

Revue de littérature

La gestion durable des eaux pluviales en contexte
municipal

Fanny Deschênes
Laudine Le Puil
Clémence Parre
Annabelle Tremblay



Présenté au

Regroupement des organismes
des bassins versants du Québec
(ROBVQ)

Mars 2021

TABLE DES MATIERES

1. Introduction	1
2. Bonnes pratiques en GDEP après l'année 2018.....	1
2.1 Plans d'adaptation aux changements climatiques et à leurs impacts	1
2.2 Verdissement	2
2.3 Aménagements urbains et infrastructures vertes	3
2.4 Orientations municipales	6
2.5 Bonnes pratiques en milieu agricole.....	9
2.6 Actions des OBV	9
2.7 Bonnes pratiques en milieu forestier.....	11
3. Bonnes pratiques en GDEP ailleurs dans le monde	13
3.1. Développement de coopérations étroites entre des chercheurs et des « opérationnels » des collectivités territoriales : les observatoires d'hydrologie, de véritables communautés scientifiques et techniques de l'hydrologie urbaine.....	13
3.2. Bordeaux Métropole.....	14
3.3 Grand Lyon.....	14
3.4. Ontario	17
4. Influence des changements climatiques et du climat québécois sur la GDEP.....	18
4.1 Prédiction futures et impacts des changements climatiques	18
4.1.1 Augmentation des précipitations.....	18
4.1.2 Augmentation de la fréquence des événements extrêmes.....	20
4.1.3 Autres changements climatiques importants	21
4.2 Cas du territoire québécois.....	21
Conclusion.....	23
Références	24
Bibliographie	31

LISTE DES ACRONYMES

ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie
AEC	Aire d'équivalence de coupe
AFI	Aménagement à faible incidence
COBARIC	Comité de bassin de la rivière Chaudière
COGESAF	Conseil de gouvernance de l'eau des bassins versants de la rivière Saint-François
CREDDO	Conseil régional en environnement et du développement durable de l'Outaouais
GDEP	Gestion durable des eaux pluviales
GES	Gaz à effet de serre
GRAIE	Groupe de Recherche, Animation technique et Information sur l'Eau
MAMH	Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation
MAPAQ	Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
MRC	Municipalité régionale de comté
MRCC	Modèle Régional du Climat canadien
OBNL	Organisme à but non lucratif
OBV	Organisme bassin versant
PDE	Plan directeur de l'eau
PGDEP	Programme de soutien aux municipalités dans la mise en place d'infrastructures de gestion des eaux pluviales à la source
PGO	Pratique de gestion optimale
PPU	Programme particulier d'urbanisme
RNI	Règlement sur les normes d'intervention dans les forêts du domaine public
RUTP	Rejets urbains en temps de pluie
SAD	Schéma d'aménagement et d'urbanisme
TOD	<i>Transit-oriented development</i>
TRCA	<i>Toronto and Region Conservation authority</i>

1. INTRODUCTION

Mieux gérer les eaux pluviales est un enjeu majeur dans la planification et l'aménagement du territoire. Même si on constate une amélioration depuis les années 1970 avec la création de réseaux séparés et de bassins de retenue, ceux-ci ne sont pas à même de maîtriser de manière globale les phénomènes de pollution et d'inondation. De même, en fonction des types de territoires et des pratiques qui leur sont associées, les problématiques de gestion des eaux pluviales sont diverses : ruissellement, saturation des réseaux, fuites éventuelles, dégradation de la ressource en eau, etc. (Tarr, 1996) Elles posent alors des défis en ce qui concerne l'aménagement et la gestion durable. Ainsi, diverses méthodes et techniques innovantes sont développées au Québec et ailleurs dans le monde afin de pallier ces problématiques. La revue de littérature des bonnes pratiques, après 2018, à travers le territoire québécois, canadien et ailleurs dans le monde répertorie les actions, les initiatives et les programmes mis en œuvre pour développer une gestion alternative, intégrée et éclairée des eaux pluviales. Divers exemples sont détaillés afin de prendre connaissance de ce qui a été mis en œuvre depuis 2018 et qui pourrait servir d'inspiration aux municipalités québécoises. De plus, la gestion durable des eaux pluviales (GDEP) est aussi influencée par les changements climatiques, qui deviennent de plus en plus importants au fil des années. Il sera donc question d'évaluer les impacts qu'ils peuvent avoir sur la GDEP tout en considérant le climat particulier du Québec.

2. BONNES PRATIQUES EN GDEP APRÈS L'ANNÉE 2018

Cette revue des bonnes pratiques implantées au Québec après 2018 a pour objectif de présenter les actions ou projets d'intérêt mis en place récemment, afin de compléter les bonnes pratiques qui sont déjà répertoriées dans le Répert'Eau. De nombreuses municipalités ou municipalités régionales de comté (MRC) au Québec ont entamé une démarche ou des actions visant la GDEP sur leur territoire. Par exemple, la mise en place de réglementation sur les branchements des gouttières ou les débits de relâche dans les réseaux pluviaux sont des pratiques de plus en plus courantes (Ville de Rouyn-Noranda, 2012 ; Ville de Saint-Basile-le-Grand, s. d. ; Ville de Sherbrooke, s. d.). De même, des subventions gouvernementales pour le remplacement et la modernisation des réseaux et infrastructures municipales sont octroyées à un nombre croissant de municipalités dans les dernières années (Ville de Saint-Hyacinthe, 2020, 9 septembre ; Pelletier, 2020, 11 septembre ; MAMH, s. d.). D'autres actions concernent également les milieux agricoles et forestiers et seront présentées plus bas.

2.1 Plans d'adaptation aux changements climatiques et à leurs impacts

De nombreuses municipalités tentent de s'adapter aux impacts des changements climatiques, qui entraînent de plus en plus de problématiques au sein de leur territoire. Par exemple, plusieurs grandes municipalités telles que Laval, Sherbrooke et Montréal ont adopté leur plan d'adaptation aux changements climatiques dans les dernières années (Ville de Sherbrooke, 2013 ; SNC-Lavalin inc., 2016 ; Ville de Montréal, 2017). D'autres, comme la MRC de Vaudreuil-Soulanges et l'Agglomération de Longueuil, se sont quant à elles engagées dans la mise en place d'actions pour augmenter leur résilience aux changements climatiques, notamment par la lutte aux îlots de chaleur urbains, la diminution de leurs émissions de gaz à effet de serre (GES) et l'adaptation des riverains aux impacts des eaux pluviales (MAMH, s. d. ; Phare-Climat, s. d. a). Par ailleurs, de plus en plus de municipalités se dotent d'un plan de gestion des débordements afin de prévenir les surverses de leurs réseaux

d'eaux usées. Les villes de Québec, Sherbrooke, Candiac et Saint-Hyacinthe ont récemment mis en œuvre ce plan au sein de leur municipalité (Ville de Candiac, 2017 ; Ville de Sherbrooke, 2018 ; Ville de Québec, 2019a ; Ville de Saint-Hyacinthe, 2020, 9 décembre). La Ville de Gatineau, pionnière dans la GDEP étant donné les problèmes d'inondations importants sur son territoire, a quant à elle mis en place un plan de gestion des inondations et créé plusieurs guides et procédures en soutien à cette démarche. Les infrastructures en place pour cette gestion sont en effet en place depuis 25 ans déjà, et comprennent notamment des bâtiments riverains conçus pour des crues 0-20 ans. (Ville de Gatineau, 2018)

2.2 Verdissement

De nombreux projets et programmes de verdissement sont en place à la grandeur du Québec. Ces initiatives visent notamment la réduction des surfaces perméables, la lutte aux îlots de chaleur, au réchauffement climatique et à la pollution de l'air, problématiques majeures en territoire urbain. À Gatineau, le Conseil régional en environnement et du développement durable de l'Outaouais (CREDDO) appuie plusieurs projets de verdissement et de lutte aux îlots de chaleur, tels que le projet Air-ou-Vert et le projet de verdissement de l'île de Hull. (CREDDO, s. d. ; Phare-Climat, s. d.) À Montréal, le plus grand centre urbain du Québec, un nombre important d'initiatives de verdissement sont mises en place depuis plusieurs années (Conseil régional de l'environnement de Montréal, 2007). Parmi les plus récentes, le projet de verdissement Vert le Nord consiste à créer un réseau d'espaces verts dans les arrondissements Ahuntsic-Cartierville, Saint-Laurent et Villeray-Saint-Michel-Parc-Extension. L'organisme Ville en vert vise ainsi à réduire les îlots de chaleur urbains par la plantation de végétaux, la végétalisation des surfaces minérales comme les stationnements, notamment par des murs de végétation sur les bâtiments ou à proximité des voies passantes et des toits blancs, tout en réduisant la pollution sonore et en créant des corridors écologiques entre les différents milieux naturels. (Gouvernement du Québec, 2021) De même, les projets de ruelles vertes sont très en vogue à Montréal, qui possède plus de 69 km de ruelles vertes sur son territoire (Alliance ruelles bleues-vertes, s. d.). La ville a d'ailleurs créé un guide d'aménagement de ruelles vertes disponible pour les gestionnaires de ses différents arrondissements (Ville de Montréal, 2019). Les ruelles bleues-vertes ont également fait leur apparition, ce qui consiste à bonifier le principe des ruelles vertes par l'ajout de la GDEP dans les projets. Portée par l'Alliance ruelles bleues-vertes, cette initiative vise à implanter des technologies et modes de gestion novateurs en GDEP par deux projets pilotes dans les arrondissements sud-ouest et Mercier-Hochelaga-Maisonneuve. Ces projets ont pour particularité la participation citoyenne et l'aménagement d'espaces améliorant la qualité de vie à l'échelle locale, sur les plans environnemental, économique et social. (Alliance ruelles bleues-vertes, s. d.)

De même, la ville de Québec a obtenu du financement gouvernemental dans le cadre du programme Climat-Municipalités, Phase 2 pour dix projets-pilotes de verdissement dans ses quartiers centraux, visant la réduction des îlots de chaleur urbains et l'amélioration de la qualité de l'air (Voir Vert, 2020, 24 novembre). Quant à la ville de Laval, elle amorcera, dans le cadre de son plan d'action visant à réduire les îlots de chaleur sur son territoire, le verdissement de quatre bretelles d'autoroute d'ici 2021. Le projet permettra de tester différentes techniques de restauration écologique et de réaliser une analyse coûts-bénéfices de celles-ci, en mesurant les effets de la végétalisation de ces sites sur la réduction des îlots de chaleur et la régulation de l'eau. Les résultats de ces modélisations seront partagés avec d'autres municipalités pour servir à d'autres projets. (Ville de Laval, 2020) Finalement, la municipalité Beloeil fait figure d'exemple en ce qui concerne la lutte aux îlots de chaleur urbains

dans le cadre de son plan d'adaptation aux changements climatiques. De nombreux projets de réaménagement et de verdissement ont été menés afin de réduire la température des espaces imperméables sur son territoire et par le fait même améliorer la qualité de vie de ses citoyens. (Piagnet et Duchaine, 2020, 15 juillet ; Ville de Beloeil, s. d.) Par exemple, le projet le plus récent est la revitalisation de la rue Duvernay afin de revitaliser ce secteur, de réduire la chaleur ambiante et de faciliter l'infiltration naturelle de l'eau de pluie dans le sol dans une optique de résilience aux changements climatiques. Plusieurs actions seront réalisées en 2021, telles que la reconfiguration des voies de circulation et des aires de stationnement pour intégrer des trottoirs, des traverses piétonnes et une piste multifonctionnelle sécuritaires, la plantation d'arbres et de strates diversifiées de végétaux indigènes, l'aménagement de surfaces perméables et le retrait de surfaces imperméables, l'installation d'un réseau d'égout séparé, la réduction de la largeur des voies de circulation et l'installation de panneaux d'interprétation afin de partager les bénéfices apportés par ces mesures. Pour augmenter la réussite du projet, un plan de communication a été élaboré afin d'impliquer les commerçants de ce secteur et des négociations avec des propriétaires ont été faites pour les travaux sur les propriétés privées. (Phare-Climat, s. d.c)

2.3 Aménagements urbains et infrastructures vertes

Les aménagements urbains durables et les infrastructures vertes sont de plus en plus implantés au Québec dans les dernières années. Allant des stationnements écoresponsables, des bassins de rétention ou des jardins de pluie, les opportunités sont larges pour intégrer la GDEP à l'aménagement urbain. La ville de Québec, par exemple, soutient notamment les promoteurs et les consultants dans l'intégration de la GDEP dans leurs aménagements grâce à son Guide du promoteur, qui vise à les soutenir lors de leur demande d'ouverture ou de prolongement de rue située dans le bassin versant d'une prise d'eau (Ville de Québec, s. d.). De même, le programme Ville éponge, développé par le Conseil régional de l'environnement de la Capitale-Nationale, vise à réaliser de nombreux projets d'aménagements durables de gestion des eaux en collaboration avec des acteurs du territoire, comme des organismes à but non lucratif (OBNL), promoteurs, ingénieurs, commerces et institutions ainsi que des municipalités. Ces projets incorporent des infrastructures vertes en tant qu'ouvrages de GDEP, tels que les jardins de pluie, les noues végétalisées, des bassins de rétention, des stationnements perméables, etc., qui favorisent une gestion naturelle des eaux de pluie. Ils permettent ainsi à la municipalité de faire face aux problématiques engendrées par gestion des eaux de pluie non adaptée, telle la dégradation de la qualité de l'eau, les îlots de chaleur urbains et les risques d'inondations. (Conseil régional de l'environnement de la Capitale-Nationale, s. d.) La ville de Québec a également implanté plusieurs pratiques de gestion optimale (PGO) au sein du bassin versant Saint-Charles et a dernièrement effectué un suivi des nombreux ouvrages de GDEP implantés sur ce territoire dans les dernières années (Ville de Québec, 2020). D'autres projets verront prochainement le jour à la suite de l'obtention de subventions gouvernementales, telles que : le réaménagement du système de gestion des eaux pluviales par des pratiques optimales de réduction, l'amélioration de la qualité des eaux de ruissellement dans six rues du secteur de Lac-Saint-Charles et l'intégration de PGO pour améliorer la qualité de l'eau des rejets dans les petits affluents du Lac-Saint-Charles et le réaménagement de l'entrée nord du parc des Saules avec l'intégration de mesures de gestion des eaux de pluie à la source (MAMH, s. d.). Finalement, la ville de Québec, en collaboration avec l'organisme Vivre en ville, qui vise à promouvoir une densification urbaine durable notamment par le verdissement et l'adaptation aux changements climatiques, a élaboré son projet les Allées de Bellevue. Ce dernier consiste en trois

bâtiments de multi-logement élaborés de façon à respecter les principes d'aménagement durable, avec 41 % du site dédié aux espaces verts, la conservation et la plantation d'arbres, un système naturel d'irrigation, des cours extérieures et des allées d'accès partagées, des toits verts et des toitures blanches, de même qu'un ratio de stationnement réduit et un stationnement souterrain partagé et recouvert d'une toiture végétalisée. (Vivre en ville, s. d.)

Ensuite, la ville de Montréal a également de nombreux projets concernant la GDEP et les infrastructures vertes sur son territoire (Institut de recherche en biologie végétale, 2018). Parmi les plus récents, on peut nommer la Place des Fleurs-de-Macadam, future place résiliente. Situé dans l'arrondissement du Plateau-Mont-Royal, cet espace vert va inclure des principes de GDEP et d'aménagements résilients, notamment par la captation de quantités importantes de précipitations. (Réalisons Montréal, 2019) De plus, la ville a débuté un projet-pilote en GDEP par les infrastructures vertes sur la rue Papineau, telle que des bassins végétalisés pour la rétention des eaux de ruissellement, de nouvelles fosses de plantation avec agrandissement sous les trottoirs, la réduction de la chaussée, l'ajout de trottoirs, la végétalisation des terre-pleins, etc., accompagné d'un programme de suivi des résultats. Cela permettra une recharge de la nappe souterraine et une gestion complète des pluies fréquentes avec rejet quasi nul à l'égout pour plus de 95 % des pluies. (Ville de Montréal, 2018) De plus, la ville de Montréal a récemment obtenu des subventions pour l'aménagement de bassins de rétention dans l'arrondissement sud-ouest et à l'échangeur Turcot afin de réduire les risques d'inondations. Ceux-ci s'ajouteront aux vingt bassins déjà existants et permettront de réduire les impacts des crues printanières dans la métropole. (Goudreault, 2019, 10 juin) L'arrondissement sud-ouest a aussi récemment installé des saillies de trottoirs végétalisées drainantes selon un concept novateur, où la saillie elle-même fait office de puisard. Cela permet d'aménager la saillie à partir des puisards déjà existants, en abaissant la bordure pour que l'eau entre dans le puisard, ce qui permet d'éviter les coûts liés à la refaçon des saillies et au déplacement des puisards. Un système de régulation permettant à l'eau de percoler et d'être retenue dans la saillie permet également d'éviter les surcharges des réseaux et les surverses. Ce concept est une première au Québec. (Laberge, 2019, 21 mars)

Plusieurs projets de stationnements écoresponsables sont également en cours sur le territoire québécois. Le Conseil régional de l'environnement de Montréal a d'ailleurs créé l'attestation Stationnement écoresponsable, qui vise à accompagner gratuitement les gestionnaires de stationnements et propriétaires d'immeubles dans la mise en place de pratiques innovantes en matière de stationnements écoresponsables, basée sur des critères élaborés par un comité d'experts. Il offre la possibilité aux gestionnaires municipaux d'intégrer l'attestation ou ses éléments au sein de leur réglementation, ou encore de s'inspirer des bonnes pratiques diffusées au public. Par exemple, la communauté métropolitaine de Montréal a inscrit à son Schéma d'Aménagement et d'Urbanisme (SAD) la Norme BNQ 3019-190 relative à la lutte aux îlots de chaleur urbains et à l'aménagement des aires de stationnement et a adopté sa propre politique du stationnement. (Conseil régional de l'environnement de Montréal, s. d.) D'autres municipalités ont emboîté le pas avec d'autres projet de stationnements écoresponsables. La municipalité de Victoriaville a récemment obtenu des subventions gouvernementales dans le cadre du Programme de soutien aux municipalités dans la mise en place d'infrastructures de gestion durable des eaux de pluie à la source (PGDEP) par le Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation (MAMH). On compte notamment le réaménagement durable des stationnements Pierre-Laporte et Desjardins. (MAMH, s. d.) La municipalité de Saint-Charles-Borromée a aussi obtenu du financement pour son projet de stationnement vert au parc du

Bois-Brûlé dans le cadre du programme Municipalités pour l'Innovation Climatique. Le stationnement du parc, qui était insuffisant, sera réaménagé de sorte à intégrer des pratiques durables et innovantes en matière de stationnement vert et d'inclure la GDEP. Notamment, des îlots de verdure comprenant des arbres seront présents entre les rangées de cases afin de favoriser l'ombre et de retenir une partie des eaux de ruissellement. Les cases seront en pavé alvéolé perméable et les allées d'accès en pavé à joint perméable pour favoriser la rétention de l'eau de pluie. (Fédération canadienne des municipalités, 2019, 10 juillet) D'ailleurs, la municipalité de Sherbrooke a aussi obtenu un financement pour la réfection du stationnement du parc Quintal, dans le cadre d'un projet de récupération des eaux de pluie. Les eaux de drainages du stationnement et du toit du centre Julien-Ducharme et de ses plateaux sportifs seront captées et entreposées afin d'être réutilisées pour irriguer ces derniers, qui sont sensibles à la sécheresse. Cela permettra d'éviter les rejets vers le cours d'eau Diamond, sujet aux problématiques d'érosion, d'apports excessifs en nutriments et de variations du débit en fonction des précipitations, tout en réduisant les risques d'inondations et les îlots de chaleur par l'ajout d'îlots de verdure. Des bénéfices économiques seront également obtenus, en réduisant les coûts de réfection et en assurant la survie du gazon des plateaux sportifs et en réduisant leurs coûts de remplacement et de réensemencement, tout en évitant les pertes économiques liées aux fermetures préventives causées par la dégradation des terrains lors d'épisodes de fortes pluies. (Custeau, 2018, 11 novembre)

Plusieurs récents projets d'aménagement de bassins de rétention sont également à mentionner. Parmi ceux-ci, la ville de Saint-Basile-le-Grand a mis en place un concept novateur au sein de son parc municipal du Pont-de-Pruche. En effet, ces bassins de rétention, conçus par des ingénieurs municipaux, leur ont valu le prix Génie-Mérites 2019 par l'Association des ingénieurs municipaux du Québec, notamment pour le degré d'originalité et d'innovation du projet. Celui-ci répond à la problématique des inondations importantes du secteur lors d'épisodes de pluies intenses et permettra d'améliorer la GDEP du secteur. S'inspirant de l'Ontario, la conception de ce système, composé de sous-bassins communicants, permet en effet de gérer une pluie centennale et permettra aux citoyens de profiter pleinement des activités offertes par le parc. La municipalité a d'ailleurs créé un événement spécial pour présenter le résultat du projet aux citoyens, soit une visite guidée et l'installation d'un panneau d'interprétation près des bassins. (Rodi, 2019, 30 septembre) Par ailleurs, la ville de Saint-Sauveur a mandaté Les Ateliers Ublo pour supporter son projet pilote de bassins de GDEP, en collaboration avec l'Organisme de bassin versant (OBV) de la Rivière du Nord et le Centre des technologies de l'eau. Ce projet vise à expérimenter des idées novatrices en matière d'infrastructures vertes et résilientes et à les implanter dans des zones stratégiques, puisque le territoire de la municipalité se caractérise par un relief plat et montagneux. Les bassins seront notamment conçus à usages multifonctionnels et quatre-saisons, prévoyant notamment de l'espace pour la création de potagers. (Les Ateliers Ublo, 2019) De plus, la MRC de Montmagny, dans le cadre du PGDEP par le MAMH, a obtenu une subvention pour son étude. Celle-ci portera sur « l'analyse des solutions envisageables et le design d'une solution d'infrastructure optimale pour une meilleure résilience face aux crues causées par des précipitations extrêmes » d'un bassin de rétention dans le parc de la Rivière-du-Sud-Montmagny (MRC Montmagny) (MAMH, s. d.). Finalement, la ville de Sherbrooke a adopté une Politique d'aménagement des bassins de rétention des eaux pluviales sur son territoire. La ville possède plus d'une soixantaine de bassins de rétention sur son territoire, mais ceux-ci ne sont pas toujours bien gérés ou intégrés. La politique inclut donc des spécifications techniques et des exigences à respecter quant à leur aménagement et leur insertion au sein du milieu. Celles-ci s'appliquent à tous les nouveaux bassins reliés au réseau d'égout pluvial de la municipalité

pour un développement résidentiel ou commercial. Elle s'adresse à la fois aux projets de la municipalité elle-même, ainsi qu'à tous promoteurs et ingénieurs impliqués, de même qu'aux propriétaires privés de terrains commerciaux, industriels ou résidentiels. (Ville de Sherbrooke, s. d.) La ville de Sherbrooke a d'ailleurs récemment modifié son règlement de lotissement afin d'exiger l'intégration d'îlots de verdure dans les culs de sacs de la municipalité (S. Milot, Échange virtuel, 11 février 2021).

Enfin, plusieurs projets d'aménagements municipaux et de revitalisation de secteurs urbains afin d'augmenter leur résilience aux changements climatiques ont récemment été ou seront prochainement mis en œuvre. Par exemple, la municipalité de Saint-Charles-Borromée, en collaboration avec la MRC de Joliette, procédera prochainement au réaménagement de la rue de la Visitation, une de ses artères principales, pour y inclure des espaces végétalisés tout en réduisant les aires de stationnement (Ville de Saint-Charles-Borromée, 2021, 11 février).

2.4 Orientations municipales

Les municipalités ou MRC du Québec ont la possibilité d'inclure la GDEP dans leurs orientations, notamment via le SAD des MRC et les règlements de lotissement, de zonage et d'urbanisme, de même que par les politiques et différents plans environnementaux des municipalités. Parmi celles-ci, la ville de Gatineau, ayant entamé sa démarche de GDEP depuis 1984, prévoit plusieurs actions pour la période 2020-2024. Elle a notamment prévu un budget de 1,6 M\$ annuellement sur une période de 10 ans pour un programme de reprofilage des fossés, visant à augmenter leur capacité d'évacuation des eaux de pluie. De nombreuses études hydrologiques sont réalisées sur le territoire afin de mettre à jour les données permettant de mieux comprendre et de s'adapter aux impacts de fortes précipitations. D'autres mandats sont octroyés afin de vérifier la conformité des branchements d'égout et modéliser le drainage des eaux afin d'élaborer un plan d'intervention pour le drainage des eaux pluviales. (Ville de Gatineau, 2019a) De même, le SAD de la MRC de Gatineau comporte plusieurs mesures de GDEP et d'adaptation aux changements climatiques. Les développements urbains sont soumis à un processus d'encadrement incluant plusieurs critères sur la rétention, le traitement des eaux de ruissellement et des réseaux afférents, ce qui oblige les municipalités à soumettre un plan pour l'obtention d'un permis. Son plan d'urbanisme et ses règlements comportent également des mesures de récupération ou d'atténuation des eaux de ruissellement afin de diminuer les débits de pointes et la surcharge des réseaux. De plus, un programme particulier d'urbanisme (PPU) pour le centre-ville de Gatineau intègre des mesures de GDEP. Parmi celles-ci, on compte l'aménagement de canaux et d'étangs pour traiter les eaux de ruissellement, l'aménagement d'une large bande verte dans le parc des Perspectives et de rigoles au sein de l'esplanade Saint-Jacques. Finalement, le règlement relatif aux plans d'implantation et d'intégration architecturale impose aux projets situés dans les noyaux commerciaux ou les grands ensembles régionaux des mesures de réduction des impacts du développement urbain, de l'érosion, de la compaction et l'imperméabilisation des sols et de gestion naturelle *in situ* des eaux de ruissellement, en favorisant l'aménagement de jardins de pluie et de surfaces perméables. (Sylvestre-Loubier, 2019)

D'autres MRC, comme la MRC de la Côte-de-Beaupré, intègrent des principes de GDEP dans son SAD. Par exemple, le concept d'aire équivalente de coupe est utilisé pour des bassins versants prédéterminés et jugés sensibles. De plus, plusieurs dispositions concernent la protection des cours d'eau en tenant compte des contraintes naturelles des terrains et l'adaptation du détournement des

eaux de ruissellement à la pente naturelle des chemins. (S. Milot, échange virtuel, 11 février 2021) La Ville de Magog a quant à elle introduit dans son règlement d'urbanisme des normes particulières de contrôle du ruissellement dans le bassin versant de certains cours d'eau sensibles aux risques d'inondation (Ville de Magog, 2016 ; *Règlement de contrôle intérimaire*). La municipalité du Canton de Gore a quant à elle modifié ses règlements d'urbanisme pour y intégrer des principes de GDEP. Par exemple, son règlement de zonage oblige la mise en place de mesures de gestion des eaux de ruissellement permanentes pour toutes les constructions dont la nouvelle superficie est égale ou supérieure à 20 m², ce qui représente l'un des règlements de zonage les plus contraignants en matière de superficie minimale. D'autres critères sont élaborés pour la construction de bandes filtrantes, de rues ou d'allées d'accès, favorisant la prise en compte des caractéristiques naturelles du site. Notamment, l'obligation de remettre les voies d'accès temporaires à l'état naturel dans un délai maximal de 30 jours après les travaux, la vidange de l'installation de captage ou de rétention lorsqu'elle est remplie aux trois quarts de sédiments, la production d'un tapis végétal par hydroensemencement si la pente est supérieure à 30 % ou l'aménagement d'une barrière de jute en boudin, d'une membrane d'au moins 30 cm, d'une couche de sol végétal ou d'une bande filtrante. Les projets immobiliers de grande envergure sont aussi soumis à des contraintes, devant favoriser l'infiltration des eaux *in situ*. (Sylvestre-Loubier, 2019) Finalement, l'aménagement de terrains ou de bâtiments est soumis à d'autres critères, devant considérer la « préservation des patrons naturels de drainage, la préservation des cours d'eau et d'une bordure de couvert de végétation naturelle, la réduction de la vitesse d'écoulement de l'eau, le captage des eaux de ruissellement et l'infiltration de l'eau de surface sur le site » (Sylvestre-Loubier, 2019).

D'autre part, plusieurs municipalités et MRC procèdent à l'arrimage de leur SAD à leurs plans et règlements d'urbanisme, ou encore avec les plans directeurs de l'eau (PDE) afin de favoriser une gestion harmonisée. La MRC de la Vallée-du-Richelieu, comprenant la ville de Mont-Saint-Hilaire, intègre aussi la GDEP à son SAD, notamment par des mesures visant à limiter les impacts des événements climatiques extrêmes. Celles-ci visent à favoriser les projets qui maximisent la perméabilité du sol, la capacité de rétention des eaux de surface et les espaces verts. De même, le SAD impose à certaines municipalités l'intégration de l'aménagement d'aires TOD (*Transit-oriented development*). Ces aires visent l'amélioration de la qualité de vie des citoyens par l'implantation de mesures de développement durable. (Sylvestre-Loubier, 2019) Par exemple, le PPU de l'aire TOD de la gare inclut « la restauration de trames écologiques bleues et vertes, la création d'un plan d'infrastructures et de gestion des eaux de ruissellement, l'aménagement de bassins de rétention et d'ouvrages filtrants ainsi que la plantation d'arbres » (Sylvestre-Loubier, 2019). D'autres dispositions réglementaires de la MRC prévoient aussi l'obligation de soumettre un plan d'aménagement paysager incluant un plan de gestion écologique des eaux de ruissellement et la minimisation des surfaces imperméables (Sylvestre-Loubier, 2019).

Par ailleurs, la ville de Terrebonne prévoit l'aménagement d'un fossé de captage des eaux de pluie, la conservation d'une bande paysagère et la poursuite du travail de naturalisation du ruisseau de Feu le long du Chemin Saint-Charles. Elle vise à favoriser les mesures intégrant la rétention des eaux pluviales et la diminution des îlots de chaleur lors de projets de développement. De plus, elle exige la gestion *in situ* des eaux pluviales des aires de stationnement de huit cases et plus et leurs allées d'accès. Son règlement sur les PGO exige plusieurs critères de GDEP, notamment la rétention à la source, la minimisation du ruissellement et l'utilisation de matériaux à coefficient d'infiltration d'environ 50 % pour les surfaces imperméables dépassant 120 m², ainsi que des mesures pour limiter les débits de

rejets des surfaces imperméables à superficie supérieure à 100 m², et ce, pour la construction ou la modification de bâtiments résidentiels, commerciaux ou institutionnels. De même, la gestion des eaux de ruissellement est exigée pour les projets dont la surface totale est égale ou supérieure à 1000 m², sauf à des fins résidentielles unifamiliales. Ainsi, chaque propriétaire doit installer des ouvrages de contrôle et de régularisation des débits, tels que « la rétention sur le stationnement, la rétention sur les aires gazonnées en dépression ou des bassins, l'aménagement d'une tranchée souterraine de rétention ou d'un réservoir souterrain, la rétention sur les toits ou tout autre moyen donnant des résultats équivalents », et ce, à ses frais (Sylvestre-Loubier, 2019). Les municipalités de Dorval et de Montréal possèdent des normes similaires, exigeant la rétention *in situ* des eaux pluviales des propriétaires de surfaces imperméables de plus de 1000 m² (Sylvestre-Loubier, 2019 ; Ville de Montréal, s. d.).

La ville de Saint-Sauveur a quant à elle, dans son plan d'action en environnement 2021-2023, priorisé les enjeux de protection de la biodiversité et de la ressource en eau, la lutte aux îlots de chaleur urbains, ainsi que l'amélioration de la durabilité et la résilience des aménagements paysagers. Cela passe entre autres par des plans directeurs de drainage pour plusieurs bassins versants du territoire, l'adoption d'un règlement sur les eaux pluviales et les infrastructures vertes, la promotion du verdissement durable pour les stationnements commerciaux, la création de nouvelles dispositions réglementaires visant à favoriser l'usage de matériaux réfléchissants pour les surfaces minérales et la plantation d'arbres dans les nouveaux projets de développement. (Ville de Saint-Sauveur, 2020)

La ville de Bromont a quant à elle, dans le cadre de son plan directeur pour la conservation du lac Bromont, plusieurs objectifs visant entre autres : l'élaboration d'un plan d'action pour l'aménagement de structures de rétention et de sédimentation, le suivi de la qualité des eaux de ruissellement, l'application de la réglementation de la MRC Brome-Missisquoi concernant la gestion des eaux de ruissellement et le contrôle de l'érosion, la mise en place de mesures de gestion des débits pour les résidences existantes, la diminution du déboisement pour les nouveaux développements et nouvelles constructions, la mise en œuvre d'un plan de gestion des fossés routiers pour les sédiments et les eaux de ruissellement et la protection des bandes riveraines. (Ville de Bromont, 2017) Du côté de Lac-Mégantic, la municipalité vient d'annoncer, dans le cadre de sa planification stratégique 2020-2025, la GDEP en tant qu'enjeu prioritaire et son objectif de réduire la sédimentation et les eaux de ruissellement des eaux pluviales dans le lac, en partenariat avec le Comité de bassin de la rivière Chaudière (COBARIC) (Ville de Lac-Mégantic, 2020).

Du côté de Victoriaville, la municipalité inclut dans son plan d'urbanisme plusieurs orientations touchant de bonnes pratiques en GDEP, telles que la revitalisation des parcs et des infrastructures dans les quartiers centraux, la révision des ratios de stationnement et une gestion optimale du stationnement, l'amélioration de l'aménagement des zones industrielles, une gestion plus écologique des eaux pluviales, etc. (Ville de Victoriaville, 2019). Finalement, l'agglomération de Longueuil, dans le cadre de sa Stratégie de l'eau 2020-2030, inclut l'adaptation aux changements climatiques et la GDEP. Elle prévoit plusieurs actions visant à (Agglomération de Longueuil, 2020) :

- Intégrer les pluies « climat futur » dans les conceptions ;
- Assurer l'intégration des recommandations des études hydrauliques lors de la planification triennale ;
- Entretien et caractériser les cours d'eau et les berges ;

- Intégrer dans les opérations quotidiennes la gestion, le suivi et l'analyse des enregistreurs de débordement ;
- Réviser la réglementation municipale pour y intégrer des obligations de gestion des eaux pluviales (taux de rejet, infrastructures vertes, contrôle à la source des sédiments, contrôle de la qualité des rejets pluviaux, etc.) ;
- Poursuivre la recherche et la correction des raccordements croisés ;
- Implanter un programme d'inspection et entretien des ponceaux et fossés ;
- Répertorier et entretenir les ouvrages de gestion et rétention des eaux pluviales et sanitaires ;
- Mettre en place un programme de suivi de performance des ouvrages de contrôle des eaux pluviales lors d'un événement majeur et un plan de gestion des débordements.

2.5 Bonnes pratiques en milieu agricole

Globalement, les bonnes pratiques en milieu agricole se font par des mesures qui permettent une action globale et innovante de protection de l'environnement tout en favorisant le développement de l'agriculture. Pour cela, la prévision et la planification sont de rigueur. Les problématiques liées à la gestion de l'eau en milieu agricole, bien que revêtant sa spécificité en fonction de chaque bassin versant, impliquent très souvent une nécessité de contrôler le ruissellement et l'érosion et d'améliorer la qualité des bandes riveraines. Ce contrôle peut passer grâce à une adaptation des pratiques agricoles avec le travail réduit et le semis direct, les cultures de couverture ou encore la rotation des cultures. Afin de contrôler le ruissellement, l'interception de l'eau par des avaloirs ou des tranchées filtrantes se révèle particulièrement efficace. Retenant dans le sol des sédiments qui pourraient être emportés vers les cours d'eau et entraîner une modification de l'équilibre dynamique de ce dernier, ils permettent la sédimentation dans les champs avant que l'eau de pluie ne soit évacuée vers ceux-ci. (Bravard et al., 2000) Quelques bonnes pratiques ont été implantées dernièrement en ce sens. Par exemple, la ville de Granby a offert son soutien financier au club-conseil agricole de son territoire, Gestrie-sol, pour la réalisation d'un guide portant sur les bandes riveraines en milieu agricole. Intitulé « À chacun sa bande », ce document vise à outiller les agriculteurs dans leur choix d'un modèle de bande riveraine. La ville de Saint-Hyacinthe a quant à elle mis à la disposition des producteurs agricoles de son territoire un outil d'autoévaluation des pratiques agricoles en milieu riverain qui cible particulièrement les drains agricoles, afin de sensibiliser ces acteurs aux impacts de leurs pratiques (S. Milot, Échange virtuel, 11 février 2021).

2.6 Actions des OBV

De même, les OBV ont des rôles importants à jouer dans la GDEP, étant notamment responsables des PDE et des actions ou projets en découlant. Par exemple, l'OBV Matapédia-Restigouche mène plusieurs projets en GDEP. Parmi ceux-ci, le projet « Des jardins de pluie pour le saumon » s'est déroulé entre 2016 et 2019 en collaboration avec sept municipalités de son territoire ainsi que plusieurs autres acteurs de l'eau et des organismes locaux. Ce projet visait notamment à résoudre les impacts importants des précipitations et du ruissellement urbain sur son territoire, menant entre autres à des problèmes d'eutrophisation et de sédimentation dans plusieurs rivières, qui constituent des habitats importants pour le saumon de l'Atlantique. Le projet comportait un axe important de transfert de connaissances, afin de sensibiliser et éduquer les citoyens sur cette démarche. Plusieurs aménagements abordables ont été réalisés au sein des municipalités concernées et de résidences privées, notamment des jardins de pluie, des noues végétalisées, des tranchées filtrantes et des

barrières à sédiments. Les citoyens ont d'ailleurs été impliqués dans la prise de données d'observations sur l'efficacité de ceux-ci selon le principe de science citoyenne. Les propriétaires forestiers étaient également impliqués afin de les informer des aménagements effectués, de leurs raisons et leurs bénéfices. (OBV Matapédia-Restigouche, 2019) L'OBV est d'ailleurs impliqué dans le programme RésAlliance, une communauté de pratiques en adaptation aux changements climatiques coordonnée par le ROBVQ. Cette démarche visait à favoriser un dialogue et une cohabitation durable entre le secteur municipal et des pêcheries salmonicoles tout en tenant compte des effets climatiques. Le saumon de l'Atlantique, étant une richesse naturelle importante sur ce territoire, est menacé par les pressions urbaines et le ruissellement engendré par les crues soudaines et les précipitations. De ce fait, ces acteurs ont mis au point une Politique de gestion des eaux de ruissellement ainsi qu'un Recueil de bonnes pratiques favorisant la saine gestion des eaux de ruissellement. Ce dernier regroupe un ensemble d'aménagements et de bonnes pratiques pouvant être mis en place par des citoyens, des commerçants ou des municipalités, adaptés au territoire desservi par l'OBV. Il présente des outils réglementaires et de planification pouvant appuyer cette démarche et contient un questionnaire sur l'étude du régime hydrologique à l'échelle municipale permettant d'en améliorer la connaissance et la gestion. (OBV Matapédia-Restigouche, s. d.) Le plan d'action 2018-2023 de l'OBV prévoit d'ailleurs plusieurs actions portant sur l'amélioration de la qualité et de la gestion des bandes riveraines, la renaturalisation des rives, la réduction de l'apport d'intrants néfastes dans les cours d'eau, notamment en privilégiant la méthode du tiers inférieur et en ensemençant les zones à nu. Il prévoit aussi impliquer et sensibiliser les entrepreneurs en construction à appliquer des mesures de diminution d'apport de sédiments aux cours d'eau au sein de leurs méthodes de construction. Le PDE prévoit aussi plusieurs actions visant à réduire les pressions agricoles. Parmi celles-ci, il existe la diffusion de l'information auprès des agriculteurs pour favoriser des méthodes de conservation des sols par des pratiques culturales saines, telles que le semis direct, le travail minimal du sol, les cultures de couverture, le maintien d'une zone tampon filtrante pouvant être productifs sur les rives des cours d'eau et des fossés lors des cultures à grand interligne ainsi que des techniques d'ensemencement rapide pour éviter les problèmes de ruissellement causés par les cultures à grands interlignes. Plusieurs actions visent quant à elles la gestion des eaux usées et comprennent plusieurs PGO, comme : la mise en place d'un plan de gestion des cours d'eau considérant le principe de liberté des cours d'eau, une gestion des sédiments à la source, etc. (OBV Matapédia-Restigouche, 2018)

Ensuite, l'OBV Abrinord supporte plusieurs projets touchant la GDEP sur son territoire. Par exemple, il collabore avec la MRC d'Argenteuil pour un projet d'aménagement d'infrastructures vertes dans le bassin versant du ruisseau Urbain à Lachute, dans le cadre du programme Climat municipalités — Phase 2. Ce dernier vise à rectifier les problèmes engendrés par la modification du tracé naturel de ce ruisseau, qui ont entraîné des débordements et de l'érosion lors d'épisodes de fortes pluies et de crues printanières. La première phase du projet dirigé par Abrinord porte principalement sur des aménagements hydrographiques afin de restaurer les propriétés naturelles de rétention d'eau du site. Parmi ceux-ci, la création d'un étang pour favoriser la rétention des eaux de crues dans la nappe phréatique, la construction de buttes de déviation, l'aménagement d'une déviation de la trajectoire du cours d'eau pour réduire le débit du ruisseau se dirigeant vers les canalisations souterraines et d'un bassin de sédimentation et d'une grille de protection pour éviter l'obstruction de ces conduites par des sédiments. (Hacikyan, 2021, 19 février) L'OBV a également mis en place un projet nommé Quartiers bleus à la suite de nombreux débordements d'eaux usées dans plusieurs villes du bassin versant de la rivière du Nord. Le projet vise à dresser un diagnostic de l'efficacité des ouvrages de

surverses et de la fréquence des débordements dans six municipalités de son territoire. (Abrinord, s. d. a) De plus, à la suite de l'élaboration de son plan d'action de cours d'eau pour la rivière à Simon 2016-2017, l'organisme a réalisé quelques actions touchant la GDEP en 2018 et 2019. Parmi celles-ci, plusieurs sont d'intérêt. Premièrement, la conception d'un dépliant résumant plusieurs bonnes pratiques d'aménagement durable et d'entretien de chemins privés pour limiter l'apport de sédiments dans les cours d'eau a été réalisée (Abrinord, s. d. b). Ensuite, Abrinord a réalisé deux documents portant sur l'intégration de bonnes pratiques de GDEP à la réglementation municipale. Ces documents reprennent de bonnes pratiques en milieu habité présent dans l'Autodiagnostic municipal en gestion durable des eaux pluviales du ROBVO ainsi que des extraits ou des outils réglementaires existants et intégrant celles-ci. (Abrinord, 2019a ; Abrinord, 2019b) Finalement, Abrinord a mis en place, en collaboration avec la Direction régionale des Laurentides du Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ), le programme « Mon sol ». Celui-ci a pour objectif de promouvoir la santé des sols auprès des producteurs agricoles par le partage de ressources et d'outils pour mettre en place de bonnes pratiques de conservation des sols et de l'eau. (Mon sol, s. d.)

Finalement, le COBARIC est porteur du projet « Un jardin de pluie à mon école ! ». Ce projet est novateur en matière de GDEP au sein d'établissements scolaires, misant sur la promotion de la saine gestion des eaux de pluie auprès d'élèves en situation d'apprentissage, favorisant la conscientisation aux enjeux environnementaux et de développement durable chez ceux-ci. Les aménagements réalisés consistent principalement à réduire le ruissellement provenant des activités de ces établissements et ses impacts néfastes sur l'environnement, tels que la dégradation de la qualité de l'eau. Parmi ces aménagements, on compte des jardins de pluie et des bandes filtrantes situés dans des endroits stratégiques afin d'optimiser le traitement des eaux de pluie et de ruissellement, qui pourront être partiellement réalisés et entretenus par les élèves dans une optique éducative. (COBARIC, 2019)

2.7 Bonnes pratiques en milieu forestier

Les activités pratiquées en milieu forestier sont très variées : l'exploitation forestière, l'acériculture, la récolte de produits forestiers non ligneux, la chasse, la pêche, la villégiature, la conservation et la protection du patrimoine naturel, etc. Toutefois, si ces activités ne sont pas bien effectuées, elles peuvent entraîner la dégradation des ressources et de l'écosystème en tant que tel. De ce fait, plusieurs bonnes pratiques ont été développées au fil des années afin d'empêcher ces deux phénomènes. La planification à l'échelle du bassin versant en tenant compte de tous les territoires forestiers présents autant dans la municipalité même que dans les municipalités voisines est un aspect qui est important à considérer pour la GDEP. Le maintien de la vocation forestière ainsi que favoriser l'usage de saines pratiques au niveau des aménagements forestiers sont aussi des aspects très importants à mettre place pour assurer une bonne GDEP. De plus, les municipalités ont tout à gagner à développer et à mettre en application une réglementation qui encadre la construction et l'entretien de la voirie forestière ainsi qu'à encadrer la protection des milieux humides et hydriques qui se trouvent sur leur territoire.

Tout d'abord, les étendues forestières étant majoritairement en terrain privé, la mobilisation des propriétaires pour la préservation de la qualité de l'eau constitue un premier palier afin de mettre en place une GDEP. Grâce à des tables de gestion intégrée des ressources et du territoire, chaque acteur

de l'eau et utilisateur des ressources forestières sont impliqués dans une gestion plus durable des écosystèmes en présence. (COBARIC, s. d.)

Par ailleurs, de manière globale, plusieurs actions dans le domaine de la foresterie sont mises en place. Par exemple, la ville de Rouyn-Noranda a défini un nouveau règlement sur les cours d'eau et la coupe forestière en forêt privée visant à une plus grande protection de la ressource hydrique. La gestion des fossés de routes et des ponceaux est également un enjeu majeur, car ceux-ci peuvent contribuer à la dégradation des lacs, des cours d'eau et des milieux humides. Le but est en effet d'assurer la conservation de la qualité de l'eau et de l'habitat aquatique tout en permettant un développement optimal de la sylviculture. En Abitibi-Témiscamingue, la région a mis en place un processus de planification et d'évaluation des installations afin d'assurer une bonne prise en compte de l'emprise des aménagements sur le milieu. Tout cela est associé à une réglementation spécifique au milieu forestier : le Règlement sur les normes d'intervention dans les forêts du domaine public [RNI] et le Guide sur l'aménagement des ponts et des ponceaux dans le milieu forestier (Ville de Rouyn-Noranda, 2001). Dans cette perspective, des plans d'action sont mis en place par des OBV comme l'OBV Matapédia-Restigouche avec son Plan d'Action 2018-2023 (OBV Matapédia-Restigouche, 2018). Ce dernier vise à définir la dimension des sous bassins versants selon divers critères pour atténuer l'impact des coupes forestières privées sur le régime hydrique. L'intérêt est aussi de sensibiliser sur l'enjeu de conserver une superficie conséquente du couvert forestier afin qu'il puisse exercer durable des fonctions écologiques de régulation de la qualité de l'eau ou encore de limiter le ruissellement des eaux de pluie. Ainsi, pour la forêt publique comme les forêts, un portait des coupes forestières est dressé par sous-bassin versant dans le but de s'assurer que les aires d'équivalence de coupe (AEC) n'excèdent pas 50 % des sous-bassins versants. Enfin, un des objectifs du Plan d'Action est de minimiser la sédimentation dans les pratiques forestières grâce à l'application du guide des saines pratiques en vue de permettre une meilleure prise en compte du milieu dans la construction de chemins forestiers par exemple. (OBV Matapédia-Restigouche, 2018)

Par ailleurs, de manière globale, plusieurs actions dans le domaine de la foresterie sont mises en place. Par exemple, la ville de Rouyn-Noranda a défini un nouveau règlement sur les cours d'eau et la coupe forestière en forêt privée visant une plus grande protection de la ressource hydrique. La gestion des fossés de routes et des ponceaux est également un enjeu majeur puisque ceux-ci peuvent contribuer à la dégradation des lacs, des cours d'eau et des milieux humides. Le but est en effet d'assurer la conservation de la qualité de l'eau et de l'habitat aquatique tout en permettant un développement optimal de la sylviculture. En Abitibi-Témiscamingue, la région a mis en place un processus de planification et d'évaluation des installations afin d'assurer une bonne prise en compte de l'emprise des aménagements sur le milieu. Tous cela est associé à une réglementation spécifique au milieu forestier : le Règlement sur les normes d'intervention dans les forêts du domaine public [RNI] et le Guide sur l'aménagement des ponts et des ponceaux dans le milieu forestier. (Ville de Rouyn-Noranda, 2001)

Dans cette perspective, des plans d'actions sont mis en place par des OBV, comme l'OBV Matapédia-Restigouche avec son Plan d'Action 2018-2023 (OBV Matapédia-Restigouche, 2018). Ce dernier vise à définir la dimension des sous-bassins versants selon divers critères pour atténuer l'impact des coupes forestières privées sur le régime hydrique. L'intérêt est aussi de sensibiliser sur l'enjeu de conserver une superficie conséquente du couvert forestier afin qu'il puisse exercer de façon durable des fonctions écologiques de régulation de la qualité de l'eau ou encore de limiter le ruissellement des

eaux de pluies. Ainsi, pour la forêt publique, un portait des coupes forestières est dressé par sous-bassin versant dans le but de s'assurer que les aires d'équivalence de coupe (AEC) n'excèdent pas 50 % des sous-bassins versants. Enfin, un des objectifs du plan d'action est de minimiser la sédimentation due aux pratiques forestières grâce à l'application du guide des saines pratiques en vue de permettre une meilleure prise en compte du milieu, notamment dans la construction de chemins forestiers. (OBV Matapédia-Restigouche, 2018)

3. BONNES PRATIQUES EN GDEP AILLEURS DANS LE MONDE

3.1. Développement de coopérations étroites entre des chercheurs et des « opérationnels » des collectivités territoriales : les observatoires d'hydrologie, de véritables communautés scientifiques et techniques de l'hydrologie urbaine.

Tout d'abord, avant de s'intéresser à des cas spécifiques de municipalités ou MRC, il faut mentionner la mise en œuvre d'études et de modélisations de gestion des eaux pluviales qui émergent depuis les années 1990 et qui sont de plus en plus transposées de manière opérationnelle ces dernières années.

Premièrement, il y a eu la mise en place de plusieurs observatoires d'hydrologie urbaine en France :

- OPUR (Observatoire des Polluants Urbains) – 1994 à Paris
- OTHU (Observatoire de Terrain en Hydrologie Urbaine) – 1998 à Lyon
- ONEVU (Observatoire des Environnements Urbains) – 2008 à Nantes

Dans ce domaine, la France s'affiche comme un des précurseurs des réflexions autour des concepts de « *Sponge city* » ou « *Green city* » dans une optique de durabilité des réseaux hydrologiques (Cossais et al., 2016). Ainsi, bien que les réflexions en hydrologie urbaine aient été initiées à la fin des années 1990, les actions concrètes de gestion adaptée et durable des eaux pluviales sont récentes. L'objectif, avec la création d'observatoires d'hydrologie urbaine, est de favoriser le développement de coopérations entre les chercheurs et les acteurs de l'eau au niveau local tout en s'adaptant au contexte climatique du pays et de la région concernée. De même, chaque organisme fait des analyses territorialisées afin d'orienter les aménagements futurs en fonction des problématiques locales et concrètes. Ces projets impliquent des dispositifs d'expertise scientifique au service de l'aménagement durable des municipalités en matière de gestion des eaux pluviales et de mise en valeur de l'eau. L'innovation en matière de gestion des eaux urbaines est en marche avec des pratiques de co-construction, des programmes sur le long terme, des expérimentations *in situ* et des recherches territorialisées qui se développent. (Institut nordique du Québec, 2021)

Par ailleurs, des débats autour des actions d'aménagement des réseaux d'eau impliquant les municipalités, les ingénieurs, les citoyens et les autres acteurs de l'eau concernés sont régulièrement organisés en lien avec ces observations (Amara et al., 2004). De plus, pour le cas de la France, des structures comme le Groupe de Recherche, Animation technique et Information sur l'Eau (GRAIE) éditent des documents d'accompagnement à la gestion durable comme « Vrai ou faux ? Les dangers réels ou supposés des techniques alternatives » dans une idée de médiation entre science et société. Dans ce cadre-là, les guides méthodologiques partagés entre les aménageurs et les services apparaissent comme un bon moyen d'associer des connaissances et des techniques pour permettre une gestion concertée et efficace. (Soyer et al., 2019)

Enfin, on note aussi l'élaboration de modèles permettant à la fois de reproduire le réseau et d'en améliorer son fonctionnement : automatiser une partie de la gestion des réseaux de traitement des eaux pluviales, tester des scénarios avant travaux, etc. De nombreuses cellules de « modélisation » voient le jour, à mesure que cette pratique s'institutionnalise. Le but est de se rapprocher d'une gestion durable proche du cycle naturel de l'eau. Les mots d'ordre sont alors d'anticiper et de contrôler les différents aléas potentiels liés à la gestion des eaux pluviales, comme les inondations, dont les occurrences se font de plus en plus importantes dans le contexte de dérèglement climatique actuel. (Gilbert, 2003)

En outre, le Québec s'insère progressivement dans la mise en place de cette approche avec le laboratoire d'hydrologie, climat et changement climatique via des travaux de groupe, de la modélisation numérique, des études de terrain et l'observation des processus hydrologiques. Le laboratoire se concentre ainsi sur l'hydroclimatologie et l'étude des impacts des grands changements environnementaux sur la ressource en eau et sa gestion raisonnée. (Institut nordique du Québec, 2021)

3.2. Bordeaux Métropole

L'étude de la gestion de l'eau de Bordeaux Métropole (France) illustre ce principe de modélisation dynamique prévisionnelle. Une gestion des réseaux unitaires dite prédictive et dynamique a pour but de contenir les petites pluies en bassins de rétention et collecteurs et de les dépolluer avant le rejet. (Bordeaux Métropole, 2021) Le processus est enclenché depuis 2013 et démontre une certaine efficacité avec une diminution des volumes déversés de 40 % en 2014-2015 (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie [ADEME], 2021). Dans ce cadre-là, la métropole de Bordeaux a réitéré ce programme depuis 2018 avec une optimisation des ouvrages de déversements déjà existants. L'objectif de réduction des rejets urbains en temps de pluies (RUTP) se poursuit donc dans une approche intégrée et plus durable. (Bordeaux Métropole 2021)

3.3 Grand Lyon

Toujours dans une idée de gestion respectueuse du « cycle naturel » des eaux pluviales, la ville de Lyon a mis en place, sur le site de Porte des Alpes dans l'est de la municipalité, un projet de circuit court avec une réinfiltration *in situ* des eaux (GRAIE, 2014). L'objectif est de présenter la ville comme un espace qui tente de diminuer l'impact de l'urbanisation sur le cycle de l'eau au profit d'un retour à un cycle plus proche du cycle naturel des eaux pluviales. Ainsi, une politique publique « eaux pluviales » en accord avec le principe de développement durable est menée depuis une vingtaine d'années sur le territoire du Grand Lyon. Dans le cadre de la zone Lyon-Porte des Alpes, l'enjeu majeur est le rétablissement de la qualité et de la quantité de l'eau souterraine pour la rendre propre à la consommation. Cela implique donc une récupération des eaux de ruissellement, leur dépollution et leur réinfiltration en mobilisant un type de réseau séparatif moins coûteux et plurifonctionnel. De même, la combinaison de différentes techniques alternatives (structures poreuses, noues, tranchées drainantes ou bassins) permet un processus de dépollution continu à des coûts réduits. C'est le principe de gestion « en cascade » des eaux pluviales. Ce processus s'insère ainsi dans une dynamique de construction d'une agglomération plus agréable et respectueuse du cycle de l'eau. (Gest'Eau, 2018)

En outre, la gestion alternative et durable des eaux pluviales de la métropole se fait en différentes étapes et combine plusieurs procédés techniques, en partant de la collecte des eaux de ruissellement

pour finir par la réinfiltration de celle-ci dans la nappe phréatique. Tout d'abord, un réseau de collecte en surface est mis en place. La collecte et le prétraitement des eaux de ruissellement via des noues enherbées sont couplés à des tranchées drainantes afin de maximiser l'efficacité du réseau. Pour mettre en place ces aménagements, l'agglomération abandonne des terrains à des fins non valorisées en terme pécuniaire, ce qui montre bien l'intérêt de cette nouvelle gestion plus durable. Constituant un réseau de fossés végétalisés aux abords des chaussées, les noues, en plus de leur fonction de collecte des eaux de ruissellement, ont pour objectif de démarrer le processus de dépollution tout en acheminant l'eau vers des bassins de collecte. Leur tracé plus ou moins sinueux permet un acheminement lent qui met à profit le rôle épurateur de la végétation. En effet, les eaux pluviales, lorsqu'elles ruissellent, récupèrent des substances polluantes, notamment par le lessivage des surfaces. Ainsi, le passage de l'eau à travers la végétation permet une première phase de dépollution. En bref, les techniques utilisées sont plus simples, peu coûteuses et constituent une bonne alternative aux tuyaux qui constituent les réseaux de drainage. Toutefois, le positionnement dans l'espace public peut-être gênant dû à la circulation piétonne sur les noues et les stationnements sauvages. Les problèmes de colmatage sont aussi à prendre en compte dans l'entretien de ces ouvrages. (Grand Lyon, s. d.)

Ensuite, l'eau récoltée, après avoir été rassemblée au sein d'un collecteur, est déversée dans des bassins qui constituent des plans d'eau et forme un « bassin versant artificiel » (Grand Lyon, s. d.). Ces bassins sont dimensionnés en fonction des statistiques concernant les pluies milléniales afin que, dans ce cas, le système soit capable de gérer de telles précipitations. Au-delà de la fonction de stockage, ces bassins ont pour objectif de continuer le processus de dépollution de l'eau par phytoépuration. Avec l'implantation d'une roselière, une infrastructure d'hébergement des bactéries et d'autres végétaux, la dépollution des bassins est optimisée. En effet, le mouvement des roseaux, impulsé par le vent, permet une oxygénation de l'eau propice au développement de bactéries aérobies qui vont participer au processus de dépollution de l'eau. Ainsi, après la décantation, l'eau qui surnage est considérée comme épurée à plus de 80 %. (Grand Lyon, s. d.)

Les bassins de collecte sont situés au niveau d'un vallon morainique, une zone imperméable, avec une pente orientée vers le nord-ouest qui permet l'écoulement naturel de l'eau dans la direction désirée pour la réinfiltration. Un système gravitaire avec une pompe de relevage permet d'acheminer l'eau dans un collecteur de quatre kilomètres. Situé à la sortie des bassins, celui-ci va transporter l'ensemble des eaux pluviales vers les bassins d'infiltration. Cette infrastructure a nécessité des ressources financières considérables dues aux terrassements importants réalisés pour créer des canalisations parfois très profondes. (Grand Lyon, s. d. ; figure 1)



Figure 1. Exemple de bassin de collecte à Lyon (tiré de : Le Pui, 2019)

Enfin, les bassins d'infiltration ont une capacité d'infiltration de 800 litres par seconde et reçoivent les eaux des bassins de rétention ainsi que les eaux de ruissellement de la zone alentour. La présence de roseaux au sein de la zone de réinfiltration montre la continuité de la dépollution des eaux pour que celles-ci soient le moins altérées possible lorsqu'elles sont réinfiltrées dans la nappe d'eau. (Grand Lyon, s. d. ; figure 2)



Figure 2. Exemple de bassin d'infiltration (tiré de : Le Puil, 2019)

Les eaux des bassins de collecte sont déversées dans un bassin bâché afin de le rendre plus étanche et d'éviter toute infiltration des eaux qui sont plus au moins dépolluées. Un nouveau processus de dépollution a alors lieu pour empêcher la dispersion des corps flottants : le dégrillage. Les eaux épurées dans ce bassin bâché sont ensuite acheminées vers un fossé d'infiltration, composé de galets permettant une dernière filtration avant qu'elles ne soient absorbées et réinfiltrées dans la nappe. De plus, en cas de fortes pluies, un bassin de rétention pour des précipitations vingtennales permet un stockage provisoire avant que l'eau ne soit vidangée puis renvoyée au bassin de réinfiltration. (Grand Lyon, s. d.)

Ainsi, ces différents dispositifs de traitement *in situ* sont associés à une « mise en scène » au sein de l'espace urbain. Le système de gestion est global, alternatif et parfaitement intégré dans le tissu urbain. La double fonctionnalité d'agrément et d'épuration des bassins de rétention permet une réintroduction de la nature en ville, autour de bassins avec des espaces de promenade ainsi qu'un traitement des eaux pluviales. (Grand Lyon, s. d. ; figure 3)



Figure 3. Exemple de la réintroduction de la nature en ville (tiré de : Le Puil, 2019)

Paysagistes, urbanistes et experts de l'eau ont travaillé de concert afin d'initier une gestion environnementale des sites urbains et de diminuer leurs impacts sur les milieux naturels. Finalement, toute cette démarche s'inscrit sur le long terme avec un suivi écologique et un entretien du patrimoine « eaux pluviales ». En plus de la surveillance du fonctionnement des ouvrages, des bilans écologiques sur la qualité de l'eau et l'intégrité des milieux avoisinants sont réalisés. Le partage des données avec des associations environnementales locales permet également la valorisation du site et une sensibilisation aux enjeux de la gestion durable de l'eau via, par exemple, l'installation de panneaux pédagogiques. (GRAIE, 2014)

3.4. Ontario

Dans la même perspective que ce qui est mis en place à Lyon, la gestion des eaux pluviales en Ontario a plusieurs objectifs en vue d'obtenir plus de durabilité : maintenir le cycle hydrologique naturel, prévenir le risque accru d'inondations, prévenir l'érosion indésirable des cours d'eau et protéger la qualité de l'eau (Toronto and Region Conservation authority [TRCA], 2013). Pour cela, un travail concerté est primordial entre toutes les parties prenantes, que ce soit en termes d'aménagement et d'urbanisme ou bien de gestion de l'eau. Le but est de déterminer les aménagements à faible incidence (AFI) sur l'environnement (Ministère de l'Environnement et de l'Action en matière de changement climatique, 2020). Parmi ceux-ci, on retrouve les installations de biorétention, les jardins pluviaux, les toits végétalisés, les barils de récupération d'eau de pluie et les revêtements perméables. Les eaux de ruissellement sont alors traitées à proximité de leur source, optimisant la gestion de la ressource. Cette démarche s'insère dans un processus de prévention et de protection dont le but est d'atténuer les impacts d'un ruissellement accru et d'une pollution des eaux pluviales. (TRCA, s. d.) Pour aider les différents acteurs à mettre en place de bonnes pratiques de gestion plus respectueuses de l'environnement tout en palliant les divers problèmes d'érosion et d'inondation, des manuels comme le *Stormwater Management Planning and Design Manual* ont été élaborés (TRCA, 2013 ; Ville d'Ottawa, 2021). En plus de permettre plus de transparence et de cohérence, ce dernier propose des lignes directrices en matière d'AFI pour aider les municipalités, les promoteurs et les autres intervenants à planifier, à concevoir ou à mettre en œuvre une gestion des eaux pluviales (Ministère de l'Environnement et de l'Action en matière de changement climatique, 2020). En voici quelques exemples (Ministère de l'Environnement et de l'Action en matière de changement climatique, 2020) :

1. Intégrer la gestion des eaux pluviales dans la planification via :
 - Discussions sur la planification municipale et environnementale ;
 - Approche multidisciplinaire avec des ingénieurs, des paysagistes, des architectes et des hydrologues.
2. Prévenir le ruissellement par :
 - Minimisation des couvertures imperméables avec des chaussées plus étroites, des allées partagées, des pavements perméables, etc. ;
 - Drainage des eaux via des toits végétalisés ;
 - Récupération des eaux pluviales.
3. Traiter les eaux pluviales à proximité de la source :
 - Aplatir les pentes et allonger les chemins d'écoulement ;
 - Maintenir les voies d'écoulement naturelles et utiliser un drainage ouvert.
4. Créer des espaces multifonctionnels :
 - Traitement des eaux pluviales intégré à des structures urbaines.
5. Sensibiliser et maintenir :
 - Assurer un fonctionnement et un entretien à long terme ;
 - Fournir un financement adéquat aux services de travaux publics ainsi qu'une formation des agents municipaux pour maintenir les bonnes pratiques.

En outre, divers programmes d'innovation sont mis en place mobilisant certains aspects de ces lignes directrices. Le programme multiagences dirigé par TRCA s'insère ainsi dans cette dynamique en proposant l'évaluation des performances de ces bonnes pratiques dans une optique de durabilité et de gestion optimale des eaux pluviales (TRCA, 2013). Par ailleurs, pour optimiser les systèmes de

gestion des eaux, le *GLOBE Performance Solutions Consortium* fait des tests de performance et d'efficacité des aménagements en place dans l'ensemble du Canada (TRCA, s. d.). Ce dispositif est essentiel au suivi de la gestion des eaux pluviales en vue d'une amélioration continue des pratiques.

En somme, à l'échelle de la France et du Canada, plusieurs bonnes pratiques se retrouvent dans le cadre de la gestion alternative des eaux pluviales (GRAIE, 2014 ; Grand Lyon, s. d. ; TRCA, s. d.) :

- Réaliser un diagnostic de vulnérabilité et définir un programme d'adaptation aux changements climatiques du territoire ;
- Gérer les risques via une approche globale et concertée (analyse de l'aléa et de la vulnérabilité et planification hydrologique par bassin versant) ;
- Utiliser les documents d'urbanisme pour assurer la mise en œuvre des objectifs climat-air-énergie et lutter contre l'artificialisation des sols ;
- Optimiser l'efficacité des installations d'eau potable (énergie et ressource) ;
- Préserver la biodiversité du territoire et développer des espaces verts.

4. INFLUENCE DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET DU CLIMAT QUÉBÉCOIS SUR LA GDEP

Au Québec et partout dans le monde, les changements climatiques deviennent encore plus importants au fil des années et les conséquences qui en résultent engendrent de plus en plus de problématiques au niveau de la GDEP. Parmi ces changements climatiques, ceux qui ont le plus d'influence sur la GDEP sont : l'augmentation des précipitations, autant dans la quantité, la fréquence que dans l'intensité, l'augmentation de la fréquence des événements extrêmes, l'augmentation des gaz à effet de serre, l'augmentation du niveau de la mer ainsi que l'augmentation des températures. (Mailhot et al., 2014)

4.1 Prédiction futures et impacts des changements climatiques

4.1.1 Augmentation des précipitations

Les prédictions futures sur les changements climatiques énoncent que la quantité maximale annuelle de précipitations vont être plus importantes (Ouranos, 2015 ; Sylvestre-Loubier, 2019). Il est estimé que le nombre de jours consécutifs sans précipitation soit moins important en hiver, donc les précipitations vont être moins fréquentes. Conséquemment, l'inverse est aussi vrai en été : le nombre de jours consécutifs avec précipitations sera plus important en hiver et en été. Plus précisément, les précipitations hivernales vont être beaucoup plus importantes et vont avoir tendance à être plus souvent sous la forme de pluie que de neige. Ces phénomènes en hiver et en été sont fortement influencés par les vents et les précipitations en provenance des cyclones tropicaux du sud des États-Unis. Cette augmentation cause des inondations sur le territoire : ce surplus d'eau va alors limiter l'infiltration et l'évacuation des eaux pluviales et engendrer le ruissellement des eaux directement dans les cours d'eau, ce qui peut causer des problèmes. En plus des inondations, des glissements de terrain et des surverses des eaux usées résultent de cette augmentation des précipitations, ce qui a comme conséquence d'augmenter le nombre de sinistres en lien avec ces phénomènes. (Sylvestre-Loubier, 2019)

Selon le Modèle Régional Canadien du Climat (MRCC, version 3.7.1), les périodes de retour d'événements de durée entre 2 et 24 heures vont être moins grandes, et même aller jusqu'à une réduction de 50 % pour le sud du Québec au cours de la période 2040-2070 (Mailhot et al., 2008). D'un autre côté, ce même modèle climatique a calculé que les pluies vont être plus intenses de 15 % dans ces mêmes périodes (Mailhot et al., 2014). Donc, il va y avoir des précipitations moins souvent, mais, quand elles vont se produire, elles vont être plus intenses.

De plus, les zones inondables cartographiées ou non sont encore plus imprévisibles avec les changements climatiques puisqu'elles ont tendance à être changeantes. De ce fait, comme il est impossible de prédire les impacts sur ces zones, il est beaucoup plus difficile de protéger ces milieux humides et hydriques et de limiter les dégâts causés pour les citoyens et le milieu urbain dans son ensemble. Le développement du milieu urbain par la construction de bâtiments, de routes et de stationnements va également entraîner plusieurs problèmes de gestion des eaux pluviales, notamment par l'imperméabilisation des sols qui ne permettront plus leur infiltration, ce qui tend alors à augmenter le volume des eaux de ruissellement. (Sylvestre-Loubier, 2019) Cette diminution de l'infiltration de l'eau dans le sol est plus précisément causée par la diminution de la présence de la végétation sur la surface du sol, qui normalement joue le rôle de capter l'eau pour leur développement. Cette imperméabilisation entraîne un ruissellement très rapide des eaux pluviales vers les milieux naturels et les milieux urbains. Les conséquences qui en résultent peuvent toutefois varier selon la position des milieux récepteurs dans le bassin versant. (Vidil, 2012)

Ce surplus d'eaux de ruissellement vers les milieux récepteurs peut entraîner ce qui est connu sous le nom du « syndrome du ruissellement urbain » ou le « *urban stream syndrome* ». Il participe à la dégradation des cours d'eau en milieu urbain en raison du débordement des réseaux de drainage. Les eaux qui proviennent de ces réseaux peuvent être contaminées par plusieurs substances telles que des solides en suspension, des métaux lourds, des pesticides, des nutriments solubles, etc. Un autre facteur correspond à l'augmentation de la température des eaux de ruissellement à la suite de leur passage sur des surfaces pavées et bétonnées. Plusieurs impacts vont donc en découler dans les cours d'eau : des concentrations de nutriments et de contaminants plus élevées, des débits de pointe plus importants, une altération de la morphologie et de la stabilité fluviale, une réduction de la richesse biotique ainsi qu'une augmentation de la dominance des espèces tolérantes. Pour ce qui est des eaux souterraines, il est plutôt question d'une réduction de l'écoulement des eaux souterraines, étant donné que le captage des eaux par le système de drainage urbain va limiter le volume d'eau qui servirait normalement à la recharge des nappes phréatiques. (Mailhot et al., 2008) Le « syndrome du ruissellement urbain » a aussi des impacts sur le milieu récepteur des eaux de ruissellement : de l'érosion, de la pollution due au lessivage des polluants présents sur le réseau routier ainsi que la contamination de la faune comme les poissons, qui rend leur consommation dangereuse. Les conséquences mentionnées précédemment peuvent être amplifiées ou réduites selon l'âge des infrastructures, l'aménagement du territoire ou même les caractéristiques sociodémographiques. En effet, tous ces facteurs ont une très grande influence sur l'augmentation du ruissellement de l'eau et du risque de saturation du réseau de drainage, dû à l'augmentation des surfaces imperméables. Enfin, les infrastructures, comme les routes, les trottoirs et les stationnements, ont tendance à diriger le ruissellement des eaux en surface le plus rapidement possible, ce qui fait en sorte que l'écosystème ne peut pas profiter de ces eaux par le processus d'infiltration. (Vidil, 2012)

Cette forte augmentation des précipitations a comme conséquences d'augmenter les débits lors de périodes de crues au printemps, de diminuer les débits lors des périodes d'étiage, ainsi que d'augmenter les volumes de débordements des cours d'eau (Dorner, 2014 ; Sylvestre-Loubier, 2019). L'augmentation des débits hivernaux combinée avec le devancement des crues et la fonte des neiges causent plusieurs problèmes d'inondations et d'érosion des rives, du littoral et des plaines inondables. De ce fait, les bonnes pratiques à considérer comprennent entre autres la prévision des crues, la gestion sédimentaire, l'optimisation de la gestion des barrages à objectifs multiples ainsi que la planification de l'occupation des rives. Les étiages estivaux plus sévères et de plus longues durées ont plusieurs impacts sur l'approvisionnement possible en eau pour différents usages : municipal, agricole, industriel, la navigation fluviale, la production hydroélectrique, la dispersion des eaux usées ainsi que les activités récréatives. De plus, ces étiages plus intenses ont comme effet de réduire la capacité de dilution de l'eau présente dans les cours d'eau. De ce fait, il peut alors avoir une influence sur la qualité de l'eau due à la concentration des rejets ponctuels d'eaux usées et de contaminants ainsi que du ruissellement et du lessivage des sols en milieu agricole. Le tout cause alors des problèmes au niveau de l'alimentation en eau potable ainsi que pour la pratique d'activités récréatives lors de ces périodes. (Turcotte et al., 2014)

4.1.2 Augmentation de la fréquence des événements extrêmes

Il est prédit que les événements extrêmes, comme les tempêtes, les pluies intenses, le verglas, les inondations, les vents forts, les tornades et les feux par exemple, vont devenir plus fréquents et plus intenses dans les prochaines décennies (Bilodeau, 2014 ; Bleau et Morneau, 2014). Il est important de noter que les événements extrêmes mentionnés précédemment entraînent des dommages beaucoup plus importants que les événements de moins grande intensité et moins fréquents (Bleau et Morneau, 2014).

Les tempêtes et les pluies intenses se produisent principalement dans les régions de hautes latitudes et les régions tropicales (Vidil, 2012). Les forts débits des eaux de ruissellement qui en résultent vont causer un dépassement de la capacité des réseaux de drainage en milieu urbain. Cela est dû au fait que la construction de ces réseaux a été prévue en fonction de valeurs fixes qui correspondaient au climat du moment, soit des valeurs précises d'intensité, de durée et de fréquence pour les événements de pluies intenses (Ayombo Ndombet, 2015). Ces valeurs étaient basées sur un climat stationnaire et non un climat très variable, comme il l'est présentement dû aux changements climatiques qui deviennent de plus en plus importants. De ce fait, les infrastructures qui ont été construites ne sont pas assez tolérantes à des surcharges en eaux de ruissellement (Mailhot et al., 2014). En effet, l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des pluies intenses et des orages va aussi engendrer l'augmentation des risques de dépassement de la capacité du réseau de drainage des eaux pluviales et du même fait, le risque de refoulement du réseau et d'inondations, puisque les infrastructures de drainage n'ont pas été construites pour supporter de si forts événements de pluies (Mailhot et al., 2008 ; Mailhot et al., 2014 ; Sylvestre-Loubier, 2019 ; Gouvernement du Québec, s. d.). Également, comme il est encore assez fréquent pour des municipalités ou des MRC québécoises d'avoir un réseau d'égout combiné, soit un même réseau pour les eaux usées domestiques et les eaux pluviales, le refoulement du réseau est encore plus néfaste pour les milieux récepteurs de ces eaux (Sylvestre-Loubier, 2019). Il a aussi été reconnu par Infrastructure Canada que les réseaux de drainage sont les infrastructures urbaines qui sont les plus vulnérables par rapport aux changements climatiques présentement (Mailhot et al., 2008).

4.1.3 Autres changements climatiques importants

Les gaz à effet de serre (GES) sont très importants pour assurer le maintien de la température moyenne de 15 °C sur la planète et ainsi permettre la vie sur Terre (Olivier, 2020). Toutefois, les changements climatiques, qui sont principalement causés par l'activité humaine, font en sorte que la concentration en GES est de plus en plus élevée dans l'atmosphère au fil du temps due à l'apport anthropique. Cette augmentation va donc de plus en plus modifier les conditions climatiques, ce qui va du même fait favoriser de nouveau cette augmentation de la quantité de GES. De plus, il est probable que l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements de pluies extrêmes soit influencée par la hausse de la concentration en GES dans l'atmosphère. (Mailhot et al., 2008 ; Vidil, 2012 ; Mailhot et al., 2014)

L'augmentation du niveau de la mer fait aussi partie des changements climatiques très importants sur le territoire québécois qui aura des conséquences sur la gestion des eaux pluviales, principalement dans les régions côtières. En effet, les zones côtières sont particulièrement vulnérables à l'érosion côtière et aux inondations dues à leur proximité des cours d'eau. (Ayombo Ndombet, 2015)

Enfin, l'augmentation des températures moyennes peut aussi influencer la GDEP de plusieurs façons. En effet, ce réchauffement global de la planète amplifie justement l'augmentation du niveau de la mer dû à la fonte des glaces et du pergélisol, l'intensification des précipitations ainsi que l'intensification des crues et des étiages (Ayombo Ndombet, 2015). Il est prévu dans le futur que le froid extrême ainsi que les périodes froides vont être moins fréquents, alors que les jours chauds ainsi que la chaleur extrême vont être plus fréquents (Bleau et Morneau, 2014). L'augmentation des pluies hivernales ainsi que la hausse des températures peuvent entraîner le dégel des cours d'eau plus rapidement, ce qui risque alors d'augmenter la probabilité des bris du couvert de glace ainsi que la formation d'embâcles, comme pour les rivières à l'Acadie, Mistassini, Montmorency, Châteauguay et Sainte-Anne. En effet, la fonte plus rapide de la neige au printemps qui risque de se produire selon les prédictions actuelles va engendrer des crues printanières beaucoup plus intenses et abondantes beaucoup plus tôt, causant ainsi beaucoup plus d'inondations. Ces dernières peuvent par la suite bloquer la circulation de l'eau par l'entremise d'embâcles, soit par les morceaux de glace qui sont brisés et leur accumulation dans les zones de rétrécissement. (Sylvestre-Loubier, 2019) Une atmosphère plus chaude, qui est causée par l'augmentation de la température globale, augmente la susceptibilité des événements de pluies intenses étant donné qu'il y a beaucoup d'humidité dans l'air, ce qui rend le tout instable (Mailhot et al., 2008). En effet, le cycle hydrologique est intimement relié aux changements dans la température atmosphérique, mais ces modifications ne seront pas les mêmes d'une région administrative québécoise à une autre (Vidil, 2012).

4.2 Cas du territoire québécois

La topographie du territoire québécois a une grande influence sur les conséquences des changements climatiques plus intenses au Canada. En effet, comme la majorité des municipalités et leurs infrastructures ont été construites de part et d'autre du fleuve Saint-Laurent, le territoire est fréquemment soumis à des événements autant naturels qu'anthropiques. De plus, la vallée du Saint-Laurent, qui est très densément peuplée, est également reconnue pour être composée de sols propices à de fortes sismicités, principalement dans les régions de Charlevoix, du Centre-du-Québec et de l'Outaouais. De ce fait, la majorité des infrastructures qui ont été construites dans le passé ne

prenaient pas nécessairement en compte les risques de mouvements de terrain et celles-ci sont donc plus vulnérables, notamment par la vieillesse des matériaux qui les composent. Il y a aussi plusieurs barrages sur le territoire québécois, soit un nombre total de 5 600. Ces derniers sont présentement en processus de réévaluation étant donné qu'on se rend compte que ces constructions sont très souvent situées dans des zones très vulnérables qui ne sont pas nécessairement bien identifiées : des zones inondables, des zones géotechniques ou des zones littorales. Enfin, le Québec est situé dans le corridor des vents dominants et est dans le point de mire des dépressions atmosphériques qui proviennent du sud et de l'ouest des États-Unis. (Bleau et Morneau, 2014)

Étant donné que les changements climatiques décrits précédemment n'ont pas nécessairement la même fréquence et la même intensité à la grandeur de la province, cela fait en sorte que certains secteurs sont beaucoup plus vulnérables à ces phénomènes (figure 4). Ainsi, moins de services vont être offerts par les infrastructures qui se trouvent à ces endroits. Si c'est le cas, des modifications vont être nécessaires au niveau des infrastructures : l'agrandissement des conduites existantes ou l'ajout de nouvelles conduites dans les réseaux de drainage pour augmenter la capacité du réseau et limiter le refoulement des eaux et les inondations dans le milieu urbain. (Mailhot et al., 2014) Plusieurs autres façons de faire seraient à privilégier pour assurer une GDEP : la diminution du débit de pointe, la diminution du volume de ruissellement, la limitation des débordements d'égouts, le décalage de la pointe ainsi que des aménagements de type contrôle à la source qui permettent de limiter les impacts des changements climatiques ou de s'y adapter (Mailhot et al., 2008 ; Bilodeau, 2018).

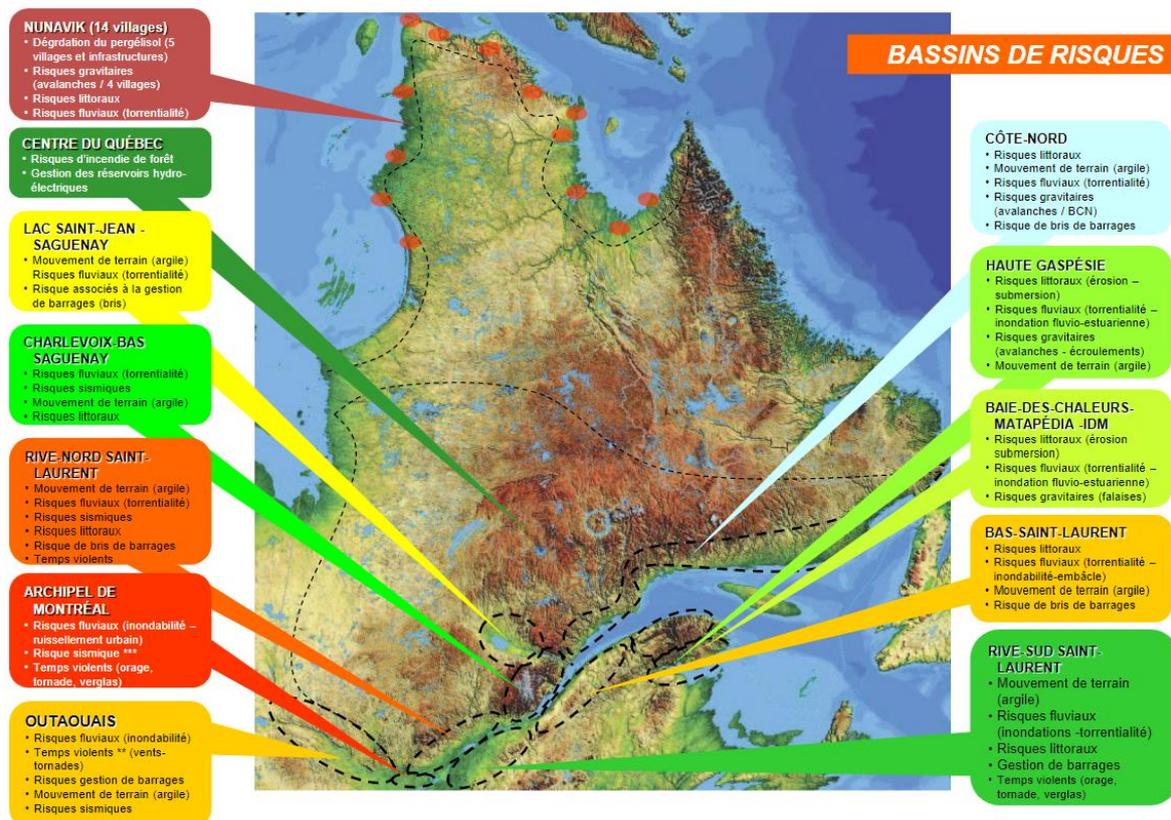


Figure 4. Représentation des bassins de risques dans les différentes régions administratives du Québec (tiré de : Bleau et Morneau, 2014)

Même si les mesures de contrôle à la source apparaissent comme ayant du succès pour des périodes de retour de 2 ans, dans le cas du Québec, ce type d'aménagements peut être plus difficile à implanter

(Mailhot et al., 2008 ; Vidil, 2012). L'objectif principal des ouvrages de drainage urbain consiste à minimiser les risques d'inondation en milieu urbain. Cependant, la valeur de la ressource en eau n'est pas considérée, tout comme les impacts négatifs sur les milieux récepteurs des eaux de ruissellement. Ces impacts regroupent entre autres une augmentation de l'érosion et de la sédimentation, l'augmentation de la température de l'eau ainsi que l'enrichissement des milieux récepteurs en nutriments. (Mailhot et al., 2008)

CONCLUSION

Pour conclure, on peut voir que la gestion durable des eaux pluviales se développe de plus en plus au fil des années au Québec. En effet, on constate que depuis 2018 de nombreuses initiatives ont commencé à prendre forme ou ont vu le jour. Ces bonnes pratiques concernent davantage le milieu habité via les aménagements urbains et les infrastructures vertes. Des efforts restent encore à mettre en place au sein des milieux agricole et forestier étant donné que, pour lesquels moins de projets ont été mis en place depuis 2018 et nécessitent plus d'innovations. Cette revue de littérature permet ainsi de mettre de l'avant les plus récentes pratiques de GDEP afin d'informer et de les partager avec d'autres municipalités. Elle donne une vue d'ensemble sur les régions du territoire qui se sont déjà investies dans une transition d'une gestion des eaux de pluie traditionnelle, à durable. Il pourrait être intéressant pour continuer à innover de prendre modèle sur certaines pratiques de GDEP ailleurs dans le monde applicable au Québec tel que vu avec les projets de l'Ontario ou encore en France avec Lyon et Bordeaux.

Les bonnes pratiques implantées ailleurs dans le monde qui ont été présentées, telles que celles en Ontario et en France, pourraient d'ailleurs servir de modèle pour l'innovation en matière de GDEP au Québec. On constate aussi qu'il devient urgent de prendre en compte les impacts des changements climatiques qui vont s'accroître et influencer la gestion des eaux pluviales. Notamment, l'augmentation des précipitations, de la température et de la fréquence des événements climatiques extrêmes vont augmenter, entre autres, les risques d'inondations, la surcharge des réseaux actuels et les débordements. L'objectif est donc de continuer d'échanger et communiquer les succès réalisés afin d'inspirer de nouvelles municipalités dans cette démarche. L'Autodiagnostic et son guide d'accompagnement proposés par le ROBVQ sont ainsi disponibles, afin d'épauler les municipalités intéressées à entamer une démarche de gestion durable des eaux pluviales sur leur territoire.

RÉFÉRENCES

- Abrinord. (s. d.a). Quartiers bleus. <https://www.abrinord.qc.ca/projets/quartiers-bleus/>
- Abrinord. (s. d.b.). *L'aménagement durable et l'entretien des chemins privés : un moyen de lutte contre l'apport de sédiments aux cours d'eau*. https://www.abrinord.qc.ca/wp-content/uploads/2021/02/depliant_cheminsprives.pdf
- Abrinord. (2019a). *Intégration des principes de gestion durable des eaux pluviales (GDEP) à la réglementation municipale*. https://www.abrinord.qc.ca/wp-content/uploads/2021/02/GDEP_reg_mun.pdf
- Abrinord. (2019b). *Exemples de règlements municipaux intégrant certains concepts de gestion durable des eaux pluviales*. https://www.abrinord.qc.ca/wp-content/uploads/2021/02/GDEP_Ex_regl_municipaux.pdf
- ADEME. (2021). Optimiser la gestion des eaux pluviales. Territoires et climat, Mobilisons nos énergies. <https://www.territoires-climat.ademe.fr/ressource/551-193>
- Agglomération de Longueuil. (2020). *Stratégie de l'eau 2020-2030*. https://www3.longueuil.quebec/files/longueuil/images/PDF/Strategie_eau_Version_courte_Web.pdf
- Alliance ruelles bleues-vertes. (s. d.). Ruelles bleues-vertes : le projet. <https://www.ruellesbleuesvertes.com/accueil/le-projet/>
- Amara, N., Ouimet, M. et Landry, R. (2004). New evidence on instrumental, conceptual, and symbolic utilization of University research in Government Agencies. *Science Communication*, 75-106.
- Ayombo Ndombet, J. (2015). *Gestion des eaux pluviales en zones côtières dans un contexte de changements climatiques* (Mémoire de maîtrise). École Polytechnique de Montréal, Montréal, Québec, Canada.
- Bilodeau, K. (2018). *Intégration du contrôle en temps réel des bassins d'orage comme mesure d'adaptation aux changements climatiques* (Mémoire de maîtrise). Université Laval, Québec, Canada. <https://corpus.ulaval.ca/jspui/bitstream/20.500.11794/30267/1/34207.pdf>
- Bleau, N. et Morneau, F. (2014, décembre). *L'appréciation et la gestion des risques naturels dans une perspective de planification du développement du territoire et dans le contexte des changements climatiques*. Communication présentée au Consortium sur la climatologie et l'adaptation aux changements climatiques, INFRA, 20^e édition, Montréal, Canada.
- Bravard, J. P. et Petit, F. (2000). Les cours d'eau - Dynamique du système fluvial. Paris : Armand Colin
- COBARIC. (s. d.). Mobilisation des propriétaires forestiers pour la réduction de la sédimentation dans le bassin versant du lac Mégantic. <https://cobaric.qc.ca/projets/projets-en-cours/sedimentation-lac-megantic/>
- COBARIC. (2019). Un jardin de pluie à mon école ! <https://cobaric.qc.ca/projets/projets-en-cours/gdep-ecole/>

- Conseil régional de l'environnement de la Capitale-Nationale. (s. d.). Ville éponge. <http://www.cre-capitale.org/villeeponge>
- Conseil régional de l'environnement de Montréal. (2007). *Le verdissement montréalais : projet de lutte aux îlots de chaleur urbains*. <https://cremtl.org/sites/default/files/upload/documents/publications/leverdissementmontraleais.pdf>
- Conseil régional de l'environnement de Montréal. (s. d.). Stationnement écoresponsable. <https://stationnementecoresponsable.com/>
- CREDDO. (s. d.) *Verdissement de l'île de Hull*. www.creddo.ca/s/Depliant_AOV_IDH_2019.pdf
- Custeau, J. (2018, 11 novembre). Un projet pour récupérer l'eau du parc Quintal. *La Tribune*. <https://www.latribune.ca/actualites/sherbrooke/un-projet-pour-recuperer-leau-du-parc-quintal-7ac101148f79f3147d42c86688ff02f9>
- Dorner, S. (2014, décembre). *Adaptations aux changements climatiques des infrastructures municipales*. Communication présentée à la conférence INFRA, Montréal, Canada. https://ceriu.qc.ca/system/files/d1.2_sarah_dorner.pdf
- Fédération canadienne des municipalités. (2019, 10 juillet). Un stationnement écoresponsable pour les résidents de Saint-Charles-Borromée — Document d'information. <https://fcm.ca/fr/nouvelles-et-medias/document-dinformation/fcmp/stationnement-ecoresponsable-saint-charles-borrome>
- Gest'Eau. (2018). Est Lyonnais. <https://www.gesteau.fr/sage/est-lyonnais>
- Goudreault, Z. (2019, 10 juin). Quatre nouveaux bassins de rétention à Montréal pour réduire les risques d'inondations. *Métro*. <https://journalmetro.com/actualites/montreal/2334107/quatre-nouveaux-bassins-de-retention-a-montreal-pour-reduire-les-risques-dinondations/>
- Gouvernement du Québec. (2021). Adaptation aux impacts des changements climatiques - Québec investit 1 M\$ dans le projet Vert le Nord de l'organisme montréalais Ville en vert. <https://www.quebec.ca/nouvelles/actualites/details/adaptation-aux-impacts-des-changements-climatiques-quebec-investit-1-m-dans-le-projet-vert-le-nord-d/>
- Gouvernement du Québec. (s. d.). *Guide de gestion des eaux pluviales – Stratégies d'aménagement, principes de conception et pratiques de gestion optimales pour les réseaux de drainage en milieu urbain*. 86 pages. <https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/pluviales/guide-gestion-eaux-pluviales.pdf>
- GRAIE. (2014). *Groupe de recherche Rhône-Alpes sur les infrastructures et l'Eau*, Observatoire régional des opérations innovantes pour la gestion des eaux pluviales, Porte des Alpes Les Bassins d'infiltration. http://www.graie.org/graie/BaseDonneesTA/06bis_69_StPriest_PorteDesAlpes_lesBassins.pdf
- Grand Lyon. (s. d.). *La gestion intégrée des eaux pluviales*, Nature et bien-être en ville : des solutions adaptées au changement climatique. https://www.grandlyon.com/fileadmin/user_upload/media/pdf/eau/assainissement/20130530_gl_gestion-integree-eauxpluviales.pdf

- Hacikyan. (2021, 19 février). Octroi de fonds pour restaurer un cours d'eau urbain. *Édition André Paquette inc.* <https://www.editionap.ca/mrc-dargenteuil-rcm/largenteuil/octroi-de-fonds-pour-restaurer-un-cours-deau-urbain-63bb8328a6d59c6b83e2d7c4441c8584>
- Institut de recherche en biologie végétale. (2018). *Portrait des infrastructures vertes et des ouvrages phytotechnologiques dans l'agglomération de Montréal.* https://fondationespacepourlavie.ca/infrastructures-vertes_ile-de-montreal/.
- Institut nordique du Québec. (2021). Laboratoire d'hydrologie, climat et changement climatique. <https://www.inq.ulaval.ca/fr/accueil>
- Laberge, C. (2019, 21 mars). Projet pilote novateur pour l'aménagement de saillies de trottoirs. *Métro.* <https://journalmetro.com/actualites/montreal/2262091/projet-pilote-novateur-pour-lamenagement-de-saillies-de-trottoirs/>
- Les Ateliers Ublo. (2019). Étude de faisabilité pour un stationnement écoresponsable. <https://lesateliersublo.com/projet-saint-sauveur>
- Mailhot, A., Bolduc, S., Duchesne, S. et Villeneuve J.-P. (2008). *Adaptation aux changements climatiques (CC) en matière de drainage urbain au Québec : revue de littérature et analyse critique des mesures de contrôle à la source.* Institut national de la recherche scientifique, INRS-Eau, Terre et Environnement, Rapport de recherche R-972. <http://espace.inrs.ca/id/eprint/1064/1/R000972.pdf>
- Mailhot, A., Bolduc, S., Talbot, G. et Khedhaouria, D. (2014). *Gestion des eaux pluviales et changements climatiques.* Institut national de la recherche scientifique – Centre Eau Terre Environnement, Rapport No R-1418. https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/RapportMailhot2014_FR.pdf
- MAMH. (s. d.). Programme de soutien aux municipalités dans la mise en place d'infrastructures de gestion durable des eaux de pluie à la source (PGDEP). <https://www.mamh.gouv.qc.ca/amenagement-du-territoire/lutte-contre-les-changements-climatiques/programme-de-soutien-aux-municipalites-dans-la-mise-en-place-dinfrastructures-de-gestion-durable-des-eaux-de-pluie-a-la-source-pgdep/>
- Ministère de l'Environnement et de l'Action en matière de changement climatique. (2020). Registre environnemental de l'Ontario : Manuel d'orientation sur la gestion des eaux pluviales par un aménagement à faible impact. <https://ero.ontario.ca/fr/notice/012-9080>
- Mon sol. (s. d.). Mon sol : À propos. <https://www.monsol.ca/a-propos/>
- OBV Matapédia-Restigouche. (2019). *Des jardins de pluie pour le saumon.* <https://www.obvmr.org/jardins-de-pluie-pour-le-saumon>
- OBV Matapédia-Restigouche. (s. d.). Changements climatiques (Rés-Alliance). <https://www.matapediarestigouche.org/res-alliance>
- OBV Matapédia-Restigouche. (2018). Plan d'action sommaire 2018-2023 : Bassin versant de la rivière Ristigouche (incluant Matapédia). <https://www.matapediarestigouche.org/plan-daction>
- Olivier, M. (2020). Chimie de l'environnement – Hydrosphère, atmosphère, lithosphère, technosphère. Lab éditions, 3^e édition, page 183.

- Pelletier, S. (2020, 11 septembre). Plus de 14,5 M \$ en investissement dans les infrastructures d'eau. *InfoPortneuf*. <https://infoportneuf.com/2020/09/11/plus-de-145-m-en-investissement-dans-les-infrastructures-deau/>
- Piaget, É. et Duchaine, P. (2020, 15 juillet). Retour sur des projets qui ont significativement réduit les îlots de chaleur dans le Vieux-Beloeil. *Écohabitation*. <https://www.ecohabitation.com/guides/1249/mesures-de-lutte-aux-ilots-de-chaleur-urbains-a-beloeil-une-collaboration-rafraichissante/>
- Phare-Climat. (s. d.a). Longueuil engagée dans la lutte et l'adaptation aux changements climatiques. <https://www.phareclimat.com/499-longueuil-engagee-dans-la-lutte-et-ladaptation-aux-changements-climatiques>
- Phare-Climat. (s. d.b). Augmenter le verdissement pour lutter contre les îlots de chaleur. <https://www.phareclimat.com/397-augmenter-le-verdissement-pour-lutter-contre-les-ilots-de-chaleur>
- Phare-Climat. (s. d.c). Revitalisation de la rue Duvernay dans une optique d'adaptation aux changements climatiques. <https://www.phareclimat.com/517-revitalisation-de-la-rue-duvernay-dans-une-optique-dadaptation-aux-changements-climatiques>
- Règlement de contrôle intérimaire, Conseil municipal de la Ville de Magog, règlement n° 2581-2016, adopté le 15 août 2016, entré en vigueur le 24 août 2016.
- Rodi, F. (2019, 30 septembre). Un concept novateur et déjà reconnu. <https://www.versants.com/un-concept-novateur-et-deja-reconnu/>
- SNC-Lavalin inc. (2016). *Plan d'adaptation aux changements climatiques*. <https://www.laval.ca/Documents/Pages/Fr/Citoyens/environnement-recyclage-et-collectes/plan-adaptation-changements%20-climatiques.pdf>
- Soyer, M., De Gouvello, B. et Deroubaix, J. (2019). L'observatoire d'hydrologie urbaine : un dispositif d'expertise innovant ? *Revue d'anthropologie des connaissances*, 2(2), 585-611. L'observatoire d'hydrologie urbaine | Cairn.info <https://www.cairn.info/revue-anthropologie-des-connaissances-2019-2-page-585.htm>
- Sylvestre-Loubier, M. A. (2019). *Analyse de l'intégration de mesures de gestion durable des eaux pluviales aux outils d'aménagement du territoire*. (Essai de maîtrise). Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec, Canada. https://savoirs.usherbrooke.ca/bitstream/handle/11143/15615/Sylvestre_Loubier_Marie_Anne_MEnv_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Tarr, J. (1996). The search for the ultimate sink: urban air, land, and water pollution in historical perspective. *Records of the Columbia Historical Society*, Washington, D.C., 51, 1-29.
- Toronto and Region Conservation authority (TRCA). (2013). *The Living City Policies for Planning and Development in the Watersheds of Toronto and Region Conservation Authority*. <http://trca.on.ca/dotAsset/159098.pdf>
- Toronto and Region Conservation authority (TRCA). (s. d.). *Evolution of Storm Water Management in Ontario*. https://ceriu.qc.ca/system/files/c1_1_glen_macmillan.pdf

- Turcotte, R., Cyr, J.-F. et Audet, N. (2014). *Gestion de l'eau – Vulnérabilités, impacts et adaptation*. Programmation 2014-2019, Ouranos. 9 pages. <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/DocPgmeEau.pdf>
- Vidil, C. (2012). *Gestion des eaux pluviales et changements climatiques : étude de deux secteurs urbains* (Mémoire de maîtrise). Université Laval, Québec, Canada. <https://www.collectionscanada.gc.ca/obj/thesescanada/vol2/QQLA/TC-QQLA-28896.pdf>
- Ville de Beloeil. (s. d.). *Plan de lutte contre les îlots de chaleur et le ruissellement*. <https://beloeil.ca/wp-content/uploads/2020/02/Plan-de-lutte-contre-les-%C3%AElots-de-chaleur-20-01-2020.pdf>
- Ville de Bromont. (2015). *Plan directeur pour les principaux tributaires du lac Bromont*. https://www.lacbromont.ca/uploads/5/9/2/0/5920769/plan_directeur_tributaires_lac_bromont_19_oct.pdf
- Ville de Bromont. (2017). *Plan directeur pour la conservation du lac Bromont, 2017-2027*. https://www.lacbromont.ca/uploads/5/9/2/0/5920769/plan_directeur_pour_la_conservation_du_lac_bromont_2017-2027.pdf
- Ville de Candiac. (2017). *Plan de gestion des débordements*. https://ceriu.qc.ca/system/files/2018-03/B2.3_Infra2017-Candiac.pdf
- Ville de Gatineau. (2018). *La gestion des inondations à la ville de Gatineau*. https://www.ceriu.qc.ca/system/files/2019-01/C2.4_Sonia%20B%C3%A9land.pdf
- Ville de Gatineau. (2019a). Actions de la Ville pour une meilleure gestion des eaux de pluie. https://www.gatineau.ca/portail/default.aspx?p=guichet_municipal/reseaux_egout_refoulements_egout_eaux_usees_eaux_ruissellement_infiltrations_eau/actions_ville_meilleure_gestion_eaux_pluie&ref=navigation-secondaire
- Ville de Gatineau. (2019b). *Plan de gestion de l'eau : Bilan 2017-2018*. https://ssl.pqm.net/ppvgestion/files/0deb437e661d5be5c5f91d85f0fd0a12/diffusions/1546/plan_de_gestion_de_leau_20172021.pdf
- Ville de Lac-Mégantic. (2020). Séance d'information- Lac-Mégantic présente son plan pour la protection du lac Mégantic et la gestion durable des eaux de pluie. <https://www.ville.lac-megantic.qc.ca/seance-dinformation-lac-megantic-presente-son-plan-pour-la-protection-du-lac-megantic-et-la-gestion-durable-des-eaux-de-pluie/>
- Ville de Laval. (2020). Laval verra 4 bretelles d'autoroute en y plantant 40 000 végétaux d'ici 2021. [Communiqué de presse]. <https://www.laval.ca/Pages/Fr/Nouvelles/ilots-chaleur-urbains-projet-verdissement-bretelles-autoroute.aspx>
- Ville de Magog. (2016). *Rétention des eaux de ruissellement des surfaces peu perméables N^o 45*. <https://www.ville.magog.qc.ca/permis/retention-des-eaux-de-ruissellement/>
- Ville de Montréal. (2017). *Plan d'adaptation aux changements climatiques de l'Agglomération de Montréal 2015-2020*. <http://centlearoback.org/assets/PDF/VdeM-2015-PlanAdaptationChangementsClimatiques.pdf>
- Ville de Montréal. (2018). *Infrastructures vertes sur l'avenue Papineau : Projet-pilote en gestion écologique des eaux pluviales*. <http://ville.montreal.qc.ca/pls/portal/url/ITEM/826CB14CD1338012E0530A9301328012>

- Ville de Montréal. (2019). *Guide d'aménagement des ruelles vertes*.
<http://ville.montreal.qc.ca/pls/portal/url/ITEM/89A7EC0BA941108AE0530A930132108A>.
- Ville de Montréal. (s. d.). Quels sont les actions que la Ville met de l'avant ?
http://ville.montreal.qc.ca/portal/page?_pageid=6497,54251580&_dad=portal&_schema=PORTAL
- Ville d'Ottawa. (2021). Eaux pluviales et drainage. <https://ottawa.ca/fr/vivre-ottawa/eau/eaux-pluviales-et-drainage>
- Ville de Québec. (2019a). *Plan de gestion des débordements de la Ville de Québec*.
https://ceriu.qc.ca/system/files/2020-01/B3.6_Marie%20Par%C3%A9-Bourque_V2.pdf
- Ville de Québec. (2019b). *Réaménagement des systèmes de gestion des eaux pluviales dans six rues du secteur Lac Saint-Charles*.
https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj59uDLi4jvAhXoYN8KHc3PCKAQFjAAegQIARAD&url=https%3A%2F%2Fwww.ville.quebec.qc.ca%2Fapropos%2Fplanification-orientations%2Fenvironnement%2Feau%2Fsources_eau%2Fdocs%2Freamenagement-eaux-pluviales-lac-saint-charles.pdf&usq=AOvVaw3Nxia569HPL0XIKQVf_pMJ
- Ville de Québec. (2020). *Programme de suivi des ouvrages de gestion des eaux pluviales du bassin versant du lac Saint-Charles à Québec*. https://agirop.org/wp-content/uploads/GuideOuvrages_vF_2020-07.pdf
- Ville de Québec. (s. d.) *Guide du promoteur : Développement dans les bassins versants de prise d'eau à Québec*. https://laboclimatmtl.inrs.ca/wp-content/uploads/2020/12/9_Que%CC%81bec_bassin_2020.pdf.
- Ville de Saint-Charles-Borromée. (2021, 11 février). Plus de 1,65 M \$ accordés pour 2 projets pilotes de lutte contre les changements climatiques dans Lanaudière. [Communiqué de presse] <https://www.vivrescb.com/actualites/communiques/programme-climat-municipalites-phase-2-plus-de-1-650-000-sont-accordes-pour-deux-projets-pilotes-de-lutte-contre-les-changements-climatiques-dans-lanaudiere>
- Ville de Saint-Basile-le-Grand. (s. d.). Évacuation des eaux pluviales. <https://www.ville.saint-basile-le-grand.qc.ca/vie-citoyenne/reglementation/reglements/evacuation-des-eaux-pluviales/>
- Ville de Saint-Hyacinthe. (2020, 9 décembre). Saint-Hyacinthe améliorera sa gestion de l'eau. [Communiqué de presse] <https://www.ville.st-hyacinthe.qc.ca/communiques/2020-12-09/plan-de-gestion-des-debordements>
- Ville de Saint-Hyacinthe. (2020, 9 septembre). Le Canada et le Québec investissent dans les infrastructures d'eau pour assurer des services adéquats et la préservation des cours d'eau dans la circonscription de Saint-Hyacinthe. [Communiqué de presse] <https://www.ville.st-hyacinthe.qc.ca/communiques/2020-09-09/fimeau>
- Ville de Saint-Sauveur. (2020). *Plan d'action en environnement 2021-2023*. <https://www.ville.saint-sauveur.qc.ca/DATA/TEXTEDOC/Plan-action-environnement-2021-2023.pdf>
- Ville de Sherbrooke. (2013). *Plan d'adaptation aux changements climatiques 2013-2023*.
https://www.phareclimat.com/uploads/initiative/365/365_document.pdf

Ville de Sherbrooke. (2018). La Ville de Sherbrooke se dote d'un plan de gestion des débordements des eaux usées. <http://sherbrookeblogue.ca/la-ville-de-sherbrooke-se-dote-dun-plan-de-gestion-des-debordements-des-eaux-usees/>

Ville de Sherbrooke. (s. d.). *Politique d'aménagement des bassins de rétention*.
https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj4p7b-jYjvAhWLM-AKH6-A1AQFjABegQIAxAD&url=https%3A%2F%2Fwww.sherbrooke.ca%2Ffichiers%2F3337a882-4a53-e611-80ea-00155d09650f%2FSites%2F333dd3d3-915d-e611-80ea-00155d09650f%2FDocuments%2FPolitiques%2FPolitique_amenagement_bassins_retention_eaux.pdf&usg=AOvVaw0GrhM6c0pV1iYOEc3ZvcN8

Ville de Victoriaville. (2019). Urbanisme et mobilité durable.
<https://www.victoriaville.ca/page/1183/plans-durbanisme-et-de-mobilite-durable.aspx>

Vivre en ville. (s. d.). *Les Allées de Bellevue*.
https://vivreenville.org/media/543649/venv_densificationverte_ficheE3.pdf

Voir Vert. (2020, 24 novembre). Verdissement de rues dans les quartiers centraux à Québec.
<https://www.voirvert.ca/nouvelles/actualites/verdissement-rues-dans-les-quartiers-centraux-quebec>

BIBLIOGRAPHIE

- Cabinet du ministre de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. (2021, 8 février). Programme Climat municipalités - Phase 2 - Près de 660 755 \$ accordés pour aménager un vaste espace de fraîcheur au cœur de la ville de Magog. *CISION*.
<https://www.newswire.ca/news-releases/programme-climat-municipalites-phase-2-pres-de-660-755-accordes-pour-amenager-un-vaste-espace-de-fraicheur-au-coeur-de-la-ville-de-magog-826785244.html>
- COGESAF. (s. d.). *Mon eau de pluie, j'en fais quoi ? Guide de gestion des eaux de pluie*.
cogesaf.qc.ca/wp-content/uploads/2013/07/Guide_-eaux-de-pluie-COGESAF_format-impression1.pdf
- Deroubaix, J.-F., Carré, C., Chouli, H., Deutsch, J.-C. (2010). Hydrologie urbaine : vers une mondialisation des « bonnes pratiques » locale. In G. Schneier-Madanes (dir.), *L'eau mondialisée. La gouvernance en question*. Paris : La Découverte.
- Gilbert, C. (2003). *Risques collectifs et situations de crise. Apports de la recherche en sciences humaines et sociales*. Paris : L'Harmattan.
- GRAIE. (2020, novembre), *Mobiliser l'ensemble des acteurs – Pour une gestion intégrée et une ville résiliente : Graie, Ville de Montréal et Métropole de Lyon*. Communication présentée à la Conférence Ville Perméable – Webinaire France-Québec. https://www.graie.org/graille/grailedoc/doc_telech/actesynteses/ACTES-Villepermeable-Graie-GDL-2020reduit.pdf
- GRAIE. (2006). *Observatoire régional des opérations innovantes pour la gestion des eaux pluviales. Pour la gestion des eaux pluviales, Stratégie et solutions*
https://www.graie.org/graille/grailedoc/doc_telech/PlaqTA.pdf
- Granjou, C. (2003). L'expertise scientifique à destination politique, *114(1)*, 175-183.
- Jardins intelligents. (s. d.). Un projet vert et emballant ! <https://jardinsintelligents.org/>
- Joly, P.-B. (2007). L'expertise scientifique dans l'espace public : réflexions à partir de l'expérience française. *Réalités industrielles*, mai, 23-29.
- Lancelot, B. (1985). *La gestion automatisée des réseaux d'assainissement : analyse d'un processus d'innovation technique*. Thèse de doctorat, Centre d'Enseignement et de Recherche pour la Gestion des Ressources Naturelles et de l'Environnement (CERGRENE), ENPC.
- Le Journal de Joliette. (2017, 27 septembre). *Projet résidentiel sur le boulevard L'Assomption Ouest : les travaux seront lancés en janvier*.
<https://www.lejournaldejoliette.ca/actualites/affaires/321173/projet-residentiel-sur-le-boulevard-lassomption-ouest-les-travaux-seront-lances-en-janvier#Toutes>
- MRC du Brome-Missiquoi. (s. d.). *Gestion de l'eau - politique et règlements*.
https://mrcbm.qc.ca/fr/eau_reglement.php
- Municipalité de Waterloo. (2015). *Plan d'action en développement durable de 2015-2020 (PADD)*. <https://www.ville.waterloo.qc.ca/library/Loisirs/PADD%20Waterloo.pdf>

- Répert'eau. (2015a). Une bonne pratique sur Répert'eau : encadrer la gestion des eaux de ruissellement, le contrôle de l'érosion et la conservation des sols.
<http://reperteau.info/bonnespratiques/details/536>
- Répert'eau. (2015b). Une bonne pratique sur Répert'eau : plan d'adaptation aux changements climatiques de la Ville de Trois-Rivières. <https://reperteau.info/bonnespratiques/details/371>
- Répert'eau. (2016). Une bonne pratique sur Répert'eau : projet pilote Verdissement et entretien non traditionnel de cours d'eau agricole. <http://reperteau.info/bonnespratiques/details/264>
- Répert'eau. (2017). Une bonne pratique sur Répert'eau : plan d'action de la rivière Saint-Germain 2017-2021 et charte d'engagement des partenaires.
<https://reperteau.info/bonnespratiques/details/2714>
- Répert'eau. (2020). Une bonne pratique sur Répert'eau : le grand projet de la rue Saint-Maurice.
<http://reperteau.info/bonnespratiques/details/2802>
- Répert'eau. (2021). Une bonne pratique sur Répert'eau : programme Jardins Intelligents, Waterloo.
<http://reperteau.info/bonnespratiques/details/2821>
- Rioust, E., Deroubaix, J.-F., Deutsch, J.-C. et Hubert, G. (2012). L'invitation des services d'assainissement dans la fabrique de la ville : une nouvelle forme de politisation des services techniques ? In F. de Coninck (dir.), Paris : L'Œil d'or.
- The World Bank. (2016). Urban population (% of total population). data.worldbank.org
- Ville de Beloeil. (2014). *Politique environnementale : Orientations stratégiques et plan d'actions*.
<https://beloeil.ca/wp-content/uploads/2019/03/Politique-environnementale-septembre-2014.pdf>
- Ville de Drummondville. (2016). La Ville présente le plan d'action de la rivière Saint-Germain.
<https://www.drummondville.ca/ville-presente-plan-daction-de-riviere-saint-germain/>
- Ville de Drummondville. (2021c). Débranchement des gouttières, Règlement no 4706 sur les rejets dans les réseaux d'égout. <https://www.drummondville.ca/citoyens/ma-propriete/debranchement-des-gouttieres/>
- Ville de Drummondville. (2021a). Présentation. <https://www.drummondville.ca/mairie-et-vie-municipale/portrait-de-drummondville/presentation/>
- Ville de Drummondville. (2021b). Economie d'eau potable.
<https://www.drummondville.ca/citoyens/ma-propriete/eau-potable-et-reseaux-degouts/economie-deau-potable/>
- Ville de Québec. (s. d.). Cité verte. https://www.ville.quebec.qc.ca/apropos/planification-orientations/amenagement_urbain/grands_projets_urbains/ecoquartiers/cite_verte.aspx
- Ville de Saint-Hyacinthe. (2017). *Plan d'action environnemental : Bilan 2014-2017*.
https://www.ville.st-hyacinthe.qc.ca/medias/ville/politique-municipale/Ville_Vie-democratique_Politiques-municipales-plan-action-environnementale-bilan-2014-2017.pdf

Ville de Trois Rivières. (2018). Le grand projet de la rue Saint-Maurice. <https://www.v3r.net/services-au-citoyen/environnement/lutte-aux-changements-climatiques/le-grand-projet-de-la-rue-saint-maurice>

Ville de Trois-Rivières. (2021). À propos de la Ville - Portrait de la Ville, démographie et statistiques. <https://www.v3r.net/a-propos-de-la-ville/portrait-de-la-ville/demographie-et-statistiques>

Ville de Trois-Rivières. (s. d.). Gestion intégrée de l'eau. <https://www.v3r.net/services-au-citoyen/eau>

Ville de Victoriaville. (2020). Réaménagement du stationnement Pierre-Laporte. <https://www.victoriaville.ca/nouvelle/202004/3627/reamenagement-du-stationnement-pierre-laporte.aspx>

Ville de Waterloo. (2017). Patrimoine. https://www.ville.waterloo.qc.ca/tourisme_patrimoine.php