

Eaux pluviales et eaux usées



Contrôles à la source et sur le terrain des réseaux de drainage municipaux

Le présent document est le troisième de la série des règles de l'art qui traite des infrastructures linéaires enfouies, du traitement en aval et des questions liées à la gestion. Pour connaître les titres des autres règles de l'art de cette série ou d'autres séries, prière de visiter www.infraguide.ca.

Guide national pour
des infrastructures
municipales durables



NRC · CNRC



Fédération
canadienne des
municipalités
Canada

Contrôles à la source et sur le terrain des réseaux de drainage municipaux

Publication n° 1.0

Date de publication : Mars 2003

© 2003 Fédération canadienne des municipalités et le Conseil national de recherches du Canada

ISBN 1-897094-29-9

Le contenu de la présente publication est diffusé de bonne foi et constitue une ligne directrice générale portant uniquement sur les sujets abordés ici. L'éditeur, les auteur(e)s et les organisations dont ceux-ci relèvent ne font aucune représentation et n'avancent aucune garantie, explicite ou implicite, quant à l'exhaustivité ou à l'exactitude du contenu de cet ouvrage. Cette information est fournie à la condition que les personnes qui la consultent tirent leurs propres conclusions sur la mesure dans laquelle elle convient à leurs fins; de plus, il est entendu que l'information ci-présentée ne peut aucunement remplacer les conseils ou services techniques ou professionnels d'un(e) spécialiste dans le domaine. En aucune circonstance l'éditeur et les auteur(e)s, ainsi que les organisations dont ils relèvent, ne sauraient être tenus responsables de dommages de quelque sorte résultant de l'utilisation ou de l'application du contenu de la présente publication.

INTRODUCTION

InfraGuide – Innovations et règles de l'art

Pourquoi le Canada a besoin d'InfraGuide

Les municipalités canadiennes dépensent de 12 à 15 milliards de dollars chaque année dans le domaine des infrastructures, mais cela semble ne jamais suffire. Les infrastructures actuelles sont vieillissantes et la demande pour un plus grand nombre de routes de meilleure qualité, et pour de meilleurs réseaux d'eau et d'égout continue d'augmenter, en réaction à la fois aux normes plus rigoureuses en matière de sécurité, de santé et de protection de l'environnement, et à la croissance de la population.

La solution consiste à modifier la façon dont nous planifions, concevons et gérons les infrastructures. Ce n'est qu'en agissant ainsi que les municipalités pourront satisfaire les nouvelles demandes dans un cadre responsable sur le plan fiscal et durable sur le plan de l'environnement, tout en préservant la qualité de vie.

C'est ce que le Guide national pour des infrastructures municipales durables : Innovations et règles de l'art (InfraGuide) cherche à accomplir.

En 2001, par l'entremise du programme Infrastructures Canada (IC) et du Conseil national de recherches Canada (CNRC), le gouvernement fédéral a uni ses efforts à ceux de la Fédération canadienne des municipalités (FCM) pour créer le Guide national pour des infrastructures municipales durables (InfraGuide). InfraGuide est à la fois un nouveau réseau national de personnes et une collection de plus en plus importante de règles de l'art publiées à l'intention des décideurs et du personnel technique œuvrant dans les secteurs public et privé. En s'appuyant sur l'expérience et la recherche canadiennes, les rapports font état des règles de l'art qui contribuent à la prise de décisions et de mesures assurant la durabilité des infrastructures municipales dans six domaines clés : 1) la voirie municipale, 2) l'eau potable, 3) les eaux pluviales et les eaux usées, 4) la prise de décisions et

la planification des investissements, 5) les protocoles environnementaux et 6) le transport en commun. On peut se procurer une version électronique en ligne ou un exemplaire sur papier des règles de l'art.

Un réseau d'excellence de connaissances

La création d'InfraGuide est rendue possible grâce à une somme de 12,5 millions de dollars

d'Infrastructures Canada, des contributions de produits et de services de diverses parties prenantes de l'industrie, de ressources techniques, de l'effort

commun des praticiens municipaux, de chercheurs et d'autres experts, et d'une foule de bénévoles du pays tout entier. En regroupant et en combinant les meilleures expériences et les meilleures connaissances des Canadiens, InfraGuide aide les municipalités à obtenir le rendement maximal de chaque dollar investi dans les infrastructures — tout en étant attentives aux répercussions sociales et environnementales de leurs décisions.

Des comités techniques et des groupes de travail formés de bénévoles — avec l'aide de sociétés d'experts-conseils et d'autres parties prenantes — sont chargés des travaux de recherche et de la publication des règles de l'art. Il s'agit d'un système de partage des connaissances, de la responsabilité et des avantages. Nous vous incitons à faire partie du réseau d'excellence d'InfraGuide. Que vous soyez un exploitant de station municipale, un planificateur ou un conseiller municipal, votre contribution est essentielle à la qualité de nos travaux.

Joignez-vous à nous

Communiquez avec InfraGuide sans frais, au numéro **1 866 330-3350**, ou visitez notre site Web, à l'adresse **www.infraguide.ca**, pour trouver de plus amples renseignements. Nous attendons avec impatience le plaisir de travailler avec vous.

Introduction

InfraGuide –
Innovations et règles
de l'art

Les grands thèmes des règles de l'art d'InfraGuide



Eaux pluviales et eaux usées

Le vieillissement des infrastructures souterraines, l'appauvrissement des ressources financières, les lois plus rigoureuses visant les effluents, la sensibilisation accrue de la population aux incidences environnementales associées aux eaux usées et aux eaux pluviales contaminées sont tous des défis auxquels les municipalités sont confrontées. Des événements tels que la contamination de l'eau à Walkerton et à North Battleford, ainsi que la récente classification, en vertu de la Loi canadienne sur la protection de l'environnement (LCPE), de l'ammoniac, du sel de voirie et des composés organiques chlorés comme substances toxiques, ont eu pour effet de relever la barre pour les municipalités. La règle de l'art en matière des eaux pluviales et des eaux usées traite des infrastructures linéaires enfouies, du traitement en aval et des questions liées à la gestion. Elle aborde, entre autres, les moyens de : contrôler et réduire l'écoulement et l'infiltration; obtenir des ensembles de données pertinentes et uniformes; inspecter les systèmes de collecte et en évaluer l'état et la performance, en plus de traiter de l'optimisation de l'usine de traitement et de la gestion des biosolides.



Prise de décisions et planification des investissements

Les représentants élus et les échelons supérieurs de l'administration municipale ont besoin d'un cadre qui leur permet de faire connaître la valeur de la planification et de l'entretien des infrastructures tout en trouvant un équilibre entre les facteurs sociaux, environnementaux et économiques. La règle de l'art en matière de prise de décision et de planification des investissements convertit des notions complexes et techniques en principes non techniques et recommandations pour la prise de décision, et facilite l'obtention d'un financement soutenu adéquate pendant le cycle de vie de l'infrastructure. Elle aborde, entre autres, les protocoles servant à cerner les coûts-avantages associés aux niveaux de service désirés, les analyses comparatives stratégiques et les indicateurs ou points de référence dans le domaine de la politique d'investissement et des décisions stratégiques.



Protocoles environnementaux

Les protocoles environnementaux se concentrent sur le rapport qu'exercent entre eux les systèmes naturels et leurs effets sur la qualité de vie humaine, en ce qui a trait à la livraison des infrastructures municipales. Les systèmes et éléments environnementaux comprennent la terre (y compris la flore), l'eau, l'air (dont le bruit et la lumière) et les sols. Parmi la gamme de questions abordées, mentionnons : la façon d'intégrer les considérations environnementales dans l'établissement des niveaux de service désirés pour les infrastructures municipales et la définition des conditions environnementales locales, des défis qui se posent et des perspectives offertes au niveau des infrastructures municipales.



Eau potable

La règle de l'art en matière d'eau potable propose divers moyens d'améliorer les capacités des municipalités ou des services publics de gérer la distribution d'eau potable de façon à assurer la santé et la sécurité publique de manière durable tout en offrant le meilleur rapport qualité-prix. Des questions telles que la reddition de compte dans le domaine de l'eau, la réduction des pertes en eau et la consommation d'eau, la détérioration et l'inspection des réseaux de distribution, la planification du renouvellement, les technologies de remise en état des réseaux d'eau potable et la qualité de l'eau dans les réseaux de distribution y sont abordées.



Transport en commun

L'urbanisation impose des contraintes sur des infrastructures vieillissantes en voie de dégradation et suscite des préoccupations face à la détérioration de la qualité de l'air et de l'eau. Les réseaux de transport en commun contribuent à réduire les embouteillages et à améliorer la sécurité routière. La règle de l'art en matière de transport en commun fait ressortir la nécessité d'améliorer l'offre, d'influencer la demande et de procéder à des améliorations opérationnelles ayant des incidences minimales sur l'environnement, tout en répondant aux besoins sociaux et commerciaux.



Chaussées et trottoirs

La gestion rentable des chaussées municipales passe par une judicieuse prise de décision et un entretien préventif. La règle de l'art en matière de routes et trottoirs municipaux porte sur deux volets prioritaires : la planification préliminaire et la prise de décision visant à recenser et gérer les chaussées en tant que composantes du système d'infrastructures, et une approche de prévention pour retarder la détérioration des chaussées existantes. Au nombre des sujets traités, mentionnons l'entretien préventif, en temps opportun, des voies municipales; la construction et la remise en état des boîtiers des installations, et l'amélioration progressive des techniques de réparation des chaussées en asphalte et en béton.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction	iii
Remerciements	vii
Résumé	ix
1. Généralités	1
1.1 Introduction.....	1
1.2 Portée	1
1.3 Glossaire	2
2. Justification	7
2.1 Répercussions générales du ruissellement en milieu urbain	7
2.2 Répercussions sur la qualité de l'eau	8
2.3 Répercussions sur la morphologie des cours d'eau	8
2.4 Répercussions sur les inondations localisées	10
2.5 Répercussions sur le cycle hydrologique	10
3. Pratiques de gestion optimales et mesures de contrôle du ruissellement	11
3.1 Chaîne de traitement et cadre général	11
3.2 Choix des PGO	12
3.3 Critères associés aux PGO	14
3.3.1 Critères relatifs au contrôle de la qualité de l'eau	15
3.3.2 Critères relatifs à la lutte contre l'érosion	15
3.3.3 Critères relatifs au contrôle du volume	16
3.3.4 Critères relatifs à la préservation du cycle hydrologique	16
3.3.5 Exigences relatives à l'entretien.....	17
3.4 Description des PGO.....	17
3.4.1 Contrôle à la source.....	17
3.4.2 Contrôles sur le terrain.....	20
3.4.3 Prétraitement et PGO à but spécial	28
4. Mise en application	33
4.1 Processus général de mise en application	33
4.2 Efficacité des contrôles à la source et sur le terrain	35
4.3 Les défis posés par le froid	39
4.4 Coût et fonctionnement.....	39
Annexe A : Renseignements de base sur la qualité de l'eau	43
Bibliographie	51

TABLEAUX

Tableau 4-1 : Efficacité prévue et considérations pertinentes aux contrôles à la source	37
Tableau 4-2 : Efficacité prévue et considérations pertinentes aux contrôles sur le terrain	38
Tableau 4-3 : Défis posés par le froid pour les PGO des eaux pluviales	39
Tableau 4-4 : Renseignements sur les coûts relatifs aux contrôles sur le terrain (pour les besoins de la planification)	41

FIGURES

Figure 2–1 : Modifications de l’hydrologie du bassin versant causées par l’urbanisation	9
Figure 3–1 : Chaîne de traitement relative au contrôle du ruissellement.....	11
Figure 3–2 : Exemples de systèmes d’infiltration sur le terrain	25
Figure 3–3 : Exemples de tranchées d’infiltration.....	26
Figure 3–4 : Exemples de réseaux de rigoles gazonnées	28
Figure 3–5 : Bandes filtrantes engazonnées et boisées	29
Figure 3–6 : Séparateur d’huile et de sable à trois chambres.....	30
Figure 3–7 : Séparateur d’huile et de sable à dérivation interne.....	31
Figure 4–1 : Organigramme général de l’élaboration d’un plan de gestion des eaux pluviales	34

REMERCIEMENTS

Nous reconnaissons le dévouement des personnes qui ont donné de leur temps et partagé leur expertise dans l'intérêt du *Guide national pour des infrastructures municipales durables (InfraGuide)*, et nous leur en sommes très reconnaissants.

La présente règle de l'art a été créée par des intervenants de municipalités canadiennes et des spécialistes du Canada tout entier. Elle est fondée sur des renseignements tirés de l'étude des pratiques municipales et d'une analyse documentaire approfondie. Les membres du comité technique des eaux pluviales et des eaux usées d'InfraGuide, dont on trouvera les noms ci-après, ont fourni des conseils et une certaine orientation. Ils ont été aidés par les employés de la Direction d'Infraguide et par ceux de SNC Lavalin inc. et d'Aquapaxis inc.

John Hodgson, président	Ville d'Edmonton (Alberta)
André Aubin	Ville de Montréal (Québec)
Richard Bonin	Ville de Québec (Québec)
David Calam	Ville de Régina (Saskatchewan)
Kulvinder Dhillon	Province de la Nouvelle-Écosse, Halifax (Nouvelle-Écosse)
Tom Field	DELSCAN Corporation, Vancouver (Colombie-Britannique)
Wayne Green	Ville de Toronto (Ontario)
Peter Seto	National Water Research Institute, Environnement Canada, Burlington (Ontario)
Timothy A. Toole	Ville de Midland (Ontario)
Bilgin Buberoglu	Conseiller technique, CNRC

De plus, le Comité aimerait remercier les personnes qui suivent pour leur participation aux groupes de travail et aux révisions par les pairs.

Richard Bonin	Ville de Québec (Québec)
Jerry Cheshuk	Ville de Yorkton (Saskatchewan)
Tom Field	Delcan Corporation, Vancouver (Colombie-Britannique)
Ken Linnen	Stantec, Régina (Saskatchewan)
Christina Jacob	GVRD-Vancouver (Colombie-Britannique)
Chris Johnston	Kerr Wood Leidal Associates Ltd (Colombie-Britannique)
Alain Mailhot	INRS-ETE, Québec (Québec)
Jiri Marsalek	National Water Research Institute, Burlington (Ontario)
Brian Milligan	Ville de Midland (Ontario)
John Sibbal	Municipalité régionale d'Halifax (Nouvelle-Écosse)
Fabio Tonto	Stormceptor Canada Inc., Toronto (Ontario)
Laura MacLean	Environnement Canada, Vancouver (Colombie-Britannique)
Ed von Euw	GVRD, Vancouver (Colombie-Britannique)
Rob Miller	Capital Region District, Victoria (Colombie-Britannique)
Robert Hicks	GVRD, Vancouver (Colombie-Britannique)
W. Craig Sinclair	Ville de Burnaby (Colombie-Britannique)

Cette règle de l'art n'aurait pu voir le jour sans le leadership et les conseils du comité directeur du projet et du comité directeur technique du *Guide national pour des infrastructures municipales durables (InfraGuide)* dont les membres sont comme suit :

Comité directeur du projet :

Mike Badham, Président	Conseiller, Régina (Saskatchewan)
Stuart Briese	Portage la Prairie (Manitoba)
Bill Crowther	Ville de Toronto (Ontario)
Jim D'Orazio	Greater Toronto Sewer and Watermain Contractors Association (Ontario)
Derm Flynn	Maire, Appleton (Terre-Neuve-et-Labrador)
David General	Cambridge Bay (Nunavut)
Ralph Haas	Université de Waterloo (Ontario)
Barb Harris	Whitehorse (Yukon)
Robert Hilton	Bureau de l'infrastructure, Ottawa (Ontario)
Dwayne Kalynchuk	Ville de St. Albert (Alberta)
Joan Lougheed	Conseillère, Burlington (Ontario)
	Liaison avec les intervenants
René Morency	Régie des installations olympiques, Montréal (Québec)
Saeed Mirza	Université McGill, Montréal (Québec)
Lee Nauss	Conseiller, Lunenburg (Nouvelle-Écosse)
Ric Robertshaw	Région d'Halton (Ontario)
Dave Rudberg	Ville de Vancouver (Colombie-Britannique)
Van Simonson	Ville de Saskatoon (Saskatchewan)
Basile Stewart	Maire, Summerside, (Île-du-Prince-Édouard)
Serge Thériault	Environnement et Gouvernements locaux Fredericton (Nouveau-Brunswick)
Alec Waters	Alberta Transportation, Edmonton (Alberta)
Wally Wells	Dillon Consulting Ltd., Toronto (Ontario)

Comité technique directeur :

Don Brynildsen	Ville de Vancouver (Colombie-Britannique)
Al Cepas	Ville d'Edmonton (Alberta)
Andrew Cowan	Ville de Winnipeg (Manitoba)
Tim Dennis	Ville de Toronto (Ontario)
Kulvinder Dhillon	Municipalité d'Halifax (Nouvelle-Écosse)
Wayne Green	Ville de Toronto (Ontario)
John Hodgson	Ville d'Edmonton (Alberta)
Bob Lorimer	Lorimer & Associates, Whitehorse (Yukon)
Betty Matthews-Malone	Ville de Hamilton (Ontario)
Umendra Mital	Ville de Surrey (Colombie-Britannique)
Anne-Marie Parent	Conseillère, Montréal (Québec)
Piero Salvo	WSA Trenchless Consultants Inc., Ottawa (Ontario)
Mike Sheflin	Ancien APA de la municipalité régionale d'Ottawa-Carleton (Ontario)
Konrad Siu	Ville d'Edmonton (Alberta)
Carl Yates	Halifax Regional Water Commission (Nouvelle-Écosse)

Membre fondateur :

Association Canadienne des Travaux Publics (ACTP)

RÉSUMÉ

Dans le passé, la gestion de l'eau était souvent fondée sur des pratiques singulières qui servaient à aborder les besoins particuliers et les crises. Au cours des années subséquentes, celles-ci ont évolué pour se transformer en programmes à objectifs multiples visant à gérer l'approvisionnement en eau et la conservation, l'objectif principal étant la conservation des eaux de surface et des réseaux naturels. En raison de la croissance démographique soutenue et des répercussions hydrologiques de l'urbanisation, il faut à tout prix recourir à une approche holistique de la gestion et de la planification des ressources hydriques pour préserver la qualité de vie actuelle.

Étant donné que le ruissellement des eaux pluviales peut provoquer ou aggraver certaines inondations et représente une source importante de pollution des milieux humides, des cours d'eau, des lacs et des estuaires, il faut à tout prix que les administrations locales assument la responsabilité de le maîtriser de façon appropriée. Il est essentiel de bien comprendre l'origine et les causes des sources diffuses de pollution pour élaborer des mesures et des pratiques détaillées et efficaces qui permettront d'atténuer les répercussions négatives de l'urbanisation. On doit intégrer ces mesures à des programmes aux objectifs multiples si l'on veut atteindre collectivement les objectifs concernant les bassins versants. Les programmes sont régis par les politiques et les règlements provinciaux et régionaux relatifs à l'eau, et ils doivent être compatibles avec des objectifs à court et à long terme détaillés.

Le présent document offre un bref aperçu de la raison d'être des programmes de gestion des eaux pluviales et explique les raisons de l'importance de mettre en application des mesures de maîtrise des eaux de ruissellement dans un contexte de développement durable. On fait appel à la notion de chaîne de traitement pour définir cinq niveaux distincts de contrôle : la planification de la lutte contre la pollution, le contrôle à la source, le contrôle sur le terrain, le contrôle au niveau du réseau de drainage et le contrôle à la sortie de l'émissaire. La présente règle de l'art porte sur les deuxième et troisième niveaux de contrôle.

Les contrôles à la source sont des mesures visant à minimiser la production et l'entrée de polluants dans les eaux pluviales de ruissellement; il s'agit surtout de mesures non structurales ou semi-structurales mises en place à la source ou à proximité de celle-ci. **Les mesures de contrôle sur le terrain (c'est-à-dire au niveau des lots)** sont des pratiques qui permettent de réduire le volume des eaux de ruissellement ou de traiter les eaux pluviales avant qu'elles n'atteignent le réseau d'égout municipal. Les contrôles peuvent être de nature structurale ou non et ils ont lieu sur un seul lot ou sur plusieurs lots qui drainent un bassin de faible superficie. Ces techniques sont ordinairement appliquées sur des lots résidentiels ou de petits lots à usage commercial ou industriel.

On classe les répercussions négatives de l'augmentation des eaux de ruissellement en fonction de leurs effets sur la *qualité de l'eau, la morphologie du lit des cours d'eau, les inondations locales et le cycle hydrologique*. Autrefois, le principal objectif de la conception était l'aspect quantitatif (les inondations). Aujourd'hui, cependant, on est conscient de la nécessité de tenir compte de critères plus larges dans le contexte du développement durable. On examine donc les critères relatifs à chacun de ces aspects de manière à obtenir une bonne vue d'ensemble des différents éléments qui, idéalement, devraient faire partie d'un plan de gestion des eaux pluviales.

Même si ces techniques s'appliquent à une vaste gamme de situations, il faut prendre en compte plusieurs éléments au moment de choisir les pratiques appropriées, notamment la pertinence du site, les avantages relatifs aux eaux pluviales et à l'élimination des polluants, et les attraits d'ordre environnemental. Chaque pratique est décrite de manière détaillée, et chaque description précise les critères de conception qu'il convient d'utiliser. Le document propose également une façon générale d'aborder la mise en application des différentes techniques, ainsi qu'un organigramme destiné à faciliter l'analyse globale des eaux pluviales.

Le document traite également du degré d'efficacité des différents contrôles ainsi que des coûts et des enjeux liés au fonctionnement et à l'entretien, ces éléments étant essentiels au processus de prise de décisions. Dans la mesure du possible, on a mis l'accent sur les références et les aspects de la conception propres aux climats froids, de manière à refléter la situation qui prévaut au Canada.

1. GÉNÉRALITÉS

1.1 INTRODUCTION

On reconnaît généralement que l'urbanisation rapide a une incidence sur la qualité de l'eau des plans récepteurs et le volume des eaux de ruissellement; celle-ci est par conséquent à l'origine d'importantes modifications environnementales et hydrologiques susceptibles de se répercuter sur les cours d'eau, les plans d'eau récepteurs et les habitats connexes. Lorsqu'une région s'urbanise, des surfaces jusqu'alors intactes sont rendues imperméables par la construction d'aires de stationnement, d'immeubles, de maisons, de rues et d'autres ouvrages. Les surfaces imperméables accentuent le ruissellement des eaux de pluie, à la fois quantitativement (débits et volumes) et qualitativement (polluants associés au ruissellement). Ces modifications bouleversent l'équilibre naturel des processus physiques, chimiques et biologiques, entraînent la pollution des écosystèmes et engendrent l'érosion des sols, laquelle cause des dommages en aval et réduit l'infiltration de l'eau dans le sol. En outre, l'accroissement du débit des eaux de ruissellement provoque ou aggrave des inondations, ce qui est sans doute la répercussion négative la plus visible (et généralement celle contre laquelle on prend le plus de mesures).

Pour atteindre les objectifs en matière de gestion des eaux pluviales, il est nécessaire d'intégrer pleinement les enjeux liés au ruissellement des eaux de pluie aux processus de conception et d'aménagement du terrain. Il faut, pour ce faire, adopter une approche plus globale de l'aménagement du terrain et connaître parfaitement les caractéristiques physiques et les ressources du site. Selon cette approche, qu'on appelle normalement « planification intégrée de la gestion des eaux pluviales », les eaux pluviales sont traitées comme une ressource à protéger, la protection des biens, des ressources aquatiques et de la qualité de l'eau étant alors perçue comme un objectif complémentaire. Idéalement, la gestion des eaux pluviales se fait à l'échelle du bassin versant, dans le cadre général de l'aménagement du territoire et de la planification des écosystèmes ou, à tout le moins, en fonction d'un plan directeur de drainage. Cet exercice de planification doit reposer sur une hiérarchie des principes qui comprend notamment la prévention de la pollution, les contrôles à la source, les contrôles sur le terrain (ou au niveau des lots), les contrôles au niveau du réseau de drainage et les pratiques de gestion à la sortie de l'émissaire.

1.2 PORTÉE

La présente règle de l'art s'inscrit dans un projet plus vaste qui mènera à l'élaboration du *Guide national pour des infrastructures municipales durables : règles de l'art et innovations (InfraGuide)*. C'est un parmi plus de 50 aspects recensés par le Comité technique sur les eaux pluviales et les eaux usées en rapport avec les questions d'infrastructures linéaires, de traitement des eaux usées, de l'interaction avec les clients ainsi que de plans ou cours d'eau récepteurs. À cette étape, les liens avec les autres règles de l'art élaborées durant

la première ronde du Guide sont limités. Ils seront davantage intégrés au fur et à mesure de l'achèvement des autres rondes.

La présente règle de l'art mentionne, dans un premier temps, les motifs qui justifient la mise en place de contrôles à la source et sur le terrain, de même que les critères qui régissent le choix des techniques et des mesures les plus appropriées en fonction des caractéristiques du terrain et du bassin versant. On y décrit ensuite les méthodes et les techniques de contrôle à la source et sur le terrain, en se fondant sur des méthodes éprouvées et disponibles. Le document traite également du degré d'efficacité des différents contrôles ainsi que des coûts et des problèmes de fonctionnement et d'entretien, puisqu'il s'agit dans ce cas d'éléments essentiels au processus décisionnel. Dans la mesure du possible, on a mis l'accent sur les références et les aspects de la conception propres aux climats froids, de manière à refléter la situation qui prévaut au Canada.

On traite d'abord de la prévention de la pollution qui doit être, en toute logique, la première étape de la chaîne de traitement. Le document examine les niveaux de contrôle les plus fondamentaux (contrôles à la source et sur le terrain). En règle générale, on effectue ces contrôles sur des terrains dont le bassin versant mesure moins de 5 ha. Ils sont généralement plus rentables que les contrôles au niveau du réseau ou à la sortie de l'émissaire.

La présente règle de l'art ne se veut pas un manuel de conception ou un guide de mise en place d'un système de gestion des eaux pluviales, dans lequel on trouve des renseignements techniques détaillés et des critères conceptuels. Il existe déjà un certain nombre de guides et de manuels de ce genre; on y renvoie au besoin à l'information pertinente contenue dans la documentation existante. On peut accéder dans Internet à de nombreux documents élaborés par différentes provinces et villes expressément en fonction des conditions qui prévalent au Canada; il est facile de les télécharger et d'avoir ainsi accès à des renseignements pertinents et à jour.

1.3 GLOSSAIRE

La terminologie relative aux contrôles des eaux pluviales à la source n'étant pas normalisée et les divers professionnels du drainage utilisant ce terme pour désigner des réalités différentes (Marsalek et coll., 2001), il vaut la peine de définir de manière plus précise certains termes de base.

Alimentation d'une nappe souterraine — Réapprovisionnement en eau d'une nappe aquifère souterraine par des processus naturels ou des méthodes artificielles, telle que l'exfiltration réalisée dans le cadre d'une pratique de gestion optimale.

Averse de projet — Événement pluviométrique avec des caractéristiques et une fréquence d'occurrence spécifiques (p. ex. 1 dans 2 ans, 24 heures) pour le calcul d'un débit ou d'un volume de ruissellement.

Bande filtrante — Bande de végétation vivace en amont d'un bassin, d'un dispositif de dérivation ou de tout autre ouvrage servant à ralentir l'écoulement des eaux de ruissellement; elle provoque le dépôt des matières charriées et réduit ainsi la sédimentation.

Bande tampon — Zone de largeur variable située de part et d'autre d'une entité naturelle (p. ex. un cours d'eau ou une région boisée) et destinée à servir de zone de protection le long d'un couloir.

Barrage de retenue — Petit barrage érigé à travers un fossé ou un autre petit cours d'eau pour diminuer la vitesse de l'écoulement (en réduisant la pente du lit), minimiser l'affouillement et favoriser le dépôt des sédiments.

Bassin versant — Espace géographique dont les eaux de ruissellement convergent vers un point de décharge précis. Les grands bassins versants peuvent être constitués de plusieurs bassins secondaires plus petits, dont les eaux de ruissellement cheminent dans des directions différentes pour, en fin de parcours, converger vers un point de décharge commun.

Chaîne de traitement — Choix d'une gamme de procédés de traitement agencés suivant un ordre hiérarchique de manière à faire en sorte que le polluant ou les polluants cibles soient éliminés.

Charge — Quantité d'une substance qui pénètre dans l'environnement (sol, eau ou air).

Coliformes fécaux — Organismes vivants microscopiques présents dans les excréments humains ou animaux. Ces bactéries sont souvent utilisées comme indicateurs indirects de la présence d'autres bactéries pathogènes.

Concentration moyenne par événement (CME) — Concentration moyenne d'un polluant urbain mesurée durant un événement pluvieux. On la calcule en pesant chaque échantillon de polluant prélevé dans l'eau qui ruisselle durant un événement pluviométrique

Contrôles à la sortie de l'émissaire — Pratiques permettant de réduire les débits et de traiter les eaux pluviales à la sortie du réseau de drainage, juste avant qu'elles n'atteignent le plan ou le cours d'eau récepteur. Il s'agit généralement de contrôles structuraux effectués pour gérer le ruissellement en provenance de bassins versants de plus grande superficie.

Contrôles à la source — Mesures visant à réduire la production et l'entrée de polluants dans les eaux pluviales de ruissellement, et à gérer les volumes et les débits d'eaux de ruissellement, plus précisément les mesures non structurales ou semi-structurales appliquées à la source ou à proximité de celle-ci.

Contrôles au niveau du réseau de drainage — Pratiques qui permettent de réduire le volume des eaux de ruissellement et de traiter les eaux pluviales durant leur écoulement dans le réseau de drainage.

Contrôles sur le terrain (ou au niveau des lots) — Pratiques qui permettent de réduire le volume des eaux de ruissellement et de traiter les eaux pluviales avant qu'elles n'atteignent le réseau de drainage municipal. Ces contrôles sont généralement structuraux et ils sont effectués sur un seul lot ou sur plusieurs lots qui drainent un bassin de faible superficie.

Couverture imperméable (I) — Surfaces qui, dans le paysage, empêchent les eaux pluviales de s'infiltrer dans le sol (les toits, les chaussées, les trottoirs et les voies d'accès pour autos, par exemple).

Débit — Volume d'eau s'écoulant dans un cours d'eau ou dans une conduite pendant une période donnée (exprimé en m³/s ou en L/s).

Demande biochimique d'oxygène (DBO) — Concentration en masse de l'oxygène dissous consommé dans des conditions définies par l'oxydation biologique des matières organiques et/ou inorganiques contenues dans l'eau (voir aussi DCO).

Demande chimique d'oxygène (DCO) — Paramètre utilisé pour caractériser la pollution organique de l'eau, qui se mesure à partir de la quantité d'oxygène dissous nécessaire à la dégradation chimique des polluants organiques qu'elle contient.

Effet de chasse — Teneur en polluants, y compris les sédiments en suspension, charriés par les eaux pluviales au début d'une tempête. Cette valeur est généralement plus élevée que celle qu'on obtient au milieu ou à la fin de la tempête.

Esthétique (en tant que paramètre de la qualité de l'eau) — Aucune eau de surface ne doit contenir de polluants dont la concentration ou la combinaison permet l'apparition de dépôts indésirables, de débris flottants, d'écume ou d'autres matières nuisibles, de dégager une odeur nauséabonde, de donner à l'eau une couleur ou un goût désagréable, de produire de la turbidité, ou de permettre la prolifération d'espèces aquatiques indésirables ou nuisibles.

Eutrophisation — Enrichissement de l'eau, qu'elle soit douce ou saline, par des nutriments, en particulier par des composés d'azote et de phosphore, qui

accéléreront la croissance d'algues et des formes plus développées de la vie végétale.

Hydrogramme — Graphique montrant les variations de niveau (de profondeur) ou de débit d'un cours d'eau au fil du temps.

Matières en suspension (MES)— Quantité totale des sédiments (particules) en suspension dans une masse d'eau.

Morphologie d'un cours d'eau — Étude de la structure et de la forme d'une rivière ou d'un fleuve (p. ex. les berges, le lit, la profondeur, la largeur et la rugosité du lit).

Planification intégrée de la gestion des eaux pluviales — Approche en matière de planification, qui vise à intégrer les méthodes de planification fondées sur les bassins versants, telles que les plans de bassins versants, les plans de bassins d'alimentation, les plans directeurs de drainage et les plans d'eaux pluviales, dans des méthodes de planification municipale pertinentes, telles que les plans directeurs d'agglomération officiels et les plans de concept d'unité de quartier, les plans directeurs de loisirs et de parcs, les plans de transport stratégique, etc., dans le but de tenir compte des répercussions de la gestion des eaux pluviales sur les valeurs jugées importantes pour la communauté. Ces valeurs peuvent inclure les loisirs, l'agriculture, les pêches, les couloirs de verdure, le patrimoine, l'archéologie, la sécurité, le transport, l'économie, la valeur des immeubles, la protection contre les inondations, la capacité financière, l'environnement et les questions connexes.

Polluant — Substance présente dans l'environnement en concentration supérieure à sa concentration naturelle ou au seuil maximum fixé par règlement, et préjudiciable à l'environnement à des doses plus ou moins élevées.

Porosité (n) — Rapport entre le volume de vide et le volume total.

Pratique de gestion optimale (PGO) — Voir Gestion des eaux pluviales.

Pratiques de gestion optimales des eaux pluviales (PGO) — Pratiques, techniques et méthodes utilisées pour gérer le drainage des eaux pluviales dans le but d'atténuer les risques d'inondation et de réduire les polluants, en recourant aux moyens les plus rentables et les plus pratiques auxquels la collectivité peut accéder économiquement. En règle générale, les PGO sont des méthodes de gestion des eaux pluviales qui cherchent à reproduire le plus grand nombre possible des caractéristiques de ruissellement et des composantes de l'infiltration « naturelles » du réseau à l'état non aménagé; elles réduisent ou préviennent la détérioration de la qualité de l'eau. Les différentes mesures peuvent consister en des systèmes élaborés (PGO structurales) qui permettent d'améliorer la qualité et de contrôler le volume des eaux de ruissellement (p. ex. les bassins de retenue et

les marais artificiels), ou des pratiques antipollution visant à limiter le ruissellement en cas d'averse ou à réduire la quantité de polluants présente dans les eaux de ruissellement (PGO non structurales). Le terme *pratiques de gestion optimales* peut se confondre avec le terme *règles de l'art*, plus générique. C'est néanmoins le terme qu'on retrouve dans le présent document, étant donné qu'il est aujourd'hui parfaitement admis, tant dans les pratiques courantes que dans les documents pertinents.

Pratiques de gestion optimale non structurales — Techniques de traitement des eaux de ruissellement, qui prévoient le recours à des moyens naturels pour réduire les niveaux de pollution. Elles ne nécessitent aucun travail de construction majeur et favorisent la réduction des polluants par l'élimination des sources qui contribuent à la pollution.

Pratiques de gestion optimales structurales — Ouvrages mis en place dans le but de stocker temporairement et de traiter les eaux pluviales de ruissellement.

Prétraitement — Techniques employées dans le cadre des pratiques de gestion optimales des eaux pluviales et qui font appel au stockage ou au filtrage pour capter plus facilement les matériaux grossiers et autres polluants avant leur entrée dans le réseau de drainage.

Puisard — Ouvrage classique servant à capter les eaux pluviales. Utilisé dans les rues et les aires de stationnements, le puisard comprend généralement une entrée, une fosse et une sortie. Il permet d'éliminer une quantité minimale de matières en suspension. La sortie est souvent munie d'une « cloche » qui sert à séparer l'huile et la graisse des eaux pluviales.

Ruissellement — Partie des précipitations tombant sur un bassin versant, qui s'écoule du bassin versant vers le lit des cours d'eau. Il inclut l'écoulement de surface et le ruissellement souterrain, ou suintement.

Sédiment — Particules de sols ou autres matériaux de surface transportés ou déposés par l'action du vent, de l'eau, de la glace ou de la gravité, à la suite d'une érosion.

Tempête se produisant une fois à tous les 2 ans (1 dans 2 ans) — Inondation se produisant en moyenne une fois à tous les deux ans ou qui, statistiquement, a 50 p. 100 de probabilité de survenir au cours d'une année donnée.

Temps de concentration — Temps que met l'eau à s'écouler du point le plus éloigné d'un bassin versant jusqu'à la décharge.

Taux d'infiltration (*f*) — Taux par lequel les eaux pluviales pénètrent dans le sous-sol, en millimètres par heure.

2. JUSTIFICATION

2.1 RÉPERCUSSIONS GÉNÉRALES DU RUISSELLEMENT EN MILIEU URBAIN

La figure 2-1 illustre les répercussions générales de l'urbanisation sur un site non loti. Dans le cas d'un bassin versant développé avec une densité moyenne, cette urbanisation se traduit directement par une série de modifications aux conditions hydrologiques. Les modifications ont lieu progressivement à chaque étape de l'intensification de l'aménagement. Il faut donc tenir compte des conséquences du ruissellement à chaque étape et non seulement au moment de l'aménagement initial du site. Parmi les conséquences, on retrouve notamment (Schueler, 1987) :

- un débit de pointe deux à cinq fois supérieur aux niveaux antérieurs à l'urbanisation;
- l'augmentation du volume d'eaux de ruissellement à chaque orage;
- la diminution du temps de concentration;
- des inondations plus fréquentes et plus graves;
- une baisse du débit des cours d'eau durant les périodes de sécheresse prolongées, en raison de la baisse du niveau d'infiltration dans le bassin versant;
- l'augmentation de la vitesse de l'écoulement durant les orages.

On doit reconnaître que, même si la figure 2-1 illustre un scénario « de passage de l'état de champ à celui de terrain développé », de nombreux défis en matière de drainage urbain sont liés à la densification et aux autres modifications des lotissements existants, qui ont déjà eu une incidence défavorable sur l'hydrologie de la zone. Ces nouvelles conditions hydrologiques, causées par les lotissements, modifient généralement la géométrie et la morphologie du cours d'eau, l'érosion et l'élargissement du lit étant les principaux ajustements à l'accroissement du débit d'orage. On avait coutume de considérer les eaux pluviales comme une source de pollution relativement mineure. Néanmoins, nombre d'études, comme le Nationwide Urban Runoff Program (NURP) des États-Unis (EPA, 1983) et d'autres études menées au Canada et en Europe, démontrent clairement que le ruissellement des eaux pluviales peut constituer une importante source de pollution. En fait, la quantité de polluants charriée annuellement par les eaux de ruissellement urbaines peut se comparer à celui des effluents d'eaux usées et des rejets industriels. Les eaux de ruissellement en milieu urbain contiennent généralement un taux élevé de solides en suspension et peuvent avoir une incidence considérable sur la concentration en métaux, en sels, en éléments nutritifs, en huile et en graisse, en bactéries et en d'autres substances qui

contaminent les plans et les cours d'eau récepteurs. Cela peut se répercuter sur les réserves d'eau potable, l'habitat aquatique, les activités récréatives, l'agriculture et l'esthétique.

Pour les besoins de l'analyse, on peut classer les conséquences de l'accroissement des eaux de ruissellement en milieu urbain selon qu'elles ont une incidence sur la qualité de l'eau, sur la morphologie du lit du cours d'eau, sur les inondations localisées et sur le cycle hydrologique. Ces incidences sont abordées brièvement aux points suivants. On trouvera de plus amples détails à l'annexe A.

2.2 RÉPERCUSSIONS SUR LA QUALITÉ DE L'EAU

Les répercussions des débits et des volumes d'eau de ruissellement se font sentir sur les cours d'eau avoisinants et les plans récepteurs en aval, tels que les lacs, les rivières et les estuaires. Les polluants qui sont associés au ruissellement urbain et qui peuvent être nocifs pour les plans récepteurs sont notamment les solides en suspension, les éléments nutritifs, les bactéries, les agents pathogènes, les métaux, les hydrocarbures, les fluctuations de température et le sel de déglacage. Les principales sources de pollution sont les contaminants des zones résidentielles ou commerciales, les activités industrielles, la construction, les rues et les aires de stationnement, les parterres gazonnés et les retombées atmosphériques.

2.3 RÉPERCUSSIONS SUR LA MORPHOLOGIE DES COURS D'EAU

Par suite de l'urbanisation, le « niveau de débordement » est atteint deux à sept fois plus fréquemment, et le débit associé peut être jusqu'à cinq fois plus important. Par ailleurs, le débit total au-delà de la « vitesse érosive critique » augmente considérablement, et l'énergie accrue résultant de ces débits de niveau de débordement plus fréquents se traduit par l'érosion et l'élargissement du lit du cours d'eau, ce qui entraîne la dégradation des habitats. L'intensité et l'étendue de l'ajustement du cours d'eau est fonction du degré d'imperméabilité du bassin versant et du type de cours d'eau. Les modèles de recherche donnent à penser que le seuil de stabilité des cours d'eau en milieu urbain correspond à une imperméabilité d'environ 10 p. 100 du bassin versant. L'urbanisation du bassin versant au-delà de ce seuil se traduit invariablement par l'instabilité et l'érosion des lits.

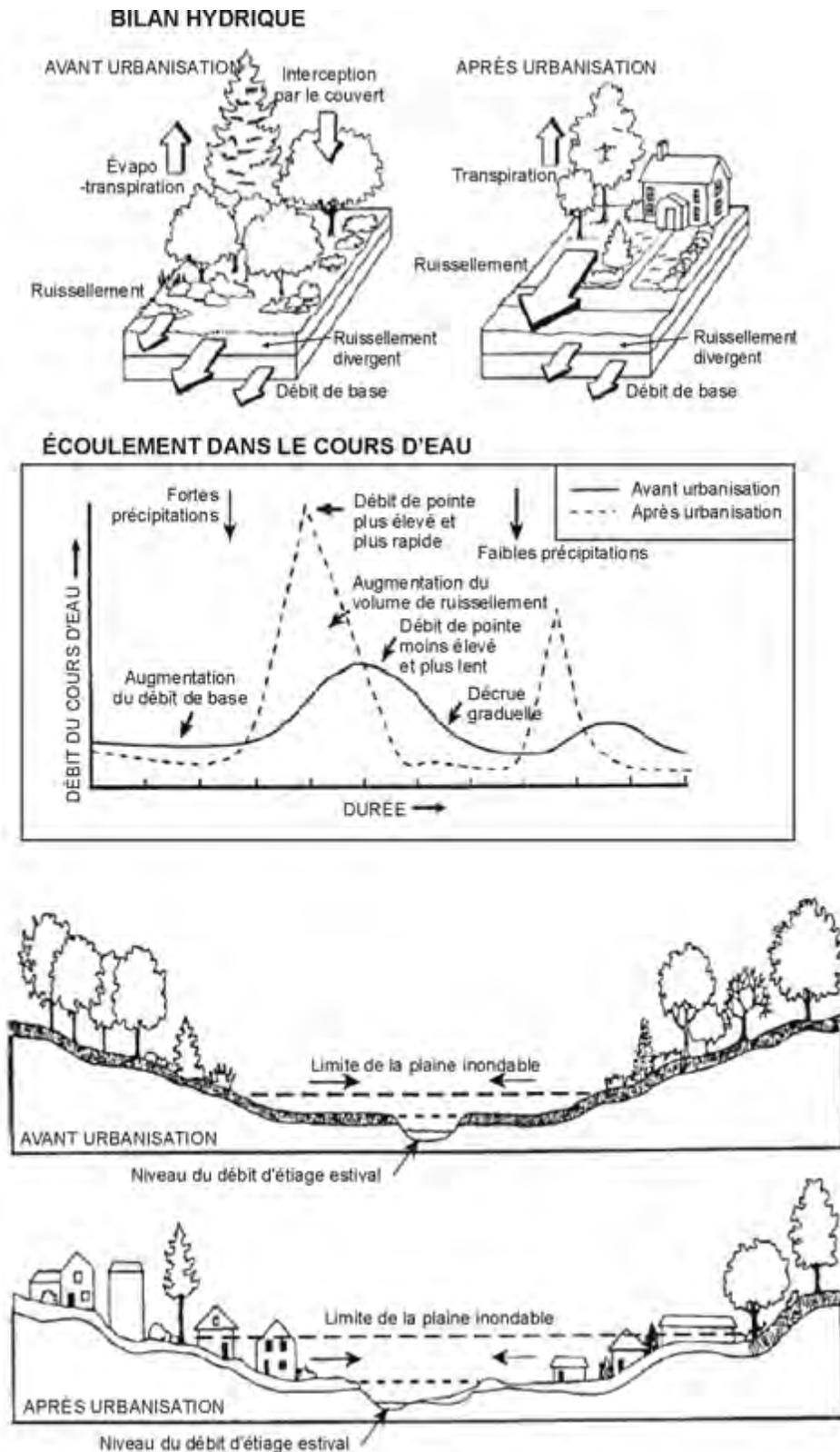


Figure 2-1 : Modifications de l'hydrologie du bassin versant causées par l'urbanisation (Schueler, 1987).

2.4 RÉPERCUSSIONS SUR LES INONDATIONS LOCALISÉES

L'urbanisation accroît la fréquence et la gravité des inondations en raison de l'accroissement du volume des eaux de ruissellement. À cause de la diminution des surfaces perméables et de la réduction connexe de la capacité d'emmagasinement, les orages moins violents qui surviennent plus fréquemment peuvent causer des problèmes d'inondation. En règle générale, la répercussion sur le débit des cours d'eau est exprimée en fonction des débits de pointe, des débits d'étiage et de leur durée. L'augmentation du débit de pointe accroît les dangers pour la sécurité des personnes et les risques de dégâts matériels.

2.5 RÉPERCUSSIONS SUR LE CYCLE HYDROLOGIQUE

L'urbanisation peut modifier considérablement la répartition de l'eau dans le cycle hydrologique. Dans le cadre de la gestion des eaux pluviales, l'alimentation de la nappe souterraine vise à réduire le volume des eaux de ruissellement et à prévenir ou à atténuer la diminution du débit des cours d'eau durant la saison sèche (étiage). Le manuel relatif aux eaux pluviales de l'État du Maryland (MDE, 2000) et un manuel de l'Ontario (MEO, 1999) font office de références en la matière. La diminution du débit de base se traduit par la perte des droits accordés aux riverains en aval (c'est-à-dire la perte des réserves d'eau à usage domestique ou agricole) et par la dégradation éventuelle de l'habitat aquatique et de la végétation rivulaire.

3. PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES ET MESURES DE CONTRÔLE DU RUISSellement

3.1 CHAÎNE DE TRAITEMENT ET CADRE GÉNÉRAL

Les PGO varient selon la source de pollution, le type de plan ou de cours d'eau récepteur et les objectifs visés en matière de protection contre les inondations. L'approche qui consiste à utiliser une PGO à niveaux multiples (UDFCD, 1992), fondée sur le concept de la chaîne de traitement est efficace. Selon cette approche, la gestion de la qualité des eaux de ruissellement consiste en un ensemble de pratiques de traitement appliquées l'une à la suite de l'autre, de la façon illustrée dans la figure 3-1. En règle générale, plus on éloigne le traitement de la source de pollution, moins les mesures sont rentables. Il est habituellement plus rentable de prévenir la pollution en adoptant de bonnes pratiques de maintenance, ou en luttant contre la pollution à la source ou à proximité de celle-ci, que de traiter les eaux de ruissellement au moyen de PGO à la sortie de l'émissaire.

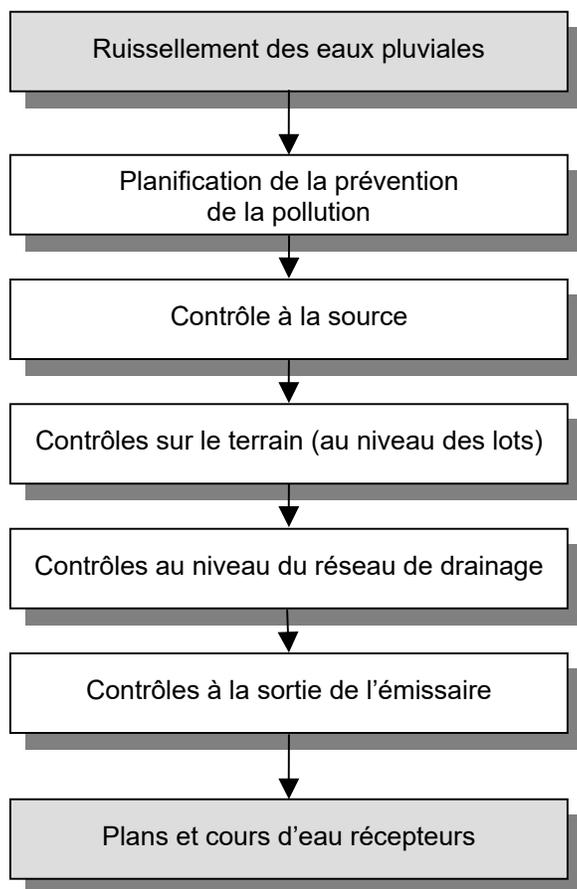


Figure 3-1 : Chaîne de traitement relative au contrôle du ruissellement.

Source : Tiré de l'UDFCD (1992), Urbonas et Roesner (1993), MEO (1999).

Le présent document décrit les deuxième et troisième niveaux de contrôle. La prévention de la pollution et le contrôle à la source en milieu urbain sont des pratiques qui reposent habituellement sur des mesures non structurales ou semi-structurales, lesquelles éliminent ou réduisent les polluants pénétrant dans les réseaux d'eaux pluviales. Ce concept simple, qui peut s'avérer très rentable, nécessite la coopération de la population.

3.2 CHOIX DES PGO

Lorsqu'il conçoit un système de gestion des eaux pluviales, quel que soit le site, le promoteur de projet, de concert avec les urbanistes et les ingénieurs d'études, doit se poser les questions suivantes :

- Comment concevoir le système de gestion de manière à respecter les exigences réglementaires relatives au volume et à la qualité des eaux pluviales?
- Quelles sont les possibilités de respecter en même temps les règlements en matière d'eaux pluviales et les normes relatives à l'alimentation de la nappe souterraine et au débit de pointe?
- Comment contrôler et diminuer les répercussions hydrologiques sur l'habitat aquatique en aval?
- Quelles sont les possibilités d'utiliser l'aménagement complet du terrain pour minimiser la nécessité de recourir aux contrôles structuraux?
- Y a-t-il des zones critiques à protéger sur le site même du projet ou jouxtant celui-ci?
- Les eaux pluviales gérées dans le cadre du projet s'écoulent-elles à partir d'un bassin dont la charge possible de polluants est plus élevée?
- Quelles sont les contraintes physiques du site?
- L'entretien qui sera requis à l'avenir en rapport avec le genre de PGO est-il raisonnable et acceptable?
- La PGO choisie est-elle rentable et acceptable sur les plans social et environnemental?

De toute évidence, l'aménagement du terrain et la conception du réseau de collecte des eaux pluviales doivent se concentrer sur l'examen du site tout entier de manière à tirer parti des zones disponibles qui se prêtent le mieux à la diminution, à l'infiltration et au traitement des eaux de ruissellement dans le cadre d'un système de gestion intégrée des eaux pluviales. Dans ce contexte,

l'occupation du sol et l'aménagement des terrains doivent être des éléments essentiels du système général de gestion du drainage.

Il faut d'examiner plusieurs facteurs concurrents lors du choix de la PGO, ou de la série de PGO, qui convient à un bassin (ASCE/EWRI, 2001; ASCE/WEF, 1998; MEO, 1999; EPA, 1993, 1999). Les contrôles locaux sur le terrain doivent s'inscrire dans un programme intégré de gestion des eaux pluviales. Si le choix, la conception, la construction et l'entretien ne sont pas judicieux, les PGO ne permettront pas de gérer les écoulements urbains de façon efficace. La plupart des PGO présentent des possibilités d'application limitées et ne peuvent donc être mises en pratique à l'échelle nationale. Voici quelques-uns des points dont il faut tenir compte lorsqu'on choisit une PGO :

- le bassin versant drainé;
- le type d'occupation du sol prévu;
- la fréquence, la durée et l'intensité moyennes des précipitations;
- le volume et le débit des eaux de ruissellement;
- les types de sol (p. ex. terre glaise qui ne convient pas aux PGO relatives à l'infiltration);
- la pente du terrain;
- la géologie et la topographie;
- la disponibilité de terrains;
- les projets d'urbanisation et l'utilisation des sols dans le bassin versant;
- la profondeur de la nappe phréatique (elle doit par exemple être à au moins 1,2 m du dessous des systèmes d'infiltration);
- la disponibilité de volumes d'eau supplémentaires permettant de soutenir les PGO végétatives;
- la gélivité;
- la sécurité et l'acceptation par la collectivité;
- l'entretien et l'accessibilité;
- les travaux d'entretien ou de réhabilitation périodiques et à long terme nécessaires.

Outre les exigences liées expressément à la mise en pratique sur le terrain, on doit tenir compte de facteurs tels que le coût des PGO, les exigences et les règlements locaux, l'esthétique, l'expérience du promoteur ou de l'entrepreneur relative à un aménagement particulier et les considérations relatives à d'autres exigences pour les milieux récepteurs. La combinaison de ces facteurs rend le choix des PGO appropriées difficile et quelque peu complexe; la tâche doit être confiée uniquement à un spécialiste des eaux pluviales qui connaît les facteurs locaux qui influent sur la conception et la performance des pratiques.

Les différents modes de choix de PGO proposés dans les documents de référence prévoient généralement le recours à une forme quelconque de matrice décisionnelle qui tient compte de divers paramètres, notamment :

- les caractéristiques physiques du site (p. ex. le bassin versant desservi, le type de sol, la pente du terrain, la profondeur de la nappe phréatique, la proximité de fondations, de puits ou de lots dont l'utilisation est réglementée);
- les avantages offerts en ce qui a trait au contrôle du débit de pointe et du volume des eaux pluviales, à l'alimentation de la nappe souterraine et au contrôle de l'érosion des berges des cours d'eau;
- les avantages sur le plan de l'élimination des polluants;
- les avantages d'ordre environnemental, tels que le maintien d'un débit d'étiage minimal, la limitation de l'érosion des berges des cours d'eau, la création d'un habitat aquatique, la création d'un habitat faunique, le degré de réchauffement, les améliorations paysagères, les avantages au niveau des activités de loisirs et de sports, la réduction des dangers, la valeur esthétique et l'acceptation par la collectivité.

3.3 CRITÈRES ASSOCIÉS AUX PGO

Les critères de conception associés aux PGO relatives aux eaux pluviales ont évolué au cours des 10 dernières années et englobent maintenant la vision, plus holistique, aujourd'hui associée à la gestion des eaux pluviales. Ces critères se classent en cinq groupes généraux :

- **qualité de l'eau** — habitat aquatique, charge de polluants, température, activités de loisirs et de sports, contamination des eaux souterraines;
- **potentiel d'érosion** — topographie et sensibilité à l'érosion;
- **volume d'eau** — inondations;

- **cycle hydrologique** — alimentation de la nappe souterraine, maintien du débit d'entrée de base ou minimal, modèles d'écoulement en surface et sous la surface;
- **exigences relatives à l'entretien** — exigences qu'il faut incorporer dans la conception des PGO pour en garantir l'efficacité à long terme.

Il faut des critères précis qui tiendront compte de la fréquence complète des orages prévus durant la vie de la pratique de gestion des eaux pluviales. En conséquence, les orages vont des phénomènes les moins violents et les plus fréquents (qui, individuellement, produisent peu d'eaux de ruissellement, mais qui sont la plupart du temps responsables de l'alimentation des nappes souterraines et ont une incidence sur la qualité de l'eau) jusqu'aux orages les plus importants (phénomènes très rares qui peuvent causer des dommages catastrophiques). En règle générale, le critère relatif à l'emmagasinement à des fins d'alimentation est la saisie d'environ 50 p. 100 de tous les événements pluvieux qui produisent des eaux de ruissellement, tandis que, dans le cas du contrôle de la qualité de l'eau, il se situe ordinairement entre 80 et 90 p. 100. Les critères relatifs au volume d'eau sont propres au site, mais ils sont généralement définis de manière à reproduire le plus fidèlement possible les conditions de ruissellement antérieures à l'urbanisation et à adapter les conditions de ruissellement futures aux capacités d'évacuation des réseaux de drainage existants.

3.3.1 CRITÈRES RELATIFS AU CONTRÔLE DE LA QUALITÉ DE L'EAU

Généralement, les critères de base utilisés par la plupart des autorités sont de nature volumétrique (c'est-à-dire les eaux de ruissellement qui résultent d'une averse de projet spécifique et qu'il faut capter et traiter). Généralement, les quantités sélectionnées vont de 12,5 à 25 mm (elles sont souvent associées à l'effet de chasse ou devraient correspondre à la saisie de 80 à 90 p. 100 des événements). L'utilisation de ce type de critères volumétriques, fondés sur une averse de projet, prévaut encore aujourd'hui, même si certaines autorités ont mis au point des méthodes visant à caractériser avec plus de précision l'ampleur de l'averse de projet en se fondant sur les conditions propres au bassin, telles que le climat ou le plan d'eau récepteur. L'Ontario a adopté une autre méthode de dimensionnement volumétrique des installations d'eaux pluviales (MEO, 1999), laquelle comprend trois niveaux de protection (de base, normale et supérieure) correspondant à des niveaux précis d'élimination des solides en suspension.

3.3.2 CRITÈRES RELATIFS À LA LUTTE CONTRE L'ÉROSION

Le manuel de l'Ontario (ébauche pour fins de consultation du MEO, 1999) contient des renseignements techniques détaillés sur différentes méthodes de lutte contre l'érosion. L'averse de projet 1 dans 2 ans est souvent utilisé comme événement de référence parce que son débit s'avère correspondre au niveau de débordement (niveau auquel les berges du chenal « actif » sont submergées, avant que l'eau ne se déverse dans la plaine inondable). C'est également à ce

débit que le déplacement des sédiments et le modelage du chenal actif sont les plus intenses. Le manuel propose des directives pratiques qui se sont avérées efficaces dans des situations déterminées. Les utilisateurs doivent toutefois faire preuve de discernement et d'une certaine souplesse qui leur permettra d'adapter les directives en question et d'en faire des solutions de gestion d'eaux pluviales propres à chaque site. Le matériau de la berge et d'autres paramètres géomorphologiques doivent entrer en ligne de compte, et il se pourrait qu'il soit nécessaire de faire utiliser des critères plus stricts.

3.3.3 CRITÈRES RELATIFS AU CONTRÔLE DU VOLUME

Il faut concevoir des réseaux de drainage urbains capables de minimiser les dangers pour les personnes et les risques de dommages matériels. En règle générale, les critères reconnus prévoient que le débit de pointe maximal ne peut excéder les valeurs antérieures à l'urbanisation selon une période de récurrence de deux ans sur une période de référence de cent ans. Même si le débit de pointe des eaux de ruissellement après l'urbanisation est inférieur aux niveaux enregistrés avant l'urbanisation, on peut mettre en œuvre des mesures de contrôle de la qualité de l'eau, des mesures de limitation de l'érosion des berges et des méthodes visant à augmenter le débit de base ou à permettre un aménagement à venir. Les débits de pointe pour différentes périodes de retour (de 1 dans deux ans jusqu'à 1 dans cent ans) doivent être déterminés en fonction du site.

Il peut être nécessaire de recourir à l'emménagement pour ramener les débits de pointe après urbanisation à des valeurs inférieures à celles qui prévalaient avant l'urbanisation (surlimitation), de manière à maintenir les débits de pointe aval existants du bassin versant. Fait à noter, dans certains cas, le débit en aval peut augmenter, même si le ruissellement du site est limité aux niveaux antérieurs à l'urbanisation. Le moment auquel les eaux de ruissellement sont retenues en des endroits précis du bassin versant (par l'entremise de contrôles sur le terrain) peut se traduire par la synchronisation des débits de pointe et doit être vérifié. Si on emmagasine l'eau sur place, dans la partie médiane ou inférieure d'un bassin, il est probable que le débit de pointe augmentera en aval, étant donné que le débit réduit des eaux de ruissellement atteindra sa valeur de pointe à peu près en même temps que les eaux de ruissellement en amont. La limitation des eaux de ruissellement dans la partie supérieure peut réduire le débit de pointe en aval, étant donné que les débits de pointe seront atteints à des moments très différents. Les répercussions possibles de la réduction du débit de pointe en aval d'un bassin versant devraient être calculées en fonction de chaque site.

3.3.4 CRITÈRES RELATIFS À LA PRÉSERVATION DU CYCLE HYDROLOGIQUE

Lorsque les répercussions de l'urbanisation sont importantes, on peut utiliser les méthodes du bilan hydrique pour déterminer le volume d'eau qui doit s'infiltrer pour compenser les réductions causées par le revêtement de grandes superficies zones ou les modifications à la végétation. Les ouvrages de référence qui peuvent servir à établir des critères valables sont les manuels du Maryland et de l'Ontario

(MDE, 2000; MEO, 1999) et le BC Provincial Guidebook Columbia (Stormwater Planning: A Guidebook for British Columbia, 2002).

3.3.5 EXIGENCES RELATIVES À L'ENTRETIEN

La conception des PGO doit absolument appuyer les activités d'entretien. Il faut pouvoir accéder de façon adéquate aux PGO qui contrôlent les sédiments de façon à pouvoir enlever ceux-ci périodiquement. Il doit y avoir un plan de gestion de la biomasse dans le cas des PGO qui utilisent la végétation. Les PGO dont le public est le propriétaire-exploitant doivent absolument être appuyées par des programmes d'information du public.

3.4 DESCRIPTION DES PGO

3.4.1 CONTRÔLE À LA SOURCE

Le contrôle à la source comme composante de la planification de la prévention de la pollution et de celle des répercussions hydrologiques est le moyen le plus rentable qu'on puisse utiliser pour réduire les impacts des eaux de ruissellement urbaines. La plupart des pratiques peuvent aider à aborder les quatre critères, soient le volume, la qualité, l'érosion du cours d'eau et le cycle hydrologique, mais elles sont plus souvent associées au contrôle de la qualité et du volume. Ces méthodes sont généralement non structurales et comprennent les pratiques générales suivantes (ASCE/WEF, 1998; Camp, 1993; GVSDD, 1999; Marsalek et coll., 2001; TRCA et MEO, 2001; Urbonas et Roesner, 1993) :

Éducation, sensibilisation et participation du public

Il s'agit essentiellement d'une pratique institutionnelle visant à changer la façon dont le public gère un grand nombre d'éléments susceptibles d'avoir une incidence sur la pollution. On peut élaborer un programme efficace en exécutant les étapes énumérées ci-dessous :

- Définir et analyser le problème (les sources de pollution, leurs causes).
- Déterminer les intervenants (commerces, industrie, propriétaires fonciers et résidents, écoles ou groupes jeunesse, employés municipaux).
- Connaître le groupe cible. Dresser un profil complet, mettre au point les meilleurs modes de communication possibles.
- Fixer des objectifs : messages informatifs, messages faisant appel aux sentiments, messages de responsabilité, messages stimulants, messages d'action (langage simple et clair, affirmations techniquement fiables, division du concept en phrases simples).
- Concevoir les méthodes en choisissant les techniques qui conviennent au groupe ciblé.

- Élaborer des plans d'action et des calendriers d'activités. Préciser les coûts, les sources de financement et adapter le projet aux ressources disponibles.
- Contrôler et évaluer. Collecter des données et des enregistrements, et les consigner en vue de déterminer l'efficacité de la méthode, tout en reconnaissant que le public peut être lent à réagir.

Aménagement du territoire et gestion des zones en voie d'aménagement

Les pratiques sont les plus efficaces lorsqu'elles sont appliquées durant la phase de l'aménagement du terrain d'un nouveau lotissement ou de la réhabilitation de zones existantes. Elles peuvent avoir une incidence considérable sur le contrôle du volume et de la qualité. Il faut généralement une réglementation qui permettra de mettre en œuvre et de faire respecter les plans d'utilisation des terrains, notamment un règlement régissant la qualité des eaux pluviales de ruissellement. Un des paramètres de base qu'il convient de minimiser est l'étendue des zones imperméables raccordées directement. Le site Web du *Center for Watershed Protection* <www.cwp.org> contient des renseignements techniques détaillés sur la manière d'élaborer des règlements et de les mettre en application.

L'aménagement écologique est un concept relativement récent. Il s'agit d'une stratégie de conception axée sur le terrain, qui vise à préserver ou à reproduire le régime hydrologique antérieur à l'aménagement en créant un paysage hydrologique aux fonctions équivalentes. Les principes de l'aménagement écologique reposent sur le contrôle à la source des eaux pluviales au moyen de microcontrôles répartis sur l'ensemble du site. Cette pratique se distingue des approches traditionnelles, qui consistent ordinairement à gérer les eaux de ruissellement après les avoir acheminées vers de grandes installations situées à la limite inférieure des bassins de drainage. Plusieurs rapports publiés récemment aux États-Unis, de même que tous les guides canadiens récents (MEO, 1994, 1999), décrivent la démarche (Prince George's, 1999 a,b). Il est possible de contrôler efficacement les eaux de ruissellement à un coût relativement faible en planifiant et en concevant le site d'une manière adéquate et réfléchie. Il faut néanmoins prendre en considération les frais d'entretien ultérieurs.

Planification intégrée de la gestion des eaux pluviales

Un certain nombre de municipalités intègrent la gestion des eaux pluviales dans l'aménagement du territoire. En Colombie-Britannique, une pratique naissante consiste à intégrer les méthodes de planification fondées sur les bassins versants, telles que les plans de bassins versants, les plans de bassins d'alimentation, les plans directeurs de drainage et les plans d'eaux pluviales. L'intégration des méthodes pertinentes de planification municipale permet d'aborder les répercussions de la gestion des eaux pluviales sur les valeurs communautaires pertinentes. Ces valeurs peuvent être les loisirs, l'agriculture, les pêches, les couloirs de verdure, le patrimoine, l'archéologie, la sécurité, le transport, l'économie, la valeur des immeubles, la protection contre les inondations, la capacité financière, l'environnement et les questions connexes (Planification

intégrée de la gestion des eaux pluviales du GVRD, grille du cadre de référence, rapport préliminaire de travail, 2002). Selon cette approche, les eaux pluviales sont une ressource qu'il faut protéger et les autres valeurs sont perçues comme des objectifs complémentaires.

Utilisation modifiée, rejets et élimination des produits chimiques qui pénètrent dans les eaux pluviales

Ces mesures prévoient le recours à la planification ainsi qu'aux règlements environnementaux et de construction dans le but de réduire les rejets de produits chimiques toxiques dans les eaux pluviales. On y parvient généralement en modifiant certaines activités, l'utilisation de certains produits ainsi que les pratiques de manutention et d'élimination connexes. Les sels de voirie, les pesticides et les déchets domestiques dangereux sont des exemples de produits chimiques qu'il est possible de contrôler et de gérer par le truchement de règlements et de programmes (Horner et coll., 1994; Maksimovic, 2000; Marsalek et coll., 2001; TRCA et MEO, 2001).

Élaboration et application de règlements sur les égouts

Les types d'activités dont il est question ici comprennent la lutte contre les déversements sauvages, l'élimination des sédiments contaminés présents dans les égouts, la prévention, la détection et l'élimination des raccordements illicites, et le contrôle des fuites dans les égouts sanitaires.

Pratiques d'entretien et de maintenance

Il est possible de réduire la quantité de substances toxiques qui pénètrent dans les eaux pluviales, à condition que le public, les employés municipaux, les entreprises et les autres intervenants adoptent de bonnes pratiques d'entretien et d'utilisation. Ces mesures sont axées sur l'introduction et le respect de procédures efficaces pour le stockage, la manutention et le transport des matières susceptibles de s'infiltrer dans les eaux pluviales. La réussite des mesures mises en œuvre repose sur l'éducation et la formation (ASCE/WEF, 1998; Marsalek et coll., 2001; NVPDC, 1996; EPA, 1999; WDE, 2001).

Surveillance des activités de construction

Bon nombre de municipalités, de provinces et d'États ont rédigé divers documents décrivant des activités précises de planification et de gestion visant à réduire l'incidence de la construction sur la qualité des eaux pluviales. Ces techniques présentent généralement de nombreuses similitudes avec d'autres techniques structurales, sauf qu'elles sont essentiellement temporaires. Les mesures prises dans le cadre de ces contrôles sont notamment la limitation de l'érosion, la collecte de sédiments, le contrôle de l'eau du site, l'entreposage et l'entretien du matériel, l'entreposage des matériaux et la lutte contre le déversement sauvage de déchets.

Activités d'entretien

Le nettoyage des rues, l'entretien des parcs, la collecte efficace des ordures ménagères, le nettoyage des puisards et l'entretien général de la voirie, des collecteurs d'eaux pluviales et des ruisseaux sont généralement inclus dans ce type de contrôles à la source.

3.4.2 CONTRÔLES SUR LE TERRAIN

Les contrôles sur le terrain sont des pratiques qui permettent de réduire le volume des eaux de ruissellement et de traiter les eaux pluviales avant qu'elles n'atteignent le réseau municipal. Ils sont effectués sur un lot déterminé ou sur plusieurs lots qui drainent une petite superficie. Lorsqu'on détermine la pertinence d'un contrôle sur le terrain, il faut veiller à tenir compte des contraintes liées au site. Ces mesures comprennent :

- le nivellement contrôlé des lots;
- la rétention des eaux en surface et l'emmagasinement sur les toits;
- l'aménagement de paysage et de jardins humides adsorbants;
- les toits écologiques;
- les systèmes d'infiltration sur le terrain;
- la vidange par pompage des fosses d'assèchement de fondations et les drains agricoles;
- le débranchement des descentes pluviales;
- l'emmagasinement dans les conduites de grand diamètre;
- les rigoles de drainage gazonnées;
- les bandes tampons et les bandes filtrantes;
- les séparateurs d'huile et de sable;
- les revêtements (surfaces) perméables.

On peut répartir les mesures dans deux catégories générales. La première englobe les mesures visant à atténuer les problèmes liés au volume d'eau ou à réduire le coût des infrastructures. La rétention des eaux en surface (sur les aires de stationnement, les toitures ou dans les arrière-cours) et l'emmagasinement dans les conduites de grand diamètre appartiennent à cette catégorie; il s'agit essentiellement de mesures visant à réduire le débit de pointe. L'autre catégorie englobe les techniques qui limitent le débit de pointe, mais qui améliorent

également la qualité de l'eau et favorisent la protection contre l'érosion et le contrôle des inondations, en réduisant le volume du ruissellement. Ces mesures comprennent notamment les techniques végétatives, telles que les bandes tampons et les bandes filtrantes, et les séparateurs d'huile et de sable, qui sont le plus fréquemment utilisées dans le cadre de PGO spéciales ou comme mesures de prétraitement, auquel cas elles sont combinées à d'autres pratiques.

Réduction de la pente du terrain

Cette mesure consiste à réduire la pente minimale habituelle du terrain, qui est de 2 p. 100. Pour garantir l'efficacité du drainage des fondations, on recommande de maintenir une pente d'au moins 2 p. 100 à une distance comprise entre deux et quatre mètres du bâtiment (il convient de consulter les normes municipales locales pour garantir la conformité à l'exigence). Au-delà de cette distance, la pente peut être nivelée à 0,5 p. 100, de manière à favoriser la rétention de l'eau dans les dépressions du sol et l'infiltration naturelle. Il faut également tenir compte du type de sol et de son comportement à long terme, étant donné que le tassement peut, à la longue, réduire considérablement la pente.

On peut entreprendre de réduire la pente du terrain si le type de sol présente un taux d'infiltration minimal supérieur ou égal à 15 mm/h (MEO, 1999). C'est généralement le cas des sols plus grossiers que le limon; les sols argileux ne conviennent habituellement pas.

Rétention d'eau à la surface des aires de stationnement

En général, l'emmagasinement sur les aires de stationnement est économique, mais il entraîne des coûts de construction légèrement plus élevés. Il s'applique aux terrains commerciaux ou industriels. On a largement utilisé ce type d'emmagasinement dans le cadre de projets d'aménagement de terrains intercalaires dans le but de réduire au minimum le besoin d'augmenter la taille des égouts pluviaux en aval. Même s'il est souvent difficile de réduire le débit de pointe en aval après l'aménagement de nouveaux sites, uniquement grâce à l'emmagasinement sur les aires de stationnement (la profondeur de l'eau et le volume étant trop importants), le volume emmagasiné permet, en combinaison avec d'autres techniques, de réduire efficacement le ruissellement.

L'eau s'accumule lorsque le débit de ruissellement est supérieur à la capacité du dispositif de contrôle d'admission. On peut installer ce genre de dispositif dans les regards utilisés pour l'entretien ou dans les puisards. Les dispositifs de contrôle d'admission préfabriqués peuvent prendre la forme d'un diaphragme ou d'un tampon perforé placé sur le tuyau de sortie des puisards ou des regards utilisés pour l'entretien. On peut installer un dispositif de contrôle d'admission à chaque puisard (ce qui permettra de contrôler individuellement chaque cellule d'emmagasinement aménagée sur l'aire de stationnement) ou à la limite de la propriété (auquel cas le niveau d'eau sera probablement le même dans chaque cellule). La pose du dispositif à la limite de la propriété, dans un regard appartenant à la municipalité, garantit qu'il ne sera ni enlevé ni modifié. Il est

préférable d'utiliser des dispositifs de type tourbillonnaire lorsque le débit de contrôle est inférieur à environ 14 L/s (ces dispositifs risquent moins de s'obstruer).

Les zones de rétention doivent être aussi éloignées que possible des bâtiments et la pente minimale peut être de 0,5 p. 100 (MEO, 1999) (bien que l'on recommande une pente de 1 p. 100). En général, la profondeur des accumulations d'eau est limitée à 300 mm pour un temps jugé acceptable (normalement quelques heures, même en cas de fortes pluies). Le débit limite acceptable varie d'une région et d'un site à l'autre; idéalement, il est défini dans un plan directeur de gestion des eaux pluviales. À titre d'exemple, pour la région de Montréal, il a été démontré qu'un débit limité de 40 à 50 L/s/ha dans le cas d'un sous-bassin de 0,4 à 0,7 ha (imperméable à 100 p. 100) dont la pente est de 1 p. 100 offrait, dans la plupart des cas, une profondeur d'eau et une durée d'inondation acceptables (Rivard et Dupuis, 1999). Dans le cas d'un grand parc de stationnement, cela implique que, pour que les critères soient respectés, la surface totale devrait être subdivisée en petites parties (cellules) dont la superficie (chacune se drainant en un seul point bas) est inférieure à 0,7 ha. Ainsi, si le débit avant urbanisation à atteindre est par exemple égal ou inférieur à 10 L/s/ha, il faudra prévoir des moyens d'emménagement en surface, autres que les aires de stationnement. Habituellement, plus le débit limité est bas, plus les cellules d'emménagement en surface doivent être petites; il est bien sûr possible de recourir à l'emménagement souterrain, mais à des coûts plus élevés.

Emménagement sur le toit

L'emménagement sur le toit s'applique généralement aux grands toits plats des bâtiments industriels ou commerciaux, les toits résidentiels étant habituellement en pente et offrant peu de possibilités d'emménagement. Il faut calculer le nombre, l'emplacement et le débit de fuite de chaque sortie. Le débit de fuite des sorties de drainage préfabriquées installées sur le toit est prescrit par le fabricant. Il varie habituellement de 1 à 15 L/s (MEO, 1999). C'est l'utilisateur qui décide du volume à emmagasiner sur les toits plats ou légèrement inclinés. Les grands toits commerciaux peuvent stocker de 50 à 80 mm d'eau de ruissellement (à titre de référence, la quantité moyenne de précipitations en 24 h sur 100 ans pour le sud de l'Ontario est d'environ 100 mm). Le temps de rétention varie de 12 à 24 heures. La supervision des détails de conception des dispositifs d'emménagement de toit doit être confiée à des ingénieurs en structure ou en mécanique, de manière à garantir qu'on ne dépassera pas la capacité portante, compte tenu, le cas échéant, du poids de la neige mouillée et des autres surcharges critiques. Il faut prévoir une profondeur maximale de 10 mm avant que l'eau ne s'écoule par les sorties prévues. Le soutènement du toit doit pouvoir supporter le poids de l'eau accumulée.

Systèmes d'infiltration sur le terrain

Ces types de systèmes sont utilisés pour retenir les eaux pluviales s'écoulant de bassins versants relativement petits, surtout des habitations unifamiliales. Ils réduisent légèrement le ruissellement et améliorent la qualité de l'eau. Il peut s'agir tout simplement d'une fosse munie d'un revêtement filtrant et d'un matériau de drainage, tel que des roches, ou de systèmes plus complexes comprenant des puisards et des regards. Plusieurs exemples de systèmes d'infiltration sur le terrain se trouvent à la figure 3-2; la figure 3-3 illustre des tranchées d'infiltration. On trouve des renseignements détaillés relatifs à la conception de ce genre de systèmes dans plusieurs ouvrages de référence (ASCE/WEF, 1998; CWP, 1997; CIRIA, 1996; Jaska, 2000; MDE, 2000; MEO, 1999). Les points dont il faut généralement tenir compte lorsqu'on conçoit un système d'infiltration sur le terrain sont les suivants :

- La distance entre le fond du puits et le niveau le plus élevé de la nappe phréatique doit être suffisamment importante. Elle peut varier de 0,8 à 1,2 m, selon les conditions et les contraintes locales. Il faut consulter les autorités locales ou effectuer des forages d'essai pour s'assurer que la distance est adéquate.
- La tranchée doit se situer à au moins quatre mètres des fondations du bâtiment le plus proche.
- La tranchée doit comprendre des pierres propres (bien lavées) de 50 mm de diamètre et être revêtue d'un géotextile approprié.
- Le volume de vide total de la tranchée doit être établi en fonction de l'emmagasinement nécessaire à la suite d'une averse de projet adéquate en se fondant sur la porosité réelle du matériau de la tranchée (que l'on considère généralement comme comprise entre 35 et 40 p. 100). La surface d'infiltration requise (surface du fond) pour drainer le système en l'espace de 48 heures est calculée en fonction du taux de percolation continu en 24 heures.
- La tranchée doit être située à proximité de la surface du sol, mais les paramètres comme la hauteur d'emmagasinement de la tranchée, le risque de soulèvement par le gel et la stratification du sol environnant doivent être pris en compte.
- Il faut équiper le puits d'infiltration ou le puisard d'un filtre pour limiter l'entrée de solides et de débris dans le système. Il faut poser, si possible, un tuyau de trop-plein.
- En général, il faut éviter de construire des systèmes d'infiltration sur un remblai, sous les aires de stationnement ou sous les aires à usages multiples.

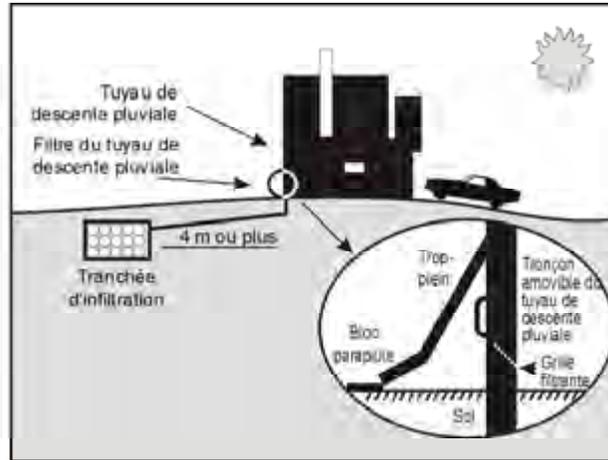
- Dans le cas d'un système d'infiltration qui draine une aire de stationnement, il faut utiliser un ou deux appareils de prétraitement raccordés en série en amont du système, de manière à maximiser la durée de vie utile de ce dernier et éviter qu'il se bouche.

Il est souvent important d'évaluer les conditions de sol locales et le taux de percolation avant d'utiliser des systèmes d'infiltration sur une grande échelle. Ceux-ci permettent de réduire le volume et le débit de pointe des eaux de ruissellement, de limiter la charge de pollution et, dans certains cas, d'utiliser des réseaux d'égout pluvial plus petits. Les inconvénients de ces systèmes sont l'entretien à long terme et le risque de colmatage, mais aussi la possibilité d'une incidence négative sur la nappe phréatique.

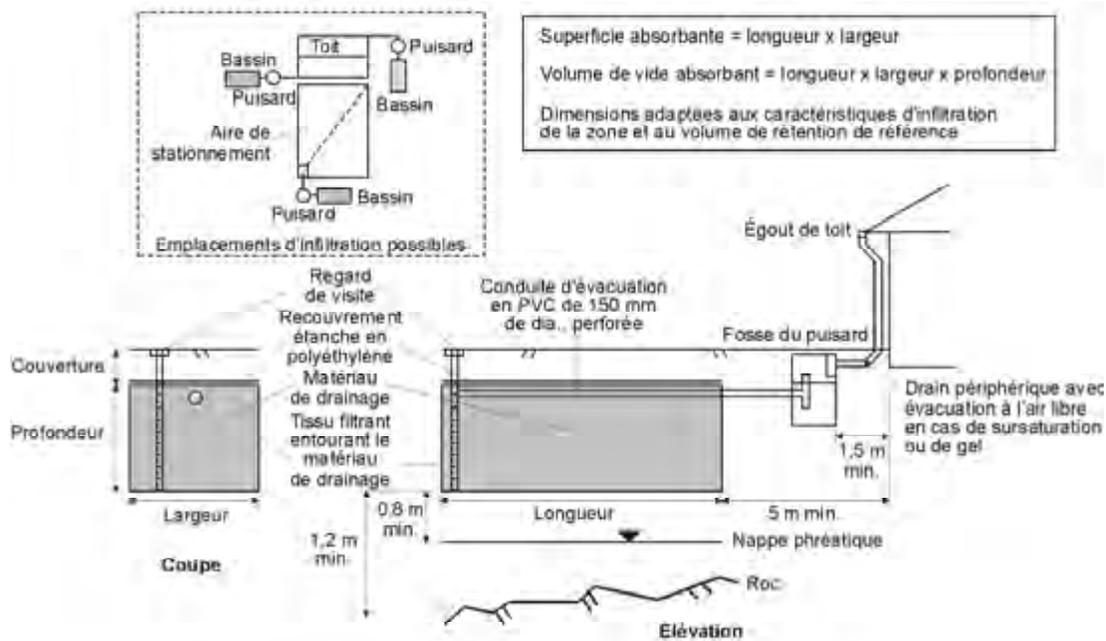
Vidange par pompage des fosses d'assèchement de fondations et drains agricoles

Même si les normes de construction actuelles permettent de raccorder les drains de fondations à l'égout pluvial, la possibilité pour les pompes d'assèchement d'évacuer l'eau du drainage de fondations vers la surface du sol ou des puits d'infiltration peut constituer une solution de rechange. Quelle que soit la solution, elle est préférable au raccordement des drains de fondations à l'égout pluvial ou à l'égout sanitaire. Il faut communiquer avec la municipalité avant de recommander ce type de contrôle, puisque certaines municipalités n'autorisent pas cette façon de procéder. À certains endroits, on utilise une « troisième conduite », soit un collecteur de drains de fondation (avec raccordement gravitaire), dans les régions très plates où le risque d'inondation des sous-sols est une source d'inquiétude.

Le point de déversement doit se situer à au moins 2 m des fondations et la pente doit être suffisante, à partir du mur de fondation, à l'endroit où la pompe d'assèchement déverse l'eau sur la surface du sol. Ce système permet d'évacuer l'eau de drainage loin du bâtiment. Le point de sortie de la pompe doit être à au moins 0,5 m au-dessus du sol pour que la neige et la glace ne puissent l'obstruer durant l'hiver.



(a) Source: MOE (1999)



(b) Source: Jaska (2000)

Figure 3-2 : Exemples de systèmes d'infiltration sur le terrain.

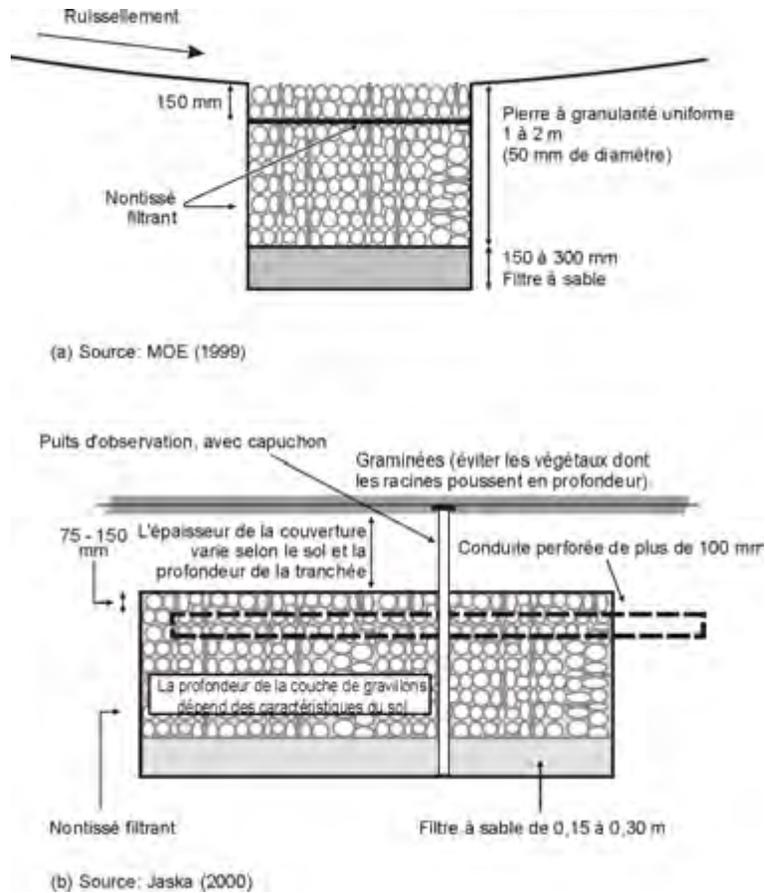


Figure 3-3 : Exemples de tranchées d'infiltration.

Emmagasinement dans les conduites de grand diamètre

On peut utiliser des conduites de grand diamètre enfouies dans le sol pour emmagasiner l'eau et réduire le débit de pointe. On utilise alors ordinairement des tuyaux préfabriqués. Il faut dans ce cas contrôler le débit sortant pour s'assurer que le ruissellement est retenu dans la conduite. Cette technique, qui est généralement plus coûteuse que l'emmagasinement en surface, est habituellement utilisée dans les zones où l'espace est restreint. Il est également possible d'envelopper une conduite perforée dans de la pierre concassée pour obtenir le volume requis. Voici quelques recommandations générales au sujet de la conception de ce genre de système :

- Il faut dimensionner la sortie d'eau de manière à obtenir des débits précis qui ne dépassent pas les limites admissibles. La longueur et le diamètre de la conduite seront fonction du volume d'emmagasinement requis.
- On recommande de donner à la conduite une pente d'au moins 0,5 p. 100 pour en faciliter le drainage. L'inclinaison doit cependant demeurer minimale; les pentes abruptes réduisent le volume d'eau emmagasiné dans la conduite.

- Les conduites doivent être munies de points d'accès pour les besoins du nettoyage.
- La conception doit inclure des mécanismes de débordement en cas d'urgence.

Il faut prévoir des couloirs de débordement en surface (parcours d'évacuation d'urgence) au cas où la sortie se boucherait.

Fossés de drainage gazonnés

Autrefois, les fossés de drainage gazonnés servaient à évacuer les eaux de pluie. Aujourd'hui, cependant, les objectifs en matière de gestion des eaux pluviales ont évolué et les fossés gazonnés servent à l'emmagasinement, à l'infiltration et à l'acheminement des eaux pluviales qui ruissellent sur les routes et les terrains. Le gazon ou la végétation émergée dans la rigole réduit la vitesse d'écoulement, empêche l'érosion et filtre les polluants charriés par les eaux pluviales. Quand ils sont bien conçus, les fossés gazonnés constituent des PGO efficaces pour ce qui est du volume et de la qualité de l'eau à l'échelle du terrain. L'amélioration de la qualité de l'eau dépend de la zone de contact entre l'eau et le fossé, mais aussi de la pente longitudinale. Les canaux profonds et étroits sont moins efficaces que les fossés larges et peu profonds lorsqu'il s'agit d'éliminer les polluants. Il faut tenir compte des problèmes de sécurité liés à la profondeur de l'eau et à la vitesse d'écoulement. La figure 3-4 illustre certains systèmes de fossés gazonnés. On peut également recourir à des fossés plus profonds, dont la capacité d'emmagasinement est plus élevée, sur le pourtour des aires de stationnement, de manière à retenir un volume d'eau plus important.

Les fossés profonds et étroits sont moins efficaces que les fossés larges et peu profonds pour ce qui est de l'élimination des polluants. Compte tenu des dimensions habituelles des fossés en milieu urbain (largeur de 0,75 m au fond, pente des parois latérales de 2,5 dans 1 et profondeur de 0,5 m), la superficie drainée est généralement limitée à moins de 2 ha (pour maintenir un débit de moins de 0,15 m³/s et une vitesse inférieure à 0,5 m/s). L'efficacité des fossés de drainage gazonnés en ce qui concerne le traitement des eaux pluviales est optimale lorsque la pente du lit est maintenue au minimum (inférieure à 1 p. 100, par exemple), et que le fond est large (largeur supérieure à 0,75 m). On peut utiliser des fossés dont la pente peut atteindre 4 p. 100 pour contrôler la qualité de l'eau, mais l'efficacité diminue considérablement lorsque la vitesse augmente. On doit maintenir la hauteur du gazon à plus de 75 mm pour obtenir un meilleur filtrage des solides en suspension. On trouvera d'autres directives relatives à la conception des rigoles de drainage dans certains autres ouvrages de référence (ASCE/EWRI, 2001; GVSDD, 1999a; Jaska, 2000; Schueler, 1987; Young et coll., 1996).

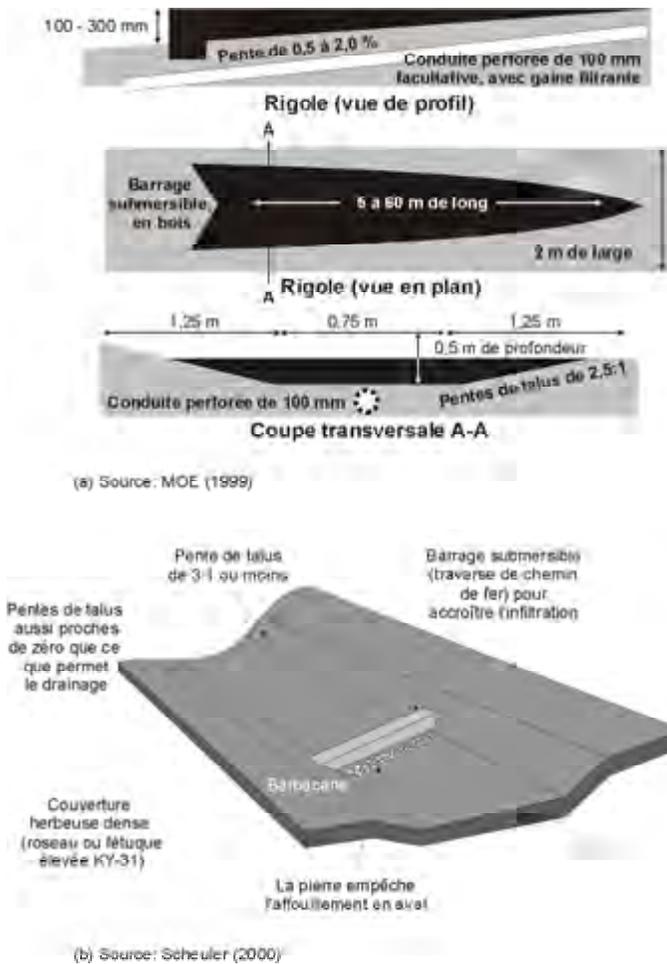


Figure 3-4 : Exemples de systèmes de fossés de drainage gazonnés.

3.4.3 PRÉTRAITEMENT ET PGO À BUT SPÉCIAL

De nombreuses pratiques liées à la gestion des eaux pluviales prévoient le recours à un prétraitement, ordinairement dans le cas de contrôles sur le terrain. Le prétraitement prend la forme d'un biofiltrage qui s'effectue dans des rigoles ou des bandes filtrantes végétales situées en amont des installations de filtrage ou d'infiltration. Il peut également être assuré par des séparateurs d'huile et de sable, qui captent les sédiments et l'huile libre. Ces dispositifs sont particulièrement efficaces lorsqu'on les utilise avec des mesures souterraines dont la conception n'inclut aucun bassin de prétraitement.

Parmi les avantages du prétraitement, mentionnons la prolongation de la vie utile des installations de gestion des eaux pluviales endommagées par les sédiments, l'augmentation des intervalles d'entretien des bassins et l'amélioration de l'attrait visuel des bassins et des marais grâce à la prévention d'hydrocarbures sur l'eau et des dépôts importants de sédiments à proximité de l'admission d'eau. Les séparateurs d'huile et de sable sont également importants sur les sites

commerciaux, industriels ou de transport, où les déversements accidentels peuvent poser problème. Étant donné que la plupart des déversements accidentels sont mineurs et ne dépendent pas des intempéries, les séparateurs permettent de contrôler efficacement les problèmes potentiellement sérieux. Les pratiques de prétraitement les plus fréquemment utilisées conjointement avec d'autres PGO incluent les bandes filtrantes, les bandes tampons et les séparateurs d'huile et de sable. Il est également question des revêtements de sol poreux, qui constituent une PGO à but spécial.

Bandes filtrantes

Ces systèmes d'écoulement visent à éliminer les polluants du ruissellement. Généralement, les bandes filtrantes traitent des bassins de drainage de faible superficie (inférieure à 2 ha). Une bande de drainage type comprend un dispositif de répartition (qui permet d'obtenir un ruissellement uniforme) et de la végétation. La végétation retient les polluants et favorise l'infiltration des eaux de pluie.

On recourt généralement à deux types de bandes filtrantes : les bandes engazonnées et les bandes boisées. Il faudra effectuer des recherches plus poussées pour comparer l'efficacité des deux types de bandes en ce qui a trait à l'amélioration de la qualité de l'eau. L'efficacité des bandes filtrantes est à son maximum lorsqu'on les utilise pour compléter l'action des bandes tampons, des cours d'eau ou des fossés de drainage; il est en effet difficile d'évacuer l'écoulement en nappe de la bande filtrante dans un réseau de drainage traditionnel, comme les conduites ou les fossés. On peut également utiliser les bandes filtrantes conjointement avec les parcours de drainage en surface, dans les parcs ou les autres genres d'aménagements paysagers. Les bandes filtrantes servent de systèmes de prétraitement à d'autres PGO. La figure 3-5 montre les paramètres associés aux bandes filtrantes. On trouvera des conseils pertinents dans certains autres documents (ASCE/EWRI, 2001; ASCE/WEF, 1998; MEO, 1999; Schueler, 1987).



Figure 3-5 : Bandes filtrantes engazonnées et boisées. Source : Schueler (1987)

Bandes tampons

Les bandes tampons sont des espaces naturels entre la zone urbanisée et les plans ou cours d'eau récepteurs. Leur rôle consiste à protéger le couloir du cours d'eau et de la vallée, mais aussi les zones vertes riveraines dans la vallée pour minimiser l'incidence de l'urbanisation sur le cours d'eau lui-même (c'est-à-dire filtrer les polluants, fournir de l'ombre, assurer la stabilité des berges, etc.). Même si les bandes tampons ne peuvent offrir que des avantages limités en ce qui a trait à la gestion des eaux pluviales, elles font partie intégrante de la gestion globale de l'environnement. La protection du couloir du cours d'eau et de la vallée comporte des avantages considérables pour la faune, les habitats aquatiques et terrestres, et les liaisons entre les zones naturelles.

Séparateurs d'huile et de sable

Les séparateurs d'huile et de sable sont une variante du décanteur classique, dont le rôle est de capter les sédiments et de retenir les huiles contenues dans les eaux de ruissellement. Le séparateur d'huile et de sable est un ouvrage de rétention souterrain qu'on pose à la place d'un regard traditionnel dans le réseau d'égouts pluviaux. Il existe essentiellement deux types de séparateurs : les séparateurs à trois chambres et les séparateurs à dérivation interne. C'est lorsqu'ils sont décalés et raccordés en parallèle que les séparateurs à trois chambres fonctionnent le plus efficacement; seuls les faibles débits doivent être dirigés vers le séparateur. La figure 3-6 illustre un exemple de ce type d'ouvrage. Les séparateurs à dérivation interne doivent être posés dans l'axe de la conduite pluviale. On peut voir un exemple de ce type de séparateur dans la figure 3-7.

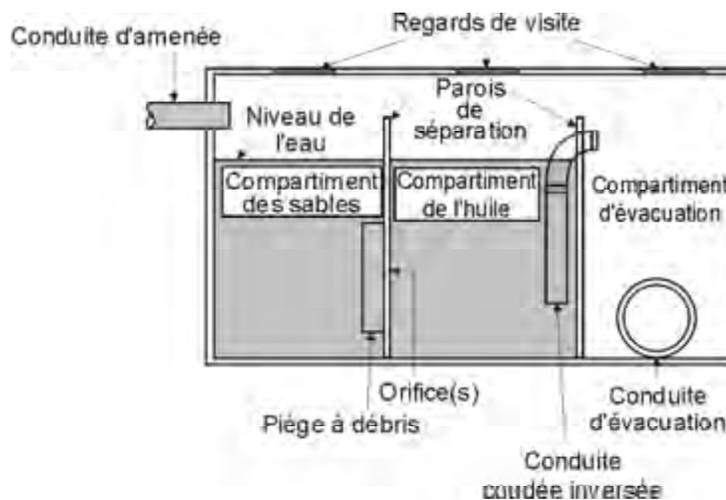


Figure 3-6 : Séparateur d'huile et de sable à trois chambres.
Source : Jaska (2000).

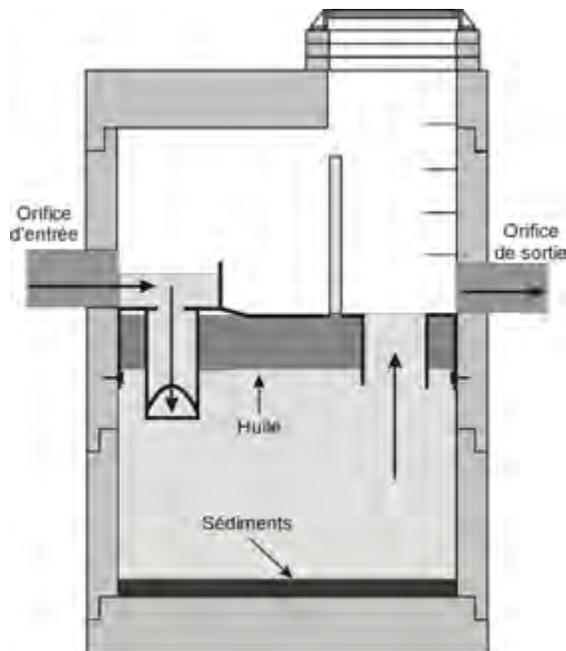


Figure 3-7 : Séparateur d'huile et de sable à dérivation interne.

Source : Stormceptor Canada Inc.

Revêtement de sol poreux (ou perméable)

Grâce à cette variante du revêtement classique, les eaux de ruissellement sont détournées à travers un revêtement poreux vers une couche d'emmagasinement souterrain. Les eaux de ruissellement ainsi emmagasinées s'infiltrent graduellement dans le sol. Il existe divers types de revêtements de sol poreux : l'asphalte poreux, le ciment perméable et les pavés pleins posés avec espaces entre les joints. Les revêtements de sol poreux peuvent servir à contrôler le volume et la qualité de l'eau. Leur utilisation n'est cependant pas très répandue au Canada et il faudra effectuer des études complémentaires pour confirmer leur efficacité à long terme et leur durabilité dans les régions froides. Les pavages faits de pierres ou de pavés en béton imbriqués posés sur une fondation en sable peuvent offrir une surface poreuse de recharge et permettre l'infiltration des eaux de pluie. Ces systèmes conviennent habituellement aux parcs de stationnement ou aux aires sur lesquelles la circulation est faible.

4. MISE EN APPLICATION

4.1 PROCESSUS GÉNÉRAL DE MISE EN APPLICATION

La gestion des eaux pluviales offre une approche intégrée de la gestion de l'eau (qualité, inondation, érosion, alimentation), en reconnaissant que la construction et l'entretien des aménagements liés aux solutions de gestion des eaux pluviales doivent être efficaces sur le plan économique. Dans la plupart des applications à l'échelle du lotissement, il est possible de recourir aux mesures à la sortie de l'émissaire pour contrôler la qualité de l'eau, gérer le volume et combattre l'érosion. De nombreux concepteurs ont tendance à choisir une solution à la sortie de l'émissaire polyvalente parce qu'ils assument que cela est suffisant. Cette manière de faire se traduit par un plan de gestion des eaux pluviales qui n'atteint pas tous les objectifs fixés ou qui s'avère inefficace.

Il faut reconnaître clairement qu'il est rare que les PGO à la sortie de l'émissaire prévoient l'alimentation de la nappe souterraine. En outre, quand on néglige les contrôles à la source et sur le terrain, cela se traduit par l'augmentation des volumes d'écoulement direct, ce qui fait augmenter le coût des infrastructures de collecte des eaux pluviales et cause le surdimensionnement des ouvrages de lutte contre de l'érosion et, dans une moindre mesure, des ouvrages d'emmagasinement servant à gérer le volume d'eau. Nombreux sont ceux qui considèrent la méthode de la chaîne de traitement (qui prévoit le recours à des contrôles successifs au niveau du lot, du réseau de drainage et de la sortie de l'émissaire) comme un moyen d'obtenir un contrôle quantitatif plus rentable et un contrôle qualitatif plus efficace. Ces caractéristiques sont certes avantageuses, mais la raison principale pour laquelle on a recours à la chaîne de traitement, c'est qu'il est impossible d'atteindre efficacement les objectifs en matière de gestion des eaux pluviales, notamment le contrôle de la recharge de la nappe, du débit de base, de la température et de l'érosion, si on effectue uniquement des contrôles à la sortie de l'émissaire. On peut néanmoins atteindre les objectifs de manière plus rentable en effectuant des contrôles à la source ou sur le terrain.

La figure 4-1 illustre un organigramme général qui facilite l'analyse globale de la gestion des eaux pluviales. Cet organigramme schématise plusieurs des aspects abordés dans le présent document et offre une vue d'ensemble des différents éléments dont les municipalités doivent tenir compte. Dans le cas des régions peu urbanisées (moins de 10 p. 100), il est parfois inutile de posséder un plan directeur détaillé quand il n'y a aucun problème évident. La municipalité dont l'aménagement du territoire s'intensifie doit disposer de critères relatifs aux différentes catégories de problèmes possibles (quantité, qualité, morphologie du cours d'eau et cycle hydrologique). Elle doit également définir une chaîne de traitement pour chacun des aspects qui précèdent et la mettre en application selon les besoins.

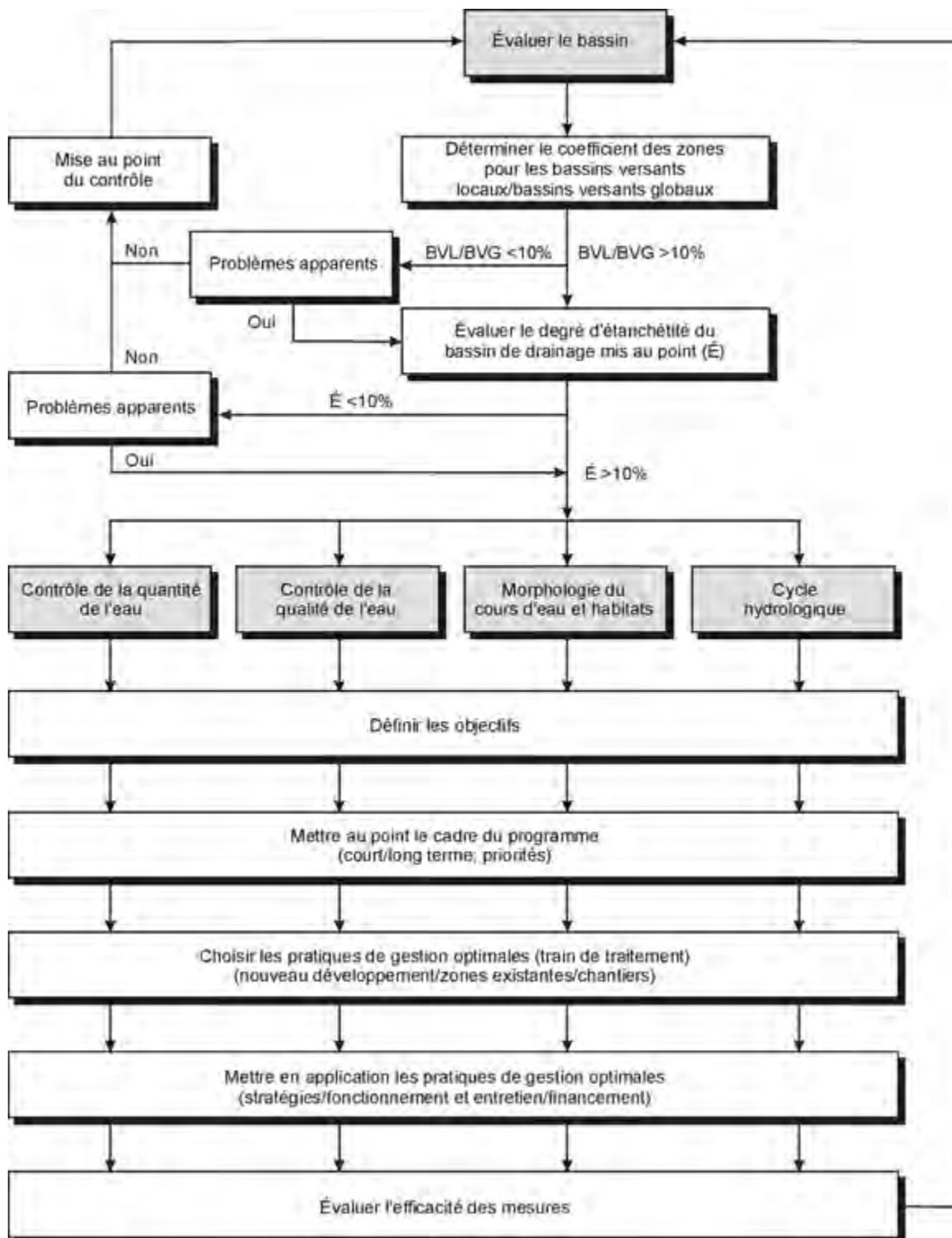


Figure 4-1 : Organigramme général de la mise au point d'un plan de gestion des eaux pluviales.

De nombreuses techniques à l'échelle du lot et d'autres contrôles à la source seront mis en pratique sur des terres privées. L'élaboration et la mise en œuvre

d'une stratégie de gestion des eaux pluviales sont des défis de taille. L'entretien et l'efficacité à long terme du système dépendent par conséquent des mesures prises par le propriétaire. Il est donc difficile d'évaluer la performance à long terme d'un système qui combine plusieurs initiatives sur le terrain, particulièrement en ce qui concerne la durée. Si les niveaux d'entretien sont inadéquats, la performance du système pourrait, à la longue, être compromise. L'éducation des propriétaires fonciers est l'élément le plus important du choix, de la mise en pratique et de la permanence de l'efficacité des règles de l'art relatives à la gestion volontaire au niveau des sites. L'efficacité de la mise en œuvre des solutions liées à l'aménagement des terrains requiert un certain engagement de la part de la municipalité, mais aussi la création de partenariats novateurs entre le promoteur, la municipalité et le propriétaire foncier, qui permettront de retirer des avantages substantiels à long terme.

4.2 EFFICACITÉ DES CONTRÔLES À LA SOURCE ET SUR LE TERRAIN

La performance d'une PGO peut varier considérablement, selon les différents critères de conception et les normes de rendement qu'elle doit respecter. Le site Web de l'EPA <<http://www.epa.gov/npdes/menuofbmps/menu.htm>> des États-Unis contient des données et des renseignements utiles à ce sujet. Au Canada, on évalue présentement l'efficacité des différentes PGO, plus particulièrement celles relatives aux contrôles à la source ou sur le terrain (GVSD, 1999a; MEO, 1999). Lorsqu'on compare l'efficacité en matière d'élimination des polluants de PGO de types semblables, mais dont les objectifs de rendement sont très différents, on peut obtenir des estimations très variées. Malgré ces lacunes, on a compilé des plages générales d'efficacité des PGO à partir de la documentation disponible (CWP's National Pollutant Removal Performance Database (Brown et Schueler, 1997a), *Interim Report on Effectiveness of Stormwater Source Control du GVRD*, 2002, l'ASCE National Storm Water BMP Database <<http://www.bmpdatabase.org/>>, le manuel de l'Ontario (MEO, 1999) et le *Stormwater Pollution Prevention Handbook*, rédigé en Ontario (TRCA et MEO, 2001)). Le lecteur est invité à consulter les ressources citées en référence pour obtenir sur le rendement des PGO des renseignements plus circonstanciés que les données présentées dans le présent rapport.

Le tableau 4-1 résume l'efficacité probable et les points connexes dont il faut tenir compte dans le cas des contrôles à la source. En règle générale, il est plus difficile de cerner et d'établir clairement l'efficacité du contrôle à la source et des mesures antipollution (EPA, 1999). Le tableau 4-2 contient le même genre de renseignements relativement aux contrôles sur le terrain. On pourra trouver des données supplémentaires dans certains autres ouvrages de référence (AEP, 1999; ASCE/EWRI, 2001; ASCE/WEF, 1998; Jaska, 2000; MDE, 2000; MEO, 1999; Schueler, 1987).

L'efficacité des PGO en ce qui a trait au contrôle du débit des eaux pluviales dépend :

- de la réduction du débit de pointe par l'entremise de la PGO;
- du volume d'emménagement total prévu dans la PGO;
- de la capacité d'infiltration figurant dans la PGO;
- du temps de rétention fixé dans la PGO;
- de la relation entre les conditions hydrologiques qui précèdent et qui suivent l'urbanisation;
- du volume de rétention nécessaire pour protéger le lit du cours d'eau récepteur.

Tableau 4-1 : Efficacité prévue et considérations pertinentes pour les contrôles à la source.

Type de contrôle à la source	Efficacité et considérations institutionnelles
Programme d'éducation du public	Difficile d'en évaluer l'efficacité globale, mais il devrait faire partie de tout programme de contrôle à la source, de manière à promouvoir le recensement précis et la compréhension des problèmes et des solutions. Les coûts estimatifs sont précisés dans le GVSDD (1999a).
Planification de l'aménagement du territoire	Il faut des règlements pour appliquer et faire respecter les plans d'utilisation des sols. Il faut examiner les plans d'implantation des projets et s'assurer de leur conformité. On pourrait avoir besoin d'un personnel plus important. La coopération entre les services est cruciale, de même que la prise de décisions concertée. Il pourrait être politiquement non réalisable d'imposer des restrictions à certaines utilisations des sols pour limiter la pollution des eaux pluviales.
Règlements relatifs aux égouts	Ils doivent être un élément important de tout plan de gestion des eaux pluviales et prendre en considération tous les éléments susceptibles d'avoir une incidence négative sur les plans ou les cours d'eau récepteurs (p. ex. réduire les déversements sauvages, éliminer les sédiments contaminés des égouts, empêcher les raccordements illicites).
Pratiques de maintenance	Outre les règlements relatifs aux égouts, il faut de mettre en œuvre un programme visant à favoriser les pratiques ménagères efficaces et sécuritaires en rapport avec l'entreposage, l'utilisation, le nettoyage et l'élimination des produits potentiellement dangereuses, tels que les engrais, les pesticides, les produits de nettoyage, les produits de peinture et les produits pour automobiles. C'est par l'éducation que l'on inculque ces pratiques au grand public.
Contrôle des chantiers de construction	Comme le démontrent bon nombre d'études, les chantiers peuvent avoir une incidence considérable (et non contrôlée) sur l'accroissement de la pollution des cours d'eau causée par les eaux de ruissellement. On doit élaborer et mettre en application un guide traitant expressément de cet aspect, qui décrit les techniques qu'il est recommandé d'utiliser pour lutter contre l'érosion et la pollution durant les travaux de construction.
Nettoyage des rues	Les programmes de nettoyage de rues visant l'amélioration de la qualité de l'eau requièrent un budget de matériel et des fonds de fonctionnement et entretien importants. Il existe indubitablement une relation coûts-avantages entre l'augmentation de la fréquence des balayages et l'élimination des polluants. Les balayeuses ne peuvent éliminer l'huile et la graisse, ni les sédiments fins (auxquels sont associés les métaux). Si l'on veut réduire de manière significative les charges polluantes, on doit nettoyer les rues souvent (à tous les jours), ce qui n'est habituellement pas possible d'un point de vue économique. Selon des études menées par le Ministère de l'environnement et de l'énergie de l'Ontario, les programmes prévoyant le nettoyage des rues une à deux fois par mois suppriment moins de 5 p. 100 des charges polluantes. Toutefois, un des avantages du nettoyage des rues tient au fait qu'il limite le nombre des solides grossiers (et les polluants connexes). Il améliore également l'aspect visuel de l'écoulement des eaux pluviales. Voir l'EPA (1999) pour plus de renseignements sur l'efficacité.
Nettoyage des puisards	Les puisards, avec ou sans fosse, peuvent recueillir les débris et les sédiments. L'enlèvement des sédiments accumulés dans les puisards peut réduire la quantité de polluants déversés dans les plans et les cours d'eau récepteurs.

Tableau 4-2 : Efficacité prévue et considérations pertinentes pour les contrôles sur le terrain.

Contrôle sur le terrain	Aspects pertinents à la mise en application
Nivellement contrôlé des lots	Ce n'est qu'en de rares occasions qu'on a utilisé la réduction de la pente du terrain comme pratique standard à l'échelle du lot. C'est sur l'utilisation que le ou la propriétaire fait du terrain que la méthode a le plus de répercussions. L'évacuation des nappes d'eau en surface prend de 24 à 48 heures, ce qui peut limiter l'utilisation du terrain. C'est au printemps que les répercussions sont les plus fortes; elles sont par contre négligeables en été.
Rétention d'eau en surface (stationnement, toiture ou arrière-cour)	L'emmagasinement sur le lot est très efficace pour ce qui est de réduire le débit de pointe en aval; le volume des eaux pluviales qui se déversent dans le réseau d'égout ne diminue pas, étant donné que le déversement s'étale sur une plus longue période. Les procédures d'entretien ordinaires des aires de stationnement conviennent aux zones d'emmagasinement sur les aires de stationnement.
Systèmes d'infiltration	Les systèmes d'infiltration sur le terrain permettent de réduire le volume des eaux de ruissellement et d'en contrôler la qualité. Le risque de colmatage (problèmes d'entretien) sur les lots résidentiels est moindre en comparaison avec les systèmes d'infiltration à la sortie de l'émissaire, qui sont plus gros, puisque les systèmes résidentiels reçoivent uniquement les eaux qui ruissellent du toit (et qui contiennent moins de solides en suspension que le ruissellement des routes). Les impacts de ces systèmes sur la charge de polluants des eaux souterraines (dans le cas où la source d'approvisionnement est un puits) et sur la nappe phréatique doivent être pris en compte.
Pompe d'assèchement de drain de fondation	Même s'il est préférable d'évacuer l'eau des fondations à l'aide d'une pompe d'assèchement, il n'est pas toujours possible de le faire. On ne doit pas utiliser de pompe d'assèchement lorsque le niveau maximal annuel de la nappe phréatique est à 1 m ou moins du drain de fondation du bâtiment. Cette exigence vise à prévenir le fonctionnement excessif de la pompe dans les zones où la nappe phréatique est élevée et à éviter la formation d'un réseau en boucle dans lequel l'eau déversée par la pompe d'assèchement alimente le drain de fondation. Dans ce cas, une conduite distincte (troisième conduite) doit acheminer les eaux de drainage des fondations vers le plan ou le cours d'eau récepteur.
Emmagasinement dans les conduites de grand diamètre	Les conduites de grand diamètre sont très efficaces pour ce qui est de réduire le débit de pointe. Le nettoyage et l'entretien nécessitent une conception particulière.
Fossés de drainage gazonnés	L'efficacité des fossés de drainage gazonnés pour ce qui est du traitement des eaux pluviales (solides en suspension) est à son maximum lorsqu'on maintient la déclivité du lit à la valeur minimale (p. ex. 1 p. 100) et une grande largeur au fond (> 0,75 m). L'efficacité diminue lorsque la vitesse augmente. La longueur doit être d'au moins 75 m; de petits barrages submergés peuvent contribuer à augmenter le temps de rétention.
Bandes tampons et bandes filtrantes	Leur action est optimale lorsqu'on les utilise conjointement avec d'autres techniques, dans une chaîne de traitement; elles font alors figure de prétraitement.
Séparateur d'huile et de sable	Ces dernières années, on a fortement amélioré la configuration des séparateurs d'huile et de sable, et de nouveaux produits ont fait leur apparition sur le marché. On incite ceux qui les conçoivent à examiner les études pertinentes relatives aux contrôles, de manière à orienter leurs travaux. On continue de recommander l'utilisation de séparateurs pour réduire les déversements ou, dans le cas du contrôle de la qualité des eaux pluviales, dans le cadre d'une approche faisant appel à plusieurs éléments ou à une installation autonome, quand les données le justifient.

4.3 LES DÉFIS POSÉS PAR LE FROID

La façon dont les conditions d'hiver influent sur le choix, la conception ainsi que le fonctionnement et l'entretien des PGO est un aspect important dont les villes canadiennes doivent tenir compte. Le Center for Watershed Protection (CWP, 1997) a mené une étude exhaustive du choix et de la conception de PGO dans les régions froides. Dans l'étude, on a défini les considérations importantes relativement à la fonte des neiges et à la gestion des eaux pluviales dans les régions froides. Les défis supplémentaires qui rendent certaines conceptions classiques de PGO moins efficaces ou inutilisables justifient une étude plus poussée et sont présentés dans le tableau 4-3.

Tableau 4-3 : Les défis posés par le froid pour les PGO des eaux pluviales.

Conditions climatiques	Défis sur le plan de la conception
Température froide	<ul style="list-style-type: none"> • Gel des conduites • Gel permanent des bassins • Réduction de l'activité biologique • Réduction de la teneur en oxygène en présence du couvert de glace • Réduction de la vitesse de sédimentation
Fortes gelées	<ul style="list-style-type: none"> • Soulèvement par le gel • Réduction de l'infiltration dans le sol • Gel des conduites
Saison de croissance	<ul style="list-style-type: none"> • Courte période d'établissement de la végétation • Différentes espèces végétales adaptées aux climats froids
Chute de neige	<ul style="list-style-type: none"> • Volumes élevés des eaux de ruissellement lors de la fonte des neiges et lorsqu'il pleut sur la neige • Charges de polluants élevées durant la fonte printanière • La gestion de la neige peut avoir une incidence sur l'emménagement dans le cadre des PGO

Bon nombre des recommandations formulées dans le document du CWP concernent l'épaisseur de la couverture et les pratiques en matière de remblai, qui sont standard au Canada. Les recommandations concernant les augmentations de volume d'emménagement et les conceptions visant à limiter les problèmes causés par le gel méritent elles aussi d'être prises en considération. D'autres références pertinentes en rapport avec les recommandations précises concernant l'utilisation de PGO dans les régions froides sont incluses dans la bibliographie (AEP, 1999; CWP, 1997; GVSDD, 1999a; Barr Engineering, 2001; Jaska, 2000; Maksimovic, 2000; MPCA, 2000; NYDEC, 2001; VNR, 2001).

4.4 COÛT ET FONCTIONNEMENT

Il est difficile d'évaluer le coût des investissements et les frais de fonctionnement des PGO des eaux pluviales en se fondant sur les rapports relatifs aux travaux de construction et aux activités d'entretien effectués à d'autres endroits. La majorité des PGO comportent des exigences propres au site et dépendent de la qualité de l'eau, des conditions locales, des objectifs en matière de conception ainsi que des

considérations environnementales, de l'occupation du sol et des préférences du public. En outre, les coûts varient d'un endroit à l'autre en fonction de l'économie locale. Le coût des investissements et les frais de fonctionnement liés à chaque PGO varient considérablement. La responsabilité de l'entretien à long terme peut, en outre, poser problème, plus particulièrement dans le cas des contrôles sur le terrain, bon nombre de ces pratiques étant mises en application sur des terrains privés.

Le coût total de la mise en application d'une PGO des eaux pluviales comprend plusieurs éléments, notamment les coûts liés à la gestion, à la planification et à la conception, à l'achat du terrain, à sa préparation et à son aménagement, ainsi qu'au fonctionnement et à l'entretien.

Le coût des investissements représente la totalité des coûts, y compris le coût de la main-d'œuvre et des matériaux lié à la construction sur place des installations requises par la PGO.

Les coûts de conception englobent les coûts de main-d'œuvre et les dépenses ainsi que tous les coûts liés à la planification et à la conception finale de la PGO. Les coûts d'ingénierie relatifs aux PGO peuvent être plus élevés que l'allocation traditionnelle qui consiste à y affecter 10 p. 100 du coût total des investissements.

Les coûts de fonctionnement et d'entretien comprennent le total des coûts de main-d'œuvre et des dépenses liés au fonctionnement et à l'entretien d'une PGO, à un niveau acceptable de rendement. Un budget adéquat de fonctionnement et d'entretien est essentiel à toute PGO des eaux pluviales. Il est difficile de déterminer le coût unitaire du fonctionnement et de l'entretien en se fondant sur l'expérience d'autres municipalités. Comme dans le cas du coût des investissements, les coûts de fonctionnement et d'entretien varient fortement d'une municipalité et d'un terrain à l'autre, compte tenu de la différence des caractéristiques des bassins récepteurs, des eaux de ruissellement et des charges solides, des différences d'ordre météorologique, des coûts de main-d'œuvre et de matériel, des coûts d'élimination, et des objectifs de conception et de rendement de l'installation.

Les coûts de contingence sont liés aux éléments imprévisibles des travaux, qui sont requis au cours de la période de construction. On prévoit que ces coûts pour les PGO seront supérieurs à l'allocation traditionnelle correspondant à 15 p. 100 du coût total des investissements.

On trouve parmi les ouvrages de référence canadiens relatifs à l'estimation des coûts des contrôles sur le terrain, les manuels de l'Ontario (MEO, 1994, 1999), le *Stormwater Pollution Prevention Handbook* publié en Ontario (TRCA et MEO, 2001), GVSDD (1999a), AEP (1999) et Jaska (2000). La bibliographie contient d'autres ouvrages de référence américains pertinents (ASCE/EWRI, 2001; ASCE/WEF, 1998; Schueler, 1987; EPA, 1999; Young et coll., 1996; GVRD,

2002). Le tableau 4-4 résume quelques-uns des coûts liés aux mesures structurales sur le terrain. Notons qu'il convient d'utiliser ces données uniquement pour les besoins de la planification, puisqu'il faut déterminer les coûts propres au site dans chaque cas.

Comme c'est le cas pour la plupart des travaux de construction, il faut tenir compte des économies d'échelle lorsqu'on prépare l'estimation préliminaire des coûts à l'aide de coûts unitaires. Les considérations relatives à l'esthétique ou à la sécurité peuvent également générer des frais supplémentaires qui s'ajoutent au coût de base des travaux. L'exécution par étapes des travaux de construction peut être un facteur important du coût global du projet.

Tableau 4-4 : Renseignements sur les coûts relatifs aux contrôles sur le terrain (pour les besoins de la planification).

Contrôle sur le terrain	Renseignements sur les coûts
Rétention en surface (stationnement, toiture ou arrière-cour)	On utilise différents types d'appareils de contrôle pour limiter l'écoulement dans les puisards. Le prix d'un appareil de contrôle à l'entrée varie généralement de 200 à 600 \$ (selon la limitation de l'écoulement et le nombre d'appareils); il s'ajoute à celui de chaque puisard.
Systèmes d'infiltration	Le prix d'un bassin en pierre concassée peut s'élever à 28 \$ le m ³ ; celui des tranchées d'infiltration à 20 000 \$/ha.
Débranchement des descentes pluviales/Pompe d'assèchement de drain de fondation	Dans le cas des installations existantes, le débranchement des descentes pluviales peut s'élever à environ 200 \$ (TRCA et MEO, 2001). Le coût de pose d'une pompe d'assèchement dans une nouvelle maison varie de 300 à 1 500 \$. Il est plus élevé dans le cas d'une rénovation.
Emmagasinement dans des conduites de grand diamètre	Les coûts dépendent de l'emmagasinement.
Fossés de drainage gazonnés	Les coûts peuvent osciller entre 20 et 75 \$/m, selon les caractéristiques locales, les dimensions de la rigole et le volume emmagasiné dans l'ouvrage.
Bandes tampons et bandes filtrantes	Les coûts sont généralement assez faibles.
Séparateur d'huile et de sable	Les coûts dépendent du type d'appareil utilisé et du volume à traiter. Il faut examiner les données du fabricant, mais le coût d'un séparateur pour une aire de stationnement varie généralement de 15 000 à 40 000 \$.

Il convient d'allouer au fonctionnement et à l'entretien de la plupart des PGO un budget annuel équivalant à 3 à 5 p. 100 de la totalité des coûts de construction, sauf pour les tranchées d'infiltration. Dans ce cas, l'allocation doit correspondre à 5 à 10 p. 100 des coûts de construction des installations de surface, et à 10 à 15 p. 100 de ceux des installations souterraines. Les frais de fonctionnement doivent également comprendre des provisions pour le contrôle continu du rendement des PGO, de manière à répondre de manière optimale aux exigences de fonctionnement et d'entretien, et à déterminer l'efficacité des PGO en ce qui a trait à l'amélioration des conditions hydrologiques et de la qualité de l'eau. On peut trouver certains renseignements sur les frais d'entretien dans l'AEP (1999) et dans les autres ouvrages de référence déjà mentionnés dans la présente section.

ANNEXE A — RENSEIGNEMENTS DE BASE SUR LA QUALITÉ DE L'EAU

On avait coutume de considérer les eaux pluviales comme une source de pollution relativement mineure. Néanmoins, de nombreuses études, telles que le Nationwide Urban Runoff Program (NURP) aux États-Unis (1983) et d'autres études menées au Canada et en Europe, démontrent clairement que le ruissellement des eaux pluviales peut constituer une importante source de pollution. En fait, la charge annuelle de polluants charriée par les eaux de ruissellement urbaines peut se comparer à celle des effluents d'eaux usées et des rejets industriels. Cela peut se répercuter sur les réserves d'eau potable, l'habitat aquatique, les activités de loisirs et de sports, l'agriculture et l'esthétique.

Les répercussions négatives des déversements d'eaux pluviales sur les plans et les cours d'eau récepteurs peuvent être considérables. Elles comprennent notamment :

- des modifications à court terme de la qualité de l'eau durant et après un orage, notamment des augmentations temporaires de la concentration d'un ou de plusieurs polluants, toxines ou bactéries;
- des répercussions à long terme sur la qualité de l'eau dues aux effets cumulatifs des eaux pluviales s'écoulant de différentes sources;
- des répercussions physiques dues à l'érosion, à l'affouillement et aux retombées atmosphériques, liées à une fréquence et à un volume accrus des eaux de ruissellement qui nuisent à l'habitat aquatique.

L'urbanisation a pour effet direct de faire passer le niveau de la charge de polluants au-dessus de celui enregistré avant celle-ci. L'exportation accrue de polluants se répercute sur les cours d'eau voisins et sur les plans récepteurs en aval, tels que les lacs, les rivières et les estuaires. Les polluants associés au ruissellement urbain qui sont potentiellement nocifs pour les plans récepteurs sont, entre autres :

- les éléments nutritifs (azote/phosphore);
- les solides en suspension;
- la température;
- les agents pathogènes (bactéries/virus);
- les métaux;

- les hydrocarbures;
- les composés organiques;
- le sel (chlorure de sodium).

Ces polluants modifient la qualité de l'eau des plans et des cours d'eau récepteurs situés à proximité des zones urbaines, font obstacle à l'utilisation des normes sur la qualité de l'eau et en surpassent les critères. Dans les cours d'eau urbains, les concentrations élevées de polluants peuvent causer des problèmes liés à la qualité de l'eau, tels que la turbidité, l'enrichissement en éléments nutritifs, la contamination bactérienne, les charges de matières organiques, les substances toxiques, l'augmentation de la température, les débris et les déchets. La quantité par unité de surface de polluants rejetée dans les plans et les cours d'eau récepteurs tend à augmenter avec le degré de l'aménagement des zones urbaines. La figure A-1 illustre les effets des polluants sur les ressources hydriques; pour ce qui est de l'importance relative, ce sont généralement les éléments nutritifs et les solides qui représentent la majeure partie de la quantité totale de polluants.

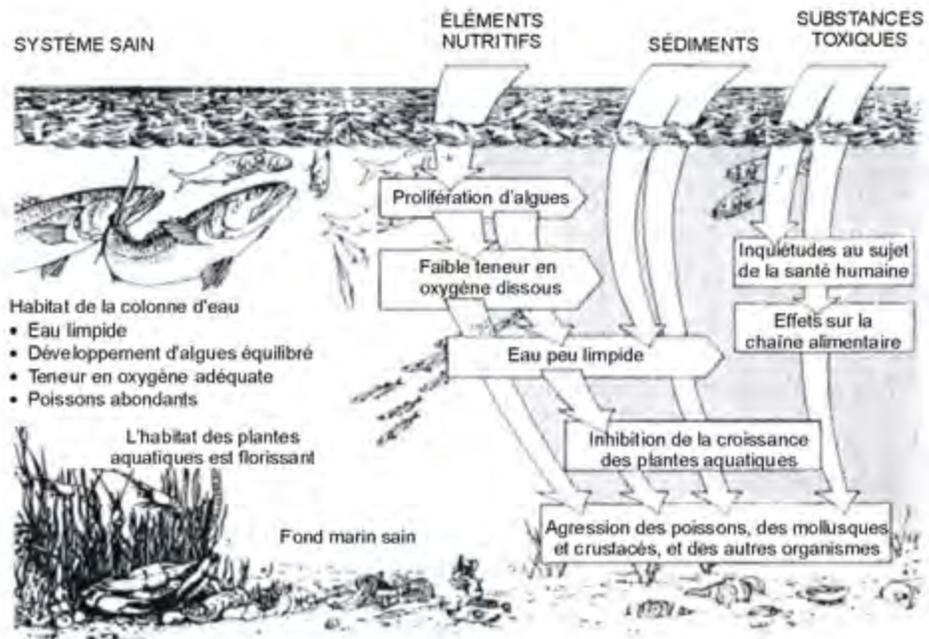


Figure A-1 : Effets généraux des polluants de source diffuse sur les ressources hydriques.

Les polluants présents dans les eaux de ruissellement proviennent de différentes sources, notamment les contaminants des zones résidentielles et commerciales, les activités industrielles, la construction, les rues et les aires de stationnement, et les retombées atmosphériques. Le tableau A-1 donne un aperçu des contaminants généralement présents dans les eaux de ruissellement, de leurs sources possibles et des répercussions qui leur sont associées. Ces dernières sont considérables et

on doit inclure le contrôle de la qualité de l'eau dans tout plan de gestion des eaux pluviales élaboré dans un cadre de développement durable.

L'étude la plus complète sur les eaux de ruissellement urbaines est le NURP menée par l'EPA (1983) entre 1978 et 1983. Le NURP a examiné les caractéristiques des eaux de ruissellement urbaines, la mesure dans laquelle ces eaux sont responsables des problèmes liés à la qualité de l'eau sur le plan national, les différences et les similitudes entre les différents modes d'utilisation des sols en milieu urbain, mais aussi les caractéristiques de rendement et l'efficacité des méthodes de gestion destinées à contrôler les charges de polluants des eaux de ruissellement urbaines. On a prélevé des échantillons dans 28 projets réalisés dans le cadre du NURP, lesquels comprenaient 81 sites précis et plus de 2 300 orages distincts. Le tableau A-2 indique la concentration moyenne par événement (CME) pour les 10 polluants généraux examinés dans le NURP pour différents modes d'utilisation des sols en milieu urbain.

D'après les résultats du NURP, il existe une nette différence au niveau de la concentration en polluants des eaux de ruissellement selon le mode d'utilisation des terrains en milieu urbain. La différence est également importante entre les concentrations en polluants des eaux de ruissellement urbaines et celles des eaux non urbaines. Certaines études ont comparé la qualité du ruissellement en milieu urbain à celle des eaux domestiques usées et constaté que, pour certains paramètres, les concentrations trouvées dans les eaux de ruissellement urbaines étaient comparables à celles des eaux domestiques usées non épurées. Lorsque les eaux de ruissellement urbaines sont déversées directement dans des cours d'eau récepteurs, la concentration en polluants peut être beaucoup plus élevée que celle des eaux domestiques usées épurées.

Le tableau A-3 donne les résultats d'études canadiennes et indique les concentrations de constituants chimiques présents dans les eaux pluviales. Le chlorure, associé à la fonte des neiges, peut être un paramètre important du contrôle de la qualité de l'eau, compte tenu des conditions qui prévalent au Canada. La neige accumulée peut également emmagasiner des hydrocarbures, de l'huile et de la graisse, des chlorures, des sédiments et des éléments nutritifs. Pendant la fonte des neiges, la charge en polluants peut être élevée; les traits chimiques de l'eau changent durant la fonte. Oberts (Maksimovic, 2000) a étudié ce phénomène et décrit quatre types d'eaux de ruissellement issues de la fonte des neiges (tableau A-4). Selon Oberts et certains autres, 90 p. 100 de la charge en hydrocarbures présente dans les eaux de la fonte des neiges se produisent au moment de la fonte des derniers 10 p. 100 de neige. Du point de vue pratique, les charges élevées en hydrocarbures enregistrées à la fin de l'hiver donnent à penser qu'il y a lieu de concevoir des méthodes de gestion des eaux pluviales capables de capter autant que possible les eaux de la fonte des neiges.

Selon des recherches récentes, le coefficient d'imperméabilité des bassins versants et la santé des cours d'eau sont étroitement liés. En effet, les

répercussions sur la santé des cours d'eau se font d'abord sentir dans les bassins versants, dont l'imperméabilité équivaut à seulement 10 ou 20 p. 100 (seuil de 10 p. 100). Les cours d'eau sensibles peuvent être relativement peu touchés par les eaux de ruissellement urbaines, la qualité de l'eau atteignant des niveaux appréciables lorsque la couverture imperméable est inférieure à 10 p. 100, bien que la qualité de l'eau de certains cours d'eau sensibles se dégrade même lorsque le coefficient d'imperméabilité est aussi bas que cinq p. 100. Les cours d'eau touchés sont menacés; leur habitat physique se modifie (érosion et élargissement du lit) et la qualité de l'eau se dégrade là où la couverture étanche varie entre 10 et 25 p. 100.

Répercussions sur la santé publique

Les répercussions des eaux pluviales urbaines sur la santé publique se manifestent lorsque des personnes ingèrent ou entrent en contact avec des agents pathogènes. Même si on ne prête aucune attention particulière à ces répercussions, elles existent et certaines d'entre elles ont fait l'objet d'études.

Les fermetures de plages sont courantes dans bon nombre de collectivités; elles sont dues principalement aux taux élevés de bactéries présents dans les échantillons d'eau. La présence de déchets médicaux et d'autres substances flottantes dangereuses peuvent également entraîner la fermeture de plages. Les eaux pluviales de ruissellement sont à la fois responsables de la présence de bactéries et de matières flottantes. Les taux élevés de bactéries et de virus constituent la menace la plus commune pour la santé publique. Les problèmes possibles sont les diarrhées et les infections des oreilles, des yeux, du nez ou de la gorge. Les poissons peuvent également être contaminés pour plusieurs raisons, et cette contamination dépasse les problèmes liés à la santé, étant donné qu'elle peut nuire à l'ensemble de l'industrie de la pêche récréative.

Répercussions sur l'esthétique

Il est souvent difficile de quantifier les répercussions des eaux pluviales urbaines sur l'esthétique. Elles sont cependant souvent très évidentes pour le public. La présence de matières flottantes dans les eaux situées en milieu urbain, matières qui se déposent le long des berges des voies navigables, est une des répercussions esthétiques les plus courantes en milieu urbain, en particulier dans les aires publiques où des activités de loisirs et de sports ont lieu sur le rivage d'un cours d'eau. Les déchets flottants proviennent des déchets sauvages jetés dans les rues et des pratiques inappropriées d'élimination des déchets solides. Les répercussions sur l'esthétique dues à l'eutrophisation des voies navigables urbaines sont provoquées par le déversement d'éléments nutritifs dans les eaux pluviales urbaines. Les dégâts visibles causés aux cours d'eau situés en milieu urbain par l'augmentation du débit de ruissellement contribuent eux aussi aux répercussions esthétiques, notamment à l'érosion des berges des cours d'eau, à la chute d'arbres et au dépôt de sédiments.

Tableau A-1 : Aperçu des principaux polluants des eaux pluviales, de leurs sources, de leurs effets et de leurs répercussions connexes.

Polluants des eaux pluviales	Sources	Effets	Répercussions connexes
Éléments nutritifs (azote/phosphore)	Eaux de ruissellement urbaines (engrais, détergents, débris d'origine végétale, sédiments, poussières, essence, pneus), eaux de ruissellement agricoles (engrais, déchets d'origine animale), fosses septiques défectueuses.	Le phosphore est le premier élément nutritif qui pose problème dans la plupart des systèmes d'eau douce. Dans les systèmes d'eau salée, c'est l'azote qui pose problème, mais sa présence est également préoccupante dans les cours d'eau.	Prolifération d'algues, moins de lumière et d'oxygène dissous, émission d'autres polluants. Les éléments nutritifs peuvent limiter les activités de loisirs et de sports (natation, navigation de plaisance, pêche ou autres), réduire l'habitat animal et contaminer les réserves d'eau.
Solides en suspension	Chantiers de construction, autres terres remaniées et non couvertes de végétation, berges érodées, sablage des chaussées, ruissellement urbain.	Augmentation de la turbidité et dépôt de sédiments.	Augmentation de la turbidité, moins de lumière et d'oxygène dissous, dépôt de sédiments, étouffement de l'habitat aquatique.
Agents pathogènes (bactéries/virus)	Déchets d'origine animale, ruissellement urbain, fosses septiques défectueuses.	Présence en grand nombre de bactéries et de souches virales, y compris les streptocoques et les coliformes fécaux. Les taux de bactéries sont généralement plus élevés en été; les températures élevées en favorisant la reproduction.	Les réserves d'eau potable, les zones de croissance des mollusques et les plages contaminées présentent des risques pour la santé.
Métaux (plomb, cuivre, cadmium, zinc, mercure, chrome, aluminium, etc.)	Procédés industriels, usure normale des câbles de freins et des pneus des véhicules, gaz d'échappement, fuite de fluides de véhicules, toitures métalliques.	Augmentation de la toxicité des eaux de ruissellement et accumulation (bioamplification) dans la chaîne alimentaire.	Toxicité de la colonne d'eau et des sédiments; bioaccumulation dans les espèces aquatiques et dans toute la chaîne alimentaire.
Hydrocarbures (pétrole et graisse, HAP)	Procédés industriels, usure des véhicules, gaz d'échappement, fuite de fluides de véhicules, huiles usées.	Aspect dégradé de la surface des eaux, interactions entre l'eau et l'air limitées (moins d'oxygène dissous). Les hydrocarbures ont une forte affinité pour les sédiments.	Toxicité de la colonne d'eau et des sédiments; bioaccumulation dans les espèces aquatiques et dans toute la chaîne alimentaire.

Composés organiques [pesticides, biphényles polychlorés (BPC), produits chimiques synthétiques]	Pesticides (herbicides, insecticides, fongicides, etc.); procédés industriels.	Augmentation de la toxicité chez les espèces animales et les ressources halieutiques sensibles et accumulation (bioamplification) dans la chaîne alimentaire.	Toxicité de la colonne d'eau et des sédiments; bioaccumulation dans les espèces aquatiques et dans toute la chaîne alimentaire.
Sel (sodium, chlorures)	Épandage de sel sur les routes et stockage de sel à découvert.	Toxicité chez les organismes; diminution des ressources halieutiques; augmentation des taux de sodium et de chlorure dans les eaux souterraines et de surface. Pourrait perturber le processus respiratoire des espèces végétales à cause de ses effets sur la structure des sols. Peut également provoquer la perte d'autres composés nécessaires à la viabilité des végétaux, entraîner leur mort ou réduire leur croissance ou leur diversité en endommageant les racines et les feuilles.	Toxicité de la colonne d'eau et des sédiments. Le sel peut entraîner la disparition d'espèces animales, végétales et de ressources halieutiques sensibles. Il peut contaminer les eaux souterraines ou de surface.

Tableau A-2 : Utilisations des sols urbains — Concentrations moyennes par événement.

Polluant	Unité	Résidentiels		Mixtes		Commerciaux		Ouverts/Non urbains	
		Moyen	COV	Moyen	COV	Moyen	COV	Moyen	COV
DBO	mg/l	10	0,41	7,8	0,52	9,3	0,31	--	--
DCO	mg/l	73	0,55	65	0,58	57	0,39	40	0,78
TSS	mg/l	101	0,96	67	1,14	69	0,85	70	2,92
Total – plomb	µg/l	144	0,75	114	1,35	104	0,68	30	1,52
Total – cuivre	µg/l	33	0,99	27	1,32	29	0,81	--	--
Total - zinc	µg/l	135	0,84	154	0,78	226	1,07	195	0,66
Total azote Kjeldahl	µg/l	1900	0,73	1288	0,50	1179	0,43	965	1,00
Nitrate + nitrite	µg/l	736	0,83	558	0,67	572	0,48	543	0,91
Total – phosphore	µg/l	383	0,69	263	0,75	201	0,67	121	1,66
Phosphore soluble	µg/l	143	0,46	56	0,75	80	0,71	26	2,11

Source : NURP (EPA, 1983).

Tableau A-3 : Concentrations médianes dans les émissaires d'eaux pluviales par temps de pluie (Ville d'Edmonton, occupation mixte du sol).

Constituants	Collecteur de 30 th Ave		Collecteur de Groat Rd		Collecteur Quesnell		Tous les collecteurs	
	Printemps	Été	Printemps	Été	Printemps	Été	Printemps	Été
DBO (mg/L)	20	13	28	19	20	16	22	16
DCO (mg/L)	102	-	145	-	124	-	130	-
TSS (mg/L)	155	104	290	227	162	189	180	164
NH ₃ -N (mg/L)	1,14	0,48	1,6	0,67	0,99	0,34	1,26	0,5
TKN (mg/L)	4,0	2,3	5,2	0,9	3,9	2,4	4,4	2,7
Azote total (mg/L)	5,9	4,2	6,2	4,2	4,7	3,3	5,6	3,9
Phosphore total (mg/L)	0,88	0,42	1,08	0,69	0,85	0,55	0,95	0,60
Phosphore dissous total (mg/L)	0,54	-	0,40	-	0,48	-	0,50	-
Chlore (mg/L)	168	26	157	40	117	26	153	30
¹ FC (X 10 ³)cfu/100mL	26	40	57	99	14	32	26	53
² <i>Giardia lamblia</i> (#/100L)	-	10 000	-	28 000	-	3400	-	14 000
² <i>Cryptosporidium</i> (#/100L)	-	1800	-	2500	-	1600	-	1700

Remarques

1. Printemps – échantillons recueillis dans les émissaires durant la fonte des neiges (de janvier à avril).
2. Été – échantillons recueillis dans les émissaires durant des chutes de pluie (de mai à décembre).
3. Pour ce qui est du cryptosporidium et du giardia lamblia, on dispose uniquement des données de 1998 à 2002.

Source : Ville d'Edmonton.

Tableau A-4 : Caractéristiques des eaux de ruissellement et des polluants aux différentes étapes de la fonte des neiges.

Étape de la fonte des neiges	Durée/Fréquence	Volume des eaux de ruissellement	Caractéristiques des polluants
Fonte de la neige sur la chaussée	De courte durée, mais se répète de nombreuses fois au cours de l'hiver	Faible	Acides; concentrations élevées en polluants solubles, chlorure, nitrate, plomb. La charge totale est minimale.
Fonte de la neige au bord de la chaussée	Moyenne	Moyen	Concentrations moyennes, tant de polluants solubles que de polluants particuliers.
Fonte de la neige sur les zones perméables	Graduelle; survient souvent à la fin de l'hiver	Élevé	Concentrations diluées de polluants solubles; concentrations moyennes à élevées de polluants particuliers, selon le débit.
Fonte de la neige par temps de pluie	Courte	Extrême	Concentrations élevées de polluants particuliers et concentrations moyennes à élevées de polluants solubles. Charge totale élevée.

BIBLIOGRAPHIE

AEP (Alberta Environmental Protection), 1999. *Stormwater Management Guidelines for the Province of Alberta*, Edmonton (Alberta).

ASCE/EWRI, 2001. *Guide for Best Management Practice (BMP) Selection in Urban Developed Areas*, comité de travail chargé d'évaluer les pratiques de gestion optimales du Urban Water Infrastructure Management Committee, ASCE, (Virginie) É.-U.

ASCE/WEF, 1998. *Urban Runoff Quality Management*, WEF Manual of Practice No. 23, ASCE Manual and Report on Engineering Practice No. 87, Alexandria et Reston, (Virginie) É.-U.

Barr Engineering, 2001. *Minnesota Urban Small Sites BMP Manual/Stormwater Best Management Practices for Cold Climates*, rédigé pour le Metropolitan Council, ville de Minneapolis (Minnesota) É.-U.

Camp Dresser McKee, 1993. *California Stormwater Best Management Practice Handbooks*, Caltrans (Californie) É.-U.

CIRIA, 1996. *Infiltration Drainage, Manual of Good Practice*, Rapport 156, Londres.

CWP (Center for Watershed Protection), 1997. *Stormwater BMP Design Supplement of Cold Climates*, Ellicott City (Maryland). À télécharger sur le site Web <www.cwp.org>.

EPA (United States Environmental Protection Agency), 1983. *Results of the Nationwide Urban Runoff Program: Volume 1 – Final Report*, Water Planning Division, Washington (D.C.), publication n° 83-185552 de la NTIS (Nota. – On peut se procurer un résumé du rapport en s'adressant à l'EPA : publication n° EPA-841-S-83-109.).

EPA (United States Environmental Protection Agency), 1993. *Handbook Urban Runoff Pollution Prevention and Control Planning*, EPA 625-R-93-004, Washington (D.C.).

_____, 1999. *Preliminary Data Summary of Urban Storm Water Best Management Practices*, EPA-821-R-99-012, Office of Water, EPA, Washington (D.C.).

_____, 2002. <<http://www.epa.gov/npdes/menuofbmps/menu.htm>>.

GVSD (Greater Vancouver Sewerage and Drainage District), 1999a. *Best Management Practices Guide for Stormwater*, Vancouver (C.-B.)

_____, 1999b. « Appendix A – Construction Site Erosion and Sediment Control Guide », *Best Management Practices Guide for Stormwater*, Vancouver (C.-B.).

Horner, R.R., J.J. Skupien, E.H. Livingston et E.H. Shaver, 1994. *Fundamentals of Urban Runoff Management: Technical and Institutional Issue*, Terrene Institute et U.S. Environmental Protection Agency, Washington (D.C.).

Jaska, K., 2000. *Stormwater Management and Drainage Manual*, ville de Calgary (Alberta).

Maksimovic, C. (ed.), 2000. *Urban Drainage in Cold Climates*, IHP-V, documents techniques en hydrologie, n° 40, vol. II, UNESCO, Paris.

Marsalek, J. et coll. (eds), 2001. *Advances in Urban Stormwater and Agricultural Runoff Source Controls*, 1-15, compte rendu du Advanced Research Workshop on Source Control Measures for Stormwater Runoff de l'OTAN, St-Marienthal-Ostritz, Allemagne, publications universitaires Kluwer. Consulter le site <<http://www.nato.int/science>>.

Mays, L. W. (Éditeur), 2000. *Stormwater Collection Systems Design Handbook*, McGraw-Hill, New York (New York) É.-U.

MDE (Maryland Department of the Environment), 2000. *Maryland Stormwater Design Manual*, volumes I et II, rédigé pour le Center for Watershed Protection, Baltimore (Maryland) É.-U.

MOE (Ministère de l'environnement de l'Ontario), 1994. *Stormwater Management Practices/Planning and Design Manual*, Ministère de l'Environnement de l'Ontario, Toronto (Ontario).

_____, 1999. *Stormwater Management Planning and Design Manual*, Ministère de l'Environnement de l'Ontario, Toronto (Ontario).

MPCA (Minnesota Pollution Control Agency), 2000. *Protecting Water Quality in Urban Areas: Best Management Practices for Minnesota*, St. Paul (Minnesota) É.-U.

NVPDC, 1996. *Nonstructural Urban BMP Handbook: A Guide to Nonpoint Source Pollution Prevention and Control Through Nonstructural Measures*, Annandale (Virginia) É.-U.

- NYDEC (New York Department of Environmental Conservation), 2001. *Stormwater Management Design Manual*, rédigé pour le Center for Watershed Protection, New York (New York) É.-U.
- Prince George's County, 1999a. *Low Impact Development Hydrologic Analysis*, (Maryland), É.-U.
- _____, 1999b. *Low Impact Development Design Strategies – An Integrated Approach*, (Maryland) É.-U.
- Rivard, G., et P. Dupuis, 1999. *Criteria for Surface On-Site Detention Systems: A Reality Check*, Eighth International Conference on Urban Storm Drainage, Sydney, Australie.
- Schueler, T., 1987. *Controlling Urban Runoff: A Practical Manual for Planning and Designing Urban BMPs*, Metropolitan Washington Council of Governments, Washington (D.C.)
- Seattle (Ville de), 2000. *Source Control Technical Requirements Manual*, Seattle Public Utilities, Seattle (Washington) É.-U.
- Terrene Institute, 1990. *Urban Targeting and BMP Selection*, Washington (D.C.)
- Terrene Institute, 1996. *A Watershed Approach to Urban Runoff: Handbook for Decisionmakers*, Terrene Institute et US EPA, Washington (D.C.)
- TRCA (Office de conservation de la ville de Toronto et de ses environs) et MEO (Ministère de l'environnement de l'Ontario), 2001. *Stormwater Pollution Prevention Handbook*, rédigé par Totten Sims Hubicki Associates, Donald Weatherbe Associates et Elizabeth Leedham, Toronto (Ontario).
- UDFCD (Urban Drainage and Flood Control District), 1992. *Urban Storm Drainage Criteria Manual, Volume 3 – Best Management Practices* Urban Drainage and Flood Control District, Denver (Colorado) É.-U.
- Urbonas, B. R., et L.A. Roesner, 1993. « Hydrologic Design for Urban Drainage and Flood Control », *Handbook of Hydrology*, publié par D.R. Maidment, New York : McGraw-Hill, p. 28-1-28-52.
- Vermont Agency of Natural Resources, 2001. *Vermont Stormwater Management Manual*, rédigé par le Center for Watershed Protection, (Vermont) É.-U.
- Washington State Department of Ecology, 2001. *Stormwater Management Manual for Western Washington*, (Washington) É.-U.

YOUNG, K.G. et coll., 1996. *Evaluation and Management of Highway Runoff Water Quality*, publication n° FHWA-PD-96-032, Federal Highway Administration, Washington (D.C.).