

GUIDE DE GESTION DES DÉBORDEMENTS ET DES DÉRIVATIONS D'EAUX USÉES

**TOME III – MESURES DE GESTION DES DÉBORDEMENTS ET
DES DÉRIVATIONS**

Coordination et rédaction

Cette publication a été réalisée par la Direction des eaux usées municipales du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). Elle a été produite par la Direction des communications du MELCCFP.

Renseignements

Téléphone : 418 521-3830
1 800 561-1616 (sans frais)

Formulaire : www.environnement.gouv.qc.ca/formulaires/renseignements.asp

Internet : www.environnement.gouv.qc.ca

Dépôt légal – 2023
Bibliothèque et Archives nationales du Québec
ISBN 978-2-550-96223-6 (PDF)

Tous droits réservés pour tous les pays.
© Gouvernement du Québec – 2023

Équipe de réalisation

Coordination

Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs :

Martin Bouchard-Valentine, ing.

Ève Nantel

Vanessa Dias, ing.

Bernard Lavallée, ing.

Rédaction

Martin Bouchard-Valentine, ing., ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs

Avec la participation de

Gilles Rivard, ing., Lasalle | NHC

Simon Deslauriers, ing., Lasalle | NHC

Collaboration à la rédaction :

Ève Nantel, ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs

Vanessa Dias, ing., ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs

Révision des textes

Martin Bouchard-Valentine, ing., ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs

Présentation du guide

La gestion des débordements d'eaux usées vers les milieux récepteurs constitue aujourd'hui un enjeu majeur qu'il est primordial de bien maîtriser afin de minimiser les impacts négatifs sur l'environnement et favoriser la récupération des usages.

Le présent guide constitue un guide de référence pour assister les municipalités dans leur gestion des débordements et des dérivations d'eaux usées, mais aussi pour quiconque s'intéresse à la question des débordements et des dérivations d'eaux usées. Il propose des mesures utiles aux municipalités pour s'assurer de respecter leurs obligations face aux débordements et aux dérivations, mais aussi pour réduire les débordements et les dérivations pour les municipalités engagées dans cet objectif.

Ce guide permet d'orienter les municipalités dans les analyses à réaliser et dans les mesures à mettre en œuvre afin de réduire les débordements aux ouvrages de surverse et les dérivations aux stations d'épuration.

Le guide est séparé en trois tomes :

Le **tome I**, qui regroupe les chapitres 1 à 8, présente des **connaissances de base** à savoir pour quiconque s'intéresse aux débordements et aux dérivations de systèmes d'égout. Il présente un historique de l'assainissement des eaux usées au Québec, expose l'encadrement des débordements effectué par le Ministère et les différentes obligations des municipalités en cette matière et décrit les différentes composantes des systèmes d'égout. Une discussion sur l'effet des changements climatiques sur les débordements complète ce tome.

Le **tome II**, qui regroupe les chapitres 9 à 14, décrit les connaissances à obtenir pour produire le **diagnostic d'un système d'égout**, c'est-à-dire produire un portrait de situation permettant de comprendre l'état des débordements et des dérivations, les ouvrages de surverse problématiques et les causes probables des débordements répertoriés.

Le **tome III**, qui regroupe les chapitres 15 à 22, est consacré aux **mesures de gestion des débordements et des dérivations**, c'est-à-dire les interventions sur un système d'égout ou sur le territoire permettant de gérer et de réduire les débordements et les dérivations. Puisque la plupart des débordements et des dérivations surviennent en contexte de pluie au Québec, les mesures axées sur la réduction des apports en eau de pluie occupent un espace prépondérant dans ce tome (chapitre 19). À ce titre, une attention particulière est donnée aux infrastructures vertes végétalisées avec une description des avantages et co-bénéfices qu'elles procurent, mais aussi leur utilisation dans des stratégies de réduction des débordements élaborées dans les villes d'importance au Québec, aux États-Unis et ailleurs (chapitre 21). Ce tome explique aussi comment les outils d'urbanisme et fiscaux dont disposent les municipalités peuvent contribuer à réduire les eaux pluviales captées par les réseaux d'égout et donc, réduire les débordements et les dérivations (section 19.2).

Table des matières du tome III

Équipe de réalisation	iii
Présentation du guide	v
Table des matières du tome III	vii
Liste des tableaux	ix
Liste des figures	xi
Remerciements	xvii
Glossaire	xix
Acronymes	xxiii
Avant-propos	xxv
CHAPITRE 15. Types de mesures de gestion des débordements et des dérivations	15-1
CHAPITRE 16. Bonnes pratiques de gestion pour minimiser les débordements et les dérivations	16-1
CHAPITRE 17. Réduction des apports : eaux usées	17-1
17.1 Secteur résidentiel	17-1
17.2 Secteur commercial et institutionnel	17-3
17.3 Secteur industriel	17-8
17.4 Autres bénéfices de la réduction de la consommation d'eau potable	17-10
17.5 Ressources disponibles	17-10
CHAPITRE 18. Réduction des apports : eaux d'infiltration	18-1
18.1 Réhabilitation	18-2
18.2 Remplacement de conduites	18-6
18.3 Débranchement des drains de fondation	18-6
18.4 Réduction des fuites d'eau potable	18-8
18.5 Avantages et inconvénients du contrôle des débits d'infiltration	18-8
18.6 Documentations de référence	18-9
CHAPITRE 19. Réduction des apports : eaux pluviales	19-1
19.1 Gestion durable des eaux pluviales: trois domaines d'expertise	19-1
19.2 Rôle des municipalités pour réduire les apports en temps de pluie	19-3
19.3 Détermination des secteurs contribuant le plus aux apports en temps de pluie	19-26
19.4 Réduction des surfaces imperméables	19-27
19.5 Détourner les eaux pluviales du système d'égout	19-49
19.6 Contrôle des débits	19-80
19.7 Correction des raccordements illicites	19-82
CHAPITRE 20. Interventions affectant l'hydraulique d'un système d'égout	20-1
20.1 Rétention en ligne ou hors ligne	20-1
20.2 Augmentation de la capacité hydraulique du réseau	20-4
20.3 Contrôle en temps réel	20-6
20.4 Consolidation des points de débordement	20-7
20.5 Augmentation de la capacité des installations de traitement	20-8
CHAPITRE 21. Discussion sur les infrastructures vertes et la gestion des débordements	21-1
21.1 Complémentarité des infrastructures vertes aux infrastructures grises	21-1

21.2	Analyse coûts-bénéfices des infrastructures vertes _____	21-4
21.3	Exemples d'utilisation d'infrastructures vertes dans une stratégie de contrôle des débordements _____	21-5

CHAPITRE 22. Critères de sélection des mesures de gestion des débordements et des dérivations _____
22-1

22.1	Rappel des obligations de l'exploitant d'un système d'égout _____	22-1
22.2	Connaissances préalables à la planification d'une stratégie de contrôle des débordements et des dérivations _____	22-2
22.3	Priorisation des ouvrages de surverse requérant une intervention _____	22-3
22.4	Mesures à préconiser pour gérer les débordements et les dérivations en temps de pluie _____	22-3
22.5	Éléments à prendre en compte pour sélectionner des mesures de gestion des débordements et des dérivations _____	22-3
22.6	Méthode de sélection des alternatives _____	22-8

RÉFÉRENCES CITÉES AU TOME III

ANNEXE 2 - NOTIONS D'URBANISME

ANNEXE 3 - OUTILS DE PLANIFICATION EN MATIÈRE D'URBANISME PRÉVUS PAR LA LOI SUR L'AMÉNAGEMENT ET L'URBANISME ET EXEMPLES DE LIBELLÉS FAVORISANT LA RÉDUCTION D'APPORTS D'EAUX PLUVIALES

ANNEXE 4 - OUTILS RÉGLEMENTAIRES EN MATIÈRE D'URBANISME PRÉVUS PAR LA LOI SUR L'AMÉNAGEMENT ET L'URBANISME ET EXEMPLES DE LIBELLÉS FAVORISANT LA RÉDUCTION D'APPORTS D'EAUX PLUVIALES

ANNEXE 5 - CONTENU MINIMAL RECOMMANDÉ D'UN PLAN DE GESTION DES DÉBORDEMENTS ET DES DÉRIVATIONS AXÉ SUR DES MESURES COMPENSATOIRES

ANNEXE 6 - COÛTS UNITAIRES PRÉLIMINAIRES RELIÉS À DIFFÉRENTES MESURES DE GESTION DES DÉBORDEMENTS ET DES DÉRIVATIONS (ÉTABLIS EN 2019)

ANNEXE 7 - ANALYSE MULTICRITÈRE POUR LA SÉLECTION DE MESURES DE GESTION DES DÉBORDEMENTS ET DES DÉRIVATIONS

Liste des tableaux

Tableau 15-1.	Sommaire des mesures de gestion des débordements et des dérivations _____	15-2
Tableau 17-1.	Proportion de la consommation résidentielle selon les usages _____	17-1
Tableau 17-2.	Produits permettant de réduire la consommation d'eau résidentielle _____	17-2
Tableau 17-3.	Établissements institutionnels ou commerciaux qui devraient être visés par des efforts de réduction de consommation d'eau potable et, donc, de rejets à l'égout _____	17-5
Tableau 18-1.	Sources communes d'eaux d'infiltration et solutions types _____	18-1
Tableau 18-2.	Réduction des apports en eaux pluviales et en eaux d'infiltration pour différentes proportions réhabilitées d'un système d'égout en Australie _____	18-7
Tableau 19-1	Levier d'intervention applicable selon le milieu. _____	19-5
Tableau 19-2	Outils de planification d'intérêt pour maximiser le verdissement des espaces et minimiser les surfaces imperméables. _____	19-6
Tableau 19-3	Règlements d'intérêt pour maximiser le verdissement des espaces et minimiser les surfaces imperméables. _____	19-6
Tableau 19-4	Éléments d'intérêt hydrologique pour les outils d'urbanisme. _____	19-9
Tableau 19-5	Critères d'obtention d'un bonus de densité à la Ville de Mont-Tremblant. _____	19-11
Tableau 19-6	Identification de quelques villes parmi les 63 municipalités au Canada connues en 2022 pour avoir adopté une facturation des rejets d'eaux pluviales ou de surfaces imperméables. _____	19-16
Tableau 19-7.	Type de pavage perméable recommandé pour différents usages _____	19-38
Tableau 19-8.	Spécifications recommandées pour les matériaux composant le pavage perméable _____	19-44
Tableau 19-9.	Granulométrie de différents matériaux granulaires selon l'American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) _____	19-45
Tableau 19-10.	Documents d'aide à la conception recommandés pour les revêtements perméables _____	19-46
Tableau 19-11.	Risques de concentration des polluants en fonction du rapport entre la surface imperméabilisée à gérer et la surface d'infiltration _____	19-74
Tableau 21-1.	Effet de l'utilisation d'infrastructures vertes sur la réduction des volumes de débordement (en pourcentage) des ouvrages de surverse selon leur priorité environnementale et le type de contrôle du réseau de drainage _____	21-10
Tableau 22-1.	Rappel des obligations de base pour la gestion des débordements et des dérivations _____	22-1

Tableau 22-2.	Mesures préconisées pour gérer les débordements et les dérivations en temps de pluie	22-3
Tableau 22-3.	Classement des mesures de gestion des eaux pluviales en ordre croissant de coût	22-5
Tableau 22-4.	Exemples de critères d'évaluation utilisés pour analyser différents scénarios de mesures de gestion des débordements et des dérivations	22-9
Tableau 22-5.	Exemple d'un ordre des priorités des critères d'évaluation des variantes pour les analyses multicritère	22-11
Tableau 22-6.	Exemple de matrice de comparaison	22-11

Liste des figures

Figure 15-1.	Classification des mesures de gestion des débordements et des dérivations	15-1
Figure 19-1	Exemples québécois d'occupation du territoire favorisant le ruissellement et les débordements lorsque le drainage est assuré en partie par un réseau unitaire. À gauche : rue sans issu (cul-de-sac) d'un quartier résidentiel, peu arborée et surdimensionnée (largeur de 16 m, comparativement à 8 à 10 m typiquement pour une rue de fonction équivalente). À droite : exemple d'un projet domiciliaire générant beaucoup d'eaux de ruissellement : grandes marges de recul avant (obligeant de longues allées asphaltées), présence d'allées en parallèle (plutôt que communes) doublant les surfaces imperméables, absence d'arbres, absence de revêtement perméable, absence d'aménagement pour infiltrer les eaux pluviales, gouttière évacuant les eaux vers la rue. Bas : stationnement dont l'aménagement favorise le ruissellement. En plus de diriger les eaux pluviales à l'égout plutôt que vers des infrastructures d'infiltration (infrastructures vertes), la largeur des cases de stationnement est d'environ 3 m plutôt qu'une largeur de 2,5 m généralement reconnue comme suffisante. Par conséquent, les cases de stationnement génèrent environ 20 % plus d'eaux pluviales que celles d'un autre stationnement de même capacité, soit autant d'eau additionnelle devant être gérée par la municipalité et susceptible de provoquer des débordements si elles sont captées par un égout unitaire.	19-3
Figure 19-2	Exemple d'un secteur commercial ayant une imperméabilisation de près de 100%, adjacent à un secteur résidentiel, ayant une imperméabilisation entre 45 % et 65 %. Ces secteurs sont desservis par un système d'égout de type unitaire sous le boulevard de cette municipalité québécoise.	19-4
Figure 19-3	Aménagement d'ilots de biorétention dans un stationnement commercial financé par le <i>Programme de verdissement et de déminéralisation de terrains non municipaux</i> de la Ville de Québec.	19-13
Figure 19-4	Déminéralisation de l'école La Passerelle (Ville de Québec) et verdissement de la cours réalisés par Conseil régional de l'environnement - région de la Capitale nationale avec l'aide financière de la Ville de Québec.	19-14
Figure 19-5	Recourt à des panneaux publicitaires pour sensibiliser la population à de meilleures pratiques de gestion des eaux pluviales. L'exemple ci-contre provient du programme « <i>Save the rain</i> » faisant la promotion d'infrastructures vertes pour réduire les occurrences de débordement de réseaux unitaires afin d'améliorer la qualité des eaux du lac Onondaga (New York).	19-19
Figure 19-6	Exemple de sensibilisation de la population aux enjeux que posent les surfaces imperméables et le ruissellement des eaux après une pluie à l'aide d'une bouteille-vaporisateur et d'une maquette.	19-20
Figure 19-7	Pancartes explicatives installées à proximité d'ilots de biorétention au Québec.	19-20

Figure 19-8	Espace déminéralisé dans un stationnement d'un centre commercial à Baie-Saint-Paul. _____	19-21
Figure 19-9	Exemples de projets inspirants réalisés par des municipalités du Québec pour réduire les apports en eaux pluviales captés par les réseaux de drainage. _____	19-23
Figure 19-10	Îlot de biorétention sur la rue Madeleine à Victoriaville captant les eaux pluviales de la rue à la place des puisards. _____	19-24
Figure 19-11.	Reconnaissance des municipalités lauréates lors de la cérémonie des étoiles du PEXGEP tenue dans le cadre du Symposium sur la gestion de l'eau 2022 (Ville de Trois-Rivières ici représentée) _____	19-25
Figure 19-12.	Exemples de différentes largeurs de rue _____	19-28
Figure 19-13.	Exemple de profil de rue proposé dans le <i>Guide de conception d'emprises de rues locales dans un contexte de réduction des surfaces imperméables</i> (CERIU, 2021) _____	19-29
Figure 19-14.	Pour régler un problème de refoulement d'égout et de débordement d'eaux usées, la Ville de Granby a modifié la rue Saint-André Est sur une longueur de 1 130 m. La largeur de la rue a été réduite de 12 m à 7 m (des espaces de stationnement ont été conservés à certains endroits où la largeur de la rue atteint 9,7 m) et des îlots de biorétention ont été installés de part et d'autre de la chaussée dans l'espace récupéré. Cette solution a été réalisée en 2013 au coût de 2,35 millions de dollars, une économie de 1,35 million comparativement à la solution initialement envisagée qui était axée sur le stockage des eaux dans des conduites surdimensionnées au coût estimé de 3,7 millions de dollars. Cette solution a aussi permis de réduire la vitesse de circulation à proximité d'une école et d'accroître le verdissement de la ville. _____	19-29
Figure 19-15.	Exemple de rue partagée : conversion d'une ruelle asphaltée en milieu de vie végétalisée où la circulation automobile est permise (projet du Woonerf Saint-Pierre dans l'arrondissement Sud-Ouest de Montréal) _____	19-30
Figure 19-16.	Ruelles vertes à Montréal et à Québec _____	19-30
Figure 19-17.	Exemple de réhabilitation du stationnement Pierre-Laporte, à Victoriaville, dans un souci de réduire les eaux de ruissellement avec l'ajout d'îlots de biorétention et de cases de stationnement en pavés alvéolés engazonnés. Ce réaménagement a permis une réduction de 75 % des volumes des eaux ruisselées et captées par le système d'égout (Victoriaville, 2022). _____	19-32
Figure 19-18.	Démonstration du drainage du pavage perméable _____	19-33
Figure 19-19.	Section type d'une structure en pavage perméable _____	19-34
Figure 19-20.	Section type d'une structure avec asphalté poreux _____	19-34
Figure 19-21.	Démonstration des propriétés drainantes de l'asphalté poreux _____	19-35
Figure 19-22.	Exemples d'utilisation de pavés perméables autobloquants _____	19-35

Figure 19-23.	Exemples de pavés alvéolés en béton (à gauche) et en plastique (au centre). À droite : les espaces présents dans un assemblage de pavés alvéolés peuvent être comblés par du granulat ou un substrat de croissance permettant l'engazonnement. _____	19-36
Figure 19-24.	Utilisation des pavés alvéolés à Trois-Rivières pour créer des ruelles vertes _____	19-36
Figure 19-25.	Exemples d'utilisation de pavage perméable _____	19-40
Figure 19-26.	Différentes configurations de pavage perméable permettant ou non l'infiltration des eaux _____	19-41
Figure 19-27.	Exemple d'un stationnement à zéro ruissellement d'un centre commercial à Mississauga, en Ontario _____	19-42
Figure 19-28.	Projet pilote réalisé au stationnement du Centre communautaire Paul-Émile-Beaulieu, à Québec, dont le revêtement et la structure sous-jacente ont été remplacés en 2020 par de l'asphalte poreux sur une moitié et de l'asphalte conventionnel sur l'autre moitié. Ce projet a été réalisé grâce à un partenariat entre la Ville de Québec, qui a fourni le site et était responsable de la construction, et le ministère des Transports du Québec (MTQ), qui a développé la formulation de l'enrobé et réalisé la conception. Le site a été instrumenté et fait l'objet d'un suivi par le MTQ et l'Institut national de recherche scientifique pour conduire une étude comparative des comportements structuraux et hydrauliques de chacune des moitiés du stationnement. La vignette montre la différence de texture entre l'asphalte poreux (à gauche) et conventionnel (à droite). Ce projet a fait l'objet d'une présentation au congrès INFRA 2022. _____	19-43
19-29.	Un stationnement en pavage perméable a été aménagé en 1977 au Walden State Park (Massachusetts, USA). _____	19-44
Figure 19-30.	Toiture végétalisée à Montréal _____	19-47
Figure 19-30.	Toiture végétalisée du Centre culture et environnement Frédéric Back _____	19-48
Figure 19-31.	Exemples de configuration de gouttières à éviter, car elles contribuent aux apports en eaux pluviales d'un système d'égout _____	19-51
Figure 19-32.	Exemples de configurations de gouttières dirigées vers des surfaces perméables _____	19-52
Figure 19-33.	Modification de la plomberie interne d'un bâtiment pour rediriger l'eau de pluie vers l'extérieur _____	19-53
Figure 19-34.	Types d'infrastructures intervenant dans la gestion des eaux pluviales _____	19-55
Figure 19-35.	Effet des infrastructures vertes sur les débordements d'un système d'égout unitaire _____	19-56
Figure 19-36.	Différences de température enregistrées à proximité du centre commercial DIX30, à Brossard, basé sur une image Landsat 5 du 5 juillet 2008. Une différence de 15 °C est mesurée par rapport aux boisés à proximité. _____	19-58

Figure 19-37.	Comparaison du nombre annuel de jours où la température maximale est supérieure à 30 °C en conditions actuelles (1991-2020) et futures (2061-2090) selon un scénario d'émissions élevées de gaz à effet de serre (SSP3-7.0). Une augmentation de 10 à 30 jours est anticipée dans les milieux habités (valeurs médianes des simulations).	19-59
Figure 19-38.	Bénéfices associés aux arbres. Les arbres sont les végétaux à privilégier dans le verdissement d'un territoire en raison de leurs multiples bénéfices.	19-60
Figure 19-39.	Exemple d'un réaménagement d'une rue où des avancées de trottoir ont été ajoutées avec bordure pleine n'offrant aucune possibilité de gestion des eaux pluviales.	19-61
Figure 19-40.	Exemple d'îlots verts dans des lieux publics ne permettant pas de capter et d'infiltrer les eaux pluviales en raison de l'installation de bordures continue. La considération des eaux pluviales au moment de la conception aurait pu faire de ces îlots des ouvrages d'infiltration à faibles coûts supplémentaires.	19-62
Figure 19-41.	Coupe type d'un système de biorétention	19-64
Figure 19-42.	Exemple de systèmes de biorétention	19-65
Figure 19-43.	Exemples de noues	19-66
Figure 19-44.	Exemple de saillies végétalisées à Montréal	19-67
Figure 19-45.	Comparaison entre une fosse de plantation drainante et une fosse de plantation conventionnelle	19-68
Figure 19-46.	Espace multifonctionnel au parc Dickie-Moore situé dans l'arrondissement Villeray–Saint-Michel–Parc-Extension, à Montréal	19-69
Figure 19-47.	Espace multifonctionnel à Montréal : parc Fleurs-de-Macadam sur la rue Mont-Royal Est (capacité de rétention de 120 m ³)	19-70
Figure 19-48.	Espace multifonctionnel à Montréal : parc Pierre-Dansereau dans Outremont (capacité de rétention de 630 m ³)	19-71
Figure 19-49.	Un prétraitement de type caniveau ou un enrochement sont typiquement utilisés à l'entrée d'une infrastructure végétalisée.	19-72
Figure 19-50.	Modes de fonctionnement possibles pour évacuer les eaux excédentaires d'une infrastructure végétalisée. À gauche : par débordement. À droite : par trop-plein.	19-74
Figure 19-51.	Essai de mise en service d'une infrastructure végétalisée avant l'acceptation des travaux pour démontrer que les eaux s'écoulent bien vers celle-ci. Cet essai est exigé par la Ville de Montréal.	19-75
Figure 19-52.	Exemple de tranchées d'infiltration	19-78
Figure 19-53.	Installation d'une conduite perforée	19-79

Figure 19-54.	Exemples de régulateurs de débit : régulateur à vortex (en haut) et plaque-orifice (en bas) _____	19-80
Figure 20-1.	Construction de réservoir de rétention d'eaux usées _____	20-2
Figure 20-2.	Exemple de réservoir avec mécanisme d'autonettoyage _____	20-4
Figure 21-1.	Comparaison de la progression des résultats (p.ex. la réduction des volumes ou des fréquences des débordements) de stratégies axées sur des infrastructures grises et de stratégies misant sur des infrastructures vertes pour le contrôle des débordements, telle qu'indiquée par la ville de New York (en haut) et la ville de Philadelphie (en bas) dans leur plan de gestion des débordements axé sur les infrastructures vertes (voir section 21.3.3 à ce sujet). _____	21-3
Figure 21-2.	Îlots de biorétention aménagés à Granby pour solutionner une problématique en remplacement de la solution initialement envisagée de surdimensionner les conduites _____	21-4
Figure 21-3.	Volumes de débordement simulés pour la période 2006-2009 et la période 2011-2015 selon le type de solutions implantées _____	21-6
Figure 21-4.	Fréquence maximale simulée par ouvrage de débordement pour la période 2006-2009 et la période 2011-2015 selon le type de solutions implantées _____	21-7
Figure 21-5.	Comparaison des rapports coût-bénéfices (\$/m ³ de réduction des volumes de débordement) selon le type de solutions implantées. Les barres d'erreurs représentent une variation de coûts de ±50 % des infrastructures grises (a) et vertes (b) respectivement. _____	21-8
Figure 21-6.	Volumes de débordement simulés pour juillet et août 2016 pour différents scénarios de gestion des débordements. Note : La priorité environnementale A est la priorité de non-débordement la plus élevée, tandis que la priorité environnementale F est la plus faible. _____	21-10
Figure 21-11.	Lac Onondaga (État de New York) _____	21-12
Figure 21-12.	Grâce à l'aide financière qu'il offre, le <i>Save the Rain program</i> permet de réduire les surfaces imperméables et de verdifier les terrains privés. Comparaison d'un terrain avant (gauche) et après (droite). _____	21-13
Figure 21-13.	Exemples d'activités de sensibilisation du public réalisées dans le cadre du <i>Save the Rain program</i> . A : Message payé sur un panneau publicitaire. B : Participation du public à l'aménagement d'infrastructures vertes. Une activité de décoration de barils de pluie (C) et une distribution de tatous (D) sont des manières de sensibiliser les enfants. _____	21-13
Figure 21-8.	Comparaison de sites avant (gauche) et après (droite) l'aménagement de surfaces perméables sur l'emprise publique dans le cadre du NYC Green Infrastructure Plan. _____	21-14
Figure 21-9.	Comparaison de coûts entre une stratégie misant sur les infrastructures vertes et une stratégie axée exclusivement sur les infrastructures grises pour réduire les volumes débordés à New York _____	21-15

Figure 21-7.	L'objectif du plan « Green City, Clean Waters » est de verdir les milieux de vie.	21-16
Figure 21-10.	Infrastructures vertes à Chicago	21-18
Figure 21-11.	Concept de « Sponge City » développé en Chine	21-19

Remerciements

Le Ministère tient à remercier les personnes suivantes pour leur contribution active au sein du comité consultatif créé pour commenter les textes de la version préliminaire du guide rédigés de 2019 à 2021 :

	Organisme affilié (en 2021)
Benoît Beaudoin	Technologies Maid labs
Alain Bédard	Avizo
Audrey Briand	Ville de Longueuil
Julien Brasseur-Chiasson	EnviroServices
David Courchesne	EXP
Sarah Dorner	École Polytechnique
Sophie Duchesne	INRS
Carl Gagnon-Ouellette	EXP
Martine Galarneau	Ville de Laval
Marie-Ève Jean	INRS
Joël Lambert	Ville de Victoriaville
Alain Mailhot	INRS
Marie Paré-Bourque	Ville de Québec
Benoît Plante	Ville de Trois-Rivières
Alain Roy	MAMH
Peter Vanrolleghem	ModelEAU et Université Laval

Le Ministère tient aussi à remercier particulièrement les personnes suivantes qui ont contribué à la rédaction du guide en fournissant de précieux commentaires et suggestions précieuses pour certains chapitres :

Alain Mailhot, Institut national de recherche scientifique
Marie-Ève Jean, Institut national de recherche scientifique
Marie Paré-Bourque, Ville de Québec
Marie Dugué, Ville de Montréal
Guy Trudel, Ville de Montréal
Simon Tremblay, TetraTech
Delphine Courvoisier, PR'eautech

L'équipe de coordination veut remercier le ministère des Affaires municipales et de l'Habitation pour la révision détaillée de la section 19.2 et des annexes 2 à 4 du présent guide, de même que les collègues du Ministère qui ont aidé à bonifier le guide, ainsi que tous ceux et celles qui ont fourni gracieusement des photos et des images.

Glossaire

Attestation d'assainissement municipale	Document légal délivré à une municipalité en vertu des articles 31.32 et suivants de la Loi sur la qualité de l'environnement ainsi que des articles 3, 17 et 18 du Règlement sur les ouvrages municipaux d'assainissement des eaux usées, qui précisent les conditions, les restrictions et les interdictions applicables à un ouvrage municipal d'assainissement des eaux usées.
Débordement d'eaux usées	Tout rejet d'eaux usées non traitées dans l'environnement ou dans un système de gestion des eaux pluviales.
Dérivation d'eaux usées	Tout rejet dans l'environnement d'eaux usées partiellement traitées dû au contournement d'une étape de traitement de la station d'épuration. Est considérée une dérivation tout déversement d'eaux usées effectué après un dégrilleur.
Déversement d'eaux usées	Rejet d'eaux usées à l'environnement, qu'il s'agisse d'un débordement ou d'une dérivation.
Eaux de captage direct	Eaux présentes dans un système d'égout à la suite d'une pluie via un processus direct, c'est-à-dire après que des eaux de ruissellement aient été captées par un équipement d'interception tels un puisard, une gouttière, un drain de toit plat raccordé à un système d'égout ou des trous de levage des tampons (couvercles) de regards.
Eaux de captage indirect	Eaux présentes dans un système d'égout à la suite d'une pluie via des processus indirects, tels que l'infiltration des eaux pluviales dans le sol et qui sont captées par un drain de fondation raccordé à un système d'égout.
Eaux parasites	Eaux retrouvées dans un système d'égout qui ne sont pas des eaux usées. Les eaux parasites regroupent les eaux d'infiltration et les eaux pluviales (eaux de captage).
Égout domestique	Type d'égout qui ne collecte que des eaux usées.
Égout pseudo-domestique	Type d'égout n'ayant aucun puisard raccordé à celui-ci, et qui ne capte donc pas les eaux pluviales des rues, mais sur lequel sont raccordés les branchements de service des bâtiments par lesquels sont évacuées les eaux des drains de fondation en plus des eaux usées, ainsi que, le cas échéant, les eaux de toiture.
Égout unitaire	Type d'égout qui collecte dans une même conduite à la fois les eaux usées (domestiques, industrielles, commerciales et institutionnelles) et les eaux pluviales.
Enregistreur électronique de débordement	Dans un système de suivi électronique des débordements, équipement qui reçoit le signal du capteur et l'enregistre pour une utilisation future. Par extension, l'expression « enregistreur électronique de débordement » est parfois utilisée comme synonyme de « système de suivi électronique des débordements ».

Infrastructure grise	Ouvrage lié au transport et à l'évacuation de l'eau, tels des conduites, des postes de pompage et des bassins de rétention. Les infrastructures grises n'utilisent pas de végétaux pour contrôler les eaux, d'où leur nom, lequel fait aussi référence au fait qu'elles comportent souvent des composantes en béton.
Infrastructure verte (de gestion des eaux pluviales)	Infrastructure qui capte puis infiltre les eaux de ruissellement avant qu'elles n'atteignent un réseau de drainage ou un cours d'eau. Cette infrastructure est « verte » en ce sens qu'elle imite le comportement hydrologique d'un sol naturel, c'est-à-dire une surface qui ne génère pas ou que peu de ruissellement à la suite d'un événement de pluie. L'appellation « verte » ne fait pas référence à la présence de végétaux, bien que la plupart du temps une infrastructure verte de gestion des eaux pluviales contient des végétaux. Les infrastructures vertes de gestion des eaux pluviales ont pour effet de réduire les quantités d'eau ruisselées vers un réseau de drainage ou un cours d'eau.
Mesure compensatoire	Mesure de gestion des débordements et des dérivations permettant le respect des normes de débordement (réglementaires et supplémentaires) d'un ou de plusieurs ouvrages de surverse et garantissant que les fréquences de dérivation en temps de pluie ne sont pas augmentées malgré l'ajout de débits dans un système d'égout.
Mesure correctrice	Mesure de gestion des débordements et des dérivations permettant de rendre conforme un ouvrage de surverse ou un ouvrage de dérivation qui ne respecte pas sa norme de débordement réglementaire (temps sec) ou supplémentaire (temps de pluie).
Mesure de gestion des débordements et des dérivations	Intervention, règle opérationnelle, équipement ou infrastructure permettant de maintenir ou de réduire une fréquence de débordement ou de dérivation.
Mesure de réduction	Mesure de gestion des débordements et des dérivations permettant de réduire la fréquence des débordements à l'échelle du système d'égout et la fréquence des dérivations de l'ensemble de la station d'épuration.
Méthode rationnelle	Équation qui permet d'estimer le débit maximum théorique pouvant ruisseler d'un territoire. Cette équation est $Q = CAI$, où « Q » est le débit maximum, « C », le coefficient de ruissellement, « A », la superficie du terrain considéré et « I », l'intensité de la pluie ayant une durée correspondant au temps de concentration du terrain considéré.
Ministère	Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs.
Municipalité	Dans le contexte du présent guide, le terme « municipalité » est utilisé de manière générique et désigne l'exploitant d'un système d'égout ou le maître de l'ouvrage, que celui-ci soit une municipalité, une régie intermunicipale ou une autre entité agissant à titre de concessionnaire pour une ou plusieurs municipalités.

Norme de débordement réglementaire	Obligation à l'égard des débordements et des dérivations inscrites dans le Règlement sur les ouvrages municipaux d'assainissement des eaux usées. Elle consiste en une interdiction de débordement ou de dérivation <u>en temps sec</u> , sauf pour les situations indiquées au Règlement.
Norme de débordement supplémentaire	Obligation inscrite dans une attestation d'assainissement municipale ainsi que dans le système de suivi des ouvrages municipaux d'assainissement des eaux usées à l'égard des débordements et des dérivations. Pour les débordements, il s'agit du nombre maximal de débordements permis pour un ouvrage de surverse dans <u>un contexte de fonte et de pluie</u> à ne pas dépasser pour une certaine période de l'année. Les normes de débordement supplémentaires s'ajoutent à la norme de débordement réglementaire.
Objectif de débordement	Valeur fixée par le Ministère indiquant la fréquence de débordement tolérable à laquelle un ouvrage de surverse devrait déborder au maximum sur une certaine période de l'année, compte tenu des caractéristiques et des usages de l'eau du milieu récepteur et de la composition des eaux usées.
Ouvrage de dérivation	Ouvrage mis en place pour rejeter des eaux usées partiellement traitées dans l'environnement.
Ouvrage de surverse	Ouvrage mis en place pour rejeter des eaux usées non traitées dans l'environnement ou dans un système de gestion des eaux pluviales.
Ouvrage municipal d'assainissement des eaux usées	Système d'égout exploité par une régie intermunicipale, une municipalité ou une personne agissant à titre de concessionnaire pour une municipalité conformément à l'article 43 de la Loi sur la qualité de l'environnement et à l'article 22 de la Loi sur les compétences municipales.
Plan de gestion des débordements et des dérivations d'eaux usées	Document préparé par une municipalité qui énonce les objectifs de contrôle des débordements et des dérivations poursuivis et qui décrit les mesures prévues pour atteindre ces objectifs, avec une démonstration de leur efficacité, et les moyens pour mettre en œuvre ces mesures avec un calendrier de leur réalisation.
Système d'égout	(Selon l'article 3 du REAFIE) Tout ouvrage utilisé pour la collecte, l'entreposage, le transport et le traitement des eaux usées, en tout ou en partie d'origine domestique, avant leur rejet dans l'environnement, à l'exception : <ul style="list-style-type: none"> 1° d'une canalisation desservant un seul bâtiment, raccordée à un système d'égout, située à l'intérieur de la limite de propriété de ce bâtiment; 2° d'un système de gestion des eaux pluviales qui reçoit des eaux usées d'origine domestique issues d'un ouvrage de surverse ou des eaux usées traitées; 3° d'un équipement ou d'un dispositif de traitement d'eau destiné à traiter des eaux autres que des eaux usées d'origine domestique et qui n'est pas exploité par une municipalité.

Acronymes

AAM	Attestation d'assainissement municipale
CMQ	Code municipal du Québec
DOMAEU	Description des ouvrages municipaux d'assainissement des eaux usées
EED	Enregistreur électronique de débordement
ICI	Industries, commerces et institutions
IDF	Intensité-durée-fréquence
LAU	Loi sur l'aménagement et l'urbanisme
LCM	Loi sur les compétences municipales
LCV	Loi sur les cités et villes
LFM	Loi sur la fiscalité municipale
LQE	Loi sur la qualité de l'environnement
MAMH	Ministères des Affaires municipales et de l'Habitation
MELCCFP	Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs
MTQ	Ministère des Transports du Québec
OMAEU	Ouvrage municipal d'assainissement des eaux usées
PGD	Plan de gestion des débordements et des dérivations
REAFIE	Règlement sur l'encadrement d'activités en fonction de leur impact sur l'environnement
ROMAEU	Règlement sur les ouvrages municipaux d'assainissement des eaux usées
SAP	Sanction administrative pécuniaire
Système SOMAEU	Système de suivi des ouvrages municipaux d'assainissement des eaux usées

Avant-propos

Les connaissances évoluant rapidement, le présent guide est sujet à des mises à jour périodiques. Dans ce contexte, le lecteur est invité à consulter régulièrement le site Web du Ministère pour constater d'éventuelles modifications apportées au guide.

CHAPITRE 15. Types de mesures de gestion des débordements et des dérivations

Une mesure de gestion des débordements et des dérivations est une intervention, une règle opérationnelle, un équipement ou une infrastructure qui permet de maintenir ou de réduire une fréquence de débordement ou de dérivation. Une telle mesure porte l'appellation de « mesure correctrice », « mesure compensatoire » ou « mesure de réduction » selon le but de la mise en œuvre de celle-ci.

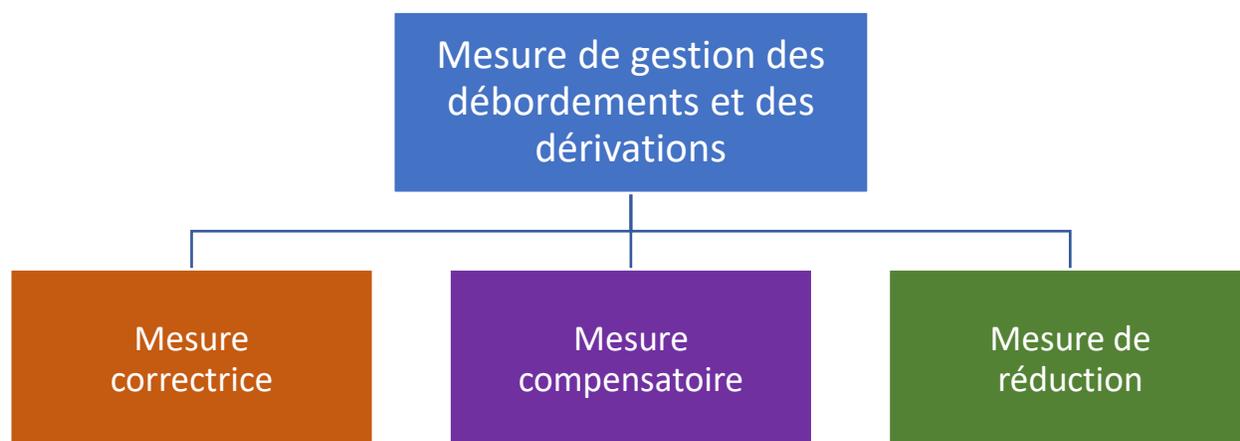


Figure 15-1. Classification des mesures de gestion des débordements et des dérivations

Une **mesure correctrice** permet de rendre conforme un ouvrage de surverse ou un ouvrage de dérivation qui ne respecte pas sa norme de débordement réglementaire (temps sec) ou supplémentaire (temps de pluie). Une mesure correctrice peut être imposée par le Ministère dans l'attestation d'assainissement municipale si, au moment de la préparation de celle-ci, un ou plusieurs ouvrages de surverse ou de dérivation sont en situation de non-conformité.

Une **mesure compensatoire** permet à un ouvrage de surverse de respecter ses normes de débordement (réglementaires et supplémentaires) et de ne pas augmenter les fréquences de malgré l'ajout de débits dans un système d'égout. Ces ajouts de débits peuvent avoir été déjà effectués ou être anticipés. Une mesure qui a pour but de rendre conforme un ouvrage de surverse en situation de non-conformité en raison de débits qui ont été ajoutés au réseau est à la fois considérée comme une « mesure correctrice » et une « mesure compensatoire ». Les mesures compensatoires sont les seules dont la mise en œuvre peut donner accès à la procédure de report de normes de débordement supplémentaires via le formulaire prévu à cette fin (voir la section 12.3.5).

Une **mesure de réduction** permet de réduire la fréquence des débordements à l'échelle du système d'égout et la fréquence des dérivations de l'ensemble de la station d'épuration. Ainsi, une mesure qui a pour effet de diminuer la fréquence des débordements à un ouvrage de surverse, mais d'augmenter celle d'un autre ouvrage n'est pas considérée comme une mesure de réduction.

NOTE : Ces trois classes de mesures de gestion des débordements et des dérivations ne sont pas mutuellement exclusives. Par exemple, une mesure prévue pour rendre conforme un ouvrage de surverse dont la norme de débordement supplémentaire n'est pas respectée en raison de la réalisation récente d'un projet qui a ajouté des débits au système d'égout (p. ex., nouveau centre commercial) est classée à la fois comme mesure correctrice et comme mesure compensatoire.

Les mesures de gestion des débordements et des dérivations peuvent être classées en deux catégories, comme indiqué au tableau 15-1 :

- CATÉGORIE 1 : **mesures qui visent à diminuer des apports en eaux** dans un système d'égout (apports en eaux usées, en eaux d'infiltration, en temps de pluie).
- CATÉGORIE 2 : **mesures qui affectent l'hydraulique** d'un système d'égout (optimiser ou augmenter la capacité d'évacuation du système d'égout).

Les mesures de **catégorie 2** qui augmentent la capacité hydraulique du système d'égout (augmentation des capacités d'interception ou d'un poste de pompage) peuvent améliorer la situation des débordements d'un ouvrage de surverse. Mais l'effet de ces mesures est d'évacuer plus d'eau vers l'aval et, ultimement, jusqu'à la station d'épuration. D'une part, une augmentation des débits vers l'aval peut augmenter la fréquence des débordements des ouvrages de surverse situés en aval et mener à des non-conformités face aux normes de débordement. D'autre part, une augmentation des débits acheminés vers la station d'épuration peut provoquer des dérivations en temps sec (ce qui est interdit par le ROMAEU, sauf exception) et augmenter la fréquence des dérivations en temps de pluie (ce qui est contraire à la Position ministérielle sur les débordements [voir la section 3.1]) si aucune autre mesure de gestion des débordements et des dérivations n'est prévue. De plus, l'arrivée à la station d'eaux usées diluées par des eaux de pluie peut réduire l'efficacité des traitements biologiques. Dans ce contexte, des mesures axées sur la diminution des apports en eaux (**catégorie 1**) devraient être privilégiées par rapport aux mesures de catégorie 2. Les mesures de catégorie 2, quant à elles, devraient plutôt être considérée comme complémentaire aux mesures de catégorie 1.

De plus, les mesures de **catégorie 1** présentent l'avantage de diminuer les débits qui atteignent la station d'épuration, réduisant ainsi les coûts d'exploitation de la station, les fréquences de dérivation et les fréquences de débordement.

En matière de gestion des eaux pluviales, une distinction importante entre les mesures de catégorie 1 et de catégorie 2 réside dans le choix des hypothèses conservatrices, comme discuté dans le passage « *Hypothèse de pluie la plus conservatrice* » à la section 12.3.6.1. En effet, pour la planification de mesures de **catégorie 1** axées sur la réduction des apports en temps de pluie (catégorie 1C du Tableau 15-1), l'hypothèse conservatrice (celle qui mène aux interventions de plus grande envergure) est celle qui suppose les pluies les plus **faibles** en intensité ou en hauteur d'eau tombée (p.ex. superficie de toiture à débrancher la plus grande, dimensionnement d'infrastructures vertes le plus grand, etc.). À l'inverse, pour la planification de mesures de **catégorie 2** axées sur l'hydraulique du système d'égout, l'hypothèse conservatrice est celle qui suppose les intensités ou les hauteurs d'eau tombée les plus **élevées** (dimensionnement de conduite le plus grand, capacité de pompage la plus élevée, volume de rétention le plus élevé, etc.). Cette nuance entre les deux catégories de mesure qui doit être bien comprise.

Tableau 15-1. Sommaire des mesures de gestion des débordements et des dérivations

Catégorie 1	Catégorie 2
INTERVENTIONS VISANT À DIMINUER LES APPORTS D'EAU AU SYSTÈME D'ÉGOUT	INTERVENTIONS AFFECTANT L'HYDRAULIQUE DU SYSTÈME D'ÉGOUT <i>(Voir le chapitre 20)</i>
<p>A) Diminution d'eaux usées <i>(voir le chapitre 17)</i></p> <p>Réduction des rejets d'eaux d'origine domestique et de ceux provenant des industries, commerces ou institutions. Par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Par le biais de la Stratégie québécoise d'économie d'eau potable; • Par la modification de procédés industriels. 	<p>A) Rétention</p> <p>Ajouter au système d'égout des ouvrages de rétention, c'est-à-dire des ouvrages qui permettent l'emmagasinement temporaire d'eau. En ne considérant que la question des débordements, cette rétention a souvent avantage à être située près des ouvrages de débordement. Lorsque des surcharges sont constatées plus en amont du système, des ouvrages de rétention situés dans les zones</p>

B) Diminution des eaux d'infiltration (voir le chapitre 18)

Les eaux d'infiltrations sont les eaux entrant dans le réseau par des fissures, des bris et d'autres éléments non étanches. Il s'agit essentiellement des eaux souterraines, mais aussi d'eaux de fuite d'aqueduc s'écoulant dans la tranchée commune de canalisation municipale. Les mesures pour réduire les eaux d'infiltrations sont :

- Réparation de conduites ou de regards;
- Réhabilitation de conduites ou de regards;
- Reconstruction de conduites ou de regards;
- Débranchement de drains de fondation;
- Réparation des fuites du système d'aqueduc;
- Déplacement des réseaux situés près ou sous les cours d'eau ou les fossés.

C) Diminution des apports en temps de pluie (voir le chapitre 19)

Aussi appelées « eaux de captage », il s'agit de toutes eaux pluviales captées par le système d'égout. Les apports en temps de pluie sont souvent directs, c'est-à-dire par des raccordements directs avec le système d'égout tels des puisards, des toitures reliées à des drains de fondation, des trous de regard, etc. Des exemples de mesures pour diminuer les apports en temps de pluie peuvent être :

- Réduction de largeur de rues;
- Ajout de toits verts;
- Conversion de surfaces imperméables en surfaces perméables (pavage perméable, ajout d'infrastructures végétalisées de gestion des eaux pluviales);
- Redirection des eaux pluviales vers des surfaces perméables (infrastructures végétalisées de gestion des eaux pluviales) plutôt que vers le système d'égout;
- Débranchement de gouttières et de drains de toit;
- Correction de raccordements inversés ou d'apports illicites;
- Régularisation des débits d'eaux pluviales entrant dans le système d'égout (par l'installation de régulateurs dans les puisards);
- Séparation de réseaux unitaires (remplacement d'un système d'égout unitaire par un système d'égout domestique et un système de gestion des eaux pluviales);
- Installation de bouchons sur les trous de levage des regards situés en des points bas.

supérieures du bassin versant pourraient être envisagés (voir la section 20.1).

B) Augmentation de la capacité hydraulique du système⁽¹⁾

- Augmentation de la capacité hydraulique du réseau (capacité d'interception et poste de pompage) (section 20.2)
- Implantation d'un système de gestion en temps réel de l'écoulement dans le système d'égout (section 20.3).
- Consolidation des points de débordements (section 20.4)
- Augmentation de la capacité d'une étape de traitement de station d'épuration (cette solution ne s'applique que pour des problématiques de dérivation des eaux).

¹ L'augmentation de la capacité d'évacuation d'une composante du système d'égout peut avoir pour effet de déplacer des occurrences de débordement vers un ouvrage de surverse situé en aval. Une vérification des effets sur les ouvrages de surverse et sur la fréquence de dérivation doit être effectuée lors de la planification d'une mesure visant à augmenter la capacité d'évacuation du système d'égout.

CHAPITRE 16. Bonnes pratiques de gestion pour minimiser les débordements et les dérivations

Les mesures suivantes, pouvant être définies comme de bonnes pratiques pour la gestion des systèmes d'égout, sont essentielles et devraient accompagner la mise en œuvre de toutes mesures de gestion des débordements. En effet, ces bonnes pratiques ont aussi pour effet de minimiser les fréquences de débordement et de dérivation ou leurs effets sur les milieux récepteurs. Ces bonnes pratiques sont appelées les « neuf mesures minimales » (*nine minimum controls*) telles que décrites par l'Agence de protection de l'environnement des États-Unis (EPA, 1995). Ce document de l'EPA peut d'ailleurs être consulté pour plus de détails sur ces mesures.

- **Programme d'inspection et entretien des ouvrages de débordement.** Un programme de suivi et d'inspection des ouvrages de débordement devrait être mis en place afin d'assurer un suivi de l'état des structures et d'en évaluer la performance. Ce programme devrait comprendre une liste de vérifications clés pour chaque structure, comme des vérifications visuelles, des vérifications du débit en temps sec, la vérification des conditions générales de l'équipement, etc. Il devra être couplé à un programme d'entretien et de réparation pour répondre aux observations qui auront été faites.
- **Assurer le maintien de la capacité du réseau.** Le réseau devrait être en mesure de fonctionner selon les capacités attendues. Des activités de nettoyage du réseau et de retrait des dépôts devraient être entreprises afin d'assurer le maintien de la capacité du réseau. Des inspections par caméra pourraient permettre de révéler l'état du réseau et de mieux planifier les activités et corriger rapidement tout bris ou défaut dont la présence favorise l'occurrence de débordement.
- **Identifier les sources d'eaux usées d'origine non-domestique.** Les eaux usées d'origine non-domestiques (industrie, commerces, institutions) peuvent représenter des apports importants au système d'égout. Elles peuvent aussi représenter des risques environnementaux et de santé publique en cas de débordements car elles peuvent contenir des contaminants non typiquement présents dans les eaux usées d'origine domestique, voire présenter une certaine toxicité. Il est donc d'intérêt qu'une municipalité possède un inventaire des sources d'eaux usées non-domestiques se rejetant à son système d'égout, et une quantification de ces eaux. Le traitement de ces eaux avant leur rejet au système d'égout devrait être exigé.
- **Maximiser le débit vers les installations de traitement.** La capacité des installations de traitement devrait être connue et analysée pour en déterminer le potentiel maximal. Si ce potentiel maximal n'est pas exploité, les causes et les limitations devraient être connues. Les mesures à mettre en place pour augmenter la capacité vers les installations doivent s'établir en examinant les différents éléments et en procédant dans la chaîne de traitement.
- **Éliminer les débordements en temps sec.** Les systèmes d'égout ne doivent pas déborder en temps sec. Tout débordement en temps sec signale une problématique locale (obstruction, bris, mauvaise opération des équipements, ou autre), un problème de capacité hydraulique (poste de pompage, conduite) ou des apports excessifs d'eaux usées (domestique ou non-domestique) ou d'eau d'infiltration. Des mesures doivent être prises rapidement pour corriger et prévenir tout débordement en temps sec.
- **Prétraitement des débordements.** Lorsque possible, les ouvrages de débordement devraient être en mesure de réduire le plus possible l'apport en déchets flottants par un prétraitement primaire du volume débordé (dégrillage, filet, déflecteur [*baffle*], modification du regard, etc.).
- **Contrôle des déchets flottants et des solides.** Les déchets flottants, telles les huiles et les graisses, ainsi que les déchets solides devraient être limités dans le réseau en mettant en place des mesures de contrôle à la source, comme le nettoyage des rues, des mesures de contrôle des

déchets à la surface, des trappes pour capter les déchets flottants, etc. Une réglementation adaptée et des mesures de sensibilisation du public qui favorisent une bonne disposition des déchets devraient également être définies et communiquées.

- **Aviser le public des débordements.** Les points de débordement devraient être clairement indiqués par des panneaux de notification visibles qui informent le public de la présence de l'ouvrage et des risques qui y sont associés. Des mêmes, les occurrences de débordements devaient être signalés au public en général, et aux individus et organismes touchés directement par les débordements en particulier. À cette fin, des contacts par le biais d'appels téléphoniques, de lettres ou d'avis peuvent être effectués.
- **Suivi des débordements.** Tout débordement devrait être répertorié et consigné dans un registre. Une documentation systématique des incidents de débordement à la surface, des refoulements d'égout, des défaillances et des problématiques de débris devrait être implantée. Les problèmes répétitifs devraient justifier l'interdiction de développement supplémentaire et des interventions prioritaires seraient à prévoir en premier lieu. De même, les conséquences des débordements sur les milieux récepteurs, les usages de l'eau, la faune et les habitats faunique devraient être documentés.

CHAPITRE 17. Réduction des apports : eaux usées

Au Québec, en 2017, la quantité d'eau distribuée s'élevait en moyenne à 530 litres par personne par jour (L/pers/d), soit un volume 24 % plus élevé que la moyenne canadienne et 49 % plus élevé que celle en Ontario (MAMH, 2023). Sachant qu'entre 80 % et 90 % de l'eau consommée retourne à l'égout (Brière, 2012), cette consommation élevée d'eau mène à des débits importants dans les systèmes d'égout, rendant ces derniers plus susceptibles de déborder lorsque des eaux d'infiltration et des apports en temps de pluie s'ajoutent. La réduction de la consommation d'eau potable, de manière à réduire les rejets d'eaux usées, devrait donc faire partie de toute stratégie visant à contrôler les débordements.

Il existe trois grands secteurs de consommateurs d'eau :

- Secteur résidentiel
- Secteur commercial et institutionnel
- Secteur industriel

La consommation résidentielle représente 66 % de l'eau consommée au Québec (MAMH, 2021a). Néanmoins, les établissements institutionnels (p. ex., les hôpitaux) et industriels (incluant les établissements agroalimentaires) sont d'intérêt pour la gestion des débordements puisque les eaux usées issues de ceux-ci peuvent être fortement contaminées, voire toxiques. Tout ouvrage de surverse situé en aval de tels établissements peut donc déborder des eaux particulièrement à risque pour l'environnement. Toute stratégie de contrôle des débordements devrait donc revoir et modifier au besoin les ententes relatives aux rejets à l'égout conclues avec ces établissements afin de s'assurer que les impacts des débordements sont minimisés.

Par ailleurs, lorsque des travaux planifiés sur des conduites, sur un équipement ou à la station d'épuration auront pour effet de produire des débordements ou des dérivations pour la durée des travaux, des avis demandant à la population de réduire sa consommation d'eau potable pour la période ciblée pour les travaux devraient toujours être publiés.

17.1 Secteur résidentiel

En 2019, la consommation résidentielle moyenne au Québec était de 262 L/pers/d (MAMH, 2021a). Il s'agit de 42 L/pers/d de plus que la moyenne canadienne de 2017 et de 78 L/pers/d de plus que la moyenne ontarienne de 2017, ce qui représente un écart de respectivement 16 % et 30 %.

Toujours en 2019, la consommation résidentielle représentait à elle seule environ 66 % de toutes les eaux consommées (MAMH, 2021a). Dans une résidence, ce sont les usages dans une salle de bain qui représentent la majorité de la consommation, comme indiqué au tableau 17-1.

Tableau 17-1. Proportion de la consommation résidentielle selon les usages

Usage	Proportion de la consommation résidentielle
Toilette	24 %
Robinets	20 %
Douche	20 %
Machine à laver (linge)	16 %
Fuite	13 %
Bain	3 %
Lave-vaisselle	3 %
Autres	2 %

La réduction de la consommation d'eau résidentielle, et donc des rejets à l'égout, devrait par conséquent cibler les toilettes, la douche et les lavabos. À cette fin, il existe des produits qui permettent de réduire la consommation d'eau, notamment ceux homologués WaterSense®. Ces produits peuvent réduire la consommation d'eau annuelle, et donc les rejets à l'égout, d'environ 72 000 L/pers (voir le tableau 17-2), soit environ 290 000 L pour un ménage de quatre personnes.

Les produits homologués [WaterSense®](#) réduisent d'au moins 20 % la consommation d'eau comparativement aux produits traditionnels.

Le symbole WaterSense signifie qu'un appareil a une faible consommation d'eau et respecte des critères stricts en matière de rendement. C'est l'organisme indépendant américain Environmental Protection Agency (EPA) qui a mis en place cette exigence en 2006.



Tableau 17-2. Produits permettant de réduire la consommation d'eau résidentielle

Produit	Gain	Estimation du volume annuel rejeté à l'égout évité (par personne) (L/pers/an)
Aérateur de robinet 	Peut réduire la consommation d'eau jusqu'à 50 %.	14 000 <i>(Robinet de 5,6 L/min plutôt que 13,5 L/min)</i>
Robinet à faible débit 	Consommation de 5,6 L/min (comparativement à 9,5 à 13,5 L/min pour de vieux modèles).	
Pomme de douche 	Peut réduire la consommation d'eau jusqu'à 6,6 L/min (comparativement à une pomme de douche habituelle qui évacue 17,5 L/min).	40 500 <i>(Pomme de douche de 6,6 L/min plutôt que 9,5 L/min)</i>
Toilette 	Utilisation de 3 L par chasse (comparativement à de vieux modèles de toilette qui utilisent 13 L par chasse).	18 250 <i>(Toilette de 3 L/chasse plutôt que 13 L/chasse)</i>

Source : Boldu-Paradis, 2021

Une municipalité peut donc agir pour réduire les rejets d'eaux usées à l'égout en provenance des domiciles en créant des incitatifs aux citoyens pour qu'ils utilisent des produits qui réduisent la consommation d'eau, comme le fait la [municipalité de Rivière-Ouelle](#) qui offre des ensembles de pommes de douche et d'aérateurs de robinet à prix réduit à ses citoyens.

Il est aussi à noter que le Code de construction (chapitre III – Plomberie) a été modifié, à l'initiative du gouvernement dans le cadre de la Stratégie québécoise d'économie d'eau potable, pour interdire l'installation de certains équipements de plomberie qui surconsomment l'eau. Ainsi, depuis le 27 septembre 2021, il est interdit d'installer :

- Des modèles de toilettes de plus de 4,8 L/chasse dans les habitations et dans les immeubles non résidentiels (avec exception pour les immeubles non résidentiels s'il y a risque de blocage);
- Des pommes de douche de plus de 7,6 L/min (avec exception pour les établissements de soins);
- Des robinets de lavabo de plus de 5,7 L/min pour l'usage privé et de plus 1,9 L/min pour l'usage public (avec exception pour les établissements de soins).

De plus, le gouvernement prévoit de proposer de nouvelles modifications au Code de construction (MAMH, 2021a) :

- Interdire l'installation des modèles de toilette à double chasse avec une petite chasse de plus de 3 L/chasse;
- Interdire l'installation des robinets de lavabo de plus de 4,5 L/min;
- Interdire l'installation des robinets d'évier de plus de 6,8 L/min avec l'option de modifier le débit à 8,3 L/min avec un bouton-pression.

17.2 Secteur commercial et institutionnel

NOTE : Cette section reproduit des textes provenant des guides *L'économie d'eau potable et les municipalités – Volume 1* et *Volume 2* publiés par le ministère des Affaires municipales et de l'Habitation dans le cadre de la Stratégie québécoise d'économie d'eau potable. (MAMH, 2021c et MAMH, 2021d)

Dans les commerces et institutions, deux principaux usages génèrent des rejets importants à l'égout :

- Les systèmes de refroidissement;
- Les toilettes et les urinoirs.

Les mesures suivantes permettent de réduire la consommation d'eau potable et, donc, les rejets à l'égout :

- Le remplacement des climatiseurs et des systèmes de réfrigération refroidis à l'eau;
- La conversion d'un système de refroidissement;
- Le remplacement des urinoirs à chasse périodique par des modèles dont la chasse est manuelle ou contrôlée par un œil magique. Il existe sur le marché des urinoirs consommant 1,9 L par chasse d'eau; ils devraient devenir bientôt les seuls à être vendus au Québec;
- Le rattrapage, c'est-à-dire la modification des équipements sanitaires grâce à l'installation de dispositifs économiseurs d'eau comme les toilettes et les robinets;
- L'installation de pommes de douche à faible débit dans les gymnases, les piscines, les écoles et les hôtels;

- L'installation d'équipements à faible consommation d'eau (machines à laver à axe horizontal, lave-vaisselle);
- La vérification périodique des factures d'eau afin de détecter tout gaspillage, toute perte ou toute fuite;
- Le recyclage de l'eau dans les lave-autos;
- La détection périodique et la réparation des fuites.

À propos des systèmes de réfrigération, de climatisation et de refroidissement

Les besoins en réfrigération, climatisation et refroidissement représentent plus de 50 % de la demande en eau des institutions, commerces et industries.

Il est cependant fréquent de voir les systèmes de climatisation et de réfrigération munis de systèmes de refroidissement utilisant l'eau. La conversion de tels systèmes vers des systèmes de refroidissement à air est commune et facile. Les informations obtenues au Québec en 2010 auprès de deux entreprises spécialisées en réfrigération ont permis d'établir que le coût du remplacement d'un système de refroidissement à eau situé à l'intérieur d'un bâtiment par un système de refroidissement à air situé à l'extérieur du bâtiment, pour une unité d'une capacité de 12 000 BTU, représente un coût de l'ordre de 3 000 \$. Les frais inhérents à ces travaux comprennent, entre autres, l'échangeur de chaleur, les valves de contrôle, environ 6 m de conduites de gaz, les raccords électriques et le démantèlement de la vieille unité. À titre indicatif, une unité de réfrigération de 12 000 BTU peut servir aux utilisations suivantes :

- Réfrigération : chambre de 3 m x 3 m
- Congélation : chambre de 1,5 m x 1,5 m
- Climatisation : résidentielle – 60 m²; commerciale – 40 m²

L'installation d'un refroidisseur à air situé à l'extérieur d'un bâtiment comporte certaines contraintes, dont les principales sont : la localisation de l'unité, l'esthétique, le bruit et l'entretien.

La consommation en eau des systèmes de réfrigération, de climatisation et de refroidissement peut être réduite en dotant ces systèmes d'une boucle de recirculation d'eau, en ajustant les valves d'alimentation en eau de refroidissement et en favorisant des compresseurs ou des condenseurs refroidis à l'air. Pour plus de détails techniques, les sections 5.4.2, Les climatiseurs, chambres froides, congélateurs, groupes frigorifiques, compresseurs et condenseurs, et 5.4.4, Les tours de refroidissement, du [Guide méthodologique d'audit de l'usage de l'eau en milieu institutionnel](#) peuvent être consultés.

Exemples de cas

- À **Sainte-Foy**, un restaurant a remplacé son climatiseur refroidi à l'eau par un climatiseur refroidi à l'air. La consommation d'eau nécessaire pour la climatisation a chuté de 79 m³/d à 7 m³/d, ce qui représente une économie de 26 280 m³/an.
- À **Laval**, un dépanneur a remplacé son système de réfrigération. Sa consommation est passée de plus de 7 000 m³/an à moins de 200 m³/an. De la même façon, une boulangerie a réduit sa consommation de plus de 23 000 m³/an à 940 m³/an.
- La **Ville de Montréal** a adopté deux règlements⁵⁸ interdisant l'utilisation d'appareils, en particulier les appareils de climatisation, de réfrigération et de refroidissement, qui utilisent l'eau d'aqueduc, et exigeant leur remplacement. À cette occasion, la Ville a produit un [document explicatif](#) sur les appareils de refroidissement utilisant de l'eau.

⁵⁸ Règlements [13-023](#) et [13-011](#) pour le secteur résidentiel et les institutions/commerces/industries respectivement.

17.2.1 Établissements cibles

En raison de la présence de systèmes de refroidissement, de toilettes et d'urinoirs, les établissements listés au tableau 17-3 devraient être visés par des efforts de réduction de la consommation d'eau potable et, donc, de rejets à l'égout.

Tableau 17-3. Établissements institutionnels ou commerciaux qui devraient être visés par des efforts de réduction de consommation d'eau potable et, donc, de rejets à l'égout

Établissement	Remarque
Établissements municipaux	<p>L'économie d'eau entraîne peu de réactions négatives sur le plan des principes, mais quand, par exemple, vient le temps d'installer des compteurs, on entend souvent des remarques voulant que la municipalité ferait mieux de commencer par régler le problème des fuites ou d'arrêter de laver les rues avec de l'eau potable. Message à retenir : montrer l'exemple, et ce, aussi bien en réduisant les fuites et les purges sur le réseau qu'en réduisant ses propres usages (urinoirs à chasse périodique dans les édifices publics et toilettes dans les HLM, par exemple).</p> <p>Ainsi, une municipalité devrait s'engager à prendre les actions suivantes pour remplacer les toilettes, les urinoirs et les robinets de salle de bain par des équipements certifiés WaterSense® dans les immeubles municipaux :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Répertorier et documenter les équipements (toilettes, urinoirs, pommes de douche et robinets de salle de bain) dans tous les immeubles municipaux existants; 2. Installer des aérateurs de robinet dans tous les immeubles municipaux existants en priorisant les robinets les plus utilisés; 3. Installer des toilettes, des robinets, des aérateurs, des urinoirs, des pommes de douche et des adoucisseurs d'eau certifiés WaterSense® dans les projets de construction, d'agrandissement et de rénovation des immeubles municipaux. <p>De même, certains bâtiments (les aréas en particulier) peuvent encore être équipés de compresseurs refroidis à l'eau. Ceux-ci devraient être remplacés par des équipements qui n'utilisent pas d'eau potable.</p>
Hôtels	<p>Dans les villes touristiques, les hôtels peuvent représenter une part importante de la consommation d'eau issue du secteur commercial. Une étude réalisée à Vancouver s'est intéressée à 26 hôtels de la région. Les résultats ont démontré que la consommation d'eau de ces hôtels se situait entre 370 et 1 500 L par chambre par jour. De façon générale, les hôtels plus récents, équipés de toilettes, de pommes de douche et de robinets à débit réduit, utilisaient moins d'eau. À l'opposé, les vieux hôtels équipés d'anciens systèmes, notamment de climatisation, étaient de très grands consommateurs d'eau (Leblanc et Huber, 1999).</p> <p>Dans l'ensemble, les usages domestiques associés aux toilettes, aux urinoirs, aux robinets et aux douches représentaient 35 % de la consommation des hôtels. Le service de blanchisserie, lorsqu'il était offert par les hôtels, représentait 15 % de la consommation totale de l'hôtel. Quelque 11 % étaient attribuables à la cuisine et environ 5 % de la consommation d'eau servaient à l'arrosage. Les autres usages associés à la piscine, aux systèmes de climatisation et de réfrigération ainsi qu'aux fuites pouvaient atteindre 43 % de la consommation. Dans les bâtiments équipés d'anciens systèmes de climatisation, ce seul usage pouvait représenter 30 % de la consommation totale.</p>

Tableau 17-3 (suite)

Établissement	Remarque
Hôpitaux et bâtiments reliés aux soins de santé	Les hôpitaux consomment de l'eau principalement pour leurs installations sanitaires, le nettoyage, la climatisation, la cuisine et la blanchisserie. Comme proposé pour les autres commerces et institutions, les hôpitaux peuvent adapter leurs équipements sanitaires pour qu'ils consomment moins d'eau. Ils peuvent aussi modifier leurs vieux systèmes de climatisation en installant des tours de refroidissement, ce qui permet de faire recirculer l'eau en circuit fermé. Une autre option consiste à remplacer les anciens systèmes par des modèles qui utilisent de l'air plutôt que de l'eau.
Services de restauration et bars	Le volume d'eau consommée par les restaurants varie énormément selon le type de service offert (rapide ou complet), le nombre de clients et l'âge des équipements utilisés. La plus grande partie de la consommation d'eau se situe normalement dans la cuisine. L'eau y est utilisée pour la cuisson, le nettoyage, le lavage de la vaisselle, la préparation des aliments, la production de glace et la réfrigération. La consommation d'eau par les clients du restaurant est également un aspect important. Enfin, l'eau est aussi utilisée pour le bar, les toilettes et le service de nettoyage des uniformes, etc.
Lave-autos commerciaux	<p>En Amérique du Nord, plus de 60 % des propriétaires de voitures préfèrent utiliser les services d'un lave-auto commercial plutôt que de laver leur voiture à domicile. En plus de consommer de grandes quantités d'eau, le lavage automobile commercial génère des contaminants tels que des solides (poussière, sable, roche, boue, etc.), des sels, des huiles et graisses, la demande chimique en oxygène des détergents, du plomb, du zinc et d'autres métaux (International Carwash Association, 2012). La consommation d'eau d'un lave-auto varie en fonction des techniques de lavage et du degré de saleté des voitures. Au Québec, compte tenu des conditions météorologiques, les lave-autos fonctionnent dans la plage la plus élevée de consommation d'eau pour assurer un lavage complet des voitures.</p> <p>L'adoption d'un règlement municipal exigeant l'installation d'un système de récupération fonctionnel dans les lave-autos existants est recommandée. Voir le modèle de règlement municipal sur l'utilisation de l'eau potable du MAMOT⁵⁹.</p>
Immeubles de bureaux	Les toilettes, les robinets et les urinoirs sont les principales sources de consommation d'eau potable dans les immeubles de bureaux, les commerces de détail et les établissements d'enseignement. Les responsables de l'entretien devraient effectuer une vérification régulière de ces équipements afin de s'assurer qu'ils ne coulent pas. Les urinoirs à chasse périodique devraient être remplacés par des modèles à chasse manuelle ou par des modèles munis d'un œil magique. À défaut de leur remplacement, l'intervalle de chasse d'eau dans les urinoirs de type périodique devrait être ajusté à 10 minutes au minimum. De plus, leur alimentation devrait être fermée lorsque l'établissement est lui-même fermé.
Commerces de détail	
Établissements d'enseignement	

Source : MAMOT, 2018

⁵⁹ Dans le cadre de la Stratégie québécoise sur l'économie d'eau potable, les municipalités avaient jusqu'au 1^{er} septembre 2021 pour adopter un règlement municipal similaire à ce modèle.

17.2.2 Exemples de cas

17.2.2.1. Hôpital Sainte-Anne-de-Bellevue

Plusieurs mesures visant à réduire la consommation d'eau ont été mises en place par les Services techniques de l'Hôpital Sainte-Anne-de-Bellevue. Celles-ci n'ont pas toutes eu la même incidence sur la consommation d'eau. En effet, l'installation d'une tour pour refroidir les condenseurs des chambres froides et les congélateurs a permis à elle seule d'économiser plus d'eau que toutes les autres mesures mises ensemble. La réduction engendrée par ce nouveau dispositif s'élève à environ 160 m³ d'eau par jour, ce qui équivaut à plus de 58 000 m³ par année.

D'autres mesures qui ont été prises par les Services techniques pour réduire la consommation :

- Modernisation des tours de refroidissement utilisées pour la climatisation;
- Restauration des conduites;
- Lecture des compteurs d'eau et suivi sur informatique de la consommation;
- Entretien préventif des équipements;
- Installation de 200 aérateurs sur les robinets (débit de 6,8 L/min plutôt que 10 L/min);
- Installation de 40 pommes de douche à débit réduit (débit de 11,7 L/min plutôt que 20,4 L/min);
- Remplacement des compresseurs à eau par des compresseurs à pistons. Cette modification a permis d'économiser plus de 52 m³ d'eau par jour.

17.2.2.2. Cégep de Saint-Laurent

En 2006, le Cégep de Saint-Laurent a mis en place un programme de réduction de la consommation d'eau potable. L'installation d'un nouveau compteur d'eau électronique et de débitmètres à ultrasons a permis de détecter les consommations anormales, les bris et les équipements défectueux. Les urinoirs ont été modifiés (minuteriers et détecteurs infrarouges), les compresseurs et les unités de climatisation à l'eau ont été remplacés par un système de refroidissement avec échangeur de chaleur eau-air et des unités de climatisation à l'air. Un système de filtration à cartouche a été installé à la piscine pour minimiser la quantité d'eau de lavage, tandis que les fuites de robinets, les vannes défectueuses et plusieurs toilettes ont été réparées. Toutes ces interventions ont permis de diminuer la consommation d'eau potable au cégep de 52 %. La consommation d'eau potable est passée de 70 L/pers/d en 2006 à moins de 24 L/pers/d en 2010.

17.2.2.3. Lave-autos

En 2013, Groupe Domax a lancé son réseau de lave-autos intelligents Brio qui assure un lavage efficace et soucieux de l'environnement. En effet, le lave-auto Brio récupère, traite et recycle jusqu'à 95 % de l'eau (266 L sur 280 L utilisés), en s'assurant d'enlever les particules de savon, et utilise l'eau de pluie comme première source d'approvisionnement. L'eau de l'aqueduc est donc utilisée en dernier recours, lors d'une pénurie de réserve d'eau de pluie.

Autre exemple : la succursale de Sainte-Thérèse du lave-auto Lub Express utilise 23 L d'eau par lavage, soit 10 % de la consommation normalement utilisée, le système de recyclage de l'eau récupérant 90 % de l'eau utilisée pour un lavage. Les résidus de lavage sont acheminés vers des bacs de récupération qui sont pompés par des compagnies spécialisées. Ces particularités ont permis au lave-auto de faire partie du programme WaterSavers® qui reconnaît les bonnes pratiques environnementales.

17.2.2.4. Poste de la Sûreté du Québec

Le poste de sûreté du Québec Laurier-Station a réalisé des économies d'eau de l'ordre de 29 % en installant des appareils de plomberie et des économiseurs d'eau dans son bâtiment.

17.3 Secteur industriel

Cette section reproduit essentiellement des textes provenant du guide [L'économie d'eau potable et les municipalités – Volume 1](#) publié par le ministère des Affaires municipales et de l'Occupation du territoire dans le cadre de la Stratégie québécoise d'économie d'eau potable.

En matière de consommation d'eau potable, les industries représentent une catégorie particulière. Ce sont des usagers beaucoup moins nombreux que les autres catégories, qui ont souvent des consommations élevées et qui sont habituellement équipés de compteurs. Cette dernière caractéristique permet d'identifier rapidement les plus gros usagers et de cibler les interventions.

En milieu industriel, l'eau sert dans différents procédés de fabrication. Elle est utilisée en tant que matière première ou pour le lavage. On l'emploie aussi pour le refroidissement, pour l'arrosage des pelouses et à des fins sanitaires. La consommation d'eau liée aux usages sanitaires peut être réduite en utilisant les méthodes décrites aux sections 17.1 et 17.2. D'autres possibilités d'économie sont possibles et peuvent être déterminées spécifiquement lors d'audits.

La consommation d'eau industrielle peut généralement être réduite à l'aide des méthodes suivantes :

- Le remplacement des refroidisseurs à l'eau par des systèmes fermés;
- La classification et la ségrégation des eaux de procédés qui permettent de déterminer les possibilités de réutilisation et d'optimisation;
- La réutilisation des eaux usées;
- La modification des procédés de fabrication;
- La vérification des factures d'eau qui aide à cerner les fuites et les procédés qui utilisent plus d'eau que nécessaire;
- Le recours à des techniques d'arrosage efficaces;
- L'utilisation d'eaux grises d'abord et d'eau propre ensuite dans les activités de nettoyage.

Le transfert de chaleur (réfrigération, climatisation et refroidissement d'équipements industriels), le transfert de matière (procédé industriel), le lavage et la matière première sont les quatre principaux usages industriels de l'eau.

De nombreuses villes nord-américaines procèdent à des audits d'usagers majeurs industriels, et ce, même s'ils sont tous équipés de compteurs. Il faut comprendre que, pour l'industrie, la facture d'eau peut ne représenter qu'une très faible partie de ses coûts de production. C'est ainsi que la Ville d'Ottawa subventionne les audits industriels dans la mesure où les résultats peuvent être rendus disponibles aux autres usagers de même catégorie.

Eaux de lavage de l'industrie agroalimentaire

Voici des mesures qui peuvent être exigées à des industries agroalimentaires pour réduire leur consommation d'eau potable lors des étapes de lavage (liste basée sur les mesures imposées par la Ville de Montréal) :

- Installation d'une valve de fermeture et d'un dispositif antirefoulement sur la conduite d'eau potable alimentant certains procédés.
- Installation de soupapes à fermeture automatique de type pistolet à l'extrémité des boyaux d'arrosage, utilisation de systèmes de lavage à haute pression et à faible débit, installation de dispositifs automatiques d'arrêt du débit d'eau (p. ex., vanne solénoïde asservie à un interrupteur limite).

- Séparation des eaux de refroidissement et des eaux de procédé, réutilisation de ces eaux ou rejet à l'égout pluvial.
- Contrôle thermostatique sur les eaux de refroidissement ou recirculation à l'aide d'une tour de refroidissement.
- Installation de compteurs sur les conduites d'alimentation des principaux procédés.
- Réutilisation des eaux de rinçage comme eau de lavage.
- Méthode de nettoyage à sec plutôt que les nettoyages à l'eau, particulièrement dans le cas des procédés de manipulation de grains.
- Utilisation d'un système de lavage en deux étapes, soit un premier lavage produisant un résidu concentré qui est recyclé ou éliminé à l'extérieur dans un site autorisé et un deuxième lavage dont les eaux moins contaminées sont réutilisées comme appoint au premier lavage.

Voici trois exemples d'industries situées sur l'île de Montréal qui ont expérimenté avec succès des mesures qui ont conduit à une réduction importante de leur consommation et, donc, des rejets à l'égout.

17.3.1 Exemples de cas

17.3.1.1. Stelfil

Située à Lachine, l'entreprise Stelfil produit du fil d'acier galvanisé. Avant d'être recouvert de zinc, le fil doit être abondamment nettoyé et refroidi avec de l'eau. La compagnie a entrepris des mesures visant à réduire sa consommation d'eau. Tous les membres du personnel de l'usine ont été sensibilisés. De plus, la tuyauterie a été modifiée afin de réduire le diamètre des conduites. Grâce à ces efforts, la consommation est passée de 4 m³ à 2 m³/min. Durant cette même période, la production a doublé. Ainsi, l'utilisation de l'eau est maintenant quatre fois plus efficace. Aucun investissement majeur n'a été requis. L'entreprise envisage maintenant d'installer des tours de refroidissement afin de retourner l'eau en tête de procédé.

17.3.1.2. Viasystems Canada

Viasystems Canada est une entreprise spécialisée dans la microélectronique. Au cours des dix dernières années, ses usines de Pointe-Claire et de Kirkland ont économisé près de 600 000 m³ d'eau potable, soit près de 80 % des besoins annuels en eau des deux usines. Durant cette même période, la production des circuits imprimés a plus que triplé. L'économie d'eau a réduit la facture d'eau de la compagnie d'environ 300 000 \$ sans compter les économies pour le traitement de l'eau et l'élimination des déchets. Pour réduire sa consommation d'eau potable, Viasystems a instauré un système de contrôle des procédés dans ses usines. De plus, des systèmes de filtration par osmose inverse ont été installés pour réutiliser en boucle fermée une certaine quantité des eaux de procédé.

17.3.1.3. Fleischmann's

L'usine Fleischmann's, située à LaSalle, se spécialise dans la fabrication de levures de boulangerie. Dans son procédé, l'entreprise utilise d'immenses fermenteurs qui doivent être maintenus à température constante. En conséquence, les volumes d'eau de refroidissement utilisés sont considérables. En plus de ces eaux de refroidissement, des volumes d'eau importants sont utilisés directement dans le procédé. Depuis le début de son programme visant à réduire sa consommation d'eau potable, l'entreprise a réalisé des économies d'eau filtrée de l'ordre de 46 % et a éliminé complètement le rejet de ses eaux de refroidissement vers le système d'égout.

17.4 Autres bénéfices de la réduction de la consommation d'eau potable

La réduction de la consommation d'eau potable permet de réduire les débits rejetés à l'égout et, donc, de diminuer les risques de débordement et de dérivation d'eaux usées.

La réduction de la consommation d'eau potable permet aussi de réduire les coûts liés aux produits chimiques et à l'énergie (coûts variables) pour le traitement et la distribution de l'eau potable, mais aussi les coûts variables pour la collecte et le traitement des eaux usées. La réduction de la consommation d'eau potable contribue donc à réduire doublement les coûts municipaux liés au traitement des eaux.

Les coûts variables dépendent des traitements et du pompage. En général, ces coûts sont supérieurs à 0,06 \$/m³ pour l'eau potable et à 0,15 \$/m³ pour les eaux usées, pour un total supérieur à 0,21 \$/m³, qui peut aussi atteindre 0,40 \$/m³ (MAMOT, 2018). À Montréal, par exemple, le coût de production d'eau potable est d'environ 0,12 \$/m³ et le coût de traitement des eaux usées s'élève à environ 0,11 \$/m³ (Ville de Montréal, 2021). Ainsi, à Montréal, tout volume d'eau potable consommé en moins procure une économie d'environ 0,23 \$/m³. Ces coûts n'incluent pas ceux liés à l'exploitation et à l'entretien du réseau de distribution et de collecte des eaux.

Au Québec, en 2013, le coût moyen des services d'eau était évalué à 1,51 \$ le mètre cube. Ce coût inclut la production et la distribution d'eau potable ainsi que les coûts de collecte et de traitement des eaux usées. En plus de constituer une meilleure gestion de la ressource, une réduction de 20 % de la quantité d'eau distribuée par personne pourrait représenter sur 20 ans des économies brutes de l'ordre de 700 millions de dollars en frais variables et de 1,3 milliard de dollars en coûts reportés ou évités (MDDEFP, 2013).

Par ailleurs, un autre bénéfice lié à la réduction de la consommation d'eau potable est qu'elle permet à une municipalité d'augmenter la quantité de bâtiments desservis sans augmenter les capacités des infrastructures de production et de distribution d'eau potable. Les municipalités s'évitent ainsi d'importants investissements si elles peuvent desservir plus de personnes avec leurs infrastructures existantes.

17.5 Ressources disponibles

Dans le cadre de la Stratégie québécoise d'économie d'eau potable, le ministère des Affaires municipales et de l'Habitation (MAMH) a produit de nombreux documents de soutien aux municipalités. Le lecteur est invité à consulter la [page Web de la Stratégie](#) pour en savoir plus.

Notamment, le MAMH a publié un [modèle de règlement sur l'utilisation de l'eau potable](#) à l'intention des municipalités. Il est à noter que dans le cadre de la Stratégie, les municipalités avaient jusqu'au 1^{er} septembre 2021 pour adopter un règlement municipal similaire à ce modèle. Un [modèle de règlement sur les compteurs d'eau](#) est aussi disponible.

Aussi, le [volume 1](#) et le [volume 2](#) du guide *L'économie d'eau potable et les municipalités*, utilisés pour la rédaction du présent chapitre, constituent des références pertinentes.

CHAPITRE 18. Réduction des apports : eaux d'infiltration

Les eaux d'infiltration sont celles issues des eaux souterraines, auxquelles s'ajoutent les eaux de fuite d'aqueduc.

NOTE : Les eaux pluviales qui percolent dans le sol et qui sont captées par le système d'égout via des défauts (fissures, bris, joints non étanches, etc.) sont des eaux de captage indirect. La diminution des apports en eaux pluviales est l'objet du chapitre 19.

Une réduction des apports d'eaux d'infiltration peut être obtenue par trois méthodes discutées plus en détail dans les prochaines sections :

- Réhabilitation d'un tronçon d'égout;
- Remplacement de conduites;
- Débranchement de drains de fondation.

Les conduites à réhabiliter ou à remplacer sont souvent celles qui sont les plus dégradées. Celles-ci sont généralement déterminées lors de la préparation d'un plan d'intervention, dont la procédure est décrite sommairement à la section 9.4.5.1, ou par la présence d'une quantité importante d'eaux d'infiltration, comme décrit à la section 10.4.1.

Le Tableau 18-1 présente les solutions aux sources communes d'eaux d'infiltration.

Tableau 18-1. Sources communes d'eaux d'infiltration et solutions types

Source d'eaux d'infiltration	Localisation	Stratégie d'élimination
Raccord d'une pompe d'évacuation (« sump pump »)	Privée	Évacuer les eaux en surface à distance du bâtiment ou vers le système de gestion d'eaux pluviales.
Drain de fondation	Privée	Débrancher le drain du système d'égout et le raccorder au système de gestion des eaux pluviales.
Branchement de service sanitaire	Privée	Réhabiliter le branchement ou le remplacer.
Regard fissuré ou endommagé	Privée	Appliquer un scellant sur la cheminée, chemiser le regard ou le remplacer.
Conduite d'égout	Publique	Réhabiliter la conduite ou la remplacer.

Inspiré de Leandro, 2016

À propos des drains de fondation et des branchements de service sanitaire

Plusieurs études ont mis en évidence que les drains de fondation et les branchements de service peuvent être une source importante d'eaux d'infiltration et d'eaux pluviales (voir la section 18.3). Pour cette raison, ils ne doivent pas être négligés dans une stratégie de réduction des eaux parasites, bien que des interventions sur des terrains privés puissent être plus difficiles à réaliser pour des aspects légaux ou de responsabilité concernant les travaux.

Réduction des apports en eaux d'infiltration à titre de mesures compensatoires

La réduction des apports d'eaux parasites (réfection de conduites, débranchement de drain de fondation, etc.) est souvent ciblée comme mesure de gestion des débordements et des dérivations, en particulier comme mesure compensatoire. Les recommandations suivantes devraient être considérées dans une telle situation.

D'une part, la quantification des débits d'eaux d'infiltration présentes dans le réseau (dont l'élimination par des travaux de réhabilitation, de reconstruction de conduite ou de débranchement de drains de fondation pourra servir pour compenser des débits ajoutés) devrait s'appuyer sur des **mesures de débits** et non sur des valeurs théoriques.

D'autre part, des mesures en continu sur la période d'application de la norme de débordement supplémentaire devraient être utilisées. En effet, **si, durant les périodes d'application des normes de débordement supplémentaires, aucun débit d'infiltration n'est mesuré (car le niveau des eaux souterraines se serait abaissé sous le niveau du système d'égout et des drains de fondation), il n'est pas recommandé de considérer cette mesure comme « mesure compensatoire »**. En effet, puisqu'il existe une période où aucune eau d'infiltration n'est présente, l'ajout de débits au système d'égout provoquera un non-respect des normes de débordement supplémentaires : il ne sera pas compensé par une réduction équivalente en eaux d'infiltration, et ce, pour l'entièreté de la période d'application de la norme.

Toutefois, si des données démontrent la présence continue d'eaux d'infiltration pendant la période d'application des normes de débordement supplémentaires, alors toute mesure de réduction des apports d'eaux d'infiltration peut effectivement conduire à une réduction continue et constante des débits d'infiltration dans le système d'égout. La mise en œuvre d'une mesure de réduction des eaux d'infiltration (travaux de réhabilitation, de reconstruction de conduites ou de débranchement de drains de fondation) peut donc alors effectivement agir comme mesure compensatoire, c'est-à-dire dégager une capacité hydraulique pour d'éventuels ajouts de débits. Ainsi, pour la planification de mesures compensatoires basées sur des mesures de réduction d'eaux d'infiltration, **le débit minimal d'eaux d'infiltration mesuré durant la période d'application des normes de débordement supplémentaires des ouvrages de surverse ciblés devrait être utilisé, cette valeur pouvant être nulle (zéro) s'il existe un moment où aucun débit d'infiltration n'est mesuré durant cette période**. Cette valeur de débit devrait cependant être abaissée comme décrit au paragraphe suivant.

En effet, les travaux de réhabilitation ou de reconstruction de conduites n'éliminent pas 100 % du débit d'infiltration présent initialement. Comme indiqué à la section 18.3, les branchements de service peuvent contribuer à 20 % à 60 % du débit d'infiltration. Par ailleurs, les conduites réhabilitées ou remplacées peuvent ne pas être complètement étanches et se dégraderont dans le temps. Par conséquent, pour estimer les débits en eaux d'infiltration retirés du système d'égout à la suite de travaux de réhabilitation ou de reconstruction, **il est recommandé d'utiliser une valeur moindre que le débit minimal d'eaux d'infiltration mesuré durant la période d'application de la norme de débordement supplémentaire qui peut être associé exclusivement aux conduites à réhabiliter, sans tenir compte des branchements de service** (p. ex., utiliser plutôt une réduction de 75 % du débit minimal mesuré).

18.1 Réhabilitation

La réhabilitation réfère aux interventions qui permettent de prolonger la durée de vie d'un tronçon d'égout en mauvais état ou endommagé sans avoir à remplacer les conduites. Les activités de réhabilitation permettent de réduire les apports d'infiltration en temps sec et en temps de pluie lors de la remontée des eaux souterraines. Ce type d'intervention peut être bénéfique lorsque des défaillances ponctuelles ou des secteurs en particulier semblent contribuer de façon importante aux eaux de captage et d'infiltration.

Différentes techniques sans tranchée (sans excavation) de réhabilitation des conduites sont possibles et sont présentées ci-après.

18.1.1 Le chemisage (ou gainage)

Selon le CERIU (2004), cette technique consiste à insérer une gaine flexible (p. ex., une gaine composée de fibres de verre ou de polyester non tissé) imprégnée de résine adhésive selon deux méthodes : par inversion ou par tirage dans la conduite existante. Le chemisage est applicable pour les conduites d'égout, d'eau potable et de gaz de toute forme, sans égard à leur matériau. Il permet d'améliorer ou de restaurer leur capacité hydraulique et structurale, tout en corrigeant certaines anomalies présentes (infiltrations, fissures, etc.). Avant d'effectuer le chemisage d'une conduite d'égout, il est nécessaire d'effectuer son nettoyage et de localiser l'emplacement exact des branchements pour permettre sa réouverture à la suite de la réhabilitation.

Selon CERIU (2012), le principal avantage du chemisage est sa rapidité d'installation. L'installation se fait par les regards, de sorte qu'aucune excavation n'est nécessaire. La gaine est fabriquée sur mesure, ce qui permet de couvrir une gamme très étendue de formes et de diamètres de conduites pouvant faire l'objet d'une réhabilitation. La réouverture des branchements est facilement réalisable par l'intérieur de la conduite. Des robots sont utilisés pour les conduites non visitables.

18.1.2 L'insertion (ou tubage)

Selon le CERIU (2004), l'insertion est une technique de réhabilitation qui consiste à insérer un tuyau flexible ou rigide de plus petit diamètre à l'intérieur de la conduite à réhabiliter. La nouvelle conduite peut être insérée selon quatre procédés (CERIU, 2023) :

Par **insertion (tubage) conventionnelle**, généralement en utilisant une conduite en polyéthylène avec des joints fusionnés, mais ceux-ci peuvent aussi être vissés ou soudés.

Par **insertion (tubage) segmentée** qui consiste, pour les conduites de grands diamètres, à pousser, tirer ou déposer en place de courtes sections de conduites qui sont généralement munies de joints à emboîtement, à vis ou à rainures.

Par **tubage par tuyaux déformés** qui consiste à insérer un tuyau déformé qui reprend sa forme originale (circulaire) au terme de la procédure en augmentant la pression ou en utilisant de l'eau.

Par **tubage ajusté** qui consiste à insérer un nouveau tuyau en polyéthylène de haute densité (PEHD) ou de moyenne densité (PEMD), dont le diamètre extérieur est légèrement plus grand que le diamètre intérieur de la conduite d'accueil. Le tuyau est comprimé avant son insertion afin de réduire son diamètre de 7 à 11 %. Le tuyau est inséré au fur et à mesure qu'il est réduit. Une fois l'insertion terminée, la tension dans le tuyau est relâchée afin que celui-ci retrouve son diamètre d'origine. Des conduites d'un diamètre variant de 100 à 1 100 mm peuvent être réhabilitées avec cette technique.

La mise en place des conduites insérées s'effectue soit par tirage, à l'aide d'un treuil mécanique, soit par poussée, à l'aide d'appareils spécialement conçus. Dans certains cas, les conduites peuvent être déposées en place par un convoyeur spécialement conçu. La conduite insérée peut être constituée de différents matériaux. L'épaisseur de la paroi est déterminée selon les exigences techniques du projet.

La technique de l'insertion (ou tubage) entraîne une diminution du diamètre de la conduite à réhabiliter et peut avoir une incidence sur la capacité hydraulique de celle-ci.

Les changements de direction dans l'axe vertical ou horizontal, les problèmes d'ovalisation, les raccordements pénétrants, les débris et autres défauts similaires de la conduite d'accueil, de même que le nombre élevé de raccordements constituent des contraintes importantes à considérer lors des travaux d'insertion. Une étude approfondie de l'état de la conduite d'accueil est recommandée préalablement à l'utilisation de cette technique de réhabilitation.

Les puits d'accès doivent être excavés et être suffisamment vastes et rapprochés pour permettre l'insertion de la nouvelle conduite, le tout en fonction des conditions inhérentes à chacun des projets.

Une fois l'installation terminée, et en tenant compte des critères de conception, il peut être nécessaire d'injecter un coulis pour combler l'espace annulaire. La conduite est ensuite découpée à chacune de ses extrémités en laissant dépasser une longueur suffisante pour permettre le scellement des embouts ou le raccordement aux pièces et aux équipements présents.

18.1.3 L'éclatement

Selon le CERIU (2007), la technique de l'éclatement permet le remplacement complet d'une conduite souterraine par une nouvelle conduite de diamètre équivalent ou supérieur, selon le même profil et le même alignement.

La technique consiste à introduire dans la conduite à remplacer ou à réhabiliter un outil éclateur guidé ou tiré par un câble ou une tige sous tension. Cet outil progresse dans la conduite en la brisant et en repoussant les fragments dans le sol environnant. La nouvelle conduite est tirée simultanément dans l'espace créé par l'outil éclateur. Une fois l'opération terminée, on procède aux raccordements appropriés.

L'éclatement peut être réalisé à l'aide de trois types d'outils, en fonction du mode de progression, notamment : pneumatique, hydraulique ou par traction. Les têtes coniques sont généralement utilisées comme lors de l'éclatement.

Les nouvelles conduites mises en place à l'aide de ce procédé sont typiquement en polyéthylène haute densité (PEHD), en polychlorure de vinyle (PVC) ou en acier. Certains matériaux peuvent être assemblés par fusion. L'épaisseur de la conduite est déterminée selon les exigences techniques de chacun des projets.

Une étude précise de la nature et de la compacité des sols, de la localisation de toute infrastructure adjacente à la conduite à remplacer, de l'historique et de l'état actuel du tuyau est nécessaire.

L'inspection télévisée devra être effectuée pour repérer les branchements et les défauts dans la conduite avant d'effectuer les travaux. Le nombre et l'espacement des branchements devront être analysés afin d'évaluer le nombre d'excavations nécessaires pour la remise en service des raccordements.

Des puits de lancement et de réception de l'outil éclateur doivent être aménagés. Il peut s'agir de regards d'accès pour les conduites d'égout ou d'excavations locales pour les conduites d'eau potable et de gaz. Les branchements latéraux doivent être mis hors service par l'entremise d'excavations locales.

Il pourrait s'avérer nécessaire de mettre en place des réseaux temporaires ou des détournements d'égout selon la durée d'intervention prévue.

Lorsque nécessaire, les tuyaux de PEHD sont préalablement assemblés sur place par fusion, en fonction de la longueur de conduite requise. Une fois la mise en place de la nouvelle conduite terminée, les branchements sont raccordés manuellement à la nouvelle conduite.

Des forages sont requis pour s'assurer de la faisabilité de l'éclatement. L'espacement devra être déterminé selon la nature des sols.

18.1.4 Interventions ponctuelles

Des interventions ponctuelles pour corriger des défauts localisés sont aussi possibles, sans avoir à réhabiliter l'ensemble d'un tronçon. Le chemisage ponctuel et l'utilisation de manchons internes font partie de ces interventions. Le CERIU (2023) fournit quelques détails sur celles-ci.

18.1.5 Choix de la technique de réhabilitation

En ce qui concerne la réhabilitation de conduites, le choix dépendra de plusieurs facteurs techniques, comme les sources de la problématique, l'état structural des conduites, la profondeur du réseau ou la densité des infrastructures souterraines. Le choix peut aussi dépendre d'autres éléments cruciaux comme les répercussions sociales (fermetures de routes, poussière, bruit, etc.), le coût des travaux et la disponibilité des ressources locales.

Le document *Choix de techniques de réhabilitation ou de remplacement de conduites d'égouts* (FCM et CNRC, 2003c) présente une description des différentes techniques de réhabilitation et une série de recommandations pour aider à choisir la technique appropriée à utiliser pour la réhabilitation ou la réfection de tronçons.

Certaines activités de réhabilitation peuvent augmenter la capacité du réseau en réduisant les pertes de charge par friction et les pertes locales. Elles pourraient ainsi être considérées comme des modifications qui permettent d'améliorer la performance hydraulique du réseau (FCM et CNRC, 2003c). Certaines techniques de réhabilitation, qui consistent en l'ajout d'un revêtement étanche sur les parois de la conduite, peuvent toutefois réduire quelque peu la section transversale. Il y aura lieu dans ces cas d'évaluer le plus précisément possible la capacité hydraulique des tronçons réhabilités pour réduire les apports par infiltration.

Lorsqu'un secteur est déterminé comme étant une source importante d'infiltration ou de captage d'eaux de pluie, les interventions de réhabilitation peuvent cibler le réseau public seulement ou inclure également les branchements de service. Lorsque les défaillances semblent plus localisées, les interventions peuvent se concentrer sur certains éléments ponctuels comme des regards ou des tronçons déficients.

Dans certains cas, il est indiqué de réaliser un projet pilote de réhabilitation avant de se lancer dans un programme de réduction à grande échelle. Les données de suivi du projet pilote pourront être appliquées à l'ensemble des tronçons ciblés par les travaux de réhabilitation pour en déterminer le potentiel de réduction des débits d'eaux d'infiltration (et de captage indirect) et la rentabilité.

18.1.6 Modélisation des travaux de réhabilitation

La réhabilitation de tronçons d'égout permet de réduire les eaux d'infiltration et les eaux pluviales (captage). La meilleure approche pour estimer les quantités de ces eaux qui seront retirées du système d'égout à la suite des interventions consiste à effectuer un projet pilote pour un tronçon en particulier, avec une campagne de mesures pour les conditions avant et après la réhabilitation. Ce type de données n'est toutefois pas souvent disponible. Dans ce cas, les valeurs associées à des réseaux neufs peuvent être utilisées pour estimer le débit d'infiltration résiduel du tronçon réhabilité, soit une valeur de 225 L/cm*km*d (voir la section 10.4.3.2).

L'effet de la réhabilitation d'un tronçon sur la réduction des apports en temps de pluie peut être modélisé par une réduction des facteurs R (le ratio entre les quantités de précipitations et les volumes qui se retrouvent dans les conduites) des hydrogrammes unitaires de la méthode RTK (voir la section 14.5.7.1). La réduction du facteur R peut être très variable selon les cas. Cet ajustement du paramètre R devrait être basé sur des données de campagne de mesures. Mais il est aussi possible de baser la réduction des facteurs R sur des hypothèses raisonnables. Cependant, des campagnes de mesures devraient être planifiées rapidement afin de confirmer la validité du modèle. Deux façons de réduire les facteurs R sont suggérées (EPA, 2007a) :

- Les facteurs R pour la méthode RTK sont réduits d'un certain pourcentage variant entre 30 % et 70 %. La réduction est limitée à une valeur de 70 % puisqu'au-delà de cette valeur, il est jugé que les efforts à déployer sont trop élevés puisqu'ils impliquent une réhabilitation complète des réseaux,

incluant les branchements de service. Or, la réhabilitation des conduites d'égout ne modifie pas les branchements de service. Ceux-ci continuent donc, le cas échéant, de rejeter des eaux pluviales vers le système d'égout (p. ex., lorsque des toitures sont reliées à des branchements de service sanitaire), justifiant une réduction maximale de 70 % des facteurs R. La réhabilitation de conduites d'un système d'égout domestique ou pseudo-domestique est normalement sans effet sur le captage direct. Par conséquent, le facteur R_1 (associé au captage direct) devrait demeurer inchangé. Ainsi, ce sont les facteurs R_2 et R_3 qui devraient être modifiés à la suite de travaux de réhabilitation. Typiquement, les valeurs T et K des hydrogrammes unitaires restent inchangés.

- Les facteurs R (R_1 , R_2 ou R_3) peuvent être réduits à une valeur de 2 % à la suite d'un programme intensif de réhabilitation incluant des interventions sur le réseau et aussi sur les branchements de service. Une valeur de 5 % devrait cependant être utilisée si les travaux de réhabilitation ne visent que les sources principales. Comme dans la première approche, les facteurs R_1 , R_2 et R_3 peuvent être réduits de façon équivalente ou en mettant l'accent sur l'un des facteurs. Les autres paramètres des hydrogrammes unitaires (valeurs T et K) restent typiquement inchangés.

Ces méthodes permettent d'évaluer la performance de la réhabilitation pour corriger des problématiques de débordements en contexte de pluie. En effet, si après réduction des paramètres R à des valeurs minimales près de 2 % les résultats de simulation signalent encore une problématique de débordement en temps de pluie, il faut conclure que la réhabilitation du tronçon d'égout n'est pas suffisante ou ne constitue pas la mesure la plus efficace.

Lorsqu'une approche théorique a été utilisée pour estimer l'effet de travaux de réhabilitation sur les apports en eaux parasites, il demeure que l'acquisition de données à la suite d'une campagne de mesures ou l'analyse des points de mesure en place (p. ex., à la station d'épuration) devraient être effectuées pour comparer les débits théoriques aux observations.

Un certain niveau d'incertitude accompagne les mesures de réhabilitation. Il est suggéré de considérer cette approche comme une intervention faisant partie d'un plan d'ensemble afin d'avoir une redondance de mesures pour contrer les incertitudes. Cependant, la réhabilitation reste une mesure importante dans les programmes d'entretien des infrastructures et ne devrait pas pour autant être négligée.

18.2 Remplacement de conduites

La mise en place de nouvelles conduites d'égout devrait être entreprise après avoir examiné la possibilité de procéder à une réhabilitation des tronçons. Le remplacement des conduites est envisagé lorsque celles-ci sont en trop mauvais état pour être réhabilitées. Lors du remplacement des conduites, il est possible de corriger des erreurs d'alignement ou la pente des conduites, en plus de pouvoir procéder à des modifications qui améliorent les capacités hydrauliques. Des conduites de plus grand diamètre combinées à un élément de régulation pourraient être ajoutées pour répondre à des besoins futurs.

Le remplacement de conduites permet également de réhabiliter ou de remplacer d'autres infrastructures au même moment en coordonnant plusieurs travaux et en réduisant ainsi les coûts totaux. L'option de séparation des réseaux ou de modification des branchements de service doit être considérée lorsqu'il est prévu de procéder à un remplacement de conduites sur une longue distance.

18.3 Débranchement des drains de fondation

Les drains de fondation (et les branchements de service sanitaire) peuvent être une source importante d'eaux d'infiltration et d'eaux pluviales. En effet, plusieurs études ont mis en évidence que les apports provenant des drains de fondation et des branchements de service sanitaire, lesquels peuvent aussi parfois

recevoir des eaux de toiture⁶⁰, pouvaient représenter une part importante des apports, parfois jusqu'à 50 % en moyenne (WEF, 2014). Une étude réalisée dans une municipalité américaine a montré que les drains de fondation peuvent contribuer à jusqu'à 59 % du débit moyen en temps sec et jusqu'à 74 % du débit de pointe en temps de pluie (WEF, 2011). En Australie, une étude a montré que même après avoir réhabilité 100 % d'un tronçon d'égout, la réduction des apports en temps de pluie et en eaux d'infiltration n'a été que de 60 % et 80 % respectivement, signalant que les branchements de service contribuent pour 40 % des apports en temps de pluie et 20 % des eaux d'infiltration (Water New Zealand, 2015), comme illustré par le Tableau 18-2.

Tableau 18-2. Réduction des apports en eaux pluviales et en eaux d'infiltration pour différentes proportions réhabilitées d'un système d'égout en Australie

Proportion du système d'égout réhabilité – portion municipale (%)	Réduction des eaux pluviales présentes dans le système d'égout (%)	Réduction des eaux d'infiltration présentes dans le système d'égout (%)
100	60	~80
80	40	~70
60	20	~50
40	0	~30

Adapté de Water New Zealand, 2015

Ainsi, les drains de fondation, qu'ils soient raccordés à l'égout par un raccordement spécial ou via le branchement de service sanitaire, peuvent constituer une source importante d'eaux d'infiltration (et d'eaux pluviales si des eaux de toiture sont évacuées vers des drains de fondation). Ils sont donc d'intérêt dans toute planification de mesures de gestion des débordements et des dérivations, bien que des interventions sur des terrains privés puissent être plus difficiles à réaliser pour des aspects légaux ou de responsabilité concernant les travaux.

Les débits d'eaux parasites en provenance du drain de fondation sont issus de trois sources différentes :

1. Les eaux souterraines interceptées par les drains et par les défauts du branchement de service;
2. Les eaux de pluie des gouttières reliées aux drains (captage direct);
3. Les eaux de pluie qui percolent dans le sol en périphérie du bâtiment (captage indirect).

Lorsque les services municipaux en présence comportent un système d'égout et un système de gestion des eaux pluviales (SGEP), le débranchement des drains de fondation consiste à éliminer le raccordement du drain de fondation du système d'égout pour le raccorder au SGEP. Quand un seul branchement de service dessert le bâtiment (cas d'un égout pseudo-domestique), un nouveau branchement de service raccordé au SGEP pour évacuer les eaux du drain de fondation doit être prévu. Lorsque les eaux d'un drain de fondation sont évacuées au système d'égout domestique via un branchement spécifique (cas d'un branchement illicite), alors ce raccordement doit être éliminé pour être remplacé par un raccordement au SGEP. Dans les deux cas, une pompe submersible (« sump pump ») peut être nécessaire.

⁶⁰ Pour les branchements sanitaires, c'était particulièrement le cas pour les bâtiments construits avant 1982 (voir la section 4.3.2.2).

Le débranchement de drains de fondation permet d'éliminer les eaux parasites décrites ci-haut. La section 10.4.3.4 traite des débits évacués par des drains de fondation.

NOTE : Lorsqu'un drain de fondation est débranché d'un système d'égout pour être raccordé à un SGEP et que des gouttières sont connectées à ce drain de fondation, le raccordement du drain de fondation au SGEP devrait aussi être accompagné du débranchement des toitures, c'est-à-dire la redirection des eaux de toiture vers des surfaces perméables. En effet, les SGEP sont aussi sujets à des surcharges susceptibles de provoquer des inondations locales. De plus, les rejets d'eaux pluviales ne sont pas sans conséquence sur les cours d'eau récepteurs, pouvant provoquer des problèmes d'érosion accélérée et créer des crues menant à des inondations (voir le [Guide de gestion des eaux pluviales](#) pour plus de détails). La section 19.5.1 du présent guide peut être consultée pour plus d'informations.

Évolution du code de plomberie pour les branchements de service

Le Code national de la plomberie a évolué au cours des dernières décennies. Avant 1982, une seule conduite de service (branchement de service) était généralement installée pour évacuer vers le système d'égout les eaux de la plomberie et celles du drain de fondation du bâtiment.

Depuis 1982, tout bâtiment construit doit comporter deux branchements de service, l'un pour évacuer les eaux usées vers l'égout et l'autre pour évacuer les eaux du drain de fondation vers un système de gestion des eaux pluviales (conduite pluviale ou fossé). Néanmoins, il faut souligner que le drain de fondation de bâtiments construits après 1982 peut être raccordé à un système d'égout en raison d'une erreur de raccordement (créant ainsi un branchement illicite). Un drain de fondation peut aussi demeurer raccordé au système d'égout à la suite de la séparation d'un système d'égout unitaire s'il était impossible de le raccorder au système de gestion des eaux pluviales via un nouveau branchement permettant d'évacuer les eaux gravitairement (p. ex., si le nouveau système de gestion des eaux pluviales était localisé au-dessus de l'élévation des drains).

18.4 Réduction des fuites d'eau potable

S'il est démontré qu'un tronçon d'égout capte des eaux provenant d'une fuite d'eau potable, une approche pourrait consister à éliminer cette fuite sur le système d'aqueduc plutôt que d'intervenir sur le système d'égout. Le ministère des Affaires municipales et de l'Habitation propose d'ailleurs aux municipalités un [modèle de devis pour la recherche de fuites sur le réseau de distribution d'eau potable](#).

18.5 Avantages et inconvénients du contrôle des débits d'infiltration

De façon générale, les apports d'infiltration sont souvent moins importants en ce qui concerne le débit et le volume comparativement aux apports directs en temps de pluie. Il est donc d'intérêt de rechercher en premier lieu les sources d'apports d'eaux pluviales. De plus, contrôler les apports d'infiltration peut être difficile puisque le problème peut être généralisé et s'étendre sur de longues distances dans un réseau. Les interventions peuvent alors devenir plus coûteuses que les mesures ciblant des apports en temps de pluie qui sont plus localisées. Enfin, à la suite d'une campagne de mesures ayant révélé une présence excessive d'eaux d'infiltration (voir la section 10.4.1), il est parfois difficile de déterminer la source de ces eaux : infiltrations issues du système d'égout (conduites et regards) ou apports en provenance des branchements de service.

Cette difficulté à déterminer les sources d'apports facilement et précisément est inhérente aux apports par infiltration et rend la quantification des bénéfices complexe. Les bénéfices et les coûts associés aux activités de réhabilitation sont très spécifiques aux réseaux et dépendent de nombreux facteurs comme le type d'intervention, l'âge du réseau, le type de branchement de service et les techniques de construction. Dans ce contexte, les mesures de gestion des débordements et des dérivations axées sur une réduction des apports en eaux d'infiltration devraient d'abord s'appuyer sur des campagnes de mesures de débits

intensives dans les réseaux afin de déterminer les sources et l'ampleur de ces apports, ce qui permettra de mieux quantifier le gain, en matière de réduction des débits, d'une intervention de réhabilitation ou de remplacement d'une conduite.

L'estimation des débits d'infiltration soutirés à un système d'égout grâce à des mesures de réduction des eaux d'infiltration comporte une marge d'incertitude plus grande que si on se base sur des mesures ciblant les eaux usées ou les apports en temps de pluie. Des hypothèses prudentes sont à privilégier pour quantifier cette réduction (voir l'encadré en page 18-2). Dans ce contexte, une stratégie de gestion des débordements et des dérivations devrait inclure, en plus des mesures de réduction des eaux d'infiltration, d'autres mesures axées sur les apports en eaux pluviales décrites au chapitre 19 afin de créer une redondance qui permet de contrer les incertitudes. Cependant, les mesures de réduction des eaux parasites, en particulier la réhabilitation de conduites, restent des mesures importantes dans les programmes d'entretien des infrastructures et ne devraient pas pour autant être négligées.

De manière générale, les coûts des travaux de réhabilitation avec des approches sans tranchée sont moindres que les coûts de remplacement et de reconstruction. Les campagnes de réhabilitation complète visant les infrastructures publiques et les branchements de service montrent les meilleurs résultats en matière de coûts et de bénéfices dans le cas des réseaux qui sont dans un état de détérioration avancée (EPA, 2007b).

Une approche par intervention locale est peut-être moins coûteuse, mais ne ralentira pas la détérioration générale du système. La réparation de points d'infiltration locaux pourrait simplement mettre en évidence d'autres points d'infiltration ignorés. Idéalement, pour des interventions de grande ampleur, la campagne de mesures devrait se poursuivre pendant un certain temps à la suite des travaux dans le but de valider les effets des interventions et de vérifier l'atteinte des cibles prévues.

Dans l'évaluation de mesures de réduction des eaux d'infiltration, il est important de rappeler qu'en plus de réduire les débordements (en fréquence et en volume), ces mesures contribuent à diminuer les débits qui atteignent la station, réduisant ainsi les coûts d'exploitation de la station.

18.6 Documentations de référence

La Fédération canadienne des municipalités et le Conseil national de recherche du Canada ont produit des guides en lien avec les eaux parasites dans le cadre de la série InfraGuide :

- [Choix de techniques de réhabilitation ou de remplacement de conduites d'égout](#) (FCM et CNRC, 2003c)
- [Prévention ou réduction de l'infiltration et de l'eau de captage dans les réseaux collecteurs d'eaux usées](#) (FCM et CNRC, 2003a)

Les devis ci-dessous proposent des clauses administratives particulières et des clauses techniques générales pouvant être adaptées dans des documents d'appel d'offres pour des travaux de réhabilitation sans tranchée de conduites par la technique de chemisage, d'insertion ou d'éclatement. Ces devis ont été préparés par le Centre d'expertise et de recherche en infrastructures urbaines avec l'aide financière du ministère des Affaires municipales, du Sport et du Loisir/ministère des Affaires municipales et des Régions :

- [Devis technique – Réhabilitation sans tranchée des conduites par la technique du chemisage](#)
- [Devis technique – Réhabilitation sans tranchée des conduites par la technique d'insertion](#)
- [Devis technique – Réhabilitation sans tranchée par la technique de l'éclatement des conduites](#)

Le Bureau de normalisation du Québec a aussi préparé un devis normalisé BNQ 1809-400, Travaux de réhabilitation sans tranchée – Conduites d'eau potable et d'égout. Ce devis encadre les travaux de réhabilitation sans tranchée des conduites d'eau potable et d'égout des réseaux municipaux. Il inclut des

clauses administratives particulières ainsi que des clauses techniques générales pour deux techniques de réhabilitation différentes, soit la projection et le chemisage.

- [BNQ 1809-400, Travaux de réhabilitation sans tranchée – Conduites d'eau potable et d'égout.](#)

CHAPITRE 19. Réduction des apports : eaux pluviales

Les apports d'eaux pluviales augmentent rapidement et de façon importante les débits dans les systèmes d'égout, souvent jusqu'à excéder leur capacité d'évacuation. Cette situation constitue la cause principale des débordements au Québec. En effet, tel qu'indiqué à la section 2.4, la majorité (environ 65 %) des débordements d'eaux usées au Québec sont en contexte de pluie. Plus précisément, parmi les ouvrages débordant en temps de pluie, 75 % déborde pour des événements de pluie inférieurs ou égaux à 20 mm. Cette proportion est de l'ordre de 40 % et 20 % pour les événements de pluie inférieurs ou égaux à 10 mm et 5 mm respectivement.

Par ailleurs, les apports d'eaux pluviales peuvent entraîner des dérivations d'eaux usées à la station lorsque les débits sont supérieurs à la capacité d'une étape de traitement. Ces apports en temps de pluie diminuent également la capacité de traitement aux installations d'épuration par la dilution des concentrations et augmentent les coûts d'exploitation de la station pour traiter ces volumes d'eau excédentaires.

À l'inverse, les apports d'infiltration sont souvent moins importants en termes de débit et de volume comparativement. Les sources d'infiltration sont aussi plus diffuses ou difficiles à circonscrire à l'intérieur des réseaux que les sources d'eaux pluviales, si bien que les solutions pour réduire les eaux d'infiltration doivent souvent être appliquées à des zones plus étendues. Pour ces raisons, la réduction des apports d'eaux d'infiltration est donc habituellement une mesure ayant un ratio coûts-bénéfices plus élevé que les mesures ciblant de réduction des apports d'eaux pluviales.

La réduction des apports en temps de pluie est donc incontournable pour contrôler les débordements, en particulier pour les systèmes d'égout de type unitaire dont les débordements surviennent la plupart du temps en contexte de pluie.

19.1 Gestion durable des eaux pluviales: trois domaines d'expertise

La gestion des eaux pluviales est parfois considérée comme relevant du domaine exclusif de l'ingénierie. Cependant, la gestion des eaux pluviales requiert aussi la contribution de professionnels ayant des compétences en urbanisme et en aménagement du territoire ainsi qu'en planification et conception d'infrastructures végétalisées. Une équipe multidisciplinaire, regroupant des professionnels ayant des expertises en ces différents domaines, est souvent essentielle pour mener au succès des projets relatifs à la gestion d'eaux pluviales. Ce travail multidisciplinaire devrait début en amont de la conception, dès l'étude d'opportunité. Un processus de conception faisant intervenir ces trois professionnels permet d'éviter des itérations trop nombreuses et donc, les coûts associés. Ces professionnels devraient travailler en concertation dans les réflexions et les discussions relatives à la gestion des eaux pluviales et ce, de l'idéation initiale d'un projet à la conception détaillée.

Le professionnel compétant en **urbanisme et aménagement du territoire** a une fonction particulièrement importante à l'étape de la planification d'un projet et dans les analyses liées à l'aménagement du territoire, son utilisation et la réglementation d'urbanisme. Il soutient la prise de décision éclairée des autorités municipales. Par ce faire, il intervient dans la planification, la localisation optimale des infrastructures et l'estimation de leurs coûts par l'analyse combinée de différents enjeux économiques, sociaux et environnementaux (occupation du territoire, gestion des eaux pluviales, mobilité, intégration, etc.). À l'échelle d'une municipalité ou d'un quartier, son rôle consiste entre autres à développer une vision d'ensemble permettant une saine gestion de l'eau. Il doit s'assurer, par exemple, que les espaces publics inondables prévus soient positionnés aux points bas ou que les emprises de rue soient assez larges pour permettre l'intégration d'infrastructures vertes végétalisées. La maîtrise des outils de planification et réglementaires (plan d'urbanisme, règlement de zonage, règlement de lotissement, etc.) est importante puisque ceux-ci ont un impact sur la gestion des eaux pluviales, par exemple pour imposer des pourcentages de verdissement, le recours à des îlots de biorétention, ou en exigeant un plan de drainage à l'échelle d'un secteur, etc. La section 19.2 donne plus de détails sur l'usage des outils réglementaires.

Par ailleurs, puisque les infrastructures vertes végétalisées jouent un rôle prépondérant dans la gestion des eaux pluviales, la contribution d'un professionnel spécialisé dans la **planification et conception d'infrastructures végétalisées** est essentielle. Que ce soit pour des discussions portant sur la planification de l'aménagement du territoire et la réalisation de projets, ce professionnel devrait être présent dès qu'il est question de végétalisation et d'infrastructures végétalisées. Il dirige les discussions sur l'intégration des infrastructures vertes dans la trame urbaine (rue, place publique, parc, etc.), la sélection des végétaux et la mise en place de conditions de croissance nécessaires pour leur développement.

Quant à l'**ingénieur**, il est notamment responsable des calculs hydrologiques et hydrauliques, de la conception des ouvrages et de production des plans et devis, en partenariat avec l'architecte paysagiste si des infrastructures végétalisées sont prévues.

À l'échelle d'un lot, l'**architecte** peut être un autre professionnel d'importance puisqu'il peut orienter les concepts architecturaux de manière à favoriser l'emploi de végétaux, de matériaux et des aménagements de site qui limitent le ruissellement d'eaux pluviales vers l'emprise publique. Il peut ainsi, par exemple, planifier un pourcentage de verdissement substantiel et positionner ces espaces végétalisés à des endroits stratégiques, proches des surfaces imperméables pour permettre la captation du ruissellement. Il peut aussi prévoir que des zones vertes ou des jardins de pluie soient positionnés sous les descentes des toits et dans les stationnements de manière à capter les eaux.

D'autres professions et métiers sont aussi importants en matière de gestion des eaux pluviales selon la nature du projet (tels que des biologistes, des botanistes, des horticulteurs, des géotechniciens et autres spécialistes des sols, des agronomes, etc.), de même que la participation des acteurs qui résident à proximité ou qui utilisent les sites dédiés aux projets (organismes locaux, représentants de la société civile, citoyens). Mais il importe de souligner, en matière de gestion des eaux pluviales, le rôle fondamental de professionnels ayant des expertises en urbanisme/aménagement du territoire, en planification et conception d'infrastructures végétalisées, et en ingénierie.

19.2 Rôle des municipalités pour réduire les apports en temps de pluie

Une municipalité peut jouer un rôle déterminant dans la réduction des eaux de ruissellement atteignant un système d'égout (ou de gestion des eaux pluviales). La manière dont le territoire est aménagé a un effet direct sur son hydrologie, c'est-à-dire que les décisions prises en aménagement du territoire ont des répercussions sur la quantité d'eau ruisselée à la suite d'une pluie et qui rejoint les systèmes d'égout. Il suffit de penser au réseau routier et à l'aménagement des terrains qui, par l'introduction de surface imperméables, contribuent au ruissellement urbain et donc, aux débordements, en particulier lorsqu'un réseau unitaire est présent (Figure 19-1).



Figure 19-1 Exemples québécois d'occupation du territoire favorisant le ruissellement et les débordements lorsque le drainage est assuré en partie par un réseau unitaire. **À gauche** : rue sans issue (cul-de-sac) d'un quartier résidentiel, peu arborée et surdimensionnée (largeur de 16 m, comparativement à 8 à 10 m typiquement pour une rue de fonction équivalente). **À droite** : exemple d'un projet domiciliaire générant beaucoup d'eaux de ruissellement : grandes marges de recul avant (obligeant de longues allées asphaltées), présence d'allées en parallèle (plutôt que communes) doublant les surfaces imperméables, absence d'arbres, absence de revêtement perméable, absence d'aménagement pour infiltrer les eaux pluviales, gouttière évacuant les eaux vers la rue. **Bas** : stationnement dont l'aménagement favorise le ruissellement. En plus de diriger les eaux pluviales à l'égout plutôt que vers des infrastructures d'infiltration (infrastructures vertes), la largeur des cases de stationnement est d'environ 3 m plutôt qu'une largeur de 2,5 m généralement reconnue comme suffisante. Par conséquent, les cases de stationnement génèrent environ 20 % plus d'eaux pluviales que celles d'un autre stationnement de même capacité, soit autant d'eau additionnelle devant être gérée par la municipalité et susceptible de provoquer des débordements si elles sont captées par un égout unitaire.

Afin de réduire les apports d'eau en temps de pluie, les municipalités peuvent miser sur une stratégie de gestion durable des eaux pluviales. De façon générale, celle-ci devrait viser l'atteinte des deux objectifs suivants :

- **Maximiser le verdissement des espaces, en privilégiant les arbres;**
- **Minimiser les surfaces imperméables (toiture, revêtement en asphalte/béton, sol compacté)**

Le territoire d'une municipalité peut être distingué en terrains (ou lots) municipaux et non municipaux. Les **terrains non-municipaux** occupent la majorité du territoire urbanisé (parfois jusqu'à 75%). Les terrains commerciaux et industriels sont particulièrement d'intérêt puisque ceux-ci sont régulièrement imperméabilisés jusqu'à 90 % de leur surface, comparativement à des terrains résidentiels où le taux d'imperméabilisation se situe typiquement entre 45 % et 65 % (MDDEFP et MAMROT, 2011) (Figure 19-2). Par ailleurs, les lots à vocation résidentielle occupent aussi une proportion importante d'un territoire urbain. Par exemple, à Montréal, les lots inférieurs à 1200 m² occupent environ 46 % de la superficie du territoire. Ces terrains représentent donc des cibles d'action essentielles pour toute municipalité engagée dans la maximisation des espaces végétalisés et la minimisation des surfaces imperméables.



Figure 19-2 Exemple d'un secteur commercial ayant une imperméabilisation de près de 100%, adjacent à un secteur résidentiel, ayant une imperméabilisation entre 45 % et 65 %. Ces secteurs sont desservis par un système d'égout de type unitaire sous le boulevard de cette municipalité québécoise.

Par ailleurs, le territoire peut aussi être distingué selon les **milieux bâtis** et les **milieux non-bâtis** où de nouveaux projets peuvent être planifiés. Il est donc important pour une municipalité d'intervenir dans les milieux bâtis pour les verdir et réduire les surfaces imperméables, mais aussi d'imposer des obligations aux initiateurs de projets pour que les nouveaux secteurs développés dans les milieux non-bâtis maximisent le verdissement et minimisent les surfaces imperméables.

Ainsi pour intervenir sur l'aménagement du territoire, que ce soit sur des terrains municipaux ou non-municipaux et en milieux bâtis ou non-bâtis, les municipalités peuvent recourir à quatre principaux leviers:

1. Les outils de planification et de réglementation;
2. Les instruments financiers et fiscaux;
3. La sensibilisation et la diffusion d'information;
4. La réalisation de projets exemplaires.

Les leviers applicables selon le type de milieu sont présentés au tableau 19-1.

Tableau 19-1 Levier d'intervention applicable selon le milieu.

Leviers d'intervention	Milieu			
	Milieu déjà bâti		Milieu non-bâti (nouveau projet)	
	Terrain/lot municipal	Terrain/lot non-municipal	Terrain/lot municipal	Terrain/lot non-municipal
Levier #1 - Outils de planification et de réglementation (voir section 19.2.1)	Applicable (portée limitée)	Applicable (portée limitée)	Applicable	Applicable
Levier #2 - Instruments financiers et fiscaux (voir section 19.2.2)	-	Applicable	-	Applicable
Levier #3 - Sensibilisation et diffusion d'information (voir section 19.2.3)	-	Applicable	-	Applicable
Levier #4 - Réalisation de projets municipaux exemplaires (voir section 19.2.4)	Applicable	-	Applicable	-

19.2.1 Levier #1 : Outils de planification et de réglementation

En vertu de la *Loi sur l'aménagement et l'urbanisme* (LAU), ce sont les municipalités (locales et régionales de comté) qui détiennent les compétences en matière d'aménagement du territoire. À cette fin, le législateur a confié aux municipalités, par le biais de la LAU, mais aussi de la *Loi sur les compétences municipales* (LCM), une diversité d'outils pour aménager durablement leur territoire et contrôler la qualité de l'environnement, dont les caractéristiques des réseaux de drainage et d'égout.

Deux types d'outils d'urbanisme sont à la disposition des municipalités pour maximiser le verdissement des espaces et minimiser les surfaces imperméables possibles (voir annexe 2 pour une description de ces outils):

- Outils de planification
- Règlements d'urbanisme

Les Tableau 19-2 et Tableau 19-3 listent respectivement les outils de planification et les règlements d'urbanisme d'intérêt en gestion durable des eaux pluviales.

Tableau 19-2 Outils de planification d'intérêt pour maximiser le verdissement des espaces et minimiser les surfaces imperméables.

Outils de planification
<ul style="list-style-type: none">• Schéma d'aménagement et de développement (SAD);• Plan d'urbanisme (PU);• Plan particulier d'urbanisme (PPU) (anciennement appelé « Programme particulier d'urbanisme »)

Tableau 19-3 Règlements d'intérêt pour maximiser le verdissement des espaces et minimiser les surfaces imperméables.

Règlements ¹	
<ul style="list-style-type: none">• Règlement de zonage• Règlement de lotissement• Règlement de construction• Règlement sur la plantation et l'abattage d'arbres (en alternative à l'inclusion de dispositions équivalentes dans un règlement de zonage ou de lotissement)• Règlement sur les ententes relatives à des travaux municipaux• Règlement adopté en vertu de la Loi sur les compétences municipales (LCM) Notamment en vertu des articles 19, 21 à 28 dans les cas des municipalités locales.• Règlement sur la contribution aux fins de parcs	<ul style="list-style-type: none">• Règlement sur les plans d'aménagement d'ensemble (PAE)• Règlement sur les plans d'implantation et d'intégration architecturale (PIIA)• Règlement sur les projets particuliers de construction, de modification ou d'occupation d'un immeuble (PPCMOI)• Règlement sur le zonage incitatif

¹ La LAU prévoit différentes habilitations réglementaires qui sont, dans certains cas, regroupées sous des dénominations particulières (règlement de zonage, règlement de lotissement, règlement de construction, etc.). Cependant, la codification des règlements d'urbanisme par une municipalité se réalise à sa discrétion et n'est pas contrainte de suivre les dénominations de la LAU. En outre, des municipalités ou des arrondissements font parfois le choix de codifier l'ensemble ou une partie de leur réglementation d'urbanisme sous un règlement pouvant être titré, par exemple, « règlement d'urbanisme » ou « code d'urbanisme ».

Les annexes 3 et 4 du présent guide fournissent, à titre indicatif, des exemples de libellés issus de municipalités québécoises inscrit dans ces outils d'urbanisme. Le chapitre 6 du guide [La gestion durable des eaux de pluie - guide des bonnes pratiques sur la planification territoriale et le développement durable](#) (MAMROT, 2010) fournit aussi des exemples d'utilisation de ces outils dans un contexte de gestion des eaux pluviales.

Loi sur l'aménagement et l'urbanisme, plan d'urbanisme et verdissement

L'article 83 de la LAU¹ contient une obligation de contenu au plan d'urbanisme à l'égard du verdissement et des surfaces imperméables :

83. Le plan d'urbanisme planifie l'aménagement et le développement durables du territoire de la municipalité en harmonie avec le schéma. Il en définit des orientations et contient des objectifs, des cibles ainsi que toute autre mesure propre à assurer ou à favoriser sa mise en œuvre.

Il doit notamment :

[...]

10° identifier toute partie du territoire municipal qui est peu végétalisée, très imperméabilisée ou sujette au phénomène d'îlot de chaleur urbain et décrire toute mesure permettant d'atténuer les effets nocifs ou indésirables de ces caractéristiques.

Cette disposition vise à mobiliser les municipalités dans la lutte contre les îlots de chaleurs urbains en fonction de leurs caractéristiques territoriales. Elle favorise aussi des actions portant sur des enjeux distincts comme la gestion durable des eaux de pluie, l'amélioration de la qualité de l'air ou l'accès à des espaces verts (MAMH 2021).

Tel qu'indiqué au tableau 19-1, en matière de verdissement et de réduction des surfaces imperméables, les outils de planification et de réglementation sont principalement utilisés pour les nouveaux projets en **milieu non-bâti** (p.ex. un développement domiciliaire, la construction d'un établissement industriel ou la construction d'un centre commercial) lesquels doivent être conformes à la réglementation municipale en vigueur pour qu'une autorisation municipale puisse être délivrée. **En milieu déjà bâti**, l'insertion de nouvelles obligations relatives au verdissement et à la réduction des surfaces imperméables dans les règlements d'urbanisme a un effet limité puisque cet effet ne s'applique généralement qu'aux modifications d'ouvrages, d'infrastructures ou de bâtiments déjà présents visées par une autorisation municipale (ex. : remplacement d'une surface gazonnée par une aire de stationnement, réaménagement d'une cour, etc.). De façon générale, les aménagements, ouvrages et bâtiments qui sont conformes à la réglementation d'urbanisme au moment de leur implantation sont protégés par droits acquis lorsque cette même réglementation est modifiée. Néanmoins, certains règlements peuvent avoir un effet plus direct dans le milieu déjà bâti, tels que les règlements encadrant l'abattage d'arbres ou ceux exigeant le débranchement des gouttières.

Quatre éléments d'occupation du territoire ont des effets importants sur l'hydrologie d'un territoire et donc, devraient être ciblés par la réglementation municipale:

1. Le réseau routier;
2. Les aires de stationnement;
3. Projets de construction – Objectifs et concept général
4. Projets de construction – Normes d'aménagement des terrains

Le Tableau 19-4 expose plus en détails l'importance de chacun de ces éléments.

De plus, une municipalité qui rencontre des problématiques de débordements ou des dérivations non-conformes face aux normes de débordements devrait s'assurer que sa réglementation lui permette d'éviter

la délivrance d'une autorisation municipale qui aurait pour effet d'accentuer ces enjeux. Voir la section 12.3 et la Figure 12 1 qui illustre l'importance d'une telle réglementation. À ce titre, le pouvoir de réglementation prévu à l'article 29 de la *Loi sur les compétences municipales* est d'intérêt (voir encadré ci-dessous).

L'adoption d'une réglementation adéquate est d'autant plus importante que le pouvoir de délivrance d'un permis dont dispose les municipalités est un *pouvoir lié*. Cela signifie que l'officier municipal (ou le conseil municipal) est tenu de délivrer un permis lorsque tous les critères prévus à la réglementation sont satisfaits. Ainsi, l'absence, dans une réglementation, de critères de délivrance de permis relatifs à l'effet d'un projet sur les débordements et les dérivations oblige la délivrance du permis si tous les critères sont satisfaits et ce, même s'il est avéré que le projet placera une municipalité en situation de non-conformité face aux normes de débordement qu'elle doit respecter. Il est donc important pour toute municipalité de s'assurer d'inclure dans sa réglementation des critères d'autorisation municipale relatifs à l'effet d'un projet sur les débordements et les dérivations.

Pouvoir d'interdire provisoirement des projets ayant des effets négatifs sur les débordements et les dérivations d'eaux usées

En vertu des articles 29 et suivants introduits à la *Loi sur les compétences municipales* (LCM), les municipalités disposent d'un pouvoir d'adopter un règlement afin d'interdire provisoirement toute intervention susceptible de créer des besoins excédant, notamment, la capacité d'un système d'égout ou d'assainissement des eaux. Cette interdiction ne peut excéder deux ans, mais peut être reconduite par règlement.

Un effet de gel s'applique dès qu'un tel projet de règlement est déposé en séance du conseil. Ainsi, dès ce dépôt, aucune autorisation municipale ne peut être délivrée à l'égard d'une intervention qui serait interdite advenant l'adoption du règlement. Les modalités à respecter permettant à l'adoption d'un tel règlement sont précisés à la LCM. Notamment, la municipalité doit expliquer, lors d'une assemblée publique, les mesures qu'elle entend prendre pour résoudre tout problème qui rend nécessaire ce règlement provisoire.

Ainsi, en vertu de ce pouvoir, une municipalité pourrait adopter un règlement lui permettant d'interdire les projets ayant pour effet d'augmenter la fréquence de débordement et de dérivation et l'exposer à des non-conformités face aux normes de débordement et de dérivation qu'elle doit respecter.

L'article 31 de la LCM exige la tenue d'une consultation publique à l'égard du projet de règlement et ce, avant son adoption. Cette consultation doit comprendre une assemblée publique à l'occasion de laquelle la municipalité doit expliquer les mesures prises ou celles qu'elle entend prendre pour résoudre tout problème qui rend nécessaire l'adoption du règlement d'interdiction provisoire. Ainsi, dans le cas d'une problématique de débordement ou de dérivation, une municipalité pourrait expliquer les mesures de gestion des débordements et des dérivations qu'elle entend mettre en œuvre pour compenser les ajouts de débits prévus par ces projets afin de lui permettre de respecter ses normes de débordement et de dérivation malgré la réalisation de ces projets.

NOTE : Le tome III du présent guide présente des mesures que peut mettre en œuvre une municipalité pour gérer les débordements et les dérivations.

Tableau 19-4 Éléments d'intérêt hydrologique pour les outils d'urbanisme.

Éléments d'intérêt hydrologique	Exemples d'exigences possibles
<p>Réseau routier</p> <p>Le réseau routier occupe en moyenne entre 20 et 25 % de la superficie des espaces urbanisés (jusqu'à 40% si les stationnements sont inclus) (ROBVQ, 2018). Il est pratiquement toujours recouvert de matériau imperméable tel que l'asphalte ou des pavés en béton. Le réseau routier engendre donc à lui seul une très grande part du ruissellement. La section 19.4.1 discute plus en détails de la réduction des largeurs de rue.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Maintenir une largeur d'emprise routière suffisante pour permettre l'aménagement de systèmes d'infiltration en bordure de rue; • Réduire la largeur de pavage des rues résidentielles ou locales; • Réduire la dimension de la voie de circulation asphaltée des ronds de virages des culs-de-sac (p.ex. en imposant une circulation à sens unique) et obliger l'utilisation du centre comme site d'infiltration; • Lorsqu'applicable, favoriser l'aménagement de rues partagées utilisables et sécuritaires pour tous les usagers (véhicules, piétons, cyclistes, etc.) ce qui peut éliminer des infrastructures excédentaires comme les trottoirs. Le Guide d'application – Rue partagée (MTQ, 2019) peut être consulté.
<p>Aires de stationnement</p> <p>Les aires de stationnement sont habituellement pavées dans leur entièreté. Elles re présentent des zones imperméabilisées responsables de volumes importants d'eaux pluviales (et d'îlots de chaleur urbains), en particulier les stationnements de grandes surfaces desservant des commerces, des industries ou des institutions (lieux d'enseignement, hôpitaux, centres sportifs, communautaires ou culturels, etc.). L'annexe E du guide normatif BNQ 3019-190 Lutte aux îlots de chaleur urbains — Aménagement des aires de stationnement fournit des recommandations visant la réglementation municipale pour limiter les superficies asphaltées (BNQ 2013).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Diminuer le nombre de cases de stationnement exigées et en réduire les dimensions; • Exprimer les exigences de nombre de cases de stationnement en termes de nombre <u>maximum</u> plutôt que minimum; • Réduire la dimension des allées d'accès; • Exiger l'utilisation de pavage perméable (asphalte, béton ou pavé perméable, voir section 19.4.3); • Préconiser des stationnements souterrains; • Exiger une superficie minimale d'infrastructures vertes dans les aires de stationnement (en favorisant l'intégration d'arbres) captant et infiltrant les eaux pluviales, particulièrement pour ceux de moyenne et grande superficie associés aux industries, aux commerces et aux institutions. Cette mesure permet en outre de diminuer l'effet d'îlot de chaleur; • Favoriser le partage de stationnement afin de réduire le nombre de case nécessaire.
<p>Projets de construction – Objectifs et exigences relatifs au caractère naturel des terrains</p> <p>La municipalité dispose d'outils normatifs et discrétionnaires lui permettant d'intervenir sur le caractère naturel, végétalisé ou perméable des terrains. Ces outils facilitent la mise en œuvre des stratégies de gestion durable des eaux pluviales, qui se fondent entre-autres sur une présence suffisante d'espaces verts et sur la conservation de milieux naturels, notamment des boisés et des milieux humides, puisque ces milieux fournissent naturellement des services hydrologiques (rétention, filtration, évapotranspiration, traitement des eaux, etc.).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Exiger la présence d'un nombre minimal d'arbres sur un terrain et régir l'abattage des arbres existants sur un terrain; • Adopter un plan particulier d'urbanisme (PPU) ou utiliser les règlements d'urbanisme à caractère discrétionnaire (p.ex. règlement sur les plans d'aménagement d'ensemble (PAE), règlement sur les plans d'implantation et d'intégration architecturale (PIIA), règlement sur les projets particuliers de construction, de modification ou d'occupation d'un immeuble (PPCMOI), voir annexe 4) pour introduire des objectifs et des critères de conservation de végétation et de milieux naturels, de réduction des surfaces imperméables, de gestion des eaux pluviales préconisant l'infiltration des eaux et de minimisation de dimensions des lots au profit d'espaces verts; • Exiger des promoteurs de projets une analyse de site (caractérisation environnementale) qui guidera la planification en tenant compte, notamment, de fortes pentes, de l'hydrographie, de la nature des sols et des milieux naturels en présence (cours d'eau, milieux humides, boisés); • Autoriser des projets intégrés (ou projets d'ensemble), c'est-à-dire des projets domiciliaires sur lot unique (sans subdivision) où les acheteurs deviennent co-proprétaire du site et de toutes les infrastructures (mutualisation des espaces communs tels que les bâtiments, allées d'accès, parcs, etc.). Ces projets ont généralement des superficies imperméables réduites et davantage d'espaces verts et boisés. • Exiger la conservation d'un pourcentage minimal d'espaces naturels ou de sol non remaniés à l'échelle d'un développement; • Protéger les milieux humides présents sur le territoire d'un projet de développement, incluant une zone tampon autour de ceux-ci.
<p>Projets de construction – Objectifs et exigences relatifs à l'implantation des constructions et des infrastructures</p> <p>Les normes encadrant l'implantation des constructions et des infrastructures, ainsi que l'aménagement des terrains, influencent le ruissellement des eaux d'un site, en particulier les éléments suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Marge de recul; • Couvert végétal et présence d'arbres; • Coefficient d'emprise au sol¹; • Évacuation des eaux de ruissellement (toiture et surfaces imperméable au sol). <p>¹ Rapport entre la superficie au sol du bâtiment et celle du terrain. Ne pas confondre avec le « coefficient d'occupation du sol » qui représente le rapport entre la superficie totale de plancher d'un bâtiment à celle du terrain.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Réduire la marge de recul avant (plus un bâtiment est situé loin de la rue, plus l'allée d'accès et les espaces de stationnement sont étendus, augmentant ainsi les surfaces imperméables); • Limiter le <i>coefficient d'emprise au sol</i>. Une norme de coefficient d'emprise au sol faible limite la proportion du terrain occupée par un bâtiment, laissant davantage d'espace disponible pour des surfaces perméables; • Interdire l'évacuation des eaux de toiture et des stationnements privés vers le réseau de drainage municipal mais plutôt exiger qu'elles soient dirigées vers des zones d'infiltration; • Exiger l'infiltration des eaux pluviales des toitures et des surfaces imperméables sur les terrains privés, notamment par l'aménagement de jardins de pluie sur les terrains privés (voir section 19.5.3.7); • Autoriser l'aménagement de toitures végétalisées (voir section 19.5.3.11); • Interdire le branchement à l'égout ou de nouveaux rejets à l'égout qui exposeraient une municipalité à des non-conformité face à ces normes de débordements si aucune mesure de réduction des débits dans l'égout (mesures compensatoires) n'a été mise en œuvre ou planifiée. • Exiger que les premiers millimètres d'une pluie (p.ex. 10 mm) soient infiltrés sur le terrain sans rejet vers la rue et les égouts municipaux

Adapté du chapitre 1 du [Guide d'accompagnement de l'autodiagnostic municipal en gestion durable des eaux pluviales](#) (MELCC, 2018).

Exemple de modification réglementaire : cas de l'arrondissement de Mercier-Hochelaga-Maisonneuve

Face à des impératifs comme les changements climatiques, l'arrondissement de Mercier-Hochelaga-Maisonneuve de la Ville de Montréal a procédé en 2023 à un ensemble de modifications à sa réglementation dans le but, notamment, d'augmenter le verdissement et de réduire les surfaces imperméables pour lutter contre les îlots de chaleur urbains, réduire les eaux pluviales et soutenir la biodiversité. Plus spécifiquement, les modifications ont pour effet de :

- Assujettir les nouvelles constructions et les agrandissements à l'approbation d'un plan d'implantation et d'intégration architecturale (PIIA) dont certains critères d'évaluation sont axés sur la gestion durable des eaux pluviales (usage d'infrastructures vertes d'infiltration, limitation des surfaces minéralisées, utilisation d'arbres);
- Favoriser le verdissement des cours avant;
- Resserrer les règles d'abattage et de plantation d'arbres;
- Bonifier les normes de verdissement applicables aux aires de stationnement extérieures afin de réduire les surfaces imperméables et leurs impacts.

De plus, pour évaluer un projet d'agrandissement ou de construction en regard de son adaptation aux changements climatiques, un indicateur appelé *facteur de résilience climatique* a été introduit au règlement. La valeur de cet indicateur s'établit à partir de critères regroupés en trois axes: niveau de perméabilité des revêtements de sols prévus, types de plantation prévus et degré de végétalisation du bâtiment. Une grille d'évaluation, avec les pointages associés pour différents types d'aménagement, est indiquée au règlement. Cet indicateur sert de critères pour la délivrance d'un permis. Ainsi sauf exception, tout nouveau bâtiment ou agrandissement de plus de 2000 m² doit présenter une valeur du *facteur de résilience climatique* atteignant le seuil minimal indiqué au règlement pour être accepté par l'arrondissement.

Plus de détails sur les modifications réglementaires de l'arrondissement Mercier-Hochelaga-Maisonneuve sont disponibles sur cette [page web](#) de la Ville de Montréal. Une synthèse détaillée des modifications réglementaires est aussi présentée à la fin de l'annexe 4.

Modulation normative (ou « bonus » de performance environnementale)

Les règlements d'urbanisme imposent généralement des normes de nature fixe (invariable). Cependant, le verdissement de nouveaux projets peut parfois être encouragé en créant un incitatif aux initiateurs de projets basé sur une modulation des normes à respecter selon l'atteinte de seuils minimaux, par exemple en verdissement. Cette approche de modulation normative est parfois appelée « bonus de densité » si l'incitatif concerne la densité. Dans ce cas, la modulation consiste à accorder à un promoteur une augmentation de densité, exprimée en nombre de logements/hectare ou en étages supplémentaires pouvant être construites sur des édifices. Ainsi, par exemple, une densité permise de base de 15 logements/ha pourrait être augmentée à 30 logements/hectare, puis à 60 logements/ha si la proportion du site conservé à l'état naturel atteint 40 % ou 60 % respectivement.

Une modulation de la densité basée sur d'autres critères tels que, à titre d'exemple, la superficie de parcs créée, la proportion de toiture végétalisée, le nombre de stationnements souterrains aménagés ou la superficie drainée vers une infrastructure verte (voir section 19.5.3) pourrait aussi être envisagée. Ces critères doivent être clairement établis et mesurables et dénués de critères à caractère discrétionnaire.

Des bonus autres que ceux liés à la densité peuvent aussi être prévus. Par exemple, une proportion d'espaces verts minimale de 20 % qui serait exigée dans un règlement de zonage pourrait être réduite à 15 % si les espaces verts prévus au projet sont de type « infrastructures végétalisés de gestion des eaux pluviales » (voir section 19.5.3).

Les modulations normatives doivent être énoncées de manière formelle dans un règlement de zonage ou un règlement sur les plans d'aménagement d'ensemble (PAE) où les conditions pour obtenir un avantage (par exemple, un bonus de densité) sont décrites (voir encadré ci-dessous pour un exemple d'application).

Une approche par « exceptions » est une autre manière de formuler des modulations à un règlement de zonage ou sur les PAE. Par exemple : indiquer dans un règlement de zonage que la densité est de 15 logements à l'hectare (ou de 3 étages), sauf si le critère « XYZ » est atteint, auquel cas la densité permise est de 30 logements/étage (ou 5 étages).

Le **zonage incitatif**, pouvoir réglementaire introduit aux articles 145.35.1 et suivants de la *Loi sur l'aménagement et l'urbanisme*, est un autre moyen de moduler les normes selon certains critères pour les municipalités dotée d'un comité consultatif d'urbanisme. Un tel règlement permet à la municipalité d'établir des normes de zonage de remplacement, plus « permissives », qui sont conditionnelles à la conclusion d'une entente entre la municipalité et le demandeur du permis de construction ou du certificat d'autorisation relatif au projet. Les conditions de réalisation d'un projet qui peuvent être exigées au demandeur, en échange de l'application de normes de remplacement, peuvent avoir pour objectifs l'atteinte d'objectifs en matière de performance environnementale. Ainsi, des conditions relatives au verdissement et la réduction de surface imperméables pourraient être développées dans le cadre d'un règlement relatif au zonage incitatif.

Modulation normative sur le territoire de la Ville de Mont-Tremblant

L'approche par modulation normative a été utilisée notamment par la Ville de Mont-Tremblant). Bien qu'utilisée principalement pour protéger l'habitat du cerf de Virginie et non pour réduire les apports en eaux pluviales, la démarche de la Ville de Mont-Tremblant illustre bien le principe décrit dans cette section. Ainsi, pour inciter davantage les propriétaires immobiliers à respecter l'intégrité de l'habitat du cerf, des « bonus de densité » peuvent être obtenus lorsque les normes minimales de protection environnementale sont dépassées dans les projets intégrés de certaines zones et sous certaines conditions, tel qu'indiqué au Tableau 19-5.

Tableau 19-5 Critères d'obtention d'un bonus de densité à la Ville de Mont-Tremblant.

Norme minimale exigée	Exigences en fonction d'un bonus de densité				
	1,5 log/ha	1,8 log/ha	2,1 log/ha	2,5 log/ha	3,0 log/ha
Densité brute maximale autorisée (logement par hectare)	1,5 log/ha	1,8 log/ha	2,1 log/ha	2,5 log/ha	3,0 log/ha
Objet des exigences					
Réduction des perturbations dans une zone faunique et à une distance donnée du corridor	Bâtiment dans le corridor	Aucun bâtiment dans le corridor	Aucun bâtiment à 50 m du corridor	Aucun bâtiment à 100 m du corridor	Aucun bâtiment à 150 m du corridor
Proportion de la superficie des peuplements forestiers d'intérêt faunique comprise et conservée dans l'ensemble du projet de développement	Min. 66 %	Min. 75 %	Min. 85 %	Min. 95 %	100 %
Profondeur minimale de la bande riveraine des rivières du Diable, le Boulé et des lacs Moore, Ouimet ou Desmarais	15 m	30 m	40 m	60 m	80 m
Proportion de la superficie totale du projet conservée en espace naturel	Min. 70 %	Min. 80 %	Min. 82,5 %	Min. 85 %	Min. 87,5 %

Source : MAMROT, 2010

Ressources et outils

Les documents suivants compilent des exemples de disposition inscrites dans les outils de planification (SAD, PU, PPU) et de réglementation d'urbanisme de municipalités québécoises et qui sont favorables au verdissement des espaces, à la réduction des surfaces imperméables et donc globalement, à réduire les apports en temps de pluie:

- Chapitre 6 du guide [La gestion durable des eaux de pluie - guide des bonnes pratiques sur la planification territoriale et le développement durable](#) (MAMROT, 2010);
- Chapitre 1 du [Guide d'accompagnement de l'autodiagnostic municipal en gestion durable des eaux pluviales](#) (MELCC, 2018);
- Guide [S'adapter au climat par la réglementation](#) (UMQ, 2022);
- [Guide des bonnes pratiques en matière d'urbanisme et de gestion des eaux pluviales](#) (Ville de Montréal, 2023).
- [Guide d'intégration de la gestion des eaux pluviales dans l'aménagement d'un site dans une approche urbanistique - 2e édition](#) (CERIU, 2023)

Les annexes 3 et 4 du présent guide décrivent, respectivement, les différents outils de planification et outils de réglementation, pertinent pour réduire les apports en eaux pluviales. Elles regroupent aussi, par type d'outils, des exemples de libellés tirés des documents ci-haut. L'annexe 2, quant à elle, fournit des notions de base en matière d'urbanisme et s'adresse à un lecteur peu familier avec celles-ci.

Par ailleurs, le Ministère a financé et participé, en collaboration avec le Regroupement des organismes de bassins versants du Québec (ROBVQ), à la rédaction de l'**Autodiagnostic municipal de gestion durable des eaux pluviales**, un outil d'évaluation de la réglementation municipale à l'égard des apports en temps de pluie. Il s'agit d'un questionnaire pour lequel, selon la réponse à chaque question, un nombre plus ou moins important de points est accordé. Une municipalité peut ainsi s'auto-évaluer quant à la performance de ses règlements pour limiter les apports en temps de pluie. Le questionnaire permet aussi de constater l'évolution du pointage, et donc de la réglementation municipale, lorsqu'il est complété à plus d'une reprise. Cet outil est disponible aux liens suivants :

- [Version PDF téléchargeable](#);
- [Version en ligne compilant automatiquement le pointage](#) (voir onglet « s'évaluer »).

Le [Guide d'accompagnement de l'autodiagnostic municipal en gestion durable des eaux pluviales](#) (MELCC, 2018) permet de comprendre le fondement de chacune des questions et le rôle de différentes dispositions réglementaires dans la réduction des apports en temps de pluie.

19.2.2 Levier #2 : Instruments financiers et fiscaux

Les instruments financiers et fiscaux (dont l'écofiscalité) peuvent contribuer à l'atteinte des objectifs de la municipalité en matière de gestion des eaux pluviales. En ce sens, ces outils peuvent être complémentaires aux outils d'urbanisme précédemment décrits.

L'écofiscalité se définit comme l'ensemble d'instruments financiers visant à décourager les activités nuisibles pour l'environnement ou à encourager celles qui lui sont favorables (Ministère des Finance et coll., 2017). Dans le cadre du présent guide, les instruments financiers et fiscaux présentés visent à maximiser les espaces végétalisés et à minimiser les surfaces imperméables. Ces instruments financiers sont:

1. Aide financière
2. Tarification, taxation et redevance réglementaire

19.2.2.1. Aide financière

En matière d'environnement, la *Loi sur les compétences municipales* (LCM) permet aux municipalités locales d'accorder toute aide qu'elle juge appropriée selon la forme permise dans l'exercice de ces pouvoirs, sous réserve de l'application de la *Loi sur l'interdiction de subventions municipales* qui proscriit l'aide aux établissements industriels et commerciaux. Une municipalité pourrait, par exemple, dans l'exercice d'un pouvoir d'aide visé par la LCM, donner une aide financière pour les projets qui intègrent des jardins de pluie (MAMROT, 2010).

NOTE : l'aide financière que peut offrir une municipalité à des propriétaires privés permet de compléter les programmes gouvernementaux qui, généralement, ne s'adressent qu'aux municipalités ou à des organismes à but non lucratifs. Les municipalités sont ainsi souvent les mieux placées pour soutenir financièrement des actions citoyennes.

À titre d'exemple, en 2022 la Ville de Québec a mis sur pied une aide financière pouvant atteindre 20 000\$ pour tout projet de verdissement dans le cadre de son [programme de verdissement et de déminéralisation de terrains non municipaux](#). De même, la Ville de Québec aussi développé la même année un programme offrant jusqu'à 10 000\$ à des résidents ou des d'organismes pour des projets de [verdissement de ruelles](#).



Source : Martin Bouchard-Valentine

Figure 19-3 Aménagement d'îlots de biorétention dans un stationnement commercial financé par le *Programme de verdissement et de déminéralisation de terrains non municipaux* de la Ville de Québec.



Source : Conseil régional de l'environnement - région de la Capitale nationale

Figure 19-4 Déminéralisation de l'école La Passerelle (Ville de Québec) et verdissement de la cours réalisés par Conseil régional de l'environnement - région de la Capitale nationale avec l'aide financière de la Ville de Québec.

La [Ville de Québec](#) et différents arrondissements de la [Ville de Montréal](#) offrent aussi des programmes de financement pour des projets de verdissement de ruelles. Pour la Ville de Québec, l'aide financière à un projet peut s'élever jusqu'à 60 000 \$.

Autre exemple : en 2023, la Municipalité de Bromont remboursait à chaque citoyen jusqu'à 1 000 \$ pour les frais liés à l'aménagement d'un jardin de pluie sur son terrain. Des municipalités telles que Farnham, Cowansville, Granby, Waterloo, Shefford et Lac-Sergent offrent aussi des subventions et du soutien technique pour l'aménagement de jardins de pluie.

Les programmes de distribution d'arbres ou de remboursement d'achat d'un arbre disponibles dans de nombreuses municipalités contribuent aussi à réduire les eaux de ruissellement d'un territoire.

Différents organismes locaux peuvent agir sur le territoire municipal pour promouvoir et réaliser des projets de verdissement et de réduction de surface imperméables sur des terrains privés. L'octroi d'aide financière à ces organismes peut être une autre façon, pour une municipalité, d'agir sur les terrains non-municipaux.

À propos des barils de pluie - Plusieurs municipalités ont des programmes de distribution de barils récupérateur d'eau de pluie pour ses citoyens. Cependant, de tels programmes doivent être considérés comme des moyens pour réduire la consommation d'eau potable et non pour réduire les apports en temps de pluie. En effet, pour qu'un baril récupérateur d'eau de pluie soit efficace pour réduire les apports en temps de pluie, il doit être vide au moment au début de la précipitation. Or, l'expérience montre que ce n'est pas le cas pour la plupart des barils de pluie.

19.2.2.2. Tarification, taxation et redevance réglementaire

Outre l'aide financière, les municipalités disposent d'outils fiscaux utiles : la tarification, la taxation et la redevance réglementaire. Ces pouvoirs peuvent aussi être utilisés en matière de gestion des eaux pluviales.

En effet, grâce à la tarification, la taxation et la redevance réglementaire, les municipalités disposent de trois instruments fiscaux qui permettent d'appliquer les principes de l'écofiscalité et, plus spécifiquement, d'orienter les décisions citoyennes en matière d'aménagement du territoire pour maximiser le verdissement et réduire les surfaces imperméables. Ces outils sont brièvement présentés ci-après.

Tarification

Une municipalité peut facturer les propriétaires fonciers, via une **tarification**, pour leur rejet d'eaux pluviales dans l'emprise publique. En effet, tout comme l'eau solide (neige), l'eau de pluie évacuée vers une rue doit être gérée par la municipalité par le biais d'infrastructures requérant des ressources pour leur mise en

place, leur exploitation et leur entretien. Dans les deux cas, le service requis est proportionnel aux superficies impliquées (surfaces déneigées ou surfaces imperméables ruisselant vers la rue) et le montant exigé peut être établi à partir de ce paramètre.

En effet, en vertu des articles 244.1 à 244.10 de la *Loi sur la fiscalité municipale*, une municipalité peut prévoir que la totalité ou une partie de ses biens, services ou activités soient financés par l'entremise d'une tarification précisée dans un règlement municipal. Cette tarification doit alors être établie sur la base des coûts du service offert (frais d'administration, frais d'exploitation, etc.) et reliée au bénéfice reçu par le contribuable. La tarification peut être basée sur une caractéristique d'un immeuble autre que sa valeur, comme la superficie des surfaces imperméables, la nature du bâtiment (maison détachée, duplex, édifices à condo, etc.), son étendue en front, etc. Une municipalité peut aussi prévoir des catégories de biens, de services, d'activités, de quotes-parts, de contributions ou de bénéficiaires. De la sorte, une municipalité peut prévoir une tarification différente selon différentes catégories de bénéficiaires. Ainsi, de manière analogue au coût d'un permis de déneigement qui généralement proportionnel à la superficie de la zone déneigée vers la rue, une tarification des rejets d'eaux pluviales vers la rue proportionnelle aux surfaces imperméables pourrait être imposée par une municipalité. Une [fiche](#) publiée par le MAMH (MAMH 2018) fournit plus de détails sur le pouvoir de tarification des municipalités.

Pouvoir général de taxation

Outre le pouvoir de taxation d'un immeuble basé sur sa valeur inscrite au rôle d'évaluation foncière (taxe foncière) et la tarification, les municipalités peuvent imposer, par règlement, toute taxe municipale directe en vertu d'un **pouvoir général de taxation** prévu aux articles 1000.1 et suivants du *Code municipal du Québec* (CMQ) et aux articles 500.1 et suivants de la *Loi sur les cités et villes* (LCV).

Une telle taxe doit toutefois respecter certaines conditions. Par exemple, elle ne peut pas être imposée pour la fourniture de biens ou de services ou sur une fortune (valeur foncière, placements bancaires, etc.) et de manière générale, porter sur un objet inclus dans le champ de taxation généralement réservés aux gouvernements provincial et fédéral. Cependant, l'imposition d'une taxe en vertu de ce pouvoir général de taxation n'a pas à être lié à un bénéfice actuel ou futur, ni à se rattacher à des travaux municipaux, à un service particulier, à l'acquisition d'un bien ou à toute autre fin. Ce pouvoir de taxation pourrait donc être utilisée par une municipalité afin d'imposer, par exemple, aux propriétaires de ces espaces, une taxe sur des espaces de stationnement afin d'inciter la conversion de ces lieux en des espaces permettant d'autres utilisations.

Exemple de Ville de Laval

Reconnaissant que les surfaces imperméables ont des impacts significatifs sur l'environnement, notamment en raison des eaux de ruissellement qu'elles génèrent, de leur forte captation d'énergie solaire et de leur vocation qui favorise l'utilisation de l'automobile, la Ville de Laval perçoit, depuis 2023, une taxe sur ces surfaces situées en son centre-ville. Avec son règlement L-12965 *concernant l'imposition d'une taxe sur les surfaces pavées au centre-ville*, la Ville souhaite inciter les propriétaires à végétaliser les aménagements ou modifier les usages de leur terrain afin, à terme, de diminuer la pression sur les infrastructures municipales en réduisant le ruissellement des eaux de pluie, de diminuer les îlots de chaleur urbains et de favoriser la transformation urbaine du centre-ville dans la foulée de l'adoption de plan particulier d'urbanisme. La Ville perçoit donc annuellement une taxe établie selon les taux suivants :

Tranche de superficie	Taux de taxation
Premiers 50 000 m ² de surface pavée	0,50 \$ / m ²
Entre 50 001 et 100 000 m ² de surface pavée	1,00 \$ / m ²
Plus de 100 000 m ² de surface pavée	1,50 \$ / m ²

Redevance réglementaire

Enfin, les articles 1000.6 et suivants du *Code municipal du Québec*, ainsi que les articles 500.6 et suivants de la *Loi sur les cités et villes*, habilite les municipalités à percevoir des **redevances réglementaires**. Une redevance réglementaire est une forme de prélèvement qui ne constitue pas une taxe, mais qui s'apparente à la tarification, car elle repose aussi sur le principe de l'utilisateur-payeur, tout en prenant en considération d'autres éléments que le bénéfice reçu, comme le dommage causé ou un comportement qui rend une activité nécessaire (MAMH, 2017). Ainsi, un régime de redevance peut aussi avoir pour but d'influencer le comportement de personnes, un élément de distinction avec la tarification. Les revenus produits par la redevance doivent être versés dans un fonds destiné exclusivement à les recevoir et à contribuer au financement de l'objectif poursuivi par le régime de réglementation. De plus, la redevance ne peut être exigée que d'une personne qui bénéficie du régime de réglementation identifié au règlement ou dont les activités créent le besoin de ce régime.

Application

Une facturation des rejets d'eaux pluviales est appliquée par de nombreuses municipalités aux États-Unis et au Canada (sous l'appellation *Stormwater utility fee*, *Stormwater user fee* ou *Stormwater charge*). De fait, en 2022, au moins 63 municipalités au Canada (dont Halifax, Calgary, Edmonton, Regina, Saskatoon, West Vancouver, Victoria, Toronto, Kitchener, Mississauga, Windsor) et 2057 municipalités aux États-Unis avaient adopté une facturation des rejets d'eaux pluviales basée sur les surfaces imperméables des terrains (WKU, 2022). La plus petite municipalité ayant appliqué une telle facturation aux États-Unis avait une population de 84 personnes (Indian Creek Village, Floride) alors que la ville la plus peuplée était Los Angeles à plus de 10 millions de personnes. Le frais mensuel par résidence était approximativement de 9,34 \$ en 2021 pour les propriétaires d'une résidence détachée en Ontario (AECOM, 2021).

Tableau 19-6 Identification de quelques villes parmi les 63 municipalités au Canada connues en 2022 pour avoir adopté une facturation des rejets d'eaux pluviales ou de surfaces imperméables.

Québec <ul style="list-style-type: none">• Laval Nouvelle-Écosse <ul style="list-style-type: none">• Halifax Saskatchewan <ul style="list-style-type: none">• Regina• Saskatoon Alberta, 16 villes dont: <ul style="list-style-type: none">• Calgary• Edmonton• Saint Albert• Strathcona County	Colombie-Britannique, <i>15 villes dont :</i> <ul style="list-style-type: none">• Abbotsford• Langley• Pitt Meadows• Richmond• Surrey• Victoria• West Vancouver• White Rock	Ontario <ul style="list-style-type: none">• Ajax• Aurora• Brampton• Guelph• Hamilton• Kitchener• London• Markham• Middlesex-Center	<ul style="list-style-type: none">• Mississauga• Newmarket• Orillia• Ottawa• Richmond Hill• St. Thomas• Toronto• Vaughan• Waterloo• Windsor• Whitchurch-Stouffville
---	--	---	---

Basé sur Smart Prosperity Institute, 2016 et AECOM, 2021.

L'un ou l'autre des objectifs suivants, ou les deux, sous-tendent l'adoption d'une tarification, d'une taxe imposée par le biais du *pouvoir général de taxation* ou d'une redevance réglementaire relative aux rejets d'eaux pluviales ou des superficies imperméabilisées:

- Permettre à une municipalité d'obtenir une source de financement dédiée pour la gestion des eaux pluviales sur son territoire (qui inclut les réseaux unitaires et la gestion des débordements);
- Créer un incitatif aux citoyens à déminéraliser leur terrain (réduire les surfaces imperméables).

RAPPEL: L'exercice du pouvoir général de taxation et la redevance réglementaire peuvent aussi avoir comme objectif principal de changer le comportement des personnes. Quant à elle, toute tarification doit être liée au bénéfice reçu et viser à facturer un bien, service ou une activité selon son utilisation (principe d'« utilisateur-payeur »).

Selon le Smart Prosperity Institute (2016), plusieurs arguments soutiennent l'adoption par une municipalité d'une facturation des rejets d'eaux pluviales et qui se basent sur les surfaces imperméables des terrains

(pouvant être exigée au Québec par le biais d'une tarification, d'une redevance réglementaire ou d'une taxe) :

- **Source de revenu dédiée** [dans le cas d'une tarification ou d'une redevance] : Les sommes recueillies permettent à une municipalité d'obtenir une source de financement dédiée pour assumer les coûts d'exploitation et de construction d'ouvrages de gestion des eaux pluviales, incluant les infrastructures vertes, et les coûts liés à la gestion des débordements d'eaux usées en temps de pluie.
- **Sensibilisation des citoyens** [dans le cas d'une tarification, d'une taxe ou d'une redevance] : En assumant le coût d'un tarif, d'une taxe ou d'une redevance, les citoyens perçoivent que la gestion des eaux pluviales constitue une responsabilité municipale importante et que cette gestion a un coût que tous les citoyens doivent assumer.
- **Facturation basée sur le bon paramètre** [dans le cas d'une tarification, d'une taxe ou d'une redevance] : Les surfaces imperméables étant responsables du ruissellement devant être géré par une municipalité lorsque les eaux rejoignent la voie publique, une facturation basée sur la superficie des surfaces imperméables est cohérente avec le principe d'utilisateur-payeur, augmentant son potentiel d'adhésion auprès des citoyens.
- **Incitatifs pour réduire les surfaces imperméables** [dans le cas d'une tarification, d'une taxe ou d'une redevance] : L'imposition d'une tarification basée sur les surfaces imperméables crée un incitatif pour réduire la quantité d'eau ruisselée vers le réseau municipal et donc, le montant payé.

Aux États-Unis et dans les autres provinces canadiennes, l'expérience montre que lorsqu'une facturation pour financer la gestion municipale des eaux pluviales est implantée, les frais payés par un propriétaire demeurent inchangés, puisqu'un montant équivalant aux sommes recueillies sont soustraites des taxes sur la valeur foncière, bien que de faibles transferts fiscaux puissent survenir entre les propriétés de haute valeur et celles de faible valeur (Smart Prosperity Institute, 2016). De fait, l'adoption d'une facturation pour les eaux pluviales ne constitue pas un nouveau frais à payer, mais plutôt un transfert vers une nouvelle structure de revenu pour financer des coûts qui, par ailleurs, étaient déjà financés par d'autres sources de revenu non dédiées.

Modulation du montant exigé

Selon les dispositions de la Loi sur la fiscalité municipale, une tarification modulée offrant notamment un tarif plus faible pour certaines superficies devrait se justifier sur la base du bénéfice reçu de la part des propriétaires. Ainsi, le tarif ne pourrait pas se justifier afin d'être un incitatif visant à influencer des comportements.

Cependant, une taxe prise en vertu du pouvoir général de taxation et, particulièrement, une redevance réglementaire offrent une telle possibilité. D'ailleurs, il est indiqué explicitement dans le *Code municipal du Québec* et la *Loi sur les cités et villes* que la redevance réglementaire peut être prévu pour influencer des comportements. Ainsi, la redevance exigée à un propriétaire pourrait être plus faible si, par exemple, un jardin de pluie, le débranchement des gouttières ou le remplacement de revêtement imperméable par du revêtement perméable est réalisé de telle sorte que la quantité d'eau de pluie qui s'écoule vers le domaine municipal (la rue) est réduite.

Dans le cas d'une redevance réglementaire basées sur les surfaces imperméables et les rejets d'eaux pluviales, le montant exigé devrait être déterminé en tenant compte des éléments suivants:

- un lien clair et direct entre les revenus tirés de la redevance et les coûts qu'elle finance est essentiel. Il sera alors possible de soutenir la validité de cette redevance.
- Si l'intention de cette redevance est d'encourager un comportement en créant un incitatif à l'aménagement de mesures de gestion d'eaux pluviales sur les terrains, alors la réduction offerte sur le montant de la redevance doit être suffisante pour créer cet incitatif. Par exemple, la différence entre la redevance pour un « terrain aménagé » et un « terrain non aménagé » devrait permettre

au propriétaire de récupérer dans un délai raisonnable les montant investis pour mettre en œuvre des mesures de gestion des eaux pluviales sur son terrain (achat de matériaux, location d'outils, embauche de main-d'œuvre, etc.).

19.2.3 Levier #3 : Sensibilisation et diffusion d'information

Un autre moyen d'action permettant aux municipalités d'agir sur les terrains privés (résidentiels ou commerciaux) en milieu déjà bâti est de réaliser des activités ou de produire des documents de sensibilisation aux bonnes pratiques de gestion des eaux pluviales ou de promotion d'initiatives exemplaires. À ce titre, les organismes de bassins versant (OBV) sont souvent des intervenants clés dans la préparation de documents de vulgarisation ou la planification d'activités de sensibilisation. De nombreux OBV sont d'ailleurs très actifs pour promouvoir de bonnes pratiques en gestion des eaux pluviales. Les municipalités ont avantage à les consulter.

Ainsi, pour sensibiliser la population aux enjeux liés aux eaux pluviales et aux bonne pratique, une municipalité peut :

- **Produire et diffuser des documents techniques** en soutien aux citoyens souhaitant aménager un jardin de pluie ou débrancher une gouttière, tel que l'a fait, par exemple, la [Ville de Magog](#), la [Ville de Sherbrooke](#) ou la [Ville de Laval](#) ou verdir des ruelles comme l'ont fait la [Ville de Québec](#) ou l'[arrondissement Sud-Ouest de la Montréal](#).
- **Contribuer à faire rayonner la réalisation de projets exemplaires**, à l'instar de municipalités comme :
 - Trois-Rivières, avec le développement d'[une page web](#) et production d'une capsule vidéo pour présenter le réaménagement de la rue Saint-Maurice;
 - Laval, avec une [page web](#) expliquant des d'infrastructures végétalisées sur diverses rues
 - Causapscal, qui a collaboré au contenu d'une [capsule vidéo](#) présentant les jardins de pluie aménagés sur son territoire;
 - Montréal, avec la publication d'[un article](#) sur sa page web expliquant l'aménagement de nouvelles infrastructures végétalisées dans le quartier Rosemont – La-Petite-Patrie.
 - Victoriaville, qui [annonce son site web](#) son *Plan de mise en place d'infrastructures vertes pour la gestion des eaux pluviales*, un modèle en ce sens au Québec.
- **Rejoindre les citoyens** en distribuant des dépliants, en diffusant de la publicité dans les médias et sur des panneaux publicitaires, en organisant des séances d'information ou encore en faisant du « porte à porte » permet aussi de promouvoir les bonnes pratiques, comme cela a été réalisé dans les municipalités de la MRC de La Matapédia dans le cadre du projet « [Des jardins de pluie pour le saumon](#) ». Des messages sur des panneaux publicitaires peuvent même être envisagés, comme l'a fait le comté de l'Onondaga dans l'état de New York, dans le cadre du programme « Save the Rain » visant à améliorer la qualité des eaux du lac Onondaga en diminuant les occurrences de débordements d'eaux usées par le biais d'infrastructures vertes.



Figure 19-5 Recourt à des panneaux publicitaires pour sensibiliser la population à de meilleures pratiques de gestion des eaux pluviales. L'exemple ci-contre provient du programme « Save the rain » faisant la promotion d'infrastructures vertes pour réduire les occurrences de débordement de réseaux unitaires afin d'améliorer la qualité des eaux du lac Onondaga (New York).

- **Organiser des séances de consultation publique et d'information** aux enjeux liés avec la gestion des eaux de pluie et des débordements. Des consultations publiques sont particulièrement utiles avant la planification d'un projet de réaménagement d'une rue où une réduction des voies de circulation et d'espaces de stationnement est envisagée pour permettre l'implantation d'infrastructures végétalisées de gestion des eaux de pluie. Des séances d'information après la réalisation de travaux de réaménagement d'une rue, d'un stationnement ou de tout autre lieu public où des infrastructures vertes sont aussi utiles pour expliquer les objectifs poursuivis pour les nouveaux aménagements. L'organisation séances d'information est une pratique courant de municipalités comme Québec, Montréal, Trois-Rivières, Victoriaville, Granby dans le cadre de projets d'implantions d'infrastructures végétalisées.
- **Supporter des initiatives d'organismes locaux** pour la promotion de bonnes pratiques en gestion des eaux de pluie une autre façon permettant à une municipalité de sensibiliser les citoyens, comme l'a fait la [ville de Roberval](#) pour l'aménagement de jardins sur son territoire à la maison des jeunes.



Source : City of Philadelphia

Figure 19-6 Exemple de sensibilisation de la population aux enjeux que posent les surfaces imperméables et le ruissellement des eaux après une pluie à l'aide d'une bouteille-vaporisateur et d'une maquette.

- **Créer un concours** est aussi un moyen original d'encourager l'adoption de bonnes pratiques. Le concours « Gérer mon eaux de pluie » de Thetford Mines a permis, par exemple, de souligner les plus beaux jardins de pluie.
- **Installer des pancartes explicatives** aux abords d'aménagements de gestion des eaux pluviales.



Source : Martin Bouchard-Valentine

Figure 19-7 Pancartes explicatives installées à proximité d'ilots de biorétention au Québec.

À propos du projet *Sous les pavés*

Piloté par le Centre d'écologie urbaine de Montréal (CEUM), le projet [Sous les pavés](#) vise à déminéraliser à la main et de manière participative des espaces publics au Québec. Les projets sont réalisés par des partenaires locaux (citoyen, entreprise, organisme communautaire ou municipalité) accompagnés d'un soutien financier, technique et stratégique fourni par le CEUM. Les objectifs de ce projet sont notamment de réduire les espaces minéralisés (imperméables), réduire le volume des eaux de ruissellement envoyé aux égouts et aménager des espaces chaleureux, fonctionnels et durables. Depuis 2017, 16 démarches de déminéralisation dans des écoles et des stationnements commerciaux ou d'immeubles d'habitation ont été réalisées dans 8 régions du Québec, dont celui dans un centre commercial de [Baie-Saint-Paul](#) inauguré en octobre 2022 (voir image ci-dessous).



Le projet *Sous les pavés* est financé par plusieurs partenaires, dont le gouvernement du Québec via le Plan pour une économie verte (programme Action-Climat Québec).



Figure 19-8 Espace déminéralisé dans un stationnement d'un centre commercial à Baie-Saint-Paul.

Source : *Journal Le Charlevoisien/Dave Kidd*

19.2.4 Levier #4 : Projets municipaux exemplaires

Toute municipalité soucieuse de verdier son territoire et de réduire les surfaces imperméables devrait agir de manière exemplaire en verdissant et réduisant les surfaces imperméables de leurs propres terrains. Ceci est d'autant plus important si une municipalité exige des propriétaires privés d'augmenter le verdissement et de réduire les surfaces imperméables de leur terrain.

Le réseau routier municipal représente la principale cible d'action. En effet, la grande majorité des terrains municipaux est occupé par le réseau routier municipal. De plus, ces terrains municipaux recueillent généralement les eaux des terrains adjacents. Ainsi, la manière dont les rues municipales sont aménagées peut avoir des effets considérables sur les apports en temps de pluie entrant dans le système d'égout. La réduction des largeurs d'une rue et/ou l'insertion d'infrastructures vertes sont des objectifs qui devraient être poursuivis, particulièrement à l'occasion de travaux qui impliquent des travaux de pavage (réparation de réseaux souterrain, réfection d'une rue, reconfiguration d'une intersection, etc.).

Outre les terrains servant au réseau routier, les stationnements municipaux tels que les stationnements publics ou ceux desservant des édifices municipaux (garage municipal, caserne de pompier, poste de police, etc.) sont aussi des lieux où une municipalité peut démontrer l'exemple en matière d'aménagement. Les stationnements très fréquentés par la population (p.ex. ceux desservant un centre communautaire, un centre sportif, un parc municipal, une bibliothèque, l'hôtel-de-ville) sont d'intérêt puisqu'ils offrent aussi une occasion de sensibiliser la population.

Fardeau de la preuve inversé à la ville de Montréal

À la ville de Montréal, 10 % des superficies imperméables de tout projet de rue (qu'il soit réalisé en régie ou par contrat) doit être occupé par des infrastructures végétalisées de gestion des eaux pluviales (saillies, fosses d'arbre, terre-plein gazonné). Ce pourcentage peut être réduit selon nature des sols.

L'absence d'infrastructures vertes à un projet de rue doit être justifiée auprès du Service de l'eau de Montréal. Ceci renverse donc le fardeau de la preuve puisque dans la plupart des municipalités du Québec, c'est plutôt l'inclusion d'infrastructures vertes de gestion des eaux pluviales à des travaux de voirie qui requiert d'être justifiée et défendue par le concepteur.

La **Figure 19-9** quelques de exemples inspirants où des municipalités du Québec ont introduit des infrastructures vertes pour la gestion des eaux pluie à l'occasion de travaux sur des terrains municipaux:

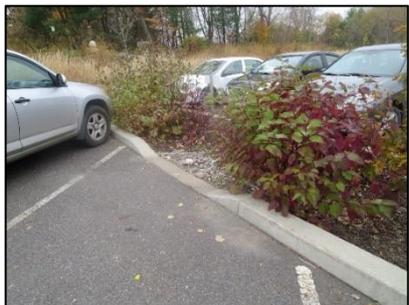
<p>La Ville de Granby avec la rue Saint-André Est.</p>		<p>La Ville de Victoriaville avec le stationnement Pierre-Laporte ou la rue Godin.</p>	
<p>La MRC de Brome-Missisquoi avec son hôtel-de-ville à Cowansville</p>		<p>La Ville de Trois-Rivières avec la rue Saint-Maurice.</p>	
<p>La Ville de Québec avec le stationnement du nouveau centre de glaces, six rues dans le secteur du Lac Saint-Charles, la rue Neuvialle, et autres.</p>		<p>La Ville de Longueuil avec son marché public.</p>	
<p>La Ville de Montréal avec le boulevard Papineau, les parcs résilients tels que le parc Dickie Moore.</p>	 		

Figure 19-9 Exemples de projets inspirants réalisés par des municipalités du Québec pour réduire les apports en eaux pluviales captés par les réseaux de drainage.

Une municipalité peut aussi instiguer des projets de verdissement, comme la plantation d'arbres dans le cadre du projet *Horizon Nature* de la [MRC Marguerite d'Youville](#), ou des journées de plantation d'arbres comme à [Marieville](#) ou à [Vaudreuil-Dorion](#). Les projets, lorsqu'ils sont portés par des municipalités, peuvent d'ailleurs être admissibles à des programmes de financement du gouvernement. C'est le cas du projet *Horizon Nature* ou de la planification à Victoriaville (voir encadré ci-dessous). D'autres municipalités se sont dotées d'une politique de l'arbre fixant des objectifs de canopée à atteindre et prévoyant un resserrement des exigences sur la plantation et l'abattage d'arbres prévus dans la réglementation, tel que l'ont fait de nombreuses villes, telles que la [ville de Saint-Jean-sur-le Richelieu](#), la [ville de Chambly](#), la [ville de Sorel-Tracy](#), la [ville de Granby](#) ou la [ville de Rivière-du-Loup](#).

Réduction des surface imperméables à Victoriaville

La Ville de Victoriaville est, au chapitre de la planification de la réduction des surface imperméables et des apports d'eaux pluviales, digne de mention. En effet, elle a adopté en juillet 2022 un [Plan de mise en place d'infrastructures vertes pour la gestion des eaux pluviales](#). Ce plan cible les secteurs prioritaires pour mettre en œuvre des mesures de gestion des eaux pluviales. Les secteurs desservis par un système d'égout unitaire sont notamment ciblés. Le Plan présente les mesures de gestion des eaux pluviales à préconiser (îlot de biorétention, revêtement perméable, tranchée drainante, etc.), accompagnés de dessins types, ainsi qu'une matrice d'aide à la décision pour choisir les mesures les plus appropriées selon la catégorie de rue. Un indicateur, appelé « *indice de gestion des eaux pluviales* » a été développé dans le cadre du Plan afin de quantifier l'évolution de la gestion des eaux pluviales au sein de la municipalité.

Grâce à ce Plan, la ville s'est dotée d'un outil de planification favorisant l'intégration d'infrastructures vertes dans sa planification annuelle des travaux de voirie, en particulier pour les rues situées dans les secteurs desservis par un système d'égout unitaire. Avec ce Plan, la ville souhaite réduire les occurrences de débordements et de refoulement d'égout tout en augmentant sa résilience face aux changements climatiques.



Figure 19-10 Îlot de biorétention sur la rue Madeleine à Victoriaville captant les eaux pluviales de la rue à la place des puisards.

Programme d'excellence en gestion des eaux pluviales (PEXGEP)

Les efforts d'une municipalité pour mieux gérer et réduire les eaux pluviales méritent d'être soutenus et reconnus pour les pairs. C'est pourquoi Réseau Environnement a créé en 2019, avec le soutien financier du Ministère, le Programme d'excellence en gestion des eaux pluviales (PEXGEP), à l'instar de programmes existants et bien établis en eau potable (PEXEP) et en eaux usées (PEX-StarRE). L'adhésion au PEXGEP donne notamment accès à des documents de soutien ainsi qu'à une communauté de pratique où sont échangés des informations techniques, des résultats de recherche, des conseils et des bons coups réalisés par les municipalités adhérentes. Les efforts des municipalités adhérentes au PEXGEP sont valorisés lors, notamment, de la Cérémonie des étoiles tenue annuellement au Symposium sur la gestion de l'eau.



En somme, l'adhésion au PEXGEP permet de souligner et d'accompagner l'engagement d'une municipalité envers une meilleure gestion des eaux pluviales sur son territoire.

Les municipalités lauréates pour leurs efforts en gestion des eaux pluviales sont indiquées sur la page web : <https://reseau-environnement.com/secteurs/eau/programmes/peugeot-programme-dexcellence-en-gestion-des-eaux-pluviales/>



Figure 19-11. Reconnaissance des municipalités lauréates lors de la cérémonie des étoiles du PEXGEP tenue dans le cadre du Symposium sur la gestion de l'eau 2022 (Ville de Trois-Rivières ici représentée)

Source : Réseau Environnement/Mélanie Olmstead

19.3 Détermination des secteurs contribuant le plus aux apports en temps de pluie

Comme indiqué en introduction du présent chapitre, les eaux parasites de type « apports en temps de pluie » devraient être recherchées en premier lieu par rapport aux eaux d'infiltration, en particulier les sources de captage direct (plutôt que les sources indirectes).

Dans le cas des **systèmes d'égout de type unitaire**, c'est l'ensemble des surfaces drainées (surface tributaire) par le système qui doit être considéré dans l'évaluation des apports en temps de pluie. Les principaux moyens pour réduire les apports en temps de pluie sont :

- La réduction des surfaces imperméables;
- Le détournement des eaux pluviales du système d'égout;
- La régulation des débits entrant dans le système d'égout.

Ces moyens sont décrits plus en détail dans le présent chapitre, aux sections 19.4 à 0.

Dans le cas des **systèmes d'égout de type domestique ou pseudo-domestique**, les solutions pour réduire les apports en temps de pluie sont plus circonscrites puisque les sources d'apports sont plus limitées que dans un système d'égout unitaire. Les solutions consistent donc à localiser les apports directs, comme les branchements illicites (raccordements inversés) ou les toitures reliées aux drains de fondation (en portant une attention particulière aux bâtiments construits avant 1982; voir la section 4.3.2.2), afin d'en limiter les rejets. Les trous de couvercles de regards peuvent parfois être une source importante d'eaux pluviales dans les cas des regards situés dans des points bas topographiques propices aux accumulations d'eau, dans des zones sujettes aux inondations printanières ou dans des fossés. L'obstruction de ces trous peut donc permettre d'éliminer des apports en temps de pluie.

NOTE : Sans qu'ils puissent être classés comme des apports en temps de pluie, les apports provenant des cours d'eau récepteurs, notamment ceux soumis aux marées, peuvent provoquer des débordements, en particulier lorsque des vannes de clapets sont défailtantes.

La détermination des sources d'apports directs n'est pas toujours évidente. C'est pourquoi les mesures ciblant les apports en temps de pluie devraient s'appuyer sur des campagnes de mesures afin de correctement déterminer les sources et l'ampleur des apports. Comme décrit à la section 10.4.2, l'analyse du comportement du système d'égout en temps de pluie peut révéler des informations importantes sur le système et les bassins en amont des ouvrages de débordement. Des ouvrages avec des réponses anormalement plus importantes que ceux d'autres secteurs pourraient être ciblés pour des investigations supplémentaires en vue de prévoir des mesures de réduction des apports en temps de pluie.

L'utilisation d'un modèle d'écoulement peut aussi être utile pour déterminer les secteurs qui contribuent le plus aux apports en temps de pluie. Dans le cas des **systèmes d'égout domestiques ou pseudo-domestiques**, les coefficients R de la méthode RTK pourraient être comparés entre eux pour mettre en évidence les secteurs dont les apports en temps de pluie sont les plus importants (voir la section 14.5.7 pour plus de détails sur la méthode RTK). Pour les **systèmes d'égout unitaires**, le coefficient de ruissellement est utile pour comparer la réaction et l'apport des différents bassins. Le coefficient est calculé en divisant le volume total ruisselé généré lors d'un événement de pluie par le volume total de précipitation. Les secteurs avec des coefficients de ruissellement élevés pourraient être priorisés pour la mise en œuvre de mesures de réduction des apports en temps de pluie. Le débit de pointe surfacique (exprimé en L/s/ha) est aussi un indice de contribution des différents bassins qui peut mettre en évidence les secteurs qui contribuent le plus au débit en temps de pluie.

19.4 Réduction des surfaces imperméables

Une des approches les plus simples et efficaces pour réduire les apports en temps de pluie consiste à réduire les surfaces qui génèrent les eaux de ruissellement, c'est-à-dire les surfaces imperméables (surfaces asphaltées, surfaces bétonnées, surfaces pavées, sols compactés, toitures). La quantité d'eaux pluviales est directement proportionnelle aux superficies des surfaces imperméables. Ainsi, par exemple, réduire de 20 % les surfaces imperméables réduit d'autant les quantités d'eaux pluviales.

Les surfaces imperméables sont associées, pour l'essentiel, à la voirie (rues et stationnements) et aux toitures. La conception de ces éléments (largeur, matériau, nombre de cases de stationnement, etc.) est encadrée par la réglementation municipale, en particulier les règlements de zonage et les règlements de lotissement. La réglementation est discutée à la section 19.2 et devrait être consultée au préalable.

Les prochaines sections présentent des mesures pour réduire les surfaces imperméables.

19.4.1 Réduire la largeur des rues

Les rues et les trottoirs peuvent représenter jusqu'à 50 % des surfaces imperméables d'un quartier. Il y a donc lieu de se questionner sur la possibilité de réduire ces surfaces en réduisant les largeurs des surfaces revêtues, en particulier à l'occasion de travaux de réfection de voirie déjà planifiés ou de travaux de pavage liés à des travaux de réfection de canalisations souterraines. En effet, dans bien des cas, les rues municipales sont plus larges que nécessaire. Il est possible de prévoir, pour des rues locales, des largeurs de chaussée pour la circulation de 6,5 m accompagnée d'accotements de 3 m pour des rues locales où la vitesse permise est 60 km/h. Ces largeurs peuvent être réduites pour des rues résidentielles à 30 km/h. Pourtant, plusieurs rues résidentielles sont souvent inutilement larges, avec des largeurs de près de 12 m comme illustré à la Figure 19-12.

	<p>Exemple d'une rue résidentielle d'une municipalité au Québec se terminant en cul-de-sac dans un milieu peu dense (résidences unifamiliales détachées).</p> <p>Une largeur de 11 m pour une rue locale ayant un faible débit de circulation et un faible besoin de stationnement sur rue (car présence d'un stationnement privé à chaque adresse) semble superflue, en plus d'être un fardeau d'entretien pour la municipalité (évacuation des eaux de ruissellement, déneigement).</p>
	<p>Ville de Québec : exemple d'une rue de 8 m de largeur avec une circulation à double sens en milieu urbain résidentiel dense.</p>
	<p>Ville de Lorraine : exemple d'une rue de 8 m de largeur avec une circulation à double sens en milieu urbain résidentiel peu dense (résidences unifamiliales détachées). Le drainage ne se fait qu'avec des fossés.</p>

Source : Google StreetView

Figure 19-12. Exemples de différentes largeurs de rue

Le [Guide de conception d'emprises de rues locales dans un contexte de réduction des surfaces imperméables](#) (CERIU, 2021), financé par le Ministère, propose dix profils de rue de largeur réduite adaptés à différents contextes (milieu rural, milieu urbain, densité faible, moyenne et élevée, circulation locale, de transit, etc.). Ces profils ont été élaborés en tenant compte des enjeux de drainage, de sécurité, de déneigement et d'accès aux véhicules d'urgence à la suite d'ateliers de travail qui regroupaient divers professionnels municipaux. La Figure 19-13 présente un exemple de profil.

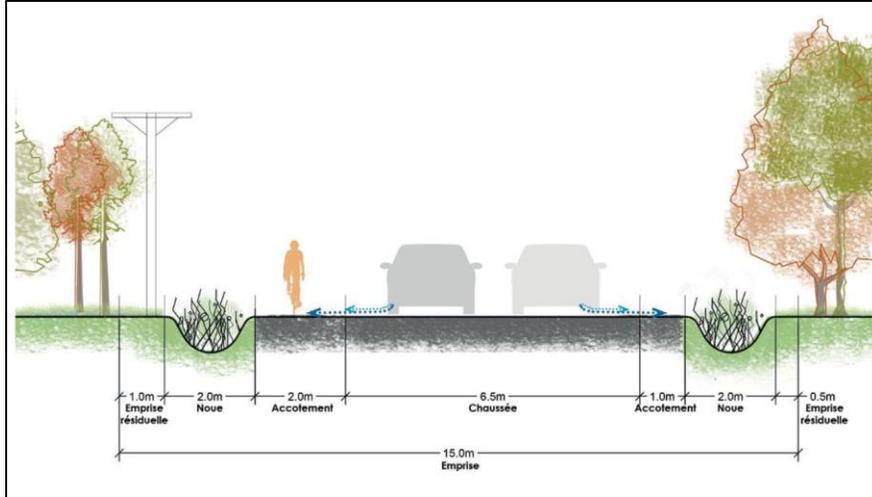


Figure 19-13. Exemple de profil de rue proposé dans le [Guide de conception d'emprises de rues locales dans un contexte de réduction des surfaces imperméables](#) (CERIU, 2021)

L'espace récupéré par la réduction des largeurs de chaussée peut être utilisé pour implanter des infrastructures vertes, telles que des systèmes de biorétention ou des noues (voir la Figure 19-14 qui illustre une initiative de la Ville de Granby).



Source des images : Google StreetView

Figure 19-14. Pour régler un problème de refoulement d'égout et de débordement d'eaux usées, la Ville de Granby a modifié la rue Saint-André Est sur une longueur de 1 130 m. La largeur de la rue a été réduite de **12 m à 7 m** (des espaces de stationnement ont été conservés à certains endroits où la largeur de la rue atteint 9,7 m) et des îlots de biorétention ont été installés de part et d'autre de la chaussée dans l'espace récupéré. Cette solution a été réalisée en 2013 au coût de 2,35 millions de dollars, une économie de 1,35 million comparativement à la solution initialement envisagée qui était axée sur le stockage des eaux dans des conduites surdimensionnées au coût estimé de 3,7 millions de dollars. Cette solution a aussi permis de réduire la vitesse de circulation à proximité d'une école et d'accroître le verdissement de la ville.

Le développement de rues partagées est un autre moyen de réduire la largeur des rues, cette fois en éliminant les trottoirs. Ainsi, les rues elles-mêmes deviennent le trottoir. La sécurité des piétons est assurée par les limites de vitesse, les types de revêtements et les aménagements urbains, dont l'insertion d'infrastructures végétalisées (voir la section 19.5.3).



Source : Arrondissement du Sud-Ouest de Montréal

Figure 19-15. Exemple de rue partagée : conversion d'une ruelle asphaltée en milieu de vie végétalisée où la circulation automobile est permise ([projet du Woonerf Saint-Pierre](#) dans l'arrondissement Sud-Ouest de Montréal)

La **végétalisation de ruelles** est aussi une façon de réduire les surfaces imperméables. Des municipalités comme [Québec](#) et [Montréal](#) ont d'ailleurs mis sur pied des programmes d'aide financière pour créer des ruelles vertes. Le gouvernement du Québec finance quant à lui [Nature Québec](#) et les [Ruelles bleues-vertes](#) qui sont actifs dans la création de ruelles verte dans la région de Québec et de Montréal respectivement.



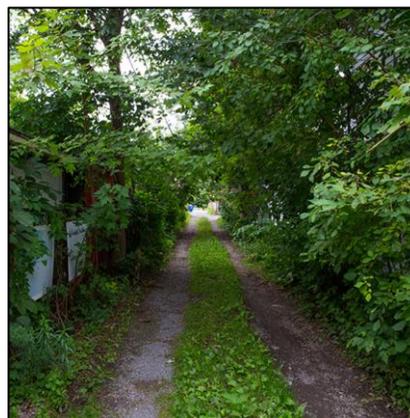
Source : Société Radio-Canada



Source : Société Radio-Canada



Source : Nature Québec



Source : Nature Québec

Figure 19-16. Ruelles vertes à Montréal et à Québec

Inconvénients des rues trop larges

Outre le fait qu'elles favorisent l'imperméabilisation des sols et, donc, la production d'**eaux de ruissellement**, les rues trop larges ont d'autres inconvénients.

Les **coûts** de construction d'une rue et de ses **réparations et réfections** ultérieures sont directement liés à la superficie de pavage. Les coûts de **déneigement** sont aussi directement proportionnels aux superficies de pavage. L'aménagement de rues larges génère donc des fardeaux budgétaires pour une municipalité.

De plus, des rues larges incitent à des **vitesse de circulation** trop élevées dans les quartiers résidentiels et constituent donc une menace pour la sécurité des piétons et autres usages de la rue.

Les rues trop larges contribuent aussi au surchauffement des villes et au phénomène d'**îlots de chaleur**.

Enfin, les surfaces asphaltées contribuent à l'émission de **gaz à effet de serre** puisque chaque mètre carré de revêtement d'asphalte génère environ 8 kg en équivalent CO₂ (Groupe AGÉCO, 2020).

Bref, la réduction des largeurs de rue contribue non seulement à réduire les eaux de ruissellement et les problématiques qui en découlent, mais aussi à minimiser les inconvénients décrits ci-haut.

19.4.2 Limiter l'imperméabilisation des stationnements

Les stationnements peuvent générer de grandes superficies imperméables. Les grands stationnements liés à des industries, des commerces ou institutions (écoles, musées, bibliothèques, centres de santé, centres communautaires et sportifs, lieux de culte, etc.) devraient aussi être ciblés dans une stratégie de réduction des apports en temps de pluie.

Le nombre de cases de stationnement devrait être réévalué. Souvent, la réglementation municipale (règlement de zonage; voir la section 19.2.1) oblige un nombre minimal de cases de stationnement, par exemple, quatre cases de stationnement par 100 m² de plancher dans le cas de commerces, ou deux cases de stationnement par logement dans le cas de bâtiments résidentiels de moyenne à forte densité. Ces normes peuvent mener à une surabondance de cases de stationnement. Il y a donc lieu de revoir ces normes à la baisse, et aussi de les exprimer en nombre maximum de cases de stationnement, et non en nombre minimum, ce qui est la pratique courante actuellement.

Les dimensions des cases stationnement peuvent aussi être réduites de manière générale, et des cases de plus petites dimensions peuvent être réservées aux petits véhicules.

La largeur des allées de circulation peut aussi être réduite, par exemple en imposant la circulation à sens unique plutôt qu'à double sens.

Enfin, un revêtement perméable peut être utilisé pour certaines zones du stationnement, telles que les cases de stationnement (voir la section 19.4.3). De même, des infrastructures vertes de type « biorétention » peuvent être aménagées pour capter puis infiltrer les eaux (voir la section 19.5.3.7).

Tous ces éléments permettent de réduire les surfaces imperméables et, donc, les apports en temps de pluie au système d'égout. L'annexe 4 présente des exemples de dispositions réglementaires qui favorisent la réduction des surfaces imperméables.

Le guide normatif BNQ 3019-190, [Lutte aux îlots de chaleur urbains – Aménagement des aires de stationnement – Guide à l'intention des concepteurs](#), est un document de référence utile pour la conception de stationnements. Ce guide, disponible gratuitement, propose des moyens pour :

- Réduire la superficie réservée aux aires de stationnement (y compris le nombre et la taille des cases de stationnement);
- Végétaliser les aires de stationnement et les environs, d'abord en conservant les espaces verts existants, puis en en créant de nouveaux;
- Gérer les eaux de pluie sur le site en favorisant l'infiltration et en aménageant des zones d'accumulation des eaux de pluie;
- Utiliser des matériaux qui ont un indice de réflectance solaire (IRS) élevé ou à forte perméabilité.

L'annexe E de cette norme BNQ présente les recommandations du ministère des Affaires municipales et de l'Habitation (MAMH) à l'égard de l'aménagement d'aires de stationnement. [Un tiré à part](#) de cette annexe est aussi publié par le MAMH.

Attestation Stationnement écoresponsable

Le gouvernement du Québec participe au financement du programme [Attestation Stationnement écoresponsable](#) en partenariat avec différents conseils régionaux de l'environnement. L'Attestation Stationnement écoresponsable s'adresse à tout propriétaire ou gestionnaire d'une aire de stationnement de 20 cases ou plus. Cette attestation permet de reconnaître le degré d'écoresponsabilité d'un stationnement à l'aide de critères qui touchent la planification, la gestion et l'aménagement. Des critères relatifs à la dimension des cases de stationnement et des allées d'accès, à la présence d'arbres et d'aménagements paysagers ainsi qu'à la gestion des eaux pluviales font partie de la grille d'évaluation.



Source : Ville de Victoriaville

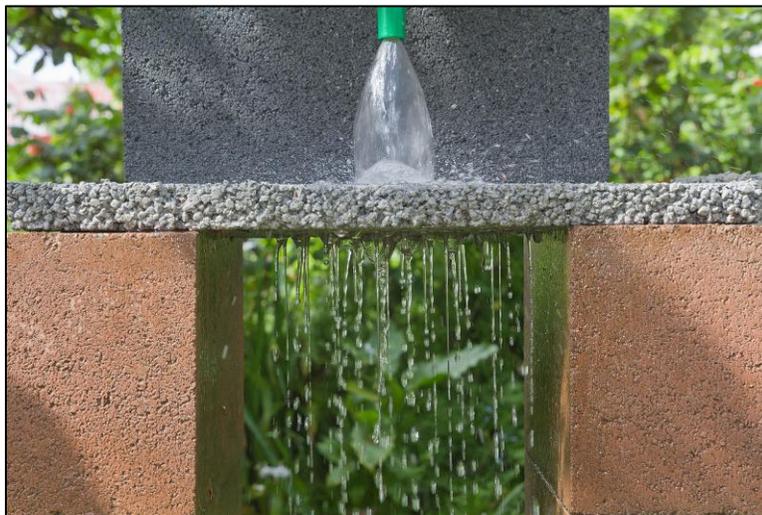
Figure 19-17. Exemple de réhabilitation du stationnement Pierre-Laporte, à Victoriaville, dans un souci de réduire les eaux de ruissellement avec l'ajout d'îlots de biorétention et de cases de stationnement en pavés alvéolés engazonnés. Ce réaménagement a permis une réduction de 75 % des volumes des eaux ruisselées et captées par le système d'égout (Victoriaville, 2022).

19.4.3 Revêtements perméables

Le pavage perméable est un pavage de remplacement du pavage conventionnel qui consiste en une structure dure de surface permettant à l'eau de ruissellement de se drainer à travers les vides du pavage.

Le taux d'infiltration du pavage perméable est très élevé, atteignant plusieurs milliers de millimètres par heure (souvent supérieur à 10 000 mm/h), ce qui est largement supérieur aux intensités de pluie, même dans une situation où le pavage perméable serait colmaté à 99 %. Au Québec, l'intensité de pluie de période de retour de 10 ans est de l'ordre de 50 mm/h pour un événement de 30 minutes, et de l'ordre de 130 mm/h pour un événement de durée de 5 minutes avec une période de retour de 100 ans. Ainsi, un stationnement construit partiellement ou totalement avec du pavage perméable ne devrait générer aucun ruissellement et, donc, aucun rejet à l'égout.

Les revêtements en pavage perméable ne génèrent pas de ruissellement, de sorte que leur utilisation contribue à réduire la superficie des surfaces imperméables. Ce type de revêtement constitue une solution de remplacement aux revêtements conventionnels particulièrement intéressante lorsque l'aménagement de surfaces dures est nécessaire.



Source : Wikipedia – Permeable paving, 2022

Figure 19-18. Démonstration du drainage du pavage perméable

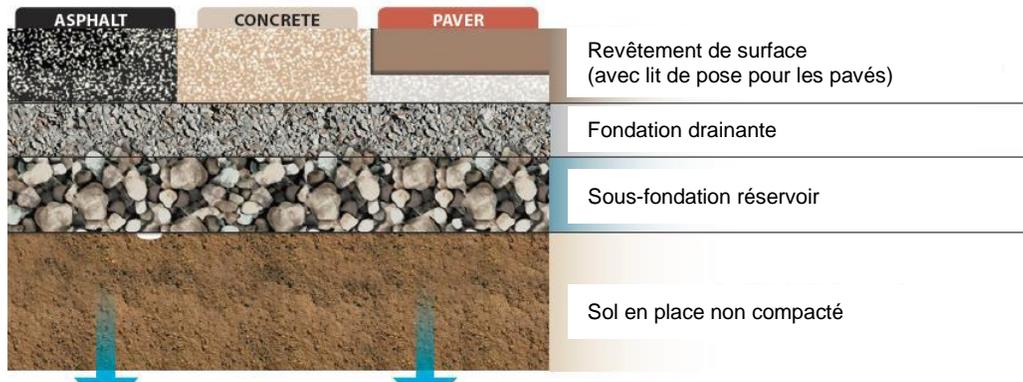
19.4.3.1. Types de pavage perméable

Les quatre types de pavage perméable les plus communs sont :

- L'asphalte poreux (*porous asphalt*);
- Le béton perméable, ou béton drainant (*pervious concrete*);
- Les pavés perméables autobloquants (*permeable interlocking pavement*);
- Les pavés alvéolés (*grid pavement*).

Ces quatre types de pavage ont la même structure : un revêtement dur en surface (béton, asphalte ou pavé) déposé sur un substrat d'appui et une couche réservoir en granulat (Figure 19-19). La couche réservoir permet aux eaux d'être emmagasinées temporairement pour être ensuite infiltrées dans le sol naturel ou être partiellement ou totalement évacuées via des drains perforés optionnels.

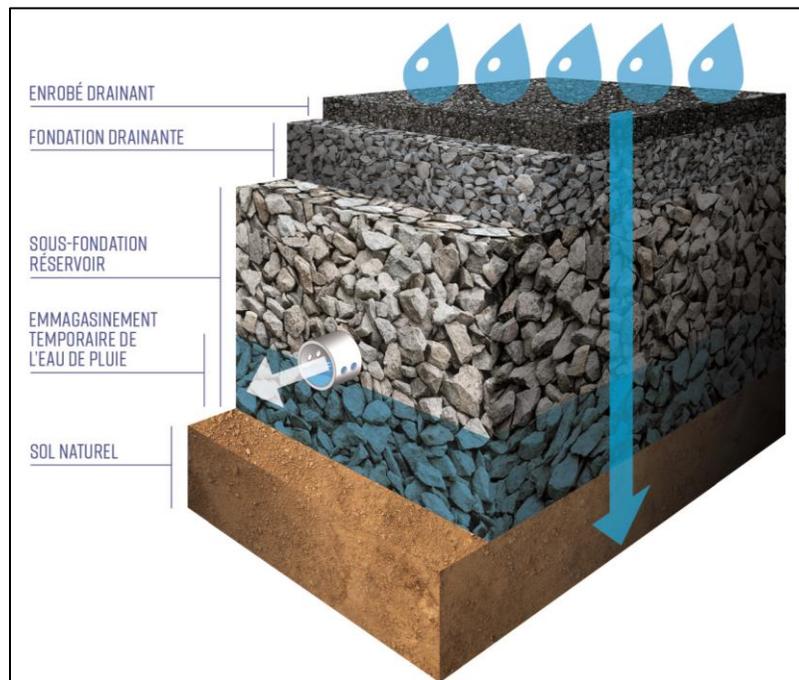
L'épaisseur et la composition du lit de pose et de la couche réservoir dépendent des usages et du revêtement de surface, mais présentent typiquement environ 40 % de vides.



Adaptée de ASCE, 2015

Figure 19-19. Section type d'une structure en pavage perméable

L'ASPHALTE POREUX ET LE BÉTON PERMÉABLE sont des matériaux à haute teneur en vide (contenu en vide typiquement entre 15 % et 25 %) obtenue en éliminant le sable et les particules fines du mélange avec une quantité réduite de ciment ou de bitume pour lier les granulats entre eux. Les vides du béton ou de l'asphalte poreux sont interconnectés, ce qui permet le drainage des eaux. À titre de comparaison, la teneur en vide de l'asphalte conventionnel est généralement de 2 à 3 %, et ces vides ne sont pas interconnectés. La résistance à la compression du béton poreux est typiquement entre 2,8 et 28 MPa.



Source : MTQ

Figure 19-20. Section type d'une structure avec asphalte poreux



Figure 19-21. Démonstration des propriétés drainantes de l'asphalte poreux

Le **PAVÉ PERMÉABLE AUTOBLOQUANT**, quant à lui, est constitué de pavés en béton (ou en un autre matériau tel que le caoutchouc) qui sont eux-mêmes imperméables, mais dont l'espacement entre ceux-ci (c.-à-d. les joints) est plus large qu'à l'habitude (soit entre 5 et 15 mm). C'est cet espacement qui permet le drainage des eaux. Les joints (espaces ouverts) des pavés perméables représentent typiquement entre 5 % et 15 % de la surface pavée. Le pavé perméable permet plus de créativité dans l'aménagement des sites. Par exemple, du traçage au sol est possible avec des pavés de différentes couleurs.



Exemple d'utilisation de pavés perméables autobloquants en béton pour créer du marquage au sol

Pavés perméables autobloquants faits en blocs de caoutchouc

Figure 19-22. Exemples d'utilisation de pavés perméables autobloquants

Les **PAVÉS ALVÉOLÉS** sont des pavés offrant une ouverture centrale, ou alvéole, permettant d'y ajouter du matériel. Lorsque ce matériel est du gravier, le pavé alvéolé agit similairement à du pavé perméable. Par contre, le pavé alvéolé peut être végétalisé si du substrat de croissance est ajouté dans les alvéoles, puis ensemencé, souvent avec un mélange de gazon.



Figure 19-23. Exemples de pavés alvéolés en béton (à gauche) et en plastique (au centre). À droite : les espaces présents dans un assemblage de pavés alvéolés peuvent être comblés par du granulat ou un substrat de croissance permettant l'engazonnement.

La Ville de Trois-Rivières mise sur les pavés alvéolés dans son [programme de création de ruelles vertes](#).



Source : Ville de Trois-Rivières

Figure 19-24. Utilisation des pavés alvéolés à Trois-Rivières pour créer des ruelles vertes

Mise en garde pour l'utilisation de pavés alvéolés

Bien que les pavés alvéolés puissent être utilisés pour faire croître de la végétation, les succès sont parfois mitigés. La quantité de substrat que l'on peut insérer dans les alvéoles est souvent insuffisante pour supporter la croissance de la végétation. De plus, les pavés en béton assèchent le substrat, d'une part parce qu'ils absorbent l'eau du substrat et, d'autre part, parce qu'ils surchauffent lorsqu'ils sont exposés au soleil. À cet égard, les pavés alvéolés en plastique semblent plus avantageux. De plus, en étant plus légers que ceux en béton, les pavés alvéolés en plastique se manipulent plus facilement au chantier et sont plus faciles à découper.

Les végétaux sont aussi facilement endommagés par le piétinement et affectés par l'ombrage prolongé de véhicules stationnés et la chaleur dégagée par les moteurs.

En hiver, la lame de déneigement doit être surélevée pour éviter d'abîmer les pavés alvéolés. Ceux-ci devraient être installés légèrement plus bas que le pavage conventionnel adjacent pour éviter les dommages dus au déneigement. De plus, l'usage d'abrasifs et de sels de déglacage devrait être évité lorsque les alvéoles ont été végétalisées.

En raison des contraintes énoncées aux sous-sections précédentes, le pavé alvéolé végétalisé devrait être utilisé pour des stationnements situés à l'ombre ou à la mi-ombre et occupés de manière occasionnelle par des véhicules afin que les végétaux aient suffisamment de lumière, et avec de faibles pentes pour limiter l'usage d'abrasifs et de sels. Des végétaux résistant au piétinement devraient aussi être sélectionnés.

19.4.3.2. Usage des revêtements perméables

La suppression des particules fines et la haute teneur en vide font en sorte de modifier les propriétés physiques des enrobés de béton ou d'asphalte poreux, ce qui a une incidence sur leur mise en place et les équipements à utiliser. Des adjuvants sont parfois ajoutés aux formulations pour augmenter la résistance des enrobés. La diminution de la résistance en compression du pavage perméable causée par la présence de vides est généralement compensée par une augmentation de l'épaisseur et une modification de la composition des agrégats situés sous le revêtement.

De manière générale, les revêtements perméables ne sont pas recommandés pour des usages où il y a de hauts débits journaliers de véhicules, où les vitesses de circulation sont élevées, où des charges importantes sont possibles et où du camionnage est prévu. Il existe cependant des adaptations possibles pour permettre à du pavage perméable de supporter des charges lourdes.

Les revêtements perméables sont cependant appropriés pour des zones piétonnières ou cyclables, des entrées privées, des allées d'accès, du terrassement, des cours d'école, des aires de jeux (terrains de basketball, de tennis, etc.), des parcs, des trottoirs, des stationnements, des accotements de chaussée, des rues résidentielles à faible débit journalier ou des rues avec faible vitesse de circulation (inférieure à 50 km/h). Le Tableau 19-7 présente les usages recommandés des différents revêtements perméables et la Figure 19-25 présente des exemples d'utilisation de pavage perméable.

Tableau 19-7. Type de pavage perméable recommandé pour différents usages

Usage	Asphalte poreux	Béton perméable	Pavé perméable autobloquant	Pavé alvéolé
Zone de stationnement occasionnel	Oui	Oui	Oui	Oui (Usage idéal des pavés alvéolés)
Zone de stationnement à usage intense (souvent sollicité)	Oui	Oui	Oui	Limité Les pavés alvéolés avec gravier (non engazonnés) sont préférables.
Rue résidentielle locale et chemin d'accès	Oui	Oui	Oui	Oui
Trottoir, sentier et voie cyclable	Oui	Oui	Oui	Limité Pour des usages récréatifs et non des déplacements urbains (sécurité des piétons qui portent des chaussures à talons aiguilles ou autre).
Route et autoroute	Limité Requiert une conception adaptée Pavage à haute résistance requis	Non	Non	Non
Zone de chargement et déchargement	Non (en raison des risques liés à des déversements accidentels de contaminants liquides)	Limité Tendance à l'effritement et à la détérioration accélérés dans les zones de virage	Oui	Non
Lieu avec passage fréquent de véhicules lourds	Limité Requiert une conception adaptée	Limité Tendance à l'effritement et à la détérioration accélérés dans les zones de virage	Oui	Non

Adapté de ASCE, 2015



Source : Université Laval/Rose Senneville
 Pavés perméables autobloquants en bordure de la rue Sainte-Claire (Rivière-du-Loup)



Source : Ville de Boucherville
 Stationnement de Montarville (Boucherville) utilisant des pavés perméables autobloquants et des pavés alvéolés



Bande cyclable en asphalte poreux (Buffalo, New York)



Source : INRS/Catherine Vaillancourt
 Pavés perméables autobloquants au stationnement du parc des Patriotes, à Chambly



Pavés alvéolés sur la rue Godin, à Victoriaville



Source : Société de Développement Angus/David Garant
 Pavés alvéolés au Technopole Angus, à Montréal



Source : Ville de Terrebonne

Béton poreux à la place Alta-Vista, à Terrebonne



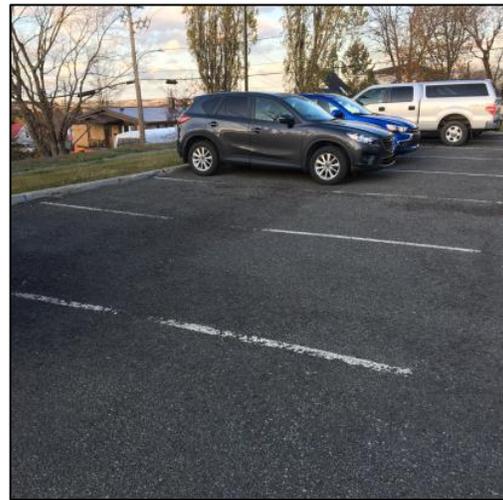
Source : Québec Vert (2022)

Pavés alvéolés engazonnés au stationnement du parc du Bois-Brûlé, à Saint-Charles-Borromée



Source : Ville de Lyon

Bande cyclable en asphalte poreux à Lyon, en France



Source : Ville de Rivière-du-Loup

Asphalte poreux dans un stationnement de la rue Laval, à Rivière-du-Loup

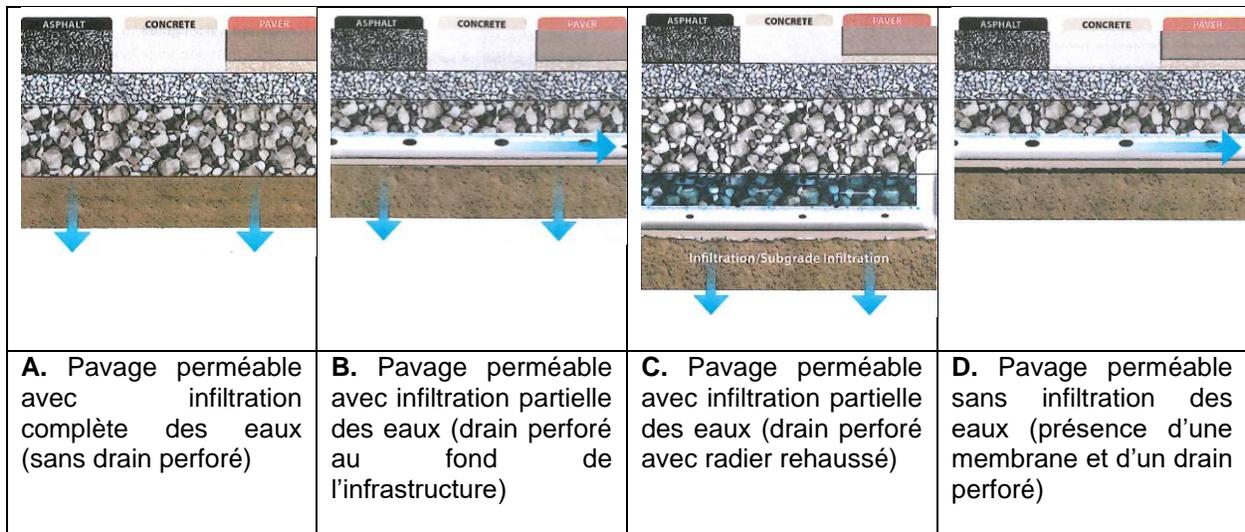
Figure 19-25. Exemples d'utilisation de pavage perméable

19.4.3.3. Critères généraux de conception

Le pavage perméable devrait généralement être conçu pour traiter les précipitations qui tombent directement sur la surface de pavage. Une zone de pavage perméable (P) peut cependant recevoir des eaux pluviales de secteurs adjacents (surface imperméable [I]), pour autant que la superficie de ces secteurs n'excède pas 1,5 fois la superficie du pavage perméable récepteur (ratio I/P < 1,5) et que les eaux pluviales issues de ces secteurs contiennent peu de matières en suspension (MES), telles que des eaux provenant de toiture, de surfaces végétalisées et stabilisées ou des eaux pluviales qui ont subi un prétraitement.

Comme n'importe quel système qui infiltre les eaux (biorétention, noue, etc.), les systèmes de revêtement perméable peuvent être conçus sans drain perforé (pour une infiltration complète des eaux pluviales), avec un drain perforé situé plus ou moins profondément (qui permet de réduire les volumes rejetés de façon plus ou moins importante) ou avec un drain perforé et une membrane étanche où aucune infiltration n'est possible (le système agit alors comme un ouvrage de rétention et de filtration uniquement). La Figure 19-26 illustre ces différentes configurations.

Des drains perforés peuvent aussi être utilisés pour éviter que des eaux ne débordent de la couche réservoir vers la surface de pavage lors d'événements de précipitation importants. Dans ce cas, les drains perforés sont situés au-dessus de la couche réservoir, mais sous le pavage de surface. Les perforations peuvent être limitées à la moitié inférieure du drain afin d'éviter d'intercepter des eaux lors de leur percolation.



Adaptée de ASCE, 2015

Figure 19-26. Différentes configurations de pavage perméable permettant ou non l'infiltration des eaux

La hauteur maximale des eaux souterraines devrait être située à plus de 600 mm du plancher de la couche réservoir.

L'épaisseur de la couche réservoir de pierre doit être déterminée pour des analyses structurales et hydrologiques. La couche réservoir sert donc à emmagasiner temporairement de l'eau, tout en offrant une capacité de support des charges prévues. Généralement, c'est la capacité de support des charges qui conditionne l'épaisseur de la couche réservoir.

Pour éviter le colmatage des pores du pavage, les activités suivantes ne doivent pas avoir lieu sur un système de pavage perméable : épandage de sable (s'applique aussi pour les surfaces adjacentes aux surfaces perméables), scellement de surface, nettoyage par jets d'eau à haute pression, entreposage de matériaux fins et de paillis, entreposage de neiges usées, entreposage de charge lourde. L'installation de panneaux indicateurs adjacents au site mentionnant les restrictions d'usage applicables sur le pavage perméable est recommandée. La Figure 19-27 présente un exemple de stationnement à zéro ruissellement.



Figure 19-27. Exemple d'un stationnement à zéro ruissellement d'un centre commercial à Mississauga, en Ontario

19.4.3.4. Pavage perméable et climat froid

Plusieurs études ont montré la performance du pavage perméable en climat froid (Drake et collab., 2012, Drake et collab., 2013, Minnesota Department of Transportation, 2015). En fait, le pavage perméable possède des caractéristiques qui le rendent, à certains égards, plus intéressant que le pavage conventionnel en climat froid.

D'une part, le pavage perméable est moins soumis au soulèvement par le gel que le pavage conventionnel lorsqu'il est conçu et aménagé selon les recommandations (voir la section 19.4.3.6). En effet, la plus grande porosité du pavage perméable et des couches de matériau sous-jacentes permet à l'eau de prendre son expansion lorsqu'elle gèle sans causer une trop grande pression. Ceci a notamment été démontré dans un projet pilote réalisé à Québec (voir la Figure 19-28) où les données préliminaires indiquent que la portion du stationnement avec asphalté poreux aurait connu un soulèvement de 1 mm, alors que ce soulèvement s'établirait à 25 mm au même moment dans la portion asphaltée de manière conventionnelle.

D'autre part, le pavage perméable est aussi plus sécuritaire puisqu'il évite la formation de glace en surface. En effet, sur du pavage conventionnel, de la glace peut se former lorsque les eaux d'une pluie hivernale ou issues de la fonte de neige gèlent. Or, ce phénomène est fortement réduit avec du pavage perméable puisque toute eau retrouvée en surface est infiltrée. La probabilité de retrouver des plaques de glace en surface est donc essentiellement éliminée (ASCE, 2015).

L'absence de glace en surface permet aussi de réduire l'utilisation de sels de déglçage, ce qui est un autre avantage démontré du pavage perméable. Ainsi, des études ont montré des réductions de la quantité de sels requise allant jusqu'à 75 % (UNHSC, 2009).

La texture de l'asphalté poreux est aussi rugueuse, ce qui favorise l'adhérence des véhicules et, donc, la sécurité. Cela explique aussi le besoin réduit en sels de déglçage. Des études ont montré que la friction de l'asphalté poreux, même sans épandage de sels, est supérieure à celle de l'asphalté conventionnel qui a reçu une application usuelle de sels.

La pénétration du gel serait cependant légèrement plus importante comparativement à un site avec pavage conventionnel. Bien que cette profondeur accrue du gel n'affecte pas la structure et la fonctionnalité du pavage perméable, elle pourrait affecter des infrastructures souterraines telles que des conduites, le cas échéant.



Source : MTQ

Figure 19-28. Projet pilote réalisé au stationnement du Centre communautaire Paul-Émile-Beaulieu, à Québec, dont le revêtement et la structure sous-jacente ont été remplacés en 2020 par de l'asphalté poreux sur une moitié et de l'asphalté conventionnel sur l'autre moitié. Ce projet a été réalisé grâce à un partenariat entre la Ville de Québec, qui a fourni le site et était responsable de la construction, et le ministère des Transports du Québec (MTQ), qui a développé la formulation de l'enrobé et réalisé la conception. Le site a été instrumenté et fait l'objet d'un suivi par le MTQ et l'Institut national de recherche scientifique pour conduire une étude comparative des comportements structuraux et hydrauliques de chacune des moitiés du stationnement. La vignette montre la différence de texture entre l'asphalté poreux (à gauche) et conventionnel (à droite). Ce projet a fait l'objet d'une présentation au congrès INFRA 2022.

Pavage perméable en 1977

Le *Walden State Park* (Massachusetts, États-Unis) a été un précurseur en 1977 en recourant à de l'asphalte poreux pour aménager son stationnement. La [documentation du parc](#) indiquait :

Eastern Massachusetts has more freeze-thaw cycling during a winter than most other parts of the world. But this porous pavement does work in eastern Massachusetts, and it will work in most climates worldwide.

Traduction : *L'est du Massachusetts connaît davantage de cycles de gel-dégel au cours d'un hiver que la plupart des autres régions du monde. Mais ce revêtement poreux fonctionne dans l'est du Massachusetts, et il fonctionnera dans la plupart des climats du monde.*



Source : [Robert Miller](#)

19-29. Un stationnement en pavage perméable a été aménagé en 1977 au *Walden State Park* (Massachusetts, USA).

19.4.3.5. Sommaire des spécifications

Le Tableau 19-8 résume les spécifications recommandées pour les matériaux composant le pavage perméable.

Tableau 19-8. Spécifications recommandées pour les matériaux composant le pavage perméable

Spécification	Asphalte poreux	Béton perméable	Pavés perméables autobloquants	Pavés alvéolés
Temps de curage	Minimum 48 heures (7 jours recommandés)	Minimum 7 jours	Aucun	Aucun. Cependant, les pavés engazonnés requièrent du temps pour l'établissement du gazon (6 à 8 semaines si semés ou 2 à 3 semaines si plantés)
Revêtement de surface	25 à 100 mm d'un mélange d'asphalte poreux (l'épaisseur dépend des charges [véhicules] prévues)	100 à 300 mm d'un mélange de béton perméable (l'épaisseur dépend des charges [véhicules] prévues)	80 mm de pavés dont les joints sont comblés par des pierres ASSHTO n° 8, n° 9 ou n° 89. L'épaisseur peut être réduite à 60 mm pour des usages pédestres	Pavé bétonné : 80 mm Pavé en plastique : fait en plastique standard ou recyclé

Spécification	Asphalte poreux	Béton perméable	Pavés perméables autobloquants	Pavés alvéolés
Norme applicable pour le revêtement de surface	Aucune	ACI 522 et 522.1	ASTM C936 ou CSA A231.2	Béton : ASTM C1319 Plastique : aucune
Lit de pose	Aucun	Aucun	50 mm de pierres AASHTO n° 57	Avec fondation compactée : 13 à 25 mm de sable ASTM C33 Avec fondation réservoir : 25 mm de pierres AASHTO n° 8
Fondation drainante	Optionnelle 100 à 200 mm de pierres AASHTO n° 57	Aucun	100 mm de pierres AASHTO n° 57	
Sous-fondation réservoir ⁽¹⁾	Pierres ASSHTO n° 2 et n° 3 typiquement	Pierre AASHTO n° 57 typiquement	Pierres AASHTO n° 2, n° 3 ou n° 4 typiquement	Pierres AASHTO n° 2, n° 3 ou n° 4 typiquement

Adaptée de ASCE, 2015

(1) L'épaisseur de la sous-fondation réservoir dépend des performances structurales et hydrologiques recherchées.

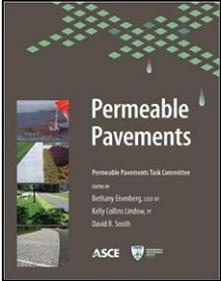
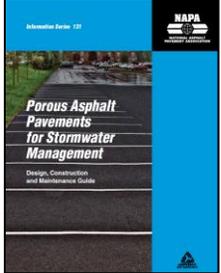
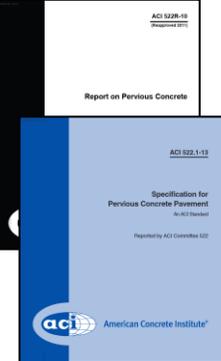
Tableau 19-9. Granulométrie de différents matériaux granulaires selon l'American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)

Taille du tamis (mm)	Pourcentage passant (plus petit) que la taille du tamis, en poids						
	N° 2 37,5 à 63 mm	N° 3 25 à 50 mm	N° 4 19 à 37,5 mm	N° 8 2,36 à 9,5 mm	N° 9 1,18 à 4,75 mm	N° 57 4,75 à 25 mm	N° 89 1,18 à 9,5 mm
75	100						
63	90 à 100	100					
50	35 à 70	90 à 100	100				
37,5	0 à 15	35 à 70	90 à 100			100	
25		0 à 15	35 à 70			95 à 100	
19	0 à 15		0 à 15				
12,5		0 à 15		100		25 à 60	100
9,5			0 à 15	85 à 100	100		90 à 100
4,75				10 à 30	85 à 100	0 à 10	25 à 55
2,36				0 à 10	10 à 40	0 à 5	5 à 30
1,18				0 à 5	0 à 10		0 à 10
300 µm					0 à 5		0 à 5

19.4.3.6. Ressources à consulter

Beaucoup de documents sont disponibles pour guider la conception de revêtements perméables. Le Tableau 19-10 ci-après présente un sommaire des documents dont la lecture est recommandée.

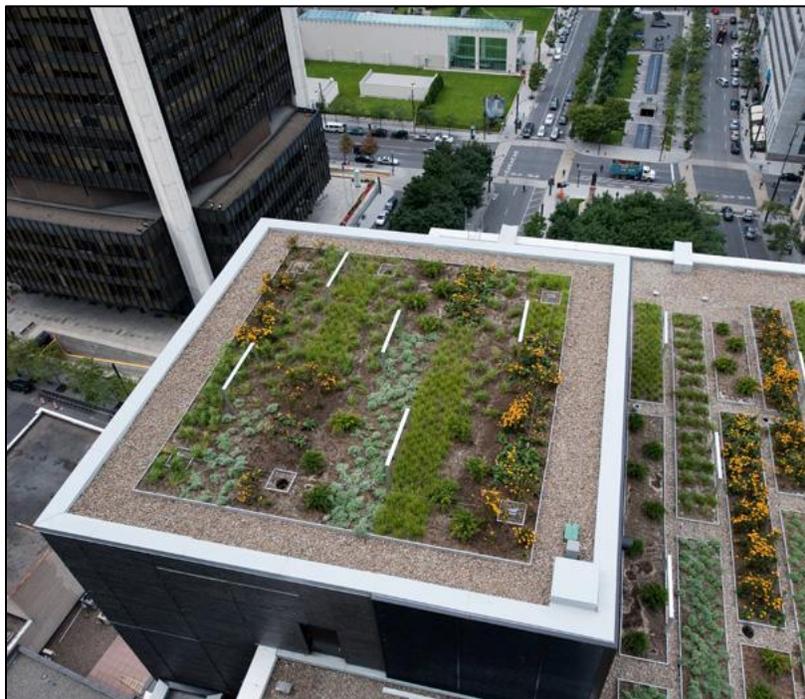
Tableau 19-10. Documents d'aide à la conception recommandés pour les revêtements perméables

Document	Détails
	<p>Titre : <i>Permeable Pavements</i></p> <p>Auteur : American Society of Civil Engineers (ASCE)</p> <p>Année : 2015</p> <p>Document le plus complet disponible sur les revêtements perméables. Il présente les critères de conception, de calculs et d'entretien pour les quatre types de pavage perméable (asphalte poreux, béton poreux, pavé perméable autobloquant, pavé alvéolé). Un incontournable pour quiconque s'intéresse aux revêtements perméables.</p>
	<p>Titre : <i>Porous Asphalt Pavements for Stormwater Management: Design, Construction and Maintenance Guide</i></p> <p>Auteur : National Asphalt Pavement Association (NAPA)</p> <p>Année : 2008</p> <p>Document axé sur l'asphalte poreux qui présente des critères de conception et expose les avantages de l'asphalte poreux.</p>
	<p>Titres : <i>Report on Pervious Concrete (ACI 522R-10)</i> <i>Specification for Pervious Concrete Pavement (ACI 522.1-13)</i></p> <p>Auteur : American Concrete Institute (ACI)</p> <p>Année : 2010 et 2013</p> <p>Documents axés sur le béton poreux qui présentent des devis de conception et de construction.</p>
	<p>Titre : <i>Permeable Interlocking Concrete Pavement: Design, Specification, Construction and Maintenance – 4th edition</i></p> <p>Auteur : Interlocking Concrete Pavement Institute (ICPI)</p> <p>Année : 2011</p> <p>Document axé sur les pavés perméables autobloquants en béton qui présente des critères de conception, de construction et d'entretien.</p>

19.4.4 Toitures végétalisées

Les toitures végétalisées consistent en tout espace de toiture recouvert d'un système de végétalisation, à l'exception des cultures en pot destinées à l'aménagement paysager ou à l'agriculture urbaine. Il existe deux types de toitures végétalisées :

- Toiture végétalisée **extensive** : l'épaisseur du substrat de plantation est inférieure ou égale à 15 cm. La gamme des végétaux possibles est réduite en raison de l'épaisseur limitée du substrat. Ce type de toiture ne requiert généralement pas un renforcement de la structure du bâtiment et peut donc convenir aux toitures existantes. Elles sont moins chères à aménager que les toitures végétalisées intensives.
- Toiture végétalisée **intensive** : l'épaisseur du substrat de plantation est supérieure à 15 cm, ce qui permet une grande diversité de choix de végétaux, parfois même certains arbres. Le renforcement de la structure est parfois nécessaire. De plus, l'irrigation des végétaux peut être requise dans certains cas.



Source : Atelier Tautem

Figure 19-30. Toiture végétalisée à Montréal

Les toitures végétalisées permettent d'emmagasiner les premiers millimètres des eaux d'une pluie et de retenir temporairement les eaux excédentaires par la suite. La capacité d'interception des eaux de pluie d'une toiture végétalisée dépend de l'épaisseur du substrat de plantation et des végétaux choisis (certains consomment plus d'eau que d'autres). Par exemple, la toiture végétalisée du Centre culture et environnement Frédéric Back, à Québec (Figure 19-31), a démontré une capacité à capter 95 % des eaux de pluie annuelles. Toutefois, les toitures végétalisées sont reconnues pour capter en moyenne 50 % des eaux de pluie annuelles.



Source : Martin Bouchard-Valentine

Figure 19-31. Toiture végétalisée du Centre culture et environnement Frédéric Back

Outre la rétention d'eaux de pluie, les toitures végétalisées offrent d'autres avantages tels que (MAMR, 2006) :

- Lutter contre les îlots de chaleurs;
- Réduire les coûts de climatisation et de chauffage du bâtiment;
- Prolonger la durée de vie de la membrane de toit, pouvant même la doubler;
- Coût inférieur à une toiture traditionnelle (si l'on considère que les coûts de construction du toit sont amortis sur une plus longue période);
- Atténuer le niveau sonore (un substrat de 12 cm permet d'atténuer les bruits de 40 dB);
- Retarder la propagation d'incendie (des plantes sèches représentent toutefois un risque d'incendie);
- Capter des particules de poussière et améliorer de la qualité de l'air;
- Offrir des habitats et favoriser la biodiversité;
- Offrir des occasions d'agriculture urbaine;
- Embellir les milieux de vie.

La construction au Québec d'un bâtiment assujetti à la Loi sur le bâtiment doit respecter les exigences décrites au Code de construction du Québec et au Code national du bâtiment du Canada. Ainsi, l'aménagement d'un toit d'un bâtiment assujetti doit se conformer à ces codes. L'aménagement d'une toiture végétalisée d'un bâtiment assujetti est jugé conforme au Code du bâtiment dans la mesure où les [critères techniques visant la construction de toits végétalisés](#) édictés par Régie du bâtiment sont respectés. Ces critères concernent:

- Les conditions de base;
- Les composantes requises et l'étanchéité;
- Les charges structurales;
- La résistance au soulèvement dû au vent et à l'érosion;
- Le calcul hydraulique;
- Les dégagements et la protection contre la propagation de l'incendie;
- L'entretien;
- Les directives d'ordre administratif.

D'autres détails sur les toitures végétalisées sont donnés dans la fiche technique [Toits végétalisés](#) produite par la Société québécoise de phytotechnologie (SQP, 2015).

19.5 Détourner les eaux pluviales du système d'égout

La réduction des surfaces imperméables tributaires d'un système d'égout devrait être d'abord préconisée puisque ces surfaces sont à l'origine, pour l'essentiel, du ruissellement capté par les systèmes d'égout. Mais l'élimination de toutes les surfaces imperméables d'une municipalité est évidemment impossible. La solution consiste alors à diriger les eaux pluviales ailleurs que vers le système d'égout. Il est ainsi possible de réduire, voire d'éliminer les apports en eaux pluviales qui atteignent un système d'égout, ce qui a un effet similaire à la réduction des surfaces imperméables.

Les mesures décrites dans les prochaines sections permettent de détourner les eaux pluviales d'un système d'égout.

19.5.1 Séparation d'un égout unitaire

La séparation des réseaux vise à convertir un réseau unitaire en un réseau séparatif, c'est-à-dire à ajouter un système de gestion des eaux pluviales pour collecter les eaux des rues. Le raccordement ou non des drains de fondation à l'égout lors des travaux déterminera si le système d'égout final sera de type domestique (séparation complète) ou pseudo-domestique (avec drains de fondation encore raccordés au système d'égout).

Cette pratique constitue une approche directe pour la réduction des débordements puisqu'elle élimine une part importante des débits de captage direct qui sont généralement la cause des débordements. Bien que cette mesure puisse à première vue sembler intéressante, elle peut s'avérer complexe, difficile à réaliser rapidement et, surtout, coûteuse par rapport à d'autres approches. La séparation peut être une mesure à considérer lorsque certaines conditions facilitant l'application de cette mesure sont présentes :

- Présence d'un réseau séparatif dans la majeure partie des secteurs voisins;
- Impossibilité ou difficulté de mettre en place d'autres mesures;
- Synchronisation avec d'autres types de travaux d'entretien, d'amélioration ou de bonification du réseau ou avec des installations autres que le réseau comme les routes, les aménagements de surface ou les conduits de services publics;
- Les autres mesures envisageables pour la réduction des débordements ne sont pas suffisantes pour l'atteinte des objectifs;
- Présence d'un émissaire pluvial à proximité.

Le choix de cette mesure dépend de plusieurs facteurs comme le type et les conditions du milieu récepteur, la présence ou non de contaminants particuliers dans les eaux drainées par le réseau et l'état du réseau en général. L'état du réseau devrait être examiné en se basant sur les plans de construction du réseau, les rapports d'inspection télévisée, les études de plans d'intervention et les rapports de refoulement ou de débordement de surface. Un tronçon d'égout de type unitaire qui a été jugé problématique (voir le 0) et qui présente un haut degré de détérioration (intervention de classe C ou D; voir la section 9.4.5.1) pourrait orienter le choix de la mesure de gestion des débordements et des dérivations vers la séparation du réseau.

D'autres facteurs en rapport avec les conditions physiques sont aussi à prendre en considération : le type de sol, la topographie, la disposition des infrastructures souterraines et en surface ainsi que l'occupation du sol auront un impact sur le choix de cette mesure. On pourra également évaluer les avantages qui pourraient être tirés de la séparation seulement sur une partie très localisée des réseaux.

La séparation des réseaux peut être faite de deux façons : en installant un nouveau système de drainage des eaux pluviales et en convertissant le réseau unitaire en réseau sanitaire ou, à l'inverse, en construisant un nouveau réseau sanitaire et en convertissant le réseau unitaire en réseau pluvial. Les avantages et les inconvénients des deux avenues sont discutés à la section suivante. Par ailleurs, **une séparation de réseau débutant par l'aval (le plus près de la station d'épuration) permet d'obtenir des gains**

immédiats et devrait donc être préconisée, comparativement à la séparation d'un système d'égout débutant par l'amont puisque les gains ne seront complets que lorsque le dernier segment en aval aura été séparé. Ainsi, les ouvrages de surverse situés en aval de la séparation (ceux encore situés sur le système unitaire d'origine) et les ouvrages de dérivation ne sont pas affectés par une séparation qui a débuté à l'amont (à moins que les eaux pluviales du système séparé aient pu être évacuées à l'environnement avant le point de convergence vers le système unitaire). Cet aspect devra être considéré lors de la planification et des phases d'intervention.

Avantages et inconvénients

La séparation des réseaux est une mesure qui peut s'avérer coûteuse lorsqu'elle est appliquée à de grands secteurs. Elle présente cependant plusieurs avantages comme la réduction des rejets sanitaires vers le milieu récepteur, l'amélioration du milieu aquatique, la réduction des débordements de surface et des refoulements dans les sous-sols et la réduction des risques de contact avec des éléments pathogènes.

Cette mesure peut potentiellement présenter des avantages économiques considérables lorsqu'un effort de synchronisation avec des travaux routiers et d'entretien de diverses infrastructures municipales y est combiné. D'autres possibilités de synchronisation de la mise en place d'infrastructures diverses peuvent être également intégrées aux travaux.

La séparation des réseaux reste tout de même une activité intensive de construction qui peut causer de nombreux dérangements comme le bruit, la poussière ainsi que des entraves à la circulation et aux commerces. Des dérangements concernant les services de collecte d'eaux usées sont fréquents lors de la séparation des réseaux, de sorte que des mesures de gestion supplémentaires pourraient être requises.

De plus, la séparation complète des réseaux peut être difficile à réaliser lorsque le réseau unitaire est converti en réseau sanitaire ou en réseau pluvial. La séparation complète des réseaux demande alors une déconnexion des conduites de drainage, des pompes et des raccords des drains de fondation. L'avantage de convertir le réseau unitaire en un réseau sanitaire est que les connexions sanitaires sont déjà toutes présentes. Les connexions de drainage, les drains de fondation et les pompes d'assèchement doivent alors être dirigés vers le nouveau réseau pluvial, libérant alors une capacité considérable dans le réseau sanitaire nouvellement converti. Autrement, le système final sera de type pseudo-domestique.

Dans certains cas, il est préférable que le réseau unitaire soit converti en réseau pluvial. Par exemple, un réseau comportant des conduites de grand diamètre et qui n'a pas des pentes suffisantes pour permettre des vitesses autonettoyantes devrait être considéré comme un candidat pour la conversion en réseau pluvial. Un réseau sanitaire d'une dimension adéquate pourrait alors être construit pour assurer le transport du débit sanitaire, et les raccordements sanitaires devraient être dirigés vers le nouveau réseau. Tous les raccordements oubliés deviennent cependant une source potentielle d'apports directs, sans traitement, vers le milieu récepteur. Un suivi serré de la qualité de l'eau est alors requis afin de s'assurer que les apports sanitaires ont tous été adéquatement déconnectés.

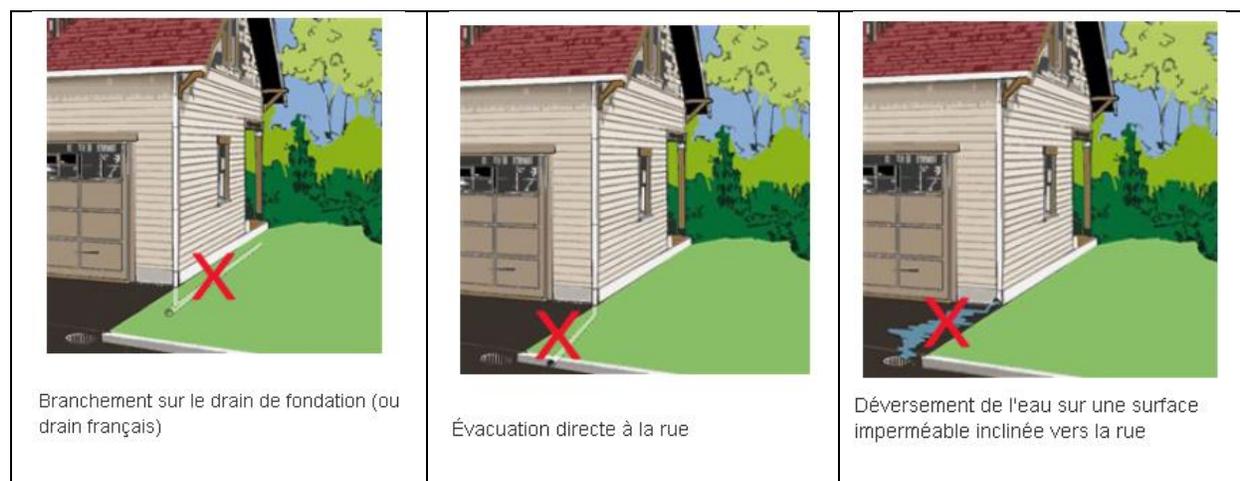
Bien que la séparation du réseau puisse aider à la réduction des débordements en éliminant un volume important du ruissellement, une augmentation des débits rejetés, qui peut mener à l'érosion accélérée et à l'augmentation du risque d'inondation du cours d'eau récepteur, et le rejet de contaminants par le nouvel exutoire pluvial sont à prévoir si aucune mesure de mitigation n'est prévue. Le ruissellement de surface est souvent chargé de sédiments, de déchets flottants, d'huiles et de métaux lourds. Dans un réseau unitaire, il faut reconnaître qu'une bonne partie du volume d'eau en temps de pluie est tout de même dirigé vers les installations de traitement. Toutefois, pour des ouvrages qui débordent lors de pluies de faibles ampleurs (faible hauteur d'eau tombée) ou en présence d'un milieu récepteur plus sensible, la mise en place d'un réseau pluvial avec idéalement un traitement des rejets pluviaux lorsque possible sera une solution qui offre un gain environnemental par rapport à des surverses fréquentes provenant d'un réseau unitaire.

NOTE : La séparation d'un égout unitaire (modification d'un système d'égout et établissement, ou extension, d'un système de gestion des eaux pluviales) est exemptée du processus d'autorisation prévu à l'article 22 de la LQE par le biais des articles 197 et 226 du REAFIE.

19.5.2 Débranchement de toitures et de gouttières

Il est possible que les eaux de toiture soient drainées vers un système d'égout lorsque les gouttières sont connectées aux drains de fondation, lorsque les drains de toit évacuent les eaux vers la plomberie interne du bâtiment ou lorsque des descentes de gouttière dirigent les eaux vers des surfaces imperméables où l'eau ruisselle vers le système d'égout (voir la Figure 19-32). Les bâtiments construits avant 1982 qui ont un toit plat sont particulièrement susceptibles d'évacuer les eaux de toiture vers les drains. En effet, la pratique de l'époque était de relier le drain de toit à la plomberie interne du bâtiment, où les eaux de la toiture sont mélangées avec les eaux usées ménagères avant de rejoindre le système d'égout (voir la section 4.3.2.2). Il est donc fort probable que les toits plats, tant dans les systèmes d'égout unitaires que pseudo-domestiques, contribuent au captage direct en temps de pluie pour les secteurs bâtis avant 1982.

NOTE : L'application *Territoires* permet de connaître l'année de construction de bâtiments résidentiels. Voir la section 9.4.5.2 pour plus de détails.



Source : Ville de Laval

Figure 19-32. Exemples de configuration de gouttières à éviter, car elles contribuent aux apports en eaux pluviales d'un système d'égout

Le débranchement des gouttières évacuant les eaux vers un drain de fondation connecté à un système d'égout devrait être l'une des premières interventions à réaliser lorsqu'elle est possible. Elle est facile d'application, est peu coûteuse et peut aider à réduire de façon importante les apports en temps de pluie. L'adoption d'un règlement municipal interdisant le rejet des eaux de toiture à la rue et dans les drains de fondation est souvent nécessaire.

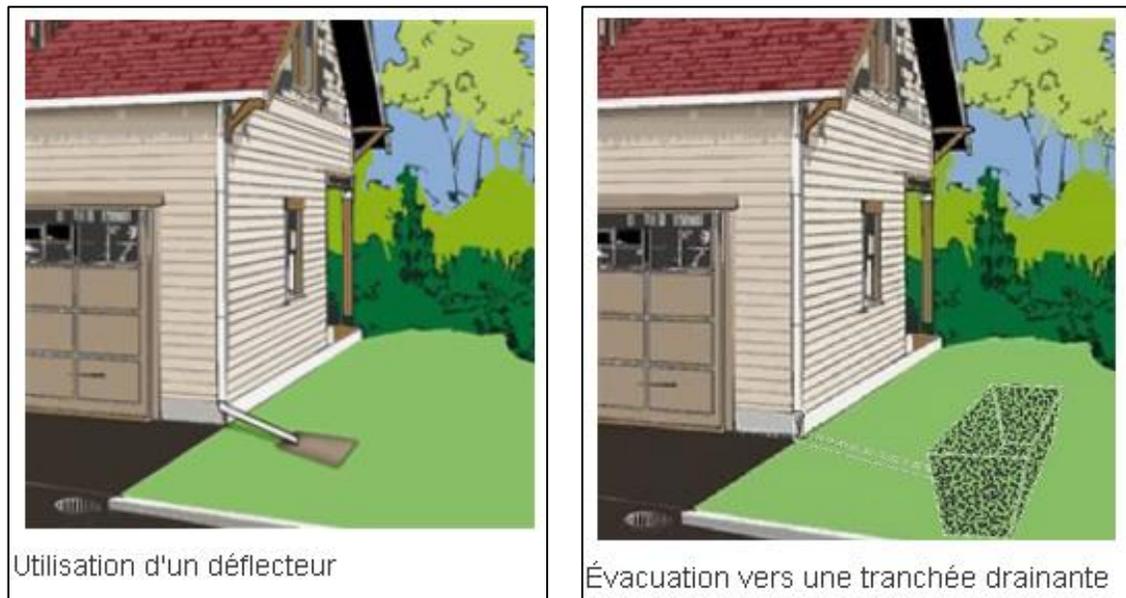
NOTE : Les gouttières débranchées d'un drain de fondation ne devraient pas pour autant évacuer les eaux vers un système de gestion des eaux pluviales. En effet, les systèmes de gestion des eaux pluviales sont aussi sujets à des surcharges et les rejets d'eaux pluviales ne sont pas sans conséquence sur les cours d'eau récepteurs (voir le [Guide de gestion des eaux pluviales](#) pour plus de détails).

Le débranchement des gouttières et la redirection des eaux de toiture vers des surfaces perméables (sans connexion avec un système de gestion des eaux pluviales) constituent donc la pratique à préconiser. En redirigeant le débit vers une surface perméable et en favorisant l'infiltration à la source à l'aide de mesures additionnelles (p. ex., avec des jardins de pluie ou des puits d'infiltration), la déconnexion effectuée pour plusieurs bâtiments entraînera une réduction des débits de pointe et des volumes de ruissellement tout en protégeant les cours d'eau récepteurs. L'effet est d'autant plus important pour les pluies de haute fréquence (pluie de moins de 10 mm) qui sont à l'origine de beaucoup de débordements. Dans le cas des toits plats, il est possible dans certains cas de modifier la plomberie interne des bâtiments pour rediriger la descente pluviale vers l'extérieur du bâtiment. Des mesures de protection doivent être considérées pour les

conditions hivernales afin d'éviter le gel des descentes pluviales ou des problèmes au sol aux environs des bâtiments.

À propos des barils de pluie – L'utilisation d'un baril pour récupérer les eaux évacuées d'une gouttière est un moyen pour réduire la consommation d'eau potable, mais elle ne doit pas être considérée comme un moyen pour réduire les apports en temps de pluie. En effet, pour qu'un baril récupérateur d'eau de pluie soit efficace pour réduire les apports en temps de pluie, il doit être vide au moment au début de la précipitation. Or, l'expérience montre que ce n'est pas le cas pour la vaste majorité des barils de pluie.

La Figure 19-33 illustre les exemples de branchements des gouttières qui favorisent l'infiltration et la Figure 19-34 montre le cas où la plomberie interne est modifiée pour rediriger les eaux pluviales vers l'extérieur.

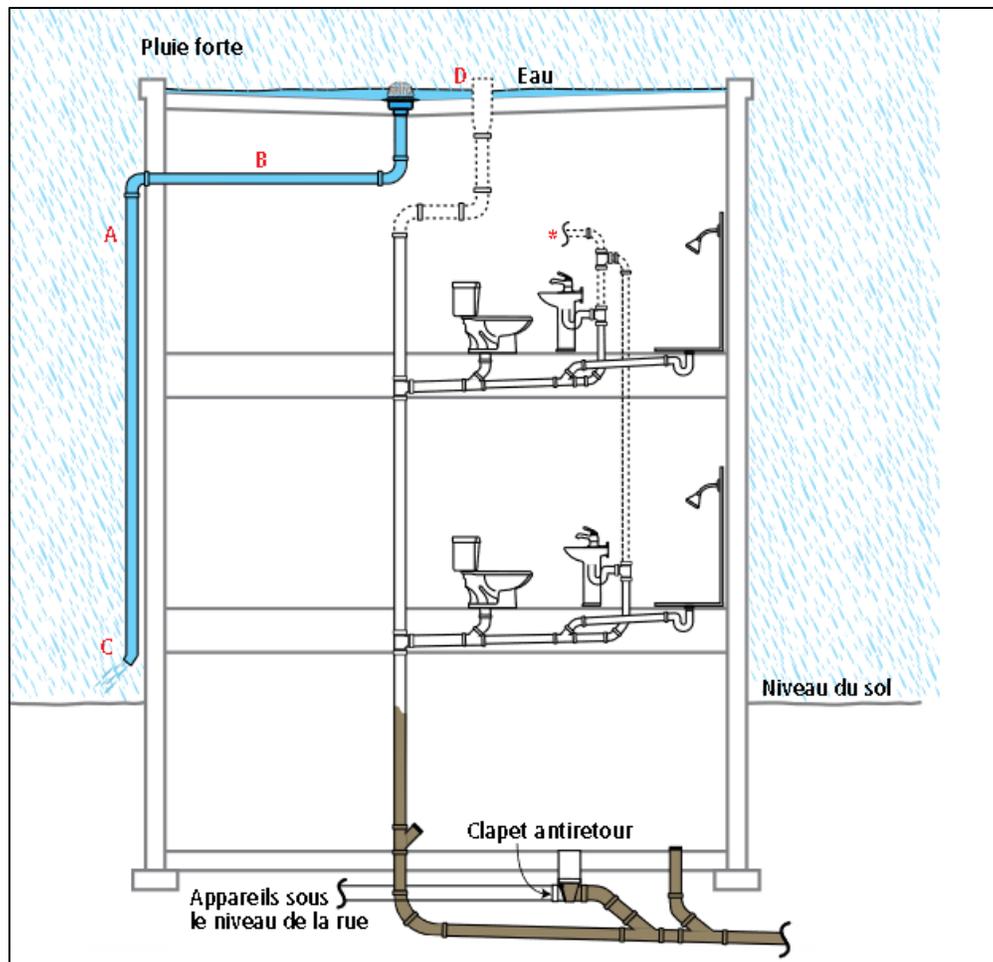


Source : Ville de Laval

Figure 19-33. Exemples de configurations de gouttières dirigées vers des surfaces perméables

Le guide produit par la Régie du bâtiment du Québec pour l'évacuation des eaux pluviales d'un bâtiment existant à toit plat décrit les éléments à considérer pour différentes configurations. Par exemple, en référant à la Figure 19-34, une ou plusieurs nouvelles descentes pluviales pourront être installées à partir du ou des avaloirs de toit existants aux conditions suivantes :

- A. Raccorder l'avaloir de toit à un tuyau d'évacuation d'allure horizontale sous le toit vers l'extérieur;
- B. Isoler cette section de tuyauterie d'évacuation d'allure horizontale afin de la protéger contre le froid et la condensation;
- C. Descendre la descente pluviale le long du mur extérieur jusqu'à au plus 150 mm du sol. Le tuyau doit se terminer à l'aide d'un coude 1/8 (45°) ou 1/4 (90°);
- D. La nouvelle colonne de ventilation primaire doit traverser le toit et avoir une hauteur de 150 mm.



Source : Régie du bâtiment, 2015

Figure 19-34. Modification de la plomberie interne d'un bâtiment pour rediriger l'eau de pluie vers l'extérieur

Une bonne connaissance du réseau et de son historique de construction aidera à déterminer les secteurs où la contribution des toitures pourrait être plus importante. L'estimation des surfaces qui génèrent ces apports directs peut être faite en effectuant une visite de terrains, en analysant les photographies aériennes et les données Lidar. Une campagne de visite de terrains peut également aider à évaluer la proportion des gouttières raccordées directement au réseau et celle des gouttières dirigées vers les surfaces imperméables. Il faudra donc établir la quantité (en nombre ou en pourcentage) des toitures et des gouttières qui pourront être débranchées et déterminer la superficie imperméable que ces débranchements représentent. Le calcul des débits pourra être complété par la méthode simplifiée (avec la méthode rationnelle) ou par modélisation.

Le débranchement des gouttières n'est cependant pas applicable dans tous les cas, surtout en milieu urbain dense, fortement imperméabilisé et desservi par un système d'égout unitaire.

19.5.2.1. Débits évacués par les gouttières

Voir la section 10.4.3.4 pour une méthode pour estimer les débits d'eaux pluviales maximum pouvant être évacués d'une toiture.

19.5.2.2. Rebranchement des gouttières

L'expérience montre que le rebranchement des gouttières à leur configuration initiale est commun après quelques années. Par exemple, à la suite d'un programme de débranchement de gouttières, un taux de rebranchement de 20 % par année a déjà été constaté dans une municipalité du Québec en l'absence d'inspection. Une campagne de débranchement de gouttières devrait donc toujours être accompagnée d'un programme d'inspection des gouttières. Aux fins de mesures compensatoires, une ville pourrait considérer un taux réduit de débranchement de gouttières pour tenir compte de la réalité du rebranchement des gouttières. Par exemple, une municipalité pourrait considérer, aux fins de calcul des mesures de gestion des débordements et des dérivations, que seulement 50 % des gouttières seront maintenues débranchées à long terme.

19.5.2.1. Éléments de conception pour le débranchement de gouttières

Le débranchement des gouttières doit être fait vers des surfaces qui ont une topographie adéquate pour le ruissellement de l'eau et son infiltration. Le ruissellement ne devrait pas être redirigé vers des surfaces qui facilitent le drainage vers des fondations ou vers des surfaces sensibles à l'érosion. L'utilisation de plateformes d'écoulement pour gouttière est à privilégier. L'aménagement d'un jardin de pluie ou d'une tranchée drainante pour recueillir les eaux de gouttière est aussi un bon moyen d'éliminer ces eaux.

Le rejet des gouttières devrait être situé minimalement de 1,5 à 2 m de la fondation d'un bâtiment et le chemin d'écoulement devrait être d'au moins un mètre. Les plus grandes surfaces devraient être dirigées vers des aménagements plus adaptés, comme des jardins de pluie, des puits drainants ou des répartiteurs de débit.

19.5.2.2. Avantages et inconvénients du débranchement de gouttières

Les débranchements de gouttières constituent dans bien des cas la mesure la moins dispendieuse et la plus avantageuse pour réduire les débits de pointe et les volumes de ruissellement. Considérant la simplicité de l'intervention, et le fait qu'elle puisse faire l'objet d'une réglementation municipale, cette mesure permet d'obtenir des résultats avec peu d'investissements et elle devrait toujours être considérée en priorité.

Le débranchement de gouttières demande cependant une participation du public et un effort de communication important pour maximiser le nombre de débranchements et surtout le maintenir dans le temps. L'application peut être faite par le biais d'une campagne de sensibilisation citoyenne aux bénéfices rattachés au fait d'avoir des branchements conformes ou par l'application d'un règlement municipal spécifique. Dans certains cas, il peut être utile de fournir un incitatif monétaire ou d'accompagnement pour encourager la participation du public dans l'effort d'application de la mesure ou de mettre en place des communications intensives pour favoriser la compréhension du public (voir les sections 19.2.2.1 et 19.2.3).

19.5.3 Infrastructures vertes végétalisées

Une autre façon de détourner les eaux pluviales d'un système d'égout est de les diriger vers des ouvrages où elles seront infiltrées. Ainsi, les volumes de ruissellement captés peuvent se traduire par une réduction des volumes et de la fréquence des débordements. Il s'agit donc de drainer les surfaces imperméables vers des surfaces perméables. Ces surfaces perméables ou ouvrages d'infiltration sont appelés « **infrastructures vertes de gestion des eaux pluviales** ».

Les infrastructures vertes de gestion des eaux pluviales (IVGP) à privilégier, et qui font l'objet de la présente section, sont les **infrastructures végétalisées** qui se caractérisent, comme le nom l'indique, par la présence de végétaux. Les IVGP font parties des solutions fondées sur la nature.

Infrastructures vertes et infrastructures grises

En gestion des eaux pluviales, un milieu ou une infrastructure qui capte puis infiltre en tout ou en partie des eaux de ruissellement avant qu'elles n'atteignent une infrastructure de drainage ou un cours d'eau est appelée « **infrastructure verte** », en ce sens qu'elles imitent le comportement hydrologique d'un sol naturel, c'est-à-dire une surface qui ne génère pas ou peu de ruissellement à la suite d'un événement de pluie. L'appellation « verte » ne fait pas référence à la présence de végétaux, bien que la plupart du temps une infrastructure verte de gestion des eaux pluviales contienne des végétaux. Les infrastructures vertes de gestion des eaux pluviales ont pour effet de réduire les quantités d'eau ruisselées vers un réseau de drainage ou un cours d'eau.

Autre élément distinctif des infrastructures vertes : elles sont situées en amont des réseaux de collecte d'eaux pluviales. Elles sont donc considérées comme des mesures de contrôle à la source, soit des mesures qui agissent sur les eaux de ruissellement avec leur entrée dans le système de collecte.

Il existe trois types d'infrastructures vertes de gestion des eaux pluviales, comme illustré ci-dessous.

Infrastructure verte de gestion des eaux pluviales (IVGP)			Infrastructure grise
- 1 - Milieu naturel	- 2 - Infrastructure végétalisée	- 3 - Infrastructure non végétalisée	
<ul style="list-style-type: none"> • Parcs urbains • Boisés • Plans d'eau et milieux humides urbains • Etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Systèmes de biorétention • Noues • Saillies drainantes • Fosses d'arbres • Etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Revêtements perméables • Tranchées drainantes • Conduites perforées • Etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vannes et régulateurs de débit • Conduites • Postes de pompage • Bassins de rétention, • Conduites surdimensionnées pour rétention • Etc.

Classement inspiré du [Green Infrastructure Ontario Coalition](#)

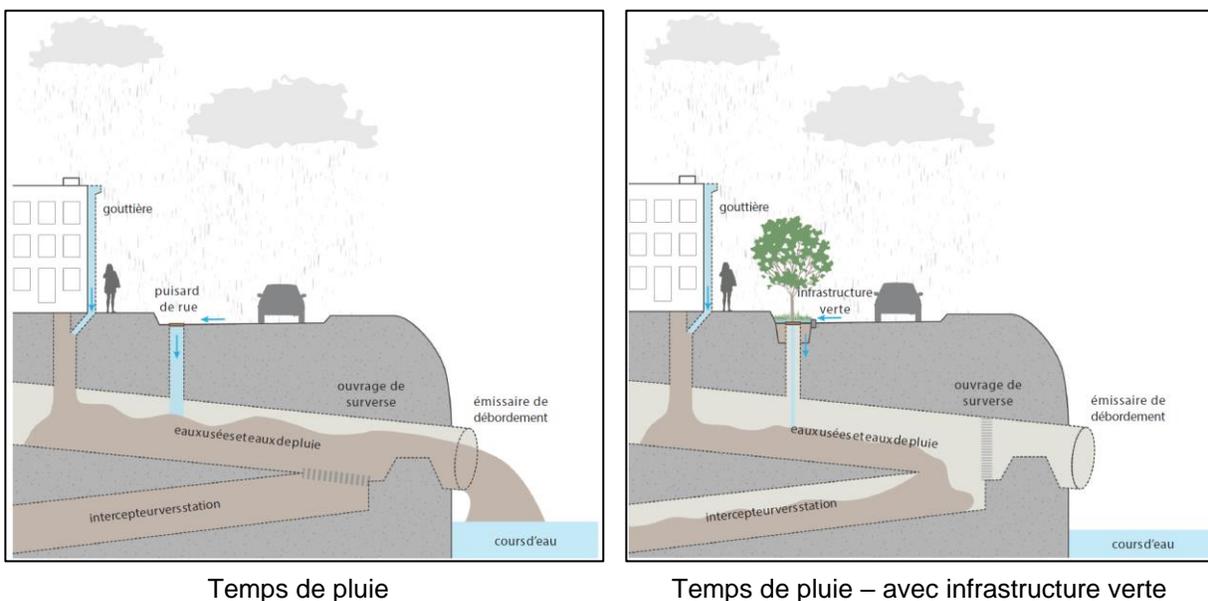
Figure 19-35. Types d'infrastructures intervenant dans la gestion des eaux pluviales

Les solutions axées sur les **infrastructures grises**, quant à elles, regroupent des solutions de gestion des eaux pluviales situées sur le réseau et qui affectent l'hydraulique du réseau, tels l'aménagement de régulateurs de débit, l'augmentation de diamètre des conduites, l'augmentation de la capacité de pompage, la construction de bassins de rétention, la gestion des eaux par de la rétention en conduites, etc. Les infrastructures grises n'utilisent pas de végétaux pour contrôler les eaux, d'où leur nom, lequel fait aussi référence au fait qu'elles comportent souvent des composantes en béton.

NOTE : Le présent guide fait une distinction entre « infrastructure verte » et « infrastructure végétalisée ». Cependant, d'autres ouvrages de référence utilisent parfois ces notions de manière équivalente. De plus, il existe des infrastructures végétalisées pour des usages autres que la gestion des eaux pluviales (p. ex., des murs végétalisés, des haies brise-vents, de la stabilisation de talus par des végétaux ou écoingénierie, végétaux pour le traitement des eaux ou la décontamination des sols, appelés phytotechnologie, etc.). De même, des infrastructures telles que, entre autres, des éoliennes, des équipements produits à partir de matériaux recyclés ou des bâtiments à faible consommation d'énergie sont parfois appelées « infrastructures vertes ». De manière générale, il existe une multitude de définition d'« infrastructure verte » véhiculée dans la littérature. Il importe donc de bien comprendre la définition utilisée par l'auteur lorsqu'on consulte un document traitant des infrastructures vertes. En gestion des débordements, ce sont les infrastructures vertes de gestion des eaux pluviales qui sont d'intérêt.

19.5.3.1. Bénéfices des infrastructures végétalisées pour la gestion des eaux de pluie

Les infrastructures végétalisées permettent l'infiltration, la rétention temporaire et l'évapotranspiration des eaux pluviales plutôt que leur ruissellement direct vers les systèmes d'égout et de gestion des eaux pluviales. Ceci procure un contrôle qualitatif des eaux pluviales en réduisant les polluants captés par les réseaux de drainage et évacués aux cours d'eau, d'une part, et procure un contrôle quantitatif en atténuant les débits de pointe et en réduisant les volumes de ruissellement, d'autre part, ce qui permet d'éviter ou de minimiser l'ampleur d'inondations locales et de refoulements d'égout, en plus de minimiser la fréquence des débordements comme l'illustre la Figure 19-36.



Source : Ville de Montréal, 2022a

Figure 19-36. Effet des infrastructures vertes sur les débordements d'un système d'égout unitaire

La capacité des infrastructures végétalisées à gérer les eaux pluviales tend à augmenter avec le temps en raison de la croissance et de la maturité des végétaux. D'une part, les racines, en croissant, ont pour effet de décolmater le sol et, donc, de maintenir les taux d'infiltration à des valeurs suffisantes, en plus de favoriser le développement des communautés microbiennes liées à celles-ci (la rhizosphère) qui assurent le traitement des eaux. D'autre part, la croissance des végétaux s'accompagne de l'augmentation du feuillage et donc de l'évapotranspiration des végétaux, restaurant d'autant plus rapidement la capacité d'emmagasinement en eau des infrastructures végétalisées avant le début du prochain événement de pluie.

L'effet cumulatif des infrastructures végétalisées, lorsqu'elles sont nombreuses, permet de rétablir partiellement les conditions hydrologiques avant le développement en favorisant l'infiltration, la filtration et le ruissellement souterrain plutôt que le transport et le stockage de l'eau par des infrastructures. Les infrastructures végétalisées peuvent généralement capter les eaux associées aux pluies de haute récurrence (qui surviennent fréquemment) et, donc, réduire les fréquences de débordement. L'efficacité des infrastructures végétalisées pour contrôler les débordements dépend des hauteurs de précipitation qu'elles peuvent capter. À titre informatif, des hauteurs de précipitation comprises entre 0 et 25 mm correspondent à environ 90 % des événements de pluie au Québec. La plupart (environ 75 %) des ouvrages de surverse au Québec débordent pour des pluies inférieures à 20 mm, et 40 % des ouvrages débordent pour des pluies inférieures à 10 mm (voir la Figure 2-3).

Un autre avantage des infrastructures végétalisées est qu'elles procurent un gain immédiat dès leur mise en œuvre, comparativement à d'autres solutions, comme la séparation de réseaux, le contrôle en temps réel ou l'aménagement de bassins de rétention, qui requièrent l'implantation d'autres équipements ou une mise en œuvre complète pour fournir pleinement le gain attendu. D'autres détails à ce sujet sont fournis à la section 21.1.

Généralement, toute occasion d'aménager une infrastructure végétalisée devrait être saisie, même si cette infrastructure ne traitera que les eaux de petites pluies. Ainsi, même si une infrastructure végétalisée ne peut que gérer le volume d'eau associé à une pluie de 5 mm tombant sur les surfaces imperméables tributaires, l'effet cumulatif de toutes ces infrastructures permettra de réduire les débordements. Dans cette perspective, la présence de sols peu perméables (argile) ne doit pas empêcher l'aménagement d'infrastructures végétalisées. De plus, l'expérience récente d'implantation d'infrastructures végétalisées au Québec démontre que celles-ci performant généralement mieux que prévu.

19.5.3.2. Infrastructures végétalisées et gestion des débordements

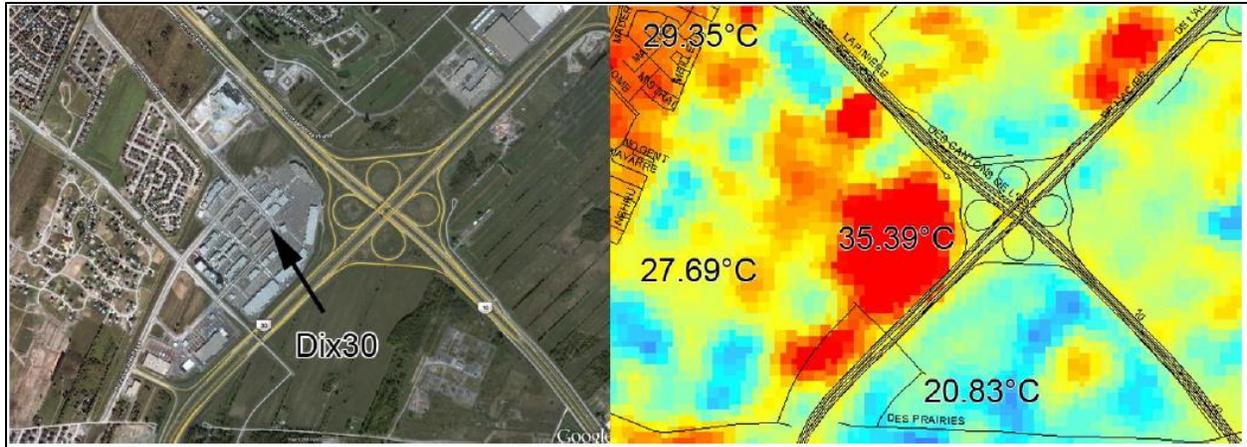
Plusieurs références traitent des avantages et des bénéfices reliés aux infrastructures vertes dans une stratégie de contrôle des débordements (Garrison et Hobbs, 2011; Chen et Hobbs, 2013; NJDEP, 2018; EPA, 2007b; EPA, 2007c; EPA, 2014; DCWSA, 2015). Pour plusieurs raisons, les avantages reliés à l'inclusion de ce type de mesures ont été bien démontrés. Le recours aux infrastructures vertes, en particulier les infrastructures végétalisées, doit être encouragé dans une stratégie de contrôle des débordements.

NOTE : Une discussion plus en profondeur sur les avantages des infrastructures végétalisées pour le contrôle des débordements est présentée au chapitre 21.

19.5.3.3. Cobénéfices des infrastructures végétalisées

La présence de végétaux fait en sorte que les infrastructures végétalisées, comme les infrastructures naturelles, en plus de contribuer à la gestion des eaux pluviales, fournissent de nombreux cobénéfices tels que les suivants (Revéret (2017), Watkin et ses collaborateurs (2019), Hénault-Éthier et ses collaborateurs (2021)) :

- **Lutte aux îlots de chaleur.** L'effet d'îlot de chaleur urbain est lié à la présence de surfaces minérales (aires de stationnement et rues asphaltées, toitures des bâtiments) en milieu urbain, laquelle entraîne une augmentation de température allant de 5 °C à 10 °C par rapport au milieu rural, comme illustré à la Figure 19-37. La surchauffe observée en milieu urbain provoque une hausse de la consommation d'énergie à des fins de climatisation, accroît la formation de polluants et aggrave certaines maladies respiratoires et cardiovasculaires. Le verdissement des espaces asphaltés permet de réduire l'effet d'îlot de chaleur urbain (MAMROT, 2010) agit comme climatiseur naturel par l'effet d'ombrage et d'évapotranspiration puisque chaque goutte d'eau évacuée par les végétaux sous forme de vapeur permet de rafraîchir l'air. Les îlots de chaleur deviennent une source de préoccupation grandissante dans l



Source : BNQ, 2013

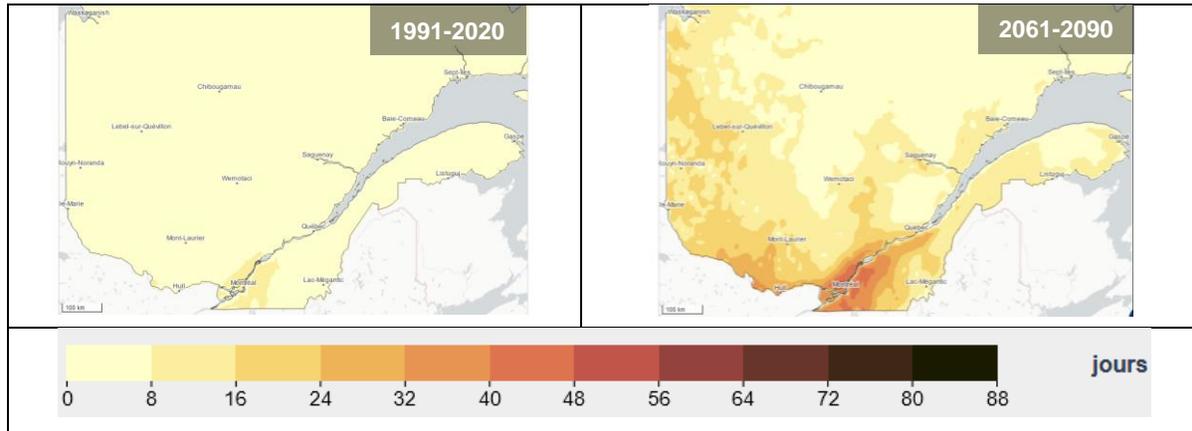
Figure 19-37. Différences de température enregistrées à proximité du centre commercial DIX30, à Brossard, basé sur une image Landsat 5 du 5 juillet 2008. Une différence de 15 °C est mesurée par rapport aux boisés à proximité.

- **Embellissement des milieux de vie**, ce qui entraîne globalement une meilleure santé physique et mentale de la population. En effet, l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) a publié une revue de littérature exhaustive à propos des liens entre le verdissement d'un territoire et la santé (INSPQ, 2017) qui démontre plusieurs effets positifs du verdissement, tels que :
 - Meilleure santé physique : milieux de vie embellis qui incitent à l'activité physique;
 - Meilleure santé mentale : réduction des symptômes de dépression, réduction du stress, effet positif sur l'humeur et la vitalité;
 - Effet positif sur les enfants : augmentation de l'activité extérieure et réduction de l'indice de masse corporel, en plus de favoriser le calme, l'attention et la concentration à l'école;
 - Bénéfices sociaux : création de lieux de rencontre qui contribuent à briser l'isolement social, diminution de la criminalité.

C'est en raison de ces nombreux bénéfices pour la santé que la Direction de santé publique de la Capitale-Nationale encourage et soutient le verdissement des municipalités sous toutes ses formes (DSP, 2019) et que l'INSPQ plaide pour « plus de vert, moins de béton » en milieu urbain (*La Presse*, 2018). Les infrastructures végétalisées contribuent au verdissement des milieux de vie.

- **Filtration de l'air.** Les végétaux, et les arbres en particulier, capturent les polluants présents dans l'air (NO₂, O₃, SO₂, particules fines). Un excès de polluants atmosphériques est responsable de plusieurs maladies respiratoires et cardio-vasculaires.
- **Augmentation de la biodiversité et des pollinisateurs.** Les espaces végétalisés créent des habitats pour des insectes, notamment des pollinisateurs. Près de 75 % des principales cultures nécessaires aux humains découlent de l'action des pollinisateurs. La reproduction des plantes, la création des paysages et, indirectement, à l'abondance des oiseaux, des papillons et autres groupes animaux dans les milieux de vie reposent sur la présence de pollinisateurs.
- **Réduction du bruit :** les surfaces molles (sols non imperméabilisés) et la végétation permettent de réduire le bruit lié à la circulation;

- Meilleure **résilience des zones face aux changements climatiques**, notamment face à l'augmentation de l'occurrence des épisodes de précipitations extrêmes (voir chapitre 8), mais aussi des journées chaudes. En effet, le nombre annuel de jours où la température maximale dépasse 30 °C en milieu habité passera d'environ 10 jours en conditions actuelles (1981-2010) à environ 40 jours à l'horizon 2041-2070), comme indiqué à la Figure 19-38. Des mesures réduisant les îlots de chaleur, telles les infrastructures vertes, devraient donc être mises en place dès maintenant.



Source : [Portail climatique d'OURANOS \(consulté en 2023\)](#)

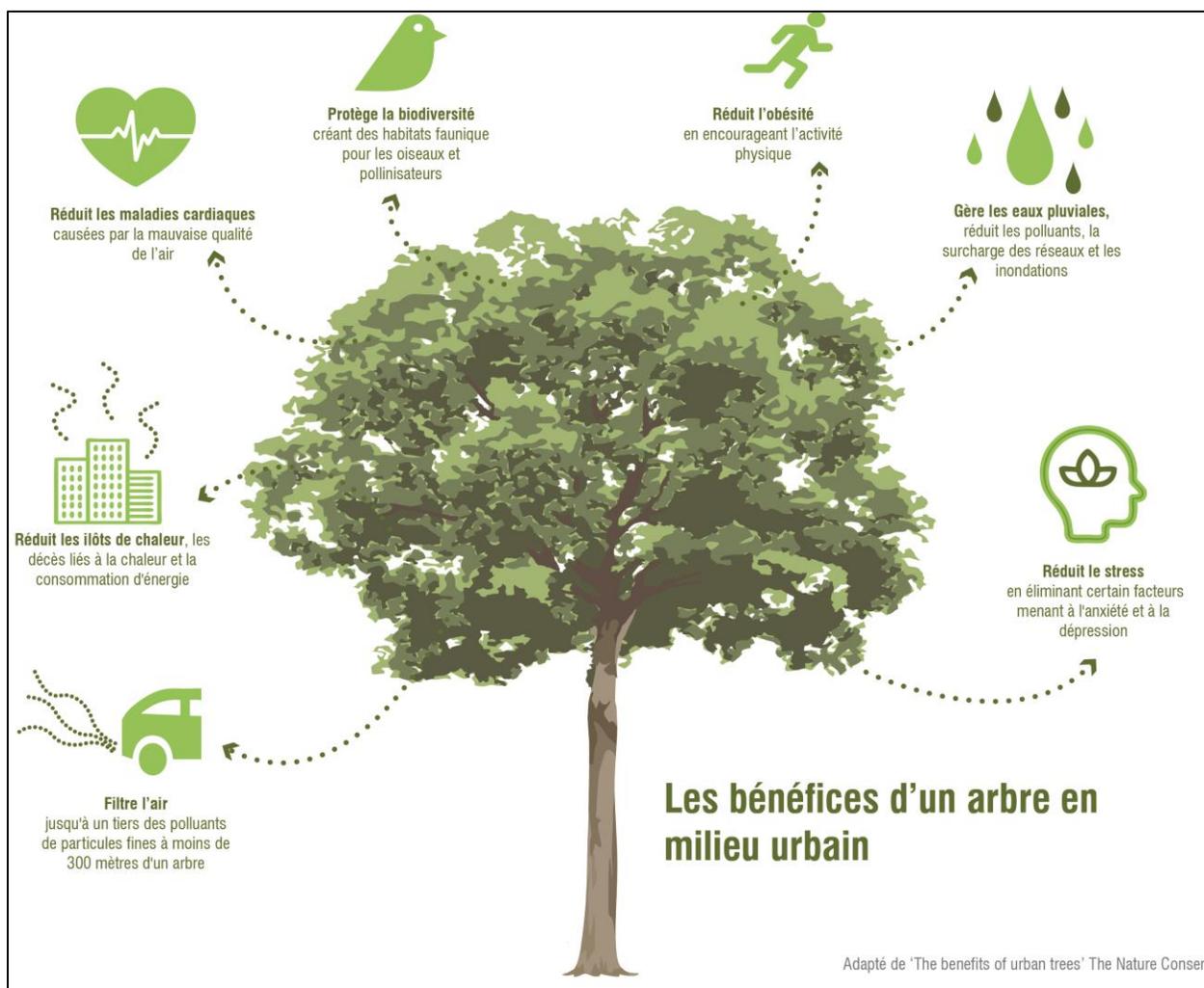
Figure 19-38. Comparaison du nombre annuel de jours où la température maximale est supérieure à 30 °C en conditions actuelles (1991-2020) et futures (2061-2090) selon un scénario d'émissions élevées de gaz à effet de serre (SSP3-7.0). Une augmentation de 10 à 30 jours est anticipée dans les milieux habités (valeurs médianes des simulations).

Gentrification verte

Le verdissement urbain peut parfois augmenter l'attractivité des quartiers et donc la valeur foncière des propriétés (Wolch et collab., 2014). Ce phénomène pourrait éventuellement rendre les logements trop dispendieux pour les ménages à plus faible revenu, qui pourraient se voir déplacer de leur milieu de vie et ne pas être à même de bénéficier du verdissement de leur quartier. Ce phénomène est appelé « gentrification verte », « gentrification environnementale » ou « éco-embourgeoisement » (Beaudoin et collab., 2022).

Importance des arbres

En raison de leurs nombreux avantages (Figure 19-39), les arbres sont les végétaux qui devaient être privilégiés lorsque possible. Ils agissent de manière importante sur la qualité de l'air en capturant des particules fines et des polluants gazeux, en plus de produire de l'oxygène. Les arbres sont aussi de véritables climatiseurs en procurant des zones d'ombrage et en évapotranspirant de grands volumes qui rafraîchissent l'air. Selon l'espèce d'arbre et les conditions météorologiques (vent, température, humidité, ensoleillement, etc.), un arbre adulte peut consommer de 200 à 1 000 litres d'eau par jour. L'ombrage des arbres permet aussi de prolonger la durée de vie des revêtements asphaltés, permettant de reporter de 10 à 25 ans le besoin de resurfaçage (McPherson et Muchnick, 2005). Les racines favorisent par ailleurs l'infiltration des eaux dans le sol en décolmatant et en créant des chemins préférentiels pour l'eau. Le feuillage, quant à lui, intercepte typiquement les cinq premiers millimètres d'une pluie. De plus, en créant des corridors verts, les arbres plantés en bordure de terrains et dans les emprises municipales incitent à l'activité physique, notamment la marche, et permettent à toutes les populations de se déplacer à l'ombre INSPQ



Source : Rousseau-Lefebvre/Mélanie Glorieux

Figure 19-39. Bénéfices associés aux arbres. Les arbres sont les végétaux à privilégier dans le verdissement d'un territoire en raison de leurs multiples bénéfices.

19.5.3.4. Lieux d'implantation d'infrastructures vertes

Les occasions d'implantation d'infrastructures verte, qu'elles soient végétalisées ou non, sont propres à chaque municipalité et surtout à chaque site. Les sites résidentiels avec des rues et des servitudes larges peuvent intégrer des aménagements de biorétention. Les sites commerciaux ou industriels, souvent caractérisés par des bâtiments de grandes surfaces et de grandes aires de stationnement, peuvent être des sites propices pour l'implantation de toits verts ou de mesures de verdissement de stationnements accompagnant une réduction des surfaces imperméables. Mais de manière générale, toute occasion d'implantation d'infrastructures vertes, en particulier dans le cadre de travaux de pavage liés à la réfection d'une rue ou des réseaux municipaux, devrait être saisie.

Une approche « opportuniste » appliquée à la ville de Montréal

Dans son plan climat 2020-2030, la Ville de Montréal prévoit différentes actions pour améliorer sa résilience face aux changements climatiques, dont l'augmentation de la canopée urbaine par la plantation de 500 000 arbres d'ici 2030 (Ville de Montréal, 2020). En appui à ces actions, la Ville de Montréal a développé une approche « opportuniste » d'intégration des infrastructures vertes appliquée à la gestion des eaux pluviales et des débordements. Ainsi, considérant les multiples bénéfices des infrastructures végétalisées, la Ville veut profiter de toutes les occasions d'implanter ces infrastructures lorsque des projets de redéveloppement de rue ou des projets urbanistiques sont envisagés. De plus, comme elles agissent sur le ruissellement en amont des ouvrages de rétention et des sites de contrôle en temps réel, les infrastructures végétalisées contribuent à désengorger les systèmes d'égout, et ce, peu importe leur emplacement généralement. C'est pourquoi une instruction interne à la Ville de Montréal oblige tout projet de rue à prévoir l'insertion d'infrastructures vertes (voir l'encadré de la section 19.2.4 pour plus de détails sur cette instruction).

19.5.3.5. Îlots végétalisés et omniprésence des bordures de béton

Il faut réaliser que souvent, des îlots végétalisés sont déjà prévus dans des aménagements publics. Cependant, le rôle de ces îlots n'est, la plupart du temps, que décoratif. Par conséquent, ils sont presque toujours entourés d'une bordure en béton ou de granit pour des raisons esthétiques ou pour faciliter le travail des équipes d'entretien, en particulier celles du déneigement. Ces bordures empêchent les eaux pluviales de pénétrer les espaces verts aménagés et, donc, bloquent toute valeur ajoutée que pourraient offrir ces îlots végétalisés **en ce qui concerne la gestion des eaux pluviales (voir la Figure 19-40 et la figure 19-41)**. Ainsi, **le recours à des infrastructures végétalisées pour gérer les eaux pluviales ne signifie pas nécessairement d'ajouter de nouveaux îlots verts, mais plutôt de revoir légèrement la conception des projets qui intègrent déjà des îlots verts**. Il s'agirait donc, notamment, de créer une ouverture de 10 à 30 cm dans les bordures ceinturant ces îlots végétalisés, mais aussi de s'assurer que les pentes du pavage dirigent les eaux vers ceux-ci et d'ajuster leur conception de manière que le niveau du sol soit inférieur à celui du pavage.



Source : Martin Bouchard-Valentine

Figure 19-40. Exemple d'un réaménagement d'une rue où des avancées de trottoir ont été ajoutées avec bordure pleine n'offrant aucune possibilité de gestion des eaux pluviales.



Figure 19-41. Exemple d'îlots verts dans des lieux publics ne permettant pas de capter et d'infiltrer les eaux pluviales en raison de l'installation de bordures continue. La considération des eaux pluviales au moment de la conception aurait pu faire de ces îlots des ouvrages d'infiltration à faibles coûts supplémentaires.

19.5.3.6. Composantes des infrastructures végétalisées

Les composantes suivantes sont associées aux infrastructures végétalisées :

- Un point d'entrée (en général, une ou plusieurs ouvertures sont faites dans la bordure de rue);
- Un ouvrage de prétraitement (ouvrage de sédimentation);
- Un trop-plein (puisard ou débordement vers le pavage);
- Une zone d'accumulation ou de rétention en surface;
- Une couche de substrat pour la croissance des végétaux (terreau);
- Une couche de paillis ou une toile biodégradable en surface;
- Des végétaux.

Les prochaines sections décrivent les principales infrastructures végétalisées utilisées en gestion des eaux pluviales, soit :

- Les systèmes de biorétention (jardins de pluie);
- Les noues;
- Les saillies végétalisées (ou avancée de trottoir);
- Les fosses d'arbres drainantes.

19.5.3.7. Systèmes de biorétention (jardins de pluie)

Les systèmes de biorétention et les jardins de pluie sont des dépressions en bordure des surfaces imperméables utilisées pour capter et infiltrer le volume de ruissellement à l'aide d'un substrat spécialisé favorable à la croissance de végétaux (herbacées, arbustes et arbres). La Figure 19-42 présente une coupe type d'un système de biorétention. La différence essentielle entre un système de biorétention et un jardin de pluie est que le premier est dans l'emprise municipale, et donc plus grand, alors que le jardin de pluie est situé sur un terrain résidentiel privé et est plus petit. Les principes de conception (dimensionnement, choix du substrat, choix des plantes, etc.) sont toutefois les mêmes dans les deux cas.

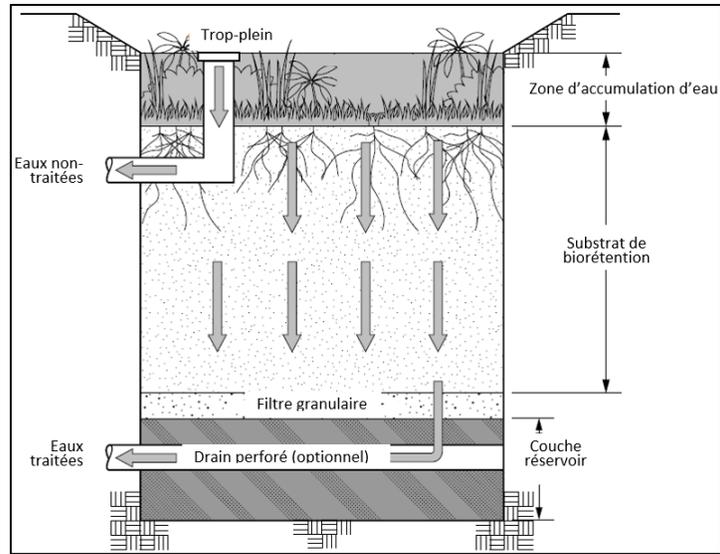
NOTE : Dans le contexte de la gestion des débordements d'une municipalité, les solutions situées sur les emprises municipales sont à privilégier plutôt que celles situées sur des propriétés privées, car leur pérennité est davantage garantie. Ainsi, les systèmes de biorétention, plutôt que les jardins de pluie, sont à privilégier.

Un système de biorétention combine la filtration à l'infiltration et offre un potentiel d'absorption lorsque les plantations sont bien choisies. Une couche de stockage se retrouve normalement en dessous du substrat filtrant. Cette couche de stockage, comme son nom l'indique, permet de stocker temporairement l'eau pendant son infiltration dans le sol natif. Lorsque le sol en place ne permet pas une infiltration rapide du volume d'eau, un drain perforé, dirigé vers le réseau, est installé dans la couche réservoir, permettant de limiter l'accumulation d'eau dans le système de biorétention.

Les systèmes de biorétention constituent l'infrastructure végétalisée la plus populaire pour la gestion des eaux pluviales en raison de leurs nombreux cobénéfices.

En plus des références citées à la section 19.5.3.13, plusieurs sources d'information portant sur la conception et la construction d'un système de biorétention ont été publiées, dont les suivantes :

- [Fiche technique sur les aires de biorétention](#) de la Société québécoise de phytotechnologie (2018);
- Norme W200 :F18, Conception des systèmes de biorétention, du Groupe CSA (2018a);
- Norme W201 :F18, Construction des systèmes de biorétention, du Groupe CSA (2018b).



Source : adaptée de Groupe CSA, 2018a

Figure 19-42. Coupe type d'un système de biorétention



Source : INRS/Ikram Hamlaoui

Stationnement Pierre-Laporte, à Victoriaville.
En plus d'îlots de biorétention, ce stationnement inclut des pavés alvéolés.



Source : Martin Bouchard-Valentine

Biorétention sur l'avenue Papineau, à Montréal



Source : Martin Bouchard-Valentine

Stationnement du siège social de la MRC de Brome-Missisquoi, à Cowansville



Source : Ville de Trois-Rivières

Biorétention sur la rue Saint-Maurice, à Trois-Rivières

Figure 19-43. Exemple de systèmes de biorétention

19.5.3.8. Noues

Une noue peut être considérée comme un système de biorétention lorsque la forme est plutôt longitudinale. Les critères de conception d'un système de biorétention s'appliquent donc à une noue (voir la section 19.5.3.7). Cependant, la noue a également pour fonction d'évacuer les eaux vers l'aval (potentiellement jusqu'au cours d'eau récepteur) lors de fortes précipitations, une caractéristique qui n'est pas présente dans le système de biorétention.

Comme les systèmes de biorétention, les noues sont utilisées pour capter puis infiltrer les eaux issues de surfaces imperméables. Les noues peuvent être simplement recouvertes d'herbe longue ou être aménagées avec des plantations plus élaborées pour favoriser l'interception du ruissellement et réduire les vitesses d'écoulement. Un contrôle des sédiments à l'amont des noues est recommandé afin d'éviter le ravinement et l'érosion de ces ouvrages. Des bermes peuvent être installées le long de la noue dans le but d'augmenter le potentiel de rétention. De manière générale, les noues peuvent être utilisées pour augmenter le temps de concentration du ruissellement, réduire le débit de pointe et augmenter le potentiel d'infiltration et d'évapotranspiration.



Figure 19-44. Exemples de noues

19.5.3.9. Saillies végétalisées (ou avancées de trottoir)

Les saillies végétalisées sont des aménagements situés dans l'emprise d'une rue, en bordure de route et de trottoir, souvent à des intersections, conçus pour recevoir les eaux de ruissellement des surfaces imperméables adjacentes. Les avancées de trottoir sont parfois déjà prévues par les services de planification d'une municipalité pour ralentir la circulation automobile. De tels projets constituent donc des occasions d'ajouter une composante de gestion des eaux pluviales à des coûts supplémentaires minimales.

Les saillies végétalisées sont généralement des « boîtes » en dépression ou des saillies en bordure de route remplies d'un substrat spécialisé pour permettre la croissance des plantes et des arbres. Une couche de stockage avec une granulométrie spécifique est placée sous la couche de surface pour permettre la rétention temporaire d'un certain volume d'eau. L'eau retenue est idéalement infiltrée dans le sol en place afin de réduire les quantités d'eau qui rejoignent le système d'égout et, donc, les débordements. Les végétaux prévus dans les saillies végétalisées situées aux intersections devraient être de faible hauteur afin de maintenir une visibilité sécuritaire pour les automobilistes. Les végétaux qui demandent le moins d'entretien devraient être favorisés.

Voir la section 19.5.3.13 pour des critères de conception.



Source : David Courchesne

Lieu non défini



Source : Ville de Montréal

Rue De Lanaudière, coin boulevard Rosemont



Source : Ville de Montréal

12^e avenue, coin rue de l'Ukraine



Source : Google StreetView

Rue des Seigneurs, au coin de la rue Workman

Figure 19-45. Exemple de saillies végétalisées à Montréal

19.5.3.10. Fosses d'arbres drainantes

Une fosse d'arbres drainante est une dépression en bordure de chaussée où sont plantés un ou des arbres et qui permet d'infiltrer le ruissellement provenant de la chaussée et des trottoirs. Cette caractéristique est ce qui distingue une fosse d'arbres drainante d'une fosse d'arbres conventionnelle. Ainsi, des ouvertures sont pratiquées dans les bordures de rue adjacentes à une fosse de plantation drainante, contrairement aux fosses conventionnelles.

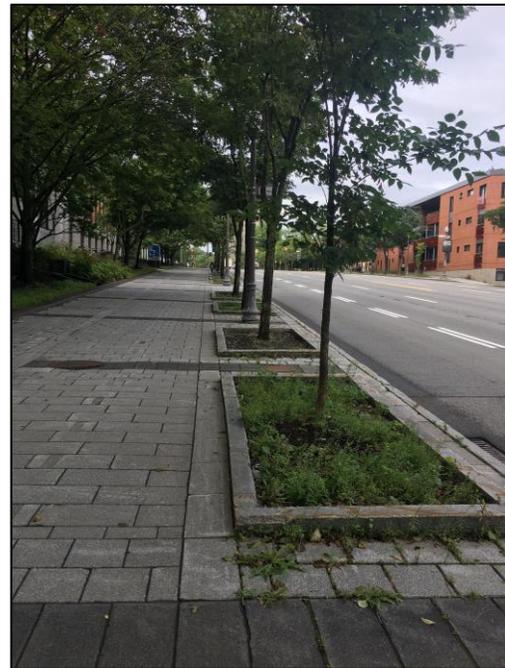
Un volume minimal de terreau de 10 m³ par arbre est requis, voire 30 m³ selon la taille de l'arbre à maturité.

Comme toute infrastructure végétalisée, la présence d'un ouvrage de prétraitement, tel un caniveau de sédimentation, est recommandée.



Source : David Courchesne

Fosse d'arbres drainante sur la rue Versailles, entre les rues Victor-Hugo et Notre-Dame Ouest, à Montréal. On note l'ouverture qui permet aux eaux de ruissellement d'être dirigées vers l'infrastructure



Source : Martin Bouchard-Valentine

Fosse d'arbres conventionnelle, sur le boulevard René-Lévesque Est, à Québec. La présence d'une bordure continue empêche les eaux de ruissellement de rejoindre l'infrastructure. Ces fosses d'arbres ne peuvent capter les eaux pluviales ruisselées. Elles nécessitent même l'intervention d'une équipe pour assurer l'arrosage avec de l'eau potable.

Figure 19-46. Comparaison entre une fosse de plantation drainante et une fosse de plantation conventionnelle

19.5.3.11. Espaces multifonctionnels

Les espaces multifonctionnels, aussi appelés « parcs résilients », « espaces publics inondables » ou « Water Square », sont des espaces publics urbains conçus pour gérer les eaux pluviales. Ces espaces sont prévus pour être inondés en période de pluie et peuvent inclure des zones d'infiltration d'eau. Ainsi, par temps sec, l'espace est utilisé par la population là où du mobilier urbain est présent. En temps de pluie, les eaux pluviales des rues avoisinantes y sont dirigées pour y être d'abord infiltrées dans des ouvrages d'infiltration (infrastructures vertes), puis y être emmagasinées si la capacité d'infiltration des ouvrages est dépassée (ou s'il y a absence d'infrastructures vertes).

Les espaces multifonctionnels peuvent être ajoutés à un nouveau projet ou être créés à partir d'un réaménagement ou d'une reconfiguration d'un lieu public existant, comme la Ville de Montréal l'a fait avec le parc Dickie-Moore, le parc Fleurs-de-Macadam ou le parc Pierre-Dansereau (Figure 19-47 à Figure 19-50).

Les espaces multifonctionnels combinent donc les services de gestion des eaux offerts par un bassin de rétention et des infrastructures vertes, tout en offrant un lieu pouvant être occupé et mis en valeur par la population. Une autre particularité des espaces multifonctionnels est de ne pas cacher la gestion de l'eau. Au contraire, l'eau est prise en compte et mise en scène dans l'aménagement de l'espace. L'eau constitue un élément central, attractif et ludique de ces lieux publics.



Source : Ville de Montréal

Figure 19-47. Espace multifonctionnel au parc Dickie-Moore situé dans l'arrondissement Villeray–Saint-Michel–Parc-Extension, à Montréal

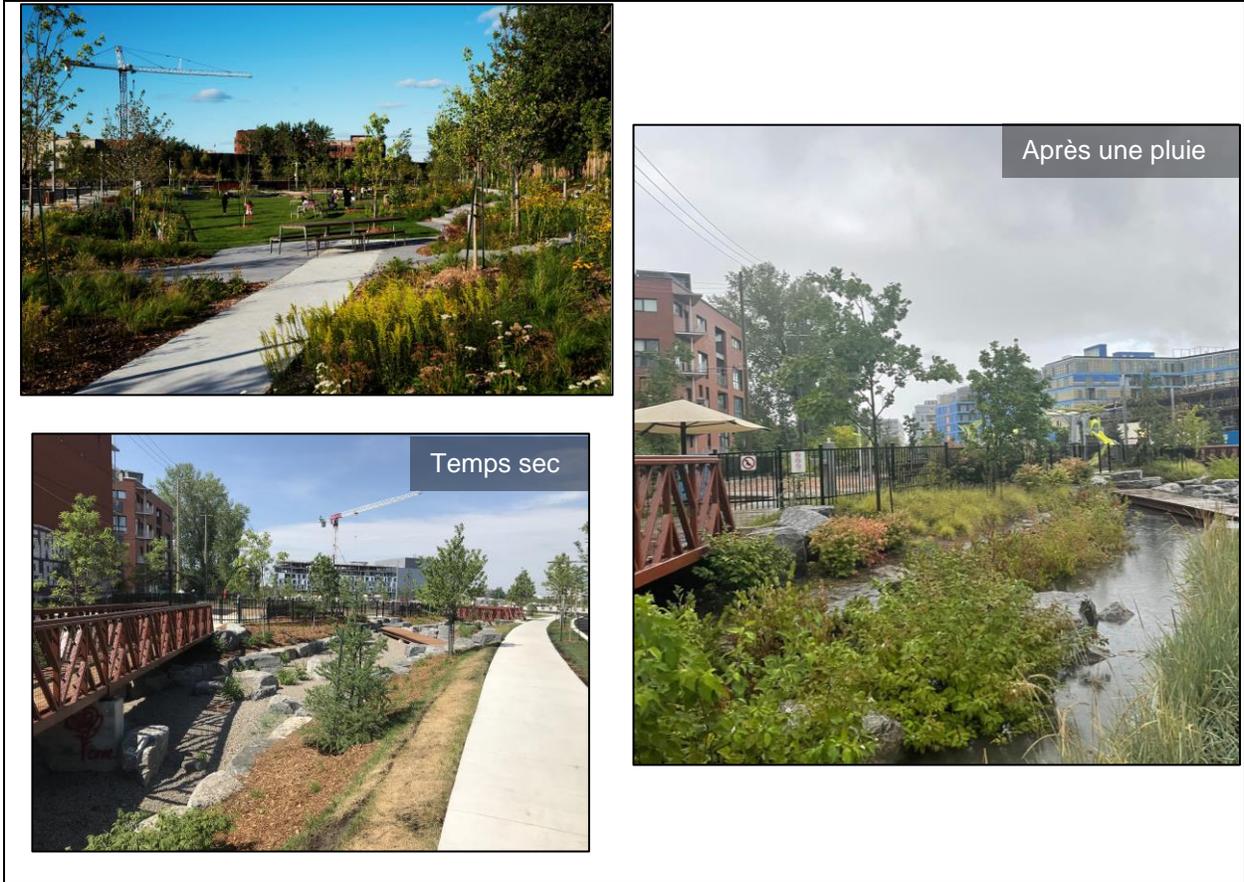


Source : NIPPaysage/EXP © Steve Montpetit



Source : NIPPaysage/EXP

Figure 19-48. Espace multifonctionnel à Montréal : parc Fleurs-de-Macadam sur la rue Mont-Royal Est (capacité de rétention de 120 m³)



Source : Ville de Montréal
Figure 19-49. Espace multifonctionnel à Montréal : parc Pierre-Dansereau dans Outremont
(capacité de rétention de 630 m³)

19.5.3.12. Toitures végétalisées

Les toitures végétalisées représentent une infrastructure végétalisée de gestion des eaux pluviales selon la définition présentée au début de la section 19.5.3. Elles sont aussi considérées comme des solutions pour réduire les surfaces imperméables, soit le sujet de la section 19.4. Le lecteur est donc invité à consulter la section 19.4.4 pour une description des toitures végétalisées.

19.5.3.13. Éléments de conception des infrastructures végétalisées

Les éléments de conception importants d'une infrastructure végétalisée sont :

- Le ratio I/P, soit le ratio entre la superficie des surfaces imperméables drainées et la superficie de l'infrastructure végétalisée (une valeur entre 10 et 20 devrait être ciblée);
- La composition du média de croissance, qui doit à la fois soutenir la croissance des plantes et assurer l'infiltration des eaux sans que celle-ci soit excessive;
- Le choix des végétaux (des plantes indigènes de milieux secs tolérantes à la saturation périodique des sols et avec développement racinaire abondant sont à privilégier)⁶¹;

NOTE : La conception des aménagements et des infrastructures devrait éviter d'engendrer des effets collatéraux négatifs, tels que l'augmentation des pollens allergènes, l'introduction d'espèces exotiques envahissantes et la réduction de la biodiversité.

- La présence d'un ouvrage de prétraitement qui prévient l'ensablement du système de biorétention (Figure 19-50). Une grille avec une fosse en béton (caniveau de prétraitement) est généralement la solution préconisée;



Figure 19-50. Un prétraitement de type caniveau ou un enrochement sont typiquement utilisés à l'entrée d'une infrastructure végétalisée.

⁶¹ La popularité croissante des végétaux au cours des dernières années au Québec fait en sorte que certains délais de livraison ont augmenté chez les fournisseurs de végétaux. Pour s'assurer de la disponibilité des végétaux et éviter des délais de chantier, le guide [Approvisionnement en végétaux pour les infrastructures végétalisées : bonnes pratiques](#) (Québec Vert, 2022) peut être consulté.

- L'accumulation d'eau maximale tolérée. Celle-ci devrait être de 100 à 200 mm dans les zones avec une densité élevée de piétons et 100 à 450 mm dans les endroits où l'achalandage est moindre. Pour les systèmes de biorétention, la norme CSA 200-18 peut être consultée;
- La présence d'un trop-plein redirigeant les débits excédentaires à la capacité de traitement de l'infrastructure végétalisée vers le système d'égout;
- Éviter l'installation d'une membrane étanche au fond et sur les parois de l'infrastructure. En effet, l'objectif d'une infrastructure verte, dont font partie les infrastructures végétalisées, est de reproduire les conditions hydrologiques d'un sol naturel, soit l'infiltration et l'évapotranspiration. La présence d'une membrane compromet l'atteinte de cet objectif. De plus, la membrane étanche limite la croissance et l'emprise dans le sol du réseau racinaire des végétaux présents dans l'infrastructure végétalisée. Ceci est particulièrement crucial si des arbres sont présents puisque ceux-ci seront plus susceptibles de basculer en présence de forces latérales (vent, pluie) en raison de l'incapacité des racines à se déployer à l'horizontale en raison du milieu de croissance confiné par les membranes. Ainsi, la présence d'une membrane devrait être prévue seulement dans les cas suivants :
 - Pour prévenir la migration d'eau vers l'infrastructure routière. Dans ce cas, l'installation d'une membrane devrait se limiter à la paroi du côté de la chaussée;
 - Si le niveau maximum des eaux souterraines peut intercepter le fond de l'infrastructure végétalisée et que celle-ci est prévue pour assurer un traitement de la qualité des eaux pluviales avant le rejet au milieu naturel. Dans ce cas, l'installation d'une membrane de fond avec un drain perforé devrait être prévue;
 - Si les eaux souterraines agissent localement comme source d'eau potable. Dans ce cas, l'installation d'une membrane de fond avec un drain perforé devrait être prévue.

De plus, aucun arbre ne devrait être planté dans une infrastructure végétalisée avec présence de membranes, à moins que la présence de membrane se limite à une seule paroi de l'infrastructure;

- L'acceptabilité sociale, surtout si les aménagements ont pour effet de réduire des espaces de stationnement ou des largeurs de rues. En effet, les infrastructures vertes sont visibles et s'implantent dans les milieux de vie. La consultation, voire la participation, des acteurs concernés par l'implantation d'infrastructures vertes (organismes locaux, représentants de la société civile, citoyens) déterminent souvent le succès ou l'échec de ces implantations;

NOTE : Les infrastructures vertes de gestion des eaux pluviales (IVGP) sont une composante d'un système de gestion des eaux pluviales. Or, l'établissement, l'extension et la modification d'un système de gestion des eaux pluviales sont visés par le processus d'autorisation prévu à l'article 22 de la LQE. Cependant, l'ajout d'une IVGP dans le milieu existant (déjà bâti) est exempté de ce processus d'autorisation par le biais des articles 218(6°d) et 225 du REAFIE.

- Les intensités de pluie pour dimensionner une infrastructure de gestion des eaux pluviales devraient être majorées pour tenir compte des changements climatiques. Voir le chapitre 8 pour plus de détails.

Le Tableau 19-11 résume le contexte d'utilisation et les risques associés à l'infiltration des eaux en fonction du rapport entre les surfaces imperméables et la surface de la zone d'infiltration.

Tableau 19-11. Risques de concentration des polluants en fonction du rapport entre la surface imperméabilisée à gérer et la surface d'infiltration

Rapport surface imperméabilisée/ surface d'infiltration	Qualité de l'infiltration et risques	Exemples de mesure
1 <i>surface d'infiltration = surface à gérer</i>	L'infiltration peut être pratiquée quelle que soit la perméabilité du sol. Très peu de risque de colmatage des ouvrages (en fonction des usages de la surface) ¹ .	Revêtement poreux
Entre 1 et 10 <i>surface d'infiltration ≤ 10 % surface à gérer</i>	L'infiltration peut être pratiquée quelle que soit la perméabilité du sol si on prévoit une épaisseur minimum de la couche filtrante. Peu de risque de colmatage des ouvrages (en fonction des usages de la surface) ¹ .	Noues Tranchées drainantes
Entre 10 et 50	Les conditions de perméabilité doivent être examinées pour dimensionner un stockage correspondant à la vitesse d'infiltration du sol. Prévoir une décantation en amont pour limiter les risques de colmatage de la surface.	Bassin d'infiltration individuel
Entre 50 et 100	L'ouvrage doit être réalisé avec un bassin de décantation en amont s'il dessert plus de 5 000 m ² imperméabilisés. Il doit faire l'objet d'une étude hydrogéologique et hydrologique avec une vérification du fonctionnement sur une chronique de pluie pour vérifier les conditions de décantation et de colmatage.	Bassin d'infiltration collectif
Au-delà de 100	Ouvrages présentant beaucoup de risques pour la nappe. Une étude hydrogéologique et hydrologique avec une vérification du fonctionnement sur une chronique de pluie de cinq ans doit être réalisée pour s'assurer de son fonctionnement futur.	Puits d'infiltration

¹ Les surfaces poreuses peuvent être colmatées rapidement si elles reçoivent des boues ou des apports de terres par ruissellement. L'utilisation de surfaces poreuses soumises à ce genre de ruissellement est déconseillée.

Source : Lyon, 2014

Lorsque les apports sont supérieurs à la capacité d'une infrastructure végétalisée, les eaux excédentaires peuvent être évacuées par débordement ou par trop-plein (Figure 19-51). Dans le premier cas, les eaux excédentaires entrent puis ressortent par la même ouverture pour être captées par un puisard situé sur la rue si l'infrastructure est saturée d'eau. Dans le deuxième cas, un trop-plein est aménagé à même l'infrastructure végétalisée de manière à capter les eaux lorsque le niveau des eaux s'élève trop et à les évacuer vers l'égout pluvial ou l'égout unitaire.



Source : Ville de Montréal



Source : Martin Bouchard-Valentine

Figure 19-51. Modes de fonctionnement possibles pour évacuer les eaux excédentaires d'une infrastructure végétalisée. **À gauche** : par débordement. **À droite** : par trop-plein.

Des analyses préliminaires de la performance des infrastructures végétalisées devraient être réalisées avant d'en venir à une mise en œuvre à grande échelle. Un modèle informatique peut simuler rapidement l'effet de la mise en place de plusieurs types d'infrastructures vertes et permet de vérifier le potentiel de ce type de solution. Le pourcentage imperméable d'un sous-bassin peut être ajusté et les pertes par dépression peuvent être augmentées pour refléter la présence d'infrastructures vertes. Le modèle hydrologique SWMM5 inclut un module LID (*Low Impact Development*) pour représenter différentes infrastructures vertes. Une telle modélisation doit tenir compte des surfaces disponibles pour accueillir les infrastructures vertes tout en s'assurant que le ratio I/P demeure inférieur aux valeurs de référence.

Si les résultats sont intéressants, plus de détails pourront être inclus au modèle pour préciser les performances. Encore une fois, ceci peut être appliqué à un secteur en particulier et les résultats peuvent être exportés vers d'autres secteurs, de façon proportionnelle, pour y préciser le potentiel. Cette démarche de transposition par secteur devrait être appliquée seulement si les secteurs présentent des utilisations du sol comparables.

L'utilisation de l'espace en surface et la question de la propriété des lots sont aussi des aspects importants à considérer dans la planification d'infrastructures vertes. La question de l'acceptabilité du public est aussi essentielle à prendre en compte, surtout si les aménagements sont placés dans des quartiers résidentiels. Des rencontres d'information et des mesures de sensibilisation de la population peuvent contribuer à faciliter l'acceptabilité sociale.

Enfin, la surveillance des travaux de construction doit se faire de manière rigoureuse afin que ces ouvrages soient construits selon les paramètres de conception établis puisque les entrepreneurs ont parfois une moins grande expérience dans le domaine des infrastructures vertes. À ce titre, des essais de performance sur une infrastructure verte nouvellement aménagée devraient être réalisés afin d'accepter les travaux de l'entrepreneur. Ces essais consistent à créer un écoulement sur rue à partir d'un poteau d'incendie (borne-fontaine) et de vérifier si l'eau est bien captée par l'infrastructure verte et que les eaux s'écoulent et s'y infiltrent correctement. La Ville de Montréal exige d'ailleurs que des essais de mise en service des infrastructures végétalisées soient réalisés par l'entrepreneur avant leur acceptation par la Ville⁶².



Source : Ville de Montréal

Figure 19-52. Essai de mise en service d'une infrastructure végétalisée avant l'acceptation des travaux pour démontrer que les eaux s'écoulent bien vers celle-ci. Cet essai est exigé par la Ville de Montréal.

⁶² La procédure de réalisation de cet essai est indiquée à la section 9.4 du devis [DTNI-3A – Travaux de trottoir, bordure, terre-plein central, îlot et muret de soutènement](#).

Importance de l'architecte paysagiste

Les infrastructures végétalisées de gestion des eaux pluviales étant des infrastructures de génie civil avec une composante végétale, leur conception devrait être sous la supervision combinée d'un **ingénieur civil** et d'un **architecte paysagiste** selon la norme CSA W200 :F18, (2018a) *Conception des systèmes de biorétention*. L'ingénieur est responsable des calculs hydrologiques, du dimensionnement de l'ouvrage et de la production des plans et devis du volet « civil » de l'infrastructure, alors que l'architecte paysagiste est responsable du choix des végétaux, de la composition du média de croissance et de la production des plans et devis de plantation.

19.5.3.14. Entretien

Les infrastructures végétalisées de gestion des eaux pluviales ne requièrent pas plus d'entretien qu'une infrastructure végétalisée conventionnelle. Les activités supplémentaires se limitent généralement à éliminer les déchets et les détritiques et à vidanger l'ouvrage de prétraitement. L'expérience montre que les efforts d'entretien des infrastructures végétalisées tendent à diminuer dans le temps et que l'ajout de la fonction de drainage représente un surcoût marginal.

Une réflexion importante sur le type de végétaux en lien avec la capacité d'entretien est importante. Notamment, la conservation d'une végétation plus naturelle et moins entretenue afin de réduire les coûts d'entretien et d'améliorer la biodiversité devrait être préconisée. Elle devrait aussi être expliquée afin que les attentes des communautés qui côtoient les infrastructures végétalisées soient ajustées.

Certains sont réticents à miser sur des infrastructures vertes comme solutions pour gérer les eaux pluviales en raison de l'entretien qu'elles exigent. D'une part, il est important de rappeler que les infrastructures grises qui pourraient être envisagées en remplacement d'infrastructures végétalisées exigent, elles aussi, un entretien. D'autre part, les végétaux, comme tout être vivant, ont la capacité de se régénérer et de se réparer. Il faut aussi noter que les infrastructures vertes apportent de multiples bénéfices tels que la réduction des îlots de chaleur, la captation des gaz à effet de serre, l'amélioration de la qualité de l'air, etc. De plus, à terme, une infrastructure végétalisée peut avoir une abondance de végétaux telle qu'elle pourra servir de source de végétaux pouvant remplacer le besoin d'une municipalité de recourir à des pépinières pour d'autres projets d'infrastructures végétalisées.

En fait, les principales difficultés relatives à l'entretien des infrastructures végétalisées sont plutôt d'ordre administratif. Étant des infrastructures de gestion des eaux, mais comportant des végétaux, l'unité administrative responsable de leur entretien n'est parfois pas clairement définie au sein d'une municipalité. En effet, les infrastructures végétalisées sont généralement planifiées et conçues par les unités d'ingénierie. Cependant, leur entretien fait davantage appel à des équipes techniques relevant de l'unité responsable des parcs (ou des aménagements urbains) plutôt que des travaux publics. Cette situation peut être la source de plusieurs difficultés logistiques pour l'entretien. La question de savoir au budget de quelle unité administrative sera imputé l'entretien des infrastructures végétalisées peut être longuement débattue, laissant ces infrastructures sans entretien. De même, une majoration insuffisante des budgets des équipes d'entretien de végétaux pour tenir compte des ajouts d'infrastructures végétalisées de gestion des eaux pluviales dans le parc d'actifs d'une municipalité explique aussi parfois le déficit d'entretien de ces infrastructures.

19.5.3.15. Exemples de cas au Québec

Les liens suivants donnent accès à des répertoires compilant des projets de gestion des eaux pluviales qui intègrent des infrastructures végétalisées :

- [S'adapter au climat par le verdissement](#), de l'Union des municipalités du Québec (UMQ);
- [Inventaire des infrastructures végétalisées au Québec](#), de Québec Vert;
- [Projets inspirants](#), du Regroupement des organismes de bassins versants du Québec;
- [Carte interactive de projets mettant en pratique des infrastructures vertes](#), du projet Ville Éponge du Conseil régional de l'environnement – région de la Capitale-Nationale.

Par ailleurs, de 2019 à 2020, le gouvernement du Québec a financé 27 projets de gestion durable des eaux pluviales 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 administré par le MAMH, qui a pris fin en 2020.

19.5.3.16. Documents de référence

Pour des critères de conception plus détaillés sur les infrastructures végétalisées, incluant des dessins normalisés, les documents suivants, produits par la Ville de Montréal avec le soutien financier du Ministère, peuvent être consultés :

- [Catalogue d'infrastructures vertes sur rue](#) (Ville de Montréal, 2022a) ;
- [Guide conception – Infrastructures vertes sur rue avec infiltration complète](#) (Montréal, 2022b);
- [Les aires de biorétentions – Fiche technique de la Société québécoise de phytotechnologie](#) (SQP, 2018) présente les systèmes de biorétention en exposant des critères de conception et les avantages de cette solution.

Le chapitre 11 du [Guide de gestion des eaux pluviales](#) (MDDEFP et MAMROT, 2011) présente des critères de conception généraux pour différentes infrastructures végétalisées. D'autres documents de référence recommandés sont aussi cités dans la page Web [Guides et documents de référence d'aide à la conception](#) du Ministère.

19.5.4 Infrastructures vertes non végétalisées

Les infrastructures vertes non végétalisées sont un type d'infrastructures vertes de gestion des eaux pluviales qui ne font pas intervenir de végétaux. Elles relèvent donc entièrement du génie civil. Voir l'encadré au début de la section 19.5.3 pour une description des infrastructures vertes. Les prochaines sections décrivent certaines infrastructures vertes non végétalisées

19.5.4.1. Revêtements perméables

Les revêtements perméables sont des surfaces dures (béton, asphalte et pavés) ayant la propriété de permettre l'infiltration des eaux. Les revêtements perméables sont aussi des solutions pour réduire les surfaces imperméables et ils ont été discutés dans la section traitant de cette approche. Voir la section 19.4.3 pour plus de détails.

19.5.4.2. Tranchée d'infiltration

Les tranchées d'infiltration sont des excavations remplies de gravier qui offre la possibilité d'emmagasiner les eaux puis de les infiltrer dans le sol. Les tranchées filtrantes peuvent être munies d'un dispositif de prétraitement des eaux afin d'éviter le colmatage prématuré.



Source : Martin Bouchard-Valentine

Tranchée d'infiltration à Carleton-sur-Mer



Source : Ville de Victoriaville/Joël Lambert

Tranchée d'infiltration aux abords de la rue J.-Aurèle-Roux, à Victoriaville



Source : Ville de Longueuil

Tranchée d'infiltration aux abords du boulevard Vauquelin, à Longueuil

Figure 19-53. Exemple de tranchées d'infiltration

19.5.4.3. Conduite d'exfiltration

Les conduites d'exfiltration sont des conduites perforées qui permettent d'évacuer l'eau vers le sol ambiant. Elles sont installées dans une tranchée comblée par de la pierre nette. Plus la conductivité hydraulique du sol ambiant est élevée, plus la réduction des eaux sera élevée. Une conduite perforée installée dans un sol peu perméable agira davantage comme une conduite conventionnelle.

Les eaux qui transitent par une conduite perforée doivent être relativement propres afin de prévenir le colmatage des ouvertures. Des dispositifs de prétraitement doivent être prévus pour retirer les débris. Un entretien régulier est aussi requis.



Source : [Pennsylvania Department of Environmental Protection](#)

Figure 19-54. Installation d'une conduite perforée

19.6 Contrôle des débits

19.6.1 Régulation aux puisards

La régulation du débit par des mécanismes de restriction à l'intérieur des puisards peut être une solution rapide et efficace pour la gestion du débit dans les réseaux unitaires. Ces appareils limitent le débit pouvant être acheminé au réseau et forcent une accumulation de l'eau à la surface ou dans des zones réaménagées spécifiquement pour servir de bassins de rétention. La mesure peut être particulièrement intéressante dans les stationnements de grande surface qui peuvent générer beaucoup d'eau en temps de pluie et où la grande superficie disponible permet de prévoir une accumulation d'eau en surface. Il faut noter toutefois que l'efficacité de cette mesure dépend de son entretien et de son suivi afin de s'assurer que le régulateur maintient ses fonctions à long terme.



Figure 19-55. Exemples de régulateurs de débit : régulateur à vortex (en haut) et plaque-orifice (en bas)

L'installation de ces mesures de contrôle devrait généralement se limiter aux puisards en points bas (sur rue ou dans un stationnement) et non aux puisards situés dans une pente en continu. Il est possible de considérer l'application de régulation aux puisards sur une série de puisards dans un secteur en particulier ou d'appliquer la mesure en alternance, en laissant des puisards sans régulation. La possibilité de condamner des puisards en continu afin de réduire les apports aux réseaux peut aussi être considérée. Avec un point bas ultime près des milieux récepteurs, la mise en place d'un ouvrage de rétention ou d'un nouvel exutoire permettant de soulager le point bas qui pourra recevoir plus d'eau en raison des puisards qui auront été bouchés peut aussi être envisagée. La quantité évacuée au milieu récepteur sera celle retirée du système d'égout unitaire.

19.6.1.1. Avantages et inconvénients du contrôle des débits

Le contrôle du débit au niveau des puisards est une solution relativement peu coûteuse et efficace. En utilisant des équipements faciles à installer, il est possible de réduire l'apport au réseau et d'exploiter un espace de rétention déjà disponible au niveau de la surface autour du puisard. En effet, chaque puisard de points bas peut fournir un volume de stockage d'environ 5 m³ à 15 m³ dans les points bas en rue ou encore plus élevé dans un stationnement (avec des volumes plus importants pouvant être contenus dans les formes de pyramides inversées drainées par les puisards). Cependant, cette mesure est efficace lorsque les pluies qui causent les débordements sont généralement plus fortes en intensité. La régulation aux puisards pourrait avoir un effet limité sur les pluies de faibles intensités et de faible hauteur si les niveaux de régulation imposés ne sont pas suffisamment bas. Ainsi, la régulation des débits dans les puisards pourrait, dans certains cas, avoir un effet négligeable sur la fréquence des débordements, car il n'y aura aucun changement sur les débits interceptés. Mais elle aura toujours un effet positif pour réduire les volumes de débordement.

19.6.1.1. Entretien

Un programme d'entretien et de nettoyage pour les puisards munis de régulateurs de débit doit être mis en place afin de s'assurer qu'ils demeurent fonctionnels. Les responsables de cet entretien doivent également être sensibilisés à la présence des régulateurs, en particulier les exploitants de stationnements de commerces ou d'institutions qui sont peu familiers avec la gestion de ce genre d'équipements. Il est essentiel que les régulateurs ne soient pas retirés par des équipes techniques (p. ex., à la suite de plaintes d'accumulation d'eau en période de pluie). Les équipes techniques (employés municipaux, sous-traitants responsables de l'entretien, etc.) doivent être informées. Certaines municipalités cadennassent ou exigent le cadennassage des régulateurs pour prévenir leur retrait inopportun.

19.6.1.2. Éléments de conception

Les régulateurs de débit ont une relation niveau-débit spécifique qui a été établie par leurs fabricants. Il est essentiel que les têtes hydrauliques des régulateurs respectent les valeurs des fabricants et que celles-ci soient calculées adéquatement, à partir du radier de l'orifice ou du demi-diamètre, selon le cas.

La hauteur d'eau maximale considérée au-dessus des puisards régulés devrait être de 300 mm et le niveau d'eau maximal atteint en surface devrait rester 300 mm plus bas que les points d'entrée vers les résidences ou les commerces.

En cas de fortes pluies ou d'un blocage du réseau, il est important d'analyser le cheminement de l'eau en surface et de prévoir les mesures nécessaires pour assurer une protection contre les inondations. Ainsi, la régulation des puisards de rue exige généralement une modélisation de l'accumulation et du cheminement de l'eau en surface (appelé « drainage majeur ») pour éviter des débordements d'eau à des endroits non désirés. Des calculs manuels peuvent être réalisés pour évaluer approximativement la surface de rétention disponible pour chacun des puisards, mais le cheminement de l'eau en cas de débordement ne doit pas être négligé. L'analyse de l'effet de la pose de régulateurs devrait considérer des pluies plus importantes que celles utilisées pour le contrôle des débordements, idéalement des pluies de retour de 100 ans, afin de vérifier la sécurité et la protection des installations de surface.

Le point bas ultime ou local du réseau majeur devrait être déterminé et les conséquences d'une forte pluie devraient être connues afin de prévoir la mise en place de puisards non régulés le long du réseau majeur ou l'ajout de trop-pleins d'urgence capables de gérer les volumes excédentaires.

Dans le cas des régulations des puisards présents dans les grandes surfaces de stationnement, une sortie d'urgence ou un trop-plein devraient être prévus pour protéger les installations.

Un débit minimal doit être considéré pour les appareils de régulation pour éviter la présence d'eau en surface durant une longue période. Règle générale, une valeur minimale recommandable pour un régulateur à vortex est de 5 L/s (MELCC, 2011), alors qu'elle est plutôt de l'ordre de 20 L/s pour les autres types de régulateurs.

Des orifices trop petits devraient être évités par mesure de précaution face au potentiel d'obstruction par des déchets ou des débris qui pourraient mener au dysfonctionnement du régulateur. Typiquement, un diamètre d'ouverture d'une plaque-orifice qui est inférieur à 75 mm devrait être évité. L'usage d'un régulateur à vortex doit alors être préconisé.

Une tête d'eau maximale au-dessus des puisards devrait être considérée pour éviter des accumulations d'eau en surface excessives. L'utilisation d'une grille de puisard de plus petite dimension peut également être envisagée pour réduire les apports en eau. Par exemple, une grille rectangulaire de 600 mm sur 350 mm au lieu d'une grille circulaire de 760 mm pourrait être mise en place.

La rétention en surface ne devrait pas être faite à proximité d'entrées en contre-pente ou dans des secteurs où l'accumulation en surface pourrait potentiellement atteindre les bâtiments à proximité. Il n'est pas recommandé d'avoir recours à ce type de régulation sur les boulevards ou les voies de circulation à grandes vitesses où des accumulations d'eau en surface seraient un enjeu pour la sécurité. La norme CSA W200 (2018a), Conception des systèmes de biorétention, énonce des balises pour l'accumulation d'eau en surface sur les voies de circulation.

19.7 Correction des raccordements illicites

Des apports importants d'eaux parasites des propriétés privées peuvent être liés à des raccordements inversés. Les sections 11.3 et 11.4 présentent des techniques pour détecter des raccordements inversés.

La correction d'un raccordement inversé peut parfois s'effectuer par de simple intervention de plomberie à un coût raisonnable (de l'ordre de 2 000 \$).

Pour plus de détails, voir la section 18.3 sur le débranchement de drains de fondation.

CHAPITRE 20. Interventions affectant l'hydraulique d'un système d'égout

Les mesures de contrôle du débit en réseau incluent les interventions pour réguler le débit, mais aussi les mesures qui visent à améliorer les capacités hydrauliques du réseau. Les interventions affectant l'hydraulique du système d'égout doivent prendre en considération la capacité de la station d'épuration puisque l'augmentation de l'interception aux points de surverse augmente nécessairement les débits acheminés vers l'aval jusqu'à la station d'épuration. Aucune dérivation en temps sec ne doit être provoquée par ces interventions (interdiction prévue au ROMAEU). De plus, la fréquence des dérivations en temps de pluie sera nécessairement augmentée, ce qui est contraire à la Position ministérielle (voir la section 3.1). Cependant, malgré l'énoncé de la Position ministérielle, le déplacement de fréquence de débordement d'un ouvrage de surverse vers la station d'épuration peut présenter un gain environnemental et être ainsi acceptable, si les eaux dérivées ont pu subir un traitement, même partiel, avant d'être rejetées dans l'environnement (p. ex., si les eaux sont dérivées après leur passage dans un décanteur ou un dessableur). En revanche, un traitement partiel de type « dégrilleur » ne présente pas, à lui seul, un gain environnemental.

De plus, une augmentation des débits, dilués par des eaux parasites, entrant à la station peut réduire l'efficacité des traitements biologiques. Des études complémentaires plus détaillées comprenant une analyse de la chaîne de traitement pourraient être souhaitables dans certains cas.

De même, une augmentation des débits vers l'aval peut augmenter la fréquence des débordements des ouvrages de surverse situés en aval et mener à des non-conformités face aux normes de débordement.

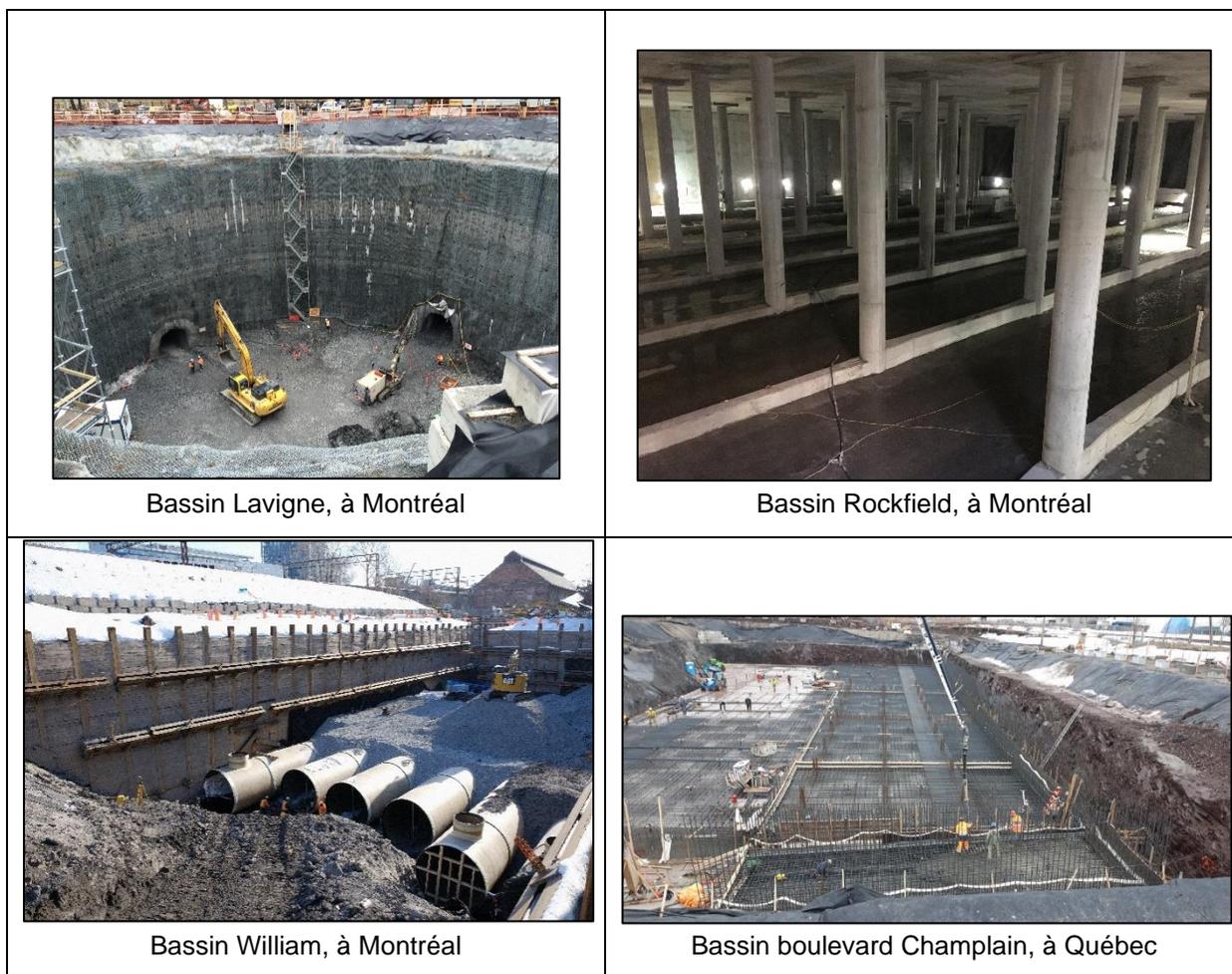
Compte tenu de l'effet qu'ont les interventions affectant l'hydraulique du système d'égout sur la fréquence des dérivations, des mesures visant à réduire les apports (eaux usées, eaux d'infiltration ou eaux pluviales) demeurent essentielles.

Les interventions suivantes, qui affectent l'hydraulique d'un système d'égout, sont discutées aux prochaines sections :

- Rétention en ligne ou hors ligne;
- Augmentation de la capacité hydraulique;
- Contrôle en temps réel;
- Consolidation des points de débordement;
- Augmentation de la capacité des installations de traitement.

20.1 Rétention en ligne ou hors ligne

La rétention en ligne ou hors ligne peut contribuer à réduire les débordements en emmagasinant temporairement des apports d'eau excessifs. Cet effet de laminage du débit permet également de réduire les débordements de surface ou la surcharge du réseau en réduisant le gradient hydraulique en amont et en aval du point de rétention.



Source : Ville de Québec et ville de Montréal

Figure 20-1. Construction de réservoir de rétention d'eaux usées

La rétention en ligne dans un système d'égout de type domestique est déconseillée, à moins que la capacité de la régulation puisse être en mesure d'évacuer le débit de pointe en temps sec des conditions futures sans surcharge du réseau. Des vitesses d'écoulement autonettoyantes d'au moins 0,6 m/s en conditions de temps sec, avec des mécanismes spécifiques pour le nettoyage au besoin, devraient être assurées.

Ces points de rétention peuvent être construits à même le réseau (en ligne) au niveau du poste de pompage, le long du réseau ou aux installations de traitement des eaux usées. Les installations sont utilisées dans ce cas pour emmagasiner à la fois le débit en temps sec et le débit en temps de pluie. Le débit entre et sort des installations par gravité. Les points de rétention peuvent aussi être placés en retrait du réseau (hors ligne) et être sollicités seulement lorsque le débit est plus élevé, comme en temps de pluie.

La rétention, hors ligne ou en ligne, est à son plus haut niveau d'efficacité lorsque le point de rétention est situé tout juste en amont des portions du système qui présentent des déficiences hydrauliques. Les stations de pompage, les points de surverse et les installations de traitement sont souvent les sites les plus appropriés de stockage en amont, avec les gains les plus substantiels. Les volumes à prévoir comme mesures compensatoires peuvent être évalués avec une méthode simplifiée (méthode rationnelle), mais il est recommandé de concevoir les ouvrages en s'appuyant sur une modélisation lorsque les volumes de rétention à considérer dépassent **500 m³**.

Dans tous les cas, il est essentiel de prendre en compte les dimensions du réseau et de s'assurer de ne pas augmenter les risques de débordement de surface ou de refoulement à la suite de l'installation de restriction, de régulation ou de dérivation.

Pour des problématiques de plus grande envergure, les tunnels ont fait leurs preuves comme solution très efficace pour la rétention des eaux usées. Les tunnels sont généralement plus profonds que le réseau et se remplissent par gravité. Le volume de rétention peut être pompé graduellement dans le réseau par la suite ou être dirigé vers les installations de traitement.

20.1.1 Rétention en ligne

La rétention en ligne est souvent intégrée en considérant un diamètre des conduites plus grand que nécessaire (conduites surdimensionnées) ou toute autre structure surdimensionnée, sans nécessairement avoir des mesures de contrôle du débit. Une régulation à l'aval de l'infrastructure de stockage peut tout de même être appliquée afin de bénéficier de la volumétrie totale. L'installation de conduites parallèlement aux conduites existantes, pour en augmenter la capacité de stockage, est aussi une forme de rétention en ligne.

La rétention en ligne peut aussi être réalisée en installant un régulateur de débit dans le réseau existant si la capacité résiduelle de celui-ci le permet. La rétention en ligne devient alors une approche intéressante puisqu'elle permet de profiter du volume déjà disponible dans le réseau. Des modifications du réseau peuvent être requises pour assurer le passage du débit en temps sec et pour assurer un contrôle du niveau d'eau dans le réseau lors des pluies plus intenses que les pluies de référence.

20.1.2 Rétention hors ligne

La rétention hors ligne consiste à dévier le débit du réseau et à l'emmagasiner en retrait de façon temporaire durant le passage d'un certain débit de pointe de conception. Les bassins de rétention peuvent être des réservoirs, des conduites surdimensionnées ou des tunnels, qui constituent des conduites souterraines creusées à même le sol. Ils peuvent être situés au même niveau ou plus bas que le réseau existant. La déviation du débit vers les structures de rétention se fait par des chambres de dérivation ou par pompage. La sortie du bassin peut être libre ou contrôlée, selon les besoins et le contexte dans chaque cas. Les coûts de ces installations sont généralement moins élevés lorsque le mode de remplissage et de vidange est libre et peut se faire avec les forces de la gravité.

20.1.3 Avantages et inconvénients de la rétention en ligne ou hors ligne

La rétention en ligne ou hors ligne a l'avantage d'être une solution locale avec le potentiel d'apporter des gains substantiels en matière de contrôle des débordements, pourvu que l'espace soit disponible. Comme mentionné précédemment, les interventions de rétention sont plus efficaces lorsqu'elles sont aménagées à proximité des endroits où la capacité du réseau est problématique ou des endroits où la ligne d'eau doit rester en deçà d'un certain niveau. Cela dit, il n'est pas garanti que l'occupation du sol en surface ou la disposition des infrastructures souterraines à l'endroit souhaité permettent l'aménagement d'une telle mesure. Il est probable que l'aménagement d'une structure de rétention amène des coûts de reconfiguration considérables des infrastructures souterraines ou de surface. Les réservoirs où la rétention se fait en ligne sont dans ce cas mieux adaptés puisqu'on maximise le volume disponible.

Pour les inconvénients, il convient de mentionner les odeurs pouvant se dégager en raison des événements et les problématiques liées à un entretien insuffisant. Les systèmes de rétention d'eaux usées, par comparaison à ceux pour les eaux pluviales, doivent notamment comprendre des installations spécifiques permettant d'effectuer un nettoyage automatisé et régulier (applicable normalement après chaque remplissage). Différents concepts existent, mais dans la plupart des systèmes, il s'agit de permettre la génération de vagues avec des vitesses suffisamment fortes pour entraîner les déchets et les sédiments pouvant être présents dans les ouvrages de rétention. Un exemple d'application, dans un bassin avec des allées pour contenir les vagues (ce qui peut aussi être mis en place dans une conduite surdimensionnée), est fourni à la Figure 20-2.



Figure 20-2. Exemple de réservoir avec mécanisme d'autonettoyage

20.1.4 Éléments de conception

Lorsqu'il est prévu d'appliquer un contrôle à la sortie par un orifice, un appareil de régulation ou un appareil de contrôle, la régulation devra être adaptée pour éviter toute obstruction possible et assurer une certaine redondance. Des dispositifs de vidange adaptés sont à prévoir en cas d'obstruction ou de situation d'urgence pour s'assurer d'obtenir un système robuste qui minimise les risques associés à un mauvais fonctionnement.

Les ouvrages devraient être conçus en considérant les conditions de développement ultimes et inclure les dispositifs nécessaires pour faire face à des situations exceptionnelles comme des pluies importantes. Pour assurer un fonctionnement sécuritaire à long terme, il est de bonne pratique de prévoir un trop-plein permettant de dévier le volume qui excède la capacité des installations vers l'aval du réseau sans aucune restriction.

Si une restriction est ajoutée dans le réseau pour créer une rétention en ligne, son effet sur les conditions en amont et en aval lors de pluies importantes devrait être vérifié. Il est préférable d'éviter de créer trop de restrictions dans un système d'égout et de prévoir des trop-pleins d'urgence qui permettent de contourner ces restrictions au besoin. Tout nouveau trop-plein dirigé vers le réseau pluvial ou vers le milieu récepteur doit être ajouté au système SOMAEU. Un enregistreur électronique de débordement est aussi requis si l'ouvrage connaît un débordement autrement qu'en urgence. La norme de débordement supplémentaire associé à ce nouvel ouvrage de surverse par le Ministère est « PF0 » par défaut.

Les réservoirs en ligne et hors ligne doivent aussi prévoir des dispositions particulières pour le contrôle des odeurs et des déchets solides, ce qui peut augmenter les efforts de conception. Une ventilation adéquate doit être assurée en tout temps. Le risque de nuisances générées par les odeurs provenant de cette ventilation, particulièrement dans les secteurs habités, doit être évalué.

20.2 Augmentation de la capacité hydraulique du réseau

Les mesures de contrôle du débit en réseau incluent les interventions pour réguler le débit, mais aussi les mesures qui visent à améliorer les capacités hydrauliques du réseau. Il est important de rappeler que les modifications apportées aux ouvrages du réseau ne doivent pas provoquer une augmentation de la fréquence des débordements des ouvrages situés en amont ou en aval ni une augmentation de la fréquence des dérivations à la station. Les principales interventions d'amélioration du réseau sont :

- Ajout de conduites parallèles positionnées à une élévation établie fonctionnant en trop-plein pour permettre l'évacuation des débits d'eau excédentaires et réduire la mise en charge d'une portion du réseau, à partir d'un seuil établi, lorsque le gradient hydraulique devient trop élevé;
- Augmentation du diamètre du collecteur principal pour réduire les mises en charge dans le reste du réseau. Dans certains cas, il est possible que le collecteur principal soit la cause de nombreuses problématiques de débordement, mais également de refoulement ou de surcharge dans un réseau. La correction de cette problématique a pour effet de réduire le potentiel d'incidents liés à une surcharge du réseau. Ce type d'intervention pourrait s'avérer nécessaire dans un contexte d'un développement urbain intensif dans les années à venir;
- Ajout d'un nouvel axe de collecte, qui pourrait être une solution plus efficace et moins coûteuse que la réfection d'un axe de collecte existant présentant des problématiques de capacité hydraulique jugée insuffisante. L'aménagement d'un nouvel axe de collecte permet de réduire les mises en charge pour des portions surchargées du réseau et présente parfois des coûts de construction moins élevés comparativement au remplacement d'une portion du réseau existant. En effet, le remplacement du réseau existant nécessite souvent une augmentation du diamètre des conduites, alors que l'ajout d'un nouvel axe de collecte peut se faire en utilisant des diamètres moins importants. Cette mesure permet également de ne pas intervenir sur le réseau existant sur de longues distances, ce qui peut être avantageux dans le cas où des interventions récentes y auraient été réalisées. L'ajout d'un nouvel axe de collecte ne devrait pas être envisagé si le réseau en place présente des signes de dégradation avancée;
- Augmentation de la capacité d'un poste de pompage, par les moyens suivants :
 - Ajout d'une conduite de refoulement, parallèle à celle en place, afin d'augmenter la capacité de pompage. Les pompes en place peuvent alors continuer de servir ou être remplacées, selon les conditions. Dans plusieurs cas, les pompes en place utilisent une conduite de refoulement unique. Lors de l'activation d'une deuxième pompe, les pertes de charge peuvent augmenter considérablement, limitant le débit supplémentaire qui peut être pompé. L'ajout d'une deuxième conduite de refoulement permet donc de bénéficier d'une capacité de pompage plus importante que dans le cas d'une conduite unique;
 - Remplacement des pompes en place par des modèles fournissant une plus grande capacité face aux forces de friction dans la conduite de refoulement. Certaines pompes ont des capacités de pompage qui sont rapidement affectées par la hausse des pertes de charge. Certains modèles disponibles sont moins affectés par l'augmentation des pertes de charge et peuvent fournir un débit plus constant pour différentes conditions. Certaines pompes pourraient avoir une capacité réduite due au vieillissement et à l'usure. Une analyse de la capacité des pompes pourrait révéler le besoin de les remplacer par des modèles plus performants;
 - Construction d'un poste de pompage additionnel pour rediriger une portion du débit vers un autre réseau ayant une capacité résiduelle plus grande. La redistribution du débit dans le réseau permet d'équilibrer le débit et mène à une exploitation plus optimale;
 - Augmentation de la capacité de rétention du poste de pompage afin de conserver le volume sur place et le pomper progressivement.

20.2.1 Avantages et inconvénients

Certaines problématiques de débordement reliées à la capacité du réseau sont plus faciles à cerner et, donc, mener à la mise en œuvre rapide de solutions. De plus, l'évaluation de l'efficacité des solutions axées sur la capacité hydraulique est plus prévisible. Par exemple, dans un contexte de gestion des débordements, l'augmentation de la capacité d'un poste de pompage présente moins d'incertitudes que la détermination et la réduction des apports de captage direct ou d'infiltration (en présumant évidemment que l'évaluation de l'impact sur les autres points de surverse en aval a été faite).

Les interventions visant à augmenter la capacité hydraulique des réseaux peuvent également permettre une réduction des problématiques du réseau, comme les débordements de surface et les refoulements dans les sous-sols.

Puisque ces interventions demandent généralement l'ajout d'infrastructures ou la modification des infrastructures existantes, l'ampleur des travaux et le dérangement occasionné par ceux-ci demeurent importants. Il faut aussi considérer que l'augmentation de la capacité d'un ouvrage peut avoir un impact sur la performance du réseau en aval (p. ex., en affectant à la baisse le débit transitant par un ouvrage de régulation en raison d'un accroissement du niveau d'eau en aval dans l'intercepteur) et provoquer une augmentation des débordements. L'augmentation de la capacité d'un système d'égout (p. ex., l'augmentation de la capacité d'un poste de pompage) ne doit pas déplacer le problème de débordement en aval. L'effet de cette augmentation de capacité sur tous les ouvrages de surverse jusqu'à la station d'épuration, incluant la station elle-même, devrait toujours être vérifié. À cette fin, l'utilisation d'un modèle informatique d'écoulement est souvent nécessaire.

20.3 Contrôle en temps réel

Un contrôle en temps réel permet une gestion optimale des débits en réseau lors d'événements pluvieux en maximisant l'exploitation du volume total disponible en réseau, et ce, en déviant de façon dynamique les débits vers d'autres portions du réseau et en améliorant les modes de gestion des infrastructures de rétention (EPA, 2006). Le contrôle en temps réel peut aussi permettre un ajustement en prévision des apports attendus par secteur et, au besoin, une redirection des débits vers des portions du réseau qui sont moins sollicitées. Ces ajustements dynamiques visent à exploiter au maximum la capacité de transport et de rétention du réseau en fonction des conditions hydrauliques.

La rétention est faite en limitant le débit sortant d'une portion du réseau, ce qui permet d'exploiter la totalité du volume de rétention qui est disponible dans des conduites. Le contrôle en temps réel se prête mieux aux grands réseaux unitaires dotés de conduites de grand diamètre plutôt qu'aux réseaux séparatifs.

Les ajustements dynamiques du débit durant les événements de pluie permettent de rediriger une portion du débit vers des branchements à proximité qui ne sont pas autant sollicités ou qui possèdent une capacité résiduelle substantielle. De manière générale, ces systèmes de contrôle sont prévus à des points stratégiques ou critiques des réseaux et sont activés à l'aide d'appareils de surveillance en continu de la pluviométrie locale, des niveaux d'eau ou des débits en conduites.

Selon la complexité du réseau, le contrôle en temps réel peut être plus efficace que le contrôle statique pour maximiser les performances du système. Ce contrôle dynamique peut être appliqué selon un **mode de contrôle local**, lorsque les consignes de contrôle des débits sont déterminées localement pour une seule partie du système sans tenir compte des performances globales du réseau, par exemple, lorsque l'ouverture d'une vanne dépend seulement d'une mesure de niveau d'eau à l'aval de cette dernière. Par opposition, dans un **mode de contrôle global**, les consignes sont appliquées en temps réel à plusieurs points de contrôle (vannes, pompes, etc.) à partir de mesures recueillies à plusieurs endroits du système d'égout. Dans ce cas, les mesures obtenues à partir de capteurs locaux sont rassemblées dans un système central afin d'être lues, gérées, traitées, optimisées et finalement converties en points de consigne vers les différents points de contrôle.

Enfin, le contrôle en temps réel peut être de **type réactif** lorsque les consignes appliquées aux points de contrôle sont déterminées sur la base de données réelles décrivant l'état actuel du système. Il est de **type prédictif** lorsque les actions de contrôle sont basées sur un mécanisme tenant compte de données prévisionnelles (en utilisant par exemple les prévisions pluviométriques provenant des radars météo).

Les modes de remplissage des infrastructures de rétention sont généralement statiques et dépendants des conditions hydrauliques à l'entrée et à la sortie. Le remplacement de ces contrôles statiques par des dispositifs dynamiques permet d'ajuster les débits entrants et sortants pour une meilleure exploitation des ouvrages. Différents niveaux de contrôle peuvent également être envisagés : statique, dynamique sans

prédiction ou dynamique avec prédiction intégrée des conditions pour l'activation des différents mécanismes de contrôle. Des références sont disponibles pour l'étude de ce type d'interventions (EPA, 2012; EPA, 2016).

Le contrôle en temps réel peut s'appliquer selon des algorithmes heuristiques, tels qu'un contrôle basé sur des règles simples de type « si, alors, sinon », par exemple. Ces règles sont définies sur la base de l'expérience des connaissances disponibles sur le système et son comportement. Ce genre d'algorithme a été largement utilisé dans plusieurs réseaux puisque ces règles permettent un processus de décision simple (García et collab., 2014). Un autre algorithme heuristique couramment utilisé est la stratégie de remplissage uniforme des ouvrages de rétention distribués dans le réseau qui permet d'utiliser le volume de rétention disponible de manière plus uniforme dans le réseau (Weyand, 2002). Enfin, le contrôle basé sur la logique floue (*fuzzy logic control*) est une technique dérivée de la théorie des ensembles flous. Les actions de contrôle déterminées sont plus flexibles que les règles simples, car elles sont variables en fonction du degré d'appartenance, compris entre 0 et 1, de chaque donnée d'entrée (García et collab., 2015).

Le contrôle en temps réel peut également être déployé selon l'application d'un algorithme d'optimisation où les consignes de contrôle sont déterminées d'après les données mesurées en réseau et la minimisation d'une fonction de coût qui représente la pénalité pour dévier des objectifs de contrôle (p. ex., minimiser les débordements). Ce type d'algorithme est principalement utilisé dans les systèmes complexes à contrôle multiobjectifs (García et collab., 2015).

20.3.1 Avantages et inconvénients

Le contrôle en temps réel requiert une connaissance approfondie du système d'égout et implique des investissements pouvant être importants pour équiper le système d'égout d'équipements de mesure en temps réel. La mise en place de tels équipements peut sembler complexe, mais pourrait cependant être bénéfique à long terme pour optimiser l'exploitation du système d'égout et des infrastructures déjà en place. Les coûts et la complexité du système de contrôle en temps réel implanté dépendent du type de contrôle choisi (contrôle qui se base sur des règles heuristiques ou qui implique un algorithme d'optimisation, contrôle local réactif ou contrôle global prédictif, etc.). La disponibilité en interne d'un personnel technique apte à exploiter adéquatement de tels systèmes constitue également un élément à considérer. Enfin, la mise en place de telles mesures demande une modélisation numérique du réseau afin d'analyser et de valider les différentes approches possibles.

20.4 Consolidation des points de débordement

Lorsque plusieurs points de débordement sont à proximité les uns des autres, la consolidation des points pourrait, sous certaines conditions, se révéler avantageuse dans la mesure où des alternatives pour le contrôle des débordements pourraient être concentrées à un seul endroit. La consolidation des points de débordement, qui consiste essentiellement à ramener les débits, en tout ou en partie, de plusieurs points de surverse vers un seul point où pourra, par exemple, s'effectuer une rétention, pourrait être une occasion d'aménagement de mesures de rétention en ligne ou hors ligne. Une démonstration que la combinaison apporte un gain environnemental substantiel comme la réduction du volume total de débordement ou le déplacement du point de rejet vers un milieu moins sensible doit être fournie au Ministère. De même, la norme de débordement supplémentaire à appliquer à cet ouvrage de surverse devra être discutée avec le Ministère.

La consolidation de points de débordement peut être demandée au Ministère en remplissant le module B du [Formulaire de demande de report d'application ou de modification d'une norme de débordement supplémentaire](#).

Dans le cas des municipalités avec plusieurs points de débordement et des limitations importantes en ce qui concerne les installations de surface ou près de la surface, la consolidation des points de débordement par une liaison de tunnels, de conduites ou d'une autre technologie similaire pourrait être une solution

avantageuse. Un long tunnel de rétention ou des conduites surdimensionnées pourrait relier les différentes sorties et offrir un important volume de rétention lors d'événements de pluie. Ce volume peut être pompé ou acheminé directement à l'usine d'épuration par un intercepteur, dépendamment des cas.

20.4.1 Avantages et inconvénients

La consolidation peut s'appliquer dans des cas particuliers où les points de débordement sont relativement proches les uns des autres et lorsque les conditions en place permettent de réaliser des liens entre les différents sites.

Avec des conditions propices, la consolidation a l'avantage de pouvoir concentrer les mesures de gestion des débordements et des dérivations à un seul site et de diminuer l'effort d'analyse, en réduisant possiblement les coûts de mobilisation et de construction. Les efforts d'analyse pourraient cependant être plus importants puisque la combinaison de plusieurs points de débordement peut présenter des défis techniques supplémentaires.

20.5 Augmentation de la capacité des installations de traitement

Certaines mesures de gestion des débordements ont pour effet d'augmenter les débits qui atteignent la station d'épuration. Cette augmentation ne doit toutefois pas générer une hausse de la fréquence des dérivations en temps de pluie à la station d'épuration. Si la capacité des installations ne permet pas de traiter ces débits additionnels sans augmenter la fréquence des dérivations, les infrastructures de traitement en place devront être améliorées ou modifiées.

De telles améliorations ou modifications exigent une analyse approfondie des critères de conception et des différentes étapes de traitement, en prenant en compte l'exploitation, l'entretien et l'administration des installations. En évaluant la performance de chacun des éléments de la chaîne de procédé, il est alors possible d'aborder systématiquement les facteurs qui limitent l'efficacité de traitement.

Le guide *Optimisation d'une station d'épuration des eaux usées* (FCM et CNRC, 2003d) offre notamment des outils d'évaluation et des pistes de solutions pour l'amélioration des processus de traitement.

Dans certains cas, l'amélioration de la capacité de traitement permet, entre autres, de consolider les solutions de gestion des débordements en une seule intervention. L'augmentation de la capacité des ouvrages existants et des procédés de traitement pourrait avoir lieu sans nécessairement nécessiter un agrandissement de la station d'épuration. Ceci permet de réduire les coûts d'immobilisation et de maximiser l'utilisation des infrastructures existantes.

L'augmentation de la capacité de traitement permet également de diminuer les volumes des débordements et des dérivations et d'augmenter la qualité des effluents. De manière générale, l'optimisation des installations et l'amélioration des pratiques d'exploitation pourront générer une réduction des coûts associés à la consommation énergétique, à l'utilisation de produits chimiques et à la main-d'œuvre.

CHAPITRE 21. Discussion sur les infrastructures vertes et la gestion des débordements

Le présent chapitre vise à exposer l'intérêt stratégique d'inclure les infrastructures vertes dans toute stratégie de contrôle des débordements d'eaux usées en complément aux solutions dites plus conventionnelles axées sur les infrastructures grises. Cette section complète la section 19.5.3.3 où sont présentés les principaux cobénéfices associés aux infrastructures vertes.

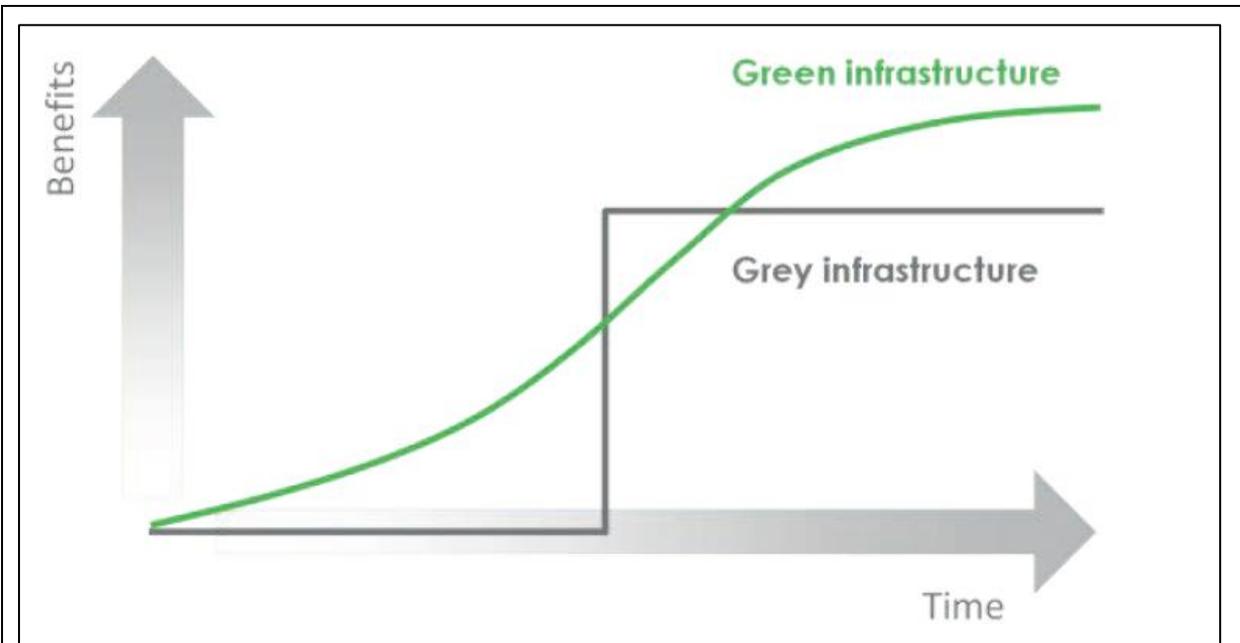
Un survol de quelques exemples d'application est d'abord présenté, puis les résultats de modélisation obtenus pour différents cas d'étude québécois sont décrits et certaines recommandations sont formulées.

21.1 Complémentarité des infrastructures vertes aux infrastructures grises

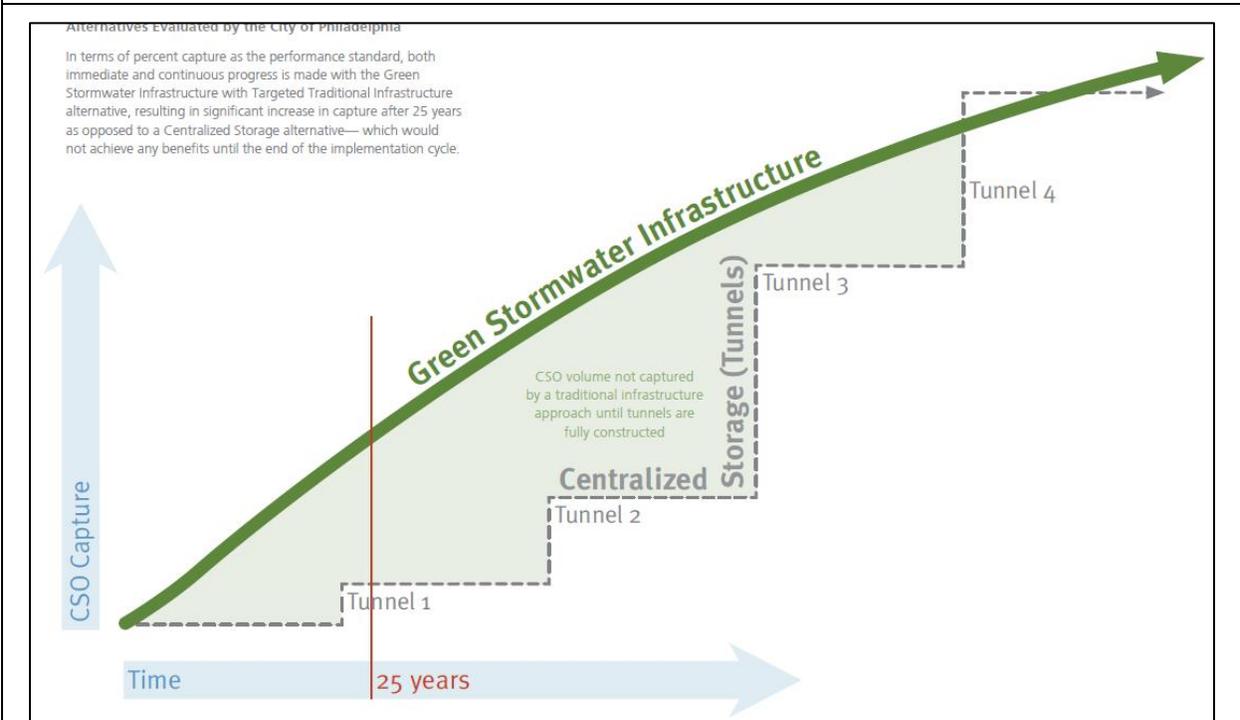
Les **infrastructures vertes** agissent directement sur les débits générés à l'amont du réseau de drainage en réduisant une partie des débits de ruissellement dus aux pertes d'eau par infiltration, évapotranspiration ou rétention temporaire des eaux pluviales. En comparaison, les **infrastructures grises** de rétention (réservoirs souterrains, conduites surdimensionnées, etc.), et celles visant à augmenter la capacité de transport ou de traitement du réseau (augmentation des capacités de pompage, contrôle en temps réel, etc.) permettent, quant à elles, d'étaler les débits de pointe dans le temps (« aplatir » la courbe des débits de pointe) ou d'augmenter le seuil de débordement (c.-à-d. la hauteur d'eau ou le débit à partir duquel un débordement survient).

Considérant que les infrastructures vertes agissent sur le territoire avant que les eaux ne soient collectées par un système d'égout, alors que les infrastructures grises et le contrôle en temps réel agissent sur les débits une fois que ceux-ci ont été captés par le système d'égout, il peut s'avérer plus économique de planifier l'implantation d'infrastructures vertes et grises de manière intégrée plutôt que séparément. En effet, bien que l'efficacité des infrastructures vertes puisse varier en fonction de l'intensité de la pluie et d'autres facteurs (niveau d'entretien, type et saturation du sol, etc.), ces ouvrages permettent potentiellement de diminuer la pression sur les infrastructures traditionnelles et de réduire les investissements totaux nécessaires à la mise à niveau des ouvrages existants. Les infrastructures vertes peuvent également avoir un impact global sur les systèmes d'égout en désengorgeant le réseau, particulièrement lorsqu'elles sont jumelées au contrôle en temps réel. De plus, contrairement aux infrastructures grises centralisées, les infrastructures vertes peuvent s'implanter de manière décentralisée et ont également la flexibilité de pouvoir être intégrées au territoire de manière graduelle, selon les budgets et les occasions qui se présentent. Elles contribuent ainsi à augmenter l'efficacité globale de gestion des débordements.

Un autre avantage des infrastructures vertes comparativement aux infrastructures grises consiste en leur rapidité d'action. En effet, une stratégie de contrôle des débordements misant sur des infrastructures grises n'est généralement efficace (procure une réduction des débordements) que lorsque la conception et la construction de toutes les composantes de cette stratégie (construction de réservoir de rétention, ajout d'ouvrages de vanne et d'ouvrages de contrôle des débits, ajustement des capacités des postes de pompage, etc.) ont été réalisées. Cette séquence ne peut généralement être complétée qu'après quelques années, voire plus de 10 ans, soit autant d'années où l'effet sur les débordements demeure limité malgré les investissements. Quant à elles, les stratégies misant sur des infrastructures vertes mènent à des résultats rapides puisque chaque infrastructure verte contribue à la réduction des débordements dès qu'elle est aménagée, comme l'illustre la

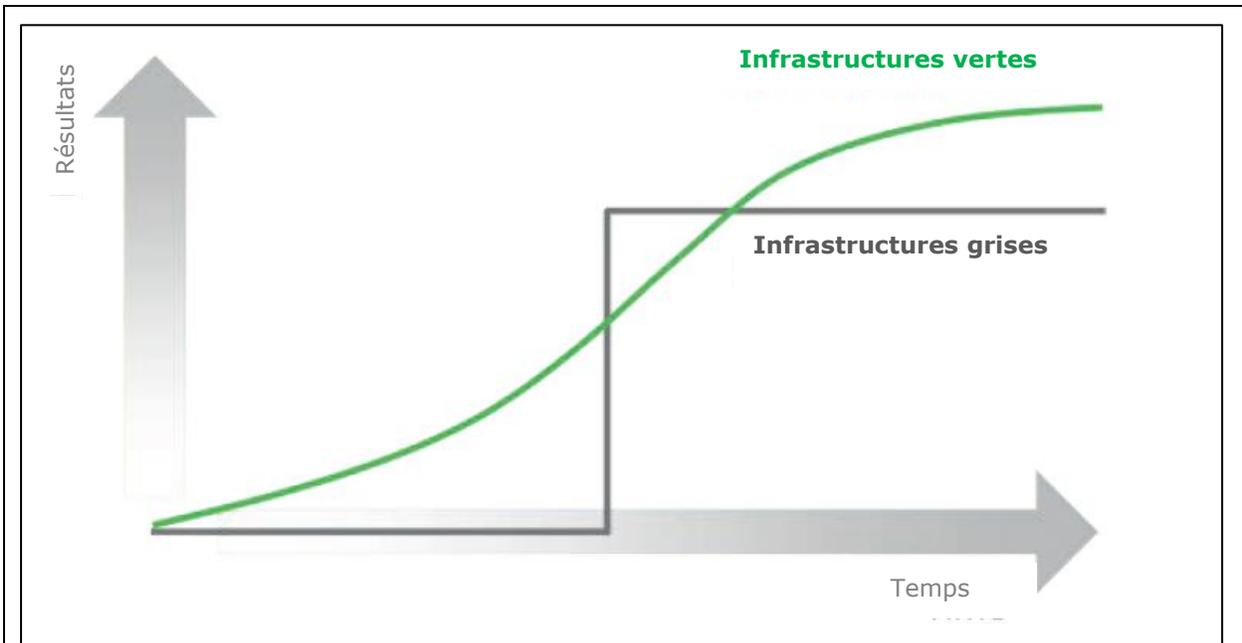


Source : adaptée de NYC Green Infrastructure Plan (ville de New York)

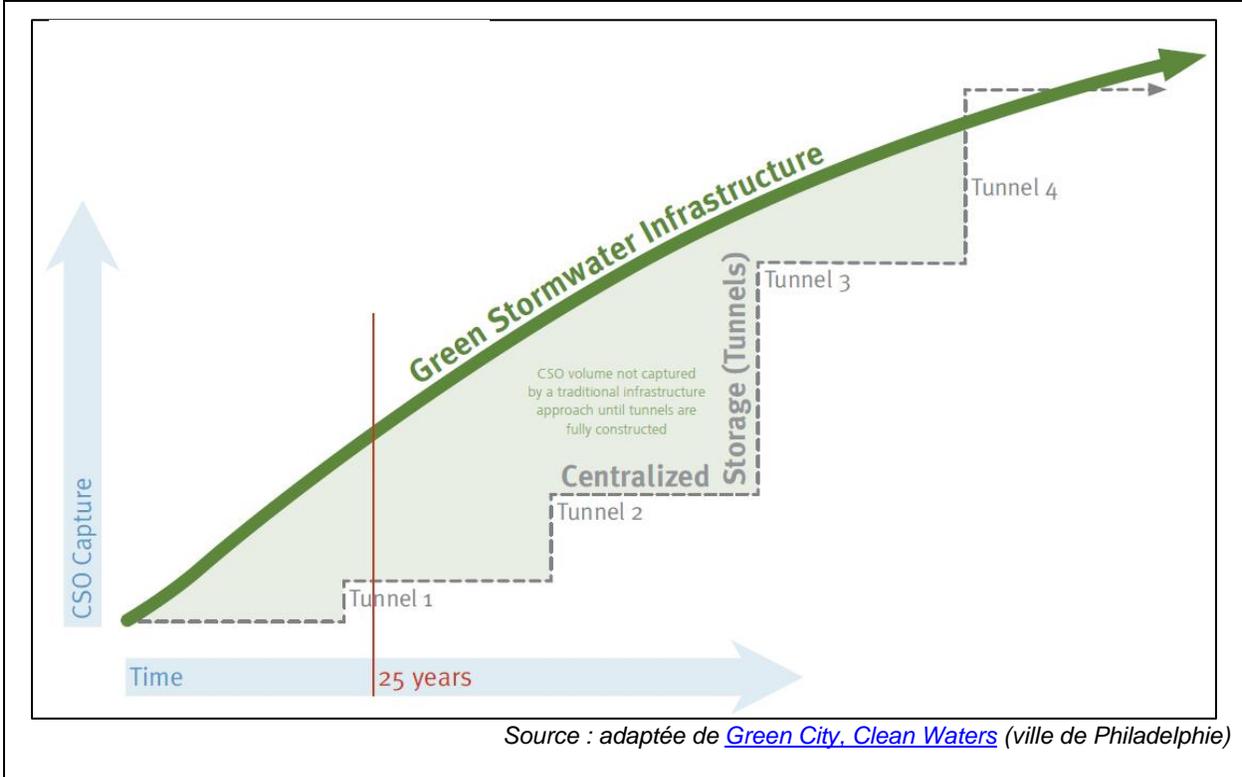


Source : adaptée de Green City, Clean Waters (ville de Philadelphie)

Figure 21-1. En somme, les infrastructures vertes ont un effet immédiat sur les débordements dès leur mise en œuvre, contrairement aux infrastructures grises.



Source : adaptée de [NYC Green Infrastructure Plan](#) (ville de New York)



Source : adaptée de [Green City, Clean Waters](#) (ville de Philadelphie)

Figure 21-1. Comparaison de la progression des résultats (p.ex. la réduction des volumes ou des fréquences des débordements) de stratégies axées sur des infrastructures grises et de stratégies misant sur des infrastructures vertes pour le contrôle des débordements, telle qu'indiquée par la ville de New York (en haut) et la ville de Philadelphie (en bas) dans leur plan de gestion des débordements axé sur les infrastructures vertes (voir section 0 à ce sujet).

21.2 Analyse coûts-bénéfices des infrastructures vertes

L'Agence de protection de l'environnement des États-Unis (EPA, Environmental Protection Agency) a été un organisme pionnier dans l'élaboration et la diffusion de solutions applicables aux débordements d'eaux usées. Cet organisme a compilé les résultats d'analyses coûts-bénéfices de 17 études de cas d'utilisation d'infrastructures vertes localisées au nord des États-Unis ainsi qu'à Toronto et Vancouver (EPA, 2007b). L'étude conclut que les infrastructures vertes sont généralement plus économiques que les infrastructures grises par un facteur variant de 15 à 80 %, et ce, sans même attribuer une valeur monétaire aux cobénéfices environnementaux que procure leur intégration dans le paysage urbain (comme ceux décrits à la section 19.5.3.3). Ceci a aussi été observé à Granby, comme résumé dans l'encadré de la page suivante.

Économie grâce aux infrastructures vertes à Granby

La Ville de Granby était aux prises avec des problèmes de refoulement et de débordement d'égout dans le quadrilatère des rues Saint-André Est, Grove, Bellevue et Lansdowne. Pour solutionner ces problèmes, la Ville avait initialement planifié la réfection de son réseau par la mise en place de conduites réservoirs (conduites surdimensionnées). Toutefois, afin de répondre à d'autres objectifs tels que l'amélioration de la sécurité des piétons, la réduction de la vitesse de circulation, l'amélioration de la qualité des eaux pluviales, l'intégration d'espaces verts et la recherche d'une solution axée sur le développement durable, la Ville a plutôt préféré recourir à une solution axée sur des noues végétalisées en bordure de rue (voir la figure 19-14).

L'intégration d'infrastructures vertes plutôt que grises a permis des économies d'environ 30 % (1,35 million de dollars) par rapport au projet initial, en plus d'offrir tous les bénéfices transversaux énoncés précédemment (Carbonneau et Méthot-Borduas, 2018).



Figure 21-2. Îlots de biorétention aménagés à Granby pour solutionner une problématique en remplacement de la solution initialement envisagée de surdimensionner les conduites

21.3 Exemples d'utilisation d'infrastructures vertes dans une stratégie de contrôle des débordements

Plusieurs stratégies d'implantation à grande échelle d'infrastructures vertes pour contrôler les débordements ont été élaborées dans le monde, ainsi que dans quelques municipalités québécoises (Rodriguez, 2020). Dans bien des cas, ces ouvrages agissent à titre de solutions complémentaires à d'autres solutions tels des ouvrages de rétention centralisés ou l'ajout de contrôle en temps réel pour augmenter la capacité de stockage des infrastructures existantes (voir la section 0).

Deux cas d'études de municipalités québécoises sont d'abord présentés. Dans ces deux cas, les effets sur la fréquence et les volumes de débordement de différentes combinaisons d'intégration d'infrastructures vertes à des ouvrages de rétention souterrains et de contrôle en temps réel ont été examinés à partir de modèles hydrologiques et hydrauliques calibrés. Ces analyses ont été conduites dans le cadre d'un projet de recherche doctoral en 2020-2021.

Une présentation de stratégies misant sur les infrastructures vertes pour contrôler les débordements mises en œuvre dans des villes hors Québec complète ensuite le présent chapitre.

21.3.1 Cas d'analyse n° 1 d'intégration d'infrastructures vertes au Québec

Cette analyse de cas a fait l'objet d'un article scientifique. De plus amples détails sur la méthodologie et les résultats sont disponibles dans Jean et collab., 2021.

Dans le premier cas, le secteur à l'étude était d'une superficie inférieure à 200 ha et était desservi par un système d'égout de type unitaire où on observait des débordements presque hebdomadaires aux ouvrages connexes. L'étude visait à comparer les coûts et les performances des infrastructures vertes appliquées seules ou en combinaison avec d'autres solutions pour abaisser la fréquence des débordements des six ouvrages concernés. La municipalité souhaitait abaisser la fréquence de débordement de ces ouvrages à une valeur correspondant à l'objectif de débordement de ces ouvrages établi par le Ministère, soit la valeur « PFB7 », c'est-à-dire respecter un maximum de sept débordements quotidiens en contexte de pluie ou de fonte entre mai et novembre.

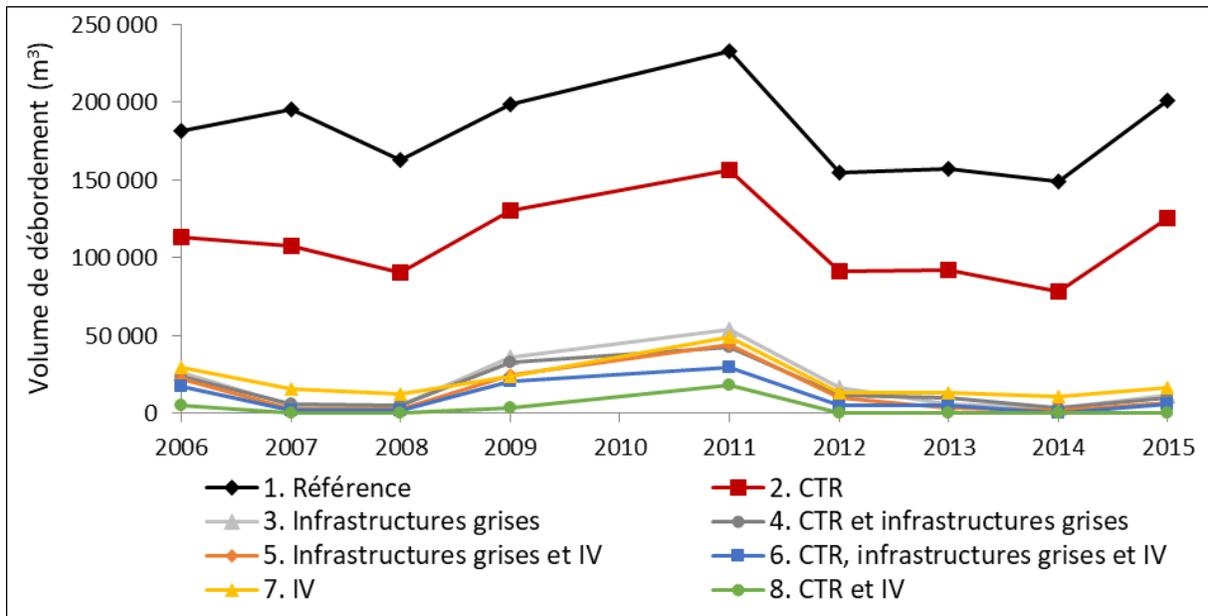
C'est dans ce contexte que huit scénarios ont été élaborés : un scénario de référence (aucune solution mise en place) et sept combinaisons de solutions incluant des infrastructures vertes (IV), de la rétention souterraine (infrastructures grises) et l'application du contrôle en temps réel (CTR) aux ouvrages de régulation du réseau de manière individuelle ou en intégration (voir la légende de la Figure 21-3 pour le détail des combinaisons).

Un modèle d'analyse a été développé pour évaluer la performance des différents scénarios. Les infrastructures vertes ont été représentées par des cellules de biorétention dont la conception suivait la norme CSA W200 :F18 et dont le ratio des superficies imperméables par rapport aux superficies perméables (I/P) a été maintenu à 10. Les sites d'implantation de cellules de biorétention ont été déterminés de manière réaliste, soit après un examen du potentiel territoire pour repérer des sites possibles techniquement. Les ouvrages de rétention considérés correspondaient à des réservoirs souterrains en béton avec évacuation gravitaire. L'ajout du contrôle en temps réel a été représenté par l'installation de vannes modulantes pour le contrôle dynamique des débits en aval en fonction de mesures de hauteur d'eau dans l'intercepteur.

Un algorithme d'optimisation a été utilisé pour établir le nombre d'infrastructures vertes et leur localisation, la localisation et les volumes de rétention des ouvrages de rétention ainsi que les règles de contrôle des vannes.

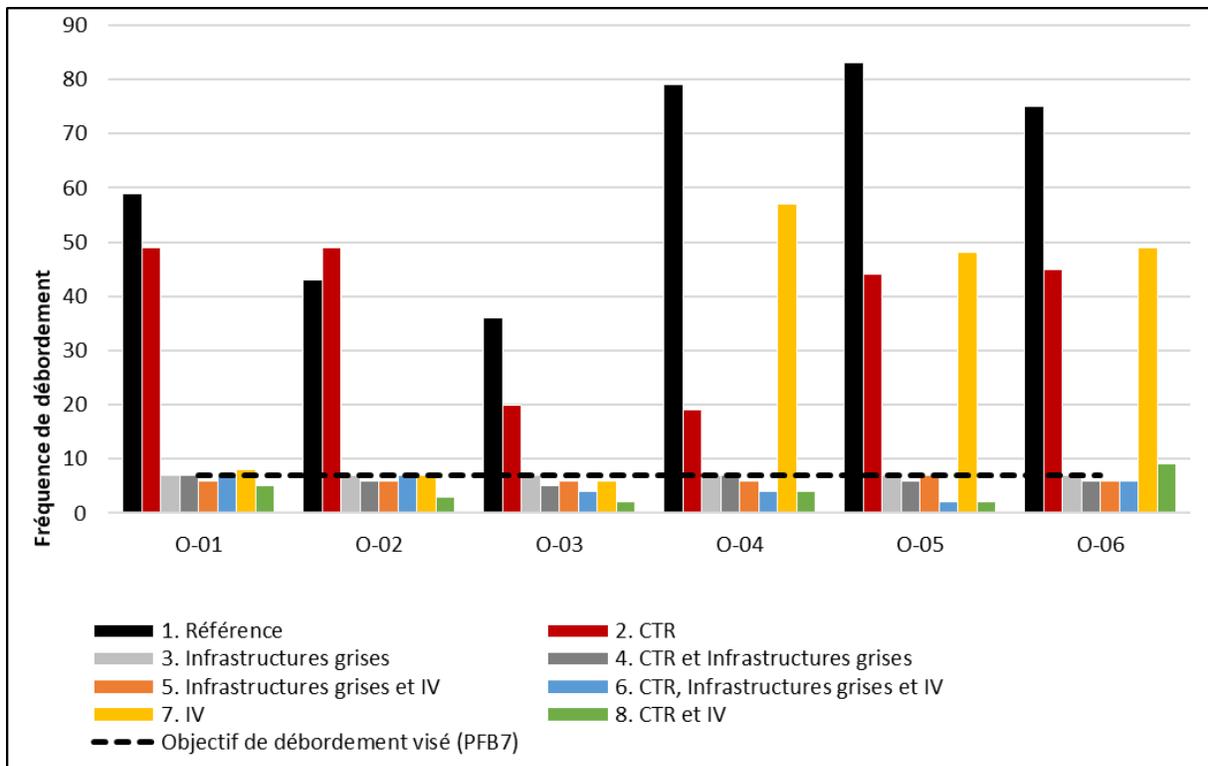
La performance des scénarios a été évaluée selon la simulation d'une série pluviométrique en continu sur neuf années.

La Figure 21-3 et la Figure 21-4 permettent de comparer les performances des solutions de contrôle des débordements élaborées, en matière de volume et de fréquence des débordements, pour les neuf années simulées.



Adaptée de Jean et collab., 2021

Figure 21-3. Volumes de débordement simulés pour la période 2006-2009 et la période 2011-2015 selon le type de solutions implantées



Adaptée de Jean et collab., 2021

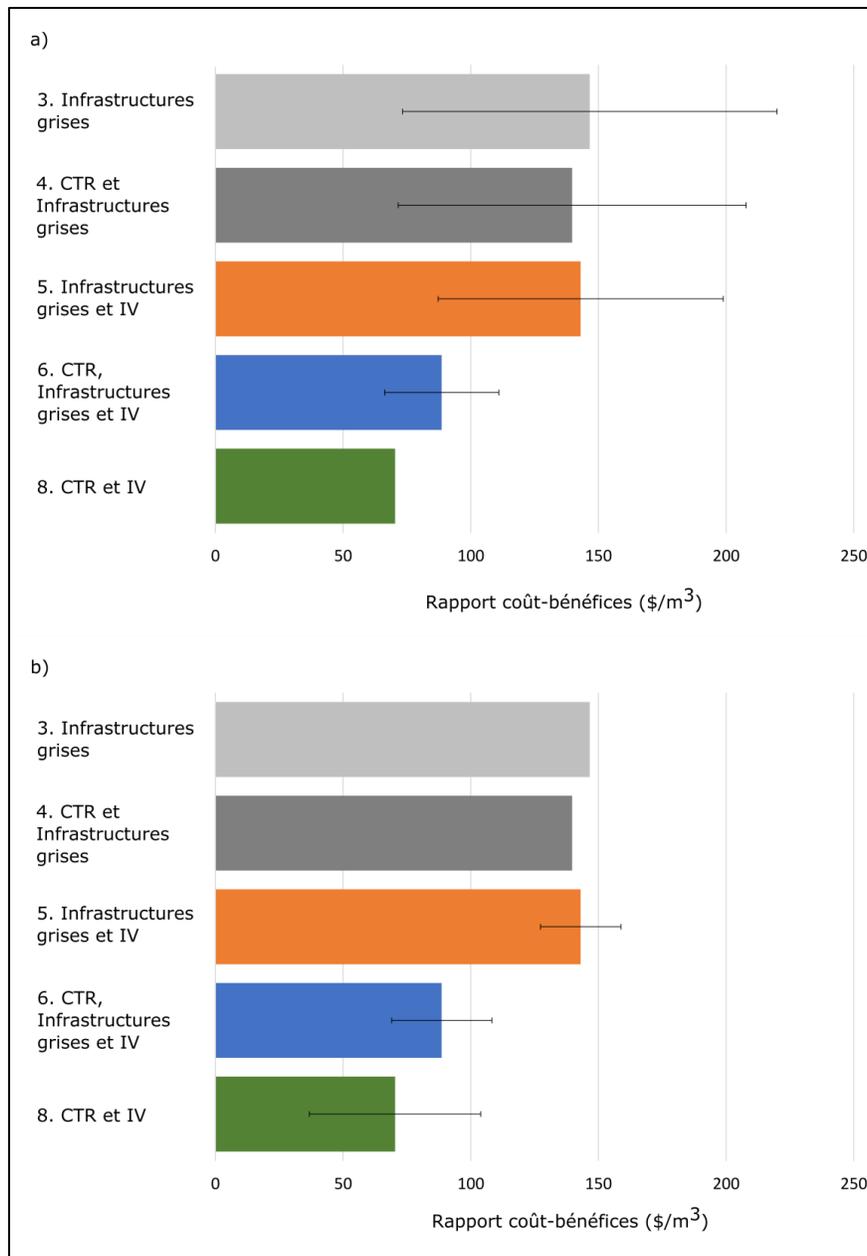
Figure 21-4. Fréquence maximale simulée par ouvrage de débordement pour la période 2006-2009 et la période 2011-2015 selon le type de solutions implantées

Les résultats montrent que l'application d'infrastructures vertes seules (scénario 7 – orange) ou d'infrastructures grises seules (scénario 3 – gris) permet de réduire considérablement les volumes de débordement par rapport au scénario de référence (scénario 1 – noir), mais aussi pour le scénario ne misant que sur du contrôle en temps réel pour réduire les débordements (scénario 2 – rouge). Les Figure 21-3 et la Figure 21-4 montrent que les infrastructures vertes sont tout aussi performantes que les infrastructures grises pour réduire tant la fréquence que les volumes de débordement, sauf pour trois ouvrages de surverse (O-04, O-05 et O-06) où la norme de débordement est dépassée de manière importante (voir le scénario 7-orange de la Figure 21-4). Ceci s'explique par l'implantation limitée d'infrastructures vertes à l'amont de ces ouvrages due à des contraintes d'espace.

Les figures montrent des gains supplémentaires lorsque des infrastructures vertes sont ajoutées en complément à du contrôle en temps réel (scénario 8), à des infrastructures grises (scénario 5 – marron) ou à une combinaison de contrôle en temps réel avec des infrastructures grises (scénario 6 – bleu).

Ainsi, ces résultats montrent qu'une plus grande diversité de solutions s'adapte plus facilement aux différentes contraintes du réseau et permet de réduire considérablement les volumes de débordement en plus de maintenir la fréquence sous le seuil maximal toléré.

Les coûts des solutions implantées dans chaque scénario ont été déterminés en fonction des données disponibles pour le secteur à l'étude. La figure 21-5 fait la comparaison des rapports coût-bénéfices (en dollar par mètre cube de réduction des volumes de débordement) pour les scénarios respectant généralement la fréquence cible de débordement (scénarios 3, 4, 5, 6 et 8) auxquels une variation de $\pm 50\%$ de la valeur est indiquée pour illustrer une gamme de valeurs possibles. Ainsi, il est possible de constater que même en considérant une très grande variabilité des coûts, l'intégration des infrastructures vertes avec le contrôle en temps réel avec ou sans ouvrage de rétention demeure l'option la plus rentable. En effet, les infrastructures vertes s'avèrent souvent moins coûteuses que certaines solutions plus conventionnelles qui impliquent des infrastructures grises. Toutefois, comme montré précédemment, afin de s'assurer de leur efficacité tant en matière de maintien de la fréquence des débordements que de réduction des volumes débordés, il peut s'avérer nécessaire de combiner les infrastructures vertes à d'autres solutions.



Adaptée de Jean et collab., 2021

Figure 21-5. Comparaison des rapports coût-bénéfices (\$/m³ de réduction des volumes de débordement) selon le type de solutions implantées. Les barres d'erreurs représentent une variation de coûts de ±50 % des infrastructures grises (a) et vertes (b) respectivement.

21.3.2 Cas d'analyse n° 2 d'intégration d'infrastructures vertes au Québec

Le deuxième cas d'étude québécois analysé concerne le secteur de la ville de Montréal desservi par l'intercepteur sud-est qui longe la rive le long du fleuve Saint-Laurent d'ouest en est. Le secteur a une superficie d'environ 15 000 ha et est principalement desservi localement par des réseaux de conduites de type unitaire. Dans ce cas-ci, des solutions de rétention (environ 150 000 m³ de rétention) et l'application du contrôle en temps réel sont déjà présentes et permettent de minimiser les volumes débordés par temps de pluie et de prioriser les lieux de débordement. En effet, les ouvrages de débordement ont des priorités environnementales variables d'un secteur à l'autre telles qu'établies par la Ville. Ces priorités sont représentées par une lettre, allant de A pour des secteurs sensibles où les non-débordements sont prioritaires, à F où la priorité de non-débordement est la plus faible. Cette priorisation de non-débordement est prise en compte dans l'optimisation des débits régulés vers l'intercepteur par l'application du contrôle en temps réel.

Pour ce cas d'étude, l'impact sur les débordements de l'intégration d'une distribution à grande échelle **d'infrastructures vertes** avec différentes stratégies de contrôle en temps réel a été évalué. En particulier, aux fins de l'étude, trois modes d'exploitation du réseau ont été définis :

- i) Mode statique : les débits suivent la courbe de tarage des régulateurs, bien que cette stratégie de gestion ne soit jamais utilisée à Montréal;
- ii) Contrôle en temps réel appliquant une stratégie de type local réactif : les débits sont régulés de manière à remplir l'intercepteur de l'amont vers l'aval en se basant sur des mesures en temps réel de hauteur d'eau dans l'intercepteur;
- iii) Contrôle en temps réel appliquant une stratégie de type global et prédictif : la régulation des débits aux différents sites est coordonnée en résolvant un problème d'optimisation qui tient compte de l'état actuel et futur du système ainsi qu'un ensemble de contraintes opérationnelles et hydrauliques.

Un processus itératif a été développé pour établir une distribution d'infrastructures vertes en fonction de critères de rentabilité et de contraintes spatiales. L'objectif de ce processus itératif était de trouver une solution permettant d'éviter tout débordement au passage d'une pluie synthétique de 19 mm d'une durée de six heures⁶³.

Les infrastructures vertes modélisées correspondaient à des systèmes de biorétention s'apparentant à des saillies de trottoir ou des fosses d'arbres et dont le ratio de surface imperméable par rapport à la surface de l'infrastructure verte variait entre 10 et 20 selon la qualité du sol. Un total de 198,5 ha (1,3 % de la superficie totale de l'étude de cas) a ainsi été converti en infrastructures vertes dans le modèle informatique hydrologique et hydraulique. Le pourcentage de surface imperméable traitée par ces infrastructures vertes s'élevait à 39 % en moyenne pour l'ensemble de la zone d'étude. L'implantation d'autant d'infrastructures vertes pourrait être considérée comme ambitieuse, mais l'objectif du modèle était d'évaluer avant tout l'impact maximal que peuvent offrir des infrastructures vertes implantées à grande échelle sur le territoire.

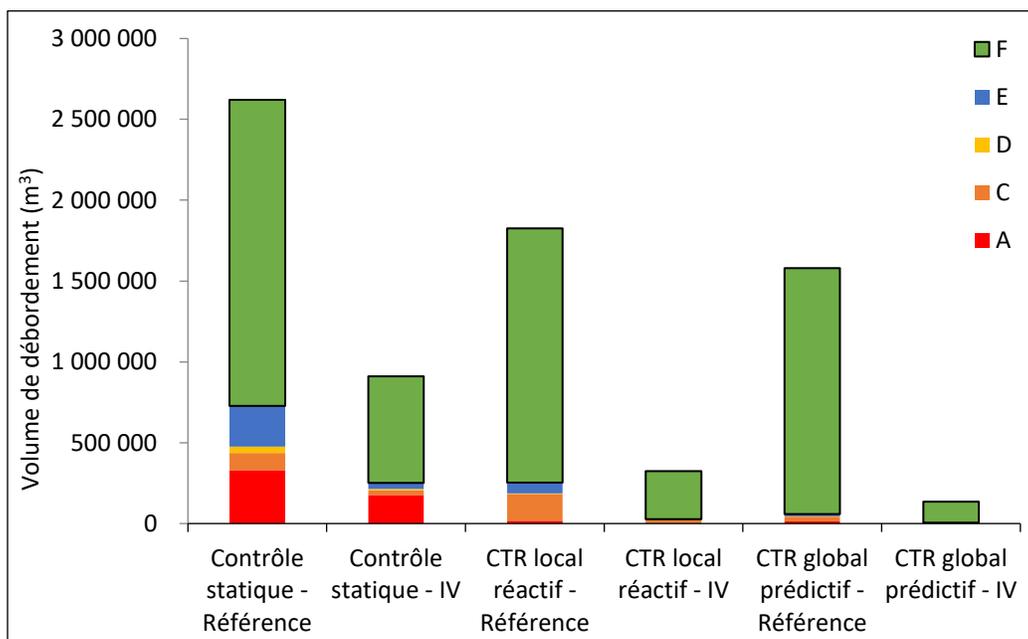
La figure 21-6 présente les débordements simulés lors des mois de juillet et d'août 2016, où 14 événements de pluie ont eu lieu, et ce, pour chaque catégorie de priorité environnementale (A à F) et selon les différents types de contrôle (statique, contrôle en temps réel local réactif et contrôle en temps réel global prédictif), ainsi qu'avec ou sans l'intégration des infrastructures vertes.

L'ajout d'infrastructures vertes dans le réseau statique (scénario *Contrôle statique – IV*) a un impact plus grand sur les volumes de débordement par rapport à l'ajout du contrôle en temps réel (scénario *CTR local réactif – Référence* ou scénario *CTR global prédictif – Référence*), mais les priorités environnementales

⁶³ La description de cette pluie est fournie dans le règlement 20-030 – Règlement sur les branchements aux réseaux d'aqueduc et d'égout publics et sur la gestion des eaux pluviales de la Ville de Montréal.

sont davantage respectées et les volumes de débordement réduits de manière plus importante lorsque des infrastructures vertes sont combinées au contrôle en temps réel.

Plus particulièrement, le tableau 21-1 présente la réduction des volumes de débordement en pourcentage selon les priorités environnementales et le type de contrôle du réseau de drainage par rapport aux scénarios sans infrastructures vertes. Ce tableau montre le bénéfice d'appliquer à la fois le contrôle en temps réel et les infrastructures vertes, particulièrement pour réduire les débordements des ouvrages ayant une priorité environnementale élevée (ouvrages A).



Adapté de Jean et Laforte, 2021

Figure 21-6. Volumes de débordement simulés pour juillet et août 2016 pour différents scénarios de gestion des débordements. Note : La priorité environnementale A est la priorité de non-débordement la plus élevée, tandis que la priorité environnementale F est la plus faible.

Tableau 21-1. Effet de l'utilisation d'infrastructures vertes sur la réduction des volumes de débordement (en pourcentage) des ouvrages de surverse selon leur priorité environnementale et le type de contrôle du réseau de drainage

Priorité environnementale des ouvrages de surverse (A = Priorité de non-débordement la plus élevée)	Réduction des débordements (%) par rapport au scénario sans IV		
	Contrôle statique – IV	CTR local réactif – IV	CTR global prédictif – IV
A	45	96	100
C	71	84	78
D	78	100	100
E	85	99	100
F	65	81	92

Adapté de Jean et Laforte, 2021

En ce qui concerne la fréquence, sur les 14 événements de pluie simulés en juillet et août 2016, l'ajout d'infrastructures vertes permet de réduire le nombre de débordements du scénario de contrôle statique (qui passe de 14 à 13 débordements) et du scénario de contrôle global prédictif (qui passe de 7 à 5 débordements), tandis que le scénario combinant les infrastructures vertes au contrôle en temps réel local réactif conserve le même nombre de débordements, soit sept. Ainsi, le contrôle en temps réel a un impact marqué sur la fréquence des débordements par rapport au contrôle statique, et l'ajout d'infrastructures vertes permet surtout de réduire la magnitude des événements de débordement plutôt que leur fréquence. À noter que la simulation d'une plus longue série pluviométrique permettrait une meilleure analyse des fréquences de débordement.

Les résultats obtenus par modélisation montrent que l'intégration des infrastructures vertes avec les autres solutions de rétention et de contrôle en temps réel déjà en place sur le territoire peut avoir un impact sur la fréquence, mais plus particulièrement sur les volumes débordés.

21.3.3 Exemples hors Québec de stratégies d'implantation d'infrastructures vertes pour contrôler les débordements

De nombreuses villes, telles que les villes pionnières de Seattle et Portland, mais aussi Cincinnati, Cleveland ou Milwaukee, ont fait le choix de miser sur les infrastructures vertes pour gérer les eaux pluviales afin d'améliorer la qualité des cours d'eau et de minimiser les débordements. Mais voici quelques autres exemples de cas.

21.3.3.1. Onondaga County : Save the Rain program

Le lac Onondaga, situé dans l'Onondaga county (État de New York) est bordé par un système d'égout unitaire drainant 30 km² (3 000 ha), dont la ville de Syracuse, et comprenant 72 ouvrages de surverse. À la fin des années 1980, la qualité des eaux du lac est médiocre en raison notamment des débordements d'eaux usées. La pêche y était interdite et la baignade déconseillée. Cette situation a mené, en 1989, à une décision d'un tribunal qui ordonnait l'Onondaga County de trouver des solutions techniques pour réduire les débordements. C'est ainsi qu'en 1998 une entente entre les parties prenantes impliquées dans la gestion du lac Onondaga était signée, et qu'un plan d'action était dévoilé. Ce plan misait uniquement sur des solutions de type « infrastructures grises », notamment pour augmenter les capacités de traitement d'eaux usées. En 2009, Joanie Mahoney, nouveau préfet du comté d'Onondaga (*County executive*) suspendait la mise en œuvre du plan d'action. Elle était d'avis qu'il devait exister des solutions offrant davantage de bénéfices sociaux et économiques pour la communauté que la construction de nouvelles stations de traitement d'eaux usées. Les autorités ont aussi réorienté le plan d'action pour mettre davantage l'accent sur les infrastructures vertes, en complémentarité aux infrastructures grises, pour réduire les débordements, une approche pionnière. C'est ainsi qu'en novembre 2009 a été créé le *Save the Rain program*, un plan « agressif » pour développer les infrastructures vertes sur le territoire.



Figure 21-7. Lac Onondaga (État de New York)

Le *Save the Rain program* comprend entre autres un fond pour encourager la mise en œuvre d'infrastructures vertes sur les propriétés privées. À ce jour, plus de 11,6 US M\$ ont été versés pour aménager des toits verts, des systèmes de biorétention ou jardins de pluie, des noues, des tranchées drainantes, des revêtements perméables, des arbres, etc. (Figure 21-8). Le site web du programme indique les sites où des infrastructures vertes ont été implantées que ce soit sur des terrains résidentiels, commerciaux, industriels ou institutionnels. De multiples activités ont aussi été développées pour

sensibiliser le public au problème du ruissellement urbain et son rôle sur les débordements et la qualité des eaux du lac (Figure 21-9). À chaque année depuis 2010, un rapport est publié où sont détaillés les actions posées et les résultats obtenus.



Figure 21-8. Grâce à l'aide financière qu'il offre, le *Save the Rain program* permet de réduire les surfaces imperméables et de verdier les terrains privés. Comparaison d'un terrain avant (gauche) et après (droite).



Figure 21-9. Exemples d'activités de sensibilisation du public réalisées dans le cadre du *Save the Rain program*. **A** : Message payé sur un panneau publicitaire. **B** : Participation du public à l'aménagement d'infrastructures vertes. Une activité de décoration de barils de pluie (**C**) et une distribution de tatous (**D**) sont des manières de sensibiliser les enfants.

Depuis 2009, 61 des 72 ouvrages de surverse ont été éliminés et 248 projets d'infrastructures vertes et 23 projets d'infrastructures grises ont été mis en œuvre. Le modèle d'écoulement SWMM du système d'égout estime que le débordement d'environ 2,5 M m³ d'eaux usées a été évité. Pour l'année 2022, le modèle estime que 98,2 % du volume de pluie tombée n'a pas rejoint le système d'égout.

Mais le plus important est que la qualité des eaux du lac s'est améliorée considérablement grâce aux efforts pour réduire les débordements (clarté, oxygène dissous, concentration en phosphore et azote, etc.). Ceci fait en sorte qu'aucune floraison algale (*bloom*) n'a été constatée depuis 2007, une grande diversité d'espèces piscicoles est de retour (dont la truite de mer *Salmo trutta* maintenant présente à l'année), et la population peut désormais apprécier le lac grâce aux sentiers pédestres, parcs publics et activités nautiques.

Le succès du *Save the Rain program* est tel qu'il est devenu, aux États-Unis, la référence nationale dans l'utilisation de solutions environnementales durables pour réduire la pollution associée aux débordements.

Complément d'information :

Site web du projet : <https://savetherain.us>

21.3.3.2. Ville de New York : le « NYC Green Infrastructure Plan »

La Ville de New York a adopté en 2010 son « NYC Green Infrastructure Plan ». Ce plan a pour un objectif d'installer des infrastructures vertes sur environ 3 200 ha d'ici 2030 afin de capturer les eaux des pluies de 25 mm ou moins pour environ 10 % des surfaces imperméables de son territoire. À terme, une réduction annuelle de 40 % des volumes débordés est attendue (de 114 à 68 millions de mètres cubes par an).

La stratégie vise à insérer des infrastructures vertes dans les emprises publiques telles que les rues, les trottoirs et les autres lieux publics existants, mais aussi à encourager l'implantation de ce genre d'ouvrages sur les propriétés privées, au moyen de nouvelles réglementations ainsi que de programmes d'aide financière et du soutien technique aux citoyens.

Alors que l'objectif principal du programme était d'abord de réduire les débordements d'égouts unitaires, les ouvrages mis en place permettent également d'accroître le verdissement urbain, offrent une réduction des îlots de chaleur et favorisent les habitats pour les oiseaux et les pollinisateurs dans la ville. Des panneaux informatifs permettent d'informer le grand public sur l'usage des infrastructures vertes et une carte interactive compile les informations de base afin de visualiser la distribution de chacun des ouvrages sur le territoire. Le programme favorise également l'implantation d'infrastructures vertes dans les zones desservies par des systèmes d'égout séparatifs (c.-à-d. par un égout domestique et un égout pluvial) afin de réduire la pollution engendrée par le ruissellement des eaux pluviales.

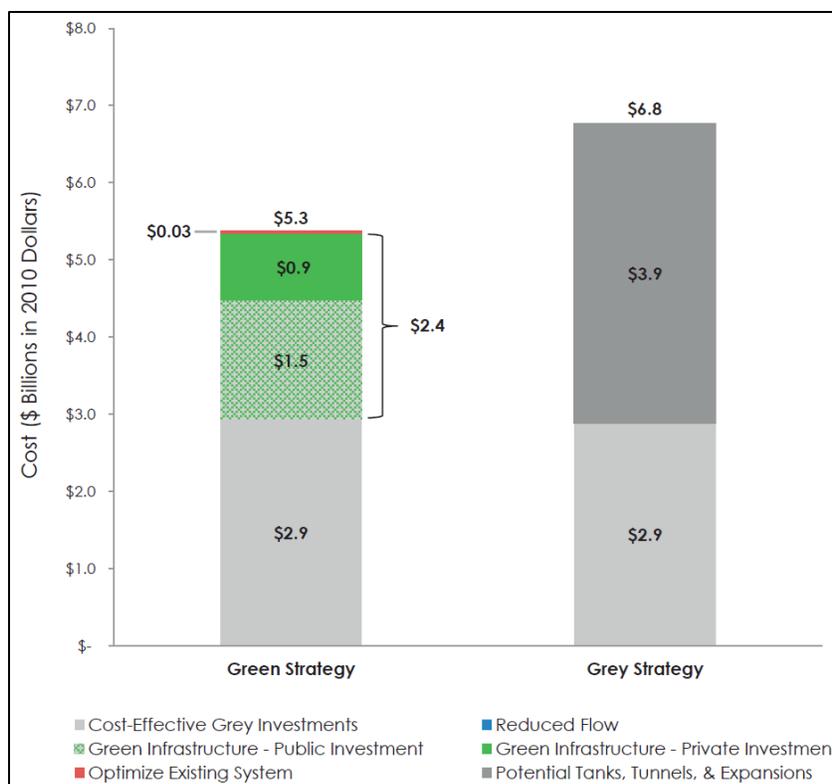


Source : https://www.youtube.com/watch?v=zrhw2cMtpJs&ab_channel=NYCWater

Figure 21-10. Comparaison de sites avant (gauche) et après (droite) l'aménagement de surfaces perméables sur l'emprise publique dans le cadre du NYC Green Infrastructure Plan.

En 2020, la Ville de New York avait construit environ 11 050 infrastructures vertes, ce qui équivaut au verdissement de plus de 600 ha, permettant une réduction estimée des volumes débordés de 6,3 millions de mètres cubes par année.

Les analyses de la Ville de New York ont démontré qu'une stratégie misant sur les infrastructures vertes plutôt qu'exclusivement sur des infrastructures grises pour atteindre les objectifs (c.-à-d. détourner du système d'égout le volume d'eaux pluviales associé aux pluies de 25 mm ou moins, et ce, pour 10 % des surfaces imperméables) permettrait de réduire les coûts d'investissement de 1,5 milliard USD sur 20 ans (comme l'illustre la **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**Figure 21-11), en plus de réduire encore davantage les volumes débordés.



Source : Extrait du [NYC Green Infrastructure Plan](#)

Figure 21-11. Comparaison de coûts entre une stratégie misant sur les infrastructures vertes et une stratégie axée exclusivement sur les infrastructures grises pour réduire les volumes débordés à New York

Compléments d'information :

- <https://www1.nyc.gov/site/dep/water/green-infrastructure.page> (site Web)
- <https://www1.nyc.gov/assets/dep/downloads/pdf/water/stormwater/green-infrastructure/nyc-green-infrastructure-plan-2010.pdf> (document explicatif)

21.3.3.3. Philadelphie : le plan « Green City, Clean Waters »

Depuis 2011, la Ville de Philadelphie, dont le système d'égout est à 60 % de type unitaire, a mis en place un plan nommé « [Green City, Clean Waters](#) » pour réduire les volumes de débordement de son réseau et rétablir la qualité des cours d'eau. Ce plan mise sur le déploiement massif d'infrastructures vertes qui devront, à l'horizon 2036, capter un volume d'eau équivalent à 25 mm d'eau de pluie tombée sur près de 4 000 ha de surfaces imperméables. De la sorte, la Ville de Philadelphie anticipe réduire les volumes débordés de 85 %. Ce plan prévoit des investissements de 2,4 milliards USD sur la période de réalisation prévue de 25 ans.

En 2021, ce plan a permis de réduire les volumes débordés de plus de 10 millions de mètres cubes (2,7 milliards de gallons) par l'aménagement de plus de 2 800 infrastructures vertes captant les eaux issues de 760 ha de surfaces imperméables. Ces ouvrages sont répertoriés visuellement sur la carte interactive de la municipalité. Le plan vise également à rejoindre les citoyens, le milieu des affaires, le milieu communautaire et les institutions, notamment en fournissant des incitatifs financiers pour la mise en place de jardins de pluie, l'installation de barils de pluie et la mutualisation de l'entretien de certains ouvrages, ou en offrant une aide technique et financière pour soutenir la gestion durable des eaux pluviales dans les nouveaux aménagements et les propriétés existantes.

Compléments d'information :

- <https://water.phila.gov/green-city> (site Web)
- https://water.phila.gov/pool/files/GCCW_AmendedJune2011_LOWRES-web.pdf (document explicatif)



Philadelphie, 2011

Figure 21-12. L'objectif du plan « Green City, Clean Waters » est de verdir les milieux de vie.

21.3.3.4. Chicago : Green Stormwater Infrastructure Strategy

Chicago, située en bordure du lac Michigan, est une ville dont 60 % du territoire est imperméabilisé. La ville est dotée de plus de 8 000 km de conduites d'égout, dont 99,5 % est de type unitaire, et compte d'environ 200 ouvrages de surverse. De 2007 à 2012, 314 événements de débordement d'eaux usées ont été répertoriés, correspondant à une moyenne d'un événement par semaine. De plus, des refoulements d'égout sont en augmentation et provoquent un nombre croissant d'inondations dans les sous-sols. De même, les rivières s'écoulant sur le territoire de la ville sont plus sujettes à déborder en raison de rejets excessifs d'eaux pluviales dans ces cours d'eau. À cela, s'ajoutent les changements climatiques qui affectent la pluviométrie. Par exemple, en six ans, la ville de Chicago a subi quatre événements de pluie de période de retour supérieure à 10 ans. C'est dans ce contexte que la Ville de Chicago a élaboré sa Green Stormwater Infrastructure Strategy pour réduire la pollution des cours d'eau, minimiser l'inondation des sous-sols et augmenter sa résilience face aux changements climatiques. Dotée d'un budget initial de 50 millions USD sur cinq ans, cette stratégie prévoit notamment :

- L'incorporation d'infrastructures vertes dans les projets d'infrastructures municipales;
- L'utilisation de pavage perméable comme matériau de revêtement à la suite de travaux d'aqueduc ou d'égout;
- L'implantation d'infrastructures vertes à l'occasion de travaux de voirie;
- La production d'analyses montrant les coûts-bénéfices liés au recours à des infrastructures vertes pour gérer les eaux pluviales;
- L'élaboration d'un plan qui définira la vision à long terme et la stratégie d'implantation des infrastructures vertes en complémentarité aux infrastructures grises pour la gestion des eaux pluviales.

Complément d'information :

- <https://www.chicago.gov/content/dam/city/progs/env/ChicagoGreenStormwaterInfrastructureStrategy.pdf>



Biorétention sur West Roosevelt Road



Toit vert de l'hôtel de ville de Chicago



Source : City of Chicago, 2014

Figure 21-13. Infrastructures vertes à Chicago

21.3.3.5. Ville de Vancouver : la « Rain City Strategy »

Adoptée en 2019, la Rain City Strategy de la Ville de Vancouver vise à réduire les débordements de son système d'égout unitaire en captant au moins 90 % du volume annuel moyen des précipitations et à gérer le ruissellement des eaux pluviales urbaines provenant de 40 % des zones imperméables de la ville d'ici 2050. Pour y arriver, la stratégie comprend la mise en place de nouvelles exigences réglementaires. Par exemple, les projets de gestion des eaux pluviales des espaces publics (rues, bâtiments, terrains et parcs) doivent capter et traiter les eaux de ruissellement des 48 premiers millimètres par jour. La stratégie permettra également ce qui suit :

- Réduire les contaminants présents dans l'eau et l'air;
- Augmenter les surfaces imperméables gérées;
- Réduire le volume de ruissellement entrant dans le réseau;
- Récolter et réutiliser l'eau;
- Atténuer l'effet d'îlot de chaleur urbain
- Augmenter les surfaces végétalisées.

Compléments d'information :

- <https://vancouver.ca/home-property-development/one-water.aspx> (site Web)
- <https://vancouver.ca/files/cov/rain-city-strategy.pdf> (document explicatif)

21.3.3.6. Grand Lyon : le projet « Ville perméable »

La collectivité du Grand Lyon a lancé en 2015 la démarche « Ville perméable ». S'appuyant sur un budget de 18 millions d'euros depuis 2022, l'objectif de cette démarche est de déminéraliser et de végétaliser à l'horizon 2026 environ 400 ha d'espaces imperméables publics et privés qui s'ajouteront aux 130 ha réalisés entre 2015 et 2020. La gestion des eaux pluviales à l'amont de chaque projet de développement ou de redéveloppement du territoire sera prise en compte dans la mise en œuvre de ce projet. Entre autres, les solutions permettant le contrôle des eaux à la source avec des infrastructures vertes sont prioritaires. La démarche vise également à valoriser l'eau de pluie comme une ressource et à sensibiliser tous les acteurs de l'aménagement urbain à l'importance d'éviter le rejet systématique des eaux pluviales vers le réseau unitaire.

Complément d'information :

https://www.grandlyon.com/fileadmin/user_upload/media/pdf/eau/20170926_guide-projet-ville-permeable.pdf (document explicatif)

21.3.3.7. Chine et « Sponge Cities » (villes éponges)

Afin de répondre aux problématiques d'inondation, de pollution de l'eau, de pénurie d'eau potable et de débordements des eaux usées unitaires, la Chine a mis de l'avant le concept de villes éponges (« Sponge Cities ») dans 30 villes pilotes. Dans ces villes éponges, des infrastructures vertes et d'autres mesures à faible impact, mais aussi des infrastructures grises, sont intégrées au paysage urbain afin d'emmagasiner et de réutiliser les eaux pluviales à la source. La stratégie mise en œuvre combine aussi des mesures de contrôle des crues et de reboisement à grande échelle en zones périurbaines. L'objectif de ce projet d'envergure est de transformer 80 % de la zone bâtie d'ici 2030.

Jusqu'à maintenant, les pratiques répertoriées comme étant les plus couramment intégrées dans les villes éponges sont l'ajout de pavés perméables, la réfection ou la prolongation des réseaux de drainage existants ainsi que la construction d'espaces verts inondables et de zones humides artificielles. Ces mesures sont considérées comme simples, peu coûteuses à réaliser, faciles à entretenir, en plus d'offrir, dans certains cas, un avantage esthétique notable. Les autres pratiques également utilisées sont les toits verts, les bassins de rétention, le réaménagement des cours d'eau, les systèmes de biorétention, les noues engazonnées et l'augmentation de la capacité des usines de traitement des eaux usées ou l'ajout d'usines.

Figure 21-14. Concept de « Sponge City » développé en Chine



Source : <https://waterbucket.ca/rm/2017/08/20/sponge-city-solutions-for-chinas-thirsty-and-flooded-cities/>

CHAPITRE 22. Critères de sélection des mesures de gestion des débordements et des dérivations

Ce chapitre présente une méthode pour sélectionner les mesures de gestion des débordements et des dérivations.

22.1 Rappel des obligations de l'exploitant d'un système d'égout

L'exploitation d'un système d'égout doit être telle que, en matière de gestion des débordements, les obligations de base indiquées dans le Tableau 22-1 soient toujours respectées.

Tableau 22-1. Rappel des obligations de base pour la gestion des débordements et des dérivations

OBLIGATION 1	OBLIGATION 2
Norme de débordement et de dérivation réglementaire	Norme de débordement et de dérivation supplémentaire
Inscrite dans le ROMAEU (article 8)	Inscrite dans l'attestation d'assainissement municipale
Éviter, en tout temps, tout débordement et toute dérivation en temps sec (sauf en cas d'urgence, en situation de fonte de neige ou en raison de travaux planifiés)	Pour la période d'application de la norme de débordement supplémentaire ¹ , chacun des ouvrages de surverse ou de dérivation ne peut déborder des eaux en contexte de pluie ou de fonte au-delà de la norme de débordement supplémentaire associée à cet ouvrage, et ce, année après année. ¹ Voir le Tableau 3-3.

Plus spécifiquement, ces deux obligations peuvent mener une municipalité aux actions suivantes :

- A. **Corriger des problématiques de débordements ou de dérivations particulières** (p. ex., à la suite de plaintes citoyennes, à la suite de non-conformités de certains ouvrages de surverse ou de dérivation en raison de débordement en temps sec ou d'un nombre de débordements en temps de pluie supérieur à leur norme de débordement supplémentaire, etc.). Il s'agit donc ici de mettre en œuvre des **mesures correctrices**;
- B. **Compenser les ajouts planifiés de débits au système d'égout** (souvent causés par des prolongements du système d'égout pour desservir de nouveaux projets résidentiels) afin de respecter les deux obligations ci-haut et d'éviter d'augmenter les fréquences de dérivation à la station d'épuration⁶⁴. Il s'agit donc ici de mettre en œuvre des **mesures compensatoires**;
- C. Dans le cas d'une municipalité engagée dans une démarche de réduction des débordements et des dérivations, **réduire les déversements d'ouvrages de surverse ou de dérivation (en fréquence ou en volume)** au-delà des exigences minimales à l'échelle globale du système d'égout afin de récupérer des usages d'un cours d'eau et de restaurer des écosystèmes. Il s'agit donc ici de mettre en œuvre des **mesures de réduction des débordements**.

⁶⁴ Le Ministère considère que tout ajout de débits dans un système d'égout, qu'il soit unitaire, domestique ou pseudo-domestique, est susceptible de provoquer le non-respect de la norme de débordement supplémentaire des ouvrages de surverse affectés par cet ajout.

Le respect des obligations de base et la satisfaction de besoins particuliers requièrent de la part d'une municipalité (ou d'un ensemble de municipalités quand un système d'égout est exploité par une régie intermunicipale) l'élaboration d'une stratégie de contrôle des débordements et des dérivations. Il est fortement recommandé que cette stratégie soit supportée par un plan de gestion des débordements et des dérivations. Le plan de gestion des débordements et des dérivations est un document qui énonce les objectifs de contrôle des débordements et des dérivations poursuivis par une municipalité et décrit les mesures prévues pour atteindre ces objectifs, avec une démonstration de leur efficacité, et les moyens pour mettre en œuvre ces mesures avec un calendrier de leur réalisation. Le contenu d'un plan de gestion des débordements et des dérivations pour la planification de mesures compensatoires (c.-à-d. pour répondre au besoin B ci-haut) est présenté en annexe 5.

22.2 Connaissances préalables à la planification d'une stratégie de contrôle des débordements et des dérivations

Avoir acquis les connaissances de base du système d'égout décrites dans le tome II du présent guide est essentiel pour amorcer une réflexion sur les mesures de gestion des débordements et des dérivations à planifier pour atteindre les objectifs de la stratégie de contrôle des débordements. En résumé, les actions suivantes devraient avoir été réalisées avant d'amorcer une réflexion sur la meilleure stratégie de gestion des débordements et des dérivations à adopter :

- Bien connaître le système d'égout : les types de systèmes des différents tronçons (unitaires, domestiques, pseudo-domestiques), les âges de construction et l'état structural des différents tronçons, la localisation des ouvrages de surverse, l'objectif de débordement et la norme de débordement supplémentaire associés à chacun de ces ouvrages, la capacité résiduelle du système d'égout dans ses différents tronçons, etc. (**chapitre 9**);
- Avoir repéré les ouvrages de surverse ayant des débordements problématiques (**section 9.3**) :
 - Ouvrages avec débordement en temps sec;
 - Ouvrages ayant des débordements en urgence excessifs (signe d'un problème de fonctionnement ou d'entretien ou de débordements en temps sec non déclaré);
 - Ouvrages non conformes à leur norme de débordement supplémentaire (fréquence de débordement en contexte de pluie ou de fonte supérieure à la valeur de la norme);
- Avoir effectué le diagnostic du système d'égout pour déterminer les débordements causés par une obstruction locale (p. ex., ensablement, dépôt de graisse, racines) ou un bris d'équipement qui peuvent être corrigés par un entretien ou par une modification des opérations plutôt que par une stratégie de contrôle des débordements (**section 10.3**);
- Avoir quantifié les débits présents dans les différents tronçons du système d'égout (eaux usées, eaux parasites) et avoir déterminé les tronçons ayant des apports problématiques (**section 10.4**);
- Dans le cas d'une stratégie pour déterminer et mettre en œuvre des mesures compensatoires (besoin B décrit ci-haut), avoir quantifié les ajouts de débits planifiés au système d'égout (**section 12.3**);
- Avoir évalué l'efficacité des mesures de contrôle des débordements qui sont envisagées pour satisfaire aux objectifs de la stratégie décrits à la section 22.1, si nécessaire à l'aide d'un modèle informatique (**chapitre 14**).

22.3 Priorisation des ouvrages de surverse requérant une intervention

La section 10.1 présente des critères à considérer pour déterminer les ouvrages de surverse qui requièrent des interventions prioritaires basées sur l'historique des débordements et la sensibilité du cours d'eau récepteur. L'utilisation de ces critères peut aider à identifier les ouvrages de surverses prioritaires basés sur des considérations environnementales.

22.4 Mesures à préconiser pour gérer les débordements et les dérivations en temps de pluie

Le Tableau 22-2 présente les mesures préconisées pour gérer les débordements et les dérivations en temps de pluie.

Tableau 22-2. Mesures préconisées pour gérer les débordements et les dérivations en temps de pluie

Mesure	Remarque
Mesures visant la réduction des apports en temps de pluie :	<p>Pour contrôler les débordements et les dérivations en contexte de pluie, les mesures de type « réduction des apports en temps de pluie » (voir le chapitre 19) constituent dans plusieurs cas la meilleure solution globale. Elles offrent la possibilité d'optimiser les installations en place pour atteindre les objectifs fixés. À ce titre, le débranchement de gouttières devrait être envisagé en premier lieu, car cette mesure constitue dans plusieurs cas l'intervention offrant le meilleur coût-bénéfice (voir la section 19.5.2).</p> <p>Les infrastructures vertes végétalisées ou non végétalisées (sections 0 et 19.5.4) constituent aussi des mesures à privilégier pour réduire les apports en raison de leur faible ratio coût-bénéfice et de leurs nombreux cobénéfices, dont la réduction des îlots de chaleur et l'amélioration des milieux de vie.</p> <p>Cependant, une réduction des apports en temps de pluie n'est pas toujours suffisante et faisable. Le recours à des interventions affectant l'hydraulique du système d'égout peut être nécessaire (0).</p>
Mesures situées près des points de rejet ou des ouvrages de régulation	<p>Des mesures situées près des points de rejet ou des ouvrages de régulation, par exemple avec des volumes de rétention intégrés au système d'égout, peuvent être intéressantes à considérer en priorité. Elles peuvent toutefois s'avérer plus difficiles à réaliser en milieu bâti ou nécessiter l'acquisition de terrains. Obtenir une vue d'ensemble des terrains appartenant à la municipalité constitue une première démarche pouvant guider la réflexion.</p>

22.5 Éléments à prendre en compte pour sélectionner des mesures de gestion des débordements et des dérivations

22.5.1 Ressources disponibles

La planification, la conception, la réalisation et le suivi des mesures de gestion des débordements et des dérivations doivent tenir compte du contexte et des ressources qui sont disponibles à l'intérieur de la municipalité. Le recours à des ressources externes pourrait être nécessaire selon l'expérience et la disponibilité du personnel technique interne. La disponibilité du personnel chargé de l'entretien et la part du budget municipal consacré à l'entretien des mesures de gestion des débordements et des dérivations peuvent également influencer le choix de ces mesures. Par exemple, la mise en place d'infrastructures peut même entraîner une réorganisation interne afin de s'assurer d'une opération adéquate. Un autre exemple est l'ajout d'un réservoir de rétention des eaux usées qui nécessite un entretien approprié.

La planification des mesures de gestion des débordements et des dérivations doit s'intégrer au reste de la planification prévue par la municipalité : projet domiciliaire, réfection des rues, réfection des parcs, etc. Cette planification doit nécessairement être interdisciplinaire et impliquer plusieurs services comme l'ingénierie, l'environnement, les travaux publics, les parcs et le transport, et ce, le plus tôt possible dans la planification d'un projet. Elle doit intégrer le plus possible les possibilités de synchronisation de travaux ou la bonification de projets qui ont une incidence sur les débordements, comme la séparation des réseaux d'un système d'égout ayant une classe d'intervention « D », la mise à niveau des postes de pompage en raison de leur désuétude ou d'un développement, le remplacement de conduites en raison de problématiques de capacité, etc.

Face à plusieurs alternatives de mesures de gestion des débordements qui permettent toutes de respecter les obligations de base, les éléments suivants peuvent aider à déterminer les mesures les plus intéressantes :

- **CONDITION STRUCTURALE DU SYSTÈME D'ÉGOUT.** Pour des systèmes unitaires, des tronçons très détériorés pourraient par exemple encourager une prise de décision en faveur de la séparation du réseau, soit son remplacement par un système d'égout domestique et un système de gestion des eaux pluviales.
- **AGIR PAR OPPORTUNISME.** Des mesures pouvant être incluses à des travaux déjà planifiés constituent des occasions pour améliorer le contrôle des débordements à coûts moindres. Par exemple, des travaux de reconstruction de voirie (incluant ceux planifiés par le ministère des Transports du Québec, voir élément suivant), de remplacement de conduites pour le système d'aqueduc ou de mise à niveau d'un poste de pompage constituent autant d'occasions pour effectuer une séparation des systèmes d'égout ou aménager en surface des infrastructures vertes.

De manière générale, l'ajout d'infrastructures vertes devrait être systématiquement envisagé dès que des travaux impliquant une reconstruction en surface sont prévus. Même si ces infrastructures ont une capacité modeste d'interception (p. ex., interception d'une pluie de 5 mm seulement), il demeure qu'il s'agit de volumes d'eau de pluie en moins qui rejoignent le système d'égout, sans compter les effets cumulatifs de toutes ces mesures sur le plan hydrologique, mais aussi des cobénéfices (réduction des îlots de chaleur, milieux de vie améliorés, etc.).

Les plans d'intervention élaborés par les municipalités pour encadrer les mises à niveau des infrastructures municipales (section 9.4.5.1) devraient être consultés pour localiser les segments de conduites qui requièrent des travaux de réfection ou de réhabilitation à court terme. Des infrastructures vertes pourraient ainsi être aménagées en surface à l'occasion de ces travaux. La planification de travaux municipaux peut donc orienter le choix des mesures de gestion des débordements.

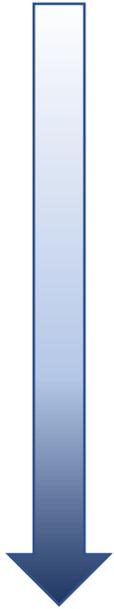
Mais l'inverse est aussi vrai : la planification de travaux d'aménagement de mesures de gestion des débordements peut être une occasion de procéder à des travaux de réfection.

- **COORDINATION AVEC LE MINISTÈRE DES TRANSPORTS (MTQ).** Plusieurs routes situées en territoire municipal sont sous la responsabilité du MTQ. L'aménagement d'infrastructures dans l'emprise de ces routes, ou sur les réseaux municipaux situés sous ces routes, doit être approuvé par le MTQ et être réalisé en coordination avec lui.

Inversement, les travaux de réfection d'une route planifiés par le MTQ peuvent être une occasion pour une municipalité d'envisager l'aménagement de mesures de gestion des débordements en surface (infrastructures vertes) ou sur les réseaux municipaux situés sous cette route.

- **COÛTS DE CONSTRUCTION, D'EXPLOITATION ET D'ENTRETIEN.** Les coûts de construction, d'exploitation et d'entretien sont souvent les facteurs les plus importants dans la sélection des mesures à mettre en œuvre. Dans cette analyse, les économies apportées par la synchronisation des travaux (p. ex., si des travaux de réfection de rues sont déjà planifiés) devraient être considérées. Le Tableau 22-3 présente un classement des mesures de gestion des eaux pluviales en ordre croissant de coût.

Tableau 22-3. Classement des mesures de gestion des eaux pluviales en ordre croissant de coût

Coût relatif	Catégories de mesures	Exemples de mesures
<p>+ faible</p>  <p>+ élevé</p>	1. Réduction des apports	<ul style="list-style-type: none"> • Débranchement de gouttières • Infrastructures vertes • Réduction des surfaces imperméables ou remplacement par des revêtements perméables • Réhabilitation sans tranchée des réseaux pour réduction de l'infiltration
	2. Optimisation du système d'égout	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation de la capacité d'ouvrages de contrôle • Fusion de points de débordement • Augmentation des capacités de pompage • Implantation de la télémétrie ou du contrôle en temps réel • Augmentation de la capacité de traitement de la station d'épuration (pour accepter des débits et des volumes plus importants d'eaux usées) • Installation de régulateurs de débit dans les puisards existants
	3. Rétention	<ul style="list-style-type: none"> • Ajout de volumes de rétention en bassin (en réseau ou hors réseau) • Installation de conduites surdimensionnées en parallèle au système d'égout existant
	4. Nouveaux réseaux	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation de la capacité de transport • Séparation de réseaux

Les coûts de différentes mesures peuvent être standardisés afin de permettre des comparaisons. Par exemple, les coûts pourraient être exprimés ainsi :

- Montant par nombre de débordements évités (approche par fréquence);
- Montant par mètre cube de débordement évité (approche par volume).

L'annexe 6 présente des coûts unitaires préliminaires de construction liés à différentes mesures.

- **COBÉNÉFICES DES MESURES.** Outre le respect des obligations de base, l'atteinte d'objectifs hydrauliques secondaires peut mener à favoriser certaines mesures plutôt que d'autres. Ces objectifs secondaires peuvent être :

- La réduction des fréquences de débordement au-delà des exigences de base;
- La réduction des fréquences de dérivation ou des volumes de débordement à l'échelle de la municipalité;
- La réduction des risques de refoulement ou de mise en charge du système d'égout;
- L'augmentation de la capacité résiduelle en temps sec (augmentation du niveau de service).

De même, les cobénéfices que procurent certaines mesures méritent d'être considérés. Par exemple, les infrastructures vertes offrent notamment des milieux de vie plus agréables, réduisent les îlots de chaleur, favorisent la sécurité routière en diminuant les vitesses de circulation et, globalement, augmentent le verdissement des municipalités.

Ainsi, les bénéfices économiques, environnementaux et sociaux associés aux mesures envisagées devraient aussi être considérés, notamment :

- **Bénéfices économiques :**
 - Réduction des volumes d'eau traités par la station d'épuration;
 - Réduction des besoins en pompage;
 - Création d'emplois;
 - Optimisation des travaux d'infrastructures (synchronicité des travaux);
 - **Bénéfices environnementaux :**
 - Amélioration de la qualité des eaux de ruissellement;
 - Augmentation de la biodiversité;
 - Réduction des îlots de chaleur;
 - **Bénéfices sociaux :**
 - Bonification de l'aménagement paysager et de l'esthétique des quartiers;
 - Augmentation des espaces verts publics;
 - Promotion de l'éducation des principes du ruissellement urbain;
 - Sécurité routière.
 - **IMPACTS NÉGATIFS DES MESURES.** Les impacts sur la population peuvent disqualifier certaines mesures si ce paramètre est important dans la décision. Par exemple, les impacts sur la circulation automobile, les commerces ou les citoyens associés à la séparation de réseaux sous un boulevard urbain important auront sans doute un poids important quant à la décision d'opter pour cette mesure.

De même, la localisation d'infrastructures de gestion des débordements dans des secteurs résidentiels peut provoquer des nuisances (odeurs ou bruit). Par exemple, l'aménagement de rétention souterraine d'eaux usées (bassins souterrains ou conduites réservoirs) en milieu résidentiel peut soulever des enjeux d'odeurs (les trous de regards peuvent dégrader des odeurs si d'importants volumes d'eau sont présents).
- La perte d'espaces de parc ou la coupe d'arbres associées à certaines mesures constituent aussi des impacts négatifs à considérer.
- L'occurrence de débordements au moment de la réalisation de travaux et l'émission de gaz à effet de serre associées aux mesures sont aussi à prendre en considération.
- **DEGRÉ D'INCERTITUDE QUANT À LA PERFORMANCE DES MESURES ENVISAGÉES.** Certaines mesures, telles que la réhabilitation de conduites pour diminuer les apports d'eaux d'infiltration, peuvent comporter une incertitude relativement grande quant à leur efficacité réelle sous différentes conditions. Des hypothèses prudentes sont à préconiser dans ces cas. La quantification de l'efficacité d'autres mesures, comme le débranchement de gouttières, peut comporter moins d'incertitudes.
 - **RESSOURCES ET CAPACITÉS TECHNIQUES.** Dans certains cas, la planification et la mise en œuvre de mesures de gestion des débordements et des dérivations peuvent nécessiter des connaissances ou des ressources spécialisées, pour la conception, la réalisation et, surtout, les suivis à long terme (inspection, exploitation ou entretien). Les ressources techniques disponibles au sein d'une municipalité sont un facteur à prendre en considération.
 - **FINANCEMENT DES PROJETS.** L'accès à des programmes de financement peut créer un incitatif pour privilégier certaines solutions plutôt que d'autres. Différents programmes d'aide financière du gouvernement sont disponibles. Les principaux sont administrés par le MAMH et sont décrits sur cette page Web : <https://www.mamh.gouv.qc.ca/infrastructures/>. Des études ou des travaux relatifs à des infrastructures vertes peuvent aussi parfois être admissibles à des programmes de financement du gouvernement, tel le [Programme de résilience et d'adaptation face aux inondations](#) et le [programme OASIS](#).

- **RÉGLEMENTATION MUNICIPALE.** La réglementation municipale peut, dans certains cas, être un obstacle à la mise en œuvre de mesures de gestion des débordements et des dérivations, notamment les infrastructures vertes. Par exemple, des règlements de zonage peuvent prescrire une largeur minimale de surface revêtue ou obliger la présence de bordure qui empêche l'aménagement d'infrastructures vertes. Certaines mesures pourraient donc nécessiter une modification à la réglementation avant d'être mises en œuvre.
- **TERRITOIRE ET LOCALISATION DES MESURES.** L'utilisation actuelle et future du territoire est un élément à considérer puisque la disponibilité de certains sites, l'acquisition de droits de servitude ou de terrains ou la présence d'infrastructures existantes peuvent représenter un enjeu majeur dans l'implantation d'une solution.

Les lieux de propriété publique offrent des possibilités intéressantes lorsqu'il est possible de les transformer en lieux à vocations multiples accueillant, par exemple, un espace récréatif à la surface et une installation de rétention souterraine.

Les mesures devraient être situées sur des terrains municipaux plutôt que sur des terrains non municipaux. En effet, les mesures sur les terrains non municipaux ne sont pas pérennes, car elles peuvent devenir non fonctionnelles, voire être éliminées. Si des mesures sur des terrains non municipaux sont envisagées, celles-ci devraient bénéficier d'une protection juridique en inscrivant des servitudes et des clauses de protection dans les actes de vente notariés et les certificats de localisation ou par l'adoption de règlements municipaux appropriés. La municipalité doit avoir un droit d'accès pour faire des inspections et exécuter les travaux d'entretien.

- **HORIZON DE TEMPS POUR LA MISE EN ŒUVRE DES MESURES.** Les mesures dont la mise en œuvre peut se faire plus rapidement que d'autres devraient être privilégiées. Les réductions des apports en eaux pluviales (la déminéralisation des surfaces [section 19.4], le débranchement de gouttières [section 19.5.2] et les infrastructures vertes de gestion des eaux pluviales [sections 19.5.3 et 19.5.4] offrent des gains immédiats comparativement à d'autres solutions (p.ex. séparation de réseau, augmentation du diamètre de conduites, contrôle en temps réel, etc.) qui requièrent que les implantations à grandes échelles soient complétées pour fournir pleinement le gain recherché.

22.6 Méthode de sélection des alternatives

Plusieurs mesures de gestion des débordements et des dérivations peuvent être combinées de différentes façons pour former autant d'alternatives différentes qui permettent de répondre aux objectifs de la stratégie de contrôle des débordements. Afin de sélectionner la meilleure alternative, une méthode d'analyse multicritère est présentée sommairement dans la présente section. Des informations complémentaires sur les analyses multicritères sont fournies à l'annexe 7.

22.6.1 Analyse multicritère

La comparaison des avantages et des inconvénients de différentes combinaisons de mesures de gestion des débordements et des dérivations peut être facilitée par une l'analyse multicritère basée sur l'utilisation d'une matrice de comparaison. L'analyse multicritère intègre les points de vue de plusieurs parties prenantes et son objectif est d'aider à prendre une décision permettant d'atteindre les objectifs au meilleur coût possible et en considérant les nombreux facteurs qui influent sur la décision.

Cette matrice de comparaison s'appuie des critères d'évaluation auxquels sont associés des facteurs de pondération. Ces facteurs de pondération sont subjectifs, car ils reflètent les intérêts ou les enjeux sensibles pour les décideurs.

L'analyse multicritère pour la sélection de mesures de gestion des débordements et des dérivations devrait suivre les étapes suivantes :

1. Établir les objectifs de la stratégie de contrôle des débordements;
2. Dresser la liste des solutions possibles ou envisageables, qui auront été déterminées préalablement;
3. Définir les critères à prendre en considération et leur attribuer un facteur de pondération;
4. Évaluer chacune des solutions en fonction de chacun des critères;
5. Agréger les résultats pour désigner la solution qui obtient la meilleure évaluation.

Les étapes 3 à 5 devraient être réalisées en concertation avec le personnel du service technique de la municipalité et d'autres intervenants (p. ex., le service d'urbanisme ou des travaux publics). Elles peuvent se faire dans le cadre d'un atelier de travail impliquant des intervenants de tous les services concernés.

Les critères, ou indicateurs, à définir (étape 3) peuvent être évalués quantitativement ou qualitativement. Ces critères devraient couvrir les aspects économiques, environnementaux et sociaux des alternatives. Les éléments présentés à la section 22.5 peuvent constituer une base pour définir ces critères. Mais la minimisation du nombre de critères d'évaluation devrait être recherchée de manière à ne retenir que ceux qui sont les plus déterminants.

Il est à noter que toutes les alternatives analysées sont censées atteindre les objectifs de la stratégie de contrôle de débordement (voir la section 22.1). Par conséquent, ce critère ne peut servir à comparer les mesures entre elles. Il n'est donc pas pertinent de l'inclure dans la grille d'évaluation.

L'annexe 7 fournit plus d'information sur les analyses multicritère et leur application dans le cadre de l'élaboration d'une stratégie de gestion des débordements.

22.6.2 Exemple d'application

Le Tableau 22-4 présente des critères qui auraient pu être développés pour aider à l'analyse de différents scénarios de mesures de gestion des débordements et des dérivations, et tente de décrire le mieux possible l'impact attendu de ces scénarios. Ces critères sont fournis à titre indicatif et devraient être adaptés ou modifiés au besoin.

Tableau 22-4. Exemples de critères d'évaluation utilisés pour analyser différents scénarios de mesures de gestion des débordements et des dérivations

Critères d'évaluation	Méthode d'évaluation
Longueur totale de conduites à construire	La longueur totale des conduites à construire ou à reconstruire est calculée en mètre linéaire et représente un indice de dérangement global généré par les travaux. Plus la longueur totale est élevée, plus le dérangement général de la solution sera grand.
Dérangement de la circulation	<p>Le dérangement de la circulation est jugé par le croisement des rues résidentielles et commerciales et la longueur totale en mètre linéaire de conduites à construire. Une distinction est faite entre le dérangement de la circulation sur les artères commerciales et sur les rues résidentielles. Les interventions sont jugées par une évaluation qualitative par les termes « faible », « moyen » ou « élevé ».</p> <p>Pour les artères commerciales. La valeur « moyen » est donnée lorsque les travaux croisent une artère commerciale ou qu'ils se situent sur une artère commerciale. La valeur « élevé » est donnée lorsque plus de 500 m linéaires sont prévus sur une artère commerciale.</p> <p>Pour les artères résidentielles, la valeur « faible » est donnée lorsque les travaux sont limités à une distance de moins de 100 m ou qu'ils sont situés dans une voie de demi-tour. La valeur « moyen » est donnée pour les travaux qui s'étendent sur une distance de 100 à 1 000 m linéaires. La valeur « élevé » est donnée pour les travaux qui s'étendent sur une distance de plus de 1 000 m linéaires.</p>
Coupe d'arbres	Le nombre d'arbres qui devront être coupés pour la mise en place d'une intervention est pris en compte dans l'analyse multicritère en faisant une distinction entre les arbres de faible diamètre et de grand diamètre.
Travaux connexes	Ce critère fait état du potentiel de synchronisation de travaux de mise à niveau des différentes infrastructures existantes (p. ex., ceux indiqués dans un plan d'intervention). Des exemples de critères seraient, notamment, aucune action, la réhabilitation ou le remplacement. Les conduites d'aqueduc, les conduites d'eaux usées et les tronçons de chaussée qui sont désignés comme étant « à remplacer » et qui coïncident avec les tracés des travaux sont comptabilisés comme une occasion de synchronisation des travaux. Le décompte final est la somme, en mètre linéaire, des conduites d'eau potable, des conduites d'eaux usées ou des portions de chaussée qui pourraient être remplacées lors de la mise en place de l'intervention.

Tableau 22-4 (suite)

Critères d'évaluation	Méthode d'évaluation
<p>Niveau de complexité des travaux</p>	<p>La complexité des travaux peut avoir un impact important sur le choix de l'alternative, soit en raison du niveau de difficulté attendu lors de la conception des plan et devis, soit en raison de l'ampleur des défis techniques associés à la construction, soit en raison du nombre d'intervenants qui devront être consultés pour faire approuver les travaux. Les interventions sont jugées par une évaluation qualitative par les termes « faible », « moyen » ou « élevé ». Le choix de l'évaluation est basé sur une évaluation sommaire du niveau de difficulté des interventions. Globalement, les interventions qui consistent à remplacer ou à construire des portions de réseau de drainage sont considérées comme ayant un niveau de complexité « faible ». Lorsque le diamètre des conduites à construire dépasse une certaine valeur, lorsque les travaux s'étendent sur une grande distance ou lorsque l'espace disponible est restreint, le niveau de complexité est jugé « moyen ». Lorsque les interventions impliquent des travaux à de grandes profondeurs ou lorsqu'un bassin de rétention de grande taille doit être construit, le niveau de complexité est considéré comme étant « élevé ».</p>
<p>Gain hydraulique supplémentaire</p>	<p>Au-delà de l'atteinte des objectifs de la stratégie, les alternatives analysées peuvent procurer des gains hydrauliques différents :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fréquence, durée et volume des débordements à la suite de l'application des mesures (si une solution permet d'aller au-delà de la norme, d'aller chercher des gains de plus); • Nombre de regards présentant un niveau de surcharge au-delà d'une limite sécuritaire; • Niveau de service attendu à la suite de l'application des mesures (pourcentage minimal de capacité en temps sec et niveau de surcharge attendu dans les regards); • Réduction du volume des débordements sur une base annuelle. <p>L'ampleur de ces gains peut servir à comparer les alternatives entre elles.</p>

22.6.3 Matrice de comparaison

Au total, trois versions des matrices de comparaison peuvent être générées pour des évaluations axées sur trois grands thèmes : aspect technique, aspect environnemental et aspect social. Dans chacun des cas, l'ordre d'importance des critères change pour mettre en priorité les critères qui sont associés à l'aspect traité. Par exemple, dans l'évaluation centrée sur les aspects techniques, les critères reliés aux coûts de mise en œuvre des mesures sont jugés prioritaires. Dans l'évaluation centrée sur l'aspect environnemental, les critères reliés à la coupe d'arbres et à la longueur des conduites (étendue des travaux) sont jugés prioritaires.

À titre indicatif, le Tableau 22-5 propose un ordre de priorisation selon chacun de ces thèmes selon les critères cités dans l'exemple précédent, et le Tableau 22-6 présente une matrice de comparaison qui en découle.

Tableau 22-5. Exemple d'un ordre des priorités des critères d'évaluation des variantes pour les analyses multicritère

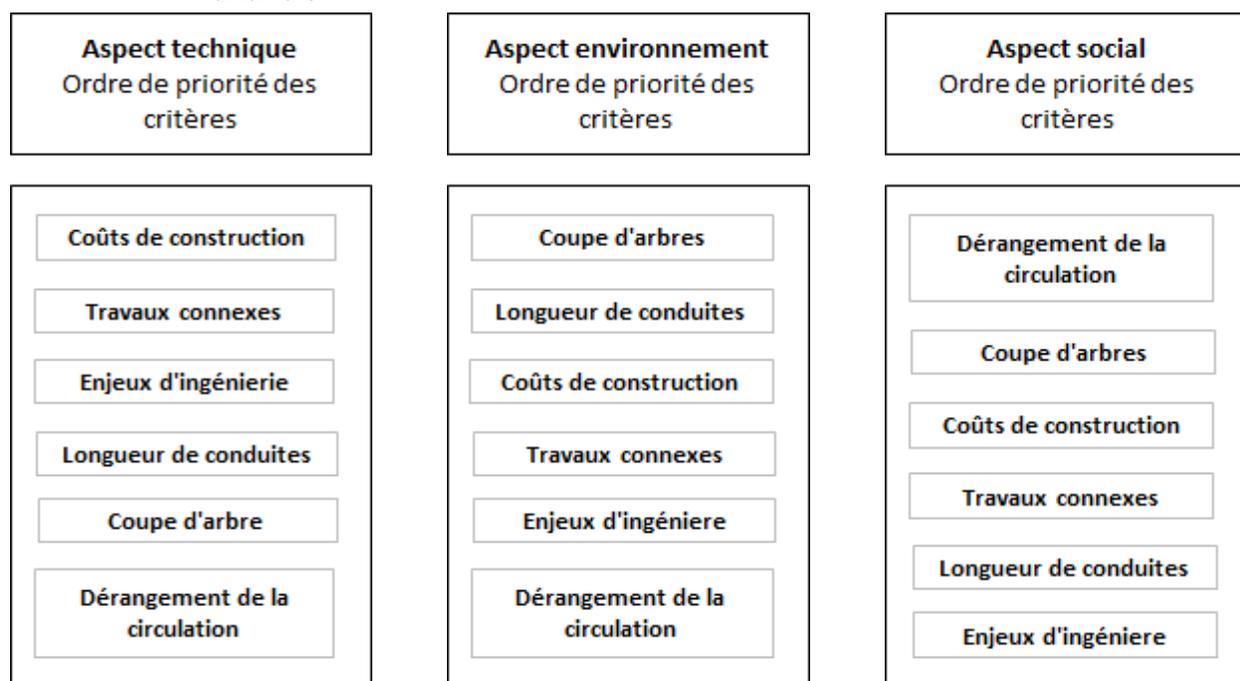


Tableau 22-6. Exemple de matrice de comparaison

Option	Coûts de mise en œuvre des mesures (M\$)	Aspect technique		Aspect environnemental		Aspect social	
		Note	Rang	Note	Rang	Note	Rang
1	1,9	0,740	3	0,554	3	0,583	3
2	1,3	0,890	2	0,621	2	0,741	2
3	1,2	0,979	1	0,671	1	0,788	1

Dans cet exemple, l'alternative 3 est celle qui se classe au premier rang pour l'ensemble des critères retenus pondérés selon les trois aspects. Les mesures de gestion des débordements et des dérivations composant cette alternative devraient donc être privilégiées et mises en œuvre.

Au terme du processus d'analyse et de sélection des alternatives, on recommande fortement à la municipalité de préparer un plan de gestion des débordements et des dérivations (PGD). Le PGD doit faire état de la stratégie de gestion des débordements et des dérivations et des mesures planifiées pour y atteindre les objectifs établis. Si des ajouts de débits sont planifiés, ceux-ci doivent être quantifiés et présentés au PGD. Le PGD n'est pas un document statique. Il doit être mis à jour régulièrement pour tenir compte de l'évolution du portrait de situation des débordements et des dérivations d'une municipalité ainsi que celle de l'occupation du territoire.

RÉFÉRENCES CITÉES AU TOME III

- AECOM (2021). *Town of Ajax, Stormwater Management Funding Feasibility Study*, Final Report, Project # 60637599. 282p. Disponible au <https://imo.ajax.ca/17918/widgets/71895/documents/61549>
- ASCE (2015). *Permeable Pavements*, American Society of civil Engineers, SBN :9780784478677
- BEAUDOIN, M., et COLLAB (2022). *Verdissement et santé publique : Quand les communautés se mobilisent*. Le Climatoscope. Disponible au <https://climatoscope.ca/article/verdissement-et-sante-publique-quand-les-communaut-es-se-mobilisent/>
- BOLDU-PARADIS, L. (2021). *Atelier 3 : La gestion des eaux pluviales dans les municipalités et l'exemple des jardins de pluie*. Ateliers GDEP, Ateliers de formation en gestion durable des eaux pluviales. Réseau Environnement. Disponible au <https://reseau-environnement.com/secteurs/eau/projets-en-eau/les-ateliers-gdep/>
- BRIÈRE, F. (2012). *Distribution et collecte des eaux* (3^e édition éd.). Montréal, QC, Canada : Presses Internationales de l'École Polytechnique de Montréal
- BNQ (2023). *CAN/BNQ 3682-320 Atténuation des risques de captage et d'infiltration dans les nouveaux réseaux d'égout sanitaire*. Québec, Bureau de normalisation du Québec.
- BNQ (2013). *Guide normatif BNQ 3019-190. Luttés aux îlots de chaleur urbains – aménagement des aires de stationnement* -Guide à l'intention des concepteurs, Québec, Bureau de normalisation du Québec. ISBN 978-2-551-25377-7. Disponible au [Lutte aux îlots de chaleur urbains – BNQ](#)
- CAMPBELL, W. (2022). *Western Kentucky University Stormwater Utility Survey 2022*. SEAS Faculty Publications. Paper 6. Disponible au https://digitalcommons.wku.edu/seas_faculty_pubs/6
- CARBONNEAU, B., et F. MÉTHOT-BORDUAS (2018). *Gestion des eaux pluviales, noues végétalisées de la conception à l'entretien*, Granby. Disponible au https://ceriu.qc.ca/system/files/2018-02/E2.3_Pr%C3%A9sentation_2017_12-01_VF.pdf
- CERIU (2023). *Guide d'intégration de la gestion durable des eaux pluviales dans l'aménagement d'un site dans une approche urbanistique*, 2^e édition. Québec, Centre d'expertise et de recherche en infrastructures urbaines, 43 p. Disponible au [Guide-integration-gestion-durable-des-eaux-pluviales-2e-edition-02-2023_0.pdf \(ceriu.qc.ca\)](#)
- CERIU (2021). *Guide de conception d'emprises de rues locales dans un contexte de réduction des surfaces imperméabilité et d'adaptabilité aux changements climatiques*, Québec, Centre d'expertise et de recherche en infrastructures urbaines, 46 p. Disponible au [Guide-de-conception-d-emprises-de-rues-locales.pdf \(ceriu.qc.ca\)](#)
- CERIU. (2012). *Réseau d'égouts Pathologie, diagnostics et interventions*. Québec, Centre d'expertise et de recherche en infrastructures urbaines, 117 p. Disponible au <https://ceriu.qc.ca/system/files/2018-06/MANUEL-sur-les-reseaux-d-egouts-pathologies-diagnostics-et-interventions.pdf>
- CERIU (2007). *Devis technique – Réhabilitation sans tranchée par la technique de l'éclatement des conduites*. Québec, Centre d'expertise et de recherche en infrastructures urbaines, 32 p. Disponible au <https://ceriu.qc.ca/system/files/2018-06/DEVIS-technique-rehabilitation-sans-tranchee-par-la-technique-de-l-eclatement-des-conduites.pdf>
- CERIU (2004). *Devis technique- Réhabilitation sans tranchée des conduites par la technique d'insertion*, Québec, Centre d'expertise et de recherche en infrastructures urbaines, 30 p. Disponible au

<https://ceriu.qc.ca/system/files/2018-06/DEVIS-technique-rehabilitation-sans-tranchee-des-conduites-par-la-technique-d-insertion.pdf>

- CHEN, J. et HOBBS, K. (2013). *Rooftops to Rivers II: Green Strategies for Controlling Stormwater and Combined Sewer Overflows – Update*. Natural Resources Defense Council. Disponible au <https://www.nrdc.org/sites/default/files/rooftopstoriversII-update.pdf>
- CITY OF CHICAGO (2014). *Green stormwater infrastructure strategy*, 48 p. Disponible au [ChicagoGreenStormwaterInfrastructureStrategy.pdf](#)
- CSA (2018a). *Conception des rampes de biorétention*, norme CSA W200:F18, Canadian Standards Association, Toronto.
- CSA (2018b). *Construction des systèmes de biorétention*, norme CSA W201 :F18, Canadian Standards Association, Toronto.
- DCWSA (2015). *Long Term Control Plan Modification for Green Infrastructure*. District of Columbia Water and Sewer Authority. DC Clean Rivers Project, Washington, D.C.
- DRAKE, J., BRADFORD, A., AND MARSALEK, J. (2013). *Review of environmental performance of permeable pavement systems: state of the knowledge*. *Water Quality Research Journal of Canada*, 48(3): 203-222.
- DRAKE, J., BRADFORD, A., VAN SEETERS, T., AND MACMILLAN, G. (2012). *Evaluation of permeable pavements in cold climates*. Toronto and Region Conservation Authority, Toronto.
- DSP (2019). *Mémoire sur la santé publique et les changements climatiques- Consultation pour le Plan d'électrification et de changements climatiques (PECC)*, Québec, direction de la santé publique de la capitale Nationale, centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale.
- EPA (2016a). *SWMM Reference Manual Volume I – Hydrology*, Rapport EPA/600/R-15/162A, Cincinnati, Environmental Protection Agency.
- EPA (2016b). *SWMM Reference Manual Volume II – Hydraulics*, Rapport EPA/600/R-17/111, Cincinnati, Environmental Protection Agency.
- EPA (2014). *Greening CSO Plans: Planning and modeling green infrastructure for combined sewer overflow (CSO) control*. EPA 832-R-14-001, Washington, D.C. Environmental Protection Agency.
- EPA (2012). *SSOAP Toolbox Enhancements and Case Study*, publication n° EPA/600/R-12/690, États-Unis, Environmental Protection Agency, 53 p.
- EPA (2011). *Green long-term control Plan-EZ (LTCP-EZ) Template: A planning tool for CSO control in small communities*. EPA 833-R-07-005, Washington, D.C., Environmental Protection Agency,
- EPA (2007a). *Computer Tools for Sanitary Sewer System Capacity Analysis and Planning*, publication n° EPA/600/R-07/111, États-Unis, Environmental Protection Agency, 104 p.
- EPA (2007b). *Reducing Stormwater Costs through Low Impact Development (LID) Strategies and Practices*, rapport EPA 841-F-07-006, Washington, D.C., Environmental Protection Agency.
- EPA (2007c). *The Long-Term Control Plan-EZ (LTCP-EZ) Template: A planning tool for CSO control in small communities*, EPA 833-R-07-005, Washington, D.C., Environmental Protection Agency

- EPA (2006). *Real Time Control of Urban Drainage Networks*, rapport EPA/600/R-06/120, États-Unis, Environmental Protection Agency, 96 p.
- EPA (1995a). *Combined Sewer Overflows – Guidance for Long-Term Control Plan*, EPA 832-B-95-002, Washington, D.C., Environmental Protection Agency.
- EPA (1995). *Combined Sewer Overflows – Guidance for Nine Minimum Controls*, Rapport EPA 832-B-95-003, Washington, D.C., Environmental Protection Agency. Disponible au <https://www3.epa.gov/npdes/pubs/owm0272.pdf>.
- EPA (1995b). *Combined Sewer Overflows – Guidance for Screening and Ranking*, EPA 832-B-95-004, Washington, D.C., Environmental Protection Agency.
- FCM et CNRC (2003c). *Choix de techniques de réhabilitation ou de remplacement de conduites d'égout*, Ottawa, Fédération canadienne des municipalités et Conseil national de recherche du Canada, série InfraGuide.
- FCM et CNRC (2003d). *Optimisation d'une station d'épuration des eaux usées*, Ottawa, Fédération canadienne des municipalités et Conseil national de recherche du Canada, série InfraGuide.
- GARCIA-GUTIERREZ, L., et COLLAB. (2014). *On the modelling and real time control of urban drainage systems: A survey*, 11th International Conference on Hydroinformatics, IHC 2014, New York.
- GARRISON, N. et K. HOBBS (2011). *Rooftops to Rivers II: Green Strategies for Controlling Stormwater and Combined Sewer Overflows*, Natural Resources Defense Council. Disponible au <https://www.nrdc.org/sites/default/files/rooftopstoriversII.pdf>.
- GREEN INFRASTRUCTURE ONTARIO COALITION (2021). *What is "green infrastructure" – Green Infrastructure : Overview*, Ontario. Disponible au [What Is Green Infrastructure? – Green Infrastructure Ontario](#)
- GROUPE AGÉCO (2020). *Accompagnement pour la quantification des gaz à effet de serre liés aux solutions de revêtement – Rapport Final*. 14 p. Disponible au https://mrclautentides.qc.ca/wp-content/uploads/2020/08/AGECO_MRCL_PTDN_Etude_GES_2020-08-03.pdf
- HÉNAULT-ETHIER, L., M., et COLLAB. (2021). *Enjeux stratégiques de déploiement des infrastructures naturelles et des phytotechnologies*. Volume III. Changements climatiques au Québec : s'adapter pour un meilleur avenir. Fondation David Suzuki. 32 p. Disponible au <https://fr.davidsuzuki.org/publication-scientifique/changements-climatiques-au-quebec-volume-3>
- INSPQ (2021). *Mesures de lutte contre les îlots de chaleur urbains : mise à jour 2021*, Québec, Institut national de santé publique du Québec, Changements climatiques, 179 p. Disponible au <https://www.inspq.qc.ca/publications/2839>
- JEAN, M.-È., et COLLAB. (2021). « Optimization of Real-Time Control with Green and Grey Infrastructure Design for a Cost-Effective Mitigation of Combined Sewer Overflows », *Water Resources Research*, vol. 57, n° 12, article e2021WR030282.
- LA PRESSE (2018, 30 juin). *Plus de vert, moins de béton, plaide l'Institut national de santé publique*. Disponible au <https://www.lapresse.ca/actualites/201806/30/01-5187786-plus-de-vert-moins-de-beton-plaide-linstitut-national-de-sante-publique.php>
- LÉANDRO, FÉLIX. (2016). *Étude de surverses et gestion des débordements de réseaux d'égouts*. Congrès INFRA, CERIU 23 novembre 2016. Disponible au https://ceriu.qc.ca/system/files/f2.3_l_felix.pdf

- LYON (2014). *Guide méthodologique – aménagement et eaux pluviales – Traitement de la pollution des eaux pluviales et protection des milieux aquatiques sur le territoire du Grand Lyon*. Version 2. Direction de l'eau. 55 p. Disponible au [Aménagement et eaux pluviales – Guide méthodologique sur le traitement de la pollution des eaux pluviales et la protection des milieux aquatiques sur le territoire du Grand Lyon](#)
- MAMH (2023). *Stratégie Québécoise d'économie d'eau potable* – À propos de la Stratégie. Site Web consulté le 18 septembre 2023. En ligne <https://www.mamh.gouv.qc.ca/infrastructures/strategie/a-propos-de-la-strategie/>
- MAMH (2021a). *Stratégie québécoise d'économie d'eau potable Horizon 2019-2025*, Rapport annuel de l'usage de l'eau potable 2019., Québec, ministère des Affaires municipales et de l'Habitation, ISBN : 978-2-550-83099-3. 60 p. Disponible au [Rapport annuel de l'usage de l'eau potable 2019 \(gouv.qc.ca\)](#)
- MAMH (2021b). *Loi instaurant un nouveau régime d'aménagement dans les zones inondables des lacs et des cours d'eau, octroyant temporairement aux municipalités des pouvoirs visant à répondre à certains besoins et modifiant diverses dispositions (projet de loi 67)* – Modification à la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme, 79 p. Disponible au <https://www.mamh.gouv.qc.ca/publications/bulletin-muni-express/2021/n-7-7-avril-2021/lamenagement-et-lurbanisme/>
- MAMH (2021c). *Stratégie québécoise d'économie d'eau potable Horizon 2019-2025*, L'économie d'eau potable et les municipalités. – Volume 1 -. Septième édition, Québec, ministère des Affaires municipales et de l'Habitation, 248 p. Disponible au https://reseau-environnement.com/wp-content/uploads/2021/12/ECO_EA1.pdf
- MAMH (2021d). *Stratégie québécoise d'économie d'eau potable Horizon 2019-2025*, L'économie d'eau potable et les municipalités. – Volume 2 -. Cinquième édition, Québec, ministère des Affaires municipales et de l'Habitation, 191 p. Disponible au [ECO_EA2.pdf \(reseau-environnement.com\)](#)
- MAMH (2018). *Règlement sur la tarification*, Guide sur la prise de décision en urbanisme., Québec, ministère des Affaires municipales et de l'Habitation, Disponible au Règlement sur la tarification – Outils de financement et de maîtrise foncière – Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation (gouv.qc.ca)
- MAMH (2017). *Projet de loi no 122 — Loi visant principalement à reconnaître que les municipalités sont des gouvernements de proximité et à augmenter à ce titre leur autonomie et leurs pouvoirs*, Fiscalité en finances municipales, Québec, ministère des Affaires municipales et Habitation, Muni Express, No6 -26 juin 2017. Disponible au <https://www.mamh.gouv.qc.ca/publications/bulletin-muni-express/2017/n-6-26-juin-2017/fiscalite-et-finances-municipales/>
- MAMOT (2018). *Stratégie québécoise d'économie d'eau potable Horizon 2019-2025*, L'économie d'eau potable et les municipalités. – Volume 1 -. Sixième édition, Québec, ministère des Affaires municipales et Occupation du territoire, 240 p. Disponible au https://reseau-environnement.com/wp-content/uploads/2020/12/leconomie_deau_dans_les_municipalites_volume1-6eedition.pdf
- MAMR (2006). *Les toits verts, Document de veille*, Québec, ministère des Affaires municipales et région, 8 p. Disponible au https://www.mamh.gouv.qc.ca/fileadmin/documents/observatoire_municipal/veille/toits_verts.pdf

- MAMROT (2010). *La gestion durable des eaux de pluie, Guide de bonnes pratiques sur la planification territoriale et le développement durable*, Québec, ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire, coll. « Planification territoriale et développement durable », 120 p. Disponible au https://www.mamh.gouv.qc.ca/fileadmin/publications/amenagement_territoire/urbanisme/guide_gestion_eaux_pluie_complet.pdf
- MCPHERSON ET MUCHNICK (2005). *Effects of Shade on Pavement Performance*. Journal of Arboriculture 31(6) : November 2005. Disponible au <https://joa.isa-arbor.com/request.asp?JournalID=1&ArticleID=213&Type=2>
- MDDEFP (2013). *Fiche technique 12 – Réduction de la consommation d'eau potable*, Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, 8 p. Disponible au [Fiche technique 12 – Réduction de la consommation d'eau potable](#)
- MDDEFP et MAMROT (2011). *Guide de gestion des eaux pluviales. Québec – Stratégies d'aménagement, principes de conception et pratiques de gestion optimales pour les réseaux de drainage en milieu urbain*, Québec, ministère du développement durable, de l'environnement et de la lutte au changement climatique et ministère des Affaires municipales et de l'organisation du territoire, 389 p. Disponible au [guide-gestion-eaux-pluviales.pdf \(gouv.qc.ca\)](guide-gestion-eaux-pluviales.pdf)
- MINISTÈRE DES FINANCE et COLL (2017)). *Le recours à l'écofiscalité – Principes d'application*. Québec, 58 p. Disponible au [Le recours à l'écofiscalité – Principes d'application \(gouv.qc.ca\)](#)
- MINNESOTA DEPARTMENT OF TRANSPORTATION (2015) *Permeable Pavements in Cold Climates: State of the Art and Cold Climate Case Studies*. MN/RC 2015-30 375 pages, En Ligne <https://www.lrrb.org/pdf/201530.pdf>
- NJDEP (2018). *Evaluating Green Infrastructure: A Combined Sewer Overflow Control Alternative for Long Term Control Plans*, New Jersey, Division of Water Quality, New Jersey Department of Environmental Protection. Disponible au https://www.nj.gov/dep/dwq/pdf/CSO_Guidance_Evaluating_Green_Infrastructure_A_CSO_Control_Alternative_for_LTCPs.pdf.
- NYC ENVIRONMENTAL PROTECTION (2020). *NYC Green Infrastructure 2020 Annual Report*, New York City Environmental Protection, 61 p. Disponible au <https://www1.nyc.gov/assets/dep/downloads/pdf/water/stormwater/green-infrastructure/gi-annual-report-2020.pdf>.
- OURANOS (2023). *Portrait climatique*, carte, série temporelle. Disponible au <https://www.ouranos.ca/fr/portraits-climatiques>
- QUÉBEC VERT (2022). *Approvisionnement en végétaux pour les infrastructures végétalisées : bonnes pratiques*. 20 p. Disponible au [Approvisionnement en végétaux pour les infrastructures végétalisées : bonnes pratiques](#)
- QUÉBEC (2021). *Règlement sur l'encadrement d'activités en fonction de leur impact sur l'environnement (REAFIE)*, chapitre Q-2, r.17.1, à jour au 1^{er} mars 2021[Québec], Éditeur officiel du Québec. Disponible au <http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/ShowDoc/cr/Q-2,%20r.%2017.1>
- QUÉBEC (2020). *Règlement sur les ouvrages municipaux d'assainissement des eaux usées*, chapitre Q-2, r 34.1, à jour au 1^{er} janvier 2023, [Québec], Éditeur officiel du Québec.

- REVÉRET, J.-P. (2017). Valeur économique des effets sur la santé de la nature en ville. Institut national de santé publique du Québec.
- RBQ (2022). *Les Mesures équivalentes et les mesures différentes- Construction de toitures végétalisées*, Québec, Régie du bâtiment du Québec. Disponible au [Construction de toitures végétalisées – Régie du bâtiment du Québec \(gouv.qc.ca\)](https://www.rbq.gouv.qc.ca/construction-de-toitures-vegetalisees)
- RBQ (2015). *Guide sur l'évacuation des eaux pluviales d'un bâtiment existant à toit plat* Québec, Régie du bâtiment du Québec. ISBN (PDF) : 978-2-550-73266-2 12 p. Disponible au <https://www.rbq.gouv.qc.ca/fileadmin/medias/pdf/Publications/francais/guide-evacuation-eaux-pluviales-batiment-existant-toit-plat.pdf>
- RÉGIE DU BÂTIMENT DU QUÉBEC (2015). *Guide sur l'évacuation des eaux pluviales d'un bâtiment existant à toit plat*, Québec, ISBN (PDF) : 978-2-550-73266-2. 12 pages. Disponible au [Guide sur l'évacuation des eaux pluviales d'un bâtiment existant à toit plat \(gouv.qc.ca\)](https://www.rbq.gouv.qc.ca/guide-sur-l-evacuation-des-eaux-pluviales-d-un-batiment-existant-a-toit-plat)
- ROBVQ (2018). *Autodiagnostic municipal en gestion durable des eaux pluviales*, Guide d'accompagnement, 153 p. Disponible au https://robvq.gouv.qc.ca/wp-content/uploads/2020/11/ROBVQ_Guide_accompagnement_GDEP.pdf
- RODRIGUEZ, B. O. (2020). *Les infrastructures vertes et les synergies possibles pour favoriser l'atténuation et l'adaptation aux changements climatiques*, Mémoire (M. Env.), Université de Sherbrooke, 81 p. Disponible au [Osorio Rodriguez Beatriz Menv 2020.pdf \(usherbrooke.ca\)](https://usherbrooke.ca/osorio-rodriguez-beatriz-menv-2020.pdf)
- SMART PROSPERITY INSTITUTE (2016). *New Solutions for Sustainable Stormwater Management in Canada*, 92p. Disponible au <https://institute.smartprosperity.ca/library/publications/new-solutions-sustainable-stormwater-management-canada>
- SQP (2015). *Les Toits végétalisés*, Société Québécoise de Phytotechnologie, 19 p. Disponible au [SQP Fiche Toits-végétalisés-2.pdf \(phytotechno.com\)](https://www.phytotechno.com/sqp-fiche-toits-vegetalises-2.pdf)
- UNHSC (2009). *Seasonal Performance Variations for Storm-Water Management Systems in Cold Climate Conditions*. Journal of Environmental Engineering-ASCE, University of new Hampshire stormwater center. 135(3), 128-137. Disponible au <https://scholars.unh.edu/stormwater/9/>
- VICTORIAVILLE (2022). *Réaménagement du stationnement Pierre-Laporte Victoriaville dans un contexte de changement climatique et suivi des ouvrages de gestion des eaux pluviales*, Congrès INFRA, 21 -22 novembre 2022, Conférence et présentation, Gestion des eaux pluviales. Disponible au [Présentation PowerPoint \(ceriu.qc.ca\)](https://ceriu.qc.ca/presentation-powerpoint)
- VILLE DE MONTRÉAL (2020). *Plan climat 2020–2030*, Montréal, Disponible au https://portail-m4s.s3.montreal.ca/pdf/Plan_climat%2020-16-16-VF4_VDM.pdf
- VILLE DE MONTRÉAL. (2021). *Indicateur de performance de la Ville de Montréal*. Données ouvertes, Montréal. Disponible au [Indicateurs de performance de la Ville de Montréal – résultats 2020](https://donnees.montreal.ca/dataset/indicateurs-de-performance-de-la-ville-de-monreal-rsultats-2020)
- VILLE DE MONTRÉAL (2022a). *Catalogue d'infrastructures vertes sur rue*, Service de l'eau, Stratégie intégrée de gestion des eaux en temps de pluie (SETPluie). Montréal. 32p. Disponible au <https://staging.robvq.gouv.qc.ca/gdep/wp-content/uploads/2022/06/2.-Catalogue-220331.pdf>
- VILLE DE MONTRÉAL (2022b). *Guide de conception GCI-3A – Infrastructures vertes sur rue avec infiltration complète*. 52 p. 2 février 2022. Disponible au : https://ville.montreal.qc.ca/executiontravaux/file/1406/download?token=4_kRiq0s

- WATER NEW ZEALAND (2015). *Infiltration & Inflow Control manual. Volume One, Overview, Background, Theory*. 2nd Edition, March 2015. 79 p. Disponible au waternz.org.nz/Folder?Action=ViewFile&Folder_id=394&File=II Manual Volume 1.pdf
- WATKIN, L. J., et COLLAB. (2019). « A framework for assessing benefits of implemented nature-based solutions », *Sustainability*, vol. 11, n° 23, article 6788. doi : 10.3390/su11236788.
- WEYAND, M. (2002). *Real-time control in combined sewer systems in Germany—some case studies*. *Urban Water*, 4(4), 347-354.
- WEF (2011). *Prevention and Control of Sewer System Overflows, WEF Manual of Practice No. FD-17*, 3^e edition, Washington, D.C., Water Environment Federation, 448 p.
- WOLCH, J., et COLLAB (2014). *Urban Green Space, Public Health, and Environmental Justice: The Challenge of Making Cities “Just Green Enough”*. *Landscape and Urban Planning*, 125, 234-244. Disponible au <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.01.017>
- WRF (2016). *Residential End Uses of Water, Version 2: Executive Report*, Water Research Foundation. Disponible au https://www.circleofblue.org/wp-content/uploads/2016/04/WRF_REU2016.pdf
- WSP (2022). *Plan de diminution des charges et débits acheminés vers les cours d'eau par le contrôle à la source des eaux pluviales*. Victoriaville. 140 p. Disponible au [1917fr-CA.pdf \(munidata.ca\)](http://1917fr-CA.pdf(munidata.ca))

ANNEXE 2

Notions d'urbanisme

(Section 19.2.1)

L'annexe 2 a pour objet d'expliquer les différents outils d'urbanisme. Comme mentionné à la section 19.2, ces outils sont essentiels en gestion des eaux pluviales. La présente annexe s'adresse à un lecteur œuvrant dans le domaine de la gestion des eaux pluviales, mais qui est peu familier avec certaines notions d'urbanisme utiles à la compréhension de la section 19.2.

A2.1 Outils d'urbanisme

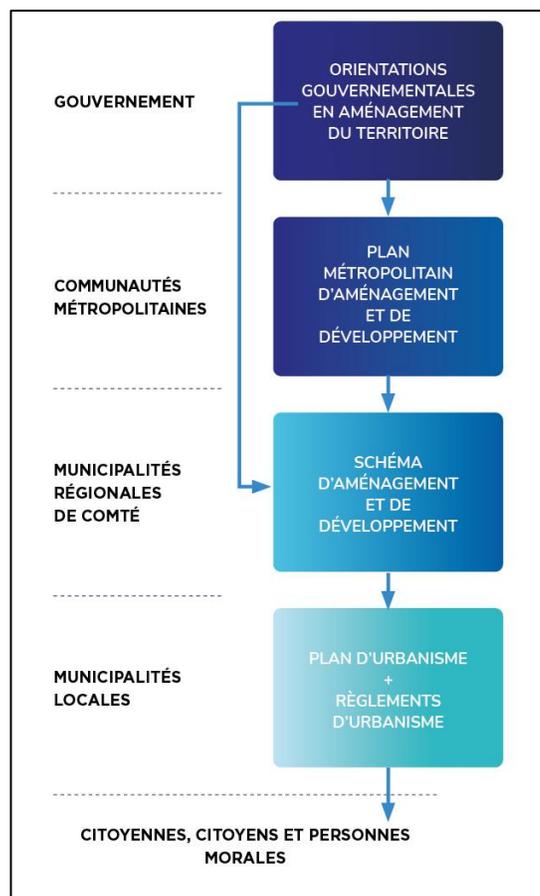
En urbanisme, la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme (LAU) prévoit deux outils en matière d'urbanisme :

- Outils de planification
- Règlements municipaux d'urbanisme

Les **outils de planification** d'intérêt pour la gestion des eaux pluviales sont, à l'échelle des municipalités régionales, le *schéma d'aménagement et de développement* (SAD) et, à l'échelle des municipalités locales, le *plan d'urbanisme* (PU) et le *programme particulier d'urbanisme* (PPU). Ces documents, ainsi que des exemples de libellés pour maximiser le verdissement des espaces et minimiser les surfaces imperméables, sont présentés à l'annexe 3.

Contrairement à un règlement, les **outils de planification** n'ont pas d'effet juridique direct sur le citoyen, c'est-à-dire que leur contenu ne peut servir de justification pour refuser, par exemple, la délivrance d'un permis de construction ou de lotissement. Les outils de planification contiennent des orientations, des objectifs, des cibles ou des critères d'aménagement envers lesquels les différents règlements d'urbanisme adoptés par une municipalité doivent être conformes. En fait, de manière générale, les outils d'urbanisme doivent être cohérents entre eux selon la [règle de conformité](#). Ainsi, les différents règlements d'urbanisme d'une municipalité (règlement de zonage, règlement de lotissement, etc.) doivent être conformes au SAD et au PU applicable, et à un PPU, le cas échéant, lequel doit être conforme au SAD, qui doit pour sa part être conforme aux *orientations gouvernementales en aménagement du territoire* (OGAT)⁶⁵ qui constituent le cadre de planification ultime prévu par la LAU.

Un **règlement municipal** se distingue d'un outil de planification du fait qu'il est opposable aux citoyens, c'est-à-dire qu'il énonce des normes et des obligations dont le non-respect peut mener à des sanctions ou à la non-délivrance de permis. La LAU donne aux municipalités de nombreux pouvoirs de réglementation en matière d'aménagement et d'urbanisme. De plus, la Loi sur les compétences municipales (LCM) accorde des pouvoirs généraux dans le domaine de l'environnement ainsi qu'en matière d'alimentation en eau, d'égout et d'assainissement des eaux. Sur la base de ces pouvoirs, une municipalité a une grande latitude pour définir des mécanismes de gestion des eaux de ruissellement.



Source : MAMH

Figure A2-1 Illustration de la règle de conformité.

⁶⁵ Les OGAT sont énoncées par le gouvernement et constituent le véhicule des préoccupations du gouvernement sur les questions d'aménagement du territoire.

Les règlements issus de la LAU et de la LCM qui sont d'intérêt pour maximiser le verdissement des espaces et minimiser les surfaces imperméables sont présentés au tableau A2-1.

Tableau A2-1. Règlements issus de la LAU et la LCM qui sont d'intérêt pour maximiser le verdissement des espaces et minimiser les surfaces imperméables

Règlements normatifs	Règlements à caractère discrétionnaire
<ul style="list-style-type: none"> Règlement de zonage¹ 	<ul style="list-style-type: none"> Règlement sur les plans d'aménagement d'ensemble
<ul style="list-style-type: none"> Règlement de lotissement¹ 	<ul style="list-style-type: none"> Règlement sur les plans d'implantation et d'intégration architecturale
<ul style="list-style-type: none"> Règlement de construction 	<ul style="list-style-type: none"> Règlement sur les projets particuliers de construction, de modification ou d'occupation d'un immeuble
<ul style="list-style-type: none"> Règlement sur la plantation et l'abattage d'arbres 	<ul style="list-style-type: none"> Règlement sur le zonage incitatif
<ul style="list-style-type: none"> Règlement sur les ententes relatives à des travaux municipaux 	
<ul style="list-style-type: none"> Règlement adopté en vertu de la LCM, notamment les articles 19 et 21 à 28. 	
<ul style="list-style-type: none"> Règlement sur la contribution aux fins de parcs 	

¹ La LAU prévoit différentes habilitations réglementaires qui sont, dans certains cas, regroupées sous des dénominations particulières (règlement de zonage, règlement de lotissement, règlement de construction, etc.). Cependant, la codification des règlements d'urbanisme par une municipalité se réalise à sa discrétion et n'est pas contrainte de suivre les dénominations de la LAU. En outre, des municipalités ou des arrondissements font parfois le choix de codifier l'ensemble ou une partie de leur réglementation d'urbanisme sous un règlement pouvant être titré, par exemple, « règlement d'urbanisme » ou « code d'urbanisme ».

A2.2 Règlements normatifs et discrétionnaires

En matière d'urbanisme, les règlements ont pour but de fixer des règles, des normes et des critères d'évaluation encadrant notamment la construction et l'usage des bâtiments et des terrains sur le territoire. Les règlements municipaux issus de la LAU peuvent se classer en deux catégories :

- Les règlements normatifs.** Ces règlements établissent des normes précises à respecter, souvent chiffrées. Le respect de ces règlements est vérifié par des officiers municipaux qui comparent les paramètres d'un projet aux valeurs exigées dans les règlements. Pour l'application d'un règlement normatif, l'officier municipal n'exerce aucun pouvoir discrétionnaire puisqu'il est tenu de délivrer un permis (ou une autorisation) si le projet à l'étude satisfait toutes les normes réglementaires. Il ne peut refuser cette délivrance à partir d'une appréciation subjective du projet.
- Les règlements à caractère discrétionnaires.** Ces règlements définissent des objectifs et des critères à atteindre plutôt que des normes précises ou chiffrées. Ils offrent donc plus de souplesse que les règlements normatifs pour planifier un projet, mais aussi pour évaluer un projet. Le respect d'un projet face aux objectifs et aux critères énoncés dans un règlement à caractère

discrétionnaire doit faire l'objet d'une évaluation par un comité consultatif d'urbanisme⁶⁶. Ce dernier fournit ensuite son avis au conseil municipal, qui détient le pouvoir discrétionnaire d'approbation des projets. La création d'un comité consultatif d'urbanisme est donc un prérequis à l'adoption de tout règlement à caractère discrétionnaire.

Le tableau A2-2 présente une comparaison de deux types de règlements.

Le verdissement et la réduction des surfaces imperméables peuvent ainsi être favorisés par l'entremise de règlements normatifs (p. ex., un règlement de zonage) ou à caractère discrétionnaire (p. ex., un règlement sur les plans d'implantation et d'intégration architecturale) ou une combinaison de deux.

Tableau A2-2. Comparaison entre un règlement normatif et un règlement à caractère discrétionnaire.

	Règlement normatif	Règlement à caractère discrétionnaire
Expression des normes	Sous forme de normes objectives, souvent chiffrées (normes quantitatives)	Sous forme d'attentes ainsi que d'objectifs et de critères à atteindre (normes qualitatives)
Évaluation d'un projet	Évaluation objective (c.-à-d. comparaison des paramètres du projet aux normes inscrites au règlement)	Appréciation discrétionnaire (c.-à-d. évaluation d'un projet par rapport aux objectifs énoncés au règlement)
Caractéristiques	<p>Application prévisible des normes</p> <p><u>Conséquence</u> Rigidité d'application des normes</p>	<p>Souplesse d'application permise par une approche par objectifs et critères</p> <p>Marge de manœuvre décisionnelle aux planificateurs de projet</p> <p><u>Conséquence</u> Par la nature discrétionnaire de l'évaluation, la manière dont seront appliqués les critères et dont sera évalué un projet est moins prévisible</p>

A2.3 Règlement de contrôle intérimaire (RCI)

Le contrôle intérimaire permet à une municipalité régionale de comté (MRC), à une communauté métropolitaine ou à une municipalité locale, selon le cas, de restreindre ou de régir la réalisation de nouveaux projets de lotissement, de nouveaux projets de construction ou de nouvelles utilisations du sol le temps que les outils de planification (SAD ou PU) soient modifiés et mis à jour.

Ainsi, pendant le temps de réflexion nécessaire à l'élaboration, à la modification ou à la révision des outils de planification (SAD ou PU), le contrôle intérimaire permet de s'assurer que les nouvelles orientations et

⁶⁶ En vertu de la LAU, un comité consultatif d'urbanisme (CCU) doit être constitué par règlement. Ce dernier doit, au minimum, porter sur le nombre de membres, la durée de leur mandat et les responsabilités du comité. Un CCU est composé d'au moins un membre du conseil et du nombre de membres qu'il détermine, choisis parmi les résidents du territoire de la municipalité (MAMH, 2018).

règles d'aménagement et d'urbanisme en voie d'être définies ne seront pas compromises et rendues vaines par la réalisation de projets.

Par exemple, un RCI pourrait exiger que les nouveaux projets de construction situés sur le territoire de la MRC puissent infiltrer les premiers millimètres d'une pluie sur le site plutôt que de les évacuer vers un réseau de drainage municipal, le temps que les différentes municipalités locales adoptent cette disposition dans leur réglementation respective.

Le contrôle intérimaire s'exerce par l'adoption d'une résolution du conseil, ou encore par l'adoption d'un règlement de contrôle intérimaire. Plus de détails sont disponibles dans la fiche [Mesures de contrôle intérimaire](#) produite par le MAMH.

A2.4 Avis de motion et effet de gel

Il est utile de savoir que des modifications à certains règlements peuvent avoir un effet sur la délivrance de permis avant l'adoption formelle de ces modifications par le conseil municipal. Par exemple, un avis du conseil municipal annonçant son intention de modifier un règlement pour y insérer des dispositions favorisant le verdissement et la réduction de surfaces imperméables vient « geler » le processus de délivrance d'une autorisation municipale. Les nouvelles dispositions pourront donc être incluses dans les paramètres d'analyse des demandes d'autorisation des projets pour lesquels une demande d'autorisation municipale a déjà été déposée lorsque cette analyse reprendra après que les modifications faisant l'objet de l'avis auront été adoptées par le conseil municipal.

En effet, tout règlement municipal doit être précédé d'un avis de motion. Or, comme résumé dans la fiche [Avis de motion et effet de gel](#) produite par le MAMH, un **effet de gel** s'applique automatiquement⁶⁷ lorsqu'un avis de motion a été donné afin de modifier certains règlements. Les règlements pour lesquels l'adoption d'un avis de motion déclenche un effet de gel sont les suivants :

- Règlement de zonage;
- Règlement sur les plans d'implantation et d'intégration architecturale (PIIA);
- Règlement de lotissement;
- Règlement sur les ententes relatives à des travaux municipaux;
- Règlement régional sur la plantation et l'abattage d'arbres (pour les MRC).

Ainsi, dans le cas de ces règlements, l'avis de motion fige dans le temps la situation juridique sur le territoire d'une municipalité.

Par exemple, dès la présentation d'un avis de motion en vue de modifier un **règlement de zonage**, aucun plan de construction ne peut être approuvé et aucun permis ou certificat ne peut être accordé pour l'exécution de travaux ou l'utilisation d'un immeuble qui, advenant l'adoption du règlement de modification, seront prohibées dans la zone concernée.

Il en est de même pour un avis de motion en vue de modifier un **règlement de lotissement** qui fait en sorte qu'aucun permis ne peut être accordé pour un lotissement qui serait prohibé dans la zone ou le secteur concernés, advenant l'adoption du règlement de modification.

Quant à lui, l'avis de motion portant sur l'adoption ou la modification d'un **règlement sur les PIIA** fait en sorte qu'aucun permis de construction ou de lotissement ne peut être délivré. Il en est de même pour tout certificat d'autorisation ou d'occupation dont la délivrance sera assujettie à l'approbation de plans relatifs à

⁶⁷ Ce sont les articles 114, 117, 145.20.1 et 145.30 de la LAU qui traitent de cet « effet de gel ».

l'implantation et à l'architecture des constructions ou à l'aménagement des terrains et aux travaux connexes advenant l'adoption du règlement faisant l'objet de l'avis de motion.

Enfin, lorsqu'un avis de motion a été donné en vue d'adopter ou de modifier un **règlement sur les ententes relatives à des travaux municipaux**, aucun permis de construction ou de lotissement ni aucun certificat d'autorisation ou d'occupation ne peuvent être délivrés. La délivrance est assujettie à la conclusion d'une entente advenant l'adoption du règlement faisant l'objet de l'avis de motion.

La LAU précise le moment où ces différents gels cessent d'être applicables. Par exemple, pour les projets de règlement modifiant un règlement de zonage, le gel cesse d'être applicable le jour qui suit de deux mois la présentation de l'avis de motion si le règlement n'est pas adopté à cette date, ou le jour qui suit de quatre mois celui de son adoption si le règlement n'est pas en vigueur à cette date.

En matière d'urbanisme, l'avis de motion peut être donné en tout temps, avant comme après le dépôt du projet de règlement, selon que la municipalité veut utiliser ou non l'effet particulier de gel. Il ne requiert pas la publication d'un avis public ni d'un affichage.

Un « effet de gel » s'applique aussi dès le dépôt d'un règlement visant à interdire, de manière provisoire, toute intervention susceptible de provoquer des débordements ou des dérivations d'eaux usées (pouvoir réglementaire prévu à l'article 29 et suivants de la LCM). Ainsi, dès le dépôt d'un tel projet de règlement, aucune autorisation municipale ne peut être délivrée à l'égard d'une intervention qui serait interdite advenant l'adoption du règlement⁶⁸.

⁶⁸ C'est l'article 30 de la LCM qui traite de cet « effet de gel ».

ANNEXE 3

Outils de planification en matière d'urbanisme prévus par la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme et exemples de libellés favorisant la réduction d'apports d'eaux pluviales

(Section 19.2.1)

Les descriptions des outils présentées dans la présente annexe s'appuient sur le guide [La prise de décision en urbanisme](#) (MAMH, 2018).

La plupart des exemples de dispositions présentées aux sections précédentes ont été tirés du chapitre 1 du [Guide d'accompagnement de l'autodiagnostic municipal en gestion durable des eaux pluviales](#) (ROBVQ, 2018)

Ces documents peuvent être consultés pour obtenir plus d'information. Ils ne remplacent pas toutefois la lecture des textes de loi applicables.

MENTION IMPORTANTE : Les exemples de dispositions présentés dans la présente annexe sont tirés de réglementations de municipalités québécoises. Ces exemples sont présentés à titre indicatif seulement. Les critères et les seuils indiqués ont été déterminés par la municipalité d'origine à partir de sa réalité et du contexte d'application du règlement d'origine. **Ces critères et ces seuils ne sont pas nécessairement transférables tels quels dans une autre municipalité.** De plus, bien que ces exemples soient tirés de règlements municipaux, leur validité juridique devrait être vérifiée par un juriste si une municipalité souhaite s'en inspirer pour sa propre réglementation.

Schéma d'aménagement et de développement (SAD)

Niveau de planification : Municipalité régionale de comté (MRC)⁶⁹

Description : Le SAD constitue le document officiel le plus important de la MRC en matière de planification territoriale. Il établit l'organisation physique du territoire de la MRC ainsi que les lignes directrices que devront respecter les municipalités locales pour adopter des plans et des règlements d'urbanisme conformes. Le SAD délimite, entre autres, les périmètres d'urbanisation, les zones de contraintes naturelles, notamment les zones inondables, et les territoires d'intérêt écologique tels les milieux humides. Le SAD est, avant tout, un document d'intention formulé et conçu de manière à faire ressortir une vision régionale du développement durable du territoire.

Le SAD inclut aussi un document complémentaire établissant des règles (p. ex., des critères relatifs à l'implantation et à l'intégration architecturale, des normes en matière de plantation et d'abattage d'arbres). Les municipalités locales composant la MRC doivent ensuite inclure dans leur réglementation des règles au moins aussi contraignantes que celles établies dans le document complémentaire.

Tous les SAD et leurs modifications sont assujettis à un examen de leur conformité aux orientations gouvernementales en aménagement du territoire par le ministre des Affaires municipales.

Pour plus de détails, voir cette [fiche](#) produite par le MAMH.

Exemples de dispositions pouvant être incluses au document complémentaire d'un SAD :

- Orienter l'expansion urbaine dans les portions du territoire les plus aptes à accueillir le développement en fonction, par exemple, des différentes capacités d'infiltration des eaux de ruissellement que présente le territoire;
- Prohiber les ouvrages, les constructions et les travaux dans certains territoires sensibles (milieux naturels d'intérêt) ou à proximité de ceux-ci (p. ex., à moins de 30 m d'un milieu humide);
- Exiger que la largeur minimale d'une emprise d'une voie de circulation soit suffisante pour permettre l'aménagement d'infrastructures d'infiltration des eaux pluviales;
- Exiger l'inclusion, dans les réglementations des municipalités locales, de mesures pour réduire le ruissellement telles que :
 - Minimiser les largeurs des rues pour réduire les surfaces imperméables;
 - Aménager des stationnements sur rue (et hors rue) en pavage perméable;
 - Aménager des zones d'infiltration d'eaux pluviales en bordure de rue;
 - Pourvoir les culs-de-sac et les ronds-points de zones permettant l'infiltration des eaux pluviales;
 - Interdire le raccordement des gouttières au système d'égout;
- Obliger les municipalités locales à intégrer la cartographie des milieux humides à leur réglementation d'urbanisme, et interdire, à l'intérieur d'un milieu humide d'intérêt régional et d'une zone tampon (p. ex, 30 m), les ouvrages, les constructions et les travaux nécessitant du remblai, du déblai, du drainage et du dragage.

⁶⁹ Sur le territoire d'une communauté métropolitaine, c'est-à-dire de la Communauté métropolitaine de Montréal ou de la Communauté métropolitaine de Québec, les SAD des MRC concernées doivent être conformes au plan métropolitain d'aménagement et de développement (PMAD) en vigueur.

Plan d'urbanisme (PU)

Niveau de planification : Municipalité locale

Description : Le PU constitue le document officiel le plus important d'une municipalité en matière de planification de l'aménagement de son territoire. Il contient les politiques d'urbanisme arrêtées par le conseil municipal qui guideront sa prise de décision dans le futur.

Le PU permet de clarifier la vision urbanistique qui oriente les moyens réglementaires, les interventions et les mesures fiscales, financières et promotionnelles privilégiés pour faciliter sa mise en œuvre.

Le PU doit être conforme au SAD.

Pour plus de détails, voir cette [fiche](#) produite par le MAMH.

Exemples de dispositions tirées de PU de municipalités québécoises favorables au verdissement du territoire et à la réduction des surfaces imperméables :

- Prévoir la protection de milieux naturels;
- Spécifier que le drainage des eaux de surface doit être effectué au moyen de fossés végétalisés.

Un plan d'urbanisme peut inclure des objectifs à respecter, mais aussi énoncer les moyens de mise en œuvre réglementaire pour atteindre ces objectifs (voir la note ci-après). Par exemple, les énoncés suivants pourraient être inclus à un PU :

- S'assurer d'avoir au règlement de zonage et des normes relatives :
 - à l'abattage et à la plantation des arbres;
 - au verdissement des stationnements;
 - à la présence de zones tampons plantées d'arbres et d'autres végétaux comme mesures de mitigation entre les usages industriels et commerciaux lourds et les usages résidentiels;
- Introduire aux règlements sur les plans d'implantation et d'intégration architecturale des critères d'aménagement des terrains qui favorisent le verdissement.

Plan particulier d'urbanisme (PPU)

Niveau de planification : Municipalité locale

Description : Le PPU est une composante du plan d'urbanisme qui permet à une municipalité de planifier plus en détail certaines parties de territoire exigeant une attention particulière. Il peut comprendre les affectations détaillées du sol ainsi que les densités, la nature et l'emplacement des infrastructures, mais aussi les règles de zonage, de lotissement et de construction proposées qui guideront l'élaboration ou la révision des règlements d'urbanisme.

L'adoption d'un PPU par le conseil municipal peut être motivée, par exemple, par une préoccupation particulière des citoyens (ou de la municipalité) concernant l'avenir d'un secteur, ou par l'annonce d'un projet important susceptible de provoquer des changements substantiels dans le secteur visé.

Pour plus de détails, voir cette [fiche](#) produite par le MAMH.

Exemple de dispositions d'un PPU mettant en œuvre les principes de verdissement et de réduction des surfaces imperméables

Dans un secteur particulier d'une municipalité où des problématiques de drainage et de débordement d'eaux usées auraient été constatées, un PPU pourrait être adopté pour y spécifier, par exemple, des critères et des objectifs relatifs aux éléments suivants :

- Forme de lotissement;
- Tracé des rues et intégration des fossés;
- Taille des lots individuels;
- Implantation des bâtiments;
- Emplacement de jardins pluviaux récupérant les eaux de gouttières;
- Séquence de construction des infrastructures de drainage;
- Localisation des marais, des étangs, des bassins et des noues;
- Aménagements paysagers requis, comme des bandes de végétation filtrantes;
- Matériaux de revêtement des espaces pavés privés;
- Transformation de rues existantes ou aménagement de rues partagées.

ANNEXE 4

Outils réglementaires en matière d'urbanisme prévus par la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme et exemples de libellés favorisant la réduction d'apports d'eaux pluviales

(Section 19.2.1)

Liste des règlements discutés dans la présente annexe :

- Règlement de zonage;
- Règlement de lotissement;
- Règlement de construction;
- Règlement sur les plans d'implantation et d'intégration architecturale (PIIA);
- Règlement sur les plans d'aménagement d'ensemble (PAE);
- Règlement sur les projets particuliers de construction, de modification ou d'occupation d'un immeuble (PPCMOI);
- Règlement sur la plantation et l'abattage d'arbres;
- Règlement sur les ententes relatives à des travaux municipaux;
- Règlement adopté en vertu de la Loi sur les compétences municipales (LCM), notamment les articles 4, 19 et 21 à 28 dans les cas des municipalités locales et l'article 104 dans le cas des municipalités régionales (MRC).

Un exemple de modification réglementaire afin de maximiser le verdissement et de réduire les surfaces imperméables est présenté à la dernière section de la présente annexe.

Les descriptions des outils présentées s'appuient sur le guide Web [La prise de décision en urbanisme](#) (MAMH, 2018).

La plupart des exemples de dispositions présentés aux sections précédentes ont été tirés de deux documents suivants :

- Chapitre 1 du [Guide d'accompagnement de l'autodiagnostic municipal en gestion durable des eaux pluviales](#) (ROBVQ, 2018);
- Guide [S'adapter au climat par la réglementation](#) (UMQ, 2022).

Ces documents peuvent être consultés pour obtenir plus d'information. Ils ne remplacent toutefois pas la lecture des textes de loi applicables.

MENTION IMPORTANTE : Les exemples de dispositions présentés dans la présente annexe sont tirés de réglementations de municipalités québécoises. Ces exemples sont présentés à titre indicatif seulement. Les critères et les seuils indiqués ont été déterminés par la municipalité d'origine à partir de sa réalité et du contexte d'application du règlement d'origine. **Ces critères et ces seuils ne sont pas nécessairement transférables tels quels dans une autre municipalité.** De plus, bien que ces exemples soient tirés de règlements municipaux, leur validité juridique devrait être vérifiée par un juriste si une municipalité souhaite s'en inspirer pour sa propre réglementation.

Règlement de zonage

Type : Règlement normatif

Description : Ce règlement permet de diviser le territoire en zones en vue de contrôler l'usage des terrains et des bâtiments ainsi que l'implantation, la forme et l'apparence des constructions. Ce règlement est particulièrement utile pour assujettir à des normes l'aménagement des aires de stationnement et des cours ainsi que l'abattage et la plantation des arbres.

Pour plus de détails, voir cette [fiche](#) produite par le MAMH.

Exemples de dispositions

Aire de stationnement

- Exiger que l'espace de stationnement ne puisse occuper plus de 30 % de la marge avant d'une habitation.
- Permettre au maximum d'une unité de stationnement par logement d'un bâtiment.
- Permettre au maximum une unité de stationnement par 100 m² de superficie de plancher commercial.
- Énoncer les cas où l'obligation d'aménager un stationnement peut être exemptée ou réduite.
- Établir les dimensions maximales des cases de stationnement et des allées de circulation.
- Exiger qu'un minimum de 10 % des stationnements de 20 cases et plus soit végétalisé.
- Exiger que des arbres soient plantés dans les stationnements de 20 cases et plus de manière à ce qu'au moins 40 % de la surface minéralisée soit ombragé par des arbres à maturité de plantation.
- Exiger que le coefficient d'occupation au sol des allées et du stationnement d'un terrain soit inférieur à 20 %.
- Exiger qu'une aire de stationnement extérieure de plus de cinq cases soit aménagée de manière à ce qu'un minimum de 10 % soit consacré à l'aménagement d'infrastructures vertes de gestion des eaux pluviales telles que des fossés engazonnés et des noues végétalisées, des tranchées filtrantes, des jardins de pluie ou des zones de biorétention.

Aménagement des terrains

- Exiger qu'un minimum de 40 % de la superficie d'un terrain soit conservé à l'état naturel.
- Exiger que les eaux de ruissellement s'écoulant sur le terrain soient gérées *in situ*.
- Exiger, pour tout usage industriel, qu'un minimum de 5 % de la superficie totale du terrain soit perméable et verdi grâce à la plantation de végétaux en pleine terre (gazon, plantes, arbres, arbustes). Cette superficie minimale conservée ou aménagée en espace vert doit se situer dans la cour avant ou dans la marge avant minimale.
- Exiger l'aménagement de zones tampons végétalisées et plantées entre des usages commerciaux, industriels et résidentiels.
- Exiger, sur un terrain occupé par un usage du groupe « Habitation » qu'au moins deux arbres soient conservés ou plantés, dont un en cours avant, et qu'un de ses deux arbres soit à moyen ou à grand déploiement.
- Exiger, sur un terrain occupé par un usage non résidentiel : a) qu'au minimum un arbre à moyen ou grand déploiement soit conservé ou planté par tranche de 12 m linéaires mesurés le long d'une ligne avant de terrain; b) qu'au minimum 60 % de ces arbres soient plantés en cours avant. Malgré ce qui précède, lorsque la marge minimale avant prévue à la grille est de 3 m et moins, les arbres exigés n'ont pas à être à grand déploiement.

- Exiger qu'un arbre ait, au moment de la plantation, un diamètre minimal de 2,5 cm, mesuré à 6 cm au-dessus du niveau du sol, et une hauteur minimale de 1,5 m.

Toit végétalisé

- Exiger que tout nouveau bâtiment principal, de construction incombustible et coiffé d'un toit plat ou dont la pente est inférieure à 17 %, comprenne une section végétalisée conforme aux dispositions suivantes :

Superficie au sol du bâtiment	Superficie minimale requise de toiture végétalisée
2 000 à 4 999 m ²	20 %
5 000 à 9 999 m ²	30 %
10 000 à 14 999 m ²	40 %
15 000 à 19 999 m ²	50 %
20 000 m ² et plus	60 %

Contribution aux fins de parcs ou d'espaces naturels

- Inclure des dispositions relatives à la contribution aux fins de parcs ou d'espaces naturels.

NOTE : La Loi sur l'aménagement et l'urbanisme donne le pouvoir aux municipalités d'exiger une [contribution aux fins de parcs, terrains de jeux et espaces naturels](#) lors d'une demande de permis de lotissement ou, dans certains cas, de permis de construction. La contribution peut prendre la forme soit de la cession gratuite d'un terrain à la municipalité, soit du versement d'une somme d'argent, soit d'une combinaison des deux. La superficie du terrain, si ce dernier est compris à l'intérieur du site pour lequel un permis est demandé, et la somme d'argent ou la combinaison des deux ne peuvent dépasser 10 % de la superficie ou de la valeur du site, respectivement.

Ainsi, le **règlement de zonage** peut prévoir une contribution préalable à la délivrance d'un permis de construction dans les cas suivants :

- Lorsque l'immeuble fait l'objet d'un projet de redéveloppement;
- Lors de la construction d'un nouveau bâtiment principal sur un terrain qui a été immatriculé comme lot distinct sans permis de lotissement, mais résultant de la rénovation cadastrale;
- Lorsque le permis vise à permettre de nouvelles activités sur le site visé;
- Lorsque le permis vise une intensification des activités existantes sur le site visé.

Règlement de lotissement

Type : Règlement normatif

Description : Ce règlement permet de spécifier, pour chaque zone, la superficie et les dimensions des lots ou des terrains et de fixer, selon la topographie des lieux et l'usage auquel les zones sont destinées, la manière dont les rues doivent être tracées, la distance à conserver entre elles et leur largeur. Ce règlement est particulièrement utile pour encadrer la conception du réseau routier (voir la section 19.4.1).

Pour plus de détails, voir cette [fiche](#) produite par le MAMH.

Exemples de dispositions

- Exiger des largeurs d'emprises de rue suffisantes pour mettre des ouvrages d'infiltration en bordure.
- Limiter la largeur maximale de pavage de voie de circulation à 3 m pour des rues locales.
- Imposer des valeurs de rayon de ronds de virage faibles pour réduire les superficies revêtues. Exiger le verdissage des îlots centraux de ronds de virage sur un certain rayon.
- Exiger que les rues comprennent une ou plusieurs des mesures suivantes :
 - Minimiser la largeur des rues afin de réduire la surface revêtue;
 - En bordure des rues, introduire des zones ponctuelles d'aménagement paysager qui permettent l'infiltration de l'eau dans le sol;
 - Pourvoir les culs-de-sac et les ronds-points d'aménagements paysagers qui permettent l'infiltration de l'eau dans le sol;
 - Aménager des ouvrages de captage des eaux de ruissellement en bordure des rues, tels que des noues ou des fossés végétalisés.
 - Inclure des dispositions relatives à la contribution aux fins de parcs ou d'espaces naturels.

NOTE : La Loi sur l'aménagement et l'urbanisme donne le pouvoir aux municipalités d'exiger une [contribution aux fins de parcs, terrains de jeux et espaces naturels](#) lors d'une demande de permis de lotissement ou, dans certains cas, de permis de construction. La contribution peut prendre la forme soit de la cession gratuite d'un terrain à la municipalité, soit du versement d'une somme d'argent, soit d'une combinaison des deux. La superficie du terrain, si ce dernier est compris à l'intérieur du site pour lequel un permis est demandé, et la somme d'argent ou la combinaison des deux ne peuvent dépasser 10 % de la superficie ou de la valeur du site, respectivement.

Ainsi, le **règlement de lotissement** peut prévoir qu'une contribution est exigée lors de l'approbation d'un plan relatif à une opération cadastrale, préalablement à la délivrance du permis de lotissement.

Règlement de construction

Type : Règlement normatif

Description : Le règlement de construction permet à une municipalité d'adopter des normes supérieures à celles du Code de construction du Québec ou portant sur des bâtiments ou des éléments non visés par ce code.

Pour plus de détails, voir cette [fiche](#) produite par le MAMH.

Exemples de dispositions

- Exiger que les eaux pluviales provenant d'un toit en pente ou plat d'un bâtiment soient évacuées au moyen d'une descente pluviale (gouttière) qui doit se déverser ces eaux vers la surface végétalisée du terrain ou dans un puits percolant situé à une distance d'au moins 1,5 m du bâtiment.
- Exiger que l'évacuation des eaux pluviales s'effectue à l'intérieur des limites de la propriété, loin de la zone d'infiltration captée par le tuyau de drainage des fondations du bâtiment, et en aucun cas dans l'emprise de la rue.
- Exiger qu'une descente pluviale (gouttière) ne soit, en aucun temps, reliée au drain de fondation d'un bâtiment.
- Exiger que les eaux de ruissellement et l'eau des gouttières soient dirigées vers des zones végétalisées du lot sur lequel est construite l'habitation ou sur un lot adjacent qui appartient au même propriétaire que l'habitation.
- Exiger que tout nouveau bâtiment soit équipé de toilettes alimentées à l'eau de pluie, à faible chasse (double fonction) qui évacuent un maximum de 6 L par chasse afin de réduire la consommation d'eau.
- Permettre la construction de toits végétalisés.

Règlement sur les plans d'implantation et d'intégration architecturale (PIIA)

Type : Règlement à caractère discrétionnaire

Description : Ce règlement permet à la municipalité d'évaluer, en fonction de critères qu'elle a établis, l'implantation et l'intégration architecturale des bâtiments, ainsi que l'aménagement des terrains.

Pour plus de détails, voir cette [fiche](#) produite par le MAMH.

Exemples de dispositions

- Pour toutes nouvelles voies de circulation, exiger que la largeur du pavage soit réduite le plus possible en tenant compte de l'achalandage et de la vitesse maximum autorisée.
- Exiger que la superficie des aires de stationnement soit réduite au minimum à l'aide d'aménagements paysagers et d'îlots de verdure.
- Favoriser de faibles marges de recul (pour limiter des longueurs excessives d'allées de circulation qui sont généralement imperméables).
- Exiger que le plan d'aménagement paysager prévoie une plantation linéaire de feuillus ou de conifères, ou des deux, pouvant atteindre une hauteur de 18 m le long de la voie publique.
- Limiter l'abattage d'arbres à celui effectué dans le but d'ériger les nouvelles constructions, les arbres matures devant être conservés autant que possible dans la planification du projet.
- Lorsqu'une aire de stationnement est agrandie ou réorganisée, exiger que les travaux d'aménagement aient comme résultat une augmentation des espaces végétalisés en matière de qualité et de superficie.
- Favoriser des opérations cadastrales qui tiennent compte des caractéristiques du site tout en minimisant les incidences sur les arbres, l'environnement et la topographie naturelle.

Règlement sur les plans d'aménagement d'ensemble (PAE)

Type : Règlement à caractère discrétionnaire

Description : Ce règlement permet à une municipalité d'appliquer, dans une zone précise, des objectifs et des critères encadrant la nature et les caractéristiques souhaitées des PAE⁷⁰, généralement sur des sites de grandes superficies. Les critères indiqués dans le règlement sur les PAE peuvent être exprimés sous forme d'objectifs qualitatifs (p. ex., le drainage des surfaces imperméables vers des zones végétalisées doit être favorisé) ou d'objectifs quantitatifs (p. ex., au moins 40 % de la superficie boisée doit être conservée).

Pour plus de détails, voir cette [fiche](#) produite par le MAMH.

Exemples de dispositions

- Pour toute nouvelle voie de circulation, la largeur du pavage est réduite à son minimum en tenant compte de l'achalandage et de la vitesse maximum autorisée.
- Les rues sont conçues de manière à favoriser le partage de la chaussée par les piétons, les cyclistes et les véhicules tout en assurant leur sécurité (concept de rue partagée; les surfaces imperméables des rues partagées sont souvent moindres que celles des rues conventionnelles, notamment en raison de l'absence d'un ou des deux trottoirs).
- Le projet favorise la conservation du couvert arboricole existant, prévoit de nouvelles plantations et favorise une diminution de l'étendue des superficies imperméables.
- Le projet favorise la réduction des superficies imperméables existantes de manière à miser sur le drainage naturel et à augmenter le couvert végétal.
- Le projet réduit la superficie des surfaces asphaltées autour des bâtiments et les remplace par des surfaces gazonnées sur lesquelles des végétaux sont plantés.
- Le projet prévoit un minimum de 75 % de cases de stationnement souterrain afin de réduire les surfaces imperméables.
- La conservation des boisés et d'îlots d'arbres matures de qualité est privilégiée afin de veiller à la conservation adéquate du couvert forestier dans les boisés d'intérêt.
- L'aménagement du site favorise la conservation de lisières boisées ou d'îlots naturels.
- Des mesures de protection du milieu naturel existant sont prévues, en particulier pour les cours d'eau et les boisés, préalablement à des travaux d'excavation et de construction.
- Des pratiques de gestion optimales des eaux pluviales sont mises en œuvre pour favoriser la rétention des eaux de ruissellement sur le site, leur filtration naturelle et leur infiltration (jardins pluviaux, noues végétalisées, marais filtrants, tranchées d'infiltration, bassins de rétention, etc.).
- L'aménagement du site limite ou minimise l'apport en eaux pluviales.
- Le projet prévoit des infrastructures pouvant accueillir des toits végétalisés.

⁷⁰ Le PAE est le document produit par un promoteur privé qui décrit les caractéristiques du projet de développement envisagé. Pour être approuvé par le conseil municipal suivant un avis du comité consultatif d'urbanisme, le PAE d'un projet de développement doit posséder les caractéristiques établies dans un règlement sur les PAE, si ce projet est situé dans la zone ciblée par un tel règlement.

Règlement sur les projets particuliers de construction, de modification ou d'occupation d'un immeuble (PPCMOI)

Type : Règlement à caractère discrétionnaire

Description : Ce règlement a pour objectif de permettre la réalisation d'un projet qui respecte les objectifs du plan d'urbanisme malgré le fait qu'il déroge à l'un ou l'autre des règlements d'urbanisme de la municipalité. La technique du PPCMOI relève du « zonage par projet » : elle permet d'encadrer le développement urbain au cas par cas. À la suite de l'adoption d'un PPCMOI, les nouvelles règles sont rattachées au projet lui-même et non à toute la zone dans laquelle il est réalisé.

Pour plus de détails, voir cette [fiche](#) produite par le MAMH.

Exemples de dispositions

De manière générale, les critères d'intégration des projets à leur milieu mentionnés pour les PIIA ou pour les PAE peuvent être semblables dans un règlement sur les PPCMOI. Voici en particulier des exemples de critères d'acceptation d'un projet extraits de règlements sur les PPCMOI :

- La protection des arbres et des massifs végétalisés est privilégiée. À cet effet, la coupe des arbres est limitée aux espaces constructibles et fonctionnels;
- L'aménagement proposé minimise les espaces minéralisés et imperméables au profit des espaces végétalisés et perméables;
- Une mise en valeur des espaces extérieurs et des plantations précisant leur contribution au verdissement, à l'accroissement du couvert végétal et à la perméabilité des sols est proposée;
- Les stationnements intègrent des principes d'écologie et de développement durable dans l'aménagement de l'espace (p. ex., diminuer les îlots de chaleur et assurer la rétention des eaux de ruissellement par biorétention).
- Le projet mise sur l'écologie et le développement durable.

Règlement sur la plantation et l'abattage d'arbres

Type : Règlement normatif

Description : La LAU habilite la municipalité locale ou la MRC à régir ou restreindre la plantation ou l'abattage d'arbres sur différentes zones du territoire. De telles dispositions sont généralement incluses dans un règlement de zonage ou dans un règlement spécifique portant sur la plantation et l'abattage d'arbres.

Pour plus de détails, voir cette [fiche](#) produite par le MAMH.

Exemples de dispositions

- L'abattage des arbres, autre que dans le cadre d'une exploitation forestière autorisée en vertu du présent règlement, est assujéti à l'une ou l'autre des conditions suivantes :
 - 1° L'arbre doit être mort ou atteint d'une maladie incurable;
 - 2° L'arbre doit poser un risque pour la sécurité des personnes;
 - 3° L'arbre doit être une nuisance pour la croissance et le bien-être des arbres voisins;
 - 4° L'arbre doit causer des dommages à la propriété publique ou privée;
 - 5° L'arbre doit être nécessairement abattu dans le cadre de l'exécution de travaux publics;
 - 6° L'arbre doit être nécessairement abattu pour la réalisation d'un projet de construction ou d'aménagement paysager.
- Lors du dépôt d'un projet de lotissement, le demandeur doit localiser, sur le plan, les secteurs boisés et conserver un nombre minimal de deux arbres par 150 m² d'aire résiduelle, sauf pour des utilisations résidentielles ou commerciales où cette valeur minimale est réduite à un.

Une personne qui obtient un permis de construction pour un terrain vacant boisé doit conserver ou planter des arbres de façon à satisfaire aux prescriptions minimales établies au paragraphe précédent. Les arbres à conserver doivent avoir une hauteur minimale de 4 m.

Les arbres à planter doivent avoir un diamètre minimal de 2 cm mesuré à 1,3 m du sol. Si ces derniers meurent dans un délai de deux ans, le propriétaire doit les remplacer.

- La conservation minimale de la surface arbustive ou arborescente doit correspondre au pourcentage suivant, selon la superficie du terrain à construire :

SUPERFICIE DU TERRAIN	POURCENTAGE À CONSERVER
Moins de 750 m ²	10 % de la superficie totale du terrain
750 m ² à 5 249 m ²	Superficie totale du terrain x 0,0133
5 250 m ² et plus	70 % de la superficie totale du terrain

Autant que possible, la surface arbustive ou arborescente à conserver devra être répartie comme suit sur le terrain :

- Cour avant : 25 %
 - Cours latérales : 30 %
 - Cour arrière : 45 %
- Partout sur le territoire de la municipalité, il est interdit d'abattre un arbre sans l'obtention d'un certificat d'autorisation ou d'un permis de construction conforme aux dispositions de la réglementation en vigueur.

Règlement sur les ententes relatives à des travaux municipaux

Type : Règlement normatif

Description : Ce règlement permet à une municipalité de faire financer et de réaliser des travaux d'infrastructures et d'équipements municipaux par un promoteur. En vertu de la LAU, une municipalité peut donc exiger la conclusion d'une entente relative aux travaux municipaux comme condition préalable à la délivrance d'un permis ou d'un certificat. Une municipalité peut ainsi exiger d'un promoteur qu'il prenne à sa charge les coûts de certains travaux qui devront être réalisés par la municipalité en conséquence du projet, notamment les travaux de mise en œuvre de mesures pour compenser les débits ajoutés au système d'égout liés au projet.

Pour plus de détails, voir cette [fiche](#) produite par le MAMH.

Exemple de dispositions

- Exiger que la totalité ou une fraction des coûts liés à la mise en œuvre de mesures compensatoires soit assumée par le promoteur d'un projet qui ajoutera des débits dans le système d'égout et qui, sans ces mesures compensatoires, exposera la municipalité à des sanctions pour ne pas avoir respecté des normes de débordement supplémentaires.
- La signature de l'entente de réalisation doit être précédée d'une présentation par le promoteur d'une caractérisation du terrain faite par une firme professionnelle reconnue en environnement ou en génie civil (il est en effet impératif de bien connaître le relief, le réseau hydrographique, la nature du sol ainsi que les caractéristiques de la faune et de la flore du terrain sur lequel est prévu un projet de développement pour planifier correctement la gestion des eaux pluviales du site).

Règlement adopté en vertu de la Loi sur les compétences municipales (LCM)

Type : Règlement normatif

Description : Les articles 4, 19 et 21 à 28 de la LCM établissent les pouvoirs généraux d'intervention et de réglementation d'une municipalité locale en matière d'environnement et, notamment, d'assainissement des eaux usées. Une municipalité peut donc adopter une variété de règlements ayant pour objet la protection de l'environnement et l'exploitation des systèmes d'égout.

Exemples de règlements

- Règlement de branchement à l'égout comprenant des dispositions telles que :
 - Interdire les rejets des eaux de gouttières dans le système d'égout municipal;
 - Limiter les débits rejetés au système d'égout municipal à une valeur maximale;
 - Interdire la canalisation d'un fossé ou d'un cours d'eau dans un raccordement d'égout domestique;
 - Interdire tout rejet d'eaux pluviales sortant d'un terrain desservi par un égout unitaire pour les premiers XX mm d'une pluie (p. ex., 10 mm);
 - Exiger qu'un système de biorétention permettant d'infiltrer les 19 premiers millimètres des eaux de ruissellement au niveau du sol soit prévu pour tout système de drainage faisant l'objet d'une demande de permis.
- Règlement relatif à la gestion des eaux pluviales comprenant des dispositions telles que :
 - La délivrance d'un permis d'une nouvelle construction ou d'un agrandissement est conditionnelle au respect des dispositions du présent règlement :
 - Les eaux pluviales en provenance du toit d'un bâtiment, qui sont évacuées au moyen de gouttières et d'un tuyau de descente, doivent être déversées en surface et à au moins un mètre du bâtiment, dans les limites de la propriété et en aucun cas dans l'emprise de la rue;
 - Ces eaux pluviales ne peuvent pas être déversées sur des surfaces imperméables (béton bitumineux, béton de ciment, pavé uni et autres types de surfaces imperméables);
 - Il est interdit de brancher les gouttières au drain de fondation.

Exemple de modification réglementaire : cas de l'arrondissement de Mercier-Hochelaga-Maisonneuve

NOTE : Cet exemple est présenté à titre indicatif seulement, afin d'illustrer le fait que, puisque plusieurs règlements municipaux portent sur des objets ayant des effets sur les eaux pluviales, l'amélioration de la gestion des eaux pluviales d'un territoire (via l'augmentation du verdissement et la réduction des surfaces imperméables) peut impliquer la modification de plusieurs règlements pour obtenir un ensemble réglementaire cohérent et synergique.

Face aux changements climatiques, l'arrondissement de Mercier-Hochelaga-Maisonneuve de Montréal a procédé en 2023 à un ensemble de modifications de ses règlements dans le but, notamment, d'augmenter le verdissement et de réduire les surfaces imperméables afin de lutter contre les îlots de chaleur, de réduire les eaux pluviales et de favoriser la biodiversité.

La présente section présente de manière détaillée les modifications réalisées. Cette [page Web](#) de la Ville de Montréal procure d'autres détails sur ce projet de modifications réglementaires de l'arrondissement Mercier-Hochelaga-Maisonneuve.

Ainsi, les objectifs suivants ont mené à des changements au règlement d'urbanisme de l'arrondissement ([règlement 01-275](#)) par l'entremise des règlements 01-275-146 et 01-275-149 :

- Assujettir les nouvelles constructions et les agrandissements à l'approbation d'un PIIA dont certains critères d'évaluation sont axés sur la gestion durable des eaux pluviales (usage d'infrastructures vertes d'infiltration, limitation des surfaces minéralisées, utilisation d'arbres).
 - Modification de l'article 666 afin d'inclure la construction d'un bâtiment et l'agrandissement d'un bâtiment à la liste des cas soumis à la procédure de révision d'un projet (approbation d'un PIIA).
- Orienter le verdissement d'un terrain.
 - Ajout d'articles à une annexe obligeant, pour tout nouveau bâtiment ou tout nouvel agrandissement de plus de 2 000 m² d'aire de plancher, le respect d'une valeur minimale d'un indicateur appelé « **facteur de résilience climatique** ». (Cet indicateur est décrit à la fin de la présente section.)
- Favoriser le verdissement des cours avant.
 - Ajout d'un article obligeant, sauf exemptions, l'occupation des cours avant d'une profondeur de plus d'un mètre par des végétaux tels que des plantes couvre-sol, des arbustes ou des arbres.
- Resserer les règles d'abattage et de plantation d'arbres.
 - Modification d'un article pour assujettir aux règles d'abattage et de plantation les arbres dont le tronc est d'un diamètre de 50 mm et plus mesuré à 1,3 m du sol (la règle antérieure ciblait les arbres avec un tronc de plus de 100 mm mesuré à 1,3 m du sol).
 - Remplacement d'un article afin que la construction d'une dépendance, d'une piscine, d'une aire de stationnement extérieure, d'une allée de circulation ou d'une clôture soit exclue des exemptions permises pour l'abattage.
 - Remplacement et ajout d'articles pour exiger au moins trois essences d'arbres (dont au moins un conifère) lorsque plus de 10 arbres doivent être plantés, pour préciser les règles de plantation (profondeur et volume minimaux du site de plantation, hauteur minimale de l'arbre à planter, distance minimale du site de plantation avec la limite de terrain) et pour obliger l'identification de l'espèce d'arbre planté par une étiquette.
 - Remplacement d'un article afin que la mise en conformité vis-à-vis du nombre minimal d'arbres exigé sur un terrain soit déclenchée lors de tout agrandissement, de toute

construction ou de toute modification d'une aire de stationnement ou d'une aire de chargement et de déchargement ainsi que lors de l'aménagement d'une piscine.

- Bonifier les normes de verdissement applicables aux aires de stationnement extérieur afin de réduire les surfaces imperméables et leurs impacts.
 - Modification d'un article pour augmenter le dégagement minimal du périmètre d'un stationnement de 1,5 m à 2,5 m et pour exiger qu'un minimum de 15 % de la superficie de l'aire de stationnement de cinq unités ou plus soit végétalisé.
 - Ajout d'un article précisant les règles de verdissement applicables, notamment les dimensions minimales des îlots de verdure et l'obligation d'inclure un arbre avec un diamètre de tronc de 35 mm mesuré à 1,3 m du sol dans chaque îlot de verdure.
 - Ajout d'un article afin d'exiger l'aménagement d'infrastructures vertes drainantes pour les aires de stationnement de 1 000 m² et plus.

Facteur de résilience climatique

Le **facteur de résilience climatique** (FCR) est un indicateur dont la valeur dépend de l'aménagement d'un terrain. Les critères d'évaluation sont regroupés selon trois axes : le niveau de perméabilité des revêtements de sols prévus, les types de plantation prévus et le degré de végétalisation du bâtiment.

La valeur minimale du FCR à respecter est établie selon le tableau suivant inscrit à l'article 387.2.10 du règlement d'urbanisme 01-275 de la Ville de Montréal :

Taux d'implantation du bâtiment (incluant une dépendance de toute superficie)	Pour un bâtiment occupé par un usage de la famille « habitation » ou « équipements collectifs et institutionnels », sauf pour les catégories d'usages E7(1) et E7(2)		Pour un bâtiment qui n'est pas occupé par un usage de la famille « habitation » ou « équipements collectifs et institutionnels »	
	Facteur de résilience climatique minimal		Facteur de résilience climatique minimal	
	Agrandissement	Nouvelle construction	Agrandissement	Nouvelle construction
Moins de 35 %	0,6	0,6	0,4	0,45
35 % à 50 %	0,45	0,6	0,35	0,4
Plus de 50 %	0,3	0,5	0,3	0,35

La valeur du FCR d'un terrain est établie par la grille suivante :

TABLEAU A							
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		
Éléments de l'aménagement paysager	Composantes	Description	Valeur (V)	Superficie (m ²) ou Quantité (S)	ARC Partiel		
A. Perméabilité des surfaces en contact avec le sol	A.1. Surface scellée	La surface est imperméable à l'air et à l'eau et ne présente aucune croissance végétale.	0		0.00		
	A.2. Surface partiellement scellée	La surface est perméable à l'air et à l'eau et ne présente aucune croissance végétale.	0.2		0.00		
	A.3. Surface semi-scellée	La surface est perméable à l'air et à l'eau, permet l'infiltration d'eau et la croissance des plantes.	0.4		0.00		
	A.4. Surface non scellée en pleine terre (gazon, terre)	La surface est perméable sans limite de profondeur et disponible pour la plantation.	1.5		0.00		
	A.5. Ouvrage de biorétention	La surface est un aménagement paysager installé en dépression pour gérer le ruissellement des eaux pluviales. Son fond doit être perméable pour permettre une infiltration partielle ou complète.	1.5		0.00		
B. Plantation	B.1. Arbre	B.1.1. Arbre à grand déploiement (autre que fruitier)	Superficie équivalente à 20m ² /arbre.	1		0.00	
		B.1.2. Arbre à moyen déploiement (autre que fruitier)	Superficie équivalente à 15m ² /arbre.	1		0.00	
		B.1.3. Arbre à petit déploiement (autre que fruitier)	Superficie équivalente à 10m ² /arbre.	1		0.00	
		B.1.4. Arbre fruitier	Arbre produisant des fruits comestibles pour la consommation humaine. Superficie équivalente à 10 m ² /arbre.	1.1		0.00	
		B.1.5. Arbre mature existant	Arbre existant ayant un DHP d'au moins 15 cm. Superficie équivalente à 20 m ² /arbre.	1.2		0.00	
	B.2. arbuste, plante vivace et couvre-sol	B.2.1. Pailis	Pailis grossier (par exemple des copeaux de bois d'arboriculteur, de l'écorce grossière, du pailis de compost ou du pailis minéral), maintenu à une épaisseur minimale de 100 mm.	0.1		0.00	
		B.2.2. Arbuste et plantes vivaces de petite taille, couvre sol ou pré-fleur	Hauteur inférieure à 600 mm à maturité, feuilles persistantes. Profondeur de terre d'au moins 300 mm.	0.2		0.00	
		B.2.3. Arbuste et plante vivace de taille moyenne	Hauteur minimale de 600 mm et inférieure à 1500 mm à maturité. Profondeur de terre d'au moins 500 mm.	0.3		0.00	
		B.2.4. Arbuste de grande taille	Hauteur minimale de 1500 et inférieure à 3000 mm à maturité. Superficie équivalente à 3,5 m ² /arbuste. Profondeur de terre d'au moins 800 mm.	0.4		0.00	
	B.3. Agriculture urbaine	B.3.1. Plante comestible vivace	Plante comestible vivace pour la consommation humaine autre qu'un arbre fruitier. Profondeur de terre d'au moins 300 mm.	0.1		0.00	
	C. Végétalisation des bâtiments	C.1. Toit végétalisé	C.1.1. Toit végétalisé extensif	Toit végétalisé dont le substrat de croissance a une épaisseur minimale de 100 mm et inférieure à 150 mm.	0.4		0.00
			C.1.2. Toit végétalisé semi-intensif	Toit végétalisé dont le substrat de croissance a une épaisseur minimale de 150 mm et inférieure à 300 mm.	0.6		0.00
			C.1.3. Toit végétalisé intensif	Toit végétalisé dont le substrat de croissance a une épaisseur minimale de 300 mm et inférieure à 600 mm.	0.8		0.00
C.1.4. Toit végétalisé super-intensif			Toit végétalisé dont le substrat de croissance a une épaisseur minimale de 600 mm et inférieure à 1000 mm.	1		0.00	
C.1.5. Toit végétalisé ultra-intensif			Toit végétalisé dont le substrat de croissance a une épaisseur minimale de 1000 mm.	1.2		0.00	
C.2. Structure verticale végétalisée		C.2.1. Mur végétalisé	Hauteur maximale de 10 mètres. Plantation en pleine terre.	0.5		0.00	
		C.2.2. Clôture végétalisée	Hauteur maximale de 2,5 mètres. Plantation en pleine terre.	0.3		0.00	
C.3. Contenant de plantation		C.3.1. Contenant de faible profondeur	Contenant de plantation ayant un substrat de croissance d'une profondeur minimale de 400 mm et inférieure à 800 mm. Volume de terre minimal de 1 m ³ .	0.2		0.00	
		C.3.2. Contenant de grande profondeur	Contenant de plantation ayant un substrat de croissance d'une profondeur minimale de 800 mm. Volume de terre minimal de 5 m ³ .	0.4		0.00	

ANNEXE 5

Contenu minimal recommandé d'un plan de gestion des débordements et des dérivations axé sur des mesures compensatoires

(Section 22.1)

L'annexe 5 résume les éléments qui devraient être minimalement couverts par un plan de gestion des débordements et des dérivations (PGD) axé sur la mise en œuvre de **mesures compensatoires**. Ce plan devrait constituer l'outil d'aide à la planification d'une municipalité en matière de débordement lui permettant de s'assurer, pour les secteurs visés par le plan, que les normes de débordement (réglementaires et supplémentaires) associées à chaque ouvrage de surverse seront respectées année après année, et que la fréquence des dérivations à la station d'épuration ne sera pas augmentée, et ce, malgré l'ajout de débits planifié dans le système d'égout.

IMPORTANT : Aucun plan de gestion des débordements et des dérivations n'a à être transmis au Ministère aux fins d'approbation.

1.1 Délimitation des secteurs visés par le PGD (territoire et ouvrages de surverse)

Une description du territoire desservi par le réseau de collecte d'eaux usées et une vue d'ensemble du réseau doivent être présentées dans le PGD avec tous les détails jugés pertinents à la compréhension de l'architecture du réseau. Le type de réseau par secteur (unitaire, domestique ou pseudo-domestique), l'occupation du territoire, la distribution de la population, les sites ayant un intérêt particulier, la topographie et le milieu récepteur sont des exemples d'éléments à traiter pour aider à la description du territoire. Tous les autres facteurs pouvant aider à la description du réseau devraient être inclus.

Un inventaire et une description des ouvrages de débordement doivent aussi être présentés. Les descriptions devraient fournir les informations de base comme le type d'ouvrage et son mode de fonctionnement. Une description sommaire du territoire en amont doit également être offerte en couvrant minimalement les points suivants : la superficie totale, le type de réseau, l'occupation du sol, la population et la topographie. Les détails relatifs à l'interdépendance des ouvrages ainsi que les conditions particulières pouvant affecter le mode de fonctionnement des ouvrages doivent également être abordés. Pour faciliter la compréhension des ouvrages, ceux-ci devraient être localisés sur le plan d'ensemble du réseau.

1.2 Vérification de la nécessité de prévoir des mesures correctives

Le PGD devrait faire état des fréquences des débordements en temps de pluie et fonte répertoriés à chacun des ouvrages de surverse et les comparer avec la norme de débordement supplémentaire. Les débordements en temps sec doivent aussi être répertoriés. Tout débordement en temps sec est interdit par l'article 8 du ROMAEU (sauf exceptions indiquées).

La méthode de comptabilisation des débordements des ouvrages devrait être présentée. Certains enregistrements sont sur une base hebdomadaire et d'autres, sur une base quotidienne.

Il est préférable de présenter les débordements des ouvrages et leurs normes sous forme de tableau pour en faciliter l'interprétation. Les valeurs présentées doivent concorder avec celles consignées dans le système SOMAEU. Le tableau devrait faire une distinction entre les débordements enregistrés par temps sec et ceux par temps de pluie.

Les ouvrages qui ne respectent pas les normes de débordement supplémentaires doivent être indiqués. Ainsi, avant qu'un ajout de débits soit permis par une municipalité, des mesures devraient être mises en œuvre pour corriger les problématiques existantes (appelées « mesures correctives ») en plus des mesures nécessaires pour compenser les ajouts planifiés de débits (appelées « mesures compensatoires »). À noter que si, au moment de la délivrance d'une attestation d'assainissement municipale, des ouvrages de surverse sont en situation de non-conformité, le Ministère imposera dans cette attestation un programme correcteur qui obligera la mise en œuvre de mesures correctives à l'intérieur de l'échéance fixée.

1.3 Évaluation de la pluviométrie qui cause des débordements

Une analyse des données pluviométriques et des débordements doit être présentée afin de déterminer les événements de pluies qui causent des débordements, tant pour l'approche avec modélisation que pour celle avec une méthode simplifiée. Les caractéristiques des événements pluvieux doivent comprendre la durée, la quantité de pluie ainsi que l'intensité maximale et moyenne durant les événements.

Si les données pluviométriques détaillées sont insuffisantes ou incomplètes, des événements synthétiques peuvent être générés pour une modélisation ou une approche simplifiée pourrait être utilisée si applicable, bien que les conclusions pouvant être tirées de telles analyses basées sur des événements ponctuelles sont limitées (voir section 12.3.6.1).

1.4 Évaluation des ajouts de débits

Le détail du calcul des ajouts de débits projetés devrait être indiqué. Les ajouts de débits à considérer sont ceux indiqués à la section 12.3.4 du présent guide.

Le débit de pointe d'origine domestique (soit le débit domestique majoré d'un facteur de pointe) et les débits d'infiltration générés par les développements doivent être présentés séparément.

Les hypothèses utilisées pour les projections des valeurs de débit supplémentaire d'origine domestique, de captage et d'infiltration doivent être clairement précisées.

Un tableau synthèse indiquant les ajouts de débits déjà réalisés et ceux prévus par ouvrage de surverse devrait être présenté. Ce tableau devrait indiquer les valeurs de débit (moyen, de pointe) et les dates de réalisation des projets.

Rappel sur les ajouts de débits

Une municipalité ne devrait pas permettre l'ajout de débits dans un système d'égout pour lequel aucune mesure compensatoire suffisante n'a été planifiée en raison du non-respect des normes de débordement qu'un tel ajout provoquera. Cela est particulièrement crucial si des débits ont déjà été ajoutés à ce système depuis le 1^{er} avril 2014 sans avoir été compensés.

1.5 Description des mesures compensatoires et échancier de mise en œuvre

Les normes de débordement supplémentaires inscrites dans les attestations d'assainissement municipales ont été établies à partir des débordements déclarés par les municipalités entre 2009 et 2013. Les effets des mesures compensatoires mises en œuvre avant 2014 ont donc été pris en compte lors de l'établissement de ces normes. Ainsi, les mesures réalisées avant 2014 ne devraient pas être considérées afin de compenser des débits ajoutés après 2014, car cela pourrait entraîner le non-respect d'une ou de plusieurs normes de débordement supplémentaires.

Les mesures compensatoires devraient en principe être mises en œuvre dans le même bassin de drainage que celui où sont réalisés les projets qui génèrent des débits supplémentaires.

Les mesures compensatoires prévues doivent être présentées par secteur et par ouvrage de débordement. L'impact direct que la mesure aura sur l'ouvrage doit d'être clairement décrit. Tous les détails jugés pertinents à la compréhension de l'effet de la mesure ou de son fonctionnement doivent être inclus :

- La localisation de la mesure;
- Les détails de sa mise en application;

- Le dimensionnement, la quantité ou la taille;
- L'augmentation ou la modification de la capacité;
- L'effet attendu.

Si les mesures ont un succès ou un taux d'application incertain, une description détaillée des incertitudes et des hypothèses se doit d'être présentée pour appuyer les effets attendus.

Un échéancier de mise en œuvre des mesures compensatoires doit être présenté. Le respect de cet échéancier est crucial si une demande de report de norme basée sur cet échéancier a été acceptée par le Ministère. En effet, **le manque de ressources financières, techniques et humaines ne constituera pas un motif valable pour justifier le non-respect du programme correcteur et d'une norme de débordement supplémentaire et la non-application des sanctions associées.** À défaut d'avoir l'assurance que la mise en œuvre des mesures compensatoires pourra être réalisée à l'intérieur de l'échéancier prévu, une municipalité ne devrait pas permettre à l'ajout de débits à son système d'égout.

1.6 Démonstration de l'efficacité des mesures compensatoires

L'application des mesures compensatoires doit essentiellement démontrer que les normes de débordement seront respectées pour chaque ouvrage de débordement. À ce sujet, la section 12.3.6 peut être consultée.

Hypothèses prudentes à préconiser

Il est de la responsabilité de la municipalité de s'assurer que la mise en œuvre des mesures compensatoires permet en tout temps le respect de la norme de débordement supplémentaire associée à chaque ouvrage de surverse établie dans l'attestation d'assainissement municipale délivrée (ou à venir) malgré l'ajout de débits dans le système d'égout depuis le 1^{er} avril 2014. Une mauvaise évaluation des débits ajoutés ou de l'efficacité des mesures compensatoires peut conduire à une augmentation des débordements et au non-respect des normes de débordement supplémentaires. Une approche prudente est recommandée dans le choix des hypothèses de calculs.

Si un modèle numérique a été utilisé pour appuyer la démarche de la mise en place des mesures compensatoires, une description des étapes de modélisation et de collecte de données doit d'abord être présentée. La description devrait au minimum contenir les éléments suivants :

- **Modèle utilisé, origine et version.** Il faut spécifier le type et la version du modèle utilisé ainsi que son origine. Est-ce un modèle existant qui a été converti pour les besoins du plan de gestion, ou est-ce un nouveau modèle? Quelles modifications y ont été apportées? Quel était le niveau de confiance accordé au modèle et quel niveau de confiance peut lui être accordé à la suite des modifications?

Une description sommaire du modèle doit être présentée en prenant soin de mentionner les détails importants relativement à son exploitation comme :

- Le niveau de représentation du réseau et des différentes structures (représentation complète ou partielle du réseau, simplification d'ouvrages, dernière mise à jour, etc.);
- L'échelle et la division des sous-bassins de drainage;
- La modélisation des débits d'origine domestique résidentielle, industrielle, commerciale et institutionnelle;
- La modélisation des débits de captage et d'infiltration.

Tous autres détails particuliers relatifs au fonctionnement ou à l'exploitation du modèle sont à inclure.

- **Description de la campagne de mesures.** Localisation des appareils, données récoltées, durée de la campagne, type de suivis supplémentaires et résumé des périodes de temps sec et de temps de pluie.

- **Description des données historiques.** Présentation des données historiques ou des séries chronologiques qui ont été utilisées pour la calibration ou l'exploitation du modèle et description du contexte dans lequel ces données ont été compilées.
- **Résultats de la calibration.** Les résultats de la calibration en temps sec et en temps de pluie ainsi que les différents indices de mesure de la qualité de l'ajustement doivent être présentés selon les recommandations du chapitre 14. Les paramètres utilisés dans la calibration et leurs valeurs finales sont à préciser. Les hypothèses entourant la calibration qui méritent d'être soulignées doivent également être présentées.
- **Comparaison avec les débordements enregistrés.** Les résultats du modèle numérique devraient être comparés avec les données de mesure des débordements disponibles : fréquence, durée, volume, etc. La comparaison du nombre de débordements doit mentionner si les événements simulés surviennent aux dates attendues. Si des différences importantes sont observées relativement à la fréquence ou à la durée, elles devraient être expliquées.
- **Appréciation générale du modèle.** Une description du niveau de confiance accordé au modèle exposant les forces et les faiblesses de celui-ci doit être présentée et être mise en contexte par rapport aux impacts possibles de la modélisation des mesures compensatoires.

Le modèle est ensuite utilisé pour la simulation des différents scénarios (ou différentes alternatives) de mise en œuvre de mesures compensatoires. Les paramètres et les conditions de modélisation des différents scénarios devraient être clairement exposés. La stratégie de modélisation générale et les paramètres de modélisation utilisés pour l'application des mesures compensatoires doivent également être exposés.

Les résultats du modèle doivent ensuite être utilisés pour démontrer le respect des normes de débordement pour l'ensemble des ouvrages. La chronologie des développements devrait être prise en compte dans la démonstration du respect des normes de débordement.

1.7 Registre des débits

Un registre des débits ajoutés depuis le 1^{er} avril 2014 et retirés par les mesures compensatoires dans chacun des bassins de drainage des ouvrages où les ajouts ont été (ou seront) effectués devrait être produit afin de permettre à une municipalité de s'assurer que l'ensemble des mesures compensatoires réalisées et planifiées est équivalent à l'ensemble des débits ajoutés ou planifiés.

De plus, un bilan annuel des débits ajoutés et retirés à l'intérieur de chacun des bassins de drainage visés par le PGD doit être produit par la municipalité pour confirmer le respect de l'échéancier de réalisation des mesures compensatoires.

ANNEXE 6

Coûts unitaires préliminaires liés à différentes mesures de gestion des débordements et des dérivations (établis en 2019)

(Section 22.5.1)

Exemples de coûts unitaires approximatifs de construction pour les analyses multicritères^{(1), (2)}

Mesures	Coûts unitaires approximatifs (en 2020) (\$ CA) ^{(3), (4)}	Commentaires
Bassin de rétention sec avec retenue prolongée	125 \$ à 200 \$/m ³ de rétention	
Bassin de rétention souterrain en béton (pour eaux usées)	1 200 \$ à 1 500 \$/m ³ de rétention	
Régulateur de débit à vortex	1 500 \$ à 2 000 \$ par unité	Fonctionnel pour de faibles débits (inférieurs à 20 L/s).
Régulateur de débit de type orifice	500 \$ à 1 000 \$ par unité	Fonctionnel pour des débits plus élevés (supérieurs à 20 L/s).
Débranchement simple de gouttières	100 \$ par unité	
Débranchement de gouttières en incluant la construction d'un jardin de pluie ou d'un puits d'infiltration	600 \$ par unité	
Réhabilitation de conduite par chemisage	250 mm – 460 \$/m linéaire 300 mm – 985 \$/m linéaire 600 mm – 1 378 \$/m linéaire	
Infrastructures vertes		
Système de biorétention (saillie dans l'emprise de rue)	1 250 \$/m ²	Coûts très variables. Un élément important dans des secteurs existants est la reconstruction d'un puisard à l'intérieur de la saillie; si le puisard existant est en bon état, il peut être réutilisé en partie sans le relocaliser.
	Gamme : 738 830 \$ à 1 233 030 \$ (par hectare de secteur géré)	NJDEP, (2018) Basé sur des coûts de Philadelphie et de l'État de New York, en dollars canadiens convertis à partir des coûts en dollars américains.
Système de biorétention (p. ex, dans un stationnement)	130 \$ à 600 \$/m ²	STEP, 2013; STEP, 2019a; STEP, 2019b Coût unitaire plus bas en fonction d'une plus grande superficie. Coût variable en fonction de la densité et du type de végétaux.

Mesures	Coûts unitaires approximatifs (en 2020) (\$ CA) ^{(3), (4)}	Commentaires
Systèmes de revêtement poreux	125 \$ à 140 \$/m ²	Revêtement avec blocs de béton. (TRCA, 2013; STEP, 2019)
	Gamme : 573 275 \$ à 859 910 \$ (par hectare de secteur géré)	NJDEP, (2018) Basé sur des coûts de Philadelphie et de l'État de New York, en dollars canadiens convertis à partir des coûts en dollars américains.
Toits verts	110 \$ à 250 \$/m ²	STEP, 2013
	Gamme : 1 957 030 \$ à 2 965 200 \$ (par ha de secteur géré)	NJDEP, (2018) Basé sur des coûts de Philadelphie et de l'État de New York
	Gamme : 326 175 \$ à 489 260 \$ (par hectare de secteur géré)	NJDEP, (2018) , Basé sur des coûts de Philadelphie et de l'État de New York, en dollars canadiens convertis à partir des coûts en dollars américains.
	Toit vert extensif sur existant : 230 \$ à 540 \$/m ² Toit vert intensif sur existant : 648 \$ à 1 400 \$/m ²	ÉcoHabitation ⁽³⁾
Chambre d'infiltration	20 \$ à 35 \$/m ² de surfaces imperméables tributaires	STEP, 2013 Peut varier de façon appréciable selon les manufacturiers et l'agencement.
	500 \$ à 700 \$/m ³	Variable selon les différents manufacturiers et systèmes.

(1) Les coûts présentés n'incluent pas ceux pour les activités d'exploitation et d'entretien.

(2) Le rapport sur les analyses de cycles de vie préparé par le Sustainable Technologies Evaluation Program (STEP, 2013) et la mise à jour de l'outil d'évaluation (STEP, 2019a et 2019b) constituent des références utiles pour estimer les coûts d'infrastructures vertes. D'autres références pour les coûts sont le document du NJDEP, (2018) et celui de Capital Region (2018), en Pennsylvanie. Il est important de souligner que les durées de vie types des infrastructures vertes avant réhabilitation majeure sont de l'ordre de 25 à 30 ans (NJDEP, (2018); Capital Region, 2018).

(3) Les coûts peuvent être influencés de façon substantielle par la présence de sols contaminés.

(4) ÉcoHabitation. Mise en œuvre de toits végétalisés, de toits verts et de toits de végétaux (ecohabitation.com). Un architecte ou un spécialiste devrait être consulté pour la mise en place d'un toit végétalisé sur une structure existante.

Références citées

- CAPITAL REGION WATER (CRW) (2018). *Appendix B – Basis of Cost Opinions Costs for Combined Sewer Overflow Control Technologies and Alternatives, City Beautiful H₂O Program Plan*, Capital Region Water, Harrisburg, PA.
- NJDEP (2018). *Evaluating Green Infrastructure: A Combined Sewer Overflow Control Alternative for Long Term Control Plans*, New Jersey, Division of Water Quality, New Jersey Department of Environmental Protection. Disponible au https://www.nj.gov/dep/dwq/pdf/CSO_Guidance_Evaluating_Green_Infrastructure_A_CSO_Control_Alternative_for_LTCPs.pdf.
- STEP (2019a). *User Guide for the Life Cycle Costing Tool*, version 2.0, Toronto and Region Conservation Authority, Toronto, Sustainable Technologies Evaluation Program. Disponible au https://sustainabletechnologies.ca/app/uploads/2020/01/LCCT_2019_user_guide.pdf.
- STEP (2019b). *Life Cycle Costing Tool (version 2.0) – Sensitivity Analysis*, Toronto and Region Conservation Authority, Toronto, Sustainable Technologies Evaluation Program. Disponible au https://sustainabletechnologies.ca/app/uploads/2020/04/LCCT-Sensitivity-Analysis_March2020.pdf.
- STEP (2013). *Assessment of Life Cycle Costs for Low Impact Development Stormwater Management Practices*, Toronto, Sustainable Technologies Evaluation Program. Disponible au <https://sustainabletechnologies.ca/app/uploads/2013/05/LID-LCC-final-2013-ES.pdf>.
- TRCA (2013). *Assessment of Life Cycle Costs for Low Impact Development Stormwater Management Practices*. STEP, Toronto, ON. Disponible au <https://sustainabletechnologies.ca/app/uploads/2013/05/LID-LCC-final-2013-ES.pdf>

ANNEXE 7

Analyse multicritère pour la sélection de mesures de gestion des débordements et des dérivations

(Section 22.6)

Considérant les types de scénarios qui peuvent être envisagés dans le cadre d'une stratégie de contrôle des débordements, qui fera généralement intervenir, en plus des éléments purement techniques, des aspects sociaux ou environnementaux, il sera difficile dans certains cas de choisir le plan d'action optimal. Plusieurs raisons pourront faire en sorte qu'une simple analyse des coûts de construction ne soit pas adéquate pour effectuer un choix éclairé :

- La sélection de la meilleure alternative devrait se baser sur des analyses faisant intervenir une approche de cycle de vie incluant l'exploitation et l'entretien ainsi que les besoins de performance à long terme et tenant compte des enjeux sociétaux, économiques et environnementaux;
- La décision devrait refléter les préférences, les capacités et les besoins de toutes les parties prenantes;
- La prise de décision doit tenir compte des incertitudes pouvant être liées à une information incomplète ou inconnue;
- Différents enjeux à long terme, comme l'impact des changements climatiques ou le développement urbain à prévoir, devraient constituer des facteurs à évaluer.

Comme la prise en compte de ces différents éléments pourra nécessiter des évaluations qui, dans certains cas, sont difficilement quantifiables de façon précise ou sont décrites avec des unités ne permettant pas de les amalgamer facilement dans une grille décisionnelle simple, il sera préférable, et recommandé, d'utiliser une analyse multicritère. Une telle approche permet de structurer et de résoudre des problèmes décisionnels en combinant la performance de chaque alternative ou scénario contenant des critères multiples, tant quantitatifs que qualitatifs, qui peuvent être conflictuels. Une approche multicritère permet d'exprimer plusieurs domaines d'intérêt et les préférences associées. Elle apporte une vision multidimensionnelle, propice à la réflexion et aux discussions.

Plusieurs méthodes d'agrégation sont disponibles pour compléter le processus et ont été utilisées pour les analyses concernant les infrastructures municipales et, plus spécifiquement, les réseaux d'égout (Kabir et collab., 2014; DCLG, 2009; Joshi et collab., 2020; Young et collab., 2010; Wu et Abdul-Nour, 2020). Les différentes méthodes peuvent être regroupées sous trois différentes catégories (Wu et Abdul-Nour, 2020) :

1. **Méthodes avec agrégation complète.** Chaque critère se voit attribuer un poids, qui indique l'importance du critère, et un pointage pour chaque alternative est ensuite calculé. L'alternative avec le pointage le plus élevé est alors sélectionnée. La méthode appelée *Analytic Hierarchy Process (AHP)*, développée en 1980 (Saaty, 1980 et 2008) et représentative de l'approche américaine, est un exemple de cette approche.
2. **Méthodes de classement.** Chaque paire d'alternatives est comparée pour chaque critère afin de classer les alternatives. Les méthodes ELECTRE (ELimination Et Choix Traduisant la Réalité) (Benayoun et collab., 1966; Roy, 1968) et PROMETHEE (*Preference Ranking Organization METHods for Enrichment Evaluation*) sont deux exemples de méthodes ayant été utilisées pour les analyses dans le cas d'infrastructures en eau.
3. **Méthodes avec objectif, aspiration ou niveau de référence.** Ces méthodes déterminent à quelle distance se trouvent les différentes alternatives par rapport aux objectifs idéaux ou les aspirations. Un exemple de cette approche est la méthode TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*).

Le tableau 1 résume les principales forces et faiblesses des quatre principales méthodes ayant été appliquées pour les analyses concernant les infrastructures de génie civil.

Tableau 1. Forces et limitations des principales méthodes pour analyses multicritères

Méthode multicritère	Principales forces	Principales limitations
AHP	<ul style="list-style-type: none"> • Applicable lorsque des paramètres exacts et totaux peuvent être rassemblés. • Le problème décisionnel peut être découpé à petite échelle, facilitant l'évaluation pour chaque critère. • Applicable à des problèmes simples ou multiples, en incorporant des critères quantitatifs et qualitatifs. • Calcul d'un ratio de cohérence pour une certaine validation du résultat. • Bonne méthode avec un nombre limité d'alternatives et de critères. 	<ul style="list-style-type: none"> • L'utilisation devient plus compliquée avec de nombreux critères. • Avec plusieurs critères à comparer par paires, il peut devenir laborieux de maintenir une vue d'ensemble. • Peut présenter plus d'incohérences que les autres méthodes.
ELECTRE III	<ul style="list-style-type: none"> • Applicable avec de l'information manquante. • Applicable même avec des alternatives incomparables. • Applicable même lorsqu'il est nécessaire d'incorporer des incertitudes. • Applicable avec des attributs tant quantitatifs que qualitatifs. 	<ul style="list-style-type: none"> • Peut dans certaines situations ne pas donner l'alternative préférée ou ne pas permettre de trancher entre deux alternatives • Sans logiciel, les calculs peuvent être laborieux.
PROMOTHEE	<ul style="list-style-type: none"> • Applicable même lorsque de l'information simple et efficiente est nécessaire. • Permet l'opération directe sur les variables incluses dans la matrice décisionnelle, sans nécessiter de normalisation. 	<ul style="list-style-type: none"> • Différentes versions selon le type de problème. • Mise en œuvre laborieuse sans logiciel. • Difficile d'obtenir une vision claire du problème en utilisant plusieurs critères.
TOPSIS	<ul style="list-style-type: none"> • Principes de base faciles à comprendre et méthode facile à mettre en œuvre. • Applicable lorsque des paramètres exacts et totaux peuvent être rassemblés. • Considération de solutions idéales positives et négatives. • Utilisation de nombres flous (<i>fuzzy number</i>) pour tenir compte des incertitudes. • Moins laborieux que l'évaluation de paires de critères comme avec AHP. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sans logiciel, les calculs peuvent être laborieux (calculs matriciels plus complexes à réaliser sans une application logicielle). • Nécessite des unités semblables (peut causer un biais avec une échelle de 1 à 10 par exemple).

Adapté de Kabir et collab., 2014, Wu et Abdul-Nour, 2020, et Aceves et Fuamba, 2016

Wu et Abdul-Nour (2020) fournissent une étude de cas pour l'application des quatre méthodes présentées au tableau 1, avec une analyse pour la mise à niveau d'un poste de pompage. Bien que les auteurs concluent que la méthode PROMETHEE II a donné les meilleurs résultats pour cette étude spécifique, l'approche AHP peut être utilisée ici pour illustrer l'application d'une méthode multicritère à l'élaboration d'un plan de gestion des débordements (voir aussi Young et collab., 2010, Aceves et Fuamba, 2016, et Joshi et collab., 2020). Soulignons que les méthodes d'agrégation locale, comme la somme des notes ou

la multiplication de ratios, ne sont pas recommandées puisqu'elles peuvent conduire à des prises de décision non cohérentes ou illogiques.

Des priorités sont dérivées tout d'abord pour les critères en fonction de leur importance pour atteindre l'objectif et ensuite pour la performance des différentes alternatives pour chaque critère. Ces priorités sont dérivées en se basant sur des évaluations par paire en utilisant le jugement et une échelle de valeurs de 1 à 9 (ce qui permet de comparer des éléments avec différentes unités). Enfin, une pondération et un processus d'addition sont utilisés pour obtenir des priorités globales pour les alternatives.

La méthode AHP comprend globalement quatre étapes :

1. Structure du problème en créant une hiérarchie;
2. Calcul des priorités (combinaison et comparaison par paires);
3. Vérification de la cohérence de la matrice de comparaison par paire;
4. Synthèse des priorités finales.

1. Structure du problème avec hiérarchisation

Il s'agit dans un premier temps de définir l'objectif global et les différentes alternatives qui peuvent être envisagées pour atteindre l'objectif. Parallèlement, des critères doivent être définis afin d'établir pour chacune des alternatives la manière dont les critères peuvent avoir plus ou moins d'impact. La décomposition et la hiérarchisation qui sont visées sont illustrées à la figure 1.

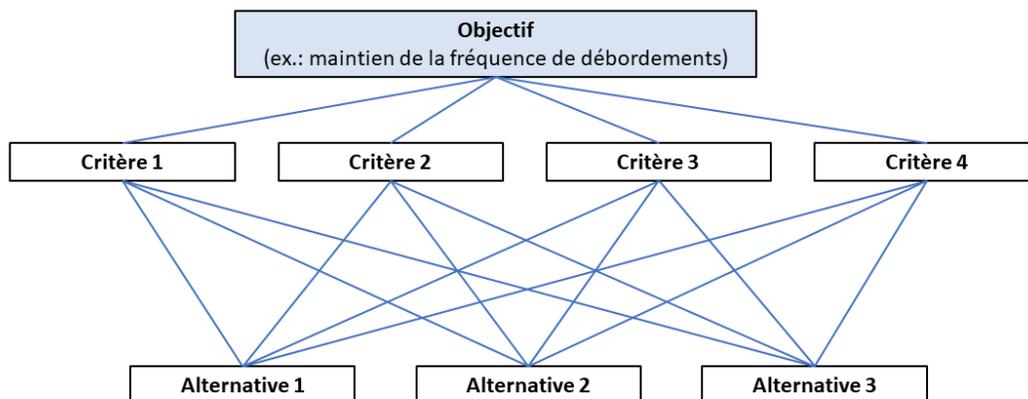


Figure 1. Schématisation d'une hiérarchisation pour l'application de la méthode multicritère AHP

Pour un plan de gestion des débordements, l'objectif de base pour satisfaire aux exigences serait par exemple de ne pas augmenter la fréquence des débordements, alors que, pour les objectifs, il pourrait s'agir de diminuer les débits dirigés vers un site afin de dégager une marge de manœuvre pour accueillir des débits supplémentaires associés à de nouveaux développements. Des exemples de critères qui pourraient être définis sont fournis au tableau 2. D'autres critères pourraient être imaginés en fonction du contexte, par exemple la durée des travaux et leur impact économique, le type de sols en place (pouvant favoriser le recours à des infrastructures vertes avec de l'infiltration), les améliorations esthétiques, la réduction des îlots de chaleur, la réduction des volumes de ruissellement rejetés ou la réduction de la pollution avec des scénarios faisant intervenir des infrastructures vertes (Young et collab., 2010; Aceves et Fuamba, 2016b; Joshi et collab., 2020).

Tableau 2. Exemples de critères d'analyse

Critère	Description	Type	Statut	Objectif
C1	Performance de réduction des apports	Quantitatif	Positif	Maximiser
C2	Coût de construction	Quantitatif	Négatif	Minimiser
C3	Coût d'exploitation et d'entretien	Qualitatif	Négatif	Minimiser
C4	Impact environnemental	Qualitatif	Négatif	Minimiser
C5	Bénéfice potentiel futur	Qualitatif	Positif	Maximiser

Adapté de Wu et Abdul-Nour, 2020.

Les alternatives, ou encore scénarios ou variantes, sont des interventions ou des regroupements d'interventions qui seraient réalisés afin d'atteindre l'objectif. Dans le cas d'un plan de gestion des débordements, ce serait par exemple l'augmentation de la capacité d'un poste de pompage, la mise en place d'un volume de rétention, la reconstruction de réseaux de plus grande capacité ou l'installation d'infrastructures vertes à l'échelle du bassin versant. Il pourra arriver qu'une intervention en particulier puisse se retrouver à l'intérieur de différentes alternatives ou variantes.

2. Calcul des priorités (combinaison et comparaison par paire)

Un poids est attribué à chacun des critères pour déterminer son importance relative. La détermination du poids des critères passe par une évaluation relative de toutes les paires de critères par un système de cotation d'intensité de la préférence. Les valeurs d'intensité de la préférence d'un critère sont définies par un index qui peut être traduit par les termes définis dans le tableau 3. Les index 2, 4, 6 et 8 sont des valeurs intermédiaires pour représenter des jugements mitigés entre les évaluations présentées dans le tableau. Il serait également possible de subdiviser davantage chacune des valeurs (p. ex., 1.1, 1.2, etc.).

Le résultat de l'évaluation des paires de critères se présente sous la forme d'une matrice de comparaison, qui est carrée et symétrique (voir le tableau 4 avec trois critères A, B et C). Les lignes et les colonnes représentent les différents critères d'analyse et la matrice est remplie par des valeurs d'intensité de la préférence d'un critère vis-à-vis d'un autre critère. La diagonale (comparaison d'un critère à lui-même) devrait être remplie avec des « 1 ». En référence au tableau 4, le critère B est considéré comme étant très fortement moins (1/7) important que le critère A et, inversement, le critère A est considéré comme étant très fortement plus important que le critère B. Le critère C est considéré comme étant modérément plus important que le critère A et extrêmement plus important que le critère B. Inversement, le critère B est considéré comme étant extrêmement moins important que le critère C.

Tableau 3. Index des importances relatives dans l'évaluation relative des critères (méthode multicritère AHP)

Dans quelle mesure considère-t-on le critère A plus important relativement au critère B?	Index	Explication
Importance égale	1	Deux critères contribuent également à l'objectif.
Modérément plus important	3	L'expérience et le jugement favorisent légèrement un critère.
Fortement plus important	5	L'expérience et le jugement favorisent fortement un critère.
Très fortement plus important	7	L'expérience et le jugement favorisent très fortement un critère.
Extrêmement plus important	9	L'évidence favorise définitivement un critère.

Tableau 4. Exemple de matrice de comparaison pour des critères

	A	B	C
A	1	7	1/3
B	1/7	1	1/9
C	3	9	1

Le même type de matrice devrait également être développé pour une comparaison entre les alternatives ou variantes.

Une fois ces deux matrices définies (critères et variantes), il s'agit de définir des vecteurs de priorité qui s'obtiennent par des opérations mathématiques sur les matrices. Ces vecteurs de priorité s'établissent en calculant ou en approximant le vecteur propre principal de droite (*right principal eigenvector*). À la suite de cette étape, on obtient une collection de vecteurs pour les alternatives (un vecteur pour chaque critère) et un vecteur unique pour les critères, qui classe les critères en fonction de leur incidence relativement à l'atteinte de l'objectif.

L'opération mathématique pour obtenir les vecteurs de priorité implique des calculs d'algèbre matricielle et elle peut devenir relativement complexe avec une matrice de grande dimension. Toutefois, une solution approximative peut se définir avec les étapes ci-après (Saaty, 1980; Young et collab., 2010) :

- a. Estimation du vecteur propre principal de droite en divisant les éléments de chaque colonne par la somme de cette colonne. Cette étape normalise les éléments de cette colonne de façon à ce que la somme des valeurs soit 1.
- b. Par la suite, les éléments de chaque ligne sont additionnés et divisés par le nombre total d'éléments de chaque ligne. Cette étape moyenne les colonnes normalisées pour permettre d'obtenir une estimation du vecteur propre (Saaty, 1980). Les tableaux 5 et 6 donnent les résultats de ces deux étapes à partir des valeurs du tableau 4.

Tableau 5. Étape 1 de normalisation pour chaque colonne

	A	B	C
A	1	7	1/3
B	1/7	1	1/9
C	3	9	1
Somme de chaque colonne	4,143	17	1,444

Tableau 6. Étape 2 pour calcul du vecteur propre

	A	B	C	Somme de la ligne	Moyenne de la ligne
A	0,241	0,412	0,231	0,884	0,295
B	0,034	0,059	0,077	0,170	0,057
C	0,724	0,529	0,693	1,946	0,649

Le vecteur propre principal estimé est représenté par les valeurs de la dernière colonne. Les valeurs obtenues indiquent qu'en considérant le critère N, l'alternative C est priorisée, les alternatives A et B se classant respectivement deuxième et troisième. Il est important de comprendre que cette approche ne constitue qu'une approximation du calcul matriciel complet (Saaty, 1980).

3. Vérification de la cohérence de la matrice de comparaison par paire

Une fois les vecteurs propres établis, une vérification est faite avec une série d'équations pour s'assurer d'une cohérence dans les valeurs établies. Cette étape est ajoutée dans le processus de façon à fournir une validation de la cohérence basée sur un processus logique et rigoureux.

La première étape consiste à multiplier les valeurs de matrices par le vecteur de priorité normalisé (appelé A_{moy}), ce qui crée un vecteur spécifique (A_w). Ensuite, la première composante du vecteur A_w est divisée par la première composante du vecteur de priorité. Ce processus se répète pour chaque entrée du vecteur A_w par l'entrée correspondante du vecteur de priorité A_{moy} . Par la suite, le paramètre λ_{max} est estimé comme étant la moyenne des entrées dans le vecteur (A_w/A_{moy}). Cette valeur est ensuite utilisée pour calculer l'index de cohérence CI à partir de l'équation suivante :

$$CI = ((\lambda_{max} - 1))/((n - 1)) \quad (1)$$

Où « n » est le nombre total des éléments (rangées ou colonnes) dans la matrice. L'étape finale consiste à évaluer le ratio du paramètre CI et l'index RI (*random index*) dérivé à partir du nombre d'éléments dans la matrice. Les valeurs du paramètre RI sont données au tableau 7 pour différentes dimensions de matrice.

Tableau 7. Valeurs de l'index RI pour différentes dimensions de matrice

Critères	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Saaty, 1980

Le ratio de CI à RI est appelé le ratio de cohérence (CR). Généralement, un ratio de 0,10 ou moins est jugé acceptable (Saaty, 1980). Si la valeur est plus élevée que 0,1, on pourra réévaluer la pondération pour la matrice qui ne respecte pas les limites.

En appliquant ces étapes à l'exemple :

$$\begin{bmatrix} 1 & 7 & 1/3 \\ 1/7 & 1 & 1/9 \\ 3 & 9 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 0,295 \\ 0,057 \\ 0,649 \end{Bmatrix}$$

Et le vecteur résultant A_w est :

$$\begin{Bmatrix} 0,910 \\ 0,171 \\ 2,047 \end{Bmatrix}$$

Les entrées du vecteur A_w sont par la suite divisées par les entrées du vecteur de priorité, ce qui donne :

$$\begin{Bmatrix} 3,085 \\ 3,000 \\ 3,154 \end{Bmatrix}$$

La valeur du paramètre λ_{max} est évaluée comme la moyenne de ce vecteur, soit 3,080. La matrice totalisant trois colonnes ou rangées, le coefficient CI est donc :

$$CI = ((3,080 - 3)) / ((3 - 1)) = 0,04$$

Pour une matrice avec trois rangées ou colonnes, l'index RI est de 0,58 (tableau 7). Le ratio de cohérence CR est donc :

$$CR = 0,04 / 0,58 = 0,07$$

Cette valeur étant inférieure à 0,10, la cohérence de la matrice se trouve à l'intérieur de la tolérance jugée acceptable. Cette évaluation de la cohérence doit être en principe réalisée pour chaque matrice (la matrice pour les critères et les matrices pour chaque alternative).

4. Synthèse des priorités finales

L'étape finale commence avec l'élaboration de la matrice pour les alternatives ou variantes. Les entrées sont constituées des vecteurs de priorité obtenus pour chaque matrice individuelle. Les dimensions de la matrice sont $M \times N$, « M » représentant le nombre d'alternatives considérées et « N » indiquant le nombre total de critères pour lesquels les matrices d'alternatives ont été construites. Avec le même exemple comprenant trois alternatives (A, B et C) et trois critères (i, j et l) et en adoptant la convention suivante :

$$\left\{ \begin{array}{c} A_n \\ B_n \\ C_n \end{array} \right\} = \text{Vecteur de priorité pour la matrice de comparaison pour le critère } n$$

La matrice décisionnelle aurait la forme suivante :

$$\left[\begin{array}{ccc} A_i & A_j & A_k \\ B_i & B_j & B_k \\ C_i & C_j & C_k \end{array} \right]$$

Pour obtenir le classement global des alternatives, la matrice est multipliée par la transposition (en version colonne) du vecteur de priorité de rangée du vecteur par la matrice des critères. En suivant la même convention :

$$\left\{ \begin{array}{c} A_{moy \ i} \\ A_{moy \ j} \\ A_{moy \ k} \end{array} \right\} = \text{Vecteur de priorité pour les rangées pour la matrice des critères}$$

L'opération matricielle est finalement formulée de la façon suivante :

$$\left[\begin{array}{ccc} A_i & A_j & A_k \\ B_i & B_j & B_k \\ C_i & C_j & C_k \end{array} \right] \left\{ \begin{array}{c} A_{moy \ i} \\ A_{moy \ j} \\ A_{moy \ k} \end{array} \right\}$$

Ce calcul permet d'obtenir la pondération de chaque vecteur de priorité des alternatives par la priorité des critères. Le classement final de chaque alternative s'obtient de façon suivante :

$$\text{Rang de l'alternative } A = A_i A_{moy \ i} + A_j A_{moy \ j} + A_k A_{moy \ k}$$

$$\text{Rang de l'alternative } B = B_i A_{moy \ i} + B_j A_{moy \ j} + B_k A_{moy \ k}$$

$$\text{Rang de l'alternative } C = C_i A_{moy \ i} + C_j A_{moy \ j} + C_k A_{moy \ k}$$

L'alternative avec le pointage le plus élevé est celle qui serait recommandée.

Comme pour toute méthode multicritère, il faut examiner de façon critique les résultats obtenus avec l'approche AHP. Des précautions particulières devraient s'appliquer lorsque le vecteur de priorité final produit des valeurs rapprochées les unes des autres. Lorsque c'est le cas, l'utilisateur devrait considérer la possibilité d'ajouter des critères supplémentaires, ce qui pourrait amener une meilleure discrimination entre les différentes alternatives. Il est également recommandé d'avoir recours à plusieurs méthodes multicritères puisque plusieurs études de cas indiquent qu'avec les mêmes paramètres de base, les conclusions peuvent être différentes (Wu et Abdul-Nour, 2020); Kabir et collab., 2014; Aceves et Fuamba, 2016a et 2016b; DCLG, 2009).

Enfin, il est important de souligner que malgré le fait que l'objectif de base du plan de gestion des débordements soit le maintien de la fréquence, d'autres objectifs pourraient être souhaitables dans un contexte plus large d'interventions sur des réseaux existants. Par exemple, les objectifs de débordement

au lieu des exigences qui sont imposées en se basant sur l'historique pourraient conduire à des modifications mineures des alternatives sans impact très important sur les coûts. Un bassin de rétention déjà prévu pour satisfaire aux normes de débordement d'ouvrages de surverse pourrait voir sa capacité être légèrement augmentée pour atteindre plutôt les objectifs de débordement de ces ouvrages. Également, certaines interventions ou alternatives définies dans le plan de gestion des débordements peuvent avoir un impact non négligeable pour réduire d'autres problématiques comme la mise en charge des réseaux et les refoulements. Cet élément devrait être gardé à l'esprit lors de la définition et de l'analyse des différentes variantes.

Références citées

- ACEVES, M. C., ET M. FUAMBA (2016a). « Methodology for Selecting Best Management Practices Integrating Multiple Stakeholders and Criteria. Part 1: Methodology », *Water Journal*, MDPI, Bâle, Suisse.
- ACEVES, M. C., ET M. FUAMBA (2016b). « Methodology for Selecting Best Management Practices Integrating Multiple Stakeholders and Criteria. Part 2: Case Study », *Water Journal*, MDPI, Bâle, Suisse.
- BENAYOUN, R., B. ROY ET N. SUSSMAN (1966). *Manual de référence du programme ELECTRE*, SEMA, Paris.
- DCLG (2009). *Multi-criteria Analysis: a manual*, Londres, Department for Communities and Local Government, Communities and Local Government Publications.
- JOSHI, P., J. P. LEITAO, M. MAURER ET P. M. BACH (2020). *Not all SuDS are Created Equal: Impact of Different Approaches on Combined Sewer Overflows*. *Water Research* 191, Elsevier.
- KABIR, G., R. SADIQ ET S. TESFAMARIAM (2014). *A Review of Multi-criteria Decision-making Methods for Infrastructure Management*. *Struct. Infrastruct. Eng.*, 10, 1176–1210
- SAATY, T. (2008). « Decision Making with the Analytic Hierarchy Process », *International Journal of Services Sciences*, vol. 1, n° 1, p. 83-98. doi : 10.1504/IJSSCI.2008.017590.
- SAATY, T. (1980). *The Analytical Hierarchy Process*, John Wiley, New York, 287 p.
- ROY, B. (1968). « Classement et choix en présence de points de vue multiples la méthode ELECTRE », *Revue française d'informatique et de recherche opérationnelle*, vol. 8, p. 57-75.
- YOUNG, K. D., ET COLLAB. (2010). « Application of the Analytic Hierarchy Process for Selecting and Modeling Stormwater Best Management Practices », *Journal of Contemporary Water Research and Education*, vol. 146, p. 50-63. doi : 10.1111/j.1936-704X.2010.00391.x.
- WU, Z., ET G. ABDUL-NOUR (2020). « Comparison of Multi-Criteria Group Decision-Making Methods for Urban Sewer Network Plan Selection », *CivilEng*, vo. 1, n° 1, p. 26-48. doi : 10.3390/civileng1010003.



**Environnement,
Lutte contre
les changements
climatiques,
Faune et Parcs**

Québec 