

Eaux pluviales et eaux usées



Prévention ou réduction de l'infiltration et de l'eau de captage dans les réseaux collecteurs d'eaux usées

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

Guide national pour
des infrastructures
municipales durables



NRC · CNRC



Fédération
canadienne des
municipalités
Canada

Prévention ou réduction de l'infiltration et de l'eau de captage dans les réseaux collecteurs d'eaux usées

Publication n° 1.0

Date de publication: Mars 2003

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

ISBN 1-897094-27-2

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 : la voirie municipale, l'eau potable, les eaux pluviales et les eaux usées, la prise de décisions et

la planification des investissements, les protocoles environnementaux et le transport en commun.

On peut se procurer une version électronique en ligne ou un exemplaire sur papier des règles de l'art.

Un réseau d'excellence de connaissances

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

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

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

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

Joignez-vous à nous

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

Introduction

InfraGuide –
Innovations et règles
de l'art

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



Eaux pluviales et eaux usées

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



Prise de décisions et planification des investissements

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



Protocoles environnementaux

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



Eau potable

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



Transport en commun

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



Chaussées et trottoirs

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

TABLE DES MATIÈRES

Introduction	iii
Remerciements	vii
Résumé	ix
1. Généralités	1
1.1 Introduction.....	1
1.2 Portée	1
1.3 Santé et sécurité	2
1.4 Glossaire	3
2. Justification	7
2.1 Motifs de prévenir ou de réduire l'infiltration et l'eau de captage	7
3. Description des travaux	9
3.1 Programme de prévention ou de réduction de l'infiltration et de l'eau de captage.....	9
3.2 Les étapes.....	12
3.2.1 Connaissance du réseau d'égout	12
3.2.2 Surveillance de l'infiltration et de l'eau de captage	13
3.2.3 Auscultation de l'égout	18
3.2.4 Élaboration d'un programme de mesures correctives à l'intention du réseau	20
3.2.5 Mise en œuvre d'un programme de mesures correctives à l'intention du réseau.....	21
4. Cas d'utilisation et limitations	23
4.1 Cas d'utilisation	23
4.2 Risques et limitations.....	23
5. Autres considérations	25
Annexe A : Santé et sécurité	27
Annexe B : Exemple de programme détaillé relatif à l'infiltration et à l'eau de captage	29
Annexe C : Provision nominale pour l'infiltration et l'eau de captage dans les nouveaux égouts	31
Bibliographie	33

TABLEAUX

Tableau 3-1 : Degrés acceptables d'infiltration et d'eau de captage dans les réseaux existants	18
Tableau 3-2 : Techniques couramment utilisées pour ausculter un égout.....	19

FIGURES

Figure 1-1 : Éléments d'un hydrogramme type d'eaux usées par temps de pluie.....	3
Figure 3-1 : Diagramme de processus des activités d'un programme de prévention ou de réduction de l'infiltration et de l'eau de captage.....	11
Figure 3-2 : Éléments de l'hydrogramme d'une surveillance de débit continu ..	16
Figure 3-3 : Débits d'infiltration et d'eau de captage en fonction d'un débit quotidien moyen d'eaux usées.....	17

REMERCIEMENTS

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

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

John Hodgson, président	Ville d'Edmonton (Alberta)
André Aubin	Ville de Montréal (Québec)
Richard Bonin	Ville de Québec (Québec)
David Calam	Ville de Régina (Saskatchewan)
Kulvinder Dhillon	Province de la Nouvelle-Écosse, Halifax (Nouvelle-Écosse)
Tom Field	DELSCAN Corporation, Vancouver (Colombie-Britannique)
Wayne Green	Ville de Toronto (Ontario)
Sam Morra	Ontario Sewer and Watermain Construction Association, Mississauga (Ontario)
Peter Seto	Institut national de recherche sur les eaux, Environnement Canada, Burlington (Ontario)
Timothy A. Toole	Ville de Midland (Ontario)
Bilgin Buberoglu	Conseiller technique, CNRC

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

Richard Bonin	Ville de Québec (Québec)
Jerry Cheshuk	Ville de Yorkton (Saskatchewan)
Tom Field	Delcan Corporation, Vancouver (Colombie-Britannique)
Bill Heywood	Stantec, Regina (Saskatchewan)
Christina Jacob	GVRD, Vancouver (Colombie-Britannique)
Chris Johnston	Kerr Wood Leidal Associates Ltd., (Colombie-Britannique)
Alain Mailhot	INRS-ETE, Québec (Québec)
Jiri Marsalek	Institut national de recherche sur les eaux, Environnement Canada, Burlington, (Ontario)
Brian Milligan	Ville de Midland (Ontario)
John Sheppard	Ville d'Halifax (Nouvelle-Écosse)
Dana Soong	Ville de Coquitlam (Colombie-Britannique)
Peter Fell	Capital Regional District, Victoria (Colombie-Britannique)
Paul Smeltzer	Ontario Concrete Pipe Association (Ontario)

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 :

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)
David General	Cambridge Bay (Nunavut)
Ralph Haas	Université de Waterloo (Ontario)
Barb Harris	Whitehorse (Yukon)
Robert Hilton	Bureau de l'infrastructure, Ottawa (Ontario)
Dwayne Kalynchuk	Ville de St. Albert (Alberta)
Joan Lougheed	Conseillère, Burlington (Ontario) Liaison avec les intervenants
René Morency	Régie des installations olympiques, Montréal (Québec)
Saeed Mirza	Université McGill (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	Ville de Hamilton (Ontario)
Umendra Mital	Ville de Surrey (Colombie-Britannique)
Anne-Marie Parent	Conseillère, Montréal (Québec)
Piero Salvo	WSA Trenchless Consultants Inc., Ottawa (Ontario)
Mike Sheflin	Ancien APA de la municipalité régionale d'Ottawa-Carleton (Ontario)
Konrad Siu	Ville d'Edmonton (Alberta)
Carl Yates	Halifax Regional Water Commission (Nouvelle-Écosse)

Membre fondateur :

Association Canadienne des Travaux Publics (ACTP)

RÉSUMÉ

La présente règle de l'art décrit la mise en œuvre d'un programme de prévention ou de réduction de l'infiltration et de l'eau de captage (I-EC), en particulier dans les égouts sanitaires. Elle fait partie du *Guide national pour des infrastructures municipales durables : Innovations et règle de l'art (InfraGuide)*. Le document, tout comme d'autres, servira de carnet de route permettant de cerner les meilleures méthodes à utiliser pour régler les problèmes liés aux infrastructures municipales.

Lorsqu'elles ne sont pas maîtrisées, l'infiltration et l'eau de captage dans les égouts sanitaires peuvent avoir d'importants effets préjudiciables sur les aspects sociaux, économiques et environnementaux des régions urbaines. Les débits excessifs peuvent gravement limiter la capacité des réseaux d'égout existants à desservir les populations qui augmentent. Ils créent également des refoulements d'égout, des inondations de sous-sols et des risques pour la santé, font augmenter les coûts de fonctionnement et d'entretien des installations de traitement et de pompage, et provoquent des débordements d'eaux usées dans les rues ou les cours d'eau.

Un programme de prévention ou de réduction de l'infiltration et de l'eau de captage peut se diviser en cinq grandes phases.

- **Connaissance du réseau d'égout** — Recueillir de l'information sur l'état du réseau existant.
- **Surveillance des débits** — Surveillance des débits d'eaux d'égout par temps sec et par temps de pluie pour déterminer si les débits et l'I-EC dans le réseau sont excessifs.
- **Auscultation et analyse du réseau** — Activités d'inspection, d'essais et surveillance du débit dans les sous-bassins qui présentent des débits excessifs, pour localiser les sources d'infiltration et d'eau de captage, et obtenir des renseignements sur l'état structural des accessoires d'égout.
- **Élaboration d'un programme de mesures correctives à l'intention du réseau** — Établir les priorités relatives aux solutions rentables en matière de travaux de réhabilitation, de réparation ou de remplacement, en fonction de l'état structural et hydraulique du réseau, de même que de certains facteurs supplémentaires, tels que les impacts sur l'environnement, les répercussions sociales ainsi que les coûts de traitement, de fonctionnement et d'entretien.
- **Mise en œuvre d'un programme de mesures correctives à l'intention du réseau** — Concevoir et exécuter des projets de réhabilitation ou de remplacement suivis d'une surveillance continue des débits visant à confirmer les résultats réels des mesures correctives.

Dans la rédaction de la présente règle de l'art, on a mis l'accent sur les éléments nécessaires à la mise en oeuvre d'un tel programme. La première étape inclut la collecte d'information liée au réseau existant, la surveillance et l'évaluation des débits, le contrôle des paramètres connexes et l'évaluation de l'importance de l'infiltration et de l'eau de captage.

Toute municipalité qui possède un réseau d'égout sanitaire doit surveiller l'infiltration et l'eau de captage. La municipalité doit mettre en oeuvre la prévention ou la réduction de l'infiltration et de l'eau de captage aux endroits où elle a repéré des problèmes possibles ou lorsqu'elle constate que les volumes d'I-EC sont importants. Le programme doit être proactif et permettre de prévenir les problèmes, tels que les débordements et les refoulements dus à l'I-EC, plutôt que d'y réagir. Il faut également à tout prix le mettre en oeuvre avant tout agrandissement important du réseau d'égout ou de l'usine d'épuration, pour être en mesure de choisir des solutions rentables.

L'expérience a démontré que, dans de nombreux cas, les taux d'élimination de l'I-EC étaient substantiellement inférieurs à ceux prévus, en raison, entre autres, de la migration de l'infiltration des zones réhabilitées vers les zones non réhabilitées. Il faut absolument être prudent lorsqu'on prévoit les résultats de travaux de réhabilitation. Il faut évaluer la rentabilité des méthodes de réhabilitation en fonction de l'ensemble d'un sous-bassin plutôt que de se concentrer sur une approche plus classique fondée sur chacune des sources. Une grande partie (jusqu'à 70 pour 100 et même plus) de l'I-EC peut provenir des branchements d'égout privés et il faut absolument prendre ceux-ci en compte dans l'élaboration d'un programme de prévention ou de réduction de l'infiltration et de l'eau de captage.

Bien que la présente règle de l'art insiste sur le côté technique de la prévention ou de la réduction de l'infiltration et de l'eau de captage, d'autres mesures (tels que le contrôle des sources et l'éducation) peuvent également contribuer à réduire ou à prévenir les problèmes d'I-EC. Il faut réviser la réglementation qui régit les raccordements privés et s'assurer d'inspecter ces ouvrages de façon adéquate durant les travaux. Il faut maintenir les programmes d'éducation existants ou introduire de tels programmes pour informer le public du besoin de bien séparer les sources des eaux évacuées vers les égouts, et des conséquences du détournement d'un surplus d'eau vers un réseau d'égout sanitaire.

Il faut réviser ou élaborer les normes et les politiques relatives aux infrastructures et à leur développement pour s'assurer que les nouveaux réseaux d'égout sont conçus et construits à l'aide de matériaux et de techniques qui empêcheront les problèmes d'infiltration et d'eau de captage de se manifester par la suite. Il faut réviser les critères de conception de manière à prévoir dans la conception des nouveaux réseaux des débits d'I-EC compatibles avec les normes et les politiques révisées. L'application rigoureuse des pratiques d'inspection en construction fera beaucoup pour protéger les nouvelles installations de futurs problèmes d'I-EC.

1. GÉNÉRALITÉS

1.1 INTRODUCTION

Le réseau d'égout sanitaire a comme principal objet la collecte et l'acheminement des eaux usées de la source vers une usine d'épuration ou un point d'évacuation. L'intégrité physique du réseau peut se détériorer avec le temps en raison de facteurs tels que les imperfections matérielles, les vices de conception, les raccordements illicites, le tassement du terrain, la pénétration de racines, les regards mal ajustés, la corrosion causée par des réactions biochimiques, les conditions du sol et l'agressivité des eaux souterraines. Cela risque d'entraîner l'augmentation des débits à acheminer et à traiter à cause de l'entrée d'eau souterraine et d'eaux de pluie vers le réseau d'égout sanitaire. L'augmentation de la charge hydraulique du réseau peut avoir de nombreuses conséquences nuisibles : réduction de la capacité disponible du système à acheminer et à traiter les eaux usées, augmentation des coûts de fonctionnement et production de refoulements et de débordements d'égout.

L'auscultation des réseaux souterrains, tels que les réseaux d'eau potable ou d'égout, présente des difficultés particulières en raison du fait qu'il n'est pas facile de procéder à l'inspection visuelle de ces infrastructures. Qui plus est, les débits excessifs se manifestent souvent durant de courtes périodes (p. ex. durant de fortes pluies) ou à des périodes de l'année durant lesquelles il peut être plus difficile d'accéder au réseau (p. ex. en période de dégel ou d'inondation).

Pour mettre en œuvre un programme complet de prévention ou de réduction de l'infiltration et de l'eau de captage, il faut d'abord bien connaître les éléments du réseau d'égout et les variations de débit dans celui-ci avant de prendre une décision au sujet des travaux correctifs qui pourraient s'avérer nécessaires. La présente règle de l'art contient certains conseils relatifs à l'élaboration d'un programme de prévention ou de réduction.

1.2 PORTÉE

La présente règle de l'art est l'une des nombreuses règles de l'art élaborées par le *Guide national pour des infrastructures municipales durables : Innovations et règle de l'art*. Il s'agit de l'un de plus de 50 aspects définis par le comité technique sur les eaux pluviales et les eaux usées du Guide relativement aux problèmes d'infrastructures linéaires, d'épuration des eaux usées, d'interaction des clients et de milieu récepteur.

La présente règle de l'art s'applique à l'élaboration d'un programme de prévention ou de réduction de l'infiltration et de l'eau de captage dans les réseaux d'égout sanitaire.

On a mis ici l'accent sur les éléments nécessaires à l'élaboration d'un tel programme. Parmi ces éléments, on retrouve :

- L'information liée aux réseaux existants (cartes de réseau, cartes de drainage, cartes numériques, endroits des débordements, population desservie, industries raccordées, bandes vidéo d'inspection d'égout, etc.);
- La surveillance et l'évaluation des débits;
- La surveillance des paramètres connexes (consommation d'eau potable, niveaux de la nappe phréatique, etc.); et
- L'évaluation de l'importance de l'infiltration et de l'eau de captage.

L'élaboration complète d'un programme de prévention ou de réduction de l'infiltration et de l'eau de captage dépasse les limites de la présente règle de l'art. Il se pourrait que les points énumérés ci-après soient traités de façon moins détaillée dans le présent document ou qu'ils fassent l'objet de règles de l'art à venir.

- Évaluation structurale et hydraulique;
- Inspection physique des tuyaux;
- Méthodes de réhabilitation et évaluation des coûts connexes;
- Règlements, inspection et application;
- Examen des critères de conception;
- Méthodes et matériaux de construction;
- Techniques d'inspection en construction;
- Règles de l'art recommandées dans le cas des nouveaux égouts et égouts élémentaires; et
- Nouvelles normes et politiques.

1.3 SANTÉ ET SÉCURITÉ

Certaines activités décrites dans la présente règle de l'art peuvent nécessiter l'accès à des endroits exigus (regards, puits de poste de pompage, etc.). Le travail dans ces espaces comporte des risques spéciaux pour la santé et la sécurité des personnes. On trouvera à l'annexe A des renseignements sur certaines consignes de sécurité à respecter.

1.4 GLOSSAIRE¹

Les principaux termes techniques utilisés dans la présente règle de l'art et leurs définitions sont présentés dans ce glossaire.

Les deux principaux termes pertinents à la présente règle de l'art, l'infiltration et l'eau de captage, ont été définis de diverses façons. La figure 1-1 illustre le sens et la définition des termes principaux utilisés dans les analyses d'I-EC.

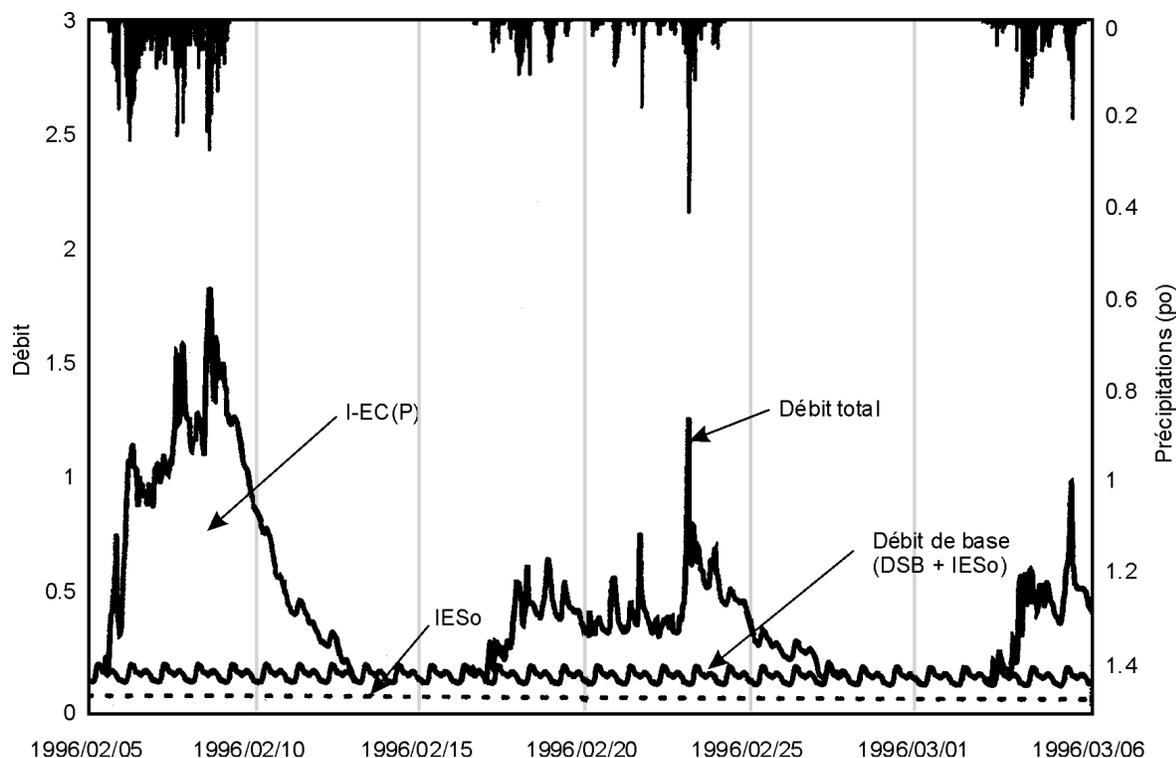


Figure 1-1 : Éléments d'un hydrogramme type d'eaux usées par temps de pluie (WEF 1999b).

Branchement d'égout — Conduite qui relie les sources d'eaux usées d'un bâtiment à l'égout public ou de la rue, y compris les canalisations desservant les résidences, les bâtiments publics, les établissements commerciaux et les installations industrielles.

Débit de base — Débit sanitaire de base additionné de l'infiltration d'eau souterraine.

Débit d'étiage (DE) — Débit observé durant les périodes sèches; il n'est pas modifié par l'infiltration et l'eau de captage provoquées par les chutes de pluie.

¹ Adaptés en partie de la WEF et de l'ASCE, 1994.

Débit par temps de pluie (DTP) — Débit observé durant les passages pluvieux et la fonte des neiges et modifié par l'infiltration et l'eau de captage provenant des chutes de pluie.

Débit sanitaire de base (ESB) — Débit d'égout total des résidences et de l'ensemble des autres branchements au réseau.

Débordement d'égout sanitaire — Écoulement d'urgence d'eaux usées non traitées ou partiellement traitées en provenance d'un réseau d'égout sanitaire.

Descente d'eaux pluviales — Tuyau de drainage qui transporte les eaux de pluie du toit d'une construction vers un égout pour qu'elles soient évacuées de la propriété ou éliminées sur le sol.

Eau de captage — Eaux évacuées vers un réseau d'égout sanitaire, y compris les raccordements de service, en provenance de sources telles que les descentes d'eaux pluviales, les avaloirs de cave, les entrées d'eau de cour ou les drains de surface, les drains de fondations, le drainage de sources et de zones marécageuses, les tampons de regards, les interconnexions avec les égouts pluviaux, les égouts unitaires et les puisards, les eaux de pluie, les eaux de ruissellement, les eaux de lavage ou le drainage de rues.

Égout élémentaire — Tout tuyau raccordé à l'égout principal.

Égout pluvial — Égout qui transporte les eaux de pluie et les eaux de ruissellement de surface, à l'exclusion des eaux usées.

Égout sanitaire — Égout qui reçoit et transporte des déchets liquides ou des déchets transportés par l'eau, et dans lequel les eaux pluviales, de surface ou souterraines ne sont pas admises intentionnellement.

Égout unitaire — Égout destiné à fonctionner en même temps comme égout pluvial et égout sanitaire.

Exfiltration — Fuites ou évacuation de débits d'égout dans le sol à travers les fuites dans les tuyaux, les joints, les regards d'égout ou les autres accessoires d'égout présent dans le réseau.

Infiltration — Eau qui provient du sol et entre dans un réseau d'égout, y compris dans les branchements, par les tuyaux défectueux, les joints de tuyaux, les connexions ou les parois de regards.

Infiltration de l'eau souterraine (IES) — Débit attribuable à la pénétration de l'eau souterraine dans les fissures des égouts, au niveau des canalisations, des cheminées de visite, etc. Ce composant de l'I-EC est généralement permanent et dépend du niveau de l'eau souterraine.

Nappe phréatique — Surface supérieure de la zone de saturation dans du roc ou du sol perméable.

Radier — Point le plus bas de la partie inférieure de la paroi interne d'un tuyau ou d'un égout.

Surcharge — Condition d'écoulement qui survient lorsque le débit d'eaux usées dépasse la capacité hydraulique de la canalisation d'égout.

Venue/infiltration associée aux eaux pluviales (VIEP) — Débits perturbateurs, de type venue d'eau ou infiltration, associés aux eaux pluviales. La VIEP est typiquement formée du composant à apport rapide (venue d'eau) et du composant à apport lent (infiltration).

2. JUSTIFICATION

2.1 MOTIFS DE PRÉVENIR OU DE RÉDUIRE L'INFILTRATION ET L'EAU DE CAPTAGE

Un débit d'I-EC excessif dans les égouts sanitaires risque de causer une surcharge hydraulique des canalisations et des usines de traitement des eaux usées, surcharge qui risque de provoquer des inondations dans les sous-sol, la surverse des eaux usées et une perte d'efficacité au niveau du traitement des eaux usées. Comme on le mentionne dans le *US EPA Handbook on Sewer System Infrastructure Analysis and Rehabilitation* (EPA des É.-U., 1991), l'infiltration et l'eau de captage exercent un important effet de dissuasion sur le bon rendement d'une installation de transport ou d'épuration d'eaux usées. Lorsqu'il y a trop d'infiltration ou d'eau de captage dans un réseau d'égout sanitaire, il se peut que les canalisations et l'usine d'épuration soient surchargées hydrauliquement, ce qui entraîne la surcharge du réseau, l'inondation de sous-sols, les dériviations d'égout et la réduction de l'efficacité du traitement.

Dans la conception d'un réseau d'égout ou d'une usine d'épuration, on inclut normalement un certain débit qui tient compte de la croissance de la population et de l'agrandissement des installations. Cependant, à mesure que les installations se détériorent, les débits étrangers dus à l'infiltration et à l'eau de captage réduisent substantiellement le débit en question. La nécessité d'améliorer le système ou d'augmenter la capacité de l'usine d'épuration entraîne un lourd fardeau économique. La mise en œuvre avec succès d'un programme de prévention ou de réduction de l'infiltration et de l'eau de captage a alors une incidence économique positive en augmentant ou en préservant la durée utile prévue et la capacité des infrastructures existantes.

La prévention de l'infiltration et de l'eau de captage peut avoir des effets positifs sur l'aménagement urbain et il faut absolument en tenir compte lorsqu'on planifie les installations de transport et de traitement nécessaires. La prévention et la réduction des débits étrangers dans les égouts peuvent permettre à la population desservie d'augmenter sans qu'il soit nécessaire d'améliorer les installations de transport (tuyaux, postes de pompage) et les installations d'épuration. Quand on néglige de prendre les mesures nécessaires pour réduire ce genre de débit, on risque de limiter la capacité des installations existantes à desservir adéquatement les populations et les bassins prévus ou de faire augmenter les coûts de fonctionnement du système.

Les répercussions sociales et environnementales des volumes d'infiltration et d'eau de captage trop importants sont substantielles. Les surcharges et les débordements provoqués par les débits excessifs affectent de manière défavorable le milieu urbain et la qualité des ressources en eau. Les refoulements dans les sous-sols et l'inondation par submersion des rues et des propriétés privées comportent de sérieux coûts économiques et sociaux, et présentent de

graves risques pour la santé. Les défauts de réseau d'égout qui causent de l'infiltration peuvent, selon le niveau de la nappe phréatique, produire une exfiltration d'eaux usées en cas de chute du niveau de la nappe. Il y a alors risque de contamination de l'eau souterraine.

Les organismes de réglementation imposent des critères de plus en plus sévères en matière de paramètres de qualité des évacuations et de fréquences des débordements. Les débits d'I-EC trop importants peuvent affecter de manière défavorable l'efficacité de l'épuration, notamment en contournant le traitement secondaire ou tertiaire, causant ainsi des incidents en matière de pollution des effluents. L'infiltration et l'eau de captage provoquées par les chutes de pluie peuvent faire augmenter la fréquence des débordements d'égouts et empêcher le respect des fréquences de trop-plein imparties.

Une infiltration et une eau de captage trop importantes peuvent être la source de dommages structuraux causés aux éléments constitutifs (tuyaux, regards, etc.) d'un réseau d'égout en emportant les sols environnants. Ces problèmes ont tendance à croître avec le temps et le fait de reporter l'intervention peut entraîner de sérieux problèmes, tels que l'effondrement de certains tuyaux. Les vides créés dans le sol peuvent eux aussi causer de sérieux dommages aux infrastructures avoisinantes (conduites d'eau, fondation de la route, lignes de téléphone et conduites de gaz).

3. DESCRIPTION DES TRAVAUX

3.1 PROGRAMME DE PRÉVENTION OU DE RÉDUCTION DE L'INFILTRATION ET DE L'EAU DE CAPTAGE

La mise en œuvre d'un programme de prévention ou de réduction de l'infiltration et de l'eau de captage est un processus à plusieurs étapes, comme on le voit dans la figure 3-1. On peut regrouper les étapes en cinq grandes phases :

- Connaissance du réseau d'égout;
- Surveillance de l'infiltration et de l'eau de captage;
- Analyse d'auscultation de l'égout;
- Élaboration d'un programme de mesures correctives à l'intention du réseau; et
- Mise en œuvre d'un programme de mesures correctives.

Les démarches en vue d'acquérir une connaissance du réseau incluent la collecte de renseignements sur les aspects matériels du réseau d'égout (tuyaux, regards, branchements, etc.), de même que de données connexes pouvant servir à évaluer l'état du réseau (enregistrements de débit, dossiers d'exploitation et d'entretien de l'égout, historique de la population, données sur la nappe phréatique et données météorologiques).

La surveillance de l'I-EC a pour but de déterminer si le réseau, ou certaines parties du réseau, présentent des débits excessifs d'infiltration et d'eau de captage, et s'il y a lieu d'approfondir l'analyse en surveillant et en évaluant les débits d'eaux usées et les paramètres connexes.

La phase suivante consiste à effectuer l'analyse du réseau, ce qui nécessite l'évaluation des sources d'infiltration et d'eau de captage dans le réseau au moyen d'activités sur le terrain, telles que des inspections visuelles, des inspections par télévision en circuit fermé et des essais de dépistage à la fumée. À cette étape, le but consiste à repérer les parties du réseau qu'il faut réhabiliter ou remplacer.

L'élaboration du programme de mesures correctives à l'intention du réseau demande qu'on tienne compte des possibilités de réhabiliter ou de remplacer certaines parties du réseau en fonction de l'état structural et hydraulique de celui-ci et de ses besoins futurs en terme de capacité. Il faut absolument déterminer des solutions rentables de réhabilitation ou de remplacement direct et fixer les priorités connexes, en prenant en compte certains facteurs supplémentaires, tels que l'état des infrastructures avoisinantes, les répercussions sociales ainsi que les coûts de fonctionnement et d'entretien. Le programme doit

aussi inclure certaines mesures non techniques visant à réduire l'infiltration et l'eau de captage, telles que des programmes d'éducation du public relativement aux raccordements de pompes d'assèchement ou de descentes pluviales et doit encourager les programmes de débranchement.

La mise en œuvre du programme de mesures correctives à l'intention du réseau consiste à concevoir et à exécuter les projets de réhabilitation ou de remplacement, à contrôler les résultats et à réviser le programme au besoin.

Un schéma décisionnel est présenté à la figure 3-1 pour aider les exploitants et les planificateurs de réseaux à élaborer des programmes de maîtrise et de réduction de l'I-EC. En suivant la méthode exposée dans le schéma, les exploitants et les responsables de la planification du réseau devraient pouvoir mettre sur pied un programme adapté à la collectivité desservie. Le schéma prévoit des éléments déclencheurs précis, comme les écoulements perturbateurs causant des détournements à l'usine de traitement. Il requiert comme activité minimale la surveillance et l'évaluation permanentes des débits par temps sec et par temps de pluie, et la mise à jour continue des plans de base de l'égout en raison de l'ajout de nouvelles infrastructures ou de nouveaux renseignements recueillis sur le terrain.

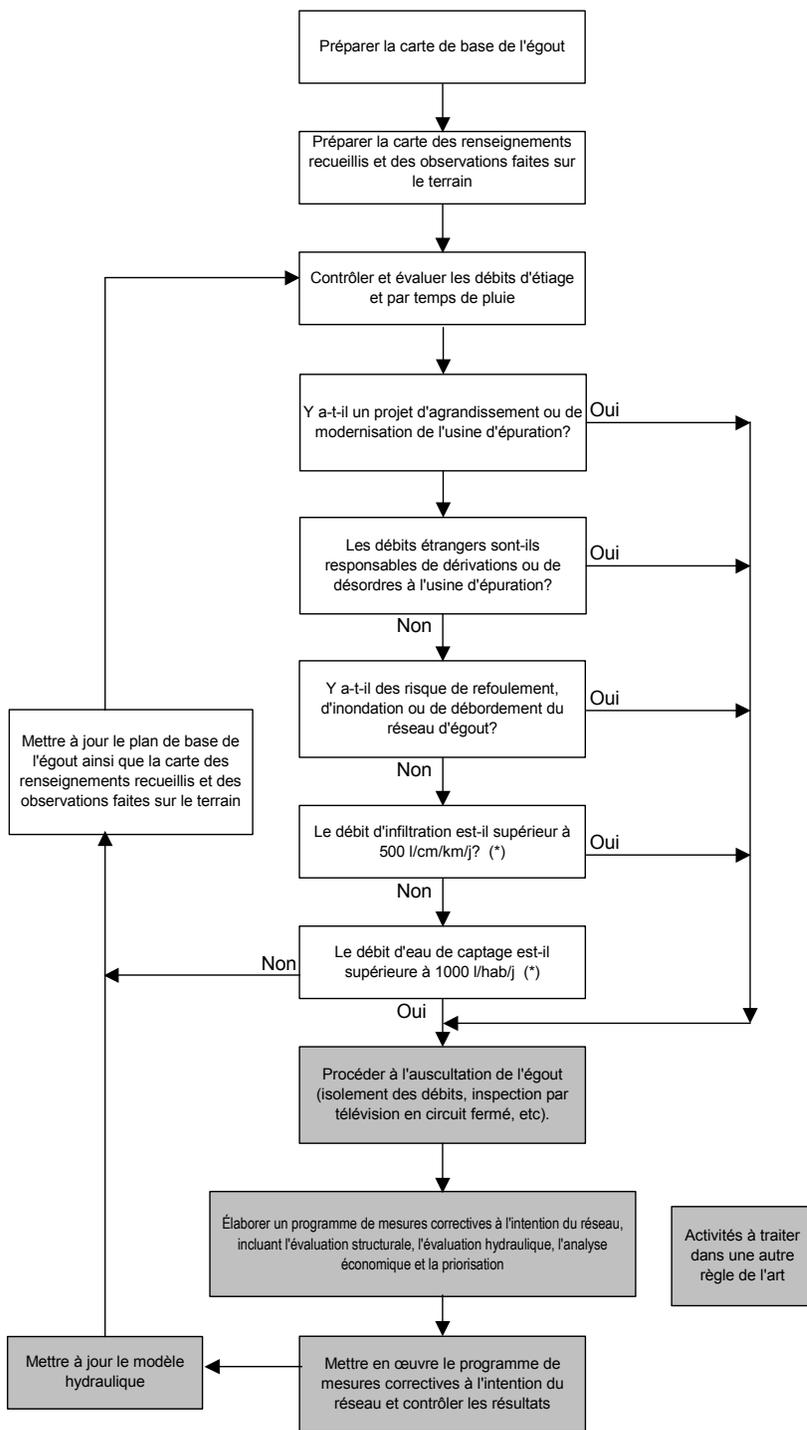


Figure 3-1 : Diagramme de processus des activités d'un programme de prévention ou de réduction de l'infiltration et de l'eau de captage.

3.2 LES ÉTAPES

3.2.1 CONNAISSANCE DU RÉSEAU D'ÉGOUT

Avant d'entreprendre la surveillance de l'infiltration et de l'eau de captage, il est nécessaire de bien connaître les conditions de fonctionnement et les autres données de base du réseau d'égout. Parmi ces renseignements, on retrouve les aspects matériels du réseau (agencement des canalisations, caractéristiques, etc.), les zones desservies (population, débits industriels, raccordements de toits plats, etc.), de même que les données opérationnelles (emplacements utilisés pour le pompage de secours, débits anormaux, etc.).

Les renseignements liés aux réseaux municipaux sont de plus en plus souvent enregistrés dans un système d'information géographique (SIG). Celui-ci stocke les renseignements à la fois dans des couches graphiques et dans une base de données permettant de combiner et d'extraire des données pour en approfondir l'analyse. Quand on n'a pas accès à un système de ce genre, on peut enregistrer l'information dans un système de CAO ou l'inscrire sur des dessins.

Il faut absolument pouvoir consulter les renseignements fondamentaux sur le réseau d'égout sur une carte de base. Celle-ci doit être à une échelle de 1 dans 2 500 à 1 dans 5 000 et contenir les renseignements suivants :

- Nom des rues;
- Délimitation du lit d'inondation (une fois dans 20 ans, dans 100 ans, dans 500 ans);
- Utilisateurs d'eau importants (industries, grandes entreprises, écoles, etc.);
- Postes de pompage et emplacements des dispositifs de prévention;
- Installations d'entreposage;
- Emplacement de l'usine d'épuration des eaux usées;
- Agencement de l'égout sanitaire, de l'égout unitaire et de l'égout pluvial;
- Diamètre, longueur et pentes des canalisations d'égout;
- Radier des regards;
- Emplacements des émissaires et des débordements dans le milieu récepteur ou l'égout pluvial; et
- Emplacements des cours d'eau et des gros fossés de drainage.

La carte des renseignements recueillis et des observations faites sur le terrain, fondée sur la carte de l'égout, recouvre l'information pertinente à l'infiltration et à l'eau de captage, et inclut ce qui suit (au moyen de symboles) :

- Observations d'infiltration dans les regards et les canalisations d'égout;
- Sources d'eau de captage possibles (toits plats, descentes pluviales pénétrant dans le sol, allées d'accès au garage en pente vers la maison, tampons de regard, dalots souterrains, etc.);
- Présence de sédiments dans les regards d'égout, traces de surcharge dans les regards;
- Haut niveau ou débit d'eau par temps de pluie;
- Endroits utilisés pour le pompage de secours;
- Débits d'étiage anormaux (élevés ou faibles);
- Endroits où il a eu débordement et inondation des sous-sols;
- Regards d'égout situés dans des dépressions de terrain; et
- Résultats de l'inspection par télévision en circuit fermé.

D'après les renseignements mentionnés plus haut, on peut subdiviser le réseau d'égout en un certain nombre de sous-bassins importants. Les débits sont contrôlés en fonction des sous-bassins. Les limites de ces derniers doivent tenir compte de la présence d'un endroit en aval où la surveillance est possible, de l'utilisation d'un ouvrage permanent pour la surveillance des débits (poste de pompage, usine d'épuration, débitmètre, etc.) et des endroits où le réseau déborde. Idéalement, la superficie des sous-bassins ne doit pas dépasser 500 hectares pour qu'il soit possible de bien surveiller et évaluer les débits. Les limites des sous-bassins doivent absolument être indiquées sur la carte de base de l'égout. Il faut également à tout prix que chaque regard soit numéroté sur la carte. L'utilisation d'un système de numérotation des regards fondé sur l'identification des sous-bassins facilite les renvois dans le cadre d'activités futures.

3.2.2 SURVEILLANCE DE L'INFILTRATION ET DE L'EAU DE CAPTAGE

Il faut surveiller le débit des eaux usées pour évaluer la portion du débit constituée par l'infiltration et l'eau de captage. Les débits d'I-EC peuvent varier énormément selon certains facteurs, tels que l'élévation saisonnière de la nappe phréatique, la neige accumulée, le niveau de l'eau dans les cours d'eau adjacents et les conditions d'humidité antécédentes. La surveillance du débit continu est un

outil très utile à la détermination des variations de débit (quotidiennes, saisonnières, etc.). Quand on ne peut obtenir de lecture de débit continu, on peut aussi utiliser d'autres moyens, tels que des points de mesure de débit temporaires, la durée du fonctionnement des postes de pompage et les volumes totaux d'eaux usées traitées. Il faut également surveiller les débordements pour pouvoir bien évaluer l'eau de captage.

Dans les grands réseaux, on dispose souvent de mesures de débit continu en temps réel effectuées à l'usine d'épuration, de même qu'à d'autres endroits de mesurage permanents dans le réseau (p. ex. connexions intermunicipales, connexions à un collecteur général, etc.).

Dans les petits réseaux, on enregistre souvent le débit continu à l'entrée de l'usine d'épuration. Lorsqu'on ne dispose pas d'enregistrements permanent du débit continu, on peut envisager de recourir à d'autres techniques, bien que celles-ci ne permettent pas d'obtenir le même degré d'information sur les variations de débit. Parmi ces techniques, on retrouve la surveillance temporaire du débit continu, les durées de fonctionnement des pompes et les volumes totaux quotidiens.

La surveillance temporaire du débit continu aux regards clés peut se faire au moyen de débitmètres alliés à des mesureurs de vitesse. Les périodes de surveillance peuvent durer de une semaine, quand il s'agit de déterminer le débit d'étiage, à plusieurs semaines ou mois, quand on recueille des données précises sur le débit par temps de pluie. On peut déplacer les instruments à différents regards clés durant une campagne de mesurage du débit.

La surveillance des postes de pompage est un autre moyen d'obtenir des renseignements sur les débits d'eaux usées. L'utilisation d'un enregistreur d'événements qui consigne les cycles de marche et d'arrêt des pompes permet d'obtenir des données sur le débit continu, tandis que la lecture de compteurs qui enregistrent la durée de fonctionnement des pompes permet de déterminer les débits horaires ou quotidiens. On peut étalonner chaque pompe en prélevant et en retournant dans le puits d'aspiration un certain volume d'eau (WEF, 1994). Il faut absolument être prudent au moment de l'étalonnage, quand plusieurs pompes peuvent alimenter simultanément la même conduite d'évacuation. Dans ce cas, il faut à tout prix étalonner la totalité des différentes combinaisons de fonctionnements de pompes et prévoir des minuteriers distinctes pour l'enregistrement des durées de fonctionnement.

Le débit instantané est souvent mesuré à l'entrée de l'usine d'épuration. Des régulateurs de niveau continu, conjointement avec des rigoles à écoulement libre, permettent d'établir les débits instantanés et les volumes totaux. Dans ce cas, il faut prendre en compte l'ajout de matériel de consignation de données qui permettra d'enregistrer le débit continu.

Parmi les autres méthodes de mesurage de débits instantanés, on retrouve les déversoirs temporaires, le mesurage manuel de la profondeur avec estimation de la vitesse, les méthodes à dilution de colorant, et le matériel de mesurage à durée limitée du volume et de la vitesse. Il faut faire attention de ne pas provoquer de refoulement lorsqu'on utilise un déversoir.

Il faut également aussi surveiller les débordements du réseau et le pompage de secours, en parallèle avec la surveillance des débits. Des enregistreurs de niveau utilisés conjointement avec des déversoirs de débordement permettent de déterminer le volume des débordements ou d'élaborer des hydrogrammes. Les enregistreurs d'événements permettent d'établir la durée des débordements entre les lectures. Finalement, on peut se servir d'indicateurs d'événements pour déterminer s'il y a eu débordement. Des blocs de styromousse placés aux niveaux de débordement permettent de détecter l'occurrence d'un débordement entre deux visites. Les blocs, reliés à une ficelle, sont enlevés de leur support lorsque le niveau de l'eau monte dans l'égout.

Pour évaluer l'infiltration et l'eau de captage, il faut absolument soustraire le débit d'eaux usées du débit total. On peut utiliser les enregistrements du réseau d'alimentation en eau pour estimer le volume d'eaux usées domestiques qui est normalement évacué vers le réseau d'égout. En général, environ 70 p. 100 de l'eau consommée sont envoyés dans le réseau d'égout pendant l'été. La proportion passe à environ 90 p. 100 durant les mois d'hiver. Il faut à tout prix être prudent lorsque le réseau de distribution d'eau dessert des maisons équipées d'une installation d'épuration ou lorsque des utilisateurs de puits privés peuvent évacuer de l'eau vers le réseau d'égout sanitaire.

Le contrôle de la nappe phréatique est un aspect important de la prévention ou de la réduction de l'infiltration et de l'eau de captage en raison du fait que l'infiltration est liée à l'eau souterraine. Quand on ne dispose d'aucune donnée sur la nappe phréatique, on doit envisager la mise en place d'indicateurs du niveau d'eau souterraine (EPA des É.-U., 1991). Les données provenant du contrôle de la nappe phréatique peuvent expliquer les fortes variations saisonnières de l'infiltration et de l'eau de captage. En outre, certaines des inspections requises dans les phases subséquentes, telles que l'inspection par télévision en circuit fermé, doivent avoir lieu lorsque le niveau de la nappe phréatique est élevé.

On peut normalement obtenir les données sur les précipitations quotidiennes du réseau de stations météorologiques d'Environnement Canada et les renseignements ainsi obtenus peuvent servir à l'analyse de l'infiltration et de l'eau de captage. On doit examiner la possibilité de mettre en place des pluviographes dans les régions exposées aux orages. Dans le cas des municipalités situées dans les zones couvertes par le radar météo d'Environnement Canada, il faut utiliser la résolution de qualité supérieure

qu'offre cette technologie pour ajouter aux données des pluviographes lorsqu'on effectue une analyse postérieure à un événement.

On peut calculer le débit d'infiltration de nombreuses façons, selon le type des données accessibles. Lorsqu'on dispose de données sur le débit continu, la valeur du débit d'infiltration correspond au point le plus bas de la courbe de débit en période d'étiage. Celui-ci survient normalement la nuit (entre 2 h et 6 h). Le débit sanitaire de base est la combinaison des eaux usées provenant de sources domestiques, commerciales et industrielles. Pour estimer le volume de l'eau de captage souterraine, on peut calculer que le débit sanitaire représente 15 p. 100 du débit moyen quotidien estimé ou 15 p. 100 du débit minimum mesuré durant la période de surveillance (de 2 h à 6 h). La combinaison du débit d'infiltration et du débit sanitaire de base donne une courbe caractéristique répétitive pour la semaine et la fin de semaine (bien que les modèles de débit horaire ne soient pas les mêmes les jours de semaine et les jours de fin de semaine). L'eau de captage, c'est ce qui reste lorsqu'on soustrait le débit sanitaire de base et l'infiltration des débits totaux mesurés durant les chutes de pluie (voir la figure 3–2).

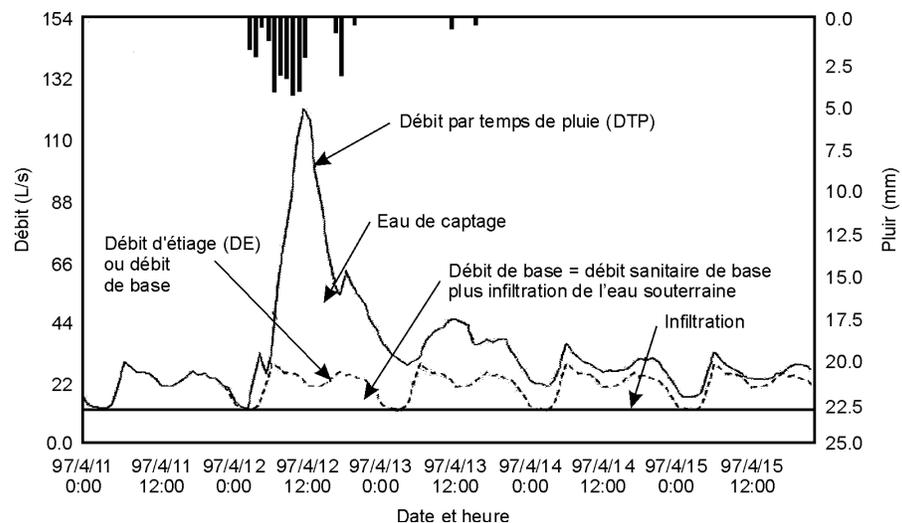


Figure 3–2 : Éléments de l'hydrogramme d'une surveillance de débit continu.

Lorsqu'on dispose uniquement de débits quotidiens, on estime les débits d'infiltration et d'eau de captage de la manière décrite ci-dessous (voir la figure 3–3) :

- On choisit les débits quotidiens de plusieurs mois et on en trace la courbe en fonction du temps.
- On estime le taux de production d'eaux usées en se basant sur les enregistrements du réseau d'alimentation en eau et on trace sur le graphique la ligne du débit ainsi obtenu.

- On trace une ligne à la hauteur de la limite inférieure des débits enregistrés. La distance entre la ligne et celle du taux de production d'eaux usées donne une estimation du débit d'infiltration.
- La zone au-dessus de la ligne d'infiltration correspond à l'estimation du débit d'eau de captage.

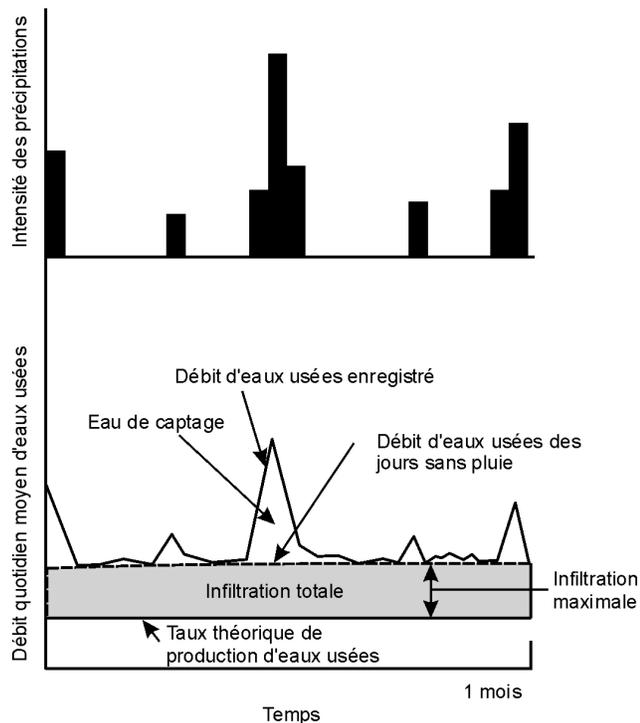


Figure 3-3 : Débits d'infiltration et d'eau de captage en fonction d'un débit quotidien moyen d'eaux usées.

La détermination des degrés acceptables d'infiltration et d'eau de captage n'est pas une tâche facile puisque les méthodes de construction, les conditions de sol et les procédés d'épuration varient énormément à travers le pays. Certaines valeurs ont toutefois été utilisées dans la préparation des programmes de subvention, les manuels de conception, etc. Celles-ci sont normalement exprimées en termes de population ou de réseau d'égout contributif, dans les unités suivantes :

- litre/centimètre de diamètre/kilomètre/jour (l/cm/km/j);
- litre/mètre/jour (l/m/j);
- litre/habitant/jour (l/hab/j); et
- litre/hectare/jour (l/ha/j).

On trouvera dans le tableau 3-1 certains exemples de niveaux « acceptables » d'eau d'infiltration et d'eau de captage pour les réseaux existants, qui sont

recommandés en tant que lignes directrices par des organismes du Canada ou des États-Unis. Ces niveaux sont généralement basés sur les critères qu'utilisent les administrations municipales pour évaluer leurs projets de réfection. Les égouts de construction récente dont les connexions sont étanches à l'eau doivent absolument respecter des normes plus rigoureuses relativement aux limites d'infiltration. L'application des règlements et l'inspection de toutes les installations devraient limiter la contribution de l'I-EC en provenance des nouvelles connexions.

Tableau 3-1 : Degrés acceptables d'infiltration et d'eau de captage dans les réseaux existants.

Valeur de paramètre	Source
11 200 l/ha/j à la suite d'un orage dont la période de retour est inférieure à 5 ans (provision nominale pour infiltration et eau de captage)	District régional de Vancouver, Plan de gestion des déchets liquides, février 2001
12 000 l/ha/j ou 3 000 l/cm/km/j (infiltration moyenne dans les réseaux existants)	Ministère de l'Environnement du Québec, Directive 004, 1989
450 l/hab/jour (domestiques + I-EC non excessives) 1000 l/hab/j (débit d'orage)	EPA des É.-U., <i>Handbook Sewer System Infrastructure Analysis and Rehabilitation</i> , octobre 1991
5000 l/cm/km/j ou 150 l/m/j (il fallait procéder à des investigations plus poussées lorsque l'infiltration dépassait un ou les deux paramètres)	Ministère de l'Environnement du Québec, <i>Guide technique sur la réalisation des études préliminaires</i> , octobre 1988

Il est possible de faire une comparaison approximative entre les coûts de l'acheminement et ceux du traitement et de l'élimination de l'infiltration et de l'eau de captage au moyen de mesures correctives avant d'élaborer un plan de remise en état du réseau.

On trouvera à l'annexe C les provisions nominales pour infiltration et eau de captage dans les nouveaux égouts; elles ont été recueillies auprès de plusieurs municipalités canadiennes.

3.2.3 AUSCULTATION DE L'ÉGOUT

La prochaine phase consiste à déterminer les sources d'infiltration et d'eau de captage, à quantifier le volume connexe et à définir les éléments dont on a besoin pour déterminer la nature des travaux à exécuter pour éliminer le problème. Les résultats de l'analyse doivent être assez précis pour décrire les mesures correctives nécessaires et le volume éliminé dans le cas de chaque source importante, tronçon d'égout et sous-bassin.

On trouvera dans le tableau 3-2 les techniques les plus souvent utilisées pour effectuer l'analyse d'évaluation des égouts (EPA des É.-U., 1991).

Tableau 3-2 : Techniques couramment utilisées pour ausculter un égout.

Méthode	Cas d'utilisation
Essais de dépistage à la fumée	Méthode de détection la plus souvent utilisée pour repérer les sources d'infiltration et d'eau de captage provoquées par une chute de pluie. Détection de sources après tubage ou remplacement de canalisations.
Simulation d'une chute de pluie (insertion et suivi d'un colorant)	Utilisée après les essais de dépistage à la fumée pour confirmer la présence de connexions d'eaux pluviales dont on soupçonne l'existence et les autres connexions créant de l'infiltration et de l'eau de captage à l'occasion d'une chute de pluie.
Inspection de la plomberie de bâtiments	Au besoin, après les essais de dépistage à la fumée pour confirmer les sources d'eau de captage dont on soupçonne l'existence, telles que les descentes pluviales et les drains de fondations.
Inspection des regards	Principale méthode de détection servant à évaluer les sources d'infiltration et d'eau de captage, et l'état structural du réseau. Une inspection accompagne les autres procédures d'investigation.
Isolement de débits	Détection de suivi après l'obturation des sources; sert à vérifier la migration et à repérer l'infiltration et l'eau de captage. Utilisée lorsque la surveillance du débit indique une forte infiltration dans des zones importantes. Utilisée lorsque les essais de dépistage à la fumée révèlent la présence de sources d'infiltration importantes.
Inspection par télévision	Principale technique d'inspection interne, l'étendue des zones inspectées étant déterminée par l'analyse de l'infiltration et de l'eau de captage. Inspection périodique des conduites remises en état par obturation, quand la détection provisoire ne révèle aucune source d'infiltration ou d'eau de captage. Utilisée après injection de coulis ou obturation. Utilisée pour vérifier les essais de dépistage à la fumée et l'isolement des débits ou lorsque la surveillance temporaire des débits indique que l'infiltration et l'eau de captage sont trop importantes.
Vérification des égouts élémentaires	Utilisée lorsque les essais de dépistage à la fumée révèlent la présence de défauts importants. Utilisée lorsque l'inspection des bâtiments indique la présence de défauts importants.

3.2.4 ÉLABORATION D'UN PROGRAMME DE MESURES CORRECTIVES À L'INTENTION DU RÉSEAU

Le programme de mesures correctives à l'intention du réseau a pour objectif d'établir les priorités relatives aux travaux de réhabilitation, de réparation ou de remplacement. La définition de solutions rentables requiert l'évaluation de deux autres aspects du réseau d'égout : le rendement structural et le rendement hydraulique.

Il faut procéder à l'évaluation structurale pour déterminer le degré de détérioration matérielle de l'égout et cerner la bonne technique de réhabilitation ou de remplacement à utiliser.

L'évaluation hydraulique demande qu'on examine le rendement hydraulique du réseau d'égout. L'examen, normalement fondé sur la modélisation hydraulique informatisée du réseau, permet d'établir si le rendement hydraulique de certaines parties du réseau existant est inférieur au rendement requis. L'évaluation sert également à déterminer l'ampleur des travaux de réduction ou de correction de l'infiltration et de l'eau de captage qu'il faut exécuter pour que le réseau atteigne le niveau de rendement nécessaire. L'exercice doit absolument aussi inclure les besoins d'agrandissement futurs du réseau, le cas échéant. On a élaboré plusieurs méthodes de production d'hydrogrammes qui permettent de prédire les débits d'infiltration et d'eau de captage provoqués par les chutes de pluie. Les méthodes vont du débit constant (p. ex. litres par hectare par centimètre de chute de pluie) aux composantes de logiciels hydrauliques disponibles dans le commerce (p. ex. XPSWMM, Hydra, Mouse, Hydroworks, etc.). Le choix de la méthode à utiliser doit reposer sur l'exactitude des données plutôt que sur celle de la méthode, aucune méthode n'étant plus précise ou exacte que les données sur lesquelles elle est fondée (WEF, 1999a).

Une fois qu'on a obtenu les résultats de l'analyse du réseau d'égout et des évaluations structurale et hydraulique, on peut définir des solutions rentables. Celles-ci doivent reposer sur une évaluation des coûts de réhabilitation ou de remplacement ainsi que sur la longévité et le rendement prévus, les impacts sur l'environnement, les répercussions sociales, le rendement de l'usine d'épuration ainsi que les coûts de fonctionnement et d'entretien.

Dans certains cas, il est indiqué de réaliser un projet pilote de réhabilitation avant de se lancer dans un programme de réduction de l'I-EC à grande échelle. Il faut appliquer les résultats d'études ou de projets pilotes choisis au réseau dans son ensemble pour déterminer la rentabilité du programme.

La réhabilitation ou le remplacement de la conduite devient souvent un élément important de tout plan de remise en état d'un réseau. Une liste de solutions de rechange possibles, en matière de réfection, est fournie dans une autre règle de l'art du *Guide national pour des infrastructures municipales durables* intitulé *Choix de techniques de réhabilitation ou de remplacement de conduites d'égout*.

3.2.5 MISE EN ŒUVRE DU PROGRAMME DE MESURES CORRECTIVES À L'INTENTION DU RÉSEAU

La dernière phase consiste à mettre en œuvre le programme de mesures correctives à l'intention du réseau. Il faut pour cela concevoir et exécuter des projets de réhabilitation ou de remplacement qu'on a évalués en fonction des coûts-avantages. Une fois les travaux achevés, il faut absolument contrôler la réduction du volume d'infiltration et d'eau de captage ainsi que l'état structural du réseau d'égout pour s'assurer que les prévisions de réduction de débit et l'efficacité des solutions retenues sont conformes aux attentes.

Il faut mettre à jour les cartes d'égout et les enregistrements, et réviser le programme de mesures correctives sur une base de permanence à mesure que des événements se produisent et que les circonstances changent et influencent les projets futurs. Si un modèle hydraulique sur ordinateur est utilisé pour l'analyse, il doit aussi être mis à jour régulièrement et conservé à titre d'outil de planification continue. Pour calibrer un modèle hydraulique informatisé, il faut exécuter un programme de surveillance des débits d'eaux usées conjointement avec l'analyse des données sur les précipitations.

4. CAS D'UTILISATION ET LIMITATIONS

4.1 CAS D'UTILISATION

Les municipalités qui possèdent un réseau de collecte d'eaux usées doivent exécuter un programme de surveillance visant à déterminer l'importance du volume d'eau d'infiltration et d'eau de captage. Dans le cas des municipalités de faible taille, il peut s'agir d'un examen complet effectué périodiquement (à tous les 5 ou 10 ans), tandis que les municipalités importantes peuvent exécuter un programme systématique.

L'infiltration et l'eau de captage ont tendance à augmenter à mesure que le réseau d'égout vieillit. Pour repérer les tendances associées à l'augmentation de ces débits, il est bon de contrôler des points de référence permanents et provisoires.

La planification des activités doit à tout prix tenir compte des variations temporelles des conditions des paramètres connexes. Par exemple, il faut effectuer les inspections par télévision en circuit fermé lorsque le niveau de la nappe phréatique est élevé, de manière à pouvoir observer les sources d'infiltration.

Des mesures de surveillance et de réduction de l'I-EC devraient être mises en œuvre partout où des problèmes pourraient survenir, selon les observations faites, ou en cas d'observation des événements déclencheurs ou des niveaux fournis à la figure 3-1 de ce document. Il faut absolument évaluer les déclencheurs régulièrement pour qu'ils reflètent le cycle de vie des infrastructures. Le programme mis en œuvre doit être proactif et conçu de manière à permettre de prévenir les problèmes tels que les débordements et les refoulements causés par l'infiltration et l'eau de captage, plutôt que d'y réagir. Il faut également à tout prix le lancer avant d'entreprendre d'importants travaux d'agrandissement du réseau d'égout ou de l'usine d'épuration, pour s'assurer de la rentabilité des solutions retenues.

4.2 RISQUES ET LIMITATIONS

L'expérience a prouvé que dans bien des cas, les taux d'enlèvement de l'I-EC sont nettement inférieurs aux taux escomptés et ce, pour plusieurs raisons. L'une de ces raisons qui revient le plus souvent, tant dans la pratique que dans la littérature, est la migration de l'infiltration depuis les sections réhabilitées à celles qui ne l'ont pas été. Dans de nombreux cas, les travaux de réhabilitation de l'égout principal ont permis d'améliorer l'étanchéité à l'eau de la canalisation et fait monter le niveau de la nappe phréatique. Cette expérience montre qu'il faut à tout prix être prudent lorsqu'on prévoit les résultats de travaux de réhabilitation; l'évaluation de la rentabilité des méthodes de réhabilitation doit prendre en compte la totalité du sous-bassin plutôt que de se concentrer sur une approche plus classique fondée sur chaque source.

Une autre leçon importante qu'on a apprise au cours des années, c'est le fait qu'une partie importante de l'infiltration et de l'eau de captage peut provenir des branchements de bâtiments privés. Dans le cadre d'un examen approfondi de l'infiltration et de l'eau de captage qui a eu lieu en 1992 et en 1993, la ville d'Edmonton a déterminé qu'environ 70 p. 100 des débits d'infiltration et d'eau de captage étaient attribués à des sources situées sur des terrains privés (Hodgson et coll., 1995). Non seulement l'évaluation de l'état structural des tuyaux et du volume d'infiltration et d'eau de captage effectuée dans le cadre de l'inspection et de la réhabilitation de ces parties crée-t-elle des problèmes techniques, mais elle crée également des difficultés d'ordre juridique inhérentes aux travaux de réhabilitation ou autres sur la propriété privée.

Il faut à tout prix être prudent dans le cas où les travaux de réhabilitation ou de remplacement influent de façon importante sur la nappe phréatique. L'abaissement de la nappe peut, dans certains cas, entraîner le tassement du sol. L'assèchement des sols qui se trouvaient précédemment sous la nappe phréatique crée un mort-terrain. Cela peut mener à la consolidation ou au tassement des sols compressibles. Inversement, l'infiltration d'eau souterraine dans certains égouts peut avoir pour effet d'abaisser le niveau de la nappe phréatique. La réhabilitation ou le remplacement de ces égouts peut donner des réseaux étanches à l'eau et faire monter le niveau de la nappe phréatique. Les effets préjudiciables du phénomène peuvent alors consister en l'inondation des terres basses ou l'endommagement de routes causés par le gel de l'eau souterraine dans la fondation de la chaussée. Le cas échéant, des installations de drainage efficaces devraient être en place pour limiter le relèvement du niveau de l'eau souterraine aux endroits où cela pourrait avoir des conséquences indésirables.

5. AUTRES CONSIDÉRATIONS

Le texte de la présente règle de l'art porte surtout sur les aspects techniques des réseaux d'égout existants. On doit également tenir compte d'autres mesures non techniques ou de nouveaux critères relatifs aux égouts pour prévenir les problèmes d'infiltration et d'eau de captage futurs.

Il faut passer en revue les règlements sur les branchements au réseau pour en assurer l'inspection adéquate pendant la construction et pour disposer des moyens d'évaluer les services en place et de rectifier les branchements défectueux.

Il faut conserver les programmes d'éducation du public existants ou introduire de tels programmes pour renseigner la population sur la bonne façon de séparer les sources d'eaux évacuées dans les égouts et les conséquences du détournement d'un surplus d'eau vers un réseau d'égout sanitaire.

Il faut réviser les normes et les politiques existantes relatives aux infrastructures et à leur aménagement ou élaborer de telles normes et politiques pour s'assurer que les nouveaux réseaux d'égout sont conçus et construits à l'aide de matériaux et de techniques qui préviendront les problèmes d'infiltration et d'eau de captage futurs. Il faut revoir les critères de conception pour que les nouveaux réseaux soient conçus avec des marges d'I-EC conformes aux matériaux et aux techniques de construction utilisés. Durant la pose, il faut instaurer des pratiques d'inspection et de vérification uniformes, et suivre de bonnes procédures opérationnelles après la mise en service du réseau.

ANNEXE A : SANTÉ ET SÉCURITÉ

(Adapté en partie du CNRC, 2001)

Les égouts sont des aires de travail à espace clos et dangereuses. Ils contiennent des gaz nocifs, des bactéries et d'autres micro-organismes; l'alimentation en oxygène y est inadéquate, il y a beaucoup d'humidité et d'odeurs, et les surfaces sont glissantes. Qui plus est, dans bon nombre d'égout de grand diamètre, les débits sont difficiles à détourner et gênent l'exécution de travaux et les inspections.

La santé et la sécurité sont primordiales, et il ne faut absolument pas les mettre en péril lorsqu'on travaille dans les égouts. Il faut que toutes les activités qui prévoient l'entrée de personnes dans un réseau d'égout s'accompagnent d'un programme de sécurité. Il faut à tout prix élaborer des consignes de sécurité que tout le personnel en cause devra respecter. Avant le début de tout travail ou inspection, les mesures de sécurité doivent absolument être en place et il faut à tout prix identifier le personnel qualifié qui sera responsable de la sécurité sur le chantier. Le non-respect des consignes de sécurité appropriées risque de causer des accidents mortels. Si plusieurs intervenants se trouvent à un endroit donné, les tâches de chacun doivent être clairement définies et les règles à suivre doivent être fixées.

Bien qu'il n'existe pas de réglementation nationale en matière de santé et de sécurité au Canada, bon nombre de provinces et de municipalités ont créé leurs propres règlements et procédures concernant l'entrée dans les espaces clos. Les municipalités qui possèdent un réseau d'égout devraient élaborer des procédures convenables en consultation avec les autorités provinciales et les autres municipalités. Pour obtenir de plus amples renseignements, consultez les documents suivants :

- Règlement 213/91 de l'Ontario : Loi sur la santé et la sécurité au travail;
- Ville de Toronto: Confined Space Entry and Exit, 1989;
- Victoria Capital Regional District: Section 3 – Work Procedure (WP) 13: Confined Space Entry Procedure, CRD ENG Policy/Procedures Manual, 1998;
- Région de Hamilton-Wentworth: Confined Space Entry Procedure, 1998;
- District régional de Vancouver Confined Space Guidelines, 1999; Confined Space Entry Guidelines for Sewer Entry, 1994; Personal Protective Equipment Policy Statement, 1993;

- Ville de Regina, Confined Space Entry Program, 1997; et
- Site Web de Développement des ressources humaines Canada : <http://info.load-otea.hrdc-drhc.gc.ca/~oshweb/confinen.shtml>.

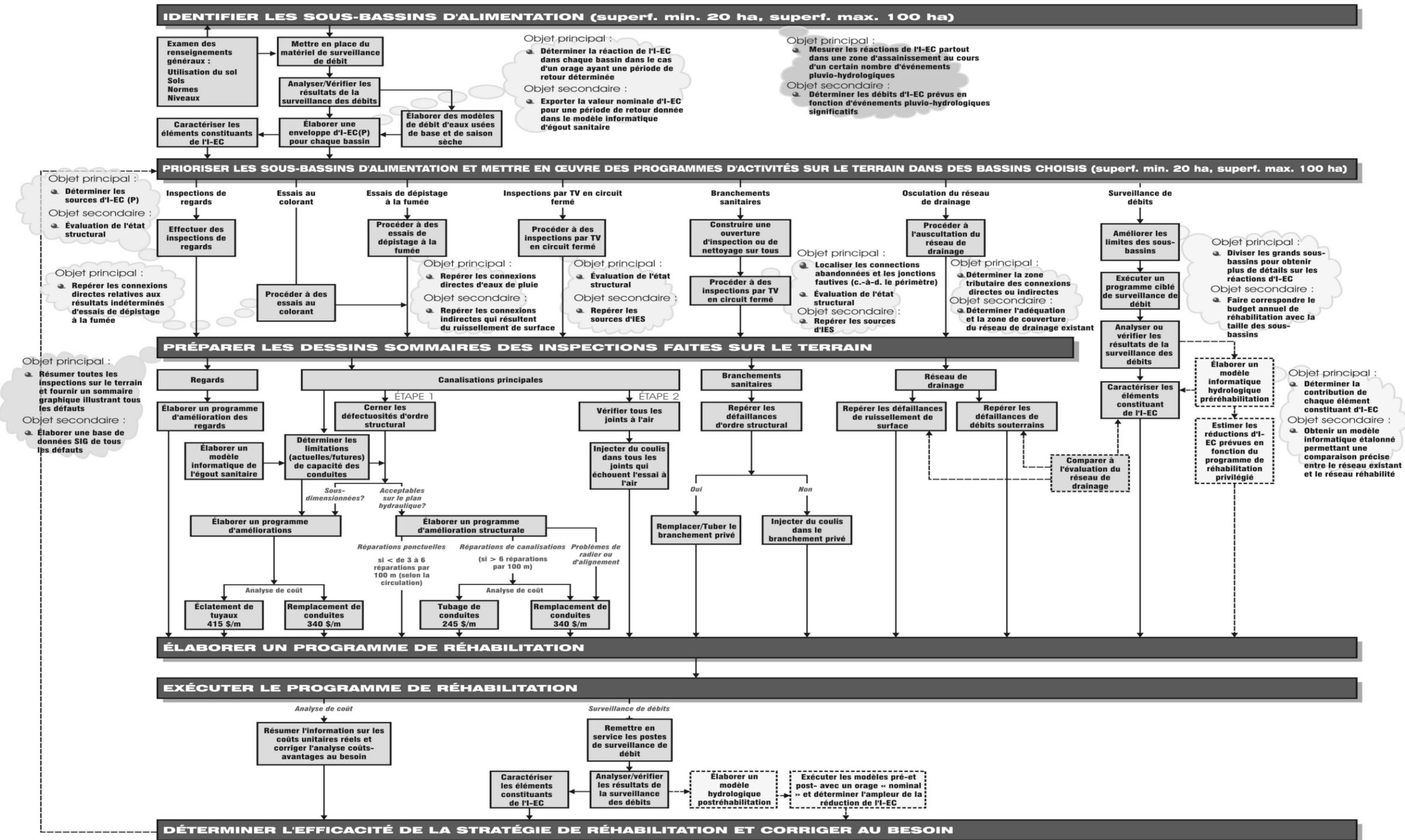
Les exigences minimales relatives à l'entrée dans un espace clos sont :

- La formation adéquate des employés travaillant au-dessus du sol et sous terre, et qui participent à l'inspection et aux travaux exécutés dans les égouts;
- Un plan d'urgence détaillé en rapport avec les travaux et le sauvetage;
- L'évaluation des risques possibles avant l'entrée au point d'accès;
- La disponibilité de vêtements et d'équipement de protection appropriés (harnais de sécurité, cordages de sécurité, appareils respiratoires ainsi que matériel de levage et de transport);
- La disponibilité d'outils et de matériel appropriés en bon ordre de marche;
- La disponibilité d'équipement de secours (trousse de premiers soins et extincteur);
- La vérification et la surveillance de la qualité de l'air avant et durant l'entrée des personnes;
- Le maintien d'une ventilation et d'un éclairage adéquats durant l'entrée de personnes;
- Une communication efficace entre le personnel au-dessus du sol et celui sous terre;
- La maîtrise sécuritaire de la circulation en surface; et
- La tenue de dossiers (par exemple les permis d'entrée, les plans d'urgence, les personnes responsables, etc.).

Toute personne qui pénètre dans un égout doit absolument être au courant de la réglementation et avoir reçu une formation sur les exigences de santé et de sécurité relatives à l'entrée dans un espace clos.

Il faut à tout prix communiquer avec les ressources en santé locales au sujet des mesures préventives et des vaccins (hépatite, etc.).

ANNEXE B : EXEMPLE DE PROGRAMME I-EC DÉTAILLÉ



Une courtoisie de Kerr Wood Leidal Associates Ltd.

ANNEXE C: PROVISION NOMINALE POUR L'INFILTRATION ET L'EAU DE CAPTAGE DANS LES NOUVEAUX ÉGOUTS

Municipalité	Provision nominale (l/ha/j)	Municipalité	Provision nominale (l/ha/j)
Atlantique - 1	11 230	Atlantique - 5	12 096
Atlantique - 2	217	Atlantique - 6	11 000
Atlantique - 3	217	Atlantique - 7	28 034
Atlantique - 4	22 500		
Colombie- Britannique- 1	9 348		
Ontario - 1	33 696	Ontario - 4	19 008
Ontario - 2	17 280	Ontario - 5	8 600
Ontario - 3	34 560	Ontario - 6	15 552
Prairies - 1	24 192	Prairies - 3	17 820
Prairies - 2	24 192	Prairies - 4	18 000
Québec - 1	843	Québec - 4	3 343
Québec - 2	5 600	Québec - 5	3 343
Québec - 3	5 600		

BIBLIOGRAPHIE

District régional de Vancouver, 2001. *Liquid Waste Management Plan*. Vancouver (C.-B.), février.

Hodgson J.E., C.J.W. Ward et N.U Schultz, 1995. *Sanitary Sewage Discharges in the City of Edmonton, Alberta*. National Conference on Sanitary Sewer Overflows (SSOs), Washington, DC, du 24 au 26 avril 1995, pp. 403 à 413.

CNRC (Conseil national de recherches Canada), 2001. *Guidelines for Condition Assessment and Rehabilitation of Large Sewers*. Conseil national de recherches Canada.

Québec, Ministère de l'Environnement du Québec, 1988. *Guide technique sur la réalisation des études préliminaires*. Programme de nettoyage de l'eau.

Québec, Ministère de l'Environnement du Québec, 1989. *Directive 004, Réseaux d'égouts*.

EPA des É.-U. (Agence de protection de l'environnement des É.-U.), 1991. *Sewer System Infrastructure Analysis and Rehabilitation*. EPA/625/6-91/030, Office of Research and Development, Cincinnati, OH.

Wade, M.G., 2000. *Controlling Inflow and Infiltration in Wastewater Collection Systems*. Proceedings Environmental and Pipeline Engineering 2000, Kansas City, MO, du 23 au 26 juillet 2000, pp. 201 à 212.

WEF (Water Environment Federation), 1999a. *Control of Infiltration and Inflow in Private Building Sewer Connections*. Monograph, Alexandria, VA.

WEF (Water Environment Federation), 1999b. *Using Flow Prediction Technologies to Control Sanitary Sewer Overflows*. Monograph, Alexandria, VA.

WEF et ASCE (Water Environment Federation et American Society of Civil Engineers), 1994. *Existing Sewer Evaluation and Rehabilitation*. WEF Manual of Practice No. FD-6, Alexandria, VA; ASCE Manual and Report on Engineering Practice No. 62, New York N.Y.

