

La revue  
des spécialistes de  
l'environnement  
au Québec

Volume 52 • Numéro 3  
Septembre 2019

# Vecteur Environnement



DOSSIER  
**SYMBIOSES INDUSTRIELLES :  
LES BÂTISSEURS DE  
L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE**

- L'économie circulaire : un territoire à la fois
- Symbioses industrielles : évolution des projets de Synergie Québec
- Synergie Montréal : une symbiose industrielle en action
- Synergie Péi : une symbiose dans l'océan Indien
- ELIPSE : un outil d'évaluation pour les symbioses industrielles

PUBLIÉE PAR :

 **Réseau  
Environnement**

Nous savons que votre défi est d'optimiser l'efficacité des installations dans le respect des normes et des exigences légales.

# RESPECTER + ÉCONOMISER

Vous atteignez vos objectifs d'efficacité et réduisez vos coûts sans compromis sur la qualité de l'eau.

Les analyseurs colorimétriques Liquiline System CA80 permettent une mesure de haute précision dans tous les points de régulation critiques



- Les méthodes de mesure standardisées permettent une comparaison directe avec les résultats de laboratoire, ce qui garantit le respect des réglementations et des directives
- Des diagnostics étendus avec accès à distance garantissent la sécurité de vos étapes de traitement et vous aident à fournir aux autorités la documentation relative à votre process
- L'étalonnage et le nettoyage automatiques ainsi que la faible consommation de réactifs réduisent les coûts d'exploitation

Vous voulez en savoir plus ?  
[www.eh.digital/ca80ph\\_ca](http://www.eh.digital/ca80ph_ca)

Endress+Hauser   
People for Process Automation

## CHRONIQUES

En région	36
Emploi vert	38
Tour d'horizon	46
WEF	48
SWANA	50
Actualité internationale	52
À lire	53
À l'agenda	54

Vecteur  
Environnement

est publiée par :

## Réseau Environnement

255, boul. Crémazie Est  
Bureau 750  
Montréal (Québec) H2M 1L5  
CANADA  
Téléphone : 514 270-7110  
Ligne sans frais : 1 877 440-7110  
vecteur@reseau-environnement.com  
www.reseau-environnement.com

Éditeur  
Sébastien Ridoin

## Comité de direction

Michel Beaulieu, secteur Sols et Eaux souterraines  
Pierre Benabidés, secteur Matières résiduelles  
Marie-Hélène Gravel, secteur Matières résiduelles  
Joëlle Roy Lefrançois, secteur Biodiversité  
Nicolas Trottier  
Céline Vaneckhaute, secteur Eau

## Avec la collaboration de :

Ikram Abdeljelil, Etienne Angers, Méghane Audet, Candice Baan,  
Julien Beaulieu, Philippe Bergeron, Yves Comeau, Franck Da  
Silva, Dominique Dodier, Nathalie Drapeau, Francis Fortin, Pascal  
Geneviève, Noémie Giguère, Noémie Groleau, Alexandru Iordan,  
Adeline Kilicaslan, Samuelle Landry Levesque, Charles Leclerc, Jean  
Paquin, Jennifer Pinna, Martin Pleau, Sarah Rineau-Rossi, Arnold  
Ross, Olivier Rovellotti, Auriane Schiewe, Jérôme Spaggiari, Melissa  
Stoia, Céline Vaneckhaute, Stevan Vellet.

Financé par le  
gouvernement  
du Canada



Abonnement annuel papier (55 \$) ou numérique (25 \$)

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

FSC position  
pour Mask



100%



Photo de la couverture  
iStockphoto

Réalisation graphique  
Passerelle bleue, 514 278-6644

Impression  
Imprimerie Mask, 1 800 361-3164

Révision linguistique  
Véronique Philibert, Révision CÉil félin

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

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

Dossier	
<b>Symbioses industrielles : les bâtisseurs de l'économie circulaire</b>	<b>5</b>
<b>L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE</b>	
Un territoire à la fois	6
<b>SYMBIOSES INDUSTRIELLES</b>	
Évolution des projets de Synergie Québec	8
<b>SYNERGIE MONTRÉAL</b>	
Une symbiose industrielle en action	12
<b>SYNERGIE PÉI</b>	
Une symbiose dans l'océan Indien	14
<b>ELIPSE</b>	
Un outil d'évaluation pour les symbioses industrielles	18
<b>ENTREVIEW</b>	
Rencontre avec Jean Paquin et Arnold Ross	
Faire le point sur des carrières remarquables en environnement	20
<b>BIODIVERSITÉ</b>	
La biodiversité et le numérique	
Des applications utiles à tous	22
<b>EAU</b>	
Gestion dynamique de l'eau en milieu urbain	
Un outil efficace pour faire face aux changements climatiques	24
<b>AIR, CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET ÉNERGIE</b>	
Économie circulaire pour l'aviation	
Transformer les émissions industrielles en carburant propre	28
<b>MATIÈRES RÉSIDUELLES</b>	
Les navires au Québec	
Vers la valorisation de leurs matières organiques résiduelles	32
<b>ARTICLE TECHNIQUE</b>	
Résidus de construction, de rénovation et de démolition	
Comment les valoriser davantage ?	40

## CONSEIL D'ADMINISTRATION DE RÉSEAU ENVIRONNEMENT

Président  
André Carange

Présidente sortante  
Karine Boies  
Cain Lamarre

Secrétaire-trésorier  
Yves Gauthier

Vice-président,  
secteur Air, Changements  
climatiques et Énergie  
Nicolas Turgeon  
Centre de recherche industrielle du  
Québec

Vice-président, secteur Biodiversité  
Hugo Thibault Robitaille  
T<sup>2</sup> Environnement

Vice-président, secteur Eau  
Serge Cyr  
Ville de Victoriaville

Vice-présidente,  
secteur Matières résiduelles  
Marie-Caroline Bourg  
EnviroRcube

Vice-président,  
secteur Sols et Eaux souterraines  
Philippe Giasson  
Enutech inc.

Administrateur  
Jonathan Mongrain  
Services publics et  
Approvisionnement Canada

Administrateur  
Robert Dubé  
Atout Recrutement

Administrateur Relève  
Yannick Castel-Girard  
WSP Canada inc.

Présidente du comité régional  
Abitibi-Témiscamingue  
Nathalie Touzin  
Ville de Malartic

Présidente du comité régional  
Bas-Saint-Laurent /  
Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine  
Geneviève Pigeon  
Ville de Rivière-du-Loup

Président du comité régional  
Capitale-Nationale / Chaudière-  
Appalaches  
Jean-Louis Chamard  
Chamard, stratégies  
environnementales

Président du comité régional  
Côte-Nord  
Poste vacant

Présidente du comité régional  
Estrie  
Léonie Lepage-Ouellette  
Conseil régional de  
l'environnement de l'Estrie

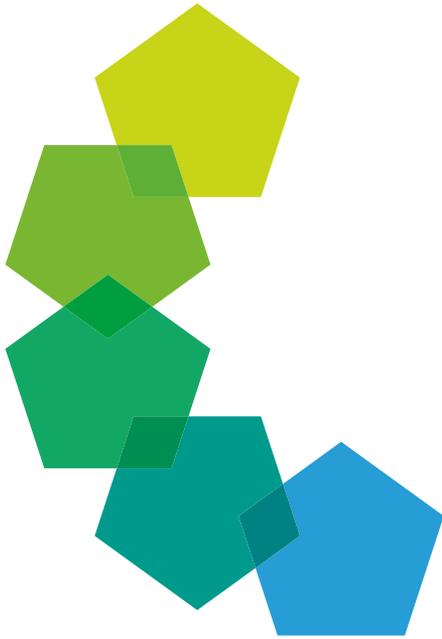
Président du comité régional  
Outaouais  
Benoit Delage  
Conseil régional de l'environnement  
et du développement durable de  
l'Outaouais

Présidente du comité régional  
Mauricie / Centre-du-Québec  
Léa-Jeanne Grenier  
Bionest

Présidente du comité régional  
Montréal  
Elise Villeneuve  
EnviroRcube

Présidente du comité régional  
Saguenay-Lac-Saint-Jean  
Josée Gauthier  
Groupe Coderr

Présidente-directrice générale  
de Réseau Environnement  
Christiane Pelchat



Salon des  
**teq**  
technologies  
environnementales  
du Québec

**11** et **12** mars  
**2020**

Centre des congrès de Québec

**LA VITRINE**  
du savoir-faire  
en environnement  
au Québec



**Réseautez**



**Développez**



**Apprenez**

[salon-teq.org](http://salon-teq.org)

Organisé par



**Réseau**  
Environnement

A man wearing a green polo shirt and safety glasses is operating a yellow forklift. The forklift is carrying a stack of cardboard boxes. The background shows a concrete wall and a red truck. The text is overlaid on the image.

# Symbioses industrielles : les bâtisseurs de l'économie circulaire

Il est généralement admis que le modèle économique actuel n'est pas viable dans un monde où les ressources sont finies. Depuis le début du XXI<sup>e</sup> siècle, le modèle de l'économie circulaire évolue, se précise et attire de plus en plus l'attention. Selon la définition de l'Institut de l'environnement, du développement durable et de l'économie circulaire (Institut EDDEC), l'économie circulaire se veut un « système de production, d'échange et de consommation visant à optimiser l'utilisation des ressources à toutes les étapes du cycle de vie d'un bien ou d'un service », et s'oppose donc à une gestion linéaire des ressources (extraction, utilisation, élimination). La symbiose industrielle, dont le meilleur cas d'école est probablement celui de Kalundborg au Danemark, est l'une des concrétisations du modèle théorique de l'économie circulaire où les sous-produits d'une activité industrielle deviennent la matière première d'une autre.

Au Québec, les symbioses industrielles sont animées par des organisations dont la mission est de créer des synergies entre les acteurs économiques d'une région. Ces dernières sont sans doute les plus actives à l'heure actuelle dans le processus de mise en application de la théorie de l'économie circulaire. Ce dossier dresse ainsi un portrait détaillé – du financement aux résultats concrets – de la récente émergence du réseau de symbioses industrielles au Québec, et aborde également la collaboration et l'échange d'expertise sur le plan international. Voici donc un tour d'horizon de ces initiatives qui posent les premières pierres de l'économie circulaire.



## L'économie circulaire Un territoire à la fois

Au Québec, l'amélioration de la performance de gestion des matières résiduelles passe depuis plusieurs années par une plus grande planification municipale et une meilleure concertation des différents acteurs. Pour RECYC-QUÉBEC, il était essentiel de miser sur ces acquis pour déployer l'économie circulaire à l'échelle québécoise. Cela dit, comment intégrer ce modèle porteur au sein de nos entreprises, de nos territoires et de nos vies quotidiennes ?



PAR ETIENNE ANGERS  
M. Sc., agent de développement industriel,  
RECYC-QUÉBEC  
e.angers@recyc-quebec.gouv.qc.ca

### APTEC : cinq lettres pour commencer

L'économie circulaire se définit comme un « système de production, d'échange et de consommation visant à optimiser l'utilisation des ressources à toutes les étapes du cycle de vie d'un bien ou d'un service, dans une logique circulaire, tout en réduisant l'empreinte environnementale et en contribuant au

bien-être des individus et des collectivités » (définition proposée par le Pôle québécois de concertation sur l'économie circulaire en 2016). Les symbioses industrielles, qui constituent l'une des stratégies de l'économie circulaire, s'avèrent être une porte d'entrée privilégiée de ce nouveau modèle économique sur les territoires. Malgré le fait qu'elles soient présentes au Québec depuis plusieurs années, ce n'est que récemment qu'elles ont réellement pris leur envol.

En 2016, RECYC-QUÉBEC a lancé l'Appel de propositions pour la transition vers l'économie circulaire (APTEC). S'inspirant des meilleures pratiques qui ont pris forme particulièrement en Angleterre et en France, cette aide financière visait la mise en place – sur un horizon de deux ans – de symbioses industrielles sur le territoire. La première année était consacrée à l'analyse de la dynamique du territoire, à la mise en réseau des parties

intéressées et à la tenue d'un atelier de maillage avec les entreprises pour déterminer les ressources à échanger. La deuxième année poursuivait le développement du réseau, tout en concrétisant les échanges de ressources et en évaluant les résultats à l'aide d'indicateurs de suivi. Toutes ces actions étaient coordonnées par l'animateur de la symbiose, véritable chef d'orchestre du projet sur le territoire visé, qui devait catalyser les actions sur le plan local ainsi qu'agir comme relayeur des apprentissages des autres projets au Québec. Tout un programme!

Au total, près de 30 projets ont été déposés, dont 14 qui ont été appuyés par RECYC-QUÉBEC. Avec les symbioses existantes, cela a permis de couvrir une grande partie du Québec avec des projets structurés et bien enracinés dans les régions. Par l'entremise de Synergie Québec, une grande communauté s'est mise en place afin de dynamiser les échanges, de partager les outils et de diffuser les bons coups. Aujourd'hui, c'est plus d'une vingtaine de symbioses industrielles qui sont actives sur le territoire québécois. Variés quant aux caractéristiques des espaces couverts, aux types de porteurs de projet et aux expertises mises de l'avant, ces projets sont le reflet d'une économie circulaire ancrée dans les territoires et adaptée à leur réalité. À ce sujet, il est possible de citer comme exemples l'exploration de l'économie de fonctionnalité par la Société d'aide au développement de la collectivité (SADC) du Kamouraska, la créativité des outils de communication du Conseil régional de l'environnement et du développement durable de l'Outaouais, ou encore le développement de modèles de partage de main-d'œuvre par PME MTL Est-de-l'Île.

## Les tendances, ici et ailleurs

Dans la dernière année, une nouvelle orientation a pu être observée dans les différents projets de symbioses industrielles au Québec. Après avoir bien mis en place l'expertise et le réseau d'entreprises afin que les résidus des uns deviennent les matières premières des autres, les animateurs tentent de pousser plus loin les autres stratégies de l'économie circulaire, que ce soit l'écoconception, l'économie de partage ou encore la réparation. Cela fait écho à une mouvance également observable à l'étranger.

Au World Circular Economy Forum, qui s'est déroulé à Helsinki en Finlande en juin dernier, le rôle grandissant des villes comme porteurs de choix de projets d'économie circulaire englobants et intégrés au territoire a été maintes fois mentionné. En effet, la concentration de population et de consommation de ressources en ces lieux de tailles variées offre un bassin de possibilités incroyables. Certaines villes, comme Paris, Glasgow ou Amsterdam, ont analysé les ressources entrantes et sortantes sur leur territoire afin de repenser les façons de faire et de déterminer des secteurs clés où des échanges de matières entre entreprises – ou synergies – pourraient se réaliser. Pour Amsterdam, plus de 70 projets pilotes (jugés prioritaires dans leur contexte) ont été mis en place en trois ans, particulièrement dans le secteur de la construction. Pour Glasgow, ce fut une

dizaine de projets pilotes dans le secteur de l'alimentation en une seule année. Il s'agit définitivement d'une tendance qui sera suivie de près afin de voir les bénéfices que pourraient en tirer les différentes régions du Québec.

## Pour la suite des choses

Maintenant, quel est l'avenir pour ces initiatives au Québec? D'une part, il existe aujourd'hui une communauté de pratique très diversifiée, liée par un réseau d'échange structuré, qui développe des outils novateurs pour répondre aux besoins des animateurs et qui tente d'aborder d'autres stratégies d'économie circulaire. D'autre part, certains défis importants sont à relever, dont le montage de modèles d'affaires plus robustes et adaptés au contexte local d'implantation, la levée de certains freins réglementaires aux pratiques innovantes, et la mise en place d'une concertation nationale des symbioses industrielles qui permettrait de mieux coordonner les actions.

En résumé, après le développement rapide des symbioses industrielles au Québec dans les dernières années vient maintenant le défi de la pérennité et de l'action concertée. Pour ce faire, plusieurs actions sont en cours ou à venir.

Tout d'abord, RECYC-QUÉBEC a récemment appuyé la toute nouvelle Chaire de recherche en écologie industrielle et territoriale sous la responsabilité du Centre de transfert technologique en écologie industrielle. Pour les cinq prochaines années, de nombreux travaux de recherche porteront sur l'utilisation des ressources, et ce, tant sur le plan des entreprises individuelles que sur le plan territorial. Le tout permettra de recenser plus clairement les problématiques et les différentes possibilités, de créer ou d'adapter des outils, et de développer des méthodologies de calcul et de reddition de compte encore plus performantes.

Ensuite, la mise en œuvre du prochain Plan d'action quinquennal découlant de la Politique québécoise de gestion des matières résiduelles, avec de nouveaux investissements de 100 millions de dollars annoncés dans le budget du gouvernement du Québec en mars 2019, permettra de pousser plus loin les diverses initiatives. Il s'agit d'un dossier à suivre au courant des prochains mois.

Enfin, afin d'élargir la portée des symbioses industrielles et d'explorer les possibilités d'une vision intégrée au territoire, des échanges ont lieu avec divers partenaires ayant une expertise par rapport à l'économie circulaire à l'échelle des villes. Considérer les villes comme des écosystèmes en soi, tout en appliquant à grande échelle les outils et les apprentissages des symbioses pour tenter de concrétiser des boucles courtes et locales d'utilisation des ressources, permet d'entrevoir des retombées très intéressantes.

Avec toutes ces actions, combinées au savoir-faire et à la créativité des acteurs œuvrant dans ce milieu dynamique, un prochain chapitre prometteur de développement des symbioses industrielles au Québec peut être envisagé. ●



## Symbioses industrielles

# Évolution des projets de Synergie Québec

Synergie Québec regroupe 22 symbioses industrielles au sein de la province. Depuis 2015, les animateurs membres de cette communauté de pratique ont mis en place plus de 420 synergies, ce qui représente 17 800 tonnes de matières résiduelles déviées de l'élimination, 4,3 millions de dollars d'économies et une réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) de 9 200 tonnes d'éq. CO<sub>2</sub>!



PAR JULIEN BEAULIEU  
Ing., M. Ing., chercheur titulaire – Chaire de recherche industrielle du CRSNG sur l'écologie industrielle et territoriale, Centre de transfert technologique en écologie industrielle (CTTÉI)



PAR JENNIFER PINNA  
DGE, EHST, B.A., conseillère en économie circulaire, CTTÉI

Une symbiose industrielle est un réseau d'organisations reliées entre elles par des synergies de flux de ressources : matières résiduelles, eau, vecteurs énergétiques (Chertow, 2007). Sur le terrain, le responsable de la symbiose est appelé « animateur »; ce dernier joue un rôle clé dans le déploiement et la pérennisation du projet. Il réalise des audits et des ateliers, décèle des synergies et accompagne les entreprises dans leur concrétisation (Pinna, 2013).

### Symbioses québécoises

Au Québec, la majorité des symbioses font partie de Synergie Québec, regroupant 2 200 organisations et représentant 5 000 flux documentés. Animée par le Centre de transfert technologique

en écologie industrielle (CTTÉI), cette communauté est un lieu de recherche appliquée et un processus d'apprentissage social; bref, un laboratoire vivant. Le rôle du CTTÉI est de proposer des outils pour enrichir davantage ce modèle de développement territorial.

## Modèles de déploiement

Plusieurs types d'organisation portent les symbioses de Synergie Québec. De nombreuses démarches sont financées par RECYC-QUÉBEC ou par le ministère des Affaires municipales et de l'Habitation (MAMH). D'autres organisations publiques les soutiennent aussi, comme le ministère de l'Économie et de l'Innovation (MEI), le ministère des Relations internationales et de la Francophonie (MRIF) et Développement économique Canada (DEC). La symbiose peut aussi mener à la création d'une organisation (*spin-off*) consacrée à son développement (ex. : Synergie Économique Laurentides) ou être intégrée aux activités courantes du porteur de projet (ex. : Symbiose de Brome-Missisquoi).

En 2017, une étude a fait l'inventaire des modèles d'affaires développés par les animateurs (figure 1). L'analyse montre que trois approches d'animation territoriale se démarquent :

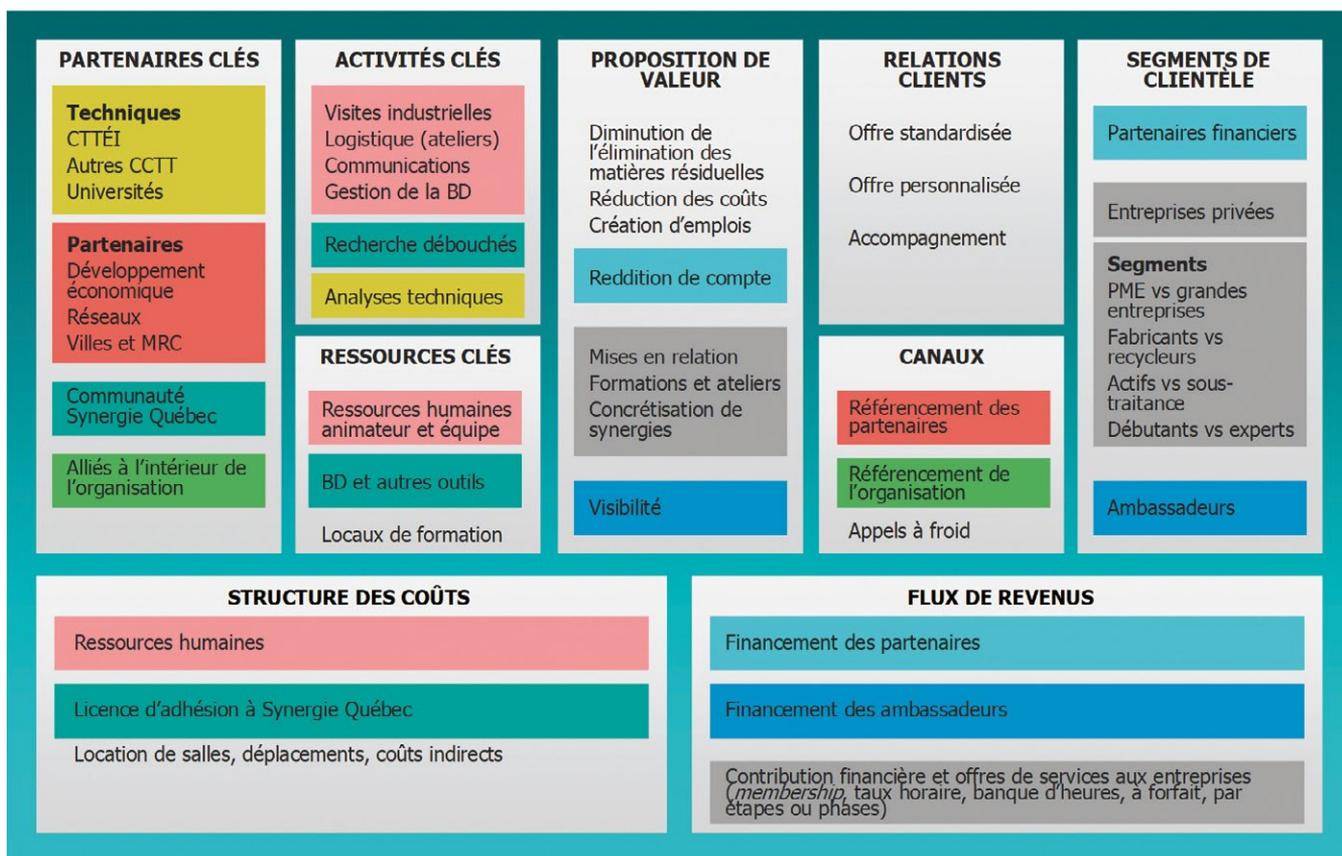
- Les symbioses orientées vers les données : le principal intérêt des partenaires est de recueillir des données sur le métabolisme territorial. Avec leur vaste collecte d'information, Symbiose Lanaudière et Symbiose Laval sont des projets de ce type;
- Les symbioses orientées vers l'accompagnement : le principal objectif est d'assister une cohorte de 10 à 50 entreprises dans la création de synergies. La majorité des membres de Synergie Québec fonctionnent ainsi;
- Les symbioses orientées vers les projets : celles-ci développent des projets structurants. Par exemple, Synergie Économique Laurentides travaille sur la mise en place d'une filière de gypse recyclé.

## De l'analyse en silo à l'atelier de maillage

Dans les premiers projets de symbiose, l'animateur devait collecter et analyser les données pour détecter des synergies potentielles. Progressivement, l'atelier de maillage a complété cette méthodologie.

Cette rencontre animée vise à accompagner un groupe d'entreprises dans l'identification et la validation préliminaires

FIGURE 1  
Modèle d'affaires des symbioses industrielles.



de synergies. Durant l'activité, les entreprises partagent leurs intrants et leurs extrants, et discutent également de leurs besoins et de leurs contraintes ; cela permet de déceler des synergies potentielles et des occasions d'affaires, et des synergies sont parfois créées dès le lendemain !

### De la symbiose industrielle à l'économie circulaire territoriale

Initialement, pour allonger le cycle de vie des ressources, l'animateur concentrait ses actions sur la création de synergies. Aujourd'hui, les projets de symbiose intègrent les autres stratégies de l'économie circulaire. Ainsi, pour plusieurs, l'objectif n'est plus de dévier les matières résiduelles de l'élimination en aval, mais plutôt de réduire la consommation de ressources en amont.

Les animateurs s'impliquent aussi davantage dans le déploiement de l'économie circulaire, notamment dans le Pôle québécois de concertation sur l'économie circulaire animé par l'Institut EDDEC. Déjà, certaines symbioses accompagnent des entreprises sur l'économie de la fonctionnalité.

### Système d'indicateurs

Comment mesurer la progression d'une symbiose industrielle ? Pour répondre à cette question, l'association française ORÉE a développé le référentiel ELIPSE, un système de 61 indicateurs consacré aux symbioses (lire l'article à ce sujet aux pages 18 et 19). Grâce au soutien du MRIF, Synergie Québec a d'ailleurs participé à sa conception.

La communauté a manifesté un grand intérêt pour cet outil. Toutefois, pour l'adapter au contexte québécois, le nombre d'indicateurs devait être réduit et des méthodes de calcul standardisées devaient être développées. À la suite d'un atelier de consultation, Synergie Québec a conçu son propre système d'indicateurs (figure 2). Pour chacun d'entre eux, la méthode développée donne la définition formelle, l'objectif de la mesure, les méthodes de calcul, des sources d'information et des exclusions. Les méthodes de calcul s'attardent aux étapes qui sont influencées par la concrétisation d'une symbiose (figure 3). Par exemple, dans une symbiose, les étapes en gris dans la figure sont réduites ou éliminées.

### Compilation des données

Pour évaluer l'impact des symbioses de Synergie Québec, le CTTÉI a réalisé un exercice de compilation des indicateurs en 2018-2019. Les données utilisées ont été collectées par 13 animateurs entre décembre 2018 et mai 2019, et couvrent la période de 2016 à 2019. Tous les calculs réalisés par les animateurs ont été vérifiés par le CTTÉI entre mai et juillet 2019. Voici un résumé des données :

- 13 symbioses étudiées ;
- 419 synergies concrétisées ;
- Total des réductions mesurées :
  - Flux de matières : 17 800 tonnes ;
  - Émissions de GES : 9 200 tonnes d'éq. CO<sub>2</sub> ;
  - Frais d'exploitation : 4,3 millions de dollars.

FIGURE 2  
Système d'indicateurs dans Synergie Québec.

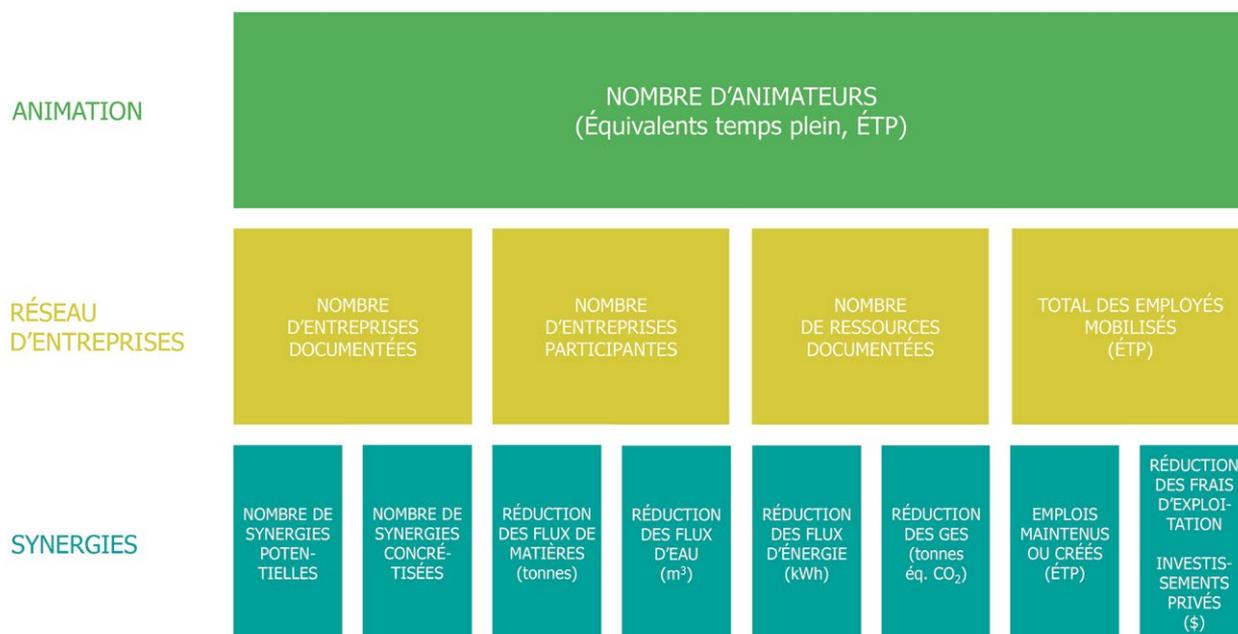
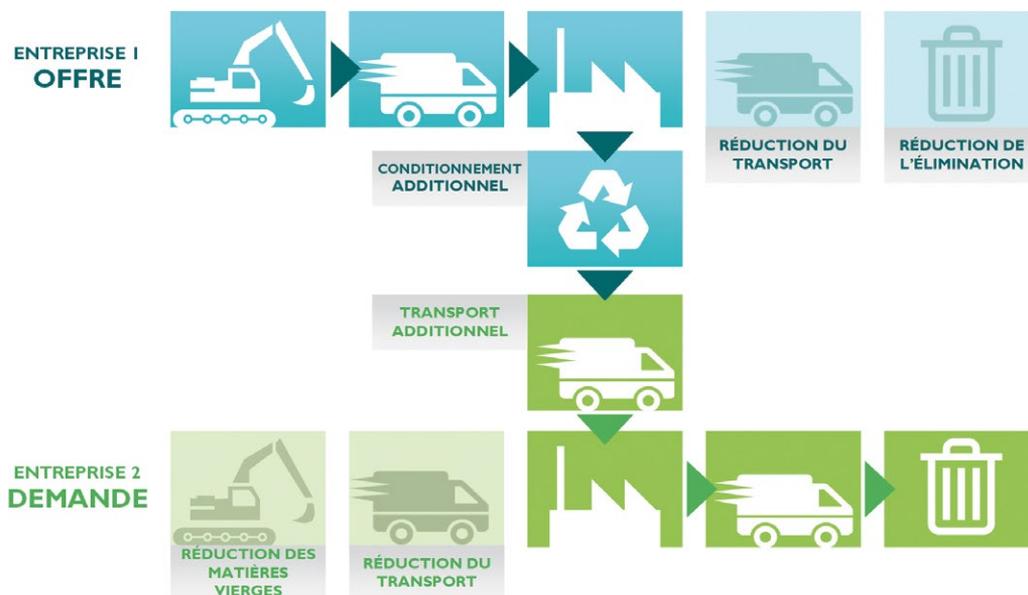


FIGURE 3

### Réduction des impacts associés aux synergies.



L'analyse des indicateurs prend en considération la durée du projet et le nombre d'animateurs. Pour évaluer la productivité d'une symbiose, le ratio synergies/animateur/an est utilisé. Voici la productivité moyenne d'une symbiose :

- 6 synergies concrétisées/animateur/an ;
- 176 tonnes de réduction de flux de matières/animateur/an ;
- 124 tonnes de réduction des émissions de GES/animateur/an ;
- 54 000 \$ de réduction de coûts/animateur/an.

### Impact des symbioses

L'évaluation des impacts dresse un portrait positif des activités des symbioses de Synergie Québec. Les résultats témoignent du travail d'une cinquantaine d'animateurs, de stagiaires, de gestionnaires et de chercheurs qui, depuis 2008, travaillent à implanter les outils de l'écologie industrielle dans les pratiques des entreprises.

L'investissement nécessaire à l'animation d'une symbiose et les réductions de coûts liées aux synergies peuvent être mis en parallèle. Pour 10 des symbioses étudiées, les programmes d'aide financière de RECYC-QUÉBEC, du MAMH et de la Ville de Montréal totalisent 2,5 millions de dollars. Les réductions de coûts pour ces mêmes projets sont estimées à 3,2 millions. Pour chaque dollar investi, ces symbioses génèrent donc 1,28 \$.

Les résultats montrent que la symbiose est également un outil efficace pour réduire l'empreinte carbone des entreprises. En concrétisant des synergies et en optant pour des procédés plus sobres, les entreprises réduisent leurs émissions de GES.

Le modèle d'affaires est le facteur qui semble le plus influencer la productivité : les symbioses orientées vers les données sont les plus performantes pour créer des synergies et réduire les flux de matières, alors que les symbioses orientées vers l'accompagnement sont plus performantes pour réduire les coûts.

L'hypothèse sur la durée de vie des synergies est une des limites importantes de cette étude. En l'absence de données concluantes, la méthodologie considère que les synergies récurrentes durent trois ans (NISP, 2009). Des recherches supplémentaires sur la pérennité des synergies devraient être réalisées pour bonifier cette analyse.

Innover le modèle d'affaires, cibler les matières problématiques et intégrer les stratégies de l'économie circulaire sont des facteurs de succès des projets. Cette étude le montre : les symbioses industrielles membres de Synergie Québec ont un impact réel – et mesurable – sur leur territoire.

### Remerciements

Le développement des outils méthodologiques et la rédaction de ce bilan ont été rendus possibles grâce au financement du Fonds de recherche du Québec – Nature et technologies. Les auteurs tiennent également à souligner la contribution des animateurs de la communauté Synergie Québec, de Mathieu Pominville-Racette et de Félix Cadotte.

La version intégrale de cet article sera bientôt disponible sur le site Web de Synergie Québec. Restez à l'affût! ●

Crédit de la photo de la page 8 : @ NathB photographe.

### Références

Chertow, M.R. (2007). « "Uncovering" Industrial Symbiosis ». *Journal of Industrial Ecology*, vol. 11, n° 1, p. 11-30.

NISP (National Industrial Symbiosis Program). (2009). *NISP Economic Valuation Report*. Londres. En ligne : [nispCanada.files.wordpress.com/2016/06/appendix-d-nisp-economic-valuation-final-report-2009-issued-2.pdf](http://nispCanada.files.wordpress.com/2016/06/appendix-d-nisp-economic-valuation-final-report-2009-issued-2.pdf).

Pinna, J., K. Markewitz, C. Maheux-Picard, A. Finlayson, H. Gignac, M. J. Olivier, J.-F. Vermette et D. Verville. (2013). *Création d'une symbiose industrielle*. En ligne : [synergie.cttei.com/wp-content/uploads/2017/04/cttei-fr.pdf](http://synergie.cttei.com/wp-content/uploads/2017/04/cttei-fr.pdf).



## Synergie Montréal

# Une symbiose industrielle en action

**Synergie Montréal, une initiative propulsée par PME MTL Est-de-l'Île, accompagne les petites et moyennes entreprises (PME) dans la création de synergies industrielles et dans la réflexion stratégique autour de pratiques d'affaires durables. Au contact étroit des entreprises, la symbiose industrielle agit en tant que facilitateur. Cet écosystème, où les échanges occasionnent des retombées multiples, constitue un véritable moteur de la transition vers l'économie circulaire.**



PAR MELISSA STOIA  
M. Sc., conseillère – Croissance et innovation,  
coordonnatrice de la symbiose Synergie  
Montréal, PME MTL Est-de-l'Île  
mstoia@pmemtl.com

Développée dans l'est de Montréal en 2016 sous la forme d'un projet pilote en écologie industrielle d'une durée de deux ans, l'initiative Synergie Montréal a depuis pris son essor. Appuyée par RECYC-QUÉBEC dès 2017 pour approfondir son accompagnement en économie circulaire, puis par Desjardins et

la Ville de Montréal, la symbiose se déploie depuis janvier 2019 à l'échelle de l'agglomération montréalaise. En proposant aux entreprises manufacturières un accompagnement stratégique pour faciliter la transition vers l'économie circulaire, de nouveaux liens d'affaires se tissent et créent de la valeur à partir de ressources déjà en circulation.

Les retombées des synergies réalisées au cours des trois dernières années témoignent des gains potentiels à réaliser grâce à l'optimisation des procédés et des ressources. En effet, elles représentent une diminution annuelle des émissions de gaz à effet de serre de 2 081 tonnes métriques d'équivalent CO<sub>2</sub> et de 1 573 tonnes métriques de flux de matières, la création ou le maintien de 22 emplois et la réduction de près

de 500 000 \$ en frais de gestion chaque année. En plus de ces retombées, les exemples qui suivent offrent un bref tour d'horizon de l'apport stratégique que peut avoir Synergie Montréal pour les PME.

### Un créneau d'affaires revisité

Plusieurs secteurs d'activité considérés comme traditionnels passent souvent inaperçus à la table des entreprises innovantes. Pourtant, parmi celles-ci se cachent des PME qui ont su tirer leur épingle du jeu en revisitant leurs pratiques sous l'angle de l'optimisation des ressources et des actifs. C'est le cas de l'entreprise Papiers et Emballages Arteau inc., qui se spécialise dans la fabrication et la distribution de produits d'emballages, ainsi que de Chaptec inc., spécialisée dans la fabrication et l'embouteillage de solvants destinés aux hôpitaux, aux laboratoires médicaux et aux centres de recherche.

Conscientes des quantités d'emballages voués à un usage unique (malgré leur intégrité au moment d'aller au bac de recyclage) et du potentiel de reconditionnement de certains produits, ces PME ont intégré Synergie Montréal à la recherche de solutions durables. À la suite d'un diagnostic complet, plusieurs éléments clés pour la mise en place de synergies sont ressortis, dont : la volonté des entreprises à engager un dialogue avec leurs clients pour offrir un service de collecte de produits d'emballages usagés ; la présence d'actifs non affectés (camions vides à la suite des livraisons, espace de travail et d'entreposage disponible ainsi que du temps machine). Les ingrédients étaient alors réunis pour tester et réaliser des synergies.

Au terme de participations à des ateliers de maillage organisés par Synergie Montréal, ainsi que de recherches et de démarchage d'entreprises dans le but de faire rencontrer des offres et des demandes complémentaires, les entreprises ont été mises en contact avec plus d'une vingtaine de PME locales. Six synergies ont ainsi pu être réalisées en lien avec quatre autres entreprises, ce qui engendre annuellement le détournement de 25 tonnes métriques de carton, de bois et de solvants, ainsi que des réductions en frais de gestion de matières résiduelles de plus de 10 000 \$ pour les entreprises maillées et une diminution de gaz à effet de serre de 54 tonnes métriques d'équivalent CO<sub>2</sub>.

Outre ces retombées, la démarche de participation active à la symbiose industrielle représente un positionnement et un changement forts dans les pratiques. Ces PME offrent aujourd'hui un service de collecte et de reconditionnement de matières à leur clientèle. Elles prolongent ainsi la durée de vie des produits et s'approvisionnent à bas coûts, ce qui permet de dégager une marge de manœuvre financière supplémentaire pouvant être réinvestie dans d'autres activités. Par leur ouverture au dialogue, elles permettent d'influencer la chaîne de valeur en aval et de trouver de nouveaux clients qui eux sont de plus en plus à l'affût de solutions responsables. Il s'agit donc d'une réorientation progressive de leur créneau d'affaires qui s'amorce à travers une stratégie de reconditionnement, et qui permet d'utiliser le plein potentiel des ressources et des actifs disponibles.

### Au-delà des échanges de matières

L'accompagnement offert par Synergie Montréal s'insère dans un continuum de services avec le réseau PME MTL, ce qui a pour avantage d'aider les entreprises à analyser l'ensemble de leurs fonctions et de leurs ressources sous la loupe de l'économie circulaire. C'est le cas de l'entreprise Studio Artefact pour laquelle un besoin a rapidement été décelé sur le plan des ressources humaines. Spécialisée dans la conception et la fabrication de décors de Noël d'envergure pour les centres commerciaux, cette entreprise vit annuellement un pic de production étant donné la saisonnalité de son créneau d'affaires. Durant la période de pointe, de nombreux employés doivent être recrutés pour être libérés quelques mois plus tard. Cette situation de mises à pied temporaires dues au travail saisonnier constitue un risque pour l'entreprise, particulièrement en période de pénurie de main-d'œuvre, car elle peut voir des employés trouver des solutions pérennes auprès d'autres employeurs.

À la suite du diagnostic de l'équipe de Synergie Montréal, le besoin a pu être cerné et analysé avec l'équipe de ressources humaines de PME MTL Est-de-l'Île. Ce relais interne a permis de formuler une solution articulée autour du prêt de main-d'œuvre et de trouver une entreprise complémentaire – USD Global – pour la mise en œuvre. L'ouverture de la part des deux entreprises et des employés à dialoguer, la transparence, la structuration des échanges entre les deux entreprises par l'entremise des spécialistes en ressources humaines et l'encadrement légal offert ont permis de mener cette synergie à terme. Ce sont donc cinq employés qui ont pu être échangés entre les deux PME, favorisant ainsi le maintien d'emplois locaux, la montée en compétence et la valorisation des savoir-faire des employés, de même que le maintien des activités économiques.

### Synergie Montréal : un catalyseur de solutions pour les PME

Nombreuses sont les retombées qui pourraient faire l'objet de mention. Or, l'essentiel des avantages de l'approche d'une symbiose industrielle telle que Synergie Montréal réside dans la capacité d'action rapide basée sur la connaissance fine du tissu industriel local et sur le travail en collaboration par le biais de la communauté de pratique Synergie Québec et le réseau PME MTL. En tant qu'acteur économique de première ligne, la symbiose permet aux entreprises de bénéficier d'une gamme complète d'expertises, d'une veille stratégique et de rencontres fructueuses avec des partenaires d'affaires potentiels. Les actions menées par Synergie Montréal ont pour objectif d'appuyer les entreprises dans leur transition vers l'économie circulaire et sont ainsi axées sur les mises en relation : rassembler les bons acteurs au bon moment autour d'un projet d'entreprise afin de soutenir son passage à l'action.

Les résultats exposés sont réalisés grâce à l'appui financier de Desjardins et de la Ville de Montréal. ●



## Synergie Péi

# Une symbiose dans l'océan Indien

Région tropicale et touristique par excellence, l'île de la Réunion accueille 850 000 habitants et génère plus de 4 millions de tonnes de déchets par an. Synergie Péi travaille à la réduction de ce tonnage en cherchant de nouvelles possibilités de valorisation. Elle s'appuie sur EcoPAL, valorisateur de palettes de bois, pour offrir aux entreprises une solution concrète à une problématique commune.



PAR **AURIANE SCHIEWE**  
M. Env., chargée de mission Synergie Péi,  
Association Initiatives OI



ET PAR **FRANCK DA SILVA**  
MBA, président, Association Initiatives OI  
contact@synergie-pei.fr

### Petit tour d'horizon

L'île de la Réunion est une région de France située dans l'océan Indien. D'une superficie de 2 512 km<sup>2</sup>, elle fait un peu plus de cinq fois la taille de l'île de Montréal. Son point culminant – le Piton des Neiges – se trouve à 3 071 mètres d'altitude, soit plus de trois fois la hauteur du mont Orford. Les côtes, plus faciles d'accès, accueillent la majorité des 850 000 habitants de l'île (Réunion Tourisme, 2019). Ses reliefs importants, combinés à des températures variant annuellement de 17 °C à 33 °C, ont contribué à l'apparition de plus d'une centaine d'écosystèmes différents, allant de la forêt tropicale humide et dense à une savane sèche et clairsemée, en passant par des paysages lunaires aux abords du Piton de la Fournaise, un des volcans les plus actifs au monde (UICN France, 2016).

« Depuis l'explosion de la croissance économique dans les années 70, l'île de la Réunion s'est appuyée principalement sur l'importation de produits de consommation pour soutenir son développement. Ce choix économique et social est l'une des principales raisons pour lesquelles il y a un grand volume de déchets générés annuellement [...] »

Depuis l'explosion de la croissance économique dans les années 70, l'île de la Réunion s'est appuyée principalement sur l'importation de produits de consommation pour soutenir son développement. Ce choix économique et social est l'une des principales raisons pour lesquelles il y a un grand volume de déchets générés annuellement, à savoir plus de 4 millions de tonnes (Nexa, 2016).

### **Naissance de la symbiose**

Le Territoire de la Côte Ouest (TCO) – l'équivalent d'une municipalité régionale de comté – est la communauté de communes chargée de l'implantation d'une démarche de symbiose. Le port international en eau profonde de l'île réceptionne plus de 4 millions de tonnes de matières et de produits par les 107 000 conteneurs qui passent son seuil chaque

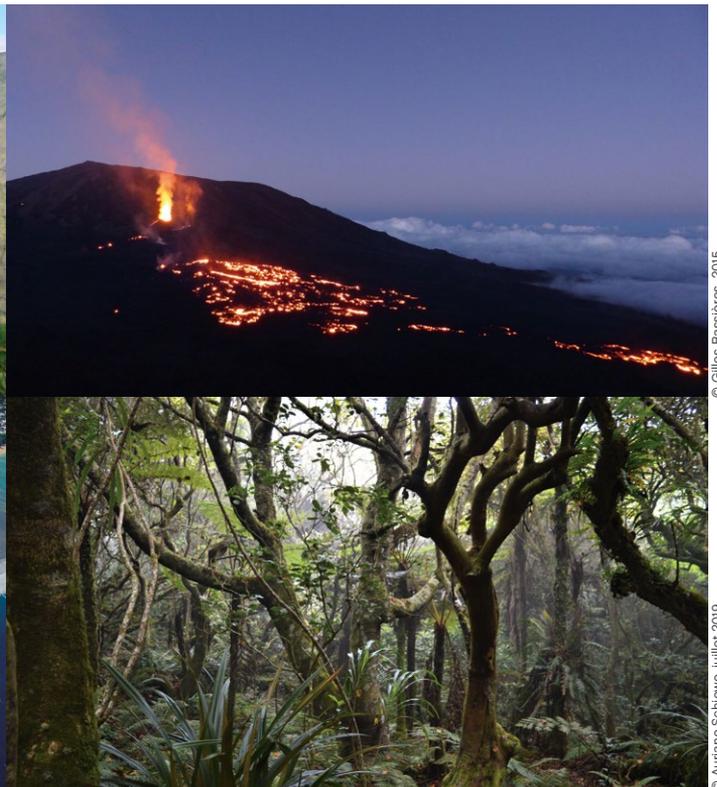
année (Port Réunion, 2013). En juillet 2018, à la suite de plusieurs rencontres, le TCO a choisi l'Association Initiatives OI, dont le siège social se situe sur le même territoire, pour développer la symbiose. L'association, portée par Franck Da Silva et Stéphane Malet, vise à développer et à accompagner de nombreuses activités dans des projets en économie circulaire, sociale et solidaire.

Depuis 2018, le Centre de transfert technologique en écologie industrielle (CTTÉI) est pressenti comme partenaire expert. Invité à visiter l'île de la Réunion, le CTTÉI y a présenté et formé un groupe pivot d'animation de la démarche (CTTÉI, 2018). En février 2019, l'Association Initiatives OI recrute Auriane Schiewe, future diplômée de l'Université de Sherbrooke, qui reprendra les éléments de la méthode québécoise.



© Auriane Schiewe, juillet 2019

© Alexandre Périné, 2015



© Gilles Bassières, 2015

© Auriane Schiewe, juillet 2019

Écosystèmes de l'île de la Réunion. Cette île tropicale est à plusieurs centaines de kilomètres du rivage de Madagascar dans l'océan Indien. Isolée, elle est très dépendante de l'importation.

## Difficultés, adaptations et innovations

Une fois le projet défini et une identité créée sous le nom de Synergie Péi, une meilleure compréhension du territoire était nécessaire. Cela impliquait de s'informer sur les enjeux relatifs aux déchets, aux activités de production et à la gestion actuelle des matières résiduelles. Et, problème... les déchets sont en grande partie dirigés vers l'enfouissement dans les deux seuls sites saturés depuis 2015 (Linfo.re, 2015) ; réduire le tonnage est donc inéluctable. Face à cette préoccupation – secondaire pour certains –, comment impliquer les entreprises dans le projet ?

Les objections, très souvent soulevées durant les audits en entreprises, sont récurrentes : concurrences internationales et locales, développement foncier limité, faible marché intérieur, manque d'accessibilité de la matière, coûts élevés du traitement des déchets, lourdeurs et lenteurs des démarches administratives, etc.

De plus, beaucoup d'études sont réalisées sur le territoire sans être suivies d'actions. L'opérationnalité est donc devenue l'argument « innovant » pour capter l'intérêt de ces industries. La méthode du CTTÉI propose une démarche et une approche concrète (CTTÉI, 2013). L'équipe de projet offre ainsi des audits courts de caractérisation des matières résiduelles et une solution opérationnelle au travers d'EcoPAL pour les déchets de palettes.

EcoPAL est une « marque » portée par l'Association Initiatives OI. Développée depuis 2015, l'activité est un bon exemple de l'économie circulaire sur le territoire. C'est la principale porte d'entrée de Synergie Péi dans les entreprises puisqu'elle répond à une problématique fréquente : les palettes de bois. Dans un objectif de valorisation, EcoPAL les collecte chez les professionnels et transforme annuellement quelque 250 tonnes en planches. Combinée à la réinsertion sociale, l'activité emploie conjointement six détenus du centre pénitentiaire voisin pour le démontage semi-industriel ainsi qu'un chauffeur en situation de handicap pour les collectes et les livraisons. Un partenaire industriel – AC2V – fournit les scies Cekamon pour le démontage. Enfin, les planches sont revendues à bas prix aux particuliers, aux associations et aux artisans au moyen d'une boutique en ligne et d'un réseau de distribution dans les magasins de bricolage en cours d'élaboration (EcoPAL, 2019). Créé depuis trois ans, le modèle fonctionne à merveille ; il parvient à être quasi autosuffisant et à évoluer tout en étant présent dans les trois sphères du développement durable. Démonstration de l'économie circulaire, il s'agit d'une vitrine de ce que l'on souhaite favoriser sur l'île.

## Nouvelles perspectives de valorisation

En se penchant sur la gestion actuelle des matières résiduelles, on constate la rareté des acteurs de la revalorisation sur l'île, que ce soit pour le papier, le carton ou les plastiques ; il devient donc urgent de créer de nouvelles activités consommatrices de ces matières et créatrices de produits adaptés aux besoins locaux. C'est la raison pour laquelle Synergie Péi recherche

des porteurs de projet ou tente de les inclure en s'appuyant notamment sur le réseau de l'économie sociale et solidaire. De plus, la création d'une matériauthèque est en cours et devrait voir le jour en novembre 2019. La démarche de symbiose accompagne cinq autres projets, qui vont de la consigne de verre au recyclage des batteries au lithium, en passant par le reconditionnement de chauffe-eau solaires, la création de mobiliers locaux en matières secondaires et la valorisation des déchets de peinture. De belles perspectives à venir pour « l'île intense » ! ●

## Références

CTTÉI. (2013). *Création d'une symbiose industrielle*. En ligne : synergie.cttei.com/wp-content/uploads/2017/04/cttei-fr.pdf.

CTTÉI. (2018). *Le CTTÉI en mission à l'île de la Réunion*. En ligne : cttei.com/le-cttei-en-mission-a-lile-de-la-reunion.

EcoPAL. (2019). *EcoPAL, valorisation du bois de palettes à la Réunion*. En ligne : ecopal.re.

Linfo.re. (2015). *Gestion des déchets : le centre d'enfouissement de Pierrefonds à saturation*. En ligne : linfo.re/la-reunion/societe/677549-gestion-des-dechets-le-centre-d-enfouissement-de-pierrefonds-a-saturation.

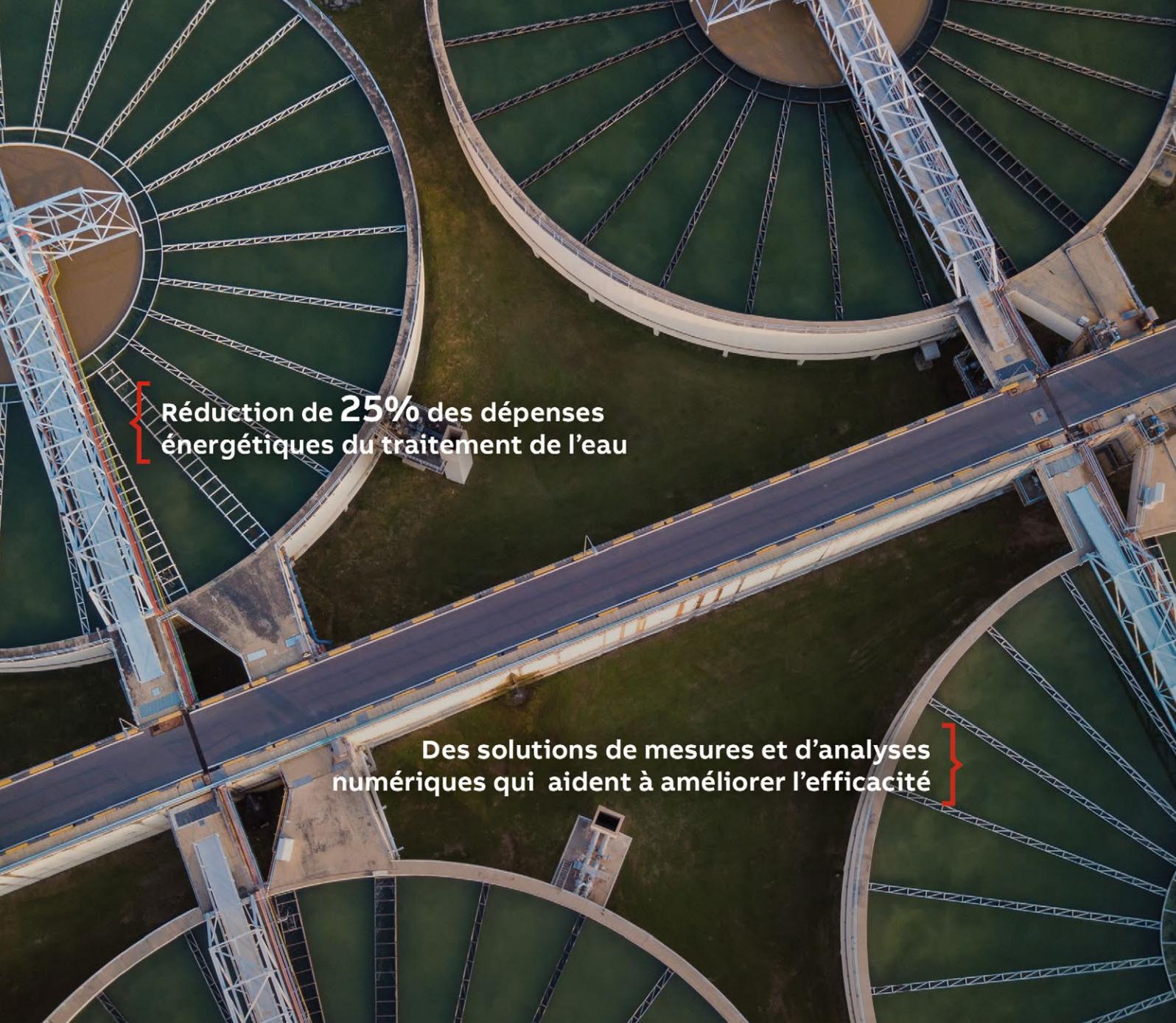
Nexa. (2016). *Présentation du métabolisme territorial de la Réunion – Bilan des flux de matières 2014*. En ligne : innovonslareunion.com/fileadmin/user\_upload/nexa/actualites/Forum\_eco\_circulaire/20160927\_Stephane\_LE\_POCHAT\_\_\_EVEA\_Prez\_diag\_metabolique\_territorial.pdf.

Port Réunion. (2013). *Statistiques des trafics portuaires 2013*. En ligne : reunion.port.fr/IMG/pdf/brochurestats\_gpmdlr-web-ok.pdf.

Réunion Tourisme. (2019). *La population : une mosaïque de peuples*. En ligne : reunion.fr/pratique/l-ile-de-la-reunion/la-population.

UICN France. (2016). *Profil d'écosystème, océan Indien – La Réunion*. En ligne : uicn.fr/wp-content/uploads/2017/06/best-pe\_lareunion.pdf.

« En se penchant sur la gestion actuelle des matières résiduelles, on constate la rareté des acteurs de la revalorisation sur l'île, que ce soit pour le papier, le carton ou les plastiques ; il devient donc urgent de créer de nouvelles activités consommatrices de ces matières et créatrices de produits adaptés aux besoins locaux. »



Réduction de **25%** des dépenses  
énergétiques du traitement de l'eau

Des solutions de mesures et d'analyses  
numériques qui aident à améliorer l'efficacité

---

ABB MESURE ET ANALYSE

# Un monde où l'eau est mieux mesurée

Le coût total de l'eau augmente au même rythme que les coûts de production d'énergie et que la population mondiale. Découvrez de quelle façon un monde où l'eau est mieux mesurée améliore considérablement l'efficacité des traitements en réduisant les coûts en énergie.

**Vous voulez en apprendre d'avantage?**

Consultez [abb.com/measurement](http://abb.com/measurement)  
ou contactez-nous à [instrumentation@ca.abb.com](mailto:instrumentation@ca.abb.com)

**ABB**



## ELIPSE

# Un outil d'évaluation pour les symbioses industrielles

ORÉE est une association française qui fédère et anime depuis plus de 20 ans un réseau d'acteurs engagés (entreprises, collectivités, associations professionnelles, centres de recherche, universités, institutions) pour échanger et mettre en place une dynamique environnementale. Dans le cadre de ses missions, l'association propose des outils opérationnels et collaboratifs.



PAR STEVAN VELLET  
Chargé de mission – Économie circulaire,  
ORÉE  
vellet@oree.org

### Premier outil d'évaluation

Le référentiel ELIPSE a pour objectif d'évaluer les performances des démarches d'écologie industrielle et territoriale (EIT) ou symbioses industrielles. L'association ORÉE a créé cet outil

avec le soutien financier de l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'énergie (ADEME – équivalent de RECYC-QUÉBEC) et du ministère de la Transition écologique et solidaire, ainsi qu'avec l'appui d'universitaires (Université Grenoble Alpes, Université de Lyon et Université de Technologie de Troyes) et de bureaux d'études experts en EIT (Auxilia, EcoRes, Inddigo). Lors de sa création, l'outil a été testé sur une dizaine de territoires d'expérimentation, dont le parc industriel et portuaire de Bécancour au Québec.

Les cibles principales d'ELIPSE sont les porteurs de symbioses industrielles afin de déterminer leurs points forts, leurs axes d'amélioration et les actions à mettre en place. Tout en améliorant leur visibilité à l'échelle nationale, la plateforme leur permet de

valoriser leurs bonnes pratiques et leurs apprentissages au-delà de leur territoire. Les acteurs qui financent les démarches d'EIT peuvent également suivre l'avancée des actions via l'outil.

## Évaluation : des indicateurs au radar

Le référentiel d'évaluation est composé de 61 indicateurs reposant sur les trois enjeux suivants : le bouclage des flux, la création de richesses locales et la coopération entre les acteurs. Ces trois dimensions structurantes sont déclinées en objectifs qu'une démarche doit chercher à atteindre pour s'inscrire dans une dynamique de succès et de durabilité. Chacun des objectifs est évalué par un certain nombre d'indicateurs de moyens et de résultats ; 17 indicateurs « incontournables » doivent obligatoirement être renseignés pour pouvoir ensuite afficher les résultats finaux de l'évaluation. Un certain nombre d'indicateurs sont signalés comme « collaboratifs », car ils doivent être débattus avec les parties prenantes au cours de l'évaluation.

À titre d'exemple, on peut trouver comme indicateurs de type qualitatif :

- Existe-t-il une structure locale pérenne (déjà existante ou créée) qui pilote la démarche ?
- Quelles actions ont été mises en place pour repérer les échanges possibles ?

On trouve aussi des indicateurs quantitatifs :

- Donnez un ordre de grandeur du nombre d'emplois (équivalents temps plein) créés ou maintenus grâce à l'installation d'entreprises ou à la création d'activités dans le cadre de la démarche.
- Combien d'actions, en matière de prévention des consommations, ont été mises en place ?

Les résultats de l'évaluation sont synthétisés dans un tableau, où chaque objectif obtient une note entre A+ et D-. Elles sont présentées de manière synthétique sous forme d'un radar ; celui-ci constitue, pour les animateurs de démarche, un moyen de visualiser les points forts et les points faibles, et de déterminer de nouvelles pistes de progrès. Des chiffres clés, extraits de l'évaluation, sont également affichés avec les résultats permettant au porteur de projet de communiquer facilement les actions réalisées.

## Le rôle de l'association ORÉE

Le référentiel ELIPSE, qui compte actuellement 772 inscrits et 61 projets, est entièrement gratuit et accessible à l'adresse [referentiel-elipse-eit.org](http://referentiel-elipse-eit.org). ORÉE assure son déploiement avec le soutien de l'ADEME. Concrètement, le rôle de l'association consiste à sensibiliser et à former les acteurs de l'EIT à l'utilisation d'ELIPSE afin qu'ils puissent saisir leurs données d'évaluation.

Les données recueillies ainsi que des entretiens auprès de porteurs de projet vont permettre de nourrir des réflexions sur les questions de maturité et de pérennité des démarches d'EIT. En effet, l'historique de ces symbioses montre qu'elles passent par différents niveaux de maturité. La performance des projets dépend de leur capacité à lever les freins rencontrés et à tirer profit des succès afin de maintenir une dynamique collaborative entre les industriels.

De plus, grâce aux commentaires des utilisateurs d'ELIPSE, ORÉE va explorer des pistes d'amélioration de la plateforme d'évaluation en proposant de nouvelles évolutions fonctionnelles et une modification des indicateurs du référentiel. Par ailleurs, grâce à ELIPSE, ORÉE va mettre à jour un recueil des démarches d'EIT en France.

## Des coopérations outre-Atlantique

ORÉE et le Centre de transfert de technologie en écologie industrielle (CTTÉI) ont travaillé ensemble dans le cadre de la Commission permanente de coopération franco-québécoise (CPCFQ) portée par le ministère de l'Europe et des Affaires étrangères en France et par le ministère des Relations internationales et de la Francophonie au Québec.

Cette coopération avait pour objectif de travailler sur la création d'une version québécoise du référentiel ELIPSE afin d'adapter l'outil au contexte des symbioses industrielles mises en place au Québec. Par ailleurs, le CTTÉI a partagé avec ORÉE son expertise ainsi que son outil de calculs de gaz à effet de serre évités dans le cadre de la mise en place de synergie interentreprises.

Lors de cette mission, Nathalie Boyer, déléguée générale de l'association ORÉE, s'est rendue au Québec pour participer à des colloques et apporter son expertise en matière d'évaluation de démarches d'EIT. Les membres du CTTÉI sont également venus en France pour participer aux rencontres francophones de l'EIT et pour visiter les Portes du Tarn, soit la première zone d'activité française intégrant les principes d'écologie industrielle dès sa conception.

Dans la continuité de cette coopération franco-québécoise, l'association ORÉE s'est associée avec la Société d'aide au développement de la collectivité (SADC) du Kamouraska afin de réfléchir à la pérennité des symbioses industrielles en place ainsi qu'à leurs articulations avec d'autres piliers de l'économie circulaire, dont l'économie de fonctionnalité et de la coopération. Il est question ici d'inscrire les symbioses industrielles sur le long terme, notamment en s'appuyant sur d'autres projets d'économie circulaire à l'œuvre sur le territoire. ●



De gauche à droite : Jennifer Pinna (CTTÉI), Nathalie Boyer (ORÉE) et Julien Beaulieu (CTTÉI) visitant la zone d'activité des Portes du Tarn.

# Rencontre avec Jean Paquin et Arnold Ross

## Faire le point sur des carrières remarquables en environnement



PAR NOÉMIE GROLEAU  
Coordonnatrice – Communications et marketing,  
Réseau Environnement

**Tous deux lauréats du prix Distinction Hubert Demard qui reconnaît la carrière consacrée à la cause environnementale, messieurs Jean Paquin et Arnold Ross nous racontent leur parcours tout en nous exprimant leurs observations face à leur industrie en constante évolution.**

Depuis le début de leur carrière respective, les deux hommes ont accompli de nombreuses réalisations marquantes dans leur domaine. M. Jean Paquin a participé à la création de Sanexen, qui emploie 450 travailleurs et qui œuvre dans la réhabilitation des sols, la gestion des matières réglementées, l'analyse de risques et la réhabilitation d'aqueduc. Après 34 années d'activité, ce sont 5 000 projets de restauration de sites contaminés qui ont été réalisés. De son côté, M. Arnold Ross souligne le développement du marché du carbone qu'il a implanté chez PureSphera au cours des 10 dernières années. Son travail a contribué à faire de l'entreprise le plus important acteur grâce au nombre de crédits compensatoires vendus sur le marché québécois. C'est donc avec la vente de 600 000 tonnes de crédits, soit 85 % de la totalité du marché, que le gouvernement provincial peut démontrer le bien-fondé et le fonctionnement de ce marché.

### Éléments déclencheurs

Dès les années 70, ces deux professionnels ont été interpellés par les enjeux environnementaux. Amateur de nature depuis toujours, Arnold Ross explique que son éveil s'est fait à l'époque des pluies acides. Ses activités sur les lacs du Québec se trouvant menacées, il savait qu'il fallait agir afin de régler les problèmes environnementaux et participer à la conservation de la biodiversité. Se concluant en chimie, son cursus universitaire lui a permis de mieux comprendre les différentes problématiques



Jean Paquin



Arnold Ross

liées au secteur. Quant à Jean Paquin, quelques auteurs tels que Barry Commoner, Edouard Bonnefous et Gordon R. Taylor ont influencé sa prise de conscience face au virage nécessaire afin d'avoir un avenir durable. Il se dirige alors vers un baccalauréat en sciences appliquées (génie chimique et biochimique) afin de pouvoir travailler dans le traitement des sols, des eaux, de l'air et des matières résiduelles.

### Défis actuels

M. Ross souligne la difficulté à convaincre les climatosceptiques face à l'importance d'agir. Il soutient qu'il est difficile de sensibiliser la population à un danger qui n'est pas perceptible. « On essaie de normaliser ce qui n'est pas normal », soutient-il en donnant comme exemples la perte de biodiversité et les différentes catastrophes naturelles se déroulant dans les quatre coins du globe. M. Paquin poursuit dans la même lignée : « Malheureusement, c'est le manque de conviction d'un grand nombre d'intervenants pour

« Dès les années 70, ces deux professionnels ont été interpellés par les enjeux environnementaux. »

« À la suite de ces rencontres, les mots d'ordre retenus pour œuvrer dans cette industrie sont définitivement passion, patience, curiosité et positivisme. »

qui les enjeux d'environnement à court et à long terme revêtent un caractère ni important ni prioritaire. »

L'urgence d'agir entre également en conflit avec les procédures administratives du gouvernement. Bien qu'étant à l'aise avec les négociations et les différentes étapes à suivre, ce sont quand les règles du jeu ne sont pas claires que M. Ross voit son travail se complexifier. « Il y a parfois des obligations réglementaires qui font qu'il faut se conformer. Une réponse est toutefois la suivante : persévérance et longévité », ajoute M. Paquin.

### Compétences et aptitudes nécessaires

Depuis les 50 dernières années, le domaine de l'environnement a évolué en mettant de l'avant diverses problématiques. C'est d'ailleurs pourquoi les deux lauréats misent sur la multidisciplinarité. Leurs carrières respectives explorant plusieurs domaines et diverses problématiques actuelles démontrent d'ailleurs ce facteur primordial. « Travailler de façon efficace et globale dans notre domaine implique de maîtriser beaucoup de concepts en biologie, en chimie, en géologie, en ingénierie et en toxicologie », souligne Jean Paquin. Arnold Ross soutient aussi l'importance d'avoir une vision globale et de demeurer curieux, et ce, afin de tenter de comprendre les liens entre chaque élément de la nature. « Si on travaille en eau, on doit avoir une vision holistique. Ça permet d'optimiser pour le long terme. Quand on visualise les interrelations, il est plus facile de s'imaginer les impacts futurs », explique-t-il.

### Enjeux de l'industrie

Certes, de multiples enjeux existent en environnement. Arnold Ross relève les contextes économique et démographique actuels afin d'expliquer plusieurs d'entre eux, dont la perte de connaissances en raison du départ à la retraite de plusieurs professionnels. Dans un autre ordre d'idées, il explique aussi la difficulté existante à cibler des actions concrètes ayant un impact positif important sur l'environnement, puisqu'il est complexe de comprendre chaque interaction existante au sein d'un écosystème. L'ajout de processus, de diagnostic et de contrôle est aussi un enjeu important pour les deux spécialistes.

D'autres enjeux plus spécifiques à leur domaine respectif sont mis en lumière. Œuvrant dans le recyclage des appareils et des gaz réfrigérants, Arnold Ross dénonce grandement l'obsolescence programmée. Il explique que l'abolition des chlorofluorocarbures dans les années 90, par exemple, perd de son efficacité si elle n'est pas associée à une législation contre l'obsolescence programmée pour les appareils réfrigérants et leur gestion en fin de vie.

Jean Paquin, quant à lui, indique qu'en réhabilitation d'eaux et des sols, plusieurs composés toujours non réglementés doivent être pris en charge. Les nombreux constats médicaux et écotoxicologiques néfastes devraient rehausser le degré de précaution. Il met particulièrement l'accent sur la problématique des perturbateurs endocriniens dans l'environnement et leurs

conséquences sur la santé humaine. Cet enjeu, d'après lui, devrait être pris en compte davantage par tous les acteurs se souciant des politiques environnementales.

### Réseau Environnement et le développement de leur carrière

M. Ross mentionne que sa première interaction avec Réseau Environnement a eu lieu lors d'une conférence donnée en 1988 ou 1989 dans le cadre d'un événement en technologie de l'eau. Pour lui, « l'association approfondit notre savoir du marché et développe des connaissances un peu plus fines dans un domaine d'activité. Elle offre une vitrine de ce que les autres font et des tendances qui se dessinent à l'horizon ». De son côté, M. Jean Paquin est un membre de longue date de Réseau Environnement, c'est-à-dire depuis les années 70. « L'association m'a permis d'accroître mon réseau de contacts dans le domaine et d'échanger pour développer mes compétences », indique-t-il.

Certes, les carrières de Jean Paquin et d'Arnold Ross ont permis plusieurs actions concrètes pour l'obtention d'un avenir plus durable et d'un environnement plus sain. À la suite de ces rencontres, les mots d'ordre retenus pour œuvrer dans cette industrie sont définitivement passion, patience, curiosité et positivisme. C'est en sachant combiner ces traits de personnalité qu'ils ont pu cheminer avec fierté dans leur carrière. ●

UDES

**FAVORISEZ  
L'ACCEPTABILITÉ  
SOCIALE DE  
VOTRE PROJET**

Séminaire en ligne avec un spécialiste en participation publique et en communications environnementales

[USherbrooke.ca/environnement/seminaire](http://USherbrooke.ca/environnement/seminaire)  UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

# La biodiversité et le numérique

## Des applications utiles à tous



PAR **JÉRÔME SPAGGIARI**  
M. Sc. env., biologiste, fondateur et consultant principal, atelier phusis  
jspaggiari@atelier-phis.com



ET PAR **OLIVIER ROVELLOTTI**  
M. Sc. comp. sc., directeur, Natural Solutions  
olivier\_rovellotti@natural-solutions.eu



**Applications mobiles, sciences participatives, intelligence artificielle, données ouvertes ; c'est au tour de la biodiversité de bénéficier des atouts du numérique. Comment ces applications et ces services – utiles pour les citoyens, les entrepreneurs, les professionnels du tourisme, les scientifiques, les agents gouvernementaux, etc. – peuvent-ils participer à la sauvegarde de la biodiversité ?**

### Pour les citoyens

Le numérique permet de sensibiliser et d'éduquer à l'environnement les citoyennes et les citoyens d'une façon ludique et interactive. En effet, il leur permet de parfaire leurs connaissances naturalistes et d'interpréter plus facilement les paysages, les écosystèmes qu'ils fréquentent et les espèces qu'ils côtoient. De ce fait, on assiste à une explosion d'applications mobiles poursuivant cet objectif. Cela va des jeux sérieux (ex. : Nowatera, destiné aux élèves de l'enseignement secondaire pour comprendre les mécanismes de la biodiversité), aux applications d'interprétation de la nature (Ecobalade, pour découvrir et interpréter la nature pas à pas), ou encore aux applications de sciences participatives – telles que le Projet Noah – poursuivant un objectif de connaissance de la biodiversité.

Le Projet Noah est une plateforme participative consacrée à la biodiversité ; elle permet aux amateurs comme aux professionnels de découvrir des milliers d'organismes vivants situés à proximité de leur position ainsi que de partager en ligne des photos de leurs propres observations. Cette plateforme a été développée dans le cadre du programme de télécommunications interactives de l'Université de New York et a été conçue comme un « filet à papillons » numérique. Les promoteurs du Projet Noah organisent

des missions d'études spécifiquement consacrées à certains taxons. Grâce à la puissance des nouvelles technologies, la plateforme réussit à collecter des données écologiques importantes et utiles à la préservation de la biodiversité mondiale.

### Pour les bureaux d'études et les secteurs industriels

Le numérique permet de faciliter les activités environnementales des bureaux d'études et des secteurs industriels. En effet, il permet de simplifier considérablement la collecte, le stockage et l'analyse des données sur la biodiversité. Beaucoup de ces applications utilisent les données ouvertes. Cette approche permet à quiconque d'enrichir, d'utiliser, de modifier ou de partager ces données versées dans le domaine public et formatées à cet effet. Dans certains pays (c'est le cas dans l'Union européenne), la législation contraint les producteurs de données – agissant dans un cadre réglementaire (ex. : études d'impacts) ou grâce à des fonds publics – de restituer leurs résultats dans ce format.

Par exemple, ecoRelevé est une suite logicielle à source ouverte (*open source*) multisupport permettant la gestion des données de biodiversité recueillies par une grande diversité d'acteurs (ex. : biologistes, forestiers, universitaires, etc.). Conçue pour les professionnels de l'environnement (bureaux d'études, recherche, etc.), ecoRelevé permet la saisie, la modification, ainsi que l'import et l'export des données d'observation (taxonomies, localisations géographiques, protocoles).

### Pour le secteur du tourisme

Le numérique est un outil performant pour valoriser le patrimoine culturel et naturel d'un territoire ; il est donc très utile dans le

« [...] en facilitant la collecte d'importantes quantités de données sur la biodiversité grâce à la création d'applications, mais aussi de plateformes de sciences participatives, il permet aux scientifiques et aux chercheurs d'accéder à d'importants jeux de données. »

secteur du tourisme. En effet, de nombreux acteurs locaux ont intégré le potentiel d'Internet ou des applications mobiles pour promouvoir leur territoire.

Par exemple, Ecobalade est une solution numérique permettant de valoriser le patrimoine naturel et l'offre touristique d'une région. Cette application permet de créer un sentier de randonnée et de promouvoir la faune et la flore qui le fréquentent. Chaque espèce possède une fiche descriptive illustrée permettant au randonneur d'approfondir ses connaissances. Une clé de détermination facilite quant à elle l'identification des espèces végétales. Ecobalade permet aussi de mettre en avant le patrimoine culturel; les monuments, les anecdotes historiques et les lieux à ne pas manquer sont intégrés à la randonnée.

### Pour le secteur de la science et de la recherche

Le numérique est aussi un outil technique qui aide considérablement le secteur de la science et de la recherche. En effet, en facilitant la collecte d'importantes quantités de données sur la biodiversité grâce à la création d'applications, mais aussi de plateformes de sciences participatives, il permet aux scientifiques et aux chercheurs d'accéder à d'importants jeux de données.

Un exemple de plateforme qui révolutionne le travail des scientifiques est celui de Wildlife Insights. Les promoteurs de cette initiative ont constaté, d'une part, l'énorme quantité de données collectées sur la faune (notamment grâce aux pièges photographiques) et, d'autre part, leur très grande sous-utilisation scientifique. Afin de valoriser cette importante source de données, le projet met en ligne des albums photographiques que des contributeurs bénévoles décryptent, c'est-à-dire qu'ils identifient les photographies sur lesquelles certaines espèces apparaissent ou encore différencient les espèces entre elles. Des algorithmes ou encore des identifications croisées permettent de donner un intervalle de confiance au travail des bénévoles. Grâce à ces collaborations, les scientifiques récupèrent ainsi une abondante base de données de bonne qualité et peuvent se consacrer davantage à leur expertise.

### Pour le secteur gouvernemental et municipal

Le numérique informe et oriente aussi les politiques publiques liées à l'aménagement du territoire et à la gestion des espaces verts. Grâce à de nombreuses applications, les gestionnaires peuvent communiquer à leurs administrés le résultat de leurs décisions environnementales, ou solliciter leur collaboration pour compléter des inventaires (ex. : Sauvages de ma rue identifie les espèces sauvages qui poussent en ville et permet de les photographier afin de les transmettre aux scientifiques), pour surveiller la progression de certaines espèces envahissantes

(ex. : Sentinelle présente les principales espèces exotiques envahissantes du Québec et permet de les localiser), ou encore pour mesurer la progression de certains dangers (ex. : OakMapper offre à ses utilisateurs de signaler les chênes californiens atteints par une maladie).

### Une (bio)diversité d'outils numériques

Le secteur de la biodiversité n'échappe pas à la révolution numérique. En effet, les quelques exemples présentés précédemment ne représentent qu'un petit échantillon des nombreuses applications qui se développent rapidement pour faciliter la collecte, le stockage et l'analyse des données en lien avec la biodiversité. Actuellement, le numérique permet de sensibiliser de nombreux citoyens et de faciliter le travail d'une grande diversité de professionnels. Leur mise en réseau, le partage des données qu'ils collectent et l'innovation peuvent véritablement contribuer à conserver la biodiversité. ●

**GENEQ inc.**  
INSTRUMENTS SCIENTIFIQUES

**ENVIRONNEMENT**

- EAU
- AIR
- SOL
- MÉTÉOROLOGIE
- BIODIVERSITÉ
- SANTÉ & SÉCURITÉ
- LABORATOIRE
- GÉOMATIQUE

Fier distributeur des marques:

HANNA instruments, PKI, Solinst, Cirrus, AMS, DAVIS, OHRAUS, SXblue

514 354-2511 / 1-800-463 4363 | info@geneq.com

10700, rue Secant, Montréal (Québec) Canada H1J 1S5

**WWW.GENEQ.COM**

# Gestion dynamique de l'eau en milieu urbain

## Un outil efficace pour faire face aux changements climatiques



PAR MARTIN PLEAU  
B. Ing., M. Sc., Ph. D., directeur technique,  
Tetra Tech  
martin.pleau@tetrattech.com

L'augmentation croissante de l'urbanisation combinée au phénomène de modification du climat génèrent des conditions hydrologiques susceptibles de provoquer une augmentation des dommages matériels liés aux inondations, ainsi que des problèmes de santé publique liés aux surverses d'eaux usées et aux sécheresses. Pour s'adapter à cette nouvelle réalité, la mise en œuvre de solutions novatrices permettant d'optimiser l'utilisation des infrastructures existantes de collecte, de transport, de stockage et de traitement des eaux urbaines apparaît plus nécessaire que jamais.

La gestion dynamique, qui consiste à manipuler en temps réel des vannes et des pompes à partir d'informations provenant d'appareils de mesure, est assurément l'une de ces solutions novatrices. Cette approche de gestion efficace et saine des eaux urbaines s'inscrit dans le concept de ville intelligente et aquaresponsable. Elle permet à partir des technologies de l'information d'améliorer la qualité des services urbains et de réduire les impacts environnementaux et économiques associés à la construction de nouvelles infrastructures de stockage ou de traitement des eaux.

« La gestion dynamique, qui consiste à manipuler en temps réel des vannes et des pompes à partir d'informations provenant d'appareils de mesure, est assurément l'une de ces solutions novatrices. »



### Réglementation concernant la gestion des eaux urbaines

Au cours des dernières décennies, un nombre croissant de politiques et de lois concernant la gestion de l'eau a vu le jour à travers le monde. Cela n'est pas surprenant considérant, d'une part, que 30 % de la population mondiale n'a toujours pas accès à l'eau potable (OMS, 2017) et, d'autre part, que l'activité humaine exerce une pression grandissante sur cette ressource (UN-Water, 2016).

Au Québec, la gestion de l'eau en milieu urbain est fortement encadrée par une série de lois, de règlements et de directives visant la protection des citoyens face aux risques associés aux inondations et aux déversements d'eaux usées. La réglementation vise, entre autres, la protection des sources d'eau potable et des écosystèmes aquatiques, ainsi que la préservation ou la récupération d'usages récréatifs telles la baignade et la pêche.

L'application de ces lois et règlements est facilitée par une série de guides et de manuels mis à la disposition des municipalités. Spécifiquement, le *Guide de gestion des eaux pluviales* présente différentes approches et techniques visant à réduire

les conséquences hydrologiques de l'urbanisation. Il présente également des critères pouvant guider la conception et la mise en œuvre des meilleures pratiques de gestion.

### Solutions face aux défis de la gestion des eaux urbaines

Essentiellement, les problèmes d'inondation et de surverses d'eaux usées peuvent être abordés de trois façons. La plus conventionnelle, qui est également la plus évidente, consiste à construire de nouvelles infrastructures de stockage et de traitement ou à augmenter la capacité de celles existantes. Cependant, cette approche est généralement coûteuse et parfois irréalisable dans un environnement urbain où les espaces, tant en surface que souterrains, sont limités (Garcia et collab., 2015).

Une seconde possibilité consiste à contrôler à la source l'eau entrant dans les différentes canalisations et les cours d'eau urbains. Cela s'effectue par la mise en place d'infrastructures vertes conçues afin de réduire ou de ralentir les eaux de ruissellement. Parmi les réalisations les plus fréquemment rencontrées, on note les aires de biorétention, les noues, les toits verts, les citernes pluviales et les pavements poreux. Ce type d'infrastructure augmente les espaces verts en milieu urbain, contribuant ainsi à la réduction des îlots de chaleur,

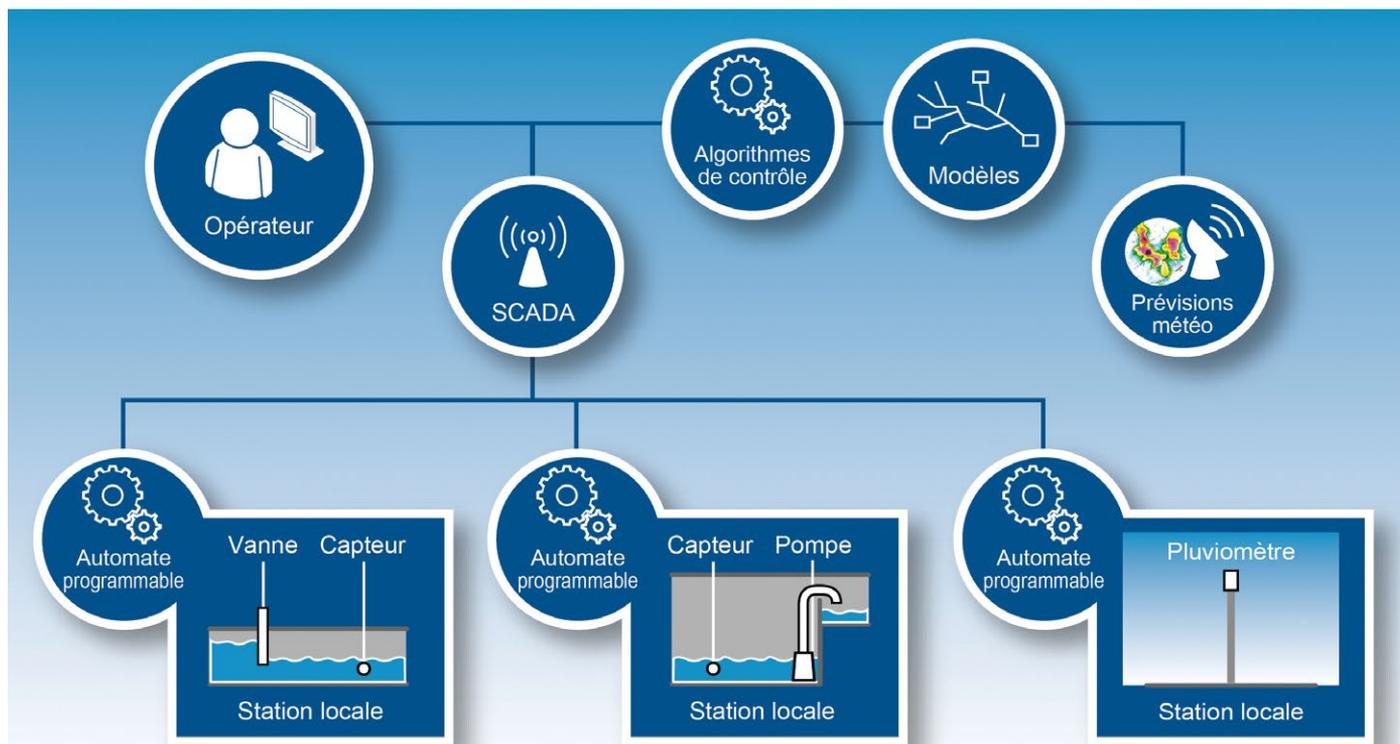
à la diversification de la flore et de la faune urbaines, et à l'amélioration de la qualité de l'air. En revanche, plusieurs de ces approches ont une capacité de réduction des volumes d'eau de ruissellement limitée, et leur efficacité tend à diminuer avec les années si une maintenance appropriée n'est pas réalisée (EPA, 2016).

La troisième approche consiste à gérer dynamiquement les flux en réseau à partir de vannes modulantes ou de pompes selon les objectifs poursuivis. Les actions sont déterminées en temps réel par un opérateur ou par des algorithmes de contrôle à partir d'informations provenant d'appareils de mesure, et possiblement de modèles numériques (figure 1). Une telle gestion dynamique des flux confère au système une capacité d'adaptation permettant une utilisation maximale des capacités de transport, de stockage et de traitement des réseaux en présence de pluies hétérogènes. Cette approche est économique et sans empreinte écologique. Elle s'intègre aux deux types de solutions précédentes en maximisant les investissements passés et en réduisant ceux à venir.

### Niveaux de gestion dynamique

La gestion dynamique de l'eau en milieu urbain peut se faire à l'échelle locale ou globale. À l'échelle locale, la gestion consiste

FIGURE 1  
Architecture d'un système de gestion dynamique des eaux urbaines.



généralement à maintenir constant un niveau d'eau ou un débit au voisinage d'un ouvrage de régulation à partir d'un automate programmable qui émet un signal de commande selon la différence observée entre la consigne et la mesure.

De façon générale, les performances d'une gestion locale sont sous-optimales, ce type de gestion ne permettant pas de coordonner l'ensemble des flux durant un événement pluvieux. Afin de maximiser l'ensemble des infrastructures, il est généralement nécessaire d'implanter une gestion dynamique globale. Ce type de gestion demande cependant une infrastructure plus élaborée, incluant un système de communication de même qu'un algorithme de contrôle centralisé.

Différents algorithmes de contrôle peuvent être implantés pour gérer de façon globale un réseau d'assainissement. Les plus simples ne font intervenir dans le processus décisionnel que des mesures. La gestion est alors dite « réactive » et est basée sur des règles heuristiques dérivées des connaissances acquises du réseau. Ces algorithmes sont généralement faciles à implanter, à comprendre et à exploiter, mais ont l'inconvénient d'exhiber des performances fortement liées à la connaissance des experts ayant défini les règles de gestion.

Afin d'obtenir des performances optimales, il est nécessaire d'implanter des algorithmes d'optimisation permettant de représenter les états présents et futurs du système. Ce type d'algorithme requière donc l'implantation de modèles hydrologique, hydraulique et de prévision de pluie, ainsi que d'un solveur permettant de déterminer les actions optimales devant être appliquées aux vannes modulantes et aux pompes.

## Implantation de systèmes de gestion dynamique

L'intérêt pour la gestion dynamique des eaux urbaines a débuté aux États-Unis vers la fin des années 60, conséquence d'une urbanisation rapide, d'une prise de conscience environnementale des sociétés et du développement des ordinateurs. La première application n'a cependant vu le jour qu'en 1973 à Seattle. Elle utilisait le système CATAD (*Computer Augmented Treatment and Disposal*) afin de minimiser les déversements d'eaux usées non traitées (Gonwa, 1993).

Bien que cette technique fût dès lors très prometteuse, plusieurs obstacles limitaient son expansion rapide. Parmi ceux-ci, on note le manque d'instruments de mesure, de régulation et de communication fiables, le manque de puissance des ordinateurs et le manque de robustesse des systèmes de gestion dynamique face aux incertitudes provenant des mesures et des modèles. À ces difficultés techniques s'ajoutaient des difficultés organisationnelles et une structure de financement favorisant les projets à fort investissement et à faible maintenance (Schou Vorndran Lund et collab., 2018; Schilling et collab., 1989).

Aujourd'hui, la plupart de ces barrières sont tombées et on compte un nombre important d'applications de gestion dynamique des eaux urbaines en Amérique du Nord, en Europe et en

Asie. Au Québec, les villes de Montréal et de Québec utilisent depuis plus d'une quinzaine d'années un système de gestion dynamique globale d'optimisation pour minimiser les surverses d'eaux usées par temps de pluie. La Ville de Québec utilise également la gestion dynamique pour minimiser les inondations causées par la rivière Lorette. L'implantation de ces systèmes a permis à ces deux villes d'économiser des dizaines de millions de dollars en infrastructures pour l'atteinte de leurs objectifs environnementaux.

## Futur de la gestion dynamique des eaux urbaines

Le futur semble plus prometteur que jamais. Les équipements utilisés par les systèmes de gestion dynamique sont maintenant fiables, robustes et accessibles à faible coût. Alors que les premières applications étaient limitées aux grandes villes et à des problématiques de surverses des réseaux unitaires, la tendance est à une démocratisation de la technologie à de plus petites villes et à des problématiques de gestion liées aux réseaux pluviaux et aux cours d'eau urbains. La gestion dynamique des eaux urbaines est appelée à devenir une composante importante de nos villes intelligentes dans le processus d'adaptation aux changements climatiques. ●

Crédit de la photo de la page 24 : Boréal ([commons.wikimedia.org/wiki/File:Rivi%C3%A8re\\_Saint-Charles\\_cartier-brebeuf\\_juin\\_2011.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rivi%C3%A8re_Saint-Charles_cartier-brebeuf_juin_2011.JPG)).

## Références

- EPA. (2016). *Operation and Maintenance of Green Infrastructure Receiving Runoff from Roads and Parking Lots – Technical Memorandum*. En ligne : [epa.gov/sites/production/files/2016-11/documents/final\\_gi\\_maintenance\\_508.pdf](http://epa.gov/sites/production/files/2016-11/documents/final_gi_maintenance_508.pdf).
- Garcia, L., J. Barrerio-Gomez, E. Escobar, D. Télez, N. Quijano et C. Ocampo-Martinez. (2015). « Modeling and Real-Time Control of Urban Drainage Systems: A Review ». *Advances in Water Resources*, vol. 85, p. 120-132.
- Gonwa, W.S. (1993). *Efficient Real Time Control and Operation of Interconnected Wastewater Collection Systems*. Ph. D. Dissertation. Marquette University. Milwaukee WI.
- OMS (Organisation mondiale de la Santé). (2017). *2,1 milliards de personnes n'ont pas d'eau potable à domicile et plus du double ne disposent pas d'assainissement sûr*. En ligne : [who.int/fr/news-room/detail/12-07-2017-2-1-billion-people-lack-safe-drinking-water-at-home-more-than-twice-as-many-lack-safe-sanitation](http://who.int/fr/news-room/detail/12-07-2017-2-1-billion-people-lack-safe-drinking-water-at-home-more-than-twice-as-many-lack-safe-sanitation).
- Schilling, W., R. Döring, M.J. Green, H.J.G. Hartong, G. Jacquet, Y. Kido et S.O. Petersen. (1989). *Real-Time control of Urban Drainage Systems: The state-of-the-art*. IAWPRC Task Group on Real-Time Control of Drainage Systems, Scientific and Technical Report No. 2.
- Schou Vorndran Lund, N., A.K. Vinther Falk, M. Borup, H. Madsen et P. Steen Mikklesen. (2018). « Model predictive control of urban drainage systems: A review and perspective towards smart real-time water management ». *Critical Reviews, Environmental Science and Technology*, vol. 48, n° 3, p. 279-339.
- UN-Water. (2016). *Towards a Worldwide Assessment of Fresh Water Quality – A UN-Water Analytical Brief*. En ligne : [unwater.org/publications/towards-worldwide-assessment-freshwater-quality](http://unwater.org/publications/towards-worldwide-assessment-freshwater-quality).



# Traces Québec

LA TRAÇABILITÉ DES  
SOLS AU QUÉBEC

[tracesquebec.net](http://tracesquebec.net)



450 000 tm  
de sols analysés



60 000 tm  
de matières résiduelles détectées



43 projets réalisés

5<sup>e</sup> ÉDITION

AMÉNAGEMENT DURABLE DU TERRITOIRE



SEREZ-VOUS UN DES PARTICIPANTS?

...  
**TRANSFORMEZ VOS IDÉES  
EN PROJET!**

**FAITES ÉCLORE DE NOUVELLES POSSIBILITÉS**

- **Faites connaître votre savoir-faire** et votre côté innovant.
- **Élargissez votre réseau de contacts.**
- **Développez des opportunités d'affaires** avec des partenaires de choix.
- **Apprenez-en plus** sur les enjeux des municipalités québécoises.

**PRENEZ PLACE À LA TABLE**

- **Faites équipe avec des décideurs municipaux, des chercheurs et des experts en développement durable.**

**15 000\$**

en bourses pour permettre aux villes de concrétiser leur projet!

**LES 26 ET 27 SEPTEMBRE 2019  
À Victoriaville - DERNIÈRE CHANCE**

Réservez votre place

[forumdd.com](http://forumdd.com)

Présentateur officiel:



Berceau de  
développement  
durable

En collaboration avec:



Centre interdisciplinaire de recherche  
en optimisation du développement durable



Faculté d'aménagement,  
d'architecture, d'art et de design

# Économie circulaire pour l'aviation

## Transformer les émissions industrielles en carburant propre



PAR ALEXANDRU IORDAN  
M. Sc., directeur principal,  
Groupe Conseil Carbone  
alex.iordan@carbonconsultgroup.com



ET PAR PASCAL GENEVIÈVE  
M. Sc., directeur général,  
Groupe Conseil Carbone  
pascal.genevieve@carbonconsultgroup.com

**Alors que les Suédois parlent de « Flygskam » ou « honte de prendre l'avion », le trafic aérien continue d'augmenter, entraînant dans son sillage des émissions de gaz à effet de serre (GES). Ainsi, la pression monte du côté des compagnies aériennes pour qu'elles réduisent drastiquement leur impact. Au Québec, le projet SAF+ – porté par Groupe Conseil Carbone – propose une solution d'économie circulaire innovante pour réduire de 80 % les émissions de GES d'un avion.**

### Une convergence de facteurs

De façon indéniable, le transport aérien apporte beaucoup à nos sociétés, que ce soit sur le plan humain ou matériel. Mais ces bienfaits viennent avec un coût : les émissions de GES du secteur représentent 2 % à 3 % des émissions mondiales. Si c'était un pays, l'aviation occuperait le 8<sup>e</sup> rang dans le monde.

En ce qui concerne les vols internationaux, le secteur de l'aviation s'est fixé un objectif de croissance neutre en carbone à partir de 2020. Pour atteindre cet objectif, l'Organisation de l'aviation civile internationale a décidé de mettre en œuvre la réglementation CORSIA (*Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation* – Régime de compensation et de réduction des émissions de carbone pour l'aviation internationale). CORSIA met en place un suivi rigoureux des émissions des vols entre deux pays différents et une obligation



pour les compagnies aériennes de compenser leurs émissions qui dépassent le niveau enregistré pour l'année 2019. Les experts de Groupe Conseil Carbone (GCC) ont participé à l'élaboration de cette réglementation dont les procédures se sont inspirées des systèmes existants les plus efficaces au monde. À la suite de cette expérience, GCC a été sollicité pour accompagner des acteurs du domaine, permettant ainsi de comprendre l'ensemble des implications de la réglementation CORSIA.

Les compagnies aériennes auront donc deux choix (dont les modalités sont en cours de définition) pour se conformer à CORSIA : acheter des crédits carbone ou utiliser des carburants d'aviation propres (*Sustainable Aviation Fuel* [SAF]) admissibles. De manière générale, pour être considéré comme propre, un tel produit doit avoir une empreinte carbone et un impact environnemental beaucoup plus faibles que le kérosène conventionnel, et ce, en considérant toutes les étapes de son cycle de vie.

Quant aux vols domestiques, il y a une éclosion de nouveaux règlements concernant l'aviation. Au Canada, la redevance fédérale sur les combustibles ainsi que le projet de règlement sur les carburants propres imposent des obligations sur les vols intérieurs. À cela s'ajoute la demande croissante des clients pour des compagnies aériennes plus écologiques. L'utilisation de carburants propres est l'un des éléments de réponse apportés par le secteur.

## Carburants d'aviation propres : une demande croissante

Selon une estimation réalisée par GCC, la quantité de SAF nécessaire aux compagnies aériennes implantées au Canada pourrait atteindre les 400 millions de litres par an d'ici 2040. Par contre, au Canada, il n'y a pas de production de carburant d'aviation propre, aussi appelé carburéacteur. Sur le plan mondial, il existe actuellement un sous-approvisionnement net en biocarburant durable pour l'aviation ou « bio-SAF » (IATA, 2015).

Devant l'immensité de la demande et les défis de l'approvisionnement en matières premières, GCC prévoit l'apparition d'une mosaïque d'unités de production régionales de quelques dizaines de millions de litres par an. Chacune s'adaptera aux ressources qui se trouvent à portée de main. Au Québec, l'une des ressources les plus abondantes se trouve être l'électricité.

## La naissance du projet SAF+

C'est dans ce contexte que GCC a regroupé plusieurs acteurs du secteur autour de l'idée de cocréer la première chaîne de valeur intégrée de production et de distribution de SAF au

Canada. En exploitant le concept appelé *Power-to-Liquids* (PtL), SAF+ va convertir des émissions de CO<sub>2</sub> en carburant à l'aide de l'électricité renouvelable. En effet, GCC combine la connaissance de CORSIA et de l'écosystème aéronautique avec son expertise acquise en matière de projets de capture et de conversion de CO<sub>2</sub>, notamment à travers le projet Valorisation Carbone Québec. L'objectif ultime de ce consortium est de démontrer la viabilité du projet afin d'attirer les investisseurs et de devenir, à terme, une installation de production commerciale de SAF capable d'alimenter – à travers l'aéroport P.-E.-Trudeau – des compagnies aériennes comme Air Transat.

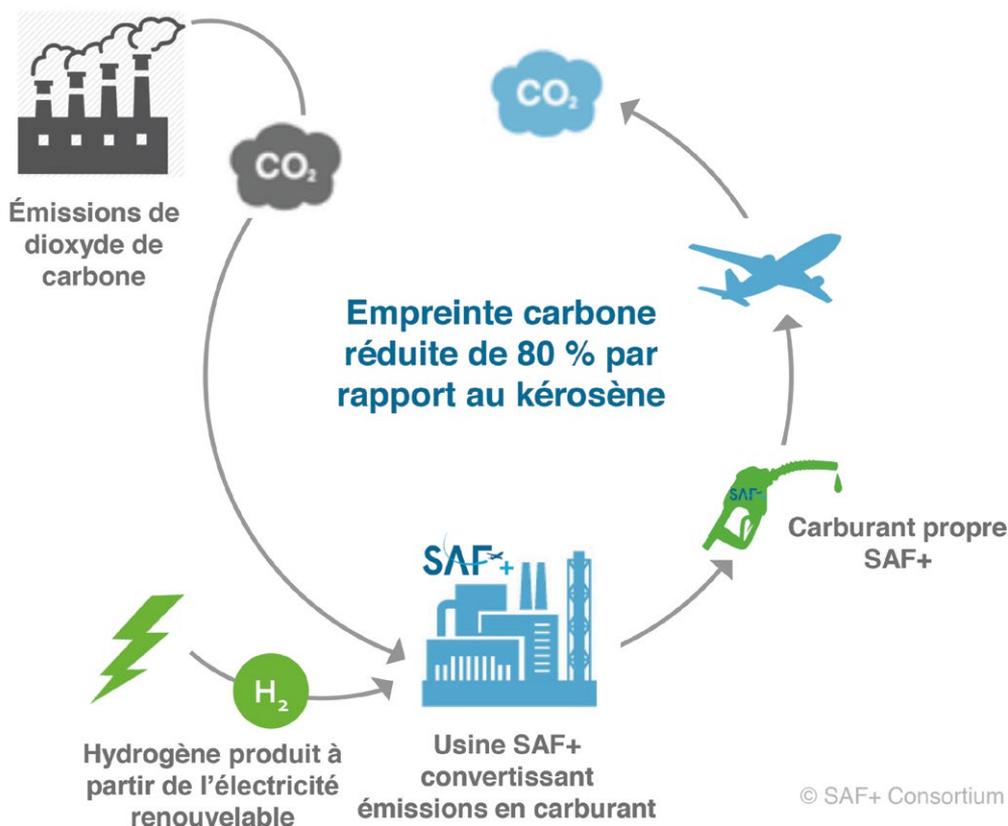
## Comment ça fonctionne ?

PtL a reçu une attention croissante ces dernières années. Par exemple, plusieurs analyses de scénarios approfondies ont été menées en Europe, telles que celles produites par l'Agence environnementale de l'Allemagne (UBA) (Schmidt et collab., 2016a) et l'Association de recherche sur les moteurs à combustion (LBST) (Schmidt et collab., 2016b) démontrant le potentiel de cette voie technologique.

Le concept PtL est illustré à la figure 1 : l'installation pilote captera le CO<sub>2</sub> des gaz de combustion d'une chaudière industrielle. Le

FIGURE 1

Solution SAF+ convertissant les émissions de CO<sub>2</sub> en carburant d'aviation propre.



CO<sub>2</sub> est ensuite mélangé à un flux d'hydrogène bas carbone (H<sub>2</sub>) et introduit dans l'unité de conversion. Les deux étapes du procédé de conversion permettent d'abord l'extraction de l'oxygène du CO<sub>2</sub> et son élimination sous forme d'eau, puis la formation de chaînes d'hydrocarbures à partir des atomes de carbone du CO<sub>2</sub>. Le résultat final est un mélange d'hydrocarbures semblable à du kérosène.

## Pourquoi les carburants PtL font du sens au Québec

À l'échelle mondiale, les éléments clés de la promotion du PtL sont la production d'énergie renouvelable à faible coût, les technologies de capture du carbone, la rentabilité croissante des installations d'électrolyse et la forte dépendance aux hydrocarbures liquides dans des secteurs tels que l'aviation.

Dans ce contexte, la province de Québec bénéficie de certains avantages :

- Une disponibilité en électricité renouvelable à bas coût;
- Un écosystème dynamique autour de la capture et de la valorisation du carbone;

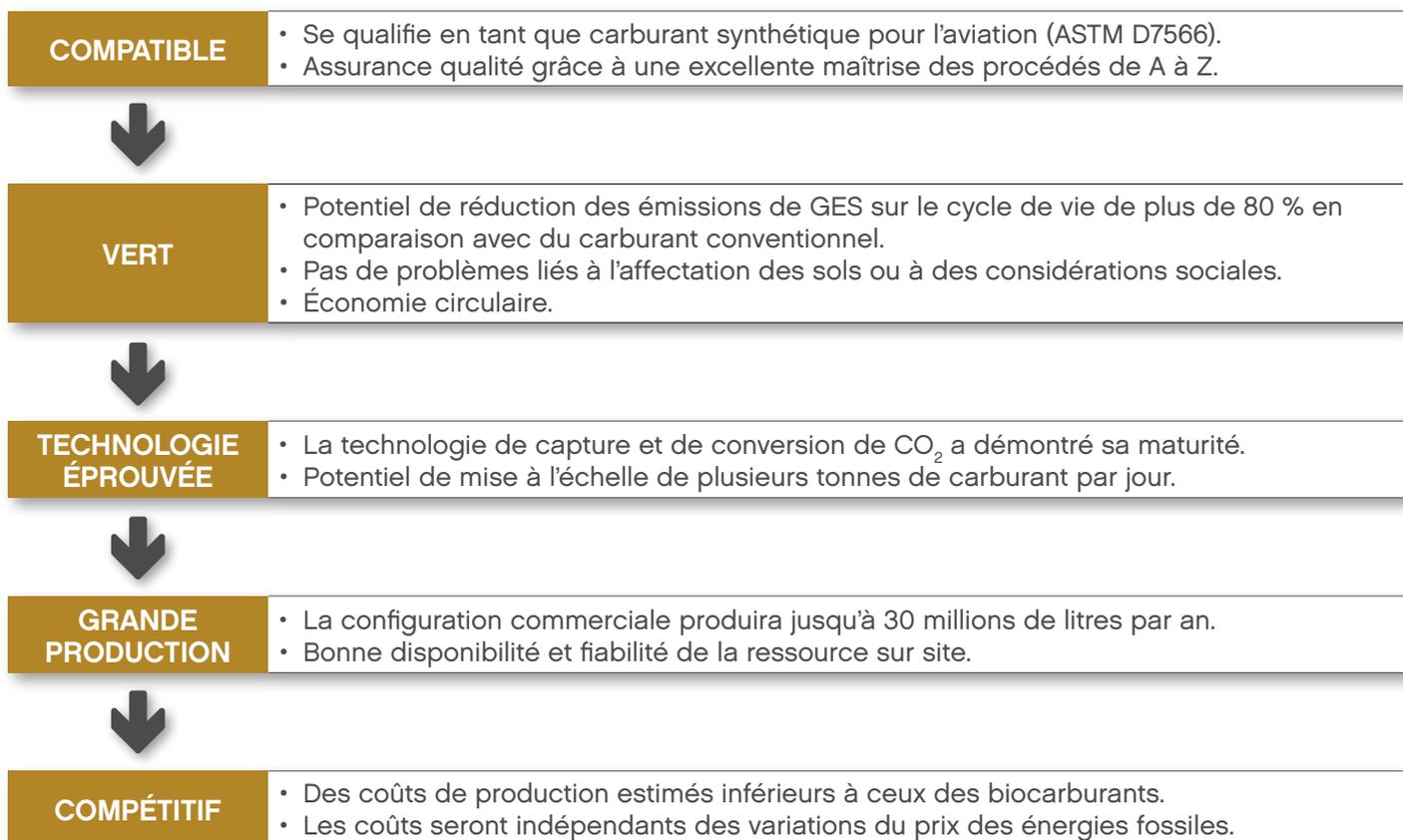
- Un savoir-faire reconnu dans le domaine du raffinage des hydrocarbures;
- Un secteur de production d'hydrogène bas carbone en pleine expansion.

Au Québec, les grands émetteurs industriels ont déjà considérablement réduit leurs émissions de GES, et de nouvelles réductions sont difficilement atteignables au regard des contraintes économique et technique. L'industrie représente maintenant environ 20 % des émissions totales de GES de la province, tandis que les transports en représentent 40 %. Le CO<sub>2</sub> industriel pourrait donc être utilisé comme matière première pour produire des carburants PtL afin de remplacer les carburants des transports et de réduire globalement les émissions de la province.

## Avantages du projet SAF+

La figure 2 présente certains des avantages du procédé mis de l'avant par SAF+. Ce projet a le potentiel de mettre sur le marché un SAF offrant une empreinte GES inférieure de 80 % comparativement à celle du carburacteur classique.

FIGURE 2  
Avantages du projet SAF+.



Parmi les autres avantages envisagés pour le projet, on note la renaissance de la région de Montréal-Est par l'intégration de projets à faibles émissions de carbone et la création d'emplois, la valorisation de l'électricité hors pointe du réseau d'Hydro-Québec, la mise à disposition d'une solution abordable de réduction des émissions de GES pour les grands émetteurs, et la mise en avant du rôle central de l'aéroport P.-E.-Trudeau comme plaque tournante pour l'aviation durable au Canada. ●

#### Références

IATA (International Air Transport Association). (2015). *IATA Sustainable Aviation Fuel Roadmap*. En ligne : [iata.org/whatwedo/environment/Documents/safr-1-2015.pdf](http://iata.org/whatwedo/environment/Documents/safr-1-2015.pdf).

Schmidt, P., W. Weindorf, A. Roth, V. Batteiger et F. Riegel. (2016a). *Power-to-Liquids – Potentials and Perspectives for the Future Supply of Renewable Aviation Fuel*. En ligne : [lbt.de/news/2016\\_docs/161005\\_uba\\_hintergrund\\_ptl\\_barrierefrei.pdf](http://lbt.de/news/2016_docs/161005_uba_hintergrund_ptl_barrierefrei.pdf).

Schmidt, P., W. Zittel, W. Weindorf et T. Raksha. (2016b). *Renewables in Transport 2050 – Empowering a sustainable mobility future with zero emission fuels from renewable electricity*. En ligne : [lbt.de/news/2016\\_docs/FVV\\_H1086\\_Renewables-in-Transport-2050-Kraftstoffstudie\\_II.pdf](http://lbt.de/news/2016_docs/FVV_H1086_Renewables-in-Transport-2050-Kraftstoffstudie_II.pdf).

« Parmi les autres avantages envisagés pour le projet, on note la renaissance de la région de Montréal-Est par l'intégration de projets à faibles émissions de carbone et la création d'emplois, la valorisation de l'électricité hors pointe du réseau d'Hydro-Québec, la mise à disposition d'une solution abordable de réduction des émissions de GES pour les grands émetteurs, et la mise en avant du rôle central de l'aéroport P.-E.-Trudeau comme plaque tournante pour l'aviation durable au Canada. »



**1<sup>er</sup> site d'emplois**

*ee*  
ENVIROEMPLOIS

- Plus de **50 000 visiteurs**
- **Offres d'emploi spécialisées en environnement et développement durable**
- Tarif de 299,95 \$ (abonnement d'un an et nombre illimité d'affichages).
- Accès illimité aux curriculum vitæ de la banque
- Dépôt gratuit de candidatures

**1<sup>er</sup> site d'emplois spécialisés en environnement et développement durable au Québec.**

[www.enviroemplois.org](http://www.enviroemplois.org)

En partenariat avec

 **Enviro Compétences**  
COMITÉ SECTORIEL DE MAIN-D'ŒUVRE DE L'ENVIRONNEMENT

 **Réseau Environnement**

# Les navires au Québec

## Vers la valorisation de leurs matières organiques résiduelles



**PAR CÉLINE VANECKHAUTE**  
Ph. D., M. Sc., ing. jr, professeure adjointe,  
équipe de recherche sur l'ingénierie  
des procédés verts et des bioraffineries  
(BioEngine), Université Laval  
celine.vaneeckhaute@gch.ulaval.ca



**ET PAR NOÉMIE GIGUÈRE**  
M. Sc., directrice générale,  
Technopole maritime du Québec  
ngiguere@tmq.ca



**La Politique québécoise de gestion des matières résiduelles vise à interdire l'enfouissement et l'incinération des matières organiques d'ici 2022. Cette politique touche également le secteur maritime. Une étude sur le potentiel de valorisation des matières organiques issues des navires québécois ainsi que des déchets internationaux provenant des croisières arrive à point.**

### La situation québécoise

Le Programme de traitement des matières organiques par biométhanisation et compostage est l'une des mesures entreprises dans le cadre de la Politique québécoise de gestion des matières résiduelles. Il offre un soutien financier pour l'installation et la mise en fonctionnement d'infrastructures de traitement de la matière organique (MO) par biométhanisation et compostage.

Au même titre que les autres industries, commerces et institutions, le transport maritime génère des déchets. Cependant, la gestion de ces derniers est complexifiée par plusieurs facteurs. Premièrement, la présence prolongée de la MO non traitée à bord des navires peut mener à des problèmes d'odeurs, de santé et d'hygiène. À cela s'ajoute un manque d'espace disponible ou une forte limitation de l'espace disponible pour le stockage ou le traitement des MO à bord. Ensuite, il existe une grande variabilité dans la qualité (type et caractéristiques)

et la quantité des matières résiduelles produites à bord des navires en fonction de la durée de navigation et de la zone géographique du transit. Enfin, la gestion de la MO nécessite une bonne coordination entre les navires et les services de collecte offerts aux ports.

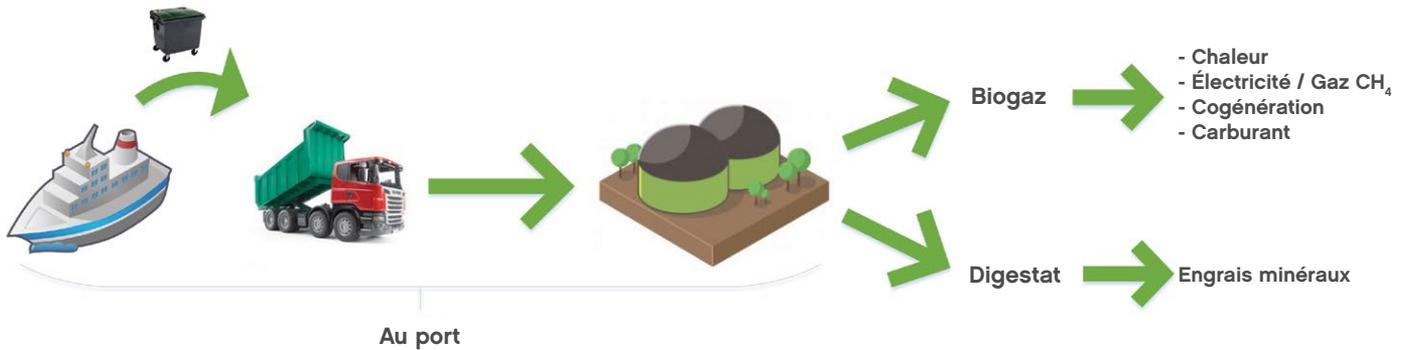
### La mise en place d'une collaboration efficace

MeRLIN est un réseau consacré à l'innovation dans le secteur du transport maritime et du milieu portuaire. Porté par Technopole maritime du Québec, il vise à améliorer l'accès aux expertises en recherche et développement pertinentes pour l'industrie maritime, et ce, afin de faciliter et d'intensifier la mise en œuvre de projets innovants. L'initiative accompagne l'industrie dans la définition de ses besoins de recherche, stimule le travail collaboratif autour d'enjeux communs, facilite la réflexion et

« MeRLIN est un réseau consacré à l'innovation dans le secteur du transport maritime et du milieu portuaire. »

FIGURE 1

**Scénario de compostage/traitement à bord des navires – Les MO sont traitées dans des composteurs à bord du navire, puis collectées dans des bennes à bord et transvidées dans des camions une fois au port.**



le processus de recherche de solutions concrètes, favorise la mise en place d'outils de planification à long terme et maximise l'arrimage des acteurs du milieu.

L'équipe BioEngine sur l'ingénierie des procédés verts et des bioraffineries, sous la direction de la professeure Céline Vaneeckhaute, est spécialisée en traitement et en valorisation de la MO afin d'y retirer des produits intéressants. Ainsi, une collaboration entre MeRLIN et BioEngine a été mise en place afin de réaliser une étude sur le potentiel de valorisation des MO résiduelles issues des navires au Québec à la suite de la demande des membres MeRLIN. Cinq scénarios de gestion de la MO dans les navires et les ports québécois ont été envisagés et comparés : 1) le compostage à bord du navire; 2) le compostage centralisé; 3) le compostage au port; 4) la biométhanisation centralisée; et 5) la biométhanisation au port.

### Un choix non évident

Le choix du scénario de valorisation des déchets organiques optimal dépendra de la quantité de MO arrivant aux ports, de la proximité d'une usine existante centralisée de biométhanisation ou de compostage, et de la valeur marchande potentielle et des débouchés pour les composts et les digestats produits dans la région concernée. À ce stade de l'étude, les cinq scénarios de valorisation de la MO ont été élaborés sur la base d'une valeur moyenne de 0,003 m<sup>3</sup> de MO par personne et par jour. Cependant, l'absence d'un système de collecte de données réelles standardisé sur les volumes de MO quotidiens arrivant aux ports du Québec limite la précision des scénarios élaborés dans le rapport. Les auteurs préconisent donc la mise en place d'un portfolio numérique documentant la quantité de MO pour chaque navire arrivant aux ports du Québec, ainsi que la durée des voyages.

### Des mesures simples sont disponibles

Si la quantité de MO produite par des navires au Québec est faible, une mesure simple est d'installer une unité de

compostage spécialisée à bord des navires (figure 1), comme celles fabriquées par différentes entreprises au Québec – telles qu'Actium Resources Ltd, Composteur Brome, Joracan, EMISPEC, Vertal, etc. – ou une variante telle que la technologie Voghel. Dans ce cas, les MO sont (partiellement) traitées à bord des navires, collectées dans des bennes à bord et transvidées dans des camions une fois au port.

**UDES**

## ÉTUDIER EN ENVIRONNEMENT à Longueuil



**2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> cycles**

**Besoin de perfectionnement?**

- Cours offerts le jour, le soir et le samedi
- Programmes et cours à distance

[USherbrooke.ca/environnement/formation-continue](http://USherbrooke.ca/environnement/formation-continue)

 **UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE**

## Et les déchets internationaux?

Une problématique se trouve dans la gestion des déchets internationaux; non seulement les quantités sont importantes, mais il est obligatoire d'éliminer ces déchets une fois arrivés au port sous la supervision de l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) et selon un protocole strictement contrôlé. Cette opération est logistiquement complexe et coûteuse. La méthode du broyage et de la dispersion de la MO au large des côtes est donc encore souvent privilégiée au détriment des filières de valorisation. Toutefois, le développement d'une filière de biométhanisation des déchets internationaux au port pourrait constituer une option de valorisation durable de la MO au Québec (figure 2). Le biogaz produit pourrait être valorisé comme électricité, chaleur ou carburant, tandis que le sous-produit (le digestat) pourrait être éliminé, comme le propose la réglementation actuelle sur les déchets internationaux. Cette piste prometteuse pourrait être explorée auprès de l'ACIA.

## Un outil d'aide à la décision

L'équipe BioEngine travaille actuellement sur le développement d'un logiciel d'aide à la décision pour l'optimisation des chaînes de valorisation de la MO au Québec (optim-O.com). Il s'agit d'un projet financé par le Conseil de recherches en sciences

naturelles et en génie du Canada, le Consortium de recherche et innovations en bioprocédés industriels au Québec, Chamard stratégies environnementales ainsi que Primodal inc., et en collaboration avec le Centre de recherche en géomatique de l'Université Laval, RECYC-QUÉBEC, certains ministères (MELCC, MERN et MAPAQ), Viridis Environnement, l'Institut de recherche et développement en agroenvironnement, l'Union des producteurs agricoles, le SÉMER de Rivière-du-Loup, la Ville de Québec, en plus de plusieurs institutions de recherche à l'international. Ce logiciel permettra de définir et d'optimiser, entre autres, le choix des technologies de valorisation, l'emplacement d'un réacteur de biométhanisation ou de compostage, la logistique, la rentabilité et les débouchés pour les produits. Une perspective intéressante serait d'inclure les données sur la MO issue des navires au Québec dans ce logiciel afin d'évaluer de façon plus poussée les différentes possibilités, et de déterminer le scénario optimal à l'échelle souhaitée (navire, port, région, etc.).

## Remerciements

Les auteures tiennent à remercier Olivier Darveau pour sa contribution à titre de stagiaire dans l'équipe BioEngine, ainsi que les membres MeRLIN pour leur collaboration et le financement de ce projet. ●

FIGURE 2

**Scénario de biométhanisation au port – Les MO sont collectées dans des bennes à bord et transportées vers un site de biométhanisation au port.**



LAURÉATE DU MÉRITE OVATION  
MUNICIPALE 2019 DE L'UMQ  
CATÉGORIE AMÉNAGEMENT, URBANISME,  
DÉVELOPPEMENT DURABLE ET HABITATION

# LA VILLE DE TROIS-RIVIERES INNOVE AVEC LE GRAND PROJET DE LA RUE SAINT-AURICE!

Assurer une gestion optimale des eaux de pluie. Voilà l'objectif de la Ville de Trois-Rivières lorsque cette dernière a lancé son projet pilote sur la rue Saint-Maurice dans le secteur de Cap-de-la-Madeleine. Ce projet innovateur visait, entre autres, à adapter les infrastructures municipales existantes aux changements climatiques actuels. Les résidents du secteur en question ont été témoins de la métamorphose d'un tronçon de 1,3 km de la rue lors de travaux d'importance pendant les saisons estivales de 2017 et 2018.

La ville, qui devait remplacer les conduites d'eau et d'égout devenues désuètes, en a profité pour apporter plusieurs modifications dont un rétrécissement de la rue afin d'y aménager des bordures de végétaux esthétiques et ayant la capacité de filtrer certains polluants. En plus d'embellir le paysage et de diminuer les îlots de chaleur, ces zones de bio-rétention ont permis une gestion optimale des eaux de pluie qui, à terme, ont facilité la recharge naturelle de la nappe phréatique.



LE MÉRITE  
**ovation.**  
MUNICIPALE



Union  
des municipalités  
du Québec

# La gestion du verre

## Une solution à la réalité régionale!



PAR **NATHALIE DRAPEAU**  
Directrice générale, Régie intermunicipale  
de traitement des matières résiduelles  
de la Gaspésie  
direction@ritmrg.com

**Année 2016, la situation est difficile : le verre trié en Gaspésie doit parcourir 900 km – au coût de 4 000 \$ par voyage – pour être valorisé. Faute de débouchés, plus de 300 tonnes de rejets de convoyeurs doivent aussi être envoyées à l'enfouissement. Avec l'aide d'un soutien, une idée folle s'est concrétisée en permettant l'implantation locale d'une ligne de nettoyage de rejets et de transformation du verre.**

La Régie intermunicipale de traitement des matières résiduelles de la Gaspésie (RITMRG) est propriétaire et opérateur d'un petit centre de tri à Grande-Rivière en Gaspésie. Situé à plus de 800 km de Québec, d'une capacité de 4 000 tonnes et très peu mécanisé, le centre effectue le tri de façon manuelle, ce qui est un gage de qualité pour les acheteurs de fibres, de plastiques, de métal et de verre. Mais si les acheteurs sont au rendez-vous pour la majorité de ces matières, le verre demeure le parent pauvre. Peu d'acheteurs certes, mais surtout une distance trop importante à parcourir pour une matière si lourde. Au début de 2016, il en coûte plus de 4 000 \$ pour transporter un voyage de 30 tonnes, soit près de 135 \$/tonne, et c'est sans compter le coût de traitement. Sachant que la RITMRG produit environ 450 tonnes de verre par an, cette situation n'avait aucun sens. Et comme un problème n'arrive jamais seul, les 300 tonnes annuelles de rejets de convoyeurs – soit les matières accumulées sous les convoyeurs, de format de moins de 5 cm et composés d'environ 60 % de verre, 20 % de fibres, 10 % de métal et 10 % de déchets ultimes – ne trouvent plus preneurs et doivent être enfouies au coût de 140 \$/tonne. Une facture qui s'ajoute à celle du verre et qui force à passer à l'action.

La RITMRG mijote un projet de transformation locale du verre lorsque le programme de Éco Entreprises Québec – le plan *Verre l'innovation* – est annoncé. Il n'en faut pas plus pour motiver la directrice : recrutement d'un consultant, recherche de financement complémentaire, dépôt d'une demande en mars 2016 et une entente signée en octobre de la même



année. Une démarche efficace qui permet de produire une nouvelle ligne de nettoyage des rejets et de transformation du verre (figure 1). Le projet répond aux attentes du conseil d'administration et de la direction ; les matières sont générées, transformées et réutilisées localement en Gaspésie!

### Comment ça fonctionne ?

Dans un nouveau bâtiment, on retrouve une chaîne d'équipements flexibles qui permet deux types d'opérations :

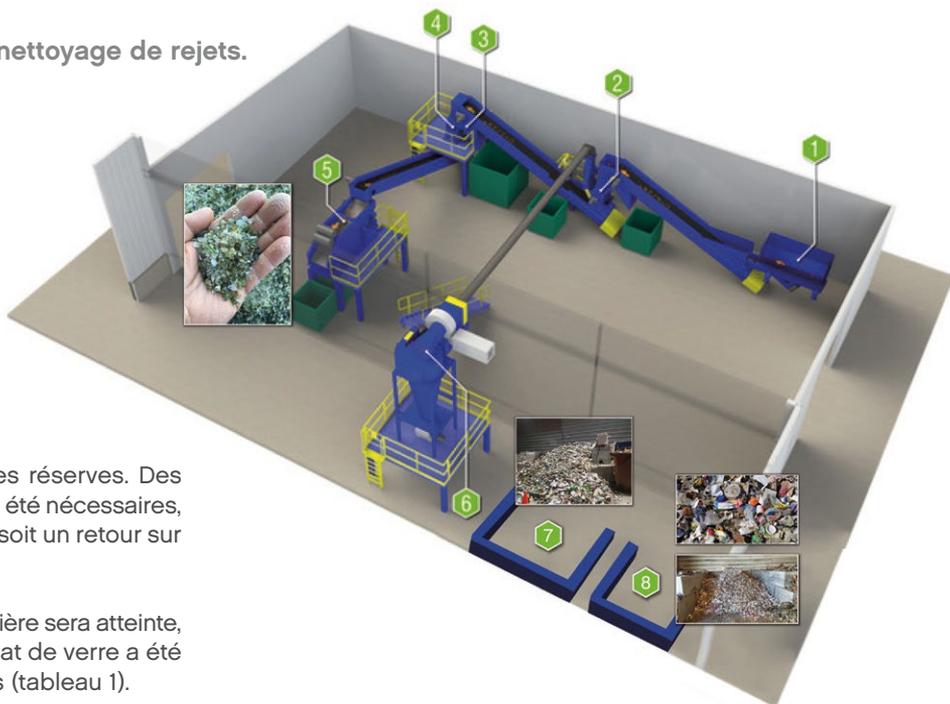
1. Le nettoyage de rejets de convoyeurs :
  - Cela permet d'extraire le verre, le métal et les fibres, et de les diriger vers les filières de valorisation ;
  - Le verre nettoyé est dirigé vers la réserve de verre à imposer.
2. L'implosion du verre :
  - Le verre provenant du tri, des commerces et des rejets nettoyés est mélangé dans la benne d'alimentation ;
  - Le trieur s'assure de retirer les contaminants et les matières nuisibles ;
  - Le verre est ensuite implosé par projection, ce qui permet de réduire la taille et d'adoucir les arêtes ;
  - Enfin, le verre implosé est acheminé au vibrant pour permettre la séparation en deux formats de granulats : 0-6 mm et 6-25 mm.

Un employé est affecté aux opérations à raison de 40 heures par semaine, et alterne entre le nettoyage de rejets et

FIGURE 1  
Ligne de transformation du verre et de nettoyage de rejets.

**Légende**

1. Benne d'alimentation
2. Aimant pour retrait de métal
3. Chute de contournement de l'imploseur
4. Imploseur
5. Tamis vibrant
6. Cyclone pour retrait des fibres
7. Réserve de verre trié à imploser
8. Réserve de rejets à nettoyer



l'implosion en fonction de la disponibilité des réserves. Des investissements totaux d'environ 800 000 \$ ont été nécessaires, avec une contribution de 35 % de la RITMRG, soit un retour sur investissement sur quatre ans.

La RITMRG produira, lorsque la vitesse de croisière sera atteinte, environ 500 tonnes de verre par an. Le granulat de verre a été utilisé dans le cadre de diverses applications (tableau 1).

**Des résultats au-delà des attentes**

Après deux ans d'activité en continu, soit de mai 2017 à mai 2019, les résultats et les constats sont les suivants :

- Un taux de pureté du granulat de verre 0-6 mm à 98,8 % :
  - Le granulat 6-25 mm est réintroduit dans la ligne pour être transformé en 0-6 mm considérant le peu de demandes pour ce format.
- Un taux de production actuel d'environ 4 à 7 tonnes par jour :
  - Le trieur doit faire plusieurs arrêts pour vider les divers bacs (déchets, fibres, métal et verre). Une optimisation est en cours afin d'augmenter le taux de production ;
  - Le système répond bien à une installation de petite capacité qui a une flexibilité d'opération et un espace d'entreposage suffisant pour les rejets et le verre à traiter.
- Une autonomie totalement locale dans la gestion du verre et des rejets de convoyeurs :
  - Une baisse de plus de 80 % à l'enfouissement des rejets ;
  - Aucune contrainte imposée par des acheteurs de verre ou des transporteurs.
- Une économie substantielle d'environ 75 000 \$ par an et un potentiel de revenus futurs :
  - En considérant les coûts évités de l'enfouissement des rejets, les coûts évités de transport du verre et des rejets, les coûts de fonctionnement et les revenus de vente actuels.
- Un gain environnemental :
  - Notamment par la réduction des transports, l'évitement de l'enfouissement et la réutilisation d'une matière recyclable.

La transformation locale du verre est, pour la RITMRG, source de fierté et de satisfaction. Certes, des mises au point sont requises sur le plan opérationnel, et il faut poursuivre les efforts pour développer les possibilités d'utilisation. Or, cette solution répond à une réalité régionale et à des orientations prônant de meilleures pratiques comme la réduction du transport, l'autonomie des producteurs et la diversité des marchés. ●

TABLEAU 1  
Que fait-on avec le verre ?

<b>AMÉNAGEMENT PAYSAGER</b>	28 % des ventes	• Pour remplacer le gravier dans les sentiers ou le paillis dans les plates-bandes.
<b>ABRASIF DE RUE</b>	35 % des ventes	• Les municipalités remplacent jusqu'à 20 % du sable dans leur mélange « sable/ déglacant » ; • L'efficacité est supérieure au mélange conventionnel surtout entre 0 et -10 degrés Celsius.
<b>REMBLAI</b>	12 % des ventes	• En remplacement de sols, de sables et de graviers lors de travaux d'infrastructures (eau potable, eau usée) par les municipalités ; • La capacité isolante et préventive des lentilles de glace a été constatée lors d'un projet pilote réalisé par la Ville de Chandler, en collaboration avec l'École de technologie supérieure.
<b>DÉBOUCHÉS EN DÉVELOPPEMENT</b>	25 % des ventes	• Remplacement partiel dans les trappes de sable d'allée au terrain de golf ; • Insertion au béton dans certains éléments de mobilier (muret, banc, dalle) ; • Ajout à la préparation d'asphalte pour des routes secondaires ; • Remplacement du gravier dans les sentiers pédestres, sans circulation de vélo.

# LES EMPLOYEURS DE L'INDUSTRIE DE L'ENVIRONNEMENT C'EST...

L'environnement c'est

**68 214**

emplois au Québec.

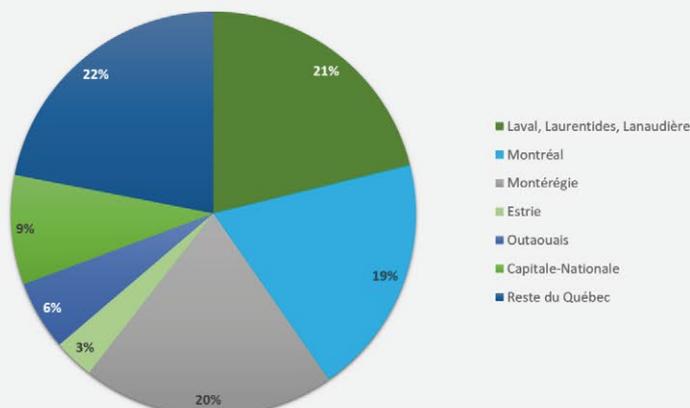
## LE SECTEUR DE L'ENVIRONNEMENT

Le Québec compte 4265 entreprises et est la deuxième province qui compte le plus d'emplois en environnement après l'Ontario.

Il existe **13** programmes de formations professionnelles, **38** collégiales et **279** universitaires.

**70 %** des emplois en environnement sont occupés par des hommes et seulement **30 %** par des femmes.

Répartition des emplois du secteur de l'environnement par région



94,4 % des entreprises du secteur de l'environnement comptent moins de 50 employés en 2016.

« Travailler en environnement, c'est appliquer ses convictions au quotidien. »

*Dominique Dodier, directrice générale d'EnviroCompétences*

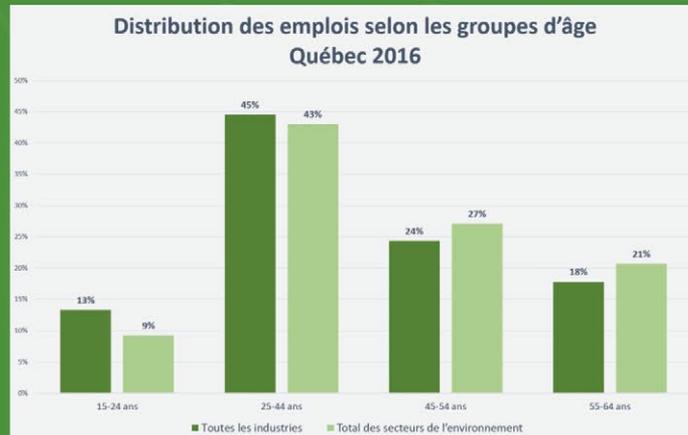
# L'ENVIRONNEMENT, UN SECTEUR D'AVENIR, MAIS QUI CONNAÎT DES PROBLÉMATIQUES DE MAIN-D'ŒUVRE

Montréal a connu une hausse de 7,5 % des emplois en environnement, comparativement à 3,9 % pour toutes les industries.

Pendant que la Côte-Nord affichait une perte de 2,1 % de sa main-d'œuvre pour l'ensemble des industries, le nombre d'emplois en environnement progressait de 30,9 %.

80 % des entreprises du secteur éprouvent des difficultés à recruter.

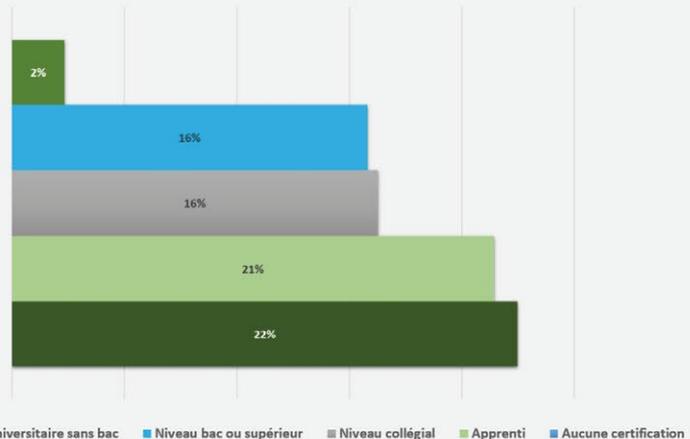
46,6 % des entreprises disent avoir de la difficulté à recruter des travailleurs spécialisés.



On retrouve dans le secteur de l'environnement un nombre plus élevé de travailleurs dans la tranche d'âge 45-54 ans comparativement aux autres industries.

Encore 22,47 % des travailleurs du secteur de l'environnement ne possèdent aucune certification.

## Distribution des emplois selon les niveaux de scolarité



## CONCLUSION

Au Québec, nous assistons à une transformation du tissu économique qui fait une place grandissante au secteur des biens et services environnementaux, notamment au regard du marché du travail.

Cependant, la majorité des entreprises du secteur de l'environnement éprouve de la difficulté à recruter dans les postes techniques, menant ainsi à une pénurie de candidats compétents.

La conscientisation accrue face aux questions environnementales est une donnée importante pour le secteur de l'environnement, mais le dynamisme du secteur demeure, et les enjeux liés à la main-d'œuvre sont essentiels pour saisir pleinement les occasions qui se présenteront.

L'environnement est un secteur d'avenir, un secteur en croissance, et surtout un secteur qui est pris en compte dans toutes les politiques internationales. Les entreprises doivent cesser d'être trop humbles. Il faut se faire connaître de la relève : rencontrer les jeunes dans les écoles, faire des journées portes ouvertes dans votre entreprise, être présent sur les réseaux sociaux, parler de vos réussites et du travail des employés de votre entreprise, et investir dans de petites campagnes marketing.

# Résidus de construction, de rénovation et de démolition

## Comment les valoriser davantage ?

Les résidus de construction, de rénovation et de démolition (CRD) représentent environ le tiers des matières résiduelles générées au Québec. Bien que leur enfouissement ait considérablement diminué dans les dernières décennies, il reste beaucoup de défis à relever afin d'accroître leur valorisation.



PAR MÉGHANE AUDET  
B. Ing., étudiante à la maîtrise, Chaire de recherche sur la Valorisation des Matières Résiduelles, Polytechnique Montréal  
audet.meghane@gmail.com

### Mise en contexte

#### Que sont les résidus de CRD ?

Les matières résiduelles issues du secteur de la CRD constituent, selon les données les plus récentes, un important flux de matières résiduelles au Québec, soit 35 % de toutes ces matières ou près de 590 kg/habitant annuellement (RECYC-QUÉBEC, 2008 ; Statistique Canada, 2018). Les résidus de CRD sont hétérogènes : on y retrouve par exemple des agrégats (béton, brique, sable, etc.), du bois sous diverses formes (planches, contreplaqués, copeaux, etc.), du gypse, des bardeaux d'asphalte, du métal, du carton, du plastique rigide (tuyaux), des pellicules plastiques (sacs) et de la laine isolante.

#### Objectifs de la gestion des résidus de CRD

La Politique québécoise de gestion des matières résiduelles (PQGMR), en vigueur depuis 2011, distingue deux sources de résidus de CRD. D'un côté, il y a les résidus générés par les travaux d'infrastructure qui incluent les ponts, les routes et les autres grandes structures. Ces constructions sont composées essentiellement d'agrégats et de métaux, deux matières faciles à valoriser. De l'autre côté, il y a les résidus provenant des bâtiments qui regroupent notamment les constructions résidentielles et commerciales, ainsi que les usines. Les résidus générés par ce segment sont hétérogènes et, en raison des méthodes de construction (matériaux assemblés avec de la colle, des clous, etc.), ils sont difficiles à séparer et à valoriser. Dans la PQGMR, l'objectif de 2015 pour le segment « infrastructure », visant à recycler ou à valoriser 80 % de ces résidus, a été atteint. Pour le segment « bâtiment », l'objectif consistait à « trier à la source ou acheminer vers un centre de tri 70 % des résidus »

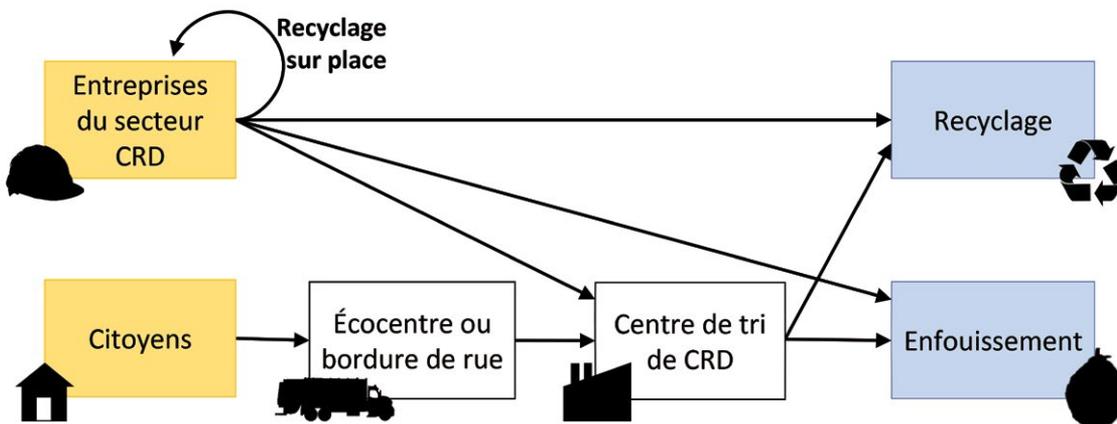


(Gouvernement du Québec, 2011), un taux qui a été atteint en 2015 avec 71,5 % de tri à la source et d'acheminement (RECYC-QUÉBEC, 2017).

Afin d'atteindre les objectifs de la PQGMR, tout un secteur d'activité s'est développé au fil des ans ayant pour but de récupérer, de recycler et de mettre en valeur les résidus de CRD (figure 1). Il permet de répondre à deux échelles de génération des résidus de CRD : les entreprises du secteur de la construction et les citoyens qui font des travaux de CRD eux-mêmes. Dans le cas des entreprises, les résidus générés sur les chantiers peuvent suivre quatre voies de traitement en fin de vie : (1) être envoyés directement à l'enfouissement ; (2) être recyclés sur place, comme les résidus d'excavation réintégrés dans l'aménagement paysager ; (3) être envoyés directement vers un recycleur, comme c'est souvent le cas pour les métaux ; ou bien (4) être envoyés vers un centre de tri de résidus de CRD. Le centre de tri s'occupe ensuite de trier les matières et de les acheminer vers leurs filières de recyclage ou de valorisation respectives, ou vers l'enfouissement pour ce qui est des matières non valorisables. Dans le cas des résidus de CRD résidentiels, générés par les citoyens, ils sont soit collectés

FIGURE 1

Vue d'ensemble du secteur d'activité entourant la gestion des résidus de CRD au Québec.



en bordure de rue, soit apportés dans un écocentre pour être ensuite acheminés vers un centre de tri de CRD.

### Enjeux entourant certaines matières

Les sections suivantes traitent de trois catégories de matières problématiques dans la gestion des résidus de CRD, à savoir le bois, le gypse et la fraction fine. Pour chacune de ces matières, la problématique ainsi que les pistes de solution mises en œuvre ou explorées dans la province seront présentées.

D'entrée de jeu, il est important d'avoir une vision globale des résidus de CRD issus du segment « bâtiment ». La figure 2 illustre les proportions moyennes au Québec des différentes matières qui entrent dans un centre de tri de CRD et leur répartition entre les quatre grandes catégories de débouchés. De façon générale, un peu moins de la moitié des résidus de CRD sont valorisés (recyclage et valorisation énergétique) et un peu plus

du quart sont toujours enfouis. Le dernier quart se retrouve sous la forme de fraction fine, une matière problématique qui n'est pas concrètement valorisée et qui sera discutée plus en détail dans les sections qui suivent. Le travail fait au Québec autour des trois problématiques exposées dans les sections suivantes vise à augmenter la proportion de matières qui est valorisée et ainsi diminuer leur enfouissement.

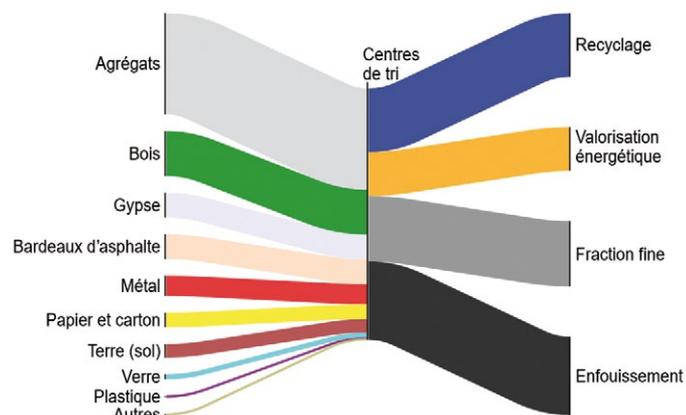
### Bois de CRD : une matière difficile à recycler

Le bois est une composante majeure dans les constructions au Québec, mais la diversité des produits en bois représente un réel défi quand vient le temps de les recycler. Le bois résiduel peut être classé en six types (figure 3, p. 42), incluant entre autres le bois dit « vierge » utilisé dans les charpentes de nombreux bâtiments, le bois traité utilisé dans les installations extérieures comme les terrasses, et les panneaux de bois comme ceux utilisés dans les portes d'armoires et les planchers flottants.

Lorsqu'il sort du centre de tri, le bois est l'une des rares matières à avoir des débouchés économiquement intéressants, soit le recyclage et la valorisation énergétique. Son recyclage se fait par le déchiquetage de la matière en copeaux puis par le réassemblage de ces derniers en panneaux par l'ajout de colle. Pour ce qui est de la valorisation énergétique, elle consiste à brûler la matière pour récupérer de l'énergie, par exemple dans une chaudière industrielle.

FIGURE 2

Portrait global de la génération des résidus de CRD (à gauche) et de leurs débouchés (à droite) (3R MCDQ, 2015; N. Bellerose, communication personnelle, 11 février 2019; Chamard stratégies environnementales et CTTÉI, 2017; Coronado et collab., 2011; CRIQ, 2000; Deloitte, 2018; Jeffrey, 2011; Luc Vachon et collab., 2009; RECYC-QUÉBEC, 2017).



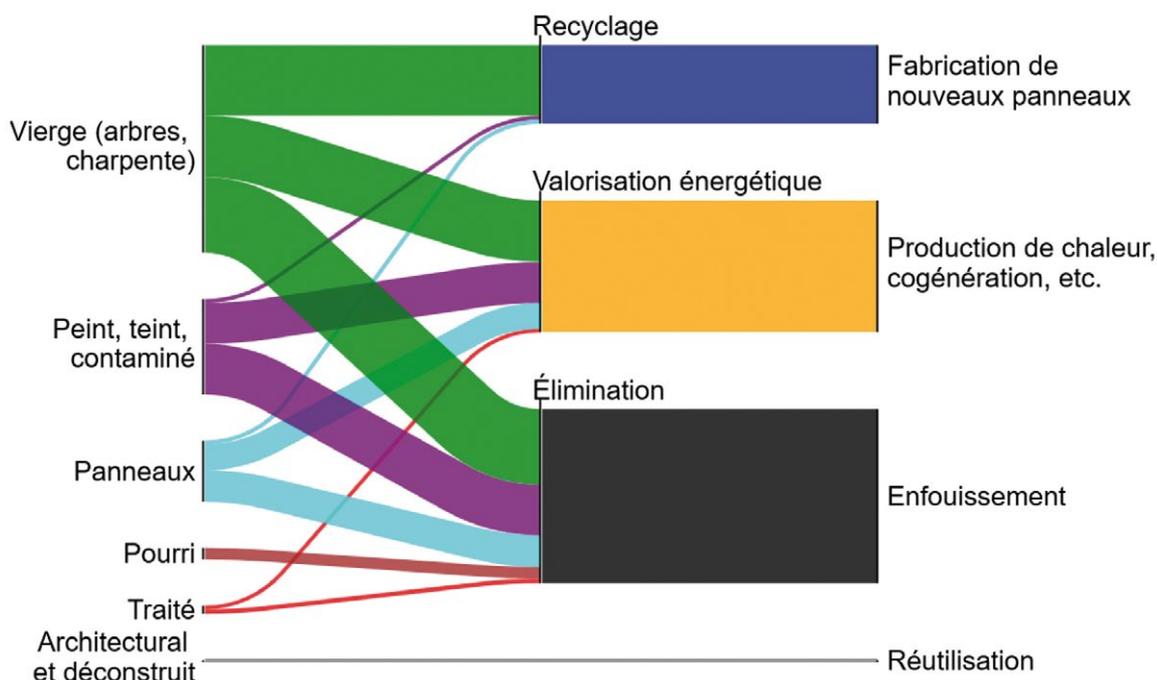
La figure 3 (p. 42) illustre la répartition des différents types de bois et celle des débouchés. On peut y voir que le bois qui n'est pas enfoui est majoritairement envoyé en valorisation énergétique plutôt qu'au recyclage. Or, selon le principe des 3RV-E, le recyclage devrait être priorisé par rapport à la valorisation énergétique. Cette discordance s'explique en partie par la difficulté de séparer les différents types de bois au centre de tri, une étape nécessaire puisque chacun suit un processus de recyclage différent. Le bois traité et les panneaux sont les deux types de bois qui présentent le plus grand défi de recyclage en raison des contaminants qu'ils contiennent (ex. : additifs et colles).

### Produits nocifs dans le bois traité

Le bois traité est une pièce de bois qui a été imprégnée d'additifs dans le but de la rendre plus résistante à la moisissure, aux

FIGURE 3

Bois de CRD : portrait de la génération (à gauche) et des débouchés (à droite) (N. Bellerose, communication personnelle, 11 février 2019; Luc Vachon et collab., 2009; RECYC-QUÉBEC, 2013, 2017).



Note : Seuls les flux supérieurs à 0,1 % sont représentés.

insectes et aux champignons, d'où son utilisation pour les projets extérieurs. Parmi les produits utilisés pour traiter le bois, on retrouve de l'arsenic, du cuivre, du chrome, de la créosote, etc., tous des produits auxquels on associe un haut niveau de toxicité (Gouvernement du Canada, Environnement Canada et Santé Canada, 1993; MDDEP, 2011). C'est pourquoi les options de valorisation du bois traité sont restreintes.

À sa sortie du centre de tri, le bois traité est presque exclusivement envoyé en valorisation énergétique ou en enfouissement. Au Québec, la valorisation énergétique du bois traité est régulée pour éviter que ses contaminants soient relâchés dans l'environnement. Selon les articles 77 à 87 du Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère (RAA), seules les installations qui présentent certaines conditions d'opération permettant de respecter les normes d'émission dans l'atmosphère sont autorisées à valoriser le bois traité.

Il existe toutefois des façons de recycler ce bois. Ici même, au Québec, des recherches sont réalisées dans le but de développer des technologies pour « détraiter » le bois traité, c'est-à-dire pour en retirer les produits chimiques à risque (Coudert, 2013; Tran et collab., 2018). Une fois « détraité », ce bois pourrait être recyclé par les mêmes débouchés que le bois vierge.

### Panneaux de bois et la problématique du formaldéhyde

Les panneaux de bois, parmi lesquels on retrouve les contreplaqués, les lamellés collés et les panneaux de particules, sont constitués de copeaux de bois collés ensemble. La colle utilisée dans leur fabrication contient généralement du formaldéhyde, un composé entraînant des risques pour la santé qui limitent leur recyclage.

Au Québec, le recyclage et la valorisation énergétique des panneaux sont encadrés par des mesures réglementaires afin de limiter les risques liés au formaldéhyde. Tout d'abord, les « résidus de panneaux dont la concentration en formaldéhyde dépasse 1 000 mg/kg (ou 0,1 %) sont considérés comme des matières dangereuses résiduelles » (St-Laurent et collab., 2017), et sont donc soumis à des mesures plus contraignantes comme indiqué dans le Règlement sur les matières dangereuses. Les fabricants de panneaux ne doivent donc pas dépasser cette concentration limite. Or, si ces derniers utilisent des résidus de panneaux comme matière première, lesquels contiennent déjà une certaine quantité de formaldéhyde, et qu'ils en ajoutent lors de la fabrication de nouveaux panneaux de bois, alors ils s'exposent au risque que leur produit final dépasse la concentration maximale permise en formaldéhyde. Conséquemment, ce type de bois est peu recyclé. Il est plutôt envoyé en valorisation énergétique, mais le formaldéhyde pose là aussi un risque lorsqu'il est brûlé. C'est pourquoi le RAA vient encadrer la valorisation énergétique de ce produit. L'article 153 de ce règlement stipule que seules les installations qui respectent certains critères sont autorisées à brûler ce type de bois, comme c'est le cas avec le bois traité.

Au cours des dernières années, la connaissance des risques liés au formaldéhyde et les règlements mis en place ont stimulé l'émergence de nouvelles technologies dans l'industrie, comme la formulation de nouvelles colles. Certaines compagnies offrent des panneaux de bois dits à « très faible émission de formaldéhyde » qui émettent très peu de ce composé dans l'air durant leur utilisation (Tafisa, s. d.; Uniboard, s. d.). Une compagnie américaine a été plus loin et a mis sur le marché une colle biosourcée qui ne contient aucun formaldéhyde (Solenis, s. d.), éliminant ainsi les problèmes de recyclage et de valorisation énergétique des panneaux de bois.

## Séparer pour mieux recycler

De façon plus globale, le principal obstacle au recyclage du bois de CRD est le fait que les différents types de bois (vierge, traité et panneaux) se retrouvent mélangés ensemble. Les isoler permettrait donc une gestion optimale de chacun d'eux et augmenterait la proportion de bois recyclé. Mais une telle séparation en centre de tri n'est pas chose facile. Il existe toutefois des pistes de solution. Par exemple, pour les panneaux de bois, si les fabricants parvenaient à effectuer une transition vers une colle exempte de formaldéhyde, il ne serait plus nécessaire de les séparer des autres types de bois puisqu'il n'y aurait plus de risque de dépassement des normes. Pour ce qui est du bois traité, il faut savoir qu'étant donné son utilisation dans les projets extérieurs, la grande majorité de ce bois provient du secteur résidentiel et passe d'abord par les écocentres avant d'arriver au centre de tri de CRD. Une question posée au citoyen à son arrivée à l'écocentre – « est-ce que votre bois provient d'une rénovation de terrasse, de clôture, d'aire de jeu, etc. ? » – permettrait d'isoler ce dernier. Toutefois, cela nécessiterait un conteneur supplémentaire, et rares sont les écocentres qui ont l'espace ou les moyens nécessaires pour un tel ajout.

## Gypse résiduel : de trop faible qualité pour ses débouchés

Le gypse est une matière fréquemment utilisée dans la finition des murs intérieurs en construction. Il est le plus souvent présent sous forme d'un panneau constitué d'une couche de sulfate de calcium hydraté prise entre deux larges feuilles de papier. Lors de son utilisation, il se retrouve souvent contaminé par de la peinture, de la colle, des clous et d'autres matériaux. Le gypse est une matière friable, ce qui le rend difficile à trier et, par conséquent, il reste en pratique trop contaminé pour des débouchés de recyclage.

Dans la province, 90 % du gypse résiduel est envoyé à l'enfouissement (figure 4), lequel vient avec plusieurs désagréments, notamment le dégagement d'odeurs. Quand il est soumis à certaines conditions de décomposition, le soufre contenu dans le gypse se transforme en  $H_2S$ , un gaz toxique qui dégage une odeur d'œuf pourri (Townsend et collab., 2002).

Les quelques débouchés existant sur le marché québécois pour cette matière résiduelle sont le remplacement du gypse naturel dans la production de ciment, l'amendement des sols en agriculture et la production de nouveaux panneaux de gypse.

Afin de remplacer le gypse naturel dans la production de ciment par du gypse résiduel, ce dernier doit être complètement exempt de contaminants pour assurer l'intégrité du béton qui sera produit à partir de ce ciment. Étant donné le manque de technologies permettant la décontamination du gypse résiduel et les coûts de transport élevés, les cimenteries ont donc tendance à en utiliser très peu (Deloitte, 2018).

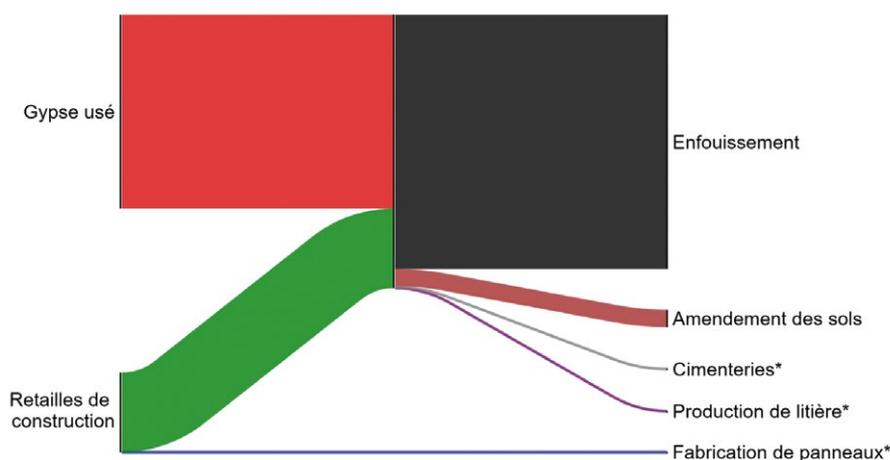
Riche en calcium et en soufre, le gypse est donc un candidat intéressant pour l'utilisation comme amendement des sols en agriculture (Fisher, 2011). Toutefois, cette avenue est rarement utilisée au Québec. En vertu de l'article 20 de la Loi sur la qualité de l'environnement (LQE), le gypse résiduel ne peut être épandu tel quel en raison des contaminants qu'il peut contenir. Il doit d'abord être traité et testé pour assurer sa conformité aux normes fédérales selon le Règlement sur les engrais (Hébert, 2015). Autrement, l'agriculteur devra obtenir un certificat d'autorisation pour chaque épandage de gypse dans son champ (LQE article 22, et Règlement relatif à l'application de la LQE article 2(12)).

Le débouché le plus intéressant demeure la production de nouveaux panneaux de gypse à partir du gypse résiduel. C'est le seul débouché qui permet de ne pas réduire la valeur de cette matière puisqu'elle est utilisée pour produire un produit équivalent à celui d'origine. Cependant, la qualité de la matière demandée par les fabricants de panneaux constitue un frein majeur à ce débouché (Deloitte, 2018).

De façon générale, il existe deux principaux défis liés au recyclage du gypse. D'un côté, il y a la nature même du gypse qui est d'être une matière friable. Les panneaux de gypse usés s'effritent durant le transport vers le centre de tri et lors des activités de tri, ce qui les rend difficiles à trier. Résultat : ils se retrouvent généralement en petits morceaux dans le flux de rejet destiné à l'enfouissement. Un rapport produit par Deloitte en 2018 sur

FIGURE 4

**Gypse résiduel : portrait de la génération (à gauche) et des débouchés (à droite) (Deloitte, 2018).**



\* Débouché théorique dont l'application est marginale ou inexistante au Québec.

le gypse résiduel au Québec recommande le tri à la source de cette matière (Deloitte, 2018). Quelques projets pilotes allant en ce sens ont eu lieu au cours des dernières années pour développer de bonnes pratiques de tri à la source du gypse dans les activités de CRD (RECYC-QUÉBEC, 2018; Samson, 2019). Le deuxième défi lié à la gestion du gypse résiduel a trait au nombre limité de recycleurs sur le territoire québécois (Deloitte, 2018). Plus la distance entre un centre de tri et un recycleur augmente, moins il devient intéressant de transporter la matière jusqu'à ce dernier, non seulement en raison des coûts élevés du transport, mais aussi dû aux gaz à effet de serre émis lors des déplacements. Un plus grand nombre de recycleurs de gypse permettrait donc de réduire l'enfouissement de cette matière.

Malgré les efforts déployés dans différents centres de tri pour trier le gypse, ce dernier vient inévitablement contaminer les autres matières sortantes. Tout porte à croire que la solution passerait donc par un tri à la source pour cette matière friable qui supporte mal le transport et le tri en usine. Ce n'est toutefois pas un combat gagné d'avance étant donné les habitudes de travail bien ancrées et les délais serrés du milieu de la construction. Cependant, les bonnes pratiques en développement au Québec tiennent compte de ces contraintes et fourniront peut-être l'élément manquant pour rendre la valorisation du gypse possible à grande échelle.

### Fraction fine : en quête de nouveaux débouchés

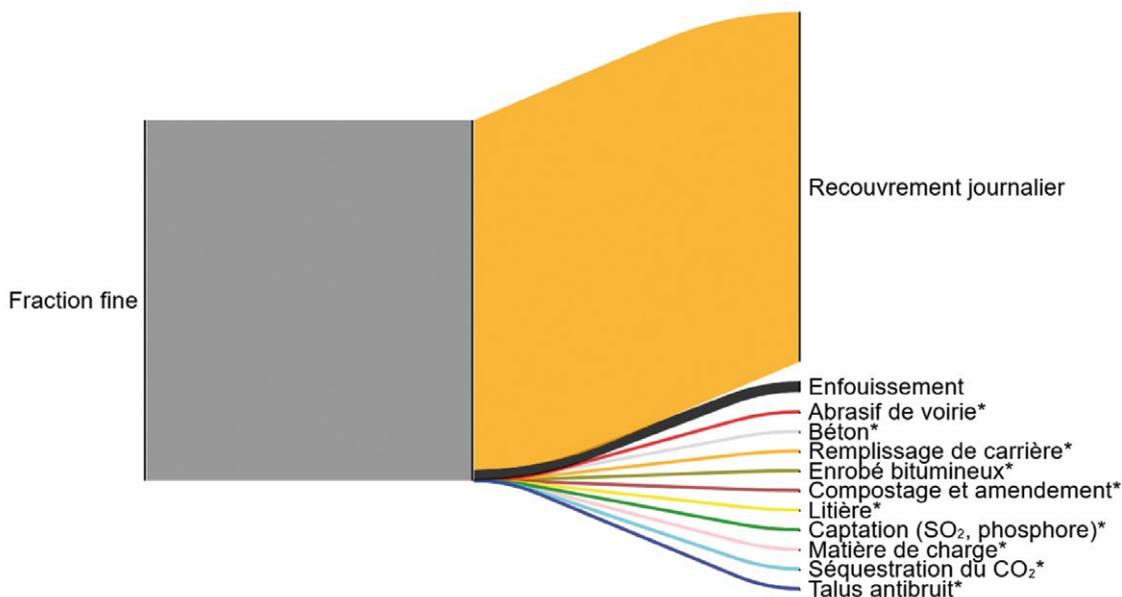
La fraction fine est un mélange de matières dont les constituants sont de petites tailles, soit environ 20 mm et moins. Elle est produite par les activités de démolition, de transport et de broyage qui réduisent les résidus de CRD en petits morceaux. La fraction fine est composée des mêmes matières que l'on retrouve dans les résidus de CRD, mais avec une granulométrie plus fine, ce qui la rend plus difficile à trier. Elle contient ainsi un peu tous

les contaminants retrouvés dans les autres résidus de CRD, ce qui limite grandement ses débouchés. En 2017, la fraction fine représente un peu plus du quart des matières sortant des centres de tri de CRD (Chamard stratégies environnementales et CTTÉI, 2017), soit environ 480 000 tonnes en 2015 (RECYC-QUÉBEC, 2017).

Jusqu'à récemment au Québec, le principal débouché pour la fraction fine de CRD était le recouvrement journalier dans les lieux d'enfouissement techniques (LET) (figure 5). Le recouvrement journalier consiste en une mince couche de matières qui vient recouvrir les déchets à la fin de la journée. Toutefois, dû à des problèmes de dégagement d'odeurs – en l'absence d'oxygène – par le gypse contenu dans la fraction fine, ce débouché est présentement rarement autorisé par le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. Alors que 97 % de la fraction fine était valorisée en recouvrement journalier en 2014 (Chamard stratégies environnementales et CTTÉI, 2017), une faible quantité serait aujourd'hui utilisée dans ce débouché (Bellerose et collab., 2019). Bien que cette situation entraîne une hausse des frais de gestion de cette matière, elle stimule la recherche de nouveaux débouchés.

Plusieurs études sont réalisées au Québec dans le but de trouver des voies de valorisation adéquates pour cette matière singulière. Un rapport publié en 2017 fait l'état de la situation au Québec et propose plusieurs débouchés potentiels pour la fraction fine (Chamard stratégies environnementales et CTTÉI, 2017). Parmi les douze options étudiées, trois ont été retenues pour leur potentiel de valorisation et leur facilité relative d'implantation. Il s'agit de l'utilisation en tant qu'abrasif routier l'hiver, comme agent de remplissage dans les carrières et les sablières en fin de vie, ou encore comme ajout dans le ciment pour fournir le calcium nécessaire à sa préparation. Toutefois, de tous les débouchés examinés dans cette étude, aucun ne peut être utilisé immédiatement au Québec dû à un

FIGURE 5  
**Fraction fine : portrait de la génération (à gauche) et des débouchés (à droite) (J.-L. Chamard, communication personnelle, 28 février 2018; Chamard stratégies environnementales et CTTÉI, 2017).**



\* Débouché théorique dont l'application est marginale ou inexistante au Québec.

manque de maturité de la technologie visée, à la nécessité d'une modification réglementaire, ou encore au besoin de raffiner la fraction fine pour qu'elle réponde aux exigences du débouché.

Les centres de tri de CRD du Québec traversent actuellement une période difficile découlant de l'interdiction d'utiliser la fraction fine comme recouvrement journalier dans les LET. Toutefois, les investissements dans le développement de nouvelles voies de valorisation permettront peut-être bientôt à la fraction fine de faire son apparition, par exemple dans les talus antibruit ou dans la réhabilitation des sols.

## Conclusion

Qu'il s'agisse de technologie ou de gestion, il reste de nombreux défis à relever pour la valorisation des résidus de CRD. Les différentes matières dans ces résidus sont interreliées, et l'avancement sur une problématique donnée sert souvent de tremplin vers la résolution d'autres défis. Par exemple, les progrès dans le tri à la source du gypse bénéficieront aussi à la fraction fine : l'absence de gypse rendrait possibles certains débouchés de cette dernière. Autre exemple : améliorer les techniques de tri dans les centres de tri pour retirer les matières indésirables de la fraction fine permettrait aussi de minimiser la quantité de bois qui aboutit parmi les matières non valorisables allant à l'enfouissement. À cet égard, les intervenants du milieu, conjointement avec des chercheurs, travaillent d'arrache-pied pour surmonter ces innombrables défis et offrir de nouvelles voies de valorisation pour ces matières.

## Remerciements

L'auteure tient à remercier Luc Morneau et Francis Vermette de RECYC-QUÉBEC pour leur soutien dans la révision de cet article. ●

Crédit de la photo de la page 38 : RECYC-QUÉBEC.

## Références

3R MCDQ. (2015). *La réutilisation des agrégats et des bardeaux recyclés*. Présentation PowerPoint, 43 p.

Bellerose, N., A. Lalonde et S. Lafrance. (2019). *Données, enjeux et pistes de solution pour la GMR au Québec*. Americana, Montréal, QC.

Chamard stratégies environnementales et CTTÉI. (2017). *Évaluation des alternatives de valorisation des résidus de criblage fin issus des centres de tri des débris de construction, de rénovation et de démolition*. En ligne : 3rmcdq.qc.ca/client\_file/upload/Residus\_fins\_rapport\_3R\_MCDQ\_2017-05-30.pdf.

Coronado, M., E. Dosal, A. Coz, J.R. Viguri et A. Andrés. (2011). « Estimation of Construction and Demolition Waste (C&DW) Generation and Multicriteria Analysis of C&DW Management Alternatives: A Case Study in Spain ». *Waste and Biomass Valorization*, vol. 2, n° 2, p. 209-225.

Coudert, L. (2013). *Décontamination de déchets de bois traité à base de composés cuivrés en vue de leur revalorisation*. Thèse de doctorat, Université du Québec – Institut national de la recherche scientifique. En ligne : espace.inrs.ca/14571/T000629.pdf.

CRIQ. (2000). *Étude de faisabilité sur la récupération et le recyclage des bardeaux d'asphalte*. En ligne : numerique.banq.qc.ca/patrimoine/details/52327/1992025.

Deloitte. (2018). *Étude sur le gypse résiduel au Québec – Analyse de la filière de recyclage*. En ligne : recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/etude-gypse-residuel-deloitte.pdf.

Fisher, M. (2011). « Amending soils with gypsum ». *Crops & Soils magazine*, vol. November-December 2011, p. 4-9.

Gouvernement du Canada, Environnement Canada et Santé Canada. (1993). *Loi canadienne sur la protection de l'environnement – Liste des substances d'intérêt prioritaire – Rapport d'évaluation – Matières résiduelles imprégnées de créosote*. En ligne : publications.gc.ca/collections/collection\_\_2018/eccc/En40-215-13-fra.pdf.

Gouvernement du Québec. (2011). *Politique québécoise de gestion des matières résiduelles – Plan d'action 2011-2015*. En ligne : environnement.gouv.qc.ca/matieres/pgmr/presentation.pdf.

Hébert, M. (2015). *Guide sur le recyclage des matières résiduelles fertilisantes : critères de référence et normes réglementaires – Édition 2015*. En ligne : environnement.gouv.qc.ca/matieres/mat\_res/fertilisantes/critere/guide-mrf.pdf.

Jeffrey, C. (2011). *Construction and Demolition Waste Recycling: A Literature Review*. En ligne : cdn.dal.ca/content/dam/dalhousie/pdf/dept/sustainability/Final%20C%26D%20literature%20review.pdf.

Luc Vachon, J.-F., K. Beaulne-Bélisle, J. Rosset, B. Gariépy, K. McGrath et RECYC-QUÉBEC. (2009). *Profil de la gestion des débris de construction, rénovation et démolition (CRD) au Québec*. En ligne : collections.banq.qc.ca/ark:/52327/bs1992042.

MDDEP. (2011). *Lignes directrices relatives à la gestion du bois traité*. En ligne : environnement.gouv.qc.ca/matieres/valorisation/lignesdirectrices/bois-traite.pdf.

RECYC-QUÉBEC. (2008). *Bilan 2008 de la gestion des matières résiduelles au Québec*. En ligne : recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/bilan-gmr-2008.pdf.

RECYC-QUÉBEC. (2013). *Bilan 2010-2011 de la gestion des matières résiduelles au Québec*. En ligne : recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/bilan-gmr-2010-2011.pdf.

RECYC-QUÉBEC. (2017). *Bilan 2015 de la gestion des matières résiduelles au Québec*. En ligne : recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/bilan-gmr-2015.pdf.

RECYC-QUÉBEC. (2018). *RECYC-QUÉBEC accorde une aide de 292 875 \$ à deux projets de récupération et de valorisation du bois et du gypse* [Communiqué de presse]. En ligne : recyc-quebec.gouv.qc.ca/haut-de-page/salle-de-presse/archives-presse/2018-recyc-quebec-accorde-une-aide-de-292-875-au-3rmcdq.

Samson, A. (2019). *Détourner le gypse de l'enfouissement – Projet pilote dans les Laurentides*. Americana, Montréal, QC.

Solenis. (s. d.). SOYAD™ ADHESIVE TECHNOLOGY. En ligne : solenis.com/en/industries/specialties-wood-adhesives/innovations/soyad-adhesive-technology.

St-Laurent Samuel, A., M.-È. Deshaies, G. Richard et E. Escafit. (2017). *Faire flèche de tout bois – Guide pratique de mise en valeur du bois post-consommation*. En ligne : dev.phenixweb.com/nature-quebec/wp-content/uploads/2019/04/Faire\_Fleche\_15fev2017\_Web.pdf.

Statistique Canada. (2018). *Estimations de la population (septembre 2018) – Adapté par l'Institut de la statistique du Québec*. En ligne : stat.gouv.qc.ca/statistiques/population-demographie/structure/qc\_1971-20xx.htm.

Tafisa. (s. d.). *Tafipan Evolo*. En ligne : tafisa.ca/fr/tafipan-evolo.

Townsend, T.G., P. Chadik, G. Bitton, M. Booth, S. Lee et K. Yang. (2002). *Gypsum drywall impact on odor production at landfills: science and control strategies*. En ligne : semspub.epa.gov/work/05/222393.pdf.

Tran, L.H., L. Coudert, K. Tanong, J.-F. Blais et G. Mercier. (2018). *Recycling of copper based treated wood waste*. Salon des teq, Québec, QC.

Uniboard. (s. d.). *Panneau de particules brut : NU Green 2*. En ligne : uniboard.com/fr/document-a-associer/panneau-de-particules-brut.

## CET AUTOMNE, DÉVELOPPONS DES INTERACTIONS!

Alors qu'au palier fédéral les partis politiques entreront en campagne électorale, Réseau Environnement gardera un œil vigilant sur leurs positions environnementales. Nous souhaitons que les grandes problématiques – qui animent nos cinq secteurs au Québec – soient soutenues par une vision globale et durable. Réseau Environnement poursuit également les discussions auprès des institutions, des municipalités et des entreprises pour encourager et concrétiser le changement. Notre participation à la Commission des transports et de l'environnement sur les enjeux de recyclage et de valorisation locale du verre, le 15 août dernier, et nos récentes prises de position, notamment sur le projet de règlement concernant la traçabilité des sols contaminés excavés, illustrent le rôle stratégique de notre association. Grâce à nos comités de membres, notre expertise nous positionne sur des sujets concrets et des actions innovantes. Nous souhaitons vivement que nos efforts s'arriment de façon cohérente et interdépendante aux actions politiques, quel que soit le gouvernement.



© Le Devoir



À la rentrée, les incontournables colloques d'automne reprennent également le devant de la scène environnementale. Ces événements régionaux offriront une vitrine aux dernières innovations et aux bonnes pratiques en vigueur dans les différents secteurs. Réseau Environnement a bâti une programmation riche, dynamique et adaptée, qui couvrira les principaux thèmes à travers des conférences et des ateliers participatifs. Les colloques vous donnent donc rendez-vous les 22 et 23 octobre à Montréal pour le Symposium sur la gestion de l'eau, les 13 et 14 novembre à Lévis pour le Colloque sur la gestion des matières résiduelles, le 27 novembre à Drummondville pour le Colloque Sols et Eaux souterraines, et le 11 décembre à Québec pour le Colloque Air, Changements climatiques et Énergie. Ces moments offriront une occasion unique aux membres et aux professionnels en environnement d'interagir et de nourrir la réflexion. Les solutions naîtront de notre capacité à travailler en complémentarité.

Dans cet esprit d'interdépendance nécessaire de tous les acteurs du milieu face aux enjeux environnementaux, nous vous encourageons à participer aux colloques, à provoquer les échanges, à connecter avec les professionnels présents et à faire des ponts pour optimiser nos actions collectivement.

Nous vous souhaitons une excellente rentrée et espérons vous voir bientôt!



M<sup>re</sup> Christiane Pelchat  
Présidente-directrice générale  
de Réseau Environnement



M. André Carange  
Président du conseil d'administration  
de Réseau Environnement

## Partenaires dans la protection du climat : de nouvelles villes et MRC membres!

Les villes de Rivière-du-Loup et de Sainte-Julie, ainsi que la MRC de La Côte-de-Gaspé, deviennent membres du programme Partenaires dans la protection du climat. Ce dernier vise à outiller, à reconnaître et à stimuler les municipalités qui s'engagent dans la réduction des émissions de gaz à effet de serre, et dans la lutte et l'adaptation aux changements climatiques. Ce programme est le fruit d'un partenariat de la Fédération canadienne des municipalités et d'ICLEI Canada, soutenu par Réseau Environnement au Québec.



## RÉCENTES PRISES DE POSITION DE RÉSEAU ENVIRONNEMENT

### Mémoire sur le projet de règlement concernant la traçabilité des sols contaminés excavés

Réseau Environnement a déposé, le 6 juin 2019, un mémoire sur le projet de règlement concernant la traçabilité des sols contaminés excavés qui vise à partager les commentaires et l'expertise de ses membres, et ce, dans le but d'apporter son soutien aux initiatives du ministère en accord avec leurs missions respectives.

Réseau Environnement collabore depuis plusieurs années avec le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques dans le dossier des sols contaminés. L'association a en effet milité pour de nombreuses modifications réglementaires dans le secteur des terrains contaminés. Elle possède une expertise significative, notamment par l'entremise des membres de son secteur Sols et Eaux souterraines, ce qui lui permet de fournir des commentaires pertinents et constructifs.

### Mémoire sur les enjeux de recyclage et de valorisation locale du verre

Réseau Environnement a déposé, le 2 juillet 2019, un mémoire sur le *Mandat d'initiative – Les enjeux de recyclage et de valorisation locale du verre* qui vise à partager les commentaires et l'expertise de ses membres, et ce, dans le but d'apporter son soutien aux initiatives de la Commission des transports et de l'environnement en accord avec leurs missions respectives. Réseau Environnement a ainsi entrepris une réflexion sur le recyclage et la valorisation locale du verre afin d'aider la Commission à cheminer dans ce dossier.

## COMITÉS RÉGIONAUX

### Journée de conférence à Rimouski

Le comité régional Bas-Saint-Laurent / Gaspésie—Îles-de-la-Madeleine tient chaque année, et ce depuis 42 ans, une journée thématique sur l'environnement. Cette journée est en alternance entre quatre villes centres, soit Amqui, Matane, Rivière-du-Loup et Rimouski. Le 16 mai dernier, le Centre des congrès de Rimouski recevait trois conférences portant sur les défis et les enjeux du réaménagement des rues de Rimouski, la gestion d'une flotte commerciale 100 % électrique, et le contrôle des espèces envahissantes présentes dans l'Est-du-Québec (ex. : herbe à poux, roseau commun, renouée du Japon et myriophylle à épi). De plus, durant l'après-midi, plusieurs entreprises ont pu faire la présentation de leurs produits devant l'auditoire. Le comité directeur a tenu son assemblée générale annuelle pour

la création du comité directeur 2019-2020, et la journée s'est clôturée par l'annuel souper au homard tant apprécié par les membres.



### Estrie : cinq à sept sur le dessalement de l'eau de mer

Le 18 juin, lors du dernier cinq à sept Conférence-réseautage, le comité régional de l'Estrie a eu la chance de recevoir Dragan Tutic, fondateur d'Oneka Technologies. Leur mission? Améliorer le dessalement de l'eau de mer pour un accès durable à l'eau potable.

L'idée a germé lors d'un projet étudiant à la faculté de génie de l'Université de Sherbrooke. Une étude de marché a révélé l'enjeu complexe de l'accès à l'eau dans les communautés côtières, les complexes touristiques et les îles privées. Le dessalement de l'eau salée y est coûteux et polluant.

Le projet étudiant est ensuite devenu une entreprise innovante ayant pour mission de produire de l'eau sans énergie, sans espace immobilier et sans émissions de gaz à effet de serre. Oneka Technologies a conçu des bouées autonomes produisant l'eau potable grâce à la simple énergie des vagues. Les tests en mer sont concluants; il ne reste plus qu'à commercialiser le produit. Une aventure à suivre!



Dragan Tutic, Oneka Technologies.

## DU NOUVEAU AU COMITÉ RELÈVE!

Le comité Relève amorce une nouvelle étape dans sa jeune histoire! Le 29 mai dernier s'est tenue une rencontre générale qui a permis l'élection d'un nouvel administrateur Relève, Yannick Castel-Girard, et la nomination d'une nouvelle directrice du comité, Marion Harvey. Grâce à une planification stratégique ambitieuse, ils poursuivront le travail déjà entamé et viseront à développer un réflexe Relève au sein de Réseau Environnement.

Le comité Relève est composé d'une quinzaine de jeunes professionnels et étudiants, dont la mission est de :

- Organiser des événements axés sur la relève, ce qui inclut plusieurs cinq à sept thématiques;
- Gérer un programme de mentorat;
- Offrir un espace à la relève pour qu'elle s'exprime, réseaute, prenne confiance et développe ses compétences;
- Proposer des services destinés à la relève.

Nos activités vous intéressent? Communiquez avec nous! Nous sommes en période de recrutement : [releve@reseau-environnement.com](mailto:releve@reseau-environnement.com).



Yannick Castel-Girard et Marion Harvey.

# Biosolides : épaissement et déshydratation

## Dix nouvelles fiches techniques



PAR YVES COMEAU  
Ing., M. Sc. A., Ph. D., directeur Water  
Environment Federation (WEF)  
de Réseau Environnement

(Traduit et adapté d'un texte intitulé *Thickening and Dewatering 101 – WEF Releases 10 Thickening and Dewatering Factsheets* écrit par Patrick Dube, Ph. D., directeur du comité sur les résidus et les biosolides)



Récemment, le sous-comité sur la séparation des solides du comité sur les résidus et les biosolides de la Water Environment Federation (WEF) a travaillé à l'élaboration de 10 fiches d'information sur l'épaissement et la déshydratation des biosolides. Voici un tour d'horizon de trois de ces fiches : *Épaissement et déshydratation*, *Polymères/floculants 101* et *Capture des solides dans les processus de déshydratation*.

### Épaissement et déshydratation

En traitement des eaux usées, les solides sont séparés dans des décanteurs primaires et secondaires, et doivent être traités avant stabilisation, valorisation ou disposition. L'épaissement et la déshydratation des solides aident à réduire le volume à traiter dans la filière de traitement des boues. Réduire les volumes profite ainsi aux stations de récupération des ressources de l'eau (StaRRE) en permettant de plus petites installations en aval, ce qui réduit les coûts d'énergie et d'exploitation.

L'épaissement se produit généralement après que les boues aient été rejetées des décanteurs, mais avant digestion ou stockage. En fonction de l'installation et des caractéristiques des solides, divers types d'épaisseurs peuvent être utilisés : gravitaire, centrifuge, à tambour rotatif ou à vis. Après épaissement, la concentration en solides (siccité) peut varier entre 2 % et 8 %, et les boues peuvent être pompées dans la filière aval de traitement des boues.

La déshydratation se produit généralement après des processus de digestion, et elle sert à enlever l'eau des biosolides. Ce



processus produit un matériau qui peut être transporté pour élimination ou valorisation. Le gâteau de solides résultant de la déshydratation a une siccité entre 15 % et 40 %, et il agit comme un solide – autrement dit, il ne peut plus être pompé.

Les avantages de la déshydratation sont similaires à ceux de l'épaissement : réduction du volume total de matières et diminution des coûts de transport et de la taille des équipements (digesteurs, incinérateurs, lits de séchage) nécessaires en

« Les avantages de la déshydratation sont similaires à ceux de l'épaissement : réduction du volume total de matières et diminution des coûts de transport et de la taille des équipements (digesteurs, incinérateurs, lits de séchage) nécessaires en aval. »

« Afin d'optimiser l'efficacité d'épaississement et de déshydratation, des polymères et des floculants sont souvent utilisés. Ces produits chimiques, qui aident à rassembler ou à faire flocculer les solides, facilitent la séparation de l'eau. »

aval. La déshydratation est généralement effectuée à l'aide de filtres-presses à bandes, de presses à vis, de centrifugeuses et d'autres équipements de déshydratation spécifiques.

### Polymères et floculants

Afin d'optimiser l'efficacité d'épaississement et de déshydratation, des polymères et des floculants sont souvent utilisés. Ces produits chimiques, qui aident à rassembler ou à faire flocculer les solides, facilitent la séparation de l'eau.

Le polymère se présente sous trois formes : sec, en solution et en émulsion. Le polymère sec comprend 90 % de polymère actif, et nécessite plus de temps pour le dissoudre et l'activer avant utilisation. Le polymère en solution, également appelé Mannich, est un polymère visqueux contenant seulement 4 % à 8 % de composé actif. Sa faible activité et ses difficultés de pompage font qu'il est maintenant moins utilisé dans les StaRRE. Ces deux premiers types de polymères doivent être activés et dilués sur place à une concentration comprise entre 0,1 % et 1 % de solution active avant utilisation. Le processus de dilution doit être scrupuleusement suivi pour ne pas endommager le polymère et en réduire l'efficacité, ce qui entraînerait une augmentation de la demande en polymère et des coûts.

Le polymère en émulsion est un polymère pompable de gel émulsifié dans une huile d'hydrocarbures ayant une teneur (activité) entre 2 % et 55 %. En raison de sa pompabilité, il est souvent injecté directement dans la filière de traitement des boues, bien que sa facilité d'utilisation et son activité plus élevée entraînent un coût supérieur à celui d'un polymère sec.

### Capture des solides

L'optimisation de la filière de traitement des biosolides requiert une attention particulière à la capture des solides. Ce paramètre correspond à la quantité de solides rejetés (non retenus dans les boues) en fonction du pourcentage de solides dans l'alimentation. Alors que la norme de l'industrie est de 95 %, les performances sur site peuvent être aussi basses que 60 %.

Une faible capture des solides signifie qu'une partie importante des solides est retournée en amont de la StaRRE avec l'eau extraite. En augmentant la capture des solides, les coûts associés au retraitement sont réduits, une usure excessive des équipements est évitée et les performances globales de la StaRRE sont améliorées.

Le pourcentage de capture des solides peut être déterminé à l'aide d'une équation (décrite dans la fiche technique « Capture des solides dans les processus de déshydratation ») qui considère le débit de boues, le débit combiné de l'eau de lavage et de polymère, la siccité du gâteau produit, la siccité des boues alimentées et la teneur en matières en suspension du filtrat ou du centrat. L'établissement d'une base de référence permet de mesurer l'évolution temporelle de l'efficacité des procédés de traitement.

Pour améliorer la capture des solides, une approche par étapes est recommandée. Tout d'abord, il faut identifier tous les réglages et les paramètres utilisés dans le processus de déshydratation (siccité des boues d'alimentation, débit, siccité des gâteaux, débit de polymères, etc.). Ensuite, il faut modifier un paramètre à la fois en le laissant atteindre un état d'équilibre pour enfin évaluer son effet sur la capture des solides.

### Plus d'information disponible

L'épaississement et la déshydratation des biosolides constituent des sujets complexes. Cet article n'aborde que quelques-unes des considérations importantes relatives aux polymères et aux floculants ainsi qu'à la capture des solides. Pour une discussion plus approfondie, visitez le site [wef.org/factsheets](http://wef.org/factsheets) pour consulter toutes les fiches d'information sur l'épaississement et la déshydratation des biosolides, ainsi que des fiches sur d'autres sujets tels que les réseaux de collecte, les eaux de pluie, les eaux usées industrielles, le traitement des eaux usées et la durabilité. ●

« En augmentant la capture des solides, les coûts associés au retraitement sont réduits, une usure excessive des équipements est évitée et les performances globales de la StaRRE sont améliorées. »

# Recyclage au Canada

## Les mythes et les faits



PAR FRANCIS FORTIN  
M. Adm., président de la section québécoise  
de la SWANA, président-directeur général,  
Chamard stratégies environnementales

(Traduit d'un article intitulé *SWANA Issues Canadian Recycling Myths vs Facts Sheet*,  
publié sur le site Internet de la SWANA  
le 5 juin 2019 : [swana.org/news](http://swana.org/news))

**En réaction aux informations trompeuses et contradictoires sur la situation du recyclage au Canada, la Solid Waste Association of North America (SWANA) a rédigé un document fournissant des données exactes et à jour sur ce sujet d'actualité.**

### Restrictions et désinformation

Les défis auxquels est confrontée l'industrie du recyclage canadien ont pris de l'ampleur lorsque la Chine a imposé des restrictions sur l'importation de fibres et de plastiques recyclés en 2018. Ces restrictions ont mis en lumière plusieurs améliorations à mettre en place, mais elles n'ont pas atténué l'importance des enjeux liés au recyclage. Malheureusement, des informations erronées sur la futilité du recyclage ont été publiées un peu partout au pays, créant une confusion inutile auprès du public et des donneurs d'ordres. Le document produit par la SWANA intitulé *Les mythes et les faits en matière de recyclage* aborde certaines des fausses idées les plus répandues, à savoir que l'industrie du recyclage se « détériore » et s'« effondre », et que l'effort de trier à la source n'en vaut plus la peine.

### Rétablir l'équilibre entre l'offre et la demande

David Biderman, président-directeur général de la SWANA, affirme qu'« il existe une multitude de raisons d'être optimiste quant à

« Le document produit par la SWANA intitulé *Les mythes et les faits en matière de recyclage* aborde certaines des fausses idées les plus répandues, à savoir que l'industrie du recyclage se « détériore » et s'« effondre », et que l'effort de trier à la source n'en vaut plus la peine. »



« Le document aborde l'un des mythes les plus persistants liés au recyclage, c'est-à-dire que personne ne sait comment aborder les défis auxquels l'industrie fait face actuellement. La SWANA tient à établir clairement que malgré la complexité du processus, des solutions sont mises en œuvre. »

l'avenir du recyclage au Canada. Dans les prochaines années, nous verrons s'accroître la capacité de transformation locale en Amérique du Nord, ce qui aidera à rétablir l'équilibre entre l'offre et la demande pour les fibres et le plastique recyclés. Par ailleurs, plusieurs communautés visent à réduire la contamination des matières recyclables, et les centres de tri de la collecte sélective modernisent leurs équipements et réduisent la vitesse de production pour obtenir des extrants de plus grande qualité ».

Le document aborde l'un des mythes les plus persistants liés au recyclage, c'est-à-dire que personne ne sait comment aborder les défis auxquels l'industrie fait face actuellement. La SWANA tient à établir clairement que malgré la complexité du processus, des solutions sont mises en œuvre. L'éducation du public et l'application des règles locales motivent les gens à recycler adéquatement. Les centres de tri adoptent de nouvelles

technologies comme la robotique pour s'adapter à l'évolution des exigences du marché et à la variabilité des matières mises en marché. De nouveaux centres de tri ouvrent leurs portes et ceux déjà en activité s'agrandissent, ce qui accroît la demande pour les matières recyclables. Les entreprises optent de plus en plus pour la transformation, la réutilisation et la réparation des produits difficiles à recycler.

« Quoiqu'elle ait actuellement du mal à commercialiser certaines de ses matières, l'industrie du recyclage n'est pas défailante », affirme le nouveau secrétaire international de la SWANA, Art Mercer. « Les matières recyclées utilisées dans de nouveaux produits offrent beaucoup d'avantages comme la réduction de l'utilisation de l'énergie et des ressources. Il n'y a aucune raison d'arrêter le recyclage et de jeter ces articles qui remplissent les lieux d'enfouissement juste parce qu'il est temporairement difficile de commercialiser certains d'entre eux. Par ailleurs, n'oublions pas que nous devons tous faire preuve de responsabilité en achetant le moins d'articles jetables possible. Le recyclage n'est pas la seule solution. »

### Documentation pertinente sur le recyclage

Le dossier de presse de la SWANA au sujet du recyclage peut être téléchargé sur son site Internet. Le document sur les mythes et les faits en matière de recyclage au Canada est toutefois disponible dans le tableau 1. Il explique clairement

au public la situation actuelle, et sert de feuillet d'information aux journalistes afin qu'ils puissent vérifier les faits avant de publier leurs articles sur le dossier des matières recyclables. La SWANA souhaite ainsi sensibiliser un maximum de personne aux réalités de l'industrie du recyclage afin que chacun puisse bien comprendre les enjeux actuels. ●

### NOUVELLES DE LA SECTION QUÉBÉCOISE DE LA SWANA

En complément au *Guide de gestion des débris après sinistre* publié en 2018 avec le soutien de RECYC-QUÉBEC et de Réseau Environnement, la section québécoise de la SWANA offre maintenant une formation webinaire destinée aux gestionnaires municipaux qui désirent entreprendre une démarche de planification de la gestion des débris après sinistre. Pour connaître la date du prochain webinaire et des autres formations à venir, consultez la section « Événements et formations » du site Internet de Réseau Environnement.

Le *Guide de gestion des débris après sinistre* est offert gratuitement dans la section « Publications techniques » de l'onglet « Publications » du site Internet de Réseau Environnement.

TABLEAU 1  
Les mythes et les faits sur le recyclage au Canada.

MYTHES	FAITS
Le recyclage est en crise au Canada.	Les matières recyclables sont collectées et valorisées régulièrement dans la grande majorité des villes au pays. Chaque jour, des milliers de ballots de fibres (papier et carton), de plastique et de métal sont générés dans les centres de tri et envoyés aux acheteurs canadiens et étrangers. Seul un nombre limité de communautés envoie le plastique et les fibres dans des lieux de valorisation énergétique ou d'enfouissement.
La Chine n'accepte plus de matières recyclables ou de ferraille du Canada.	Même si la Chine a interdit les importations de certaines fibres et de certains plastiques recyclés, le Canada continue d'exporter beaucoup de matières recyclables et de ferraille vers la Chine. En 2018, environ le quart de tout le papier d'exportation canadienne est allé en Chine.
Le taux de contamination des matières recyclables au Canada est de 25 %.	Les taux de contamination varient beaucoup selon les communautés. Selon les informations recueillies par la CBC, ils peuvent varier de 3 % à 26 %.
La contamination est un problème.	Les gouvernements locaux ayant éduqué les résidents sur les pratiques de recyclage adéquates ont observé une réduction des taux de contamination.
Le recyclage n'en vaut plus la peine.	Le marché des matières recyclables peut varier, mais le recyclage comporte plusieurs avantages. Par exemple : prolonger la vie des lieux d'enfouissement, réduire les émissions de gaz à effet de serre, économiser l'énergie, réduire la consommation d'eau, protéger les ressources naturelles et appuyer la création de milliers d'emplois locaux.
Personne ne peut régler les problèmes liés au recyclage.	Malgré la complexité du processus, des solutions sont mises en œuvre. L'éducation du public et l'application des règles locales motivent les gens à recycler adéquatement. Les centres de tri modernisent les équipements et adoptent de nouvelles technologies pour s'adapter à l'évolution des exigences du marché et à la variabilité des matières mises en marché. De nouveaux centres de tri ouvrent leurs portes et ceux déjà en service s'agrandissent, ce qui accroît la demande pour les matières recyclables. Les entreprises optent de plus en plus pour la transformation, la réutilisation et la réparation des produits difficiles à recycler.

### Les barrages miniers du Chili : un risque sismique

Les petits lacs émeraude au nord du Chili, principal producteur de cuivre, constituent une véritable bombe à retardement. Dans ce pays à risque sismique, seuls les barrages construits après 1965 intègrent des normes antisismiques. Dans ces sites où sont stockés les résidus issus de l'activité minière, la rupture d'un barrage signifie le déversement des résidus polluants parfois jusque dans l'océan.

Près du quart des sites de stockage de déchets miniers sont abandonnés. La législation chilienne n'encadrant pas la fermeture des vieux barrages, le gouvernement cherche des solutions et a mis en place un système de surveillance inspiré de celui des volcans en activité. Plusieurs pistes sont à l'étude pour gérer le risque environnemental, dont le projet de les recouvrir de matières organiques pour reboiser ces étendues. Autre option : donner une seconde vie aux résidus. C'est ce que fait l'entreprise Valle Central qui récupère le cuivre et le molybdène – un métal dérivé du cuivre – dans la mine de El Teniente.



### L'Éthiopie a planté plus de 350 millions d'arbres en un jour

L'Éthiopie a battu le record de plantation d'arbres; le projet visait à contrer les effets de la déforestation et du changement climatique. Certains bureaux publics ont été fermés pour permettre aux fonctionnaires de participer.

La couverture forestière de l'Éthiopie est passée de 35 % au début du XX<sup>e</sup> siècle à un peu plus de 4 % dans les années 2000. L'exercice de plantation d'arbres a eu lieu dans 1 000 sites à travers le pays; plus de 350 millions d'arbres ont été plantés en 12 heures. L'objectif est de planter au total quatre milliards d'arbres indigènes.

Le record mondial de plantation d'arbres en une seule journée est détenu par l'Inde, qui a utilisé 800 000 volontaires pour planter plus de 50 millions d'arbres en 2016.

### Projet de loi relatif à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire

Afin de limiter les déchets et de préserver les ressources, le gouvernement français a soumis un projet de loi qui vise à accélérer le changement des modèles de production et de consommation. Celui-ci prévoit notamment d'interdire l'élimination des invendus non alimentaires; ils devront ainsi être donnés ou recyclés. Cette mesure est une première mondiale et vient compléter les dispositifs existants pour les produits alimentaires.

Il vise aussi à déployer un système de consigne en France afin de lutter contre la pollution plastique et de tendre vers l'objectif de 100 % de plastique recyclé d'ici 2025.

L'idée est aussi de favoriser des produits meilleurs pour l'environnement : les fabricants concevant leurs produits de manière écologique bénéficieront d'une prime. La loi prévoit aussi l'obligation d'afficher sur certains produits un indice de réparabilité.

Enfin, pour améliorer la gestion des déchets issus du secteur du bâtiment et éviter les dépôts sauvages, le projet de loi prévoit également d'imposer une reprise gratuite de certains déchets préalablement triés.



**Miscellanées de ma planète**

Jennifer Gallé – Éditions Buchet/Chastel – 144 pages

Saviez-vous que 80 % de la population mondiale consomme des médicaments à base de plantes? Que le textile est l'une des industries les plus polluantes? Que le réchauffement climatique peut réveiller certains virus qui sévissaient au temps des mammouths? Ou quelles sont les principales causes de la déforestation? Et pourquoi le gluten fait débat?

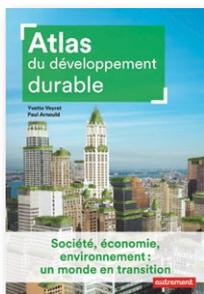


Cet ouvrage réunit plus de 200 chroniques, anecdotes surprenantes ou données chiffrées sur notre planète et son équilibre écologique. Sérieuses ou ludiques, scientifiques ou pratiques, utiles ou légères, mais toujours instructives, scrupuleusement vérifiées et étayées, ces histoires se picorent au gré des envies. Et, à travers la présentation d'initiatives positives, elles révèlent autant de pistes pour lutter contre le désastre annoncé...

**Perdre la Terre : une histoire de notre temps**

Nathaniel Rich – Éditions du Seuil – 288 pages

1979. À peu près tout ce que nous comprenons à l'heure actuelle du réchauffement climatique était compris. Et même mieux compris, sans doute. Les principaux aspects du problème étaient tranchés, sans débat possible, et les spécialistes – loin de se disputer sur l'établissement des faits – travaillaient à en affiner les conséquences. Il y a trente ans, nous aurions pu sauver la Terre. Pourtant nous n'avons rien fait. Après des années d'enquête et plus de 100 interviews réalisées avec le soutien de la Fondation Pulitzer, Nathaniel Rich retrace comment la planète a raté son rendez-vous avec le climat, comment malgré les efforts de plusieurs lanceurs d'alerte, d'intérêts parfois concordants, souvent contradictoires, y compris de l'industrie pétrolière, rien n'a été fait pour stopper le changement climatique. Perdre la Terre n'est pas seulement le roman impitoyable d'occasions historiques manquées, c'est aussi l'évaluation claire et détaillée de la façon dont nous en sommes arrivés là – et de ce que nous pouvons et devons faire avant qu'il ne soit vraiment trop tard.



**Atlas du développement durable – Société, économie, environnement : un monde en transition (nouv. éd.)**

Yvette Veyret-Medkjian et Paul Arnould – Autrement – 96 pages

Cet atlas, réédité et mis à jour, propose un état des lieux des inégalités mondiales en matière d'environnement, de répartition des populations, de ressources, de santé, de biodiversité, de risques et de migrations. Les réponses globales – grandes conférences internationales, législation, adaptation au changement climatique, tourisme durable, commerce équitable, etc. – sont présentées, tout comme les solutions locales en gestion de l'environnement. Avec plus de 100 cartes et documents originaux, cet ouvrage propose ainsi un éclairage sur la mise en œuvre d'un développement « durable » pour la planète.

**Envie de lecture pertinente en environnement?**

Abonnez-vous à *Vecteur Environnement* pour seulement 55 \$ par année!

Vous êtes plutôt du genre techno?

Choisissez la version électronique pour seulement 25 \$.

Visitez le [www.reseau-environnement.com](http://www.reseau-environnement.com).

*Vecteur Environnement* est publiée quatre fois par année.



SEPTEMBRE, OCTOBRE ET NOVEMBRE 2019

## QUÉBEC ET CANADA

### Joint 2019 Annual Reclamation Symposium

Kimberley (Colombie-Britannique)  
16 au 19 septembre  
[clra.ca/conference](http://clra.ca/conference)

### Western Canada Water 2019 Annual Conference & Exhibition

Edmonton (Alberta)  
17 au 20 septembre  
[wcwwa.ca/page/Schedule](http://wcwwa.ca/page/Schedule)

### Congrès annuel de la Fédération québécoise des municipalités

Québec (Québec)  
26 au 28 septembre  
[fqm.ca/evenements/congres/2019-2](http://fqm.ca/evenements/congres/2019-2)

### ACWWA's Annual Conference

Halifax (Nouvelle-Écosse)  
6 au 8 octobre  
[acwwa.ca/conferences/2019-annual-conference](http://acwwa.ca/conferences/2019-annual-conference)

### Remtech 2019 – Remediation Technologies Symposium

Banff (Alberta)  
16 au 18 octobre  
[esaa.org/remtech](http://esaa.org/remtech)

### Symposium sur la gestion de l'eau

Montréal (Québec)  
22 et 23 octobre  
[reseau-environnement.com](http://reseau-environnement.com)

### Colloque annuel de l'Association du transport urbain du Québec 2019

Trois-Rivières (Québec)  
23 et 24 octobre  
[atuq.com/fr/colloques-annuels](http://atuq.com/fr/colloques-annuels)

### Forum Plastique Novae

Montréal (Québec)  
24 octobre  
[novae.ca/conferences/forum-novae](http://novae.ca/conferences/forum-novae)

### Livable Cities Forum: Building Better Communities through Resilience

Victoria (Colombie-Britannique)  
28 au 30 octobre  
[livablecitiesforum.com](http://livablecitiesforum.com)

### National Water and Wasterwater Conference

Banff (Alberta)  
3 au 6 novembre  
[nwwc2019.ca](http://nwwc2019.ca)

### Colloque sur la gestion des matières résiduelles

Lévis (Québec)  
13 et 14 novembre  
[reseau-environnement.com](http://reseau-environnement.com)

### Colloque Sols et Eaux souterraines

Drummondville (Québec)  
27 novembre  
[reseau-environnement.com](http://reseau-environnement.com)

### INFRA 2019

Montréal (Québec)  
2 au 4 décembre  
[ceriu.qc.ca/congres-2019](http://ceriu.qc.ca/congres-2019)

### Colloque Air, Changements climatiques et Énergie

Québec (Québec)  
11 décembre  
[reseau-environnement.com](http://reseau-environnement.com)

## ÉTATS-UNIS

### WEFTEC 2019

Chicago (Illinois)  
21 au 25 septembre  
[weftec.org](http://weftec.org)

### Climate Week NYC 2019

New York (New York)  
23 au 29 septembre  
[climateweeknyc.org/climate-week-nyc-2019](http://climateweeknyc.org/climate-week-nyc-2019)

### IT3 HWC (37<sup>th</sup> International Conference on Thermal Treatment Technologies & Hazardous Waste Combustors)

League City (Texas)  
2 et 3 octobre  
[awma.org/IT3](http://awma.org/IT3)

### SWANA's WASTECON 2019

Phoenix (Arizona)  
21 au 24 octobre  
[swana.org/Events/WASTECON.aspx](http://swana.org/Events/WASTECON.aspx)

### Water Quality Technology Conference – AWWA

Dallas (Texas)  
3 au 7 novembre  
[awwa.org/Events-Education/Water-Quality-Technology](http://awwa.org/Events-Education/Water-Quality-Technology)

## INTERNATIONAL

### IPC 2019 (16<sup>th</sup> International Phytotechnology Conference)

Changsha (Chine)  
23 au 27 septembre  
[ipc2019cn.org](http://ipc2019cn.org)

### CAIC19 (28<sup>th</sup> Climate Alliance International Conference)

Rostock (Allemagne)  
25 au 27 septembre  
[climatealliance.org/events/international-conference/2019-conference.html](http://climatealliance.org/events/international-conference/2019-conference.html)

### 2<sup>nd</sup> World Congress on Climate Change

Berlin (Allemagne)  
26 au 28 septembre  
[wccc-2019.com](http://wccc-2019.com)

### ISWA 2019 World Congress

Bilbao (Espagne)  
7 au 9 octobre  
[iswa2019.org](http://iswa2019.org)

### 8<sup>th</sup> IWA Odour and VOC/Air Emissions Conference

Hangzhou (Chine)  
14 au 17 octobre  
[iwaodours2019.csp.escience.cn](http://iwaodours2019.csp.escience.cn)

### 19<sup>th</sup> IWA International Conference on Diffuse Pollution & Eutrophication

Jeju (Corée du Sud)  
27 au 31 octobre  
[iwadipcon2019.org](http://iwadipcon2019.org)

### 16<sup>th</sup> International Specialised Conference on Small Water and Wastewater Systems

Murdoch (Australie)  
1<sup>er</sup> au 5 décembre  
[swws2019.com](http://swws2019.com)

# SPÉCIALISTE EN ENVIRONNEMENT ?

FAITES PARTIE DU RÉSEAU !

Diffusion de l'expertise et des innovations

Occasions de réseautage

Publications de référence

Formations techniques

Transfert de connaissances

Prises de position



DEVENEZ MEMBRE  
DE RÉSEAU ENVIRONNEMENT  
DÈS MAINTENANT !

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

 **Réseau**  
Environnement

# LES RENDEZ-VOUS 2019 À NE PAS MANQUER!

## ACTUALISEZ VOS CONNAISSANCES

- ✓ Projets les plus prometteurs
- ✓ Mises à jour législatives
- ✓ Innovations technologiques
- ✓ Recherches récentes

## DÉVELOPPEZ VOS RELATIONS D'AFFAIRES

- ✓ Gestionnaires municipaux
- ✓ Dirigeants d'entreprises
- ✓ Experts techniques
- ✓ Chercheurs universitaires

REJOIGNEZ LES ACTEURS  
INCONTOURNABLES  
DE VOTRE SECTEUR

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



SYMPOSIUM

# EAU

Gestion de l'eau

22 et 23 octobre 2019  
Montréal



COLLOQUE

# MR

Gestion des  
matières résiduelles

13 et 14 novembre 2019  
Lévis

Présenté par RECYC-QUÉBEC et  
Éco Entreprises Québec



COLLOQUE

# SES

Sols et  
Eaux souterraines

27 novembre 2019  
Drummondville



COLLOQUE

# ACCÉ

Air, Changements  
climatiques et Énergie

11 décembre 2019  
Québec