

Chaussées et trottoirs



Drainage des routes, variantes de conception et entretien

Le présent document est le septième de la série des règles de l'art en matière de conception, d'entretien et de gestion des routes et trottoirs municipaux. Pour connaître les titres des autres règles de l'art de cette série ou d'autres séries, prière de visiter www.infraguide.ca.

Guide national pour
des infrastructures
municipales durables



NRC · CNRC



Fédération
canadienne des
municipalités

Canada

Drainage des routes, variantes de conception et entretien

Version n° 1.0

Date de publication : Novembre 2003

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

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

INTRODUCTION

InfraGuide – Innovations et règles de l'art

Pourquoi le Canada a besoin d'InfraGuide

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

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

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

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

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

Un réseau d'excellence de connaissances

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

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

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

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

Joignez-vous à nous

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

Introduction

InfraGuide –
Innovations et règles
de l'art

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



Chaussées et trottoirs

La gestion rentable des chaussées municipales passe par une judicieuse prise de décision et un entretien préventif. Un seul dollar engagé pour une réfection, en temps opportun, permettra d'économiser 5 \$ en coûts de reconstruction, et un dollar consacré à une judicieuse prévention permettra d'épargner 5 \$ en frais de réfection. La règle de l'art en matière de routes et trottoirs municipaux porte sur deux volets prioritaires : la planification préliminaire et la prise de décision visant à recenser et gérer les chaussées en tant que composantes du système d'infrastructures, et une approche de prévention pour retarder la détérioration des chaussées existantes. Les pratiques exemplaires qui y sont exposées assureront par exemple que le traitement choisi, au bon moment, convient à telle ou telle chaussée, et favoriseront l'application efficace des traitements tels que l'atténuation des frayées et le calfeutrage des fissures. Au nombre des sujets traités, mentionnons l'entretien préventif, en temps opportun, des voies municipales; la construction et la remise en état des boîtiers des installations, et l'amélioration progressive des techniques de réparation des chaussées en asphalte et en béton.



La prise de décisions et la planification des investissements

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



Les protocoles environnementaux

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



L'eau potable

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



Le transport en commun

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



Eaux pluviales et eaux usées

Le vieillissement des infrastructures souterraines, l'appauvrissement des ressources financières, les lois plus rigoureuses visant les effluents, la sensibilisation accrue de la population aux incidences environnementales associées aux eaux usées et aux eaux pluviales contaminées sont tous des défis auxquels les municipalités sont confrontées. La règle de l'art en matière des eaux pluviales et des eaux usées traite des infrastructures linéaires enfouies, du traitement en aval et des questions liées à la gestion. Elle aborde, entre autres, les moyens de : contrôler et réduire l'écoulement et l'infiltration; obtenir des ensembles de données pertinentes et uniformes; inspecter les systèmes de collecte et en évaluer l'état et la performance, en plus de traiter de l'optimisation de l'usine de traitement et de la gestion des biosolides.

TABLE DES MATIÈRES

Table des matières

Remerciements.....	7
Résumé	9
1. Généralités	11
1.1 Introduction	11
1.2 Portée	11
1.2.1 Questions liées au drainage	11
1.2.2 Cycle de planification, de conception et de mise en œuvre ...	12
1.3 Santé et sécurité générales	13
1.4 Glossaire	13
2. Justification et contexte général	17
2.1 Préoccupations générales relatives au drainage de l'emprise	17
2.2 L'approche PCM	18
2.3 Gestion de l'écoulement des eaux pluviales et contrôles connexes	19
3. Règles de l'art relatives au drainage des routes	21
3.1 Cadre des règles de l'art	21
3.2 Éléments de drainage et règles de l'art ...	21
3.2.1 Plan de drainage global	21
3.2.2 Choix des critères de drainage ...	23
3.2.3 Réseaux de drainage fermés	24
3.2.4 Réseaux de drainage ouverts	28
3.2.5 Drainage du revêtement/Drainage de l'emprise	31
3.2.6 Conception de la structure de la chaussée	32
4. Cas d'utilisation et limitations	35
4.1 Approches stratégiques permettant une mise en œuvre efficace	35
4.2 Principaux cas d'utilisation et limitations	36

Annexe A : Traitement de la sécurité et problèmes connexes	39
Annexe B : Contrôle du volume des eaux pluviales	41
Annexe C : Contrôle de la qualité des eaux pluviales	43
Annexe D : Illustrations types de bordure ...	45
Bibliographie	47

TABLEAUX

Tableau 2-1 : Objectifs de gestion des eaux pluviales et considérations en matière de conception	19
Tableau 3-1 : Considérations en matière de drainage menant à des règles de l'art	22
Tableau 3-2 : Critères de drainage et leur rapport avec la conception des routes	23
Tableau 4-1 : Cas d'utilisation et limitations guides	37

FIGURES

Figure 1-1 : Occupations durant les étapes de la planification, de la conception et de la mise en œuvre	15
Figure 2-1 : Règles de l'art relatives au drainage des routes	18

REMERCIEMENTS

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

La présente règle de l'art a été créée par des intervenants de municipalités canadiennes et des spécialistes du Canada tout entier. Elle est fondée sur des renseignements tirés de l'étude des pratiques municipales et d'une analyse documentaire approfondie. Les membres du comité technique des chaussées et trottoirs d'InfraGuide, dont on trouvera les noms ci-après, ont fourni des conseils et une certaine orientation. Ils ont été aidés par les employés de la Direction du guide et par ceux de Totten Sims Hubicki Associates (TSH).

Mike Sheflin, ing.
Ancien APA de la municipalité régionale
d'Ottawa-Carleton (Ontario)

Brian Anderson
Ontario Good Roads Association,
Chatham (Ontario)

Vince Aurilio, ing.
Ontario Hot Mix Producers Association,
Mississauga (Ontario)

Don Brynildsen, ing.
Ville de Vancouver (Colombie-Britannique)

Al Cepas, ing.
Ville d'Edmonton (Alberta)

Brian E. Crist, ing.
Ville de Whitehorse (Yukon)

Michel Dion, ing., M.Sc.
Axor Experts-Conseils, Montréal (Québec)

Bill Larkin, ing.
Ville de Winnipeg (Manitoba)

Cluny Matchim, T.A.I.
Ville de Gander (Terre-Neuve-et-Labrador)

Tim J. Smith, ing., M.Sc.Eng.
Association canadienne du ciment,
Ottawa (Ontario)

Sylvain Boudreau, ing., M.Eng.
Conseiller technique, CNRC

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

Tim Haynes, E.A.IV.
Ville de Regina (Saskatchewan)

Bob Lorimer, ing.
Lorimer & Associates, Whitehorse (Yukon)

Susan Siopis, ing.
La municipalité de Durham (Ontario)

Remerciements

Remerciements

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

Comité directeur du projet :

Mike Badham, président
Conseiller, Régina (Saskatchewan)

Stuart Briese
Portage la Prairie (Manitoba)

Bill Crowther
Ville de Toronto (Ontario)

Jim D'Orazio
Greater Toronto Sewer and Watermain
Contractors Association (Ontario)

Derm Flynn
Maire, Appleton (Terre-Neuve-et-Labrador)

David General
Cambridge Bay (Nunavut)

Ralph Haas
Université de Waterloo (Ontario)

Barb Harris
Whitehorse (Yukon)

Robert Hilton
Bureau de l'infrastructure, Ottawa (Ontario)

Joan Loughheed
Conseillère, Burlington (Ontario)
Liaison avec les intervenants

René Morency
Régie des installations olympiques,
Montréal (Québec)

Saeed Mirza
Université McGill, Montréal (Québec)

Lee Nauss
Conseiller, Lunenburg (Nouvelle-Écosse)

Ric Robertshaw
Région d'Halton (Ontario)

Dave Rudberg
Ville de Vancouver (Colombie-Britannique)

Van Simonson
Ville de Saskatoon (Saskatchewan)

Basile Stewart
Maire, Summerside (Île-du-Prince-Édouard)

Serge Thériault
Environnement et Gouvernements locaux
(Nouveau-Brunswick)

Alec Waters
Alberta Transportation, Edmonton (Alberta)

Wally Wells
Dillon Consulting Ltd., Toronto (Ontario)

Comité technique directeur :

Don Brynildsen
Ville de Vancouver (Colombie-Britannique)

Al Cepas
Ville d'Edmonton (Alberta)

Andrew Cowan
Ville de Winnipeg (Manitoba)

Tim Dennis
Ville de Toronto (Ontario)

Kulvinder Dhillon,
Province de la Nouvelle-Écosse
Halifax (Nouvelle-Écosse)

Wayne Green
Ville de Toronto (Ontario)

John Hodgson
Ville d'Edmonton (Alberta)

Bob Lorimer
Lorimer & Associates, Whitehorse (Yukon)

Betty Matthews-Malone
Haldimand County (Ontario)

Umendra Mital
Ville de Surrey (Colombie-Britannique)

Anne-Marie Parent
Conseillère, Ville de Montréal (Québec)

Piero Salvo
WSA Trenchless Consultants Inc., Ottawa (Ontario)

Mike Sheflin
Ancien APA de la municipalité régionale
d'Ottawa-Carleton (Ontario)

Konrad Siu
Ville d'Edmonton (Alberta)

Carl Yates
Halifax Regional Water Commission
(Nouvelle-Écosse)

Membre fondateur :

Association canadienne des travaux publics
(ACTP)

La présente règle de l'art décrit les principales caractéristiques du drainage des routes, du choix des variantes de conception, et de l'entretien des réseaux routiers. Elle a pour but d'aider les municipalités à gérer tous les éléments du drainage des routes, c.-à-d. la planification, la conception, la construction, la gestion de l'actif ainsi que l'entretien et la réhabilitation, tout en tenant compte des facteurs locaux d'ordre économique, environnemental ou social.

La présente règle de l'art traite des facteurs pris en compte au moment de l'élaboration du réseau de drainage d'une route, aussi bien rurale qu'urbaine, en suivant un certain nombre d'étapes de planification, de conception et de mise en œuvre. Les règles de l'art relatives à la conception technique des routes et du drainage des routes font appel à trois ressources fondamentales et essentielles, notamment :

- Des connaissances et des compétences techniques solides;
- Les manuels de référence ou les lignes directrices techniques appropriés; et
- La prise en charge d'outils d'analyse et d'évaluation.

Un drainage des routes bien conçu peut faire réaliser d'importantes économies dans les domaines de l'entretien et de la réhabilitation. Les méthodes de conception de routes dont la mise en œuvre est moins coûteuse ont ordinairement tendance à être de moins bonne qualité et manquent de durabilité; les réhabilitations ou les remplacements sont alors plus fréquents. Quand on réduit les dépenses en immobilisations, on doit

s'attendre à devoir consacrer des sommes plus importantes à l'entretien que lorsqu'on construit un réseau routier plus durable et de meilleure qualité. Pour obtenir le meilleur rapport qualité-prix, il faut absolument concevoir le drainage de la route selon la méthode du coût complet sur le cycle de vie, qui prend en compte les coûts de conception, de construction, d'exploitation, d'entretien, de réhabilitation et de reconstruction de la route, et permet de choisir une solution équilibrée.

Les règles de l'art présentées dans le présent document traitent des six étapes nécessaires de la planification, de la conception et de la mise en œuvre de variantes de conception de routes. Il s'agit de la planification, de la conception, de la construction, de l'exploitation et de l'entretien, du contrôle de la qualité, de la surveillance et de l'évaluation, et de la réhabilitation. Il faut tenir compte d'un certain nombre de questions ou de points clés pendant l'exécution des diverses étapes. Ce sont :

- Le plan de drainage global (c.-à-d. la nécessité de mettre en place des réseaux majeurs ou mineurs, la nécessité de gérer les eaux pluviales);
- Le choix des critères de drainage;
- Le besoin d'un réseau de drainage fermé;
- Le besoin d'un réseau de drainage ouvert;
- Le drainage du revêtement/drainage de l'emprise; et
- La conception de la structure de la chaussée.

Les règles de l'art présentées dans le présent guide proposent des valeurs types ou génériques pour chacune des questions clés énumérées plus haut, valeurs qui peuvent servir à concevoir des chaussées dont le drainage est efficace.

Le drainage des routes est un sous-ensemble d'un grand ensemble de systèmes visant à gérer les eaux pluviales et il est une composante obligatoire de la conception et de l'exploitation de chaque route. Une bonne conception et un bon entretien sont essentiels au fonctionnement sécuritaire de la route et à la réduction des incidences nuisibles sur l'environnement naturel ou social adjacent, en amont ou en aval de la route. À ce titre, les règles de l'art incluses dans le présent guide sont limitées en ce qui a trait :

- À la géologie et à la topographie;
- Au milieu urbain ou rural;
- À la quantité et à la qualité de l'eau;
- À la classification de la route;
- À la taille de la municipalité;
- Aux variations climatiques et saisonnières;
- Aux organismes de réglementation ou de planification;
- Aux possibilités techniques;
- À la gestion de l'actif; et
- À l'exploitation et à l'entretien.

Veillez vous reporter à la section 4 pour connaître les limitations des règles de l'art incluses dans le présent guide.

1. Généralités

1.1 Introduction

Le présent document donne un aperçu des règles de l'art relatives au drainage des routes ainsi qu'au choix de variantes de conception et à l'entretien des réseaux routiers. Un drainage des routes bien conçu peut faire réaliser d'importantes économies dans le domaine de l'entretien et de la réhabilitation. Le présent document fait partie du *Guide national pour des infrastructures municipales durables (InfraGuide)*. Le Guide aide les municipalités à gérer tous les volets des projets d'infrastructures municipales, notamment la planification, la conception, la construction, la gestion de l'actif ainsi que l'entretien et la réhabilitation, tout en tenant compte des facteurs locaux d'ordre économique, environnemental ou social.

Le présent guide de règles de l'art repose sur l'analyse de la documentation pertinente existante, de même que sur un sondage détaillé mené auprès de 11 municipalités situées dans différentes régions géographiques du Canada tout entier. Le questionnaire de sondage comportait en 35 questions se rapportant aux divers éléments clés du drainage des routes et aux étapes connexes de planification, de conception et de mise en œuvre (PCM).

1.2 Portée

Le réseau de drainage d'une route a pour principale fonction d'éloigner les eaux pluviales de façon efficace et efficiente de la surface de la route et de la structure de la chaussée, tout en réduisant au minimum les accumulations d'eau stagnante sur le revêtement. Cela permet aux véhicules et aux piétons de circuler en toute sécurité et contribue à procurer au revêtement une durée de vie théorique rentable et à réduire les coûts du cycle de vie. Le présent document traite des considérations prises en compte au

moment de l'élaboration du réseau de drainage d'une route et des facteurs menant à une approche des étapes de la PCM fondée sur des règles de l'art.

La portée des considérations sur les règles de l'art dans le domaine de la conception du drainage des routes se limite à l'évacuation de l'eau du revêtement et de la fondation granulaire, et à l'évacuation de l'eau (c.-à-d. les eaux pluviales et la fonte des neiges) de l'emprise de la route. Fait à remarquer, le drainage provenant de sources externes situées à l'extérieur de ces limites a de nombreuses répercussions sur le drainage des routes, dont certaines sont traitées ici. Le présent guide se limite toutefois surtout à la portée mentionnée plus haut. La conception et l'entretien des égouts pluviaux sont traitées dans le cadre de l'ensemble SWW de règles de l'art relatives aux eaux pluviales et aux eaux usées, et n'entrent pas dans la portée des règles de l'art relatives à la voirie municipale (MR).

1.2.1 Questions liées au drainage

Aux fins de l'élaboration de la présente règle de l'art, il est question d'une série d'importants points ou questions de drainage qui sont ordinairement pris en compte et influencent la façon d'aborder la planification, la conception, la construction et l'entretien des chaussées. Ce sont :

- L'élaboration du plan de drainage global (article 3.2.1);
- Le choix des critères de drainage à utiliser (article 3.2.2);
- L'utilisation de réseaux de drainage fermés (article 3.2.3);
- L'utilisation de réseaux de drainage ouverts (article 3.2.4);
- Le drainage du revêtement et le drainage de l'emprise de la route (article 3.2.5); et
- La conception de la structure de la chaussée (article 3.2.6).

1. Généralités

1.1 Introduction

1.2 Portée

Le réseau de drainage d'une route a pour principale fonction d'éloigner les eaux pluviales de façon efficace et efficiente de la surface de la route et de la structure de la chaussée, tout en réduisant au minimum les accumulations d'eau stagnante sur le revêtement.

1. Généralités

1.2 Portée

1.2.2 Cycle de planification, de conception et de mise en œuvre

Le présent guide traite des diverses questions liées au drainage des routes dans le contexte des étapes qu'il y a lieu de suivre dans le cadre d'une approche de la conception et de la mise en œuvre des chaussées fondée sur des règles de l'art. Les étapes sont illustrées dans la figure 1-1 et incluent la planification, la conception, la construction, l'exploitation et l'entretien (E et E), le contrôle de la qualité, la surveillance et l'évaluation, et la réhabilitation.

Dans le présent guide, ces étapes sont appelées « étapes PCM », les phases de construction, d'E et E, de surveillance et de réhabilitation étant incluses dans les étapes de mise en œuvre.

Le présent document contient des pratiques en matière de drainage des routes qui peuvent servir dans les zones tant rurales qu'urbaines de municipalités de diverses tailles. Il doit être utilisé conjointement avec les *Classeurs du CERIU*, qui visent à éduquer les professionnels du domaine des infrastructures urbaines et à mieux les sensibiliser aux diverses facettes des plus récentes technologies d'auscultation et de réhabilitation utilisées dans les règles de l'art relatives aux infrastructures souterraines, qui contiennent des renseignements supplémentaires; il s'agit notamment des règles suivantes :

- *Réparation ou remplacement des ouvrages d'accès aux services publics;*
- *Inspection et auscultation des ouvrages d'accès aux services publics; et*
- *Contrôle à la source et sur le terrain des eaux pluviales.*

À l'aide des renseignements dont traite le présent guide, on aborde un certain nombre de principes qui forment la base d'une approche fondée sur des règles de l'art. Les principes sont les suivants :

- S'assurer de prévoir un drainage qui respecte les niveaux de base de service des routes. Concevoir la géométrie de manière à faciliter le drainage.

- Reconnaître le réseau de drainage double (drainage majeur et drainage mineur) dans la conception. S'assurer qu'il existe des niveaux d'adduction relatifs aux différentes classes de route ainsi qu'une protection contre les inondations et une protection des biens dans le cas des réseaux importants. Préserver la sécurité en cas de situation d'urgence.
- Considérer les coûts du cycle de vie comme fondement du choix de la conception. Considérer les coûts de construction, de durée de vie ainsi que d'exploitation et d'entretien des variantes de réseau de voirie ou de drainage.
- Prévoir la gestion des eaux pluviales (GEP) dans la conception. Reconnaître les répercussions du drainage des routes et les possibilités de GEP dans les emprises.
- Reconnaître les possibilités offertes par le remplacement ou la réhabilitation. S'assurer qu'il est possible d'améliorer les niveaux de service et les normes de conception.
- Utiliser les techniques (modèles) hydrographiques dans la conception.
- Assurer la sécurité des routes dans la mesure où elle se rapporte à l'efficacité du drainage.
- Tenir compte des préoccupations écologiques.
- Tenir compte du cycle de vie complet des routes, de la construction initiale à la planification et à la conception de la reconstruction, en passant par les étapes de la préservation de la chaussée.
- Examiner la façon dont les règles de l'art ont évolué dans le cadre des progrès réalisés dans le domaine de la conception des routes.
- Intégrer les évaluations de la structure et du comportement des infrastructures de drainage dans les programmes de réhabilitation de chaussées.

1.3 Santé et sécurité générales

La conception et l'emplacement des ouvrages de drainage doivent recevoir autant d'attention du point de vue de la sécurité que les autres aménagements de la chaussée, tels que la géométrie, l'éclairage, la signalisation et les garde-fous, puisque la conception d'une route a comme principal objectif d'offrir un environnement plus sécuritaire à tous les utilisateurs de l'emprise. Les réseaux de drainage de routes doivent à tout prix être conçus de manière à minimiser les risques d'accident et les conditions de roulement désagréables pour tous les voyageurs (y compris les cyclistes), minimiser les possibilités que l'eau de la fonte des neiges gèle, minimiser la formation d'étangs dans les fossés et éliminer les dangers de noyade, et minimiser tout éclaboussage des piétons qui circulent dans l'emprise.

Les éléments du réseau de drainage doivent améliorer la sécurité de la route sans sacrifier leur fonction principale, qui consiste à évacuer les eaux pluviales du revêtement. Les principales préoccupations en matière de sécurité liées au réseau de drainage sont l'emplacement et l'état des ouvrages. Le réseau doit être situé, modifié ou, chaque fois que cela s'avère nécessaire, protégé de façon à présenter le moins de danger possible. L'emplacement des ouvrages souterrains d'adduction des eaux pluviales est traité plus en détail dans les règles de l'art intitulées *Réparation ou remplacement des ouvrages d'accès aux services* et *Inspection et auscultation des ouvrages d'accès aux services*. L'annexe A contient le résumé des traitements de sécurité et des questions génériques à prendre en compte dans le cadre du drainage des routes.

1.4 Glossaire

Accotement — Zone à l'intérieur de l'emprise de la route, qui ne fait pas partie de la surface de roulement. Elle est habituellement séparée de la surface de roulement par une barrière physique et on y trouve un aménagement paysagé.

Averse importante — Averse théorique dont l'intervalle de récurrence moyen est choisi en vue de satisfaire aux exigences relatives à la protection contre les inondations et à la sécurité. La conception du drainage peut varier selon les lignes directrices de l'organisme local.

Averse mineure — Averse théorique dont l'intervalle de récurrence moyen est choisi en vue de satisfaire aux exigences relatives à la commodité et à la sécurité des piétons et des véhicules. La conception du drainage peut varier selon les lignes directrices de l'organisme local.

Bassin versant — Zone de terre dans laquelle le ruissellement peut s'écouler jusqu'à un certain point (p. ex. un ouvrage d'admission ou de décharge) du réseau de drainage.

Contrôle réparti du ruissellement (CRR) — Réseau capable de contrôler de façon variable les débits de pointe à divers niveaux de façon à respecter des critères précis de débit ou de conception.

Cours d'eau — Rivière, crique ou ruisseau dans lequel l'eau coule en permanence ou de façon intermittente dans un canal naturel ou artificiel.

Cycle de vie — Prise en compte de toutes les phases de la conception d'une chaussée (c.-à-d. la planification, la conception, la construction, l'exploitation et l'entretien, le contrôle de la qualité, la surveillance et l'évaluation, et la réhabilitation ou le remplacement).

Drainage — Moyen naturel ou artificiel servant à intercepter et à éliminer l'écoulement de surface ou l'écoulement hypodermique (habituellement par gravité).

1. Généralités

1.3 Santé et sécurité générales

1.4 Glossaire

1. Généralités

1.4 Glossaire

Drain en sous-sol — Conduite perforée de faible diamètre placée dans une tranchée et recouverte d'un remblai granulaire, en bordure d'une chaussée, pour faciliter le drainage souterrain.

Eau d'aval — Niveau d'eau en amont, qui, quand il est assez élevé, peut influencer la capacité ou le niveau de l'eau dans un réseau d'adduction.

Eau souterraine — Eau située sous la surface du sol et ordinairement sous la nappe phréatique.

Environnement — Conditions dans lesquelles un organisme vit et survit, ou conditions dans laquelle un objet ou un organisme réside. Ces conditions peuvent se décrire comme les aspects d'un environnement « physique », « social », ou « économique », selon le point de vue de l'observateur.

Érosion — 1) Usure de la surface du sol par l'écoulement de l'eau, le vent, la glace ou d'autres agents géologiques, notamment les procédés tels que la reptation gravitationnelle. 2) Détachement et déplacement du sol ou de fragments de roc par l'eau, le vent, la glace ou la gravité (c.-à-d. érosion accélérée, géologique, en ravins, naturelle, en rigoles, en nappe, par éclaboussures ou par chocs, etc.).

Exutoire — Endroit où l'eau est rejetée dans un cours d'eau, une rivière, un lac, des eaux sujettes aux marées ou un drain artificiel.

Gestion des eaux pluviales (GEP) — Pratiques de drainage mises en œuvre pour protéger les cours d'eau naturels et les eaux réceptrices des incidences urbaines. Parmi les contrôles utilisés, on retrouve le contrôle des débits de pointe destiné à prévenir les inondations, le contrôle des débits et des volumes de pointe dans le but d'atténuer l'érosion, et les contrôles de la qualité de l'eau.

Infiltration — Mouvement de l'eau ralenti sur la surface ou à travers un sol ou un réseau de drainage.

Méthode du coût complet sur le cycle de vie — Prise en compte des coûts liés à chaque élément du cycle de vie de la route.

Méthode rationnelle — Méthode de conception servant à calculer les débits de pointe à partir du coefficient d'écoulement, du bassin hydrographique et de l'intensité pluviale. La méthode convient aux bassins hydrographiques de faible superficie (c.-à-d. < 65 ha).

Réseau de drainage — Réseau de puisards, de canalisations, de voies d'écoulement de surface, de canaux ouverts, de ponceaux et de bassins de retenue utilisé pour acheminer le ruissellement jusqu'aux eaux réceptrices.

Réseau de drainage fermé — Réseau dans lequel les éléments d'adduction des eaux pluviales (c.-à-d. les canalisations) sont situés sous la profondeur de gel et protégés de l'atmosphère terrestre.

Réseau de drainage majeur — Réseau de drainage qui inclut des fossés, des canaux et des égouts conçus pour le débit centenaire et le débit d'orage réglementaire, selon celui des deux critères qui est adopté.

Réseau de drainage mineur — Réseau de drainage qui inclut les bordures et les caniveaux, les canaux en bordure de route, les puisards, le drainage souterrain, les puits de jonction ou les regards de visite, et les exutoires visant à contenir et à acheminer l'écoulement d'une averse mineure.

Réseau de drainage ouvert — Réseau dans lequel les éléments d'adduction des eaux de pluie (c.-à-d. les fossés) se trouvent hors sol et sont exposés à l'atmosphère terrestre.

Rigole de drainage — Canal peu profond, souvent gazonné, qui sert à transporter les eaux pluviales, parfois comme solution de rechange au réseau de bordures et de caniveaux, ou comme traitement préalable à d'autres mesures. Les rigoles de drainage sont généralement caractérisées par un rapport élevé entre la largeur au sommet et la profondeur, et une pente faible.

Ruissellement — Partie de l'eau qui tombe sur un bassin versant, qui s'écoule en tant que débit de surface depuis le bassin versant jusque au-delà d'un point déterminé.

Superficie étanche — Superficie d'un bassin versant de drainage, qui est imperméable à toute infiltration d'eau souterraine.

Voie d'écoulement de surface — Canal évacuateur à l'air libre, terre-plein central, étendue asphaltée ou autre voie d'écoulement qui évacue les débits qui excèdent ordinairement la capacité du réseau de drainage mineur.

Glossaire fondé sur (AASHTO, 1991; MTO, 1989).

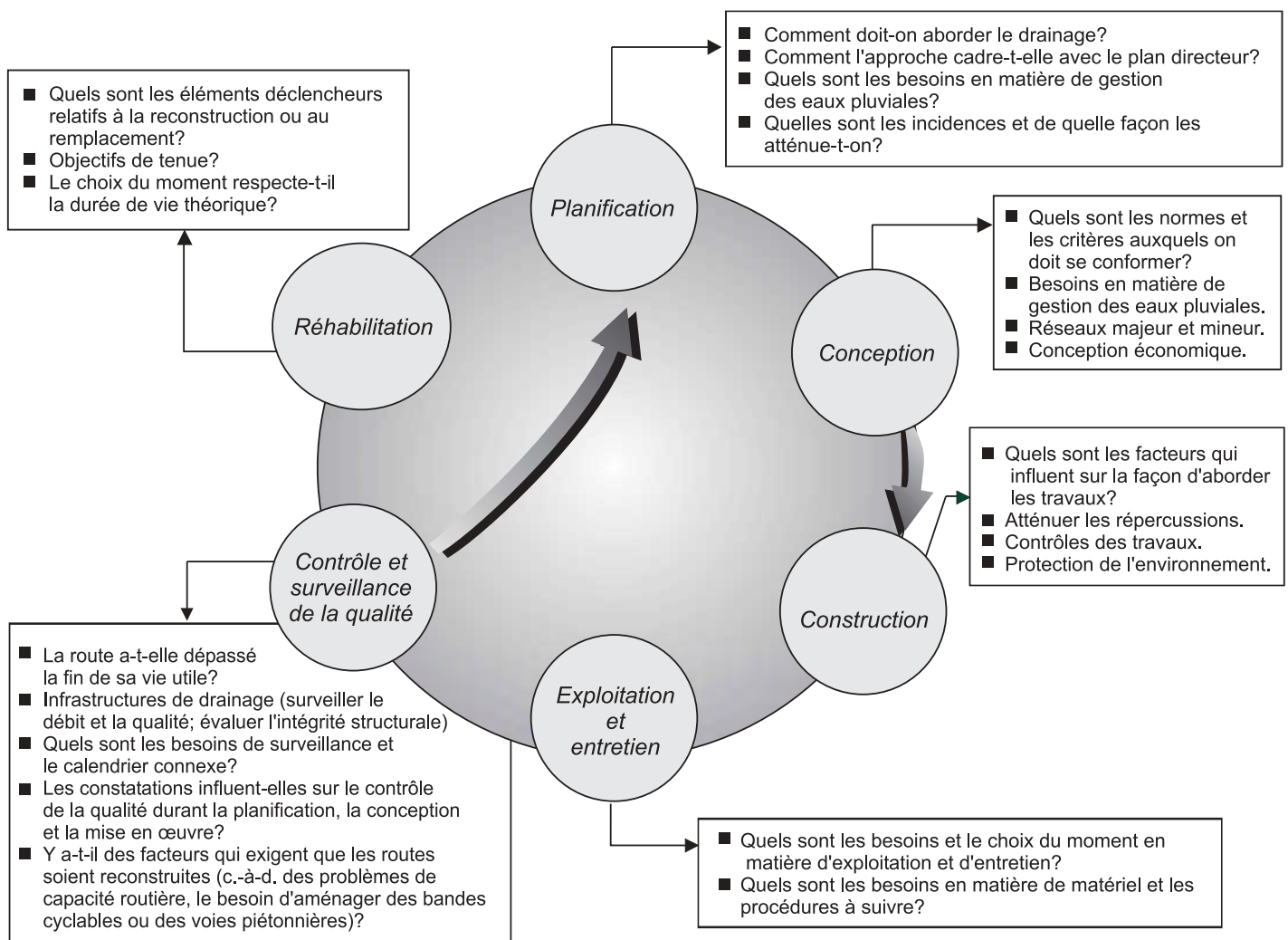
1. Généralités

1.4 Glossaire

Figure 1-1

Préoccupations incluses dans les étapes de la planification, de la conception et de la mise en œuvre.

Figure 1-1 : Préoccupations incluses dans les étapes de la planification, de la conception et de la mise en œuvre.



2. Justification et contexte général

2.1 Préoccupations générales concernant le drainage de l'emprise

Au cours des années passées, on considérait généralement que les principaux objectifs de la conception du drainage des routes consistaient à trouver les meilleurs moyens d'éliminer le plus rapidement possible l'eau de la surface de roulement pour qu'il soit possible de circuler sur la chaussée en toute sécurité. Cela était dû au fait que la principale fonction de la conception d'une route consistait à permettre l'acheminement des véhicules en toute sécurité et, dans bon nombre de cas, des piétons et des cyclistes circulant en bordure de la route. Au fil du temps, on a reconnu que, à cause d'un certain nombre de préoccupations concernant le drainage, les objectifs risquaient de se faire concurrence ou de se chevaucher. Parmi ces préoccupations, on retrouvait ordinairement ce qui suit :

- De quelle façon le drainage de la route s'inscrit-il dans la planification générale du drainage de la région?
- Le drainage de la route perturbera-t-il les régimes d'écoulement des eaux d'une manière qui modifie la desserte générale dans la région ou crée des inondations dans certaines régions en amont ou en aval?
- Le réseau de drainage de la route aura-t-il une incidence sur les terrains adjacents ou l'environnement en modifiant la quantité (régime d'écoulement, débits de pointe, choix du moment, volume) ou la qualité de l'eau (p. ex. pollution, envasement, dégradation d'habitats, eutrophisation, toxicité ou épuisement d'oxygène)?

- Quel est le moyen le plus efficace de drainer l'emprise de la route durant un événement majeur (inondation) ou mineur?
- De quelle façon assurera-t-on l'évacuation de l'eau durant les travaux tout en protégeant l'environnement?
- Quels sont les besoins en matière d'exploitation, d'entretien et de surveillance?
- Quelle est la durée de vie théorique? Quand faudra-t-il réhabiliter ou reconstruire la route?
- Quel drainage (drainage souterrain) faut-il prévoir pour protéger l'infrastructure de la route?

La pratique qui consistait à prévoir uniquement l'élimination rapide de l'eau de la chaussée entraînait souvent des immobilisations coûteuses ou, quand on sacrifiait le niveau de service, une performance médiocre du réseau. Le recours à la gestion des eaux pluviales (réseaux d'écoulement majeurs et mineurs) est apparu au cours des années 1960 et 1970, et a permis d'assurer une desserte rentable et de satisfaire de nombreux autres objectifs. La figure 2-1 illustre les ouvrages de drainage de l'emprise d'une route, leur mode d'interaction avec l'environnement avoisinant et le rôle qu'ils jouent dans l'évacuation des eaux du bassin hydrologique tout entier.

2. Justification et contexte général

2.1 Préoccupations générales concernant le drainage de l'emprise

Au fil du temps, on a reconnu que, à cause d'un certain nombre de préoccupations concernant le drainage, les objectifs risquaient de se faire concurrence ou de se chevaucher.

2. Justification et contexte général

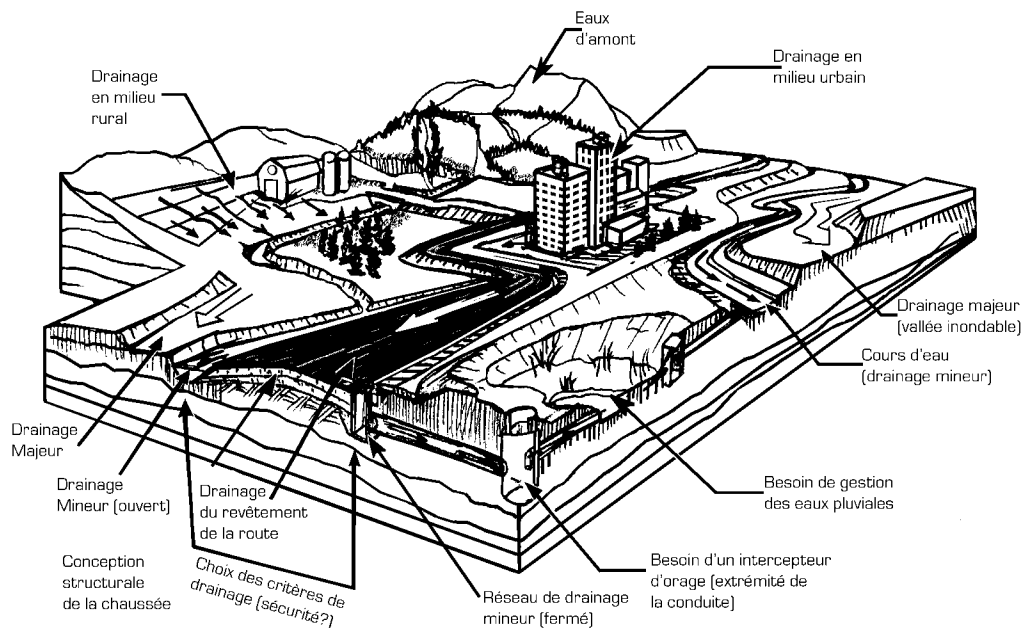
2.1 Préoccupations générales concernant le drainage de l'emprise

Figure 2-1
Règle de l'art relative au drainage des routes

2.2 L'approche PCM

Aux étapes du contrôle de la qualité, de la surveillance et de l'évaluation, le concepteur ou l'évaluateur doit décider s'il est possible de réhabiliter la route pour qu'elle fonctionne correctement.

Figure 2-1 : Règle de l'art relative au drainage des routes.



2.2 L'approche PCM

La façon de traiter le drainage de l'emprise d'une route a évolué et respecte maintenant les préoccupations et les exigences que celles-ci imposent au réseau de drainage. Ces exigences englobent les étapes PCM d'un réseau de drainage, de l'étape de la planification à celle de l'entretien et de la réhabilitation inclusivement. Le présent document traite des règles de l'art relatives à chacune des six étapes PCM (voir la figure 1-1).

Les six étapes PCM s'appliquent aussi bien à la construction d'une nouvelle route qu'à la réhabilitation d'une route existante. Aux étapes du contrôle de la qualité, de la surveillance et de l'évaluation, le concepteur ou l'évaluateur doit décider s'il est possible de réhabiliter la route pour qu'elle fonctionne correctement. Si la réhabilitation n'est pas acceptable, la route devra être reconstruite et le cycle des étapes PCM recommencera.

Il arrive souvent que les limites physiques de l'emprise soient une contrainte dominante de l'élaboration du réseau de drainage de la route. Dans certains cas, le réseau de drainage de l'emprise peut recevoir les eaux d'un réseau externe ou partager des installations avec celui-ci. Cela n'est toutefois

pas fréquent, puisque le réseau externe doit alors appartenir à l'administration routière ou relever de sa compétence. Bien que la norme consiste alors à intégrer les deux réseaux, on peut, dans le cas où ceux-ci relèvent de compétences distinctes, chercher à procéder à l'intégration lorsque la mesure s'avère rentable. Les répercussions possibles sur les réseaux de drainage, les terres ou l'environnement à l'extérieur de l'emprise de la route sont une source de problèmes ou de préoccupations. C'est la raison pour laquelle il se peut que les contraintes physiques de l'emprise de la route limitent les possibilités de règlement des problèmes ou des besoins de drainage à l'extérieur de l'emprise.

Les questions relatives au drainage externe ou les besoins externes à l'emprise de la route sont des facteurs primaires qui ont influencé de façon importante la conception du drainage ces dernières années. Les préoccupations relatives aux répercussions possibles des inondations et de l'érosion ou aux répercussions sur l'environnement (ordinairement la qualité de l'eau) ont obligé les municipalités à prévoir l'adduction et à gérer et à contrôler les eaux pluviales de manière à atténuer ces répercussions.

La nécessité de pratiquer la GEP dans le cadre du drainage de l'emprise des routes est traité plus en détail dans la règle de l'art SWW7 (*Contrôles à la source et sur le terrain des systèmes de drainage municipaux*). Les concepts sont toutefois traités ici, dans le contexte de la façon dont ils coïncident avec les considérations relatives à la conception du drainage. Dans le cas du drainage des routes, on considère ordinairement que la GEP consiste à contrôler la quantité ou la qualité de l'eau, ou les deux à la fois.

2.3 Gestion de l'écoulement des eaux pluviales et contrôles connexes

Par gestion des eaux pluviales, on entend le contrôle des eaux pluviales visant à satisfaire les objectifs à la fois localement et en aval, en ce qui a trait à la qualité et à la quantité. On peut prendre en compte divers objectifs, dont on trouvera la description dans le tableau 2-1.

2. Justification et contexte général

2.2 L'approche PCM

2.3 Gestion de l'écoulement des eaux pluviales et contrôles connexes

Tableau 2-1

Objectifs de gestion des eaux pluviales et considérations relatives à la conception

Tableau 2-1 : Objectifs de gestion des eaux pluviales et considérations relatives à la conception.

Objectif	Considérations relatives à la conception	Application au drainage des routes
Empêcher le réseau d'égout d'inonder les sous-sols et de déborder.	Réduire le volume et le débit de pointe du ruissellement.	Contrôles à l'admission limitant le débit; prévision de formation de flaques d'eau dans les rues, stockage dans le réseau d'adduction.
Protéger contre les inondations en aval et l'érosion des cours d'eau	Réduire le débit de pointe du ruissellement	Stockage dans le réseau d'adduction.
Protéger les eaux de surface contre les déversements et les sédiments	Capter les sédiments et l'huile	Puisards avec fosse servant au captage des sédiments; utilisation de fosses GOSS; séparateurs d'huile et de sables utilisés comme ouvrage d'entrée ou dans le réseau d'adduction. Balayage des rues et nettoyage des puisards. Retenue dans un bassin de GEP.
Protéger la qualité de l'eau	Capter les polluants	Utilisation d'un système de filtration dans l'emprise (dans le cadre de la réhabilitation ou de la reconstruction de la route); séparateurs d'huile et de sables utilisés comme ouvrage d'admission ou dans le réseau d'adduction. Pratiques gérées d'épandage de sel et de sable sur les routes. Utilisation de bassins de retenue ou de marécage.
Préserver l'hydrologie naturelle	Prévoir l'infiltration	Pavés; système d'exfiltration « à tuyaux qui fuient » dans l'emprise (dans le cadre de la réhabilitation ou de la reconstruction de la route); fossés classiques en bordure des routes; fossés améliorés en bordure des routes; puisards à infiltration. Éviter le raccordement direct des égouts de toit à l'égout pluvial.

2. Justification et contexte général

2.3 Gestion de l'écoulement des eaux pluviales et contrôles connexes

La conception des routes et des autoroutes doit absolument prendre en compte les exigences relatives à la GEP. Le réseau routier et le réseau de drainage pluvial ou réseau d'adduction sont des éléments intermédiaires du réseau général de drainage urbain. Le drainage des lots se retrouve dans le réseau d'adduction, qui est habituellement construit dans l'emprise de la route sous forme soit de canalisations souterraines (égouts pluviaux), soit de fossés ouverts. Habituellement, quand elles sont requises, les installations de GEP situées en aval sont construites à l'extérieur de l'emprise de la route.

On incorpore ordinairement la GEP à une conception dans le but d'atténuer les répercussions de l'aménagement (y compris des chaussées) ou de tenir compte des contraintes qui se trouvent en aval. On peut catégoriser les besoins de GEP et les critères résultants de la façon suivante :

- Contrôle de la quantité destiné à protéger contre les inondations et l'érosion, et à maintenir l'infiltration de l'eau souterraine; et
- Contrôle de la qualité destiné à protéger les cours d'eau et les milieux aquatiques, et la qualité de l'eau souterraine.

On trouvera à l'annexe C de plus amples détails sur les répercussions types des eaux pluviales, le besoin de contrôles et l'approche type à utiliser.

Les contrôles à la source et sur le terrain des eaux pluviales font l'objet d'une règle de l'art distincte (SWW7, *Contrôles à source et sur le terrain des systèmes de drainage municipaux*). Le document inclut la description des contrôles à la source qui ont lieu sur la route, tels que le balayage des rues et le nettoyage des puisards. Ces mesures sont également décrites dans le *Storm Water Pollution Prevention Handbook* (manuel de prévention de la pollution des eaux pluviales) (TRCA, 2001).

On peut se procurer d'autres documents qui décrivent de façon très détaillée les contrôles effectués en aval, tels que les bassins de GEP (MTO, 1995 à 1997).

3. Règles de l'art relatives au drainage des routes

3.1 Cadre des règles de l'art

Les règles de l'art relatives aux réseaux de drainage d'emprises de route ont été élaborées à partir des préoccupations concernant le drainage des routes et de l'objectif qui consistait à mettre en place des réseaux de drainage qui seraient plus efficaces et plus efficaces, et permettraient d'éliminer ces préoccupations.

Un certain nombre de points contenus dans chacune des questions de drainage décrites ici mènent à l'élaboration de règles de l'art. Les questions sont liées aux étapes PCM traitées plus haut et elles sont résumées dans le tableau 3-1. Les sections qui suivent traitent des règles de l'art qui sont issues de chacun des éléments et des questions correspondantes.

3.2 Éléments de drainage et règles de l'art

3.2.1 Plan général de drainage

L'élaboration d'un plan général de drainage de la chaussée et des aires de drainage externes exige qu'on tienne soigneusement compte des critères qui influenceront le drainage, des critères locaux existants (capacité et GEP) et d'une approche qui satisfera aux exigences à court et à long terme de la chaussée. Si le choix de l'approche à utiliser ne découle pas d'une étude sérieuse de la situation, on fera face à d'importants problèmes. Par exemple, l'omission d'envisager l'adduction de l'eau en cas de grosse pluie pourra avoir de sérieuses répercussions sur la sécurité routière et entraîner l'inondation de propriétés privées durant un événement violent.

L'élaboration du plan général de drainage a habituellement lieu durant la phase de planification du réseau de drainage (voir le tableau 3-1); il est toutefois également possible de préparer le plan durant les phases de conception, de construction et de surveillance.

À l'étape de la planification, il est impératif que le plan général de drainage fasse en sorte que toutes les aires de drainage externes soient prises en compte. Il faut alors prendre en considération les conditions tant actuelles que futures d'utilisation des sols.

La planification du réseau de drainage doit prévoir les débits à la fois mineurs (c.-à-d. ceux à l'intérieur du réseau de drainage) et majeurs (c.-à-d. les crues maximales).

Dans les conditions d'averse importante, les critères peuvent déterminer soit la profondeur admissible maximale d'une inondation en surface, soit à tout le moins les possibilités d'inondation.

L'administration routière doit collaborer avec les autorités responsables du drainage à la définition des critères à utiliser, tant pour la capacité que pour la GEP, afin d'atténuer les répercussions externes.

À l'étape de la conception, il est impératif d'élaborer une approche qui fera en sorte que les critères de drainage seront respectés, aussi bien dans le cas de la capacité que dans celui de la GEP.

Durant la phase de construction, on doit définir les critères qui permettront à la fois de prévoir du drainage provisoire et de protéger l'environnement, et les incorporer dans les documents de construction de manière à garantir la mise en œuvre de contrôles adéquats. Le drainage provisoire peut consister dans des canaux temporaires, des réseaux de canalisations ou du pompage. Parmi les contrôles de l'environnement, on retrouve ordinairement la lutte contre l'envasement, de même que des barrières autour de la végétation ou des autres caractéristiques de l'environnement.

3. Règles de l'art relatives au drainage des routes

3.1 Cadre des règles de l'art

3.2 Éléments de drainage et règles de l'art

La planification du réseau de drainage doit prévoir les débits à la fois mineurs (c.-à-d. ceux à l'intérieur du réseau de drainage) et majeurs (c.-à-d. les crues maximales).

3. Règles de l'art relatives au drainage des routes

3.2 Éléments de drainage et règles de l'art

Tableau 3-1 : Considérations relatives au drainage menant à des règles de l'art.

Questions/ Points de drainage	Étapes de la planification, de la conception et de la mise en œuvre (PCM)					
	Planification	Conception	Construction	Exploitation et entretien	Contrôle de la qualité, surveillance et évaluation	Réhabilitation
Plan général de drainage général (article 3.2.1) Réseaux majeurs/ mineurs Besoin de GEP	Justification du drainage externe. Faut-il un plan directeur? Y a-t-il actuellement des inondations et de l'érosion? Quels sont les besoins globaux de drainage? A-t-on prévu un réseau de drainage majeur?	Quels sont les critères? Quels sont les besoins de GEP?	Y a-t-il des besoins en matière de protection de l'environnement?	Les ressources actuelles en personnel, en matériel et en procédures sont-elles adéquates?	Les objectifs de performance sont-ils atteints?	Protéger et améliorer les ouvrages naturels (les marécages et les cours d'eau). Être en mesure d'atténuer les effets en aval.
Choix des critères de drainage (article 3.2.2)	Quel est le niveau de service/sécurité nécessaire? Quels sont les critères actuels et y a-t-il lieu de les modifier? Quels sont les besoins en matière de protection de l'environnement ou du bassin hydrologique?	Quels sont les critères?		Quels sont les besoins de fonctionnement (p. ex. la fréquence d'enlèvement des sédiments)?	Le critère général a-t-il été respecté?	
Réseau de drainage fermé (article 3.2.3)	A-t-on prévu un réseau de drainage majeur/mineur? Y a-t-il des façons de respecter le contrôle de la quantité/qualité?	Choix du matériel? Critères de drainage? Niveaux des eaux souterraines? Conditions des sites locaux (c.-à-d. le sol)?	A-t-on examiné les conditions locales (c.-à-d. le sol)?	Quelle doit être la procédure? L'exploitation et l'entretien peuvent-ils se faire en toute sécurité?	Quelle est la fréquence de la surveillance? Y a-t-il des prescriptions relatives à la surveillance de la performance? A-t-on envisagé le contrôle des sédiments?	Quelle est la durée de vie théorique? A-t-on envisagé de nouveaux critères ou des possibilités d'amélioration?
Réseau de drainage ouvert (article 3.2.4)	A-t-on prévu des réseaux de drainage majeur et mineur? Y a-t-il des façons d'assurer le contrôle de la quantité/qualité? Préoccupations en matière de sécurité? Préoccupations en matière d'esthétique? Possession/Entretien?	Comment traiter les traverses de voies d'accès pour autos? Besoin de ponceaux? Règle-t-on les problèmes de sécurité ou d'esthétique? Approche de l'aménagement de paysage?	Choix des matériaux? Approche de l'entretien?	Besoins d'entretien et par qui? Coûts réels?	Fréquence de la surveillance? Prescriptions relatives à la Surveillance de la performance? Contrôle des sédiments? Contrôle de la végétation?	Quelle est la durée de vie théorique? Nouveaux critères ou possibilités d'amélioration?
Drainage du revêtement/Drainage de l'emprise (article 3.2.5). Normes de conception géométrique	Comment fixer les objectifs? Détermination des besoins de l'emprise?	Critères relatifs à la géométrie? Critères visant à tenir compte des conditions d'hiver? Critères d'aménagement de paysage? Espacement des puisards dans les bordures de la chaussée.		Besoins d'entretien d'hiver? Préservation des arbres?		Nouveaux critères ou possibilités d'améliorations?
Conception de la structure de la chaussée (article 3.2.6)	Restrictions en matière de charges ou d'utilisation?	Prise en compte des conditions locales, des sols, de l'eau souterraine. Besoins de drainage souterrain/Conflit avec le drainage? Conditions défavorables (c.-à-d. pergélisol, chaussée poreuse, pavés)? Conception des fondations inférieure et supérieure. Emplacement de d'autres infrastructures enfouies.	Modifications pour tenir compte des conditions constatées?	Programmation de l'E et E.? méthodes utilisées? Problèmes précis (c.-à-d. orniérage, déneigement)	Détails et ordonnancement du programme de surveillance	

Dans le cadre du programme de surveillance, on fixe le protocole de manière à évaluer la performance du réseau de drainage par rapport aux critères établis. La surveillance peut aller du repérage des dépôts de sédiments et de la mesure dans laquelle ils peuvent réduire la capacité du réseau de drainage à la surveillance du comportement des installations de GEP en vue d'atteindre les objectifs de régulation du débit, d'infiltration et de contrôle de la qualité de l'eau (c.-à-d. l'élimination des polluants).

3.2.2 Choix des critères de drainage

Les critères de drainage choisis servent à établir les normes de performance et le niveau de service relatifs à la chaussée en ce qui concerne le drainage. Le niveau de service est habituellement défini par la période de récurrence (la fréquence) des chutes de pluie que les réseaux mineur et majeur doivent absolument évacuer. On peut aussi définir d'autres critères de niveau de service (p. ex. les matériaux, la configuration et les exigences géométriques). À certains égards, les critères de drainage peuvent également modifier le niveau de sécurité, puisqu'ils incluent la profondeur et la durée admissibles des flaques d'eau qui se forment sur le revêtement de la chaussée ou dans le réseau d'adduction ouvert. Dans la plupart des cas, les critères ne sont pas définis uniquement par l'administration routière, mais tiennent ordinairement compte des suggestions de l'organisme de drainage local, de même que de l'organisme provincial et peut-être même de l'organisme fédéral.

On tient habituellement compte d'un certain nombre de facteurs lorsqu'on fixe les critères de drainage. Parmi ces facteurs, on retrouve :

- Le niveau de service à assurer;
- Le risque acceptable en matière de sécurité routière (dans la mesure où il se rapporte à la formation de flaques d'eau sur le revêtement);
- Le coût des ouvrages de drainage en comparaison avec les avantages qu'ils offrent;
- Les critères locaux et provinciaux actuels;
- Les autres utilisations de l'emprise; et

- Les contraintes ou les besoins de protection relatifs aux systèmes récepteurs (qualité, quantité et autres contrôles de l'environnement).

Comme la conception des réseaux de drainage a évolué, les règles de l'art incluent maintenant un ensemble complet de critères de drainage à inclure au-delà de l'approche traditionnelle qui consiste à aborder uniquement la capacité du réseau de drainage.

Les éléments des critères de drainage ordinairement inclus dans la conception des routes et leur lien avec la conception en question sont mentionnés dans le tableau 3-2.

En plus de servir à la conception, les critères établis peuvent servir à fixer des objectifs de performance et être appliqués à un plan de surveillance. Cela s'applique généralement à la capacité du réseau de drainage et aux critères de GEP.

Tableau 3-2 : Critères de drainage et leur relation avec la conception des routes.

Critère	Relation avec la conception des routes
Capacité du système d'adduction	Critère dont doit tenir compte la conception des éléments d'adduction du drainage de la route
Capacité du franchissement routier	Critère dont doit tenir compte la conception de l'adduction (et hauteur libre) de l'ouvrage de franchissement routier au-dessus d'un cours d'eau (varie généralement selon la classe de la route)
Profondeur maximale de l'inondation de la route	Peut se rapporter aux débits le long de la chaussée durant l'averse importante théorique ou au débit par-dessus la route au niveau du franchissement d'un cours d'eau Restrictions de profondeur et d'emplacement visant à protéger les piétons des éclaboussures et assure la sécurité des cyclistes
Hauteur libre entre le fossé en bordure de la route et l'infrastructure de la route	Pour prévenir la saturation de l'infrastructure de la route et les dommages structuraux causés au revêtement
Critères de GEP relatifs à la quantité, au contrôle de la qualité et à l'infiltration	Pour protéger le cours d'eau récepteur et les conditions environnementales
Vitesse d'écoulement maximale en surface et dans les caniveaux	Sécurité des piétons
Grille nécessaire dans les ouvrages d'entrée ou de sortie	Sécurité du public
Autres protections de l'environnement	Protection d'une végétation déterminée, des conditions de cours d'eau ou des caractéristiques et des conditions d'habitat

3. Règles de l'art relatives au drainage des routes

3.2 Éléments de drainage et règles de l'art

Tableau 3-2

Critères de drainage et leur relation avec la conception des routes

3. Règles de l'art relatives au drainage des routes

3.2 Éléments de drainage et règles de l'art

Le réseau de drainage fermé (c.-à-d. l'égout pluvial) est caractérisé par un réseau de canalisations ou de conduites raccordées entre elles, qui se trouve au moins sous la profondeur de gel et collecte l'écoulement gravitaire d'averse.

3.2.3 Réseaux de drainage fermés

Le réseau de drainage fermé (c.-à-d. l'égout pluvial) est caractérisé par un réseau de canalisations ou de conduites raccordées entre elles, qui se trouve au moins sous la profondeur de gel et collecte l'écoulement gravitaire d'averse. Il est presque toujours conçu de façon à collecter uniquement l'écoulement d'une averse mineure (c.-à-d. dont la période de récurrence varie de 1 à 10 ans dans le sud de l'Ontario) et se compose de bordures, de caniveaux, de puisards, de regards, de canalisations et de branchements. Dans le sud de l'Ontario, c'est ordinairement l'événement pluvio-hydrologique de 25 ans qui sert à concevoir les gros collecteurs.

Pour drainer l'emprise d'une route, on choisit habituellement un réseau fermé au lieu d'un réseau ouvert (c.-à-d. de fossés), pour les raisons suivantes :

- En milieu urbain, la largeur des emprises est une considération importante et les fossés ouverts ayant une certaine profondeur et des parois latérales inclinées exigent plus de terrain.
- Les fossés ouverts sont perçus comme plus dangereux pour la circulation, quoique dans le cas des chaussées sur lesquelles la vitesse est plus élevée, on reconnaît que les fossés dont les talus sont traités de façon adéquate constituent une zone d'atténuation pour les véhicules qui quittent la route à la suite d'une perte de contrôle du conducteur.
- Il se peut que des flaques d'eau se forment dans les fossés en bordure des routes et que le public perçoive alors les fossés comme étant moins efficaces.
- La configuration fondamentale d'un réseau d'égout pluvial a tendance à comporter moins de contraintes qu'un réseau de fossés (les fossés sont soumis à des contraintes de nivellement).
- Dans les régions où les pentes sont plus fortes, le réseau d'égout pluvial ne dépend aucunement des facteurs d'érosion et de stabilité, dont il faut tenir compte dans le cas d'un réseau de fossés ouverts.

- Il peut y avoir certaines attentes ou exigences de la part des propriétaires fonciers riverains en ce qui a trait à l'aménagement de paysage et à l'esthétique.

Considérations en matière de planification

Le tronçon de chaussée à l'étude doit impérativement toujours être planifié dans le contexte de son rôle dans le réseau de drainage majeur. Cela est traité en termes généraux à l'article 2.1.

Les considérations relatives à la planification du drainage majeur doivent absolument inclure ce qui suit :

- Il faut absolument prévoir certains apports hydriques externes. Ceux-ci ont-ils été déterminés?
- La conception préliminaire prévoit-elle une voie continue d'écoulement en surface à l'intention des averses plus importantes que l'averse nominale du réseau fermé, en particulier dans les zones basses où la formation de flaques d'eau ou une inondation limitée sera permise?
- Les autres réseaux, les barrières de sécurité et les ouvrages antibruit de la route nuisent-ils à l'écoulement dans le réseau majeur?
- Le système récepteur (c.-à-d. l'égout pluvial, le cours d'eau ou le canal) est-il approprié et adéquat en ce qui concerne la capacité, l'acceptation de débits de pointe plus élevés, l'érosion produite par un débit accru, et les autres répercussions?

Choix des critères de conception

Le traitement des critères présenté ici est fondé en grande partie sur les manuels de gestion du drainage du ministère des Transports de l'Ontario. Les concepteurs de routes doivent consulter les lignes directrices pertinentes à leur province ou à leur municipalité.

Capacité théorique relative au débit

La capacité théorique relative au débit varie généralement de la fréquence de 1 dans 1 à 1 dans 10 ans (c.-à-d. la période de récurrence de l'événement nominal à utiliser). Le choix d'une capacité théorique moindre résultera en un réseau plus petit et moins coûteux; les voies d'écoulement majeur (c.-à-d. de surface) seront toutefois utilisées beaucoup plus souvent et il se peut que le public les perçoivent comme étant plus dangereuses. Le choix des critères de drainage repose par conséquent sur l'équilibre entre le coût du réseau de drainage et le niveau de risque que l'organisme est prêt à accepter. On choisit le plus souvent une capacité théorique de 5 ans.

Les concepteurs de routes peuvent utiliser un processus décisionnel formel et documenté, qui inclut une analyse des risques, avant de choisir les critères de drainage. On trouvera de plus amples renseignements sur le processus dans l'ensemble de règles de l'art relatif à la prise de décisions et à la planification des investissements (DMIP).

Critères relatifs au réseau

Les critères de réseau (c.-à-d. la façon d'aborder le choix des éléments constitutifs du réseau de drainage) reposent ordinairement sur des critères généraux, notamment :

- La sécurité (des véhicules et des piétons);
- Les exigences relatives à l'exploitation et à l'entretien;
- Le coût; et
- La durée de vie théorique.

Les critères relatifs au réseau dépendent fortement du type des matériaux choisis. On peut utiliser divers matériaux dont le coefficient de frottement varie. Le coefficient de frottement du matériau retenu aura une incidence sur la capacité des tuyaux choisis.

Parmi les critères types utilisés dans le choix d'un réseau, on retrouve ce qui suit :

Vitesses d'écoulement minimales

- De 0,75 m/s dans les tuyaux à paroi lisse à 0,9 m/s dans les tuyaux ondulés.
- Les vitesses d'écoulement minimales plus faibles réduisent les possibilités d'autocurage des canalisations et le réseau risque alors d'exiger plus d'entretien.

Vitesses d'écoulement maximales

- De 5 à 10 m/s.
- Les vitesses d'écoulement plus élevées risquent de causer plus d'affouillement et de cavitation, et de réduire la durée de vie utile de l'égout.

Diamètre minimal des canalisations

- 250 mm
- Les canalisations de plus faible diamètre risquent de se boucher plus souvent et sont sujettes à geler.

Espacement des regards

- De 100 à 150 m, dans le cas des canalisations de petit diamètre (c.-à-d. de moins de 1200 mm de diamètre), et de 200 à 350 m, dans le cas des canalisations de grand diamètre.
- La réduction de l'espacement améliore l'accès au réseau et peut rendre les opérations d'entretien moins difficiles. À l'inverse, la présence d'un plus grand nombre de regards dans le revêtement a une incidence défavorable sur les conditions de roulement des véhicules.

Espacement des entrées

- Parmi les endroits optimaux où placer les ouvrages d'entrée, mentionnons les points bas, en amont des intersections, en amont des passages pour piétons, en amont et en aval des ponts, aux points d'inversion de la pente transversale du revêtement, dans l'accotement des dépressions de terrain et aux endroits où on recueille l'eau de la fonte des neiges.
- Bon nombre de municipalités déterminent les emplacements de manière empirique (c.-à-d. qu'elles utilisent l'espacement minimal). Lorsqu'une entrée charretière se trouve à proximité immédiate de l'emplacement théorique d'une admission, celle-ci doit être déplacée en aval de l'entrée.

3. Règles de l'art relatives au drainage des routes

3.2 Éléments de drainage et règles de l'art

3. Règles de l'art relatives au drainage des routes

3.2 Éléments de drainage et règles de l'art

Le choix du type de bordure dépend du coût, de la durabilité, du drainage permis et de l'intégration avec des puisards ou des bouches de système de drainage.

■ Le calcul de l'espacement peut être fonction de la capacité de l'ouvrage d'entrée, de la capacité du caniveau selon la pente, de la profondeur acceptable maximale de l'écoulement dans le caniveau et de l'empiétement admissible de l'écoulement ou de son étalement dans la voie de roulement. Parmi les méthodes de calcul, on retrouve l'utilisation de l'équation de Mannings, de graphiques empiriques ou de logiciels spéciaux (p. ex. le CBSpace du MTO, le manuel de gestion de drainage du MTO, partie 2, chapitre *Pavement Drainage Design, 1995 – 1997*)

Dans certains cas, on utilise des « restrictions d'entrée » pour réduire le volume d'eau capté par le réseau de drainage pluvial. On procède souvent ainsi lorsque la capacité du système récepteur est limitée ou que le réseau de drainage pluvial (unitaire ou séparatif) est raccordé aux bâtiments adjacents par des drains de fondation ou d'autres branchements. Cette pratique peut mener à des problèmes de sécurité routière à cause de la formation d'un trop grand nombre de flaques d'eau pluviale sur le revêtement, soit parce que la capacité de l'ouvrage d'entrée est réduite, soit parce que celui-ci est bouché. On peut toujours y recourir, à condition que la profondeur et la durée possibles des flaques qui se forment sur la chaussée soient calculées durant la conception, et qu'on élabore des procédures d'entretien qui permettront de vérifier la présence de bouchons et de minimiser les risques de formation connexes.

Pente minimale des raccordements de puisards

■ 1,5 %

■ Lorsque les ouvrages d'entrée doivent drainer des superficies inhabituelles, chaque raccordement doit être conçu séparément.

Choix des bordures

Le traitement au bord du revêtement peut varier de aucun traitement (gravier) à une bordure en béton ou en asphalte. La bordure peut être du type franchissable ou du type barrière. La bordure franchissable offre essentiellement un moyen de faciliter le drainage, tout en ayant une hauteur minimale

qui permet aux véhicules de la franchir. La bordure de type barrière permet l'acheminement d'une plus grande profondeur d'eau le long de la bordure et protège également la circulation des dangers situés dans l'accotement. Divers traitements de bordure, compilés par l'Association des transports du Canada (ATC) dans le *Guide canadien de conception géométrique des routes*, sont illustrés à l'annexe D. Le choix du type de bordure dépend du coût, de la durabilité, du drainage permis et de l'intégration avec des puisards ou des bouches de système de drainage.

On prévoit généralement des caniveaux en béton le long des bordures pour faciliter le drainage en bordure de la route, puisque la capacité d'écoulement de ces ouvrages est de beaucoup supérieure à celle du revêtement adjacent. Les caniveaux ne sont pas considérés faire partie de la largeur de la surface de roulement et offrent un espace supplémentaire entre les voies de circulation et la face de la bordure, ce qui améliore la sécurité.

La pose de drains souterrains faits de tuyaux perforés (enveloppés dans un géotextile) posés dans des tranchées remplies d'un matériau granulaire sous les bordures facilite le drainage au niveau des bords inférieurs des couches granulaires sous-jacentes au revêtement en asphalte. Les parois et le fond de la tranchée des drains souterrains peuvent être revêtus d'un géotextile qui empêchera la contamination du remblai granulaire perméable.

Choix des matériaux

On peut poser divers types de regards, de puisards et d'avaloirs de fossés préfabriqués. Certaines municipalités prescrivent maintenant des puisards à avaloir latéral (dans la bordure) dans les bandes cyclables. Ce type de puisard n'est cependant pas compatible avec les resurfaçages subséquents du revêtement.

Il existe divers types de grille de puisard à motif en diagonale, ou en chevrons, ou courbé qui sont moins dangereux pour les vélos, tout en ayant une capacité de captage satisfaisante (Toronto, 2002). En outre, certains fabricants ont mis au point des grilles de puisard dont la surface ondulée vise à empêcher les débris de boucher complètement la grille.

Cependant, comme c'est le cas pour les autres éléments constitutifs, l'historique de la municipalité en matière d'entretien et l'expérience que celle-ci a des divers types d'accessoires ont une incidence importante sur la gamme des produits acceptables.

Considérations en matière de conception

La conception du réseau de drainage d'une route inclut l'analyse des fonctions à la fois hydrologiques et hydrauliques. L'analyse hydrologique inclut le calcul des débits théoriques, de même que la conception de la GEP relative au contrôle de la quantité et de la qualité. L'analyse hydraulique est nécessaire à la conception du système d'adduction; elle peut également contribuer à la conception des installations de GEP.

Hydrologie

L'analyse hydrologique peut être effectuée au moyen d'outils d'analyse relativement simples ou de modèles informatiques plus complets. L'analyse simple la plus souvent utilisée inclut la méthode rationnelle, qui fait appel à un coefficient de ruissellement, à un temps de concentration (et à l'intensité pluviale résultante) et au bassin hydrologique correspondant pour calculer les débits prévus. Les modèles informatiques sont plus complexes, mais ils utilisent le même principe de base, qui consiste à simuler les caractéristiques de ruissellement relatives au bassin hydrologique et à la chute de pluie prévue pour déterminer un débit ou un hydrogramme théorique. La différence entre les méthodes de calcul réside généralement dans les détails utilisés dans l'analyse des caractéristiques de réponse du ruissellement. Les détails concernant les méthodes d'analyse et de modélisation se trouvent dans diverses publications. On peut examiner le résumé des méthodes à l'annexe E.

Parmi les principes généraux à suivre, on retrouve ce qui suit :

- La méthode de l'analyse raisonnée sert surtout au calcul des débits de pointe. L'utilisation de la méthode pour calculer l'écoulement de surface doit se limiter au simple dimensionnement des canalisations dans les bassins hydrologiques de faible superficie dans lesquels il n'y a aucune gestion des eaux pluviales. Ailleurs, on doit utiliser des modèles hydrologiques.
- Pour concevoir des installations de GEP, il faut utiliser des modèles hydrologiques.
- Les outils de modélisation doivent toujours être mis au point de manière à refléter les conditions locales, notamment le choix des événements prévus (y compris la précipitation et la fonte des neiges) à utiliser.

Hydraulique

L'analyse et la conception des réseaux d'adduction requièrent l'utilisation de méthodes d'analyse hydraulique soit pour déterminer la capacité d'un réseau existant, soit pour concevoir un nouveau réseau de drainage (ouvert ou fermé). Tout comme dans le cas de l'analyse hydrologique, les méthodes vont d'une analyse relativement simple (effectuée à l'aide de graphiques et de calculs) à des modèles plus complexes qui permettent de faire une analyse plus détaillée des processus hydrauliques. Elles sont ordinairement utilisées dans le cas des systèmes d'adduction dont le type ou la complexité varie. On peut examiner le résumé des méthodes à l'annexe F.

Conception d'un égout

La conception d'un égout doit reposer sur les principales considérations suivantes :

- Écoulement en régime fluvial dans des canalisations remplies à 90 %;
- Sortie d'eau libre;
- Examen sérieux des écoulements critiques ou supercritiques;
- Modélisation d'hydrogrammes et d'une ligne piézométrique le long de l'égout dans le but de déterminer les répercussions des surcharges et d'assurer la protection du sous-sol quand le tuyau de sortie en aval est sous-dimensionné ou submergé; et

3. Règles de l'art relatives au drainage des routes

3.2 Éléments de drainage et règles de l'art

3. Règles de l'art relatives au drainage des routes

3.2 Éléments de drainage et règles de l'art

Les réseaux d'égout, en particulier ceux situés sous des revêtements, doivent être bien construits, puisque le coûts de réparation, y compris les coûts sociétaux dus aux retards et aux entraves à la circulation, sont importants.

- S'assurer que la capacité de la sortie d'eau est acceptable, pour éviter toute augmentation du niveau de l'eau au détriment des autres débits entrant dans la canalisation ou le cours d'eau récepteur et déterminer l'ampleur de la dissipation d'énergie et de la protection contre l'érosion qui sont nécessaires.

Construction et contrôle de la qualité

Les réseaux d'égout, en particulier ceux situés sous des revêtements, doivent être bien construits, puisque le coûts de réparation, y compris les coûts sociétaux dus aux retards et aux entraves à la circulation, sont importants.

Le contrôle de la qualité doit porter surtout sur :

- L'assise, le remblai et le compactage autour des accessoires;
- L'assise, la pose et le jointoiment des canalisations en vue de minimiser l'exfiltration de l'écoulement (tant l'infiltration que l'exfiltration risquent de causer la migration et l'affaissement des matériaux de couverture et de ceux de la structure de la chaussée); et
- Le remblayage et le compactage.

Exploitation et entretien

De nombreuses municipalités utilisent un système d'information géographique (SIG) pour gérer les dossiers d'entretien et les programmes relatifs à leurs réseaux d'égout.

Les activités d'entretien en surface portent généralement surtout sur le balayage des rues à l'automne et au printemps. Il est important pour la municipalité de disposer d'un programme de nettoyage périodique des rues pour préserver le drainage sur la chaussée et favoriser la protection de la qualité de l'eau. Le nettoyage périodique des puisards, qui sert à enlever les feuilles et les autres débris, empêche la formation de flaques d'eau sur la chaussée. De même, la recherche a démontré que le nettoyage périodique des rues protégeait efficacement la qualité des cours d'eau et des plans d'eau récepteurs.

De plus en plus de municipalités utilisent depuis peu les techniques sans tranchée de réparation ou de réhabilitation afin de minimiser les dérangements causés à la circulation des véhicules. Cela inclut la pose d'un revêtement intérieur dans les canalisations d'égout.

Les municipalités envisagent de faire l'entretien de l'égout pluvial conjointement avec les cycles d'entretien des autres infrastructures (c.-à-d. l'égout sanitaire et le réseau d'eau potable, les ponts et les ponceaux), en plus des travaux de voirie.

3.2.4 Réseau de drainage ouvert

Les particularités du réseau de drainage ouvert peuvent améliorer la souplesse de la conception (c.-à-d. augmenter la capacité) et réduire les répercussions possibles des eaux pluviales sur les systèmes récepteurs. Certaines préoccupations sont toutefois propres aux réseaux ouverts, particulièrement en ce qui a trait aux besoins d'entretien, aux limitations opérationnelles et à l'esthétique.

Le réseau de drainage ouvert est fait surtout de fossés plutôt que de canalisations et de conduits.

Les réseaux de fossés offrent une gamme d'avantages par rapport aux réseaux fermés, notamment ce qui suit :

- Les fossés peuvent être vus comme plus écologiques. Ils permettent l'infiltration et la gestion de la qualité de l'eau grâce au « filtrage de la pollution »; en outre, les débits et les volumes de pointe sont moindres grâce à la réduction des vitesses d'écoulement.
- Les fossés permettent de tenir compte de la période transitoire en permettant le drainage de la partie initiale de chaussées qui seront élargies par la suite.
- On peut concevoir des fossés à l'intention de réseaux de drainage majeurs aussi bien que mineurs.
- Comme ils ne sont pas restreints par des réseaux de bordures et d'avaloirs, les fossés facilitent la pose de tapis d'enrobés structuraux dans le cadre de travaux d'entretien périodique.
- La gestion de la neige coûte moins cher.

Les réseaux de drainage ouverts requièrent habituellement toutefois une emprise plus large que dans le cas des réseaux fermés, pour tenir compte de la profondeur des fossés, et des talus connexes.

Considérations en matière de planification

Tout comme les réseaux fermés, les réseaux ouverts doivent tenir compte des considérations relatives aux réseaux majeurs, tels que l'entretien d'une voie d'écoulement en surface, la prise en compte de bassins hydrographiques externes et l'appropriation du système récepteur.

Choix des critères de conception

Averse nominale

Les systèmes ouverts sont généralement conçus en fonction de la même averse nominale que les réseaux fermés. On peut également concevoir les éléments constitutifs pour qu'ils acheminent les débits du réseau majeur, de même que ceux du réseau mineur.

Critères relatifs au réseau

Vitesse d'écoulement minimale

- De 0,3 à 0,5 m/s.
- Les vitesses d'écoulement plus faibles causent de la sédimentation.

Pente minimale

- De 0,3 à 0,5 %.
- Les pentes plus faibles causent la formation de flaques d'eau et peut-être de la sédimentation.

Vitesse d'écoulement maximale

- Variable.
- Selon que la vitesse d'écoulement est faible ou élevée, il faut utiliser différents revêtements de canaux pour résister aux forces de cisaillement de l'écoulement. Les types de revêtement vont du gazon (vitesses d'écoulement faibles) au béton.

Hauteur libre (averses importantes)

- De 0 à 0,3 m, mesurée à partir du dessus du talus, et la hauteur possible maximale de l'eau dans le fossé.

Hauteur libre (averses mineures)

- L'élévation de la surface de l'eau doit être inférieure au bas de la structure de la chaussée et, s'il y a lieu, au radier des drains souterrains de la chaussée et des rigoles d'entrée.

Choix des matériaux

Il existe divers produits de revêtement des fossés, dont le choix doit se faire en fonction de la résistance au cisaillement à cause de l'écoulement qu'ils doivent permettre, de même que de considérations relatives à l'entretien ainsi qu'à l'esthétique et à l'habitat du poisson (le cas échéant). Dans le cas des vitesses d'écoulement modérées ou plus élevées, les talus revêtus de gazon n'étant alors plus adéquats, les matériaux de revêtement peuvent varier du perré au béton, en passant par les blocs de béton et les pierres de carapace.

L'utilisation des techniques de bio-ingénierie des sols intègre l'expertise dans le drainage, la géotechnique, l'environnement, la végétation et l'architecture paysagère en vue d'aborder les préoccupations en matière d'adduction d'écoulements, d'érosion, de pêches et d'esthétique. Cela exige une approche multidisciplinaire globale et consciencieuse.

Considérations en matière de conception

La conception des réseaux de drainage ouverts exige l'utilisation de méthodes hydrologiques et hydrauliques, tout comme dans le cas des réseaux de drainage fermés. Les analyses hydrauliques doivent tenir compte de la présence de ponceaux dans le cas des traversés de chaussée ou de voie d'accès pour autos, puisque ce sont habituellement ces ouvrages qui causent la perte de charge la plus importante. Les méthodes pertinentes d'analyse et de conception sont traitées à l'article 3.2.3.

3. Règles de l'art relatives au drainage des routes

3.2 Éléments de drainage et règles de l'art

L'utilisation des techniques de bio-ingénierie des sols intègre l'expertise dans le drainage, la géotechnique, l'environnement, la végétation et l'architecture paysagère en vue d'aborder les préoccupations en matière d'adduction d'écoulements, d'érosion, de pêches et d'esthétique.

3. Règles de l'art relatives au drainage des routes

3.2 Éléments de drainage et règles de l'art

Il est possible de mettre à l'essai divers profils transversaux e fossé à l'aide de divers logiciels de conception de canaux. À moins qu'il ne s'impose de lui-même, le choix d'un profil transversal doit commencer par un fossé en V revêtu de gazon et passer ensuite à des canaux trapézoïdaux, selon les besoins. Les fossés conçus en vue de l'adduction de débits d'averse mineure ou importante comportent généralement un petit canal trapézoïdal à faible débit au bas d'une grande section trapézoïdale. Les caractéristiques du fossé doivent permettre des vitesses d'écoulement de débit mineur assez élevées pour éviter tout envasement ou dépôt et des vitesses d'écoulement en cas de grosse averse qui demeurent possibles grâce à des mesures rentables de protection contre l'érosion.

Il est possible de modéliser le comportement du réseau de fossés conjointement avec les écoulements nominaux, la géométrie et le profil transversal proposés, et l'élévation de l'eau d'aval, et de générer une élévation de la surface de l'eau dans tout le réseau à l'aide de modèles informatiques hydrauliques. La simulation est surtout pertinente quand l'exutoire du réseau de fossés est submergé et que les conditions nuisent au comportement du réseau.

Construction et contrôle de la qualité

Les aspects du contrôle de la qualité de la construction de fossés ouverts portent normalement surtout sur :

- La qualité de la précision dans le sens longitudinal pour éviter la formation de flaques d'eau;
- L'adéquation de la construction aux points de confluence;
- Le choix du moment et la mise en place de mesures provisoires de lutte contre l'érosion et la sédimentation, telles que des barrages de retenue; et
- L'établissement d'un calendrier de travaux de revêtement des fossés visant à en assurer la stabilité durant les saisons immédiates.

Exploitation et entretien

Les réseaux de fossés ouverts ont tendance à recueillir des déchets et des débris, qu'il faut enlever périodiquement pour des raisons d'esthétique, de santé ou de sécurité, ou pour des raisons fonctionnelles. Parmi les répercussions sur l'entretien, on retrouve les dangers posés par les habitats de reproduction des insectes, qu'il faut absolument traiter.

La lutte contre les moustiques et la propagation du virus du Nil occidental constituent de plus en plus un problème dans les réseaux de fossés ouverts. Aucune approche uniforme visant à minimiser la propagation du virus n'a encore été mise au point, bien que diverses méthodes soient à l'étude ou en cours d'utilisation, telles que les larvicides servant à lutter contre les maringouins, la création d'habitats destinés à encourager les prédateurs naturels, et le recours à une approche conceptuelle visant à éviter la formation de flaques d'eau.

Il faut considérer soigneusement le nettoyage des fossés dans les aires où il y a formation de flaques d'eau, pour éliminer toute préoccupation en matière de sécurité et d'esthétique. Il faut toutefois faire cadrer ces objectifs avec les objectifs relatifs à la qualité des eaux pluviales, celle-ci étant meilleure lorsqu'on réduit les vitesses d'écoulement des débits d'orage et qu'on augmente la formation de flaques d'eau pour faciliter l'élimination des polluants.

Lorsque la formation de flaques d'eau persiste et devient durable, on risque alors de voir apparaître certaines caractéristiques des milieux humides, ce qui risque de faire augmenter les approbations qu'on devra obtenir avant de nettoyer ou de modifier le fossé. Parmi les procédures recommandées pour le nettoyage des fossés, on retrouve la méthode du tiers inférieur, utilisée par le ministère des Transports du Québec, méthode selon laquelle on enlève les sédiments dans le tiers inférieur du fossé et on laisse en place le revêtement végétal des deux tiers supérieurs de l'ouvrage. La végétation dans la partie supérieure du fossé demeure intacte et conserve sa fonction

d'élimination des sédiments et de réduction de la vitesse d'écoulement (Québec, 1997). Il se peut qu'on doive tondre le gazon plusieurs fois par année dans les réseaux de fossés, selon les politiques locales et les inquiétudes manifestées par les propriétaires fonciers riverains.

Quand l'objectif consiste à minimiser les possibilités de formation de flaques d'eau dans le réseau de fossés, on peut ajouter des drains de sortie comme exutoires supplémentaires. Ceux-ci peuvent consister en un matériau granulaire qui facilite le drainage ou un tuyau perforé qu'on pose sous le radier du fossé et qui collecte et évacue de l'eau. On peut trouver l'illustration d'une conception type à l'annexe F.

Selon la conception, les réseaux de fossés ouverts peuvent comporter un certain nombre de ponceaux de voie d'accès pour autos, qui requièrent eux aussi un certain entretien. Durant les mois d'hiver, ces ponceaux peuvent geler et il faut alors les déglacer en y injectant de la vapeur ou au moyen de toute autre méthode similaire.

3.2.5 Drainage du revêtement/Drainage de l'emprise

Il faut prendre en compte les éléments de conception de la route et du profil transversal de l'emprise pour prévoir un réseau de drainage global efficace et efficient. Un des principaux objectifs des plans géométriques de revêtement routier consiste à faire en sorte que le débit d'orage soit évacué le plus rapidement possible des surfaces revêtues. Dans le cas des routes munies de bordures, cela exige des pentes longitudinales minimales (de 0,3 à 0,5 %) et une pente transversale minimale (de 1,5 à 3 %). L'utilisation de caniveaux conjointement avec des bordures (caniveaux plus larges) et le choix de l'espacement des puisards facilitent eux aussi l'élimination du ruissellement de la surface du revêtement.

L'intégration de tous les éléments mentionnés ci-dessus devient cruciale lorsque :

- La pente de la chaussée est déjà minimale lorsqu'on ajoute des voies et qu'on élargit le revêtement;
- Les profils de revêtement qui s'intersectent doivent être intégrés, qu'on doit tenir compte des passages pour piétons, du rayon des bordures, et de l'esthétique aux intersections; et
- Les transitions sont surélevées, surtout conjointement avec des pentes longitudinales douces.

Dans ces conditions, on doit étudier la trame des élévations du revêtement dans de multiples directions, en examinant plusieurs profils le long des lignes de bordure et de caniveau, et le long des voies de virage empruntées par les véhicules, pour s'assurer que le ruissellement d'orage s'écoule rapidement de la surface du revêtement, en particulier dans les zones où les risques d'accident sont plus élevés, telles que les intersections.

Les concepteurs de routes doivent consulter les lignes directrices pertinentes à leur province ou à leur municipalité. Dans certains climats plus froids, par exemple, les concepteurs de routes utilisent l'extrémité supérieure de la plage de pentes transversales suggérée plus haut, pour faciliter le drainage rapide dans les conditions hivernales.

Dans le cas des régions où le relief topographique est très émoussé, il se peut qu'on doive favoriser le drainage des chaussées en introduisant un modèle de profil « vallonné ». Pour ce faire, on utilise une série de pentes longitudinales minimales ascendantes ou négatives de part et d'autre d'un point haut, et on place des puisards aux points bas. La route consiste alors en une série de points hauts et de points bas régulièrement répartis, ce qui explique l'utilisation du terme « vallonné ».

3. Règles de l'art relatives au drainage des routes

3.2 Éléments de drainage et règles de l'art

Il faut prendre en compte les éléments de conception de la route et du profil transversal de l'emprise pour prévoir un réseau de drainage global efficace et efficient.

3. Règles de l'art relatives au drainage des routes

3.2 Éléments de drainage et règles de l'art

Dans le cas des profils transversaux de routes rurales, les fossés doivent être contigus aux accotements et présenter une hauteur libre qui fait en sorte que le niveau de l'eau n'atteint jamais le bas du matériau granulaire durant les averses mineures.

Dans le cas des profils transversaux de route rurale, les pentes longitudinales ne sont pas critiques. La pente transversale du revêtement et des accotements, et les transitions à surélévation sont des facteurs qu'il est très important de prendre en compte.

Bien qu'ils ne soient pas aussi critiques, les accotements doivent être conçus de manière à faciliter le ruissellement et à minimiser la formation de flaques d'eau. Idéalement, ils sont nivelés de façon à se drainer par-dessus la bordure, dans les puisards. Sur les accotements, les pentes inférieures à 0,5 % ne sont pas pratiques ou réalisables dans les conditions actuelles qui prévalent dans le secteur de la construction.

Aux endroits où l'accotement est plus bas que la bordure, on doit poser des avaloirs de fossé ou des puisards dont le raccordement à l'égout est conçu suivant les mêmes principes que les canalisations d'égout pluvial. On doit également envisager d'utiliser des avaloirs d'accotement dans les surfaces sur lesquelles on prévoit entreposer de la neige. Le drainage à écoulement en nappe des accotements ou des surfaces adjacentes derrière les trottoirs sera dans ce cas excessif au moment de la fonte des neiges et devra être collecté en premier à l'aide d'un réseau de rigoles comportant des avaloirs de fossé qui intercepteront l'écoulement avant qu'il atteigne le trottoir ou la bordure.

La conception du drainage des accotements doit toujours prendre soigneusement en compte tout ruissellement provenant des terrains attenants, en particulier des vieux quartiers résidentiels.

Dans les zones à faible débit de circulation (c.-à-d. les parcs de stationnement, etc.), on peut utiliser des chaussées drainées par le centre. Il n'est alors pas nécessaire de prévoir deux réseaux distincts d'adduction d'eau pluviale de part et d'autre de la chaussée, ce qui entraîne une importante réduction des coûts d'immobilisations. Comme ce modèle de conception ne prévoit qu'un seul réseau d'adduction, sa capacité doit permettre de drainer les deux côtés de la chaussée.

Pour ce qui est de l'entretien, il est impératif que les drains situés dans l'accotement central soient nettoyés périodiquement et permettent le drainage. Dans de nombreux cas, il est difficile d'assurer l'entretien de l'accotement de drainage central, puisqu'on gêne ordinairement la circulation des véhicules en accédant à l'ouvrage. Certains risques d'accident sont également liés à la chaussée avec drainage au centre, puisqu'il peut y avoir de l'eau stagnante ou de la glace sur la chaussée, ce qui nuit au passage des véhicules.

3.2.6 Conception de la structure de la chaussée

L'approche utilisée peut avoir une incidence sur l'intégrité structurale, la stabilité et la vie utile du revêtement de la chaussée, en particulier selon que le drainage de la fondation est pris en compte ou non. Un drainage inefficace de la fondation inférieure de la chaussée peut entraîner la défaillance prématurée du revêtement.

Il est impératif de prévoir le drainage approprié des bords de route et le drainage souterrain pour préserver l'intégrité structurale de la chaussée. Les conditions de gel, qui varient à travers le pays, exigent que le drainage de la structure de la chaussée soit efficace, ce qui permet d'éliminer l'action du gel et les dommages connexes, de minimiser le potentiel d'entretien et de prolonger la durée de vie de la chaussée.

Dans le cas des profils transversaux de routes rurales, les fossés doivent être contigus aux accotements et présenter une hauteur libre qui fait en sorte que le niveau de l'eau n'atteint jamais le bas du matériau granulaire durant les averses mineures. Dans le cas où il est impossible de creuser des fossés profonds et que ceux-ci ne peuvent être que « perchés », il se peut qu'on doive incorporer dans la fondation des drains souterrains qui interagissent directement avec la couche de matériau granulaire. À moins que les sols naturels ne soient poreux et très perméables, on incorpore habituellement dans les profils de routes urbaines des drains souterrains qu'on pose sous ou derrière les bordures, de la façon décrite à l'article 3.2.3.

Les couches granulaires sous-jacentes de la structure de la chaussée doivent être inclinées, habituellement suivant une pente minimale de trois pour cent, et drainées par des fossés ouverts ou des drains souterrains convenables.

Les surfaces granulaires ne sont ordinairement utilisées que sur les routes à faible débit de circulation. Bien que les coûts de construction initiaux soient de beaucoup inférieurs à ceux des routes revêtues, les besoins et les coûts d'entretien annuel récurrents sont plus élevés.

3. Règles de l'art relatives au drainage des routes

3.2 Éléments de drainage et règles de l'art

4. Cas d'utilisation et limitations

4.1 Approches stratégiques permettant une mise en œuvre efficace

Le drainage des routes est un sous-ensemble d'un grand ensemble de systèmes visant à permettre la gestion des eaux pluviales, en plus d'être une composante obligatoire de la conception et de l'exploitation de chaque route. Une bonne conception et un entretien adéquat sont essentiels au fonctionnement sécuritaire élémentaire de la route et à la réduction des répercussions défavorables sur l'environnement naturel et social adjacent à la route, en amont ou en aval de celle-ci.

Dans le cas du drainage des routes, on doit adopter une approche axée sur des systèmes de cycle de vie, qui reconnaît de façon explicite les fonctions du drainage dans la gestion globale des eaux usées et tous les coûts appropriés durant le cycle de vie de l'infrastructure de la route et des éléments constitutifs du drainage qui en font partie.

L'élaboration d'une approche efficace du drainage des routes axée sur les systèmes du cycle de vie comporte les quatre étapes fondamentales suivantes :

1. Comprendre le contexte de planification et le contexte réglementaire.
2. Assurer la durabilité d'une capacité de mise au point technique.
3. Établir un cadre de gestion de l'actif.
4. Fixer les priorités et les intégrer dans les opérations et les programmes de travaux d'immobilisations.

Alors que les limites de la surveillance de la GEP pourraient correspondre à celles des bassins versants, il se peut qu'il y ait en fait plusieurs autorités aux niveaux municipal, provincial ou territorial, et fédéral dont les responsabilités ou l'intérêt pour la GEP varient. Les concepteurs de routes doivent donc bien comprendre le contexte de planification relatif à la conception du drainage – l'existence de plans directeurs de drainage relatifs aux bassins et aux sous-bassins versants, les obligations réglementaires relatives à la gestion de la qualité et de la quantité des écoulements, et les critères pertinents de conception technique des infrastructures de voirie et de drainage. Une planification adéquate offre aux concepteurs de routes l'orientation nécessaire qui leur permettra d'élaborer et d'évaluer des solutions techniques de rechange en matière de drainage des chaussées. Un plan à long terme permet de mieux comprendre les améliorations qu'il y a lieu d'apporter au drainage; en outre, il est alors possible d'évaluer de façon plus efficace les possibilités de mettre en place de nouveaux réseaux de drainage de route ou d'améliorer les réseaux existants.

Les règles de l'art relatives aux fonctions de conception technique des routes et du drainage des chaussées font appel à trois ressources fondamentales et essentielles :

- Des connaissances et des compétences techniques solides;
- Les lignes directrices ou les manuels de référence techniques appropriés; et
- La prise en charge des outils d'analyse et d'évaluation.

4. Cas d'utilisation et limitations

- 4.1 Approches stratégiques permettant une mise en œuvre efficace

Une bonne conception et un entretien adéquat sont essentiels au fonctionnement sécuritaire élémentaire de la route et à la réduction des répercussions défavorables sur l'environnement naturel et social adjacent à la route, en amont ou en aval de celle-ci.

4. Cas d'utilisation et limitations

4.1 Approches stratégiques permettant une mise en œuvre efficace

4.2 Principaux cas d'utilisations et limitations

La municipalité doit posséder un cadre de gestion de l'actif pour la totalité de l'inventaire de ses infrastructures. Pour les besoins du drainage des routes, cela requiert :

- Un inventaire des routes qui inclut un dossier des besoins indiquant les endroits où il existe des problèmes de drainage;
- Un inventaire des éléments d'actif des infrastructures de drainage;
- Un régime d'évaluation périodique de l'état et du comportement des éléments d'actif; et
- La prise en charge d'outils d'analyse et d'évaluation permettant d'évaluer les besoins et de choisir les améliorations à apporter.

L'analyse des coûts du cycle de vie est un important outil d'analyse qui aide à choisir la conception optimale et le moment de sa mise en œuvre. Il est recommandé de recourir à cette forme d'analyse. Les améliorations apportées aux infrastructures de drainage (entretien, amélioration, réhabilitation, reconstruction ou remplacement) doivent être mises en œuvre de concert avec d'autres opérations ou améliorations prévues dans le cadre de travaux d'immobilisations.

4.2 Principaux cas d'utilisations et limitations

Le tableau 4-1 met en évidence des cas d'utilisation et des limitations supplémentaires liés au présent guide.

Tableau 4-1 : Cas d'utilisation et limitations du guide.

Domaine	Cas d'utilisation et limitations du guide
Géologie/ Topographie	Utilisable dans la plupart des environnements géologiques ou topographiques. Des considérations spéciales sont requises dans certaines circonstances, telles que : la présence de roc près de la surface; la présence d'argiles et de sols instables; un terrain plat avec sorties d'eau médiocres; nappe phréatique élevée; zones humides adjacentes; présence d'eaux réceptrices qui sont un habitat de poissons d'eaux froides. Un relief très accidenté risque d'accentuer les problèmes d'érosion du sol. Certaines caractéristiques chimiques des sols (p. ex. l'acidité) risquent d'avoir des répercussions sur le choix des matériaux industriels utilisés dans les réseaux d'adduction.
Urbain/Rural	Utilisable dans les zones urbaines et rurales des municipalités. Les infrastructures existantes en amont ou en aval risquent de dicter ou de limiter la nature et l'étendue de la conception du réseau d'adduction. Le réaménagement ou la reconstruction des terres ou des emprises de routes adjacentes peut permettre l'adoption progressive de règles de l'art qui remplaceront à la longue des systèmes inadéquats ou dont le comportement laisse à désirer.
Quantité et qualité de l'eau	Applicable à la gestion des problèmes de quantité d'eau durant la planification, la conception, la construction, l'exploitation et l'entretien des routes municipales. Ne traite pas des questions de gestion de la qualité de l'eau.
Classification des routes	Applicable à la plupart des classes de routes municipales, sauf les routes à chaussées séparées et à accès limité.
Taille de la municipalité	Applicable aux municipalités de diverses tailles, mais peut être plus avantageux pour les municipalités dont les ressources techniques sont limitées.
Climatique/ Saisonnier	Utilisable dans la plupart des conditions climatiques. Les périodes prolongées de gelée du sol risquent d'accentuer les problèmes liés au ruissellement ou aux conditions de fonte des neiges en augmentant le volume et la vitesse d'écoulement du ruissellement.
Réglementation/ Planification	C'est la préparation de plans directeurs de drainage et de plan de bassins versants qui offre le meilleur contexte de conception d'un drainage économique et d'utilisation du présent guide. Les objectifs et les exigences de gestion de la quantité et de la qualité des eaux pluviales doivent être définis. Faute de ces objectifs et exigences, il se peut que les solutions de conception d'adduction ne permettent pas d'atteindre les objectifs de performance.
Ingénierie	Le présent guide convient à la plupart des applications de l'ingénierie. Il faut élaborer ou adopter un ensemble cohérent de normes et de spécifications techniques relatives à la conception des routes municipales et du drainage connexe; il doit y avoir des manuels et des lignes directrices de procédures. Même s'il est un ouvrage de référence utile, le guide ne doit pas être vu comme un substitut des manuels de références techniques appropriées à des fins de conception technique. Des conditions de site restreint risquent d'imposer certaines limites aux caractéristiques de conception géométrique de la route et des réseaux de drainage. Le traitement de la pente transversale du revêtement demande une attention particulière dans le cas des voies plus larges ou plus nombreuses et aux intersections de routes importantes. La sécurité routière est une considération clé de la conception des infrastructures de voirie ou de bords de route. Il est impératif d'équilibrer les considérations esthétiques en conception (p. ex. réseaux ouverts par opposition aux réseaux fermés) pour satisfaire aux exigences et aux attentes des voyageurs et des propriétaires fonciers riverains.
Gestion de l'actif	L'efficacité du présent guide est maximale lorsqu'on utilise un cadre solide de gestion des éléments d'actif des infrastructures de voirie. Il est possible d'optimiser les coûts du cycle de vie, ce qui permettra d'établir avec plus d'efficacité les priorités relatives aux améliorations proposées des infrastructures de drainage. Il est possible de coordonner certaines améliorations avec les travaux d'immobilisations, y compris ceux exécutés par d'autres, tels que les exploitants de services publics, et d'intégrer l'exploitation et l'entretien périodique avec les travaux périodiques de réhabilitation ou les travaux de construction importants.
Exploitation et entretien	Le présent guide est applicable à l'exploitation et à l'entretien des routes municipales. On encourage les municipalités à se doter de normes d'entretien et de procédures d'exploitation. Les renseignements et le retour d'information sur la gestion de l'exploitation permettent d'optimiser la performance du drainage des routes. Il doit y avoir des prescriptions régissant la surveillance des performances relatives à la végétation, à la sédimentation et à la lutte contre l'érosion, au contrôle des barrages de castors, au nettoyage des fossés et des avaloirs ainsi qu'à l'inspection et au nettoyage des ponceaux.

4. Cas d'utilisation et limitations

4.2 Principaux cas d'utilisations et limitations

Tableau 4-1

Cas d'utilisation et limitations du guide.

Annexe A :

Problèmes de sécurité et traitements de la sécurité

A. Problèmes de sécurité et traitements de la sécurité

Tableau A-1

Cas de problèmes de sécurité et des traitements de la sécurité

Tableau A-1 : Cas de problèmes de sécurité et des traitements de la sécurité.

Ouvrages de drainage	Problèmes de sécurité	Traitements de la sécurité
Bordures (bordures barrières, bordures)	Le dessous de certains véhicules risque de frotter sur les bordures hautes.	Hauteur de 150 mm dans le cas des bordures barrières. Hauteur max. de 100 mm dans le cas des bordures franchissables.
	Souhaitable sur les routes dont la vitesse affichée est de 90 km/h ou plus.	Les véhicules dont le conducteur a perdu le contrôle risquent de capoter ou de perdre contact avec le sol en les heurtant.
	Obstacle.	En milieu urbain, dégagement horizontal d'au moins 0,5 m.
Ponceaux transversaux	Obstacles pour les véhicules qui sortent de la route.	On obtient une conception traversable en faisant correspondre la pente à l'entrée ou à la sortie de l'ouvrage de drainage à celle du talus.
	Obstacles pour les véhicules qui sortent de la route.	Le prolongement de l'ouvrage n'est pas traversable dans le cas d'un ponceau; une possibilité consiste à prolonger l'ouvrage de manière que l'obstacle soit situé au niveau ou immédiatement au-delà de la zone dégagée appropriée.
	Obstacles pour les véhicules qui sortent de la route.	Protection : dans le cas où les deux traitements mentionnés ci-dessus ne sont pas possibles, il se peut qu'on doive poser une glissière de sécurité devant l'obstacle.
Ponceaux parallèles	Ils représentent un obstacle important parce que les véhicules hors de contrôle peuvent les heurter de plein fouet.	Conception traversable : l'objectif principal consiste à conserver une pente traversable et à faire correspondre l'ouverture du ponceau avec le talus. La pente suggérée est de 6/1 dans le cas des zones où les chocs peuvent avoir lieu à grande vitesse. La pente peut être plus prononcée dans le cas des routes à débit de circulation et à vitesses plus faibles.
	Ils représentent un obstacle important parce que les véhicules hors de contrôle peuvent les heurter de plein fouet.	Relocaliser l'ouvrage : certains ouvrages de drainage parallèles peuvent être déplacés latéralement et éloignés des voies de circulation. Ce traitement donne à l'ingénieur d'études la possibilité d'adoucir le talus transversal sur la distance choisie dans la zone dégagée de la chaussée en cours de conception.
	Ils représentent un obstacle important parce que les véhicules hors de contrôle peuvent les heurter de plein fouet.	Protection : dans le cas où les deux traitements mentionnés ci-dessus ne sont pas possibles, il se peut qu'on doive poser une glissière de sécurité devant l'obstacle.
Entrée d'eau sur la chaussée	Ne pose aucun problème de sécurité pour les véhicules hors de contrôle.	Poser à égalité avec la surface du revêtement.
Entrée d'eau à l'extérieur de la chaussée	Est un obstacle pour les véhicules hors de contrôle.	Doit être conçue et construite de manière à affleurer le bas du canal sur lequel elle se trouve.
Avaloirs/ Bouches de système de drainage	Sécurité du public, en raison de l'accessibilité.	Grille empêchant tout accès.
Canaux en bordure de route	Les tronçons qui se trouvent à l'extérieur de la région hachurée sont moins souhaitables.	Sont acceptables dans le cas des projets qui présentent les caractéristiques suivantes : emprise restrictive, sol accidenté, projets de reconstruction, route à faible débit de circulation ou à vitesse réduite.
	Les tronçons qui se trouvent à l'extérieur de la région hachurée sont moins souhaitables.	On doit envisager soit de les transformer en systèmes fermés (ponceaux), soit de les isoler à l'aide d'une glissière de sécurité.

Annexe B :

Contrôle de la quantité d'eaux pluviales

B. Contrôle de la quantité d'eaux pluviales

Le volume de ruissellement d'eaux pluviales est ordinairement perçu comme le critère qui influe sur la capacité d'un réseau de drainage. Le réseau de drainage d'une route peut avoir des répercussions sur les réseaux de drainage situés tant en amont qu'en aval de l'emprise de la route. Il doit absolument recevoir le drainage externe en amont de la chaussée et l'acheminer en toute sécurité vers l'aval. La règle de l'art SWW4 intitulée *Inspection, auscultation et évaluation du comportement des réseaux de collecte d'eaux pluviales ou d'eaux usées* décrit plus en détail les méthodes utilisées pour choisir l'égout pluvial approprié, en ce qui a trait à la structure et à la capacité de l'ouvrage.

Dans le cadre de l'approche de la conception, les réseaux routiers peuvent influencer à la fois sur les possibilités d'inondation dans la région immédiate et sur les possibilités d'érosion, y compris les caractéristiques géomorphologiques fluviales d'un chevelu hydrographique.

Inondation

Le drainage de l'emprise d'une route peut influencer les inondations de deux façons :

- L'agrandissement de la surface imperméable et la concentration de l'écoulement dans le réseau de drainage peut faire augmenter les débits de pointe et le volume des écoulements dans les systèmes récepteurs avals, ce qui augmente les risques d'inondation.
- Les dimensions du réseau de drainage de la chaussée ou du franchissement routier d'un cours d'eau peuvent restreindre l'écoulement et faire augmenter les risques d'inondation en amont de la chaussée.

Les ouvrages compris dans la route peuvent gêner le passage ou l'écoulement dans un cours d'eau et faire augmenter substantiellement le niveau en amont. Cela peut de créer dans le cours d'eau du stockage

en plaine inondable, ce qui entraîne alors la réduction des débits de pointe et des risques connexes d'inondation en aval. Les contrôles peuvent inclure soit la régulation des débits de pointe de façon à les maintenir au niveau auquel ils étaient avant l'aménagement, soit la régulation qui les limitera à la capacité du système récepteur aval.

Les autorités responsables du drainage exigent donc souvent qu'on ait recours à la GEP pour atténuer les répercussions susceptible de produire inondations. Dans le même ordre d'idées, elles exigent de participer au choix des critères de conception de drainage visant à prévenir les inondations en amont.

Érosion

Le drainage de l'emprise d'une route peut avoir des répercussions sur les caractéristiques générales de la réaction à une chute de pluie (régime d'écoulement), notamment le volume du ruissellement. En plus de constituer une incidence sur les risques d'inondation, cela peut également faire augmenter les risques d'érosion dans le cours d'eau récepteur et influencer les processus relatifs à la géomorphologie fluviale. En conséquence, les autorités responsables du drainage exigent souvent qu'on ait recours à la GEP pour atténuer les répercussions susceptibles de causer de l'érosion. Cela peut inclure divers modes de régulation des débits de pointe visant à maintenir ces derniers à un niveau déterminé ou à un niveau nominal (c'est ce qu'on appelle la régulation répartie du ruissellement), la retenue d'un volume déterminé d'eau pendant une longue période (habituellement le volume lié à un événement pluvio-hydrologique mineur) ou le recours à l'infiltration pour réduire les volumes de ruissellement.

Annexe C :

Contrôle de la qualité des eaux pluviales

C. Contrôle de la qualité des eaux pluviales

Tableau C-1

Sources de pollution

Les activités des particuliers et des groupes dans le cadre de l'utilisation des sols en milieu urbain génèrent des résidus et des rebuts. Chaque type d'utilisation du sol possède des caractéristiques uniques qui entraînent la production de polluants et d'un certain volume de ruissellement. La densité ou l'intensité de

l'utilisation du sol et le pourcentage d'imperméabilité jouent également un certain rôle. Le tableau C-1 présente un sommaire des différentes sources de pollution des eaux pluviales, qui sont liées à diverses utilisations des sols.

Tableau C-1 : Sources de pollution.

Source de pollution	Description
Circulation automobile	Représente une bonne partie de l'accumulation de contaminants sur les revêtements routiers. L'usure des pneus, les garnitures de freins ou d'embrayage, les égouttures d'huile à moteur et de lubrifiants, les produits de combustion et la corrosion expliquent tous l'accumulation de sédiments, de métaux ainsi que d'huiles et de graisses. L'usure du revêtement des routes fournit elle aussi certains sédiments et dérivés du pétrole qui proviennent de l'asphalte.
Entretien des pelouses et des jardins	Dans le cas de tous les types d'utilisation des sols, notamment les utilisations à des fins résidentielles, industrielles, institutionnelles ou de parcs, la conception de l'emprise de la route et des services publics doit tenir compte des ajouts de matière organique provenant de la tonte des pelouses, des déchets de jardins et des feuilles mortes. Les engrais, les herbicides et les pesticides peuvent tous contribuer aux charges de polluants dans le ruissellement.
Pollution atmosphérique	La retombée des solides en suspension explique une certaine accumulation de sédiments contaminés par la circulation, les sources industrielles et l'érosion éolienne des sols.
Entretien par la municipalité	Activités incluant la réparation des routes et l'entretien général (traitement de surface des routes, épandage de sable et de sel, mesures anti-poussière, etc.)
Industrielles et commerciales	Les activités peuvent mener à la contamination du ruissellement provenant des aires de chargement et de déchargement, de l'entreposage de matières premières et de sous-produits, de l'entretien des véhicules et des déversements de produits pétroliers.
Connexions illicites de branchements d'égout sanitaire à l'égout pluvial	Les déchets organiques, les nutriments et les bactéries contaminent les eaux pluviales.
Élimination illicite de déchets domestiques dangereux	Introduit les huiles usées et une multitude de substances toxiques dans les égouts pluviaux.
Déversements liés au transport	Les accidents peuvent survenir n'importe où, en particulier sur les rues industrielles ou commerciales locales.
Travaux de construction	Introduisent d'importantes charges de sédiments provenant du ruissellement direct, des véhicules de construction et des sédiments produits par l'érosion éolienne.
Excréments et déchets d'animaux	Introduction de contamination organique, de nutriments et de bactéries.
Trop-pleins d'égout unitaire	Contiennent un mélange de déchets sanitaires, commerciaux et souvent industriels, en même temps que de l'eau de surface. Les trop-pleins d'égout unitaire peuvent contenir des niveaux élevés de nutriments, de matières solides en suspension, de métaux, de contaminants organiques, de substances exigeant de l'oxygène, ainsi que de bactéries et de virus dangereux.
Ruissellement provenant de voies d'accès résidentielles et de parcs de stationnement	Peuvent contenir des produits d'étanchéité pour voies d'accès pour autos, de l'huile, du sel et des produits d'entretien d'automobiles.

C. Contrôle de la qualité des eaux pluviales

Répercussions des polluants

Les répercussions sur la qualité des eaux réceptrices des rejets municipaux varient selon la qualité et la quantité des eaux usées, et la capacité d'assimilation du plan d'eau récepteur. Parmi les préoccupations possibles au sujet de la qualité de l'eau résultant des débordements d'égout unitaire, et des eaux pluviales, on retrouve :

- Les micro-organismes pathogènes qui sont associés à la pollution par les matières fécales et contribuent à restreindre l'utilisation de l'eau à des fins récréatives (c.-à-d. les fermetures de plage);
- L'enrichissement en matières nutritives, provenant des composés d'azote et de phosphore, qui peuvent mener à la croissance nuisible d'algues dans le plan d'eau récepteur;
- Les dépôts de sédiments contaminés, qui peuvent mener à la dégradation des organismes benthiques (c.-à-d. les organismes de fond) et à la limitation des activités de dragage;
- La toxicité provenant de l'ammoniac, des métaux et des composés organiques présents dans le ruissellement et les trop-pleins, et la dérégulation endocrinienne possible chez les humains causée par les pesticides;

- Les possibilités d'épuisement de l'oxygène (demande en oxygène ou DBO) des eaux usées provenant des matières organiques biodégradables, ce qui peut mener à une privation d'oxygène chez les organismes présents dans le plan d'eau récepteur;
- Les changements de température causés par le chauffage du ruissellement en milieu urbain sur les surfaces imperméables;
- Les répercussions de nature esthétique des matières flottantes et des sédiments (c.-à-d. les déchets, les tontes de gazon, les articles sanitaires, l'érosion des sols, etc.);
- La contamination de l'eau souterraine par les produits chimiques organiques solubles, les métaux, les nitrates et le sel; et
- Les dommages causés à la végétation en bordure des routes ou en aval par l'utilisation de sel de voirie et de sable.

Le besoin de recourir à la GEP pour assurer le contrôle de la qualité varie de façon importante selon les critères fixés par les organismes locaux et la sensibilité du système récepteur (c.-à-d. les préoccupations concernant les impacts sur l'environnement). Il existe un grand nombre de mesures de contrôle dont le choix et l'utilisation dépendent des critères à respecter. On trouvera de plus amples détails à ce sujet dans les règles de l'art qui traitent de la GEP.

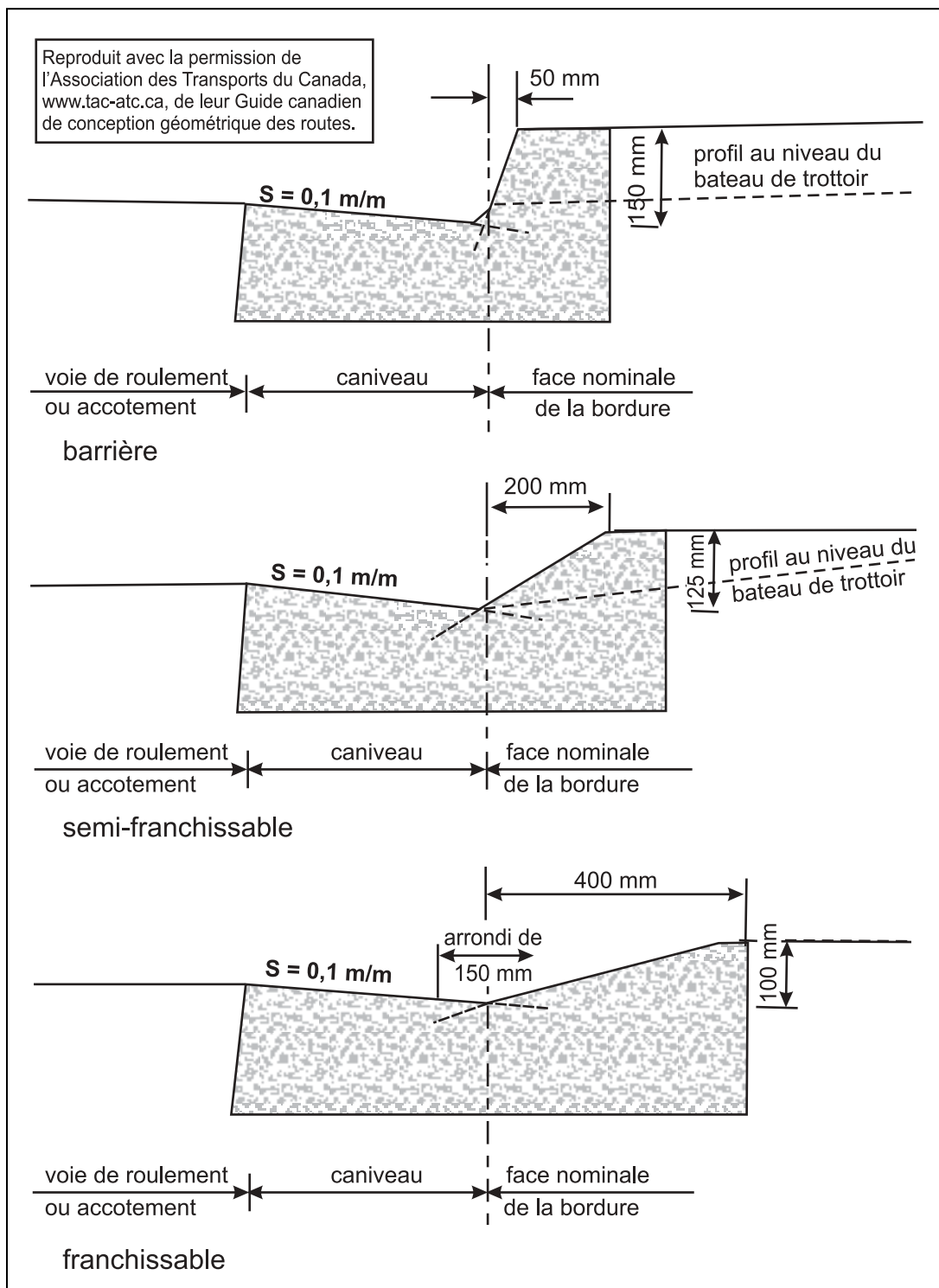
Annexe D : Illustrations types de bordures

(extraites du Guide canadien de conception géométrique des routes de l'ATC)

D. Illustrations types de bordures

Figure D-1
Types de bordure ou de caniveau

Figure D-1 : Types de bordure ou de caniveau.



AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), 1991. *Model Drainage Manual*.

CERIU (Centre d'expertise et de recherche en infrastructures urbaines), 2002. *Les Classeurs du CERIU*. Décembre. Accessibles à l'adresse URL <www.ceriu.qc.ca/Classeurs2002.htm>.

Ontario, MTO (ministère des Transports de l'Ontario), 1989. *Drainage Management Technical Guidelines*.

Ontario, MTO (ministère des Transports de l'Ontario), 1997. *Drainage Management Manual*.

Québec, ministère des Transports, 1997. *Entretien des réseaux de drainage durant l'été, nettoyage des fossés*, Fiche de promotion de l'environnement FPE-01, août.

ATC (Association des transports du Canada), 1999. *Guide canadien de conception géométrique des routes*.

Toronto, ville de, 2002. « Chapter 4 : Bicycle Friendly Streets », *Toronto Bike Plan*, décembre.

TRCA, 2001. *Stormwater Pollution Prevention Handbook*.

