

Mémoire déposé dans le cadre
de la consultation publique devant
mener à l'élaboration de la nouvelle
Stratégie montréalaise de l'eau

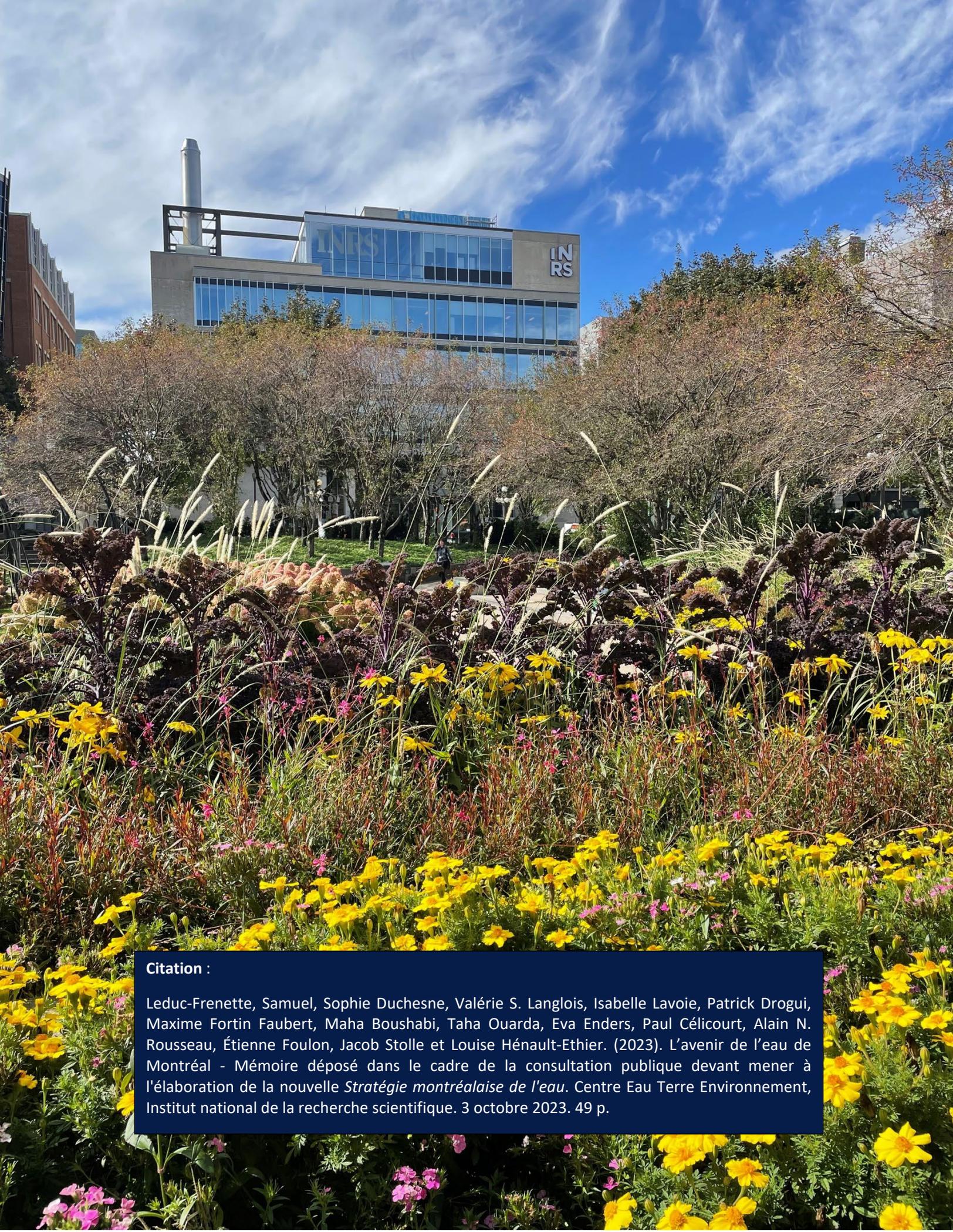
L'AVENIR DE L'EAU DE MONTRÉAL

3 octobre 2023

**IN
RS**

Institut national
de la recherche
scientifique

INRS.CA



Citation :

Leduc-Frenette, Samuel, Sophie Duchesne, Valérie S. Langlois, Isabelle Lavoie, Patrick Drogui, Maxime Fortin Faubert, Maha Boushabi, Taha Ouarda, Eva Enders, Paul Célécourt, Alain N. Rousseau, Étienne Foulon, Jacob Stolle et Louise Hénault-Ethier. (2023). *L'avenir de l'eau de Montréal - Mémoire déposé dans le cadre de la consultation publique devant mener à l'élaboration de la nouvelle Stratégie montréalaise de l'eau*. Centre Eau Terre Environnement, Institut national de la recherche scientifique. 3 octobre 2023. 49 p.

Table des matières

Sommaire exécutif.....	1
Mission de l'INRS.....	4
Expertise de l'INRS sur l'eau.....	4
Des unités et laboratoires de recherche en phase avec la <i>Stratégie montréalaise de l'eau</i>	5
Expertise des auteurs	8
Contexte	13
1. Enjeu d'utilisation responsable de la ressource.....	15
1.1 Gaspillage de l'eau potable	15
1.2 Application de la réglementation sur les usages de l'eau	18
2. Enjeu de protection de la ressource.....	19
2.1 Qualité des rejets d'eaux usées dans le fleuve	19
2.2 Qualité des cours d'eau de Montréal.....	27
2.3 Protection des sources d'eau	29
3. Enjeu d'adaptation et de résilience.....	30
3.1 Accès à l'eau	30
3.2 Gestion des eaux pluviales	31
4. Enjeu d'équité intergénérationnelle	33
4.1 Coût complet de l'eau	33
4.2 Financement équitable de la gestion de l'eau	33
4.3 Besoins d'investissements pour assurer la gestion responsable de l'eau.....	37
Conclusions.....	38
Bibliographie.....	40

Révision linguistique :

Simon Laverdière

Mélanie Loubier

Alexandra Madoyan Trautmann

Julie Robert

Infographie :

Anne-Marie Laverdière

Photos :

Louise Hénault-Ethier

Sommaire exécutif

L'INRS est fier d'avoir été invité à présenter un mémoire dans le cadre de la consultation de la Ville de Montréal pour le développement de son cadre stratégique sur *L'avenir de l'eau de Montréal* et remercie la *Commission sur l'eau, l'environnement, le développement durable et les grands parcs* de prendre en considération ses recommandations.

L'INRS est une institution universitaire dont la mission particulière consiste à former la relève scientifique et faire de la recherche pour appuyer le Québec dans son développement social, économique et culturel. Le Centre Eau Terre Environnement en particulier compte plusieurs chercheurs experts, ainsi que des infrastructures spécialisées dans les sciences de l'eau qui pourraient être mis à profit par la Ville de Montréal pour l'aider à répondre à certains questionnements pour orienter sa future stratégie sur l'eau.

En particulier, nous invitons la Ville à rejoindre d'autres acteurs du monde municipal qui soutiennent la Chaire collaborative dédiée à la gestion durable de l'eau dans les municipalités. Nos chercheurs qui œuvrent sur l'habitat du poisson, la protection des rives, les infrastructures naturelles, les contaminants émergents, la modélisation hydrologique, la cartographie et la prévention des inondations et les réseaux de distribution d'eau potable seront heureux d'accompagner la Ville pour approfondir tout élément pertinent dans le développement de sa nouvelle stratégie ou sa mise en œuvre.

Le **gaspillage de l'eau potable** ne peut être totalement éliminé à cause des contraintes du réseau en place, mais il doit être limité. La première étape est de le quantifier correctement pour suivre les retombées des mesures correctives. Poursuivre l'installation de compteurs d'eau sectoriels et l'analyse fréquente des données collectées est essentielle. Il faudrait aussi responsabiliser les institutions, commerces et industries en leur facturant le coût total réel des services d'eau pour les encourager à investir dans des solutions visant à réduire leur consommation. Des inspections plus fréquentes et des amendes pour contrôler les usages non-permis de l'eau, comme pour les climatiseurs refroidis à l'eau sans boucle de recirculation, devraient être mises en place. Du côté des citoyens, la lutte au gaspillage peut passer par des campagnes de sensibilisation au poids économique des services d'eau avec des exemples vulgarisés faciles à comprendre (par exemple pour arroser une pelouse). Ensuite, des mesures incitatives pour favoriser le retrait des pelouses gourmandes en irrigation et leur remplacement par des aménagements végétalisés qui nécessitent peu d'eau devraient être explorées (en s'inspirant notamment de Phoenix en Arizona). Des campagnes de sensibilisation à la captation et à la réutilisation de l'eau de pluie, de même que des programmes de subvention pour l'acquisition d'infrastructures domestiques permettant la rétention des eaux pluviales devraient être envisagés. Finalement, des inspections et des amendes devraient être envisagées pour les usages interdits.

Du côté de la **protection de la ressource en eau**, il convient de poursuivre les efforts pour limiter les surverses du réseau unitaire. Les constructions de réservoirs de rétentions, et préférablement de biorétentions végétalisées, devrait être poursuivi. Le suivi en temps réel des débits et hauteurs d'eau dans les conduites principales d'égouts (intercepteur) pourrait s'étendre à certaines conduites primaires dans les régions plus sensibles aux surverses. L'équipe de la Stratégie de gestion des eaux en temps de pluie devrait être élargie. La Ville de Montréal doit raffiner sa

compréhension des impacts de l'imperméabilisation des terrains et déployer des algorithmes automatisés permettant d'estimer les eaux de pluies non interceptées par les propriétés. Ces éléments devraient être des outils d'aide à la décision lors de l'étude de demandes de permis de construction ou de rénovation, mais aussi permettre le suivi des travaux extérieurs réalisés sans autorisation préalable, afin d'en quantifier l'effet sur son bilan hydrique.

Montréal doit élargir les restrictions d'usage de produits contaminants l'eau (plastiques, pesticides) afin de protéger la ressource en eau. Elle doit aussi jouer un rôle de leader au sein de la CMM pour le suivi des contaminants émergents (micro et nanoplastiques, polluants éternels, etc.). Il serait nécessaire à l'avenir que la Ville de Montréal se dote d'un programme de biosuivi complémentaire à ses différents suivis physico-chimiques de la qualité des eaux. La Ville de Montréal pourrait soutenir des initiatives de recherche visant à documenter les répercussions des contaminants émergents, comme les microplastiques, sur les milieux et les organismes aquatiques. En somme, pour favoriser un écosystème en santé et une pêche récréative, il serait important d'encourager des initiatives telles que la protection des habitats du poisson, la réintroduction d'espèces et le rétablissement des espèces en péril. La promotion de la pêche récréative et touristique est l'une des pistes à envisager afin de développer une économie bleue. Bien que la Ville soit bonne élève en la matière, elle devrait renforcer davantage sa collecte de données afin de brosser un portrait véritablement complet des plans et cours d'eau sur son territoire permettant de renseigner l'intégrité chimique, physique et biologique. Un vaste chantier sur la remise en état des bandes riveraines devrait être lancé d'ouest en est en collaboration avec les arrondissements concernés. Un autre chantier pour remettre à jour un plan de mise en lumière des cours d'eau enfouis en établissant des priorités d'action devrait être déployé.

Il serait urgent de **repenser l'aménagement du territoire** dans le bassin versant des cours d'eau de piètre qualité. Si la pollution diffuse est en cause, les territoires concernés devraient faire l'objet de (i) réglementations encore plus strictes pour encadrer toute demande de permis de construction ou de dérogation aux exigences de zonage qui affectent le taux d'imperméabilisation, l'empreinte au sol ou tout autre élément du cycle de l'eau, en intégrant des suivis avant/après travaux, (ii) d'exigences de mise en place de mesures de mitigation ou de compensation pour les projets exceptionnellement autorisés priorisant systématiquement l'utilisation de végétaux naturels plutôt que les tolérances actuelles pour le gazon artificiel (iii) d'encouragements écofiscaux pour la mise en place de mesures d'atténuation, de rétention, de filtration par le biais d'infrastructures naturelles ou de phytotechnologies. La Ville devrait mettre en place un programme de mise à niveau régional d'assainissement des eaux, autant avec ses partenaires de l'amont que de l'aval sur le fleuve Saint-Laurent. Il est impératif de généraliser dans la région les méthodes les plus poussées d'assainissement et d'épuration.

Un soutien aux technologies pour retirer à la source les fibres de plastiques, par exemple à la sortie des eaux de lavage domestique, devrait être déployé. Encore du côté citoyen, la Ville devrait prendre des mesures pour faciliter encore davantage (sensibilisation, soutien financier, mesures écofiscales) la déconnexion des gouttières des systèmes d'égouts pour les remplacer par des aménagements végétalisés en surface, comme les jardins de pluie. La Ville gagnerait à promouvoir davantage l'article 130 du Règlement sur les branchements aux réseaux d'aqueduc et d'égouts publics et sur la gestion des eaux pluviales, car cette disposition apparaît viser la mutualisation

des investissements entre la Ville et les citoyens. En outre, l'aménagement de ces bassins devrait systématiquement comprendre l'évaluation du potentiel de végétalisation avec des espèces indigènes, des capacités utiles dans la décontamination du ruissellement ou du fort potentiel d'évapotranspiration. La Ville de Montréal devrait du même souffle encourager la construction de revêtements perméables lorsque, par exemple, il ne sera pas possible pour un particulier de végétaliser l'ensemble du terrain bordant le bâtiment de sa propriété, comme dans le cas où une allée mène à un garage. Cependant, le gazon artificiel, qui ne livre aucun service écologique et entraîne plutôt le relâchement de microparticules de plastique dans l'environnement, ne devrait pas être reconnu comme surface perméable souhaitée. Cette perméabilisation du sol devrait se faire en concomitance avec un soutien accru visant le développement d'infrastructures naturelles ou de phytotechnologies qui amèneront de nombreux bienfaits.

Nous recommandons donc à la Ville de s'assurer que 10 à 15 % des budgets d'immobilisation sont bel et bien investis dans les aménagements d'adaptation principalement végétalisés qui offrent aussi des services écosystémiques liés à la gestion des eaux. Montréal pourrait contribuer à l'élaboration d'une nouvelle norme "Net Zéro eau" pour les bâtiments. Ce concept correspond à une gestion raisonnable et durable qui vise le recyclage et la réutilisation de l'eau dans le bâtiment ou les périmètres à proximité pour limiter son gaspillage. Grâce à son expertise en modélisation hydrologiques et en modélisation de la dispersion des polluants des plans d'eau, l'INRS pourrait appuyer la Ville de Montréal pour réaliser des études entourant les effets de la gestion des eaux usées et des surverses dans les milieux récepteurs. La Ville de Montréal devrait obligatoirement et systématiquement évaluer le potentiel d'intégration des végétaux et les bénéfices des aires de biorétention lors des réfections de rues et autres emprises municipales.

La Ville de Montréal gagnerait à développer une méthodologie équitable permettant de taxer l'eau pluviale rejetée par les propriétés résidentielles ou autres en quantifiant les surfaces perméables et en incorporant des seuils minimaux de végétalisation pour l'obtention de crédits de taxes. L'INRS peut accompagner la Ville de Montréal dans la mise au point d'une méthodologie d'analyse utilisant l'intelligence artificielle pour faire l'interprétation des données satellitaires afin de simplifier la gestion de l'utilisation du coefficient de biotope dans l'élaboration d'une taxe municipale sur les rejets d'eau pluviales par les propriétés.

La consommation des industries, des commerces et des institutions (ICI) devrait être facturée à un tarif qui permet de recouvrer la totalité du coût des services d'eau, y compris les besoins en investissement. Ce coût est estimé à 2,90 \$/m³ par le Service de l'eau de la Ville de Montréal. La facturation volumétrique des usages résidentiels ne devrait pas être considérée à court terme, notamment en raison de la complexité de sa mise en place et des coûts qui y sont associés.

Mission de l'INRS

L'Institut national de la recherche scientifique (INRS) est dédié exclusivement à la recherche et à la formation aux cycles supérieurs. Il mise sur l'interdisciplinarité, l'innovation et l'excellence. Fondé en 1969 par le gouvernement du Québec pour contribuer au développement de la société québécoise par la recherche et la formation aux cycles supérieurs, l'INRS demeure au service de la société par ses découvertes et par la formation d'une relève scientifique de haut niveau capable d'innovation scientifique, sociale et technologique. Sa communauté est composée de plus de 1 500 professeurs, étudiants, stagiaires postdoctoraux et membres du personnel. En 2022, l'INRS s'est classé première université au Canada pour ce qui est de son intensité de recherche par étudiant selon le palmarès établi par Research Infosource Inc. (2022). L'INRS est composé de quatre centres de recherche et de formation thématiques et interdisciplinaires situés à Québec, à Montréal, à Laval et à Varennes : Eau Terre Environnement, Énergie Matériaux Télécommunications, Urbanisation Culture Société, Santé Biotechnologie.

Expertise de l'INRS sur l'eau

Le Centre Eau Terre Environnement (ETE) de l'INRS propose un programme de recherche et de formation axé sur les sciences de la Terre et les sciences de l'eau au sens large. Les étudiants inscrits en sciences de l'eau à la maîtrise ou au doctorat bénéficient de la vaste expertise des chercheurs de l'INRS. Les membres étudiants profitent également d'infrastructures de recherche consacrées à l'étude de l'eau dans une perspective multidisciplinaire et interdisciplinaire, allant de l'étude des écosystèmes aquatiques aux technologies environnementales en passant par les études climatologiques. Le plan stratégique 2020-2025 du Centre a d'ailleurs désigné les quatre axes de recherche suivants comme étant prioritaires :

- 1) l'hydroclimatologie ;
- 2) les technologies environnementales ;
- 3) l'écologie, l'écotoxicologie et la génomique environnementale ;
- 4) la géomatique et la télédétection.

En outre, le Centre ou des éléments de son corps professoral sont membres de tous les regroupements stratégiques ou associations liés à l'eau au Québec ou au Canada, parmi lesquels : CentrEau, RIISQ, RQES, ACQE, GRIL, RAQ, CIAPE¹. Deux professeurs du Centre se partagent la codirection du Centre de recherche en écotoxicologie du Québec (EcotoQ). Les collaborations sont aussi nombreuses avec les municipalités et avec les ministères provinciaux et fédéraux qui

¹ Il s'agit, respectivement, des initiales du Centre québécois de recherche sur l'eau, du Réseau Inondations InterSectoriel du Québec, du Réseau québécois sur les eaux souterraines, de l'Association canadienne sur la qualité de l'eau, du Groupe de recherche interuniversitaire en limnologie, de Ressources aquatiques Québec, et du Centre intersectoriel d'analyse des perturbateurs endocriniens (NDLR).

ont des attributions liées au domaine de l'eau. Certains chercheurs d'Environnement et Changement climatique Canada et de Pêches et Océans Canada sont ou ont été professeurs associés au Centre.

Des unités et laboratoires de recherche en phase avec la *Stratégie montréalaise de l'eau*

Le Centre ETE abrite une demi-douzaine d'unités de recherche (chaires, groupes ou réseaux de recherche) ainsi qu'une douzaine de laboratoires de recherche liés aux sciences de l'eau, dont une grande partie, sinon la totalité, est liée aux enjeux identifiés dans le document de consultation de la Commission. Ces unités de recherche englobent, entre autres :

- La Chaire de recherche du Canada en hydroclimatologie statistique, qui vise à estimer et à modéliser certaines variables hydrologiques et climatiques comme les débits d'eau et les hauteurs de précipitation ;
- La Chaire de recherche du Canada en écotoxicogénomique et perturbation endocrinienne, qui vise à caractériser les substances toxiques pouvant contaminer les espèces aquatiques et leur écosystème ;
- Et le Centre d'innovation de technologies avancées et d'assainissement décentralisé des effluents liquides (CITADEL), qui a pour mission de développer des technologies avancées de gestion, de traitement et d'assainissement décentralisés des eaux en conditions extrêmes.



Mêmes si les activités du Centre Eau Terre Environnement de l'INRS se déploient partout au Québec, notamment à Montréal, les infrastructures de recherche du Centre se concentrent dans le quartier Saint-Roch et dans le Parc technologique du Québec métropolitain. Le Laboratoire de gestion hydraulique des réseaux de distribution d'eau potable, constitué d'une section de réseau municipal de distribution d'eau potable à une échelle réduite, est un bon exemple d'infrastructure dernier cri. Les chercheurs qui y travaillent ont comme objectif de développer des outils de gestion pour, notamment, contrôler les contaminants qui pourraient pénétrer dans un tel réseau, ou encore modéliser soit des façons de réduire la consommation énergétique des pompes alimentant le réseau, soit les fuites du réseau de distribution en abaissant le niveau de pression maintenu dans le réseau en fonction de la demande.

En guise d'exemple également, mentionnons brièvement la présence du Laboratoire de mesure de métaux traces dans des échantillons du milieu aquatique, qui concentre en un seul lieu une panoplie d'outils perfectionnés servant à caractériser le taux de contamination des milieux aquatique. Comme autre exemple, notons le Laboratoire hydraulique environnemental, un espace permettant de reproduire les vagues (jusqu'à 1,8 m de hauteur) ou le courant (jusqu'à 1 m/s) dans un canal long de 120 m. Cet ouvrage de grande dimension sert notamment à modéliser les ouvrages de retenues d'eau le long des routes, la résistance à l'érosion des ouvrages riverains composés de végétaux (stabilisation de pentes phytotechnologiques), ou encore la résilience aux inondations de matériaux de construction servant à concevoir des maisons adaptées aux aléas du climat de demain.



Une chaire collaborative dédiée à la gestion durable de l'eau dans les municipalités

Le projet le plus structurant qui démarre actuellement à l'INRS en matière d'eau est celui d'une chaire collaborative dédiée à la gestion durable de l'eau dans les municipalités. Plusieurs municipalités québécoises ont déjà signifié leur appui et leur intention de contribuer au projet dont les activités s'amorceront prochainement au Centre ETE. Cette chaire vise à renforcer et à structurer les multiples partenariats entre l'INRS et plusieurs municipalités du Québec.

Ses objectifs sont (1) d'accompagner les villes dans la sélection des meilleures solutions à mettre en place pour (a) améliorer la qualité de l'eau des rivières situées sur leur territoire et réduire les risques associés aux inondations (b) et accroître la durabilité et l'efficacité des infrastructures d'eaux usées, pluviales et potable; (2) ainsi que de former du personnel hautement qualifié ayant une expertise de pointe unique pour combler les futurs besoins en ressources humaines des municipalités québécoises.

Les thématiques de la chaire de recherche concernent de nombreux volets au cœur de la nouvelle Stratégie montréalaise de l'eau, en incluant, sans s'y limiter :

- La réduction des pertes en eau et de la consommation d'énergie pour la distribution d'eau potable ;
- L'augmentation de la résilience des réseaux de distribution d'eau potable face aux changements climatiques et à d'autres menaces potentielles ;
- Le développement et la mise en place de solutions d'ingénierie dites « vertes » qui favorisent la récupération des divers usages citoyens des cours d'eau ;
- L'adaptation des infrastructures et des aménagements urbains face aux changements climatiques ;
- Le développement d'outils pour l'évaluation et la réduction des risques liés à la quantité et à la qualité de l'eau ;
- Les modes de développement du territoire favorisant une protection des milieux naturels et une réduction des risques liés aux inondations ;
- La gestion dynamique des réseaux (par exemple : gestion de la pression, contrôle en temps réel, etc.).

Il est vrai que la Ville de Montréal est déjà un partenaire privilégié de l'INRS pour tout ce qui touche la gestion durable de l'eau. Citons en exemple les collaborations récentes portant sur la vérification *in situ* de la performance de la place résiliente inondable des Fleurs-de-Macadam ou le développement d'un modèle de prévision de la demande en eau. **Toutefois, afin que la métropole du Québec puisse jouer un rôle de leader parmi les municipalités québécoises de toutes tailles qui ont signifié leur intérêt de contribuer au projet de chaire, l'INRS invite la Ville à rejoindre cette initiative porteuse qui contribuera non seulement à approfondir nos connaissances sur les enjeux de gestion durable de l'eau et à décroiser la gestion des eaux potables, usées et naturelles, mais aussi à créer une dynamique collaborative entre les municipalités québécoises pour accélérer les transferts de connaissances visant l'adaptation de nos territoires.**

Expertise des auteurs

Présentation par ordre alphabétique

Maha Boushabi est candidate à la maîtrise de recherche en sciences de l'eau à l'Institut national de la recherche scientifique. Dirigée par Louise Hénault-Éthier et codirigée par Sophie Duchesne, elle consacre ses recherches, dans le cadre du projet de Carrefour de l'eau à Québec, à l'installation et à l'entretien des phytotechnologies et des infrastructures grises de la gestion de l'eau. Pendant sa maîtrise professionnelle en sciences de l'eau, option changements climatiques (2021-2023), et jusqu'à aujourd'hui, elle a eu l'occasion de faire un stage au sein de la Société québécoise de phytotechnologies. Cette expérience, couplée à son baccalauréat en sciences de l'environnement et du développement durable, lui a permis d'acquérir des compétences fondamentales en entretien des phytotechnologies, une nécessité avant d'entreprendre son projet d'études actuel. Également bachelière en psychologie, elle compte adopter une approche intégrant une dimension sociale dans le cadre du projet de Carrefour de l'eau.

Paul Célicourt est professeur à l'Institut national de la recherche scientifique rattaché à l'Unité mixte de recherche (UMR) de l'INRS et de l'Université du Québec à Rimouski (UQAR). Il est expert en hydroinformatique, soit en génie informatique appliqué à l'hydrologie et aux ressources hydriques. Ses travaux de recherche en dans ce domaine ont contribué à un système d'acquisition de données environnementales mettant de l'avant la standardisation des données à la source au niveau des instruments de mesure. Paul Célicourt a obtenu un brevet du Patent and Trademark Office des États-Unis pour ce système. Par ailleurs, il a proposé un nouveau cadre de gestion intégrée de l'eau sous la forme d'un nouveau champ de recherche appliquée dénommé hydroinformatique agricole (Agricultural Hydroinformatics en anglais) qui considère l'ensemble des interactions de l'eau avec les milieux environnants tels que les plantes, le sol, les animaux, les humains et vice versa. Il est rédacteur invité à la revue *Frontiers in Water* pour une série d'articles en lien avec ce champ de recherche. Il compte à son actif une quinzaine d'articles scientifiques publiés dans des revues avec comité de lecture.

Patrick Drogui est professeur à l'Institut national de la recherche scientifique. Il est expert en électro-technologie, membranologie et procédés oxydatifs pour différentes applications allant du traitement des eaux industrielles au traitement des eaux urbaines, domestiques et potables. Ses intérêts de recherche portent spécifiquement sur l'assainissement décentralisé (épuration des eaux pour les petites collectivités, les communautés éloignées ou rurales qui ne sont pas connectées à des systèmes centralisés de traitement des eaux) et le développement de nouveaux concepts de traitement et de gestion durable des eaux, tout en mettant un accent particulier sur l'élimination à la source des contaminants émergents réfractaires, la réutilisation des eaux traitées et la récupération des nutriments (azote, phosphore, etc.). Patrick Drogui a à son actif plus de 280 articles scientifiques en plus d'être le coauteur de 44 chapitres de livres et de 3 livres ainsi que d'être le codétenteur de 8 brevets d'invention. Depuis 2017, il est récipiendaire d'une subvention de recherche et de formation en Technologies Environnementales de Décontamination et Gestion Intégrée des Eaux et Effluents Résiduaux (TEDGIEER) permettant aux étudiant(e)s de devenir des expert(e)s intégrés dans les milieux industriels dédiés à la décontamination des eaux. Il est également depuis 2020 directeur du regroupement stratégique

émergent CITADEL (Centre d'innovation de technologies avancées et d'assainissement décentralisé des effluents liquides).

Sophie Duchesne est professeure en hydrologie et hydraulique à l'Institut national de la recherche scientifique. Elle dirige un groupe de recherche dont les travaux se concentrent sur la gestion de l'eau en milieu urbain, soit la gestion des eaux pluviales et usées, la gestion des réseaux de distribution d'eau potable, la planification des interventions de renouvellement des infrastructures urbaines d'eau, ainsi que l'impact des eaux urbaines sur les cours d'eau naturels et leurs bassins versants. Depuis 2017, elle a dirigé des projets de recherche en partenariat avec une quinzaine de municipalités québécoises. Elle est vice-présidente institutionnelle du Centre d'expertise et de recherche en infrastructures urbaines (CERIU) et membre du conseil scientifique de l'Observatoire sur la gestion intégrée de l'espace public urbain du CERIU. Elle a été membre active de nombreux comités provinciaux favorisant les bonnes pratiques de gestion de l'eau en milieu urbain dont, en 2016, le Comité d'étude du programme d'investissement 2015-2024 de la Stratégie de l'eau de la Ville de Montréal.

Eva Enders est professeure en écologie des poissons à l'Institut national de la recherche scientifique. Ses recherches portent sur l'écologie et la conservation des poissons et de leur habitat. Les travaux de son équipe de recherche se concentrent spécifiquement sur la conservation et la restauration de l'habitat des poissons, sur les évaluations d'impacts environnementaux des effets anthropiques et sur les impacts des changements climatiques sur cet animal. Elle est membre régulière des deux regroupements stratégiques que sont Ressources aquatiques Québec (RAQ) et le Groupe de recherche interuniversitaire en limnologie (GRIL). Elle est aussi membre du sous-comité de spécialistes des poissons d'eau douce du Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC).

Maxime Fortin Faubert est stagiaire postdoctoral sous la supervision de Louise Hénault-Ethier et de Geneviève Bordeleau de l'Institut national de la recherche scientifique, dans le cadre d'un partenariat avec la Fondation David Suzuki. Il a fait des études de premier cycle en biologie avec spécialisation en toxicologie à l'UQAM avant d'être admis à la maîtrise au Département des sciences biologiques de l'Université de Montréal/Institut de recherche en biologie végétale, où il a fait un passage accéléré au doctorat. Pendant cette période, il a abordé un projet original lié à la décontamination des sols en utilisant des plantes (phytoremédiation) et des champignons (mycoremédiation), un sujet très complexe et porteur en termes de gestion environnementale durable. Maxime Fortin Faubert a développé une expertise dans le domaine des phytotechnologies et s'intéresse actuellement au potentiel des terrains vacants pour aider les villes à atteindre leurs objectifs en matière de gestion des eaux, de promotion de la biodiversité, de verdissement et d'adaptation aux changements climatiques.

Etienne Foulon est associé de recherche à l'Institut national de la recherche scientifique. Il est ingénieur de l'école nationale de l'eau et de l'environnement de Strasbourg et détenteur d'une maîtrise en science de l'université de Cranfield (Angleterre). Il y a étudié le dimensionnement et la construction de stations de traitement d'eau potable et d'assainissement, incluant celui des réseaux d'alimentation associés dans les pays du Nord industriel comme les pays en voie de développement. À la suite de l'obtention de son doctorat à l'INRS en modélisation intégrée de la gestion de l'eau par bassin versant dans un contexte de changements climatiques, il a développé l'expertise de gestion de l'eau potable et de l'hydraulique en rivière de l'équipe du professeur Alain N. Rousseau. Sa vision globale des problématiques de quantités et de qualité de l'eau est un atout privilégié en matière de gestion intégrée de la ressource hydrique.

Louise Hénault-Ethier est professeure à l'Institut national de la recherche scientifique et directrice du Centre Eau Terre Environnement. Les intérêts de recherche de Louise Hénault-Ethier s'articulent autour des solutions inspirées de la nature visant l'adaptation aux changements climatiques pour des collectivités plus viables. Elle a travaillé sur des solutions phytotechnologique à la gestion de l'eau. L'efficacité des bandes riveraines pour réduire la pollution diffuse de source agricole était son sujet de doctorat (UQAM, 2010-2016). Elle s'intéresse aux pratiques agricoles durables, à l'économie circulaire, à la protection de la biodiversité. Elle a participé à de nombreuses consultations publiques pour la Ville de Montréal dont celle sur l'économie circulaire et celle sur la Stratégie du Plan directeur de gestion des matières résiduelles de l'agglomération de Montréal (Montréal zéro déchet 2020-2025), de même qu'aux travaux ayant mené au Plan climat 2020-2030. Elle est en outre membre du Comité d'experts en adaptation aux changements climatiques de la Ville de Montréal depuis 2020.

Valérie S. Langlois est professeure à l'Institut national de la recherche scientifique. Elle y est titulaire d'une Chaire de recherche du Canada en écotoxicogénomique et perturbations endocriniennes en plus d'être la directrice fondatrice du Centre intersectoriel d'analyse des perturbateurs endocriniens (CIAPE), la présidente de la Société nord-américaine d'endocrinologie comparée (NASCE) et la coprésidente du Comité consultatif scientifique sur les produits antiparasitaires de Santé Canada. Elle a également été nommée membre du Collège de la Société royale du Canada en 2023 et a été récipiendaire de plusieurs prix, dont le Prix du Québec 2020 Relève scientifique, le prix Relève scientifique de l'Université du Québec et le Prix Gorbman-Bern de la NASCE. En 2022, elle a été invitée à deux reprises comme témoin expert par la Chambre des communes et le Sénat du Canada pour commenter respectivement les déversements de conteneurs de fret maritime et la modernisation de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement*. En 2019, le Parlement du Québec l'a invitée afin de discuter des impacts des pesticides sur l'environnement. Elle a été également mandatée par le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs du Québec pour développer des essais biologiques afin d'évaluer l'activité des perturbateurs endocriniens dans les effluents municipaux et industriels. De plus, elle possède plus de 17 ans d'expérience dans l'évaluation de l'environnement et des contaminants. Elle a été conférencière invitée plus de 45 fois et a contribué à plus de 250 présentations de conférences et 90 publications, dont 3 248 citations à son travail.

Isabelle Lavoie est professeure à l'Institut national de la recherche scientifique. Ses intérêts de recherche portent principalement sur le suivi de l'intégrité biologique des cours d'eau et sur l'écotoxicologie de divers contaminants dans l'environnement. Elle possède entre autres plusieurs années d'expérience dans l'étude des biofilms (consortium de microorganismes dont les algues) qu'elle utilise pour le suivi biologique des cours d'eau. Elle a développé, en collaboration avec ses collègues, l'Indice Diatomées de l'Est du Canada (IDEC) pour le suivi de l'état des cours d'eau. Cet outil fait désormais partie des indicateurs de la qualité des cours d'eau utilisé par le ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs. Son équipe conduit des études sur le transfert de contaminants des biofilms vers les consommateurs primaires tout en suivant leurs effets à différents niveaux (par exemple : croissance, profils en acides gras, bioaccumulation, peroxydation lipidique, réponses enzymatiques). Elle est membre régulière de deux regroupements stratégiques : le Groupe de recherche interuniversitaire en limnologie (GRIL) et le Centre de recherche en écotoxicologie du Québec (EcotoQ).

Samuel Leduc-Frenette est doctorant en sciences de la Terre à l'Institut national de la recherche scientifique. Sous la supervision de Louise Hénault-Éthier, son projet de recherche porte sur la qualification et la quantification de l'empreinte carbone liée au télétravail. Pendant sa maîtrise en biogéosciences de l'environnement, il a étudié la répartition et l'intensité des chutes de neige entre 1953 et 2013 dans la vallée du Saint-Laurent. Durant la même période, il a été auxiliaire administratif au Centre québécois de recherche sur l'eau (CentrEau) et a été récipiendaire 2021-2022 de la bourse de progression du Centre de recherche sur l'eau de l'Université Laval (c-EAU). Titulaire de diplômes en journalisme, en droit et en histoire, il a notamment, avant d'étudier dans le domaine de l'environnement, travaillé dans les secteurs des médias et du droit du travail.

Taha Ouarda est professeur en hydrologie statistique à l'Institut national de la recherche scientifique et titulaire de la Chaire de recherche du Canada (CRC) en hydroclimatologie statistique. Il a également été le titulaire de la CRC sur l'estimation des variables hydrologiques et de la Chaire industrielle CRSNG/Hydro-Québec en hydrologie statistique, et a servi comme président du Comité national canadien en hydrologie statistique. Ses travaux concernent la modélisation et la prévision hydrologique, l'estimation des événements extrêmes (crues, étiages) et l'adaptation aux changements climatiques. Il a également développé 14 logiciels traitant d'une gamme de problèmes dans le domaine de l'hydrométéorologie. Son expertise l'a également mené à s'impliquer dans plusieurs initiatives internationales incluant les projets SPHERE, WADE et ENSEMBLES de la Communauté Européenne. Il est l'auteur de plus de 350 articles scientifiques dans les revues internationales les plus prestigieuses du domaine de l'hydrologie.

Alain N. Rousseau est professeur à l'Institut national de la recherche scientifique. À ce titre, il s'intéresse à la gestion de la ressource en eau à l'échelle du bassin versant et au développement de logiciels de prévision hydrologique. Les activités de recherche de son équipe visent à répondre à cette demande grandissante pour des outils de modélisation hydrologique pour la résolution de problèmes de gestion de l'eau. Son équipe poursuit le développement des outils de modélisation hydrologique PHYSITEL et HYDROTEL, ainsi que GIBSI, en soutien à la gestion intégrée de l'eau par bassin. Les problématiques abordées touchent (i) aux risques environnementaux liés aux aléas naturels et à la contamination, (ii) à l'impact et à l'adaptation liés aux changements climatiques et aux événements extrêmes, et (iii) à la gestion intégrée des ressources hydriques et à l'aménagement du territoire. D'autres problématiques traitées reflètent des enjeux actuels et futurs : (i) les services hydrologiques des milieux humides à l'échelle du bassin sur les crues et les étiages, (ii) la gestion des prélèvements en eau à l'échelle du bassin (par secteur d'activités et tous les secteurs inclus), et (iii) la gestion régionale et municipale de l'eau.

Jacob Stolle est actuellement professeur en hydrodynamique côtière et fluviale à l'Institut national de la recherche scientifique. Il a obtenu son doctorat à l'Université d'Ottawa dans le cadre d'une cotutelle avec l'Université technique de Braunschweig (Allemagne). Il a étudié la résilience côtière et les inondations extrêmes, en s'intéressant plus particulièrement à la modélisation physique et numérique des interactions fluide-structure et au développement d'infrastructures résilientes aux inondations. Depuis sa prise de fonctions à l'INRS, il s'est concentré sur le développement d'infrastructures côtières douces pour la protection contre les inondations et l'érosion, en travaillant notamment sur les interactions entre la végétation et les vagues.

Contexte

Le présent mémoire est déposé en réponse à l'appel à consultation de la Ville de Montréal pour le développement de son cadre stratégique sur *L'avenir de l'eau de Montréal* dirigé par la Commission sur l'eau, l'environnement, le développement durable et les grands parcs. Cette dernière a été mandatée à l'unanimité par le comité exécutif de la Ville de Montréal lors d'une séance ordinaire tenue le 16 novembre 2022.

Son dépôt et sa présentation le 3 octobre 2023 à l'occasion d'une séance publique de la Commission à l'hôtel de ville de Montréal font suite à une séance publique d'information tenue le 24 août précédant et à un sondage en ligne toujours ouvert au moment de la présentation. L'objectif principal du mémoire est de nourrir la réflexion des membres de la Commission et d'enrichir le contenu des recommandations que celle-ci adoptera publiquement le 5 décembre 2023 dans le cadre d'une assemblée virtuelle.

La nouvelle Stratégie montréalaise de l'eau sera porteuse de la vision de la métropole en matière de gestion et de financement des infrastructures et de la ressource en eau, celle qui l'entoure, la traverse et irrigue son réseau de canalisations. Cette vision à moyen et long terme devra nécessairement prendre en considération les trois grands défis inextricables du XXI^e siècle que sont le réchauffement climatique global, l'effondrement de la biodiversité et les changements démographiques. En effet, la Ville devra gérer l'eau de sorte qu'elle soit disponible dans l'avenir à un coût d'accès raisonnable pour la future génération active, alors même que cette dernière sera moins nombreuse par rapport à la population inactive pour supporter ce fardeau. Elle devra, en plus, composer avec des aléas climatiques de plus en plus fréquents et intenses. Il est aussi pertinent que la Stratégie de l'eau soit cadrée avec les accords mondiaux sur la biodiversité, dont l'Accord Kunming-Montréal signé dans la métropole en décembre 2022. En ce sens, il faut rétablir l'équité entre les usages destinés aux populations et le maintien des écosystèmes qui sont des habitats essentiels pour la biodiversité sur le territoire montréalais.

Cette Stratégie devra par ailleurs s'arrimer aux intentions et aux normes édictées dans divers autres outils politiques, réglementaires et législatifs aux niveaux municipal, régional, provincial, fédéral et international. Citons tout particulièrement la Stratégie québécoise de l'eau 2018-2030, dont plusieurs cibles à l'horizon 2025 ou 2030 – la recension des vulnérabilités et la préparation aux sinistres liés aux changements climatiques, la réduction de la consommation de 20 % par rapport à 2015, etc. – sont en adéquation avec les enjeux identifiés par la Commission dans le cadre du présent processus de consultation. En tant que dernière grande ville du système hydrographique du Saint-Laurent, Montréal devra également, dans cette Stratégie, soupeser les différents rapports de force dans lesquels elle s'insère et prévoir ouvrir plusieurs fronts de discussion avec ses partenaires de l'agglomération, de Québec, d'Ottawa ou encore de la Commission mixte internationale. La question complexe de la présence des microplastiques dans ce vaste système, de ses causes protéiformes – consommation irréfrenable de plastique, pollution industrielle, vétusté des systèmes d'épuration, etc. – et des solutions à y apporter engagent diverses parties prenantes, et sont un exemple parmi d'autres démontrant la nécessité de recourir à une gestion intégrée de la ressource.

La nouvelle Stratégie prendra le relais de la Stratégie montréalaise de l'eau 2011-2020. Entre autres gains, saluons l'amélioration qui en découle et des connaissances de la Ville sur ses actifs en eau, et de l'expertise de ses fonctionnaires en la matière. Ce progrès positionne avantageusement la métropole au Québec alors que la Stratégie québécoise contient un objectif d'amélioration du savoir similaire à l'horizon 2030. Saluons aussi certaines réalisations de la dernière décennie, comme l'implantation du traitement des eaux usées par ozonation ou l'installation généralisée de compteurs d'eau du côté des industries, des commerces et des institutions, deux projets majeurs dont le parachèvement est prévu prochainement.

Comme mentionné dans le document de présentation de la consultation, cette première stratégie faisait suite à un premier rapport sur la gestion intégrée de l'eau (2001) et à un second sur la nécessité d'implanter une taxe d'eau (2003). L'intérêt de la stratégie apparue ensuite résidait certainement dans la diversité de ses objectifs et dans son ambition d'adopter une vision sur le long terme en matière de gestion de l'eau. L'intérêt de la nouvelle Stratégie montréalaise de l'eau sera d'être elle aussi « long-termiste » tout en étant flexible quant à ses objectifs et sous-objectifs en raison de l'évolution que pourraient prendre les trois enjeux fondamentaux susmentionnés. Elle devra aussi prévoir une reddition de compte raisonnée capable elle aussi d'évoluer en fonction de la conjoncture économique ou climatique.

La question centrale du document de consultation est la suivante : « **Comment s'occuper des infrastructures vieillissantes et les améliorer pour faire face aux défis des changements climatiques et de développement durable, tout en préservant l'équité intergénérationnelle?** »

Comme vous le constaterez dans les pages qui suivent, divers membres de la communauté du Centre Eau Terre Environnement de l'INRS, incluant des professeurs, associés de recherche et étudiants aux cycles supérieurs, ont contribué à ce mémoire. Collectivement, leur expertise couvre l'ensemble des enjeux identifiés par la Commission. La nature de leurs activités de recherche sur le terrain les place aux premières loges pour constater l'impact des changements climatiques et la nécessité de s'y adapter. Ils doivent eux-mêmes les prendre en considération quotidiennement et adapter leurs méthodes de travail en conséquence. Loin d'être à prendre en vase clos, leurs recommandations relativement à la réduction des surverses ou à la végétalisation des infrastructures urbaines, pour ne prendre que ces deux exemples, s'inscrivent dans un contexte de vieillissement des ouvrages municipaux et des pressions hydroclimatiques exercées sur ceux-ci et sur les systèmes hydriques naturels.

L'INRS ayant justement pour mission de se pencher sur des enjeux stratégiques pour le Québec d'aujourd'hui et de demain, il lui était tout naturel de prêter son concours scientifique à la Commission sur l'eau, l'environnement, le développement durable et les grands parcs dans le cadre de cette consultation. Cette institution universitaire à la fine pointe de la recherche répondra présente tant et aussi longtemps que la Ville de Montréal aura besoin d'elle.

1. Enjeu d'utilisation responsable de la ressource

1.1 Gaspillage de l'eau potable

Selon le rapport annuel de l'usage de l'eau potable 2020, la quantité d'eau distribuée au Québec a connu une diminution au cours des dernières années. En 2020, cette quantité était de 521 litres par personne par jour², ce volume étant le plus faible depuis 2011. Cette diminution sur une décennie est de 15,9 % ; elle est aussi de l'ordre de 9,1 % par rapport à 2015. L'objectif de la Stratégie québécoise d'économie d'eau potable est d'atteindre une diminution de 20 % en 2025, pour une quantité d'eau distribuée de 458 litres par personne par jour (MAMH, 2023). Il faut souligner que l'évolution de la quantité d'eau distribuée dépend principalement de la situation prévalente dans les villes les plus peuplées du Québec, car leur poids est plus important dans la moyenne québécoise, qui est pondérée selon la population desservie.

La distribution de l'eau potable entraîne inévitablement des pertes, à savoir des fuites des conduites d'alimentation et de distribution, des fuites et des débordements constatés dans les réservoirs ainsi que des fuites dans les branchements de service. **Il est donc important de toujours quantifier ces pertes pour pouvoir les minimiser. Cette quantification passe par la poursuite de l'installation de compteurs sectoriels sur tout le réseau de distribution, et par la récolte et l'analyse fréquentes de ces données.**

Quelles mesures de réduction du gaspillage devraient être mises en place pour les ICI ? Les industries ? Les citoyens et les citoyennes ?

Donner l'heure juste et prendre ses responsabilités

Afin de réduire le gaspillage de l'eau par les industries, les commerces et les institutions (ICI), la mesure de redressement suivante devrait être envisagée :

- **Facturer aux ICI le coût total réel des services d'eau (soit environ 2,90 \$/m³), un tarif qui représente le coût des services d'eau pour la société. La facturation à un tarif trop bas n'encourage pas les ICI à investir dans des solutions visant à réduire leurs besoins en eau, notamment ceux liés aux procédés industriels.**

² Le document de consultation, qui fait état de 276 litres par personne par jour au Québec en 2020 (p. 14), n'indique que la quantité consommée par les résidents. Les 521 litres par personne par jour englobent cette consommation en plus des pertes et de l'usage des ICI. Suivant cette logique, la distribution de l'eau par personne par jour à Montréal va au-delà des 367 litres d'eau consommés par personne par jour.

Afin de réduire le gaspillage de l'eau par les citoyens, les mesures incitatives et informationnelles suivantes devraient être envisagées :

- **En s'inspirant des villes du sud comme Phoenix en Arizona, développer des programmes de remplacement des pelouses gourmandes en eau par des aménagements xériques³ qui nécessitent peu d'eau.**
- **Informers la population du poids économique des services d'eau (environ 2,90 \$/m³) dans le cadre d'une campagne d'information semi-permanente qui lui présenterait des exemples du coût total réel imputable à certains usages domestiques (par exemple : arrosage de la pelouse pendant une durée donnée, remplissage de tel type de piscine, etc.). Un tel message envoyé à la population montréalaise, selon lequel diminuer sa consommation d'eau potable équivaut à faire assumer à la collectivité une moins grande partie de ses usages personnels, pourrait favoriser une utilisation responsable de l'eau.**

De plus, du point de vue municipal, la Ville devrait poursuivre ses efforts pour limiter les pertes par les fuites du réseau de distribution. Cela devrait s'opérer par le maintien des efforts actuels de détection des fuites, de sectorisation du réseau et d'implantation de la gestion de la pression. À cet égard, en plus de l'application de consignes fixes de pression à l'entrée des secteurs régulés, la Ville devrait envisager la gestion en temps réel (dynamique) de la pression dans certains de ces secteurs.

Pour ce faire, la Ville de Montréal devrait capitaliser sur les avantages offerts par les technologies et outils numériques tels que les capteurs de mesure (de qualité et de quantité d'eau), la télémétrie (Internet des objets), et les plateformes infonuagiques (serveurs de données, analyses de données) pour la surveillance et la gestion en temps (quasi)réel de la ressource. Les technologies et outils numériques doivent aussi être mis à contribution pour informer et conscientiser les parties prenantes du secteur de l'eau concernées de leur impact sur la ressource ; ils peuvent aussi les informer de la façon avec laquelle ce changement de comportement induit par ces derniers contribuera à une utilisation durable de la ressource.

Le cas de Phoenix, Arizona

Située dans le désert de Sonora, dans le sud-ouest des États-Unis, Phoenix a plus d'un siècle d'histoire durant laquelle l'approvisionnement en eau et l'aridité des lieux ont dû faire bon ménage au quotidien. Si, jusqu'au tournant du millénaire, la croissance de la population est généralement allée de pair avec la hausse de la demande en eau, ces deux variables ont subi un découplage à partir de la fin des années 2000. Résultat : alors que la population a continué de croître jusqu'à aujourd'hui, la demande totale en eau, elle, est restée à peu près inchangée depuis une quinzaine d'années, subissant même une décroissance de son usage *per capita* (City of Phoenix, 2023a). Le plus surprenant dans tout cela est que la capitale de l'Arizona se targue encore, au moment où ces lignes sont écrites, de n'imposer aucune restriction sur les usages de l'eau de ses habitants, et ce, malgré la sécheresse qui y sévit depuis les années 1990 et les menaces de réduction des quotas d'eau du fleuve Colorado, une source d'approvisionnement

³ « Qui ne nécessite que de faibles quantités d'eau » (Source : *Grand dictionnaire terminologique* du Québec).

importante, d'une année à l'autre (Arizona State Climate Office, 2023; City of Phoenix, 2023e; James, 2023).

La Ville se base d'abord et avant tout sur une gestion dans la très longue durée de ses approvisionnements et de sa consommation. En effet, son vaste plan, qui aborde de nombreux enjeux liés à l'eau – changements culturels, état de la ressource, réglementation, profils de la demande, projection de la demande future, etc. – vise à assurer de répondre à la demande sur un horizon de 100 ans (City of Phoenix, 2021). Plutôt que de lire ce volumineux document, les citoyens peuvent compter sur plusieurs outils ou campagnes de sensibilisation pour les aider dans cet effort collectif de réduction de la consommation d'eau. Ainsi, un peu à l'image de ce qui se fait à Montréal avec la Patrouille bleue, Phoenix fait appel à des bénévoles pour sensibiliser le public à l'importance de préserver l'eau (City of Phoenix, 2023g). Les citoyens peuvent aussi compter sur un calculateur qui, semblablement à ce qu'offre Hydro-Québec pour calculer sa consommation d'électricité, permet de calculer sa consommation d'eau résidentielle en fonction de ses différents usages, à l'intérieur comme à l'extérieur de la maison (City of Phoenix, 2023f).

Enfin, Phoenix met à la disposition de sa population de la littérature jeunesse et de la littérature plus spécialisée dans lesquelles sont présentées les différents enjeux liés à la rareté de l'eau ou des techniques d'irrigation pour chaque espèce de plante indigène au désert de Sonora (City of Phoenix, 2023c, 2023d). La Ville se met ainsi au diapason de la science, qui a démontré que les espèces locales consomment moins d'eau que les pelouses tout en étant autant sinon plus efficaces que ces dernières pour rafraîchir l'air ambiant (Song & Wang, 2015).

En juin 2023, le conseil de ville de Phoenix a adopté à l'unanimité de nouvelles politiques de conservation de l'eau, mettant ainsi un holà à la grande liberté dont jouissent les Phoenixois quant à leur usage de l'eau. Ces politiques englobent entre autres la réglementation des pelouses non-fonctionnelles, de l'irrigation extérieure et des piscines, et priorisent la plantation de flore indigène xérique (City of Phoenix, 2023b). **Montréal devrait déployer des mesures incitatives pour favoriser le retrait des pelouses gourmandes en irrigation qui ne sont pas essentielles et leur remplacement par des aménagements végétalisés qui nécessitent peu d'eau.**



1.2 Application de la réglementation sur les usages de l'eau

Quelle forme de réglementation la Ville devrait-elle mettre en place concernant les usages de l'eau ?

Renforcer les normes de contrôle actuelles ainsi que leur application

Afin de réduire le gaspillage de l'eau par les industries, les commerces et les institutions (ICI), la mesure contraignante suivante devrait être envisagée :

- **Mettre en place les moyens nécessaires (par exemple : inspections fréquentes, amendes, etc.) pour contrôler les usages non permis de l'eau potable tels que l'utilisation pour des climatiseurs refroidis à l'eau sans boucle de recirculation (Ville de Montréal, 2013, art. 23).**

Afin de réduire le gaspillage de l'eau par les citoyens, les mesures contraignantes suivantes devraient être envisagées :

- **Mettre en place les moyens nécessaires (par exemple : inspections fréquentes, amendes, etc.) pour contrôler les usages non permis de l'eau potable, tels que l'arrosage des pelouses à l'extérieur des plages horaires pour lesquelles cet usage est permis (Ville de Montréal, 2013, art. 7 et suiv.).**
- **Envisager de restreindre encore plus l'utilisation de l'eau potable pour l'arrosage des pelouses par une réduction graduelle du nombre d'arrosages permis par semaine jusqu'à une interdiction complète d'ici quelques années.**

Quelles autres mesures la Ville devrait-elle prendre pour encourager une utilisation responsable de l'eau ?

Sensibiliser la population et l'aider à cultiver son « pouce bleu »

Nous estimons que l'une des meilleures façons de contrer le gaspillage est de faire prendre conscience, autant aux personnes physiques que morales, que leur utilisation de cette ressource vitale s'inscrit dans le cycle de l'eau. Voici un exemple de mesures qui permettraient aux citoyens de participer à ce cycle en récupérant, recyclant et réutilisant l'eau de pluie qui tombe sur leur espace d'habitation.

- **Développer des programmes de sensibilisation des citoyens à la captation et à la réutilisation de l'eau de pluie et, dans le même temps, développer des programmes de subvention pour l'acquisition domestique d'infrastructures permettant la rétention des**

eaux pluviales. Il peut aussi s'agir de financer l'achat de barils et leur connexion aux gouttières. Ces barils peuvent ensuite emmagasiner une eau de pluie utile pour le jardinage ou pour le nettoyage de l'extérieur de la propriété.

2. Enjeu de protection de la ressource

2.1 Qualité des rejets d'eaux usées dans le fleuve

Qu'est-ce que la Ville devrait faire de plus pour protéger les cours d'eau et le fleuve Saint-Laurent ?

Mieux gérer les surverses et végétaliser ses bandes riveraines

Les efforts actuels pour limiter les surverses du réseau unitaire en temps de pluie devraient être poursuivis, ce qui inclut la construction de réservoirs de rétention, l'utilisation du système de contrôle en temps réel du réseau d'égout principal et la mise en place d'aménagements pour retenir les eaux en surface (par exemple : aires de biorétention, saillies drainantes végétalisées, parcs résilients inondables, etc.). **L'équipe et la mission de SETPLuie (Stratégie intégrée de gestion des eaux en temps de pluie) devraient être maintenues et même élargies.** Il faut s'assurer, pour tout nouvel aménagement ou réaménagement, qu'un maximum d'eau pluviale puisse être retenu sur place afin de limiter les apports en eaux pluviales dans le réseau unitaire et, en conséquence, limiter les surverses en temps de pluie.

La Ville devrait aussi, à l'instar des arrondissements de Verdun et Rivière-des-Prairies—Pointe-aux-Trembles ou des Villes de Pointe-Claire et Montréal-Est, lancer en collaboration avec les arrondissements et les Villes présentes sur l'île un vaste chantier de remise en état des bandes riveraines (Gamache, 2019; Nature-Action Québec, 2019; Ville de Pointe-Claire, 2023). Rappelons que la bande riveraine « désigne une lisière végétale permanente composée d'un mélange de plantes herbacées, d'arbustes et d'arbres qui longe les cours d'eau, entoure un lac ou borde le fleuve ». Cette frontière entre la terre émergée et l'eau a plusieurs fonctions, celles-ci étant tout à la fois hydrologiques (stabilisation de la rive), physico-chimiques (filtrage de la pollution), écologiques (jonction entre les écosystèmes terrestres et aquatiques) et même paysagères et socioéconomiques (FIHOQ, 2013). Elles sont donc un atout, et ce, qu'elles se retrouvent à proximité de terrains industriels contaminés ou près de bâtiments patrimoniaux. Par ailleurs, même si ces bandes riveraines seront présentes surtout en bordure du fleuve Saint-Laurent, il ne faudra pas négliger de les aménager ou de les protéger en bordure des ruisseaux et rivières existantes ou éventuellement excavées (voir partie 2.2).

Surveiller des contaminants émergents d'intérêt

En ce qui concerne les actions que Montréal peut déployer pour ne pas rejeter davantage de contaminants dans le fleuve, le contrôle sur son territoire des produits de plastique à usage unique et des pesticides est une bonne première étape. Le leadership à la Communauté métropolitaine de Montréal (voir plus bas) vaut aussi en cette matière, alors que la métropole aurait intérêt, à l'échelle régionale et à l'échelle québécoise, à partir en croisade en réclamant une gestion de ces contaminants plus stricte, cohérente, et alignée avec les nouvelles évidences scientifiques.

Montréal et ses partenaires doivent désormais ouvrir de nouveaux fronts, notamment dirigés vers d'autres contaminants émergents comme les microplastiques ou les contaminants éternels comme les PFAS⁴.

La source du problème des plastiques

La production mondiale de plastiques est passée de 1,5 million de tonnes en 1950 à plus de 367 millions de tonnes en 2020 (Plastics Europe, 2021). Une partie de ces matières plastiques se retrouvent dans l'environnement. Parmi les polluants plastiques couramment décelés dans les eaux de surface se trouvent le polyéthylène (PE), le polypropylène (PP), le polystyrène (PS), ou le polyéthylène téréphtalate (PET), lesquels sont à l'origine de nombreuses perturbations de la faune aquatique et constituent un risque pour la santé humaine (Andrady & Rajapakse, 2019; Chae & An, 2017; Hong et al., 2017; Sun et al., 2019). Le polyéthylène téréphtalate (PET) est un plastique de type polyester essentiellement utilisé pour la fabrication de fibres textiles, alors que le polypropylène (PP) est utilisé dans la fabrication de divers types de produits (emballage, électroménager, automobile, sanitaire et textile) (Plastics Europe, 2019). Plus de 80 % de la pollution de l'environnement aquatique par les microplastiques provient des tissus synthétiques (35 %), des pneus (28 %) et des poussières urbaines (24 %) (Gaudiaut, 2019).

Les stations d'épuration des eaux rencontrent des difficultés à les filtrer puisque 40 % des micro et nanoplastiques (MP/NP) aboutissent dans les rivières, lacs et océans (Karimi Estahbanati et al., 2021; Mintenig et al., 2017; Talvitie et al., 2015; Zhang & Chen, 2020). Les NP ne sont pas en général retenus par les procédés de filtration conventionnels. Ils passent à travers ces filtres et se retrouvent dans l'environnement. Pour faire face à cette importante problématique, l'équipe de recherche du professeur Patrick Drogui œuvre depuis plusieurs années au développement de technologies innovantes de décontamination de divers types de rejets. La technologie électrocatalytique (O-PlastTM) développée par son équipe exploite simultanément des réactions d'oxydation anodique et cathodique capables de dégrader les MP/NP, évitant ainsi leur entrée dans l'environnement, par exemple à la sortie des buanderies commerciales (un vecteur potentiel de contamination des eaux par les MP).

⁴ Les substances perfluoroalkylées et polyfluoroalkylées sont une « [f]amille de substances synthétiques constituées d'une chaîne carbonée entièrement ou partiellement fluorée, hautement persistantes dans l'environnement » (Source : *Grand dictionnaire terminologique* du Québec).

Des chercheuses de l'INRS qui visent à comprendre l'abondance et la toxicité du plastique

Il est surprenant de réaliser à quel point les publications axées sur la problématique des MP/NP dans les écosystèmes d'eau douce sont rares en comparaison de ce qui se fait comme études en milieux marins sur le sujet. Ce constat est d'autant plus étonnant étant donné la proximité et les liens directs qu'ont les milieux d'eau douce avec les sources terrestres de MP/NP. En effet, les écosystèmes fluviaux représentent une voie d'entrée majeure de MP vers les océans et sont également sujets aux perturbations physiques, chimiques et biologiques induites par ces voyageurs nuisibles lors de leur transit ou de leur dépôt dans le lit des cours d'eau douce (Kooi et al., 2018).

Les quelques recherches menées sur les MP/NP en eau douce portent essentiellement sur les particules plastiques dans les sédiments et dans la colonne d'eau, alors que très peu d'études se sont penchées sur la problématique des MP/NP dans les biofilms algaux (consortium d'algues, de bactéries, de champignons et de micro-méiofaune dans les milieux exposés à la lumière) et leurs potentiels effets sur ce maillon clé des réseaux trophiques. Les biofilms algaux (ou périphyton) sont à la base de la chaîne alimentaire et sont donc une composante clé du bon fonctionnement de ces écosystèmes. Ces biofilms, souvent d'apparence feutrée, agissent potentiellement comme « pièges » à MP/NP et à microfibres. Le nombre très limité d'études qui se sont intéressées à la présence de MP/NP intégrés à la matrice de biofilms algaux (sur substrats durs ou sur des plantes) restreint grandement l'évaluation de l'ampleur de la pollution liée au plastique au sein de cette composante fondamentale des écosystèmes.

Une étude est actuellement menée dans l'équipe de la professeure Isabelle Lavoie afin de quantifier et de caractériser les plastiques au sein des biofilms algaux échantillonnés dans divers milieux fluviaux en amont et en aval de stations d'épuration des eaux usées ou des ouvrages de surverses. L'étude vise également le suivi des MP/NP potentiellement accumulés dans les biofilms recouvrant les herbiers du lac Saint-Pierre (fleuve Saint-Laurent). **Des études similaires pourraient être soutenues par la Ville de Montréal pour déterminer l'effet des microplastiques sur le biote de son territoire et en aval.**

La professeure Valérie Langlois a publié des travaux novateurs sur les effets des nanoplastiques (NP) sur les huîtres canadiennes (Lebordais, Gutierrez-Villagomez, et al., 2021; Lebordais, Venel, et al., 2021). Parmi les trois types de plastiques étudiés, les NP sans additifs (qui sont utilisés dans les détergents et biocides) étaient les plus toxiques. Ces travaux ont révélé qu'en l'absence d'additifs, ces NP étaient très stables et persistaient donc longtemps dans l'environnement.

À la suite de l'exposition aux NP, les chercheurs ont observé une augmentation de l'expression des gènes responsables de la mort programmée des cellules et du nombre de mitochondries (centrales énergétiques de la cellule chez l'huître). Or, l'exposition combinée aux NP et à l'arsenic a révélé une interaction complexe de ces contaminants pouvant diminuer leurs effets individuels sur l'expression de gènes. Un des effets constatés est, par exemple, un changement dans la régulation du stress oxydatif. Ce stress est le résultat d'agressions commises à l'endroit des cellules de notre corps par des molécules dérivant de l'oxygène.

Les chercheurs utilisent de plus en plus des outils de biologie moléculaire pour s'interroger sur les effets des contaminants environnementaux chez les animaux, et ce, même à basses

concentrations de pollution. Il est important de développer des techniques ultrasensibles qui nous avertissent lorsqu'un contaminant affecte, en temps réel, la santé des écosystèmes. Il ne faut pas attendre d'arriver à des concentrations de polluants qui causeraient des effets irréversibles sur leur santé. Après avoir caractérisé les effets moléculaires des NP chez les huîtres, la prochaine étape serait d'étudier leur transfert dans la chaîne alimentaire. Connaître la quantité de particules dans les huîtres d'élevage et sauvages est donc actuellement un enjeu technique, mais qui sera sans doute résolu dans les années à venir.

Mentionnons enfin que l'équipe de Valérie Langlois a quantifié et caractérisé la fraction flottante de MP sur 11 sites traversant le fleuve Saint-Laurent (SLR) en 2021. L'échantillonnage a eu lieu de mai à juillet à l'aide de deux types de filets d'échantillonnage de tailles, de construction et de maillage différents. Les filets ont été remorqués en parallèle depuis un bateau pendant 20 minutes dans les 50 premiers centimètres de la surface sur chacun des sites d'échantillonnage. Des échantillons ont été préparés et analysés pour détecter les fibres, les fragments de plastique et les sphères à l'aide d'un microscope optique. Chaque particule a été analysée par spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (FTIR), puis comparée aux normes de la bibliothèque pour l'annotation des composés. **Les données préliminaires ont confirmé la présence de MP dans chacun des sites de prélèvement le long du SLR avec des concentrations de MP allant de 125 à 861 particules de plastique par million de litres (PPML). Les catégories de MP trouvées les plus abondantes étaient les fibres, suivies par les fragments et enfin les sphères. L'analyse FTIR a montré que le polyester, le polyéthylène, le polypropylène, le nylon et le polystyrène étaient les cinq principaux types de matériaux MP trouvés dans le SLR** pour les deux filets. Ce travail fournit des informations précieuses sur la répartition des MP dans les écosystèmes aquatiques en Amérique du Nord pour la protection et la gestion des ressources en eau.

Éliminer à la source ces micro et nanoplastiques (MP/NP)

Parmi les sources potentielles de pollution de l'environnement aquatique par les MP, celles provenant des eaux de lessive sont celles les plus directement accessibles et contrôlables. Il s'agit de l'une des raisons principales pour lesquelles les eaux de lessive ont été choisies comme matériau d'essai dans les travaux menés par l'équipe du professeur Patrick Drogué. La nouveauté de cette approche technologique a été reconnue en se classant parmi les cinq meilleures découvertes scientifiques au Québec en 2021 (Cliche, 2021) et par la publication de trois articles scientifiques dans des journaux de calibre international (Kiendrebeogo et al., 2021; Kiendrebeogo et al., 2022).

La technologie proposée permet, sans ajout de produits chimiques, de dégrader simultanément et complètement les MP/NP sous forme de molécules d'eau et de carbone minéralisé non toxique pour l'écosystème aquatique. Les MP/NP non captés par les procédés de filtration conventionnels sont dégradés par oxydation électro-catalytique avancée. En effet, après une préfiltration grossière réalisée à l'aide d'un filtre à poche (20 à 50 mm de diamètre de pores) permettant de retenir les grosses particules de plastique, la technologie O-Plast™ peut être installée afin de traiter les polluants plastiques sous forme colloïdale (0.001 mm à 1 mm) et dissoute (< 0.001 mm). L'eau ainsi préfiltrée est soumise au traitement électro-catalytique dans un réacteur composé d'une anode à forte surtension en oxygène capable de générer des radicaux hydroxyles (OH), et ce, par oxydation anodique de la molécule d'eau.

Éliminer à la source ces substances per- et polyfluoroalkyliques (PFAS)

Les PFAS se retrouvent dans les eaux de surface et souterraines en raison de leur utilisation extensive dans divers secteurs de notre économie comme pour (i) les mousses anti-incendie (utilisées dans des sites stratégiques comme les aéroports, les bases militaires, et lors d'incendies majeurs tels que la catastrophe ferroviaire de Lac-Mégantic), (ii) la préparation des produits antitaches et de revêtements antiadhésifs dans les industries du papier et du textile, et (iii) les produits de nettoyage et d'imperméabilisation (Conder et al., 2008; Trojanowicz et al., 2018).

Au nombre des PFAS se trouvent des composés comme le PFOS (sulfonate de perfluorooctane) et le PFOA (acide perfluorooctanoïque), qui ont été ciblés par différentes législations dans le monde (canadienne, américaine et européenne) comme étant des composés perturbateurs endocriniens responsables de nombreuses perturbations de la faune aquatique et constituant un risque pour la santé humaine (Olsen et al., 2007; Parlement européen & Conseil de l'Union européenne, 2001; Wang et al., 2012).

Dépendamment des sites de prélèvements, les concentrations de PFAS dans les eaux de surface peuvent atteindre des concentrations élevées de l'ordre de 80 000 nanogrammes/litre (ng/l) (pour les PFOA) et 9 500 ng/l (pour les PFOS) (Trojanowicz et al., 2018; Zareitalabad et al., 2013). Il est important de souligner que la concentration maximale acceptable dans l'eau potable, telle que recommandée par Santé Canada pour les PFOS, est de 600 ng/l (Santé Canada, 2018b). Leur élimination ou au moins leur dégradation pour rester en deçà des seuils acceptables est devenue une priorité pour le ministère de la santé canadien (Parlement européen & Conseil de l'Union européenne, 2001; Santé Canada, 2018a, 2018b, 2019). Pour ce faire, des traitements efficaces devront être développés et adoptés pour atteindre les normes de rejet dont la sévérité évolue sans cesse (Communauté métropolitaine de Montréal, 2019).

En raison de la force et de l'extrême stabilité de la liaison carbone-fluor C-F (Liang et al., 2018; Mulkiewicz et al., 2007; Santé Canada, 2007), les PFAS échappent aux traitements classiques des eaux. Certains procédés chimiques d'oxydation avancée (tels que O_3/UV , H_2O_2/O_3 , H_2O_2/Fe^{2+} , etc.) peuvent certes contribuer à la dégradation des PFAS, mais la complexité de ces techniques, la consommation élevée de réactifs et les coûts de traitement relativement importants constituent des obstacles majeurs à l'application à grande échelle de tels procédés (Martínez-Huitle & Ferro, 2006).

Les deux approches technologiques plus ou moins établies pour l'enlèvement des PFAS dans l'eau sont l'adsorption sur charbon actif granulaire (CAG) et la filtration sur des résines d'échange ionique (Banks et al., 2020; Liu et al., 2019; Omo-Okoro et al., 2018). En revanche, ce type de traitement se traduit par un transfert de pollution de la phase liquide vers la phase solide, plutôt que par une véritable dépollution. Il en résulte une étape supplémentaire de gestion du CAG ou de régénération des résines.

Le traitement à la source des PFAS (c'est-à-dire le plus près possible de leur entrée dans l'environnement) permettrait de limiter l'impact néfaste de ces rejets dans l'environnement. Pour ce faire, le professeur Patrick Drogui et son équipe de recherche exploitent des propriétés uniques des nanomatériaux pour développer de nouveaux procédés électro-catalytiques avancés (ECA)

hautement efficaces pour décontaminer les eaux des PFAS. L'INRS a donc toute l'expertise requise pour mener à bien ce genre de traitement complexe.

Qu'est-ce que la Ville devrait faire pour aider les citoyens et les citoyennes à protéger les cours d'eau et le fleuve Saint-Laurent ?

Démocratiser les phytotechnologies

La Ville de Montréal comprend l'importance des actions pouvant réduire le ruissellement sur les domaines privés et publics. Ainsi, dans un guide d'interprétation portant sur sa réglementation sur la gestion des eaux pluviales et sur son réseau de canalisation, elle mentionne le fait que l'urbanisation peut : (i) augmenter l'imperméabilité et réduire l'infiltration dans les sols (réduisant la recharge des nappes phréatiques et provoquant l'assèchement des sols, la fissuration des fondations et une baisse de disponibilité de l'eau pour les végétaux urbains), (ii) augmenter le ruissellement (lessivage de polluants, augmentation des surverses), et (iii) entraîner l'augmentation des débits de pointe (inondation des points bas lors de pluies abondantes, érosion accrue des milieux naturels) (Ville de Montréal, 2020a). Elle devrait maintenant aider toutes les parties prenantes autour de l'eau (citoyens, entreprises, institutions, etc.) à mettre en place des mesures atténuant les effets délétères qu'une ville peut favoriser au détriment de la circulation naturelle de l'eau.

Afin d'aider les citoyens à envoyer moins d'eau dans le réseau, la Ville devrait prendre des mesures appropriées pour favoriser et faciliter la déconnexion des gouttières du système d'égouts pour les remplacer par des aménagements végétalisés en surface, c'est-à-dire des jardins de pluie. Rappelons que ceux-ci sont des « plate-bande[s] creusée[s] que chacun peut aménager chez soi et qui contien[nent] l'eau de pluie. L'eau retenue est lentement retournée à la nappe phréatique ou absorbée par la végétation et évapotranspirée dans l'atmosphère, plutôt que de ruisseler en surface et dirigée dans les égouts pluviaux » (OBVBM, 2021).

Ceci permettrait de :

- réduire la quantité d'eau traitée par l'usine d'épuration, la seule en fonction dans l'île de Montréal ;
- réduire les risques et les amplitudes des inondations urbaines.

Le débranchement des gouttières des réseaux pluviaux ou unitaires est facilement généralisable dès lors que les propriétaires d'immeubles ont un petit terrain autour de leur bâtiment. Cette mesure de base devrait être suivie de mesures un peu plus audacieuses, voire costaudes. **Pour les résidences donnant sur des ruelles n'ayant pas suffisamment de terrain pour l'aménagement de jardins de pluie, les aménagements communs en ruelles bleues et vertes devraient être facilités.** Il en va de même pour les résidences riveraines de parcs vers lesquelles des

aménagements de jardins de pluie pourraient être aménagés. **Parmi les mesures les plus coûteuses, citons la construction de bassins de rétention qui, comme le nom l'indique, sont des cavités dans le sol qui permettent de retenir l'eau qui s'écoule.** Comme ces bassins sont de plus grande dimension que les jardins de pluie, ils devraient être construits chez des particuliers qui ont un grand terrain ou sur le terrain d'industries, de commerces ou d'institutions (ICI). Le fait aussi qu'ils nécessitent un entretien, notamment lors de l'extraction des sédiments, milite pour que leur nombre permette un bon contrôle de la part des inspecteurs de la Ville (Aubry, 2021).

La Ville gagnerait à promouvoir davantage l'article 130 du Règlement sur les branchements aux réseaux d'aqueduc et d'égouts publics et sur la gestion des eaux pluviales, car cette disposition apparaît viser la mutualisation des investissements entre la Ville et les citoyens (Ville de Montréal, 2020b). Les aménagements à valeur ajoutée comme les *water squares* (place publique temporairement inondable), les ruelles bleues-vertes ou d'autres types d'espace résilient devraient faire l'objet de ce genre d'ententes entre la Ville et les particuliers riverains ou dont une portion du terrain est affectée.

En outre, l'aménagement de ces bassins devrait systématiquement comprendre l'évaluation du potentiel de végétalisation avec des espèces indigènes, des capacités utiles dans la décontamination du ruissellement ou du fort potentiel d'évapotranspiration. En effet, même si leur fonction première est de retenir les volumes d'eaux pluviales pour retarder la surcharge du réseau d'égout, ils peuvent aussi rendre des services écologiques s'ils sont végétalisés (habitat faunique, soutien aux pollinisateurs, épuration de l'eau, évapotranspiration, etc.).



La Ville de Montréal devrait du même souffle encourager la construction de revêtements perméables lorsque, par exemple, il ne sera pas possible pour un particulier de végétaliser l'ensemble du terrain bordant le bâtiment de sa propriété, comme dans le cas où une allée

mène à un garage. Certaines solutions comme l'asphalte poreux ou les pavés alvéolés en béton existent et devraient être encouragées par la Ville pour éviter le plus possible le ruissellement en provenance des terrains privés. Dans son Guide, la Ville considère ainsi les surfaces perméables comme celles étant végétalisées, mais peut aussi reconnaître le béton poreux et les pavés perméables si des demandes de validation des matériaux sont faites (Ville de Montréal, 2020a). **Cependant, le gazon artificiel, qui ne livre aucun service écologique et entraîne plutôt le relâchement de microparticules de plastique dans l'environnement, ne devrait pas être reconnu comme surface perméable souhaitée.**

Suivi et recensement des travaux d'imperméabilisation sur le territoire

Selon le guide d'interprétation portant sur la réglementation sur la gestion des eaux pluviales, la rétention n'est exigée que lorsqu'une demande de permis ou de certificat d'autorisation est formulée (Ville de Montréal, 2020a). En effet, il serait difficile pour la Ville d'intervenir autrement. Cependant, force est de constater que plusieurs travaux d'imperméabilisation des terrains des résidences se font sans demande de permis. On peut le constater par de nombreuses cours avant et arrière desquelles on a retiré toute végétation, des fosses de plantation d'arbres recouvertes d'asphalte, etc. Puisqu'aucun suivi avant/après travaux n'est effectué, **la Ville de Montréal pourrait envisager la production d'une étude qui recense l'importance de l'imperméabilisation, incluant celle soumise à des permis de construction ou de rénovation, de même que les travaux réalisés sans autorisation préalable, afin d'en quantifier l'effet sur son bilan hydrique.** Par ailleurs, la logique d'exiger des travaux sur les grands terrains permet certes de rationaliser les efforts, mais de nombreuses interventions sur des terrains de plus petite dimension peuvent entraîner le cumul d'un grand nombre de surfaces imperméabilisées qui affecte le bilan hydrique de la Ville.

Cette perméabilisation du sol devrait se faire en concomitance avec un soutien accru visant le développement d'infrastructures naturelles ou de phytotechnologies qui amèneront de nombreux bienfaits. Par exemple, des mesures écofiscales ou réglementaires pourraient favoriser le déploiement des toitures végétalisées qui amèneront des cobénéfices tels que:

- la réduction considérable du taux de ruissellement des eaux pluviales d'un toit ;
- le rafraîchissement de la surface du toit de 30 à 40 % ;
- la réduction du flux de chaleur du toit au bâtiment de plus de 70% ;
- la réduction des factures de climatisation du bâtiment durant l'été et de chauffage durant l'hiver ;
- la fourniture, pour les grands bâtiments, d'un espace additionnel pour les activités physiques et l'agriculture urbaine générant des impacts positifs sur la santé des citoyens.

2.2 Qualité des cours d'eau de Montréal

Qu'est-ce que la Ville de Montréal devrait faire de plus en matière de qualité des cours d'eau ?

Exhumer des cours d'eau enfouis

Des cours d'eau à l'origine naturels ont été enfouis au fil du temps pour éviter qu'ils ne gênent la gestion des eaux pluviales, le développement urbain et la construction des routes. Ces cours d'eau silencieux sont courants dans les grands centres urbains. Par exemple, on estime qu'environ 70 % des cours d'eau de Baltimore (Maryland, États-Unis) ont été modifiés au profit de ponceaux et de canalisations (Elmore & Kaushal, 2008). Selon les travaux de Mahaut (2016), 82 % des cours d'eau de Montréal seraient enfouis. Autrement dit, ce sont presque 330 kilomètres de ruisseaux que les Montréalais foulent chaque jour dans le savoir (Boisclair, 2023). Ces cours d'eau « oubliés », qui sont reliés aux systèmes naturels par des portions en amont ou en aval, sont exhumés et remis en liberté dans de nombreuses grandes villes telles que Londres, Séoul, Seattle, Détroit, New York et Vancouver. À Montréal, le projet Bleue Montréal avait été présenté avant la pandémie dans le but de redonner vie à quelques cours d'eau historiques sur son territoire. Or, à l'heure actuelle, aucun des trois arrondissements visés dans cette démarche n'a commencé des travaux d'exhumation (Boisclair, 2023; Léveillé, 2019).

Pourtant, cette pratique de « remise en lumière » présente de nombreux avantages : réduction des problèmes d'inondation dus à des ponceaux obsolètes, diminution du ruissellement, potentielle amélioration de la qualité de l'eau grâce à la filtration des polluants par la végétation riveraine et à la réduction des apports en nutriments, création de milieux naturels précieux dont les citoyens peuvent profiter, augmentation de la valeur des propriétés, habitat pour le biote et accroissement de la biodiversité en milieu urbain, amélioration de la connectivité des cours d'eau, etc.

La recherche portant sur les résultats positifs de la remise en lumière des cours d'eau est fondamentale pour évaluer l'ampleur des changements apportés à la structure et à la fonction de ces écosystèmes. Il est donc primordial de stimuler davantage de projets de mise en lumière de cours d'eau enfouis et de leur accorder un budget de réalisation conséquent. L'étude de la chimie, de la physique et de l'écologie de ces cours d'eau ressuscités contribue à évaluer et à prédire le potentiel et les trajectoires de recolonisation et de réhabilitation. Malgré les nombreux bienfaits cités précédemment, les études scientifiques relatives aux modifications de l'écosystème liées à l'enfouissement et à la remise en lumière des cours d'eau sont rares.

Cela étant dit, nous ne nous faisons pas d'illusions : remettre en lumière des cours d'eau canalisés dans une ville où le réseau d'égout est principalement unitaire représente un défi supplémentaire. **Il faudrait donc évaluer les possibilités de remise en surface de certains cours d'eau canalisés et revoir les conclusions du projet Bleue Montréal afin de mettre en place un plan d'action, avec échéances, pour la remise en surface de certains tronçons de cours d'eau canalisés.** Par la suite,

la démarche ainsi que ses résultats devraient être documentés par rapport, entre autres, au renouvellement des écosystèmes rendu possible par la libération des cours d'eau et aux bénéfices en matière de gestion des eaux pluviales.

Suivre l'intégrité écosystémique des cours d'eau sur les plans chimique, physique et biologique

Depuis plusieurs décennies, la Ville de Montréal effectue plusieurs analyses de l'eau sur et autour de son territoire. À l'heure actuelle, comme le portail de la Ville l'indique, « différents programmes d'échantillonnage créés par le Réseau de suivi du milieu aquatique (RSMA) évaluent la qualité générale des cours d'eau (COURDO), la qualité locale de l'eau en rive (QUALO), la qualité des ruisseaux et plans d'eau intérieurs (RUISSO) et la qualité des eaux dans les réseaux d'égouts pluviaux (PLUVIO) » (Ville de Montréal, 2022e). En revanche, il n'existe pas, à notre connaissance, de programme de biosuivi équivalent. Un biosuivi permettrait de suivre l'état des écosystèmes aquatiques subissant des perturbations anthropiques grâce à la surveillance des communautés de certains groupes taxonomiques indicateurs (par exemple : diatomées, invertébrés). **Il serait donc nécessaire à l'avenir que la Ville de Montréal se dote d'un programme de biosuivi complémentaire à ses différents suivis physico-chimiques de la qualité des eaux.**

Bien que la Ville soit bonne élève en cette matière, elle devrait renforcer davantage sa collecte de données afin de brosser un portrait véritablement complet des plans et cours d'eau sur son territoire permettant de renseigner leur intégrité chimique, physique et biologique. Cette information est capitale afin de pouvoir suivre l'évolution de ces milieux, surtout lorsque des modifications ont lieu dans le bassin versant. Ceci est d'autant plus d'intérêt lorsque des travaux de restauration, de protection ou de conservation sont prévus. En effet, pouvoir démontrer, par exemple, les effets positifs d'actions de restauration sur les composantes chimiques, physiques et biologiques d'un écosystème offre une excellente vitrine permettant de justifier les investissements.

Plus ce réseau sera renforcé, mieux il permettra de comprendre l'impact des changements climatiques et des mesures d'adaptation du territoire, passant notamment par des aménagements végétalisés, sur la qualité de la ressource en eau. D'ailleurs, dans le bilan environnemental 2022 portant sur le Portrait de la qualité de l'eau des plans d'eau à Montréal (Ville de Montréal, 2022c), on constate que davantage de plans ou cours d'eau se sont dégradés (29 %) qu'améliorés (18 %) par rapport à l'année précédente. Rappelons que seul le lac aux Castors a une qualité d'eau excellente, alors qu'à l'autre bout du spectre 10 plans ou cours d'eau ont une qualité qualifiée de mauvaise et 6 sont considérés comme pollués. **Il serait donc urgent de repenser l'aménagement du territoire dans le bassin versant des cours d'eau de piètre qualité.** Si des sources ponctuelles peuvent être identifiées (par exemple des raccordements inversés ou autre), elles doivent faire l'objet de réfections à court terme. **Si la pollution diffuse⁵ est en cause, les territoires concernés devraient faire l'objet :**

⁵ « Pollution de masses d'eau à partir de sources diffuses comme les engrais, produits chimiques et pesticides utilisés en agriculture », par opposition à la pollution ponctuelle, « dont l'origine est précisément localisée » (Source : *Grand dictionnaire terminologique* du Québec).

- de réglementations encore plus strictes pour encadrer toute demande de permis de construction ou de dérogation aux exigences de zonage qui affectent le taux d'imperméabilisation, l'empreinte au sol ou tout autre élément du cycle de l'eau, en intégrant des suivis avant/après travaux ;
- d'exigences de mise en place de mesures de mitigation ou de compensation pour les projets exceptionnellement autorisés priorisant systématiquement l'utilisation de végétaux naturels (et non artificiels) ;
- d'encouragements écofiscaux pour la mise en place de mesures d'atténuation, de rétention, de filtration par le biais d'infrastructures naturelles ou de phytotechnologies.

Puisque le financement de ces réaménagements devrait être priorisé, il serait impératif que la Ville utilise une approche par bassins versants en établissant les secteurs prioritaires tout en s'attardant à l'équité dans la répartition des efforts. La superposition des cartes de qualité de l'eau, de bassin versant et de vulnérabilité aux changements climatique peut être un outil d'aide à la décision pour cibler les interventions à l'échelle de l'île entière.

Conserver et restaurer des habitats aquatiques pour aller... pêcher !

La réhabilitation de la qualité de l'eau ainsi que la restauration des habitats aquatiques seront essentielles pour garantir la pérennité de la biodiversité et la santé des écosystèmes aquatiques de Montréal. Du point de vue du développement durable, la restauration de l'habitat du poisson sur l'île de Montréal et autour de ses berges permettra aux pêcheurs récréatifs de profiter d'une ressource halieutique précieuse. La pêche récréative est un passe-temps pour de nombreux Montréalais et est utilisée pour la durabilité alimentaire par certaines communautés.

La pêche récréative, notamment sur le fleuve Saint-Laurent et sur la rivière des Prairies, présente un potentiel important en raison de la diversité des espèces de poissons et de sa proximité avec le centre urbain de Montréal. La restauration de l'habitat devrait également inclure le rétablissement de la connectivité de l'habitat afin de permettre le libre passage des poissons dans les ruisseaux et rivières de Montréal tout autour de l'île. Par exemple, après avoir frayé dans la rivière des Outaouais, un grand nombre d'aloses savoureuses (*Alosa sapidissima*) migrent vers l'aval afin de regagner l'océan. Certaines aloses empruntent la rivière des Prairies, située entre les îles de Montréal et de Laval, où leur migration est complexifiée par la centrale hydroélectrique de la Rivière-des-Prairies (Milieu inc., 2023).

En somme, pour favoriser un écosystème en santé et une pêche récréative, il serait important d'encourager des initiatives telles que la protection des habitats du poisson, la réintroduction d'espèces et le rétablissement des espèces en péril. La promotion de la pêche récréative et touristique est l'une des pistes à envisager afin de développer une économie bleue.

2.3 Protection des sources d'eau

Quels efforts devraient être mis en place par les citoyens et citoyennes, les industries, les commerces et la Ville de Montréal pour protéger les sources d'eau potable ?

Agir à la source de façon concertée

En matière de résolution des problèmes environnementaux, la méthode la plus efficace sera toujours d'enrayer à la source lesdits problèmes. Mais que faire quand notre emprise sur les ressources naturelles, leur qualité et leur quantité à l'arrivée déborde de notre champ d'action ? Il faut soit négocier avec ses voisins, soit en appeler à une autorité supérieure. Mais, dans tous les cas, la concertation reste le meilleur moyen de parvenir à des arrangements bénéficiant à l'ensemble des parties à la table de négociation.

Ce principe général vaut pour Montréal, pour qui les hasards de la géographie l'ont localisé sur une île, certes entourée d'eau, mais dont l'écoulement vers ses prises d'eau municipales provient forcément de l'amont, hors de son territoire.

Dans ce cas précis, cette action concertée doit viser les municipalités plus à l'ouest qui affecteront, du fait de leur propre usage de la ressource, l'eau captée ensuite par la métropole. En vertu du principe de subsidiarité⁶, la Ville de Montréal devrait accorder une importance prépondérante au forum dans lequel elle a plus de chances de s'adresser directement aux entités qui ont un impact sur la ressource, sans intermédiaire, c'est-à-dire la Communauté métropolitaine de Montréal (CMM), qu'elle préside.

La CMM, dont les compétences touchent notamment l'aménagement du territoire et l'assainissement des eaux, est déjà active en matière environnementale. **Elle devrait toutefois ajouter, outre ses programmes portant sur l'aménagement des milieux naturels, un programme de mise à niveau régional d'assainissement des eaux, autant avec ses partenaires de l'amont que de l'aval sur le fleuve Saint-Laurent. Il est impératif de généraliser dans la région les méthodes les plus poussées d'assainissement et d'épuration, comme l'ozonation.** Le leadership de Montréal est essentiel dans le cadre d'une mise à niveau de cette ampleur.

3. Enjeu d'adaptation et de résilience

3.1 Accès à l'eau

Parmi tous les enjeux de l'eau, quelle proportion des efforts et des budgets devrait être consacrée à l'adaptation aux conséquences des changements climatiques ?

⁶ « Principe de développement durable selon lequel les pouvoirs et les responsabilités doivent être délégués au niveau approprié d'autorité, en ayant le souci d'une répartition adéquate des lieux de décision afin de les rapprocher le plus possible des citoyens et des communautés concernées » (Source : *Grand dictionnaire terminologique* du Québec).

10 à 15 % du budget d'immobilisations

Dans son Plan Climat 2020-2030, la Ville de Montréal (2022b) s'engage à consacrer de 10 à 15 % du budget du Programme décennal d'immobilisations à l'adaptation aux changements climatiques. En réponse à cette mesure, le comité d'experts (internes et externes à la Ville) en adaptation aux changements climatiques a suggéré d'ajouter des critères pour l'utilisation de cette somme, comme le fait de recourir à des infrastructures vertes ou aux phytotechnologies⁷. Nous sommes d'accord avec cette fraction d'un important budget à consacrer à la question de l'adaptation. Nous aimerions cependant profiter de l'occasion pour mettre l'accent sur certains critères mis de l'avant par les experts, en l'occurrence ceux se rapportant plus particulièrement à l'eau comme les cellules de biorétention, la diminution des zones imperméables et la création de milieux humides (Ville de Montréal, 2022a). Comme la climatologie régionale nous l'indique, les précipitations abondantes et extrêmes devraient augmenter en quantité et en fréquence au Québec d'ici la fin du siècle (Ouranos, 2023). **Nous recommandons donc à la Ville de s'assurer que ces sommes importantes sont investies dans les aménagements d'adaptation principalement végétalisés qui offrent aussi des services écosystémiques liés à la gestion des eaux.**

3.2 Gestion des eaux pluviales

Quelles mesures devraient être mises en place par la Ville pour aider la population citoyenne à se protéger des conséquences des changements climatiques ?

Doter Montréal d'une vitrine réunissant, en un lieu, acteurs du milieu de l'eau et exemples de mesures d'adaptation à la portée de tous

Au chapitre du réchauffement global du climat, on entend souvent parler du concept de « Net Zéro Carbone » ou de « carboneutralité » pour désigner cet état idéal dans lequel toute émission de carbone anthropique serait compensée par un retrait équivalent du carbone atmosphérique. **Nous croyons qu'il est désormais temps d'avoir un idéal similaire en matière de gestion de l'eau et c'est pourquoi nous désirons mettre de l'avant le concept analogue de "Net Zéro eau". Ce concept correspond à une gestion raisonnable et durable qui vise le recyclage et la réutilisation de l'eau dans le bâtiment ou les périmètres à proximité pour limiter son gaspillage.**

En démontrant un rendement élevé dans le développement durable du site, l'efficacité énergétique, la sélection des matériaux et la qualité environnementale des installations intérieures, cette approche permettrait d'aller plus loin que la norme *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED) ou que le programme du Conseil du bâtiment durable du Canada

⁷ « Ensemble des approches et des techniques visant à résoudre des problèmes environnementaux et comprenant nécessairement l'utilisation de plantes vivantes » (Source : *Grand dictionnaire terminologique* du Québec).

(CBDC). La Ville de Montréal en tant que propriétaire d'un important parc immobilier pourrait faire école en s'inspirant du projet du Carrefour de l'eau qui se développe en partenariat avec la Ville de Québec. Le Carrefour de l'eau est né d'une collaboration entre l'INRS, l'incubateur 2 Degrés, H2O Innovation, Patriarche Architecture et le Port de Québec. Ce projet vise à créer un lieu unique regroupant des acteurs aux intérêts différents et complémentaires tout en prenant en considération les enjeux de l'économie circulaire et de la gestion durable des ressources en eau. L'architecture du site intégrera certaines phytotechnologies comme les murs végétalisés, les toits végétalisés et les cellules de biorétention. Ces dernières vont, un peu comme les jardins de pluie évoqués plus haut, permettre une meilleure gestion des précipitations, liquides ou solides, en favorisant leur infiltration dans le sol et en ralentissant leur arrivée aux réseaux d'égouts. Cela aura un impact important dans la réduction des débits de pointe, qui peuvent dans des cas extrêmes causer des inondations et des surverses.

Ce lieu accessible constituera une vitrine exceptionnelle pour démontrer l'efficacité des phytotechnologies comme solutions basées sur la nature dans le combat collectif pour l'adaptation aux changements climatiques. Un volet éducatif ajouté à cet ensemble multifonctionnel serait même idéal. Les Montréalais pourraient ainsi en apprendre davantage sur ces technologies tout en s'informant, au même endroit, des aides financières et techniques que la Ville devrait prévoir pour généraliser sur tout son territoire le niveau de résilience de ses citoyens. La capacitation environnementale de ses citoyens les plus mobilisés, même si ceux-ci ne forment pas la majorité de la population, est l'une des clés dans la propagation de cette résilience.

La modélisation à l'INRS, en bref

Depuis près de deux ans maintenant, l'équipe du professeur Alain Rousseau a développé une expertise en modélisation hydrodynamique en prenant en main le modèle H2D2 du professeur Yves Secretan. L'équipe a ainsi développé sa propre expertise en modélisation hydraulique avec le modèle HEC-RAS pour des fins de modélisation des zones inondables pour la MRC de Vaudreuil-Soulanges. Cette dernière implique la description topographique détaillée des lits mineurs et majeurs de la rivière et son intégration à un modèle numérique de terrain. La complexité consiste à gérer les nombreuses sources d'information, leurs incertitudes et erreurs de mesure. Cette étape est cruciale à la résolution des équations physiques décrivant l'écoulement de l'eau. Celles-ci incluent des version 1D et 2D de l'équation de Saint-Venant, faisant respectivement l'hypothèse d'un écoulement homogène selon la verticale et sur la longueur de cours d'eau, ou uniquement sur la verticale. Le modèle H2D2 est implanté dans les lacs Saint-Louis et des Deux-Montagnes.

Quant à la modélisation portant sur la qualité de l'eau, l'équipe du professeur de l'INRS a fait diverses applications du modèle QUAL2E (sous-modèle de leur logiciel GIBSI). Plus récemment, son équipe a travaillé à la modélisation de la qualité de l'eau du lac Saint-Charles, à Québec, avec le modèle EFDC. Ces modélisations permettent de documenter les dynamiques spatiales et temporelles des ions et cations circulant dans la rivière, ce qui permet de circonscrire les effets de charges en polluants et de dépassement des concentrations autorisées associées aux normes de qualité de l'eau. L'application du modèle EFDC permet même une documentation des effets liés à la profondeur et à la température de l'eau.

Grâce à son expertise en modélisation hydrologiques et en modélisation de la dispersion des polluants des plans d'eau, l'INRS pourrait appuyer la Ville de Montréal pour réaliser des études entourant les effets de la gestion des eaux usées et des surverses dans les milieux récepteurs.

Évaluer obligatoirement et systématiquement le potentiel d'intégration et les bénéfices des aires de biorétention lors des réfections de rues et autres emprises municipales

Les aires de biorétention servent essentiellement à intercepter de grandes quantités d'eaux de pluie qui ruissellent en surface avant qu'elles n'atteignent les réseaux d'égouts. Ces ouvrages sont efficaces même en hiver (Lajeunesse et al., 2015) et peuvent être implantés sous différentes formes, comme des bassins de rétention végétalisés, des cellules de biorétention, des noues végétalisées, ainsi que des fosses et saillies drainantes (avancées de trottoirs). Les aires de biorétention peuvent être intégrées dans des projets de toute taille, allant de la réfection d'un stationnement, d'une rue et même d'un boulevard (Fortin Faubert et al., 2023). En plus de soulager les réseaux municipaux de collecte d'eau et limiter les épisodes de surverses d'eaux usées dans les cours d'eau locaux, ces ouvrages aident la population à se protéger des conséquences des changements climatiques en réduisant les risques d'inondation, en contrant les effets d'îlots de chaleur urbains et en limitant le réchauffement des plans d'eau.

Dans les rues, ce type d'aménagement permet également de réduire l'espace disproportionné attribué aux voitures, ce qui réduit la vitesse de la circulation et améliore la sécurité des quartiers (St-Laurent & Petridis, 2019). Plusieurs saillies (avancées de trottoirs) déjà aménagées sur le territoire montréalais pourraient facilement être converties en ouvrage drainant à travers quelques petites modifications telles que l'ouverture de la bordure pour y acheminer l'eau vers l'intérieur et l'ajout d'un substrat adéquat (Ville de Montréal, 2022g). **La Ville de Montréal devrait obligatoirement et systématiquement évaluer le potentiel d'intégration des végétaux et les bénéfices des aires de biorétention lors des réfections de rues et autres emprises municipales.**

4. Enjeu d'équité intergénérationnelle

4.1 Coût complet de l'eau

Il est impératif de charger le coût complet de l'eau aux utilisateurs. Plus de détails sont présentés dans la section 4.3

4.2 Financement équitable de la gestion de l'eau

Êtes-vous d'accord avec l'introduction progressive de nouvelles mesures fiscales pour limiter l'impact financier des investissements de l'eau sur les générations futures ? Si oui, est-ce que ces mesures devraient être de la même ampleur pour les propriétaires non résidentiels que pour les propriétaires résidentiels ? Est-ce que la Ville de Montréal devrait revoir sa stratégie de tarification pour les bâtiments non résidentiels ?

Oui : il faut taxer les volumes d'eau pluviale rejetés par les propriétés résidentielles et autre

Selon l'Institut pour l'IntelliProspérité, aucune ville québécoise n'impose actuellement aux propriétaires d'immeubles des frais sur les eaux de pluie qui ruissellent de leur terrain jusque dans le système municipal de gestion des eaux pluviales. Or, plus d'une vingtaine de villes au Canada ont adopté divers modes de taxation ou de tarification visant spécifiquement ce type de déversement (Smart Prosperity Institute, 2023), et l'engouement pour cette mesure de financement des infrastructures municipales se constate ailleurs aussi, notamment aux États-Unis (NRDC, 2018). Selon nous, Montréal gagnerait à adopter ce type de mesure écofiscale.



En bref, il existe différentes manières de procéder. Citons par exemple le cas de Mississauga (Ontario). Dans cette ville, les propriétaires d'immeubles, qui reçoivent déjà une facture pour l'utilisation de l'eau municipale, voient apparaître sur celle-ci une taxe concernant spécifiquement les eaux pluviales. Celle-ci est calculée, grâce à des images aériennes, en fonction de la quantité de surface dure présente sur la propriété. En raison de la taille de cette dernière, une facture peut compter plus d'une unité facturable (267 m²). Relativement flexible, cette politique prévoit des subventions pour les personnes à faibles revenus ou handicapées de même que des crédits fiscaux pour aider les propriétaires qui ont adopté de bonnes pratiques de gestion des eaux pluviales sur leur propriété. L'argent récolté par la Ville sert uniquement à maintenir le système de gestion des eaux pluviales en bon état de marche et à thésauriser en vue de réparations ou d'impenses futures. Les propriétaires de bâtiments résidentiels sont mis à contribution autant que les propriétaires de bâtiments non résidentiels (City of Mississauga, 2023).

Selon le Commissaire à l'environnement de l'Ontario, cette façon de faire offre plusieurs avantages, dont, au premier chef, « une source de financement consacrée et stable qui permet la planification à long terme, l'entretien préventif et les améliorations majeures des immobilisations ». Si elle est flexible et modulée en fonction du taux de surface perméable d'un immeuble, cette mesure peut aussi consister en un incitatif pour les propriétaires qui désireraient remplacer de telles surfaces par des technologies vertes (voir plus haut) leur permettant de freiner, voire d'endiguer le ruissellement vers le système de gestion municipal. Enfin, en vertu du principe de pollueur-payeur, cette mesure, en favorisant les bons comportements et en défavorisant les mauvais, est plus équitable qu'un système dans lequel tous les contribuables sont mis également à contribution, les vertueux comme les moins vertueux (Commissaire à l'environnement de l'Ontario, 2016).

La Ville de Montréal gagnerait à développer une méthodologie équitable permettant de taxer l'eau pluviale rejetée par les propriétés résidentielles ou autres en quantifiant les surfaces perméables et en incorporant des seuils minimaux de végétalisation pour l'obtention de crédits de taxes.



Le coefficient de biotope comme outil de mesure de la surface écologique et résiliente

Les propriétés absorbantes d'un milieu peuvent être estimées à l'aide du coefficient de biotope par surface (CBS), qui met en relation la mesure de surface écoaménageable et la superficie totale des surfaces d'un lot (Centre d'écologie urbaine de Montréal, 2019). Cet indice fait partie de la planification d'urbanisme de plusieurs grandes villes qui cherchent à optimiser le potentiel écologique d'espaces urbains sous-utilisés comme les cours, les toitures et les murs. L'utilisation du coefficient de biotope faisait partie des recommandations du Comité d'expert en adaptation aux changements climatiques de la Ville de Montréal. Le concept a d'ailleurs été intégré au règlement d'urbanisme de l'arrondissement du Sud-Ouest en novembre 2022, sous l'appellation de facteur de résilience climatique (FRC) (Ville de Montréal, 2022d, 2022f). Le CBS (ou FRC) peut facilement être évalué à l'aide des images aériennes déjà acquises par la Ville et pourrait devenir un bon moyen pour calculer les bases d'une taxe foncière générale qui considère les surfaces imperméables nuisibles à la bonne gestion des eaux pluviales et qui exacerbent les effets d'îlots de chaleur urbains. **L'INRS peut accompagner la Ville de Montréal dans la mise au point d'une méthodologie d'analyse utilisant l'intelligence artificielle pour faire l'interprétation des données satellitaires afin de simplifier la gestion de l'utilisation du coefficient de biotope dans l'élaboration d'une taxe municipale sur les rejets d'eau pluviales par les propriétés.**



4.3 Besoins d'investissements pour assurer la gestion responsable de l'eau

{ Selon vous, que devrait-on faire collectivement pour réduire le déficit de maintien des infrastructures de l'eau ? }

Payer la vraie facture et faire payer les ICI

Nous sommes d'avis que les investissements de l'ordre d'un milliard de dollars par année estimés par la Ville de Montréal sont nécessaires et qu'ils devraient être consentis au cours des prochaines années afin de couvrir les besoins d'investissement en maintien d'actifs réguliers, en rattrapage de déficit de maintien d'actifs, en amélioration de services et mise aux normes et en agrandissement et nouvelles infrastructures.

Des investissements annuels en dessous de ce montant n'auraient pour effet que de repousser les efforts requis vers les générations futures. Il est en effet urgent d'accélérer la cadence de remplacement/renouvellement des réseaux d'eau pour viser l'élimination du déficit d'entretien. Bien entendu, il faut s'assurer de conserver et d'améliorer les mécanismes qui permettent de réaliser l'ensemble des travaux prévus selon les budgets alloués à l'échelle annuelle. **La consommation des industries, des commerces et des institutions (ICI) devrait être facturée à un tarif qui permet de recouvrir la totalité du coût des services d'eau, y compris les besoins en investissement. Ce coût est estimé à 2,90 \$/m³ par le Service de l'eau de la Ville de Montréal.** Ceci permettrait d'assurer un financement annuel d'environ 313 millions de dollars sur les 1 456 millions de dollars annuels requis (pour les coûts de fonctionnement et d'investissement). La consommation des ICI de 2020 est estimée à 108 millions de mètres cubes.

La facturation volumétrique des usages résidentiels ne devrait pas être considérée à court terme, notamment en raison de la complexité de sa mise en place et des coûts qui y sont associés. Il faudrait plutôt miser, comme nous l'avons mentionné plus haut, sur la réglementation des usages extérieurs de l'eau potable, sur la sensibilisation du public et sur la diffusion auprès des citoyens du coût total des services d'eau associé à certains usages courants (par exemple : arrosage d'une pelouse, remplissage d'une piscine, nettoyage d'une entrée au jet d'eau sous pression, etc.).

Conclusions

L'INRS est fier d'avoir été invité à présenter un mémoire dans le cadre de la consultation de la Ville de Montréal pour le développement de son cadre stratégique sur *L'avenir de l'eau de Montréal* et remercie la *Commission sur l'eau, l'environnement, le développement durable et les grands parcs* de prendre en considération ses recommandations.

L'INRS est une institution universitaire dont la mission particulière consiste à former la relève scientifique et faire de la recherche pour appuyer le Québec dans son développement social, économique et culturel. Le Centre Eau Terre Environnement en particulier compte plusieurs chercheurs experts, ainsi que des infrastructures spécialisées dans les sciences de l'eau qui pourraient être mis à profit par la Ville de Montréal pour l'aider à répondre à certains questionnements pour orienter sa future stratégie sur l'eau.

En particulier, nous invitons la Ville à rejoindre d'autres acteurs du monde municipal qui soutiennent la Chaire collaborative dédiée à la gestion durable de l'eau dans les municipalités. Nos chercheurs qui œuvrent sur l'habitat du poisson, la protection des rives, les infrastructures naturelles, les contaminants émergents, la modélisation hydrologique, la cartographie et la prévention des inondations et les réseaux de distribution d'eau potable seront heureux d'accompagner la Ville pour approfondir tout élément pertinent dans le développement de sa nouvelle stratégie ou sa mise en œuvre.

Voici les principales recommandations à retenir de notre mémoire :

1. Poursuivre l'installation de **compteurs d'eau sectoriels** afin de quantifier les pertes dans le réseau en place et le suivi des mesures correctives visant à limiter le gaspillage de l'eau potable.
2. **Ne pas déployer à court terme des compteurs d'eau résidentiels** en raison des coûts et de la complexité de la mise en place d'une telle mesure.
3. **Facturer le coût total de l'eau aux ICI** pour favoriser la réduction de la consommation.
4. Augmenter les inspections et **imposer des amendes pour les usages non-permis de l'eau** comme les climatiseurs refroidis à l'eau sans boucle de recirculation.
5. Déployer des **campagnes visant la sensibilisation des citoyen.nes** à la réduction de la surconsommation de l'eau via l'arrosage extérieur et le remplissage des piscines, à l'implantation d'aménagements paysagers moins gourmands en eau, de même qu'à la collecte et à la réutilisation de l'eau de pluie.
6. Poursuivre les efforts pour comprendre la source et **endiguer les surverses du réseau unitaire** vers les milieux récepteurs.
7. Lancer des chantiers pour **remettre en état les bandes riveraines sur toutes les rives** bordant l'île.
8. Lancer une étude visant à **prioriser la remise en lumière des cours d'eau enfouis** et planifier un calendrier de réalisation des travaux de renaturation.
9. **Élargir les interdictions de produits contaminant l'eau** (plastiques, pesticides) et jouer un rôle de leader pour comprendre l'importance et les répercussion des contaminants

émergeants (micro et nanoplastiques, PFAS, etc.) sur les écosystèmes des plans d'eau naturels.

10. Se doter d'un **programme de biosuivi** complémentaire à ses différents suivis physico-chimiques de la qualité des eaux.
11. **Améliorer l'habitat du poisson**, réintroduire des espèces et assurer le rétablissement des espèces en péril afin de favoriser la santé des écosystèmes et la pêche récréative.
12. Resserrer la réglementation dans les bassins versants dont la qualité des cours d'eau est de piètre qualité et **stopper l'approbation des permis de construction qui affectent le taux d'imperméabilisation sans mesures de mitigation** des impacts sur le cycle de l'eau.
13. **Encourager par des mesures fiscales l'implantation d'infrastructures naturelles ou de phytotechnologies** qui améliorent la gestion de l'eau sur les terrains et les bâtiments.
14. Faciliter encore davantage (sensibilisation, soutien financier, mesures écofiscales) la **déconnexion des gouttières** des systèmes d'égouts pour les remplacer par des aménagements végétalisés en surface.
15. Développer une méthodologie équitable basée sur la reconnaissance automatisée des coefficients de biotopes à l'aide de la télédétection afin de **taxer l'eau pluviale rejetée par les propriétés** en quantifiant les surfaces perméables.
16. Encourager la construction utilisant des **revêtements perméables non-toxiques** là où la végétalisation est impossible et décourager l'utilisation de matériaux relarguant des microplastiques dans l'environnement (gazon synthétique).
17. **Prioriser les ouvrages comportant une végétation** indigène, avec des capacités utiles dans la décontamination du ruissellement ou un fort potentiel d'évapotranspiration.
18. Obligatoirement et systématiquement évaluer le potentiel d'intégration d'**intégration des végétaux et les bénéfices des aires de biorétention** lors des réfections de rues et autres emprises municipales
19. **Investir 10 à 15% des budgets d'immobilisation dans l'adaptation en priorisant les ouvrages végétalisés.**
20. Contribuer à l'**élaboration d'une norme Net Zéro Eau** pour les bâtiments et les terrains.
21. Réaliser des études de **modélisation pour comprendre les surverses et les risques sur les milieux récepteurs.**
22. Soutenir les technologies pour **retirer les fibres de plastiques à la sortie des eaux de lavage domestiques.**

Bibliographie

- Andrady, A. L., & Rajapakse, N. (2019). Additives and Chemicals in Plastics. Dans H. Takada & H. K. Karapanagioti (dir.), *Hazardous Chemicals Associated with Plastics in the Marine Environment* (pp. 1-17). Springer International Publishing.
https://doi.org/10.1007/698_2016_124
- Arizona State Climate Office. (2023). *Drought*. Récupéré le 21 septembre 2023 de <https://azclimate.asu.edu/drought/>
- Aubry, G. (2021, 23 février). *Les bassins de rétention : des ouvrages répandus pour la gestion des eaux pluviales*. Avizo Experts-conseils. Récupéré le 21 septembre 2023 de <https://www.avizo.ca/blogue/bassin-de-retention-ouvrage-gestion-eaux-pluviales/>
- Banks, D., Jun, B.-M., Heo, J., Her, N., Park, C. M., & Yoon, Y. (2020). Selected advanced water treatment technologies for perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances: A review. *Separation and Purification Technology*, 231.
<https://doi.org/10.1016/j.seppur.2019.115929>
- Boisclair, V. (2023, 27 août). Donner à l'eau la place qui lui revient en milieu urbain. *Radio-Canada*. <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/2005750/daylighting-rivieres-liberees-eau-ville-quartier-inondations>
- Centre d'écologie urbaine de Montréal. (2019). *Coefficient de biotope par surface (CBS)*.
https://urbanisme.ecologieurbaine.net/sites/default/files/upload/document/tool/2019_1007_biotope_area_factor_fr.pdf
- Chae, Y., & An, Y. J. (2017). Effects of micro- and nanoplastics on aquatic ecosystems: Current research trends and perspectives. *Mar Pollut Bull*, 124(2), 624-632.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.01.070>
- City of Mississauga. (2023). *Stormwater charge*. Récupéré le 25 septembre 2023 de <https://www.mississauga.ca/services-and-programs/home-and-yard/stormwater/stormwater-charge/>
- City of Phoenix. (2021). *Water Resource Plan*.
https://www.phoenix.gov/waterservicesite/Documents/2021_City_of_Phoenix_Water_Resource_Plan.pdf
- City of Phoenix. (2023a). *Historical Population & Water Use*. Récupéré le 21 septembre 2023 de <https://www.phoenix.gov/waterservices/resourcesconservation/yourwater/historicaluse>
- City of Phoenix. (2023b, 13 juin). *Phoenix City Council Approves Sustainable Development Water Policies*. <https://www.phoenix.gov/newsroom/mayors-office/2782>
- City of Phoenix. (2023c). *Water Education from the Cloud*. Récupéré le 21 septembre 2023 de <https://www.phoenix.gov/waterservices/watercloud>
- City of Phoenix. (2023d). *Water Resources and Conservation Literature and Media Orders*. Récupéré le 21 septembre 2023 de <https://www.phoenix.gov/waterservices/resourcesconservation/order-literature-and-media>
- City of Phoenix. (2023e). *Water Supply Q & A*. Récupéré le 21 septembre 2023 de <https://www.phoenix.gov/waterservices/resourcesconservation/drought-information/climatechange/water-supply-q-a>
- City of Phoenix. (2023f). *Water Usage Calculator*. Récupéré le 21 septembre 2023 de <https://www.phoenix.gov/waterservices/usage-calculator>

- City of Phoenix. (2023g). *Water Wrangler Institute*. Récupéré le 21 septembre 2023 de <https://www.phoenix.gov/waterservices/waterwrangler>
- Cliche, J.-F. (2021, 29 décembre). Top 5 des découvertes scientifiques / Détruire les microplastiques à la source. *Le Soleil*. <https://www.lesoleil.com/2021/12/30/top-5-des-decouvertes-scientifiques-detruire-les-microplastiques-a-la-source-dfb0bfa413118c470d795953c1ada20a/>
- Commissaire à l'environnement de l'Ontario. (2016). *Frais pour la gestion des eaux pluviales en milieu urbain : La solution de financement à nos besoins*. <https://api.eponge.org/storage/227/bonne-pratique-systeme-de-tarification-des-eaux-pluviales.pdf>
- Règlement numéro 2008-47 sur l'assainissement des eaux, (2019). https://cmm.qc.ca/wp-content/uploads/2019/10/2008-47_Assainissement_eaux.pdf
- Conder, J. M., Hoke, R. A., Wolf, W. d., Russell, M. H., & Buck, R. C. (2008). Are PFCs Bioaccumulative? A Critical Review and Comparison with Regulatory Criteria and Persistent Lipophilic Compounds. *Environmental Science & Technology*, 42(4), 995-1003. <https://doi.org/10.1021/es070895g>
- Elmore, A. J., & Kaushal, S. S. (2008). Disappearing headwaters: Patterns of stream burial due to urbanization. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 6(6), 308-312. <https://doi.org/10.1890/070101>
- FIHOQ. (2013). *Guide de bonnes pratiques : Aménagement et techniques de restauration des bandes riveraines*. Fédération interdisciplinaire de l'horticulture ornementale du Québec. http://banderiveraine.org/wp-content/uploads/2013/07/FIHOQ_guide_2013_web_spread.pdf
- Fortin Faubert, M., Hénault-Éthier, L., & Duchesne, S. (2023). *S'adapter au climat - Guide pour les municipalités sur les infrastructures végétalisées*. Union des municipalités du Québec. <https://umq.qc.ca/wp-content/uploads/2023/05/webumgguidereverdissement2023-7.pdf>
- Gamache, A. (2019, 20 mars). De nouvelles initiatives environnementales à PAT et Montréal-Est. *Métro*. <https://journalmetro.com/local/riviere-des-prairies-pointe-aux-trembles/2259195/de-nouvelles-initiatives-environnementales-a-pat-et-montreal-est/>
- Gaudiaut, T. (2019, 31 mai). *D'où viennent les microplastiques qui polluent nos océans ?* Statista. Récupéré le 24 septembre 2023 de <https://fr.statista.com/infographie/18234/sources-microplastiques-océans/>
- Hong, S. H., Shim, W. J., & Hong, L. (2017). Methods of analysing chemicals associated with microplastics: a review Electronic supplementary information (ESI) available. See DOI: 10.1039/c6ay02971j. *Analytical Methods*, 9(9), 1361-1368. <https://doi.org/10.1039/c6ay02971j>
- James, I. (2023, 16 août). Colorado River Basin ranks among the world's most water-stressed regions, analysis finds. *Los Angeles Times*. <https://www.latimes.com/environment/story/2023-08-16/states-face-high-water-stress-along-colorado-river>
- Karimi Estahbanati, M. R., Kiendrebeogo, M., Khosravanipour Mostafazadeh, A., Drogui, P., & Tyagi, R. D. (2021). Treatment processes for microplastics and nanoplastics in waters: State-of-the-art review. *Marine Pollution Bulletin*, 168, 112374. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112374>
- Kiendrebeogo, M., Karimi Estahbanati, M. R., Khosravanipour Mostafazadeh, A., Drogui, P., & Tyagi, R. D. (2021). Treatment of microplastics in water by anodic oxidation: A case

- study for polystyrene. *Environmental Pollution*, 269. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.116168>
- Kiendrebeogo, M., Karimi Estahbanati, M. R., Ouarda, Y., Drogui, P., & Tyagi, R. D. (2022). Electrochemical degradation of nanoplastics in water: Analysis of the role of reactive oxygen species. *Science of The Total Environment*, 808. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.151897>
- Kooi, M., Besseling, E., Kroeze, C., van Wezel, A. P., & Koelmans, A. A. (2018). Modeling the Fate and Transport of Plastic Debris in Freshwaters: Review and Guidance. Dans M. Wagner & S. Lambert (dir.), *Freshwater Microplastics : Emerging Environmental Contaminants?* (pp. 125-152). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-61615-5_7
- Lajeunesse, S., Michaud, A., Jelloul, A. L., Dugué, M., Dubuc, M., & Desjardins, J. (2015). *Rapport final. Essai sur le terrain du comportement des cellules de biorétention. Projet Stationnement écologique de la MRC Brome-Missisquoi*. MRC Brome-Missisquoi. <https://irda.blob.core.windows.net/media/5595/michaud-et-al-2015-stationnement-ecologique-de-la-mrc-brome-missisquoi.pdf>
- Lebordais, M., Gutierrez-Villagomez, J. M., Gigault, J., Baudrimont, M., & Langlois, V. S. (2021). Molecular impacts of dietary exposure to nanoplastics combined with arsenic in Canadian oysters (*Crassostrea virginica*) and bioaccumulation comparison with Caribbean oysters (*Isognomon alatus*). *Chemosphere*, 277, 130331. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.130331>
- Lebordais, M., Venel, Z., Gigault, J., Langlois, V. S., & Baudrimont, M. (2021). Molecular Impacts of Dietary Exposure to Nanoplastics Combined or Not with Arsenic in the Caribbean Mangrove Oysters (*Isognomon alatus*). *Nanomaterials (Basel)*, 11(5). <https://doi.org/10.3390/nano11051151>
- Léveillé, J.-T. (2019, 27 juin). Redonner vie aux rivières enfouies. *La Presse +*. https://plus.lapresse.ca/screens/e4f8276d-4aad-4849-8bad-4f1d62e69c0f%7C_0.html
- Liang, S., Pierce, R. D., Lin, H., Chiang, S.-Y., & Huang, Q. J. (2018). Electrochemical oxidation of PFOA and PFOS in concentrated waste streams. *Remediation Journal*, 28(2), 127-134. <https://doi.org/10.1002/rem.21554>
- Liu, C. J., Werner, D., & Bellona, C. (2019). Removal of per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs) from contaminated groundwater using granular activated carbon: a pilot-scale study with breakthrough modeling. *Environmental Science: Water Research & Technology*, 5(11), 1844-1853. <https://doi.org/10.1039/C9EW00349E>
- Mahaut, V. (2016). *Recensement cartographique des anciens cours d'eau de l'île de Montréal et tracé des creux et des crêtes*. Faculté de l'aménagement, Université de Montréal.
- MAMH. (2023). *Rapport annuel de l'usage de l'eau potable 2020* (Stratégie québécoise d'économie d'eau potable. Horizon 2019-2025). https://www.mamh.gouv.qc.ca/fileadmin/publications/infrastructures/strategie_quebequoise_eau_potable/rapport_usage_eau_potable_2020.pdf
- Martínez-Huitle, C. A., & Ferro, S. (2006). Electrochemical oxidation of organic pollutants for the wastewater treatment: direct and indirect processes. *Chemical Society reviews*, 35(12), 1324-1340.
- Milieu inc. (2023). *Suivi de la dévalaison de l'aloise savoureuse : Rivière des Prairies*. Récupéré le 24 septembre 2023 de <http://www.milieuinc.com/projets?id=6>
- Mintenig, S. M., Int-Veen, I., Löder, M. G. J., Primpke, S., & Gerds, G. (2017). Identification of microplastic in effluents of waste water treatment plants using focal plane array-based

- micro-Fourier-transform infrared imaging. *Water Research*, 108, 365-372. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.watres.2016.11.015>
- Mulkiewicz, E., Jastorff, B., Składanowski, A. C., Kleszczyński, K., & Stepnowski, P. (2007). Evaluation of the acute toxicity of perfluorinated carboxylic acids using eukaryotic cell lines, bacteria and enzymatic assays. *Environ Toxicol Pharmacol*, 23(3), 279-285. <https://doi.org/10.1016/j.etap.2006.11.002>
- Nature-Action Québec. (2019, 29 novembre). *L'arrondissement de Verdun met tout en oeuvre pour protéger et restaurer ses bandes riveraines*. <https://nature-action.gc.ca/arrondissement-verdun-tout-en-oeuvre-protection-bandes-riveraines/>
- NRDC. (2018). *Making it rain: Effective Stormwater Fees Can Create Jobs, Build Infrastructure, and Drive Investment in Local Communities*. National Resources Defense Council. <https://www.nrdc.org/sites/default/files/stormwater-fees-ib.pdf>
- OBVBM. (2021). *Aménager un jardin de pluie*. Organisme de bassin versant de la baie Missisquoi. Récupéré le 21 septembre 2023 de <https://obvbm.org/bonnes-pratiques/jardin-de-pluie/>
- Olsen, G. W., Mair, D. C., Reagen, W. K., Ellefson, M. E., Ehresman, D. J., Butenhoff, J. L., & Zobel, L. R. (2007). Preliminary evidence of a decline in perfluorooctanesulfonate (PFOS) and perfluorooctanoate (PFOA) concentrations in American Red Cross blood donors. *Chemosphere*, 68(1), 105-111. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2006.12.031>
- Omo-Okoro, P. N., Daso, A. P., & Okonkwo, J. O. (2018). A review of the application of agricultural wastes as precursor materials for the adsorption of per- and polyfluoroalkyl substances: A focus on current approaches and methodologies. *Environmental Technology & Innovation*, 9, 100-114. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2017.11.005>
- Ouranos. (2023). *Précipitations - Changements projetés*. Récupéré le 22 septembre 2023 de <https://www.ouranos.ca/fr/precipitations-changements-projetes>
- Décision n° 2455/2001/CE du Parlement européen et du Conseil du 20 novembre 2001 établissant la liste des substances prioritaires dans le domaine de l'eau et modifiant la directive 2000/60/CE, No. doc. 32001D2455, (2001). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/ALL/?uri=celex%3A32001D2455>
- Plastics Europe. (2019). *Plastics – the Facts 2019 : An analysis of European plastics production, demand and waste data*. <https://plasticseurope.org/wp-content/uploads/2021/10/2019-Plastics-the-facts.pdf>
- Plastics Europe. (2021). *Plastics – the Facts 2021 : An analysis of European plastics production, demand and waste data*. <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-facts-2021/>
- Research Infosource Inc. (2022). *Canada's Top 50 Research Universities 2022*. Récupéré le 20 septembre 2023 de <https://researchinfosource.com/top-50-research-universities/2022/list>
- Santé Canada. (2007). *Apparition, destinée et effets des surfactants fluorés sur l'environnement canadien*. Récupéré à partir de <http://www.hc-sc.gc.ca/sr-sr/finance/tsri-irst/proj/persist-org/tsri-200-fra.php>.
- Santé Canada. (2018a). *Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada : Document technique – L'acide perfluorooctanoïque (APFO) (H144-13/8-2018F-PDF)*. Ottawa Récupéré à partir de https://www.canada.ca/content/dam/hc-sc/documents/services/publications/healthy-living/guidelines-canadian-drinking-water-quality-technical-document-perfluorooctanoic-acid/document/PFOA_2018-1130-fra.pdf
- Santé Canada. (2018b). *Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada : Document technique – Le sulfonate de perfluorooctane (SPFO) (H144-13/9-2018F-PDF)*.

- Ottawa Récupéré à partir de <https://www.canada.ca/content/dam/canada/health-canada/migration/healthy-canadians/publications/healthy-living-vie-saine/guidelines-canadian-drinking-water-quality-guideline-technical-document-perfluorooctane-sulfonate/PFOS 2018-1130 FRA.pdf>
- Santé Canada. (2019). *Parlons d'eau : Sommaire des valeurs de l'eau potable pour le SPFO, l'APFO et les autres SPFA* Récupéré à partir de <https://www.canada.ca/fr/services/sante/publications/vie-saine/valeurs-preliminaires-substances-perfluoroalkyliques-leau-potable.html>
- Smart Prosperity Institute. (2023). *Canadian Stormwater User Fees*. Récupéré le 25 septembre 2023 de <https://institute.smartprosperity.ca/canadian-stormwater-user-fees>
- Song, J., & Wang, Z.-H. (2015). Impacts of mesic and xeric urban vegetation on outdoor thermal comfort and microclimate in Phoenix, AZ. *Building and Environment: Part 2*, 94(Part 2), 558-568. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.10.016>
- St-Laurent, J., & Petridis, A. (2019). *Le Grand projet de la rue Saint-Maurice* [https://ceriu.qc.ca/system/files/2020-01/C1.5_Julien St-Laurent Alexis Petridis.pdf](https://ceriu.qc.ca/system/files/2020-01/C1.5_Julien_St-Laurent_Alexis_Petridis.pdf)
- Sun, J., Dai, X., Wang, Q., van Loosdrecht, M. C. M., & Ni, B.-J. (2019). Microplastics in wastewater treatment plants: Detection, occurrence and removal. *Water Research*, 152, 21-37. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2018.12.050>
- Talvitie, J., Heinonen, M., Pääkkönen, J. P., Vahtera, E., Mikola, A., Setälä, O., & Vahala, R. (2015). Do wastewater treatment plants act as a potential point source of microplastics? Preliminary study in the coastal Gulf of Finland, Baltic Sea. *Water Sci Technol*, 72(9), 1495-1504. <https://doi.org/10.2166/wst.2015.360>
- Trojanowicz, M., Bojanowska-Czajka, A., Bartosiewicz, I., & Kulisa, K. (2018). Advanced Oxidation/Reduction Processes treatment for aqueous perfluorooctanoate (PFOA) and perfluorooctanesulfonate (PFOS) - A review of recent advances. *Chemical Engineering Journal*, 336, 170-199. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2017.10.153>
- Règlement sur l'usage de l'eau potable, Ville de Montréal, art. 7 et suiv.(2013). <https://montreal.ca/reglements-municipaux/recherche/60d7d563fd65310dcd59ec6b>
- Ville de Montréal. (2020a). *Guide d'interprétation - Règlement sur les branchements aux réseaux d'aqueduc et d'égout publics et sur la gestion des eaux pluviales (Chapitre IV - Gestion des eaux pluviales)* : Service de l'eau. Récupéré à partir de https://ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/page/eau_fr/media/documents/guideinterp_chapiv.pdf
- Règlement sur les branchements aux réseaux d'aqueduc et d'égout publics et sur la gestion des eaux pluviales, Ville de Montréal, (2020b). <https://montreal.ca/reglements-municipaux/recherche/60d7ef76fd6531968e5a5d73>
- Ville de Montréal. (2022a). *Indicateurs et stratégie en matière d'adaptation et de résilience* (Recommandations du comité d'experts en adaptation aux changements climatiques). Bureau de la transition écologique et de la résilience - Division Mobilisation, Biodiversité et Résilience.
- Ville de Montréal. (2022b). *Plan climat 2020-2030*. Récupéré à partir de <https://montreal.ca/articles/plan-climat-montreal-objectif-carboneutralite-dici-2050-7613>
- Ville de Montréal. (2022c). *Portrait de la qualité des plans d'eau à Montréal* (Bilan environnemental 2022). Service de l'environnement. https://portail-m4s.s3.montreal.ca/pdf/fr_bilan_qualite_eau_2022_vf.pdf
- Ville de Montréal. (2022d, 21 octobre). *Pour des nouvelles constructions à la hauteur de nos ambitions : le FRC*.

http://ville.montreal.qc.ca/portal/page?_pageid=5798,42657625&_dad=portal&_schema=PORTAL&id=34684

- Ville de Montréal. (2022e, 23 juin). *Qualité des cours d'eau*. Récupéré le 24 septembre 2023 de <https://montreal.ca/sujets/qualite-des-cours-deau>
- Ville de Montréal. (2022f). *Règlement modifiant le Règlement d'urbanisme de l'arrondissement du Sud-Ouest (01 280) et le Règlement sur le respect, le civisme et la propreté (RCA11 22005) pour une transition écologique - phase 3 et autres correctifs (01-280-65)*. <https://montreal.ca/reglements-municipaux/recherche/639c90d4fc7eaf59ffdad865>
- Ville de Montréal. (2022g, 5 décembre). *Saillies drainantes dans Rosemont—La Petite-Patrie*. Récupéré le 27 septembre 2023 de <https://montreal.ca/articles/saillies-drainantes-dans-rosemont-la-petite-patrie-21257>
- Ville de Pointe-Claire. (2023, 13 juin). *Végétalisation des bandes riveraines*. <https://www.pointe-claire.ca/fr/actualites/vegetalisation-des-bandes-riveraines/>
- Wang, L., Chen, Y., Huang, Q., Feng, Y., Zhu, S., & Shen, S. (2012). Hydrogen production with carbon nanotubes based cathode catalysts in microbial electrolysis cells. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 87(8), 1150-1156. <https://doi.org/10.1002/jctb.3739>
- Zareitalabad, P., Siemens, J., Hamer, M., & Amelung, W. (2013). Perfluorooctanoic acid (PFOA) and perfluorooctanesulfonic acid (PFOS) in surface waters, sediments, soils and wastewater – A review on concentrations and distribution coefficients. *Chemosphere*, 91(6), 725-732. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.02.024>
- Zhang, Z., & Chen, Y. (2020). Effects of microplastics on wastewater and sewage sludge treatment and their removal: A review. *Chemical Engineering Journal*, 382, 122955. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cej.2019.122955>