



DÉFIS ET POSSIBILITÉS DU CANADA CONCERNANT LA GESTION DES CONTAMINANTS DANS LES EAUX USÉES

Rapport du Comité national d'experts

Mars 2018



Réseau
canadien
de l'eau

Remerciements

Le présent rapport a été produit par un comité national d'experts sur les eaux usées, constitué dans le but d'étudier les contaminants présents dans les eaux usées municipales de l'ensemble du pays, et les options dont dispose le Canada pour gérer ces derniers. Le rapport repose sur les renseignements recueillis par le comité au cours d'une série de séances de travail d'octobre 2017 à février 2018, et par le biais d'un questionnaire national.

Le Réseau canadien de l'eau reconnaît l'importante contribution de chacun de ces experts, et les remercie de leur temps, de leur expertise et de leur leadership.

Donald Mavinic (président), professeur, Département de génie civil, Université de la Colombie-Britannique

Susheel Arora, directeur des services sur les eaux usées et les eaux pluviales, Halifax Water

Cecelia Brooks, directrice de la recherche et spécialiste des connaissances autochtones, Mi'gmawe'l Tplu'taqnn; Grand-mère de l'eau, Institut canadien des rivières

Yves Comeau, professeur, Département des génies civil, géologique et des mines, École Polytechnique de Montréal

Mike Darbyshire, directeur général, Alberta Capital Region Wastewater Commission

Karen Kidd, titulaire, Chaire Steven-A.-Jarislowsky en environnement et santé, Université McMaster

Theresa McClenaghan, directrice générale, Association canadienne du droit de l'environnement

Mark Servos, titulaire, Chaire de recherche du Canada sur la protection de la qualité de l'eau, Université de Waterloo

Le Réseau canadien de l'eau remercie les autres contributeurs au projet.

Les renseignements contenus dans le rapport ne représentent pas nécessairement les vues des employeurs des experts.

Les indications contenues dans la présente publication ne font pas autorité. Le Réseau canadien de l'eau et les auteurs ne peuvent pas être tenus responsables des répercussions directes ou indirectes de l'utilisation, de l'application du document ou du recours à celui-ci.

*Ce projet a été réalisé avec l'appui financier de :
This project was undertaken with the financial support of:*



Environment and
Climate Change Canada

Environnement et
Changement climatique Canada

Table des matières

Remerciements.....	ii
Acronymes et abréviations.....	v
Préface.....	1
Sommaire.....	3
1. Introduction.....	8
2. Méthodologie du projet.....	9
3. Le traitement des eaux usées au Canada.....	10
3.1 Bref historique du traitement des eaux usées.....	11
3.2 Les approches de traitement des eaux usées et la réglementation afférente.....	15
3.2.1 Les lois fédérales.....	17
3.2.2 Perspectives régionales.....	18
3.3 La réglementation du Canada comparée à celles d'autres pays.....	23
3.4 Principaux contaminants préoccupants dans les eaux usées canadiennes.....	24
3.4.1 Répercussions sur la santé humaine.....	24
3.4.2 Eutrophisation.....	25
3.4.3 Impacts sur les écosystèmes aquatiques.....	26
3.5 La gestion future des contaminants.....	27
3.5.1 Contaminants classiques et reconnus.....	28
3.5.2 Nouveaux contaminants préoccupants.....	28
3.5.3 Gestion des contaminants basée sur le risque.....	29
3.5.4 L'importance d'une approche prudente.....	32
4. Occasions relatives au traitement des eaux usées.....	33
4.1 Tirer le meilleur parti des investissements prévus dans les infrastructures.....	34
4.1.1 Optimisation de l'infrastructure et des procédés.....	36
4.1.2 Modernisation des technologies de traitement.....	36
4.1.3 Modernisation et agrandissement des infrastructures de traitement.....	38
4.1.4 Traitement complémentaire pour les contaminants organiques traces.....	38
4.1.5 Avantages concomitants de la récupération des ressources.....	40
4.2 Le traitement des eaux usées comme élément de protection du bassin versant.....	42
4.2.1 Contrôle à la source.....	42

4.2.2 Réduction des débordements des égouts unitaires.....	44
4.2.3 Gestion des sources diffuses de nutriments dans le bassin versant.....	45
4.2.4 Surveillance des bassins versants.....	48
4.3 Permettre et encourager le progrès et l'innovation.....	50
4.3.1 Identifier et partager les risques et les coûts.....	50
4.3.2 Combiner les approches réglementaires et non réglementaires.....	51
4.3.3 Soutenir l'adoption des innovations.....	52
4.3.4 Accroître la confiance en développant une base de connaissances mieux coordonnée	54
5. Des réseaux d'eaux usées prêts pour l'avenir.....	55
5.1 Sommaire des principaux messages.....	55
5.2 Réponse du comité au mandat donné par le Réseau canadien de l'eau.....	58
5.3 Prochaines étapes.....	60
5.4 Plan d'action fédéral.....	60
Références.....	62
Liste des documents complémentaires.....	69
Annexe 1 : Glossaire.....	70
Annexe 2 : Comité national d'experts sur les contaminants dans les eaux usées au Canada.....	74
Annexe 3 : Participants invités à la séance de travail.....	78

Acronymes et abréviations

BPC	Biphényles polychlorés
BRM	Bioréacteur à membrane
CCME	Conseil canadien des ministres de l'environnement
DBO	Demande biochimique en oxygène
DBOC ₅	Demande biochimique en oxygène carbonée en 5 jours
DEU	Débordement d'égout unitaire
EBN	Élimination biologique des nutriments
EDP	Éther diphenylique polybromé
GES	Gaz à effet de serre
HAP	Hydrocarbures aromatiques polycycliques
IFAS	<i>Integrated fixed-film activated sludge</i> – boues activées à culture fixée intégrée
INRP	Inventaire national des rejets de polluants
LCPE	Loi canadienne sur la protection de l'environnement
NPC	Nouveaux contaminants préoccupants
PCDD	Polychlorodibenzo-p-dioxines
POA	Procédé d'oxydation avancée
PPSP	Produits pharmaceutiques et de soins personnels
RESAEU	Règlement sur les effluents des systèmes d'assainissement des eaux usées
SEEU	Station d'épuration des eaux usées
StaRRE	Station de récupération des ressources de l'eau
MES	Matières solides en suspension
UV	Ultraviolet

Préface

Le Réseau canadien de l'eau et Environnement et Changement climatique Canada partagent un même objectif, soit celui de faire progresser les connaissances qui contribuent à la gestion des substances nocives dans nos eaux usées, en cernant notamment les investissements, les politiques et les pratiques en matière de traitement des eaux usées qui sont les plus efficaces. En octobre 2017, avec un soutien financier de 400 000 \$ d'Environnement et Changement climatique Canada, le Réseau canadien de l'eau a entrepris un examen national des contaminants présents dans les eaux usées municipales et des meilleures options dont dispose le Canada pour y faire face. Il a fait appel à son réseau national de communautés de chercheurs et praticiens pour examiner les questions fondamentales suivantes :

- De quels contaminants présents dans les eaux usées devrions-nous nous préoccuper le plus, maintenant et à l'avenir?
- De quelles options disposent les collectivités canadiennes pour gérer ces contaminants par le traitement des eaux usées?
- Quelles sont les possibilités et quels sont les compromis importants associés aux choix de traitement, notamment en matière de récupération des ressources, de coûts, d'adéquation socioéconomique et culturelle, et d'incidences sur des enjeux connexes telles que les émissions de gaz à effet de serre?

Un comité national d'experts, doté d'une solide compréhension collective de la base de connaissances et de la pratique dans les domaines du traitement et des répercussions des eaux, a été mis sur pied pour guider le processus. Le débat d'experts s'est enrichi de renseignements et d'études de cas d'autres experts canadiens connaissant les méthodes de traitement des eaux usées municipales, les répercussions et les évaluations environnementales concernant les eaux usées, ainsi que les aspects d'ordre juridique et communautaire. Le comité a recueilli les informations au fil d'une série de séances de travail, et les a complétées par un questionnaire national.

Le rapport a été préparé par le comité d'experts dans le but de fournir aux décideurs et aux intervenants de précieux renseignements pouvant les aider à choisir les investissements, les politiques et les pratiques les plus efficaces en matière de traitement des eaux usées. Dans ce rapport final, le comité d'experts :

- cerne là où le traitement des eaux usées représente une approche particulièrement efficace dans la protection de la santé humaine et de l'environnement;
- formule d'importantes possibilités et répercussions liées au traitement à venir des eaux usées au Canada;

- propose un plan directeur pour étayer les politiques, les règlements et le financement du gouvernement.

Dans le rapport, le terme « contaminant » a été utilisé pour englober les pathogènes, les nutriments, les métaux et les composants chimiques et physiques qui sont générés ou concentrés par la société et qui peuvent potentiellement nuire à la santé publique et aux milieux récepteurs.

Le terme « nouveaux contaminants préoccupants » désigne des contaminants non classiques qui ont été (ou seront) décelés dans des effluents d'eaux usées, et dont on ne comprend pas encore bien les risques potentiels pour la santé publique et environnementale. Selon les sources, ces contaminants étaient aussi appelés « contaminants émergents », « nouvelles substances préoccupantes », « contaminants traces », « micropolluants » ou « microcontaminants ».

Le terme « contaminants organiques traces » désigne la grande diversité de substances organiques présentes en faible concentration dans les effluents des eaux usées, notamment les perturbateurs endocriniens, les produits pharmaceutiques et de soins personnels. Bien que certains contaminants organiques traces puissent être des nouveaux contaminants préoccupants, ce dernier groupe englobe également d'autres substances nouvelles et incertaines, telles que les microplastiques et les nanoparticules.

Le terme « station d'épuration des eaux usées » (SEEU) est utilisé dans ce rapport, bien que certaines instances utilisent maintenant le terme « station de récupération des ressources de l'eau » (StaRRE), pour souligner une approche plus holistique de la gestion des eaux urbaines. Les SEEU municipales désignent ces services publics locaux ou régionaux, ou ces installations d'assainissement provinciales ou autochtones qui reçoivent les eaux usées collectées pour les traiter et les libérer dans l'environnement.

Pour obtenir d'autres définitions des termes utilisés dans le présent rapport, veuillez consulter le glossaire à l'annexe 1.

Sommaire

Il est primordial pour les Canadiens de tout le pays, dans les petites collectivités autant que dans les grandes villes, que les eaux usées soient gérées de façon efficace. Les progrès réalisés en gestion des eaux usées font partie intégrante du succès que connaît le Canada en matière de protection de la santé humaine et de l'environnement. Le défi qui nous attend est de prendre en charge la complexité grandissante des déchets générés par notre société. Il nous faut examiner comment faire des investissements stratégiques qui maximisent les bénéfices pour la société et l'environnement et préparent nos réseaux d'eaux usées à répondre aux incertitudes de l'avenir.

Le portrait actuel de la gestion des eaux usées au Canada est très varié. Il est le reflet de plus d'un siècle d'élaboration de solutions aux besoins locaux en matière de gestion des déchets dans des lieux très différents. Nous sommes maintenant aux prises avec une gamme de plus en plus complexe de substances chimiques qui aboutissent dans nos eaux usées et qui suscitent des inquiétudes et des incertitudes quant à la nature de leurs effets. Malgré nos connaissances incomplètes des risques actuels et futurs associés aux eaux usées, nous ne pouvons pas suspendre la prise de décisions. Les décideurs doivent agir maintenant.

Puisque les investissements que feront les municipalités et les services publics dans les réseaux d'eaux usées seront immobilisés pour des décennies, les questions ne sont pas uniquement « Que sommes-nous obligés de faire? », mais aussi « Qu'est-il logique de faire maintenant? » Pour aller de l'avant, il faut notamment prendre les meilleures décisions fondées sur les preuves, soupeser les coûts et les bénéfices de ces choix pour nos collectivités et l'environnement, et continuer de s'adapter à mesure que progressent la science et nos connaissances. Pour appuyer les décideurs qui doivent répondre aux questions et préoccupations des Canadiens concernant le caractère adéquat de nos réseaux d'eaux usées, le Réseau canadien de l'eau a mobilisé un comité national d'experts dont la tâche était d'évaluer où nous en sommes et comment le Canada peut maximiser les bénéfices et minimiser les risques pour la société et l'environnement par le biais d'investissements dans les réseaux d'eaux usées.

Principaux constats

Grâce aux recherches, aux discussions et aux commentaires de spécialistes nationaux de partout au pays, les experts du comité ont pu formuler des messages clés concernant les besoins du Canada en matière de traitement des eaux usées :

- Pour réagir aux multiples préoccupations et incertitudes auxquelles est maintenant confronté le secteur des eaux usées, il convient d'utiliser une approche de gestion axée sur les risques, dans le cadre d'un engagement envers la surveillance de l'environnement et la gestion adaptative.

- La gestion des eaux usées devrait s’inscrire dans une démarche intégrant les bassins versants, et accordant une place tout aussi importante au contrôle à la source pour ce qui est d’atténuer les risques au sein d’une approche à barrières multiples.
- Bien que les normes réglementaires jettent des bases solides, il convient d’encourager et de récompenser l’adoption de politiques, de pratiques, de technologies et d’autres solutions qui sont appropriées pour une communauté, et qui apportent des avantages supplémentaires à la société et à l’environnement.
- Le Canada doit avoir un portrait plus précis de son secteur de gestion des eaux usées, y compris des pratiques de séparation des égouts.
- Le choix de la meilleure solution de gestion des eaux usées pour protéger la santé humaine et l’environnement doit être dicté par la diversité géographique et culturelle de chaque lieu au pays.
- Il importe de promouvoir et de favoriser les innovations qui contribuent à réduire les risques multiples ou incertains, tout en améliorant l’ensemble des résultats pour la société et l’environnement par des avantages connexes.
- Des recherches actives et intégrées sont nécessaires pour appuyer la prise de décisions fondées sur des données scientifiques et le transfert de technologies dans le cadre de la gestion des eaux usées. Pour évaluer les répercussions, ainsi que pour déterminer si les mesures de gestion permettent d’obtenir des avantages durables pour l’environnement, une surveillance de ce dernier s’impose.

Réponses aux grandes questions

De quels contaminants présents dans les eaux usées devrions-nous nous préoccuper le plus, maintenant et à l’avenir?

Le retrait de la matière organique et l’élimination des pathogènes restent les objectifs essentiels de l’épuration des eaux usées. Nous devons continuer à faire preuve de vigilance pour nous assurer que nous gérons ces contaminants, non seulement dans les grands centres urbains, mais partout au pays. Les nutriments sont aussi un problème connu et il convient d’assurer une surveillance pour déterminer les endroits nécessitant un assainissement supplémentaire. Les preuves scientifiques sont suffisantes pour indiquer que certains nouveaux contaminants préoccupants (NCP), comme les œstrogènes (perturbateurs endocriniens), sont susceptibles de poser un risque important pour l’environnement, et que les traitements conventionnels

effectués dans les règles de l'art peuvent aider à réduire les expositions environnementales. Il est vrai que la science n'a pas encore permis de déterminer quels sont les contaminants les « plus importants » dans la longue liste de NCP. Les décisions éclairées sur les mesures à prendre doivent être guidées par un cadre fondé sur les risques.

De quelles options disposent les collectivités canadiennes pour gérer ces contaminants par le traitement des eaux usées?

Il existe des technologies établies et d'autres en évolution permettant de gérer les contaminants classiques et connus. Il est logique de tirer parti de ce que nous savons de ces technologies pour déterminer où une optimisation de leur utilisation est également susceptible d'entraîner une réduction des risques liés aux NCP. Au moment d'investir dans des mises à niveau pour respecter des normes plus sévères régissant les effluents ou pour augmenter la capacité, il peut être très intéressant d'envisager l'optimisation des procédés existants et leur modernisation par des technologies plus perfectionnées qui peuvent avoir des avantages concomitants. Le traitement n'est qu'un aspect de la gestion des eaux usées, et il serait également important de prendre en considération l'efficacité d'autres options comme le contrôle à la source, la séparation des égouts et l'utilisation de solutions non technologiques.

Quelles sont les possibilités et quels sont les compromis importants associés aux choix de traitement, notamment en matière de récupération des ressources, de coûts, d'adéquation socioéconomique et culturelle, et d'incidences sur des enjeux connexes telles que les émissions de gaz à effet de serre?

L'augmentation des capacités de traitement comporte non seulement des coûts accrus, mais peut aussi être associée à des inconvénients comme l'augmentation de l'empreinte énergétique ou le transfert du risque par le biais de la gestion des résidus. Cela souligne l'importance de tenir compte d'un ensemble plus vaste de considérations environnementales et sociétales, telles que l'adaptabilité, l'application du principe de prudence, la résilience, les aspects socioéconomiques, les besoins culturels et les risques émergents, de même que des possibilités d'obtenir des avantages concomitants importants (p. ex., en récupérant les ressources). Il faut accorder la priorité aux avantages environnementaux liés à la réduction de l'utilisation de l'énergie et des émissions de GES, grâce à l'optimisation des procédés existants et l'utilisation de technologies et solutions novatrices, et promouvoir les mesures en ce sens. L'approche « prête pour l'avenir » à privilégier sera forcément la plus logique pour chaque contexte géographique, culturel et environnemental, et celle qui s'avèrera à la fois rentable et durable.

Un plan pour l'avenir

Puisque les dépenses majeures d'infrastructure ont des implications à long terme, nous devons prendre dès maintenant des décisions judicieuses et stratégiques. Il faudra associer aux exigences réglementaires suffisamment rigoureuses établissant les normes minimales des conditions permettant aux innovations sur place d'assurer que nos systèmes peuvent répondre aux besoins actuels et futurs. Les recommandations au gouvernement fédéral qui suivent constituent un plan directeur qui permettra au Canada d'aller de l'avant :

1. Travailler avec toutes les parties prenantes (responsables provinciaux, territoriaux, locaux et détenteurs de droits des Premières Nations) pour élaborer une approche efficace de gestion des risques tenant compte de la complexité et de la nature changeante des mélanges de produits chimiques dans les eaux usées et de leurs effets observés dans l'environnement et sur la santé humaine. Au cœur de ce travail, s'inscrirait une approche selon le principe de prudence, reposant sur les meilleures connaissances scientifiques et autochtones, et tenant compte de la gestion des incertitudes selon une optique adaptative.
2. Établir un important réseau coordonné à l'échelle nationale permettant la collecte, l'évaluation et le partage de données sur le traitement des eaux usées entre les municipalités et les services publics du Canada. Envisager la création d'une autre étude semblable à *l'Enquête sur l'eau potable et les eaux usées des municipalités*, avec la participation des Premières Nations, ainsi que d'une base de données accessible à l'échelle nationale. Une collaboration efficace entre les provinces, les territoires, les Premières Nations et le gouvernement fédéral est nécessaire à la construction de cette base de données.
3. Encourager et récompenser l'innovation dépassant les normes réglementaires minimales actuelles, afin de continuer à minimiser les risques et à maximiser les avantages pour la société et l'environnement. Favoriser une évaluation des technologies de traitement, nouvelles ou modifiées, grâce à des recherches et à des essais pilotes pour générer une palette de solutions visant à orienter les décisions en matière d'investissement. Cela comprendrait un recueil d'exemples clés mettant l'accent sur la façon de tirer des avantages concomitants de l'optimisation et de l'innovation dans le cadre de la gestion des eaux usées. Ces mesures soutiendraient le programme d'Infrastructure Canada visant l'amélioration du réseau d'eaux usées et la récupération des ressources.

4. Favoriser une approche propre au site, fondée sur les risques pour le milieu récepteur, pour l'atteinte des objectifs en matière de règlements, de surveillance et de qualité de l'eau. Cela inciterait également les instances à développer des programmes de protection des sources d'eau comprenant des volets visant les réseaux d'égout et accordant la priorité aux solutions de contrôle à la source. Reconnaître les lieux où il est plus efficace de maintenir les contaminants à l'extérieur du réseau que d'essayer de les supprimer des eaux usées par un traitement.
5. Prendre en considération des aspects liés à la gestion des eaux usées, lorsque c'est possible, y compris l'échange de crédits de qualité de l'eau, dans le cadre d'une approche intégrée de gestion et de gouvernance des bassins versants. En plus du contrôle à la source, d'autres possibilités non techniques pourraient être envisagées afin de gérer et de réduire les risques pour les communautés locales et l'environnement.
6. Coordonner l'investissement dans la recherche basée sur la science et les connaissances autochtones ainsi que dans le transfert de technologie pour améliorer la compréhension des risques et reconnaître les avantages concomitants (p. ex., centres d'excellence, diffusion des données, études de cas de réussite ou d'échec, études pilotes de stations d'épuration, coordination de la recherche, certification des procédés). Ce projet sera difficile, mais nécessaire, et doit être mené par le gouvernement fédéral et les gouvernements autochtones de l'ensemble du Canada.
7. Élaborer un projet fédéral pour exiger un document de planification stratégique sur la préparation pour l'avenir comme condition à l'obtention immédiate de financement à long terme, tenant compte des commentaires de l'ensemble des intervenants et de la récupération des ressources, et prévoyant un calendrier de mise en œuvre. Ce document appuiera le financement de technologies éprouvées et prometteuses, et autorisera une souplesse quant au choix de solutions adaptées à la communauté, qui s'avèrent appropriées, robustes et qui offrent un grand nombre de répercussions positives.

1. Introduction

Comme pays, nous faisons face à des défis complexes posés par le traitement des eaux usées générées par la société moderne. Nos eaux usées contiennent des déchets organiques d'origine humaine, ainsi qu'une multitude de produits chimiques qui se retrouvent dans les cours d'eau du Canada, et qui peuvent avoir une incidence négative sur l'environnement, la santé publique et l'économie. Les défis que pose la lutte contre

Le Canada doit étudier des moyens de maximiser les avantages et de minimiser les risques pour la société par ses investissements dans le traitement des eaux usées.

ces éventuelles menaces continueront de croître, et, pour les relever, il faudra que les autorités municipales, provinciales et fédérales examinent attentivement la façon de minimiser les dommages tout en saisissant les occasions d'obtenir des avantages, et de maximiser les investissements dans les réseaux publics.

De nombreux experts participant à la conception, à la gestion et à la réglementation des systèmes d'eaux usées, ainsi qu'à la recherche à leur sujet, se demandent si les pratiques actuelles en matière de traitement, de même que les règlements et les normes de qualité de l'eau qui les façonnent, sont suffisants pour répondre aux besoins de demain en matière d'environnement et de santé publique. Les conditions et le rendement du traitement des eaux usées diffèrent considérablement d'un endroit à l'autre au Canada, même en ce qui concerne la gestion des polluants classiques. Bien que de nombreuses collectivités aient considérablement perfectionné leurs procédés, il y a encore des endroits au Canada où l'on utilise que les traitements de base et où des mises à niveau seront nécessaires pour respecter les échéances prochaines des nouvelles normes minimales du pays.

Les importants investissements prévus et éventuels offrent l'occasion d'examiner avec soin comment aborder les besoins changeants du Canada et outiller les collectivités pour qu'elles puissent répondre aux demandes éventuelles et relever les défis à venir. Nos collectivités ont beaucoup changé depuis la conception et la construction de la plupart des premières stations d'épuration des eaux usées. Ces systèmes publics sont maintenant aux prises avec un ensemble plus vaste de préoccupations en matière de contaminants, ainsi qu'avec des problèmes dépassant les risques liés aux contaminants, tels que l'importance accrue de la conservation de l'énergie, des émissions de gaz à effet de serre et de la récupération des ressources.

Le Réseau canadien de l'eau et Environnement et Changement climatique Canada partagent un même objectif, soit celui de faire progresser les connaissances qui contribuent à la gestion des substances nocives dans nos eaux usées, en cernant notamment les investissements, les politiques et les pratiques en matière de traitement des eaux usées qui sont les plus efficaces.

Avec un soutien financier de 400 000 \$ d'Environnement et Changement climatique Canada, le Réseau canadien de l'eau a entamé un processus visant à fournir une analyse prospective de la façon dont le Canada peut maximiser l'investissement et les avantages tout en minimisant les risques pour la société et l'environnement.

2. Méthodologie du projet

Pour prendre des décisions efficaces, il nous faut une vision claire de la gestion des contaminants dans les eaux usées au Canada, incluant ce que nous savons, ce que nous ignorons, et les voies de progrès à privilégier.

En octobre 2017, le Réseau canadien de l'eau a réuni un comité national d'experts. Dirigé par Donald Mavinic (Ph. D.) de l'Université de la Colombie-Britannique, le comité se composait de huit éminents spécialistes du traitement des eaux usées municipales, de l'impact des contaminants dans les eaux usées, des répercussions sur l'environnement et

l'écosystème, de la récupération des ressources des eaux usées, et des plus larges implications juridiques et socioéconomiques des rejets d'effluents d'eaux usées (Annexe 2). Afin de définir les orientations qui permettront d'éclairer les investissements stratégiques en matière d'eaux usées, et les futures politiques et pratiques relatives aux contaminants dans les eaux usées, le comité d'experts s'est penché sur ces questions fondamentales :

- De quels contaminants présents dans les eaux usées devrions-nous nous préoccuper le plus, maintenant et à l'avenir?
- De quelles options disposent les collectivités canadiennes pour gérer ces contaminants par le traitement des eaux usées?
- Quelles sont les possibilités et quels sont les compromis importants associés aux choix de traitement, notamment en matière de récupération des ressources, de coûts, d'adéquation socioéconomique et culturelle, et d'incidences sur des enjeux connexes telles que les émissions de gaz à effet de serre?

Dix-huit autres experts ont été invités à participer aux séances de travail du comité le 25 octobre 2017 à Vancouver, les 11 et 12 décembre 2017 à Toronto, les 16 et 17 janvier 2018 à Winnipeg, et le 31 janvier et 1^{er} février 2018 à Montréal (Annexe 3). On leur a demandé de présenter leurs réflexions sur toute une gamme de sujets précis et de particularités géographiques, notamment sur la réglementation, les pratiques municipales de traitement des eaux usées, les nouveaux contaminants préoccupants dans les eaux usées, les impacts environnementaux associés aux eaux usées, les aspects d'ordre juridique et communautaire, et les technologies de traitement.

D'autres commentaires ont été obtenus par le biais d'un questionnaire en ligne auquel ont répondu 78 experts représentant une large gamme de perspectives et de secteurs de toutes les régions géographiques du Canada. Le Réseau canadien de l'eau a travaillé avec le comité d'experts à l'élaboration du questionnaire qui a été structuré pour fournir de l'information sur les grandes questions à l'étude.

En plus des quatre séances de travail et du questionnaire national, le comité d'experts a pu bénéficier d'analyses documentaires de haut niveau dans les domaines pertinents à leurs discussions. Ces analyses sont résumées dans quatre documents complémentaires :

- Document complémentaire 1 – Sommaire des résultats du questionnaire national
- Document complémentaire 2 – Règlements et pratiques de traitement des eaux usées au Canada et ailleurs dans le monde
- Document complémentaire 3 – Les contaminants dans les effluents d'eaux usées municipales
- Document complémentaire 4 – Survol des technologies de traitement des eaux usées

Ce rapport final, préparé par le comité d'experts, est basé sur ces connaissances collectives et il présente une feuille de route pour l'avenir.

3. Le traitement des eaux usées au Canada

Au centre des réseaux publics, les stations d'épuration des eaux usées (SEEU) municipales jouent un rôle essentiel pour protéger la santé humaine et l'environnement des contaminants que nous produisons. Conçues d'abord et principalement pour traiter les déchets humains organiques, elles ont évolué ces dernières années pour pouvoir traiter d'autres contaminants générés par la société moderne et rejetés dans l'environnement par les eaux usées.

La gestion des eaux usées municipales revêt une importance primordiale pour l'ensemble des Canadiens; globalement, elle constitue une réussite sur lequel le pays devrait s'appuyer.

Dans le passé, les déchets domestiques étaient recueillis, acheminés puis déversés dans les rivières, les lacs ou les océans. Le fait d'éloigner ainsi les rejets de nos communautés, en utilisant l'eau comme véhicule, a établi le modèle d'ingénierie sanitaire toujours ancré dans la gestion moderne des eaux usées municipales. C'est au 20^e siècle que les municipalités ont commencé à traiter leurs eaux usées, essentiellement pour réagir à la dégradation des écosystèmes aquatiques imputable aux matières organiques ou à des effets toxiques aigus. L'élimination d'une grande partie de la charge organique a entraîné la nécessité de gérer les solides (boues), ce qui

demeure un élément central des technologies de traitement des eaux usées. Il a fallu affiner les approches de traitement pour parer à des risques publics ou environnementaux précis, tels que ceux posés par les agents pathogènes et les métaux, ou à la nécessité de réduire davantage les apports en nutriments. Au cours des dernières décennies, dans la foulée du développement mondial, de l'urbanisation importante et d'avancées particulières dans les capacités analytiques, les recherches ont permis d'identifier dans les eaux usées domestiques de nombreux autres éléments chimiques, microbiens et physiques. Cela a élargi de manière importante l'éventail de considérations liées aux éléments visés par le traitement des eaux usées, et à l'approche qu'il faudrait utiliser pour résoudre efficacement la liste toujours plus longue des problèmes possibles.

3.1 Bref historique du traitement des eaux usées

Le modèle actuel de gestion des eaux usées reflète plus d'un siècle de développement de réseaux conçus pour transporter en toute sécurité les rejets loin de nos villes et traiter les problèmes générés par l'ajout de déchets humains dans les eaux de surface.

La gestion des eaux usées municipales trouve son origine dans la nécessité de résoudre le problème des déchets humains et domestiques des collectivités. L'amélioration de l'assainissement par la gestion et le traitement des eaux usées, associée à l'épuration et à la désinfection des sources d'eau potable, ont joué un rôle clé dans la protection de la santé publique. Ces mesures sont largement considérées comme deux des interventions de santé publique les plus réussies du siècle dernier.

19^e siècle : début de l'égout sanitaire et de la gestion des eaux usées municipales

- Les villes industrialisées croissant rapidement, les déchets humains, domestiques et autres rejets sont collectés et éliminés par les caniveaux et les drains.
- La pollution des plans d'eau à proximité entraîne des conditions de vie intolérables (p. ex., « La Grande Puanteur » de la Tamise de Londres, en 1858).
- Les villes commencent à construire des réseaux sanitaires de collecte des eaux usées, utilisant principalement l'eau comme véhicule pour acheminer les déchets et les déverser dans les eaux de surface à proximité.
- La théorie des germes de Louis Pasteur, selon laquelle l'exposition aux déchets humains et à l'eau contaminée est responsable de la propagation de maladies comme la typhoïde, la dysenterie et le choléra, est dorénavant largement acceptée.

Début du XX^e siècle : premiers traitements des eaux usées municipales

- Les responsables de villes du monde entier se rendent compte de l'importance de développer des réseaux d'égout sanitaires et des traitements de l'eau potable pour gérer les risques pour la santé.
- L'utilisation de plus en plus répandue de toilettes à chasse d'eau par les populations croissantes favorise l'acheminement direct et en plus grandes quantités des déchets humains dans les eaux réceptrices, ce qui entraîne un appauvrissement important en oxygène et une forte dégradation des systèmes aquatiques.
- On tente alors d'éliminer physiquement les solides des eaux usées avant leur déversement en ayant recours à la sédimentation par densité (traitement primaire). Il en résulte une boue, un sous-produit du traitement.
- L'élimination partielle des matières organiques ne permet pas de restaurer la santé du milieu dans les zones où la dilution par les eaux réceptrices est insuffisante pour traiter la charge organique restante, dissoute et en suspension.
- Au Royaume-Uni, les recommandations de la Commission royale donnent lieu au concept de la mesure de la demande biochimique en oxygène (DBO) dans les effluents d'eaux usées.
- Jalon important de l'évolution du traitement des eaux usées, le traitement biologique par boues activées (traitement secondaire) voit le jour au Royaume-Uni. Il consiste à utiliser des micro-organismes pour dégrader les matières organiques dissoutes ou en suspension dans les eaux usées.
- L'ajout du procédé des boues activées entraîne la nécessité d'aérer (c.-à-d., d'ajouter de l'air dans les eaux usées et les boues) pour stimuler l'action dégradante des microbes sur les matières dissoutes et organiques.

Mi-20^e siècle : reconnaissance d'autres problèmes d'ordre chimique et intérêt croissant pour les nutriments

- Bien que certaines villes du Canada adoptent déjà un traitement secondaire dès les années 1920 (Ville de Guelph, 2003), au milieu du siècle, de nombreux réseaux ont encore principalement recours à la dilution dans les eaux réceptrices, déversant directement dans les plans d'eau leurs eaux usées peu ou pas traitées. En 1951, 80 % de toutes les eaux usées au Canada étaient rejetées dans des plans d'eau sans aucun traitement (Society Notes, 2017).

- Au cours de la seconde moitié du 20^e siècle, les villes rejetant leurs effluents dans des plans d'eau intérieurs adoptent de plus en plus le traitement secondaire. Ainsi, la ville de Winnipeg est passée au traitement secondaire en 1964 (Ville de Winnipeg, 2016), les villes de Calgary et Hamilton ont mis leur système à niveau au début des années 1970 (City of Calgary, 2010; Hamilton Public Works, s. d.), et la ville d'Ottawa a modernisé ses installations entre 1988 et 1993 (Ville d'Ottawa, s. d.).
- Au début des années 1970, on découvre que le phosphore est le principal nutriment limitatif responsable de l'eutrophisation (Schindler, 1974), ce qui entraîne une reformulation des détergents à lessive.
- À la suite de la signature de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs en 1972, l'Ontario commence à moderniser l'ensemble de ses stations d'épuration des eaux usées. Dans l'Est du Canada, les SEEU commencent à mettre en œuvre des méthodes de précipitation chimique pour réduire la teneur en phosphore.
- Dans les années 1980, la Colombie-Britannique importe le procédé d'élimination biologique des nutriments (EBN) qui élimine davantage de nutriments que le traitement secondaire conventionnel (étude de cas n° 1).
- Pour réduire les risques liés aux pathogènes, certains systèmes de traitement soumettent les effluents terminaux à une désinfection à l'aide de composés à base de chlore ou, plus récemment, grâce à l'ozone ou à la lumière ultraviolette (UV), afin de détruire les pathogènes résistants.

De la fin du 20^e siècle à aujourd'hui : nouvelles préoccupations et technologies, récupération des ressources

- Parallèlement à une croissance rapide des capacités d'analyse, la recherche permet de détecter de nombreux contaminants distincts dans les eaux usées, les eaux réceptrices, ainsi que les organismes et sédiments aquatiques.
- L'adoption de la réglementation fédérale sur les effluents d'eaux usées aura pour effet la poursuite des mises à niveau au traitement secondaire, surtout dans les petites collectivités et les régions côtières.
- De nombreuses SEEU au Canada ont adopté des technologies de traitement complémentaire, comme la cogénération (à Vancouver, Lethbridge et Hamilton), la récupération du phosphore (à Saskatoon), l'oxydation anaérobie de l'ammoniac (à Guelph) et les bioréacteurs à membrane (BRM) (à London).

À l'origine, la gestion des eaux usées au Canada visait à séparer les eaux usées des gens, puis elle s'est axée sur les objectifs traditionnels : l'élimination des débris, les composés organiques du carbone, et les menaces graves pour la santé humaine ou celle de l'écosystème. La caractérisation de risques importants associés à d'autres composants des eaux usées, comme les nutriments, les métaux, les contaminants classiques et les perturbateurs endocriniens, a permis de mettre au point des capacités de traitement plus perfectionnées, dont l'adoption au pays demeure variable et à la discrétion des autorités provinciales. Parmi les considérations plus récentes, mentionnons une longue liste de contaminants, souvent à l'état de trace. Ces dangers potentiels, associés à un intérêt croissant pour la récupération des ressources, orientent la discussion sur la question de savoir si l'augmentation du nombre de systèmes de traitement existants ou l'application de nouvelles technologies ou approches peuvent satisfaire de manière durable aux besoins du Canada en matière de santé publique et de l'environnement.

ÉTUDE DE CAS N° 1

L'avènement de l'élimination biologique des nutriments dans l'Ouest canadien

Au milieu des années 1980, une station d'épuration des eaux usées (SEEU) moderne a été conçue et construite à Kelowna, en Colombie-Britannique. Il s'agissait de la première usine en Amérique du Nord à utiliser un procédé biologique pour récupération des nutriments (élimination biologique des nutriments – EBN), notamment le phosphore et l'azote, dans des conditions variées de températures du liquide.

Cette technologie a été lancée par James Barnard (Ph. D.) en Afrique du Sud. Bill Oldham, professeur émérite à l'Université de la Colombie-Britannique (UBC) a fait équipe avec M. Barnard et, avec le soutien du gouvernement fédéral, ils ont construit la première station pilote d'EBN en Amérique du Nord sur le campus universitaire. L'équipe de recherche de M. Oldham s'est surtout concentrée à étudier l'élimination de l'azote et du phosphore en fonction de diverses températures froides du liquide. Leur base de données a servi de critères de conception pour la SEEU de Kelowna. Suite au succès opérationnel de la station, notamment de faibles teneurs en azote et en phosphore, et parallèlement à l'Étude sur le bassin versant de l'Okanagan (confirmant la sensibilité du bassin de l'Okanagan aux charges excessives de phosphore), la technologie d'EBN s'est étendue de la région de Shuswap de la Colombie-Britannique jusqu'à la frontière canado-américaine plus au sud. Par la suite, l'utilisation de cette méthode de contrôle des nutriments s'est propagée à l'Alberta, la Saskatchewan et le Manitoba.

Contribution de Donald Mavinic, Ph. D., Université de la Colombie-Britannique

3.2 Les approches de traitement des eaux usées et la réglementation afférente

Au Canada, l'évolution du traitement des eaux usées a donné lieu à une vaste gamme d'approches au pays — de peu ou pas de traitement à des systèmes de pointe.

L'approche du Canada à l'égard des eaux usées est semblable à celle de la plupart des pays. L'eau est utilisée pour évacuer les excréments humains, les déchets domestiques et certains déchets commerciaux. Il en résulte des déchets liquides (les eaux usées) que l'on collecte, traite

et rejette ensuite dans des eaux réceptrices. Selon l'endroit, ces eaux peuvent être douces, saumâtres ou marines. Les procédés de traitement des eaux usées consistent généralement en un procédé d'épuration à passage unique permettant de gérer les effluents rejetés et la boue produite lors du traitement. Par contre, dans certaines installations de pointe, il peut y avoir récupération de l'eau ou d'autres ressources comme de l'énergie et des nutriments. Les niveaux de traitement varient considérablement d'un bout à l'autre du Canada.

Selon la plus récente *Enquête sur les eaux potables et les eaux usées des municipalités canadiennes* (EEPEUM; d'après des données de 2009), approximativement 87 % de la population canadienne est desservie par un réseau d'égout relié à un type quelconque de traitement des eaux usées, et cette proportion est demeurée stable depuis la fin des années 1980 (Environnement Canada, 2011). Le reste de la population utilise des systèmes septiques (12 %) ou a recours à un réseau de transport des eaux usées (0,5 %). La forme la plus courante de traitement est le traitement mécanique secondaire (~55 %), mais pour 7 % de la population, le traitement secondaire se fait dans des étangs de stabilisation (souvent appelés « étangs d'épuration ») (Figure 1). Pour approximativement 17 % de la population, les eaux usées sont soumises à un traitement tertiaire (ou complémentaire), tandis que 18 % de la population ne bénéficie que d'un traitement primaire. Enfin, les eaux usées de 3 % de la population ne sont pas traitées ou elles ne sont soumises qu'à un traitement préliminaire (comme le dégrillage et le dessablage). Notons que puisque les niveaux de traitement étaient autodéclarés par les répondants à l'EEPEUM, il peut y avoir certaines variations au sein des grandes catégories de traitement. De même, comme la récente réglementation fédérale exige le traitement secondaire pour la majorité des SEEU, les niveaux actuels de traitement des eaux usées sont probablement supérieurs à ceux enregistrés en 2009. L'Enquête n'incluait pas de données provenant des communautés autochtones, mais d'autres évaluations ont indiqué que bon nombre de ces systèmes d'assainissement des eaux usées rejettent des effluents qui n'ont pas reçu de traitement adéquat et présentent des risques pour la santé et la sécurité (Affaires autochtones et du Nord Canada, 2011).

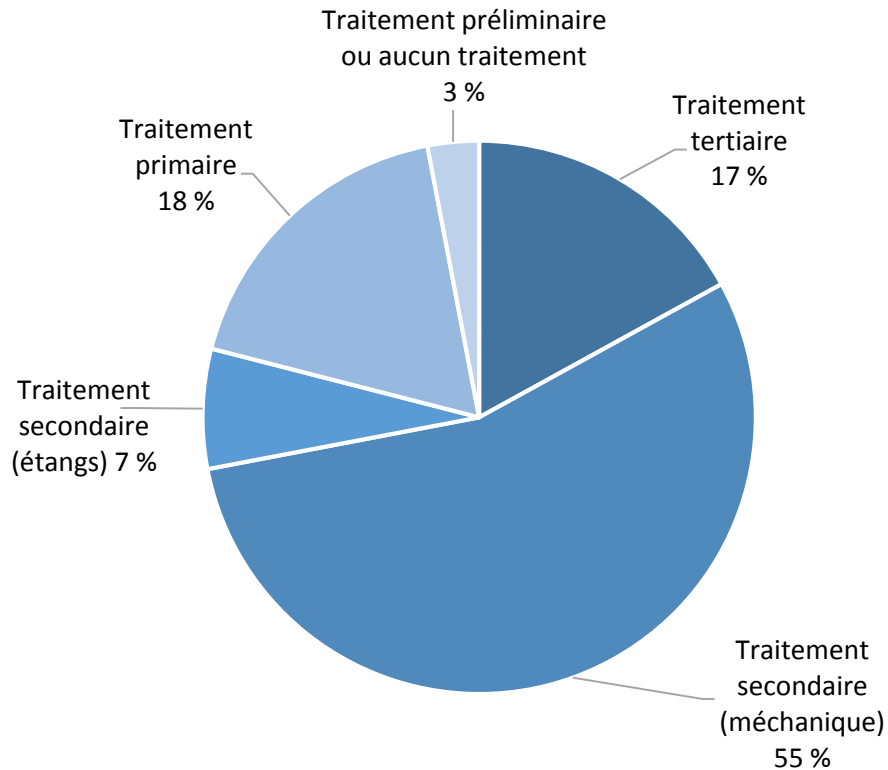


Figure 1. Niveaux de traitement des eaux usées au Canada pour la population desservie par un réseau d'égout. Les données proviennent du *Rapport de 2011 sur l'utilisation de l'eau par les municipalités* (Environnement Canada, 2011), d'après les données de 2009 recueillies dans le cadre de l'*Enquête sur les eaux potables et les eaux usées des municipalités canadiennes*.

Au Canada, les niveaux de traitement dans les grands secteurs densément peuplés sont généralement plus élevés que dans les régions à faible densité de population. De plus, les installations qui déversent leurs effluents dans des eaux intérieures ont habituellement des niveaux plus élevés de traitement que celles qui déversent leurs effluents dans la mer ou dans de grands cours d'eau qui coulent directement vers la mer (Environnement Canada, 2011; Holeyton *et al.*, 2011). Par exemple, moins de 50 % de la population du Québec et des provinces de l'Atlantique est desservie par un traitement secondaire, tandis qu'en Ontario et au Manitoba, plus de 90 % de la population est desservie par au moins un traitement secondaire des eaux usées. En outre, là où l'accès à de grands plans d'eau est limité et les demandes de ressources en eau sont les plus grandes, le niveau de traitement des eaux usées est habituellement élevé. Par exemple, ce sont les provinces des Prairies qui utilisent le plus d'eau par unité de débit (Statistique Canada, 2009) et la plupart des grandes villes des Prairies effectuent un traitement tertiaire des effluents d'eaux usées à l'aide de la technologie d'élimination biologique des nutriments (EBN). Dans l'ensemble du pays, les petites collectivités (< 3 000 habitants) utilisent des systèmes d'étangs d'épuration et on les compte en plus grand nombre que les systèmes de traitement mécanique (Oleszkiewicz *et al.*, 2015).

3.2.1 Les lois fédérales

La *Loi sur les pêches* (1985) est le principal instrument fédéral pour contrôler les impacts environnementaux des rejets d'eaux usées. Les dispositions relatives à la prévention de la pollution de la Loi, qui sont administrées par Environnement et Changement climatique Canada, interdisent le rejet de substances nocives dans des eaux où vivent des poissons, à moins d'une autorisation obtenue par règlement. C'est en vertu de cette Loi qu'ont été établies les premières normes nationales de traitement des eaux usées. Le *Règlement sur les effluents des systèmes d'assainissement des eaux usées* (RESAEU; DORS/2012-139; Gouvernement du Canada, 2012) établit les normes de base de qualité des effluents municipaux et inclut des limites pour :

- les matières en suspension
- les matières exerçant une demande biochimique en oxygène de la partie carbonée
- le chlore résiduel total
- l'ammoniac non-ionisé

De plus, les effluents d'eaux usées ne doivent pas être d'une toxicité aiguë au point de rejet, d'après le test de toxicité aiguë de 96 heures sur la truite arc-en-ciel. Le RESAEU précise les exigences concernant la surveillance des effluents, la tenue de registre et les rapports (Gouvernement du Canada, 2017-c). Le Règlement fédéral ne s'applique pas aux systèmes d'assainissement des eaux usées qui recueillent un volume moyen journalier inférieur à 100 m³ d'eaux usées, ni aux installations situées dans les Territoires du Nord-Ouest, au Nunavut et au nord du 54^e parallèle au Québec ou à Terre-Neuve-et-Labrador.

Le RESAEU est entré en vigueur en juin 2012 et c'est à partir du 1^{er} janvier 2015 que sont entrées en vigueur les normes de qualité des effluents (Gouvernement du Canada, 2012). Les exploitants des systèmes d'assainissement des eaux usées qui ne respectaient pas les normes pouvaient demander l'autorisation spéciale de continuer à rejeter leurs effluents, mais sont tenus de moderniser leurs installations d'ici la fin de 2020, 2030 ou 2040, selon le risque associé aux effluents d'eaux usées. Lorsque des règlements provinciaux ou territoriaux sur les eaux usées sont jugés équivalents au RESAEU, un accord d'équivalence bilatéral peut être mis en place. Les provinces du Nouveau-Brunswick et de la Saskatchewan ont également des ententes administratives bilatérales qui instaurent un mode de gouvernance à guichet unique pour l'administration du RESAEU.

La mise en œuvre fédérale du RESAEU découle des recommandations incluses à la stratégie pancanadienne conçue et approuvée par le Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME). Le CCME souhaitait par cette stratégie concevoir une approche normalisée de gestion des eaux usées municipales au Canada, pour harmoniser les rapports sur les eaux usées par le biais d'un guichet unique, et pour assurer un niveau de base de protection de l'environnement (Conseil canadien des ministres de l'environnement, 2009). En plus d'établir des normes de rendement nationales et des échéanciers pour s'y conformer, la stratégie du CCME

recommandait l'observation d'exigences en matière de suivi et de rapport, et proposait un plan économique pour les mises à niveau requises. La stratégie encourageait également la réduction des polluants à la source, et elle soulignait l'importance de la surveillance environnementale à l'échelle du bassin versant pour s'assurer de la protection de l'environnement.

En plus de la *Loi sur les pêches*, la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* (LCPE) est aussi utilisée pour gérer les substances toxiques. Ce cadre juridique peut contribuer à améliorer la qualité des effluents d'eaux usées en contrôlant l'utilisation de substances qui sont difficiles à traiter. En outre, en vertu de la LCPE, les propriétaires ou exploitants des installations de traitement des eaux usées qui satisfont aux critères de déclaration d'après leur taille et leurs charges de polluants, sont tenus de déclarer certains rejets à l'Inventaire national des rejets de polluants (INRP). L'INRP surveille les émissions de polluants associées aux eaux usées municipales (comme l'ammoniac, le chlore et le phosphore). Les données de l'INRP incluent les émissions de polluants (dans l'atmosphère, l'eau et le sol) pour certaines substances chimiques en concentration supérieures à des seuils établis (c.-à-d. qu'elles ne se limitent pas aux effluents d'eaux usées) et elles peuvent être librement consultées par le public (Environnement et Changement climatique Canada, 2016). De plus, un plan de gestion des produits chimiques (PGPC) a été instauré dans le cadre de la LCPE (Gouvernement du Canada, 2017-a). Le PGPC inclut la surveillance et le suivi de certains produits chimiques dans les eaux usées, ainsi que dans diverses matrices environnementales comme l'atmosphère, les sédiments et l'eau. Vingt municipalités au Canada, représentant divers types de SEEU et de régions géographiques, participent au programme qui consiste à prélever des échantillons d'eaux usées et de solides à diverses étapes de traitement et d'analyser les paramètres habituels et des substances chimiques, métaux et composés organiques traces jugés prioritaires selon le PGPC. Les résultats fournissent de l'information sur l'élimination de diverses substances par le biais de différents procédés de traitement.

3.2.2 Perspectives régionales

Les provinces et les territoires en régime de dévolution (c.-à-d. le Yukon et les Territoires du Nord-Ouest) ont également le pouvoir d'imposer des exigences additionnelles ou plus strictes concernant les effluents d'eaux usées. De ce fait, on retrouve plusieurs réglementations et pratiques variées à l'échelle du pays. Par exemple, le Manitoba réglemente les charges en azote total, et plusieurs provinces (comme la Colombie-Britannique, l'Alberta, le Manitoba et l'Ontario) ont des exigences relatives à la teneur en phosphore total, que ce soit à la grandeur de la province ou pour certains sites précis (Oleszkiewicz *et al.*, 2015). D'autres règlements peuvent aussi s'appliquer aux eaux sensibles, comme les rigoureuses limites en phosphore (0,1 mg/L) pour les SEEU rejetant leurs effluents dans le bassin versant du lac Simcoe en Ontario. Les détails concernant la réglementation au sein des diverses instances canadiennes, tout particulièrement

les règlements complémentaires aux exigences du Règlement fédéral, sont présentés dans le document complémentaire 2.

Colombie-Britannique

En Colombie-Britannique, les niveaux de traitement des eaux usées varient considérablement, et cela dépend surtout de l'endroit où se font les rejets. Les installations permettant l'élimination biologique des nutriments (EBN) sont courantes à l'intérieur de la Colombie-Britannique, mais les niveaux de traitement des eaux usées ont tendance à être moins élevés dans les installations situées sur la côte. Par exemple, la Ville de Vancouver a trois stations de traitement secondaire et deux stations de traitement primaire. Le district régional du Grand Vancouver modernise actuellement sa SEEU North Shore (anciennement appelée Lion's Gate), passant d'un traitement primaire à un traitement secondaire conventionnel. Le district régional de la capitale à Victoria, qui n'effectue présentement aucun traitement et rejette en mer ses eaux usées non traitées par un exutoire en eaux profondes, entreprend actuellement à la construction d'une SEEU unique modernisée (avec récupération des ressources).

Provinces des Prairies

En Alberta, en Saskatchewan et au Manitoba, la majorité des grandes et moyennes SEEU municipales utilisent la technologie d'EBN. La ville de Saskatoon a également des installations post-traitement de récupération du phosphore en tant que ressource. En Alberta, la réglementation exige au moins un traitement tertiaire (incluant l'élimination du phosphore) pour les SEEU desservant une population de plus de 20 000 habitants (Government of Alberta, 2013). Le Manitoba est la seule province des Prairies disposant d'un règlement provincial concernant l'azote total (Manitoba, 2017). Dans les trois provinces des Prairies, ce sont les étangs facultatifs qui sont les plus courants pour les petites installations d'assainissement et ils sont en beaucoup plus grand nombre que les systèmes mécaniques. La majorité des effluents de l'Alberta, de la Saskatchewan et du Manitoba se déversent ultimement dans le lac Winnipeg, lequel a connu au cours des dernières années une grande prolifération d'algues et une eutrophisation considérable.

Ontario

En Ontario, la plupart des SEEU utilisent un procédé d'aération prolongée avec précipitation chimique du phosphore, à l'aide de sels de fer ou d'aluminium. La nitrification est aussi courante, mais la plupart des SEEU n'essaient pas d'éliminer l'azote total. Les niveaux de phosphore sont réglementés d'après la sensibilité des eaux réceptrices, telle qu'évaluée lors d'un processus d'autorisation environnementale. Les installations d'assainissement des eaux usées qui rejettent des effluents dans des plans d'eau sensibles, comme les Grands Lacs et le lac Simcoe, ont des exigences plus rigoureuses. Par exemple, les SEEU rejetant des effluents dans le bassin versant du lac Simcoe ont une limite pour le phosphore de 0,1 mg/L, soit la limite la plus rigoureuse de tout le pays (Oleszkiewicz *et al.*, 2015).

Québec

Au Québec, la majorité des petites collectivités sont desservies par des étangs aérés facultatifs pour l'épuration des eaux usées. L'entrée en vigueur du RESAEU a suscité l'application de normes plus strictes pour plusieurs paramètres, dont la demande biochimique en oxygène des matières carbonés (DBOC) et le total des solides en suspension (TSS), et pour s'y conformer des mises à niveau importantes aux installations actuelles seront nécessaires. La station d'épuration Jean-R. Marcotte à Montréal est la deuxième plus grande station d'épuration des eaux usées dans le monde, et elle reçoit 40 % de toutes les eaux usées traitées dans la province de Québec. Cette station utilise actuellement des sels d'alun et de fer pour son traitement primaire amélioré chimiquement, mais des modernisations sont en cours pour inclure l'ozonation pour la désinfection et la destruction d'autres contaminants.

Provinces de l'Atlantique

Les provinces de l'Atlantique rejettent principalement leurs effluents d'eaux usées dans les eaux marines, et les niveaux de traitement sont habituellement inférieurs à ceux des régions intérieures du Canada. Par exemple, en 2009, approximativement 50 % de la population de la Nouvelle-Écosse était reliée à des installations centrales de traitement, tandis que 45 % de la population dépendait de systèmes d'évacuation sur place (c.-à-d. des fosses septiques) et 5 % rejetait les eaux usées sans aucun traitement (Government of Nova Scotia, 2015). Plusieurs collectivités des provinces de l'Atlantique ont obtenu des autorisations temporaires pour prolonger l'échéancier pour se conformer aux normes nationales. Puisque ces collectivités ont accès aux eaux marines pour le rejet de leurs effluents, nombre d'entre elles sont estimées comme étant à faible risque, et seulement quelques SEEU sont considérées à risque moyen ou élevé. En raison du RESAEU, le Nouveau-Brunswick a conclu des ententes administratives bilatérales avec le gouvernement fédéral.

Régions nordiques

Les collectivités du Nord du Canada font face à des défis uniques pour le traitement des eaux usées à cause du climat froid, de la petite taille des établissements et de leur situation géographique éloignée (voir l'étude de cas n° 2). La plupart utilisent des étangs d'oxydation pour le traitement des eaux usées, et certaines ont aussi recours à des terres humides artificielles pour le polissage saisonnier des effluents avant rejet. Le Yukon, qui a un accord bilatéral d'équivalence avec le gouvernement fédéral, se conforme aux critères fédéraux du RESAEU (Gouvernement du Canada, 2016). Cependant, le Règlement fédéral ne s'applique actuellement pas au Nunavut, aux Territoires du Nord-Ouest, ou aux communautés du Québec de Terre-Neuve-et-Labrador qui sont situées au nord du 54^e parallèle. Ces régions sont exclues, car le CCME a déterminé dans sa Stratégie qu'il convenait d'examiner avec soin des façons durables d'améliorer la protection de

la santé humaine et de l'environnement par le traitement des eaux usées (Conseil canadien des ministres de l'environnement, 2014). Le Groupe de travail du Nord a par conséquent été formé pour entreprendre des travaux de recherche sur les facteurs qui affectent le rendement des installations d'assainissement des eaux usées dans les conditions nordiques. Entre temps, les critères de qualité des effluents définis dans les autorisations actuelles des offices des eaux sont toujours en vigueur, en plus de l'interdiction générale de la *Loi sur les pêches* fédérale de rejeter des substances nocives.

Communautés autochtones

Au sud du 60^e parallèle, les communautés autochtones et le gouvernement fédéral se partagent les responsabilités de la gestion des eaux usées, et les systèmes d'assainissement des eaux usées qui recueillent un volume supérieur à 100 m³ d'eaux usées sont assujettis au RESAEU. Au nord du 60^e parallèle, certaines responsabilités ont été dévolues aux gouvernements des Territoires, des Inuits et des Premières Nations, dans le cadre des règlements des revendications territoriales dans le Nord (Gouvernement du Canada, 2018). En général, il existe une grande disparité en matière de capacité locale de gouvernance, de cadre réglementaire, de financement par habitant et de méthodes de traitement des eaux usées d'une communauté à une autre. Selon une évaluation nationale effectuée en 2011, les méthodes de traitement les plus courantes étaient les étangs facultatifs, largement utilisés en Ontario, en Saskatchewan et en Alberta, et les systèmes en vertu d'un accord de transfert municipal, qui sont courants en Colombie-Britannique, au Yukon et dans les provinces de l'Atlantique (Affaires autochtones et du Nord Canada, 2011). Des 532 systèmes d'égout desservant 418 Premières Nations (représentant 112 836 foyers), 54 % des habitations étaient desservies par un réseau de canalisations, 8 % des habitations étaient desservies par camion-citerne, 36 % des habitations étaient desservies par des systèmes septiques individuels et 2 % des habitations (soit 1 777 maisons) n'avaient aucun service (Affaires autochtones et du Nord Canada, 2011). Des 36 % des habitations avec fosse septique (soit 40 803 maisons), environ 47 % des systèmes suscitaient des préoccupations opérationnelles et 20 % avaient des champs d'épuration mal installés, donnant lieu au rejet en surface des déchets septiques (Affaires autochtones et du Nord Canada, 2011). L'absence d'infrastructure adéquate pour les eaux usées empêche le développement résidentiel nécessaire pour combler les lacunes dans les communautés inuites, métisses et des Premières Nations.

ÉTUDE DE CAS N° 2

L'évolution de la gestion des eaux usées dans le Grand Nord

Le traitement des eaux usées dans le Grand Nord a évolué de façon importante au cours des dernières décennies. Dans les années 1960, les habitants du Nord ont commencé à se rassembler dans des communautés permanentes plus centralisées. Très tôt, les gens ont commencé à utiliser des méthodes de base pour le traitement des eaux usées, notamment les latrines extérieures et les seaux hygiéniques. Les eaux usées recueillies étaient rejetées dans des étangs désignés loin de la communauté et le traitement se faisait passivement par des processus naturels. Peu à peu, les toilettes intérieures et la plomberie ont été introduites dans les habitations et les eaux usées étaient recueillies dans des réservoirs situés sous les maisons. Des camions étaient utilisés pour transporter le contenu de ces réservoirs vers des sites de déversements centralisés. Avec l'expansion de la population, les communautés ont adopté de plus en plus l'usage d'installations de traitement des eaux usées de base, généralement des étangs d'épuration. Ces installations de base constituent aujourd'hui la technologie de traitement des eaux usées la plus largement utilisée dans le Nord.

Dans le Nord, l'étang typique est fait de bermes de gravier. L'intérieur de certains étangs est doublé de membranes de plastique ou d'argile, tandis que d'autres étangs comptent sur le pergélisol existant comme barrière imperméable. Dans certaines communautés, des terres humides naturelles sont aussi utilisées comme composante de la chaîne de traitement des eaux usées. La fenêtre de traitement est plutôt courte, habituellement de quelques mois seulement (c.-à-d. de juin à août). À la fin de la saison de traitement, les étangs sont décantés et les eaux usées sont rejetées dans l'environnement récepteur sur une période de plusieurs semaines. Les communautés ont largement adopté ces systèmes passifs compte tenu des défis uniques auxquels elles sont confrontées : des températures extrêmes, un manque d'infrastructure de base ou de soutien et un nombre restreint d'opérateurs qualifiés. Ces défis constituent des obstacles importants à la mise en œuvre de nombreuses technologies de traitement utilisées couramment dans le sud du pays. Pour cette raison, des règlements normatifs et excessivement contraignants exigeant des traitements mécaniques peuvent comporter des risques et avoir des répercussions importantes. Dans le passé, des stations de traitement mécanique ont été utilisées dans certaines communautés, comme Iqaluit, mais les nombreux bris mécaniques et le fonctionnement irrégulier ont mené à des dérivations du système et des rejets d'effluents n'ayant été soumis qu'à guère plus qu'un traitement primaire.

Les étangs et les terres humides sont les technologies qu'on a généralement estimées comme étant les mieux adaptées aux réalités du Nord. Il faut donc d'autres approches novatrices, basées sur la technologie et la réglementation, qui sont également appropriées sur les plans socioéconomique et culturel pour les communautés nordiques.

Cette étude de cas est basée sur les références suivantes : Christensen, 2015; Daley, 2017; Inuit Tapiriit Kanatami, 2008; Jamieson et al., 2015; Lam et Livingston, 2011; Rohner, 2016.

3.3 La réglementation du Canada comparée à celles d'autres pays

Au Canada, les normes fédérales du RESAEU réglementent les contaminants classiques dans les eaux usées et se veulent des cibles atteignables par un traitement secondaire des eaux usées, ou un équivalent (Gouvernement du Canada, 2012, 2017-b). Les États-Unis et l'Union européenne établissent aussi le traitement secondaire comme traitement de base minimum pour les effluents d'eaux usées, avec des concentrations réglementaires similaires pour la DBO et le TSS. Dans l'Union européenne, le traitement secondaire est la technologie minimale acceptable depuis 27 ans, soit depuis l'adoption de la Directive européenne sur les eaux résiduaires en 1991, alors qu'aux États-Unis le traitement secondaire est la technologie minimale acceptable depuis 46 ans, soit depuis l'entrée en vigueur de la *Clean Water Act* en 1972. Puisque le RESAEU n'a été adopté que depuis 2012 au Canada (avec 2015 comme date d'entrée en vigueur), l'avènement de normes nationales au Canada exigeant un niveau minimum de traitement secondaire est très récent, comparativement aux États-Unis (É.-U.) et à l'Union européenne (UE). Certaines SEEU du Canada ont jusqu'en 2030 ou 2040 pour se conformer au Règlement fédéral.

Le fait d'exiger que toutes les collectivités canadiennes se conforment au traitement de base secondaire ou un équivalent va permettre d'améliorer l'état de certains cours d'eau, mais cela n'élimine pas tous les risques, comme ceux associés au rejet de nutriments et de contaminants traces. Le Canada n'a pas de réglementation nationale relative aux nutriments, et à cet égard les règlements existants sont moins complets que ceux de l'UE où l'azote et le phosphore dans les effluents d'eaux usées sont réglementés. Aux États-Unis, il n'y a pas de limites nationales pour les nutriments dans les effluents, mais la *Clean Water Act* exige l'établissement de normes pour les effluents basées sur la qualité de l'eau pour chaque plan d'eau (en plus des concentrations minimales réglementées), qui comportent l'évaluation de l'impact des effluents sur le milieu récepteur et l'établissement conséquent de critères de charge maximale pour les nutriments et d'autres composés. Les É.-U allouent aux SEEU des charges totales maximales journalières (CTMJ) stipulant la quantité maximale d'un polluant donné pouvant être rejetée par jour. Le système de CTMJ doit considérer les multiples sources de rejets et leur impact cumulatif sur l'écosystème. La Directive-cadre sur l'eau (DCE) de l'UE précise quant à elle que la gestion de l'eau doit se faire à l'échelle du bassin versant, indépendamment des frontières administratives.

Au Canada, les niveaux de traitement des eaux usées et les pratiques de gestion des nutriments varient considérablement dans les provinces et territoires, avec certaines régions ayant établi des traitements bien au-delà des exigences du RESAEU. Les régions qui ont mis en place ces traitements plus sophistiqués sont souvent celles qui ont dû les instaurer en raison des pressions élevées sur leurs ressources en eau (comme dans les Prairies), ou à cause d'un règlement international, comme l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans le Grands Lacs. Le Canada est un grand pays très diversifié qui peut bénéficier de solutions conçues sur mesure en fonction d'un contexte local. Toutefois, dans le cadre canadien actuel, les décisions en matière de gestion de l'eau non visées le RESAEU incombent entièrement aux provinces, et ne sont associées à aucune norme, mesure incitative ou directive nationale.

3.4 Principaux contaminants préoccupants dans les eaux usées canadiennes

Les contaminants connus (pathogènes, nutriments, produits chimiques) doivent faire l'objet d'une surveillance constante. La liste sans cesse croissante de nouveaux contaminants préoccupants exige que l'on s'attarde davantage aux risques qu'ils posent et aux façons de minimiser leurs effets.

Actuellement, le Canada veille à s'assurer que toutes les stations de traitement gèrent adéquatement les risques conventionnels que posent la matière organique qui demande de l'oxygène, les pathogènes, les nutriments et la toxicité aiguë (pour un aperçu des principaux groupes

de contaminants retrouvés dans les eaux usées, prière de consulter le document complémentaire 3). Cependant, on s'inquiète aussi de nombreux autres contaminants présents dans les effluents d'eaux usées municipales qui vont ultimement se retrouver dans des plans d'eau récepteurs, notamment une vaste gamme de produits chimiques domestiques et industriels, des produits pharmaceutiques et de soins personnels (PPSP), des additifs, des perturbateurs endocriniens et d'autres substances chimiques qu'auparavant l'on ne reconnaissait pas comme une menace pour la santé publique ou l'environnement. La nécessité de gérer ces nouveaux contaminants préoccupants (NCP), lesquels sont en majeure partie non réglementés dans les effluents, était l'un des grands enjeux soulevés par les répondants au questionnaire national (figure 13, document complémentaire 1).

Les contaminants présents dans les effluents d'eaux usées rejetés sont préoccupants, car ils peuvent avoir des effets aigus ou chroniques sur la santé humaine ou la santé des écosystèmes aquatiques, ils peuvent réduire les services écosystémiques ou diminuer la valeur socioculturelle (p. ex., les loisirs). Les impacts dans le milieu récepteur peuvent être exacerbés par d'autres facteurs, comme les débordements périodiques d'eaux usées non traitées (par les débordements d'égouts unitaires), les apports additionnels de contaminants provenant d'autres sources (comme le ruissellement urbain et l'agriculture), l'extraction de l'eau pour l'irrigation, les processus industriels ou l'eau potable, et les changements climatiques. Pour être en mesure de déterminer ce que le traitement des eaux usées devrait accomplir, il faut évaluer les risques relatifs posés par ces contaminants et comprendre comment on peut les minimiser de façon efficace et raisonnable.

3.4.1 Répercussions sur la santé humaine

D'un point de vue de santé publique, les SEEU ont réussi à réduire les pathogènes, mais les dangers potentiels demeurent et de nouveaux risques apparaissent sans cesse. Les inquiétudes en matière de santé humaine liées aux eaux usées concernent d'abord et avant tout l'exposition à des parasites, bactéries et virus pathogènes. Les pathogènes préoccupants identifiés dans les

eaux usées proviennent principalement des excréments humains et incluent des bactéries (p. ex., *Salmonella*, *Vibrio cholera*, *Legionella* et certaines souches d'*Escherichia coli*), des virus (p. ex., adénovirus, entérovirus), des parasites (p. ex., *Cryptosporidium*) et des helminthes (vers parasites). Puisque de nombreux pathogènes, tout particulièrement les virus, ont une spécificité d'hôte, les eaux usées municipales représentent une voie d'exposition potentiellement importante par la consommation d'eau potable et d'aliments contaminés, et par l'ingestion lors de loisirs aquatiques ou autres. De nombreux pathogènes d'autres animaux peuvent aussi infecter l'homme et peuvent être présents dans les eaux usées ou d'autres sources dans les bassins versants (comme l'agriculture).

Outre les pathogènes, certains produits chimiques peuvent présenter un danger pour l'homme. Par exemple, les poissons et crustacés peuvent accumuler des toxines, comme le mercure, qui menacent la santé des personnes qui consomment ces aliments. Les risques associés aux contaminants concentrés dans les organismes aquatiques et amplifiés dans les réseaux trophiques peuvent être particulièrement problématiques dans les endroits où le régime est principalement constitué de poissons et crustacés, comme dans les communautés autochtones. L'enrichissement en nutriments dans les eaux de surface peut provoquer la prolifération d'algues nuisibles qui peuvent être nocives pour la santé de ceux qui boivent l'eau ou consomment le poisson de cette eau. Les contaminants peuvent aussi être transférés aux biosolides pendant le traitement des eaux usées. L'exposition peut avoir lieu en consommant des aliments provenant de terres agricoles où il y a eu épandage de biosolides.

En plus des risques pour la santé traditionnellement associés aux eaux usées, de nouvelles préoccupations apparaissent. Un exemple de cela est la possibilité d'exposition accrue aux gènes conférant une résistance aux antibiotiques ou à des organismes résistants aux antibiotiques. Bien que les microorganismes produisent naturellement des gènes résistants aux antibiotiques, leur sélection se fait dans des tissus ou des milieux qui sont riches en composés antibiotiques. Puisque ces gènes peuvent être transférés à de nombreux types de microorganismes, et sélectionnés pendant le traitement des eaux usées, on s'inquiète de plus en plus de leur rejet dans les effluents d'eaux usées. Les répondants au questionnaire national ont d'ailleurs souligné comme une des principales préoccupations les impacts potentiels sur la santé humaine associés aux PPSP dans les effluents d'eaux usées (figures 11 et 13, document complémentaire 1). Toutefois, vu les faibles concentrations détectées dans les sources d'eau potable, le risque pour l'homme est jugé minime, bien qu'il subsiste de l'incertitude étant donné la vaste diversité des structures chimiques et des interactions potentielles dans les mélanges de produits chimiques.

3.4.2 Eutrophisation

L'apport excessif en nutriments (principalement le phosphore et l'azote) dans les eaux usées est un des éléments principaux contribuant à l'eutrophisation des milieux aquatiques. L'eutrophisation est l'augmentation de la teneur en nutriments d'un lac, d'un ruisseau ou d'une

rivière. Elle donne lieu à une croissance accrue des plantes aquatiques, des algues et des biofilms. Les efflorescences d'algues nuisibles et toxiques (p. ex., les cyanobactéries) peuvent appauvrir la teneur en oxygène de l'eau et causer la mort des poissons, en plus de dégrader la qualité des eaux potables et récréatives. Le phosphore est bien connu comme étant un élément limitant dans la plupart des milieux d'eau douce, tandis que l'azote peut jouer un important rôle limitant dans les environnements marins et côtiers. Bien que l'on soit au courant depuis des dizaines d'années de la dégradation de la qualité de l'eau par la surcharge des nutriments, les problèmes continuent de se faire sentir dans de nombreux plans d'eau canadiens, y compris les Grands Lacs, le lac Winnipeg et le bassin de l'Okanagan. Même si la charge en nutriments des eaux usées est une composante importante du problème, de nombreux facteurs compliquent la réduction de l'eutrophisation des eaux de surface, comme les changements dans les conditions de l'écosystème, le phosphore déjà présent dans les sédiments, et les contributions de sources non ponctuelles urbaines et agricoles ou des débordements des égouts unitaires (DEU). Les répondants au questionnaire national (figure 13, document complémentaire 1) ont d'ailleurs noté le contrôle du phosphore comme étant le troisième élément préoccupant le plus courant associé aux eaux usées.

3.4.3 Impacts sur les écosystèmes aquatiques

Les poissons et autres organismes aquatiques peuvent être affectés par le rejet de contaminants associés aux eaux usées. L'ammoniac non ionisé (un produit de la dégradation de l'urée dans l'urine et des protéines dans les excréments) et le chlore (utilisé par certaines SEEU pour désinfecter les effluents avant leur rejet) sont des contaminants majeurs des eaux usées; leur toxicité aiguë est préoccupante et leur contrôle est visé par le RESAEU. Un grand nombre de contaminants classiques sont aussi présents dans les eaux usées, comme les dibenzoparadioxines polychlorées (PCDD), les biphényles polychlorés (BPC), les polybromodiphényléthers (PBDE; agents ignifuges) et dont la nature persistante, toxique et biocumulative est connue depuis des décennies. Bien que leur utilisation ait été interdite ou qu'ils aient fait l'objet de mesures de gestion des risques, on les retrouve encore dans les effluents d'eaux usées à cause de leur vaste libération par le passé et leur persistance dans l'environnement. Les métaux sont aussi présents dans les déchets municipaux et leurs toxicités sont bien documentées. Les procédés de traitement des eaux usées ont tendance à séparer les métaux et composés organiques insolubles dans des effluents solides, ce qui peut limiter l'usage des biosolides sur les terres agricoles.

De nombreuses substances récemment identifiées dans les effluents d'eaux usées ont une plus grande solubilité dans l'eau, comme les perturbateurs endocriniens (p. ex., l'œstrogène) et de nombreux produits pharmaceutiques, et elles peuvent avoir des effets chroniques sur les organismes aquatiques, affectant notamment la survie, la croissance, le développement et la reproduction. Ces effets peuvent mener à des changements dans la diversité des espèces et la composition des communautés aquatiques. Certains de ces composés ont des effets nocifs bien

documentés (p. ex., œstrogène) et peuvent représenter un danger environnemental, là où l'exposition est élevée (p. ex., des effluents peu traités et peu dilués, des populations sensibles). On estime que la majorité des produits pharmaceutiques et de soins personnels (PPSP) individuels posent peu de risques puisqu'ils sont présents en concentrations relativement faibles dans les effluents et les eaux de surface, par contre ils peuvent être bioactifs et être présents sous forme de mélange complexe et agir par le biais de divers mécanismes, ce qui rend difficile l'évaluation des risques pour l'environnement.

De nouvelles préoccupations liées aux contaminants ne cessent d'être soulevées et cela peut avoir une importance pour les décisions qui seront prises en matière de gestion des eaux usées. Par exemple, de récentes recherches dans les milieux d'eau douce et les milieux marins laissent croire que les microplastiques issus des eaux usées peuvent avoir des effets négatifs sur la vie aquatique (étude de cas n° 6). Des études sont en cours portant sur la diversité et les effets de nouvelles substances modifiées qui pourraient aboutir dans l'environnement par le biais des effluents d'eaux usées, comme les nanomédicaments et autres nanoparticules. Il faudra effectuer davantage de recherche avant de pouvoir bien cerner le devenir et les risques de ces contaminants et être en mesure de déterminer comment les gérer. Il n'en demeure pas moins que ces substances suscitent des préoccupations considérables dans la population et le milieu scientifique.

3.5 La gestion future des contaminants

Les effluents des eaux usées municipales renferment une vaste gamme de substances, dont des contaminants classiques et connus, de même qu'une longue liste de nouveaux contaminants préoccupants (NCP). Les risques associés aux contaminants classiques sont généralement bien compris et des mesures ont déjà été prises pour gérer ces substances. Alors que le nombre des NCP décelés dans les eaux usées augmente, les impacts de ces contaminants demeurent très incertains. Par conséquent, la stratégie à adopter pour gérer ces substances pourrait être différente. Plutôt que d'utiliser une approche d'évaluation des risques pour chaque contaminant, il pourrait s'avérer nécessaire d'évaluer et de gérer les NCP comme des mélanges complexes.

On ne peut pas supposer que toutes les menaces pourront être identifiées, caractérisées et minimisées de façon systématique. L'approche de gestion du Canada doit reconnaître le traitement des eaux usées comme faisant partie d'une stratégie globale pour aborder des risques complexes et de multiples incertitudes.

3.5.1 Contaminants classiques et reconnus

De nombreux contaminants classiques et reconnus ont été gérés par le biais de programmes de contrôle à la source (p. ex., la LCPE) qui ont permis de réduire leur entrée dans les systèmes d'assainissement des eaux usées. Le triclosane et les microbilles en sont des exemples récents. Les contaminants classiques (incluant ceux réglementés en vertu du RESAEU), les nutriments, les pathogènes et d'autres contaminants reconnus, comme les métaux, sont généralement gérés en fonction de permis provinciaux ou de normes basées sur le site. Les procédés de traitement pour éliminer bon nombre de ces contaminants (document complémentaire 4) sont bien établis, bien qu'ils ne soient pas toujours appliqués. Les répondants au questionnaire national estimaient que les substances réglementées par le RESAEU étaient gérées adéquatement dans l'ensemble (quoiqu'il y ait quelques inquiétudes en ce qui concerne l'ammoniac), mais la gestion des pathogènes et des nutriments, surtout le phosphore, demeure préoccupante et requiert que l'on s'y attarde davantage (figures 7 et 9, document complémentaire 1). Il faudra mettre en œuvre des directives ou des normes plus précises aux échelons fédéral, provincial ou local, pour qu'il y ait un traitement additionnel pour les nutriments ou les pathogènes, de même que des permis émis d'après une évaluation de l'état des eaux réceptrices. Pour déterminer les besoins en matière de traitement, il faudra tenir compte des caractéristiques des eaux réceptrices, des multiples facteurs de stress, des effets cumulatifs à l'échelle du bassin versant, et des objectifs environnementaux et communautaires locaux.

3.5.2 Nouveaux contaminants préoccupants

Les contaminants récemment reconnus dans les effluents posent un défi de gestion différent. Au moment d'établir les priorités pour des stratégies de traitement efficace, les décisions sont rendues difficiles du fait de la moins grande confiance dans le lien de cause à effet entre les composés décelés et les impacts négatifs. Il est clair que certaines inquiétudes justifient la prise de mesures correctives, toutefois il est moins évident de déterminer quels sont les contaminants représentant les plus grands dangers pour la santé et l'environnement, et à quel endroit cibler les investissements en matière de traitement. En outre, les eaux usées sont un mélange complexe contenant une foule de produits chimiques pouvant varier d'un moment à un autre. Dans aucune instance il ne serait pratique de mesurer et de réglementer une liste exhaustive de contaminants. Il faut plutôt une méthode complémentaire permettant de prioriser le risque pour le milieu récepteur et la faisabilité d'élimination, en tenant compte de l'incertitude dans les deux cas, de même que du contrôle à la source.

Les NCP présents dans les eaux usées municipales ont fait l'objet d'une attention accrue et de nombreuses études au cours des dernières décennies. Bien que l'on estime que ces concentrations extrêmement faibles de contaminants dans les eaux usées représentent un risque minime pour l'homme, les résultats des recherches additionnelles sur ce groupe varié de produits chimiques suscitent de nouvelles inquiétudes. Il semble qu'un nombre restreint de ces

substances chimiques représentent un risque environnemental important justifiant la prudence. Il est difficile d'établir le niveau de risque environnemental et les solutions de traitement ou de contrôle étant donné le manque de liens clairs entre l'exposition et les effets néfastes dans les milieux récepteurs. Des recherches additionnelles sont requises pour mieux évaluer ces mélanges complexes et les risques qu'ils représentent, et pour trouver des solutions d'assainissement viables.

3.5.3 Gestion des contaminants basée sur le risque

Étant donné l'incertitude concernant les risques potentiels de ces contaminants, il faudrait, pour faire un choix éclairé, connaître la gravité de leur impact potentiel et savoir jusqu'à quel point leur élimination est réalisable, d'un point de vue technique, économique et social. La capacité d'éliminer ou de dégrader avec succès différents groupes de contaminants dans les eaux usées variera selon leurs propriétés chimiques et physiques, leur susceptibilité à la dégradation biologique ou physique et/ou leur potentiel de sorption. Par exemple, le triclosane (un agent antimicrobien courant) est rapidement dégradé dans l'environnement par la photolyse, tandis que le triclocarban (un autre agent antimicrobien) ne se dégrade pas aussi facilement et demeurera probablement dans les biosolides après le traitement. La venlafaxine, un antidépresseur, est relativement soluble dans l'eau, mais elle ne se dégrade pas facilement, et de ce fait demeure dans les effluents et est rejetée dans le milieu récepteur. Les contaminants persistants comme ceux-ci méritent que l'on en tienne particulièrement compte dans les mesures d'atténuation des risques des effluents d'eaux usées. En outre, le risque et la faisabilité d'atténuation de certains produits chimiques ou effets précis peuvent dépendre de considérations locales.

En règle générale, lorsqu'un niveau de risque potentiel est assigné à un contaminant ou à un groupe de contaminants, au moment de décider des meilleures méthodes de gestion à adopter, on peut tenir compte de la faisabilité du traitement à réduire les risques. Prenons par exemple, dans la figure 2 ci-dessous, le cas où le risque d'un contaminant est élevé et la faisabilité du traitement est faible. Pour ce contaminant, d'une plus grande priorité, on devrait envisager une méthode de contrôle à la source ou choisir d'élaborer et de mettre en œuvre de nouvelles technologies de traitement. Par ailleurs, lorsque le risque est faible et la faisabilité du traitement est grande, ce contaminant ne devrait pas être très préoccupant si le traitement approprié est déjà en usage et si l'élimination du NCP se fait déjà ou est facile à faire. Pour de nombreux produits chimiques, le risque sera incertain et la mesure corrective peut dépendre de la faisabilité d'élimination et de considérations économiques et sociales. Par exemple, des médicaments importants pour lesquels il n'existe pas d'alternatives peuvent être importants pour la santé et le bien-être de l'homme, ce qui rend difficile ou non souhaitable l'option du contrôle à la source. Dans ces cas, la recherche peut mener à d'autres solutions de traitement acceptables sur le plan social. Ou encore, là où il existe de l'incertitude, on peut commencer à surveiller l'occurrence et

les études sur les impacts, la faisabilité de traitement ou d'autre solution de contrôle à la source, afin de clarifier davantage les priorités relatives et les possibilités d'atténuation (voir l'étude de cas n° 3).

		Risque identifié		
		Faible	Incertain	Élevé
Traitement – Contrôle – Faisabilité	Faible	Peu d'attention nécessaire (p. ex., la carbamazépine) Surveiller les changements	Caractériser Prendre des mesures si possible (p. ex., la venlafaxine) Surveiller l'occurrence Contrôler à la source	Priorité élevée (p. ex., les métaux, les EDP) Rechercher d'autres technologies ou méthodes de contrôle
	Incertain	Prendre des mesures si possible (p. ex., les microbilles) Contrôler à la source	Caractériser Prendre des mesures si possible (p. ex., les microfibrilles) Effectuer des recherches Surveiller l'occurrence	Prendre des mesures si possible (p. ex., le triclosane) Effectuer des recherches Contrôler à la source
	Élevé	Attention peu prioritaire (p. ex., l'ibuprofène) Surveiller l'occurrence	Caractériser Priorité d'action moyenne (p. ex., les œstrogènes) Surveiller l'occurrence	Mesure à prendre en priorité (p. ex., l'ammoniac) Appliquer le traitement ou le contrôle

Figure 2 : Cadre général de gestion du risque, avec des exemples illustrant la complexité de l'élimination des contaminants dans les eaux usées municipales.

On peut aborder l'élimination des contaminants dans les eaux usées de trois façons :

- (i) le contrôle à la source (c.-à-d. garder le contaminant hors du système d'assainissement)
- (ii) la réorientation de la substance en cours du traitement (p. ex. de l'effluent liquide aux boues)
- (iii) la dégradation de la substance pendant le traitement

Pour tous les composés, la surveillance de la substance et l'évaluation des impacts environnementaux peuvent se faire parallèlement au traitement pour faciliter la gestion adaptative et la modification de la stratégie de minimisation du risque selon le cas. Pour les composés à faible risque qui sont difficiles à traiter, la surveillance des changements peut s'avérer la stratégie la plus raisonnable.

L'étude des options de traitement doit tenir compte du système tout entier, car les risques peuvent être transférés de l'eau au sol ou à l'atmosphère. Un des défis particuliers de la prise de décisions quant aux meilleurs investissements à faire en gestion des eaux usées est cette longue liste de NPC pour lesquels il existe une grande incertitude quant à la gravité du danger qu'ils représentent ainsi qu'à leur irréversibilité potentielle. Dans ces cas, il faut tenir compte des facteurs socioéconomiques pour déterminer s'il faut gérer ce risque incertain. L'approche d'évaluation des risques environnementaux a fait l'objet d'une étude dans un contexte canadien,

et il serait pertinent de tenir compte de ces travaux antérieurs au moment de déterminer une méthode à adopter (voir le document d'appui du CCME intitulé *Environmental risk-based approaches for managing municipal wastewater effluent – en anglais seulement; résumé en français*) (Conseil canadien des ministres de l'environnement, 2005).

ÉTUDE DE CAS N° 3

Caractérisation des nouveaux contaminants préoccupants dans les eaux usées de Calgary

La Ville de Calgary adopte une approche proactive à l'égard des nouveaux contaminants préoccupants (NCP). Elle développe une stratégie en 2007 dans le but de déceler les NCP dans les eaux de surface, les effluents des eaux usées et les biosolides. Cette stratégie comprend un programme de surveillance, et est établie en collaboration avec des partenaires gouvernementaux et universitaires pour faire progresser l'état actuel de la science et assurer la protection de la santé publique et de l'environnement.

Le programme de surveillance de la Ville permet de détecter systématiquement les NCP dans les effluents d'eaux usées et les eaux de surface en aval, en général en concentrations de parties par billion. Il en ressort que la plupart de ces composés sont moins fréquents dans les eaux de surface que dans les effluents d'eaux usées, et à des concentrations généralement inférieures d'un à deux ordres de grandeur. La Ville investit dans l'expansion de ses capacités d'analyse pour recueillir des données sur 60 composés chimiques, notamment des agents ignifuges, des hormones, des composés perfluorés, des produits pharmaceutiques, des produits de soins personnels, des plastifiants et de surfactifs. Cette liste prioritaire de contaminants a été dressée en fonction des lignes directrices actuelles, d'éventuels règlements à venir, de leur pertinence par rapport à Calgary, de leur toxicité et de leur persistance relative, des capacités d'analyse, ainsi que de l'intérêt du public, des médias et des chercheurs.

Calgary participe depuis longtemps au Plan de gestion des produits chimiques d'Environnement et Changement climatique Canada, et continue de soutenir un certain nombre de projets de recherche universitaire relatifs aux NCP. En outre, la Ville a investi dans le partenariat novateur avec l'Université de Calgary, Advancing Canadian Wastewater Assets, qui a pour but de perfectionner les technologies de traitement des eaux usées. Calgary est en train de se positionner en tant que chef de file de l'industrie grâce à l'acquisition de données susceptibles d'éclairer les décisions à venir en matière de NCP dans les eaux usées et l'environnement.

Contribution de Mme Norma Ruecker, chef, Microbiology and Watershed Assessment (microbiologie et évaluation des bassins hydrographiques), Ville de Calgary.

3.5.4 L'importance d'une approche prudente

ENCADRÉ N° 1 — Principe de la prudence

Le principe de la prudence se veut un outil décisionnel basé sur les preuves. Par conséquent, les décisions prises devraient pouvoir être adaptées avec le temps, lorsque les activités de surveillance ou les avancées scientifiques fournissent de nouveaux renseignements qui réduisent l'incertitude associée au risque. Le principe de la prudence contribue à évaluer les avantages concomitants et les compromis de l'investissement requis pour améliorer le traitement ou le contrôle à la source.

Le Canada s'est engagé à adopter le principe de la prudence dans un certain nombre d'instruments juridiques internationaux et dans ses propres lois. Par exemple, le gouvernement du Canada stipule dans le préambule de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* :

qu'il s'engage à adopter le principe de la prudence, si bien qu'en cas de risques de dommages graves ou irréversibles, l'absence de certitude scientifique absolue ne doit pas servir de prétexte pour remettre à plus tard l'adoption de mesures effectives visant à prévenir la dégradation de l'environnement;

Présenté en février 2018, le projet de loi C-68 du gouvernement fédéral modifiant la *Loi sur les pêches* inclut également le principe de la prudence (appelé « approche axée sur la précaution ») comme suit :

2.5 Sauf disposition contraire de la présente loi, dans la prise d'une décision au titre de la présente loi, le ministre peut prendre en considération, entre autres, les éléments suivants :

(a) l'application d'approches axées sur la précaution et les écosystèmes.

Contribution de Theresa McClenaghan, directrice générale et avocate, Association canadienne du droit de l'environnement.

Le processus décisionnel se fie souvent sur les preuves scientifiques pour suggérer que divers groupes de contaminants dans les eaux usées peuvent ou non présenter un risque important ou causer un dommage irréversible : il s'agit là d'un casse-tête auquel se butent toutes les instances du monde. S'il y a des éléments de preuve raisonnables, des mesures raisonnables sont alors justifiées pour éviter ou atténuer le risque par le biais du traitement des eaux usées, comparativement au contrôle à la source – ce qui peut ou non représenter la meilleure approche pour gérer ces contaminants (encadré 1). Au moment de soupeser les avantages concomitants d'une technologie de traitement, il serait bon d'inclure à l'analyse des coûts-bénéfices la réduction possible d'autres risques.

4. Occasions relatives au traitement des eaux usées

S'assurer que l'ensemble des collectivités au Canada (dont le contexte et les besoins varient considérablement) est en mesure de satisfaire à des normes minimales de traitement des eaux usées instaurées par la réglementation nationale constitue un important fondement. En raison de la complexité et de l'incertitude des risques actuels et à venir, nos collectivités devront miser sur cette base pour s'assurer

qu'elles sont prêtes pour l'avenir et orientées vers l'atteinte des objectifs en matière de santé publique et d'environnement. Pour choisir les meilleures approches permettant de respecter et de dépasser les normes minimales garantissant une préparation pour l'avenir, il faudra examiner attentivement les coûts et les avantages des options possibles.

Le Canada a l'occasion d'optimiser ses investissements dans le traitement des eaux usées en évaluant comment mieux préparer les réseaux pour l'avenir, les positionner de manière plus efficace au sein d'une approche globale des bassins versants, et les inciter à progresser et à innover.

Un nouveau paradigme mondial en train d'émerger ouvre la réflexion sur les risques qu'il est possible d'atténuer et les bienfaits pour la société que l'on peut tirer de l'épuration des eaux usées. Nous disposons maintenant des capacités nécessaires pour améliorer les avantages obtenus au moyen de nos systèmes, en récupérant des ressources utiles et en minimisant l'utilisation de l'énergie et les émissions de gaz à effet de serre (GES), tout en protégeant la santé publique et celle de l'environnement. La nécessité de composer avec les incertitudes liées aux choix à faire en matière de gestion renforce l'importance de tenir compte des autres avantages que comportent les solutions. On parle d'avantages concomitants lorsque des interventions visant un objectif donné (telles que les mesures d'atténuation des inondations urbaines) ont également un effet bénéfique par rapport à un autre but (comme la réduction de la charge de contaminants dans les eaux réceptrices).

De même, l'aspect « coût » de l'analyse coûts-avantages devrait comprendre un examen plus approfondi des incidences sur la santé humaine et environnementale, et des répercussions socioéconomiques. Le fait de traiter les eaux usées suivant des contrôles de plus en plus rigoureux peut entraîner des compromis ou des effets collatéraux tels qu'une augmentation de l'utilisation accrue de l'énergie et des émissions de GES ou le transfert des risques ailleurs dans l'environnement. La gestion des biosolides, par exemple, peut représenter de 50 à 55 % du coût de traitement des eaux usées, et doit tenir compte de l'utilisation ou de l'élimination éventuelle des contaminants récupérés (Metcalf & Eddy – AECOM, 2014). L'évolution du profil de risque lié à la réutilisation bénéfique des ressources issues du traitement des eaux usées est un autre important aspect à prendre en considération. Le document complémentaire 4 présente un survol des technologies disponibles et novatrices et certains de leurs avantages concomitants et inconvénients.

Les services publics municipaux et régionaux d'assainissement des eaux usées qui adoptent de nouvelles technologies assument la majeure partie des risques financiers, et sont responsables des conséquences juridiques, sociales, politiques et environnementales d'un échec. Au Canada, le secteur municipal de l'eau, qui a la responsabilité de fournir un bien public d'importance capitale, est peu enclin à prendre des risques, et il tarde à adopter de nouvelles technologies de traitement des eaux usées malgré les possibilités d'avantages sociaux, économiques et environnementaux. Pour faire progresser le traitement des eaux usées, il faut en faire davantage, mais il faut également réfléchir aux conséquences des choix, et à l'efficacité avec laquelle ils permettent de gérer les risques divers et parfois contradictoires pour le public et les services écosystémiques, à l'échelle locale et à celle, plus vaste, du bassin hydrographique. Cela renvoie à la question de déterminer, parmi les diverses options de gestion des bassins versants, où se fera le meilleur investissement dans le traitement des eaux usées à des fins de protection (p. ex., le contrôle à la source).

4.1 Tirer le meilleur parti des investissements prévus dans les infrastructures

Les collectivités canadiennes ont une occasion de tirer profit des fenêtres d'investissement actuelles pour déterminer les meilleures approches pour préparer les réseaux pour l'avenir, incluant les avantages concomitants.

D'importants investissements visant à respecter les normes du RESAEU (et de la réglementation provinciale mise à jour) sont en cours dans certaines collectivités. On estime qu'entre une et quatre stations d'épuration des eaux usées au Canada auront besoin de subir d'importantes améliorations pour satisfaire aux exigences du RESAEU

(Fédération canadienne des municipalités, 2017; Gouvernement du Canada, 2017-b). On estime à 5,5 milliards de dollars le coût total de ces travaux, et à 16,5 milliards de dollars les avantages concomitants (Gouvernement du Canada, 2012). D'autres investissements seront également nécessaires à mesure que les collectivités croîtront et que les exigences en matière de protection des eaux réceptrices deviendront plus rigoureuses. Les importantes mises à niveau des SEEU sont coûteuses, fastidieuses et susceptibles de perturber la prestation des services à l'échelle locale. En conséquence, les investissements réalisés dans le cadre d'importantes mises à niveau bloquent en quelque sorte la technologie et l'infrastructure choisies pour le traitement des eaux usées, et ce, pour des décennies. Il est possible d'améliorer le rendement du réseau à moindres frais grâce à l'optimisation des systèmes existants et à la modernisation des infrastructures en place, bien que, dans certains cas, il sera nécessaire d'entreprendre de plus importantes améliorations. Pour toutes les mises à niveau, qu'elles soient dictées par des règlements sur les eaux usées ou d'autres besoins de la communauté, une étude des avantages concomitants (voir l'encadré n° 2), en parallèle aux processus décisionnels habituels, pourrait apporter une valeur ajoutée aux municipalités et aux services publics.

ENCADRÉ N° 2 — Une occasion d’obtenir des avantages concomitants

Réduction de l’incidence des composés œstrogéniques grâce à la technologie traditionnelle

Les technologies destinées à éliminer les contaminants classiques dans les eaux usées comme la demande biochimique en oxygène et l’ammoniac peuvent également améliorer l’élimination des contaminants organiques traces. Les réacteurs biologiques hébergent des communautés microbiennes aux métabolismes divers, qui puisent leur source d’énergie et de carbone dans un large éventail de composés, et qui, par conséquent, détruisent des composés qui ne sont pas nécessairement les premiers visés. Il a été largement démontré que l’infrastructure de traitement des eaux usées conçue pour faciliter la nitrification (c.-à-d., la conversion de l’ammoniac en nitrate) est également efficace pour dégrader des composés œstrogènes. Ce phénomène a été démontré avec divers types de technologies, y compris les procédés classiques à boues activées, l’élimination biologique des nutriments et les bioréacteurs à membrane (Gaulke et al., 2009; Kasprzyk-Hordern et al., 2009; Vader et al., 2000; Yoshimoto et al., 2004). Le cométabolisme de nitrification et la dégradation hétérotrophe ont tous deux été suggérés comme possibles mécanismes de dégradation de l’œstrogène (Song et al., 2017; Yi et Harper, 2007).

Bien que des questions subsistent concernant le mécanisme de dégradation de l’œstrogène, les facteurs qui augmentent la diversité microbienne semblent être associés à l’élimination de composés œstrogéniques. En particulier, les paramètres de fonctionnement qui permettent d’augmenter la durée de rétention hydraulique et des solides, et de promouvoir la formation de biofilm, sont associés à une diminution de l’œstrogénicité dans les effluents des eaux usées (Joss et al., 2004; Koh et al., 2008). Dans une étude effectuée à la station d’épuration des eaux usées (SEEU) de Kitchener, en Ontario, les mises à niveau visant la nitrification ont entraîné une diminution de l’œstrogénicité dans les effluents et une incidence réduite de l’intersexuation des poissons en aval (Hicks et al., 2017).

La dégradation des œstrogènes dans les bioréacteurs de nitrification est bien connue, et il est probable que d’autres technologies utilisant le traitement biologique entraînent également une dégradation des contaminants organiques traces. Par exemple, les technologies utilisées pour éliminer le phosphore à des niveaux extrêmement faibles, comme les bioréacteurs à membrane et la nanofiltration, ont montré une suppression concomitante des contaminants organiques traces. Cela peut aider à justifier les mises à niveau visant à réduire le phosphore dans les effluents et même dans les bassins hydrographiques où le phosphore provient principalement de sources diffuses (Blair et al., 2015; Oulton et al., 2010).

Dans le cadre de la mise à niveau des SEEU canadiennes pour se conformer aux normes du RESAEU, il convient d’envisager sérieusement l’intégration de structures de nitrification. De nombreuses SEEU devront utiliser la nitrification pour satisfaire aux exigences en matière de toxicité aiguë du RESAEU, mais cela ne sera pas nécessaire pour d’autres usines (telles que celles diluant fortement les eaux usées dans les eaux pluviales). La mise à niveau vers une infrastructure de nitrification permet d’atténuer la toxicité et la demande en oxygène liée à l’ammoniac, et offre également les avantages concomitants de dégrader simultanément et partiellement les composés œstrogéniques.

4.1.1 Optimisation de l'infrastructure et des procédés

Optimiser une infrastructure existante d'épuration des eaux usées peut constituer un moyen rentable d'améliorer le rendement, et de retarder éventuellement la nécessité d'investir des sommes importantes dans l'infrastructure. Il est possible d'optimiser le rendement d'une SEEU grâce à une meilleure surveillance des paramètres de l'installation et à la formation des opérateurs et gestionnaires, ce qui entraîne une amélioration de l'exploitation, de la conception, de l'entretien et de l'administration (Fédération canadienne des municipalités, 2003). Le programme polyvalent de redressement en deux étapes mis au point par la United States Environmental Protection Agency (US EPA; Water Canada, 2015) est un exemple de processus d'optimisation. La Ville de Brantford, en Ontario, a suivi ce programme, et a trouvé des moyens de réévaluer la capacité nominale, d'obtenir une plus grande qualité des effluents, et de reporter d'importants coûts en capital liés à l'expansion de l'infrastructure (City of Brantford, 2015). Parmi les avantages concomitants, citons une compréhension accrue de la capacité de traitement, une meilleure communication entre le personnel responsable du fonctionnement et les responsables de la Ville, une confiance dans la résolution de problèmes, des outils permettant de pallier les conditions de traitement laissant à désirer, et une capacité de nitrification dans des conditions optimales. Il convient de noter que l'optimisation nécessite des investissements dans la formation et l'expertise du personnel, lequel peut être difficile à attirer et à retenir dans des collectivités rurales et éloignées.

4.1.2 Modernisation des technologies de traitement

La nécessité d'augmenter la capacité peut poser des défis sur le plan financier et en matière de superficie occupée. Cependant, dans les systèmes de traitement et l'infrastructure des stations, on peut incorporer divers procédés et technologies, tels que les boues granulaires aérobies, le procédé IFAS (boues activées à culture fixée) et les bioréacteurs à membrane (BRM), pour améliorer la qualité de l'eau et retarder ou prévenir une expansion plus coûteuse des installations (voir l'étude de cas n° 4). Les technologies modernisées peuvent cibler une foule de contaminants, comme l'ammoniac, les nutriments, les microplastiques et les contaminants organiques traces. Ainsi, pour gérer sa population croissante et améliorer la qualité des effluents à l'intention des collectivités situées en aval, la Ville de London, en Ontario, a modernisé son installation de contrôle de pollution d'Oxford (qui utilisait le procédé classique d'épuration à boues activées) pour y intégrer des BRM, ce qui en fait la plus grande installation de BRM au Canada (Stantec, 2011). Plusieurs structures ont été transformées, y compris certains éléments des ouvrages de prise d'eau et des bassins d'aération. Malgré des défis techniques, ces travaux ont finalement permis de presque doubler la capacité de traitement, de limiter au minimum l'augmentation de la superficie occupée, d'améliorer la qualité de l'effluent et d'obtenir une concentration de phosphore inférieure à 0,5 mg/L. On a estimé ces améliorations équivalentes aux solutions de traitement classique, selon le coût d'un cycle de vie de 20 ans.

Les compromis liés à la mise en œuvre de nouvelles technologies incluent les risques potentiels associés à des techniques inconnues (voir la section 4.3), ainsi que le niveau supérieur de formation des opérateurs et des capacités des services publics nécessaire, ce qui pourrait ne pas être possible dans toutes les municipalités et collectivités.

ÉTUDE DE CAS N° 4

Moderniser avec de nouvelles technologies pour obtenir une meilleure qualité de l'eau

Il est possible d'atteindre des objectifs supplémentaires en matière de qualité de l'eau en modernisant les SEEU actuelles grâce à des technologies plus récentes. Ces améliorations peuvent également présenter d'autres avantages, comme l'élimination de contaminants traces. Selon un projet de recherche financé par le RCE (2015), il existe maintenant des solutions permettant de conserver une plus grande partie de la biomasse dans le système existant et d'atteindre des taux d'élimination supérieurs par volume. On peut intégrer des bioréacteurs à membrane (BRM) dans des réacteurs existants afin de réduire le volume requis jusqu'à 75 % par rapport aux méthodes conventionnelles d'élimination biologique des nutriments (EBN). Énergivores et nécessitant un remplacement complet des membranes tous les huit ans, les BRM ont toutefois été considérablement améliorés sur le plan technologique et le prix des membranes a beaucoup diminué. En raison de la longue durée de rétention de la biomasse, le procédé permet d'éliminer davantage de nouveaux contaminants préoccupants, et génère des effluents de qualité pouvant être réutilisés. Une autre technologie augmentant la quantité de biomasse et sa durée de séjour dans les réacteurs repose sur l'utilisation de boues activées à culture fixée (procédé IFAS). En associant les caractéristiques de la biomasse à la fois en suspension et fixée, elle permet de réduire le volume jusqu'à 30 % par rapport aux procédés conventionnels à boues activées.

D'autres technologies nouvelles sur le marché canadien comprennent notamment les procédés de boues granulaires aérobies (BGA), qui utilisent une configuration par traitement séquentiel des lots pour créer et maintenir des granules compacts composés de bactéries réduisant considérablement la durée de décantation par rapport aux installations d'EBN. La distribution spécifique des divers groupes de bactéries au sein des granules permet de retirer simultanément la matière organique, l'azote et le phosphore dans un même réservoir aéré. La biomasse granulaire se dépose en quelques minutes, ce qui réduit considérablement le volume comparativement à la biomasse floconneuse traditionnelle, pour laquelle il faut utiliser de grands clarificateurs secondaires. Le processus permet également de réduire de 40 % la demande en énergie grâce à des besoins moindres en aération, mixage et pompage. La technologie de BGA est déjà utilisée dans un certain nombre de SEEU à l'étranger. La première installation des États-Unis a été mise en service, et elle fournira des mesures de rendement qui seront utilisées dans la conception de réacteurs à grande échelle favorisant la granulation.

De nombreuses SEEU canadiennes, surtout celles utilisant des procédés classiques à boues activées, ont actuellement la possibilité de réduire considérablement la charge de nutriments rejetée en apportant à leurs méthodes de traitement des changements relativement peu coûteux qui utilisent les infrastructures existantes d'épuration des eaux usées.

Contribution de M. Jan Oleszkiewicz, Université du Manitoba

Pour en savoir plus, voir le document Options pour améliorer l'élimination et la récupération des nutriments dans les eaux usées municipales au Canada (Oleszkiewicz et al., 2015).

4.1.3 Modernisation et agrandissement des infrastructures de traitement

Pour les collectivités au Canada qui doivent investir pour répondre à la croissance ou satisfaire des exigences de rejet plus rigoureuses par l'agrandissement ou la construction de SEEU, il est crucial d'analyser les avantages concomitants et de soupeser les inconvénients, étant donné le coût élevé des nouvelles installations comparé au coût d'optimisation et de rénovation. Il est essentiel d'avoir une vision à long terme de différents scénarios futurs et profils de risques, en tenant compte des priorités communautaires ou environnementales, des avancées technologiques et des occasions de développement économique. Par exemple, des systèmes « prêts pour l'avenir » peuvent inclure des conceptions souples, modulaires ou évolutives, de l'espace supplémentaire dans la ligne piézométrique pour y ajouter des procédés et permettre la résilience aux changements climatiques, des installations décentralisées pour réduire la nécessité d'augmenter la taille des installations centrales, et des solutions novatrices pour gérer les contaminants, incluant la prévention de la pollution en amont et la gestion du bassin versant, comme il en est fait mention à la section 4.2.

4.1.4 Traitement complémentaire pour les contaminants organiques traces

Certains composés organiques traces sont pris en charge par le biais des procédés de traitement secondaire traditionnels, mais d'autres nécessitent des technologies complémentaires pour être dégradés ou éliminés. Les procédés d'oxydation avancée (POA), comme l'ozonisation et le traitement ultra-violet, sont ceux qui ont été mentionnés le plus souvent pour le traitement des composés organiques traces par les répondants au questionnaire (figure 14 et tableau 2, document complémentaire 1). Les POA reposent sur la production de radicaux hydroxyles – des oxydants puissants pouvant détruire une large gamme de composés. Ces procédés peuvent dégrader les contaminants organiques, mais viennent avec des compromis considérables, dont des coûts accrus, des exigences énergétiques plus élevées et des augmentations connexes d'émissions de GES. La municipalité régionale de York a entrepris un projet pilote pour étudier les options de POA (Regional Municipality of York, 2015). Les méthodes UV ont été évaluées plutôt que l'ozonisation, car c'est la méthode préférée de désinfection des eaux usées en Ontario. Les résultats démontrent que certains composés organiques traces (comme le 17 β -estradiol et le diclofénac) étaient éliminés à plus de 90 % par la photolyse UV à des doses 100 fois supérieures à celles habituellement utilisées pour la désinfection. Des composés comme la caféine et la carbamazépine étaient plus résistants (c.-à-d. une élimination de < 40 % pour la même dose UV) et nécessitaient des doses UV plus importantes (~150 fois les doses UV typiques de désinfection) en combinaison avec des oxydants comme le peroxyde d'hydrogène. Le projet pilote a conclu que de cibler une élimination de l'ordre de 90 % de la carbamazépine avec l'UV seulement, avait augmenté les coûts totaux de la station d'épuration de 16 %, bien que l'inclusion du peroxyde d'hydrogène ait donné lieu à une augmentation plus modeste des coûts totaux de 8 %. Puisque la carbamazépine est un composé récalcitrant qui est considéré à faible risque (section 3.5.3),

d'autres cibles, comme une réduction de 90 % du 17 β -estradiol pourrait donner des avantages environnementaux à un coût global moindre. Il existe aussi d'autres méthodes de traitement des contaminants organiques traces. En Suisse, par exemple, l'ozonisation et la poudre de charbon activé sont les méthodes préférées pour l'élimination des composés organiques traces (Eggen *et al.*, 2014).

ENCADRÉ N° 3 — L'avenir

La récupération des ressources va de pair avec un traitement plus perfectionné

Par le passé, les stations ont utilisé des procédés énergivores et mis l'accent sur la suppression des polluants classiques. Cependant, en raison de la sollicitation grandissante des ressources mondiales limitées en eau douce, en énergie et en phosphore imputable à la croissance de la population et aux changements climatiques, les eaux usées sont de plus en plus considérées comme une précieuse source de ressources. Les ressources pouvant être récupérées des eaux usées afin d'être avantageusement réutilisées comprennent :

- L'eau, utilisée comme eau non potable et même potable.
- Le phosphore et l'azote. Après leur récupération, ces nutriments peuvent être utilisés comme engrais dans l'épandage de biosolides, dans l'eau d'irrigation agricole et dans des produits commerciaux. Par exemple, il est maintenant reconnu mondialement que le phosphore est une ressource non renouvelable et rare; c'est une composante des membranes de cellules et de l'ADN, qui est donc nécessaire à toutes les formes de vie.
- L'engrais utilisé dans l'épandage de biosolides, les produits commerciaux et l'eau d'irrigation pour l'agriculture.
- L'énergie pouvant être produite à partir du carbone organique, de la chaleur et de la dynamique hydraulique de l'écoulement des fluides. Des exemples comprennent notamment la production d'énergie électrique ou de combustibles fossiles tels que le biométhane et la biomasse pour les biocarburants, et le chauffage des stations et de la communauté.
- Les biosolides (matière organique) qui, une fois stabilisés, peuvent servir à l'amendement des sols et servir de source pour récupérer d'autres produits, comme les fibres, les bioplastiques et les lipides.

La récupération de ressources des eaux usées peut également servir d'approche en vue de supprimer davantage des contaminants qu'elles contiennent, et participer ainsi aux efforts de réduction des risques pour l'environnement et la santé publique. En même temps, la récupération des ressources constitue une occasion d'obtenir des produits présentant une valeur commerciale, tout en réduisant l'empreinte carbone et les coûts d'énergie.

Contribution de M. Donald Mavinic, Université de la Colombie-Britannique.

4.1.5 Avantages concomitants de la récupération des ressources

Les eaux usées municipales représentent un danger pour la santé publique et l'environnement, et les SEEU fournissent un service public essentiel en atténuant ces risques. Depuis peu, on s'intéresse de plus en plus à tirer le meilleur parti des SEEU en récupérant les ressources tout en traitant les eaux usées pour protéger le public et l'environnement (encadré n° 3). Par exemple, la Water Environment Federation (WEF) des États-Unis a déclaré qu'elle estimait que les stations d'épuration des eaux usées n'étaient pas des installations de traitement des déchets mais bien des installations de récupération des ressources qui produisent de l'eau propre, récupèrent les nutriments (comme le phosphore et l'azote) et ont le potentiel de réduire la dépendance aux combustibles fossiles par la production et l'utilisation d'énergie renouvelable (Water Environment Federation, 2011)

La WEF et d'autres organismes ont commencé à utiliser le terme « station de récupération des ressources de l'eau » (StaRRE) plutôt que station d'épuration des eaux usées. Le comité d'experts est d'avis que les SEEU sont d'abord et avant tout responsables de la protection de la santé publique et de la santé de l'environnement. Néanmoins, les bénéfices pour la société peuvent être maximisés grâce à la récupération des ressources qui fournit une occasion de traiter les eaux usées à un plus haut degré tout en générant simultanément de nouvelles sources de revenus. La récupération des ressources est encore à un stade précoce au Canada, mais de nouveaux facteurs, comme les changements climatiques et la pénurie de ressources, vont inciter son développement. L'argument commercial pour la récupération des ressources est appuyé par le fait que le traitement des eaux usées est une nécessité; les coûts de la récupération sont donc en sus des coûts du traitement. Il est aussi possible de générer des revenus pour recouvrer partiellement ou complètement les coûts, comme en vendant des engrais commerciaux ou en revendant du méthane au réseau (étude de cas n° 5). Le recouvrement des coûts peut être attirant pour une municipalité, tandis que le fait de favoriser une économie circulaire peut plaire au grand public.

La récupération des biosolides des eaux usées pour l'épandage terrestre se fait couramment, et cela contribue à la fertilité du sol. Toutefois, l'application de biosolides comporte aussi des compromis ou inconvénients, comme les impacts potentiels de polluants, tels que les métaux, qui se sont dispersés dans les solides. Dans bon nombre d'instances, l'épandage terrestre ou l'enfouissement des biosolides est de plus en plus contrôlé, ce qui rend cette option difficile. De même, bien que l'on cite couramment la réutilisation des effluents traités d'eaux usées comme moyen de maximiser les ressources en eau, elle a aussi le potentiel de créer de nouvelles voies d'exposition pour des substances dangereuses pour la santé publique.

Les répondants au questionnaire ont souvent mentionné la production de biogaz comme une possibilité importante de récupération des ressources (figure 16, document complémentaire 1). Puisque les systèmes d'assainissement des eaux usées sont ceux qui requièrent un grande partie

des besoins énergétiques des municipalités, ils représentent une véritable opportunité d'atténuer les émissions de GES (Réseau canadien de l'eau, 2018).

ÉTUDE DE CAS N° 5

Cogénération et récupération de chaleur dans les stations d'épuration des eaux usées

Les cinq stations d'épuration des eaux usées de Metro Vancouver récupèrent et utilisent les biogaz pour générer de la chaleur dans leurs usines. Deux des stations obtiennent également suffisamment d'électricité par cogénération pour répondre à environ la moitié de leurs besoins. Une station d'épuration prévoit également de vendre ses surplus de biométhane à un service de gaz naturel local. Metro Vancouver a également établi une politique de récupération de la chaleur des déchets liquides qui permet aux municipalités et aux entreprises d'utiliser la chaleur des égouts pour chauffer les bâtiments à proximité. Le premier projet rendu possible grâce à la politique vise la récupération de la chaleur des effluents, et sera construit à la nouvelle station d'épuration des eaux usées desservant la rive nord de la région. Son ouverture est prévue en 2021. Elle vendra 5 mégawatts de chaleur au réseau énergétique du district de la Lonsdale Energy Corporation, permettant de chauffer environ 3 000 foyers. La chaleur d'origine renouvelable remplacera le gaz naturel et réduira les émissions de gaz à effet de serre

Dans l'ensemble du pays, il existe plusieurs exemples d'installations de cogénération utilisant déjà le biogaz de stations d'épuration d'eaux usées ou prévoyant de le faire :

- La Ville de Hamilton possède une installation de cogénération d'une capacité de 1,6 mégawatt dans la station d'épuration des eaux usées de Woodward, ainsi qu'une unité de purification du biogaz. Avoir deux installations permet à la Ville de Hamilton de choisir entre la vente d'électricité ou de gaz naturel aux distributeurs d'énergie, en fonction des taux courants du marché.
- L'installation de cogénération du Centre environnemental Robert O. Pickard de la Ville d'Ottawa produit 5 mégawatts de chaleur et d'électricité, ce qui assure 50 % de ses besoins annuels en énergie, et lui a permis d'économiser environ 1,6 million de dollars en 2006.
- Le centre de contrôle de la pollution du Grand Nanaimo du district régional de Nanaimo est une petite station qui produit 0,3 mégawatt d'électricité, et la vend à BC Hydro pour alimenter 325 foyers
- La station d'épuration des eaux usées de Saint-Hyacinthe, au Québec, purifie ses surplus de méthane et les vend à Energir (auparavant Gaz Métro). Elle alimente également les véhicules municipaux en gaz naturel. De nouveaux digesteurs anaérobies ont également été ajoutés pour recueillir les résidus alimentaires envoyés par les entreprises et les supermarchés, et en produire du méthane aux fins de réutilisation.
- La région de Waterloo prévoit d'ajouter une installation de cogénération à trois de ses stations d'épuration des eaux usées, qui auront alors une capacité électrique totale de 1,4 mégawatt, qui servira à compenser de 30 à 60 % les demandes en énergie électrique.

Cette étude de cas est adaptée du document Équilibrer le budget : Viabilité financière des réseaux d'eau canadiens (Réseau canadien de l'eau, 2018).

4.2 Le traitement des eaux usées comme élément de protection du bassin versant

Le traitement des eaux usées est une composante d'une stratégie globale de gestion des déchets pour faire face au problème complexe de l'impact de l'homme sur l'environnement.

Dans le cadre d'une analyse des coûts et avantages à l'échelle plus large du bassin versant, il faut déterminer si le traitement de certains contaminants dans les eaux usées est toujours l'investissement le plus rentable. Une approche holistique tient compte de toutes les solutions de traitement disponibles, ainsi que d'autres interventions qui pourraient être plus efficaces ou complémentaires, comme la séparation des égouts unitaires. En Europe, la combinaison des options de gestion du bassin versant au traitement est en voie d'être adoptée, notamment en Allemagne où l'on étudie les besoins du milieu récepteur et l'on contrôle les contaminants à la source ainsi que pendant le traitement.

4.2.1 Contrôle à la source

Réduire ou éliminer les contaminants à la source (c.-à-d. en les maintenant hors des réseaux d'égout) est une des principales priorités mentionnées par le comité d'experts, de même que par le groupe élargi (figures 14 et 15, document complémentaire 1). Le contrôle à la source (c.-à-d. la prévention de la pollution) constitue une importante stratégie complémentaire au traitement, étant donné le grand nombre de contaminants qui sont non traitables ou partiellement traitables à l'aide des traitements conventionnels, ou qui sont très coûteux à traiter. La contamination des biosolides récupérés limite leur réutilisation bénéfique, ou requiert des traitements additionnels. Le contrôle à la source peut se faire en limitant la présence ou la concentration de certains contaminants dans les produits de consommation, ou en éliminant ou réduisant les contaminants avant qu'ils ne pénètrent dans le réseau d'égout. Environnement et Changement climatique Canada et Santé Canada, par le truchement de la LCPE, évaluent et gèrent les risques associés aux substances existantes et nouvelles sur le marché qui aboutissent souvent dans les SEEU. La récente interdiction des microbilles dans les articles de toilette (étude de cas n° 6), les règlements passés sur les phosphates dans les détergents et la séparation des déchets dentaires qui contiennent du mercure, sont quelques exemples de contrôle à la source mis en place au Canada.

En plus d'interdire ou de restreindre des substances chimiques dans les produits du commerce par le biais de la LCPE, une composante importante du contrôle à la source est de contrôler ce qui est déversé dans les égouts et aboutit dans les SEEU. Les décrets municipaux sur l'utilisation des égouts peuvent limiter les concentrations ou la charge de certains constituants et exiger de certaines industries ou activités commerciales qu'elles prétraitent leurs déchets liquides avant de les rejeter dans le réseau d'égout municipal. Ces décrets peuvent aussi limiter les substances qui ne seront pas adéquatement traitées à la station d'épuration. Par exemple, l'Environmental

Protection Agency des États-Unis délivre des permis d'utilisation industrielle par le biais de son programme national de prétraitement. Les évaluations des risques environnementaux pour des sites précis ou à l'échelle du bassin versant peuvent fournir des renseignements utiles aux décrets municipaux sur l'utilisation des égouts en précisant les contaminants qui s'avèrent préoccupants pour une SEEU ou pour un milieu récepteur en particulier. Les répondants au questionnaire ont également souligné que la sensibilisation des clients était aussi une composante du contrôle à la source (figures 15 et 19, document complémentaire 1) pour réduire les charges de NCP s'acheminant vers les SEEU par l'élimination adéquate de certains produits, comme les médicaments périmés ou inutilisés.

ÉTUDE DE CAS N° 6

Microplastiques dans les eaux usées canadiennes

La pollution par les microplastiques est rapidement devenue une préoccupation environnementale et politique dans beaucoup de lieux du monde entier. La recherche sur la distribution et les impacts des microplastiques dans l'environnement est très récente, et la mesure dans laquelle ces matières présentent un risque pour la conservation du biote aquatique n'est toujours pas claire. Il y a cependant certaines évidences : les microplastiques sont partout – dans l'air, sur terre, dans l'eau douce et l'eau de mer, à la surface des cours d'eau, dans la colonne d'eau et dans les sédiments, ainsi que dans presque toutes les espèces examinées, à savoir les invertébrés, les poissons, les oiseaux et les mammifères marins. L'omniprésence des microplastiques dans nos écosystèmes met en relief la nécessité de tenir compte d'éventuelles conséquences biologiques ou écologiques négatives.

Les microplastiques désignent toute particule de plastique inférieure à 5 mm, et sont constitués à la fois de microplastiques primaires (microbilles et granulés) et de microplastiques secondaires, qui résultent de la rupture de gros articles en plastique. Les microplastiques primaires font l'objet de mesures réglementaires en vertu de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* (il s'agit de la première substance non chimique à être classée comme « toxique » au Canada), mais les microplastiques secondaires soulèvent davantage de questions et de préoccupations.

Le type dominant de microplastiques trouvé dans les échantillons d'eau prélevés dans les régions côtières de l'Amérique du Nord est sous forme de fibres. On a émis l'hypothèse selon laquelle les eaux usées domestiques seraient une importante source de fibres textiles provenant du lavage de vêtements synthétiques. À ce jour, une poignée d'études ont documenté les particules de microplastique dans les stations d'épuration des eaux usées de divers pays et dans leurs effluents finaux, ce qui porte à croire que d'autres recherches seraient justifiées. Cependant, d'importants défis méthodologiques ont limité la force de ces études et entraîné une comparaison difficile des résultats. Une étude détaillée en cours, réalisée par Ocean Wise, vise les deux plus grandes stations d'épuration des eaux usées de Metro Vancouver. Les premiers résultats devraient être publiés vers la mi-2018.

Contribution de M. Peter Ross et de Mme Anna Posacka, Ocean Wise Conservation Association

4.2.2 Réduction des débordements des égouts unitaires

Un secteur auquel on s'intéresse de plus en plus, tout particulièrement en raison des conditions météorologiques changeantes et des intempéries plus sévères, est la contribution des rejets d'égout qui n'ont pas été traités ou l'ont été seulement partiellement. C'est surtout un problème dans les vieux réseaux avec des égouts unitaires qui reçoivent à la fois les eaux usées brutes des égouts et les eaux pluviales. Les déversoirs d'orage libèrent des eaux pluviales et des eaux usées brutes lorsque la capacité de collecte du réseau est dépassée pendant de fortes précipitations. Cela peut se produire quand les égouts débordent en amont d'une SEEU, ou lorsqu'on détourne intentionnellement le flux pour contourner quelques-uns ou tous les procédés de traitement d'une SEEU lorsque le système est incapable d'accueillir le débit accru. Puisque les événements météorologiques extrêmes sont en hausse à cause des changements climatiques, les déversoirs d'orage peuvent contribuer au rejet de quantités significatives d'eaux d'égout non traitées dans les plans d'eau récepteurs. En vertu du RESAEU, les municipalités doivent faire un rapport mensuel du volume et du nombre de jours où les effluents sont rejetés dans les déversoirs d'orage. La stratégie du CCME, que la majorité des provinces et territoires (mais pas tous) ont ratifiée, établit comme norme qu'il n'y ait aucune augmentation de la fréquence des débordements de déversoirs d'orage pour les nouveaux aménagements ou les réaménagements.

Avec l'expansion des villes et les impacts des changements climatiques sur le cycle de l'eau, il faut procéder à la modernisation des réseaux de collecte. La réduction des débordements représente une occasion particulière de réduire les risques que représentent les eaux usées pour l'environnement et la santé publique. Dans certaines municipalités, des investissements stratégiques dans les réseaux d'égout peuvent être plus efficaces pour atténuer les impacts environnementaux que de coûteuses modernisations des SEEU. Des exemples d'investissements en amont pour réduire les débordements et les contournements incluent : la séparation des égouts pluviaux et sanitaires; la réduction du débit entrant et de l'infiltration des eaux pluviales ou des eaux souterraines dans le réseau d'égout; la déconnexion des descentes d'eaux pluviales aux égouts sanitaires; l'utilisation stratégique de la capacité existante du réseau pluvial; le contrôle en temps réel; l'incorporation de réservoirs de débordements ou réservoirs tampons dans le réseau. Par exemple, la Ville d'Ottawa a mis en œuvre une série de mesures pour atténuer les débordements dans la rivière des Outaouais. Ces mesures incluent des contrôles en temps réel de l'équipement de débordement et la surveillance des données sur la dynamique des fluides en conduite pour maximiser le captage de débordements potentiels, construire des installations de stockage pour retenir temporairement les débits additionnels, poursuivre le travail de séparation des égouts et élaborer des systèmes de surveillance pour aviser le personnel de débordements aux 13 différents sites de débordements (Ville d'Ottawa, s. d.). D'autres villes canadiennes, comme les villes de Québec et de Montréal, ont mis en œuvre des mesures similaires.

4.2.3 Gestion des sources diffuses de nutriments dans le bassin versant

La gestion de problèmes de pollution plus diffuse dans le bassin versant ne relève pas d'un ministère, d'un groupe ou d'un secteur en particulier et requiert donc la coordination des décisions et des actions de diverses parties prenantes. Par conséquent, l'adoption de politiques et pratiques en fonction du bassin versant donne l'occasion de prendre une approche plus holistique pour évaluer les impacts relatifs et le rapport coûts-efficacité des options de traitement des eaux usées municipales pour réduire les incidences globales sur l'environnement. L'approche de gestion par bassin versant, par défaut, requiert un effort multisectoriel pour saisir les impacts et les avantages des interventions, pour les petits et grands systèmes et pour les sources ponctuelles et diffuses.

Des gains importants ont été réalisés au Canada au cours des 40 dernières années pour réduire la détérioration de la qualité de l'eau des sources en aval, notamment par le traitement des effluents d'eaux municipales. Cependant, les problèmes de qualité de l'eau comme les efflorescences d'algues persistent, et nous devons maintenant axer nos efforts sur la réduction des sources diffuses de nutriments dans les bassins versants – une tâche plus complexe. Pour certains contaminants, ce sont les sources diffuses qui constituent l'apport principal dans les plans d'eau de surface, et à un certain point, l'augmentation des réductions de charge à partir des SEEU peut ne représenter qu'un avantage minime. Par exemple, pour atteindre une rigoureuse concentration en phosphore de 0,05 mg/L dans les effluents d'eaux usées d'une SEEU, cela coûterait environ 100 000 \$ par kilogramme de phosphore. En comparaison, la réduction de la charge en phosphore de sources diffuses, par des mesures de gestion des eaux pluviales urbaines et des pratiques agricoles exemplaires, coûterait entre 4 \$ et 1 700 \$ par kilogramme de phosphore éliminé (Commissaire à l'environnement de l'Ontario, 2017).

Outre les approches de gestion intégrée à l'échelle du bassin versant, les échanges de crédits de qualité d'eau ou les programmes de compensation représentent une occasion d'obtenir des réductions globales de rejets de polluants dans les milieux aquatiques. Ces programmes permettent à ceux qui rejettent des eaux usées d'atteindre les objectifs environnementaux avec plus de souplesse et à moindre coût que d'autres types de règlements. Ils s'appuient sur le fait que les exploitations qui sont source de pollution, et sont généralement situées dans le même bassin versant ou sous-bassin versant, font souvent face à des coûts différents. Les critères de base pour un système d'échange axé sur la qualité de l'eau ou un programme de compensation réussi sont (adapté d'IISD, 2009; Lake Simcoe Region Conservation Authority, s. d.) :

- des sources et des quantités bien définies de pollution
- des mesures (réglementaires ou autres) qui encouragent la compensation et qui permettent une certaine souplesse dans l'atteinte des exigences réglementaires par le biais de la compensation.
- des rejets de polluants qui peuvent être réduits de façon plus rentable en travaillant avec d'autres émetteurs de polluants dans le bassin versant
- des avantages constatés dans le sous-bassin versant
- une surveillance efficace
- une entité pour administrer le programme

L'Ontario a récemment ajouté une disposition à sa Loi sur les ressources en eau pour établir les bases d'un système d'échange axé sur la qualité de l'eau (Loi sur les ressources en eau de l'Ontario, a. 75 (1.7)). Le Canada compte des cas réussis de gestion à l'échelle du bassin versant, notamment les offices de protection de la nature en Ontario qui appuient le système d'échange et de compensation pour le phosphore (comme l'Office de protection de la nature de la région du lac Simcoe et la Société d'aménagement de la rivière Nation-Sud) (étude de cas n° 7). Des programmes d'échange à plus long terme axés sur des nutriments sont en place aux États-Unis, notamment celui de la baie Chesapeake, qui est un exemple de programme au sein d'un bassin versant incluant de nombreuses instances. Parallèlement à ceci, une approche en place dans certains bassins versants des É.-U. et de l'UE, connue sous le nom de gestion des principaux nutriments, vise à démontrer la rentabilité de la récupération et de l'échange de nutriments dans le cadre de partenariats au sein d'un bassin versant : les agriculteurs partenaires reçoivent les nutriments récupérés par les SEEU en vertu d'un système de plafonnement et d'échange de droits d'émission. Le Greater Miami River Watershed Water Quality Trading Program utilise actuellement cette approche (AGree *et al.*, 2015).

ÉTUDE DE CAS N° 7

Réduction du phosphore dans le lac Simcoe grâce à l'échange de crédits de qualité de l'eau et à la compensation

Le programme de compensation des augmentations du rejet du phosphore du lac Simcoe (LSPOP) s'inscrit dans le cadre d'une vaste stratégie visant à réduire les charges de phosphore dans le lac Simcoe. Il a été mis sur pied à la suite d'une étude sur la faisabilité de l'échange de crédits de qualité de l'eau dans le bassin versant. L'échange de crédits tient compte de la grande variation des coûts liés au contrôle des polluants. Par exemple, la mise à niveau de l'infrastructure de traitement des eaux usées est extrêmement longue et coûteuse, tandis qu'il est possible de contrôler plus rapidement et à moindre coût les sources diffuses de phosphore provenant de l'agriculture ou du ruissellement urbain. Les programmes d'échange permettent aux organisations devant supporter d'importants frais liés au contrôle de la pollution de satisfaire aux obligations réglementaires grâce à l'échange de crédits avec une autre organisation ayant des coûts moins élevés.

Bien que l'échange de crédits de qualité de l'eau soit toujours considéré comme une option acceptable pour le contrôle du phosphore dans le bassin versant du lac Simcoe, le LSPOP n'est pas un programme d'échange. Il a un objectif « zéro exportation » qui exige des nouveaux aménagements d'empêcher que 100 % de leurs charges de phosphore ne sortent de leur site. Cela oblige donc de contrôler au maximum ces charges au sein des nouveaux aménagements en recourant à la meilleure technologie de contrôle disponible, conformément aux lignes directrices du ministère de l'Environnement et de l'Action en matière de changement climatique de l'Ontario (MEACC) ainsi qu'aux lignes directrices en matière de développement des bassins versants de l'Office de protection de la nature de la région du lac Simcoe (LSRCA) – les plus rigoureuses prévalant. La charge restante de phosphore provenant des eaux de ruissellement ne pouvant pas être contrôlée, une compensation s'avère alors nécessaire pour atteindre une cible d'exportation nulle. Un rapport de compensation de 2,5 à 1 est appliqué, ce qui signifie que 2,5 kg de phosphore par an seraient éliminés pour chaque kilogramme à compenser. Les mesures de compensation consisteraient en une réduction de la charge de phosphore par un aménagement à faible incidence et la réhabilitation des décharges d'eaux pluviales existantes ailleurs dans le sous-bassin hydrographique ou les sous-bassins versants adjacents.

Le LSPOP est le fruit de plus de cinq ans de collaboration avec le LSRCA, la Première Nation des Chippewas de Georgina Island, le MEACC, des partenaires municipaux et la Building Industry and Land Development Association. D'autres avantages concomitants comprennent notamment la réduction du risque d'inondation, la résilience accrue de la communauté aux changements climatiques, l'amélioration de l'alimentation de la nappe souterraine et l'ajout d'emplois « verts » au sein de l'économie locale. Le programme de compensation a jeté les bases d'un programme de crédits de qualité de l'eau plus vaste qui pourrait accueillir d'autres partenaires. Les acheteurs de crédits de phosphore dans le bassin versant du lac Simcoe pourraient être des municipalités, des promoteurs privés, des exploitants industriels et des autorités responsables des transports.

Contribution de M. Michael Walters, chef de l'administration, Office de protection de la nature de la région du lac Simcoe.

4.2.4 Surveillance des bassins versants

La surveillance des milieux dans lesquels les SEEU déversent leurs effluents peut aider à orienter les décisions relatives aux améliorations requises dans les SEEU et les bassins versants. La façon d'aborder la surveillance a largement été laissée à la discrétion de chaque province ou territoire. Sans programme officiel de surveillance, il est difficile de savoir s'il y a des problèmes environnementaux ou de déceler les problèmes potentiels à mesure qu'ils surgissent. Voilà donc une excellente occasion pour le gouvernement fédéral de proposer une approche plus coordonnée et efficace. Un programme de surveillance visant à caractériser quels contaminants provenant des eaux usées municipales persistent dans les milieux aquatiques en aval (comme à Calgary, étude de cas n° 3), et à surveiller les incidences environnementales, permettrait de mieux relier les actions de traitement des eaux usées aux bénéfices souhaités. Une surveillance soutenue à long terme est nécessaire pour comprendre les impacts aigus et chroniques et soutenir une approche de protection environnementale plus holistique à l'échelle du bassin versant.

Dans le cadre d'un programme de surveillance à l'échelle du bassin versant, l'agrandissement de la portée géographique pour intégrer la surveillance de la conformité de certains sites en particulier donne l'occasion de mobiliser un plus grand nombre d'intervenants (étude de cas n° 8). Cela aiderait aussi les municipalités et les services publics à analyser leurs propres rapports coûts-avantages des investissements. En raison des effets cumulatifs des multiples facteurs de stress dans les bassins versants, il peut être ardu d'effectuer une surveillance efficace permettant d'évaluer les impacts des effluents des SEEU sur les milieux récepteurs. Les sources de contaminants peuvent être nombreuses, et il peut être difficile d'associer les effets observés à diverses actions (p. ex., les mises à niveau des SEEU). En outre, la période de temps entre la prise de mesures d'atténuation et les effets observables peut varier grandement. Certains changements se produisent relativement rapidement, comme la réduction observée en quelques années de poissons intersexués après la modernisation de la SEEU de Kitchener de la région de Waterloo (Hicks *et al.*, 2017). Par contre, pour ce qui est des stratégies de réduction du phosphore, après la mise en œuvre des pratiques de gestion (comme les améliorations de SEEU et les pratiques de gestion exemplaires en agriculture) cela peut prendre des dizaines d'années avant que l'on voit s'améliorer la santé de l'écosystème (Réseau canadien de l'eau, 2017).

Le développement d'approches de surveillance des effets cumulatifs représente une opportunité unique, de même qu'un défi de taille, pour les gouvernements provinciaux, territoriaux et fédéral, de même que pour d'autres instances dans le monde. Les connaissances autochtones locales de l'utilisation du territoire, combinées aux sciences occidentales, sont nécessaires pour bien comprendre les dangers qui menacent le Nord et les communautés éloignées. Les contaminants environnementaux peuvent avoir des conséquences plus grandes sur les populations autochtones qui dépendent d'aliments de source sauvage. La surveillance faite par les Autochtones dans leurs propres communautés améliorerait notre capacité de comprendre

les impacts sur la santé humaine et l'environnement dans les communautés éloignées et rehausserait la fiabilité des résultats.

ÉTUDE DE CAS N° 8

Cadre de gestion des eaux de la rivière Saskatchewan Nord

En 2007, l'Alberta devait gérer la possibilité d'une croissance sans précédent du développement industriel et de la population dans la région métropolitaine d'Edmonton. Consciente des éventuelles répercussions négatives sur la rivière Saskatchewan Nord, la province a créé, en collaboration avec un vaste groupe d'intervenants, le Cadre de gestion de l'eau (Water Management Framework) pour le centre industriel Heartland et la région de la capitale. Il s'agissait de la première mise en œuvre de l'approche de l'Alberta en matière de gestion des effets cumulatifs. Au départ, cette approche mettait l'accent sur la gestion de la quantité et le recyclage de l'eau. Cependant, il est rapidement apparu qu'il était possible d'améliorer l'utilisation des outils et modèles de gestion de l'eau pour aborder les possibles préoccupations sur la qualité de l'eau. En conséquence, l'objectif du projet a été orienté sur la collecte d'informations, la commande d'études, la synthèse des connaissances et l'analyse des tendances liées à la qualité de l'eau. Les prochaines étapes consistent à évaluer, grâce aux données recueillies par un programme de caractérisation des effluents, la qualité des effluents qui pénètrent dans la rivière Saskatchewan Nord, à établir au besoin de nouvelles normes sur le niveau des effluents, et à donner un aperçu de la gestion à venir de la rivière grâce à des outils (c.-à-d., des modèles) pour aider à trouver des solutions concertées en matière de gestion adaptée pour gérer les apports dans la rivière. Ce projet est un bon exemple de collaboration multipartite établie dans le but de comprendre les effets cumulatifs des rejets dans l'environnement.

Contribution de M. Mike Darbyshire, directeur général, Alberta Capital Region Wastewater Commission.

4.3 Permettre et encourager le progrès et l'innovation

Pour répondre aux besoins futurs de systèmes d'eaux usées, il faut dépasser nos normes minimales actuelles qui ne protègent pas complètement l'environnement. La complexité de ces besoins futurs requiert que nous nous attardions à des considérations coûts-avantages plus larges, incluant les avantages concomitants et les inconvénients, avec l'apport et l'intervention d'un groupe très varié d'intervenants. Les nouveaux défis demandent de nouvelles façons de faire, et les innovations en matière de gouvernance et d'approches seront aussi importantes que les innovations technologiques. Nous avons une occasion importante d'établir des règlements plus efficaces, mais il faudra également des stratégies pour inciter et soutenir l'action coordonnée et l'innovation. Pour ce faire, il faut reconnaître que chacun des groupes impliqués dans la gestion du bassin versant assume des risques et des coûts différents en prenant des mesures qui contribuent à un objectif public commun.

Pour que le Canada puisse bien prendre appui sur ses assises actuelles et pour encourager l'innovation, il faut des stratégies qui mobilisent de nombreux acteurs pour déterminer les coûts et les avantages et là où les risques sont encourus.

4.3.1 Identifier et partager les risques et les coûts

Au Canada, le secteur du traitement des eaux usées est reconnu pour être peu disposé à prendre des risques; et il adhère généralement aux approches établies traditionnelles. Si une municipalité ou un service public adopte une nouvelle approche ou technologie, elle est d'abord responsable d'assumer les coûts de l'installation des nouveaux systèmes. Elle doit aussi absorber les coûts encourus (qui peuvent être substantiels) si la technologie fait défaut, comme les amendes, les sanctions ou les conséquences sur la santé, l'environnement et l'économie (p. ex., une écloserie de maladie, une répercussion sur les loisirs aquatiques locaux). Les autorités provinciales partagent également le fardeau de responsabilité et elles ont tendance à user de prudence au moment d'approuver de nouvelles approches.

Le fait d'identifier et partager de façon explicite les risques auxquels font face les municipalités et les services publics pourrait accroître l'adoption d'approches novatrices et de nouveaux systèmes pouvant donner lieu à une gamme accrue d'avantages, comme une meilleure qualité d'effluent, une empreinte carbone réduite ou la récupération de ressources avantageuses. Lorsque l'objectif de ces initiatives est de favoriser des innovations et des essais valables, les paliers gouvernementaux supérieurs pourraient les appuyer, en offrant des incitatifs financiers ou des filets de sécurité financière, et en levant des exigences réglementaires ou en offrant une

certaine souplesse à cet égard. Le partage des risques et des coûts peut également se faire en instaurant des partenariats entre services publics (p. ex., Water Services Association of Australia et United Kingdom Water Industry Research) ou par le biais de partenariats publics-privés.

L'accès à des programmes continus et prévisibles de financement pour l'eau potable et les eaux usées, et à un soutien adéquat pour les communautés autochtones, rurales et éloignées demeure un défi constant au Canada. Certaines municipalités et certains services publics devront faire des investissements majeurs pour être en mesure de respecter les normes minimales, notamment les collectivités côtières, les plus petits réseaux, les communautés du Nord et la plupart des communautés autochtones. Il est possible de tirer profit des investissements requis pour atteindre les normes minimales (ou des normes possiblement modifiées dans le Nord) et de profiter d'occasions qui vont au-delà de l'atteinte de ces exigences minimales, afin de réduire encore plus de risques et d'obtenir plus d'avantages.

4.3.2 Combiner les approches réglementaires et non réglementaires

Les solutions réglementaires ont une incidence sur les décisions d'investissement des SEEU. Il s'agit d'une approche coercitive où le gouvernement exige des intervenants qu'ils se conforment à la loi pour atteindre un objectif donné. Par exemple, les normes fédérales et provinciales de rendement en matière de qualité de l'eau pour tel ou tel contaminant ou les normes basées sur la technologie sont des instruments réglementaires. D'autres approches non réglementaires, comme les taxes, les frais et redevances, les permis d'échange, les aides et mesures incitatives financières comme les subventions ou l'accès au financement, peuvent aussi être conçues pour compléter les efforts réglementaires.

En combinant les mesures incitatives et les approches réglementaires, on peut favoriser plus de solutions efficaces et efficientes qui satisfont aux exigences réglementaires et fournissent davantage de bénéfices pour l'environnement et la société. Par exemple, le *Guide d'analyse coûts-avantages* du Conseil du Trésor du Canada fournit des directives sur l'évaluation des mesures réglementaires et non réglementaires (p. ex., basés sur les finances ou la performance) afin d'optimiser les avantages nets pour l'ensemble de la société (Secrétariat du Conseil du Trésor du Canada, 2007). Au moment de choisir des approches politiques, il importe d'envisager une plus grande souplesse d'atteinte des objectifs et de choisir des technologies qui sont appropriées au contexte local. Un examen plus vaste d'une série d'options politiques pouvant être combinées pour contribuer au dépassement des normes minimales inclurait des règlements, des instruments du marché, des mesures incitatives, le renforcement des capacités, l'information et l'éducation, les structures de gouvernance et les incitatifs financiers (Institut Urbain Canadien *et al.*, 2010). Certains exemples sont présentés ci-dessous.

4.3.3 Soutenir l'adoption des innovations

Pour les innovations technologiques, le fait d'encourager les démonstrations à l'échelle pilote et à pleine échelle est souvent reconnu comme étant un élément essentiel pour l'adoption éventuelle de technologies nouvelles et avantageuses donnant des résultats qui peuvent être supérieurs aux normes minimales. Il est possible de démontrer que des technologies éprouvées permettent de satisfaire aux exigences réglementaires, d'obtenir des avantages concomitants et de gérer les éventuels défis de gestion des eaux usées. Certains exemples de programmes qui soutiennent les innovations liées à l'eau incluent notamment : le programme Promotion des innovations en technologies de l'eau de l'Ontario, Alberta Innovates, le Consortium pour l'eau du Sud de l'Ontario, et le Fonds municipal vert de la Fédération canadienne des municipalités. Il est également possible de promouvoir l'adoption et le transfert des technologies en fournissant des incitatifs financiers ou réglementaires, comme des processus d'approbation plus rapides. L'Ontario, par exemple, a un projet pilote de vérification des technologies innovatrices prêtes à être commercialisées pour le traitement des eaux usées municipales qui inclut une vérification du rendement de la technologie par un tiers et la simplification du processus de demande d'autorisation (Gouvernement de l'Ontario, 2018).

Certaines instances utilisent des instruments financiers pour pénaliser la non-conformité et récompenser le rendement qui dépasse les limites de conformité. En Allemagne par exemple, en plus des règlements sur la qualité des effluents, la loi fédérale sur les eaux usées prescrit la perception de frais lorsque des eaux usées contenant des contaminants sont déversées dans des plans d'eau (Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, 2016). Les frais varient selon la nocivité des eaux usées, et tiennent compte des substances oxydables, du phosphore, de l'azote, des composés organiques halogénés, de plusieurs métaux lourds et de la toxicité de l'effluent pour le poisson (German Law Archive, 1998). Ces frais, basés sur le principe du pollueur-payeur, sont un incitatif économique permettant de réduire les impacts des effluents sur les eaux réceptrices. La Suisse, d'autre part, a choisi une approche réglementaire plus stricte pour gérer les contaminants organiques traces en adoptant à l'échelle du pays une réduction des contaminants organiques traces de l'ordre de 80 % pour les SEEU desservant de grosses populations ou rejetant leurs effluents dans des eaux sensibles (Eggen *et al.*, 2014; L'Assemblée fédérale de la Confédération suisse, 2017). Les modernisations sont soutenues par un fonds fédéral (qui couvre 75 % des coûts totaux) et une taxe d'égout payée par les producteurs d'eaux usées, selon le principe du pollueur-payeur (BAFU, 2012; Swiss Federal Institute of Aquatic Sciences and Technology, 2015).

Une autre solution qui a été adoptée par certaines instances pour tenir compte des complexités de la gestion de bassin versant est l'adaptation de règlements qui se basent sur les conditions et les impacts cumulatifs des plans d'eau récepteurs pour déterminer les objectifs de rendement. Ce type d'approche réglementaire peut répondre aux futurs besoins de la gestion des eaux usées au Canada en permettant le développement d'objectifs qui fournissent les meilleurs avantages

pour l'ensemble d'une région donnée. Certaines provinces ont déjà adopté cette façon de faire, bien qu'à divers degrés et non en tant qu'obligation légale. Elle est similaire à l'approche adoptée dans le cadre de la loi américaine *Clean Water Act*. La surveillance et l'application, quoique complexe, sont essentielles dans le cadre d'une approche à l'échelle du bassin versant. Il est également possible d'encourager l'innovation dans les activités d'exploitation des SEEU en reconnaissant et récompensant le leadership, comme ce qui se fait dans le cadre du programme PEX StaRRE au Québec (étude de cas n° 9).

ÉTUDE DE CAS N° 9

PEX StaRRE, le Programme d'excellence en eaux usées du Québec

La province de Québec a instauré des programmes pour soutenir et favoriser l'utilisation d'outils d'évaluation de la performance pour l'atteinte de paramètres de qualité de l'eau dépassant les exigences des règlements provinciaux. Le Programme d'excellence en eau potable volet Traitement (PEXEP-T), coordonné par Réseau Environnement, a été présenté aux municipalités en 1999. Financé par des membres pendant plus d'une décennie, il s'inspire du programme *Partnership for Safe Water* de l'American Water Works Association (AWWA). Il comporte un processus de certification, dont chaque étape est soumise à la validation de pairs en fonction de critères établis.

Dans la foulée du succès du PEXEP-T, Réseau Environnement a élaboré en 2015 un nouveau programme d'excellence en eaux usées. PEX StaRRE est un programme d'amélioration continue qui surpasse les exigences réglementaires provinciales. Il a pour objectif d'améliorer la qualité des effluents d'eaux usées, d'optimiser les procédés et de maximiser la récupération des ressources. Les indicateurs de rendement de l'équipement, des opérations et de l'administration favorisent l'optimisation, et les services publics qui montrent des progrès sont reconnus par leurs pairs au cours d'une cérémonie annuelle de remise de prix.

Actuellement, huit municipalités, desservant une population totale de 1,5 million de personnes (sur 8,2 millions au Québec), participent au programme. Les membres ont soumis les données de base de leur rendement annuel, qui serviront de référence à l'avenir. Le 23 mars 2017, la Water Environment Federation (WEF) et l'AWWA ont signé un protocole d'entente avec Réseau Environnement pour développer conjointement un programme équivalent aux États-Unis. La WEF a ainsi entamé son programme de traitement durable et d'excellence en matière de récupération des ressources, intitulé WATER STARRE.

Contribution de M. Yves Comeau, professeur, Département des génies civil, géologique et des mines, École Polytechnique de Montréal, fondée sur des renseignements tirés de CentrEau, 2017; Réseau Environnement, 2016-a, 2016-b.

4.3.4 Accroître la confiance en développant une base de connaissances mieux coordonnée

Le rehaussement des capacités et l'utilisation efficace de l'information existante sont d'autres instruments politiques permettant de soutenir les solutions novatrices. Il faudra, pour gérer les défis futurs des eaux usées, être en mesure de faire progresser et de diffuser les connaissances relatives aux changements qui se produisent dans les eaux usées et les environnements récepteurs et leurs réactions aux méthodes de gestion. Cela nous habilitera à prendre des décisions plus éclairées et à nous assurer que l'approche de gestion est adaptative. Nous avons là une occasion importante de renforcer les capacités et de faciliter le partage des connaissances scientifiques et pratiques entre instances, non seulement en matière de rendement technologique en vue de soutenir le transfert de technologie, mais aussi en ce qui concerne l'efficacité des différentes approches et structures de gouvernance (Conseil canadien des ministres de l'environnement, 2006). Cela pourrait notamment inclure la mise en commun de l'expertise et des connaissances à l'échelle du Canada, y compris les connaissances des Autochtones sur les activités d'utilisation du territoire et la recherche effectuée dans le Nord et les collectivités nordiques, pour utiliser au mieux les ressources existantes, tant en infrastructure qu'en expertise, pour soutenir l'innovation et le progrès. Cela est particulièrement important étant donné la diminution de la capacité de recherche à l'échelon fédéral, comme en témoigne la fermeture du Burlington Wastewater Technology Centre. Les entreprises privées réalisent souvent des recherches sur une base ponctuelle, mais ces renseignements ne sont pas nécessairement rendus publics. Pour réaliser cela, il faut des connaissances en matière de collecte, de coordination, de synthèse, d'interprétation et de dissémination des renseignements. Ces compétences sont essentielles pour soutenir le développement de la capacité de gestion et de la capacité opérationnelle des décideurs et praticiens en matière d'eaux usées. Le Groupe d'experts intergouvernementaux sur l'évolution du climat (GIEC) est un exemple de modèle efficace qui oriente et collige les recherches sur des sujets complexes et génère des recommandations pratiques.

5. Des réseaux d'eaux usées prêts pour l'avenir

5.1 Sommaire des principaux messages

Au cours de leurs consultations et délibérations, les experts du comité ont formulé un certain nombre de messages clés :

Pour réagir aux multiples préoccupations et incertitudes auxquelles est maintenant confronté le secteur des eaux usées, il convient d'utiliser une approche de gestion axée sur les risques, dans le cadre d'un engagement envers la surveillance de l'environnement et la gestion adaptative.

La liste des contaminants préoccupants ou susceptibles de l'être pour les humains et l'environnement est déjà longue et continuera de grossir. Des incertitudes subsisteront. Nous devons renforcer le modèle actuel de la réglementation propre à chaque contaminant par des modes de gestion adaptative des risques qui tiennent bien compte du mélange complexe et des incertitudes caractérisant les eaux usées, et utiliser dorénavant une approche prudente. Celle-ci doit être associée à une importance accrue accordée à la surveillance de l'environnement afin de détecter les risques potentiels, de mieux les comprendre, et de relever les meilleures méthodes au sein d'un cadre évolutif aux fins d'utilisation ultérieure. Cette « boucle de rétroaction » de l'amélioration continue, qui permet la mesure, l'analyse et l'intégration progressives des connaissances scientifiques, grâce à la gestion adaptative, est particulièrement essentielle à la mise en place au sein des installations.

La gestion des eaux usées devrait s'inscrire dans une démarche intégrant les bassins versants, et accordant une place tout aussi importante au contrôle à la source pour ce qui est d'atténuer les risques au sein d'une approche à barrières multiples.

L'épuration des eaux usées joue un rôle essentiel dans la gestion de notre incidence sur l'environnement, mais ce n'est pas toujours le seul (ou le meilleur) choix pour traiter des contaminants particuliers. Il faudrait gérer les eaux usées dans le contexte du bassin versant, et envisager l'utilisation de méthodes qui permettent d'éviter les effets négatifs et sont susceptibles d'améliorer l'écosystème. Grâce à la surveillance, il est possible d'évaluer les risques des effets cumulatifs et de réagir de manière stratégique et efficace (approche multisectorielle, contrôle à la source, etc.) Ainsi, dans le cadre de la gestion du réseau d'égout et de bassins versants, lorsqu'un traitement présente un taux faible de faisabilité et un potentiel de risque élevé, d'autres approches, telles que le contrôle à la source ou l'échange de crédits de qualité de l'eau, pourraient s'avérer plus efficaces et rationnelles.

Bien que les normes réglementaires jettent des bases solides, il convient d'encourager et de récompenser l'adoption de politiques, de pratiques, de technologies et d'autres solutions qui sont appropriées pour une communauté, et qui apportent des avantages supplémentaires à la société et à l'environnement.

Les municipalités et les services publics qui modernisent leurs infrastructures d'épuration des eaux usées devraient considérer les normes réglementaires comme le seuil minimal, et viser des objectifs le plus stricts possible dans le but de protéger la santé et d'apporter d'autres avantages à la société et à l'environnement. Le coût des technologies comportant des avantages concomitants peut dépasser celui des améliorations de base, mais les installations rénovées de manière à satisfaire et à dépasser les exigences réglementaires pourront subir plus facilement des mises à niveau et des perfectionnements progressifs. Si les fonds nécessaires pour l'infrastructure sont disponibles, des mesures incitatives favorisant la prise de décisions plus progressistes, y compris celles visant des solutions comportant des avantages concomitants, pourraient permettre d'obtenir le maximum de bénéfices pour la société et l'environnement. Les mesures incitatives visant le dépassement de la conformité minimale n'ont pas nécessairement à être de nature financière. Les attestations professionnelles et les programmes d'évaluation par les pairs constituent un bon moyen de faire reconnaître une intendance responsable et une gestion efficace, et sont d'excellents facteurs de motivation pour les responsables des municipalités et des services publics.

[Le Canada doit avoir un portrait plus précis de son secteur de gestion des eaux usées, y compris des pratiques de séparation des égouts.](#)

Il faut avoir accès à des données complètes et à jour sur les activités liées aux eaux usées, sur les systèmes de collecte et sur les paramètres des effluents dans l'ensemble du Canada. Les décideurs pourraient alors connaître l'état actuel du secteur et les progrès réalisés dans l'atteinte des objectifs, et ce, à l'échelle nationale. La disponibilité des données sur les activités et le rendement dans l'ensemble du pays favoriserait la prise de décisions plus efficaces en matière de gestion de l'eau. Nous devons revoir les pouvoirs de réglementation limités, le nombre excessif d'échelons nécessaires à l'établissement de rapports, les enquêtes sur les pertes d'eau et les eaux usées municipales, et l'engagement insuffisant des intervenants dans de nombreuses compétences territoriales. Il est possible d'optimiser et de renforcer les systèmes existants pour fournir ces données. Cela peut comprendre l'extraction de ce que contiennent déjà les bases de données des recherches financées par le gouvernement, ainsi que la reprise de l'enquête fédérale sur les eaux usées. Il faudrait également que les exploitants de stations d'eaux usées puissent échanger des informations. Il convient de noter que les provinces possèdent des données d'exploitation, mais que celles-ci ne sont pas coordonnées à l'échelon national.

[Le choix de la meilleure solution de gestion des eaux usées pour protéger la santé humaine et l'environnement doit être dicté par la diversité géographique et culturelle de chaque lieu au pays.](#)

Le contexte entourant le traitement des eaux usées et le rejet d'effluents diffère d'un lieu à l'autre au pays, et détermine la capacité nécessaire, les technologies disponibles et les solutions efficaces. Par exemple, les petites communautés autochtones éloignées, et les collectivités isolées en général, n'ont peut-être pas (ou pas besoin) de systèmes d'épuration centralisés, et profiteraient d'autres approches, comme des toilettes à compostage ou des systèmes

communautaires. Dans le Grand Nord, la conception de réseaux doit tenir compte des longues périodes de gel des sols, de la couverture de glace et des températures inférieures qui ont une incidence sur le rendement des réseaux des terres humides et d'étangs. Dans les Prairies, les cours d'eau à écoulement libre sont rares dans de nombreuses régions, et les collectivités comptent plutôt sur des étangs facultatifs. Dans ces situations, la construction et la gestion de réseaux d'étangs efficaces profiteront à la santé humaine et à l'environnement. Si ce n'est pas déjà le cas, certaines de ces approches pourraient être mises en place immédiatement, grâce à des investissements relativement mineurs.

Il importe de promouvoir et de favoriser les innovations qui contribuent à réduire les risques multiples ou incertains, tout en améliorant l'ensemble des résultats pour la société et l'environnement par des avantages concomitants.

Les nouveaux contaminants préoccupants soulèvent des incertitudes, mais les investissements dans des structures de base servant à l'élimination des contaminants classiques, et permettant également de récupérer des ressources et de réduire les émissions de GES, sont susceptibles d'améliorer immédiatement la qualité de l'eau et de réduire l'empreinte écologique. Il est également possible d'optimiser les procédés d'épuration traitant des contaminants réglementés afin qu'ils éliminent un plus grand nombre de certains des nouveaux contaminants préoccupants, ce qui offre un avantage connexe en matière de réduction des risques. On peut facilement récupérer certaines ressources, comme l'énergie issue d'une meilleure digestion des matières solides, la chaleur provenant du flux de déchets, et de précieux éléments nutritifs (p. ex., le phosphore) présents dans les biosolides. Compte tenu des considérations sur les émissions de GES et d'une certaine rareté des ressources, la réduction des risques environnementaux et l'augmentation des avantages pour la société prennent un sens plus large. L'analyse de rentabilisation de certains types de récupération des ressources et de la valeur des avantages concomitants en est encore à ses débuts au Canada, mais elle évolue constamment. Des règlements plus rigoureux, la tarification du carbone, la rareté des ressources ciblées, l'utilisation de l'énergie optimisée et des incitatifs financiers sont autant de mesures susceptibles de donner plus d'importance à ces approches au Canada.

Des recherches actives et intégrées sont nécessaires pour appuyer la prise de décisions fondées sur des données scientifiques et le transfert de technologies dans le cadre de la gestion des eaux usées. Pour évaluer les répercussions, ainsi que pour déterminer si les mesures de gestion permettent d'obtenir des avantages durables pour l'environnement, une surveillance de ce dernier s'impose.

Il faut soutenir les recherches qui nous en apprennent plus sur la façon dont les différentes options de gestion, y compris l'épuration, peuvent aider à réduire les risques. Pour mieux comprendre le potentiel de risques et de répercussions, nous avons besoin d'un programme cohérent de surveillance des contaminants présents dans les eaux usées et de leurs répercussions dans l'ensemble du pays. Ce programme pourrait être établi au moyen d'études pilotes

soigneusement planifiées dans des emplacements choisis afin d'évaluer les risques pour l'environnement. Le Canada est en mesure de tirer le meilleur parti de l'infrastructure, de l'expertise professionnelle et du rendement opérationnel actuels. Il existe également d'autres possibilités, notamment :

- mettre à profit et accentuer l'excellence de la recherche au Canada;
- poursuivre le rétablissement d'importantes recherches financées par le gouvernement;
- développer et améliorer les programmes de formation des Autochtones et la participation de ces derniers;
- coordonner la compilation, la synthèse et la mise en commun de recherches sur les eaux usées et d'études de cas sur le transfert de technologie.

L'intégration des connaissances, y compris le savoir autochtone, grâce à la prise de décisions avant-gardistes, soutient l'innovation et le progrès, mais nécessitera des mécanismes pour coordonner, synthétiser, prioriser et diffuser les recherches et les connaissances actuelles et à venir. En outre, le financement de la recherche et du transfert de technologie est nécessaire en soi.

5.2 Réponse du comité d'experts au mandat donné par le Réseau canadien de l'eau

Le groupe a été mis sur pied pour se pencher sur trois questions essentielles, ce qui a donné lieu au travail et aux conclusions traités dans le présent rapport. Voici un résumé des principales conclusions tirées dans ce contexte :

De quels contaminants présents dans les eaux usées devrions-nous nous préoccuper le plus, maintenant et à l'avenir?

Nous devons continuer à faire preuve de vigilance pour nous assurer que nous gérons les contaminants classiques et connus, non seulement dans les grands centres urbains, mais partout au pays. Le retrait de la matière organique et l'élimination des pathogènes restent les objectifs essentiels de l'épuration des eaux usées. Pour déterminer les endroits nécessitant un assainissement supplémentaire des sources d'eaux usées, il convient d'assurer une surveillance continue des nutriments. Certains NCP, comme les œstrogènes (perturbateurs endocriniens), sont susceptibles de poser un risque important pour l'environnement; toutefois, la littérature contient des éléments de preuve indiquant clairement que les traitements conventionnels effectués dans les règles de l'art peuvent aider à réduire leur présence dans l'environnement.

Il est vrai que la science n'a pas encore permis de déterminer quels sont les contaminants les « plus importants » dans la longue liste de NCP. Les décisions éclairées sur les mesures à prendre face aux incertitudes doivent être guidées par un cadre fondé sur les risques. Pour comprendre et écarter ces incertitudes, et en raison de l'utilisation continue et du rejet de composés

nouveaux ainsi que de la diversité des milieux récepteurs, une surveillance des effets biologiques et d'autres incidences dans l'environnement s'impose.

De quelles options disposent les collectivités canadiennes pour gérer ces contaminants par le traitement des eaux usées?

Il existe des technologies établies et d'autres en évolution permettant de gérer les contaminants classiques et connus, et il est logique de tirer parti de ce que nous savons pour déterminer où une optimisation de leur utilisation est également susceptible d'entraîner une réduction des risques liés aux NCP. Au moment d'investir dans des mises à niveau pour respecter des normes plus sévères régissant les effluents ou pour augmenter la capacité de traitement, il peut être très intéressant d'envisager l'optimisation des procédés existants et leur modernisation par des technologies plus perfectionnées.

Le traitement n'est qu'un aspect de la gestion des eaux usées, et il serait également important de prendre en considération l'efficacité d'autres options comme le contrôle à la source, la séparation des égouts et l'utilisation de solutions non technologiques.

Quelles sont les possibilités et quels sont les compromis importants associés aux choix de traitement, notamment en matière de récupération des ressources, de coûts, d'adéquation socioéconomique et culturelle, et d'incidences sur des enjeux connexes telles que les émissions de gaz à effet de serre?

L'augmentation des capacités de traitement et les coûts connexes peuvent avoir des répercussions plus importantes (p. ex., empreinte énergétique) et transposer les risques ailleurs, notamment par le biais de la gestion des résidus. Cela souligne l'importance d'élargir les considérations en matière de coûts-avantages et les possibilités quant aux autres bénéfices. Les avantages concomitants des différentes approches et les importants apports socioéconomiques de la récupération des ressources suscitent un intérêt grandissant à l'échelle mondiale. Il faut accorder la priorité aux avantages environnementaux liés à la réduction de l'utilisation de l'énergie et des émissions de GES, et promouvoir les mesures en ce sens.

Les meilleurs choix technologiques peuvent être uniques à une zone géographique donnée, aux exigences régissant les eaux réceptrices et au milieu culturel local. L'approche à privilégier est forcément la plus logique d'un point de vue environnemental, et celle qui s'avère à la fois rentable et durable. Le fait de reconnaître les incertitudes associées aux conditions et priorités à venir nécessite, dès aujourd'hui, la prise de décisions qui tiennent compte d'un ensemble plus vaste de considérations environnementales et sociétales, telles que l'adaptabilité, l'application des principes de prudence, la résilience, les aspects socioéconomiques et les risques émergents. Toutes ces mesures permettront de soutenir des réseaux d'eaux usées « prêts pour l'avenir ».

5.3 Prochaines étapes

Le contrôle des contaminants classiques demeure un défi connu et central, qu'il faut continuer à gérer, et qui entraîne la prise d'un grand nombre de décisions, d'importants investissements et de grandes avancées technologiques. Au-delà de la gestion des contaminants classiques et établis, nous sommes maintenant sur le point de déterminer quels sont les risques les plus importants dans une longue liste qui ne cesse de s'allonger. Leur gestion tout au long du traitement entraîne des coûts et des compromis considérables (p. ex., utilisation de l'énergie et des ressources). Nous prenons maintenant des décisions qui impliquent d'importantes dépenses d'infrastructure, et qui ont des répercussions à long terme quant à ce que nos systèmes seront en mesure de faire. Cependant, nous ne pouvons pas suspendre la prise de décisions jusqu'à ce que nous ayons écarté toutes les incertitudes. Par conséquent, il est nécessaire de prendre les décisions les plus censées en matière d'investissement. Les décideurs doivent agir (et s'adapter) dans l'intérêt de la santé humaine et environnementale, et ce, en dépit des incertitudes.

Des mises de fonds stratégiques, de concert avec une conception finale souple et avant-gardiste, peuvent favoriser l'adoption de mesures novatrices qui justifieront les investissements à long terme dans les infrastructures d'épuration des eaux usées. Il faudra associer aux exigences réglementaires suffisamment rigoureuses établissant les normes minimales des conditions permettant aux innovations sur place de dépasser ces minimums.

5.4 Plan d'action fédéral

1. Travailler avec toutes les parties prenantes (responsables provinciaux, territoriaux, locaux et détenteurs de droits des Premières Nations) pour élaborer une approche efficace de gestion des risques tenant compte de la complexité et de la nature changeante des mélanges de produits chimiques dans les eaux usées et de leurs effets observés dans l'environnement et sur la santé humaine. Au cœur de ce travail, s'inscrirait une approche selon le principe de prudence, reposant sur les meilleures connaissances scientifiques et autochtones, et tenant compte de la gestion des incertitudes selon une optique adaptative.
2. Établir un important réseau coordonné à l'échelle nationale permettant la collecte, l'évaluation et le partage de données sur le traitement des eaux usées entre les municipalités et les services publics du Canada. Envisager la création d'une autre étude semblable à *l'Enquête sur l'eau potable et les eaux usées des municipalités*, avec la participation des Premières Nations, ainsi que d'une base de données accessible à l'échelle nationale. Une collaboration efficace entre les provinces, les territoires, les Premières Nations et le gouvernement fédéral est nécessaire à la construction de cette base de données.

3. Encourager et récompenser l'innovation dépassant les normes réglementaires minimales actuelles, afin de continuer à minimiser les risques et à maximiser les avantages pour la société et l'environnement. Favoriser une évaluation des technologies de traitement, nouvelles ou modifiées, grâce à des recherches et à des essais pilotes pour générer une palette de solutions visant à orienter les décisions en matière d'investissement. Cela comprendrait un recueil d'exemples clés mettant l'accent sur la façon de tirer des avantages concomitants de l'optimisation et de l'innovation dans le cadre de la gestion des eaux usées. Ces mesures soutiendraient le programme d'Infrastructure Canada visant l'amélioration du réseau d'eaux usées et la récupération des ressources.
4. Favoriser une approche propre au site, fondée sur les risques pour le milieu récepteur, pour l'atteinte des objectifs en matière de règlements, de surveillance et de qualité de l'eau. Cela inciterait également les instances à développer des programmes de protection des sources d'eau comprenant des volets visant les réseaux d'égout et accordant la priorité aux solutions de contrôle à la source. Reconnaître les lieux où il est plus efficace de maintenir les contaminants à l'extérieur du réseau que d'essayer de les supprimer des eaux usées par un traitement.
5. Prendre en considération des aspects liés à la gestion des eaux usées, lorsque c'est possible, y compris l'échange de crédits de qualité de l'eau, dans le cadre d'une approche intégrée de gestion et de gouvernance des bassins versants. En plus du contrôle à la source, d'autres possibilités non techniques pourraient être envisagées afin de gérer et de réduire les risques pour les communautés locales et l'environnement.
6. Coordonner l'investissement dans la recherche basée sur la science et les connaissances autochtones ainsi que dans le transfert de technologie pour améliorer la compréhension des risques et reconnaître les avantages concomitants (p. ex., centres d'excellence, diffusion des données, études de cas de réussite ou d'échec, études pilotes de stations d'épuration, coordination de la recherche, certification des procédés). Ce projet sera difficile, mais nécessaire, et doit être mené par le gouvernement fédéral et les gouvernements autochtones de l'ensemble du Canada.
7. Élaborer un projet fédéral pour exiger un document de planification stratégique sur la préparation pour l'avenir comme condition à l'obtention immédiate de financement à long terme, tenant compte des commentaires de l'ensemble des intervenants et de la récupération des ressources, et prévoyant un calendrier de mise en œuvre. Ce document appuiera le financement de technologies éprouvées et prometteuses, et autorisera une souplesse quant au choix de solutions adaptées à la communauté, qui s'avèrent appropriées, solides et qui offrent un grand nombre de répercussions positives.

Références

- Affaires autochtones et du Nord Canada (2011). *Évaluation nationale des systèmes d'aqueduc et d'égout dans les collectivités des Premières Nations – Rapport de synthèse national*. *Assessment of First Nations Water and Wastewater Systems*. https://www.aadnc-aandc.gc.ca/DAM/DAM-INTER-HQ/STAGING/texte-text/enr_wtr_nawws_rurnat_rurnat_1313761126676_fra.pdf
- AGree, NACWA & U.S. Water Alliance (2015). *Collaborating for Healthy Watersheds*. http://uswateralliance.org/sites/uswateralliance.org/files/publications/2015-01-30muni_ag_wp_0.pdf
- Blair, B., Kehl, J et R. Klaper (2015). « Assessing emerging wastewater regulations to minimize the risk from pharmaceuticals and personal care products », *Management of Environmental Quality: An International Journal*, vol. 26, n° 6, p. 966–983. <https://doi.org/10.1108/MEQ-12-2014-0171>
- CentrEau. (2017). *Une entente historique entre la WEF et l'AWWA*. Consulté le 9 mars 2018 : <https://www.centreau.ulaval.ca/fr/archives/actualites/article/15/une-entente-historique-entre-lawwa-et-la-wef/>
- Christensen, V. (2015). « Community Water and Sanitation Policy in the North – A History », *Journal of the Northern Territories Water and Waste Association*, p. 38–39.
- City of Brantford (2015). *Wastewater Optimization Program*. [http://www.brantford.ca/pdfs/5.2.1 Wastewater Optimization Update 2015.pdf](http://www.brantford.ca/pdfs/5.2.1%20Wastewater%20Optimization%20Update%202015.pdf)
- City of Calgary. (2010). *History of Calgary wastewater treatment*. <http://www.calgary.ca/UEP/Water/Pages/Water-and-wastewater-systems/Wastewater-system/A-History-of-Wastewater-Treatment.aspx>
- City of Guelph (2003). *Wastewater Treatment: The Historical Perspective*. <http://guelph.ca/wp-content/uploads/WastewaterHistory.pdf>
- City of Winnipeg. (2016). *North end sewage treatment plant*. <http://www.winnipeg.ca/waterandwaste/sewage/treatmentPlant/newpcc.stm>
- Commissaire à l'environnement de l'Ontario (2017). *Chaque goutte est précieuse : Réduire l'empreinte énergétique et climatique de la consommation de l'eau en Ontario*. Vol. 1 du Rapport annuel sur les progrès liés à l'économie d'énergie de 2016-2017. <http://docs.assets.eco.on.ca/reports/energy/2016-2017/Every-Drop-Counts-FR.pdf>

- Conseil canadien des ministres de l'environnement (2005). *Environmental Risk-Based Approaches for Managing Municipal Wastewater Effluent (MWWWE)*.
https://www.ccme.ca/files/Resources/municipal_wastewater_effluent/mwwe_cnsln_erm_m_conrpt_e.pdf
- Conseil canadien des ministres de l'environnement (2006). *Les effluents d'eaux usées municipales au Canada*. p. 1–9.
- Conseil canadien des ministres de l'environnement (2009). *Stratégie pancandienne pour la gestion des effluents d'eaux usées municipales*.
https://www.ccme.ca/files/Resources/fr_water/fr_mwwe/cda_wide_strategy_mwwe_final_f.pdf
- Conseil canadien des ministres de l'environnement (2014). *Stratégie pancandienne pour la gestion des effluents d'eaux usées municipales – Rapport d'étape 2014*.
https://www.ccme.ca/files/Resources/fr_water/fr_mwwe/PN_1523_MWWWE_Five_Year_Rvw_2014_fr.pdf
- Daley, K. (2017). *Gestion des eaux usées : Des solutions nordiques pour des conditions nordiques*. Consulté le 9 mars 2018 : <https://www.canada.ca/fr/savoir-polaire/publications/chenauxpolaires/vol1-no2-2016.html>
- Eggen, R. I. L., J. Hollender, A. Joss, M. Schärer et C. Stamm (2014). « Reducing the discharge of micropollutants in the aquatic environment: The benefits of upgrading wastewater treatment plants », *Environmental Science and Technology*, vol. 48, n° 14, p. 7683–7689.
<https://doi.org/10.1021/es500907n>
- Environnement et Changement climatique Canada (2016). *Inventaire national des rejets de polluants*. Consulté le 6 mars 2018 : <http://www.ec.gc.ca/inrp-npri/default.asp?lang%BCEn&n%BC4A577BB9-1>
- Environnement Canada (2011). *Rapport de 2011 de l'utilisation de l'eau par les municipalités*.
https://ec.gc.ca/Publications/B77CE4D0-80D4-4FEB-AFFA-0201BE6FB37B/2011-Municipal-Water-Use-Report-2009-Stats_Fr.pdf
- Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, B. and N. S. (2016). *Water protection policy in Germany*. Consulté le 26 octobre 2017 :
<http://www.bmub.bund.de/en/topics/water-waste-soil/water-management/policy-goals-and-instruments/water-protection-policy-in-germany/>
- Fédération canadienne des municipalités (2003). *Optimisation d'une station d'épuration des eaux usées : Eaux pluviales et eaux usées*. Infraguide. 53 p. Consulté en anglais :
http://www.fcm.ca/Documents/reports/Infraguide/Wastewater_Treatment_Plant_Optimization_EN.pdf

- Fédération canadienne des municipalités (2017). *Règlement sur les effluents des systèmes d'assainissement des eaux usées*. <https://fcm.ca/accueil/enjeux/une-eau-propre/r%C3%A8glement-sur-les-effluents-des-syst%C3%A8mes-d%E2%80%99assainissement-des-eaux-us%C3%A9es-.htm>
- Gaulke, L. S., Strand, S. E., Kalhorn, T. F. et H. D. Stensel (2009). « Estrogen Biodegradation Kinetics and Estrogenic Activity Reduction for Two Biological Wastewater Treatment Methods », *Environmental Science & Technology*, vol. 43, n° 18, p. 7111–7116. <https://doi.org/10.1021/es901194c>
- German Law Archive (1998). *Waste Water Charges Act (Abwasserabgabengesetz, AbwAG)* – Extraits consultés le 26 octobre 2017 : <https://germanlawarchive.iuscomp.org/?p=329>
- Government of Alberta (2013). « Part 3 Wastewater Systems Standards for Performance and Design of a Total of 5 Parts » dans *Standards and Guidelines for Municipal Waterworks, Wastewater, and Storm Drainage Systems*. <http://aep.alberta.ca/water/programs-and-services/drinking-water/legislation/documents/Part3-WastewaterSystemsStandards-2013.pdf>
- Government of Nova Scotia (2015). *Wastewater | Nova Scotia Environment*. Consulté le 7 novembre 2017 : <http://novascotia.ca/nse/wastewater/>
- Gouvernement du Canada (2012). *Règlement sur les effluents des systèmes d'assainissement des eaux usées* DORS/2012-139. <http://laws-lois.justice.gc.ca/fra/reglements/DORS-2012-139/TexteComplet.html>
- Gouvernement du Canada (2016). *Ententes bilatérales : eaux usées*. Consulté le 14 février 2018 : <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/eaux-usees/ententes-bilaterales.html>
- Gouvernement du Canada (2017-a). *Monitoring et surveillance de l'environnement : gestion des produits chimiques*. Consulté le 8 mars 2018 : <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/sciences-technologies/programmes/monitoring-surveillance-gestion-produits-chimiques.html>
- Gouvernement du Canada (2017-b). *Règlement sur les effluents des systèmes d'assainissement des eaux usées : aperçu du rapport*. Consulté le 18 janvier 2018 : <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/eaux-usees/reglement-effluent-systemes-rapport/apercu.html>
- Gouvernement du Canada (2018). *Les eaux usées dans les collectivités des Premières Nations*. Consulté le 13 avril 2018 : <https://www.canada.ca/fr/services-autochtones-canada/services/sante-premieres-nations-inuits/promotion-sante/sante-environnementale-publique/eau-potable-eaux-usees-sante-premieres-nations-inuits-sante-canada.html>

- Gouvernement de l'Ontario (2018). *Autorisation environnementale*. Consulté le 9 mars 2018 : <https://www.ontario.ca/fr/page/autorisation-environnementale>
- Hamilton Public Works. (s. d.). *Wastewater treatment in Hamilton*. <http://www2.hamilton.ca/NR/rdonlyres/A06A29EC-0A14-4BB6-9FA7-8F2F4613BDC5/0/WTPBrochure.pdf>
- Hicks, K. A., M. L. M. Fuzzen, E. K. McCann, M. J. Arlos, L. M. Bragg, S. Kleywegt et M. Servos (2017). « Reduction of Intersex in a Wild Fish Population in Response to Major Municipal Wastewater Treatment Plant Upgrades », *Environmental Science & Technology*, vol. 51, n° 3, p. 1811–1819. <https://doi.org/10.1021/acs.est.6b05370>
- Holeton, C., P.A. Chambers et L. Grace (2011). « Wastewater release and its impacts on Canadian waters », *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 68, n° 10, p. 1836–1859. <https://doi.org/10.1139/f2011-096>
- IISD (2009). *Water Quality Trading in the Lake Winnipeg Basin A multi-level trading system architecture*. https://www.iisd.org/sites/default/files/publications/water_quality_trading_lake_wpg_basin.pdf
- Inuit Tapiriit Kanatami (2008). *Inuit Position on the Management of Municipal Wastewater*. <https://itk.ca/inuit-management-municipal-wastewater/>
- Institut Fédéral Suisse des Sciences et Technologies de l'Eau (2015). *Une centaine de stations d'épuration ont besoin d'être modernisées. – Journée d'information de l'Eawag 2015*
Consulté le 26 octobre 2017 : <https://www.admin.ch/gov/fr/accueil/documentation/communiques.msg-id-58567.html>
- Institut urbain canadien, Ontario Power Authority, Association canadienne du droit de l'environnement et Quality Urban Energy Systems of Tomorrow (2010). *ICES Municipal Policy Toolkit*. <http://www.cela.ca/sites/cela.ca/files/744ICES-toolkit.pdf>
- Jamieson, R., K., Krumhansl, W. Krkosek, M. Greenwood et J. Lywood (2015). « Understanding environmental risks associated with current municipal wastewater systems in Nunavut », *Journal of the Northern Territories Water and Waste Association*, p. 8–10.
- Joss, A., H. Andersen, T. Ternes, P. R. Richle et H. Siegrist (2004). « Removal of estrogens in municipal wastewater treatment under aerobic and anaerobic conditions: Consequences for plant optimization », *Environmental Science and Technology*, vol. 38, n° 11, p. 3047–3055. <https://doi.org/10.1021/es0351488>
- Kasprzyk-Hordern, B., R. M. Dinsdale et A. J. Guwy (2009). « The removal of pharmaceuticals, personal care products, endocrine disruptors and illicit drugs during wastewater treatment and its impact on the quality of receiving waters », *Water Research*, vol. 43, n° 2, p. 363–380. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2008.10.047>

- Koh, Y. K. K., T. Y. Chiu, A. Boobis, E. Cartmell, M. D. Scrimshaw et J. N. Lester (2008). « Treatment and Removal Strategies for Estrogens from Wastewater », *Environmental Technology*, vol. 29, n° 3, p. 245–267. <https://doi.org/10.1080/09593330802099122>
- Lake Simcoe Region Conservation Authority. (s. d.). *Phosphorus offset program development to restore aquatic ecosystem health*. <https://www.lsrca.on.ca/SharedDocuments/reports/lspop-case-study-en.pdf>
- Lam, B., et T. Livingston (2011). « Active research into passive systems: a study of wastewater in Nunavut », *Journal of the Northern Territories Water and Waste Association*, p. 42–45.
- L'Assemblée fédérale de la Confédération suisse (2017). *814 201 Ordonnance sur la protection des eaux (OEaux) du 28 octobre 1998*. Consulté le 14 février 2018 : <https://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/19983281/index.html>
- Manitoba (2017). La Loi sur la proection des eaux c W65 de la C.P.L.M. Consulté le 7 novembre 2017 : <http://web2.gov.mb.ca/laws/statutes/ccsm/w065e.php>
- Metcalf & Eddy - AECOM (2014). *Wastewater engineering treatment and resource recovery* (5ème édition). New York: McGraw-Hill Education.
- OFEV (2012). *Micropolluants : fonds pour l'équipement des stations d'épuration en consultation*. Consulté le 14 février 2018 : <https://www.admin.ch/gov/fr/accueil/documentation/communiques.msg-id-44263.html>
- Oleszkiewicz, J., D. J. Kruk, T. Devlin, M. Lashkarizadeh et Q. Yuan (2015). *Options for Improved Nutrient Removal and Recovery from Municipal Wastewater in the Canadian Context*. <http://www.cwn-rce.ca/assets/resources/pdf/Oleszkiewicz-Nutrients/Oleszkiewicz-KI-Report-March-2015.pdf?u=keyword%3Doles>
- Oulton, R. L., T. Kohn et D. M. Cwierty (2010). « Pharmaceuticals and personal care products in effluent matrices: A survey of transformation and removal during wastewater treatment and implications for wastewater management », *Journal of Environmental Monitoring*, vol. 12, n° 11, p. 1956. <https://doi.org/10.1039/c0em00068j>
- Regional Municipality of York (2015). Removal of micropollutants from municipal wastewater: Lake Simcoe/The Regional Municipality of York Pilot Project. Showcasing Water Innovation. http://civil.engineering.utoronto.ca/wp-content/uploads/2015/09/SWI_Case_Study_Final-in-English.pdf
- Réseau canadien de l'eau (2017). *Gestion des nutriments : connaissances scientifiques à l'intention des décideurs 2017*. <http://www.cwn-rce.ca/assets/resources/pdf/CWN-Nutrient-Management-Research-Insights-for-Decision-Makers-2017/CWN-Gestions-des-nutriments-connaissances-scientifiques-2017-FR-Web.pdf>

- Réseau canadien de l'eau (2018). *Équilibrer le budget : viabilité financière des réseaux d'eau canadiens*
- Réseau Environnement (2016-a). Programme d'excellence en eau potable (PEXEP - TRAITEMENT). Consulté le 9 mars 2018 : <http://www.reseau-environnement.com/pexep-traitement/>
- Réseau Environnement (2016-b). Programme d'excellence en eaux usées (PEX StaRRE). Consulté le 9 mars 2018 : <http://www.reseau-environnement.com/programme-dexcellence-eaux-usees-pex-starre/>
- Rohner, T. (2016). « Water and wastewater treatment challenges in Canada's North », *Environmental Science & Engineering*. <https://esemag.com/water/water-and-wastewater-treatment-challenges-in-canadas-north/>
- Schindler, D. W. (1974). « Eutrophication and Recovery in Experimental Lakes: Implications for Lake Management », *Science*, vol. 184, n° 4139, p. 897–899. <https://doi.org/10.1126/science.184.4139.897>
- Secrétariat du Conseil du Trésor du Canada (2007). *Guide d'analyse coûts-avantages pour le Canada : Propositions de réglementation*. http://publications.gc.ca/collections/collection_2013/sct-tbs/BT58-5-2007-fra.pdf
- Society Notes. (2017). *A glimpse into the engineering history of wastewater treatment in Ontario*. <https://blog.ospe.on.ca/community/glimpse-engineering-history-wastewater-treatment-ontario/>
- Song, H. L., X. L. Yang, M. Q. Xia, M. Chen (2017). « Co-metabolic degradation of steroid estrogens by heterotrophic bacteria and nitrifying bacteria in MBRs », *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, vol. 52, n° 8, p. 778–784. <https://doi.org/10.1080/10934529.2017.1305168>
- Stantec. (2011). *Award of Excellence – Water Resources: Oxford Pollution Control Plant expansion*. <https://www.canadianconsultingengineer.com/features/award-of-excellence-water-resources-oxford-pollution-control-plant-expansion/>
- Statistique Canada (2009). *L'activité humaine et l'environnement (16-201-X)* <http://www5.statcan.gc.ca/olc-cel/olc?ObjId=16-201-X&ObjType=2&lang=fr&limit=0>
- Vader, J. S., C. G. van Ginkel, F. M. G. M. Sperling, J. de Jong, W. de Boer, J. S. de Graaf, P. G. W. Stokman (2000). « Degradation of ethinyl estradiol by nitrifying activated sludge », *Chemosphere*, vol. 41, n° 8, p. 1239–1243. [https://doi.org/10.1016/S0045-6535\(99\)00556-1](https://doi.org/10.1016/S0045-6535(99)00556-1)
- Ville d'Ottawa (s. d.). Wastewater collection and treatment. Retrieved March 9, 2018, from <https://ottawa.ca/fr/residents/eau-et-environnement/eaux-usees-et-egouts/collecte-et-traitement-des-eaux-usees#surverses-d'egouts-unitaires> (SÉU)

Water Canada (2015). *Wastewater Optimization*. Consulté le 7 mars 2018 :
<https://www.watercanada.net/feature/wastewater-optimization/>

Water Environment Federation (2011). *Renewable Energy Generation From Wastewater*.
<https://www.wef.org/globalassets/assets-wef/5---advocacy/policy-statements/policy-statements/wef-positionstatementonrenewable-energybotfinal14oct2011-1.pdf>

Yi, T. et W. F. Harper (2007). « The link between nitrification and biotransformation of 17 α -ethinylestradiol », *Environmental Science and Technology*, vol. 41, n^o 12, p. 4311–4316.
<https://doi.org/10.1021/es070102q>

Yoshimoto, T., F. Nagai, J. Fujimoto, K. Watanabe, H. Mizukoshi, T. Makino, H. Omura (2004). « Degradation of estrogens by *Rhodococcus zopfii* and *Rhodococcus equi* isolates from activated sludge in wastewater treatment plants », *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 70, n^o 9, p. 5283–5289. <https://doi.org/10.1128/AEM.70.9.5283-5289.2004>

Liste des documents complémentaires

Document complémentaire 1 : Sommaire des résultats du questionnaire national

- Analyse et sommaire du questionnaire
- Exemple du questionnaire distribué

Document complémentaire 2 : Règlements et pratiques de traitement des eaux usées au Canada et ailleurs dans le monde

- Pratiques actuelles de traitement des eaux usées au Canada
- Règlements relatifs au traitement des eaux usées au Canada et ailleurs dans le monde

Document complémentaire 3 : Les contaminants dans les effluents d'eaux usées municipales

- Principaux groupes de contaminants et leurs impacts sur l'environnement et la santé humaine

Document complémentaire 4 : Survol des technologies de traitement des eaux usées

- Tableau des principales technologies de traitement des eaux usées

Annexe 1 : Glossaire

Les définitions suivantes ont été adoptées aux fins du présent rapport :

La surveillance environnementale désigne les programmes systématiques visant à mesurer des constituants individuels dans les milieux aquatiques affectés par les effluents d'eaux usées (caractérisation) et à mesurer leurs impacts ou effets sur les écosystèmes aquatiques, notamment sur la santé des espèces aquatiques et de leurs populations.

Les ressources récupérables des eaux usées incluent généralement l'eau (les effluents des SEEU améliorent le débit d'eau, la recharge des eaux souterraines et le recyclage de l'eau), les nutriments (comme le phosphore et l'azote), l'énergie et les biosolides. Entre autres, la récupération des ressources permet d'obtenir des crédits et une réduction nette des GES : empreinte carbone tenant compte des intrants énergétiques, des produits chimiques et des extraits d'effluents liquides, de biosolides et de gaz comme le méthane, l'oxyde d'azote et les composés organiques volatils, et d'énergie (p. ex., chauffage et électricité).

Le réseau d'égout désigne le réseau de collecteurs hygiéniques constitué de canalisations ou de tuyaux et de stations de pompage qui transportent les eaux usées, et parfois les eaux pluviales dans le cas des égouts unitaires, jusqu'aux SEEU.

L'eau de surface peut être un lac, un étang, un marais, un ruisseau, une source, un cours d'eau, une rivière, un estuaire ou un plan d'eau marin, ou tout autre cours d'eau de surface.

Les nouveaux contaminants préoccupants sont ces contaminants non classiques dans les effluents d'eaux usées qui n'étaient pas décelés auparavant et dont on ne comprend pas encore bien les risques potentiels pour la santé publique et environnementale. Selon les sources, ces contaminants sont appelés « contaminants émergents », « nouvelles substances préoccupantes », « contaminants traces », « micropolluants » ou « microcontaminants ».

Les contaminants organiques traces désignent l'ensemble varié et croissant des substances naturelles ou produites par l'homme et de leurs métabolites décelés dans les effluents d'eaux usées. Aux fins du présent rapport, ce terme est utilisé pour décrire l'ensemble des composés perturbateurs endocriniens et les produits pharmaceutiques et de soins personnels.

Les eaux usées désignent le mélange de déchets liquides, principalement composé d'eaux résiduaires domestiques, mais qui peut aussi contenir d'autres déchets liquides de sources industrielles, commerciales et institutionnelles.

Les stations d'épuration des eaux usées (SEEU) est le terme utilisé dans le présent rapport, bien que certaines instances utilisent maintenant le terme « station de récupération des ressources de l'eau » (StaRRE), pour souligner l'approche plus holistique de la gestion des eaux urbaines. Les SEEU municipales désignent ces services publics locaux ou régionaux, ou ces installations d'assainissement provinciales ou autochtones qui reçoivent les eaux usées collectées pour les traiter et les libérer dans l'environnement.

Niveaux de traitement des eaux usées (effluents liquides) :

Le traitement préliminaire consiste à enlever les gros solides (branches, chiffons et autres débris) des eaux usées par dégrillage et déchiquetage ou broyage. L'objectif de ce type de traitement est de protéger les dispositifs de traitement en aval, comme les pompes, et de limiter les problèmes d'entretien et de fonctionnement. Le traitement préliminaire est souvent le premier maillon de la chaîne de traitement dans toutes les SEEU.

Le traitement primaire, qui suit le traitement préliminaire, fait appel à des dispositifs de primaires permettant de réduire le débit et de laisser les matières en suspension se déposer sous l'effet de la gravité. Les eaux demeurent habituellement de deux à six heures dans des cuves de décantation pour permettre le dépôt et l'extraction subséquente des matières solides en vue d'un traitement séparé. Généralement, on obtient une réduction de la DBO₅ et des TSS de 30 % à 60 %, respectivement. Dans un système de traitement primaire autonome, les effluents primaires peuvent subir une désinfection chimique avant rejet. Le traitement primaire peut aussi être rehaussé avec des produits chimiques auxquels sont additionnés des aides-coagulants organiques ou inorganiques pour améliorer la qualité de l'effluent résultant du seul traitement primaire.

Le traitement secondaire, qui suit normalement le traitement primaire, est spécialement conçu pour l'enlèvement des matières organiques biodégradables (en solution ou en suspension) et pour l'enlèvement des solides en suspension. Le traitement secondaire peut inclure l'élimination des nutriments. Généralement, ce type de traitement permet de ramener la DBOC₅ et les MES à 15 mg/L. De plus, les processus physiques, chimiques et biologiques qui se produisent lors du traitement peuvent accidentellement (et non en raison de la conception du procédé) éliminer d'autres contaminants traces à des niveaux imprévisibles.

Les étangs d'épuration (ou étangs de stabilisation ou étangs facultatifs aérés) figurent parmi les procédés de traitement biologiques les plus courants au Canada, principalement en raison du coût peu élevé et de la simplicité du procédé. La qualité de l'effluent obtenu varie en fonction du type, de la taille et de la configuration des cellules de traitement (étangs anaérobies, facultatifs, aérés ou à rétention complète) et en fonction du mode de fonctionnement privilégié (mode « vidange saisonnière » ou « déversement continu »). Un système d'étangs avec une capacité de rétention de plusieurs mois, comme les systèmes à

vidange annuelle, peut produire invariablement des effluents de très bonne qualité, si l'activité biologique n'est pas entravée. Comme la qualité de l'effluent varie selon le type, la taille, la configuration et la capacité de rétention des étangs, les taux de DBOC₅ et de TSS dans les eaux usées peuvent varier de 5 à 25 mg/L et de 10 à 30 mg/L, respectivement. Les normes à respecter sont habituellement plus élevées pour permettre une variabilité opérationnelle.

Le traitement tertiaire est le traitement additionnel requis pour enlever les matières en suspension, colloïdales et dissoutes qui restent après un traitement secondaire classique (Metcalf et Eddy 2003). Au Canada, ce terme peut également désigner des procédés physiques conçus pour enlever une plus grande quantité de solides en suspension, comme la filtration sur sable. Le traitement tertiaire peut inclure des procédés biologiques pour l'élimination des nutriments. Après un traitement tertiaire, les taux de DBOC₅ et de TSS s'élèvent, en général, à 5 mg/L. En général, il y a augmentation du déplacement de contaminants traces et de métaux de l'effluent liquide à l'effluent secondaire en raison des processus physico-chimiques additionnels ou prolongés impliqués dans le traitement.

L'élimination biologique des nutriments désigne les procédés permettent d'éliminer l'azote et le phosphore dans les effluents des eaux usées municipales. Les procédés les plus couramment utilisés à cet égard sont la nitrification (conversion de l'ammoniac en nitrates), la dénitrification (conversion des nitrates en azote gazeux), et l'élimination chimique ou biologique rehaussée du phosphore. Il est possible d'intégrer ces procédés au traitement primaire, secondaire ou tertiaire pour éliminer une plus grande quantité d'azote ou de phosphore (ou de ces deux éléments) afin de protéger les milieux récepteurs sensibles. En général, les systèmes avec élimination des nutriments peuvent réduire les concentrations de phosphore total dans les effluents à 0,1 mg/L, et celles de l'azote ammoniacal total à 5 mg/L en hiver et à moins de 1 mg/L en été. On peut également obtenir une concentration de 10 mg N/L d'azote total (TKN + NO_x).

La désinfection des effluents d'eaux usées se fait généralement en utilisant les bons dosages de chlore, d'hypochlorite ou de rayonnement ultraviolet (UV). Les procédés de désinfection sont conçus pour réduire la quantité d'organismes indicateurs (p. ex., *E. coli*) à des niveaux de l'ordre de 100 unités par 100 mL.

Le traitement complémentaire ou quaternaire désigne les procédés de traitement utilisés pour obtenir une qualité d'effluents supérieure à celle obtenue avec un traitement tertiaire. Ce niveau de traitement est nécessaire pour assurer une meilleure protection des sources d'eau ou pour permettre la réutilisation de l'eau pour certains usages. Les procédés de traitement complémentaire incluent la filtration sur membrane, l'osmose inverse, les procédés d'oxydation avancée et les techniques (physiques et biologiques) à base de charbon actif.

Matières solides dans les eaux usées :

Les boues désignent les matières solides qui se sont déposées à divers endroits au cours du procédé de traitement des eaux usées (boues primaires, boues activées, boues secondaires). Ces solides ne peuvent être rejetés par les SEEU sans avoir subi de traitement additionnel.

Les biosolides sont les matières solides qui ont été stabilisées par le processus de digestion des boues. La stabilisation décompose les boues, réduit les odeurs et détruit la plupart des bactéries présentes dans ces matières.

Annexe 2 : Comité national d'experts sur les contaminants dans les eaux usées au Canada



Donald Mavinic
Président du comité d'experts
Professeur en génie civil, Université de la Colombie-Britannique

Donald Mavinic, ing., Ph. D., est un expert de renommée internationale en traitement des eaux usées. Il a reçu de nombreux prix en reconnaissance de ses réalisations, notamment le prix d'Innovation Ernest C. Manning, le prix Synergie du CRSNG, une bourse de recherche Killam et le Meritorious Achievement Award de l'APEGBC. En 2016, Ingénieurs Canada lui a décerné une médaille d'or.

M. Mavinic a acquis une notoriété internationale pour avoir dirigé la conception d'un système rentable de récupération des phosphates dans les réseaux municipaux d'eaux usées – système qui a ensuite été breveté et adopté par de nombreuses villes nord-américaines. Il a agi en qualité de consultant auprès de plus de 50 organismes gouvernementaux et firmes d'ingénierie dans le monde entier. Ses vastes connaissances des enjeux industriels, communautaires et réglementaires ainsi que des besoins en matière d'informations au Canada et à l'étranger lui confèrent les atouts nécessaires pour occuper le rôle de président d'un comité d'experts.



Susheel Arora
Directeur des services des eaux usées et des eaux pluviales
Halifax Water

Susheel Arora, M.Sc.A., ing., est directeur des services des eaux usées et des eaux pluviales d'Halifax Water, où il est responsable de l'ensemble des opérations de collecte, de traitement des eaux usées et de gestion des biosolides. M. Arora dirige plusieurs programmes stratégiques pour Halifax Water, notamment en gestion des eaux par temps de pluie, gestion des biosolides, optimisation de l'usine de traitement, gestion des opérations de maintenance et analyses comparatives à l'échelle nationale. En tant que cadre supérieur des services publics, M. Arora participe également à plusieurs autres projets, notamment la planification intégrée des ressources, la planification générale des TI, la tarification, la gestion des actifs et la planification des immobilisations. Membre actif d'Engineers Nova Scotia, il détient deux maîtrises; l'une en génie de l'environnement et l'autre en sciences appliquées. M. Arora est également diplômé du programme de gestion générale de la Harvard Business School.

M. Arora travaille dans le domaine de l'eau et des eaux usées depuis plus de 20 ans et est membre de la Water Environment Federation, de l'American Water Works Association et de l'International Water Association. Il a participé à divers comités et groupes d'experts à l'échelle nationale, entre autres aux pratiques exemplaires d'InfraGuide pour l'optimisation des usines de traitement des eaux usées.



Cecelia Brooks

Directrice de la recherche et spécialiste des connaissances autochtones, Mi'gmawe'l Tplu'taqnn; Grand-mère de l'eau, Canadian Rivers Institute

Cecelia Brooks est directrice de la recherche et des connaissances autochtones pour Mi'gmawe'l Tplu'taqnn, une organisation de chefs Mi'gmaq basée sur les droits, dont le mandat consiste à promouvoir et à soutenir la reconnaissance, l'affirmation, l'exercice et la mise en œuvre des droits ancestraux et issus de traités des Mi'gmaq au Nouveau-Brunswick. Mme Brooks est également Grand-mère de l'eau (Samaqan Nuhkumoss) auprès du Canadian Rivers Institute à l'Université du Nouveau-Brunswick. Dans ce rôle, elle renforce la sensibilisation quant aux solutions de rechange en matière de qualité et de conservation de l'eau, ainsi que de traitement des eaux usées, et favorise les possibilités d'étude en sciences de l'eau et de l'environnement pour les jeunes des Premières Nations. Elle continue de siéger à des conseils consultatifs et à des comités afin de favoriser l'échange d'information avec les chefs, les Anciens et les autres membres des communautés des Premières Nations.

Auparavant directrice scientifique du Conseil de conservation de la nation malécite, Mme Brooks a travaillé auprès de groupes communautaires malécites (Wolastoqiyik) et Mi'gmaq, d'Anciens, ainsi que d'organisations gouvernementales et non gouvernementales pour établir des partenariats et repérer d'éventuelles collaborations. Elle a travaillé en étroite collaboration avec des Anciens et des détenteurs du savoir autochtone au développement d'une méthode efficace et respectueuse mettant en parallèle savoir autochtone et connaissances scientifiques. Mme Brooks a rédigé un chapitre sur le savoir traditionnel dans le rapport *State of the Environment Report for the Saint John River* (Wolastoq) publié en 2011 par le Canadian Rivers Institute.



Yves Comeau

**Professeur, Département des génies civil, géologique et des mines
École Polytechnique de Montréal**

Yves Comeau est spécialisé en traitement biologique des eaux usées. Il est directeur du laboratoire de génie de l'environnement de l'École Polytechnique de Montréal et du Centre de recherches CREDEAU. Ses recherches portent sur le traitement des eaux usées permettant d'éliminer les nutriments afin de minimiser la production de boues, et sur la modélisation. M. Comeau détient un baccalauréat en génie de l'École Polytechnique de Montréal, ainsi qu'une M.Sc.A. et un Ph. D. de l'Université de la Colombie-Britannique. Avant de se joindre au département de génie civil de l'École Polytechnique de Montréal, il a travaillé comme consultant à Montréal et à Vancouver. De 2003 à 2006, il a occupé le poste de président de l'Association canadienne sur la qualité de l'eau.



Mike Darbyshire
Directeur général
Alberta Capital Region Wastewater Commission

Mike Darbyshire assure la direction générale de l'Alberta Capital Regional Wastewater Commission (ACRWC) depuis 2007. Il est titulaire d'un baccalauréat en génie civil de l'Université de l'Alberta. M. Darbyshire a orienté sa carrière sur la gestion des eaux usées au sein d'administrations locales en Colombie-Britannique et en Alberta.

À l'ACRWC, M. Darbyshire dirige une équipe diversifiée ayant pour objectif de fournir des services de traitement des eaux usées à 13 communautés de la région métropolitaine d'Edmonton. Il a contribué à l'élaboration de la stratégie de gestion des biosolides de la région d'Edmonton, et siège au comité consultatif chargé d'aider à mettre en œuvre le Cadre de gestion de l'eau pour le centre industriel et la région de la capitale de l'Alberta.

M. Darbyshire est actuellement membre du Groupe de leaders du Consortium sur les eaux urbaines du Canada. Auparavant, il faisait partie du conseil d'administration de l'Association canadienne des eaux potables et usées, représentant des membres des services publics de l'Alberta. Il est un ancien président de l'association.



Karen Kidd
Titulaire de la Chaire Steven-A.-Jarislowsky en environnement et santé
Université McMaster

Chercheuse de pointe à la renommée internationale, Karen Kidd s'intéresse aux répercussions des activités humaines, notamment municipales et industrielles, sur la santé des organismes aquatiques, la structure du réseau trophique et le devenir des contaminants persistants dans les écosystèmes d'eau douce et marins.

Mme Kidd a été titulaire d'une chaire de recherche du Canada de niveau 1 en contamination chimique des réseaux trophiques à l'Université du Nouveau-Brunswick. Elle a dirigé la recherche fondamentale visant les répercussions des œstrogènes sur les écosystèmes dans la région des lacs expérimentaux, et codirigé la publication d'un rapport international du Programme des Nations unies pour l'environnement et de l'Organisation mondiale de la santé sur l'état de la science à l'égard des produits chimiques perturbateurs endocriniens.



Theresa McClenaghan
Directrice générale
Association canadienne du droit de l'environnement

Theresa McClenaghan a été nommée directrice générale de l'Association canadienne du droit de l'environnement (ACDE) en 2007. Elle détient un baccalauréat en droit de l'Université Western et une maîtrise en droit constitutionnel de l'École de droit Osgoode Hall, ainsi qu'un diplôme en santé de l'environnement de l'Université McMaster. Elle a été admise aux barreaux de l'Alberta et de l'Ontario.

Se concentrant sur la santé et la sécurité de l'environnement dans les domaines de l'énergie et de l'eau, Mme McClenaghan exerce le droit de l'environnement depuis plus de 25 ans, d'abord en cabinet privé, puis auprès de l'ACDE depuis 1998. De 2006 à 2007, elle a occupé le poste de conseillère principale en politiques relatives à l'eau pour le ministère de l'Environnement de l'Ontario, où elle était chargée de surveiller l'adoption de la Loi sur l'eau saine et la mise en œuvre des dernières recommandations à l'issue de la Commission d'enquête sur Walkerton.

Mme McClenaghan a représenté des clients devant la Cour suprême du Canada, la Cour d'appel fédérale et la Division de première instance, et la Cour d'appel de l'Ontario. En qualité d'avocate adjointe, Mme McClenaghan représentait des citoyens de Walkerton pendant les deux phases de la Commission d'enquête sur Walkerton. Elle a comparu devant divers tribunaux sur l'environnement, l'utilisation du sol et l'énergie pour le compte de ses clients. Elle est également coauteure du livre en trois volumes annotés *Ontario Water Law*, publié récemment.



Mark Servos
Titulaire de la Chaire de recherche du Canada sur la protection de la
qualité de l'eau, Université de Waterloo

Mark Servos est un chercheur de pointe à l'échelle mondiale dans le domaine de l'évaluation environnementale et des risques que posent les contaminants traces, y compris les produits pharmaceutiques et de soins personnels. Il a participé à de nombreux projets et groupes d'experts nationaux et internationaux, notamment au sixième projet-cadre de l'Union européenne sur les produits pharmaceutiques et l'environnement (ERAPharm), et au groupe d'experts de la SETAC qui a examiné le problème des eaux usées à Victoria, en Colombie-Britannique. M. Servos et son groupe font figure de chefs de file dans la conduite d'études détaillées sur le devenir des contaminants dans les effluents d'eaux usées et leurs effets sur les réactions des poissons, aussi bien sur leurs gènes que sur leurs communautés. Leurs travaux récents ont permis de documenter la récupération des poissons dans des milieux récepteurs en réaction à d'importantes améliorations apportées à l'infrastructure d'usines de traitement déversant leurs eaux usées dans les rivières du Canada.

Annexe 3 : Participants invités aux séances de travail

Barbara Anderson

(Retraitée) Ministère de l'Environnement et de l'Action en matière de changement climatique de l'Ontario

Nicholas Ashbolt

Professeur, School of Public Health, Université de l'Alberta

Ken Ashley

Directeur, Rivers Institute, Institut de technologie de la Colombie-Britannique

Siobhan Burland Ross

Directeur, Autorisations environnementales, volets municipal et industriel, Développement durable du Manitoba

Paul Clow

Responsable principal de la planification municipale, gouvernement du Nunavut

Patrick Coleman

Ingénieur principal des procédés, Black & Veatch

Tim Fletcher

Chef, normes de qualité de l'eau, Ministère de l'Environnement et de l'Action en matière de changement climatique de l'Ontario

Steve Hrudehy

Professeur émérite en toxicologie analytique et environnementale, Université de l'Alberta

Ken Johnson

Associé, Stantec Consulting

Alexis Kanu

Directeur, Fondation du lac Winnipeg

Megan Lusty

Directrice des projets municipaux, gouvernement du Nunavut

Matthew McCandless

Directeur, IISD Experimental Lakes Area Inc.

Susan McKay

Chef de section, Gestion des risques liés aux eaux usées, Environnement et Changement climatique Canada

Mark McMaster

Chercheur scientifique, Environnement et Changement climatique Canada

Jan Oleszkiewicz

Professeur émérite, Département de génie civil, Université du Manitoba

Wayne Parker

Professeur, Département de génie civil et environnemental, Université de Waterloo

Peter Ross

Directeur de la recherche sur la pollution des océans, aquarium de Vancouver

Dean Shiskowski

Vice-président, Water Resource Recovery, Associated Engineering (BC) Ltd.