

LA PROBLÉMATIQUE DES SURVERSES DANS L'AGGLOMÉRATION
MONTRÉALAISE; LES AMÉNAGEMENTS ALTERNATIFS ET COMPLÉMENTAIRES
AUX BASSINS DE RÉTENTION

par

David Garant

Essai présenté au Centre Universitaire de Formation en Environnement en vue de
l'obtention du grade de maître en environnement (M.Env.)

MAÎTRISE EN ENVIRONNEMENT
UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Sherbrooke, Québec, Canada, septembre 2009

IDENTIFICATION SIGNALÉTIQUE

LA PROBLÉMATIQUE DES SURVERSES DANS L'AGGLOMÉRATION
MONTRÉALAISE; LES AMÉNAGEMENTS ALTERNATIFS ET COMPLÉMENTAIRES
AUX BASSINS DE RÉTENTION

David Garant

Sous la supervision de madame Coralie Deny

Essai effectué en vue de l'obtention du grade de maître en environnement (M.Env.)

Septembre 2009

Mots clés : Ruissellement urbain, surverses, systèmes d'égout unitaires, techniques alternatives, perméabilité, drainage, bassins de rétention

La minéralisation de l'espace urbain est un constat omniprésent dans la majorité des grandes villes. Ce phénomène contribue aux phénomènes des îlots de chaleur et à l'augmentation du ruissellement urbain vers les systèmes d'égout. À Montréal, 60% des systèmes d'égouts sont combinés (les eaux de pluie et les eaux sanitaires sont dirigées vers le même tuyau), lesquels sont à l'origine des surverses qui sont monnaie courante lors d'évènements pluvieux importants ou lors d'importantes fontes de neige. Les surverses se produisent lorsque le volume d'eau acheminé dans les tuyaux est tel, que par mesure de sécurité et pour éviter d'acheminer des volumes d'eau trop élevés à la Station d'épuration, des vannes d'évacuation rejettent le surplus d'eau directement dans les cours d'eau sans aucun traitement préalable. Afin de limiter cette pratique, l'approche classique de génie civil est de construire d'énormes bassins de rétention souterrains pouvant recueillir temporairement les surplus d'eau, pour les renvoyer ensuite à débit contrôlé dans les tuyaux des systèmes d'égout. Bien qu'indispensables, ces bassins sont toutefois très coûteux. Pour diminuer la charge financière liée à leur implantation et pour adopter une approche plus écologique et naturelle de gestion des eaux pluviales, des techniques alternatives peuvent être intégrées dans l'aménagement du territoire (matériaux poreux, tranchées drainantes, systèmes de bio-rétention, déconnection des gouttières, toitures vertes etc.). Ces techniques, appliquées en complémentarité avec la mise en place de bassins de rétention, peuvent diminuer de façon importante le ruissellement urbain en plus d'apporter des qualités écologiques en milieu urbain.

SOMMAIRE

Dans une réalité urbaine où le tissu urbain est de plus en plus minéralisé, la gestion des eaux de pluie est traitée principalement d'un point de vue de génie civil. Les routes, les trottoirs, les stationnements et les toitures sont souvent conçus pour diriger l'eau de pluie vers la rue, puis ultimement vers les égouts, détournant ainsi le processus naturel d'infiltration de l'eau dans le sol et éliminant les possibilités de captation naturelle de l'eau par les espaces végétalisés.

Or, il s'avère que dans une ville comme Montréal, la majorité des égouts sont unitaires et reçoivent donc à la fois les eaux usées sanitaires et les eaux pluviales dans le même tuyau. Cette situation engendre des débits importants qui doivent être traités à la station d'épuration des eaux usées (STEP) en temps normal (2,7 millions de m³/jour). En temps de pluie, les débits augmentent considérablement et la quantité d'eau à traiter à la STEP peut tripler, allant jusqu'à 7,5 millions de m³ par jour. Cette situation n'est pas sans conséquences et peut amener des externalités négatives. D'une part, au niveau monétaire en augmentant considérablement les coûts associés aux débits d'eau à traiter. D'autre part, au niveau environnemental en créant des épisodes de débordements où les eaux usées sont directement rejetées dans la rivière des Prairies ou dans le fleuve Saint-Laurent, sans traitements préalables.

Ces débordements sont la cause de rejets de polluants nuisibles pour les écosystèmes et limitent les possibilités d'usages en rive. Les polluants qui sont rejetés directement lors des épisodes de débordements proviennent de trois principales sources: eaux usées domestiques, industrielles et pluviales (ruissellement). Ils sont composés de matières en suspension, de coliformes fécaux, de métaux lourds, de détergents, de phosphore, d'azote, de chlorure de sodium, etc.

L'approche actuelle la plus répandue pour atténuer ce problème et contenir temporairement les surplus d'eau acheminés dans les réseaux d'égouts, est de construire des bassins de rétentions souterrains en béton. Ceux-ci peuvent recueillir des volumes d'eau importants avant de les réacheminer, à débit contrôlé dans les réseaux d'égouts. Quatorze de ces bassins sont déjà implantés, mais il en faudrait plusieurs autres pour bien contrôler le problème des débordements.

Ces bassins sont très coûteux et l'agglomération montréalaise devra déboursier plusieurs centaines de millions de dollars pour en construire un nombre optimal.

Afin d'atténuer cette charge financière et pour introduire une approche de gestion à la source des eaux pluviales, des techniques appliquées au niveau de l'aménagement du territoire existent ; tranchées drainantes, systèmes de bio-rétention, matériaux poreux, toitures vertes, déconnection des gouttières, etc.

Qui plus est, ces mesures ont été utilisées par des villes qui ont obtenus des résultats intéressants. La ville de Portland a mis en place en 2007 une panoplie de systèmes de bio-rétention au niveau de ses voies de circulation. Elle a aussi mis en place entre 1996 et 2005, un vaste programme de déconnection des gouttières des résidences, ce qui lui a permis de détourner un volume annuel d'eau de ses égouts de 89 m³ d'eau par résidence. La ville de Chicago a quant à elle amorcé en 2006 un programme de réfection de ses ruelles, en remplaçant l'asphalte traditionnel par de l'asphalte poreux. Cette initiative lui a permis, pour l'instant, de refaire 80 ruelles et elle évalue que l'asphalte poreux permet une efficacité d'infiltration de 80 %.

Réalistement, ces mesures ne sont pas miraculeuses et possèdent leurs limites. C'est pourquoi elles ne pourraient se substituer complètement aux bassins de rétention, notamment parce qu'elles ne peuvent contrôler complètement les débits issus d'épisodes pluvieux de forte intensité et que leur performance en saison hivernale est diminuée.

Toutefois, en prélevant un pourcentage du montant estimé pour mettre en place les nouveaux bassins de rétention requis, plusieurs mesures alternatives pourraient être intégrées de façon complémentaire. Dû à leur moindre coût, celles-ci pourraient faire une différence au niveau du ruissellement urbain, de la rétention et de l'infiltration des eaux pluviales. Il y aurait donc moins d'eau acheminée dans les réseaux d'égouts et en bout de ligne, une diminution des coûts associés au traitement des eaux usées. De plus, ces pratiques pourraient contribuer à diminuer le nombre de nouveaux bassins de rétention nécessaires. À tout de moins, elles pourraient contribuer à faire diminuer leur volume et par le fait même, leurs énormes coûts d'implantation.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	1
1. PORTRAIT ACTUEL DE LA PROBLÉMATIQUE DES SURVERSES DANS L'AGGLOMÉRATION MONTRÉALAISE	4
1.1 Gestion des eaux usées de l'agglomération montréalaise et station d'épuration ..	4
1.2 Réseaux combinés et réseaux séparatifs	5
1.3 Les déversements.....	6
1.4 Caractérisation des eaux usées rejetées.....	8
1.5 Bassins de rétention existants et requis pour le domaine public de l'agglomération de Montréal.....	9
2. RÉGLEMENTATION ET RESPONSABILITÉ PARTAGÉE DE LA GESTION DES EAUX USÉES.....	12
2.1 Réglementation dans l'agglomération montréalaise	13
3. L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE ET LA GESTION DES EAUX PLUVIALES; LES ALTERNATIVES AUX BASSINS DE RÉTENTION.....	16
3.1 Techniques de rétention	17
3.1.1 Les toitures vertes.....	17
3.1.2 Les systèmes de bio-rétention	20
3.2 Techniques d'infiltration ou de réduction de volume.....	25
3.2.1 La déconnexion des gouttières	25
3.2.2 Déviation des eaux de pluie	27
3.2.3 Les tranchées d'infiltration	29
3.2.4 Les revêtements poreux (pavés perméables, asphalte et béton poreux) ...	33
4. EXEMPLES D'AMÉNAGEMENTS.....	39
4.1 Bâtiment MEC à Montréal et utilisation de techniques combinées	39
4.2 La politique des rues vertes de Portland.....	39
4.3 La gestion des eaux pluviales et l'aménagement des ruelles de la ville de Chicago.....	42
4.4 Les stationnements comme outil de gestion des eaux pluviales à Toronto.....	44
4.5 Complémentarité des techniques alternatives	47

5. ÉVALUATION DE LA PERTINENCE DES MESURES ALTERNATIVES ET APPLICABILITÉ DANS UN CONTEXTE MONTRÉALAIS	48
5.1 Faisabilité technique et complémentarité des techniques alternatives pour gérer optimalement les eaux de pluie à Montréal	48
5.2 Compétitivité financière des techniques alternatives par rapport aux bassins de rétention	52
5.3 Possibilité de limiter la construction de bassins de rétention par la mise en application des techniques alternatives	54
 CONCLUSION.....	58
 RÉFÉRENCES	61
 ANNEXE 1 CALCULS RELIÉS AU TABLEAU 5.1	65
 ANNEXE 2 CARTE DE LOCALISATION DES BASSINS DE RÉTENTION	68
 ANNEXE 3 CARTE DE LOCALISATION DES TYPES DE RÉSEAUX D'ÉGOUTS ET FOSSES SEPTIQUES DE MONTRÉAL	70

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1.1 QUANTITÉS DE POLLUANTS MESURÉS À L’AFFLUENT ET À L’EFFLUENT DE LA STEP	9
TABLEAU 1.2 BASSINS DE RÉTENTION SOUTERRAINS SUR LE TERRITOIRE DE L’AGGLOMÉRATION DE MONTRÉAL	10
TABLEAU 3.1 COMPARAISON DES TYPES DE TOITS EN FONCTION DU DEGRÉ DE RUISSELLEMENT	19
TABLEAU 3.2 ÉLÉMENTS À CONSIDÉRER POUR LES TOITS VERTS	20
TABLEAU 3.3 ÉLÉMENTS À CONSIDÉRER POUR LES SYSTÈMES DE BIO-RÉTENTION	24
TABLEAU 3.4 QUANTITÉ D’EAU RÉCUPÉRÉE MENSUELLEMENT AVEC UN BARIL ÉCOPLUIE	25
TABLEAU 3.5 ÉLÉMENTS À CONSIDÉRER POUR LA DÉCONNECTION DES GOUTTIÈRES ET LA DÉVIATION DES EAUX	28
TABLEAU 3.6 ÉLÉMENTS À CONSIDÉRER POUR LES TRANCHÉES DRAINANTES	32
TABLEAU 3.7 ÉLÉMENTS À CONSIDÉRER POUR LES MATÉRIAUX PERMÉABLES	38
TABLEAU 5.1 ÉVALUATION DES POSSIBILITÉS AVEC 4 MILLIONS DE DOLLARS PAR TECHNIQUE	54

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1.1 RÉPARTITION DES DÉBORDEMENTS POUR L’AGGLOMÉRATION MONTRÉLAISE EN 2008.....	7
FIGURE 3.1 BASSIN DE BIO- RÉTENTION ET MARAIS FILTRANT.....	23
FIGURE 3.2 DÉCOUPE DANS UNE BORDURE POUR FAIRE DÉVIER L’EAU VERS LA VERDURE	27
FIGURE 3.3 CROQUIS D’UNE TRANCHÉE D’INFILTRATION.....	29
FIGURE 3.4 PAVÉS PERMÉABLES OÙ LES ESPACES SONT REMPLIS DE GRAVIER	35
FIGURE 3.5 SYSTÈMES ALVÉOLÉS EN BÉTON AVEC GAZON.....	35
FIGURE 3.6 PARTIE DE STATIONNEMENT EN ASPHALTE POREUX ET L’AUTRE EN ASPHALTE ORDINAIRE	36
FIGURE 4.1 BANDES VÉGÉTALISÉES AMÉNAGÉES SUR UNE RUE PRÈS DE L’UNIVERSITÉ DE PORTLAND.....	40
FIGURE 4.2 BANDES VÉGÉTALISÉES INTERSECTIONS PIÉTONNES.....	41
FIGURE 4.3 BANDE D’ASPHALTE PERMÉABLE DANS UNE AVENUE RÉSIDENIELLE DE PORTLAND.....	41
FIGURE 4.4 VUE D’ASPHALTE PERMÉABLE AMÉNAGÉE DANS LA PARTIE CENTRALE DE LA RUELLE	43
FIGURE 4.5 ÎLOTS DE VERDURE AMÉNAGÉS DANS UN STATIONNEMENT.....	45
FIGURE 4.6 STATIONNEMENT DE L’AGENCE DE STATIONNEMENT DE LA VILLE DE TORONTO.....	47

INTRODUCTION

L'agglomération montréalaise vit depuis plusieurs années des épisodes de débordements de son réseau d'égout dans les cours d'eau. Ces rejets directs d'eaux usées concernent les systèmes d'égout combinés, qui comprennent les eaux sanitaires et pluviales. Sans traitements préalables, ces rejets affectent grandement la qualité de l'eau en rive de même que le biotope. Ces rejets contribuent aussi à réduire les possibilités d'usages à l'eau depuis la rive pour les citoyens. Les débordements des systèmes combinés surviennent lorsque le débit d'eau acheminé dans les tuyaux du réseau d'égout est tel que celui-ci ne peut être contenu. C'est particulièrement le cas lors de pluies abondantes, d'importantes fontes de neige et dans une certaine mesure à cause des pertes d'eau des systèmes d'aqueduc (évalué à environ 40 % par la ville de Montréal). Ces pertes se retrouvent dans les collecteurs unitaires qui ont eux-mêmes des fissures. Cette situation s'explique par une minéralisation du sol très marquée dans le milieu urbain montréalais et par un manque d'espaces verts et d'aménagements conséquents. Ces facteurs limitent la capacité du sol d'absorber efficacement une partie de l'eau de pluie.

Il y a 154 ouvrages de débordement autour de l'île de Montréal (Station d'épuration de Montréal, 2007). Avec le réchauffement climatique, les fortes pluies et les fontes de neige accélérées risquent d'être de plus en plus abondantes. Le phénomène des surverses risque donc d'être lui aussi encore plus marqué, d'où l'importance d'agir rapidement. Or, les réseaux de drainage actuels ont été conçus en fonction d'observations climatiques qui sont déjà dépassées (Ouranos, 2008).

En effet, pour assurer un niveau de service adéquat, la conception d'un réseau de drainage se base sur des estimations statistiques d'événements pluviaux antérieurs. Il n'y a pas de doute que les capacités des réseaux sanitaires combinés risquent d'être encore plus souvent dépassées au cours des prochaines années.

Le besoin de mettre en place de nouveaux bassins de rétention reste une réalité inévitable. Leur efficacité pour contenir de façon efficace les trop grands volumes d'eau pour éviter les débordements en temps de pluie reste difficile à concurrencer. Les bassins de rétention consistent en quelque sorte en une zone de stockage provisoire des eaux pluviales. Ils peuvent être enterrés ou à ciel ouvert.

L'agglomération montréalaise en a déjà construits quelques-uns et prévoit en construire d'autres. En contrepartie, pour gérer efficacement les débordements, il sera nécessaire d'investir plusieurs centaines de millions de dollars supplémentaires.

Des alternatives aux bassins de rétention existent au niveau de l'aménagement du territoire et pourraient très bien être appliquées en parallèle à la construction de nouveaux bassins. Celles-ci pourraient réduire l'apport d'eau de pluie et de ruissellement vers les réseaux d'égouts et donc limiter les besoins de construction de bassins. Ces alternatives, appliquées aux pratiques d'aménagement du territoire, visent une approche de gestion écologique des eaux pluviales en cherchant l'infiltration naturelle de l'eau. Elles misent sur des techniques de rétention et de réutilisation qui permettent en bout de ligne, de mieux gérer les eaux de ruissellement. Elles permettent aussi de diminuer la quantité de polluants et de limiter les coûts de construction des infrastructures municipales.

Certaines grandes villes telles que Toronto, Portland, Chicago, et plus près de nous, Sherbrooke, ont mis en place certaines pratiques de gestion efficiente des eaux de pluie et de ruissellement dans leur façon d'aménager leur territoire. Ces différentes pratiques d'aménagement comprennent les surfaces poreuses pour l'asphalte, la déconnection des gouttières, l'aménagement écologique des stationnements, l'implantation de tranchées et de fossés d'infiltration, l'inclinaison des trottoirs vers les espaces verts, la plantation d'arbres et le verdissement d'espaces minéralisés.

Le présent essai a pour objectif principal de démontrer qu'il est possible d'intégrer dans les pratiques d'aménagement des techniques permettant de mieux gérer les eaux pluviales et de réduire le débit d'eau acheminé dans les systèmes d'égouts. Ces techniques pourraient contribuer d'une part, à réduire le nombre de nouveaux bassins de rétention requis pour gérer efficacement les épisodes de forte pluie. D'autre part, elles pourraient réduire l'apport en eau à traiter à la station d'épuration des eaux usées de Montréal (STEP) et générer du même coup des réductions dans les coûts de traitement.

En premier lieu, une présentation sommaire de l'usine d'épuration de Montréal sera faite ainsi qu'une description de l'état de la problématique des débordements des systèmes d'égouts combinés. Il sera ensuite question de citer les causes et les conséquences des

débordements sur le milieu récepteur et de décrire les infrastructures requises pour les gérer. Il sera aussi question de faire ressortir la charge financière et technique qui serait requise pour doter l'agglomération montréalaise d'un nombre de bassins de rétention souterrains suffisant pour gérer efficacement les débordements des systèmes d'égout combinés.

En second lieu, une revue de littérature de pratiques d'aménagement dites « à faible impact sur l'environnement » et prenant en compte la gestion des eaux de pluie dans leur conception sera présentée. Pour illustrer ces pratiques, des exemples de différentes villes seront présentés dans un souci de leur applicabilité au contexte montréalais.

En troisième lieu, il sera question de démontrer les niveaux de faisabilité technique et économique de ces techniques. De plus, l'intérêt d'utiliser ces pratiques d'aménagement en complémentarité avec l'aménagement de bassins de rétention sera évalué.

Finalement, il sera question de démontrer si l'application de techniques de récupération de l'eau de pluie de façon plus généralisée dans les pratiques d'aménagement permettrait d'inverser la tendance actuelle, c'est-à-dire de devoir investir massivement dans la construction de plusieurs bassins de rétention.

1 PORTRAIT ACTUEL DE LA PROBLÉMATIQUE DES SURVERSES DANS L'AGGLOMÉRATION MONTRÉLAISE

1.1 Gestion des eaux usées de l'agglomération montréalaise et station d'épuration

La station d'épuration des eaux usées de Montréal est située à la pointe Est de l'île et elle est en fonction depuis juin 1984. Lorsqu'il n'y a pas de précipitations, elle reçoit un débit journalier d'environ 2,7 millions m³ ou de 30 m³/s (Station d'épuration de Montréal, 2007). Selon la STEP, lorsqu'il pleut, la quantité d'eau à traiter triple, passant à environ 7 500 000 m³/jour. Le coût global pour épurer l'eau est d'environ 0.19 \$/m³, soit 475 000 \$ par jour une journée sans précipitation et 1 425 000 \$ par jour pour une journée avec précipitations (*Id.*, 2007).

Pratiquement toutes les eaux usées sanitaires résidentielles, institutionnelles, commerciales et industrielles de l'île de Montréal y sont acheminées. Au début de son opération, la station ne faisait que traiter les eaux usées qui se déversaient dans la rivière des Prairies. En 1987, les eaux usées des secteurs du lac Saint-Louis ont aussi pu être traitées par la mise en place de l'intercepteur sud-ouest. Le secteur sud-est de l'île n'a pu être acheminé efficacement à la station d'épuration qu'en 1991, grâce à la mise en place de l'intercepteur sud-est. Finalement, le 23 août 1995, la structure Saint-Pierre a été raccordé à l'intercepteur sud-est, complétant ainsi les travaux d'interception (Station d'épuration de Montréal, 2007).

Le type de traitement en opération dans la station est de type primaire physico-chimique. Ce traitement comprend les étapes suivantes :

- dégrillage
- dessablage coagulation et floculation (agglomération des matières en suspension par injection de produits chimiques)
- décantation (récupération des matières en suspension dans les boues s'accumulant au fond des bassins)

Plus précisément, les eaux usées acheminées à la station sont soumises en premier lieu à un dégrillage qui permet de retenir les déchets solides. On effectue ensuite un dessablage (retrait des sédiments provenant du ruissellement urbain ou de l'érosion des canalisations). Finalement, on applique un traitement primaire physico-chimique. Ce

processus consiste en l'ajout de coagulants (Alun ou Chlorure ferrique) pour faciliter la déposition des solides et réduire la concentration du phosphore dans l'eau. Un polymère anionique est aussi ajouté pour favoriser la formation de « floccs » et la récupération des écumes. Les eaux usées traitées sont ensuite retournées au fleuve tandis que les déchets solides sont récupérés et incinérés. Pour bonifier l'efficacité du procédé, un traitement tertiaire de désinfection à l'ozone devrait être implanté au cours des prochaines années. Celui-ci pourra éliminer la plupart des bactéries et des virus ne pouvant être enlevés présentement.

1.2 Réseaux combinés et réseaux séparatifs

L'agglomération montréalaise possède un réseau d'égout de 6 400 km (Ville de Montréal, 2009). Les arrondissements et villes de l'agglomération montréalaise sont majoritairement dotés de systèmes d'égouts combinés. La proportion des systèmes d'égouts combinés et séparatifs sur l'île de Montréal est de 63 % contre 37 % (Union Saint-Laurent Grands lacs, 2008). Le système combiné consiste en un seul égout collecteur qui reçoit, autant les eaux usées provenant de toutes catégories de bâtiments que les eaux pluviales. Concrètement, ce sont les eaux sanitaires et pluviales qui y sont acheminées, ce qui explique les problèmes de débordement dont il est souvent question lors d'épisodes de pluie abondante ou de fonte rapide de neige. Dans les systèmes combinés, les ouvrages de raccordement se composent d'une structure de dérivation, d'une structure de vannes à clapet (au besoin), d'une structure de régulation et d'une structure de chute à l'intercepteur. Toutes les eaux des égouts collecteurs unitaires sont dérivées vers l'intercepteur en période de temps sec, excepté lors d'incidents (pannes, urgences, etc.). La situation est toute autre lorsqu'il y a des pluies de forte intensité car une partie des eaux pluviales et des eaux usées non traitées est directement envoyée vers la rivière des Prairies ou le fleuve Saint-Laurent.

Sur une petite partie du territoire, principalement dans les parties extrêmes Ouest et Est de l'île, les réseaux d'égout sont développés avec des systèmes séparatifs. Contrairement aux systèmes combinés, ceux-ci comportent un égout collecteur sanitaire pour le captage des eaux usées résidentielles, industrielles, commerciales et institutionnelles et un égout collecteur pluvial servant à capter les eaux de pluie.

1.3 Les déversements

L'agglomération montréalaise compte 154 ouvrages de débordement au pourtour de l'île, dont 146 sont munis d'enregistreurs automatiques (MAMROT, 2008). Pour la plupart, ce sont d'anciens émissaires qui déversaient leurs eaux usées dans le fleuve St-Laurent ou dans la rivière des Prairies avant la construction des intercepteurs. Au ministère des Affaires municipales, des régions et de l'occupation du territoire (MAMROT), pour les ouvrages sanitaires combinés, on ne tolère les surverses seulement qu'en cas de fortes pluies, de fonte de neige ou d'urgences. Autrement, par temps secs, les débordements sont théoriquement interdits. Certains émissaires de débordements sont localisés dans des zones sensibles de cours d'eau récepteurs telles que des frayères ou des endroits où il y a des usages récréatifs en rive. Le nombre de rejets effectués par temps de pluie ou de fonte de neige est donc évalué par le MAMROT. Des objectifs environnementaux de rejet (OER) sont établis par le MDDEP, selon les usages en rive et le milieu récepteur. Ces sites dits sensibles, répertoriés dans l'Atlas des eaux usées de Montréal (Comité Zip Jacques-Cartier *et al*, 2001), font aussi l'objet d'exigences strictes quant au nombre annuel de déversements permis en temps de pluie et en période de fonte de neige.

Le programme de suivi des ouvrages de débordement du MAMROT demande à l'exploitant de la station d'épuration de l'agglomération montréalaise de visiter chaque ouvrage de surverse minimalement une fois par semaine. Les enregistreurs automatiques, installés sur 146 des 154 émissaires de débordement, permettent de mesurer plus précisément la durée et le nombre des débordements. Chaque débordement est noté et enregistré par un technicien du MAMROT en fonction de diverses catégories : temps sec, pluie, fonte, urgence ou autre. On attribue ensuite une note en pourcentage dans le cadre du programme de suivi des ouvrages de surverses en fonction du respect du nombre minimal de visite par semaine et du délai de transmission des données de débordement au MAMROT.

Selon le dernier bilan des ouvrages de surverses du MAMROT pour l'île de Montréal, il y a eu en 2008 au total 1 385 épisodes de débordement; 907 à cause de fortes pluies, 174 à cause de la fonte des neiges, 81 pour des urgences et 35 pour des raisons autres. Par ailleurs, il y a eu 8 épisodes de débordement par temps secs.

Il aurait été intéressant de connaître les quantités d'eau rejetées pour chaque ouvrage de débordement, mais ils ne sont pas mentionnés dans le rapport d'évaluation de la performance des ouvrages de surverses du MAMROT.

Selon le dernier rapport annuel publié par la station d'épuration de Montréal datant de 2007, la quantité moyenne d'eaux usées interceptées par le réseau d'intercepteurs de l'agglomération était de 28,09 m³/seconde. La saison la plus achalandée était le printemps (32,48 m³/seconde) suivi de l'hiver (29,85 m³/seconde), de l'été (27,69 m³/seconde) et de l'automne (27,42 m³/seconde). Toutefois, durant l'été la quantité maximale enregistrée était de 82,88 m³/seconde (fortes pluies). Par ordre d'importance de volume par mois en 2007, avril (39,11 m³/seconde), mars (32,45 m³/seconde), juillet (28,66 m³/seconde) et janvier (32,43 m³/seconde) ont été les mois où les plus grands volumes d'eau ont été acheminés dans le réseau d'intercepteurs (Rapport annuel 2007, STEP).

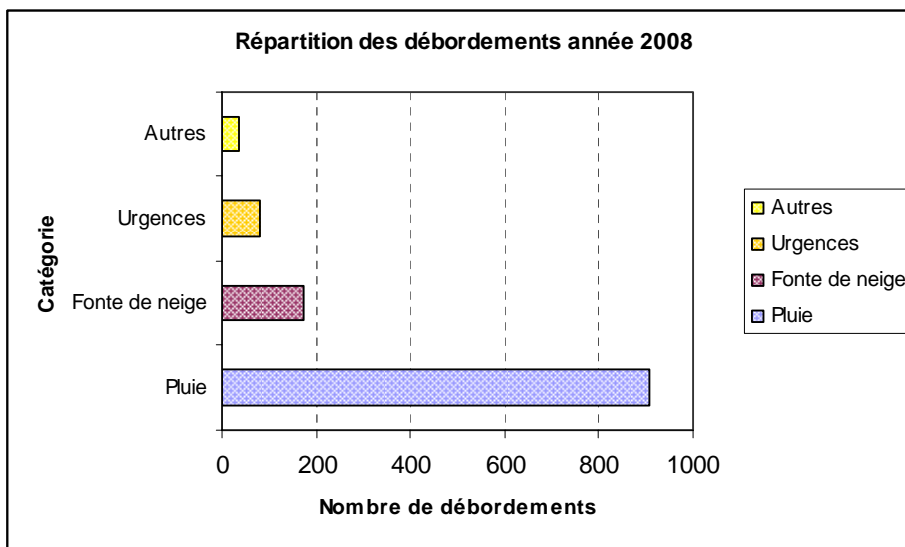


Figure 1.1 Répartition des débordements pour l'agglomération montréalaise en 2008
Inspirée de l'évaluation de la performance des ouvrages de surverses (MAMROT, 2009)

* Urgences : (bris de matériel, accidents, nettoyage, panne électrique)

** Autres : erreur humaine, obstruction occasionnelle, débordement non récurrent sans explication

1.4 Caractérisation des eaux usées rejetées

En attendant la mise en place de la désinfection à l'ozone, les rejets de la station restent encore une grande source de contamination bactériologique et de produits de toutes sortes (phosphore, bactéries, virus, perturbateurs endocriniens). Qui plus est, de nombreux produits chimiques aujourd'hui rejetés ne pourront être retirés avec le nouveau traitement à l'ozonation (métaux lourds, dérivés du pétrole, médicaments).

Bien qu'un procédé soit utilisé pour retirer le phosphore de l'eau, la station d'épuration de Montréal rejette néanmoins 1,3 tonnes de phosphore dans l'eau à chaque jour, ce qui représente 16 % de la charge totale du fleuve (Union Saint-Laurent Grands lacs, 2008).

La contamination de l'effluent de l'usine d'épuration reste donc élevée et l'accès au fleuve pour les activités nautiques est très limité en aval du point de rejet de la station. Cette importante pollution de l'eau du fleuve peut compromettre la qualité de l'eau pompée en aval par les usines d'eau potable et ainsi affecter les coûts de traitement pour les villes. L'effet du rejet des eaux usées de Montréal dans le fleuve Saint-Laurent, le fameux « panache », peut être observable jusqu'à 145 km en aval (Union Saint-Laurent, Grands lacs, 2008).

Les polluants qui sont rejetés directement lors des épisodes de surverses sont issus de 3 principales sources: eaux usées domestiques, industrielles et pluviales/ruissellement.

Les polluants associés aux eaux domestiques sont : les matières organiques, les matières en suspension, l'azote, le phosphore, les détergents, les médicaments et également les coliformes fécaux. Au niveau des eaux usées provenant des industries, on retrouve le phosphore, l'azote, les hydrocarbures, les phénols, les détergents, les sulfates, les chlorures de sodium et de calcium, le fer, le zinc, le chrome, une gamme très large de divers produits chimiques et de nombreuses souches bactériennes. Finalement, pour ce qui est des eaux de ruissellement et pluviales, elles transportent une panoplie de substances polluantes associées à la circulation automobile (métaux, abrasifs et sels de déglçage chimiques). L'ensemble de ces polluants peuvent amener divers effets au niveau biologique (augmentation de la charge des matières en suspension, enrichissement en substances nutritives, contamination bactérienne), physique (augmentation de la turbidité du panache et débris flottants), toxique (métaux lourds) et

olfactive (Union Saint-Laurent Grands lacs, 2007). Le tableau 1.1 est inspiré du plus récent rapport de la STEP datant de 2008. Il présente la quantité de polluants mesurés à l'affluent et à l'effluent de la station d'épuration.

Tableau 1.1 Quantités de polluants mesurés à l'affluent et à l'effluent de la STEP

Paramètres	Quantités affluent	Quantités effluent
MES (mg/L)	105	17,6
Phosphore total (mg/L)	1,64	0,49
DBO5 (mgO2/L)	73	47
DCO (mgO2/L)	184	104
Alcalinité (CaCo3/L)	154	143
pH	7,3	7,3
Aluminium (mg/L)	1	0,8
Fer (mg/L)	0,93	0,6
Coliformes fécaux (Mcol/100mL)	5,60E+06	1,80E+06
Gras et huiles (mg/l)	26,1	5,9

Inspiré de STEP (2007)

* Il faut noter que les métaux lourds et d'autres polluants ne figurent pas dans cette liste.

1.5 Bassins de rétention existants et requis pour le domaine public de l'agglomération de Montréal

Afin de mieux gérer les problématiques de débordement des réseaux unitaires et de respecter les normes de rejets, l'agglomération montréalaise a entamé il y a quelques années, la construction de bassins de rétention afin de contenir temporairement les volumes d'eau provenant des fortes pluies, fontes ou urgences diverses avant de les réacheminer dans les systèmes d'égout et ultimement, dans le système de traitement de l'usine d'épuration. De plus, l'agglomération a investie dans un système de contrôle intégré des intercepteurs pour mieux gérer les afflux d'eau dans les réseaux unitaires. C'est environ cinquante millions de dollars qui ont été investis depuis 2002 dans la gestion des intercepteurs et dans la construction de bassins de rétention (Ville de Montréal, 2008). Selon la STEP, 28 bassins de rétention sont déjà en fonction dans l'île dont 14 ouvrages de surface pour la rétention des eaux pluviales et 13 ouvrages souterrains qui servent à contenir les eaux des systèmes d'égout unitaires (voir tableau 1.2). Les bassins de rétention souterrains ont deux principales fonctions. Une première fonction hydraulique

pour le réseau local qui permet de prévenir les refoulements dans les habitations. Une deuxième environnementale, qui permet d'éviter les débordements d'eaux usées non traitées dans les cours d'eau. Il serait intéressant de connaître le nombre de commerces, industries et institutions possédant de grands espaces de stationnement pour lesquels des bassins de rétention souterrains ont été aménagés. La ville de Montréal ne possède malheureusement pas le détail cette information.

Tableau 1.2 Bassins de rétention souterrains sur le territoire de l'agglomération de Montréal

Versant nord de l'île		
Nom du Bassin	Localisation	Capacité (volume m³)
89ième avenue	Rivière-des-Prairies	700
71ième avenue	Rivière-des-Prairies	7 000
Rodolphe-Forget	Rivière-des-Prairies	900
Charles-Renard	Rivière-des-Prairies	25 000
Stinson	Saint-Laurent	2 000
Versant sud de l'île		
Nom du Bassin	Localisation	Volume m³
Trop-plein Mercier	Mercier/Hochelaga-Maisonneuve	8 000
Angus	Rosemont/La-Petite-Patrie	5 000
Guildford	Plateau-Mont-Royal	400
Amherst	Ville-Marie	2 900
Chester	Côte Saint-Luc	33 000
Saint-Pierre (3)	Sud-Ouest	
Carillon		
Sainte-Ambroise		
Sainte-Émilie		
Total (versant nord et sud)		111 500 m³

Inspiré du service de suivi et d'évaluation des ouvrages de débordements (STEP, 2009)

Les bassins de rétention souterrains existants ne suffisent pas pour le moment lors d'épisodes de pluie intenses ou de fontes accélérées de neige, pour éviter que les trop-pleins d'eaux non-traitées ne soient directement envoyés dans les cours d'eau. L'agglomération de Montréal est encore à compléter des études sur ses besoins avant d'en aménager de nouveaux. Les changements climatiques sont notamment pris en compte afin de revoir leurs études et de calculer les volumes et les endroits les plus appropriés pour construire les nouveaux bassins.

L'agglomération montréalaise tarde aussi à construire de nouveaux bassins car leur coût est astronomique. Selon une estimation de la ville de Montréal, bâtir un bassin contenant 5 000 mètres cubes d'eau coûterait environ 5 millions de dollars, soit 1 000\$ par mètre cube. En fait, pour respecter toutes les exigences (OER) du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs en ce qui concerne les surverses, l'agglomération montréalaise estime qu'il faudrait investir des sommes oscillant entre 400 millions et 700 millions de dollars. À titre d'exemple, l'agglomération montréalaise étudie l'implantation d'un bassin de rétention de 30 000 m³ qui pourrait coûter environ 30 millions de dollars (Station d'épuration des eaux usées de Montréal, 2009).

Les ingénieurs de la station d'épuration des eaux usées de Montréal misent sur deux sortes de bassins de rétention souterrains : des bassins de rétention traditionnels sous forme d'énormes bassins connectés aux intercepteurs et des bassins sous forme de surdimensionnement des tuyaux (utilisé depuis longtemps en Europe). Ce type de bassin dit « en tunnel », permettrait de raccorder les réseaux d'égouts entre eux et de prévenir plus efficacement les débordements en aval des émissaires de surverse. Cette technique est le plus souvent utilisée pour des opérations dans lesquelles on retrouve un grand nombre de réseaux linéaires ainsi qu'une forte densité. Le redimensionnement d'un réseau existant implique des travaux conséquents (dépose et pose du réseau) et nécessite donc un budget assez élevé. Cette solution pourrait être moins coûteuse en l'intégrant dans le plan d'aménagement d'un nouveau réseau par exemple.

2 RÉGLEMENTATION ET RESPONSABILITÉ PARTAGÉE DE LA GESTION DES EAUX USÉES

Au niveau des responsabilités réglementaires des différents paliers de gouvernement, les villes et municipalités du Québec ont la responsabilité, en vertu de la *loi provinciale sur les municipalités*, de réduire les rejets dans les réseaux d'égouts et d'exploiter les stations d'épuration des eaux usées. Les opérateurs des stations sont tenus de prendre des mesures et de visiter à toutes les semaines les infrastructures de surverse. Ils doivent en noter les débordements. Certains ouvrages de débordement sont munis d'enregistreurs qui permettent de mesurer la durée en heure des déversements. Ces mesures et enregistrements doivent être envoyés au MAMROT dans un délai d'environ 40 jours.

Le gouvernement provincial est quant à lui responsable de la réglementation des opérations de traitement des eaux usées et de l'évaluation de l'efficacité des stations d'épuration. Le MDDEP est responsable des exigences (MES, phosphore, DBO, coliformes) de rejet pour les eaux de surface. Ces exigences sont élaborées en fonction du type de station d'épuration, du débit de la station et du milieu récepteur. Le MDDEP fixe aussi les objectifs environnementaux de rejets (OER). Le MAMROT compile les données issues des ouvrages de débordements des usines et évalue la performance des stations d'épuration en produisant à chaque année, un document sur la performance des ouvrages d'assainissement.

Au niveau fédéral, il n'y a pas de lois ou règlements concernant directement les rejets d'eaux usées par les municipalités. Il y aurait toutefois 2 lois possédant des articles qui pourraient être applicables pour les eaux usées (Union Saint-Laurent Grands Lacs, 2008) : la *loi sur les Pêches*, de Pêches et Océans Canada et la *Loi Canadienne sur la Protection de l'environnement*, d'Environnement Canada. La *Loi sur les Pêches* interdit le rejet de substances nocives dans l'habitat du poisson. Selon Pêches et océans Canada, un lien avec la minéralisation de l'espace urbain peut être établi en ce sens. Le ministère stipule que le développement urbain actuel avec ses trottoirs de béton et ses rues asphaltées, est un obstacle au processus normal d'infiltration de l'eau dans le sol. En effet, au lieu d'être absorbée par le sol, l'eau s'écoule avec rapidité dans les égouts pour aboutir finalement dans les cours d'eau naturels. Cet écoulement urbain est souvent source de pollution car il est composé de déchets, d'effluents pétroliers, de fertilisants, de pesticides, de sels de

voirie etc. Or, la *Loi sur les Pêches* est claire, il est illégal de perturber l'habitat piscicole ou de rejeter des substances délétères dans le milieu aquatique (Pêches et Océans Canada, 2009). Dans cet esprit, la Ville de Montréal doit collaborer étroitement avec le gouvernement provincial afin de respecter les exigences relatives aux fréquences de débordement et aviser les ministères fédéraux et provinciaux concernés, afin d'obtenir les autorisations requises pour permettre les déversements lors de travaux majeurs planifiés pouvant limiter l'interception des eaux usées vers la station d'épuration.

La *Loi Canadienne sur la Protection de l'Environnement (LCPE)* régit quant à elle le rejet de substances nocives dans l'environnement et certains de ses règlements régissent l'utilisation de substances nocives qui sont décrites et mises à niveau (Union Saint-Laurent Grands lacs, 2008). Par exemple, certains sels de voirie qui peuvent se trouver dans les effluents urbains sont considérés comme toxiques par cette loi. C'est notamment le cas des sels de voirie qui contiennent des sels inorganiques de chlorure avec ou sans sels de ferrocyanure. La LCPE estime que :

« ces sels pénètrent dans l'environnement en une quantité ou en une concentration ou dans des conditions de nature à avoir, immédiatement ou à long terme, un effet nocif sur l'environnement ou sur la diversité biologique, ou de nature à mettre en danger l'environnement essentiel pour la vie. En conséquence, la loi conclut que les sels de voirie qui contiennent des sels inorganiques de chlorure avec ou sans sels de ferrocyanure sont considérés comme toxiques au sens de l'article 64 ».

2.1 Réglementation et gestion des eaux pluviales dans l'agglomération montréalaise

Il est possible d'intervenir au niveau du règlement de zonage des municipalités pour favoriser une gestion écologique des eaux de ruissellement. Il est notamment possible de réduire le nombre de stationnements requis et de diminuer la largeur de leurs allées de circulation. De plus, le règlement de zonage permet de préconiser pour ces mêmes stationnements, des matériaux de revêtements de sol poreux et une augmentation du ratio du nombre d'arbres par unité de surface.

La Ville de Montréal traite de la gestion des eaux pluviales dans son Plan d'urbanisme. Plus précisément, avec son action 17.1, elle encourage les aménagements urbains sains en privilégiant l'infiltration de l'eau de pluie dans le sol et en réduisant la superficie des

stationnements hors rues.

Elle favorise aussi le verdissement des stationnements et la réduction de la largeur des chaussées du réseau routier:

« Conséquemment, la Ville entend encourager la réduction des surfaces minéralisées et les actions visant à contrer les effets des îlots de chaleur, que l'on rencontre de façon plus concentrée dans les secteurs industriels et commerciaux » (Plan d'urbanisme ville de Montréal, 2004).

Au niveau de l'application, un règlement de la Communauté métropolitaine de Montréal (CMM) traite de la rétention des eaux pluviales, le *règlement 2001-09 ou C1.1* (anciennement le *règlement 87* avant la création de la CMM en 2001). Ce règlement traite de la canalisation de l'eau potable, des eaux usées et des eaux pluviales. Il faut noter que, malgré qu'il s'agisse désormais d'un règlement de la Communauté métropolitaine dans son ensemble, son application ne vise toujours pour l'instant que l'île de Montréal.

On y note entre autres à l'article 89.21, que la rétention des eaux pluviales sur la propriété privée est exigée pour toute nouvelle surface imperméable excédant une aire de 1 000 m². Ceci veut dire que la rétention des eaux de pluie est exigée lors de la construction ou de l'agrandissement d'un édifice ou d'une surface pavée dont la superficie totale excédera 1 000 m² à la fin des travaux.

À l'article 89.23, on note que le débit maximum des eaux pluviales relâchées à l'égout public, en provenance d'une propriété privée, ne doit pas dépasser 35 l/s/ha pour l'ensemble des surfaces pavées et non pavées de cette propriété, sauf dans le territoire indiqué à l'annexe A du règlement, où ce débit maximum est de 18 l/s/ha.

Le règlement exige aussi des volumes de rétention des eaux pluviales sur le site pour une pluie de récurrence de 25 ans (article 89.26).

Les surfaces de stationnement sont aussi visées avec ce règlement. En ce sens, on y note à l'article 89.27, que les eaux de ruissellement retenues sur des surfaces utilisées par des véhicules automobiles ne doivent pas atteindre une hauteur supérieure à 150 mm au-dessus des puisards. Pour les surfaces utilisées par des camions à des fins de chargement et déchargement, la hauteur ne peut dépasser 450 mm.

L'article 89.28 stipule qu'un bassin de rétention en surface doit être aménagé sur la propriété privée et être conçu de façon à limiter l'accumulation d'eaux pluviales à 600 mm de profondeur. Le fond du bassin peut être constitué de gravier naturel, de cailloux ou de gazon en plaques. Ce bassin ne peut être aménagé dans la marge avant de la propriété.

Finalement, on traite des particularités des bassins de rétention souterrains. À l'article 89.29, on note qu'un réservoir souterrain doit :

- être fabriqué en béton armé, en fibre de verre ou en plastique;
- consister en un tuyau en tôle ondulée d'acier galvanisé et enduit de bitume ou en un tuyau perforé sur un lit de pierre concassée;
- consister en tout autre moyen d'emmagasinage donnant des résultats équivalents à ceux des moyens prévus aux paragraphes 1° et 2°.
- Lorsqu'il est situé à l'intérieur d'un bâtiment, le réservoir doit être muni d'une trappe d'accès pour le régulateur de débit et d'un tuyau de trop-plein se déversant au-dessus du niveau de la rue.

Depuis le 1^{er} avril 2009, un nouveau règlement est entré en vigueur pour la CMM (2008-47). Ce règlement a pour but de regrouper tous les règlements des villes et municipalités de la CMM en gestion de l'eau. Toutefois le *règlement 2001-09* continue de s'appliquer en parallèle pour l'instant. En fait, ce ne sont pas tous les articles du nouveau règlement qui sont en vigueur, notamment en ce qui concerne les normes de rejet (en vigueur seulement en janvier 2012). Mentionnons toutefois un nouvel article qui est applicable : à l'article 3 paragraphe c) du *règlement 2008-47*, on traite de la déconnection des gouttières :

« Lorsque les eaux de drainage de toits sont captées par un système de gouttière et de tuyaux de descente extérieurs, ces eaux doivent être dirigées sur la surface du sol à au moins 1,5 m d'un bâtiment, en évitant l'infiltration vers tout drain de fondation ».

3 L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE ET LA GESTION DES EAUX PLUVIALES; LES ALTERNATIVES AUX BASSINS DE RÉTENTION

Depuis longtemps en Europe et plus récemment en Amérique du Nord, on tend à inclure dans les pratiques d'aménagement, la gestion efficiente des eaux de pluie et de ruissellement. On nomme ces approches de différentes façons : *low impact development technologies* (LID), techniques alternatives d'assainissement ou pratiques de gestion optimale (PGO). Elles sont basées sur le principe de l'infiltration naturelle et sur des techniques de rétention conçues pour gérer les eaux de pluie sur les sites où elles sont générées. Bien que la performance de chacune des mesures diffère, on peut retenir que ces aménagements visent à réduire les volumes de ruissellement susceptibles d'atteindre le réseau d'égout, à retarder les débits de pointe et à améliorer la qualité des eaux acheminées au réseau.

Il existe différentes mesures et techniques de gestion qui sont proposées par ces approches et elles possèdent toutes leurs avantages et leurs inconvénients. Certaines techniques misent plus particulièrement sur la rétention, d'autres sur l'infiltration de l'eau et certaines sur l'utilisation sur place de l'eau. Il reste que la plupart de ces techniques ne pourraient détourner à 100 % les eaux pluviales de la station d'épuration des eaux usées de Montréal, mais elles peuvent néanmoins réduire efficacement les quantités d'eau qui y sont acheminées.

Au niveau des techniques de rétention des eaux, il y a entre autres:

- Les toits verts (jouent aussi un rôle de réduction)
- Les systèmes de bio-rétention
- Le stockage sous les routes ou les stationnements

Pour ce qui est des techniques d'infiltration ou de réduction du volume il y a :

- La déconnection des gouttières
- Les tranchées d'infiltration
- Les matériaux poreux

Finalement, il y a les techniques d'utilisation sur place de l'eau de pluie qui, elles, misent sur différents moyens de captation de l'eau de pluie. C'est notamment le cas des citernes de récupération, qui peuvent être utilisées pour accumuler l'eau de pluie et la réutiliser pour les toilettes ou l'irrigation des jardins extérieurs.

L'un des avantages majeurs des techniques alternatives est qu'elles soient associées (pour la majorité d'entre elles) à un aménagement paysager, ce qui améliore l'aspect visuel en plus d'être très intéressant d'un point de vue environnemental. Les techniques alternatives peuvent en effet contribuer à la réduction de l'absorption de la chaleur, à une meilleure infiltration et rétention des précipitations, à une amélioration de la qualité de l'air (poussières, CO₂, métaux lourds captés par les végétaux) et de la qualité des sols (les racines de certains arbres peuvent retenir des métaux lourds).

La prochaine section sera donc axée sur la description de certaines techniques, suivie d'exemples-cas à l'appui.

3.1 Techniques de rétention

Les techniques de rétention permettent de stocker temporairement les eaux pluviales avant de les restituer vers un exutoire à débit limité grâce à un dispositif de régulation (cours d'eau, sol ou réseau d'égout).

3.1.1 Les toitures vertes

Les toitures vertes permettent de stocker en partie les eaux pluviales, ce qui fait que seulement une partie est redirigée vers le réseau d'égout. L'eau de pluie peut être stockée par des plantes dans la partie drainante du toit, ce qui permet de réduire les débits d'eau en provenance du toit. Deux principaux types de toitures vertes existent (extensives et intensives). Leur distinction est fonction de l'épaisseur du substrat installé et du type de végétation.

Les toitures vertes intensives sont accessibles et la circulation y est non limitée. L'épaisseur du substrat est supérieure à 20 cm (Centre d'écologie urbaine, 2005), les plantations sont variées et on parle de toiture jardin. Il a été démontré que ce type de

toiture peut intercepter 10 à 15 cm de pluie (Peck, SW *et al*, 2005). Un projet de la ville de Toronto a permis de démontrer qu'avec un substrat de 14 cm, il était possible de réduire de 60 % le ruissellement des eaux de pluie lors d'évènements pluviaux de 20 mm (Kok, S., 2004).

Les toitures vertes extensives ne sont qu'accessibles que ponctuellement et la circulation y est limitée. L'épaisseur du substrat est plus petite, soit de 6 à 15 cm et les plantations qui y sont associées sont de type milieu sec (Centre d'écologie urbaine, 2005). Les plantes et les substrats permettent quand même de retenir les eaux de pluie et de diminuer les frais reliés à leur gestion. Ce sont les toitures vertes qui sont le plus aménagées actuellement.

Maude Landreville (2005), du centre d'écologie urbaine de Montréal, a évalué la superficie occupée par les toitures (2.6 km²) et la quantité d'eau de pluie reçue par les toitures de l'arrondissement Plateau-Mont-Royal par année (2 215 824,6 m³). De plus, elle a évalué qu'une toiture verte avec 5 cm de substrat permettrait de réduire le ruissellement de la toiture de 50 % (voir tableau 3.1).

Une étude réalisée par la ville de Portland a aussi démontré que si la moitié des immeubles de son centre-ville étaient recouverts d'un toit vert, la décharge des eaux pluviales pourrait être réduite de 11 à 15 % vers le réseau d'égout (Dunnnett et Kingsburry, 2004).

Dans la même étude effectuée par Dunnnett et Kingsburry (2004), on note les potentiels de rétention des toits verts et les toits standards. Selon leurs estimations, la diminution du ruissellement des eaux de pluie entre une toiture standard et une toiture végétalisée avec 15 cm de substrat serait de moitié (81 % pour un toit standard vs 40 % pour une toiture végétalisée).

Ces estimations semblent démontrer que d'un côté, les toitures vertes sont efficaces mais que de l'autre, l'impact sur le volume global d'eau acheminé aux égouts est plus modéré en raison des autres espaces minéralisés composant une ville (voies publiques et stationnements).

Tableau 3.1 Comparaison des types de toits en fonction du degré de ruissellement

Type de toit	Ruissellement (mm)	Ruissellement (%)
Standard	655	81
Standard avec 5 cm de gravier	636	77
Toit végétalisé avec 5cm de substrat	409	50
Toit végétalisé avec 10cm de substrat	369	45
Toit végétalisé avec 15cm de substrat	329	40

Tiré de Dunnnett et Kingsbury (2004), p.43.

Au niveau des coûts généraux des toitures vertes, selon Stephens *et al.* (2002), il faudrait compter environ 60 \$ US/m² (environ 66 \$ CAN) pour une toiture extensive avec un substrat de 15 cm d'épaisseur et 150 \$ US/m² (environ 167 \$ CAN) pour une toiture intensive avec un substrat de 30 cm d'épaisseur. De plus, il faudrait prévoir, selon ces auteurs, un coût annuel de 1 \$ à 1,5 \$ US (1,10 à 1,60 \$ CAN) du m² pour l'entretien. Le Centre d'écologie urbaine mentionne quant à lui des coûts de 15 \$ à 19 \$ CAN le pi² (162 \$ à 205 \$ CAN le m²), selon la technologie utilisée, comparativement à 5 \$ à 9 \$ CAN le pi² (54 \$ à 97 \$ CAN le m²) pour une toiture conventionnelle (*Id.*, 2005). Pour un triplex typique du Plateau, la facture pourrait donc s'élever entre 15 000 \$ et 19 000 \$ CAN (*Id.*, 2005). Ceci constitue environ le double du coût d'un toit en bitume. Il faut toutefois tenir compte de la durée de vie d'une toiture verte qui deux fois plus longue et des économies d'énergie, qui pourraient atteindre l'ordre de 10 à 20 % par année (*Id.*, 2005).

Tableau 3.2 Éléments à considérer pour les toits verts

Lieux propices d'utilisation	Performance	Coûts	Avantages	Contraintes	Applicabilité contexte montréalais
Les édifices, logements et bâtiments à toits plats	Peuvent réduire le ruissellement de l'eau de pluie de 50 %(1)	Coût relativement élevé, 162 \$ à 205 \$ CAN le mètre carré (2)	Réduction du ruissellement urbain Efficacité énergétique Diminution de l'effet îlot de chaleur	Coût élevé Nécessité une reconfiguration des toitures dans certains cas	Très bonne applicabilité sur les toits plats, qui sont très représentatifs de Montréal

(1) et (2) Selon les estimations de Landreville (2005)

3.1.2 Les systèmes de bio-rétention

Les systèmes de bio-rétention se présentent sous la forme d'une dépression végétalisée qui permet de capter les eaux de ruissellement d'un secteur minéralisé, tout en favorisant les processus d'évapotranspiration, d'absorption, de filtration et d'infiltration (Mailhot et al., 2008).

Il existe deux types de systèmes de bio-rétention : les systèmes avec infiltration totale, avec ou sans réservoir, et les systèmes avec infiltration partielle. Lorsqu'il y a infiltration partielle, cela implique l'installation d'un drain relié au système de drainage urbain et, dans certains cas, d'un système pour contrôler les intrants dans le drain (*Id.*, avril 2008). Les systèmes de rétention permettent l'infiltration des eaux de ruissellement et contribuent à la recharge des eaux souterraines.

Les systèmes de bio-rétention sont bien adaptés aux secteurs résidentiels, commerciaux ou industriels. Ils sont très efficaces pour la rétention des eaux de pluie et plus particulièrement, pour les événements pluvieux de faible intensité (Atchison *et al.*, 2006). Les systèmes d'infiltration partielle, avec drain relié aux systèmes de drainage urbains peuvent permettre de contrôler les apports d'eaux lors d'épisodes pluvieux de forte intensité.

Les aménagements de bio-rétention peuvent être installés à divers endroits. En ce sens, ils peuvent recueillir les eaux de ruissellement provenant des toits, des espaces de stationnements ou des routes. Outre les avantages qu'ils présentent en matière de contrôle des eaux pluviales et d'amélioration de la qualité des eaux de ruissellement, les systèmes de bio-rétention peuvent se présenter sous de très nombreuses formes et peuvent même être utilisés dans le cadre d'un aménagement paysager (Atchison *et al.*, 2006). De ce fait, ils peuvent être intégrés au tissu urbain et jouer un rôle esthétique intéressant. Pour un rendement optimal, les systèmes de bio-rétention doivent être en mesure de s'assécher entre les événements pluvieux (*Id.*, 2006).

L'espace disponible peut toutefois en limiter l'installation dans les secteurs fortement urbanisés. Toutefois, certaines villes ont réussi à aménager de petits systèmes de bio-rétention en milieu urbain (voir ville de Portland, figure 3.1). De plus, le site appelé à recevoir un système de bio-rétention doit posséder un certain nombre de caractéristiques.

D'une part, selon Atchison *et al.* (2006), les surfaces drainées par un aménagement doivent rester petites. En fait, la superficie d'un aménagement de bio-rétention devrait, en règle générale, correspondre à 15 % de la superficie à drainer et ne pas dépasser 2 hectares selon les auteurs. Au-delà de cette superficie, les risques d'obstruction par les sédiments en suspension présents dans les eaux de ruissellement peuvent devenir importants. De plus, il pourrait s'avérer difficile de diriger efficacement l'ensemble des eaux de ruissellement lorsque la superficie drainée est trop grande.

D'autre part, ce type d'aménagement ne doit pas être installé dans un lieu ayant une forte pente et, afin d'éviter les risques de contamination, il est important que la nappe phréatique ne soit pas près de la surface (Mailhot *et al.*, 2008). Il faut aussi bien comprendre que ces installations ne restent efficaces que pour des événements pluvieux de faible intensité. Ceux-ci représentent heureusement la majorité des événements pluvieux. Au niveau des coûts, l'INRS a évalué 8 \$ CAN/ m² à 46 \$ CAN/ m², en fonction du type de système choisi.

Selon Mailhot *et al.* (2008), les systèmes de bio-rétention doivent être l'objet d'un certain nombre de mesures d'entretien afin de maintenir leur efficacité à long terme. Ce serait particulièrement le cas pour les aménagements possédant un réservoir relié au réseau de

drainage, celui-ci devant être vérifié régulièrement pour s'assurer que le drain n'est pas obstrué (*Id.*, 2008). Des inspections plus fréquentes sont aussi suggérées pour s'assurer du bon fonctionnement du système. Il faut entre autre vérifier que la captation des eaux de ruissellement s'effectue efficacement et que les eaux ne restent pas trop longtemps à la surface. De plus, sur une base mensuelle, il est recommandé d'enlever les déchets et débris qui se sont accumulés et qui peuvent altérer le fonctionnement de l'aménagement (*Id.*, 2008).

Muthanna *et al.* (2007) ont estimé la performance des systèmes de bio-rétention en saison hivernale. Au niveau de la réduction du volume des eaux de ruissellement et du débit de pointe, ils affirment que l'efficacité peut être réduite de moitié en saison hivernale par rapport à la saison estivale, ce qui est un facteur important à considérer pour le climat montréalais.

Pour pallier à cette réalité, ils soulignent diverses mesures pouvant être mises en place afin d'assurer un rendement amélioré des systèmes de bio-rétention durant la période hivernale. Par exemple, ils déconseillent l'utilisation de la tourbe et du compost lors de l'aménagement du système de bio-rétention, car selon eux, ces deux éléments favoriseraient la rétention d'eau et la formation de glace, ce qui pourrait réduire considérablement la perméabilité de l'aménagement. De plus, pour augmenter l'efficacité des systèmes avec drain relié au système d'égout durant la saison hivernale, ils ont noté qu'il pourrait être profitable d'installer une conduite perforée. Cette conduite devrait avoir une pente supérieure à 1 %, un bon diamètre et être située sous la ligne de gel au sol. Ils suggèrent finalement de disposer d'un lit de concassé de 45 cm dans le fond de l'aménagement autour de la conduite perforée (*Id.*, 2007).

La Tohu a aménagé un système de bio-rétention combiné avec un marais filtrant (voir figure 3.1). Un bassin naturalisé longe leur bâtiment administratif et recueille les eaux de pluie provenant des toitures à l'aide d'une membrane géotextile et d'une couche d'argile qui retient l'eau. Éventuellement, l'eau se dissipe par évaporation ou par percolation dans le sol. Le bassin permet la rétention des eaux pluviales tout en alimentant les plantes aquatiques du marais. Le bassin retarde et réduit le débit de pointe de l'eau pluviale, éliminant ainsi la nécessité de construire un système de retenue souterrain traditionnel muni de conduites en béton.

Il permet aussi d'éliminer environ 80 % des matières en suspension totales et de 40 % du phosphore total (Tohu, 2009). Le bassin a été conçu pour effectuer la captation des eaux de ruissellement du site, en fonction d'une récurrence de pluie de 100 ans (situation de pluie exceptionnelle). La réglementation de la ville exige quant à elle des volumes de rétention des eaux pluviales sur le site pour une pluie de récurrence de 25 ans (article 89.26 du *règlement 2001-09* de la CMM).



Figure 3.1 Bassin de bio- rétention et marais filtrant
Tirée de La Tohu, Site Internet (2009)

Tableau 3.3 Éléments à considérer pour les systèmes de bio-rétention

Lieux propices d'utilisation	Performance	Coûts	Avantages	Contraintes	Applicabilité contexte montréalais
Terrains avec grands espaces : stationnements, parcs, nouveaux développements	Très bonne performance pour les évènements de pluie de faible intensité et pour des superficies de drainage inférieures à 2 hectares (1)	8 \$ à 46 \$ CAN par m ² (2)	<p>Rétention efficace des eaux pluviales lors de la plupart des évènements pluvieux (3)</p> <p>Diminution des matières en suspension et du phosphore</p> <p>Permet de remplacer la construction d'un bassin de rétention souterrain en béton</p> <p>Qualité paysagère et présence d'écosystèmes en milieu urbain</p> <p>Contribution à la recharge de la nappe phréatique</p>	<p>Peu propice en milieux urbains denses, besoin de grands espaces</p> <p>Programme d'entretien à prévoir pour maintenir l'efficacité, surtout l'hiver</p> <p>Doit être combiné avec une autre technique pour les évènements de pluie de forte intensité (drain relié au système d'égout)</p> <p>Éviter les secteurs à forte pente et avec une nappe phréatique trop près de la surface</p> <p>Efficacité réduite de moitié en saison hivernale (4)</p>	<p>Tout à fait applicable dans la logique des nouveaux développements qui se font dans certaines parties de l'île de Montréal.</p> <p>Applicable dans des stationnements de centres commerciaux et institutionnels</p>

(1) Selon les estimations de Atchison *et al.* (2006)

(2) Selon les estimations de Mailhot *et al.* (2008)

(3) La majorité des évènements pluvieux sont habituellement de faible intensité et pour assurer la performance lors d'évènements pluvieux de forte intensité, les systèmes devraient être combinés à un drain relié au système de drainage urbain (égout) (Mailhot *et al.*,2008)

(4) Selon les estimations de Muthanna *et al.* (2007)

Techniques d'infiltration ou de réduction de volume

Comme leur nom le mentionne, les techniques d'infiltration ont pour exutoire le sol. En effet, elles contiennent les eaux pluviales collectées pour favoriser l'infiltration graduellement dans le sol.

3.1.3 La déconnection des gouttières

Le but de la déconnection des gouttières est de ramener l'eau de pluie vers les surfaces végétalisées, plutôt que dans un drain français situé autour des fondations de certains bâtiments, qui redirigent cette eau vers le réseau d'égout. Cette technique peut être combinée avec l'installation d'un baril de récupération de l'eau de pluie, permettant de réutiliser l'eau à des fins d'arrosage. Cette technique est peu dispendieuse et relativement facile à effectuer. Selon Mailhot *et al.* (2008), il coûterait entre 0,25 \$ à 4 \$ CAN le litre pour un réservoir d'eau de pluie et de 10 \$ à 40 \$ CAN le mètre pour une gouttière. Durant la saison hivernale, pour prévenir le gel et les risques de déformation du système de captage d'eau, il est nécessaire que ce dernier soit déconnecté de la surface imperméable drainée et qu'il soit exempt de toute trace d'eau avant les premiers gels. Cette précaution permet d'éviter qu'il ne s'abîme par temps froid. Au besoin, la citerne peut aussi être entreposée. La ville de Dorval illustre bien les potentiels de récupération de l'eau de pluie associés à la déconnection des gouttières, lorsqu'il y a jumelage avec un récupérateur d'eau de pluie. En fait elle estime que le récupérateur d'eau de pluie qu'elle suggère à ses citoyens (l'Écoplue, capacité de 200 litres) permettrait de collecter plus de 5 000 litres d'eau par saison (voir tableau 3.4) et d'éviter l'utilisation d'une quantité équivalente d'eau potable pour arroser les plantes et les jardins.

Tableau 3.4 Quantité d'eau récupérée mensuellement avec un baril Écoplue

Mois	Avril	Mai	juin	juillet	août	septembre	octobre
Pluviométrie mm	62,6	66,7	82,5	100,3	86,5	72,8	70,4
Eau collectée en litres sur 10 m ²	626	667	825	1003	865	728	704

Tiré de ville de Dorval, Site Internet (2009)

Depuis 2007, la Ville de Sherbrooke procède à l'inspection systématique des gouttières des résidences dont le toit est en pente. Le but est d'éliminer les cas de raccordements de gouttières non conformes.

Selon l'article 6.1.70 du *Règlement numéro 1* de la ville de Sherbrooke :

« l'eau pluviale provenant d'un toit en pente ou plat d'un bâtiment, qui est évacuée au moyen de chénaux ou de descentes pluviales (gouttières), doit obligatoirement déverser à la surface du terrain ou dans un puits percolant situé à une distance d'au moins 1,5 mètre du bâtiment dans les limites de la propriété et en aucun cas dans l'emprise de la rue et loin de la zone d'infiltration captée par le tuyau de drainage des fondations du bâtiment».

Les citoyens doivent donc s'assurer que leur gouttière soit dirigée vers un puits percolant, leur pelouse, une plate-bande ou une haie de cèdre. Les gouttières qui acheminent l'eau au drain de fondation (drain français), à un fossé municipal ou à l'emprise de la rue sont maintenant jugées non-conformes. La ville a implanté cette réglementation pour réduire la surcharge de sa station d'épuration lors de fortes pluies et pour réduire les dépenses liées au traitement d'eaux pluviales relativement propres. Le but de cette réglementation est donc de diriger l'eau de pluie systématiquement vers les lieux de verdure, au lieu de la diriger directement dans les réseaux d'égout. Ceci peut être une technique d'infiltration facile à utiliser pour les villes, lorsque la géométrie et les propriétés du sol le permettent. La ville de Sherbrooke estime qu'en moyenne, les bâtiments résidentiels avec toit en pente possèdent l'équivalent 100 mètres carrés de surface horizontale. En fonction de cette estimation, une pluie de 10 mm générerait environ 1 mètre cube d'eau captée par les gouttières d'un bâtiment type.

Avec cette estimation, il devient possible par la suite de calculer le nombre de mètres cubes d'eau détournés des réseaux d'égouts tout simplement en multipliant le nombre de bâtiments avec toit en pente qui sont "débranchés" grâce à la réglementation des gouttières, par la quantité en mm de pluie tombée. La ville n'a pas encore de données précises à ce sujet puisqu'elle doit encore effectuer encore de nombreuses inspections en 2009-2010.

Toutefois, supposons que si 20 000 bâtiments étaient débranchés pour une pluie de 30 mm (événement de pluie de très forte intensité), il y aurait 60 000 mètres cubes d'eau qui seraient détournés des réseaux d'égouts et qui seraient absorbés par la végétation.

La déconnection des gouttières est toutefois une technique qui peut s'appliquer seulement dans les zones pavillonnaires où les secteurs sont munis de toits en pente avec gouttières. Les immeubles à logements à toits plats des quartiers centraux de Montréal sont pour la plupart du temps dotés d'un tuyau passant au centre du bâtiment pour évacuer l'eau de leurs toits. Toutefois, il y a dans ces mêmes quartiers centraux plusieurs secteurs à toits en pente qui pourraient être investigués.

3.1.4 Déviation des eaux de pluie

Lorsque possible, il est assez facile dans la conception des ouvrages routiers et de circulation, de faire dévier l'eau de pluie et de ruissellement vers des endroits perméables. Par exemple, la construction d'une zone végétalisée entre le trottoir et la rue peut permettre à l'eau de s'infiltrer dans le sol et de diminuer le ruissellement de surface. Dans le même ordre d'idée, il est tout aussi aisé de penser à faire une découpe dans les bordures de trottoirs pour diriger l'eau de ruissellement vers les espaces verts ou les parcs au lieu de la diriger systématiquement vers la rue ou le caniveau. Le principal avantage de cette technique est sa facilité et son faible coût d'implantation, particulièrement dans le cadre d'une réfection de trottoirs.



Figure 3.2 Découpe dans une bordure pour faire dévier l'eau vers la verdure
Tirée de Direction de l'environnement ville de Montréal (2009)

Tableau 3.5 Éléments à considérer pour la déconnection des gouttières et la déviation des eaux

Lieux propices d'utilisation	Performance	Coûts	Avantages	Contraintes	Applicabilité contexte montréalais
Secteurs avec habitations et bâtiments à toits en pente	<p>Peut avoir un impact important si appliquée de façon étendue</p> <p>5 000 litres par saison avec un baril de récupération d'eau de pluie</p> <p>1 m³ d'eau infiltrée pour une pluie de 10 mm avec la déconnection des gouttières</p>	<p>10 \$ à 40 \$ CAN le mètre pour les gouttières (3)</p> <p>0.25 \$ à 4\$ CAN le litre de récupération d'eau de pluie (4)</p>	<p>Permet de réduire de façon importante les quantités d'eau provenant des toits qui sont directement envoyées dans les égouts</p> <p>Facilité d'installation</p> <p>Possibilité de combinaison avec des barils de récupération pour des fins de réutilisation de l'eau de pluie et avec des bandes filtrantes ou des tranchées d'infiltration</p> <p>Coûts modiques</p>	<p>Applicable seulement dans des secteurs avec toits en pente</p> <p>Il faut étudier les caractéristiques du terrain (perméabilité du sol, pente, etc.) pour la déviation des eaux</p>	<p>Applicable dans les secteurs de toits en pente qui se retrouvent disséminés un peu partout dans les arrondissements et villes de l'île de Montréal</p>

(1) Selon les estimations de la ville de Dorval (2009)

(2) Selon les estimations de la ville de Sherbrooke (2009)

(3) et (4) Selon les recherches de Mailhot *et al.* (2008)

3.1.5 Les tranchées d'infiltration

Les tranchées d'infiltration sont des ouvrages superficiels d'une profondeur de 1 ou 2 mètres. Elles sont souvent situées en aval d'un secteur imperméabilisé et utilisé pour l'assainissement pluvial des voiries ou des toitures (Mailhot *et al.*, 2008). Elles sont remplies de matériaux poreux tels que du gravier et revêtues par la suite avec des végétaux, de la pelouse ou des dalles. Le principe de base de ce type d'aménagement est de permettre un stockage temporaire des eaux qui peuvent, par la suite, s'infiltrer dans le sol.

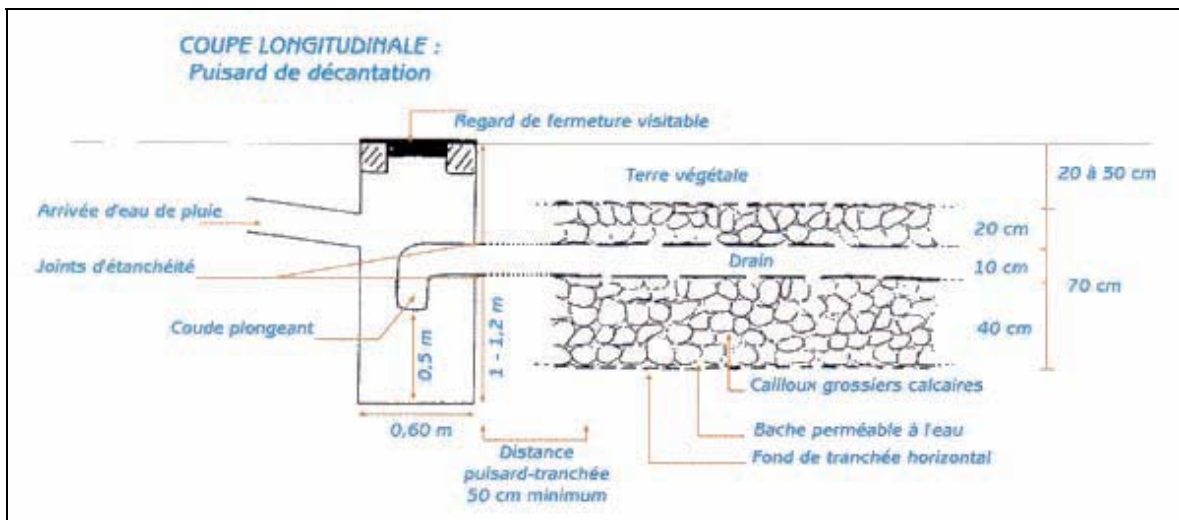


Figure 3.3 Croquis d'une tranchée d'infiltration
Tirée de Adopta, Gestion durable des eaux pluviales (2007)

Mailhot *et al.* (2008) distinguent deux types de tranchées; ouvertes et fermées. Pour ce qui est des tranchées dites ouvertes, la couverture rocheuse servant à l'infiltration est apparente en surface et pour les tranchées fermées, le média rocheux est recouvert de pelouse ou de pavage.

Les tranchées d'infiltration sont des aménagements très polyvalents pouvant être implantées dans des endroits où l'espace est restreint pour recueillir les eaux de pluie. Elles peuvent donc très bien être implantées dans des zones résidentielles de moyenne et haute densité, dans certaines zones commerciales et dans des secteurs institutionnels (*Id.*, 2008). Les tranchées d'infiltration peuvent aussi contribuer à l'amélioration de la qualité des eaux. Il semble qu'elles peuvent capter une quantité non négligeable de

sédiments solides en suspension, soit jusqu'à 80 % (*Id.*, 2008). De plus, en raison de la filtration dont sont l'objet les eaux de ruissellement, les tranchées d'infiltration peuvent retenir divers polluants tels que les métaux lourds et les nutriments. Un avantage intéressant des tranchées d'infiltration est leur polyvalence et leur adaptabilité dans des sites où l'espace disponible est limité, notamment sur des sites déjà bâtis (*Id.*, 2008). Les tranchées d'infiltration peuvent, par exemple, être aménagées près d'un stationnement, le long de routes ou près de résidences. Au sujet des résidences, les tranchées d'infiltration s'avèrent une option intéressante à combiner avec la déconnection des gouttières et de redirection des eaux de ruissellement pour infiltration (*Id.*, 2008).

Au niveau des facteurs contraignants à considérer, Mailhot *et al.* (2008) soulignent que le choix des tranchées d'infiltration comme type d'aménagement doit reposer sur un ensemble de considérations. Celles-ci sont liées au type de sol, à la topographie, à la profondeur de la nappe phréatique, à la profondeur de la roche mère, à la surface du bassin à drainer, à l'occupation du territoire, à la proximité de puits, d'eaux de surface ou de fondations. En fait, il semble que les tranchées d'infiltration soient mieux adaptées à des sites ayant une topographie peu accidentée, des sols perméables, une nappe phréatique et une roche mère profonde ainsi qu'une surface à drainer relativement petite. De plus, les superficies de drainage à considérer pour ce type d'aménagement seraient idéalement de moins de quatre hectares (Barr Engineering, 2001). En fait, les tranchées d'infiltration devraient même être combinées à d'autres types d'aménagements lorsque la surface à drainer est de plus de deux hectares (*Id.*, 2001). Les tranchées d'infiltration, comme les aménagements de bio-rétention, seraient aussi sujettes au colmatage, il faut donc considérer la nécessité d'un entretien régulier pour assurer leur fonctionnalité; nettoyage de la structure réservoir, du drain, des bouches d'injection etc. (*Id.*, 2001).

Le coût des tranchées d'infiltration peut être très variable; de 15 \$/ m³ à 150 \$/ m³ CAN (CASQA, 2003). Pour un aménagement relativement petit (34 m³) les coûts pourraient varier entre 3 000 \$ et 8 500 \$ CAN. Les coûts annuels d'entretien représentent approximativement 5 à 20 % des coûts de construction (*Id.*, 2003). Toutefois, toujours selon ce document, il faut songer à des coûts d'entretien plus près du 20 % si l'on veut prolonger la durée de vie effective de l'installation, ce qui est très chers.

La technique des tranchées est aussi à évaluer avec précaution pour certaines situations. L'infiltration dans le sol étant efficace avec cette technique, il pourrait y avoir un risque de contamination de la nappe phréatique. Cela peut être justement le cas si des tranchées sont aménagées trop près de routes où de grandes quantités de sel de déglacage sont épandues l'hiver (risque de pollution au chlorure de sodium). Il est donc recommandé de dévier les eaux de ruissellement pendant l'hiver afin d'éviter une contamination par les sels de déglacage (Mailhot *et al.* 2008). Dans le même ordre d'idée, le sable épandu en saison hivernale pourrait limiter ou colmater le sol, empêchant ainsi l'infiltration efficace de l'eau. Afin d'atténuer les risques de colmatage, il est conseillé de faire passer les eaux de ruissellement vers la tranchée par une bande filtrante végétalisée. Pour être optimales, les installations de prétraitement devraient intercepter 25 à 30 % des sédiments solides (Barr Engineering, 2001).

Un autre élément pouvant considérablement compromettre l'efficacité des tranchées d'infiltration des eaux est le gel. Celui-ci, en surface, pourrait empêcher les eaux de ruissellement de s'écouler à l'intérieur de la tranchée et de percoler dans le sol. Quelques modifications pourraient toutefois être apportées pour pallier à ce problème. Par exemple, il est proposé de disposer dans le fond de la tranchée de 0,3 m de concassé ou de sable afin de favoriser l'infiltration pendant l'hiver (Barr Engineering, 2001). Au niveau de la conception, il est aussi conseillé de concevoir un ouvrage dont la capacité est plus grande que celle requise afin de faciliter l'infiltration lors de la fonte printanière au moment où la tranchée risque d'être très sollicitée (*Id.*, 2001).

Tableau 3.6 Éléments à considérer pour les tranchées drainantes

Lieux propices d'utilisation	Performance	Coûts	Avantages	Contraintes	Applicabilité contexte montréalais
Terrains de stationnement, maisons individuelles, terrains institutionnels avec des sols perméables et avec une nappe phréatique profonde	Peut capter jusqu'à 80 % des sédiments solides en suspension (1)	Coûts très variables; de 15 \$ à 150 \$ CAN le m ³ (2)	<p>Filtration des matières en suspension</p> <p>Rétention de certains métaux lourds dissimulés dans les particules des eaux de ruissellement</p> <p>Polyvalence et adaptabilité à plusieurs types de sites, particulièrement là où l'espace est restreint</p> <p>Peuvent être combinées avec d'autres techniques de rétention comme la déconnection des gouttières</p> <p>Il faut prévoir une alternative pour les mois d'hiver : dévier les eaux de ruissellement</p>	<p>Coûts très variables</p> <p>Risques de colmatage à prévoir</p> <p>Entretien à prévoir pour prévenir le colmatage : coûts d'entretien estimés entre 5 à 20 % des coûts de construction (3)</p> <p>Peuvent contribuer à la contamination de la nappe phréatique si celle-ci est trop près de la surface</p> <p>Performance limitée en période hivernale; nécessité de dévier l'eau ailleurs durant cette période</p> <p>Superficie de drainage limitée à 4 hectares et idéale à 2 hectares (4)</p>	Applicable dans une panoplie d'endroits : stationnements, le long de certaines routes, ruelles, dans les résidences près des gouttières.

(1) Selon les estimations de Mailhot *et al.* (2008)

(2) et (3) Selon les estimations de CASQA (2003)

(4) Selon les recommandations de Barr Engineering (2001)

3.1.6 Les revêtements poreux (pavés perméables, asphalte et béton poreux)

Les revêtements poreux sont considérés comme une solution alternative aux revêtements habituels imperméables tels que l'asphalte ou le béton traditionnel. Leur utilisation depuis quelques années en aménagement du territoire a pour but de réduire le ruissellement pluvial vers les systèmes d'égouts en favorisant plutôt l'infiltration de l'eau.

Les domaines d'application privilégiés des revêtements poreux sont (Grand Lyon, 2008):

- les emplacements de stationnements
- les places publiques et les rues piétonnes
- les pistes cyclables
- les ruelles
- les entrées de garage

Il existe différents matériaux de revêtements poreux qui peuvent être utilisés; béton drainant, asphalte poreux, éléments modulaires tels que des pavés et des dalles engazonnées. Les revêtements poreux sont particulièrement intéressants dans le cas d'un remplacement d'une surface superficielle imperméable lorsque les propriétés du sol sont perméables. Le choix d'un type de revêtement dépend surtout de l'utilisation et de l'intensité de la circulation automobile que l'on prévoit sur un site (stationnement, voie piétonne, ruelle, allées de stationnement, place publique). Les revêtements de type asphalte poreux et béton drainant sont plus appropriés pour des stationnements, des ruelles et des voies de circulation de faible à moyenne circulation alors que les pavés perméables, les pavés végétaux, les pavés en gravier et autres éléments modulaires sont plus appropriés pour les entrées de garage, les voies piétonnes, certaines ruelles et espaces de stationnement à très faible circulation automobile.

Les revêtements poreux peuvent très bien s'intégrer dans le tissu urbain. Ils peuvent être intéressants pour remplacer une surface imperméable, peuvent contribuer à la recharge de la nappe phréatique et réduire de façon considérable le ruissellement urbain vers les systèmes d'égouts (Grand Lyon, 2008).

Certains éléments doivent toutefois être pris en compte pour assurer leur performance. En somme, les revêtements poreux ne conviennent pas à tous les contextes d'utilisation. Ils sont souvent plus fragiles que les revêtements classiques, c'est notamment le cas des pavés perméables et des revêtements alvéolés de gazon. C'est pourquoi ils sont mieux adaptés aux espaces à circulation légère (*Id.,2008*). Il faut aussi prévoir l'évacuation des eaux pluviales en cas d'évènements pluvieux intenses conduisant à une saturation du sol (drain avec régulation du débit avant le retour dans le système d'égout). Les revêtements poreux peuvent aussi être sujets au colmatage, soit par des débris de végétation, de sable, de gravier ou de sel en période hivernale. C'est pourquoi il faut considérer un entretien spécifique (balayage et désherbage dans le cas des pavés végétalisés). De plus, puisque les revêtements perméables permettent à l'eau de rejoindre la nappe phréatique, il faut prévoir une réalisation rigoureuse afin de prévoir et éviter les risques de pollution de celle-ci.

Dans un document publié en 2007 intitulé «*Guide des bonnes pratiques dans la lutte à l'érosion et à l'imperméabilité des sols*», l'Association pour la protection de l'environnement du lac Saint-Charles (APEL) a étudié deux types de revêtement qui, selon eux, pourraient convenir dans des entrées de garage et de maison. Il s'agit des pavés perméables et des systèmes alvéolés remplis de gazon.

Les pavés perméables (voir figure 3.4) en pierres ou en dalles sont étalés sur une surface préparée de sable. Les joints entre les blocs sont remplis de sable ou de gravier. De cette façon, il y a de l'espace pour que l'eau s'infilte. Pour évaluer la perméabilité de ce type de matériaux, il est intéressant d'évaluer le coefficient de ruissellement. Celui-ci est calculé à partir de la formule suivante : hauteur d'eau ruisselée ÷ hauteur d'eau précipitée. Plus le coefficient est bas, plus le ruissellement est faible. Dans son document, l'APEL souligne que le coefficient de ruissellement (rapport entre la pluie et le degré de ruissellement) varie de 0,1 à 0,7 pour le pavé perméable, dépendamment de la grosseur des joints et des matériaux utilisés. Pour ce qui est d'une entrée asphaltée traditionnelle, ce même coefficient varierait entre 0,7 à 0,95 selon l'APEL. Leur coût serait d'environ 100 \$ CAN le m² (achat et pose), ce qui est 4 fois plus cher que l'asphalte traditionnel qui se chiffre à environ 22 \$ CAN le m² (Pavage Roland Fortier, 2009).



Figure 3.4 Pavés perméables où les espaces sont remplis de gravier
Tirée de APEL (2007)

Dans le guide l'APEL, on note que les pavés alvéolés (figure 3.5) avec gazon laissent une cellule ouverte au centre de chaque bloc qui est rempli avec de la terre et engazonnée. Ce sont les blocs en béton qui distribuent la masse des voitures afin de prévenir la compression du sol sous-jacent. Selon les recherches de l'APEL, le coefficient de ruissellement varie de 0,15 à 0,6 pour ce type de pavé, ce qui démontre un taux de ruissellement assez faible. Le coût serait d'environ 95 \$ CAN le m² (achat et pose).



Figure 3.5 Systèmes alvéolés en béton avec gazon
Tirée de APEL (2007)

L'asphalte poreux suscite de plus en plus d'intérêt depuis ces dernières années. Cahil *et al.* (2008), de l'Association canadienne des stationnements, ont produit un document d'information démontrant les potentiels et les éléments à considérer pour ce type de surface. Les auteurs mentionnent que l'élément distinctif principal de l'asphalte poreux par rapport à l'asphalte traditionnel est sa plus faible concentration de particules (ceci permet à l'eau de s'écouler). La *National Asphalt pavement Association* (2008), stipule que l'asphalte poreux est généralement placé sur un lit de pierres sous-jacent qui

se compose d'un classement uniforme de 1,5 pouces à 2,5 pouces de pierres propres mélangées. Ce même lit de pierres serait situé entre 18 et 36 pouces de profondeur, ce qui fournit une importante structure de base pour la chaussée. De plus, le lit n'est pas compacté, ce qui permet à l'eau de s'infiltrer et de se disperser de façon uniforme. C'est pourquoi l'asphalte poreux démontre très peu de fissures et de nids-de-poule, qui sont pourtant des problèmes communs avec l'asphalte conventionnel (*National Asphalt pavement association, 2008*) L'asphalte poreux serait aussi conçu pour épouser la topographie d'un site, ce qui peut diminuer le terrassement et l'excavation à faire.



Figure 3.6 Partie de stationnement en asphalte poreux et l'autre en asphalte ordinaire
Tirée de Cahil *et al.* (2008)

Au niveau des endroits privilégiés pour l'utilisation de l'asphalte poreux, on recommande les voies de circulation, les stationnements et les endroits où la circulation automobile est modérée. On ne recommande pas son utilisation là où la circulation est intense et où des véhicules poids lourds circulent abondamment (aéroports, autoroutes, ponts, etc.)

Au niveau du coût, l'asphalte poreux, ne coûterait pas plus cher que l'asphalte traditionnel. Le coût d'une entrée de stationnement résidentielle oscillerait autour de 2 000 \$ CAN (Pavage Roland Fortier, 2009) alors que le coût pour l'asphalte poreux se situerait en moyenne entre 2 000 \$ et 2 500 \$ CAN (*National Asphalt pavement association, 2008.*) C'est l'installation du lit de pierres sous-jacent qui est généralement plus coûteux qu'une base compacte. Au niveau de l'entretien, Cahil *et al.* (2008) recommandent de balayer les surfaces au moins deux fois par année, sans quoi des obstructions risquent de survenir. En fait, l'eau s'écoule à travers l'asphalte et dans le lit avec suffisamment d'espace vide pour prévenir tout dommage.

Pour ce qui est de la réaction de l'asphalte poreux en période hivernale et aux périodes de gel-dégel, Cahil *et al.* (2008) stipulent qu'aucuns problèmes ne devraient survenir si des précautions d'entretien sont respectées (utilisation modérée du sel et du sable et balayage 2 fois dans l'année). En hiver, le sel pourrait être utilisé et la surface déneigée si nécessaire. Des propriétaires de stationnement en asphalte poreux auraient découvert que déneiger légèrement la surface de l'asphalte serait suffisant et ménagerait l'application du sel. Ces mêmes propriétaires ont aussi constaté que la neige avait tendance à fondre et s'égoutter à travers l'asphalte. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que le lit de pierres sous la couche d'asphalte tend à absorber et à retenir la chaleur (*Id.*, 2008). Autre fait à noter, il semble que l'asphalte poreux a tendance à offrir une meilleure traction pour les piétons et les véhicules, comparativement à l'asphalte traditionnel.

La ville de Chicago dans la réfection de ses ruelles, a employé de l'asphalte poreux ainsi que des pavés perméables (pour plus de détails voir section 4.3). Cette technique lui a permis de réduire le ruissellement urbain de 80 % dans les ruelles réaménagées.

Tableau 3.7 Éléments à considérer pour les matériaux perméables

Lieux propices d'utilisation	Performance	Coût	Avantages	Contraintes	Applicabilité contexte montréalais
Emplacements de stationnements, ruelles, avenues piétonnes et entrées de garage à circulation automobile modérée à faible	<p>Coefficient de ruissellement de 0,1 à 0,7 pour les pavés perméables (1)</p> <p>Coefficient de ruissellement de 0,15 à 0,6 pour les pavés alvéolés avec gazon (2)</p> <p>Réduction du ruissellement d'environ 80 % (3)</p>	<p>Environ 100 \$ CAN le m² pour les pavés perméables (4)</p> <p>Environ 95 \$ CAN le m² pour les pavés alvéolés avec gazon (5)</p> <p>Environ 2 000 \$ à 2 500 \$ CAN pour une entrée de stationnement résidentielle en asphalte poreux (6)</p>	<p>Bonne intégration dans le tissu urbain</p> <p>Diminuent le ruissellement urbain et la quantité d'eau acheminée dans les systèmes d'égout</p> <p>Contribuent à la recharge de la nappe phréatique</p>	<p>Demande un entretien attentif, particulièrement durant les mois d'hiver; utilisation du sel et du sable avec modération</p> <p>Balayage 2 fois par années (dans le cas de l'asphalte poreux)</p> <p>Les matériaux poreux sont peu recommandés dans les endroits à forte circulation automobile</p> <p>Prévoir les risques de pollution de la nappe phréatiques en fonction de l'utilisation prévue des sites</p>	<p>Pourrait être tout à fait applicable dans la réalité des ruelles montréalaises (voir ville de Chicago), dans certaines places publiques, certains espaces de stationnement et dans les entrées de garage des maisons et logements de l'île de Montréal</p>

(1)-(2)-(3)-(4) et (5) Selon les vérifications de l'association pour la protection de l'environnement du lac Saint-Charles (APEL,2007)

(6)Selon les estimations de la *National Asphalt pavement association* (2008)

4 EXEMPLES D'AMÉNAGEMENTS

4.1 Bâtiment MEC à Montréal et utilisation de techniques combinées

Afin de réutiliser et récupérer l'eau sur son site, le bâtiment MEC Montréal a combiné plusieurs technologies. Ces technologies lui procurent des avantages multiples qui se renforcent réciproquement. D'une part, des toilettes à compostage ont remplacé les toilettes à chasse d'eau, il n'y a donc pas d'apport d'eaux usées dans le réseau d'égouts sanitaires. D'autre part, le toit vert du bâtiment permet d'absorber une partie de l'eau pluviale, de nettoyer l'eau de ruissellement et d'éliminer en tout temps, y compris lors d'épisodes pluvieux de forte intensité, les débits de pointe vers les égouts unitaires. L'eau pluviale de la toiture recueillie est en fait acheminée à une citerne souterraine d'une capacité de 45 000 litres, puis utilisée pour irriguer les surfaces paysagées et alimenter les toilettes.

L'eau réutilisée et stockée ne sert pas seulement à irriguer les plantes sur le toit, mais aussi à fournir un refroidissement par évaporation à réglage automatique grâce à une pompe d'irrigation à énergie solaire photovoltaïque. Globalement, MEC a évalué que ces technologies lui procure des économies d'eau de 72 % et réduisent la production d'eaux usées de 51 %. L'installation du système de rétention des eaux de pluie a été plus coûteuse à construire que les systèmes conventionnels, mais il a représenté seulement 1 % du coût total de construction du bâtiment (MEC, 2009). L'exemple de ces techniques combinées au niveau d'un bâtiment démontre une façon de faire responsable qui, largement adoptée, réduirait la demande sur les systèmes d'égouts et de traitement d'eau de Montréal. Il pourrait donc s'avérer intéressant que la ville de Montréal développe des programmes incitatifs axés vers les propriétaires souhaitant mettre en place des mesures combinées de gestion des eaux pluviales.

4.2 La politique des rues vertes de Portland

La ville de Portland en Oregon aux États-Unis a mis en place une Politique de rue verte en 2007, pour guider à la fois les aménagements du territoire public et privé. Cette politique a été mise en place afin de réaliser plusieurs objectifs tels que la réduction du ruissellement urbain, pour améliorer la sécurité des piétons et des cyclistes, pour réduire les espaces urbains minéralisés et pour augmenter le couvert végétal. Parallèlement à cette politique,

la ville a aussi mis en place un Guide de gestion des eaux de pluie décrivant différentes techniques de rétention et d'infiltration des eaux de pluie au niveau de l'aménagement du territoire. Afin de bien cibler les techniques à appliquer, la ville a évalué la perméabilité du sol pour s'assurer que les techniques fonctionnent bien. La ville ne s'est pas contentée de seulement faire un guide, mais a aussi mis en application ses principes et techniques dans différents secteurs de la ville.

Près de l'Université de Portland, la ville a mis en place le long d'une rue un système de bandes végétalisées entre le trottoir et la rue. Une découpe a été effectuée dans le béton pour diriger les eaux de pluie directement vers ces bandes. Elles sont aménagées avec des plantes qui peuvent être submergées dans l'eau plusieurs heures avant que l'eau ne s'infilte dans le sol (voir figure 4.1).

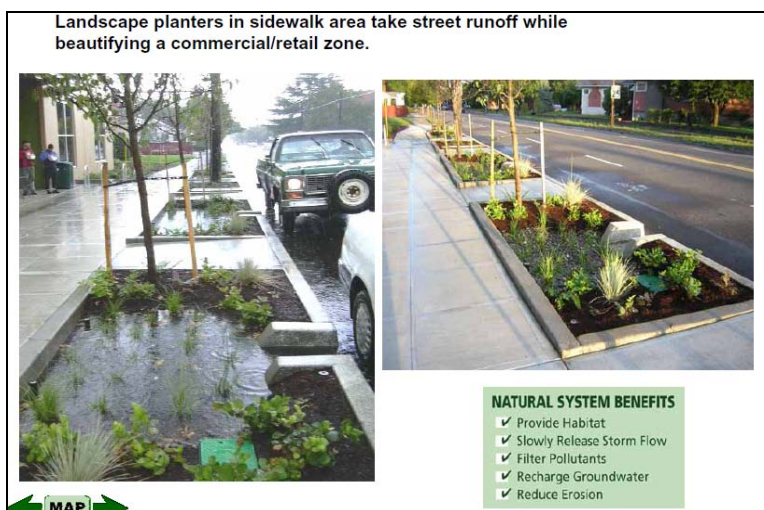


Figure 4.1 Bandes végétalisées aménagées sur une rue près de l'Université de Portland
Tirée de Portland (2007) *Green streets tour map*

Pour évaluer la performance et le niveau d'infiltration de cet aménagement, la ville a effectué des tests d'infiltration d'eau. Durant une journée, avec l'aide d'un boyau de pompier, elle a fait couler 6 100 gallons d'eau (ce qui représente un volume de 23 m³ ou 23 000 litres). Sur les 6 100 gallons d'eau envoyés, seulement 250 gallons (0,95 m³) se sont dirigés dans les égouts. Ceci démontre une efficacité de 96 % du volume d'eau envoyé retenu et infiltré (ville de Portland, 2007). Le coût approximatif de cet aménagement est évalué à 33 000 \$ US par la ville. Des bandes végétalisées ont aussi été aménagées dans deux rues aux intersections piétonnes (voir figure 4.2)



Figure 4.2 Bandes végétalisées intersections piétonnes
Tirée de Portland (2007) *Green streets tour map*

Autre aménagement intéressant, sur deux avenues résidentielles, des bandes d'asphalte perméable ont été réalisées de chaque côté de la route où les voitures se stationnent. Ceci permet à l'eau qui s'écoule de chaque côté de la route d'être en mesure de percoler dans le sol au lieu d'être dirigée à l'égout. L'asphalte perméable se vend environ 35 \$ US par m³ (Ville de Chicago, 2008).



Figure 4.3 Bande d'asphalte perméable dans une avenue résidentielle de Portland
Tirée de Portland (2007) *Green streets tour map*

4.3 La gestion des eaux pluviales et l'aménagement des ruelles de la ville de Chicago

La ville de Chicago possède un grand nombre de ruelles. En longueur, celles-ci représentent 3 058 km et en superficie 14,16 km². Tout comme à Montréal, ces ruelles étaient pour la plupart asphaltées. Cette situation engendrait pour la ville d'importants afflux supplémentaires d'eau dans son réseau d'égout unitaire et par conséquent, de nombreux épisodes de surverses d'eau non traitées directement dans les cours d'eau de la ville. La ville de Chicago puise annuellement un milliard de gallons dans le lac Michigan et elle estime que moins de 1 % de ce volume retourne au lac et ce, principalement à cause de la minéralisation de l'espace urbain (ville de Chicago, 2008).

Depuis 2006, la ville vise toutefois à changer cette réalité. Elle a créé un Guide d'aménagement visant à promouvoir l'aménagement de ruelles vertes intégrant les principes de lutte aux îlots de chaleur et de récupération et de gestion efficiente de l'eau de pluie. Elle voulait réduire les surcoûts liés à la gestion des débordements dans les réseaux d'assainissement unitaires. Elle s'est engagée à travers l'aménagement et la réfection de ses ruelles, à mettre en pratique des BMP (*Best management practices*) visant une meilleure gestion des eaux pluviales. Pour appuyer sa démarche et inciter les citoyens à l'appuyer, un guide a été produit (*Green Alley Handbook, 2007*). Ce Guide a pour but de mettre en valeur des techniques qui permettent de mieux gérer les eaux pluviales à partir des ruelles, afin de réduire l'important afflux d'eau dans les réseaux d'égouts unitaires qui sont majoritaires dans la ville.

La ville de Chicago mise sur différentes techniques combinées pour rendre les ruelles plus vertes et plus efficaces pour gérer les eaux pluviales. Elle suggère dans certains cas de recouvrir les ruelles complètement de pavés perméables ou d'asphalte poreux. Le caoutchouc de pneus est même récupéré et utilisé dans la composition de l'asphalte poreux que la ville utilise, ce qui est un cas intéressant de récupération. Dans un sol moins perméable, la ville se sert de l'asphalte poreux seulement au centre de la ruelle, là où l'eau s'écoule. Pour compléter l'aménagement, un drain souterrain avec un contrôleur de débit est installé dans certains cas pour réguler l'eau de pluie avant de la rediriger dans les tuyaux des réseaux d'égout.

Le type d'asphalte poreux utilisé par la ville de Chicago permet l'infiltration d'environ 80% de l'eau de pluie. Le coût de l'asphalte poreux utilisé pour les ruelles de Chicago est maintenant de 35 \$ US par m³ alors qu'au début du projet en 2006, la ville payait environ 100 \$ US du m³ (ville de Chicago, 2008). C'est pourquoi elle compte réaménager toutes ses ruelles de cette façon quand des travaux de réfection seront à faire. Des quatre ruelles ayant servi de projet-pilote en 2006, 80 sont aujourd'hui aménagées selon les principes du guide. La ville estime que l'asphalte poreux utilisé dans les ruelles permet l'infiltration de 80 % des eaux de pluie qui s'y déposent. Si au cours des années qui suivent, Chicago continue, ce sera la totalité de ses ruelles, soit, 14,16 km², qui seront devenues perméables. Il sera donc intéressant de faire le bilan des gestes posés par cette ville d'ici quelques années.



Figure 4.4 Vue d'asphalte perméable aménagée dans la partie centrale de la ruelle
Tirée de ville de Chicago (2006), *Green Alley Handbook*, p.35.

Ce qui est intéressant avec la démarche de la ville c'est qu'elle vise aussi l'implication des citoyens en les incitant à effectuer, sur leur terrain, des aménagements qui influent positivement sur la gestion eaux pluviales (jardin d'eau de pluie, bassins de récupération de l'eau de pluie, déconnection des gouttières, pavés perméables etc.). La visée de ce guide touche donc autant au volet municipal que citoyen. Toutefois, pour les citoyens, le Guide offre seulement des suggestions de solutions et non des incitatifs qui auraient été en mesure d'augmenter leur participation dans l'aménagement des ruelles.

Au niveau de la ruelle, pour assurer la fonctionnalité des aménagements, le service des travaux publics a établi une liste d'actions à ne pas faire pour assurer l'efficacité des pavés ou de l'asphalte perméable :

- Garder la ruelle propre en n'y accumulant aucune terre et débris
- Ne pas trop répandre de sel pour éviter le colmatage des pores de l'asphalte

- Ne pas répandre de produits chimiques dans la ruelle
- Ne pas remplir les pores de l'asphalte ou des pavés perméables

Au niveau des terrains adjacents aux ruelles, on suggère d'appliquer les mêmes principes de gestion. Les citoyens sont invités à planter des arbres sur leur terrain pour augmenter la rétention de l'eau de pluie et de ruissellement avant que celle-ci ne soit dirigée vers la ruelle. Les arbres indigènes de l'Illinois sont bien sûr suggérés, puisque ceux-ci sont mieux adaptés aux conditions de sol. On suggère aussi l'aménagement de jardins de pluie directement là où les gouttières rejettent l'eau dans les cours arrières. Ces jardins permettent d'intercepter l'eau de pluie venant des toits avant qu'elle ne rejoigne la ruelle en plus de filtrer les résidus ou les débris qui pourraient venir obstruer les pores des pavés ou de l'asphalte perméable. La récupération de l'eau de pluie par des barils connectés aux gouttières est aussi suggérée. Ces barils peuvent servir pour l'arrosage des plantes, du jardin ou pour laver les voitures. Les pavés perméables peuvent être aussi installés dans les cours des citoyens et produire le même effet que ceux installés dans les ruelles pour la percolation des eaux pluviales. Finalement, pour les plus motivés, on incite les citoyens à aménager des toitures vertes.

4.4 Les stationnements comme outil de gestion des eaux pluviales à Toronto

Les stationnements occupent une place non négligeable dans le tissu urbain des grandes villes nord-américaines et contribuent à certains problèmes dont l'effet îlots de chaleur et l'imperméabilité. La ville de Toronto a publié en 2007 un guide à l'intention des promoteurs et décideurs (*Design Guidelines for greening surface parking lots*), afin de les inciter à verdir et à aménager les stationnements autrement. Ce guide de design urbain regroupe des lignes directrices qui ciblent la localisation des stationnements, les accès piétonniers et véhiculaires, le paysage et la gestion des eaux pluviales.

Verdir les stationnements, selon ce guide, comporte la plantation d'arbres, planifier de larges espaces végétalisés, augmenter les accommodements piétons et cyclistes, utiliser des matériaux et des technologies durables et bien gérer la rétention des eaux pluviales et de ruissellement sur le site. Ce guide est utilisé par la ville de Toronto depuis 2007. Il est applicable dans l'évaluation de projets de re-zonage, de modifications réglementaires et de projets d'aménagement urbain. Il sert surtout d'assise pour tous les départements et agences municipales. Le guide est directement relié au *Green Development Standard* de

la ville (plan de développement durable). Pour le moment, le guide, tout comme le *Green Development Standard*, sont des outils facultatifs pour la gouverne des entreprises privées mais doivent être utilisés le plus possible par toutes les agences municipales, départements ou commissions de la ville de Toronto.

Voici quelques sections du guide de design qui sont intéressantes vis-à-vis la gestion des eaux de pluie.

On suggère d'implanter dans les stationnements à toutes les 3 rangées, de nombreux îlots ou des bandes médianes de verdure parsemées d'arbres et de végétation pour séparer les espaces piétons des espaces véhiculaires. Le guide mentionne que ces îlots de verdure peuvent même inclure des systèmes de bio-rétention pour l'eau de pluie. Au niveau des plantes et végétaux à choisir pour le verdissement, on mentionne qu'il faut choisir des espèces tolérantes à des conditions difficiles propres aux stationnements; chaleur, sécheresse, sel de délaçage et autres polluants associés aux automobiles.



Figure 4.5 Îlots de verdure aménagés dans un stationnement
Tirée de Toronto (2007) *Design Guidelines for greening parking lots*

Évidemment, l'utilisation de surface poreuse est promue à travers le guide (pavés perméables, asphalte poreux, grillages de gazon, béton perméable). Le choix d'un type de surface repose sur l'utilisation du stationnement, sur sa fréquentation et sur les conditions du sol. La ville stipule qu'il faut s'assurer que la surface choisie puisse supporter le trafic anticipé et puisse assurer une maintenance raisonnable. Par exemple, un stationnement fréquenté par des centaines d'automobilistes et des camions de livraison à chaque jour, ne pourrait être recouvert en totalité par du pavé perméable ou du gazon quadrillé. Le

béton drainant pourrait être alors une alternative efficace. Toutefois, les allées piétonnes ou les endroits choisis pour les stationnements de vélo pourraient très bien accueillir ce genre de surfaces.

Le guide incite à l'utilisation de surfaces perméables dans les parties de stationnement sujettes aux accumulations d'eau, dans les sections servant au dépôt de neige en saison hivernale et dans les sections asphaltées au pourtour d'arbres. Dans des conditions de sol non propices à la percolation de l'eau, l'aménagement de drains est suggéré pour rediriger l'eau vers un système de bio-rétention sur le site ou par débit contrôlé, vers le système d'égout pluvial ou combiné.

Peu importe le type de surface perméable utilisé, on note dans le guide que des techniques d'entretien régulières s'imposent par le propriétaire pour assurer leur bon fonctionnement : éviter l'utilisation du sable lors de la saison hivernale et d'utiliser du gravier de grande taille pour éviter d'obstruer les pores des surfaces, balayage fréquent et utiliser le sel de déglacage avec modération.

Pour le moment, la ville de Toronto a seulement commencé à mettre en application les concepts de son guide dans une de ses divisions, soit son agence de stationnement (*Toronto Parking Authority*). À travers cette agence, la ville a voulu démontrer son intention de mettre en application les principes de verdissement de son guide. Présentement, la ville est en train d'approuver d'autres projets de stationnement comportant différents aménagements tel que des installations de bio-rétention, de l'asphalte poreux et la plantation d'arbres. Toutefois, elle ne possède pas encore de données précises sur ces projets à savoir les performances et les quantités d'eau détournées des systèmes d'égouts.

Le stationnement aménagé par l'agence de stationnement comporte une combinaison de pavés perméables, de bandes filtrantes et d'arbres (voir figure 4.6). La ville compte au cours des prochaines années multiplier les aménagements de ce genre sur les terrains de ses instances publiques.



Figure 4.6 Stationnement de l'agence de stationnement de la ville de Toronto
Tirée de *Toronto transport Agency* (2009)

4.5 Complémentarité des techniques alternatives

De façon générale, selon la plupart des études et auteurs ayant traités du sujet, il faut miser sur une combinaison de techniques dans l'aménagement du territoire. Les techniques alternatives de gestion des eaux de pluies possèdent chacune leurs limites comme on l'a vu, c'est pourquoi en combinant leurs atouts qu'il sera possible de faire une différence au niveau de la diminution du ruissellement urbain et des volumes d'eau acheminés dans les réseaux d'égouts. Les techniques alternatives ne peuvent à elles seules gérer toutes les eaux de pluie en milieu urbain mais elles peuvent faire une différence si l'on mise sur leur complémentarité. C'est ce qui sera démontré dans les prochaines sections.

5 ÉVALUATION DE LA PERTINENCE DES MESURES ALTERNATIVES ET APPLICABILITÉ DANS UN CONTEXTE MONTRÉALAIS

Les infrastructures souterraines d'assainissement de l'île de Montréal, pour la majorité unitaires (67 %), ne sont plus adaptées aux grandes surfaces imperméables et aux précipitations actuelles. Le nombre de surverses qui surviennent à chaque année en témoignent. La mise en place de mesures alternatives intégrant la gestion des eaux pluviales et de ruissellement dans l'aménagement du territoire est en ce sens, tout à fait pertinente. Ces techniques peuvent réduire de façon importante le ruissellement urbain en plus d'apporter des atouts écologiques en milieu urbain. Chaque technique possède ses attraits et ses limites, c'est pourquoi elles gagneraient à être combinées afin d'assurer une efficacité optimale de gestion des eaux pluviales. Les principaux avantages que présentent ces mesures sont notamment : qu'elles permettent d'améliorer la qualité des eaux avant qu'elles ne soient rejetées aux systèmes sanitaires ou aux milieux récepteurs et de diminuer les débits de pointe responsables du phénomène des surverses. Toutefois, les techniques ne peuvent se substituer à 100 % aux bassins de rétention souterrains car elles ne permettent de capter qu'une partie des eaux de pluie. Elles pourraient toutefois être intégrées de façon complémentaire. En ce sens, si on les utilise à grande échelle, elles pourraient contribuer à faire diminuer le nombre de bassins de rétention nécessaires en plus de faire réaliser des économies à l'agglomération montréalaise.

5.1 Faisabilité technique et complémentarité des techniques alternatives pour gérer optimalement les eaux de pluie à Montréal

Yann Vergriete, de l'Institut de recherche en biologie végétale (UDM, Jardin Botanique) a illustré la problématique du ruissellement liée à la minéralisation du territoire à travers une revue de littérature. Il a estimé que dans une ville, les routes représenteraient 44 % des surfaces imperméables et compteraient pour 72 % du ruissellement (Vergriete, 2006). Les stationnements, quant à eux, représenteraient environ 10 % du territoire. À titre indicatif, la ville de Montréal possède 4 100 kilomètres de rues (7 630 rues), 6 550 kilomètres de trottoirs, 400 kilomètres de pistes cyclables, 522 kilomètres de ruelles, 1 000 parcs locaux, 17 grands parcs et 80 kilomètres de berges (Géomatique ville de Montréal, 2009).

Afin d'atténuer le phénomène de ruissellement et ultimement des surverses, l'agglomération montréalaise gagnerait à utiliser les techniques alternatives en misant sur

leur combinaison dans les différentes parties de son territoire. Ceci pourrait se traduire par des actions sur les voies de circulation, les stationnements, les toitures, les ruelles ou les trottoirs.

Au niveau des toitures vertes, des résultats intéressants pourraient être obtenus si elles étaient mises en place à grande échelle. En ce sens, des études du Centre d'écologie urbaine, de la ville de Toronto et de la ville de Portland ont apporté des estimations intéressantes au niveau de la réduction du ruissellement.

Au niveau des ruelles, la ville de Montréal pourrait aussi obtenir des résultats intéressants. Selon le service de géomatique de la ville de Montréal (2009), 522 km de ruelles parsèment le territoire montréalais. Si l'on prend en compte que la largeur moyenne d'une ruelle de Montréal est d'environ 5 m, on peut dire que les ruelles représentent en superficie environ 2,61 km² (0,7 % par rapport à la superficie de la ville de Montréal). La ville de Chicago estime que l'asphalte poreux et les pavés perméables installés dans 80 de ses ruelles, permettrait l'infiltration de 80 % des eaux de pluie qui s'y déposent. Avec un climat similaire et avec des ruelles faisant partie intégrante de son tissu urbain, la ville de Montréal pourrait très bien appliquer tout comme l'a faite Chicago, une campagne de réfection de ses ruelles les plus minéralisées. Des interventions se font déjà au niveau des ruelles vertes, il serait intéressant de combiner le verdissement effectué dans certaines ruelles avec la mise en place d'asphalte poreux ou de pavés perméables.

Au niveau des voies de circulation (4 100 km et 72 % du ruissellement urbain), il y a aussi des possibilités intéressantes. Des matériaux poreux (asphalte poreux, pavés perméables ou béton drainant) pourraient être utilisés sur les routes à faible débit de circulation, notamment dans certaines rues résidentielles. De plus, ces matériaux pourraient aussi bien être utilisés pour les trottoirs (6 550 km) ou les pistes cyclables (400 km).

Des aménagements de bio-rétention intégrés aux aménagements urbains, ont aussi démontrés leur efficacité. La ville Portland a mis en place le long de certaines rues un système de bandes végétalisées entre le trottoir et la rue. La performance de ces bandes de bio-rétention est plus qu'intéressante, leur efficacité d'infiltration ayant été estimée à environ 96 % (ville de Portland, 2007).

Bien que l'agglomération montréalaise soit majoritairement composée de secteurs urbains densément bâtis, plusieurs secteurs de banlieues pavillonnaires pourraient bénéficier de mesures de gestion à la source des eaux pluviales telles que la déconnection des gouttières, les jardins de pluie et l'utilisation de matériaux poreux. Dans les secteurs résidentiels à toit en pente, la déconnection des gouttières, comme elle a été effectuée à la ville de Sherbrooke, pourrait apporter des résultats intéressants.

Selon les estimations de la ville de Sherbrooke, les bâtiments résidentiels à toit en pente possèderaient environ l'équivalent de 100 mètres carrés de surface horizontale. Une pluie de 10 mm pourrait donc générer 1 m³ d'eau capté par les gouttières d'un seul bâtiment. Si l'on fait le lien avec la quantité moyenne annuelle de précipitations de Montréal (835 mm), ce serait environ 84 m³ d'eau en une année qui pourrait être déviés par une seule résidence avec gouttières débranchées. Ce volume est semblable au volume estimé par la ville de Portland dans son programme de déconnection de gouttières (89 m³ par année par résidence). Il faut noter qu'une partie des maisons unifamiliales de la ville de Montréal sont déjà débranchées mais on n'en connaît pas le nombre exact.

La possibilité de jumeler la déconnection des gouttières à des barils de récupération de l'eau de pluie est aussi une solution pertinente car cela permet d'éviter l'usage d'eau potable à des fins d'arrosage. La ville de Dorval (2009) a estimé qu'il serait possible, avec un seul baril de type éco-pluie (capacité de 200 litres d'eau), de collecter plus 5 m³ d'eau par saison. Le surplus d'eau du baril peut être redirigé vers des zones de végétation ou un jardin de pluie grâce à un tuyau.

La déviation des eaux de pluie vers les espaces végétalisés est une avenue très simple et intéressante qui pourrait être aisément mise en place. À Montréal, on retrouve beaucoup de marges de recul vertes, qui pourraient recevoir les eaux de pluie afin d'éviter qu'elles ne soient dirigée directement vers les voies de circulation par l'inclinaison des trottoirs. À titre d'exemple, le long de certaines voies de circulation, on retrouve plusieurs trottoirs inclinés vers la rue alors qu'ils pourraient l'être vers des parcs ou des espaces verts.

En somme, la plupart des techniques à prendre en compte pour intégrer la gestion des eaux pluviales dans l'aménagement du territoire sont réalisables. Mailhot *et al.*(2008) soulignent que dans une optique de contrôle des eaux pluviales, les mesures alternatives peuvent réduire les impacts négatifs attribuables aux eaux pluviales qui sont acheminées au milieu récepteur, notamment en créant un régime d'écoulement moins sujet à des variations soudaines et en réduisant les charges polluantes et l'érosion. Toutefois, elles ne sont pas miraculeuses et chacune possèdent des éléments contraignants. Entre autres, les techniques ne seraient efficaces que pour des événements de moindre intensité (*Id.*, 2008). C'est pourquoi la sélection de mesures de contrôle à la source doit s'appuyer sur un ensemble de considérations qui dépasse largement le seul objectif d'un contrôle quantitatif des eaux pluviales : superficie à drainer, type d'occupation du sol prévu, les types de sol, la pente du terrain, la profondeur de la nappe phréatique, le gel au sol, l'entretien et l'accessibilité (Fédération Canadienne des municipalités, 2003). D'autres mesures doivent être envisagées en complémentarité aux mesures de contrôle, notamment pour assurer un contrôle des eaux issues d'événements pluvieux de plus grande intensité. Les bassins de rétention, les connexions inter-réseaux ou la modification des diamètres de certaines conduites sont donc des techniques du génie civil qu'il faut conserver afin de gérer les évènements pluvieux de forte intensité ou les épisodes de fonte de neige accélérés.

5.2 Compétitivité financière des techniques alternatives par rapport aux bassins de rétention

L'évaluation des avantages économiques des techniques alternatives de gestion des eaux pluviales au sens global peut ne pas être aisée à réaliser car certains avantages sont difficiles à estimer et ce, dû au manque de données du sujet. C'est notamment le cas de l'évaluation des réductions de coûts liés à l'amélioration de la qualité des eaux déversées dans un milieu récepteur (Mailhot *et al.*, 2008). USEPA (2000) souligne toutefois que les techniques peuvent être avantageuses d'un point de vue économique parce que les coûts d'implantation et d'entretien seraient moins élevés que les méthodes de génie civil habituelles (bassins de rétention souterrain). De façon générale, il est à noter que les coûts des techniques alternatives sont très variables, mais qu'ils sont moins élevés que les coûts associés à la mise en place des bassins de rétention souterrains. Voici un rappel de quelques données qui illustrent le coût des principales techniques alternatives.

Au niveau des toitures vertes, le coût se chiffre à environ 162 \$ à 205 \$ CAN le m² (Landreville, 2005), soit environ de 15 000 \$ à 19 000 \$ CAN pour un immeuble à toit plat de Montréal (*Id.*, 2005).

L'aménagement d'un système de bio-rétention coûterait environ de 8 \$ à 46 \$ CAN le m² (Mailhot *et al.*, 2008). Pour aménager des bandes de bio-rétention sur une rue, la ville de Portland a déboursée environ 33 000 \$ US ou 50 \$ US du m² (environ 52 \$ CAN). Ces coûts incluent les travaux de modification des trottoirs et de la rue. Ceci constituait toutefois un projet pilote en 2005 pour la ville de Portland, qui considère que les coûts seront moins élevés pour les prochains aménagements.

Pour ce qui est de la déconnection des gouttières, il en coûterait de 10 \$ à 40 \$ pour ajouter les extensions de gouttières à diriger vers les endroits perméables ou vers les barils de récupération (APPEL, 2007). Un baril de récupération de l'eau de pluie coûterait quant à lui entre 50 \$ et 80 \$ CAN (ville de Dorval, 2009).

Le coût des tranchées d'infiltration est beaucoup plus variable et peut être aussi dispendieux que celui des toitures vertes dans certains cas. Celui-ci se situerait entre 15 \$ et 150 \$ CAN le m³ (Mailhot *et al.*, 2008).

Finalement, pour les matériaux perméables, il coûterait entre 2 000 \$ et 2 500 \$ CAN pour faire une entrée de maison en asphalte perméable (*National Parking Association, 2007*). La ville de Chicago, pour la réfection de ses ruelles, a payé 35 \$ US du m³ (environ 38 \$ CAN) pour ce type d'asphalte, ce qui, selon elle, représente environ le même coût que l'asphalte régulier.

Le coût d'un bassin de rétention souterrain se situerait quant à lui à 1 000 \$ CAN par m³ (ville de Montréal, 2009). En fait, pour respecter toutes les exigences (OER) du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs en ce qui concerne les surverses, l'agglomération montréalaise estime qu'il faudrait investir des sommes oscillant entre 400 millions et 700 millions de dollars. Si l'agglomération montréalaise prélevait 4 % de cette somme pour mettre en place des techniques alternatives de gestion des eaux pluviales au niveau de l'aménagement de son territoire, il pourrait y avoir un potentiel intéressant (voir section 5.3). Le but serait d'utiliser les techniques alternatives de façon complémentaire aux bassins de rétention. Par exemple, en prélevant 5 % de 400 millions de dollars, 20 millions de dollars pourraient être mis à la disposition de l'aménagement de ces techniques. En prélevant 10 % de cette somme, c'est 40 millions de dollars qui pourraient être investis dans les techniques, ce qui pourrait rendre les résultats d'autant plus intéressants.

5.3 Possibilité de limiter la construction de bassins de rétention par la mise en application des techniques alternatives

Si l'on met en perspective ce que l'on peut faire au niveau de l'aménagement du territoire en prélevant 5 % du montant estimé pour aménager un nombre optimal de bassins de rétention souterrains (400 millions de dollars), soit 20 millions de dollars, on pourrait mettre en œuvre les interventions suivantes en distribuant 4 millions par mesure alternative (voir tableau 5.1).

Tableau 5.1 Évaluation des possibilités avec 4 millions de dollars par technique

Technique	Nombre en unité ou en m ²	Coût	Possibilité de détournement annuelle	Coût annuel de traitement des eaux usées évité à 0,19\$ du m ³	Coût annuel de traitement de l'eau potable évité (si applicable) à 0,50 \$ du m ³
Toitures vertes	228 toitures vertes	162 \$/ m ² (1)	10 281 m ³	1 950 \$	N.A
Ruelles avec asphalte poreux	300 sections de ruelles	38 \$/ m ² (2)	70 140 m ³	13 330 \$	N.A
Entrées de garage avec asphalte poreux	1 600 entrées de garage	2 500 \$ par entrée de garage (3)	19 200 m ³	3 650 \$	N.A
Systèmes de bio-rétention	86 957 m ² de systèmes	46 \$/ m ² (4)	69 705 m ³	13 700 \$	N.A
Débranchements de gouttières	40 000 débranchements	100 \$ pour débranchement et installation (5)	3 560 000 m ³	676 400 \$	1 780 000 \$
Total	N.A	N.A	3 729 326 m ³	709 030 \$	1 780 000 \$

(1) et (4) Selon les estimations tirées de Mailhot et al. (2008)

(2) Selon les estimations de la ville de Chicago (2008)

(3) Selon les estimations de *National Parking Association* (2007)

(5) Selon les estimations du CRE-Montréal (2009)

Suite aux estimations soulevées dans le tableau 5.1, voici les conclusions qu'il est possible de tirer si l'on affectait 4 millions de dollars à chacune des techniques évaluées. À titre d'information, selon les plus récentes données de la station d'Environnement Canada située à l'Université McGill, la moyenne des précipitations sous forme de pluie est d'environ 835 mm par année sur l'île de Montréal. Les extrapolations qui suivent découlent donc en partie de cette donnée et les calculs qui y sont associés se retrouvent à l'Annexe 1.

Premièrement, avec 4 millions de dollars, il serait possible d'aménager environ 228 toitures vertes. Toutefois, du seul point de vue de la gestion des eaux de pluie, ces 228 toitures présentent un rapport prix/performance peu intéressant (162 \$/m² et 1 953 \$ d'économie possible au niveau du traitement des eaux usées). En contrepartie, il faut préciser que les toitures vertes ont plusieurs autres atouts, tels que la réduction des coûts de climatisation et la lutte aux îlots de chaleur urbains, qui ne sont pas considérés dans cet essai.

Deuxièmement, les systèmes de bio-rétention seraient une avenue intéressante. Il serait possible d'aménager 86 957 m² de ces systèmes, ce qui représente un potentiel de détournement annuel du réseau d'égout de 69 705 m³ et une économie au niveau du traitement des eaux usées de 13 700 \$ par année. Dans ce cas-ci également, les bienfaits associés au verdissement ne sont pas pris en compte, mais mériteraient d'être comptabilisés dans une vision intégrée d'un projet d'aménagement.

Troisièmement, 1 600 entrées de garage pourraient être aménagées avec de l'asphalte poreux. Celles-ci permettraient de détourner 19 200 m³ par année du réseau d'égout mais n'engendraient des économies de seulement 3 650 \$ par année au niveau des coûts de traitement des eaux usées. Dans le cas de ces surfaces privées, les propriétaires pourraient défrayer au moins une partie des coûts.

Quatrièmement, il serait possible de réaliser 300 sections de ruelles en asphalte poreux, permettant de détourner 70 140 m³ d'eau par année du réseau d'égout et économiser ainsi 13 330 \$ par année au niveau du coût de traitement des eaux usées. De plus, les coûts pourraient être moindres si le changement d'asphalte s'opérait au moment où des besoins de réfection se font sentir.

Cette pratique pourrait alors faire partie d'un programme de remplacement généralisé des surfaces d'asphalte traditionnelles. Rien n'empêcherait en plus de verdir ces ruelles, ce qui augmenterait d'autant plus les performances d'infiltration de l'eau de pluie avec les végétaux.

Finalement, la déconnection des gouttières présente l'option la moins dispendieuse et la plus intéressante alternative au niveau du rapport coût/performance. Avec 4 millions de dollars, il serait possible de d'effectuer 40 000 débranchements de gouttières. Ces débranchements pourraient détourner un volume de 3 560 000 m³ du réseau d'égout. Ce même volume pourrait engendrer des économies de 676 400 \$ au niveau du traitement des eaux usées et de 1 780 000 \$ au niveau de la filtration de l'eau pour l'eau potable (puisque cette alternative offre la possibilité supplémentaire d'utiliser l'eau récupérée à des fins d'arrosage).

Au total, un volume 3 729 326 m³ pourrait être détourné de la STEP en investissant 4 millions de dollars pour chacune des cinq techniques alternatives proposées au tableau 5.1. Par rapport au volume annuel moyen d'eaux usées traitées à la STEP (875 000 000 m³), cela peut sembler peu important. Toutefois, ce volume inclut toutes les eaux (résidentielles, commerciales, institutionnelles, industrielles et de ruissellement). Pour avoir une estimation plus juste de la performance des mesures proposées, il faudrait avoir la proportion du volume total annuel qui correspond uniquement aux eaux de ruissellement. Or, la STEP évalue que 13 % du volume total annuel des eaux acheminées à la station correspond strictement aux eaux pluviales (113 750 000 m³). On peut donc dire que le volume qui pourrait être détourné en mettant en place ces 5 techniques représenterait environ 3,3 % du volume total des eaux de ruissellement qui sont acheminé à chaque année à la STEP.

En appliquant à grande échelle et de façon diversifiée ces mesures, il n'y aurait peut-être pas autant de besoins en termes de nouveaux bassins de rétention nécessaires. Des calculs plus précis ainsi que des données supplémentaires seraient toutefois nécessaires pour appuyer cette supposition. Afin d'évaluer avec plus de détails le nombre exact de bassins de rétention qui pourraient être évités, il faudrait avoir comme données d'une part, le volume d'eau pouvant être pris en charge par les tuyaux avant qu'il y ait risque de surverses. D'autre part, il serait utile de connaître les quantités d'eau rejetées lors des surverses et ce, pour chaque ouvrage de débordement.

La revue de littérature effectuée a démontré que des technologies qui prennent en compte des mesures de gestion à la source des eaux de pluie existent et qu'elles ont déjà été mises en place avec succès dans certaines villes. Leur performance a été évaluée et des données au moins partielles sont aujourd'hui disponibles. Celles-ci prouvent entre autres que les mesures sont efficaces pour gérer les eaux de pluie de faible à moyenne intensité.

Les estimations effectuées pour Montréal confirment qu'il est possible grâce à de telles pratiques, de détourner des volumes d'eau intéressants qui, autrement, s'en iraient systématiquement à la station d'épuration des eaux usées ou au fleuve. Les volumes d'eau acheminés à la Station d'épuration de Montréal sont importants et au bilan coûtent chers à traiter au mètre cube (2,7 millions de m³ par jour en temps normal et 7,5 millions de m³ par jour en temps de pluie).

Pour faire diminuer ces volumes, il faudrait mettre en place des programmes d'envergure sur l'île de Montréal afin d'assurer que des mesures alternatives soient étendues et appliquées globalement dans les pratiques d'aménagement.

Il a été démontré que les bassins de rétention souterrains coûtent très chers (1 000 \$ par m³) et que leur construction nécessite un investissement énorme à long terme. Ces bassins de rétention sont efficaces mais entrent seulement en opération lorsqu'il y a des volumes d'eau trop importants à gérer pour les réseaux d'égouts unitaires et en bout de ligne, par la STEP. Ceux-ci ne règlent toutefois pas la problématique en amont qui est l'impossibilité d'infiltration des eaux de pluie dans un tissu urbain minéralisé. C'est pourquoi en misant sur une combinaison de mesures alternatives dans ses politiques d'aménagement du territoire, la ville de Montréal pourrait réduire le ruissellement urbain de façon importante pour la plupart des épisodes pluvieux et pourrait améliorer la qualité des eaux acheminées dans son réseau d'égout avant qu'elles ne soient traitées. De plus, les débits de pointe issus d'épisodes pluvieux intenses seraient aussi diminués grâce à ces techniques. En contrepartie, les bassins de rétention restent nécessaires. La capacité d'infiltration du sol de même que la capacité de rétention des techniques alternatives ont leurs limites, particulièrement pour les fortes pluies et en saison hivernale. Par contre, dans une optique de limiter la construction des bassins de rétention souterrains, ces mesures pourraient contribuer à faire diminuer le volume et/ou le nombre de bassins de rétention souterrains nécessaires et ainsi diminuer la charge financière associée à leur mise en place.

CONCLUSION

L'augmentation du ruissellement urbain dans un contexte où la majorité du réseau d'égout montréalais est constitué de conduites combinées, fait que lorsqu'il y a des épisodes pluvieux importants ou s'étendant sur plusieurs jours, les débits de pointe deviennent trop important et de grandes quantités d'eaux usées non-traitées sont alors rejetées dans les cours d'eau sans traitement préalables.

La problématique des surverses est donc importante à Montréal et elle risque d'augmenter avec les changements climatiques. La présentation sommaire de l'usine d'épuration de Montréal, de même que la description de l'état de la problématique des débordements des systèmes d'égouts combinés, ont démontrées que 1 385 épisodes de débordement sont survenus en 2008 autour de l'île de Montréal dont 907 à cause de fortes pluies.

Le moyen actuel mis de l'avant pour répondre à ce problème est d'aménager des bassins de rétention souterrains permettant de stocker temporairement les surplus d'eau avant de les réacheminer à débit contrôlé dans les conduites du réseau d'égout. Bien que performant, ces bassins sont très dispendieux et ne contribuent en rien à la diminution de la quantité d'eau de pluie acheminée à la STEP. Leur fonction est donc très limitée même si nécessaire.

Le principal objectif de cet essai était de démontrer qu'il était possible d'intégrer dans les pratiques d'aménagement des mesures permettant de mieux gérer les eaux pluviales à la source, réduisant le débit d'eau acheminé dans les systèmes d'égouts combinés et l'apport en eau à traiter à la station d'épuration des eaux usées de Montréal (STEP).

La revue de littérature effectuée sur ces pratiques alternatives a démontré que, en plus de coûts moindres, elles offrent aussi de multiples avantages tels que le verdissement, l'amélioration de la qualité de l'air, l'épuration des eaux de pluie, le détournement de l'eau de pluie de la STEP et l'humidification du sol qui risque moins de s'assécher et de craquer (surtout dans les zones argileuses).

Elle fait aussi état d'exemples appliqués et de statistiques de performance intéressants au niveau de l'aménagement du territoire. En ce sens, cette revue a clairement démontré que ces mesures alternatives sont réalisables dans un contexte montréalais et qu'elles ont déjà été mises en place de façon efficace dans certaines villes américaines et canadiennes (Portland, Chicago, Toronto).

Pour ce qui est des coûts, il est clair que les mesures alternatives sont beaucoup moins chères que les bassins de rétention et permettent donc d'intervenir sur une plus grande échelle à moindre coût.

Il a toutefois été démontré que les techniques alternatives ne sont qu'efficaces que pour gérer efficacement les eaux d'épisodes pluvieux de faible à moyenne intensité. Même si elles peuvent réduire les débits de pointe acheminés dans les réseaux d'égouts lors de très forte pluie (plus de 10 mm par heure), ces mesures ne peuvent se substituer en totalité aux bassins de rétention souterrains. Leur capacité de rétention de même que la capacité d'infiltration du sol ont leurs limites, particulièrement pour les fortes pluies, pour les grandes fonte de neige et lorsque le sol est gelé.

Il reste que Montréal devrait, avec la diversité de son territoire, appliquer un ensemble de techniques alternatives de gestion des eaux pluviales en fonction de ses particularités pour faire la différence. En prélevant un pourcentage des montants estimés pour l'aménagement de bassins de rétention, la ville de Montréal pourrait mettre en place, de façon complémentaire aux bassins de rétention, plusieurs mesures de gestion à la source des eaux de pluie. Cette stratégie serait une façon de mettre en place des mesures pouvant contribuer à faire dévier les eaux de pluie des égouts et à réduire les débits de pointe qui y sont acheminés lors des grandes pluies.

Cet essai avait aussi comme objectif de démontrer si l'application des techniques alternatives de récupération de l'eau de pluie, de façon plus généralisée dans les pratiques d'aménagement, pouvait permettre d'inverser la tendance actuelle, c'est-à-dire de devoir investir massivement dans la construction de plusieurs bassins de rétention souterrains.

En fait, le défi réside dans l'envergure de la mise en œuvre de ces mesures, car elles ne peuvent avoir un impact positif ressenti à l'échelle de l'île de Montréal que si l'effort est collectif et généralisé au niveau du territoire. Il faut laisser de côté les projets-pilotes et intégrer ces techniques dans les aménagements nouveaux et même dans les réaménagements. C'est un changement de paradigme au niveau de l'aménagement urbain qui doit être mis en place.

RÉFÉRENCES

- Association Douaisienne pour la promotion des techniques alternatives (ADOPTA) (2007). Fiches techniques numéro 2 : la tranchée drainante, [En ligne]. <http://www.adopta.fr/fiches/fiche2.pdf2007> (Page consultée le 15 mai 2009)
- Atchison, D., Potter K., et L. Severson (2006). Design Guidelines for Stormwater Bioretention Facilities. University of Wisconsin-Madison, Civil & Environmental Engineering.
- Barr Engineering (2001). *Minnesota Urban Small Sites BMP Manual: Stormwater Best Management Practices for Cold Climates. Prepared for the Metropolitan Council, St Paul, Minnesota*, [En ligne]. <http://www.metrocouncil.org/environment/Watershed/bmp> (Page consultée le 20 juin 2009)
- California stormwater quality association (CASQA) (2003). *California Stormwater Best Management Practice Handbook: New Development and Redevelopment*, 376 p.
- Canada. Fédération canadienne des municipalités (FCM) (2003). Eaux pluviales et eaux usées, contrôle à la source et sur le terrain des réseaux de drainage municipaux, 64 pages
- Chicago Department of Transportation, *Green Alley Handbook* (2006), [En ligne]. http://brandavenue.typepad.com/brand_avenue/files/greenalleyhandbook.pdf (Page consulté le 30 janvier 2009)
- Comité Zip Jacques-Cartier (2003). On a un tuyau pour vous, Rejets d'eaux usées en rives et qualité de l'eau et atlas du réseau des eaux usées de Montréal, 55 p.
- Dunnett, N. et N. Kingsbury (2004). *Planting Green Roofs and Living Walls*. Timber Press Inc., Portland, Oregon, 250 p.
- Environmental Protection Agency (EPA) (2006). *Parking Spaces / Community Places – Finding the Balance through Smart Growth Solutions*, [En ligne]. <http://www.epa.gov/smartgrowth/pdf/EPAParkingSpaces06.pdf> (Page consultée le 6 mars 2009)
- Georgia Stormwater (2001). *Georgia Stormwater Management Manual – Volume 2, Technical Handbook, First Edition*, [En ligne]. <http://www.georgiastormwater.com/> (Page consultée le 12 février 2009)
- Godmaire, H., Demers, A., (2009). Eaux usées et Fleuve Saint-Laurent problèmes et solution. [En ligne]. <http://www.eausecours.org/acrobat/usee/a004.pdf> (Page consultée le 25 janvier 2009)

- Grand Lyon (2008). Fiche numéro 1, Revêtements de surface poreux, [En ligne].
http://www.entreprendre.grandlyon.com/fileadmin/user_upload/pdf/fr/Developpement_durable/GL_eau_fiche_pro_01-revetement-surface-poreux.pdf(Page consulté le 9 mars 2009)
- Kok, S.(2004). *Wet-Weather flow management in the Greate lakes Areas Concern. Water Quality Research Journal of Canada*, p. 919-330.
- Landreville, M. (2005). Toitures vertes à la montréalaise. Rapport de recherche sur l'implantation de toits verts à Montréal. Rapport préparé pour le Centre d'écologie urbaine, Montréal, Société de Développement Communautaire de Montréal, 105 p
- Loi canadienne sur la protection de l'environnement, LCPE., 1999, ch. 33
- Loi sur les pêches, L.R., 1985, ch. F-14
- Mailhot, A., Bolduc, S., Duchesne, S., Villeneuve, JP., INRS, (2008). Adaptation aux changements climatiques en matière de drainage urbain au Québec : Revue de littérature et analyse critique des mesures de contrôle à la source, Rapport de recherche R-972, 133 p.
- Mailhot, A., Bolduc, S., Duchesne, S., INRS, (2008). Impacts et enjeux liés aux changements climatiques en matière de gestion des eaux en milieu urbain, 27 p.
- Montalto, F., Behr, C., Alfredo, K., Wolf, M., Arye, M., et M. Walsh (2007). *Rapid assessment of the cost-effectiveness of low impact development for CSO control. Landscape and Urban Planning*, p.117-131.
- Muthanna, T.M., Vikolander, M., Blecken, G., et S.T. Thorolfsson (2007). *Snowmelt pollutant removal in bioretention areas. Water Research*, 41: 4061-4072.
- National Asphalt pavement association*, (2008). *Porous asphalt pavement for stormwater management*), 4 p.
- Pavage Roland Fortier (2009). Pavage résidentiel, [En ligne].
<http://www.pavagefortier.com/PavRes/resid.html> (Page consulté le 13 juillet 2009)
- Peck S., et M. Kuhn (2005). *Design Guidelines for Green Roofs. Publication du Ontario Association of Architects and CMHC/SCHL*, 22 p.
- Peck, S.W., Callaghan, C., Kuhn, M.E., et B. Bass (1999). *Greenbacks from green roofs: Forging a new industry in Canada. Status Report on benefits, barriers and opportunities for green roof and vertical garden technology diffusion*. Rapport préparé pour le Canada Mortgage and Housing Corporation, 78 p.
- Québec. Ministère des affaires municipales, de l'occupation du territoire et des régions (2009). Évaluation de performance des ouvrages municipaux d'assainissement des eaux pour l'année 2008, 199 p.

Règlement sur l'assainissement des eaux, R.2008-47, Communauté métropolitaine de Montréal (CMM)

Rushton, B.T. (2001). *Low-Impact Parking Lot Design Reduces Runoff and Pollutant Loads*, *Journal of Water Resources Planning and Management*, vol. 127, no 3, p.172-179.

Stephens, K.A., Graham, P., et D. Reid (2002). *Stormwater Planning - A guidebook for British Columbia*. Ministry of Water, Land and Air Protection, Vancouver, B.C., 244 p.

SCHL (s.d. b). Les tranchées d'infiltration, [En ligne]. http://www.cmhc-schl.gc.ca/fr/prin/dedu/ecea_aumegeeeaplenre/aumegeeeaplenre_006.cfm/ (Page consultée le 18 octobre 2007)

Thomas H. Cahill, P.E., Michele Adams, P.E., Courtney Marm (2008). *Porous Asphalt the good choice*, [En ligne]. http://www.canadianparking.ca/publications/theparker/archive/2008/Q3/PorousAsphalt_fre.pdf (Page consulté le 13 mai 2009)

Toronto City Planning (2007). *Design Guidelines for 'Greening' Surface Parking Lots*, [En ligne]. http://www.toronto.ca/planning/urbdesign/greening_parking_lots.htm (Page consultée le 25 janvier 2009)

USEPA (2000), *Low Impact Development (LID). A Literature Review*. United States Environmental Protection Agency, Report No EPA-841-B-00-005, Washington DC, 41 p.

Vergriete, Y. et Labrecque M. (2007). *Rôles des arbres et des plantes grimpantes en milieu urbain : revue de littérature et tentative d'extrapolation au contexte montréalais*, Rapport d'étape, 22 p.

Ville de Dorval (2009). *Caractéristiques de l'Écopluie*, [En ligne]. <http://www.ville.dorval.qc.ca/loisirs/fr/downloads/publications/PE-09/guideecopluiefr.pdf> (Page consulté le 3 juillet 2009)

Ville de Montréal (2004). *Plan d'urbanisme de Montréal*, [En ligne]. http://ville.montreal.qc.ca/portal/page?_pageid=2761,3096665&_dad=portal&_schema=PORTAL (Page consultée le 26 février 2009)

Ville de Montréal (2007). *Plan de transport 2007 – Réinventer Montréal*, Service des infrastructures, transport et environnement, Direction du transport, Division du développement des transports, Montréal, 166p.

Ville de Montréal (2009). *Épuration des eaux usées*, [En ligne]. http://ville.montreal.qc.ca/portal/page?_pageid=916,1607872&_dad=portal&_schema=PORTAL (Page consultée le 13 juin 2009)

Ville de Portland (2007). *Green streets tour map*,
[En ligne].<http://www.portlandonline.com/shared/cfm/image.cfm?id=96962> (Page
consulté le 21 mars 2009)

Ville de Sherbrooke (2007). Vos gouttières doivent être débranchées du drain de
fondation, [En ligne].
[http://www.ville.sherbrooke.qc.ca/webconcepteurcontent63/000023300000/upload/en
vironnementsherbrooke.ca/Gouttieres/gouttieres.pdf](http://www.ville.sherbrooke.qc.ca/webconcepteurcontent63/000023300000/upload/en_vironnementsherbrooke.ca/Gouttieres/gouttieres.pdf) (Page consulté le 26 février
2009)

ANNEXE 1

CALCULS RELIÉS AU TABLEAU 5.1

Facteurs généraux considérés:

- 835 mm de pluie annuelle (0,835m) selon la Station météorologique d'Environnement Canada à l'Université McGill
- 20 000 000 \$ considérés, soit 4 000 000 \$ pour chaque technique
- Le coût de traitement des eaux usées à la station d'épuration se chiffre à 0,19 \$ du m³ selon la Station d'épuration des eaux usées de Montréal (STEP)
- Le coût de filtration de l'eau potable se chiffre à 0,50 \$ du m³ selon la ville de Montréal

Ruelles

Une section de ruelle typique, entre deux artères de Montréal, a habituellement 5 m de large et 70 mètres de long, pour une surface moyenne de 350 m². Il en coûte environ 38\$ CAN par m² pour faire une ruelle en asphalte perméable selon les estimations de la ville de Chicago (2008). Donc 350 m² x 38 \$ le m²= 13 300 \$ par section de ruelle typique de Montréal. Pour savoir combien on peut en faire avec 4 millions de dollars : 4 000 000 ÷ 13 300= environ 300 sections de ruelles avec asphalte poreux. Pour connaître les possibilités de réduction de volume associées à ce nombre : 300 sections des ruelles x surface moyenne de 350 m² x quantité moyenne de précipitations en mètres à Montréal 0.835 m x efficacité d'infiltration de l'asphalte poreux, 0,8 selon la ville de Chicago= 70 140 m³ pouvant être déviés du réseau d'égout en aménageant 300 sections de ruelles de 350 m². Pour connaître les coûts évités au niveau de la gestion des eaux usées, on multiplie 70 140 m³ par le coût de traitement des eaux usées au m³ (0,19 \$/ m³), ce qui donne une économie possible de 13 327 \$.

Entrées de garage

Une entrée de garage en asphalte poreux coûte environ 2 500 \$ CAN (*National Parking Association*, 2007). Une entrée de garage moyenne à une surface moyenne de 18 m² (3 m par 6 m), si l'on s'inspire du *Règlement d'urbanisme (U-1)* de la ville de Montréal (2.75 m par 5,5 m). Pour savoir le nombre d'entrées de garage possibles d'aménager avec 4 millions de dollars : 4 000 000 ÷ 2 500= 1 600 entrées de garage en asphalte poreux. Pour connaître les possibilités de réduction de volume associées à ce nombre, on multiplie la surface moyenne d'une entrée de garage par la quantité moyenne de précipitations en mètres à Montréal : 18 x 0,835 m= 15 m³ par entrée de garage. Appliqué aux 1 600 entrées de garage possibles avec 4 millions de dollars : 1 600 x 15= 24 000 m³ de réduction possible. On multiplie ensuite par l'efficacité d'infiltration de l'asphalte poreux de

0,8 estimé par la ville de Chicago (2008) : $24\,000 \times 0,8 = 19\,200 \text{ m}^3$ d'eau pouvant être détournés du réseau d'égout en aménageant 1 600 entrées de garage avec de l'asphalte poreux. Pour connaître la possibilité de réduction des coûts au niveau des eaux usées : $19\,200 \text{ m}^3 \times 0,19 \text{ \$ m}^3 = 3\,648 \text{ \$}$

Toitures vertes

Au niveau des toitures vertes, un immeuble résidentiel à toit plat à une superficie moyenne de 108 m^2 . À environ $162 \text{ \$ le m}^2$ (Landreville, 2005), il serait possible d'aménager environ 228 toitures vertes avec 4 millions de dollars : $108 \text{ m}^2 \times 162 \text{ \$ le m}^2 = 17\,496 \text{ \$}$, $4\,000\,000 \text{ \$} \div 17\,496 \text{ \$} = 228$ toitures. En prenant pour compte qu'une toiture verte peut réduire de 50 % le ruissellement (*Id.*, 2005), c'est : $(228 \times 108 \text{ m}^2 \times 0,835 \text{ m} \times 50 \%)$ donc $10\,281 \text{ m}^3$ d'eau qui pourraient être déviés du réseau d'égout avec 228 toitures. Au niveau des coûts, si on multiplie $10\,281 \text{ m}^3$ par le coût de traitement des eaux usées au m^3 (0,19 \\$), des économies de 1 953 \\$ pourraient être réalisées.

Aménagements avec systèmes de bio-rétention

Il en coûte environ $46 \text{ \$ le m}^2$ pour aménager un système de bio-rétention (Mailhot et al. 2008). Pour connaître le nombre de m^2 de systèmes de bio-rétention possibles d'aménager avec 4 millions de dollars : $4\,000\,000 \div 46 \text{ \$ m}^2 = 86\,957 \text{ m}^2$. La ville de Portland (2007) a évalué l'efficacité d'infiltration des aménagements de bio-rétention à 96 %. Pour évaluer le volume de détournement associée à cette surface : $86\,957 \times 0,835 \text{ m} \times \text{efficacité de } 96 \% (0,96) = 72\,110 \text{ m}^3$. Pour déterminer la réduction de coûts possible au niveau des eaux usées : $72\,110 \text{ m}^3 \times 0,19 \text{ \$} = 13\,700 \text{ \$}$

Déconnexion des gouttières

Il coûte environ de $10 \text{ \$}$ à $40 \text{ \$ CAN}$ pour ajouter les extensions de gouttières (Mailhot et al. 2008). Si l'on suppose que le coût total avec la main d'œuvre et la pose se chiffre à $100 \text{ \$}$, il serait possible de faire 40 000 débranchements de gouttières avec 4 millions de dollars. La ville de Portland (2007), a estimé qu'une résidence avec gouttières débranchées, pouvaient détourner annuellement 89 m^3 du réseau d'égout. Pour évaluer le potentiel de détournement global avec 40 000 résidences : $89 \text{ m}^3 \times 40\,000 = 3\,560\,000 \text{ m}^3$ de détournement possible du réseau d'égout. Des économies sont possibles à la fois sur le traitement des eaux usées et de la production de l'eau potable : $3\,560\,000 \text{ m}^3 \times 0,19 \text{ \$ le m}^3 = 676\,400 \text{ \$}$ et $3\,560\,000 \text{ m}^3 \times 0,50 \text{ \$ le m}^3 = 1\,780\,000 \text{ \$}$.

ANNEXE 2

CARTE DE LOCALISATION DES BASSINS DE RÉTENTION EXISTANTS



Inspirée de Comité Zip Jacques-Cartier (2003)

ANNEXE 3

**CARTE DE LOCALISATION DES TYPES DE RÉSEAUX D'ÉGOUTS ET
FOSSES SEPTIQUES DE MONTRÉAL**



Tirée de Comité Zip Jacques-Cartier (2003)