

GUIDE DE GESTION DES EAUX PLUVIALES

Stratégies d'aménagement,
principes de conception
et pratiques de gestion
optimales pour les réseaux
de drainage en milieu urbain



Québec 

Avec la participation de :

- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs
- Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire

REMERCIEMENTS

Le Guide de gestion des eaux pluviales a été élaboré pour le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) et le ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire (MAMROT) dans le cadre d'un mandat confié à RÉSEAU environnement. Un comité spécifique, regroupant des intervenants de différents milieux, a été mis sur pied pour encadrer la rédaction du document. Les personnes suivantes ont participé à la préparation et la revue du Guide :

Président du comité

Mohamad Osseyrane
Ville de Montréal

Rédacteur

Gilles Rivard
Aquapraxix inc.

Graphisme

Sylvie Ouzilleau
Alias communication design inc.

Coordination générale et révision

Philippe Kouadio
RÉSEAU environnement
Martine Lanoue
RÉSEAU environnement
Serge Rouleau
RÉSEAU environnement

Membres du Comité

Jean Bédard
Ville de Québec
Nathalie Bédard
Solutions Éco-Smarts
Daniel Boudreau
Hydro-Québec

Denis Brisson
Ville de Québec
Denis Brouillette
MDDEP
Alain Charron
BPR
Martin Couture
John Meunier
Marc Cusson
Hancor
Jean-François Cyr
MDDEP
Benoît Forget
ARMTEC
Musandji Fuamba
École Polytechnique
Mario Gendron
Vinci
Martin Girard
Ville de Lévis
Mélanie Glorieux
Objectif Paysage
Nathalie Jolicoeur
BPR
Pierre Lamarre
Genivar
Sylvie Lavigne
Roche

Gaétan Lemieux
MAMROT
Denis Martel
MDDEP
Alex Navarro
Hancor
Wally Plummer
ARMTEC
Réjean Tremblay
Lécuyer

Membres du comité de révision du MDDEP

Marie-Claude Bergeron
Denis Brouillette
Jean-François Cyr
Gilles Delagrave
François Fréchette
Eric Gagnon
Nathalie Houle
Alain Lavoie
Serge Lévesque
Denis Martel
Nathalie Martel
Marie-Josée Osmann

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE 1	INTRODUCTION	1-1	CHAPITRE 3	3.2 Les différentes échelles de la planification de la gestion des eaux pluviales	3-5
	1.1 Objectifs du Guide	1-1	(suite)		
	1.2 Cadre et champs d'application	1-1		3.2.1 Introduction	3-5
	1.3 La gestion des eaux pluviales : historique et mise en contexte	1-2		3.2.2 Planification à l'échelle du bassin versant (PDE – Plan directeur de l'eau)	3-5
	1.4 Principes directeurs	1-4		3.2.3 Planification à l'échelle d'un sous-bassin versant	3-7
	1.5 Organisation du Guide	1-4		3.2.4 Planification à l'échelle du bassin de drainage (PDD – Plan directeur de drainage)	3-8
	Partie 1			3.2.5 Planification à l'échelle du développement ou du site d'intervention (Conception préliminaire des réseaux)	3-9
	Concepts généraux et contexte pour la planification Chapitres 1 à 5	1-4		3.3 Considérations relatives au drainage en milieu rural	3-10
	Partie 2			3.3.1 Drainage routier	3-10
	Aspects techniques pour la conception des pratiques de gestion optimales (PGO) Chapitres 6 à 14	1-5		3.3.2 Drainage en territoire agricole	3-11
	RÉFÉRENCES	1-7		3.4 Considérations relatives au drainage en milieu urbain	3-11
CHAPITRE 2	IMPACTS ET JUSTIFICATIONS	2-1		3.4.1 Drainage en zone urbaine	3-11
	2.1 Impact général du développement urbain sur le ruissellement	2-1		3.4.2 Moyens de protection contre les inondations	3-11
	2.2 Impacts quantitatifs	2-7		3.5 Principes généraux pour la gestion des eaux pluviales	3-11
	2.3 Impacts qualitatifs	2-9		3.5.1 Généralités	3-11
	2.4 Impacts sur la morphologie et l'écologie des cours d'eau	2-17		3.5.2 Principes et objectifs généraux de conception	3-12
	2.5 Impacts appréhendés des changements climatiques sur le drainage urbain	2-19		3.6 Impacts environnementaux, usages à préserver et types de milieux récepteurs	3-14
	RÉFÉRENCES	2-21		3.6.1 Critères de qualité pour la prévention de la contamination de l'eau et des organismes aquatiques	3-15
CHAPITRE 3	PLANIFICATION INTÉGRÉE DE LA GESTION DES EAUX PLUVIALES AU QUÉBEC	3-1		3.6.2 Critères de qualité pour la protection de la vie aquatique et des milieux récepteurs	3-15
	3.1 Introduction et contexte québécois pour la planification des eaux pluviales	3-1		3.6.3 Critères de qualité pour la protection de la faune terrestre piscivore	3-15
	3.1.1 Politique nationale de l'eau et gestion par bassin versant	3-1		3.6.4 Critères de qualité pour la protection des activités récréatives et des aspects esthétiques	3-16
	3.1.2 Directive 004	3-2		3.7 Sélection des critères de conception d'un plan de gestion des eaux pluviales	3-16
	3.1.3 Politique sur la protection des rives, du littoral et des plaines inondables et guide d'interprétation	3-2		3.7.1 Contrôle quantitatif	3-16
	3.1.4 Réglementation, juridiction et législation	3-3		3.7.2 Contrôle de l'érosion	3-17
	3.1.4.1 Niveau fédéral	3-3		3.7.3 Contrôle qualitatif	3-18
	3.1.4.2 Niveau provincial	3-3		3.7.4 Recharge/Cycle hydrologique	3-18
	3.1.4.3 Municipalité régionale de comté (MRC) et Communautés urbaines	3-4		3.7.5 Résumé des critères et sélection d'un plan de gestion des eaux pluviales	3-19
	3.1.4.4 Niveau municipal	3-5		RÉFÉRENCES	3-20
	3.1.4.5 Autres aspects réglementaires	3-5			

CHAPITRE 4 DÉVELOPPEMENT DU TERRITOIRE ET GESTION DES EAUX PLUVIALES	4-1	CHAPITRE 6 (suite)	6.3.2 Caractérisation des événements pluvieux	6-5
4.1 Introduction	4-1	6.3.3 Conditions d'humidité antérieures	6-7	
4.2 Évaluation du site et caractérisation des ressources	4-2	6.3.4 Distribution spatiale et non-homogénéité des précipitations	6-11	
4.2.1 Principes d'écologie pour l'analyse et l'aménagement des ressources	4-3	6.3.5 Distribution temporelle des précipitations	6-11	
4.2.2 Milieux humides	4-5	6.3.5.1 <i>Pluie de Chicago</i>	6-11	
4.2.3 Zones inondables	4-6	6.3.5.2 <i>Pluie SEA (Service Atmosphérique – Environnement Canada)</i>	6-12	
4.2.4 Bande riveraine	4-6	6.3.5.3 <i>Pluie du NRCS (anciennement SCS)</i>	6-13	
4.2.5 Forêts	4-9	6.3.5.4 <i>Pluie historiques</i>	6-14	
4.2.6 Champs	4-9	6.3.6 Durée des pluies de conception	6-14	
4.2.7 Autres éléments	4-10	6.4 Pertes	6-15	
4.3 Principes d'aménagement	4-10	6.4.1 Interception et rétention de surface	6-15	
4.3.1 Préservation des aires naturelles et des ressources	4-10	6.4.2 Pertes par infiltration	6-15	
4.3.2 Utilisation des techniques d'aménagement pour moindre impact (TAMI)	4-12	6.4.2.1 <i>Modèle du NRCS</i>	6-16	
4.3.3 Minimisation du couvert imperméable dans l'aménagement du site	4-14	6.4.2.2 <i>Modèle de Horton</i>	6-19	
4.3.3.1 <i>Réduire la longueur et la largeur des rues</i>	4-14	6.4.2.3 <i>Modèle de Green-Ampt</i>	6-21	
4.3.3.2 <i>Réduire les dimensions des bâtiments</i>	4-14	6.5 Méthodes d'estimation des débits de ruissellement et des hydrogrammes	6-23	
4.3.3.3 <i>Réduire les dimensions des espaces de stationnement</i>	4-14	6.5.1 Méthode rationnelle	6-24	
4.3.3.4 <i>Utiliser moins de cul-de-sac ou choisir des formes alternatives</i>	4-14	6.5.1.1 <i>Hypothèses de base</i>	6-24	
4.3.3.5 <i>Créer des zones de contrôle et de traitement pour les aires de stationnement et de circulation</i>	4-15	6.5.1.2 <i>Évaluation des paramètres</i>	6-25	
4.4 Barrières à surmonter et principes de mise en œuvre	4-17	6.5.1.3 <i>Application et limitations de la méthode rationnelle</i>	6-28	
4.5 Exemples d'application	4-18	6.5.1.4 <i>Calcul de rétention avec la méthode rationnelle</i>	6-29	
4.5.1 Développement résidentiel	4-18	6.5.2 Méthodes NRCS (anciennement SCS)	6-30	
4.5.2 Développement commercial	4-19	6.5.3 Hydrogramme unitaire avec réservoir en cascade (Nash, 1957)	6-30	
RÉFÉRENCES	4-21	6.5.4 Méthode déterministe (SWMM)	6-31	
CHAPITRE 5 SYSTÈME DE DRAINAGE EN ZONE URBAINE	5-1	6.5.4.1 <i>Équations de base</i>	6-31	
5.1 Description générale et principes de conception	5-1	6.5.4.2 <i>Pourcentage d'imperméabilité</i>	6-32	
5.1.1 Réseau mineur	5-2	6.6 Écoulement souterrain	6-33	
5.1.2 Réseau majeur	5-3	RÉFÉRENCES	6-36	
5.1.3 Niveaux de service	5-3	CHAPITRE 7 ASPECTS HYDRAULIQUES POUR L'ANALYSE ET LA CONCEPTION DES RÉSEAUX DE DRAINAGE	7-1	
5.1.4 Notion de risque	5-4	7.1 Généralités	7-1	
5.2 Composantes d'un système de gestion des eaux pluviales	5-5	7.2 Types d'écoulement et principes généraux	7-1	
5.2.1 Les composantes sur les lots privés	5-5	7.2.1 Types d'écoulement	7-1	
5.2.1.1 <i>Drainage local du terrain</i>	5-5	7.2.2 Principes de base	7-3	
5.2.1.2 <i>Gouttières de toit</i>	5-6	7.2.3 Profondeur critique	7-6	
5.2.1.3 <i>Drain de fondation</i>	5-6	7.2.4 Profondeur normale (équation de Manning)	7-7	
5.2.1.4 <i>Pompe élévatoire (submersible et à colonne)</i>	5-7	7.2.5 Conduite coulant partiellement pleine	7-9	
5.2.2 Les composantes du réseau de drainage	5-7	7.2.6 Courbes de remous	7-10	
5.2.2.1 <i>Réseau de conduites et exutoires</i>	5-7	7.3 Analyses pour le réseau majeur	7-11	
5.2.2.2 <i>Caniveaux et fossés latéraux</i>	5-8	7.3.1 Écoulement sur le pavage	7-11	
5.2.2.3 <i>Réseau majeur</i>	5-8	7.3.2 Capacités d'interception des entrées au puisard	7-12	
5.2.2.4 <i>Puisards</i>	5-9	7.3.2.1 <i>Capacité d'interception – grilles en continu</i>	7-13	
5.2.2.5 <i>Ouvrages de rétention</i>	5-9	7.3.2.2 <i>Capacité d'interception – grilles en point bas</i>	7-15	
RÉFÉRENCES	5-11	7.3.2.3 <i>Capacité d'interception – entrée en bordure en continu</i>	7-16	
CHAPITRE 6 ÉVALUATION QUANTITATIVE DU RUISSÈLEMENT – ASPECTS HYDROLOGIQUES	6-1	7.3.2.4 <i>Capacité d'interception – en bordure au point bas</i>	7-16	
6.1 Généralités – Analyse du ruissellement	6-1	7.3.3 Fossés et canaux	7-17	
6.2 Les processus de ruissellement et d'écoulement des eaux pluviales	6-3	7.4 Analyses pour le réseau mineur	7-19	
6.3 Précipitation	6-5	7.4.1 Écoulement en surface libre et en charge	7-19	
6.3.1 Types d'événements pluvieux	6-5	7.4.2 Capacité hydraulique	7-19	
6.3.1.1 <i>Précipitation par convection</i>	6-5	7.4.3 Condition aval à l'exutoire	7-20	
6.3.1.2 <i>Précipitation orographique</i>	6-5	7.4.4 Évaluation des pertes de charge	7-21	
6.3.1.3 <i>Précipitation cyclonique</i>	6-5	7.4.4.1 <i>Pertes par friction</i>	7-21	

	7.4.4.2 Pertes locales	7-21		8.5.2 Modèles pour la qualité	8-28
CHAPITRE 7	7.4.5 Établissement de la ligne piézométrique	7-24		8.5.2.1 Logiciels	8-28
(SUITE)	7.5 Hydraulique de ponceaux	7-24	CHAPITRE 8	8.5.2.2 Hydrologie pour les petites pluies	
	7.5.1 Concepts généraux	7-24	(suite)	et pluie de projet pour le contrôle	
	7.5.2 Contrôle à l'entrée	7-25		de la qualité	8-28
	7.5.3 Contrôle à la sortie	7-26		8.5.3 Approches simplifiées	8-29
7.6 Mécanismes de contrôle		7-27	8.6 Stratégies de contrôle		8-30
7.6.1 Orifices		7-28	8.7 Suivi et mesures		8-33
7.6.2 Déversoirs		7-28	RÉFÉRENCES		8-34
7.6.3 Plaque orifice		7-29			
7.6.4 Conduite restrictive		7-30	CHAPITRE 9	CONTRÔLE DE L'ÉROSION DES COURS D'EAU	9-1
7.6.5 Restricteurs de débits		7-30	9.1 Introduction		9-1
7.7 Calculs de laminage		7-30	9.2 Concepts généraux		9-2
7.7.1 Types de laminage		7-31	9.2.1 Impacts du développement urbain sur les		
7.7.2 Laminage en conduite		7-31	cours d'eau et principes généraux de contrôle		9-2
7.7.3 Laminage dans un réservoir		7-32	9.2.2 Géomorphologie des cours d'eau		9-3
7.8 Critères et procédure pour la conception		7-33	9.2.3 Classification des cours d'eau		9-6
hydraulique des réseaux de drainage		7-33	9.3 Évaluation de l'état des cours d'eau		
7.8.1 Critères généraux		7-33	et techniques de réhabilitation		9-7
7.8.1.1 Période de retour pour la		7-33	9.4 Principes d'une stratégie de contrôle		9-10
conception des réseaux		7-33	9.5 Approches simplifiées		9-11
7.8.1.2 Largeur du filet d'eau et		7-33	9.6 Approche détaillée (MEO, 2003)		9-17
hauteur d'eau sur le pavage		7-33	RÉFÉRENCES		9-19
7.8.1.3 Hauteur maximale de		7-34			
la ligne piézométrique		7-34	CHAPITRE 10	MODÉLISATION	10-1
7.8.1.4 Configuration des réseaux		7-34	10.1 Introduction		10-1
7.8.1.5 Vitesses dans les conduites		7-35	10.1.1 Concepts généraux et terminologie		10-1
7.8.2 Procédure de conception		7-35	10.1.2 Types d'utilisation et d'application des modèles		10-3
7.8.2.1 Plan de base		7-35	10.2 Logiciels pour l'analyse de réseaux		
7.8.2.2 Plan conceptuel		7-36	et la gestion des eaux pluviales		10-5
7.8.2.3 Conception		7-36	10.2.1 Généralités – classification de logiciels		10-5
RÉFÉRENCES		7-40	10.2.2 Description des logiciels		10-6
			10.2.3 Sélection du logiciel		10-7
CHAPITRE 8	QUALITÉ DES EAUX PLUVIALES :		10.3 Développement d'un modèle		10-9
	ÉVALUATION, CONTRÔLE ET SUIVI	8-1	10.3.1 Données de base		10-9
8.1 Introduction		8-1	10.3.2 Élaboration du modèle		10-9
8.2 Processus de génération de la pollution		8-3	10.3.3 Analyse de sensibilité		10-10
8.2.1 Dépôt, accumulation et lessivage		8-4	10.3.4 Mesures de débit		10-10
8.2.2 Effet de premier flot (first flush)		8-4	10.3.5 Échantillonnage et mesures pour polluants		10-12
8.3 Caractérisation des polluants		8-6	10.3.6 Calage et vérification		10-13
8.3.1 Généralités		8-6	10.4 Utilisation des modèles		10-15
8.3.2 Description et caractérisation des paramètres		8-9	RÉFÉRENCES		10-16
8.3.2.1 Solides grossiers		8-9			
(incluant les débris et déchets)		8-9	CHAPITRE 11	LES PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES	
8.3.2.2 Sédiments et matières en suspension		8-10	DES EAUX PLUVIALES		11-1
8.3.2.3 Phosphore		8-14	11.1 Introduction		11-1
8.3.2.4 Azote total		8-15	11.1.1 Généralités		11-1
8.3.2.5 Paramètres de demandes en oxygène		8-15	11.1.2 Filière pour les mécanismes de contrôle		11-4
8.3.2.6 Huiles et graisses		8-17	11.2 Aspects généraux pour la conception		11-5
8.3.2.7 pH		8-18	11.2.1 Importance du prétraitement		11-5
8.3.2.8 Turbidité		8-19	11.2.2 Importance de l'entretien		11-6
8.3.2.9 Métaux lourds		8-19	11.2.3 Importance de l'entrée et de la sortie		11-6
8.3.2.10 Coliformes et streptocoques		8-19	11.2.4 Adaptation pour le climat froid		11-8
8.3.2.11 Sels de déglacage		8-19	11.2.5 Aspects de sécurité		11-9
8.3.3 Caractérisation de la pollution		8-19	11.3 Critères de conception et présentation générale		
par type d'occupation du sol		8-19	des pratiques		11-12
8.3.4 Valeurs recommandées de concentrations		8-23	11.3.1 Critères de conception		11-12
et évaluation des charges annuelles		8-23	11.3.2 Présentation générale des pratiques		11-14
8.4 Hydrologie pour le contrôle de la qualité		8-23	11.4 Contrôle à la source (non-structural)		11-15
8.4.1 Importance des petites précipitations		8-23			
8.4.2 Analyses pluviométriques spécifiques		8-25	11.5 Pratiques optimales au niveau du terrain		
8.5 Modélisation et évaluation		8-27	(contrôle à la source)		11-18
des paramètres		8-27	11.5.1 Nivellement contrôlé des terrains /		
8.5.1 Considération générales		8-27	Réduction de la pente du terrain		11-19

	11.5.2	Stockage sur le toit, en surface ou souterrain	11-19		12.6	Opération et entretien des équipements pour le contrôle des sédiments et des huiles/grasses	12-9
	11.5.3	Puits ou tranchée d'infiltration sur le terrain	11-24		12.7	Enlèvement des sédiments	12-10
CHAPITRE 11	11.5.4	Débranchement des gouttières	11-26		12.8	Entretien – Conditions hivernales	12-10
(suite)	11.5.5	Pompe de drain de fondation	11-26		12.9	Monitoring et suivi	12-11
	11.5.6	Puisard perméable	11-27		RÉFÉRENCES		12-12
	11.5.7	Réutilisation de l'eau de pluie	11-28	CHAPITRE 13	COÛTS DE CONSTRUCTION ET D'OPÉRATION		13-1
	11.5.8	Bande de végétation filtrante	11-29		13.1	Informations générales	13-1
	11.5.9	Aménagement absorbant et modification du sol	11-34		13.2	Coûts de mise en œuvre des composantes	13-1
	11.5.10	Biorétention / Jardin de pluie	11-36		13.2.1	Coûts de construction	13-1
	11.5.11	Toits verts	11-45		13.2.2	Acquisition de terrain	13-3
	11.5.12	Blocs ou revêtements perméables	11-48		13.2.3	Frais contingents et d'ingénierie	13-4
	11.5.13	Séparateurs d'huile et de sédiments	11-53		13.3	Coûts d'opération et de suivi	13-4
	11.6	Pratiques de gestion optimales pour le transport des eaux pluviales	11-55		13.4	Calcul du coût global	13-5
	11.6.1	Fossé et noue engazonnée (sec)	11-56		RÉFÉRENCES		13-7
	11.6.2	Noue avec retenue permanente	11-60		Annexes 13-1		13-8
	11.6.3	Noue avec biorétention	11-61	CHAPITRE 14	GRILLE D'ANALYSE D'AIDE À LA DÉCISION		14-1
	11.6.4	Tranchée d'infiltration	11-62		14.1	Introduction	14-1
	11.6.5	Système de conduite perforée	11-64		14.2	Catégories de PGO	14-1
	11.6.6	Système de stockage en surface des rues et en conduites	11-67		14.2.1	PGO à la source ou en réseau	14-2
	11.7	Pratiques de gestion optimales en fin de réseau	11-69		14.2.2	Contrôles en fin de réseau	14-2
	11.7.1	Ouvrages à l'entrée et à la sortie	11-69		14.3	Processus général pour la sélection	14-3
	11.7.2	Plantations	11-72		14.3.1	Évaluation du site et caractérisation des ressources	14-3
	11.7.3	Bassin de rétention sans retenue permanente (sec)	11-72		14.3.2	Identification des critères pour le milieu récepteur	14-3
	11.7.4	Bassins de rétention avec retenue permanente	11-77		14.3.3	Sélection initiale	14-4
	11.7.5	Bassin d'infiltration	11-83		14.3.4	Contraintes physiques	14-6
	11.7.6	Marais artificiels	11-84		14.3.5	Prise en compte des performances attendues	14-6
	11.7.7	Filtre à sable	11-86		14.3.6	Sélection finale	14-8
	RÉFÉRENCES		11-89		RÉFÉRENCES		14-9
CHAPITRE 12	CONSIDÉRATIONS D'OPÉRATION, D'ENTRETIEN ET DE SUIVI		12-1	ANNEXE A	PLANTATIONS		A-1
	12.1	Introduction – Importance de l'entretien	12-1		A.1	Généralités	A-1
	12.2	Entretien et opération conventionnels	12-1		A.2	Tolérance aux sels de déglacage	A-2
	12.2.1	Entretien préventif	12-1		A.3	Classification selon différentes zones	A-2
	12.2.2	Entretien correctif	12-2		A.4	Principes généraux de mise en oeuvre	A-4
	12.2.3	Responsabilité de l'entretien	12-2		A.5	Description par types de PGO	A-6
	12.3	Activités générales d'entretien	12-3		A.5.1	Bassins de rétention et marais	A-6
	12.3.1	Inspections	12-3		A.5.2	Infiltration et filtre à sable	A-7
	12.3.2	Coupe de gazon / végétation	12-5		A.5.3	Biorétention	A-7
	12.3.3	Contrôle des mauvaises herbes	12-6		A.5.4	Fossé / Noue / Bande filtrante	A-8
	12.3.4	Plantation	12-6		RÉFÉRENCES		A-9
	12.3.5	Enlèvement des débris	12-6	ANNEXE B	CARACTÉRISATION DES SITES POUR INFILTRATION		B-1
CHAPITRE 12	12.4	Opération et entretien des ouvrages de rétention	12-6		RÉFÉRENCES		B-6
(suite)	12.4.1	Bassin avec retenue permanente	12-6	ANNEXE C	EXEMPLES D'APPLICATIONS		C-1
	12.4.2	Marais	12-8		C.1	Contrôle à la source	C-1
	12.4.3	Bassin sec	12-8		C.2	Contrôle en réseau	C-3
	12.5	Opération et entretien des ouvrages avec infiltration	12-8		C.3	Bassins de rétention	C-5
	12.5.1	Bassin d'infiltration	12-8		RÉFÉRENCES		C-7
	12.5.2	Tranchée d'infiltration	12-9				
	12.5.3	Bande de végétation filtrante	12-9				
	12.5.4	Puits d'infiltration	12-9				
	12.5.5	Conduites perforées	12-9				
	12.5.6	Fossé engazonné	12-9				

INTRODUCTION

CHAPITRE 1

1.1 OBJECTIFS DU GUIDE

Le Guide québécois de la gestion des eaux pluviales a pour objectif principal de présenter différentes approches et techniques permettant de minimiser les impacts hydrologiques pouvant être associés au développement urbain. Le document se veut essentiellement un outil pratique pour guider les concepteurs de systèmes de drainage ainsi que les autres intervenants impliqués dans le développement urbain (urbanistes, architectes paysagistes, spécialistes en environnement, développeurs et décideurs municipaux) dans l'identification, l'utilisation et la mise en œuvre des meilleures pratiques pour la protection des ressources hydriques pouvant être affectées par les eaux de ruissellement urbain. Les approches à préconiser étant souvent spécifiques à chaque site, ces pratiques de gestion optimales (PGO) et leur cadre d'application doivent être en principe adaptés à chaque situation et c'est pourquoi le Guide préconise une approche flexible et non pas l'application rigide de règles qui pourraient être dans certains cas mal adaptées.

Les concepts et approches qui sont ici décrits sont par ailleurs discutés dans un cadre global de gestion des eaux pluviales qui intègre non seulement les aspects quantitatifs mais aussi le contrôle de la qualité des eaux rejetées vers les milieux récepteurs et l'érosion des cours d'eau. Quoique certains de ces différents contrôles aient été peu utilisés jusqu'à maintenant au Québec, la revue de plusieurs documents et manuels publiés en Amérique du Nord et ailleurs dans le monde qui a été effectuée pour la rédaction du présent Guide fait clairement ressortir qu'une gestion appropriée de ces différents éléments est nécessaire pour minimiser les impacts aux milieux récepteurs. Un des ob-

jectifs secondaires du Guide sera donc de disséminer l'information, promouvoir l'innovation et favoriser l'application de bonnes pratiques pour une gestion appropriée des impacts hydrologiques liés au ruissellement urbain.

1.2 CADRE ET CHAMPS D'APPLICATION

Le Guide a été rédigé en tenant compte des documents déjà produits par différents ministères québécois et en tentant de ne pas dédoubler l'information qui pourrait être déjà disponible ailleurs. Le document qui est le plus directement lié au présent Guide est la Directive 004 (MENVIQ 1989), qui régit de façon plus générale la conception des réseaux d'égout au Québec. Les deux documents sont complémentaires sous plusieurs aspects mais on notera que le Guide donne évidemment des descriptions et principes d'analyse pour la gestion des eaux pluviales qui sont beaucoup plus détaillés que la Directive 004. De façon générale, on privilégiera l'utilisation des principes et éléments d'analyse présentés dans le Guide si un point est traité dans les deux documents.

Un autre concept qui englobe en principe la gestion des eaux pluviales est la gestion par bassin versant, qui s'est beaucoup développée ces dernières années au Québec suite à la mise en application de la Politique nationale de l'eau en 2002. Plusieurs documents ont ainsi été produits afin d'appuyer les démarches pour la préparation des plans de gestion à l'échelle du bassin versant et certains éléments discutés au présent Guide devront évidemment s'intégrer dans la vision plus globale que sous-tend cette gestion par bassin versant.

Quoique plusieurs des techniques présentées ici puissent évidemment être appliquées sous certaines conditions

dans un milieu rural, le Guide touche par ailleurs essentiellement les eaux pluviales en milieu urbain. De plus, les principes ou techniques pour le contrôle de l'érosion ou de la sédimentation lors de la construction ne sont pas abordés au présent document, sauf très succinctement en ce qui concerne la mise en œuvre des pratiques de gestion optimales proprement dite. Le contrôle des sédiments lors des étapes de construction et lors du développement d'un secteur est particulièrement important pour des pratiques de gestion fonctionnant par infiltration puisque les sédiments peuvent venir directement affecter le comportement des ouvrages et compromettre leur fonctionnement adéquat.

Le Guide doit finalement être vu comme un document qui devra nécessairement évoluer au fil des ans puisque les critères de conception pour plusieurs pratiques de gestion continuent de se raffiner au fur et à mesure que des ouvrages sont construits et que des évaluations de performance deviennent disponibles. Puisque le Guide regroupe des éléments qui sont vraiment bien connus et intégrés depuis de nombreuses années à la pratique et d'autres qui peuvent être jugés plus innovateurs, le document ne doit pas être vu comme une norme rigide mais bien comme un manuel décrivant des concepts et fournissant des outils d'analyse et d'aide à la décision pour la planification, la conception et la mise en œuvre des meilleures pratiques.

1.3 LA GESTION DES EAUX PLUVIALES : HISTORIQUE ET MISE EN CONTEXTE

Une planification adéquate du développement urbain, particulièrement dans un contexte où on désire privilégier un développement durable et assurer la préservation des ressources hydriques, implique nécessairement qu'une gestion des eaux pluviales soit prise en compte lors de la planification, de la conception, de la mise en œuvre et de l'opération des infrastructures de drainage. L'urbanisation du territoire et l'imperméabilisation du sol qui l'accompagne généralement produisant une augmentation du ruissellement et de la quantité de polluants rejetés vers les milieux récepteurs, l'application de différentes techniques pour la gestion des eaux pluviales se révèle nécessaire pour concevoir des systèmes de drainage efficaces qui permettront également de minimiser les impacts potentiels associés à une modification du régime hydrologique qui accompagne l'urbanisation.

L'état de la pratique pour la gestion des eaux pluviales a évolué rapidement au cours des vingt dernières années,

après s'être tout d'abord concentrée depuis les années 1960 sur des préoccupations axées essentiellement sur le contrôle quantitatif des eaux de ruissellement. Au début des années 1980, une campagne de mesures de grande ampleur aux États-Unis (EPA, 1983) mit toutefois en évidence les quantités importantes de polluants qui pouvaient être associées au ruissellement. Les contrôles ont alors été élargis pour inclure les aspects qualitatifs. Subséquemment, le contrôle de l'érosion dans les cours d'eau devint également un paramètre spécifique à considérer pour une gestion adéquate des eaux pluviales et on réalise maintenant que les différents critères de contrôle doivent être définis avec une vision plus globale et intégrée, en tentant de reproduire le mieux possible, par l'utilisation de différentes techniques, les conditions hydrologiques qui prévalent avant l'urbanisation.

Les critères de contrôle qui sont aujourd'hui à privilégier pour une gestion adéquate des eaux pluviales peuvent être regroupés en **quatre principales catégories** : (1) le contrôle quantitatif, (2) le contrôle qualitatif, (3) le contrôle pour minimiser l'érosion des cours d'eau et (4) le contrôle de la recharge de la nappe phréatique pour protéger les eaux souterraines et le maintien des débits de base. Le présent guide propose des critères spécifiques pour chacun de ces aspects et la prise en compte de ces différents critères pourra impliquer, par rapport à une approche qu'on pourrait qualifier de plus traditionnelle, une modification des façons de concevoir les réseaux de drainage et leur intégration à la trame urbaine. Deux éléments fondamentaux méritent à cet égard d'être soulignés :

1. Les contrôles quantitatifs visent essentiellement à minimiser les impacts pour les événements relativement rares et influencent le dimensionnement des infrastructures pour les réseaux mineur et majeur. D'un autre côté, les aspects qualitatifs, le contrôle de l'érosion et la recharge pour les eaux souterraines s'inscrivent plutôt dans une perspective de continuité et de répétitivité des impacts à contrôler plutôt que de protection contre l'intensité de l'événement perturbateur. Ils impliquent donc nécessairement qu'on prenne en compte les débits et volumes générés par des événements pluvieux beaucoup plus fréquents, qui sont ceux ayant un impact plus significatif sur ces différents aspects. Ainsi, on ne doit plus seulement considérer pour la conception des réseaux les événements pluvieux plus rares et importants mais également les

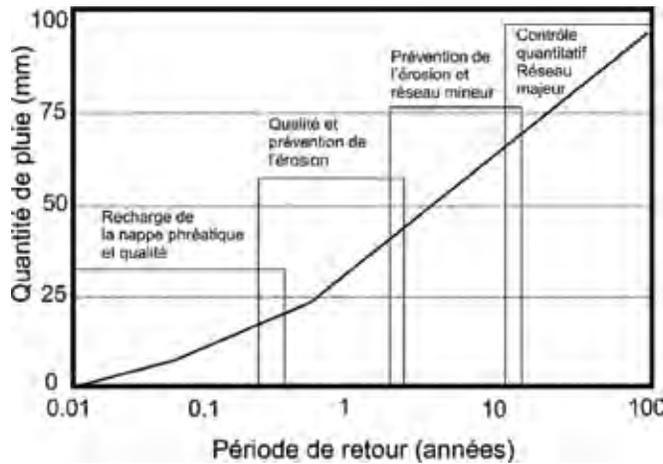


Figure 1.1 Gamme de contrôles à prévoir pour la gestion des eaux pluviales.

événements plus fréquents puisque ce sont eux qui génèrent la part la plus importante de pollution, causent l'érosion dans les cours d'eau et influencent de façon plus marquée les débits d'étiage et la recharge de la nappe phréatique. La figure 1.1 illustre cet aspect, en mettant en évidence le fait que les critères ne touchent pas seulement une catégorie spécifique de précipitations mais **qu'ils doivent plutôt couvrir la gamme complète et s'intéresser particulièrement aux pluies fréquentes**, ce qui n'était pas historiquement une préoccupation des concepteurs.

- Par ailleurs, contrairement à une approche plus traditionnelle où on ne s'intéresse typiquement qu'aux débits de ruissellement, il est maintenant reconnu que plusieurs aspects ne peuvent être adéquatement gérés qu'en tentant d'approcher le plus possible un régime hydrologique naturel, en **minimisant les volumes de ruissellement**. Cela implique donc que, dans la mesure du possible, on tente de maximiser l'infiltration des eaux de ruissellement et le recours à des techniques utilisant l'infiltration comme mécanismes de contrôle. Évidemment, l'infiltration des eaux ruisselées devra se faire sous certaines conditions et en gardant à l'esprit que cette approche pourra entraîner des impacts sur les eaux souterraines qui devront être évalués adéquatement. Mais, de façon générale, l'infiltration des eaux de ruissellement, idéalement le plus près possible de la source, devrait être considérée dans l'élaboration des plans de gestion des eaux pluviales, ce qui constitue un changement majeur par rapport à une approche plus traditionnelle, qui privilégie l'évacuation rapide et efficace des eaux de ruissellement.

Un plan de gestion des eaux pluviales devrait également se concevoir de façon intégrée, en prenant compte s'il y a lieu des analyses qui auront pu être complétées au niveau du bassin versant mais aussi en utilisant une approche de filière de techniques préconisant une vision d'intervention intégrée d'amont en aval. Plus spécifiquement, au lieu de ne considérer que des éléments de contrôle qui sont mis en place à l'aval des réseaux (comme des bassins de rétention immédiatement en amont des milieux récepteurs), on devrait privilégier un contrôle plus près de la source et utiliser également d'autres techniques de gestion qui peuvent être mises en place en réseau. Ce concept, montré à la figure 1.2, sert de trame de fond dans le présent guide pour la présentation et la discussion des différentes techniques. Le schéma donné à cette figure et la hiérarchisation des techniques qu'elle illustre devraient inciter le concepteur à appliquer différentes techniques à plusieurs niveaux dans le système de drainage, de la source jusqu'au milieu récepteur. L'intégration de ces différentes techniques dans la trame urbaine permettra l'atteinte des différents objectifs.

Le schéma de la figure 1.2 fait également ressortir, en amont du processus global de planification, la nécessité de réévaluer dans certains cas les principes d'aménagement du territoire puisque ceux-ci peuvent avoir une influence non négligeable sur le ruissellement généré après l'urba-

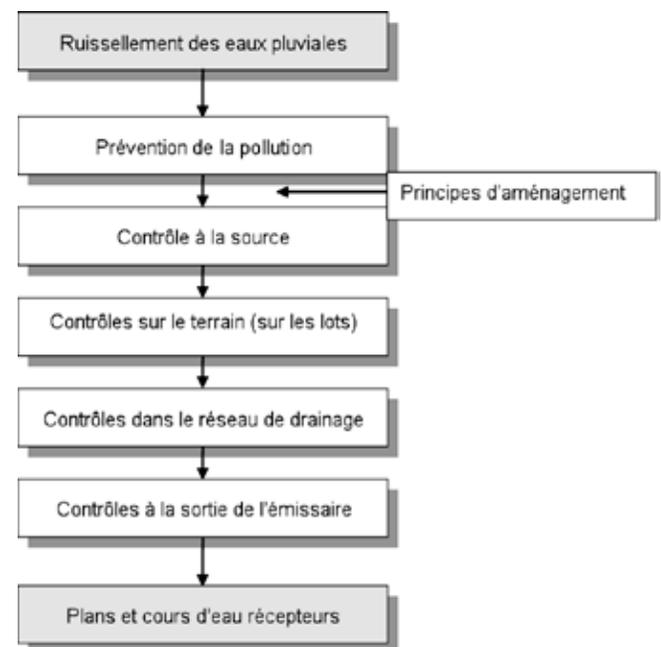


Figure 1.2 Concept de filière de techniques de contrôle pour la gestion des eaux pluviales (adapté et modifié de UDFCD, 2006; INFRA Guide, 2003).

nisation. Le pourcentage de surfaces imperméabilisées suite à l'urbanisation devenant un paramètre important à considérer pour une gestion des eaux pluviales, on pourra donc revoir au besoin les pratiques pour la planification de l'aménagement du territoire, ce qui n'est pas usuellement considéré du point de vue des eaux pluviales. Des opportunités intéressantes peuvent apparaître lorsque cette réévaluation est faite, avec souvent comme bénéfice des coûts très peu élevés par rapport à d'autres techniques de gestion qui seraient appliquées plus en aval d'un territoire non planifié en fonction d'une meilleure gestion intégrée des eaux pluviales.

1.4 PRINCIPES DIRECTEURS

Plusieurs principes généraux peuvent être suivis pour encadrer l'application générale des différentes techniques présentées au Guide. La prise en compte de ces principes favorisera une gestion intégrée des eaux pluviales et la mise en œuvre de l'approche qui est privilégiée par le Guide, avec une filière de mesures mise en place de la source jusqu'au milieu récepteur. Ces principes sont les suivants :

- Développer une logique d'intervention par bassin versant, en adoptant une vision globale et intégrée de la gestion des eaux pluviales.
- Prévenir la pollution et l'entrée des polluants dans le réseau de drainage est toujours la première approche à privilégier.
- À moins qu'il n'y ait de contre-indication (par exemple avec une source potentielle de matières toxiques, des prises d'eau à protéger ou des conditions particulières de nappe souterraine), viser à infiltrer autant d'eaux de ruissellement qu'il est possible.
- Tenir compte des conditions hivernales dans l'application des différentes pratiques.
- Un couvert végétal est toujours mieux qu'un sol dénudé et le couvert végétal naturel est toujours mieux qu'un couvert végétal aménagé (les taux d'infiltration variant de façon importante selon les différentes conditions).
- Prioriser l'utilisation de pratiques qui requièrent peu d'entretien ou de suivi pour fonctionner adéquatement.
- Une attention appropriée lors de la conception et de bonnes méthodes de construction permettront de réduire les activités d'entretien et de maintenir à plus long terme la performance des ouvrages.
- Un entretien adéquat prolongera la vie utile des ouvra-

ges et permettra d'assurer que les performances attendues se maintiennent.

- Chaque site demande une caractérisation spécifique de façon à établir les besoins pour la gestion des eaux pluviales et pour définir les meilleures pratiques de gestion dans chaque cas.
- Les conceptions doivent considérer tous les impacts, incluant les facteurs environnementaux, la sécurité, l'entretien et les coûts à supporter.
- Implanter les structures en dehors du littoral des cours d'eau.

1.5 ORGANISATION DU GUIDE

En incluant le présent chapitre d'introduction, le Guide comprend 14 chapitres et 3 annexes. Les différents chapitres peuvent être regroupés en 2 parties. La première partie comprend les chapitres 2 à 5 et s'adresse autant aux concepteurs qu'aux personnes responsables de la planification et aux décideurs. Les chapitres 2 et 3 fournissent l'information de base venant appuyer les techniques de gestion des eaux pluviales et le cadre général de planification. Le chapitre 4 discute des différents éléments du développement du territoire qui peuvent avoir un impact important sur les paramètres influençant le ruissellement, alors que le chapitre 5 décrit de façon générale les systèmes de drainage, leurs différentes composantes ainsi que les approches à privilégier pour la conception.

La deuxième partie, qui est plus technique et qui fournit des informations détaillées pour la conception des systèmes de drainage, regroupe les chapitres 6 à 14. Le chapitre 11 décrit les différentes pratiques de gestion optimales et les critères de conception qui sont recommandés. Trois annexes présentent finalement de l'information sur les plantations, les protocoles pour l'évaluation des sols en vue d'utiliser des PGO avec infiltration ainsi que des exemples d'applications typiques de différentes techniques décrites dans le Guide.

Un résumé des principaux points pour chacun des chapitres est donné aux paragraphes qui suivent.

Partie 1 – Concepts généraux et contexte pour la planification

Chapitre 1 – Introduction

Chapitre 2 – Impacts et justifications

Ce chapitre présente un aperçu général des impacts du développement urbain sur les milieux récepteurs et les ressources naturelles, incluant des discussions sur les modifications au cycle hydrologique, les aspects quantitatifs (augmentation des débits et volumes de ruissellement), la qualité de l'eau, la morphologie et l'écologie des cours d'eau et la recharge de la nappe phréatique. Les impacts appréhendés des changements climatiques sur le drainage urbain sont également abordés.

Chapitre 3 – Planification intégrée de la gestion des eaux pluviales au Québec

Ce chapitre met en contexte la gestion des eaux pluviales au Québec, présente différents principes pour la planification à différentes échelles et énonce les principes et objectifs généraux qui devraient être utilisés pour la conception des réseaux de drainage. Les critères de contrôle pour différents aspects y sont décrits et discutés.

Chapitre 4 – Développement du territoire et gestion des eaux pluviales

Un des aspects souvent négligés pour la gestion des eaux pluviales est l'importance des principes d'aménagement du territoire, qui peuvent être dans plusieurs situations modifiés afin de minimiser les impacts du développement. Cette partie décrit une approche générale basée sur l'évaluation du site à développer et de ses caractéristiques et présente des principes d'aménagement permettant de réduire les impacts en planifiant adéquatement dès le début le développement d'un site.

Chapitre 5 – Systèmes de drainage en zone urbaine

Ce chapitre donne une description générale des composantes d'un réseau de drainage et fournit des principes généraux devant guider la conception.

Partie 2 – Aspects techniques pour la conception des pratiques de gestion optimales (PGO)

Chapitre 6 – Évaluations quantitatives du ruissellement – Aspects hydrologiques

Cette section présente les concepts généraux pour l'analyse du ruissellement urbain et fournit les paramètres de base ainsi que les approches pour l'évaluation des débits et volumes de ruissellement. Les différentes méthodes de calcul y sont décrites en détails, avec des recommandations spécifiques quant à leur application.

Chapitre 7 – Aspects hydrauliques pour l'analyse et la conception des réseaux de drainage

Ce chapitre traite des aspects hydrauliques à considérer lors de la conception des différentes composantes des réseaux de drainage. Les écoulements en conduite et en canaux sont abordés, avec une discussion pour les capacités hydrauliques des différents éléments et les calculs associés aux différents mécanismes de contrôle (orifices, déversoirs, conduites).

Chapitre 8 – Qualité des eaux pluviales: évaluation, contrôle et suivi

La gestion de la qualité des eaux qui sont rejetées aux milieux récepteurs est discutée à cette section, avec l'identification et la caractérisation des principaux polluants associés au ruissellement urbain, les processus de génération de la pollution et l'évaluation des paramètres. L'emphase est mise sur l'importance du ruissellement associé aux pluies de moindre envergure, ce qui contraste avec une approche traditionnelle de la gestion des eaux pluviales où on ne considère que les événements plus rares pour la gestion de la quantité d'eau ruisselée. Des stratégies de contrôle sont présentées, avec également une discussion générale sur la modélisation.

Chapitre 9 – Contrôle de l'érosion des cours d'eau

Le contrôle spécifique pour minimiser l'érosion des cours d'eau et le maintien des habitats doit faire partie d'un plan de gestion des eaux pluviales. Les concepts généraux pour cet aspect sont présentés à cette section, en discutant des différents paramètres en jeu. Des approches pour l'évaluation des problématiques et pour établir un contrôle adéquat sont également fournies. La section traite également sommairement des principes et techniques de réhabilitation des cours d'eau qui peuvent être utilisés.

Chapitre 10 – Modélisation

Ce chapitre traite des concepts généraux et des différentes approches pour la modélisation des réseaux de drainage. Les différents logiciels disponibles pour les analyses sont discutés, avec une description des différentes étapes à considérer dans l'élaboration d'un modèle. Les aspects abordés incluent le calage et l'analyse de sensibilité, avec finalement des recommandations quant à l'utilisation des modèles.

Chapitre 11 – Les pratiques de gestion optimales des eaux pluviales

Le chapitre 11 décrit en détails les différentes pratiques de gestion optimales (PGO) qui peuvent être utilisées dans un plan de gestion des eaux pluviales. Une emphase particulière est placée sur l'importance des éléments de prétraitement, des entrées et sorties, des aspects de sécurité ainsi que sur les adaptations à prévoir pour différentes techniques afin de tenir compte du climat froid. Les PGO sont décrites en considérant un cadre général de filière de techniques pouvant s'appliquer près de la source, en réseaux ou avant le rejet au milieu récepteur.

Chapitre 12 – Considérations d'opération, d'entretien et de suivi

Dans l'application et la mise en œuvre de la plupart des PGO, les considérations d'opération, d'entretien et de suivi sont souvent négligées malgré le fait qu'elles constituent souvent la raison expliquant un mauvais fonctionnement à long terme des PGO. On distingue ici l'entretien préventif et l'entretien correctif, en mettant l'emphase sur l'importance de définir adéquatement les responsabilités en matière d'entretien et de suivi. Ce chapitre décrit les différentes activités d'entretien à prévoir en fonction des différents types de PGO.

Chapitre 13 – Coûts de construction et d'opération

Ce chapitre donne des informations permettant d'établir des coûts de construction et d'opération pour les différentes PGO. Le coût global comprend non seulement les coûts de construction mais également les coûts d'acquisition de terrain, les frais contingents ainsi que les coûts d'opération et de suivi.

Chapitre 14 – Grille d'analyse et d'aide à la décision

Finalement, cette dernière section intègre les différents éléments discutés dans le Guide et fournit une grille générale pour guider le concepteur vers le choix des PGO les mieux adaptées à sa situation. Une classification des différentes PGO et un processus général pour encadrer la sélection de la filière et des différentes techniques applicables pour l'atteinte des différents objectifs sont discutés.

Annexes

Annexe A – Plantations

Annexe B – Caractérisation des sites pour infiltration

Annexe C – Exemples d'application

RÉFÉRENCES

- EPA (1983). U.S. *Environmental Protection Agency* (EPA), *Results of the Nationwide Urban Runoff Program*, Volume I,6-11, *Rapport final*. NTIS PB84-185552, EPA, Washington, DC.
- InfraGuide (2003). *Contrôles à la source et sur le terrain des réseaux de drainage municipaux. Guide national pour des infrastructures municipales durables*, CNRC et Fédération canadienne des municipalités, Ottawa.
- MENVIQ (1989) – Maintenant MDDEP. Directive 004 – *Réseaux d'égout Ministère du développement durable, de l'environnement et des parcs, Québec*.
- UDFCD (*Urban drainage and flood control district*) (2006). *Urban Storm drainage criteria manual*. Volumes 1 à 3. Denver, CO.

IMPACTS ET JUSTIFICATIONS

CHAPITRE 2

Ce chapitre examine de façon générale les principaux impacts hydrologiques qu'on peut associer à une urbanisation du territoire. Plusieurs des aspects abordés ici sont discutés plus en détails à des chapitres ultérieurs mais on retrouvera aux sections qui suivent une vue d'ensemble des différents impacts et une discussion générale des approches qui permettent de les minimiser. La dernière section du chapitre traite par ailleurs de la question des changements climatiques et suggère une approche pour en tenir compte dans la conception des réseaux de drainage.

2.1 IMPACT GÉNÉRAL DU DÉVELOPPEMENT URBAIN SUR LE RUISSELLEMENT

L'urbanisation dans un bassin versant peut produire des changements importants au cycle naturel de l'eau.

Le remplacement des sols perméables qu'on retrouve à l'état naturel par des surfaces imperméabilisées, comme les toits ou les routes, entraîne une augmentation de la quantité de ruissellement ainsi qu'une dégradation des milieux récepteurs. Historiquement, jusqu'aux années 1960 en Amérique du Nord, l'évacuation rapide et efficace des eaux pluviales s'est avérée le principal (et souvent le seul) objectif visé par la mise en place des réseaux de drainage. Les conséquences de cette approche étaient prévisibles, conduisant à des inondations en aval, une pollution accrue des milieux récepteurs et des modifications aux cours d'eau.

La figure 2.1 montre les principales composantes du cycle hydrologique. La précipitation qui atteint le sol peut soit ruisseler directement jusqu'à un cours d'eau, s'infiltrer dans le sol ou être interceptée par la végétation. La pluie

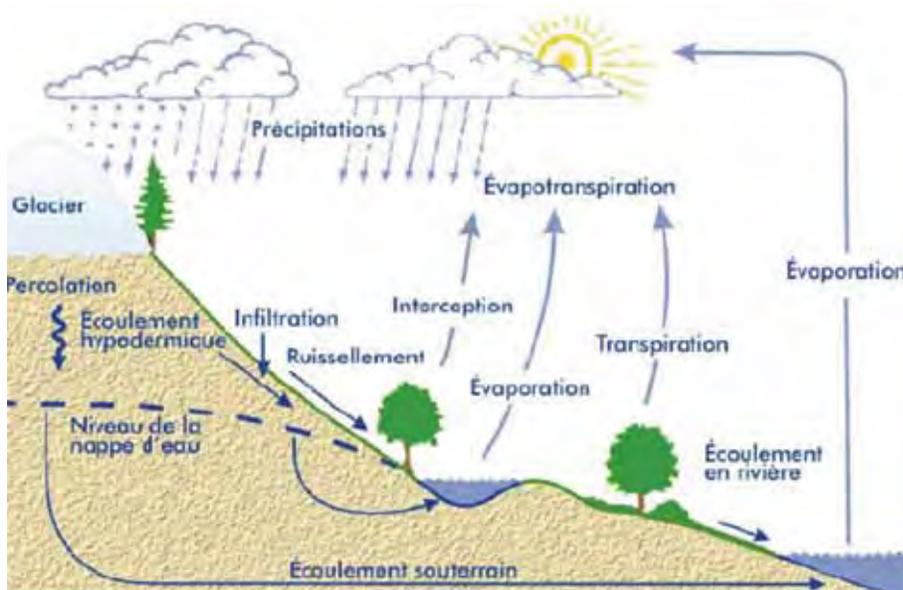


Figure 2.1 Composantes du cycle hydrologique.

retenue par interception et une partie des quantités d'eau de surface peut retourner à l'atmosphère par évaporation. Quant à l'eau infiltrée, elle peut en partie percoler pour recharger la nappe phréatique et en partie s'écouler de façon souterraine pour rejoindre les cours d'eau ou la mer. Une portion de l'eau infiltrée qui est emmagasinée près de la surface du sol est retournée à l'atmosphère par les plantes via un processus de transpiration. Les écoulements d'eaux souterraines maintiennent les débits dans les cours d'eau entre les événements pluvieux et sont conséquemment un facteur déterminant pour le maintien des habitats.

Pratiquement, donc, la précipitation s'abattant sur un territoire pourra prendre une ou l'autre des directions suivantes :

- Après une percolation à faible profondeur, l'eau pourra rejoindre un cours d'eau en s'écoulant lentement à travers le sol (écoulement hypodermique);
- Après une percolation verticale, elle ira rejoindre la nappe phréatique;
- Retour dans l'atmosphère (par évaporation des surfaces ou transpiration de la végétation);
- Écoulement sur le sol – ruissellement de surface.

Traditionnellement, la conception des réseaux de drainage urbain s'est concentrée uniquement sur la composante de ruissellement de surface. Les tendances plus récentes en matière de gestion des eaux pluviales, ayant mis en évidence l'importance de contrôler non seulement l'augmentation des débits de ruissellement mais également les volumes, nécessitent de porter une attention plus poussée

aux autres composantes, en particulier les processus d'infiltration. De façon générale, les techniques et méthodes de drainage à privilégier devraient viser à reproduire le mieux possible les conditions qui prévalaient avant le développement, ce qui implique nécessairement de tenir compte de l'ensemble des composantes dans le cycle hydrologique.

L'analyse du bilan hydrique permet d'évaluer quelle portion de la précipitation ruissellera ou s'infiltrera. Les impacts de l'urbanisation sur le cycle de l'eau, qui sont schématisés à la figure 2.2, sont essentiellement liés à l'imperméabilisation des surfaces qui entraîne une réduction marquée des capacités d'infiltration du sol. Le pourcentage de la pluie qui ruisselle augmentera donc avec le développement urbain, ce qui produira nécessairement une augmentation des débits et des volumes de ruissellement. Cette modification des paramètres de ruissellement, couplée avec l'efficacité accrue des canaux et réseaux de drainage, se traduit finalement par une augmentation de la fréquence et de l'ampleur des débits dans les cours d'eau, et ce, pour la gamme complète des débits en temps de pluie.

Les débits d'étiage, en période de temps sec, pourront quant à eux diminuer dans certains cas à cause de l'urbanisation (figure 2.3). La principale cause de cette réduction est la diminution des quantités d'eau infiltrées qui ne peuvent plus ainsi contribuer à la recharge des nappes souterraines. La mise en place de conduites peut également avoir un effet sur le niveau de la nappe phréatique dans un secteur urbanisé. La baisse des débits d'étiage pourra en retour avoir un impact sur la concentration



Figure 2.2 Impacts de l'urbanisation sur les milieux aquatiques (Chocat, 1997).

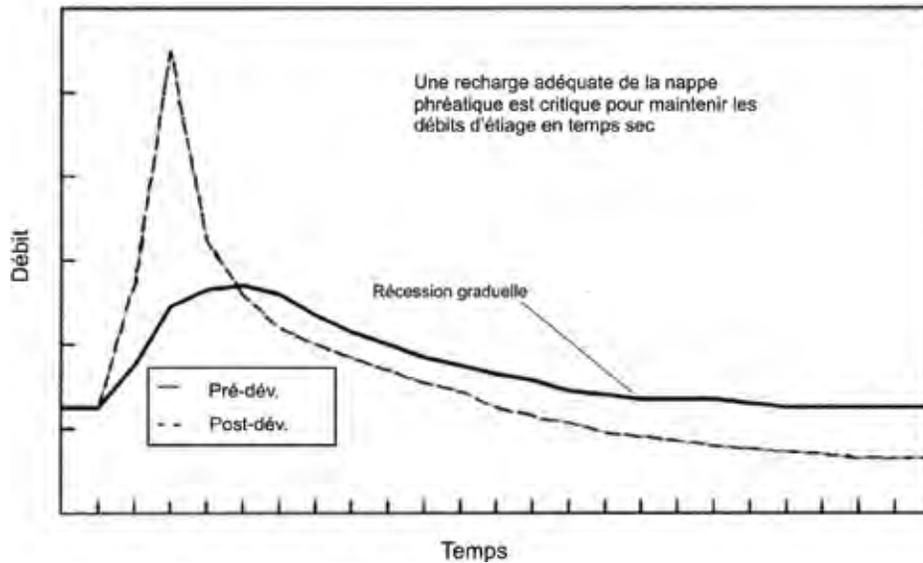


Figure 2.3 Diminution des débits d'été due à une recharge diminuée des eaux souterraines (adapté de MDE, 2000).

des polluants dans les cours d'eau considérant les capacités de dilution qui sont réduites.

Les figures 2.4, 2.5 et 2.6 fournissent d'autres représentations générales des modifications pouvant être apportées aux différentes composantes du cycle hydrologique par l'urbanisation d'un territoire. Globalement, on constate donc qu'il se produit avec l'urbanisation une altération significative de la quantité d'eau infiltrée et aussi de la partie de la précipitation qui peut s'évaporer, ce qui influence de façon marquée non seulement les débits de pointe qui sont générés **mais également les volumes de ruissellement**. Si on désire minimiser les impacts et tenter de reproduire après le développement les conditions qui prévalaient avant l'urbanisa-

tion, on devra donc, comme le recommandent les approches et tendances plus récentes en gestion des eaux pluviales, porter une attention particulière à la gestion des volumes de ruissellement (et non pas seulement aux débits de pointe).

Les approches à privilégier pour la réduction des volumes de ruissellement comprennent des techniques impliquant l'infiltration, l'évapotranspiration et la réutilisation des eaux pour différents usages. Comme ces pratiques sont plus difficilement applicables à grande échelle, on doit donc tenter d'effectuer les contrôles le plus près possible de la source. Les pratiques traditionnelles de gestion des eaux pluviales, comme les bassins de rétention, offrent très peu de possibilités quant à la réduction

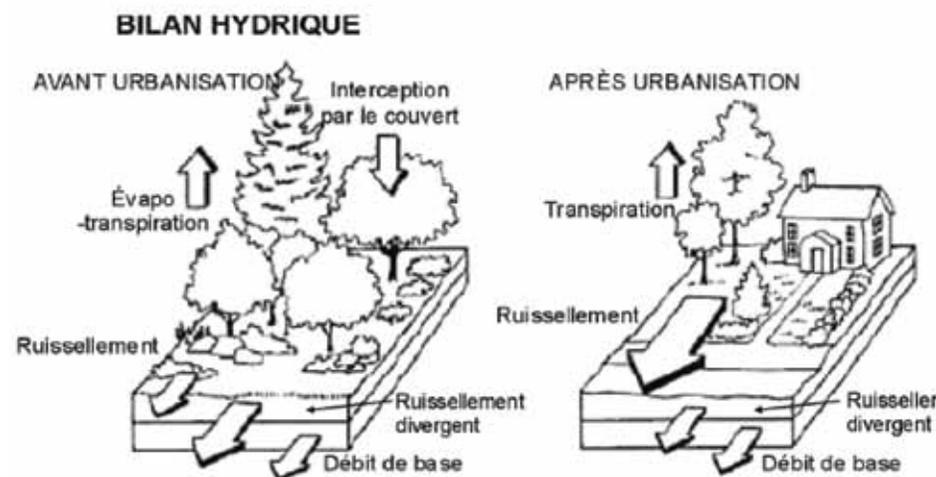


Figure 2.4 Modifications aux paramètres hydrologiques dues à l'urbanisation (adapté de Schueler, 1987).

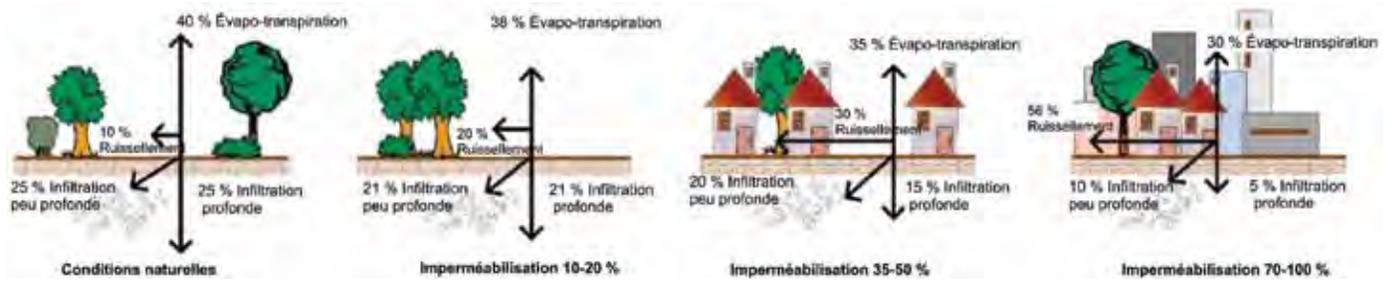


Figure 2.5 Modifications aux paramètres hydrologiques dues à l’urbanisation – Les valeurs des paramètres sont approximatives (adapté de FISRWG, 1998).

des volumes puisqu’ils ne produisent généralement qu’un simple décalage dans le temps des débits (les volumes totaux se déversant au milieu récepteur étant pratiquement inchangés par le bassin).

Cet impact sur le régime hydrologique est par ailleurs non uniforme en ce qui a trait aux périodes de retour des événements considérés. En effet, plusieurs études ont permis d’établir que les effets de l’urbanisation sur les débits sont plus importants proportionnellement pour les événements fréquents que pour les événements plus rares. À titre d’exemple, Hollis (1975) a observé pour un bassin avec un pourcentage imperméable de 30 % que les débits de récurrence 1 dans 100 ans augmentaient par un facteur 1,5 alors que ceux pour une récurrence de 1 dans 2 ans ou annuel augmentaient par des facteurs variant de 3,3 à 10,6 respectivement.

De plus, à mesure que le territoire s’urbanise, on assiste à une augmentation du ruissellement pour des épisodes de pluies fréquentes (par exemple inférieur à une fréquence de 1 dans 2 ans) et, conséquemment, à une augmentation de la fréquence d’apparition de pointes de débit dans les réseaux et cours d’eau. À titre d’exemple, lorsqu’on est en présence d’un champ ou d’une forêt, les petites pluies produiront un ruissellement faible ou même nul alors qu’après l’urbanisation, ces mêmes pluies pourront générer des débits plus appréciables. La figure 2.7 fournit une illustration de ce point, en mettant en évidence les différences importantes de ruissellement généré entre un boisé et une aire de stationnement largement imperméabilisée. La figure fait également ressortir le fait que les écarts relatifs entre les débits de ces deux états du territoire sont plus importants dans le cas de pluies moins abondantes, donc plus fréquentes. La gestion du ruissellement pour **de petits événements pluvieux** est un aspect important à considé-



Figure 2.6 Modifications aux paramètres hydrologiques dues à l’urbanisation (adapté de Stephens, 2002).

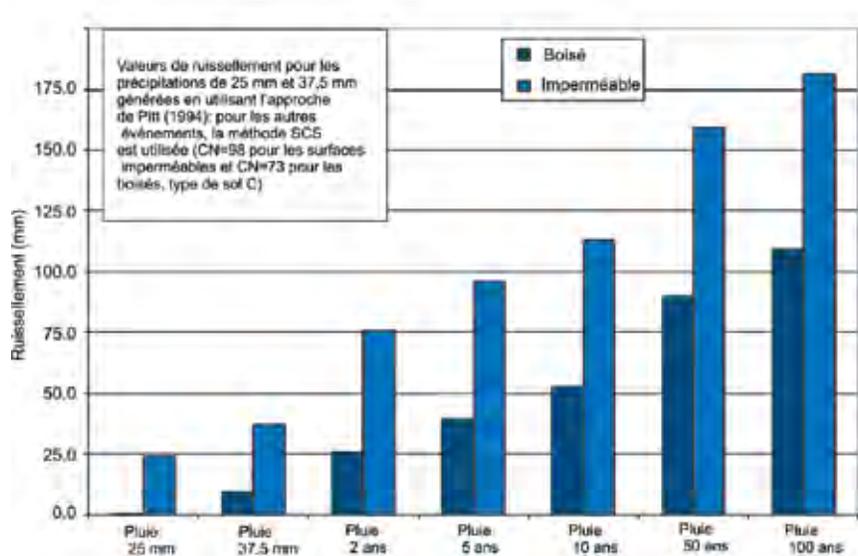


Figure 2.7 Comparaison des quantités ruisselées entre un secteur boisé et un autre complètement imperméabilisé (adapté du manuel de Pennsylvanie, 2006).
Voir chapitre 6 pour une discussion de la méthode SCS et des indices de ruissellement (CN).

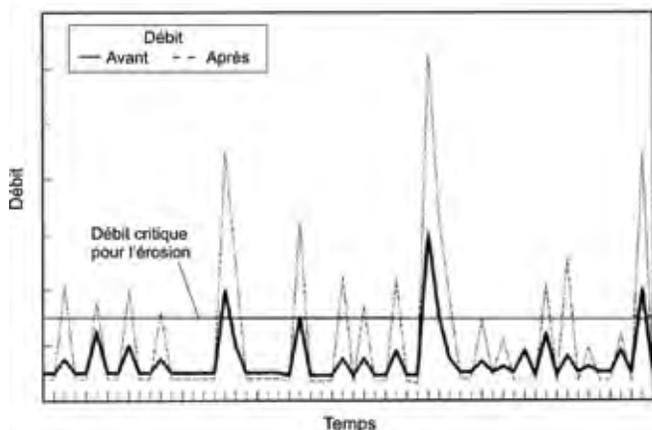


Figure 2.8 Illustration pour l'augmentation de la fréquence des débits plus grands que le seuil critique pour l'érosion en cours d'eau (adapté de MDE, 2000).

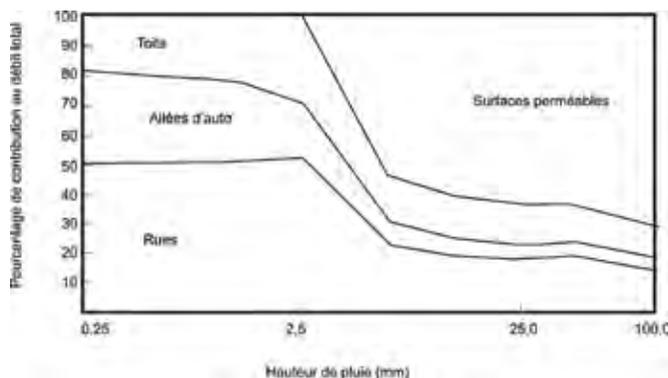


Figure 2.9 Origine des débits générés par un secteur résidentiel de densité moyenne avec des sols argileux (adapté de Pitt et Voorhees, 2000).

rer pour le contrôle de la qualité des eaux rejetées et de l'érosion en cours d'eau. La figure 2.8 illustre quant à elle le fait que l'urbanisation entraînera une augmentation de la fréquence des débits se situant au-dessus du seuil critique pouvant générer de l'érosion dans les cours d'eau.

Un autre aspect lié au point précédent est que la relation entre la précipitation et le ruissellement n'est pas linéaire, ce qui fait que les différents types de surfaces (perméables ou imperméables) auront une réponse hydrologique différente pour des pluies de différents ampleurs. Ainsi, comme le mettent en évidence les courbes de la figure 2.9 pour un secteur résidentiel du centre-nord américain, les précipitations avec une quantité d'eau inférieure à 2,5 mm ne produiront pas de ruissellement pour les surfaces perméables, seuls les surfaces pavées et les toits générant des débits; au fur et à mesure que la précipitation augmente, la contribution des surfaces perméables augmentera également mais de façon non linéaire. Cette non-linéarité est plus prononcée pour des surfaces perméables que pour des surfaces imperméables, qui typiquement ont une réponse constante ou quasi-linéaire une fois que le ruissellement aura commencé. Ces différentes abstractions initiales et réponses hydrologiques font en sorte que le ruissellement produit par chaque type de surface varie considérablement selon l'ampleur de la pluie, ce qu'illustre schématiquement la figure 2.9.

Cette distinction est importante pour l'élaboration des plans de gestion des eaux pluviales parce qu'elle identifie

les sources de ruissellement qui ont le plus grand impact sur différents objectifs de contrôle. Si l'objectif est de contrôler la qualité des rejets et les impacts de la pollution causés de façon prédominante par de petits et fréquents événements pluvieux, on voit alors que le contrôle (et la réduction) des surfaces imperméables et le ruissellement qu'elles génèrent deviendront fondamentaux. D'un autre côté, si le contrôle de l'érosion et des inondations est plus critique, tous les différents types de surfaces sont importants puisqu'ils contribuent tous au ruissellement survenant lors des événements plus rares avec de plus grandes quantités de pluie.

En d'autres mots, les figures 2.7 et 2.9 mettent en évidence les points suivants :

- Les couverts perméables et imperméables répondent différemment d'un point de vue hydrologique à la pluie. Le pourcentage relatif de ruissellement produit pour chaque type de surface par rapport au ruissellement total varie avec la quantité totale de pluie.
- Les surfaces imperméables produisent typiquement la majorité du ruissellement pour de petits événements pluvieux, alors que le pourcentage venant des surfaces perméables augmente de façon non-linéaire avec l'augmentation de la quantité de pluie.

De plus, le ruissellement pour les surfaces imperméables peut aussi varier en fonction de leur rugosité, des conditions de surface et de leur connectivité au réseau de drainage. Des surfaces imperméables directement raccordées peuvent produire un volume de ruissellement plus important vers les milieux récepteurs que

des surfaces qui ne sont pas directement raccordées (une zone perméable pouvant par exemple être insérée entre la zone imperméable et le fossé ou la conduite).

Le pourcentage imperméable est par ailleurs un bon indicateur général pour analyser les impacts sur la biodiversité, l'érosion et la qualité des cours d'eau; plusieurs études ont démontré une corrélation significative entre cette qualité et le pourcentage imperméable des bassins versants. La figure 2.10, adaptée de Schueler (2008), indique que des impacts sont visibles à partir de 10 % d'imperméabilisation et que les habitats peuvent se dégrader de façon importante entre 25 % et 60 % d'imperméabilisation, devenant non viables pour la plupart des espèces de poissons et affectant la biodiversité. On remarquera par ailleurs qu'il existe une gamme à l'intérieur de laquelle on observe une variation significative de la qualité des cours d'eau, pour un pourcentage d'imperméabilité donné.

Si l'objectif est de préserver la qualité des milieux récepteurs, on constate donc qu'il devient important de minimiser le couvert imperméable et de gérer efficacement les eaux de ruissellement au fur et à mesure que se poursuit l'urbanisation dans un bassin versant.

Globalement, les impacts de l'urbanisation touchent les aspects tant quantitatifs que qualitatifs, ce qui a évidemment un effet sur la morphologie des cours d'eau qui agissent comme milieu récepteur et la qualité des habitats dans ces milieux. Ces différents aspects sont examinés plus en profondeur aux sections suivantes. La dernière section du chapitre 2 abordera les impacts appréhendés des changements climatiques.

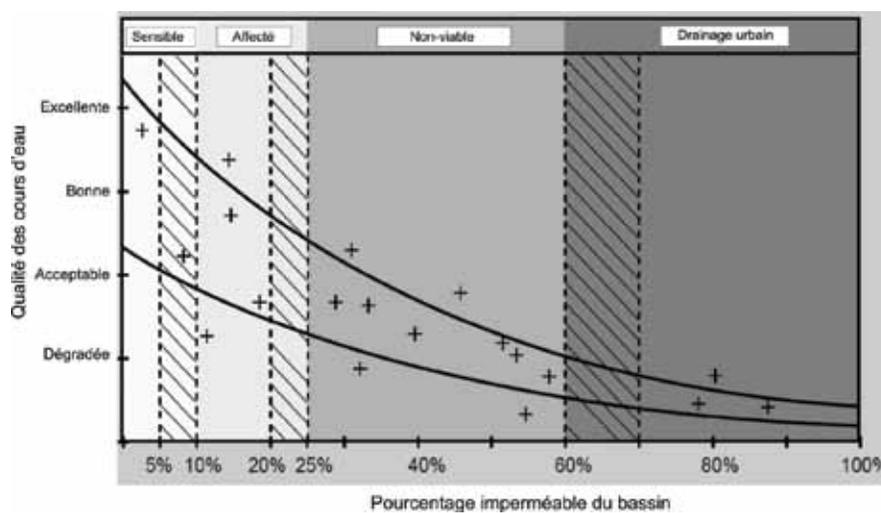


Figure 2.10 Relation entre le pourcentage de couvert imperméable et la qualité des cours d'eau (adapté de Schueler, 2008).

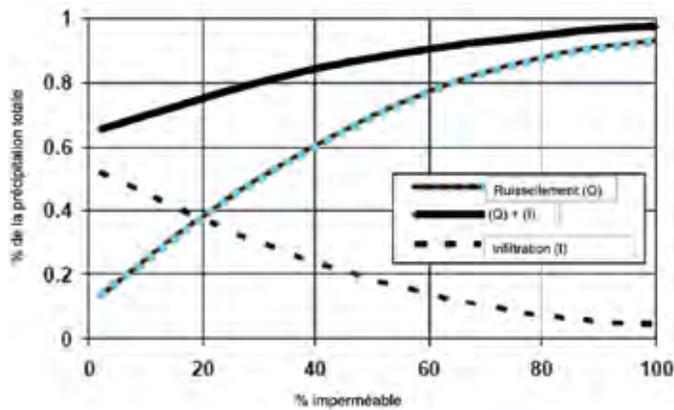


Figure 2.11 Changement dans les paramètres hydrologiques avec l'urbanisation (adapté de Marsalek, 1991 (cité dans Aquafor Beech, 2006).

2.2 IMPACTS QUANTITATIFS

Comme le montre la figure 2.11, adaptée de Marsalek (1991), le pourcentage imperméable fournit un indicateur fondamental des changements hydrologiques associés à l'urbanisation: au fur et à mesure que l'imperméabilisation d'un secteur augmente, les pourcentages de ruissellement de surface et d'infiltration se modifient et pour un terrain 100 % imperméable, le pourcentage d'infiltration est relativement faible.

La figure 2.12, basée sur les mesures obtenues aux États-Unis dans le cadre du programme NURP (*National Urban Runoff Program, EPA, 1983*), illustre cette relation qui a été établie entre le coefficient de ruissellement et le pourcentage imperméable. On constate évidemment que le pourcentage de précipitation qui est transformé

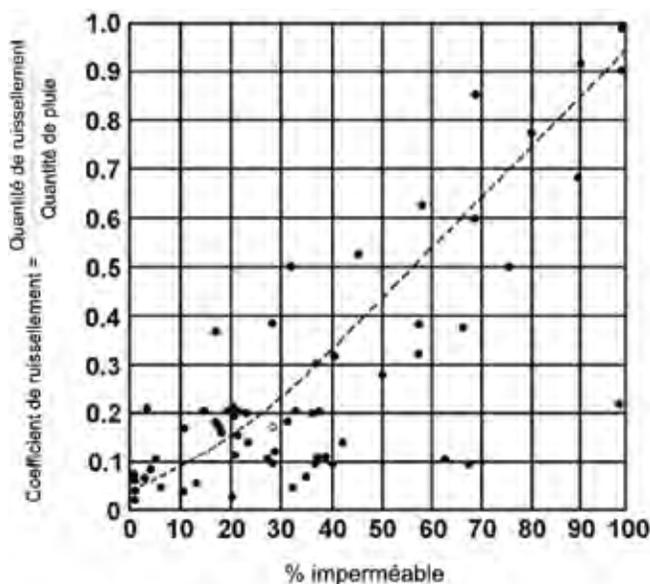


Figure 2.12 Relation entre le coefficient de ruissellement et le pourcentage imperméable (EPA, 1983).

en ruissellement augmente proportionnellement avec le pourcentage imperméable. Soulignons que les événements inclus dans ce graphique sont de façon générale des événements d'ampleur relativement petite et on constate également qu'il y a une dispersion appréciable des quantités qui ruissellent pour un même pourcentage d'imperméabilité, ce qui peut évidemment dépendre d'autres caractéristiques des bassins étudiés (comme la pente) mais également des conditions antécédentes de précipitation.

La figure 2.13 illustre par ailleurs les répercussions générales de l'urbanisation pour l'aspect quantitatif, en examinant les conséquences observables pour un cours d'eau. 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. Parmi les principales 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 des eaux de ruissellement à chaque événement pluvieux;
- la diminution du temps de concentration;
- des inondations pouvant être plus fréquentes et plus importantes;
- une baisse du débit de base des cours d'eau durant les périodes de sécheresse prolongées, en raison de la baisse de l'infiltration dans le bassin versant;
- l'augmentation de la vitesse de l'écoulement.

Généralement, on observe que les débits de récurrence plus rare sont moins affectés que les débits plus fréquents et que les impacts hydrologiques de l'urbanisation tendent à diminuer, en terme relatif, à mesure que l'intervalle de récurrence augmente. Hollis (1975) et plusieurs autres chercheurs ont indiqué qu'il n'était pas rare qu'un événement associé auparavant à une période de retour de 1 dans 10 ans devienne, avec une urbanisation accrue, un événement beaucoup plus fréquent, avec par exemple une période de retour de 1 dans 2 ans.

Une autre importante caractéristique des bassins versants imperméabilisés suite à l'urbanisation est la production de ruissellement même durant des événements pluvieux relativement petits. Comme on l'a déjà souligné, en conditions naturelles ces précipitations ne génèrent pas ou peu de ruissellement à cause de l'interception, de l'infiltration et de l'évapotranspiration, alors qu'avec

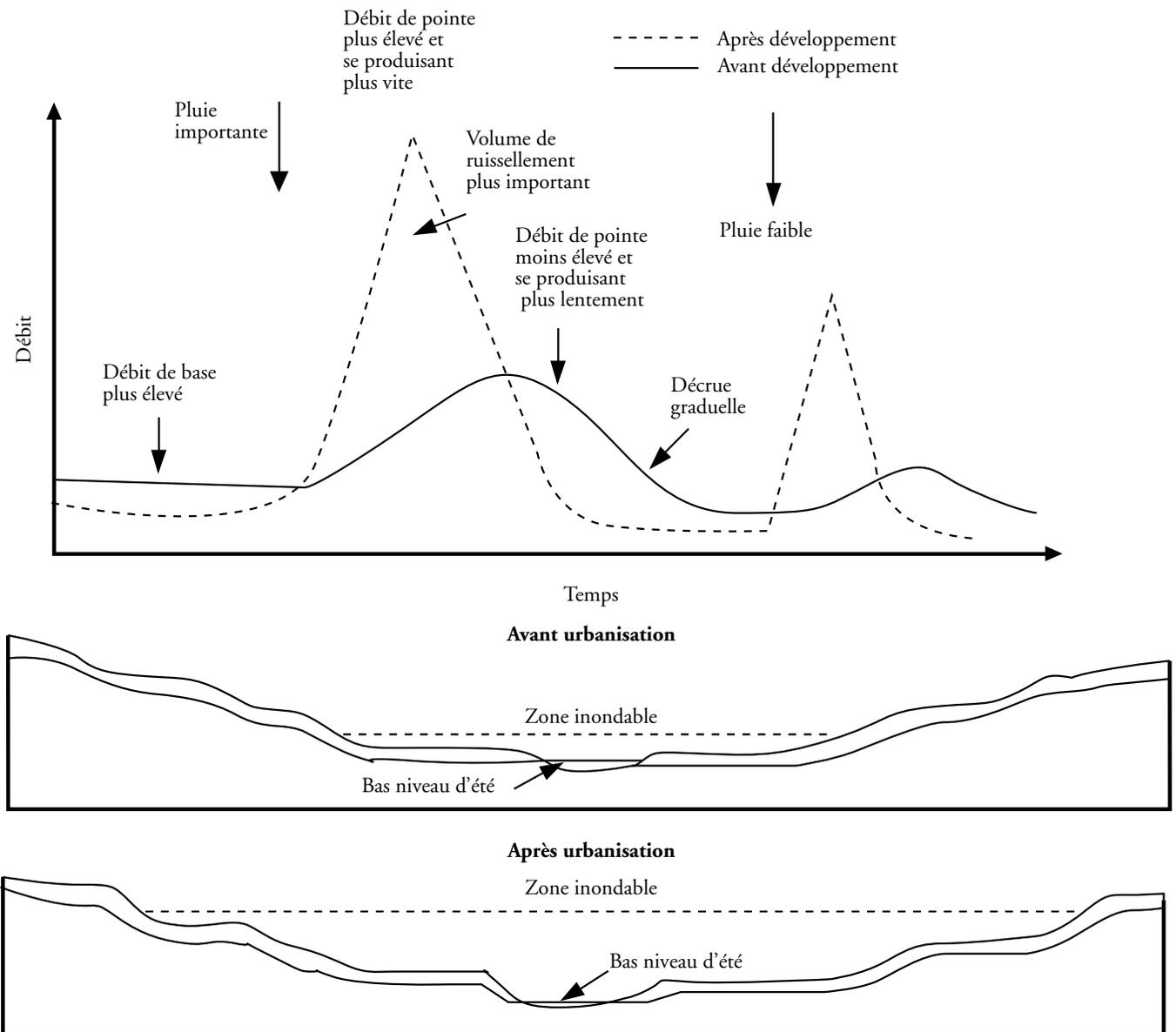


Figure 2.13 Modifications de l'hydrologie du bassin versant causées par l'urbanisation (adapté de Schueler, 1987).

l'urbanisation, on crée de nouveaux événements de ruissellement. Cette modification peut évidemment apporter des impacts non négligeables à la morphologie des cours d'eau.

Un autre élément mis en évidence par la figure 2.13 est l'augmentation non seulement du débit de pointe mais aussi du volume de ruissellement. Il est important de reconnaître qu'un bassin de rétention qui n'a pour objectif que de limiter les débits après ruissellement à ceux qui prévalaient avant le développement ne fait que retenir les volumes de ruissellement accrus et les relâcher en les décalant dans le temps. Ceci pourra donc créer des conditions dans les cours d'eau où on relâchera un débit pouvant potentiellement causer de l'érosion pendant une période relativement longue. C'est pourquoi les techniques

et approches de réduction près de la source des volumes de ruissellement deviennent importantes à considérer dans un plan de gestion des eaux pluviales.

Un des principes fondamentaux de la gestion des eaux pluviales devrait être de préserver ou de reproduire le mieux possible, par différentes techniques et pratiques, le cycle hydrologique naturel, cela non seulement pour les débits relativement rares (pour minimiser les inondations et refoulements) mais également pour les débits associés à des événements pluvieux plus fréquents. Comme on le verra à des sections ultérieures dans le Guide, **ces plus petits événements sont ceux qui doivent être contrôlés si les objectifs visés sont de gérer la qualité de l'eau rejetée ou l'érosion des cours d'eau**; conceptuellement,

ceci représente donc un changement important par rapport à l'approche traditionnelle utilisée jusqu'à récemment dans la conception des réseaux de drainage avec une préoccupation touchant seulement les débits plus rares.

En résumé, les principaux impacts hydrologiques causés par un développement urbain non contrôlé sont les suivants :

- *Augmentation des volumes de ruissellement* – L'imperméabilisation du territoire entraîne une augmentation des volumes ruisselés totaux, non seulement pour des événements pluvieux importants mais aussi pour de petites pluies, qui ne produisent pas ou peu de ruissellement en conditions naturelles.
- *Augmentation des vitesses de ruissellement* – Les surfaces imperméabilisées et les sols compactés, ainsi que l'efficacité des réseaux de conduites et de fossés, font augmenter la vitesse à laquelle se produit le ruissellement.
- *Temps d'écoulement écourté* – Avec l'augmentation des vitesses de ruissellement, le temps de réponse hydrologique est plus rapide.
- *Augmentation des débits de pointe* – Les débits dans un bassin urbain peuvent être de 2 à 5 fois plus élevés que pour un bassin non développé; les différences varient avec la période de retour considérée, l'augmentation pour des débits rares étant généralement plus faible que celle pour des débits plus fréquents.
- *Augmentation de la fréquence des débits de plein bord* – L'augmentation des volumes et débits de ruissellement fait en sorte que les débits de plein bord, ou qui s'en approchent, se produisent à une fréquence plus élevée. Cette catégorie de débit a une influence directe sur l'érosion en cours d'eau.

- *Diminution des débits d'étiage* – L'infiltration réduite causée par l'urbanisation produit des cours d'eau avec des débits d'étiage plus faibles en temps sec et diminue la quantité d'eau qui peut alimenter les nappes souterraines.

2.3 IMPACTS QUALITATIFS

Jusqu'au début des années 1980, on considérait les eaux pluviales comme une source de pollution relativement mineure. Peu de données sont disponibles pour le Québec mais 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, comme le montrent les tableaux 2.1 et 2.2, la quantité de polluants charriée annuellement par les eaux de ruissellement urbaines peut se comparer à celle des effluents d'eaux usées et des rejets industriels. Les tableaux 2.3 et 2.4 fournissent d'autres données comparatives et on pourra constater que pour certains paramètres, notamment les matières en suspension, les charges polluantes générées par le ruissellement urbain dépassent celles produites par les eaux usées après traitement.

Tableau 2.1

Comparaison de la qualité des eaux de débordement des réseaux unitaires, des eaux pluviales et des effluents des stations d'épuration (adapté de Brouillette – 2001).

Paramètres	Unités	Surverses de réseaux unitaires ¹⁻²	Eaux pluviales ²	Eaux usées traitées ³
Coliformes fécaux	(UFC/100 mL)	200 000 – 1 000 000	1 000 – 21 000	≥ 500
Matières en suspension	(mg/L)	270 – 550	67 – 101	15 – 30
DBO5	(mg/L O ₂)	60 – 220	8 – 10	15 – 30
Phosphore total	(mg/L P)	1,20 – 2,80	0,67 – 1,66	0,40 – 1,00
Cuivre	(mg/L)	0,102	0,027 – 0,033	0,032
Plomb	(mg/L)	0,140 – 0,600	0,030 – 0,144	0,046
Zinc	(mg/L)	0,348	0,135 – 0,226	0,410

¹ U.S. EPA (1983) ² Metcalf & Eddy (2003) ³ OMOE (1987)

Tableau 2.2

Qualité des eaux de débordement des réseaux unitaires, des eaux pluviales et des effluents des stations d'épuration
(adapté de Novotny et Olem, 1994).

Type de rejet	DBO5 (mg/L)	MES (mg/L)	Azote total (mg/L)	Phosphore total (mg/L)	Plomb (mg/L)	Coliformes totaux (UFC/100 mL)
Eaux pluviales ^a	10 – 250 (30)	3 – 11 000 (650)	3 – 10	0,2 – 1,7 (0,6)	0,03 – 3,1 (0,3)	10 ³ – 10 ⁸
Site de construction ^b	ND	10 000 – 40 000	ND	ND	ND	ND
Débordement de réseaux unitaires ^a	60 – 200	100 – 1 100	3 – 24	1 – 11	(0,4)	10 ⁵ – 10 ⁷
Zone avec industries légères ^c	8 – 12	45 – 375	0,2 – 1,1	ND	0,02 – 1,1	10
Ruissellement de toit ^c	3 – 8	12 – 216	0,5 – 4	ND	0,005 – 0,03	10 ²
Effluent d'égout non traité ^d	(160)	(235)	(35)	(10)	ND	10 ⁷ – 10 ⁹
Effluent de station d'épuration ^e	(13)	(13)	(ND)	(0,56)	ND	10 ¹ – 10 ⁶ (coliformes fécaux)

Note: () = moyenne; ND = non disponible; station d'épuration avec traitement secondaire (biologique)

^a Novotny et Chesters (1981) et Lager et Smith (1974)

^b Recherches non publiées – Wisconsin Water Resources Center

^c Ellis (1986)

^d Novotny *et al.*, (1989)

^e MAMROT (2008). Évaluation de performance des ouvrages municipaux d'assainissement des eaux pour l'année 2007.

Tableau 2.3

Comparaison des charges polluantes (kg/ha-an) pour des réseaux séparatifs et des réseaux unitaires pour des régions urbaines en Ontario (adapté de Novotny et Olem, 1994).

Polluant	Réseaux séparatifs			Réseaux unitaires		
	Effluent de la station d'épuration – Temps sec	Effluent de la station d'épuration – Temps de pluie	Ruissellement urbain	Effluent de la station d'épuration – Temps sec	Effluent de la station d'épuration – Temps de pluie	Surverses de réseaux combinés
Matières en suspension	194	24	553	383	66	490
Azote total	133	16	11	253	44	25
Phosphore total	8	0,9	1,1	15	2,5	4,5

Tableau 2.4

Comparaison des charges polluantes (kg/ha-an) pour une ville hypothétique américaine de 100 000 habitants (tonnes/an)
(adapté de Novotny et Olem, 1994).

Polluant	Eaux pluviales	Eaux usées brutes	Eaux usées traitées
Solides totaux	17 000	5 200	520
DCO	2 400	4 800	480
DBO5	1 200	4 400	440
Phosphore total	50	200	10
Azote total	50	800	80
Plomb	31		
Zinc	6		

Source: Pitt et Field (1977)

Les eaux de ruissellement en milieu urbain contiennent généralement un taux élevé de matières en suspension et peuvent avoir une incidence considérable sur la concentration en métaux, en sels, en éléments nutritifs, en huile et en graisse, en micro-organismes 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. 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 zones gazonnées et les retombées atmosphériques.

La figure 2.14 illustre les effets des polluants sur les ressources hydriques; pour ce qui est de l'importance relative, ce sont généralement les matières en suspension et les nutriments qui représentent la majeure partie de la quantité totale de polluants.

Le tableau 2.5 donne un aperçu des contaminants généralement présents dans les eaux de ruissellement, de leurs sources possibles et des répercussions qui leur sont associées. Globalement, les répercussions les plus importantes au niveau qualitatif incluent notamment (Marsalek, 2001; Amec *et al.*, 2001):

- *la réduction du taux d'oxygène dissous dans les cours d'eau* – le processus de décomposition de la matière organique utilise l'oxygène dissous dans l'eau, qui est essentiel pour les poissons et plusieurs types d'organismes vivant dans l'eau. Comme une certaine quantité de matière organique est lessivée lors du ruissellement, les niveaux d'oxygène dissous peuvent baisser rapidement et atteindre des niveaux où les poissons ne pourront plus subsister.
- *l'augmentation de la concentration des matières en suspension (MES)* – les particules provenant des sols érodés ou des rues et aires de stationnement sont une composante commune du ruissellement urbain. Une quantité excessive de MES peut nuire à la vie aquatique en affectant la photosynthèse, la respiration, la croissance et la reproduction. Les particules transportent également d'autres polluants qui sont attachés à leurs surfaces, incluant les nutriments, les métaux et les hydrocarbures. Une turbidité élevée due aux sédiments augmente les coûts de traitement pour l'eau potable et réduit la valeur des eaux de surface pour des usages industriels ou récréatifs.

Les sédiments peuvent également remplir les fossés et boucher partiellement les conduites de drainage, causant des inondations.

- *l'enrichissement dû aux éléments nutritifs* – L'augmentation des niveaux de nutriments constitue un problème important puisque ce type de polluants contribue de façon directe à la prolifération d'algues dans les lacs et cours d'eau. Les algues peuvent également bloquer les rayons de soleil qui ne peuvent plus atteindre la végétation aquatique et contribuer à diminuer le taux d'oxygène. Les nitrates peuvent également contaminer les eaux souterraines. Les sources de nutriments dans l'environnement urbain incluent le lessivage des fertilisants, les débris végétaux, les rejets provenant des animaux, les débordements ou pertes des réseaux d'égouts domestiques, les rejets provenant des installations septiques, les détergents ainsi que les particules qu'on retrouve dans l'atmosphère.
- *la contamination microbienne* – Le niveau de bactéries, virus et autres micro-organismes observé dans le ruissellement urbain dépasse souvent les standards minimum de santé publique pour les usages récréatifs de contact. Les microbes peuvent également contaminer différentes espèces aquatiques comestibles et augmenter le coût de traitement de l'eau potable. Les principales sources sont les débordements de réseaux d'égouts domestiques, les installations septiques déficientes, les déchets animaux et certaines espèces animales vivant dans le milieu urbain.
- *la pollution causée par les hydrocarbures, les matières toxiques ainsi que le sel et les produits déglaçants de voirie* – Les huiles, graisses et l'essence contiennent une large variété de composés d'hydrocarbures, dont certains peuvent être très néfastes pour certaines espèces de poissons. De plus, en quantités importantes, l'huile peut affecter l'approvisionnement en eau et les usages récréatifs des plans d'eau. Les sels et produits déglaçants sont évidemment très répandus au Québec et peuvent causer des chocs toxiques au printemps, lors de la fonte des neiges.
- *l'augmentation de la température de l'eau due au réchauffement des débits sur les surfaces étanches et aux installations de gestion des eaux pluviales à ciel ouvert* – Lorsque les eaux de ruissellement coulent sur des surfaces imperméables, leur température augmente avant qu'elles atteignent les cours d'eau

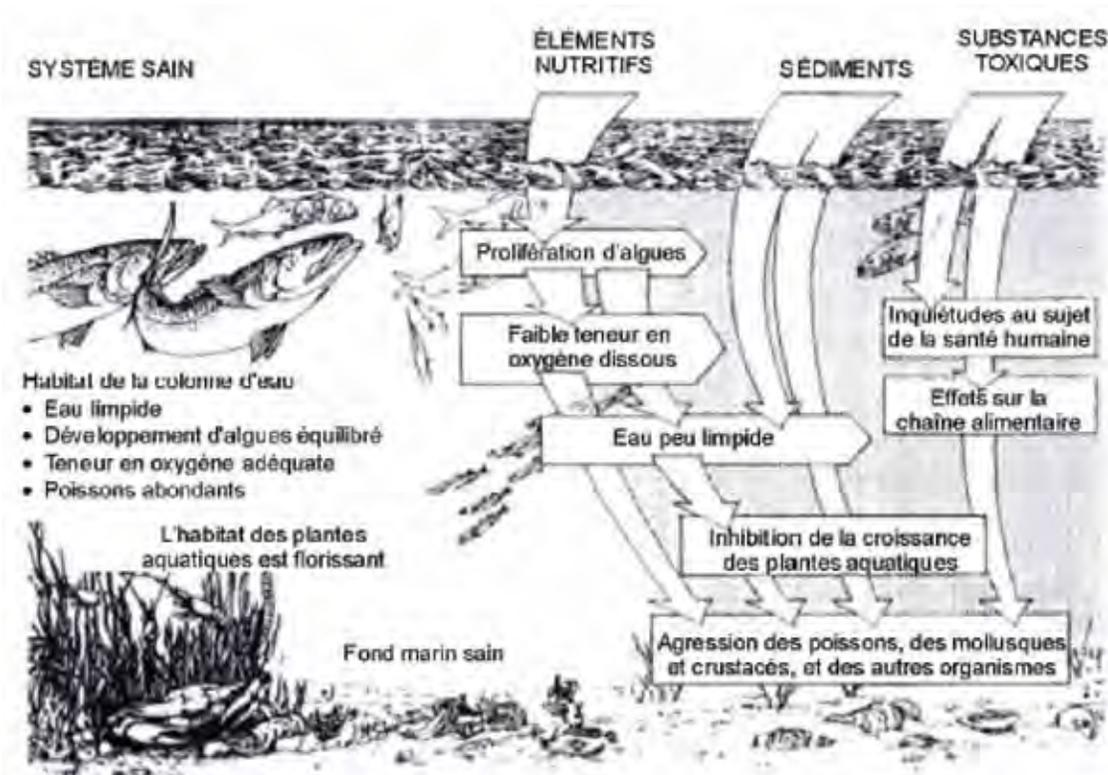


Figure 2.14 Effets généraux des polluants de source diffuse sur les habitats aquatiques (Infra Guide, 2003).

et lacs. De plus, les températures peuvent être augmentées quand elles transitent par des bassins de rétention peu profonds. Comme l'eau chaude peut contenir moins d'oxygène dissous que l'eau froide, cette « pollution thermique » réduit encore plus l'oxygène dans les cours d'eau urbains. Les changements de température peuvent affecter dramatiquement certaines espèces de poissons, qui peuvent seulement survivre dans une gamme étroite de température de l'eau.

- *apparition de déchets et de débris* – Des quantités considérables de déchets et de débris peuvent être transportées par les réseaux de drainage vers les milieux récepteurs. Le principal impact est souvent la dégradation visuelle des cours d'eau et la réduction de la valeur esthétique et récréative. Dans de plus petits cours d'eau, les débris peuvent causer des blocages qui peuvent provoquer des inondations.
- *une baisse de l'utilisation récréative des eaux à proximité des rivages.*

La dégradation de la qualité de l'eau dans les bassins soumis à l'urbanisation commence lorsque le développement est initié. L'érosion causée par les sites de construction produit de grandes quantités de sédiments qui sont

rejetés vers les cours d'eau. Au fur et à mesure que le développement se poursuit, les surfaces imperméables remplacent le couvert naturel et les polluants générés par l'activité humaine commencent à s'accumuler sur ces surfaces. Durant les précipitations, ces polluants sont par la suite lessivés et atteignent finalement les cours d'eau.

Avec le climat québécois, l'accumulation de polluants dans la neige et les sels de déglacage qui sont utilisés à large échelle en période hivernale peuvent être une source importante de pollution au printemps, lorsque la fonte des neiges vient relâcher les polluants qui sont stockés dans la neige (tableau 2.6). Dans une année typique, la quantité de sels utilisée dépasse 60 000 t pour Montréal et 38 000 t pour Québec (Marsalek, 2001). Les impacts potentiels associés à ces contaminants lors de la fonte peuvent évidemment être importants pour les cours d'eau et milieux récepteurs (tableau 2.7).

Comme le montrent les photos de la figure 2.15 et les données du tableau 2.8, le degré de pollution rattaché aux neiges usées peut être variable, selon le quartier et les méthodes utilisées pour la gestion de la neige (épandage de fondants ou non, déblaiement ou non des routes et trottoirs, enlèvement ou soufflage). De façon générale, les sites de stockage de neige peuvent contenir des quantités importantes de polluants (tableaux 2.8 et 2.9).

Tableau 2.5

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
Nutriments (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), installations 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.
Matières en suspension (M.E.S.)	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, installations 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, fuites 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 2.6

Principales sources des contaminants présents dans la neige (MDDEP, 2003).

Contaminants	Sources
Débris	Abrasifs, ordures, gazon, papiers, plastiques, sols
Matières en suspension (MES)	Abrasifs, cendres, particules provenant de la corrosion et de l'usure de véhicules et de structures
Huiles et graisses	Lubrifiants provenant des véhicules
Ions: chlorures (Cl-), sodium (Na+), calcium (Ca++)	Fondants
Métaux: plomb (Pb), manganèse (Mn), fer (Fe), chrome (Cr)	Corrosion et usure de véhicules et de structures (routes, bâtiments), gaz d'échappement

Tableau 2.7

Impacts potentiels sur l'environnement des déversements de neige dans les cours d'eau (MDDEP, 2003).

Contaminants	Impacts potentiels
Débris	Recouvrement du benthos, dommages aux frayères, nuisance à la suite de l'ingestion par les organismes
Matières en suspension (MES)	Augmentation de la turbidité, diminution de la photosynthèse, accroissement de la température de l'eau et maintien de la stratification de couches d'eau
Huiles et graisses	Effets mutagènes et cancérigènes possibles, diminution de l'échange avec l'air et de la pénétration de la lumière
Chlorures (Cl-)	Effets sur l'osmorégulation, danger pour certains poissons
Plomb (Pb)	Effets sur les reins, la fertilité et le cerveau, présence de concentrations dans la chaîne alimentaire
Manganèse (Mn) Fer (Fe)	Modification de la couleur de l'eau, possibilité d'effet sur l'éclosion des œufs de poissons, modification de la couleur de l'eau
Chrome (Cr)	Toxicité aiguë et chronique identifiée pour la vie aquatique

Tableau 2.8

Concentration de contaminants dans les neiges usées (MDDEP, 2003).

Contaminant	Neiges usées				Égout unitaire Purene ¹ 1994	Égout pluvial Leduc ¹ 1987	Norme pluviale ³
	Zinger ¹ 1985	Leduc ¹ 1987	Lapointe ¹ 1991	Paradis ² 1993			
Débris (mg/L)	5 888 (93) ⁴	nd	110 000 ⁵ (2)	nd	86 ⁶	nd	nd ⁷
MES (mg/L)	1 209 (108)	213 (479)	2 057 (609)	497 (299)	107 (680)	125 (190)	30
Huiles & Graisses (mg/L)	105 (30)	16 (86)	29 (523)	13 (33)	12 (165)	9 (188)	15
Cl- (mg/L)	3851 (98)	1442 (479)	2021 (574)	2073 (299)	nd	30 (190)	1500
Fe (mg/L)	913 (93)	5 (158)	29 (608)	nd	1 (177)	5 (190)	17
Pb (mg/L)	85 (93)	0,3 (158)	0,7 (608)	0,1 (299)	nd	0,2 (190)	0,1
Cr (mg/L)	6,7 (93)	0,04 (158)	0,1 (608)	nd	nd	0,03 (190)	5

¹Secteur mixte. ²Secteur résidentiel. ³Règlement relatif aux rejets dans les réseaux d'égout de municipalité.

⁴Les valeurs entre parenthèses indiquent le nombre d'analyses effectuées. ⁵Moyenne de deux mesures pour du gravier.

⁶Résultat d'un calcul effectué sur des résidus de grille et de sable retenus. ⁷Il n'y a pas de norme en concentration, mais une interdiction de déverser.

Tableau 2.9

Variation de la contamination pour trois secteurs résidentiels différents et pour trois précipitations différentes (MDDEP, 2003).

	Verdun			Lasalle			Lachine		
Date	Cl-	MES	Pb	Cl-	MES	Pb	Cl-	MES	Pb
1993-01-15	3288	811	0,22	2010	644	0,15	1940	465	0,11
1993-02-02	2128	494	0,08	2765	474	0,10	1016	172	0,03
1993-02-16	917	317	0,09	2855	799	0,15	3882	796	0,12
Écart	3,6	2,6	2,8	1,4	1,7	1,5	3,8	4,6	4,0

Source: Paradis et al, *Caractérisation des neiges usées en fonction de la densité résidentielle pour les villes de LaSalle, Verdun et Lachine, Juin 1993.*

Le tableau 2.9 ne présente pas de données sur la concentration des débris dans le ruissellement des eaux de pluie. Toutefois, on peut comprendre que la concentration des débris est plus élevée dans la neige que dans les eaux de pluie pour les raisons suivantes (MDDEP, 2003):

■ **La mécanisation de la collecte de la neige**

Il faut utiliser beaucoup d'énergie pour déplacer les débris, compte tenu de leur grosseur. Lors de la collecte de la neige, cette énergie est déployée par les chargeurs, les souffleuses et les camions. Il devient donc très facile de transporter de grandes quantités de sable, de gravier et d'ordures avec de la neige, ce que l'eau de pluie ne peut faire qu'en faible quantité.

■ **L'absence de dégrillage**

L'entraînement des débris par l'eau de ruissellement dans l'égout pluvial est limité par la présence des grilles. Or, ce prétraitement n'existe pas pour les neiges usées déversées directement dans l'environnement.

■ **L'épandage d'abrasifs**

Les abrasifs sont épandus uniquement l'hiver et s'incorporent à la neige.

Le tableau 2.9 donne par ailleurs la variation de contamination observée pour différents secteurs résidentiels de la région de Montréal.

En résumé, la comparaison des différents facteurs fait ressortir les constats suivants pour les neiges usées et leur impact sur le ruissellement urbain (MDDEP, 2003):

1. Les neiges usées des secteurs résidentiels ont des concentrations de contaminants plus élevées que celles de l'eau usée d'égout unitaire et de l'eau pluviale. Elles sont trop contaminées pour être rejetées directement dans les cours d'eau.
2. Les neiges usées des secteurs mixtes ont des concen-

trations de contaminants plus élevées que celles de secteurs résidentiels.

3. Les contaminants sont, par ordre d'importance: les débris, les MES, les huiles et graisses, les chlorures, le fer et le plomb. Les débris sont le contaminant pour lequel on possède le moins d'analyses malgré le fait que ce soit le contaminant dont les concentrations mesurées sont les plus élevées.
4. La concentration des contaminants peut varier davantage d'une précipitation à l'autre pour une même municipalité que d'une municipalité à l'autre pour une même tempête. Ce constat rend impossible une quantification exacte et unique de la concentration des neiges usées pour une municipalité.



Figure 2.15 Caractéristiques des neiges usées selon les secteurs et les techniques de gestion.

Pour le contrôle de la qualité des eaux ruisselées, il est par ailleurs important de distinguer les **zones qui sont plus à risque** et qui peuvent générer une plus grande quantité de polluants. Des exemples de zones à risque comprennent les aires de maintenance pour les véhicules, les stations-services ou les zones d'entreposage extérieur.

Finalement, **le ruissellement urbain dirigé vers des lacs ou des réservoirs** peut avoir des impacts négatifs spécifiques. Un impact notable est le remplissage des lacs et bassins avec des sédiments. Un autre impact significatif est l'augmentation des nutriments, ce qui peut entraîner la croissance non désirable d'algues et de plantes aquatiques. Les lacs ne peuvent éliminer aussi rapidement les polluants qu'un cours d'eau et agissent comme bassins pour l'accumulation de nutriments, de métaux et de sédiments. Puisque cela signifie que les lacs peuvent prendre plus de temps à récupérer s'ils deviennent contaminés, on doit donc porter une attention particulière dans ce cas à minimiser la quantité de polluants pouvant s'y déverser.

2.4 IMPACTS SUR LA MORPHOLOGIE ET L'ÉCOLOGIE DES COURS D'EAU

Les cours d'eau en milieu urbain répondent et s'ajustent au régime hydrologique modifié qui accompagne l'urbanisation (ASCE/WEF, 1998). La sévérité et l'ampleur de ces ajustements (voir figure 2.16) est fonction du degré d'imperméabilisation du bassin et dépend des caractéristiques spécifiques du cours d'eau.

La figure 2.17, adaptée d'un guide de la Colombie-Britannique (2002), fournit une illustration des impacts progressifs de l'urbanisation sur les cours d'eau urbains. Le principal paramètre dans ce cas est la crue moyenne annuelle, qui est généralement définie comme l'événement qui contrôle les dimensions des sections en travers du cours d'eau. Comme on peut le constater, l'augmentation de la valeur des crues moyennes annuelles ainsi que l'augmentation du nombre de fois que se produisent ces crues (voir également la figure 2.8) ont un impact direct sur la stabilité des cours d'eau. Un autre indicateur est le ratio de la crue moyenne annuelle par rapport au débit de base hivernal. Un ratio de 20:1 est un seuil à partir duquel certaines espèces de poisson pourront être affectées.

Par ailleurs, les travaux de recherche sur la côte ouest américaine ont permis d'établir certains seuils en se servant du pourcentage d'imperméabilité comme indicateur. Par exemple, à partir de 10 % d'imperméabilité, la stabilité des



Figure 2.16 Changements géomorphologiques dus à l'urbanisation mal contrôlée.

cours d'eau, de même que la biodiversité et l'abondance des poissons, commenceront à être affectées. La figure 2.10 déjà présentée montrait l'évolution des impacts sur la dégradation des cours d'eau, au fur et à mesure que se poursuit l'urbanisation.

La figure 2.18 donne une illustration schématique des processus de dégradation des cours d'eau dans un milieu qui s'urbanise. Les différents impacts et ajustements peuvent comprendre notamment (MOE, 2003; Amec *et al.*, 2001):

- *Augmentation de la section hydraulique* pour accueillir les débits qui sont plus importants;
- *Érosion des berges* – les débits au-dessus du seuil critique pouvant entraîner de l'érosion se produisant plus souvent annuellement, le processus d'érosion des berges est initié par le bas lors des petits événements, ce qui mine le bas des berges et pourra éventuellement causer des glissements lors des événements plus importants;
- *Perte des arbres et de la végétation en berge* à cause de l'érosion;
- *Augmentation des charges de sédiments* à cause de l'érosion et apports additionnels dans un bassin versant en développement;
- *Modification des caractéristiques du lit du cours d'eau* (typiquement, la granulométrie des sédiments pourra changer de particules plus grossières à un mélange de particules plus fines et plus grossières);
- *Changements dans les caractéristiques physiques du cours d'eau*, comme la localisation et le type de méandre ainsi que les pentes.

L'écologie des cours d'eau urbains et les habitats aquatiques sont également affectés par les changements dans le régime hydrologique, la géomorphologie et la qualité de l'eau qui est associée au développement. Ainsi, on pourra observer les impacts suivants sur les habitats aquatiques :

- *Dégradation des habitats à cause de l'érosion des berges et de la perte de végétation* – les débits plus importants avec des vitesses d'écoulement plus élevées à cause du développement peuvent causer de l'affouillement et détruire des communautés biologiques. L'érosion des berges et la perte de végétation en rive réduisent les habitats pour plusieurs espèces de poissons et d'espèces aquatiques.
- *Perte ou dégradation des systèmes de rapides – bassins* – Les cours d'eau drainant des bassins non

développés comprennent souvent des systèmes de rapides et de bassins plus profonds, qui fournissent d'excellents habitats pour de multitudes espèces de poissons et d'insectes aquatiques. Avec l'urbanisation, les bassins disparaissent et sont remplacés par un écoulement plus uniforme, et souvent moins profond.

- *Réduction des débits de base*, avec une augmentation potentielle de la température et une diminution des corridors de circulation des poissons.
- *Augmentation de la température de l'eau* – comme on le mentionnait à la section précédente, plusieurs espèces de poissons sont particulièrement sensibles à la température de l'eau.
- *Diminution de la biodiversité*. Lorsqu'il y a une réduction et une dégradation dans les différents habitats, le nombre et la variété, ou diversité, de

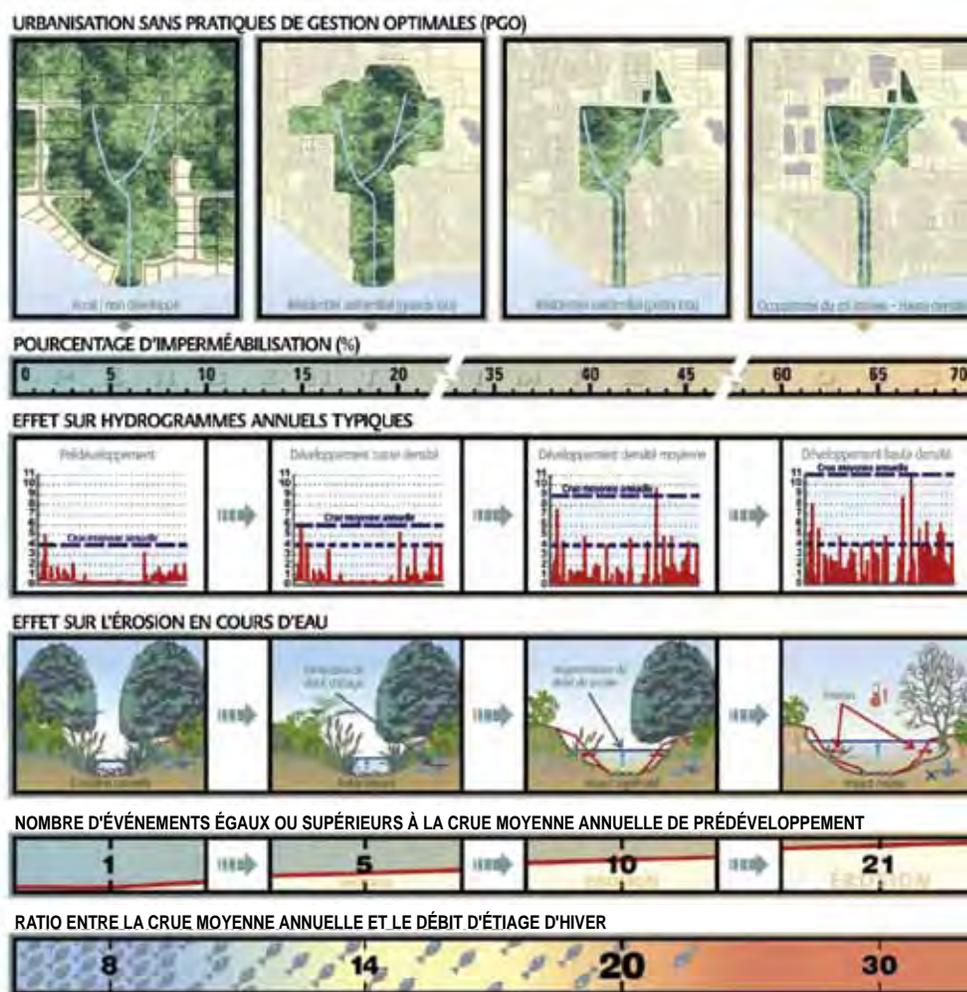


Figure 2.17 Impacts des changements hydrologiques causés par l'urbanisation (adapté de Stephens et al., 2002).

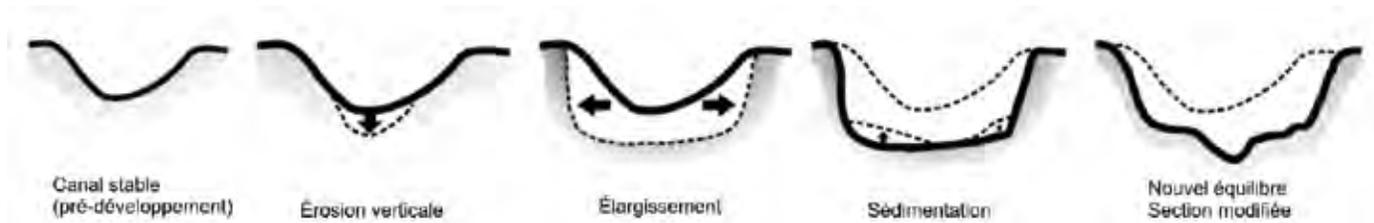


Figure 2.18 Processus de modifications géomorphologiques des cours d'eau en milieu urbain. (adapté de Amec *et al.*, 2001).

plusieurs organismes (plantes aquatiques, poissons, insectes) sont aussi réduits. Les espèces de poissons plus sensibles seront remplacées par des organismes qui sont mieux adaptés à des conditions dégradées. La diversité et la composition des organismes qu'on retrouve sur les lits des cours d'eau ont fréquemment été utilisés pour caractériser la qualité des cours d'eau urbains.

2.5 IMPACTS APPRÉHENDÉS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LE DRAINAGE URBAIN.

Il y a maintenant une certaine évidence à l'effet que le climat change à l'échelle de la planète (IPCC, 2007). En ce qui touche le drainage urbain, le rapport le plus récent de l'IPCC souligne entre autres conséquences qu'il est maintenant très probable que l'intensité et la sévérité des orages soient accentuées dans le futur, ce qui pourra évidemment avoir un impact non négligeable sur la conception des réseaux de drainage et le maintien des niveaux de service.

Pour le Québec, une étude (Mailhot *et al.*, 2007) a permis d'établir, au moins de façon préliminaire, la gamme d'augmentation des précipitations qui pourrait survenir dans un proche avenir. À partir des augmentations de précipitations qui ont été modélisées en climat futur à l'aide d'un modèle climatique régional et en se basant sur certaines hypothèses, l'augmentation des débits et des volumes de ruissellement qui résulteraient de ces changements a ainsi pu être établie. Le tableau 2.10 résume les principaux résultats de cette étude.

Ces analyses, qui sont cependant préliminaires et soumises à plusieurs hypothèses, indiquent que les quantités de précipitation pourraient augmenter d'ici 2040 de 4 à environ 21 %, dépendant de la période de retour considérée et de la durée de la précipitation. Comme le montrent les valeurs du tableau 2.10, les augmentations sont moins importantes pour des pluies longues et des périodes de retour plus rares. Si on considère toutefois une durée de 2 heures,

qui serait une durée représentative pour des orages qui sont les plus critiques en milieu urbain, les résultats regroupés au tableau 2.10 donnent une gamme d'augmentation variant de 13 à 21 %. On notera par ailleurs, comme le démontrent les résultats détaillés présentés à l'étude de Mailhot *et al.*, (2007), que l'impact de cette augmentation de précipitation sur les débits et volumes de ruissellement n'est pas linéaire. Ainsi, pour les bassins avec une occupation du sol de type résidentiel, les augmentations de débits et de volumes de ruissellement obtenues par modélisation sont plus importantes que celles pour la précipitation.

Faute de mieux, et en attendant d'obtenir les résultats d'autres études qui permettront de préciser les augmentations de précipitation à prendre en compte, on pourra, pour la conception des réseaux de drainage, majorer les courbes IDF (Intensité-Durée-Fréquence) obtenues avec les données actuellement disponibles. En se basant sur des valeurs moyennes tirées du tableau 2.10, cette majoration pourrait s'établir à 20 % pour la conception des réseaux mineurs (périodes de retour de 2 ans à 10 ans) et à 10 % pour la conception des ouvrages associés au réseau majeur et les ouvrages de rétention (périodes de retour de 25 à 100 ans). Ces majorations s'appliquent aux données pluviométriques présentées dans les courbes IDF actuellement disponibles au Québec. Ces recommandations pourront toutefois être modifiées lorsque des analyses plus poussées seront rendus disponibles.

Soulignons par ailleurs que les majorations tirées des modélisations semblent être moins importantes pour des pluies de longues durées. On devrait donc prendre ceci en considération lorsqu'il s'agit d'évaluer par exemple des conditions de pré-développement, lorsque des pluies de plus longues durées peuvent être utilisées dans les simulations pour obtenir ces débits.

Finalement, dans certains cas spécifiques, une attention particulière pourrait également être portée aux périodes de redoux hivernal et de pluies en période hivernale, qui pourraient, dans un contexte de changement climatique, se produire plus fréquemment et avec

une importance accrue. On devrait donc dans la conception des ouvrages de drainage prendre en compte le fait que ces événements météorologiques puissent se produire avec une fréquence accrue et ajuster en conséquence les différents éléments de contrôle pour qu'ils puissent quand même demeurer fonctionnels.

Tableau 2.10

Précipitation régionale moyenne (mm) en climat actuel (période 1961-1990) et futur (période 2041-2070) à l'échelle des stations (adapté de Mailhot *et al.*, 2007).

Durée (heures)	Période de retour (années)	Accroissement Présent-futur (%)
2	2	20,6
	5	18,1
	10	15,8
	25	13,0
6	2	13,9
	5	14,5
	10	13,1
	25	10,1
12	2	11,0
	5	10,0
	10	8,2
	25	5,1
24	2	10,6
	5	8,8
	10	6,9
	25	3,9

RÉFÉRENCES

- AMEC *et al.* (2001). *Georgia stormwater management manual*. Volumes 1 et 2. Atlanta, Géorgie.
- Aquafor Beech Ltd (2006). *Stormwater management and watercourse impacts: the need for a water balance approach*. Rapport pour TRCA (Toronto Region Conservation Authority), Toronto, On.
- ASCE/WEF (1998). *Urban Runoff Quality Management: Wef Manual of Practice No. 23* ASCE et WEF, New-York.
- Brouillette, D. (2001). *Le contrôle des débordements de réseaux d'égouts en temps de pluie au Québec*. Vecteur Environnement, vol. 34, no. 1, pp. 64-67.
- Chocat, B. (éditeur) (1997). *Encyclopédie d'hydrologie urbaine*. Lavoisier, Paris.
- DEP (Department of Environmental Protection) Pennsylvanie (2006). *Stormwater Best Management Practices Manual*. Document 363-0300-002, Pennsylvanie.
- Ellis, B. (1986). *Pollution aspects of urban runoff*, dans *Urban runoff pollution*, H.C. Torno, J. Marsalek et M. Desbordes, ed., Springer Verlag, Berlin, New York.
- EPA (1983). *Environmental Protection Agency des États-Unis. Results of Nationwide Urban Runoff Program*. EPA-PB/84-185552.
- Federal Interagency Stream Restoration Working Group (FISRWG) (15 agences fédérales des États-Unis) (1998). *Stream Corridor Restoration: Principles, Processes, and Practices*. GPO Item No. 0120-A; SuDocs No. A 57.6/2:EN 3/PT.653. ISBN-0-934213-9-3.
- Hollis, G.E. (1975). *Effect of urbanization on floods of different recurrence interval*. *Water Resources Research*. 11(3), 431-435.
- Infra Guide (2003). *Contrôles à la source et sur le terrain des réseaux de drainage municipaux. Guide national pour des infrastructures municipales durables*, CNRC et Fédération canadienne des municipalités, Ottawa.
- IPCC (2007). *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 976pp.
- Mailhot, A., Rivard, G., Duchesne, S. et Villeneuve, J.-P. (2007). *Impactsetadaptationsliésauxchangementsclimatiques(CC)en matière de drainage urbain au Québec*. Rapport no. R-874. Financé par le Fonds d'action sur les changements climatiques (FACC), Ressources naturelles Canada et le Consortium OURANOS.
- MAMROT (2008). *Évaluation de performance des ouvrages municipaux d'assainissement des eaux pour l'année 2007*. Ministère des Affaires municipales des Régions et de l'Occupation du territoire, Québec.
- 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>>.
- Maryland Department of the Environment (MDE) (2000). *Maryland Stormwater Design Manual: Volume 1 and 2*. Maryland Department of the Environment, Annapolis, Maryland.
- MDDEP (2003). *Guide d'aménagement des lieux d'élimination de neige et mise en œuvre du Règlement sur les lieux d'élimination de neige*. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Québec. Document disponible sur internet (http://www.mddep.gouv.qc.ca/matieres/neiges_uses/index.htm).
- MOE (2003). *Stormwater Management Planning and Design Manual*. Ministère de l'environnement de l'Ontario, Toronto, On.
- Novotny, V. et G. Chesters (1981). *Handbook of nonpoint pollution: sources and management*, Van Nostrand Reinhold, New York.
- Novotny, V., Imhoff, K.R., Othof, M. et Krenkel, P. (1989). *Karl Imhoff's Handbook of urban drainage and wastewater disposal*, Wiley Interscience, New York.
- Novotny, V. et G. Olem. (1994). *Water Quality. Prevention, Identification, and Management of Diffuse Pollution*. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Pitt, R. et Field, R. (1977). *Water quality effects from urban runoff*, J. Amer. Waterworks ass. 69:432-436.
- Pitt, R. et Voorhees, J. (2000). *The Source Loading and Management Model (SLAMM): A Water Quality Management Planning Model for Urban Stormwater Runoff*." Available online at: http://unix.eng.ua.edu/~rpitt/SLAMMDETPOND/WinSlamm/MainWINSLAMM_book.html.
- Schueler, T. (1987). *Controlling urban runoff: a practical manual for planning and designing urban BMPs*. Department of Environmental Programs. Metropolitan Washington Council of Governments, Washington, DC.
- Schueler, T. (2008). *Technical support for the Bay-wide runoff reduction method. Chesapeake Stormwater Network*. Baltimore, MD www.chesapeakestormwater.net
- Stephens, J. et al. (2002). *Stormwater planning. A Guidebook for British Columbia*. British Columbia Ministry of Water, Land and Air Protection, Vancouver, C.-B.

PLANIFICATION INTÉGRÉE DE LA GESTION DES EAUX PLUVIALES AU QUÉBEC

CHAPITRE 3

Cette partie du Guide fournit une vue d'ensemble des différents éléments à considérer pour l'élaboration d'un plan de gestion des eaux pluviales et donne les critères généraux de conception qui sont recommandés. Après une discussion à la section 3.1 du contexte québécois dans lequel cette planification doit s'élaborer (où on traite notamment de la Politique nationale de l'eau, des documents pertinents et de la réglementation connexe), la section 3.2 discute ensuite des différentes échelles de planification et fournit des listes d'éléments à considérer dans chaque cas. On décrit ensuite de façon succincte aux sections 3.3 et 3.4 les conditions générales à considérer pour le drainage en milieu rural et en milieu urbain. La section 3.5 présente les principes généraux devant guider la planification pour la gestion des eaux pluviales, après quoi on retrouve à la section 3.6 une discussion des impacts environnementaux et des usages à préserver qui devraient guider l'établissement des contrôles spécifiques dans certains cas. Finalement, **la section 3.7 fournit quant à elle des recommandations quant aux critères de conception pour les aspects quantitatifs de l'érosion en cours d'eau, de la qualité des eaux et de la recharge de la nappe**, avec une description de la filière de Pratiques de Gestion Optimales (PGO) qui devrait conceptuellement guider l'élaboration d'un plan de gestion. Cette section regroupe donc les différents éléments de base permettant de fixer globalement les objectifs à atteindre et de planifier de façon appropriée la mise en place de Pratiques de Gestion Optimales (PGO).

Il importe de souligner que le guide intitulé « La gestion durable des eaux de pluie » (Boucher, 2010), publié par le MAMROT en mars 2010, constitue un bon

complément au contenu du présent guide. Ce guide de bonnes pratiques, destiné aux acteurs du milieu municipal, promeut notamment l'emploi d'outils favorisant une gestion durable des eaux de pluie tout particulièrement en référence à des mécanismes de la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme. Les outils proposés traitent de planification territoriale et de réglementation, des modes de promotion et de sensibilisation, des dispositions fiscales et financières ainsi que des initiatives municipales.

3.1 INTRODUCTION ET CONTEXTE QUÉBÉCOIS POUR LA PLANIFICATION DES EAUX PLUVIALES

3.1.1 Politique nationale de l'eau et gestion par bassin versant

L'encadrement légal pour la planification de la gestion des eaux pluviales au Québec doit faire référence à plusieurs lois et règlements et doit s'intégrer de façon générale dans les grands principes et objectifs énoncés dans le cadre de la Politique nationale de l'eau, adoptée en novembre 2002. Cette Politique, qui prend en compte les grandes tendances et les enjeux internationaux, a pour fondement le respect des exigences des approches écosystémiques et du développement durable et elle décrit notamment certains principes de base qui ont nécessairement un impact sur les modes de planification des eaux pluviales :

- L'eau fait partie du patrimoine collectif de la société québécoise;
- La protection, la restauration et la mise en valeur de l'eau requièrent un engagement collectif;
- Le principe de précaution doit guider l'action de la société québécoise envers sa ressource eau;
- Chaque citoyen doit pouvoir bénéficier, à un coût

abordable, d'un accès à une eau potable de qualité;

- Les usagers doivent être redevables quant à l'utilisation et la détérioration de l'eau selon une approche utilisateur-payeur et pollueur-payeur;
- La ressource eau doit être gérée de manière durable et intégrée, dans un souci d'efficacité, d'équité et de transparence;
- L'acquisition et la diffusion de l'information sur l'état de la ressource eau et des pressions qu'elle subit constituent des éléments essentiels à une gestion intégrée de l'eau.

La Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et visant à renforcer leur protection, adoptée le 11 juin 2009, réitère certains de ces principes.

Les engagements fondamentaux pour la planification des eaux pluviales sont avant tout d'élaborer les actions en fonction d'un développement durable et de prendre en compte une gestion écosystémique et par bassin versant. Concernant la gestion par bassin versant, qui constitue une des pierres d'assise de la Politique nationale de l'eau, plusieurs documents ont été produits par le MDDEP pour encadrer cette approche et guider les différents intervenants impliqués (MDDEP, voir liste à la fin de cette section). L'approche intégrée de l'eau par bassin versant est un processus qui favorise la gestion coordonnée de l'eau à l'intérieur des limites d'un bassin versant en vue d'optimiser, de manière équitable, le bien-être socioéconomique qui en résulte, sans pour autant compromettre la pérennité d'écosystèmes vitaux (MDDEP, 2004). La gestion intégrée de l'eau par bassin versant est donc un concept très large qui englobe la planification des eaux pluviales mais aussi la gestion de plusieurs domaines de préoccupation qui touchent plusieurs types d'intervenants.

La mise en œuvre de la gestion intégrée de l'eau par bassin versant nécessite trois types de planification : l'une à l'échelle de l'État, l'une à l'échelle des bassins versants et l'autre à l'échelle du projet (MDDEP, 2004). La gestion à l'échelle du bassin versant a, dans un premier temps, été confiée aux organismes de bassins versants jugés prioritaires. À compter de 2009, le gouvernement a choisi d'étendre ce modèle de gestion à l'ensemble du Québec méridional.

3.1.2 Directive 004

Mise à part la Politique nationale de l'eau et la gestion par bassin versant, qui servent d'encadrement général à

la planification pour les eaux pluviales, un autre document qui guide les concepteurs des réseaux de drainage est la Directive 004 (Réseaux d'égout – Ministère de l'environnement du Québec – 1989). Cette directive sert de cadre de référence pour le concepteur qui soumet un projet pour obtenir une autorisation du MDDEP en vertu de l'article 32 de la Loi de la qualité de l'environnement (L.R.Q., c. Q-2). On doit toutefois souligner que le document ne constitue pas une norme mais regroupe plutôt une série de recommandations et de bonnes pratiques pour la conception des réseaux de drainage. La gestion des eaux pluviales n'y est que brièvement abordée et le présent Guide vient compléter les informations qui sont déjà contenues à la Directive 004. La Directive aborde par ailleurs les différents types de réseaux d'égouts (pluvial, unitaire, domestique) alors que le présent Guide ne touche que les réseaux conçus pour recevoir les eaux de ruissellement (les réseaux pluviaux ou unitaires).

3.1.3 Politique sur la protection des rives, du littoral et des plaines inondables et guide d'interprétation

Reconnaissant l'importance des rives, du littoral et des plaines inondables pour la survie des composantes écologiques et biologiques des cours d'eau et des lacs, le gouvernement du Québec encadre la protection de ces éléments par la Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables. La mise en œuvre de cette Politique s'est effectuée en deux étapes : d'abord par l'insertion de celle-ci dans les schémas d'aménagement et de développement des municipalités régionales de comté, puis par son intégration dans les règlements d'urbanisme de chacune des municipalités du Québec. Aussi, la Politique lie le gouvernement, ses ministères et ses organismes qui doivent la prendre en considération dans leurs activités et dans l'application de leurs programmes et leurs régimes d'autorisation. Cette politique propose un cadre normatif minimal; elle n'exclut pas la possibilité pour les différentes autorités gouvernementales et municipales concernées, dans le cadre de leurs compétences respectives, d'adopter des mesures de protection supplémentaires pour répondre à des situations particulières.

Les objectifs visés par la Politique sont notamment :

- d'assurer la pérennité des plans d'eau et des cours d'eau, maintenir et améliorer leur qualité en accordant une protection minimale adéquate aux rives, au littoral et aux plaines inondables;

- de prévenir la dégradation et l'érosion des rives, du littoral et des plaines inondables en favorisant la conservation de leur caractère naturel;
- d'assurer la conservation, la qualité et la diversité biologique du milieu en limitant les interventions pouvant permettre l'accessibilité et la mise en valeur des rives, du littoral et des plaines inondables;
- dans la plaine inondable, d'assurer la sécurité des personnes et des biens;
- de protéger la flore et la faune typique de la plaine inondable en tenant compte des caractéristiques biologiques de ces milieux et y assurer l'écoulement naturel des eaux;
- de promouvoir la restauration des milieux riverains dégradés en privilégiant l'usage de techniques les plus naturelles possibles.

Plusieurs de ces objectifs ne pourront être atteints qu'en assurant une bonne planification des eaux pluviales. Un guide d'interprétation de la Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables est par ailleurs disponible (MDDEP, 2007).

3.1.4 Réglementation, juridiction et législation

3.1.4.1 Niveau fédéral

De façon générale, la juridiction en matière de gestion des eaux pluviales relève du niveau provincial mais on pourra dans certains cas toucher à des éléments qui relèvent de lois fédérales. Certains éléments de lois administrées par Environnement Canada ou Pêches et Océans, notamment concernant les poissons ou les voies navigables, pourront dans certains cas être impliqués (la loi sur les pêches (S.R., c. F-14) et la loi sur la protection des eaux navigables (L.R., 1985, c. N-22)).

3.1.4.2 Niveau provincial

La Loi sur la qualité de l'environnement (L.R.Q., c. Q-2) contient plusieurs articles qui sont pertinents pour la gestion des eaux pluviales. En vertu de l'article 22, les travaux susceptibles de nuire à la qualité du milieu ou qui prévoient l'émission, le dépôt, le dégagement ou le rejet dans l'environnement d'un contaminant au-delà de la quantité ou de la concentration prévue par règlement du gouvernement doivent avoir été autorisés au préalable par le MDDEP. Le premier alinéa de l'article 22 assujettit à l'obtention préalable d'un certificat tous les travaux et

activités susceptibles de contaminer l'environnement ou d'en modifier la qualité. Le deuxième alinéa étend cette obligation à tous les travaux, ouvrages et activités effectués dans un cours d'eau à débit régulier ou intermittent, un lac, un marais, un marécage, un étang ou une tourbière.

L'article 32 de la Loi sur la qualité de l'environnement stipule par ailleurs que nul ne peut établir un aqueduc, une prise d'eau d'alimentation, des appareils pour la purification de l'eau ni procéder à l'exécution de travaux d'égout ou à l'installation de dispositifs pour le traitement des eaux usées avant d'en avoir soumis les plans et devis au ministre du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs et d'avoir obtenu son autorisation. De plus, l'article 32 précise que cette autorisation est également requise pour les travaux de reconstruction, d'extension d'installations anciennes et de raccordement entre les conduites d'un système public et celles d'un système privé. La Loi prévoit aussi que le gouvernement peut adopter des règlements pour soustraire de l'application de l'article 32 certaines catégories de projets, d'appareils ou d'équipements. La plupart des ouvrages mis en place pour la gestion des eaux pluviales sont donc assujettis à l'article 32.

Le Règlement sur l'application de l'article 32 de la Loi sur la qualité de l'environnement soustrait à l'autorisation du ministre certains travaux d'égout qui ne portent pas atteinte à la qualité de l'environnement. Il vise également à permettre aux municipalités de regrouper certaines demandes d'autorisation de travaux d'égout au moyen d'un plan quinquennal d'égout. Un guide présente les principales dispositions du Règlement. On y précise les travaux soustraits à l'autorisation requise en vertu de l'article 32 de la LQE, les travaux qui peuvent être autorisés au moyen d'un plan quinquennal et les travaux pour lesquels une autorisation distincte est toujours requise.

En ce qui concerne la gestion des eaux pluviales, le Guide mentionne notamment que cette gestion devrait idéalement être planifiée à l'échelle du bassin versant et, par la suite, être précisée jusqu'à l'échelle de chaque lot. Le plan quinquennal devrait présenter une planification qui débute au moins à l'échelle municipale et devrait s'intégrer au plan directeur de drainage dont les principaux éléments sont décrits à une section ultérieure.

Les travaux devront être par ailleurs conformes aux prescriptions générales fournies à la Directive 004 et celles contenues au devis normalisé NQ 1809-300 – Travaux de construction – Clauses techniques générales – Conduites

d'eau potable et d'égout, selon l'édition la plus récente de ce devis. Un devis distinct du devis normalisé peut être utilisé en autant que les clauses de ce devis n'amoindrissent pas les exigences du devis normalisé. Il s'agit d'exigences minimales pour assurer la construction d'infrastructures durables.

Dans certains cas de construction de digues ou de retenues d'eau, certaines dispositions contenues à la loi sur la sécurité des barrages, entrée en vigueur en avril 2002, pourront s'appliquer. C'est le MDDEP qui est responsable de l'application de cette loi (Centre d'expertise hydrique du Québec) et qui prescrit notamment des normes de sécurité, une classification des barrages, un niveau de surveillance minimum, le contenu des évaluations, des plans de gestion des eaux, des plans de mesures d'urgence et la tenue d'un registre par le propriétaire.

D'autres lois provinciales qui ne sont pas administrées par le MDDEP contiennent également des dispositions concernant la mise en place d'ouvrages pour la gestion des eaux pluviales et on devra s'y référer au besoin. On retrouve notamment la Loi sur la protection du territoire agricole (L.R.Q., c. P-41), la loi sur l'aménagement et l'urbanisme (L.R.Q., c. A-19.1), la loi sur le régime des eaux (L.R.Q., c. R.13), la loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune (L.R.Q., c. C-61.1), la loi sur les forêts (L.R.Q., c. F-4.1), le Code civil du Québec (L.Q., 1991, c. 64) et la loi sur la sécurité civile (L.R.Q., c. S-2.3).

3.1.4.3 Municipalité régionale de comté (MRC) et Communautés urbaines

La loi sur les compétences municipales (L.R.Q., c. C-47.1) a regroupé et simplifié des dispositions qui traitent de compétences municipales autrefois incluses dans le Code municipal du Québec et la Loi sur les cités et villes. Elle octroie aux municipalités locales et aux MRC des pouvoirs administratifs et réglementaires en termes généraux, ce qui permet à celles-ci d'agir pleinement dans leur domaine de compétence. Par exemple, la MRC de Portneuf a adopté un règlement, en vertu de la loi sur les compétences municipales, qui limite le taux de ruissellement des futurs développements.

La loi traite notamment de la gestion des cours d'eau et cela pourra évidemment avoir un impact sur certains aménagements concernant la gestion des eaux pluviales. De façon générale la responsabilité de la capacité d'écoulement des cours d'eau est sous la compétence exclusive de la MRC.

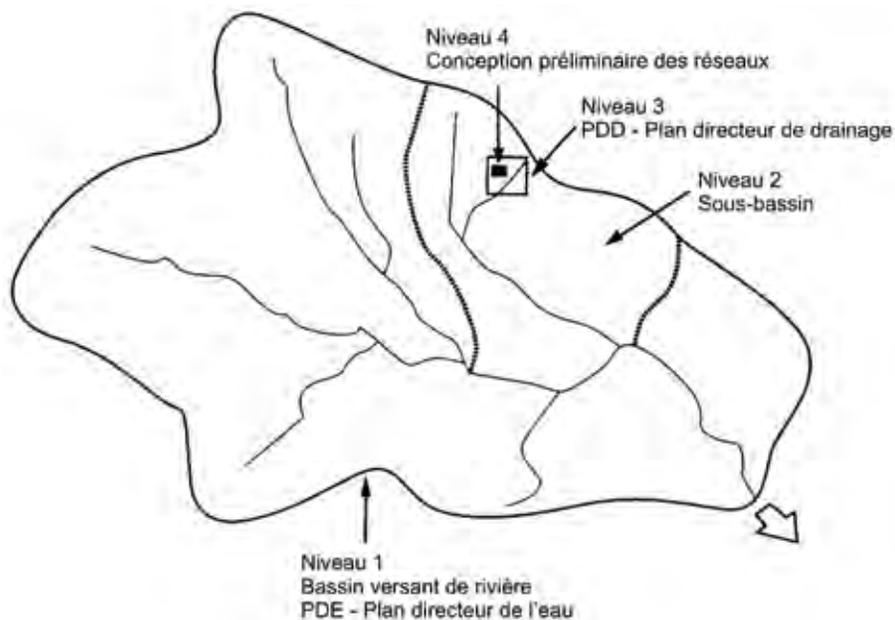


Figure 3.1 Échelles de planification pour la gestion des eaux pluviales.

3.1.4.4 Niveau municipal

Les municipalités sont généralement propriétaires des réseaux d'égout pluvial, ce qui leur confère une certaine responsabilité dans la gestion des eaux pluviales. Ainsi, elles font parfois l'objet de réclamations, justifiées ou non, lorsque des résidences subissent des refoulements ou des inondations lors de forts orages. Par ailleurs, le règlement de zonage établit des règles et oriente le développement. Les municipalités peuvent par ailleurs élaborer une réglementation qui régira à l'échelle locale certains aspects ou éléments de contrôle pour la gestion des eaux pluviales. On pourra par exemple inscrire dans un règlement spécifique les niveaux de contrôle qui sont exigés pour différents secteurs de la municipalité et d'autres éléments qui ne seraient pas couverts par le présent guide, par la Directive 004 ou par la norme NQ 1809-300. Les municipalités locales doivent par ailleurs adopter et voir à l'application des réglementations relatives à la protection environnementale des rives, du littoral et des plaines inondables, ce qui pourrait avoir des incidences sur les ouvrages qui pourraient être recommandés dans un plan de gestion des eaux pluviales.

3.1.4.5 Autres aspects réglementaires

Mis à part la Loi sur la qualité de l'environnement (L.R.Q., c. Q-2), qui traite des autorisations de travaux pour les réseaux d'égouts ainsi que des interventions sur les rives, le littoral et les zones inondables, plusieurs autres lois et règlements peuvent avoir à être considérés pour la gestion des eaux pluviales. Signalons notamment la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme (L.R.Q., c. A-19.1), qui est appliquée par le ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire (MAMROT); le MDDEP voit à l'application de la loi sur le régime des eaux, ainsi que la loi sur la sécurité des barrages (L.R.Q., chapitre S-3.1.01). Cette dernière loi, ainsi que le règlement qui l'accompagne, ont été mis en place à la suite des recommandations de la Commission scientifique et technique sur la gestion des barrages (CSTGB) et leur application a été confiée au MDDEP. Les dispositions de cette loi (qui sont plus amplement décrites au règlement) ainsi que celles de la loi sur le régime des eaux, pourraient devoir être considérées dans un plan de gestion des eaux pluviales, notamment lors de la mise en place d'ouvrages de rétention qui comprennent des barrages ou des endiguements.

Les documents développés par le MDDEP pour définir des objectifs environnementaux de rejet (MDDEP, 2007) peuvent aussi être pertinents pour établir des critères de gestion des eaux pluviales. Les différents critères de contrôle pour la qualité de l'eau pourront servir de base à la planification des rejets pour les eaux pluviales. Ils sont discutés de façon plus élaborée à la section suivante.

3.2 LES DIFFÉRENTES ÉCHELLES DE LA PLANIFICATION DE LA GESTION DES EAUX PLUVIALES

3.2.1 Introduction

La gestion des eaux pluviales doit se faire à plusieurs échelles qui s'imbriquent l'une dans l'autre, ce qui permet de bien établir les contraintes et les objectifs de contrôle qui sont nécessaires à tous les niveaux. Comme le montre la figure 3.1, quatre niveaux d'analyse doivent être considérés, préalablement à la préparation des plans et devis pour un secteur en particulier :

1. Le plan directeur de l'eau à l'échelle du bassin versant d'une rivière;
2. Le plan directeur à l'échelle d'un sous-bassin versant d'une rivière;
3. Le plan directeur de drainage (PDD), à l'échelle d'une ville, d'un secteur ou d'un développement envisagé;
4. La conception préliminaire des réseaux, qui décrit de façon plus détaillée à l'échelle locale les concepts retenus pour la gestion des eaux pluviales.

Au Québec, les planifications à l'échelle d'un bassin versant (les plans directeurs de l'eau) sont encadrées par le MDDEP et sont sous la responsabilité des organismes de bassin versant. Les autres niveaux de planification (sous-bassin versant, plan directeur de drainage et conception préliminaire) sont de façon générale sous la responsabilité des municipalités, qui doivent veiller à l'intégration des différents outils de planification pour assurer une cohérence à l'échelle locale.

3.2.2 Planification à l'échelle du bassin versant (PDE – Plan directeur de l'eau)

En matière de gestion des eaux pluviales, la planification à l'échelle du bassin versant est macroscopique et concerne les grands objectifs reliés au comportement hydrologique du bassin versant et à ses impacts sur les

usages considérés des cours d'eau concernés. On y traite autant des problématiques reliées au drainage agricole et forestier qu'à celles relatives au drainage urbain. Il importe d'ailleurs de mentionner qu'à l'échelle des grands bassins versants, les superficies des zones urbanisées sont généralement beaucoup moins grandes que celles des zones agricoles ou forestières.

Avec la mise en œuvre de la Politique nationale de l'eau, la planification à cette échelle est encadrée par les concepts de la gestion intégrée de l'eau par bassin versant (GIEBV) qui prévoient la réalisation d'un plan directeur de l'eau (PDE). Plusieurs documents élaborés par le MDDEP décrivent en détails les différents éléments devant être considérés pour l'établissement du PDE. On les retrouve sur le site Internet du MDDEP à l'adresse suivante: <http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/bassinversant/fiches.htm> (voir liste à la fin du présent chapitre).

Il importe de mentionner que, dans ce contexte de la GIEBV, la planification à l'échelle du bassin versant touche un grand nombre d'aspects de la gestion intégrée de l'eau qui débordent le seul aspect de la gestion des eaux pluviales.

Les caractéristiques d'un plan directeur de l'eau d'un bassin versant sont les suivantes:

- Protection des ressources et des usages;
- Le bassin couvre une superficie drainée par un cours d'eau important, souvent de l'ordre de plusieurs centaines de km² (ou plus petite suivant la topographie, la complexité des problèmes et le nombre d'intervenants);
- Au Québec, la réalisation d'un plan directeur de l'eau (PDE) est de la responsabilité des organismes de bassin, encadrés et appuyés par les directives émises par le MDDEP;
- Comme précédemment mentionné, le PDE traite de sujets plus larges, tels que la demande en eau, les sources d'approvisionnement et la qualité de l'eau à l'échelle du bassin versant. Tous les types d'activités (rurales, suburbaines, urbaines, industrielles et autres) sont considérés;
- Le plan directeur de l'eau aborde l'utilisation du sol et ses effets sur le milieu naturel, et prend en compte les impacts cumulatifs associés aux aménagements existants ou proposés.

Les principales étapes d'élaboration d'un plan de gestion des eaux pluviales à l'échelle du bassin versant sont les suivantes:

- Établir le portrait du bassin versant et poser le diagnostic relié aux différentes problématiques identifiées;
- Déterminer les enjeux et orientations sur lesquels se concentrera l'exercice de planification;
- Définir les objectifs d'intervention et choisir les indicateurs nécessaires au suivi de l'atteinte de ces objectifs;
- Élaborer un plan d'action.

À cette fin, les disciplines techniques mises à contribution dans l'élaboration d'un plan type de gestion des eaux pluviales à l'échelle du bassin versant sont les suivantes:

- Hydrologie des eaux de surface;
- Hydrologie et hydrogéologie souterraines;
- Mesures et analyses pour la qualité de l'eau;
- Hydraulique des cours d'eaux;
- Expertise dans les ressources aquatiques;
- Agronomie (usage de fertilisants).

De façon plus spécifique, en matière de gestion des eaux pluviales, on considère que la planification faite à l'échelle du bassin versant établit les buts et les objectifs généraux que les plans de niveau inférieur devront viser d'atteindre et de respecter en matière de gestion des ressources. C'est à cette étape (ou dans certains cas à l'échelle du sous-bassin) qu'intervient notamment la notion de « consigne de débit » par laquelle on détermine, à la suite d'un travail de simulation hydrologique et hydraulique, les débits à respecter. Ces débits sont ensuite transmis comme consignes aux étapes de planification plus locale dans lesquelles on définit alors les planifications et conceptions aux échelles appropriées. Avec ces consignes comme balises, ces conceptions permettent, entre autres, de respecter les contraintes plus globales, permettant ainsi de s'assurer de la cohérence et de l'harmonie de la planification entre les échelles locales et l'échelle globale.

Les objectifs fondamentaux d'une planification à l'échelle du bassin versant (ou d'un sous-bassin important) devraient en résumé inclure en ce qui concerne le drainage:

- l'établissement d'un niveau d'eau acceptable pour la protection contre les inondations pour les développements déjà existants à l'intérieur du bassin;
- l'établissement de contraintes à l'intérieur du système de drainage pour prévenir les impacts environnementaux;

- le développement de politiques et de critères de conception généraux pouvant être nécessaires pour l'élaboration de plans directeurs de drainage spécifiques à l'intérieur des municipalités visées.

3.2.3 Planification à l'échelle d'un sous-bassin versant

La planification à l'échelle du sous-bassin versant peut ou non être nécessaire, par exemple lorsqu'une planification à l'échelle d'un bassin versant important existe déjà. Les objectifs de base visés par la planification à l'échelle du sous-bassin versant, qui est normalement sous la responsabilité des municipalités, sont similaires à ceux pour un bassin versant mais les activités à cette échelle sont normalement un peu simplifiées par le fait que le sous-bassin se trouve entièrement à l'intérieur d'une municipalité et que le nombre d'intervenants s'en trouve donc réduit. Les objectifs sont dans ce cas :

- De fournir un niveau de protection acceptable pour les terrains actuellement développés à l'intérieur du sous-bassin versant;
- D'établir les contraintes à l'intérieur du système de façon à prévenir des dommages environnementaux;
- Développer des politiques et critères de conception pouvant être utilisés dans le développement des outils de planification pour des niveaux plus détaillés.

Le plan de gestion intégrée des eaux pluviales du sous-bassin versant doit évidemment s'insérer dans la planification à l'échelle du bassin versant (si elle existe) et il doit détailler les objectifs établis au niveau du bassin versant, à partir d'études et de consultations publiques s'il y a lieu. La planification à l'échelle d'un sous-bassin peut ou non être nécessaire lorsqu'une planification à l'échelle d'un plan directeur de drainage est jugée plus appropriée. Les éléments suivants sont notamment à considérer pour le plan de gestion à l'échelle du sous-bassin :

- Il requiert une cueillette de données couvrant l'ensemble de son territoire dans tout le sous-bassin ainsi que la réalisation d'études portant sur l'un ou l'autre des éléments suivants, selon les informations déjà disponibles :
 - Ressources en eau de surface;
 - Eau souterraine;
 - Qualité de l'eau;
 - Inventaire des ressources aquatiques et terrestres;
 - Hydraulique des cours d'eau.
- Il établit les interrelations entre les activités et le

milieu afin de cerner les principaux éléments qu'il faut protéger;

- Il comporte une présentation de ces interrelations aux différents intervenants afin de convenir des objectifs à atteindre;
- Il présente plusieurs alternatives de stratégie de gestion qui seront soumises pour consultation aux intervenants afin de sélectionner la stratégie optimale sous les aspects environnementaux, économiques et sociaux;
- Ce plan contient des règles encadrant l'utilisation du sol, des concepts de systèmes de gestion des eaux pluviales ainsi que des critères et objectifs relatifs au développement.

Les disciplines techniques sollicitées pour l'élaboration d'un plan de sous-bassin sont les mêmes que celles requises au niveau précédent, auxquelles s'ajoutent :

- L'hydrologie urbaine, intégrant les techniques de gestion des eaux pluviales et la modélisation;
- L'ingénierie de conception des systèmes de gestion des eaux pluviales.

La planification à l'échelle d'un sous-bassin devra normalement spécifier les critères de performance globaux qui devront être pris en compte aux niveaux de planification plus détaillés. Ces critères devraient notamment comprendre :

- Les exigences de contrôle au niveau des lots et pour les techniques d'aménagement des sites afin de promouvoir l'infiltration près de la source et le maintien du cycle hydrologique;
- Les types d'ouvrages de contrôle permis en réseaux ou aux exutoires;
- La localisation approximative des bassins de rétention majeurs;
- Les niveaux de contrôle requis pour les aspects quantitatifs, qualitatifs et pour l'érosion;
- Les exigences spécifiques s'il y a lieu (mesures de mitigation, contrôles accentués pour certains polluants, capture/contrôle pour déversements, séparateurs d'huile/graisse pour certains types de développement, etc.).

Minimalement, un plan à l'échelle du sous-bassin devrait comprendre :

1. La définition des objectifs;
2. La délimitation du sous-bassin et des sous-secteurs internes;

3. L'identification des contraintes;
4. La localisation et capacités d'évacuation des principaux exutoires pour le drainage;
5. L'identification des impacts majeurs de l'urbanisation;
6. La formulation d'un concept de drainage optimal pour l'ensemble du secteur;
7. Les lignes directrices pour la mise en œuvre du plan;
8. Les critères de conception pour les composantes du système afin de permettre l'atteinte des objectifs.

3.2.4 Planification à l'échelle du bassin de drainage (PDD – Plan directeur de drainage)

L'objectif d'un plan directeur de drainage est d'analyser différentes alternatives à l'échelle d'un développement important ou d'une municipalité dans son ensemble afin d'identifier des solutions optimales de drainage qui permettront de respecter les critères définis à l'échelle du bassin versant et de tenir compte des contraintes reliées à l'utilisation du sol qui est envisagée (Rivard, 2005). L'élaboration de ce plan directeur doit donc tenir compte de la nature et de la capacité des réseaux en place qui orienteront et dicteront souvent les lignes directrices qui s'imposeront.

Pour un développement important, la définition du plan se fera souvent avec la collaboration du promoteur et des représentants municipaux en charge de l'urbanisme et du génie, en se basant sur les propositions du promoteur. Pour le développement d'un plan directeur visant l'ensemble de la municipalité, l'ingénieur responsable utilisera s'il existe le plan d'urbanisme de la municipalité et élaborera à partir de celui-ci les solutions de drainage et les critères en fonction des différents types d'occupation future du sol qui y sont définis. Les tracés de rues projetées ne sont en général pas très bien définis à cette étape.

La première étape consiste généralement à définir le système de drainage existant, en établissant les caractéristiques et capacités des principaux éléments d'évacuation. Lorsqu'un système de drainage naturel existe, il deviendra la plupart du temps le réseau de drainage principal et il sera normalement peu indiqué d'introduire des changements radicaux pour modifier le système de drainage naturel.

La deuxième étape est d'évaluer les besoins en contrôle pour atteindre les objectifs qui auront été identifiés à l'échelle du sous-bassin ou en fonction des analyses spécifiques effectuées pour le plan directeur de drainage. Plusieurs variantes pourront évidemment être définies

à cette étape et on procédera généralement en maximisant les contrôles près de la source et en suivant par la suite le principe de filière de techniques de contrôle déjà discuté au chapitre 2. Lorsqu'un contrôle avec des bassins de rétention sera requis, un des aspects importants sera de planifier adéquatement la localisation de ces bassins et de prévoir que les terrains seront effectivement disponibles.

On ne saurait surestimer l'importance pour une municipalité de posséder un bon plan directeur de drainage pour guider ses fonctionnaires et ses élus dans leurs décisions; les plans directeurs, que ce soit pour le drainage, les réseaux d'égout domestique, d'aqueduc ou d'urbanisme, constituent la pierre angulaire autour de laquelle le développement s'articulera et pourra se faire de façon harmonieuse sans créer des problèmes coûteux à solutionner pour les générations qui suivent. L'importance du plan directeur de drainage est d'autant plus accentuée que la réhabilitation de ces réseaux ou l'implantation de correctifs impliquent très souvent des investissements majeurs. Les différentes informations à prendre en compte pour l'élaboration d'un plan directeur typique sont résumées au tableau 3.1.

Il y a lieu par ailleurs ici de distinguer la planification à l'échelle d'une ville, d'un secteur ou d'un développement envisagé qui est encadrée par le Règlement sur l'application de l'article 32 de la LQE. On parle ici d'un plan quinquennal d'aqueduc et d'égout qui est soumis au ministre en vertu de ce Règlement, ce qui doit être distingué des plans directeurs décrits au début du présent chapitre. Ces plans directeurs sont des outils de planification à long terme pour une municipalité, peuvent parfois prévoir les besoins sur un horizon aussi long que 30 ans, sont spécifiques aux ouvrages d'égout et ne considèrent généralement pas les problématiques environnementales des terrains à développer. Ces plans directeurs contiennent cependant les informations de base qui seront utiles à l'élaboration du plan quinquennal d'aqueduc et d'égout soumis au ministre en vertu du Règlement pour l'autorisation des travaux prévus sur un horizon de 5 ans.

Le plan quinquennal à soumettre au ministre (voir le Règlement sur l'application de l'article 32 de la loi sur la qualité de l'environnement (LQE) et le Guide d'interprétation qui y est associé) doit comporter les prévisions de développement sur un horizon de 5 ans et doit intégrer, en plus des aspects techniques reliés à la capacité des

ouvrages et au respect des normes réglementaires, tous les aspects environnementaux qui sont rattachés au développement des nouveaux terrains.

Tableau 3.1

Informations requises – plans directeurs de drainage (Rivard, 2005).

Plans d'ensemble montrant

- a) bassin versant et développement proposé
- b) topographie, cours d'eau principaux, secteurs boisés, etc.
- c) occupation du sol (actuelle et future)
- d) système majeur proposé, incluant les superficies extérieures drainées vers le bassin considéré
- e) schéma pour la modélisation
- f) délimitation de la zone inondable, lorsque nécessaire
- g) secteurs présentant des problèmes d'érosion, d'inondation ou de qualité de l'eau
- h) élévations, existantes et proposées, des points principaux

Tableaux montrant

- a) caractéristiques des sous-bassins, conditions avant et après développement
- b) détails des traverses existantes de cours d'eau (ponceaux, ponts, routes)
- c) détails sur les cours d'eau et fossés principaux
- d) débits simulés à différents points, pour des conditions avant et après développement
- e) niveaux d'eau calculés pour différents points importants, pour des conditions avant et après développement
- f) matrices coûts-bénéfices pour les différentes alternatives étudiées
- g) dimensions préliminaires des ouvrages de contrôle des eaux pour les différentes solutions analysées

Figures montrant

- a) débits avant et après développement, sans contrôle et avec contrôle aux points importants
- b) ouvrages pour le contrôle de l'érosion, de la qualité des eaux et pour les inondations pour chacune des alternatives étudiées
- c) profil des niveaux d'eau pour le système majeur

Modèle(s) utilisé(s)

Une description du ou des modèles utilisés en cours d'étude doit être fournie au rapport, en incluant tous les détails et les informations pertinentes permettant de vérifier et de valider les résultats.

3.2.5 Planification à l'échelle du développement ou du site d'intervention (Conception préliminaire des réseaux)

Le plan de conception préliminaire des réseaux présente de façon détaillée les ouvrages de gestion des eaux pluviales proposés dans un lotissement faisant partie d'un secteur d'aménagement pour lequel existe un plan de drainage. Il s'agit d'une conception détaillée pour les réseaux de drainage mineur et majeur et qui a les caractéristiques suivantes :

- Ce plan couvre une zone déterminée, à aménager en conformité avec les schémas d'aménagement du territoire et les plans de gestion des eaux pluviales pertinents;
- Il contient la conception détaillée des ouvrages de gestion des eaux pluviales (rétention, réseau de transport, pratiques de gestion optimales);
- Ce plan peut être préparé par les consultants du promoteur et soumis à la municipalité et aux organismes pertinents pour approbation.

La principale différence entre le présent niveau de planification et celui d'un plan directeur de drainage est que la définition d'un patron de rues est habituellement disponible comme point de départ pour la conception préliminaire, alors qu'on travaille typiquement avec des occupations de sol ou des patrons de rue plus ou moins arbitraires dans le cas d'un plan directeur (Rivard, 2005). Le plan directeur de drainage permet d'établir de façon générale les contraintes globales de développement et fournit aux gestionnaires les solutions qui sont envisageables et recommandables; l'étape de conception préliminaire permet d'élaborer la solution optimale de drainage pour un secteur bien défini en tenant compte des différents éléments identifiés dans le plan directeur, de manière à ce que le réseau de drainage du secteur particulier s'intègre bien à une problématique plus globale. On doit ici démontrer, si possible dans un rapport technique, que le réseau de drainage et ses différentes composantes permettront d'atteindre les objectifs et contraintes établis dans le plan directeur. Les principaux aspects à considérer sont:

- la validation des schémas de rues en ce qui a trait aux contraintes de drainage, avec proposition de correctifs s'il y a lieu (pentes des rues, analyse du réseau majeur, couvert minimum sur les conduites (élément important pour des secteurs plats), planification des points bas, etc.);

- le contrôle de la quantité et de la qualité d'eau ruisselée pour prévenir l'érosion et/ou la surcharge en aval;
- une analyse détaillée pour démontrer la performance des différentes composantes du réseau proposé;
- la localisation et l'optimisation des bassins de rétention ou des autres PGO à prévoir pour l'ensemble du développement considéré et les méthodes utilisées pour dimensionner les ouvrages de rétention.

Les différentes informations à prendre en compte pour l'élaboration d'un plan de conception préliminaire typique sont résumées au tableau 3.2. En plus de l'ingénieur responsable de la conception des réseaux, des intervenants de différentes disciplines seront appelés à contribuer aux étapes de conception détaillée, notamment les biologistes ainsi que les spécialistes en environnement et en aménagement paysager. Ceux-ci pourront compléter l'expertise de l'ingénieur.

3.3 CONSIDÉRATIONS RELATIVES AU DRAINAGE EN MILIEU RURAL

3.3.1 Drainage routier

Mis à part évidemment le drainage agricole, une part importante des modifications au réseau de drainage en milieu rural est reliée au drainage routier. Dans la plupart des cas, le drainage routier est conçu avec des fossés latéraux pour évacuer les débits. Les impacts les plus importants qui peuvent être causés par le réseau routier se produisent lorsqu'il y a croisement avec un cours d'eau. Les niveaux de service à prévoir pour les traverses sont généralement fonction du type de route traversée, selon la classification du Ministère des Transports du Québec (MTQ). Le Manuel des ponceaux, le Guide de préparation des projets routiers ainsi que les normes appropriées du MTQ doivent être utilisés pour la conception des ouvrages de traverses.

Différentes pratiques de gestion optimales (PGO) décrites au présent Guide, comme par exemple des bassins de sédimentation ou de contrôle avant le rejet des fossés vers les cours d'eau, peuvent évidemment être applicables pour le drainage routier en milieu agricole afin de réduire les impacts.

Tableau 3.2

Informations requises – conception préliminaire (Rivard, 2005).

Plans d'ensemble montrant

- le cadastre ainsi que le patron de rues, avec l'occupation du sol
- détails du réseau de drainage mineur avec les conduites, les regards et les puisards (en indiquant ceux nécessitant une restriction)
- détails du réseau de drainage majeur avec les sous-bassins, les pentes de rue et les directions de l'écoulement pour la pluie centennale ou de référence
- détails préliminaires pour les bassins de rétention, incluant l'aménagement
- schéma pour la modélisation
- élevations aux points importants
- plan de contrôle de l'érosion et de la sédimentation si requis

Tableaux montrant

- pourcentage d'imperméabilité et autres caractéristiques physiques pour les sous-bassins
- débits pour les conditions après développement pour chaque regard du réseau mineur
- lignes piézométriques pour la période de récurrence de design et pour les débits centennaux (1/100 ans)
- débits avec contrôle pour différents points importants

Figures montrant

- hydrogrammes aux exutoires et aux sorties d'ouvrages de contrôle, conditions avant développement et après développement avec contrôle
- lignes piézométriques pour la période de récurrence de design et pour les débits centennaux (1/100 ans)
- Détails préliminaires pour les exutoires, les structures de contrôle et les bassins de rétention et de sédimentation

Modèle(s) utilisé(s)

Une description du ou des modèles utilisés en cours d'étude doit être fournie au rapport, en incluant tous les détails et les informations pertinentes permettant de vérifier et de valider les résultats.

3.3.2 Drainage en territoire agricole

L'impact le plus important de l'agriculture sur l'hydrologie des zones rurales résultent du drainage d'une zone marécageuse ou de la conversion de boisé à des champs ou des zones de cultures. Ces interventions peuvent produire des augmentations importantes de la quantité de ruissellement et des vitesses d'écoulement, ce qui par la suite crée de l'érosion. Lorsque des interventions de la sorte sont prévues à grande échelle, il pourrait être approprié de planifier les systèmes de drainage à une échelle régionale.

Le redressement ou la modification des caractéristiques physiques des fossés de drainage agricole sont également des éléments pouvant avoir un impact significatif sur le ruissellement et les vitesses d'écoulement. En modifiant la réponse hydrologique et l'efficacité des modes de drainage, la multiplication de fossés de drainage produira un impact sur les crues ainsi que sur les débits d'étiage.

L'érosion des terres agricoles peut par ailleurs entraîner des fertilisants et des pesticides qui pourront se retrouver dans les cours d'eau, ce qui produira une augmentation significative des nutriments (azote et phosphore).

3.4. CONSIDÉRATIONS RELATIVES AU DRAINAGE EN MILIEU URBAIN

3.4.1 Drainage en zone urbaine

La caractéristique la plus dominante du paysage urbain d'un point de vue du drainage est le haut taux d'imperméabilisation des surfaces. Les zones urbaines sont également caractérisées par un aménagement des pentes de terrain qui favorise la concentration des débits et l'évacuation rapide de ces débits. Ces éléments, qui ont déjà été décrits plus en détails précédemment, produisent donc des changements hydrologiques plus importants en comparaison avec les systèmes de drainage mis en place dans les zones rurales.

Le nombre d'événements pluviométriques produisant du ruissellement est plus important dans les zones urbaines. Des précipitations relativement petites qui ne produiraient que peu de ruissellement en milieu rural produiront proportionnellement des débits et volumes beaucoup plus importants en milieu urbain. Les types de pluie devant servir pour les analyses devront donc être adaptés au type de milieu analysé. Ainsi, pour les zones rurales, les pluies plus longues avec des intensités plus

faibles mais une quantité de pluie plus importante ou des événements survenant lors de la fonte des neiges pourraient se révéler des événements plus critiques que pour un secteur urbain. Pour une zone urbaine, des précipitations plus courtes mais plus intenses seront souvent plus critiques.

3.4.2 Moyens de protection contre les inondations

L'analyse et la conception des systèmes de drainage en milieu urbain doivent se faire en tenant compte des réseaux mineur et majeur. Lorsque la capacité des réseaux mineurs (conduites) est dépassée, on doit déterminer ce qui se produira lors d'événements d'occurrence plus rare et concevoir le réseau majeur de façon à prévenir ou minimiser les inondations. Le réseau majeur existe toujours, qu'il soit planifié ou non et le niveau de service global du système pourra être rehaussé si on tient compte explicitement du réseau majeur.

3.5 PRINCIPES GÉNÉRAUX POUR LA GESTION DES EAUX PLUVIALES

3.5.1 Généralités

Certaines caractéristiques différencient la planification de la gestion intégrée des eaux pluviales de l'approche traditionnelle:

- Dans une perspective de gestion intégrée, les eaux pluviales sont perçues comme une ressource à protéger parce qu'elles sont importantes pour:
 - La recharge de la nappe souterraine en vue de maintenir le débit de base dans les cours d'eau;
 - L'alimentation en eau;
 - La vie aquatique (poissons et autres espèces) et la faune;
 - L'esthétique et l'utilisation à des fins récréatives des cours d'eau;
- Pour une planification efficace qui tient compte de ces préoccupations, il faut faire intervenir dans la conception des projets les disciplines du génie, des sciences de l'environnement et de l'urbanisme;
- La conception doit tenir compte du spectre complet des événements pluvieux et non seulement des orages importants, qui sont rares. Il est entendu que l'écologie naturelle est le produit des conditions moyennes plus que des conditions extrêmes, et qu'elle en dépend. Il faut donc examiner la distribution annuelle des pluies sur un territoire ou

un bassin versant, et maintenir le plus possible les débits de pointe, les volumes de ruissellement et les autres caractéristiques hydrologiques dans leur état proche des conditions naturelles;

- On reconnaît l'importance de maintenir le débit de base dans les rivières et les cours d'eau;
- On reconnaît l'importance de tenir compte de la capacité des cours d'eau récepteurs d'assimiler les débits prévus.

La « planification intégrée de la gestion des eaux pluviales » repose donc nécessairement sur une approche multidisciplinaire de la planification des infrastructures liées aux eaux pluviales; cette planification exige un degré beaucoup plus élevé d'interactions interdisciplinaires entre les urbanistes, les ingénieurs, les architectes-paysagistes et les scientifiques de l'environnement. Les éléments clés à prendre en compte sont les suivants :

- Protéger la propriété contre les inondations et protéger l'habitat aquatique et terrestre de toute dégradation;
- Reproduire le plus fidèlement possible le comportement hydrologique naturel du bassin en considérant la totalité des événements pluvieux;
- Reconnaître la multiplicité des domaines d'expertise impliqués, que ce soit la planification environnementale et l'aménagement du territoire, l'écologie aquatique et terrestre, la biologie et la chimie de l'eau, en plus des disciplines plus traditionnelles que sont le génie municipal et l'hydrologie des eaux de surface ou souterraines.

Les principes de base à prendre en compte pour un développement durable en ce qui a trait à la gestion des eaux pluviales devraient notamment comprendre les éléments suivants :

- Minimiser « l'empreinte écologique » dans l'aménagement du territoire (voir notamment le chapitre 4 qui traite de l'aménagement du territoire);
- Équilibrer les besoins économiques, environnementaux et sociaux dans la planification, la construction et l'exploitation des infrastructures;
- S'engager à conserver et, si possible, améliorer les ressources naturelles, tant au plan local que global, pour les générations futures.

Les installations modernes liées aux eaux pluviales exigeant par ailleurs d'importantes immobilisations et des efforts soutenus pour leur exploitation et entretien, il faut considérer ces ouvrages en fonction de leur cycle de vie, et prévoir en conséquence les budgets d'entretien préventif et d'interventions non planifiées. La viabilité financière des différentes pratiques suppose :

- Un financement adéquat pour la conception et la construction des ouvrages;
- Aucune déficience ou anomalie lors de la remise des ouvrages aux services municipaux d'exploitation et d'entretien;
- Des sources de financement permettant d'exploiter et d'entretenir les installations de façon adéquate, et de les remplacer à la fin de leur vie utile.

3.5.2 Principes et objectifs généraux de conception

Idéalement, la planification doit se faire à l'échelle du bassin versant de rivière ou encore à l'échelle du sous-bassin, ce qui permettra de définir à une grande échelle les principaux objectifs de contrôle devant être mis en place à l'échelle du développement local. Si ces outils de planification ne sont pas disponibles, la planification à l'échelle du plan directeur ou pendant les activités de conception préliminaire devrait se faire en gardant à l'esprit les grands principes suivants :

1. Reproduire les conditions hydrologiques de pré-développement, dans la mesure du possible pour toute la gamme de précipitations (non seulement les événements rares de forte intensité mais également les petites pluies, qui ont un impact significatif sur le cycle hydrologique);
2. Confiner les activités de développement et de construction aux aires qui sont moins critiques;
3. Maintenir la densité de développement désirée en allouant des densités plus élevées aux zones plus favorables au développement;
4. Minimiser les changements à la topographie naturelle;
5. Préserver et utiliser le système de drainage naturel.

Plus spécifiquement, les objectifs qui devraient être visés par la planification sont de :

- Préserver et rétablir au besoin le cycle hydrologique pour protéger et préserver les ressources en eau de surface et en eaux souterraines, en minimisant les surfaces imperméables directement raccordées et en

mettant l'accent sur un contrôle près de la source et des mesures réparties sur le territoire;

- Maintenir le régime hydrique dans les cours d'eau (incluant ceux qui sont intermittents) et milieux récepteurs de façon à ce qu'il s'approche des conditions avant développement, minimisant ainsi les augmentations de débits, de vitesses et de volumes et la réduction des débits de temps sec;
- Viser à maintenir la morphologie naturelle des cours d'eau pour éviter des problèmes d'érosion et la dégradation de la qualité de l'eau et des milieux récepteurs; par exemple, éviter les implantations de structures sur le littoral des cours d'eau;
- Maintenir ou améliorer les conditions pour les débits de temps sec dans les cours d'eau;
- S'assurer que la capacité de recharge naturelle d'un secteur en développement et que la qualité des eaux souterraines sont préservées et demeurent non affectées par le développement urbain.

Les organismes provinciaux et fédéraux doivent par ailleurs être contactés pour assister au besoin le concepteur dans l'identification et la localisation des données sur les ressources naturelles, ce qui pourra dans certains cas avoir des impacts sur la définition des objectifs. Le chapitre 4 traite en profondeur des différents éléments et ressources naturelles à préserver mais on devra notamment localiser et caractériser les ressources suivantes :

- Cours d'eau et lacs pouvant servir de milieux récepteurs;
- Zones inondables;
- Marais/marécages et milieux humides;
- Aires de préservation;
- Zones sensibles pour les aspects environnementaux;
- Zones de boisé ou végétation à préserver;
- Habitats spécifiques à préserver;
- Zones de recharge pour la nappe phréatique;
- Zones avec pentes fortes;
- Zones sensibles à l'érosion.

Les zones et éléments naturels à préserver ayant été localisés et caractérisés, on pourra considérer les zones restantes comme développables et procéder à l'élaboration des critères de contrôle.

La liste qui suit, adaptée des recommandations du *Center for Watershed Protection* (MPCA, 2005), regroupe 12 principes généraux de conception qui définissent une

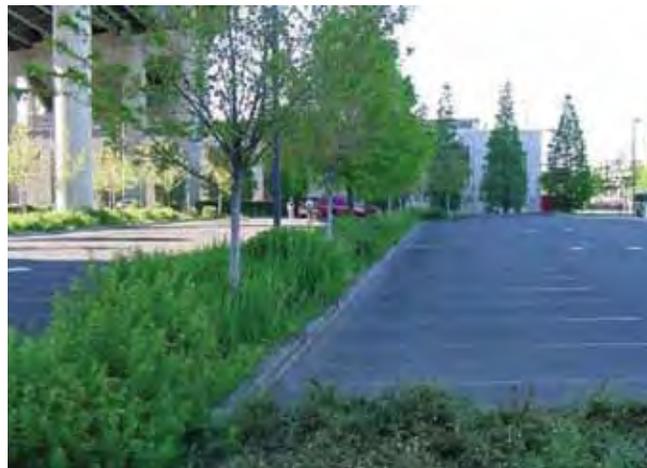


Figure 3.2 Exemple d'aménagement pour aires de stationnement (Ville de Portland, Oregon).



Figure 3.3 Exemple d'aménagement d'une rue résidentielle avec biofiltration (Ville de Seattle, Washington).



Figure 3.4 Exemple d'aménagement en milieu densément urbanisé (Ville de Portland, Oregon).

gestion intégrée des eaux de ruissellement dans le tissu urbain. On constatera que plusieurs de ces principes impliquent de nouvelles approches et attitudes pour la conception des réseaux de drainage.

1. *Fournir une performance fiable à long terme pour l'enlèvement des polluants.* Les ouvrages doivent être dimensionnés pour capter un volume suffisant de ruissellement et doivent comprendre différentes techniques en série avec une séquence de mécanismes pour l'enlèvement de ces polluants.
2. *Reproduire dans la mesure du possible l'hydrologie qui prévaut avant le développement.* Les pratiques de gestion optimales mises en place devraient opérer de façon à reproduire l'hydrologie naturelle pour toute la gamme d'événements pluvieux, de façon à recharger la nappe, protéger les cours d'eau contre l'érosion, maintenir la qualité de l'eau et minimiser les dommages dus aux inondations.
3. *Intégrer les pratiques dans l'aménagement global du site.* Le design général du site devrait supporter la fonction et la performance des ouvrages, en minimisant ou en déconnectant les surfaces imperméables, en effectuant un contrôle à la source et en utilisant de meilleures pratiques d'aménagement qui réduisent la quantité du ruissellement quittant le site et les impacts négatifs sur la qualité du milieu.
4. *L'entretien peut être assuré à long terme de façon adéquate.* L'entretien de routine et les activités à plus long terme doivent être considérés avec attention au cours du processus de conception pour réduire les coûts de maintenance et assurer la pérennité des ouvrages.
5. *Les pratiques sont acceptées par le public.* Avec une bonne intégration et un aménagement adéquat, les ouvrages devraient être vus comme un élément positif par les résidents vivant aux environs.
6. *Créer des aménagements attirants.* Les pratiques devraient être conçues pour être visibles à l'intérieur du site et être aménagées pour constituer un élément invitant dans le paysage.
7. *Apporter des bénéfices multiples pour la communauté.* Les pratiques devraient être associées à d'autres bénéfices comme la revitalisation des quartiers, les équipements récréatifs (par exemple utilisation de bassins de rétention comme parc) et pour faire prendre conscience aux résidents des approches mises en

place pour la gestion des eaux pluviales.

8. *Utilisation créative de la végétation.* Une pratique bien intégrée permet non seulement de verdir le site pour créer un aspect visuel intéressant mais utilise aussi la végétation pour des bénéfices importants concernant la gestion des eaux pluviales (interception, évapotranspiration, infiltration et biofiltration).
9. *Fournir un modèle pour les améliorations futures.* Une pratique bien intégrée est inspectée, évaluée et fait l'objet d'un suivi pour permettre une amélioration dans les principes de conception et dans la performance des ouvrages.
10. *Réaliser des bénéfices environnementaux additionnels.* La conception d'une pratique intégrée maximise d'autres bénéfices environnementaux comme la création et le maintien d'habitats aquatiques ou terrestres, la protection des zones naturelles existantes et la réduction des îlots de chaleur en milieu densément urbanisé.
11. *Réduire les coûts globaux des infrastructures.* Une pratique intégrée réduit la quantité de pavage, de bordures, de conduites d'égout pluvial et d'autres ouvrages qui sont utilisés dans une conception plus traditionnelle des réseaux de drainage.
12. *Coûts globaux acceptables.* Une pratique intégrée ne produira pas des coûts globaux élevés durant sa vie utile.

Avant de présenter à la section 3.7 les objectifs spécifiques de contrôle recommandés, la section qui suit fournira une discussion générale quant aux différents impacts environnementaux et usages à préserver pour différents types de milieux récepteurs, ce qui devrait normalement guider l'élaboration des critères spécifiques de contrôle.

3.6 IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX, USAGES À PRÉSERVER ET TYPES DE MILIEUX RÉCEPTEURS

Le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) est responsable de l'établissement des exigences pour la protection de la santé humaine et des ressources biologiques dans une optique de préservation, de maintien et de récupération des usages de l'eau et des ressources biologiques aquatiques. Afin d'évaluer les effets nuisibles des contaminants dans le milieu aquatique et de s'assurer que le niveau de qualité désiré est atteint, le MDDEP se réfère aux critères de qualité de l'eau. La gestion des eaux pluviales devra se faire dans le respect

des usages de l'eau et des critères de qualité de l'eau qui leurs sont associés.

Trois types de critères de qualité de l'eau peuvent être distingués (MDDEP, 2007) : des critères narratifs qui fournissent des règles générales pour protéger les eaux de toute dégradation grossière; des critères numériques qui spécifient les seuils sans effet pour les contaminants considérés un à un; puis des critères de toxicité globale qui permettent d'évaluer la toxicité d'un mélange de substances.

Les critères narratifs portent sur des aspects généraux et ils sont principalement reliés à la protection de la qualité esthétique des plans d'eau. Ils comprennent aussi une recommandation générale qui prohibe la présence de toute substance en concentration toxique pour la santé humaine, la vie aquatique ou la faune terrestre. Les critères numériques sont définis spécifiquement pour chaque contaminant et pour chaque usage de l'eau. On entend ici par critère une concentration seuil uniquement basée sur les effets nuisibles des substances – toxicité, organoleptique, dégradation esthétique – qui, si elle est dépassée, risque d'entraîner la perte complète ou partielle de l'usage pour lequel le critère a été défini. Finalement, les critères de toxicité globale permettent, par l'utilisation d'une combinaison de tests de toxicité, de vérifier si la recommandation narrative pour la vie aquatique est bel et bien respectée, même lorsque plusieurs contaminants sont présents simultanément.

Les critères de qualité sont généralement liés à des usages spécifiques de l'eau. Ainsi, le MDDEP relève comme principaux usages: les sources d'eau destinées à la consommation, la consommation d'organismes aquatiques, la vie aquatique, la faune terrestre et avienne piscivore ainsi que les activités récréatives.

3.6.1 Critères de qualité pour la prévention de la contamination de l'eau et des organismes aquatiques

Les critères de prévention de la contamination de l'eau (CPC) sont établis à partir des principes de base de l'analyse de risque, qui sert ici à estimer les concentrations qui minimisent ou précisent le risque potentiel d'effets délétères pour l'humain, liés à une exposition par la consommation d'eau ou d'organismes aquatiques. Ils sont basés sur l'estimation du danger de la substance et sur une exposition potentielle des individus sur toute la durée de

leur vie.

Pour les eaux de surface où une prise d'eau potable est présente, les CPC sont calculés de façon à protéger un individu qui consommerait pendant toute sa vie une eau (E) contaminée à cette concentration et des organismes aquatiques (O) qui ont bioaccumulé la substance à partir de l'eau à la concentration du CPC (EO). Pour les eaux de surface ne servant pas de source d'eau potable, les CPC sont calculés de façon à protéger un individu qui consommerait durant toute sa vie des organismes aquatiques (O) ayant bioaccumulé la substance à partir de l'eau à la concentration du CPC (O).

3.6.2 Critères de qualité pour la protection de la vie aquatique et des milieux récepteurs

La vie aquatique, tant celle qui est présente dans un plan d'eau que celle qui devrait s'y retrouver si le plan d'eau n'était pas déjà affecté, doit être protégée contre toute agression provenant des effets directs des substances toxiques, ou des effets indirects liés, par exemple, à une baisse en oxygène dissous ou au dépôt de matières en suspension. Les critères de qualité numériques retenus pour la vie aquatique s'appuient sur les recommandations du CCME (CCMRE, 1987 et mises à jour) mais aussi sur ceux de l'U.S. EPA et de certains États américains ou provinces canadiennes lorsque l'information était jugée plus à jour ou plus adaptée au contexte québécois. Ils peuvent aussi avoir été calculés à partir de la méthode du MDDEP.

3.6.3 Critères de qualité pour la protection de la faune terrestre piscivore

La faune terrestre piscivore est définie ici par les espèces non domestiques des classes taxonomiques *aves* et *mammalia* (oiseaux et mammifères). Les critères de qualité pour la faune terrestre piscivore (CFTP) correspondent à la concentration d'une substance dans l'eau qui ne causera pas, sur plusieurs générations, de réduction significative de la viabilité ou de l'utilité (au sens commercial ou récréatif) d'une population animale exposée par sa consommation d'eau ou son alimentation. Le critère final pour la faune terrestre piscivore est la valeur la plus basse entre celle calculée pour protéger les espèces aviennes et celle calculée pour protéger les mammifères.

3.6.4 Critères de qualité pour la protection des activités récréatives et des aspects esthétiques

Les critères de qualité pour la protection des activités récréatives visent principalement à prévenir les dangers pour la santé liés au contact direct ou indirect avec l'eau mais ils couvrent aussi les aspects esthétiques de la ressource. Les critères associés aux activités récréatives à contact primaire visent à protéger les activités où tout le corps est régulièrement en contact avec l'eau, comme chez les baigneurs et les véliplanchistes. Sous la même rubrique apparaissent les critères d'activités à contact secondaire qui visent à protéger les autres activités comme la navigation de plaisance, le canotage, la pêche, etc., au cours desquelles le corps est en contact moins fréquent avec l'eau. Une note accompagnant le critère indique alors s'il s'applique aux activités à contact secondaire. Finalement, le critère pour les aspects esthétiques vise à protéger les aménagements riverains tels les parcs, haltes routières, lieux de séjour et campings de tout impact visuel négatif.

3.7 SÉLECTION DES CRITÈRES DE CONCEPTION D'UN PLAN DE GESTION DES EAUX PLUVIALES

De façon à pouvoir compenser pour les différents impacts hydrologiques associés à l'urbanisation (voir chapitre 2), les critères de conception devraient idéalement couvrir quatre aspects :

- Contrôle quantitatif (inondation/refoulement);
- Potentiel d'érosion dans les cours d'eau;
- Contrôle qualitatif (charge de polluant, habitat aquatique, usages récréatifs, esthétique, capacité de dilution en fonction des objectifs de rejet (OER));
- Cycle hydrologique (recharge de la nappe phréatique, maintien des débits d'étiage).

3.7.1 Contrôle quantitatif

Idéalement, les contrôles quantitatifs devraient être établis à l'échelle du plan directeur de l'eau (bassin versant de rivière) ou du sous-bassin, à une échelle suffisante pour pouvoir évaluer adéquatement les exigences de contrôle basées sur les impacts cumulatifs du développement anticipé. Si les outils de planification à des niveaux supérieurs ne sont pas disponibles, on devra établir dans ce cas les critères qui sont jugés les plus appropriés compte tenu du contexte local.

Les contrôles quantitatifs sont généralement plus efficaces en tête de bassin versant. Les ouvrages de réten-

tion peuvent permettre de réduire les débits de pointe, en relâchant les débits en différé. Toutefois, comme les bassins de rétention n'affectent pas les volumes de rétention mais ne font que décaler dans le temps les débits, il faut porter une attention particulière aux bassins de rétention qui sont mis en place plus en aval dans le bassin versant. En effet, sous certaines conditions, la relâche de ces bassins de rétention localisés dans les parties inférieures du bassin versant pourra s'ajouter défavorablement aux débits provenant de la partie supérieure et produire une diminution négligeable des débits globaux dans le cours d'eau (et pouvant même provoquer une augmentation des débits dans le cours d'eau principal). Il y a donc lieu d'évaluer par modélisation ce possible effet de mauvaise synchronisation des débits relâchés afin de déterminer les critères de contrôle qui sont appropriés.

Les critères seront évidemment à adapter à chaque cas mais des recommandations générales peuvent être formulées :

- S'il y a un potentiel d'inondation directement en aval d'un site en développement, un contrôle quantitatif devra nécessairement être mis en place.
- Si le développement est situé dans la partie supérieure du bassin versant, les débits après-développement devraient être similaires aux débits prévalant avant le développement, et ce, pour les périodes de retour de 2 ans à 100 ans.
- Si le développement est situé dans les parties inférieures du bassin versant, les contrôles quantitatifs devraient être établis avec une modélisation permettant d'évaluer le potentiel de synchronisme des débits de pointe.

L'établissement des débits pour les conditions de prédéveloppement devra se faire avec des approches appropriées, tenant compte du fait que la réaction hydrologique d'un site non développé diffère de celle d'un site urbanisé. Le chapitre 6 discute en détails de cet aspect mais soulignons ici que l'évaluation adéquate des conditions de prédéveloppement est évidemment fondamentale puisqu'une sous-évaluation des débits conduira à l'imposition d'un critère de contrôle trop restrictif (et des ouvrages de rétention potentiellement trop importants) alors qu'une surévaluation fera en sorte que les contrôles risquent de ne pas être suffisants pour la protection des milieux récepteurs.

Le terme « conditions de prédéveloppement » peut par ailleurs être interprété de différentes façons. Règle générale, ces conditions seront celles qui prévalent immédiatement avant le développement proprement dit; dans certains cas, cependant, ces conditions pourront être de nature différente que celles existant immédiatement avant le développement (par exemple un boisé au lieu d'un champ cultivé qui génère des débits entraînant des impacts) si on veut protéger une ressource en particulier qui est déjà affectée.

Un autre élément à considérer pour l'analyse du contrôle quantitatif du développement urbain est la distance, en aval du développement, sur laquelle devrait être évalué l'impact hydrologique sur le cours d'eau touché. Pour évaluer cette distance, on peut utiliser la règle du 10 %, proposée par Debo et Reese (1992). Basée sur une analyse de cas réels, cette règle spécifie que le point en aval jusqu'où devraient être analysés les cours d'eau est le point où le développement représenterait 10 % du bassin versant total. Minimale, les analyses devraient dans ce cas inclure les effets sur les ponceaux ou ponts en aval (au moins pour les débits de périodes de retour 1 dans 2 ans, 1 dans 10 ans et 1 dans 100 ans) et établir si les augmentations de niveau d'eau pourront avoir un impact sur les zones inondables (avec un calcul des débits et des vitesses avant et après développement). Cependant, pour des cours d'eau récepteurs avec un très grand débit par rapport aux débits considérés (par exemple un secteur résidentiel dont les eaux se jettent directement dans le fleuve Saint-Laurent), les analyses n'auront pas à être faites pour les impacts sur le cours d'eau majeur, puisque ce dernier sera peu affecté.

D'autres questions qui peuvent survenir concernent les points suivants :

- Est-ce qu'une analyse des effets en aval est toujours nécessaire ou devrait-elle être faite au cas par cas ?
- Est-ce qu'il y a une dimension de site en développement à considérer pour justifier une analyse des effets en aval ?
- Qu'est-ce qui devrait être intégré à une telle analyse (ponceaux, érosion, inondation) ?
- Quelles données sont nécessaires pour compléter une telle étude et quelles devraient être les méthodes à utiliser ?

Une analyse des conditions en aval devrait normalement être faite si le site à développer a une superficie

plus grande que 20 ha avec un pourcentage d'imperméabilité supérieur à 25 % ou lorsqu'il est connu que les réseaux en aval sont déjà surchargés. D'un autre côté, une telle analyse ne devrait vraisemblablement pas être complétée si le projet :

- Se draine directement dans un lac de dimensions importantes, dans le fleuve Saint-Laurent ou un cours d'eau de grande importance;
- Lorsque la superficie du projet est plus petite que 2 ha;
- Si le projet est un redéveloppement d'un secteur déjà existant (à condition bien entendu que les conditions hydrologiques existantes soient maintenues et qu'il n'y ait pas de problème connu en aval dans les réseaux).

3.7.2 Contrôle de l'érosion

L'approche qui est préférable pour analyser les problèmes potentiels d'érosion est d'examiner cet aspect à l'échelle du bassin versant ou du sous-bassin, en utilisant des simulations pour déterminer les dépassements des indices d'érodabilité pour les conditions avant et après le développement qui est envisagé à l'intérieur du bassin versant. Ces analyses devraient être basées sur les forces tractrices ou des données de vitesse-durée. Le chapitre 9 traite de cet aspect, en discutant le contexte et les principes d'analyse qui sont recommandés.

À l'échelle du plan directeur pour un développement, lorsque les analyses à plus grande échelle ne sont pas disponibles, on pourra établir les contrôles avec une simulation utilisant une pluie de conception. Le critère qui est recommandé est de retenir pendant 24 heures les débits générés après le développement par une pluie de type NRCS (Natural Resources Conservation Service, antérieurement appelé SCS (Soil Conservation Service)) d'une durée de 24 heures et d'une période de retour d'un an. Les détails pour la dérivation de cette pluie et les autres approches, simplifiée ou détaillée, qui sont recommandées pour les analyses sont décrites au chapitre 9.

Même s'il est possible que les eaux de ruissellement d'un développement en particulier n'augmentent pas de façon significative les débits et niveaux d'eau dans un cours d'eau récepteur (parce que les débits ajoutés par le développement sont faibles relativement aux débits totaux dans le cours d'eau ou pour toute autre raison qui fait en sorte que l'impact sur les débits de pointe dans le cours d'eau est jugé faible), il pourrait tout de même être nécessaire d'effectuer un contrôle pour limiter le potentiel d'érosion.

3.7.3 Contrôle qualitatif

Un certain niveau de contrôle peut être établi en évaluant la vulnérabilité du milieu récepteur et le niveau de développement ou d'imperméabilité anticipé. Deux niveaux de contrôle peuvent être définis, en se basant sur la performance quant à l'enlèvement des matières en suspension (MES) :

- **Protection normale**: pourcentage d'enlèvement des MES de 80 % à long terme sur une base annuelle.
- **Protection minimale**: pourcentage d'enlèvement des MES de 60 % à long terme sur une base annuelle.

Le chapitre 8 du Guide traite de façon plus approfondie de ces critères et de leur justification. La protection normale est applicable pour la plupart des projets. La protection minimale n'est applicable que dans les cas où il est démontré que les milieux récepteurs sont insensibles aux charges de MES et présentent peu de potentiel pour une réhabilitation partielle ou totale. Généralement, on pourra avoir recours à ce type de protection dans les situations suivantes :

- Zones où les habitats aquatiques se sont adaptés à de fortes concentrations de MES avant les changements dans le bassin versant (par exemple, des conditions d'habitats aquatiques qui peuvent se retrouver naturellement dans des secteurs avec des sols de granulométrie fine);
- Cours d'eau qui ont été fortement altérés (par l'urbanisation ou des pratiques agricoles) et où il est démontré qu'il y a peu de potentiel de réhabilitation des écosystèmes.

Dans certains cas particuliers, une protection accentuée pourra être appropriée lorsqu'il apparaît que des habitats très sensibles pourront être affectés par les rejets de réseaux pluviaux. On pourra dans ces cas augmenter le contrôle à 90 % pour les MES.

Par ailleurs, l'autre paramètre devant être contrôlé est le **phosphore**, pour lequel un pourcentage d'enlèvement de 40 % est recommandé.

Un autre aspect qui peut nécessiter un contrôle est l'augmentation de la température de l'eau associée à l'urbanisation et qui peut être accentuée par la présence de bassins de rétention. Lorsque cette élévation de température peut causer un problème pour les milieux récepteurs et qu'il n'y a pas de planification à plus grande

échelle qui traite de cet élément, certaines mesures de mitigation peuvent être envisagées :

- Le contrôle à l'échelle des lots (près de la source) est maximisé;
- Un mécanisme de refroidissement à la sortie de l'émissaire;
- Un mécanisme améliorant la dilution ou la diffusion des eaux;
- Une stratégie pour l'utilisation de plantation pour maximiser les zones d'ombrage;
- Configuration des ouvrages de façon à ce que de grandes surfaces d'eau exposées directement soient minimisées;
- Techniques alternatives d'aménagement du site.

3.7.4 Recharge/Cycle hydrologique

Aucune exigence de base n'est ici recommandée de façon générale, quoique le recours à des processus d'infiltration soit encouragé par l'entremise des principes d'aménagement et de pratiques optimales de gestion favorisant l'infiltration et la diminution des volumes de ruissellement.

À titre d'exemple, la Ville de Toronto exige que les premiers 5 mm de toutes les précipitations soient complètement infiltrés sur le site ou près de la source. D'autres manuels, comme ceux de l'état du Maryland (2000) ou du Vermont (2001), recommandent par ailleurs d'infiltrer une certaine quantité de pluie en fonction des types de sol (classification du NRCS). Le tableau 3.3 donne les quantités recommandées au Vermont.

Tableau 3.3

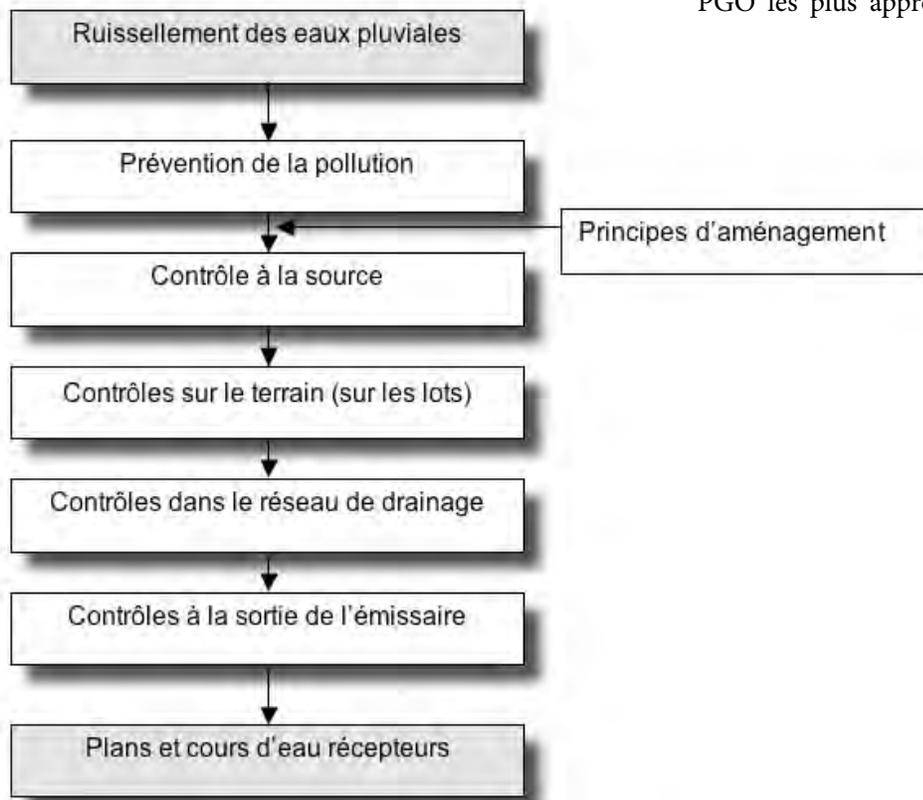
Valeurs recommandées pour la recharge en fonction du type de sol (adapté de Vermont (2001)).

Type hydrologique de sol (classification du NRCS – 1999)	Exigences pour la recharge de la nappe
A	10 mm
B	6 mm
C	2,5 mm
D	Pas d'exigence

3.7.5 Résumé des critères et sélection d'un plan de gestion des eaux pluviales

De façon générale, l'objectif de base qui doit être visé par une planification pour la gestion des eaux pluviales est de préserver le cycle hydrologique naturel, en tenant compte des quatre aspects précédemment discutés (contrôle quantitatif, contrôle de l'érosion, contrôle qualitatif et contrôle pour la recharge ou le maintien du cycle hydrologique de base). Le niveau idéal de planification pour définir adéquatement les différents ouvrages et pratiques de gestion optimales qui permettront d'atteindre ces objectifs est évidemment à l'échelle du bassin versant ou du sous-bassin.

En l'absence d'analyses à ces échelles, la sélection des pratiques de gestion optimales devrait toujours avoir comme objectif de préserver le cycle hydrologique naturel, en utilisant un principe de filière de traitement. Comme le montre la figure 3.5, on devrait tout d'abord, dans la mesure du possible, prévenir la pollution et évaluer en premier lieu les possibilités de contrôle à l'échelle du lot (le plus près possible de la source), ensuite les contrôles dans les réseaux et, finalement, à l'émissaire avant le rejet au cours d'eau. Le chapitre 11 discutera en profondeur des différentes pratiques de gestion optimales (PGO) pouvant être mises en place à différents endroits; le chapitre 14 fournit par ailleurs une grille d'analyse permettant d'encadrer la prise de décision quant aux PGO les plus appropriées pour un site en particulier.



Source: Tiré et adapté de l'UDFCD (1992), Urbonas et Roesner (1993), MOE (2003); InfraGuide (2003).

Figure 3.5 Chaîne de traitement relative au contrôle du ruissellement.

RÉFÉRENCES

Liste des documents d'encadrement produits par le MDDEP sur la GIEBV (à jour 20 août 2007)

Gestion intégrée de l'eau par bassin versant

Documents d'encadrement

- Fiches d'information
 - Les clés du succès d'un projet pilote en milieu rural
 - Dispositifs expérimentaux permettant d'évaluer l'effet de la mise en oeuvre de bonnes pratiques agricoles sur la qualité de l'eau
 - Guide pour l'élaboration d'un plan directeur de l'eau: sommaire
 - La gestion intégrée de l'eau par bassin versant: une voie d'expression du développement durable
 - Contrôle de la pollution diffuse d'origine agricole: quelques réflexions basées sur la modélisation de scénarios de pratiques agricoles pour atteindre le critère du phosphore pour la prévention de l'eutrophisation dans la rivière aux Brochets
 - L'analyse de bassin versant
 - Efficacité des bandes riveraines: analyse de la documentation scientifique et perspectives
 - Aide-mémoire pour élaborer un plan directeur de l'eau
- Cadre de référence
- Élaboration d'un plan directeur de l'eau: guide à l'intention des organismes de bassins versants
- Capacité de support des activités agricoles par les rivières: le cas du phosphore total
- Détermination d'objectifs relatifs à la réduction des charges d'azote, de phosphore et de matières en suspension dans les bassins versants prioritaires
- Développement d'une vision pour un bassin versant
- Gestion intégrée de l'eau par bassin versant: concepts et application
- Habilités nécessaires aux organismes de bassins versants pour la gestion intégrée de l'eau
- Politique nationale de l'eau
- Guide de mise en place d'une organisation de bassin versant

BOUCHER, Isabelle (2010). La gestion durable des eaux de pluie, Guide de bonnes pratiques sur la planification territoriale et le développement durable, ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire, coll. « Planification territoriale et développement durable », 118 p. (www.mamrot.gouv.qc.ca)

Debo, T. and A. Reese. 1992. *Determining downstream analysis limits for detention facilities*. Proceedings from International Conference on Innovative Technologies in the Domain of Urban Stormwater Drainage.

Friedman, Avi (2007). *Sustainable residential development*. McGraw-Hill, New-York.

InfraGuide (2003). *Contrôles à la source et sur le terrain des réseaux de drainage municipaux*. Guide national pour des infrastructures municipales durables, CNRC et Fédération canadienne des municipalités, Ottawa.

Maryland Department of the Environment (MDE) (2000). *Maryland Stormwater Design Manual: Volume 1 and 2*. Maryland Department of the Environment, Annapolis, Maryland.

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) (2002). *Politique Nationale de l'eau*. MDDEP, ISBN-2-550-40074-7 (PDF).

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) (2007). *Politique – Protection des rives, du littoral et des plaines inondables – Guide d'interprétation*. Publications du Québec, ISBN-978-2-551-19737-8.

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) (2007). *Calcul et interprétation des objectifs environnementaux de rejet pour les contaminants du milieu aquatique, 2^e édition*, Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ISBN-978-2-550-49172-9 (PDF), 57 p. et 4 annexes.

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) (2008). *Critères de qualité de l'eau de surface*, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Québec, ISBN 978-2-550-53364-1 (PDF), 424 p. et 12 annexes.

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) (2008). *Guide d'interprétation du Règlement sur l'application de l'article 32 de la Loi sur la qualité de l'environnement*, Québec, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction des politiques de l'eau, 49 p. ISBN 978-2-550-53449-5.

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) (2003). *Guide d'aménagement des lieux d'élimination de neige et mise en oeuvre du Règlement sur les lieux d'élimination de neige*. Ministère du développement durable, de l'environnement et des parcs, Québec. Document disponible sur internet (http://www.mddep.gouv.qc.ca/matieres/neiges_usees/index.htm).

MOE (2003). *Stormwater Management Planning and Design Manual*. Ministère de l'environnement de l'Ontario, Toronto, On. MPCA (Minnesota Pollution Control Agency) (2005). *Minnesota Stormwater Manual*. Minnesota Stormwater Steering Committee, Minnesota.

Rivard, G. (2005). *Gestion des eaux pluviales – Concepts et applications*. 2^e édition, Alias Communication Design, Laval.

Urbanas, 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.

DÉVELOPPEMENT DU TERRITOIRE ET GESTION DES EAUX PLUVIALES

CHAPITRE 4

4.1 INTRODUCTION

La première étape pour assurer une gestion adéquate et optimale des eaux pluviales, tant pour des secteurs en développement que pour des secteurs déjà en place, consiste à bien planifier l'aménagement du site lors de la conception des réseaux. Le développement d'un territoire peut se faire de façon à minimiser les impacts sur les ressources et les milieux récepteurs en utilisant des concepts simples comme la conservation des espaces et du mode de drainage naturel, la réduction des surfaces imperméabilisées et une meilleure intégration des techniques végétales permettant d'assurer un traitement à la source. La reconnaissance des possibilités qui sont offertes lors de la conceptualisation des projets conduit nécessairement, dans certains cas, à une remise en question quant aux normes de conception des espaces imperméabilisés en milieu urbain comme les rues et les aires de stationnement, les marges de recul ou tout autre paramètre pouvant avoir un effet direct sur la part du site qui sera imperméabilisée. Il y a donc lieu, tôt dans l'élaboration du concept d'aménagement, de favoriser un dialogue entre les responsables de l'urbanisme et de l'aménagement du territoire et ceux responsables de l'élaboration des systèmes de drainage puisque l'interaction entre les deux champs de responsabilité apparaît évidente pour produire un aménagement mieux adapté.

Ces différentes approches, qui ont peu été utilisées et répandues à large échelle au Québec jusqu'à maintenant, portent différents noms dans la littérature anglophone (*Low Impact Design (LID)*, *Better Site Design Practices* ou *Conservation Design*) mais ces approches ont toutes en commun certains objectifs de base (Prince George's

County, 1999; Center for Watershed Protection, 1998a; Delaware DNR, 1997; Amec *et al.*, 2001; Puget Sound Action Team, 2005):

- Gestion des eaux de ruissellement, tant d'un point de vue quantitatif que qualitatif, aussi près de la source qu'il est possible, tout en tentant de minimiser la portion des eaux de ruissellement qui devra être collectée et acheminée en réseau. Soulignons que cette vision de la gestion des eaux pluviales implique nécessairement un recours plus important à des principes d'infiltration et à une gestion à la source, contrairement au modèle traditionnel de drainage, qui sous-tend une évacuation rapide et très efficace des eaux de ruissellement.
- Prévention des impacts associés aux eaux de ruissellement plutôt que d'avoir à mettre en place ultérieurement des mécanismes de mitigation de ces impacts.
- Utilisation de méthodes simples et souvent non structurales pour la gestion des eaux pluviales, qui sont souvent moins coûteuses et nécessitent moins de maintenance que des contrôles structuraux.
- Création d'un aménagement paysager qui soit multifonctionnel.
- Utilisation de l'hydrologie naturelle du site pour encadrer son développement.

La réduction des impacts potentiels des eaux de ruissellement par une meilleure conception du site, de son aménagement général et des modes de drainage devrait être la première considération de la personne responsable de la conception du système de drainage. En termes d'opération, de coûts et d'esthétisme, l'utilisation

de meilleures pratiques pour le développement des sites offre des bénéfices importants par rapport à d'autres approches impliquant davantage un contrôle plus en aval. À titre d'exemple, des analyses du *Center for Watershed Protection* (1998b) ont démontré que l'utilisation de meilleurs principes d'aménagement du territoire pouvait conduire à une réduction des surfaces imperméables et du ruissellement de 7 à 70 %, dépendant des conditions du site. Pour un site avec des habitations de type résidentiel avec une densité moyenne, ces analyses indiquent que l'application de meilleures techniques pour l'aménagement pouvait réduire le couvert imperméable et le ruissellement annuel de 24 %, réduire de moitié les charges polluantes de phosphore et augmenter l'infiltration sur le site de 55 %. Il est donc essentiel que les opportunités d'avoir recours à ces approches soient adéquatement explorées lors de la conceptualisation des systèmes de drainage pour un site en particulier, avant même de considérer des contrôles structuraux mis en place en aval du site.

Du point de vue des eaux de ruissellement et des différents impacts que le développement peut produire, le paysage urbain peut être vu comme une combinaison de **trois types de zones**. La première zone comprend les espaces non développés ou naturels, qui sont souvent des parcs ou des aménagements par exemple autour des cours d'eau. La deuxième zone est celle où nous vivons et travaillons; elle comprend les maisons ainsi que les cours autour des habitations (avant, arrière ou latérales). Enfin, la dernière zone concerne les espaces alloués pour l'automobile et les déplacements; elle inclut notamment les rues, les entrées charretières ainsi que les aires de stationnement. Les dimensions, l'apparence, la localisation ainsi que la conception de ces trois zones sont déterminées en grande partie par la réglementation municipale et les normes provinciales ou canadiennes en ce qui a trait à la conception des routes ou autoroutes.

Avant de présenter à la section 4.3 les différents principes pouvant guider la planification et l'aménagement de chacune des trois zones, il y a lieu tout d'abord de fournir, à la section suivante, une description des ressources qui peuvent se retrouver sur un site et qu'on pourra être appelé à protéger. La prise en compte des ressources existantes avant le développement implique nécessairement dans plusieurs cas une analyse à plus grande échelle et touchant plusieurs sous-bassins, rejoignant ainsi une

gestion par bassin versant. La section 4.4 discutera brièvement des barrières qui doivent être surmontées dans certains cas alors que la section 4.5 présentera des exemples concrets d'application.

4.2 ÉVALUATION DU SITE ET CARACTÉRISATION DES RESSOURCES

Bien que les approches impliquant une vision à l'échelle du bassin versant ne soient pas discutées en profondeur dans le présent guide, les considérations à cette échelle devront nécessairement, dans certains cas, faire partie du processus de planification. On pourra notamment à cet effet consulter la documentation pertinente qui a été produite au cours des récentes années par le MDDEP mais, pour les fins de la présente discussion, on peut évidemment souligner que plusieurs des décisions touchant l'aménagement d'un site doivent être adéquatement intégrées à une planification à plus grande échelle, comme on le décrivait aux chapitres 2 et 3. Cette vision globale est importante pour plusieurs raisons :

- Les approches de gestion par bassin versant permettent de prendre en compte et d'influencer la distribution du développement, en fonction notamment des ressources existantes et des impacts potentiels à plusieurs échelles.
- Les surfaces imperméables sont importantes à considérer si les ressources en aval doivent être protégées et l'analyse de l'occupation du sol, dans une perspective de bassin versant, favorise une meilleure connaissance des impacts cumulatifs reliés au développement du bassin versant.
- Une approche plus adéquate de la protection des ressources peut être développée et mise en application lorsqu'elle est basée sur certaines considérations associées au bassin versant (comme par exemple les pentes fortes, les hauts niveaux de la nappe phréatique ou les besoins ou contre-indications pour la recharge de la nappe).
- Une approche par bassin versant permet également aux promoteurs et au public en général de mieux comprendre les décisions touchant l'occupation du sol et le développement.
- Les décisions prises quant à l'occupation du sol dans un contexte de gestion par bassin versant fournissent aux élus municipaux une base rationnelle qui peut être mieux comprise par la population.

Dans ce contexte, les ressources et les limitations ou contraintes qui peuvent leur être associées doivent nécessairement être discutées et intégrées aux analyses globales pour le développement d'un site. Plusieurs de ces ressources, comme par exemple les zones inondables ou la protection des littoraux, font déjà l'objet de contrôles et de réglementations à l'échelle municipale ou provinciale. La description et la discussion qui suivent ne visent évidemment pas à remplacer les différents documents qui sont déjà existants pour la protection de certaines ressources spécifiques mais ont surtout pour principal objectif de mettre en évidence un certain nombre d'éléments qui doivent être considérés lorsqu'on étudie le mode de gestion des eaux pluviales qui serait optimal pour un site.

Les ressources naturelles d'un site qui sont importantes à préserver ou à affecter le moins possible comportent des éléments qui sont bénéfiques aux milieux récepteurs. Un autre bénéfice pour le public en général est de contribuer dans plusieurs cas à réduire les débits et volumes de ruissellement, à traiter dans une certaine mesure ces eaux de ruissellement et à prévenir des dommages sur le site proprement dit ou plus en aval. Les différentes ressources importantes à prendre en compte lorsqu'on parle de gestion des eaux pluviales incluent notamment :

- Les milieux humides;
- Les plaines inondables;
- Les forêts;
- Les champs;
- Les rives;
- Les sols ;
- Autres éléments comme les dépressions de surface et le réseau naturel de drainage.

Tout en reconnaissant qu'un certain chevauchement puisse en pratique exister entre certains de ces éléments (comme par exemple les zones inondables et les rives) et que les bénéfices qui leur sont associés puissent être cumulatifs, les différentes sections qui suivent présenteront une discussion plus en profondeur de chacun de ces aspects pris indépendamment. Avant cette discussion, il y a toutefois lieu de placer chacun de ces éléments dans un contexte d'analyse plus global.

4.2.1 Principes d'écologie pour l'analyse et l'aménagement des ressources

Certains principes généraux peuvent être utiles pour guider les responsables de l'aménagement urbain en tenant compte des systèmes écologiques (Delaware DNR, 1997). Le tableau ci-dessous résume ces principes de base.

Tableau 4.1

Principes d'écologie et d'aménagement appliqués au design urbain (adapté de Delaware, 1997).

■ Les anciennes ressources ont plus de valeur que les nouvelles (marais, milieux humides et les forêts sont des ressources clés)
■ Les habitats complexes ont plus de valeur que les habitats simples
■ Les larges terrains ont plus de valeur que les petits terrains (les plaines inondables sont des ressources clés)
■ La fragmentation réduit la fonction de l'écosystème
■ La valeur des petits terrains est augmentée lorsqu'ils sont raccordés à de plus grandes zones (les cours d'eau et sous-bassins en tête de bassin versant sont des ressources clés)
■ Les espèces rares sont importantes et devraient être considérées
■ Notre connaissance du système global est limitée et imparfaite (facteurs de sécurité à considérer)

Âge et complexité de l'écosystème

Les milieux humides, plaines d'inondation et forêts matures sont des ressources clés à préserver puisqu'elles sont généralement les plus anciennes et les moins modifiées. L'importance accrue de ces ressources s'explique notamment par la fonction de l'écosystème, qui augmente avec le temps. L'évolution de la complexité et de la fonction d'un écosystème peut par exemple être observée dans la succession d'un champ de culture jusqu'à une forêt mature. Cette évolution est illustrée graphiquement par les images de la figure 4.1.

Lorsqu'un environnement non habité est colonisé au début par des plantes et des animaux, la communauté est simple, change rapidement (instable) et montre peu de signes d'organisation (photo 1 de la figure 4.1). On verra apparaître après 1 à 5 ans des plantes qui sont capables de croître avec un sol faible en matière organique, qui peuvent soutenir de longues périodes de sécheresse et qui peuvent soutenir beaucoup de soleil.

Avec le temps, des accumulations spécifiques de végétaux plus diversifiés apparaîtront et on observera le remplacement des herbes par des arbustes. Le contenu

organique du sol augmente par la décomposition de la végétation et l'ombre créé par les arbustes contribuera à réduire l'évaporation. Ce type de changement se verra après 5 à 10 ans.

Par la suite, la croissance des arbres s'accroîtra et on verra apparaître des boisés, où les arbres croissent en hauteur avec une quantité d'arbustes et de plantes herbacées qui donnent une densité appréciable à l'écosystème (photo 3 de la figure 4.1). Cette période peut durer de 10 à 50 ans. Avec le temps, au fur et à mesure que la forêt gagne en maturité, on observe après 100 à 200 ans que la forêt comprend des arbres de dimensions appréciables et que la présence d'arbustes et de plantes au sol est moins appréciable (photo 4 de la figure 4.1).

Ces considérations concernant l'état et le degré de maturité des écosystèmes peuvent à première vue sembler éloignées de la gestion des eaux pluviales mais elles sont plutôt fondamentales si on veut développer le territoire en minimisant les impacts sur les milieux récepteurs. À chaque degré de maturation des écosystèmes correspond une réponse hydrologique définie et, dans un contexte où on vise à minimiser les impacts du développement urbain en tentant de reproduire le mieux possible la réponse hydrologique des systèmes existants avant le développement, on devra nécessairement établir les critères de contrôle en fonction de ces écosystèmes qu'on remplace par des habitations et des surfaces imperméables.

Dimensions du territoire et fragmentation

La fonction d'un écosystème augmente en fonction de ses dimensions et diminue par ailleurs en fonction de sa fragmentation; c'est d'ailleurs une des prémisses du système de parcs de conservation au niveau provincial ou national, qui dicte que de grands territoires sont requis pour préserver la fonction et la valeur des écosystèmes comme un tout. Dans le cas du développement urbain, l'inverse est vrai et, au fur et à mesure que les systèmes naturels sont coupés et fragmentés par la mise en place de rues, de bâtiments et de systèmes d'utilités publiques, la fonction des écosystèmes s'en trouve réduite. La forme du territoire a également une influence sur la fonction de l'écosystème, une forme carrée ou ronde étant plus appropriée qu'une forme irrégulière ou rectangulaire parce qu'elle contient une plus grande proportion d'habitat intérieur.



1. Champs en friche



2. Champs en friche à un développement ultérieur, avec petits arbustes



3. Boisé



4. Forêt mature

Figure 4.1 Évolution des ressources avec le temps et de la complexité des écosystèmes.

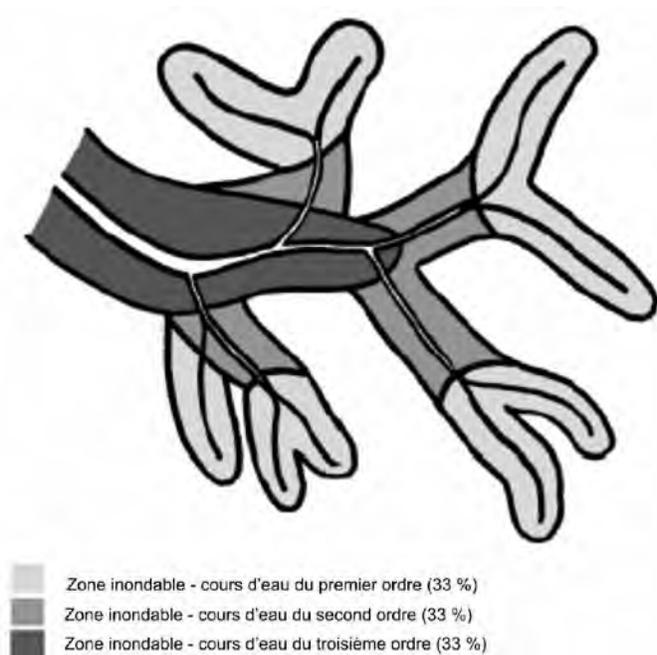


Figure 4.2 Illustration des zones inondables associées aux cours d'eau de différents ordres.

Importance des zones riveraines des cours d'eau de premier ordre

Les cours d'eau de premier ordre sont ceux qui n'ont pas d'affluent; ils se retrouvent donc dans la partie la plus en amont des systèmes hydrographiques, sont souvent situés dans des zones boisées et sont souvent également associés à des lacs ou des zones humides. Ces cours d'eau sont la plupart du temps de faibles dimensions mais leur environnement est important à préserver puisqu'ils ont un impact non négligeable sur les régimes hydrologiques et les zones inondables plus en aval. Leur valeur écologique est également liée au fait qu'ils drainent souvent une partie importante du territoire. Par exemple, il a été établi aux États-Unis que les cours d'eau de premier et second ordre représentaient près de 73 % des cours d'eau inventoriés. La figure 4.2 illustre schématiquement la relation entre l'ordre des cours d'eau et les limites des zones inondables: ceux du premier ordre, qui sont souvent de largeur inférieure à 3 m, représentent approximativement un tiers de la surface totale de zones inondables pour la plupart des bassins versants (Delaware DNR, 1997). Dans ce contexte, il devient important de viser à préserver les zones inondables dans ces secteurs en amont puisque, de façon cumulative, ces petites zones ont un impact non négligeable sur le comportement hydrologique de l'ensemble du bassin versant.

4.2.2 Milieux humides

L'expression « milieu humide » couvre une large gamme d'écosystèmes comme les étangs, les marais, marécages ou les tourbières. Ces milieux sont caractérisés par la présence d'eau durant une période suffisamment longue pour influencer la nature du sol et la composition de la végétation. Ils constituent une zone de transition entre les milieux terrestres et aquatiques et on les retrouve en bordure des lacs ou des cours d'eau, près des estuaires ou de la mer ou enfin dans des dépressions mal drainées. Ces écosystèmes, dans leur état naturel, apportent des bénéfices appréciables à différents niveaux pour la qualité des écosystèmes.

- Ils captent et stockent divers polluants et éléments nutritifs tels que les nitrates ou les phosphates. Ils contribuent ainsi au maintien d'une eau de qualité pour l'alimentation humaine et pour les milieux récepteurs de façon générale. Les zones humides agissent souvent comme un élément d'absorption pour différents polluants comme les matières en suspension, l'azote et le phosphore. Le tableau 4.2 illustre cette caractéristique des marais naturels.

Tableau 4.2

Gamme et pourcentage médian de rétention des matières en suspension, des nitrates et phosphore totaux pour des marais naturels

(adapté de Delaware DNR (1997) – source : Shaver et Maxted, 1993)

Polluant	Nombre de sites			Rétention nette (%)	
	Total	Puits	Source	Gamme	Médiane
MES	8	8	0	23 à 93	76
N Total	28	28	0	14 à 100	77
P Total	34	25	9	-171 à 98	44

- Ils emmagasinent les eaux de ruissellement et les précipitations, atténuant ainsi les risques d'inondation. Ils agissent en retenant temporairement les eaux de crue et en désynchronisant également l'arrivée des pointes de débit dans le système hydrographique en aval. Ils contribuent aussi à réduire les débits et volumes de ruissellement durant les événements pluvieux de faible importance, ce qui minimise les forces érosives dans les cours d'eau et protègent les habitats qu'on y retrouve.
- Ils stabilisent les sols, freinent les effets du vent et contribuent à dissiper la force des vagues et des marées ainsi que l'érosion des rives par le courant.

- Ils constituent une importante réserve pour la biodiversité et représentent des zones d'alimentation, de reproduction, d'abri, de refuge et de repos pour de nombreuses espèces allant des micro-organismes aux insectes, amphibiens, reptiles, oiseaux, poissons et mammifères. Ils contribuent ainsi de manière importante à la production des ressources en espèces sauvages pour la chasse, la pêche et le piégeage.

La localisation des systèmes de traitement pour les eaux pluviales dans les aires qui furent des milieux humides avant leur conversion pour leur présente utilisation (par exemple avant d'être converti en champs de culture) offre une meilleure garantie de succès. Leur localisation dans des zones qui sont déjà affectées par le développement permet également d'offrir un meilleur gain environnemental et d'atteindre des objectifs multiples. La mise en place de marais artificiel peut être une des techniques envisageables pour un site en particulier et certains guides techniques détaillés sont disponibles.

Au Québec, les projets pouvant affecter les milieux humides sont assujettis à une demande d'autorisation en vertu du deuxième alinéa de l'article 22 de la Loi sur la qualité de l'environnement (L.R.Q., c. Q-2), qui prévoit que les travaux prévus «... dans un cours d'eau à débit régulier ou intermittent, dans un lac, un étang, un marais, un marécage ou une tourbière...» sont assujettis à l'obtention préalable d'un certificat d'autorisation du ministre du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec. Pour la démarche d'autorisation, le MDDEP distingue les territoires visés par la loi en deux grands ensembles, soit les basses terres du Saint-Laurent et la plaine du lac Saint-Jean et le reste du Québec. Les différentes conditions à respecter pour les demandes d'autorisation pour chaque catégorie sont décrites sur le site du MDDEP.

4.2.3 Zones inondables

Les zones inondables sont les zones relativement basses en bordure des rivières, lacs et océan et qui sont périodiquement inondées lors des crues. Tout en remplissant souvent des fonctions sociales comme espaces verts avec une utilisation récréative, elles remplissent plusieurs autres fonctions importantes touchant la diversité biologique des milieux, le cycle hydrologique, la géomorphologie des cours d'eau et le contrôle de la qualité des eaux.

Pour les aspects qui concernent directement la gestion des eaux pluviales, les plaines inondables fournissent des zones de stockage et d'acheminement des eaux lors de crues importantes. Dans leur état naturel, elles servent à réduire les vitesses d'écoulement et les débits de pointe lorsque l'eau passe à travers la végétation souvent plus dense qu'on y retrouve. Les zones inondées peuvent également réduire la sédimentation et filtrer différents polluants qui peuvent être associés aux matières en suspension.

Reconnaissant la valeur écologique et biologique des plaines inondables et également pour minimiser les conséquences liées au développement dans ces zones, le Québec s'est doté en 1987 d'une politique gouvernementale en matière de protection des rives, du littoral et des plaines inondables. En 1996, cette politique a été révisée afin de résoudre des difficultés rencontrées lors de son application, en introduisant la possibilité pour une municipalité régionale de comté (MRC) ou une communauté urbaine de faire approuver un plan de gestion de ses rives et de son littoral et d'adopter des mesures particulières de protection divergeant, en tout ou en partie, de celles de la politique. La dernière révision de la politique en mai 2005 concerne notamment une protection accrue des zones de grand courant des plaines inondables.

Cette politique donne un cadre normatif minimal; elle n'exclut pas la possibilité pour les différentes autorités gouvernementales et municipales concernées, dans le cadre de leurs compétences respectives, d'adopter des mesures de protection supplémentaires pour répondre à des situations particulières. Un guide des bonnes pratiques, produit par le MDDEP (2007), fournit des informations techniques quant à l'application de la politique. Plusieurs des éléments de la politique, dont l'établissement de la ligne des hautes eaux, la définition des rives, du littoral et des plaines inondables peuvent avoir un impact non négligeable sur l'aménagement d'un site. On devra donc se référer au besoin à la version la plus récente de la politique et du guide pour tenir compte de ces éléments.

4.2.4 Bande riveraine (rives)

Le concept de bande riveraine élaboré dans cette section est tiré de la publication de Schueler (1995) et doit être adapté pour être appliqué au Québec. La *Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables*

(PPRLPI) adoptée par l'état québécois considère qu'une bande de **protection intégrale** d'une largeur de 10 à 15 mètres doit être appliquée sur tous les lacs et cours d'eau permanents comme intermittents. Cette bande y est définie comme la rive du lac ou du cours d'eau. Le régime de protection qui doit être appliqué sur une rive, entre autres par les réglementations municipales, s'apparente en partie à celui qui est proposé par l'auteur pour la bande immédiate adjacente au plan d'eau.

Plusieurs auteurs dont Gagnon et Gangbazo (2007) nomment « bande riveraine » un espace riverain sous couvert végétal permanent composé d'un mélange de plantes herbacées, d'arbustes et d'arbres adjacents à un cours d'eau ou à un lac. Dans nombres de situations, ces bandes riveraines peuvent être assimilées à la rive telle que définie dans la PPRLPI, mais ce n'est pas toujours le cas. Les rives assurent la transition entre les écosystèmes aquatiques et terrestres et elles constituent souvent une zone entre le cours d'eau et la plaine de débordement. L'analyse et la délimitation des rives sont donc abordées directement dans la PPRLPI.

Parce qu'elles font la jonction entre ces deux milieux différents et qu'elles subissent de nombreuses perturbations naturelles, les rives sont particulièrement dynamiques et diversifiées. Cette grande diversité s'explique par la juxtaposition de trois écosystèmes (aquatique, riverain et terrestre) sur une superficie relativement restreinte, par la présence d'eau, de nourriture et d'un couvert protecteur, par la diversité de structure de la végétation, par l'importance de l'effet de lisière créé par les écotones et par la variabilité des conditions au gré des saisons. On doit toutefois noter que pour jouer pleinement ces rôles, les rives doivent être suffisamment larges, comporter trois strates – herbacée, arbustive et arborescente – et être composées d'espèces indigènes.

Les rives peuvent remplir plusieurs fonctions importantes qu'on peut regrouper en deux classes, soit la prévention ou la réduction de la contamination de l'eau (fonction d'assainissement) et le maintien des habitats aquatiques et riverains (fonction écologique). Les rives représentent à la fois un habitat pour la faune et la flore, un écran contre le réchauffement excessif de l'eau, une barrière contre les apports de sédiments dans les plans d'eau, un rempart contre l'érosion des sols et des rives, un régulateur du cycle hydrologique, un filtre contre la pollution de l'eau et un brise-vent naturel. Elles jouent éga-

lement un rôle important dans la protection de la qualité esthétique du paysage.

Concrètement, la fonction première des rives est de protéger les cours d'eau, lacs ou milieux humides et elles peuvent être utilisées dans l'élaboration du concept d'aménagement d'un site pour capturer et filtrer les polluants qui seront générés. Leur efficacité dépend de plusieurs facteurs dont notamment leur largeur, la topographie du terrain, le type de végétation qui la compose, la présence d'une infrastructure de drainage agricole de surface, le type de sol, les conditions climatiques et leur emplacement dans le bassin versant. De plus, il a été démontré que les rives dans leur état naturel peuvent n'avoir qu'un impact limité sur la qualité des eaux de ruissellement, principalement à cause de la façon dont ces eaux atteignent les bandes riveraines dans les bassins versants urbains (Schueler, 1995). La figure 4.3 illustre cet élément. Pour être efficace dans l'épuration des eaux, une rive doit être alimentée par un écoulement en nappe; or, comme le montre le schéma de la figure 4.3, les entrées des eaux de ruissellement se font davantage en des points précis alimentés par des exutoires du réseau de drainage. Ceci réduit donc considérablement le pourcentage d'un bassin qui pourra voir ses eaux de ruissellement traitées par une rive.

Pour optimiser le traitement, on pourra prévoir à la limite de la zone extérieure une zone de dépression et une bande filtrante engazonnée. Les eaux de ruissellement qui seront captées par la dépression seront par la suite réparties uniformément pour créer un écoulement en nappe, favorisant ainsi une meilleure filtration des sédiments transportés et infiltration dans la rive. Schueler (1995) propose par ailleurs certains critères de performance qui peuvent être considérés pour améliorer l'efficacité des rives. Il suggère la création d'une bande riveraine intégrant la rive, dont la conception et la gestion inclurait notamment les éléments suivants:

1. **Largeur minimale de la bande riveraine.**

Pour protéger adéquatement les cours d'eau, une largeur de 30 m est recommandée (Schueler, 1995). La figure 4.4 résume certains éléments de conception à prendre en compte pour l'utilisation d'une bande riveraine pour le traitement des eaux pluviales. Sur cette figure, la bande adjacente constituerait la rive et sa largeur devrait être de 10 à 15 m selon la pente selon la PPRLPI.

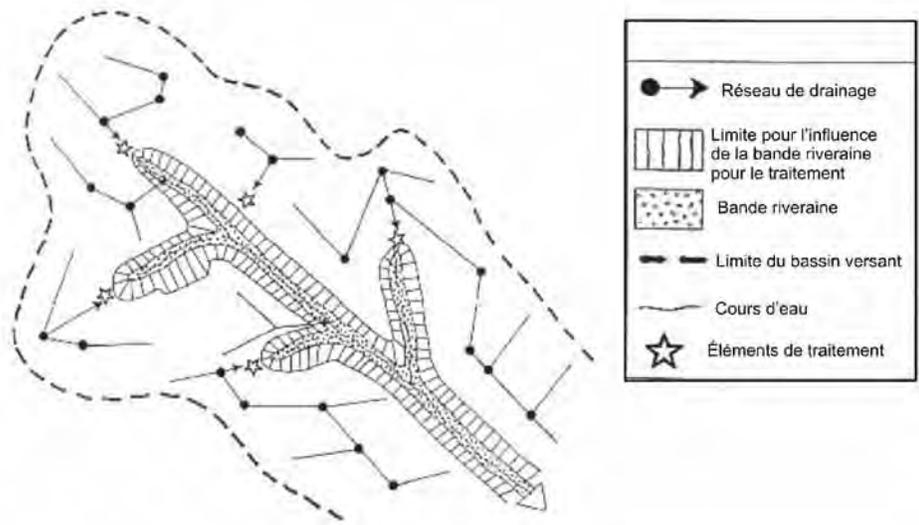


Figure 4.3 Modes d'entrée des eaux de ruissellement urbain avec un mode de drainage conventionnel.

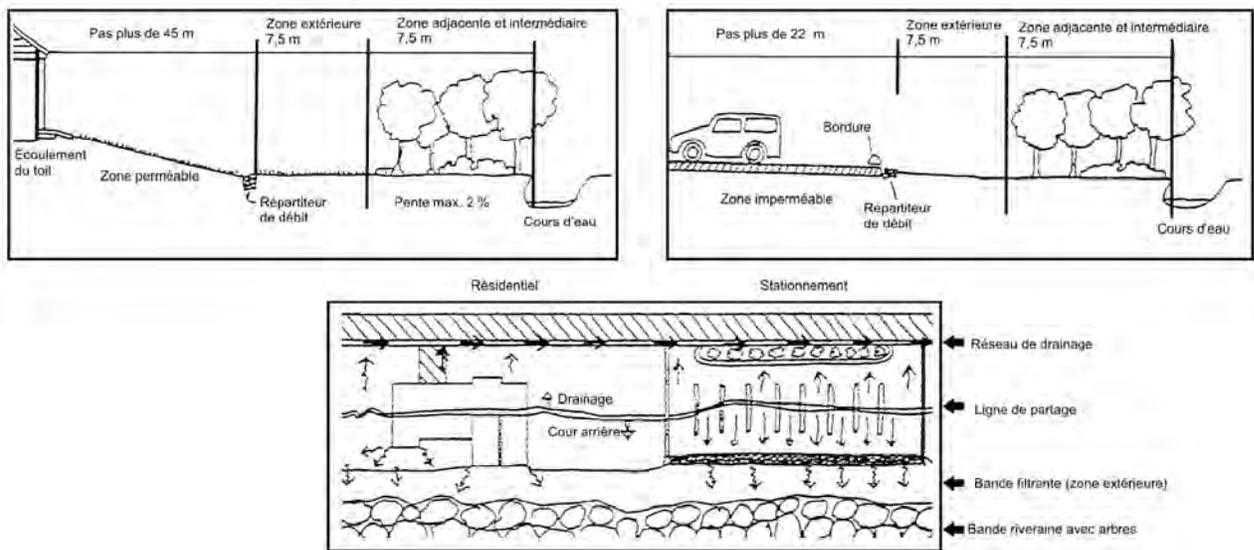


Figure 4.4 Critères de conception pour l'utilisation d'une rive pour le traitement des eaux pluviales (adapté de Schueler, 1995).

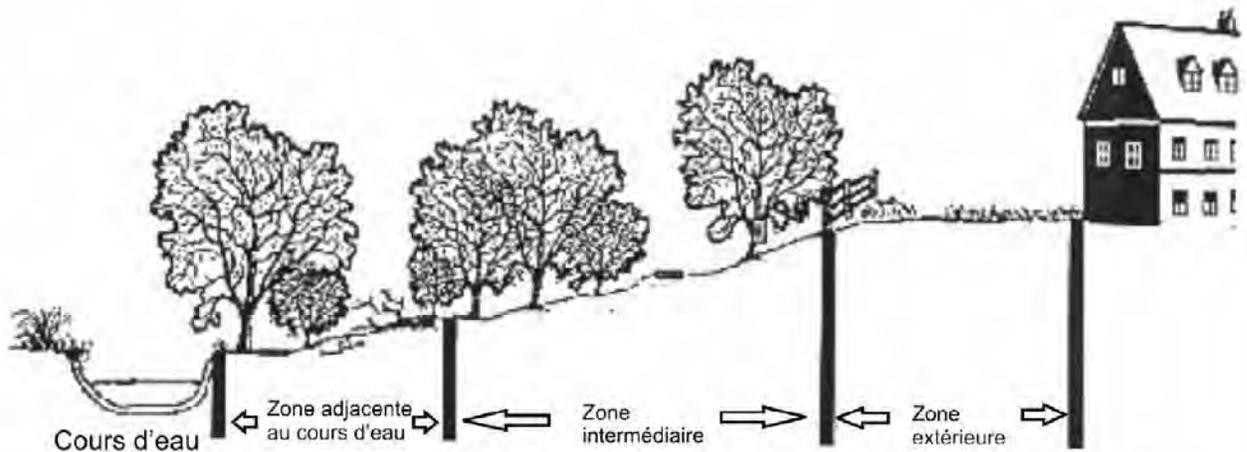


Figure 4.5 Bande riveraine divisée en trois zones (adapté de Schueler, 1995).

2. **Système avec trois zones, en divisant la bande comme le montre la figure 4.5.**

Comme le montre la figure 4.5, la bande riveraine devrait être, pour fins d'analyse, subdivisée en trois zones distinctes. Chaque zone remplit une fonction différente et a une largeur différente et des types de végétation et d'aménagement distincts.

La **zone adjacente au cours d'eau ou rive** protège l'intégrité physique et écologique de l'écosystème du cours d'eau. Le type de végétation est une forêt mature qui peut fournir de l'ombre, des débris de feuilles et de bois et une protection contre l'érosion. Selon la PPRLPI, une largeur minimale est de 10 à 15 m de chaque côté, soit environ la distance nécessaire pour un rideau significatif d'arbres matures.

La **zone intermédiaire** a une largeur variable en fonction de la nature du cours d'eau, des dimensions de la plaine inondable 1 dans 100 ans, des pentes adjacentes et des marais ou zones humides en rive. Ses principales fonctions sont de protéger les composantes essentielles du cours d'eau et de servir de zone tampon entre le développement et le cours d'eau. On y retrouve également une forêt mature mais plus clairsemée, avec des espaces pour des ouvrages de gestion des eaux pluviales ou pour des utilisations récréatives. La largeur minimale est de 15 m mais elle peut être augmentée en fonction de la nature du cours d'eau et de sa position dans le bassin versant (ordre du cours d'eau), les pentes ou la présence d'habitats qu'il faut protéger.

Finalement, la **zone extérieure**, d'une largeur minimale de 7,5 m, sera dans plusieurs cas une arrière-cour de résidence et on y retrouvera donc du gazon ou des aménagements paysagers.

3. **Viser à conserver ou favoriser une forêt mature.**

En règle générale, on visera à maintenir pour les zones adjacente et intermédiaire une végétation d'avantage associée à des conditions de prédéveloppement, ce qui sera habituellement une forêt mature. En cas d'absence de ce type de végétation, son implantation devrait y être favorisée. Même si à court terme on ne peut atteindre cet objectif pour différentes raisons, on devra idéalement s'assurer que les mécanismes de gestion mis en place permettront de l'atteindre ultimement. Dans certains cas, on pourra par exemple planter des arbres afin

d'accélérer le processus. On devra également s'assurer que le type de végétation utilisé est bien adapté aux zones qui font l'objet d'une revégétalisation.

4. **Intégration d'autres éléments de traitement dans la bande riveraine.**

Finalement, pour une bonne gestion des eaux pluviales, il est important de réaliser que les bandes riveraines peuvent être une composante importante dans un système de traitement pour un site. Les bandes riveraines ne pourront traiter en général qu'un faible pourcentage du débit (de l'ordre de 10 %) et on devra donc prévoir également d'autres composantes dans la filière de traitement. La figure 4.4 montre comment les zones adjacente et intermédiaire peuvent être utilisées pour traiter les eaux provenant de secteurs perméables (largeur maximale de 45 m) ou imperméable (largeur maximale de 22 m). Un élément important à mettre en place dans ce cas est un répartiteur de débit, qui permettra d'assurer que les eaux sont réparties uniformément et que l'écoulement se fera en nappe sur les trois zones et non pas de façon concentrée. Le chapitre 11 traitera d'aménagement pour ce type de répartiteur de débit.

4.2.5 Forêts

La présence d'une forêt dans un bassin versant peut affecter de façon importante les conditions hydrologiques. L'impact sur les conditions de ruissellement que peut apporter une forêt dépend notamment de la structure des sols, de la couche organique et de la végétation. Les sols dans les forêts agissent généralement comme des capteurs d'éléments nutritifs, en fonction notamment des caractéristiques de la couche de sol et de la position de la forêt dans le bassin versant. La couche organique fournit une barrière aux sédiments, maintient la porosité de la surface et de hauts taux d'infiltration. La présence d'arbres et de végétation au sol a évidemment un impact important sur la quantité de précipitation qui pourra être transformée en ruissellement. L'interception de la précipitation par les feuilles des arbres, par la végétation au sol et par la couche organique fait également en sorte que le ruissellement est minimisé.

4.2.6 Champs

Les champs représentent souvent un état de transition vers l'établissement d'une forêt. Dans le contexte d'une

existantes du site. Ceci peut se faire de plusieurs façons :

- *Préserver le plus possible les aires naturelles dans un état non remanié*

En suivant les principes généraux énoncés aux sections précédentes, les zones naturelles qu'on devrait tendre à protéger incluent les zones avec végétation bien implantée, les zones avec arbres matures, les fossés de drainage naturel et les rives. À fortiori, le lit des cours d'eau devra demeurer à l'état naturel et être exempt de structures en aménagement. Le maintien de ces éléments naturels dans l'aménagement du site permettra de rester plus près des conditions hydrologiques qui prévalaient avant le développement et d'utiliser ces éléments comme des zones de traitement et d'infiltration.

- *Préserver la configuration des bandes riveraines*

Les bandes riveraines servent à protéger et délimiter physiquement un cours d'eau ou un lac des développements ou empiètements futurs; elles permettent également de maintenir l'intégrité des habitats et peuvent aussi jouer un rôle pour le traitement des eaux de ruissellement. L'analyse peut se faire en considérant le système de trois zones déjà présenté, avec des caractéristiques spécifiques à chacune des zones comme l'indique le tableau 4.3. Une bande riveraine avec des arbres matures devrait être maintenue et on devrait encourager la reforestation lors-



Figure 4.7 Exemple de bande riveraine maintenue.

que la forêt est disparue dans cette zone.

- *Éviter les constructions dans les zones inondables*
En principe, toutes les constructions et tous les ouvrages sont interdits dans les zones inondables. La politique de protection des zones inondables (voir le Guide des bonnes pratiques qui l'accompagne) spécifie quelles sont les types d'habitations ou de structures qui peuvent être permises dans les zones de grand courant (inondées lors d'une crue de récurrence de vingt ans) et de faible courant (inondées lors

Tableau 4.3

Caractéristiques des trois zones de la bande riveraine (adapté de Schueler, 1995).

	Zone adjacente au cours d'eau (Rive)	Zone intermédiaire	Zone extérieure
Largeur	Minimum 10 à 15 m plus milieux humides et habitats critiques	Variable selon l'importance du cours d'eau, la pente, la zone inondable (100 ans)	Minimum 7,5 m de retrait par rapport aux structures
Objectif de végétalisation	Forêt mature naturelle. Végétaliser si requis	Forêt contrôlée, léger dégagement toléré	Végétalisation encouragée, mais normalement du gazon
Usages acceptables	Très restreint p. ex. contrôle des inondations, droit de passage aux personnes autorisées, sentier pédestre	Restreint p. ex. certains usages récréatifs, évacuation partielle des eaux pluviales, piste cyclable	Sans restriction p. ex. usage résidentiel incluant gazon, potager, évacuation d'eaux de pluie (gouttières de toit)

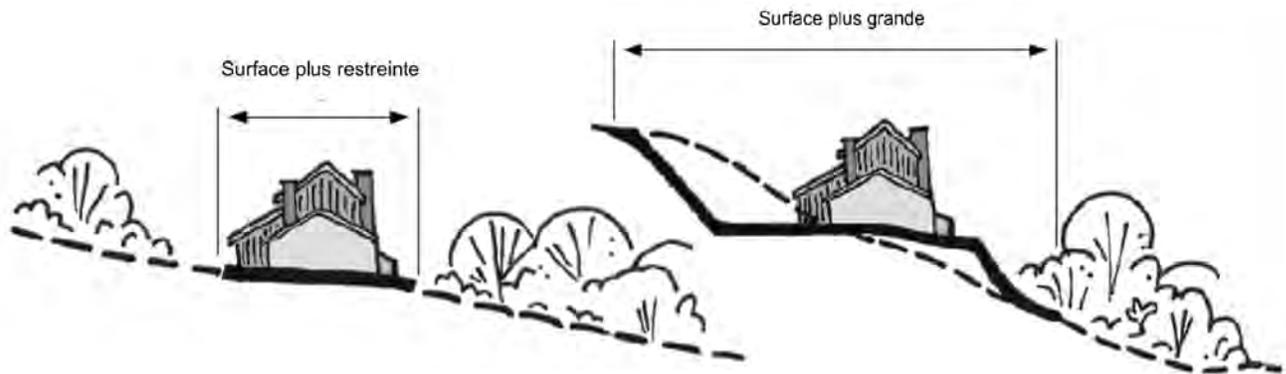


Figure 4.8 Conséquence d'une construction sur des pentes fortes comparativement à des pentes plus faibles.

d'une crue de récurrence de cent ans).

- *Éviter les zones de pentes fortes*

La préservation des zones de pentes fortes dans leur état naturel permet de prévenir l'érosion accentuée du sol et la dégradation de la qualité des eaux de ruissellement qui l'accompagnent. De plus, la construction dans des zones à pentes accentuées exige une plus grande surface que pour une construction dans des zones à pentes faibles (figure 4.8), sans compter les problèmes géotechniques potentiels associés à ce genre de pratique.

- *Minimiser le développement sur des sols poreux ou érosifs*

Les sols avec une bonne capacité d'infiltration comme le sable ou le gravier fournissent une bonne opportunité pour l'infiltration des eaux de ruissellement et la recharge de la nappe phréatique et ils devraient donc être préservés comme un élément potentiel de gestion des eaux pluviales. La caractérisation adéquate des sols en place devrait par conséquent être faite dans tous les cas. Les habitations et structures devraient par ailleurs être prévues dans les zones où les sols sont moins perméables. Les zones avec des sols plus

érosifs devraient d'un autre côté être idéalement maintenues dans leur état naturel afin de limiter le potentiel d'une érosion accrue après le développement.

4.3.2 Utilisation des techniques d'aménagement pour moindre impact (TAMI)

Après l'établissement des éléments de drainage naturel et l'exploration des possibilités quant à leur préservation et leur intégration au concept de développement, différentes techniques d'aménagement peuvent être analysées pour réduire les impacts quantitatifs et qualitatifs des eaux de ruissellement. Ces techniques touchent notamment la localisation et la configuration des surfaces imperméables sur le site et incluent les pratiques suivantes :

- *Adapter l'aménagement du site aux conditions naturelles.*

La localisation des rues et des bâtiments sur un site devrait suivre le plus possible les formes naturelles et la topographie existant avant le développement. On pourra ainsi préserver les fossés et le système de drainage naturels et éviter en même temps de trop remanier les sols en place (figure 4.9). Les figures 4.10 et 4.11 montrent des exemples d'aménagement pour des terrains



Figure 4.9 Préservation de la topographie naturelle du site.

avec des pentes plus fortes ou des pentes plus faibles.

L'exemple d'aménagement illustré à la figure 4.10 (avec pentes fortes) met en évidence le principe que les rues devraient être conçues pour suivre le mieux possible les contours naturels du terrain, de façon à réduire les déblais et les interventions sur les secteurs avec pentes fortes. Comme le montre la figure 4.10, les rues locales aménagées avec des boucles courtes et en cul-de-sac peuvent suivre les crêtes de contours et se raccorder aux collectrices de façon à éviter de croiser les cours d'eau. Dans des secteurs avec des pentes naturelles plus faibles (figure 4.11), un modèle plus traditionnel de maillage qui peut être interrompu par les cours d'eau naturels peut être utilisé. Dans tous les cas, les bâtiments et les surfaces imperméables devraient être à l'écart des pentes fortes, éloignés des corridors naturels de drainage et à l'extérieur des zones inondables. De plus, l'axe principal des bâtiments devrait être, de façon générale, orienté avec les contours existants.

- *Localiser le développement dans les zones moins sensibles.*

Pour minimiser les impacts hydrologiques sur les sols en place sur le site, le développement devrait être davantage concentré dans les zones moins sensibles au remaniement ou qui ont une valeur inférieure en termes de fonction hydrologique.

- Réduire les limites des zones où se fera le déboisement ou le remaniement des sols en place.
- *Utiliser si possible un aménagement par groupe (clustering).*

Ce type d'approche vise à concentrer les habitations et les surfaces imperméables dans une zone plus compacte en échange d'espaces verts et d'aires naturelles qui sont maintenus ou créés ailleurs sur le site (figures 4.12 et 4.13). Cette approche offre plusieurs avantages en réduisant les zones qui devront être remaniées, en altérant le moins possible les conditions naturelles du site et avec des coûts de construction et d'entretien qui sont moins élevés. Le recours à ce type de développement, qui devrait être privilégié considérant l'importance des bénéfices qui peuvent en découler, s'inscrit notamment dans une stratégie globale de réduction du pourcentage imperméable du site.

Les bénéfices associés à un aménagement

groupé sont nombreux et Schueler (1995) en présente une discussion détaillée. Les principaux bénéfices incluent la réduction du pourcentage imperméable, la réduction du ruissellement et des charges polluantes, la réduction globale des coûts d'aménagement, la concentration du ruissellement vers des sites pour faciliter son traitement et le support pour d'autres



Figure 4.10 Exemple d'aménagement avec des pentes naturelles fortes.



Figure 4.11 Exemple d'aménagement avec des pentes naturelles plus faibles.



Figure 4.12 Vue aérienne d'un aménagement par groupe (*clustering*).

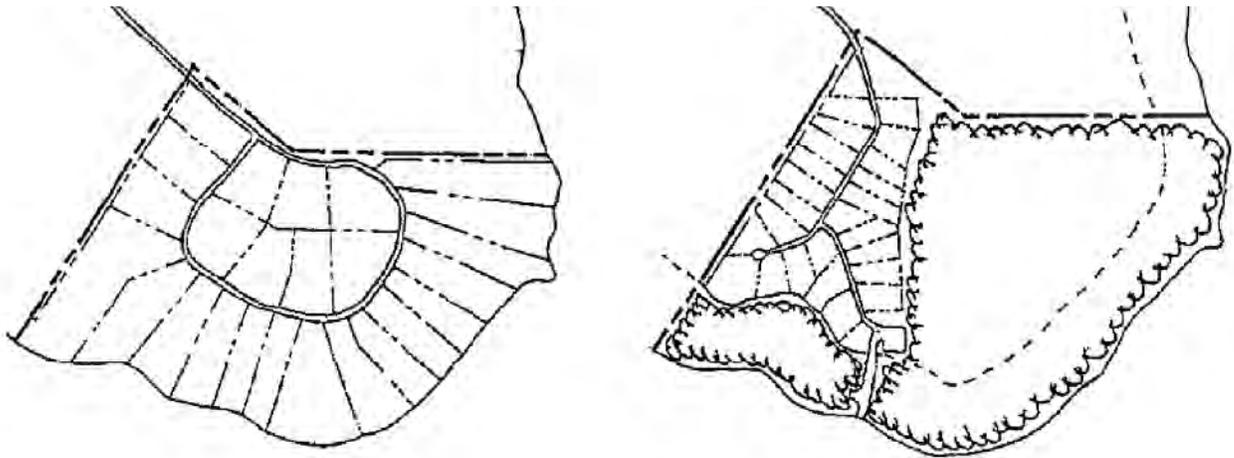


Figure 4.13 Comparaison entre un développement conventionnel (à gauche) et un développement groupé (clustering) (à droite).

objectifs communautaires.

4.3.3 Minimisation du couvert imperméable dans l'aménagement du site

La réduction du pourcentage imperméable dans l'aménagement d'un site constitue la technique la plus efficace pour réduire les impacts sur le cycle hydrologique. La figure 4.14 montre différents exemples de techniques simples permettant de réduire le pourcentage imperméable.

Plusieurs avenues peuvent ici être explorées en ce sens (Puget Sound Action Team, 2005; CWP, 1998a; Amec *et al.*, 2001; Schueler, 1995) :

1. Réduire la longueur et la largeur des rues;
2. Réduire les dimensions des bâtiments;
3. Réduire les dimensions des espaces de stationnement;
4. Utiliser moins de cul-de-sac ou choisir des formes alternatives;
5. Créer des zones de contrôle et de traitement pour les aires de stationnement.

Chacune de ces avenues est discutée plus en détails aux sections qui suivent.

4.3.3.1 Réduire la longueur et la largeur des rues

La définition des configurations de rues doit être analysée afin de réduire le plus possible les longueurs totales. De plus, les rues dans les secteurs résidentiels doivent être conçues avec les largeurs minimalement requises pour permettre d'avoir les largeurs de voies de circulation nécessaires, le stationnement sur la rue et l'accès pour les urgences. Dans plusieurs développements, les largeurs minimales de rue sont souvent excessives et ne reflètent

pas toujours les besoins actuels ni futurs. Les largeurs de rue devraient être basées sur le volume de trafic anticipé et il existe une opportunité non négligeable, en particulier pour des zones résidentielles, de réduire ces largeurs et par conséquent le pourcentage imperméable global des développements.

4.3.3.2 Réduire les dimensions des bâtiments

Lorsque possible, la réduction de la surface au sol utilisée par les bâtiments, en utilisant par exemple des constructions en hauteur au lieu d'occuper une partie plus importante du lot, pourra amener une réduction appréciable des surfaces imperméables.

4.3.3.3 Réduire les dimensions des espaces de stationnement

Particulièrement pour des secteurs commerciaux ou industriels, les superficies réservées aux aires de stationnement peuvent être appréciables et on aura donc intérêt à réduire le plus possible ces superficies. Le tableau 4.4 présente des exemples d'exigences typiques et les compare aux demandes moyennes. En pratique, les exigences peuvent être régies par la réglementation municipale ou les normes provinciale ou canadienne.

4.3.3.4 Utiliser moins de cul-de-sac ou choisir des formes alternatives

Des secteurs avec un nombre trop important de cul-de-sac peuvent contribuer à accroître de façon importante les surfaces imperméables. Leur nombre devrait donc être limité le plus possible et des concepts d'aménagement mieux adaptés devraient être encouragés (figure 4.14).

Tableau 4.4
Exigences minimum des aires de stationnement
(adapté de Schueler, 1998a).

Utilisation du territoire	Besoins en stationnement		Demande actuelle moyenne de stationnement
	Ratio de stationnement	Gamme typique	
Maisons unifamiliales	2 espaces par unité de logement	1,5 – 2,5	1,11 espace par unité de logement
Centre commercial	5 espaces par 1000 pi ² de SBP	4,0 – 6,5	3,97 par 1000 pi ² de SBP
Dépanneur	3,3 espaces par 1000 pi ² de SBP	2,0 – 10,0	--
Industrie	1 espace par 1000 pi ² de SBP	0,5 – 2,0	1,48 par 1000 pi ² de SBP
Clinique médicale / dentaire	5,7 espaces par 1000 pi ² de SBP	4,5 – 10,0	4,11 par 1000 pi ² de SBP
SBP = Superficie brute de plancher, sans espace de rangement ni de services			

Note: Multiplier par 0,0929 pour convertir des pi² en m².

Un rayon de 9,1 m est adéquat pour des rues résidentielles à faible volume. Un rayon de 12,2 m avec un centre aménagé pourra permettre les mouvements des véhicules d'urgence lorsqu'un rayon interne de 6,1 m est maintenu (Schueler, 1995). Un cul-de-sac en T, quoiqu'il nécessite des manœuvres plus élaborées, pourra être justifié dans une zone résidentielle à faible volume lorsqu'il dessert 10 maisons ou moins. De façon générale, les îlots dans les culs-de-sac devraient être aménagés avec des aires de rétention ou de biorétention pour favoriser la réduction des volumes et débits de ruissellement.

4.3.3.5 Créer des zones de contrôle et de traitement pour les aires de stationnement et de circulation

Une autre façon de réduire l'impact hydrologique de grandes surfaces pavées est de créer des îlots de végétation permettant d'assurer un contrôle et un traitement à la source. Pour les stationnements, ces zones sont facilement intégrées à l'aménagement général du site (figure 4.16). Cette approche est moins utilisée pour les rues dans les secteurs résidentiels mais ces zones de traitement peuvent tout de même être aménagées comme des éléments permettant de ralentir le trafic, en particulier pour des secteurs avec de faibles volumes de circulation



Figure 4.14 Exemples de réduction des surfaces imperméables. (a) Cul-de-sac avec aménagement de l'îlot; (b) terre-plein aménagé; (c) rues résidentielles moins larges; (d) stationnement «vert» avec aménagement des îlots).

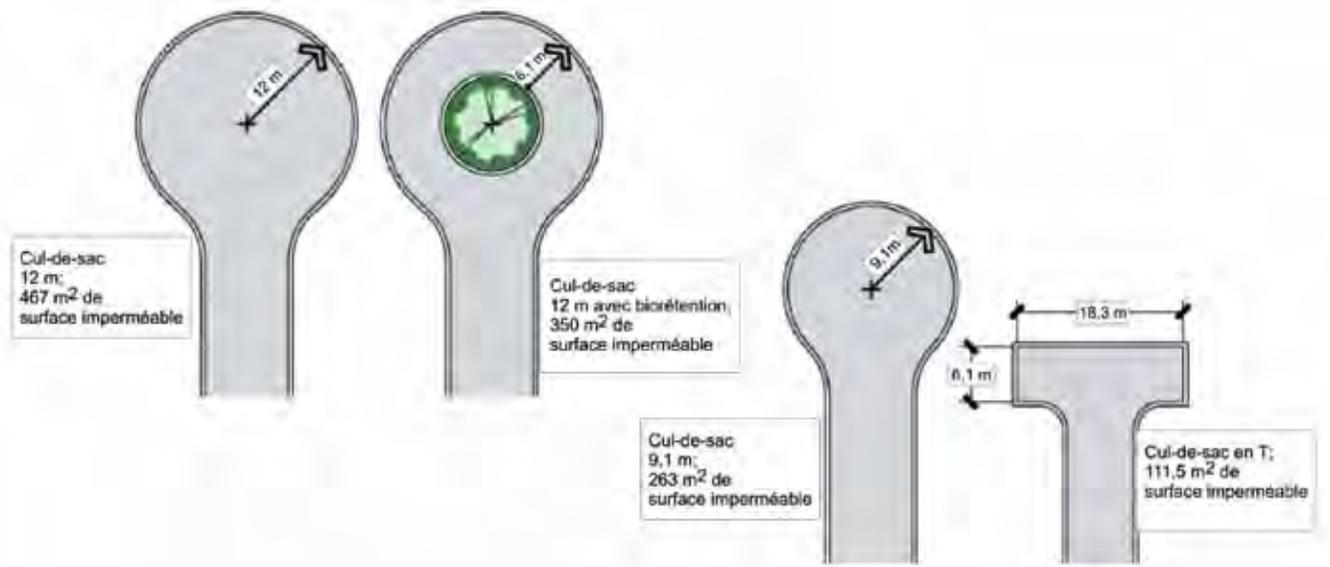


Figure 4.15 Aménagements de cul-de-sac et surface imperméable (adapté de Puget Sound action Team, 2005).

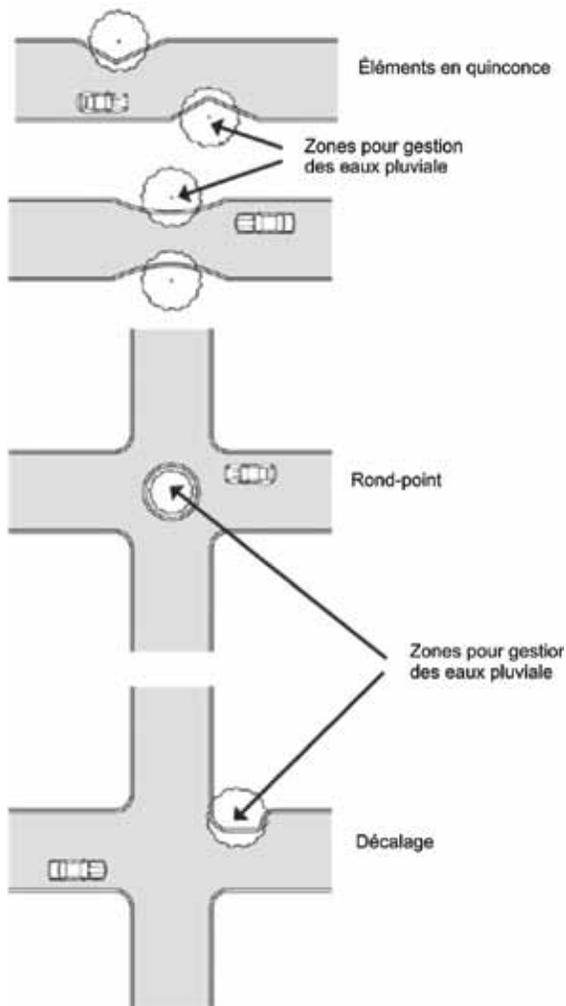


Figure 4.17 Exemples d'application d'éléments de contrôle de la circulation avec des zones pour le contrôle à la source (adapté de Puget Sound action Team, 2005).



Figure 4.16 Zones de traitement pour un stationnement.



Figure 4.18 Exemple d'application d'éléments de contrôle de la circulation avec des zones pour le contrôle à la source.

(figures 4.17 et 4.18).

4.4 BARRIÈRES À SURMONTER ET PRINCIPES DE MISE EN ŒUVRE

Bien que les techniques d'aménagement du territoire avec un moindre impact puissent avoir des avantages indéniables pour minimiser les impacts hydrologiques du développement urbain, il peut être difficile d'appliquer certaines techniques parce que la géométrie, la localisation et la conception des projets de développement sont des éléments largement dictés par la réglementation de zonage et les standards d'aménagement des municipalités. Dans certains cas, la réglementation ne favorisera pas ou interdira l'application de certaines de ces techniques et on devra vérifier dans chaque situation si on peut les utiliser.

Des problèmes potentiels (réels ou perçus comme tels par les usagers) lors de l'application de certaines de ces techniques peuvent être mieux pris en compte si ils sont considérés lors de l'analyse du site. Les barrières qui peuvent être citées pour l'application de ces approches sont qu'elles peuvent (MPCA, 2005) :

- Réduire l'accès pour les véhicules d'urgence et les camions d'incendie;
- Augmenter les coûts d'entretien;
- Augmenter les coûts de construction;
- Rendre plus difficile l'enlèvement de la neige;
- Générer des plaintes ou des problèmes futurs (aires de stationnement inadéquates, eau en surface);
- Interférer avec les utilités existantes.

Ces barrières peuvent toutefois être surmontées en impliquant les différents intervenants (promoteurs, personnel technique des municipalités et concepteurs) et en informant adéquatement le public. Une approche qui a démontré son efficacité est l'organisation d'une table ronde ou d'un forum (voir notamment le site du Center for Watershed Protection; http://www.cwp.org/site_planning.htm et CWP, 1998a); un tel forum est normalement conduit en cinq étapes :

1. Revue critique des codes et règlements municipaux qui régissent et encadrent le développement (comprenant notamment les règlements de zonage, les normes pour la conception des rues, les critères et exigences pour la gestion des eaux pluviales et tout autre document influençant la façon dont se fait le développement à l'intérieur d'une municipalité).
2. Identification des personnes ou groupes qui participeront au forum.
3. Informer le groupe quant aux différentes techniques d'aménagement et présenter le processus du forum de discussion. Passer en revue les codes et règlements existants en les comparant à ce qui serait souhaitable.
4. Diriger les discussions, avec possiblement des sous-comités pour l'analyse de points plus spécifiques.
5. Proposer / effectuer des changements aux codes et règlements pour maximiser les bénéfices et optimiser les modes d'aménagement.

Un manuel produit par le *Center for Watershed Protection* (CWP, 1998a) présente en détails les implications des nouveaux principes d'aménagement et discute des mauvaises perceptions qui sont parfois véhiculées. À titre d'exemple, on y discute de l'utilisation de fossés engazonnés au lieu des systèmes de bordures et puisards de rue qui sont typiquement mis en place, en faisant ressortir les bénéfices associés aux fossés et en discutant comment les perceptions sont souvent contredites par les faits et des études de cas. Au Québec, certaines municipalités comme la Ville de Lorraine et d'autres dans l'ouest de l'île de Montréal utilisent depuis de nombreuses années des fossés engazonnés pour le drainage des rues. Il faut toutefois souligner que les fossés dont il est ici question ne sont pas des fossés de drainage utilisés historiquement en milieu rural mais qu'ils sont plutôt aménagés de façon appropriée pour permettre de répondre adéquatement aux objectifs de drainage et d'esthétisme. Le chapitre 11 traitera plus spécifiquement des détails relativement à ce type de fossé engazonné et des divers types d'aménagement qui sont envisageables.

En terminant cette section, on peut reprendre les principes d'aménagement qui sont discutés dans le guide du CWP (1998a). Ces principes, présentés au tableau 4.5, sont regroupés dans trois catégories et pourront servir de cadre général pour la mise en œuvre des techniques pour un développement adéquat des sites. Souvent, la prise en compte de plusieurs de ces éléments nécessitera la revue et la modification de la réglementation municipale et c'est pourquoi on pourra avoir recours dans ce cas à un exercice de consultation et une table ronde permettant de favoriser l'adhésion des divers intervenants à ces principes. La section 4.5 fournira des exemples d'application et des possibilités offertes

dans le cas d'un développement résidentiel ou d'un centre commercial avec de grandes surfaces imperméabilisées.

Tableau 4.5

Principes d'aménagement du territoire pour favoriser une gestion adéquate des eaux pluviales .

Rues résidentielles et aires de stationnement	1. Conception des rues de secteurs résidentiels avec les largeurs de pavage minimum pour le volume de circulation projeté.
	2. Réduction de la longueur totale des rues (objectif d'augmentation du nombre de résidences par unité de longueur).
	3. Lorsque possible, minimiser la largeur de l'emprise de rue.
	4. Minimiser le nombre de culs-de-sac et incorporer des aménagements paysagers pour réduire les débits et volumes de ruissellement.
	5. Lorsque la densité d'habitations projetée, la topographie, les sols et les pentes de terrain le permettent, favoriser l'utilisation de fossés engazonnés.
	6. Les dimensions des espaces de stationnement pour différents types d'occupation du sol devraient être réglementées avec des valeurs minimum et maximum.
	7. Les besoins en espace de stationnement devraient être révisés au besoin pour les secteurs bien desservis par le transport en commun.
	8. Réduire les surfaces imperméables des stationnements avec des lots plus petits et en utilisant des recouvrements perméables ou poreux dans certains secteurs.
	9. Promouvoir avec des incitatifs le recours à des aires de stationnement multi-étagées qui permettent de réduire l'empreinte globale.
	10. Maximiser le recours à un traitement des eaux pluviales, en utilisant des aires avec de la biorétention, des bandes filtrantes et toute autre pratique avec végétation qui favorise l'infiltration locale.
Développement des lots	11. Favoriser le maintien d'espaces verts qui utilisent des lots de plus petites dimensions pour minimiser les surfaces imperméables, réduire les coûts de construction, conserver les aires naturelles et promouvoir la protection des bassins versants.
	12. Réviser à la baisse les largeurs de lots (latérales et frontales) pour diminuer le pourcentage imperméable.
	13. Promouvoir des standards flexibles pour l'aménagement des trottoirs.
	14. Promouvoir l'utilisation de recouvrement poreux pour les entrées et le partage des espaces de stationnement.
	15. Spécifier comment les espaces verts seront gérés et maintenus et assigner une entité administrative directement responsable pour cette gestion.
	16. Diriger les gouttières de toit vers les surfaces perméables.
Conservation des aires naturelles	17. Créer et maintenir les rives pour les cours d'eau.
	18. La végétation pour la rive devrait être celle d'origine et elle sera maintenue ou restaurée en cours de développement.
	19. L'enlèvement du couvert végétal naturel et des arbres sur un site devrait être limité au minimum.
	20. Conserver les arbres et la végétation et promouvoir de façon générale des aménagements paysagers pour les espaces verts, les emprises de rue et les aires perméables dans les stationnements.
	21. Prévoir des incitatifs et de la flexibilité pour les aménagements.
	22. Des émissaires pluviaux ne devraient pas se décharger sans gestion et traitement vers des aires naturelles sensibles (marais naturels, aquifère ou milieu récepteur sensible).

4.5 EXEMPLES D'APPLICATION

4.5.1 Développement résidentiel

La figure 4.19 fournit pour un secteur résidentiel un exemple d'application des différentes techniques discutées dans le présent chapitre en comparant une conception traditionnelle à un aménagement avec moindre impact.

Le schéma du haut de la figure 4.19 montre un aménagement conventionnel d'un secteur résidentiel, où on peut constater que le site complet a été réaménagé sans faire d'effort pour adapter le patron de rues à la topographie existante. Tout le couvert végétal naturel a été enlevé, ce qui affecte évidemment l'hydrologie et le drainage du site. Les rues sont larges et on utilise un système de bordures et puisards, sans mettre en place d'ouvrages ou d'aménagement permettant d'effectuer un contrôle à la source.

En comparaison, le schéma en bas de la figure 4.19 illustre certaines pratiques d'aménagement qui peuvent être mise à profit. La configuration des lots préserve dans ce cas une part appréciable de zones dans leur état naturel et l'organisation des rues tient compte de la topographie naturelle. Le cours d'eau drainant naturellement le secteur est conservé et sa protection assurée par le maintien des rives et la préservation des zones inondables. Les rues sont moins larges et sont drainées par des fossés engazonnés; les culs-de-sac comprennent également des aménagements paysagers pour favoriser l'infiltration locale.

À l'échelle du lot, différentes techniques, illustrées à la figure 4.20, peuvent être utilisées.

4.5.2 Développement commercial

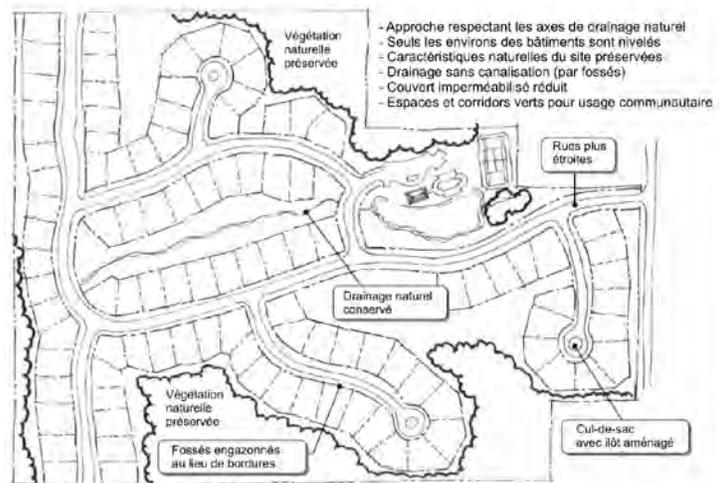
La figure 4.21 illustre finalement certains des concepts discutés pour l'aménagement d'une zone commerciale. Plusieurs possibilités sont envisageables dans ce type de projet. Le schéma en haut de la figure 4.21 illustre une approche conventionnelle, avec comme seule aire de végétation une bande agissant comme zone tampon autour du secteur et un bassin de rétention en périphérie.

Une approche avec de meilleurs principes d'aménagement (schéma en bas de la figure 4.21) intégrerait d'un autre côté une meilleure répartition des bâtiments et des aires de stationnements, avec des aires spécialement aménagées pour effectuer de la biorétention et un contrôle mieux réparti sur le site. On a également préservé une large partie du site dans son état naturel. Puisque les contrôles sont mieux répartis et que les aires de biorétention effectuent un traitement, le bassin de rétention à la sortie du site a des dimensions moins importantes.

Par ailleurs, on pourra évidemment, dans le cas de plus petites surfaces de stationnement, diriger les eaux de stationnement vers l'extérieur du pavage (voir figure 4.22), où des fossés ou des aménagements pourront



Secteur résidentiel – design conventionnel



Secteur résidentiel – design avec plus faible impact

Figure 4.19 Comparaison d'un aménagement traditionnel et d'un aménagement avec des techniques d'aménagement de moindre impact – secteur résidentiel.

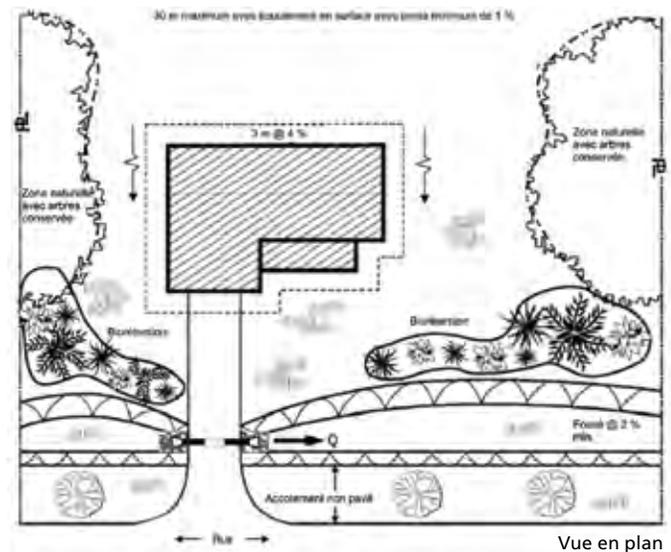
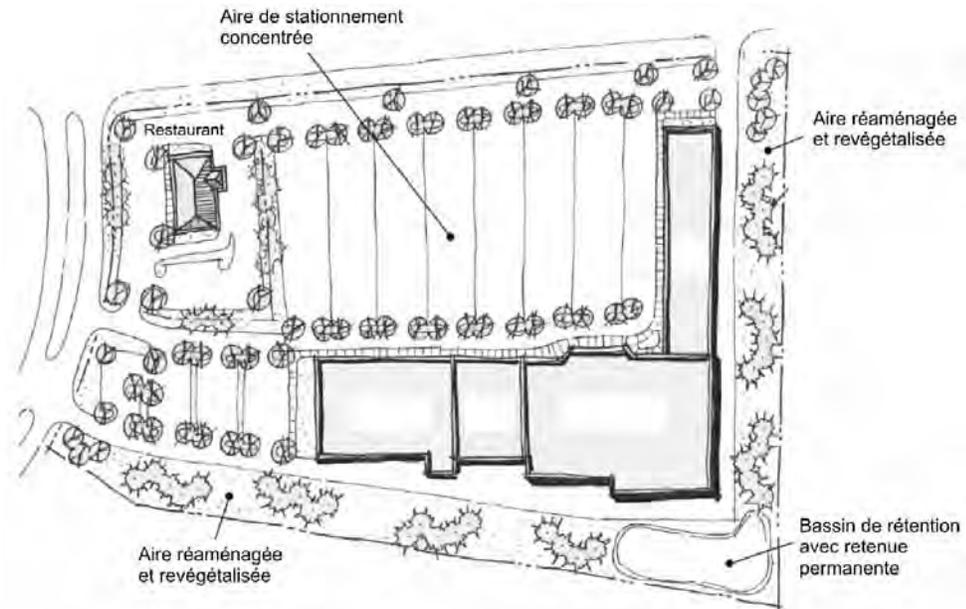
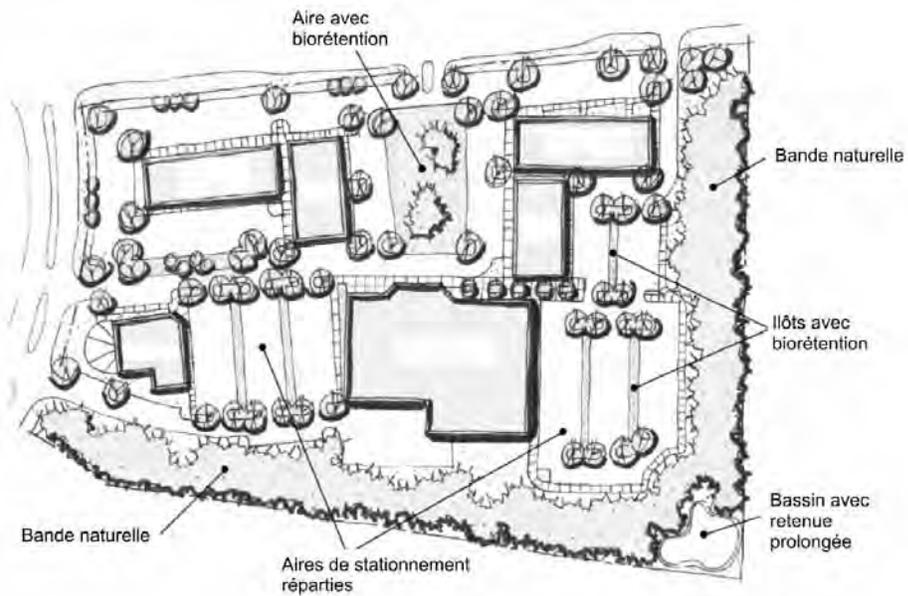


Figure 4.20 Conception à l'échelle d'un lot résidentiel pour préserver des éléments naturels pour la gestion des eaux pluviales.



Développement commercial – design conventionnel



Développement commercial – design avec moindre impact

Figure 4.21 Comparaison d'un aménagement traditionnel et d'un aménagement avec des techniques d'aménagement de moindre impact – secteur commercial.

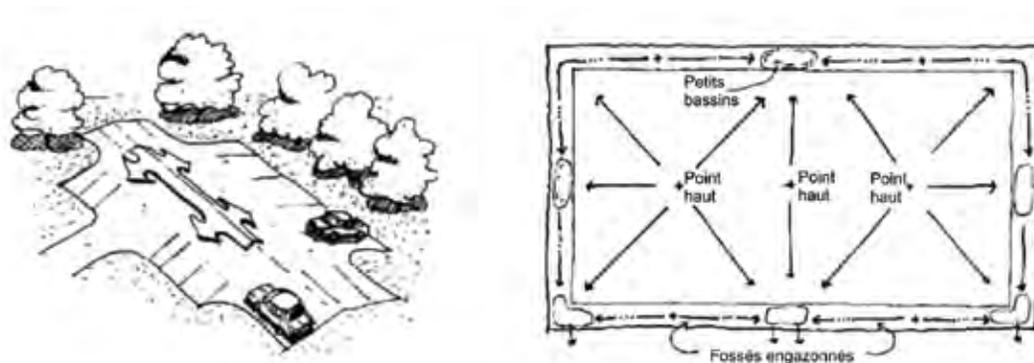


Figure 4.22 Aménagement des aires de stationnement pour diriger l'eau vers l'extérieur et des zones avec végétation.

maximiser l'infiltration et permettre le contrôle des rejets. Mis à part les techniques végétatives, on pourra également compléter au besoin la filière de techniques de contrôle par des équipements spécialisés permettant de capter les matières en suspension et certains polluants de manière efficace. En particulier pour certains secteurs où le potentiel de déversement de matières toxiques est plus probable (par exemple une station-service ou un garage municipal), la mise en place de ce type d'équipement pourra être très judicieux et recommandable.

RÉFÉRENCES

- AMEC *et al.* (2001). *Georgia stormwater management manual*. Volumes 1 et 2. Atlanta, Géorgie.
- CWP (*Center for Watershed Protection*) (1998a). *Better site design: A handbook for changing development rules in your community*. Elliot City, Maryland.
- CWP (*Center for Watershed Protection*) (1998b). *Nutrient loading from conventional and innovative site development*. pour le Chesapeake Research Consortium. Elliot City, Maryland.
- Delaware DNR (*Department of Natural Resources*) (1997). *Conservation Design for stormwater management – A design approach to reduce impacts from land development and achieve multiple objectives related to land use*. the Sediment and Stormwater Program Delaware Department of Natural Resources and Environmental Control And The Environmental Management Center, Brandywine Conservancy, Delaware.
- DEP (*Department of Environmental Protection*) Pennsylvanie (2006). *Stormwater Best Management Practices Manual*. Document 363-0300-002, Pennsylvanie.
- Federal Interagency Stream Restoration Working Group* (FISRWG) (15 agences fédérales des États-Unis) (1998). *Stream Corridor Restoration: Principles, Processes, and Practices*. GPO Item No. 0120-A; SuDocs No. A 57.6/2:EN 3/PT.653. ISBN-0-934213-9-3.
- Gagnon, É. et Gangbazo, G. (2007). *Efficacité des bandes riveraines: analyse de la documentation scientifique et perspectives*. Fiche 7 produite par le MDDEP, Québec.
- MDDEP (2007). *Le Guide d'interprétation – Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables*. Ministère du développement durable, de l'environnement et des parcs, Québec.
- MPCA (*Minnesota Pollution Control Agency*) (2005). *The Minnesota Stormwater Manual*. Minnesota Stormwater Steering Committee, St. Paul, MN.
- Pitt, R., Lantrip, J. et Harrison, R. (1999). *Infiltration through disturbed urban soils and compost-amended soil effects on runoff quality and quantity*. Office of research and development, US. EPA, Cincinnati, OH.
- Prince George's County, Maryland, *Department of Environmental Resources* (1997). *Low Impact Development Design Manual*. Prince George's County, Maryland.
- Puget Sound Action Team (2005). *Low impact development – Technical guidance manual for Puget*. Publication PSAT 05-03, Puget Sound Action Team et Washington State University, Olympia, WA.
- Schueler, T. (1987). *Controlling urban runoff: a practical manual for planning and designing urban BMPs*. Department of Environmental Programs. Metropolitan Washington Council of Governments, Washington, DC.
- Schueler, T. (1995). *Site planning for urban stream protection*. Center for watershed protection, Elliot City, Maryland.
- Shaver, E. and J.R. Maxted (1993). *Construction of wetlands for stormwater treatment dans "Stormwater Management Design Manual, Chapter 6"*; Delaware Department of Natural Resources and Environmental Control, Division of Soil and Water Conservation, Dover, DE.

SYSTÈME DE DRAINAGE EN ZONE URBAINE

CHAPITRE 5

5.1 DESCRIPTION GÉNÉRALE ET PRINCIPES DE CONCEPTION

La présente section décrit les principaux éléments d'un système de drainage urbain et fournit des lignes directrices qui devraient en guider la planification et la conception. Il faut tout d'abord reconnaître qu'un système de drainage fait partie du système urbain plus global et qu'il doit donc être planifié, conçu, développé et entretenu en considérant la planification non seulement des autres infrastructures touchant à l'eau (aqueduc, égout sanitaire) mais également les infrastructures enfouies de gaz, d'électricité, et autres, de même que les espaces verts ou parcs ainsi que le système de transport. En effectuant une coordination efficace entre ces différents systèmes, de nouvelles opportunités pourront être identifiées et cela pourra être utile pour l'identification et la mise en œuvre de systèmes de drainage bien intégrés à l'environnement urbain.

Un premier principe de base, qui n'a pourtant pas été reconnu explicitement pour la conception des réseaux de drainage avant le début des années 1970, est de reconnaître que ce type de système comprend deux réseaux : le réseau mineur et le réseau majeur (figure 5.1). Le réseau mineur est celui qui évacuera le ruissellement pour des événements fréquents (récurrence de 2 ans à 10 ans) alors que le réseau majeur entrera en fonction pour évacuer les débits plus rares, jusqu'à une récurrence de 100 ans. Historiquement et encore aujourd'hui dans plusieurs cas, la seule conception détaillée qui est complétée est celle du réseau mineur ; pourtant, une planification adéquate pour le réseau majeur constitue souvent la clef pour un bon système de drainage dans un nouveau secteur à développer. Le réseau mineur, s'il est bien planifié

et conçu, fournira un drainage efficace pour la grande majorité des événements pluvieux et permettra d'assurer que les activités ne seront pas affectées ou interrompues trop souvent. Le réseau majeur permettra quant à lui de protéger les différents secteurs de dommages importants ou de pertes de vie (figure 5.2). On doit reconnaître que le système majeur existe toujours, qu'il soit planifié ou non. Il est donc de bonne pratique de toujours s'assurer d'en tenir compte.

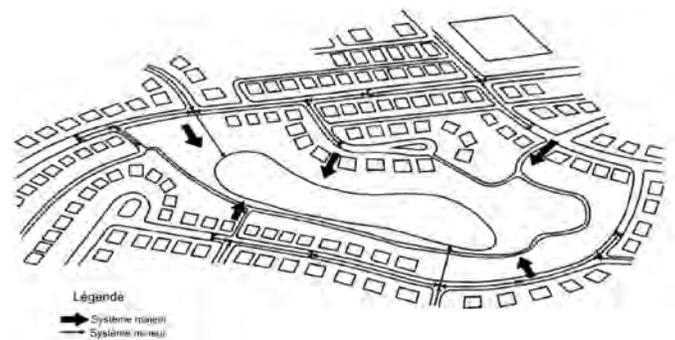


Figure 5.1 Réseaux mineur et majeur.



Figure 5.2 Exemple de réseau majeur avec une mauvaise évacuation.

De façon très simplifiée, on peut considérer que le réseau mineur est constitué des conduites souterraines (qui pourront accepter les débits associés à une période de retour de 2 à 10 ans) et que le réseau majeur est constitué des rues et des fossés de drainage plus importants qui accepteront les eaux de ruissellement générées lors d'événements plus rares. La grille de rue et le puisard constituent l'interface entre les deux systèmes.

Les différentes composantes et les critères généraux de conception pour les réseaux mineur et majeur seront discutés plus en détails à des sections ultérieures mais, auparavant, certains principes généraux peuvent être énoncés puisqu'ils pourront guider la planification et la conception de ces différentes composantes. Ces principes sont les suivants :

- Le ruissellement est un phénomène qui est souvent de nature régionale et qui ne respecte pas nécessairement les limites territoriales ou cadastrales.
- Un système de drainage est un sous-système du système global de gestion de l'eau en milieu urbain et il s'intègre dans un réseau hydrographique débordant dans la plupart des cas le milieu urbain ; ce sous-système peut donc être affecté autant par des apports venant de l'amont que par des conditions en aval.
- Chaque secteur urbain a un réseau de drainage mineur et un réseau de drainage majeur, qu'ils soient planifiés ou non.
- La planification et la conception des réseaux de drainage ne devraient pas de façon générale être basées sur la prémisse que les problèmes peuvent être transférés d'un site à un autre.
- La stratégie de conception et de mise en œuvre d'un réseau de drainage devrait tenir compte d'objectifs multiples et être élaborée par une équipe multidisciplinaire (intégrant les concepteurs des réseaux de drainage à ceux qui sont responsables de l'urbanisme, des transports et de l'environnement).
- La conception des réseaux de drainage doit se faire en tenant compte des systèmes de drainage en place (naturel ou avec un autre réseau déjà construit).
- Pour les nouveaux développements, on doit viser à réduire le plus possible les volumes et débits de ruissellement, de même que les charges de polluants qui sont liées au ruissellement.
- Le système de drainage doit être conçu en tenant compte des effets potentiels en aval du développement

et des autres débits pouvant entrer dans le système.

- Les réseaux de drainage doivent être adéquatement entretenus et on devra dans la mesure du possible, lors de la conception, anticiper les éventuels problèmes qui pourraient surgir plus tard relativement à cet aspect.

Lorsqu'on parle de concevoir un réseau selon un concept de double drainage, cela ne signifie pas nécessairement des analyses complexes par modélisation : on pourra dans certains cas simplement déterminer les débits avec la méthode rationnelle et prévoir que les débits qui ne pourront pas être évacués par les réseaux mineurs lors de fortes pluies pourront être pris en charge adéquatement par le réseau majeur, en s'assurant que des exutoires avec des capacités suffisantes existent ou seront mis en place. Une différence fondamentale avec une conception qu'on appelle parfois conventionnelle est qu'historiquement on ne considérait pas les écoulements sur le réseau majeur lors d'événements pluvieux rares. Cela ne veut évidemment pas dire que ces écoulements n'existaient pas mais qu'ils n'étaient pas explicitement pris en compte. Il est toutefois aujourd'hui reconnu comme une bonne pratique de concevoir avec autant d'attention le réseau majeur que le réseau mineur puisque c'est ainsi qu'on pourra assurer une protection adéquate pour des périodes de retour allant jusqu'à 1 dans 100 ans. De façon générale, les systèmes de drainage pour de nouveaux développements devraient donc être conçus en considérant les réseaux mineur et majeur.

5.1.1 Réseau mineur

Certaines composantes des réseaux comme les rues et les grilles de rue (puisards) peuvent évidemment être assumées comme faisant partie à la fois du réseau mineur et du réseau majeur (un écoulement se produisant tant pour des récurrences 5 ans que 100 ans), ce qui explique qu'elles peuvent se retrouver dans les deux catégories. Les composantes du réseau mineur permettent d'évacuer sans surcharge inadmissible les débits associées à des événements pluvieux relativement fréquents (récurrence 2 à 10 ans) et incluent notamment :

- Les gouttières de toit;
- Les drains de fondation;
- Le drainage local et l'aménagement des lots;
- Les caniveaux dans les rues (ou les fossés de drainage latéraux);

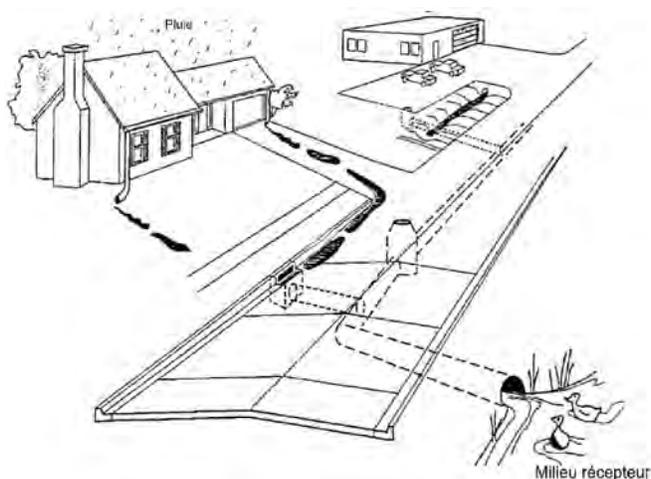


Figure 5.3 Composantes du réseau mineur mises à contribution lors d'un événement mineur.

- Les puisards;
- Les conduites souterraines;
- Les regards, jonctions et exutoires;
- Les bassins de rétention;
- Les milieux récepteurs.

5.1.2 Réseau majeur

Les composantes pour le réseau majeur permettent d'évacuer les débits associés à des événements pluvieux plus rares que pour le réseau mineur (excédant les récurrences 2 ans à 10 ans pour le réseau mineur et pouvant aller jusqu'à 1 dans 100 ans) et incluent notamment :

- Les gouttières de toit;
- Le drainage local et l'aménagement des lots;
- Les rues (en pente continue et aux points bas);
- Les fossés;
- Les puisards;
- Les bassins de rétention;
- Les exutoires;
- Les milieux récepteurs.

5.1.3 Niveaux de service

L'objectif visé lors de la conception des réseaux de drainage doit être de fournir un haut niveau de service tout en ne causant pas d'impacts inacceptables en aval ou ailleurs sur un site. Le choix d'un niveau de service global (réseaux mineur et majeur) doit évidemment se faire en tenant compte du coût global des systèmes et aussi du fait que le niveau de service offert par un système peut dépendre de l'interaction entre les différentes composantes.

Par le passé, le niveau de service était établi d'une façon relativement simple, en concevant à titre d'exemple le réseau de conduites (réseau mineur) pour accepter les débits rattachés à un événement pluvieux de récurrence 5 ans, en prévoyant des puisards à des intervalles souvent prédéterminés et en assumant que toute l'eau ruisselée pour l'événement de conception entrerait au réseau mineur. Le niveau de service réel des systèmes conçus de cette façon pouvait être différent d'un tronçon à l'autre. De plus, l'existence d'un écoulement sur le réseau majeur pour des événements plus rares était typiquement ignorée, ce qui fait que les profondeurs d'eau et les débits pour le réseau majeur n'étaient pas analysés de façon détaillée et que, par conséquent, le niveau de protection réel pour les inondations de surface n'était pas vraiment connu.

Pour le réseau mineur, la récurrence choisie par les concepteurs devrait se situer entre 2 ans et 10 ans. Pour le réseau majeur, cette récurrence devrait être au minimum de 25 ans et, préférablement, de 100 ans. Une récurrence de 100 ans pour le réseau majeur semble plus appropriée puisqu'elle correspond également à la récurrence qui est retenue pour la délimitation des zones inondables et la gestion des plaines d'inondation ; elle est donc recommandée. Ainsi, la protection contre les inondations de surface lors d'événements majeurs serait uniforme sur l'ensemble du territoire. De plus, il faut souligner que l'écart de coûts entre un niveau de service 1 dans 25 ans et un niveau de service 1 dans 100 ans est relativement faible.

Le choix du niveau de service devrait se faire en considérant le comportement hydraulique de chacun des réseaux. Le nombre et la position des grilles de rue (puisards) devraient idéalement être tels que, lors de l'événement de conception choisi pour le réseau mineur, les conduites puissent accepter les débits générés. Si un événement plus rare survient, la capacité du réseau mineur sera dépassée à un certain point et le réseau majeur deviendra alors plus sollicité. On observera dans cette situation que la quantité d'eau en surface des rues augmentera (les capacités d'interception des grilles étant dépassées), que l'accumulation d'eau sera plus importante aux points bas et que le réseau mineur pourra devenir surchargé.

De façon à éviter que la surcharge devienne trop importante pour le réseau mineur, on peut soit augmenter la distance entre les puisards, ce qui peut entraîner toutefois un trop large filet d'eau en surface, ou encore mettre en place des restricteurs de débit dans les puisards pour

limiter les débits qui pourront entrer au réseau mineur lors d'événements plus rares. **L'objectif deviendra donc ici de concevoir les restrictions dans les puisards de telle façon que les conduites couleront à écoulement libre pour la période de retour choisie pour la conception du réseau mineur.** Lors d'événements plus rares, les rues devront alors véhiculer les eaux excédentaires et les acheminer vers les points bas, où elles pourront être dirigées vers les cours d'eau ou un bassin de rétention. On comprendra donc que, pour de nouveaux développements, il deviendra important de bien analyser les patrons de rue et les pentes de façon à ce que le ruissellement puisse être acheminé adéquatement et en continu vers les points bas.

Il sera important par ailleurs de bien évaluer les conditions hydrauliques en aval du réseau, soit à la jonction avec un collecteur ou à l'émissaire dans un cours d'eau ou un lac. En effet, les niveaux d'eau en aval pourront avoir un effet non négligeable sur le comportement hydraulique des réseaux et on devra dans ce cas procéder à une analyse du gradient hydraulique pour évaluer adéquatement le niveau de service des réseaux.

Dans ce contexte, les paramètres qui devront être définis et précisés pour établir les niveaux de service attendus des réseaux mineur et majeur seront :

Réseau mineur

- Récurrence pour la conception des conduites (2 ans à 10 ans);
- Nombre et position des grilles de rue (pour intercepter adéquatement les débits 2 ans à 10 ans, selon la récurrence choisie);
- Restrictions à imposer s'il y a lieu aux puisards pour limiter l'accès au réseau mineur.

Réseau majeur

- Hauteur et vitesse d'eau maximales dans le caniveau et en surface des rues;
- Largeur du filet d'eau admissible en surface des rues pour un écoulement en continu;
- Hauteur d'eau maximale aux points bas des rues;
- Capacités hydrauliques des conduites, ponceaux, canaux et fossés devant véhiculer les débits pour le réseau majeur;
- Stabilité des canaux (naturels ou artificiels) devant transporter les débits dans le réseau majeur.

Pour le réseau majeur, une récurrence de 100 ans devrait être visée dans l'analyse mais certaines municipalités pourront décider de réduire cette récurrence. Les différents critères hydrauliques qui pourront être retenus pour chacun de ces paramètres seront discutés plus en profondeur à la section 7 (aspects hydrauliques). Soulignons par ailleurs que le ministère des Transports du Québec pourra avoir des critères de conception spécifiques pour certains paramètres, comme par exemple le filet d'eau maximal admissible en surface des rues ainsi que les capacités minimales à respecter pour les capacités des ouvrages majeurs comme les ponts et ponceaux.



Figure 5.4 Illustration d'un canal à ciel ouvert faisant partie du réseau majeur.

5.1.4 Notion de risque

La sélection du niveau de service et de la période de retour pour la conception des réseaux de drainage doit nécessairement prendre en compte la notion de risque puisqu'il n'est pas économiquement possible de se protéger contre des événements qui sont rarissimes. Le risque peut être défini comme le résultat de la rencontre entre un élément perturbateur de nature aléatoire et un élément vulnérable (Chocat *et al.*, 1997). En hydrologie urbaine, les deux principaux risques considérés sont le risque d'inondation et le risque de pollution.

Il existe souvent une certaine confusion quant à la signification donnée aux termes période de retour, probabilité ou fréquence d'occurrence. Si par exemple on parle d'un événement ayant une période de retour ou une fréquence d'occurrence de 1 fois dans 100 ans, cela signifie qu'il existe en moyenne une probabilité de 0,01 (ou 1 %) que cet événement se produise dans une année donnée si on considère un très grand nombre d'années (sur plusieurs périodes de 100 ans). On considère souvent à tort

Tableau 5.1

Risque associé à différentes récurrences (Rivard, 2005).

Période de retour en années	Probabilité moyenne d'occurrence par année	Risque d'occurrence pour une période de N années				
		N = 100	N = 50	N = 25	N = 10	N = 1
100	1 %	64 %	40 %	9 %	5 %	1 %
50	2 %	87 %	64 %	18 %	9 %	2 %
25	4 %	98 %	87 %	34 %	18 %	4 %
10	10 %	100 %	99 %	64 %	41 %	10 %
5	20 %	100 %	100 %	89 %	67 %	20 %

que cet événement se produira seulement une fois en 100 ans ; cela peut être vrai en moyenne mais peut se révéler inexact pour une période donnée de 100 ans. Il existe en fait une probabilité que cet événement se produise plus d'une fois pendant une période de 100, ce qui représente le risque. L'équation qui suit exprime la relation qui existe entre la période de retour et le risque :

$$R = 1 - (1 - P)^N \quad (5-1)$$

où R est le risque qu'un événement avec une probabilité P soit atteint ou dépassé au moins une fois en N années (Chow *et al.*, 1988). Cette notion de risque est importante à considérer lorsqu'on doit établir des politiques de drainage et le tableau 5.1, établi à partir de l'équation 5-1, peut alors servir de référence. À titre d'exemple, le risque d'occurrence qu'un événement avec une période de retour de 1 dans 100 ans se produise au moins une fois sur une période de 10 ans n'est pas de 1 % mais bien de 5 % (ou de 40 % pour une période de 50 ans).

Le choix de la période de retour pour la conception des différents éléments des réseaux doit par ailleurs s'établir en s'appuyant sur certains principes de base (Chocat *et al.*, 1997) :

- Le degré de protection à assurer résultera d'un nécessaire compromis entre l'aspiration à une protection absolue, pratiquement irréalisable, et le souci de limiter tant le coût d'investissements que les sujétions d'exploitation.
- Un accroissement du coût global d'un projet ne serait acceptable que s'il était inférieur au montant des dommages qu'il permet d'éviter (capitalisés sur la durée de vie des ouvrages à construire), mais sans négliger l'aspect psychologique des problèmes.

Soulignons par ailleurs que, dans un cadre plus global de gestion des eaux pluviales, la notion de risque doit non seulement s'appliquer comme on le mentionnait au début de cette section au risque d'inondation mais également au risque de pollution. Ceci implique donc une analyse plus large, qui impliquera nécessairement une prise en compte des impacts sur les milieux récepteurs.

5.2 COMPOSANTES D'UN SYSTÈME DE GESTION DES EAUX PLUVIALES

Les différentes composantes d'un réseau de drainage urbain seront décrites et discutées plus en profondeur aux sections qui suivent, en distinguant celles qui se retrouvent sur les lots privés de celles qu'on retrouve dans le système de drainage proprement dit (qui peut être privé ou relevant de la municipalité).

5.2.1 Les composantes sur les lots privés

5.2.1.1 Drainage local du terrain

Un drainage adéquat des lots est une composante essentielle d'une bonne gestion des eaux pluviales et il est donc important que la pente du terrain aménagé autour des bâtiments prenne en considération le tassement futur du remblai de façon à maintenir un ruissellement vers l'extérieur.

C'est pourquoi une pente minimale de 2 % pour le terrain autour des murs est normalement recommandée mais on pourra diminuer cette pente à partir d'une certaine distance, ce qui permettra de favoriser l'infiltration. Pour garantir l'efficacité du drainage des fondations, on recommande de maintenir une pente d'au moins 2 % 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 %, 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 envisager de réduire la pente du terrain si le type de sol présente un taux d'infiltration minimal supérieur ou égal à 15 mm/h (MOE, 2003). C'est généralement le cas des sols plus grossiers que le limon (les sols argileux ne conviennent habituellement pas). De plus, il peut être de bonne pratique d'excaver davantage les sols en place et de mettre une couche de sol plus perméable sous l'engazonnement pour encourager une plus grande infiltration.

Les niveaux des terrains doivent également être établis en fonction des niveaux d'eau qui pourront être potentiellement atteints dans le réseau majeur. Ainsi, pour les bâtiments adjacents aux points bas des rues, on devra prévoir une marge minimale de 200 mm entre le niveau d'eau maximal au point bas et le niveau du terrain. Les points d'entrée aux bâtiments doivent être situés à des niveaux supérieurs aux niveaux d'eau dans les rues, au minimum 300 mm au-dessus de la cote pour l'événement 100 ans.

5.2.1.2 Gouttières de toit

De façon générale et dans la mesure du possible, les sorties des gouttières de toit devraient être dirigées vers des aires perméables pour encourager l'infiltration. Le raccordement aux drains de fondation ou directement au réseau mineur par l'entremise du branchement de service pluvial ne devrait pas être encouragé. Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour diriger les eaux vers les surfaces perméables et idéalement en s'éloignant du bâtiment (figure 5.7). On peut également prévoir des sites d'infiltration en pierre nette (figure 5.8), ce qui constitue une bonne pratique permettant d'augmenter encore davantage l'infiltration des eaux ruisselées ; cette approche et les paramètres de conception qui y sont rattachés sont discutés en détails à une section ultérieure.

5.2.1.3 Drain de fondation

Les drains de fondation peuvent être à l'origine de certains problèmes de drainage urbain puisqu'ils ont le potentiel de causer des inondations de sous-sols. Ceci peut

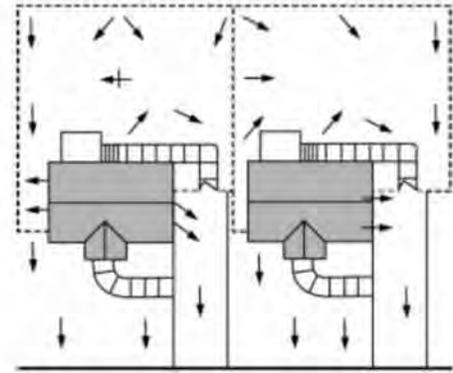


Figure 5.5 Schémas de drainage typiques autour d'un bâtiment résidentiel.

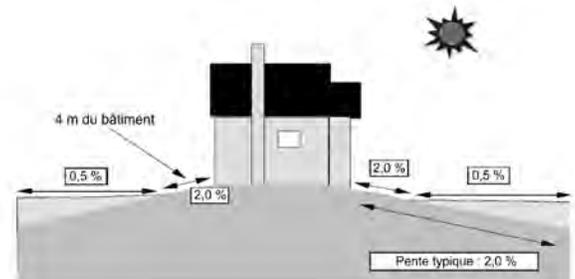


Figure 5.6 Aménagement d'un lot et pentes recommandées (adapté de MOE (2003)).

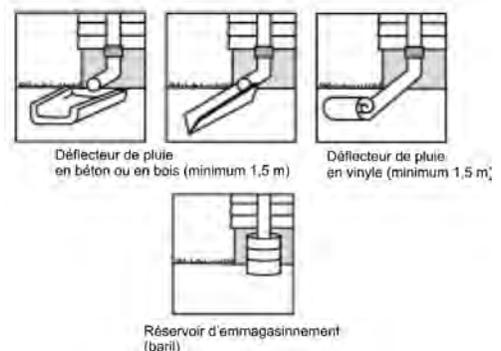


Figure 5.7 Approches envisageables pour éloigner les eaux de ruissellement des toits et les rediriger vers les aires perméables.

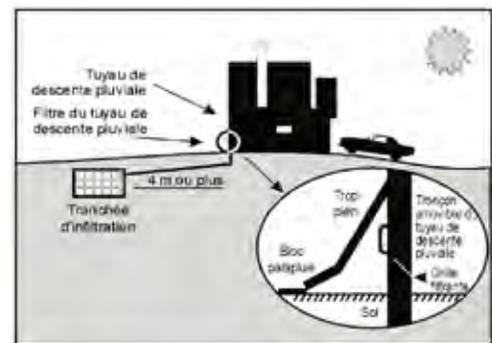
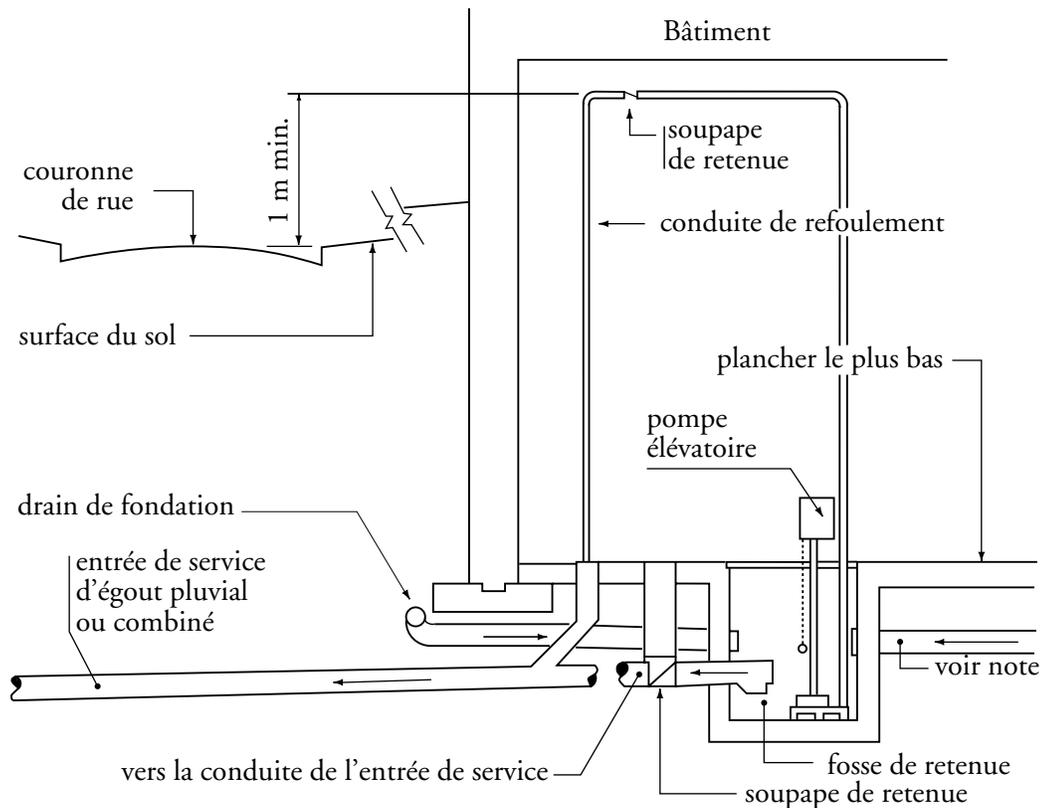


Figure 5.8 Exemple de système d'infiltration des eaux de drainage du toit (adapté de MOE, 2003).



Note: conduite servant au drainage de surfaces extérieures, en contrebas du terrain avoisinant: allée d'accès en dépression et entrée extérieure.

Figure 5.9 Exemple de mise en place d'une pompe submersible (Rivard, 2005).

se produire si ils sont raccordés au réseau pluvial (ce qui est actuellement obligatoire au Québec) ou au réseau sanitaire (créant ainsi des réseaux pseudo-sanitaires, qui ne sont plus permis au Québec mais qui ont été construits sur une certaine période entre 1970 et 1980). Les drains de toit ne doivent pas être raccordés au drain de fondation.

À moins d'indication contraire d'un spécialiste en géotechnique ou en hydrogéologie, les bâtiments résidentiels doivent être munis de drains de fondation et l'évacuation doit se faire de façon gravitaire vers le réseau pluvial. Dans certains cas, où une surcharge du réseau pluvial est envisageable ou simplement lorsque l'évacuation ne peut se faire par gravité, on aura recours à une pompe submersible.

5.2.1.4 Pompe élévatrice (submersible et à colonne)

Dans certains cas, par exemple lorsque le bâtiment à desservir est trop bas par rapport au niveau du réseau municipal, qu'il n'y a pas de réseau pluvial qui soit utilisable ou

que la hauteur de la ligne piézométrique est trop haute, une pompe submersible avec une fosse de retenue peut être requise. La décharge des débits évacués peut se faire sur le terrain ou encore par le branchement de service pluvial. Plusieurs configurations de ce type d'installation existent mais elles doivent être conformes aux exigences du Code de construction du Québec (chapitre III, « Plomberie », qui est en fait le Code national de la plomberie – Canada 1995 modifié par le Québec). Certaines municipalités exigent l'installation de pompes submersibles pour toute nouvelle habitation alors que d'autres laissent le choix aux propriétaires.

5.2.2 Les composantes du réseau de drainage

5.2.2.1 Réseau de conduites et exutoires

Les principes de conception pour les réseaux souterrains de drainage sont bien connus et, historiquement, le réseau mineur constitué des conduites souterraines était synonyme de réseau de drainage. La principale différence entre la pratique traditionnelle et celle qui est maintenant

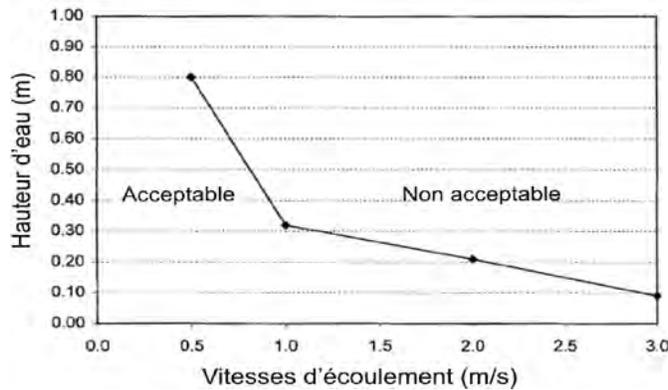


Figure 5.10 Limites recommandées pour des profondeurs et vitesses d'écoulement dans un caniveau ou un fossé latéral (MEA, 1999). Basé sur un enfant de 20 kg – un adulte pourra soutenir des valeurs plus élevées.

recommandée pour la conception est la prise en compte des contrôles aux puisards et l'analyse du réseau majeur et du comportement hydraulique du système global lors d'événements majeurs.

Pour la conception des réseaux de conduites, on devra considérer les pertes de charge aux regards, jonctions et chutes puisqu'elles peuvent avoir un impact non négligeable sur le comportement hydraulique du réseau et la hauteur de la ligne piézométrique.

Pour les exutoires, des problèmes d'érosion sont fréquents et on devra prévoir au besoin de la protection en enrochement ou des dissipateurs d'énergie.

5.2.2.2 Caniveaux et fossés latéraux

Les caniveaux sont les parties de la chaussée près des bordures de rue qui servent à acheminer les débits de ruissellement de puisard en puisard, jusqu'à un point bas. Durant un événement mineur, les profondeurs d'eau et les filets d'eau sont habituellement faibles et sans conséquence pour les usagers. Lors d'un événement plus rare, on aura toutefois des débits beaucoup plus importants dans les caniveaux et les fossés latéraux et on devra dans ces cas porter une attention particulière aux accumulations potentielles d'eau aux points bas ainsi qu'aux vitesses et profondeurs d'eau. La force de l'eau en mouvement varie en fonction du carré de la vitesse d'écoulement et un des critères qui peut être retenu est de considérer les conditions de profondeur et de vitesse d'eau qu'un enfant (pesant environ 20 kg) pourrait soutenir en se tenant sur le pavage ou dans un canal en béton ou un fossé. La figure 5.10 fournit des valeurs recommandées pour ces paramètres.



Figure 5.11 Exemple de canal du réseau majeur intégré à un aménagement de piste cyclable.

5.2.2.3 Réseau majeur

Le réseau majeur comprend les rues et les conduites ou fossés plus importants pouvant permettre d'évacuer les débits lors d'événements rares. Pour les rues, les critères de conception doivent entre autres comprendre des valeurs maximales pour les hauteurs et largeurs de filets d'eau admissibles. La conception du réseau majeur doit évidemment se faire de façon intégrée avec celle du réseau mineur.

Le réseau majeur peut comprendre des fossés à ciel ouvert ou des conduites fermées de dimensions importantes. L'utilisation de canaux à ciel ouvert devrait être de façon générale encouragée puisqu'ils offrent de meilleures opportunités pour la création de bénéfices multiples comme l'intégration de parcs ou de corridors verts. De plus, ils sont souvent moins coûteux que des conduites fermées qui ont la même capacité hydraulique et, surtout, ils sont plus compatibles avec l'approche générale de gestion des eaux pluviales qui vise à reproduire des réponses hydrologiques plus près des conditions naturelles. Des désavantages potentiels des canaux à ciel ouvert sont de rendre nécessaire une emprise plus importante et des coûts d'entretien qui peuvent être dans certains cas plus élevés.

Il existe évidemment plusieurs types de canaux (naturels, engazonnés, en empierrement, en béton ou avec des configurations mixtes) et leur conception doit se faire en tenant compte des aspects hydrauliques, environnementaux, des impacts sur la communauté et ses besoins, de la législation pertinente et de la nature spécifique de chaque projet.

5.2.2.4 Puisards

La localisation et la capacité d'interception des puisards et des grilles de rue devraient être telles que les largeurs de filets d'eau et les profondeurs d'écoulement sont acceptables, tant pour les événements fréquents utilisés pour la conception du réseau mineur que pour les événements majeurs. La relation entre le débit qu'on retrouve dans le caniveau et le débit intercepté par un puisard sur une pente en continu dépend de la configuration et des dimensions de la grille. L'espacement entre les puisards et les capacités d'interception sont deux paramètres importants à considérer pour s'assurer que le réseau mineur fournisse bien le niveau de service attendu. Le fonctionnement du système d'interception des puisards doit être vérifié avec un événement plus important et on pourra avoir besoin de mettre en place des restricteurs de débit dans les puisards afin de s'assurer que les capacités hydrauliques du réseau mineur ne sont pas dépassées lors de cet événement.

Les puisards doivent être construits avec une fosse qui retiendra les sédiments et autres déchets qui pourront passer à travers les barreaux de la grille.

5.2.2.5 Ouvrages de rétention

Les ouvrages de rétention peuvent être regroupés en certaines catégories, le premier critère de classification étant évidemment les objectifs visés par la mise en place d'un bassin de rétention. Ces objectifs peuvent être variés mais ils comprennent notamment le contrôle quantitatif et qualitatif des eaux de ruissellement, le contrôle pour minimiser l'érosion dans les milieux récepteurs ou, ce qui est moins commun au Québec, la recharge de la nappe phréatique ; règle générale, comme le décrivent des sections antérieures du présent guide, les objectifs visés devraient être multiples.

Des conduites surdimensionnées peuvent dans certains cas être utilisées comme ouvrages de rétention ; ce sont des tronçons du réseau qui sont destinées à fournir un certain volume de stockage pour le contrôle. Elles sont occasionnellement utilisées dans des secteurs existants où une conduite existante est surchargée et où il peut être difficile de mettre en place des bassins de rétention. Elles peuvent également être mise en place sous des aires de stationnement, encore là pour servir à stocker l'eau temporairement (figure 5.12).

On peut également distinguer des bassins qui peuvent accueillir soit les eaux du réseau mineur, soit les eaux



Figure 5.12 Exemples de conduites surdimensionnées pour le stockage sous un stationnement.



Figure 5.13 Exemple de bassin de rétention majeur.

du réseau majeur ou encore les deux. Un bassin destiné à contrôler les eaux provenant du réseau pluvial sera nécessairement plus profond qu'un bassin majeur puisqu'il devra avoir comme entrée le réseau de conduites. Un bassin majeur se retrouve aux points bas des rues et prend l'excédent des eaux qui n'aura pas été intercepté par le réseau mineur. Un exemple d'un bassin majeur est fourni à la figure 5.13.

Un autre paramètre pour classer les bassins de rétention est qu'ils soient secs lorsqu'il ne pleut pas ou qu'ils aient une retenue permanente. Au Québec jusqu'à maintenant, davantage de bassins secs ont été construits, bien qu'au cours des dernières années des études en Ontario et ailleurs en Amérique du Nord aient démontré qu'un bassin avec retenue permanente permettait d'offrir un meilleur traitement pour la qualité des eaux. Récemment, on a pu toutefois constater qu'avec un ouvrage de contrôle à la sortie bien conçu et en favorisant une rétention plus prolongée pour les événements pluvieux fréquents, on pouvait même avec un bassin sec atteindre un bon niveau de traitement. On doit donc accorder une attention particulière à la conception des ouvrages de contrôle à la sortie des bassins de rétention puisque ce sera souvent la clé non seulement pour un contrôle quantitatif adéquat mais aussi pour assurer en même temps un contrôle qualitatif.

Un autre élément à considérer est le fait que le bassin soit situé en réseau (donc toujours sollicité à chaque événement plus ou moins important) ou hors-réseau (étant dans ce cas rempli par l'entremise d'une conduite de trop-plein installé sur le réseau mineur).

Il importe en terminant de souligner que la conception d'un bassin de rétention doit se faire en considérant non seulement les paramètres hydrauliques et géotechniques qui sont évidemment très importants mais également les aspects sociologiques, esthétiques, biologiques et fonctionnels de façon à favoriser une intégration optimale dans le tissu urbain. Il va sans dire que l'équipe de conception devra souvent comprendre, en plus des ingénieurs en hydraulique et en géotechnique, des urbanistes, des aménagistes paysagers et des spécialistes en environnement.

RÉFÉRENCES

- Chocat, B. (éditeur) (1997). *Encyclopédie d'hydrologie urbaine*. Lavoisier, Paris.
- Chow, V.T., Maidment, D. et Mays, L. (1988). *Applied hydrology*. MacGraw Hill, New-York.
- MOE (2003). *Stormwater Management Planning and Design Manual*. Ministère de l'environnement de l'Ontario, Toronto, On.
- MEA (Ministère de l'environnement de l'Alberta) (1999). *Stormwater management guidelines for the province of Alberta*. Edmonton, Alberta.
- Rivard, G. (2005). *Gestion des eaux pluviales – Concepts et applications*. 2^e édition, Alias Communication Design, Laval.