

Pratique multidisciplinaire



Approche intégrée de l'examen et de l'évaluation des réseaux municipaux de voirie, d'égout et d'eau potable

Le présent document est le deuxième d'une série de règles de l'art multidisciplinaires qui a été élaborée grâce aux efforts combinés de divers comités techniques. Pour trouver le titre des autres règles de l'art qui font partie de cette série ou d'autres séries, veuillez vous reporter à l'adresse www.infraguide.ca.

Guide national pour
des infrastructures
municipales durables



NRC · CNRC



Fédération
canadienne des
municipalités
Canada

Approche intégrée de l'examen et de l'évaluation des réseaux municipaux de voirie, d'égout et d'eau potable

Version n° 1.0

Date de parution : 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 : 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

Les règles de l'art relatives à l'intégration de réseaux sont pertinentes à deux secteurs ou plus des infrastructures. La règle de l'art actuelle combine l'eau potable, les eaux pluviales et les eaux usées, et la voirie.



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 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.



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.



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.



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 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.



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.



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 du 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.

TABLE DES MATIÈRES

Table des matières

Remerciements	7	3.3 Tâche 3 — Estimation de l'état	25
Résumé	11	3.3.1 Systèmes de notation de l'état	25
1. Généralités	13	3.3.2 Analyse de capacité	26
1.1 Introduction	13	3.3.3 Conformité aux exigences actuelles de niveau de service ...	26
1.2 Objet et portée	13	3.3.4 Outils technologiques	26
1.2.1 Objet	13	3.4 Tâche 4 — Évaluation du comportement	27
1.2.2 Portée	14	3.5 Tâche 5 — Plan de réhabilitation ou de remplacement	28
1.3 Mode d'utilisation du document	14	4. Cas d'utilisation et limitations	29
1.4 Glossaire	15	4.1 Cas d'utilisation	29
2. Justification	17	4.2 Limitations	29
2.1 Historique	17	5. Évaluation	31
2.1.1 Pratiques courantes	18	Bibliographie	33
2.1.2 Répercussions connexes	18	FIGURE	
2.2 Avantages	19	Figure 3-1 : Approche intégrée de l'estimation et de l'évaluation d'un réseau	21
2.3 Risques	19		
3. Description du travail	21		
3.1 Tâche 1 — Inventaire	22		
3.1.1 Gestion des données	22		
3.1.2 Données nécessaires	22		
3.1.3 Intégration des données	23		
3.2 Tâche 2 — Auscultation	23		
3.2.1 Éléments essentiels d'un réseau ...	23		
3.2.2 Routes	24		
3.2.3 Égouts	24		
3.2.4 Conduites d'eau	25		
3.2.5 Programme d'inspection	25		

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 menée par le Centre d'expertise et de recherche en infrastructures urbaines (CERIU). Les membres des comités techniques 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 CERIU et de R.V. Anderson Associates Limited.

Comité technique des chaussées et trottoirs:

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

Brian Anderson
Ontario Good Roads Association, Chatham (Ontario)

Vince Aurilio
Ontario Hot Mix Producers Association
Mississauga (Ontario)

Don Brynildsen
Ville de Vancouver (Colombie-Britannique)

Al Cepas
Ville d'Edmonton (Alberta)

Brian E. Crist
Ville de Whitehorse (Yukon)

Michel Dion
Axor Experts-Conseils, Montréal (Québec)

Cluny Matchim
Ville de Gander (Terre-Neuve-et-Labrador)

Abe Mouaket
IM Associates, Toronto (Ontario)

Tim J. Smith
Association canadienne du ciment,
Ottawa (Ontario)

Sylvain Boudreau
Conseiller technique, CNRC

Comité technique des eaux pluviales et eaux usées:

John Hodgson
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)

Salvatore Morra
Ontario Sewer and Watermain Construction
Association, Mississauga (Ontario)

Peter Seto
L'Institut national de recherche sur les eaux,
Environnement Canada, Burlington (Ontario)

Timothy A. Toole
Ville de Midland (Ontario)

Bilgin Buberoglu
Conseiller technique, CNRC

Membre Fondateur

Association canadienne des travaux publics
(ACTP)

Remerciements

Remerciements

Comité technique de l'eau potable:

Carl Yates, président
Halifax Regional Water Commission,
Halifax (Nouvelle-Écosse)

Fred Busch
Maire, District de Sicamous
(Colombie-Britannique)

Sukhi Cheema
Gouvernement des Territoires du Nord-Ouest

Normand DeAgostinis
Ductile Iron Pipe Research Association, Anjou
(Québec)

Tim Dennis
Ville de Toronto (Ontario)

David Green
Santé Canada, Ottawa (Ontario)

Gordon Lefort
IPEX Inc., Langley (Colombie-Britannique)

André Proulx
Delcan Corporation, Ottawa (Ontario)

Diane Sacher
Ville de Winnipeg (Manitoba)

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

Ernie Ting
Ville de Markham (Ontario)

Michael Tobalt
Conseiller technique, CNRC

Groupes de travail:

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

Brian Anderson
Ontario Good Roads Association, Chatham
(Ontario)

Gerry Bauer
R.V. Anderson Associates Ltd., Ottawa (Ontario)

Don Brynildsen
Ville de Vancouver (Colombie-Britannique)

Al Cepas
Ville d'Edmonton (Alberta)

Ken Chua
Ville d'Edmonton (Alberta)

Ken Collicott
R.V. Anderson Associates Ltd., Toronto (Ontario)

Brian E. Crist
City of Whitehorse, Yukon

Michel Dion
Axor Experts-Conseil, Montréal (Québec)

Paul Gardon
Bureau de normalisation du Québec (Québec)

John Hodgson
Ville d'Edmonton (Alberta)

Brad Johns
Ville de Dryden (Ontario)

Gregory Kozhushner
Ville de Calgary (Alberta)

David Krywiak
Stantec, Edmonton (Alberta)

Pierre Lamarre
Ville de Laval (Québec)

Paul Marsh
Delcan, Toronto (Ontario)

Brendan O'Connell
Ville de St. John's (Terre-Neuve-et-Labrador)

Marek Pawlowski
UMA Engineering Ltd. (Colombie-Britannique)

Michael Rich
CATT, Université de Waterloo (Ontario)

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

Veso Sobot
IPEX Inc., Toronto (Ontario)

Vincent Tam
Gouvernement des Territoires du Nord-Ouest

Roger Tanguay
Colmatec Inc. (Québec)

Ernie Ting
Ville de Markham (Ontario)

Carl Yates
Halifax Regional Water Commission,
Halifax (Nouvelle-Écosse)

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)

David General
Cambridge Bay (Nunavut)

Ralph Haas
Université de Waterloo (Ontario)

Barb Harris
Whitehorse (Yukon)

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

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

Saeed Mirza
Université McGill, Montréal (Québec)

René Morency
Régie des installations olympiques, 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
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,
Halifax (Nouvelle-Écosse)

Remerciements

Depuis toujours, dans bon nombre de municipalités canadiennes, la planification du renouvellement des réseaux d'égout et d'eau potable se fait en fonction du programme de renouvellement des routes. Dans certains cas, on n'a jamais procédé à l'estimation de l'état ou à l'évaluation du comportement des conduites d'eau et d'égout existantes. On tenait plutôt pour acquis qu'il fallait remplacer les vieilles conduites au moment de la réfection des routes. Dans d'autres cas, on a exécuté des travaux de voirie sans même examiner l'état de la tuyauterie qui se trouvait sous la chaussée (mettant ainsi à risque les immobilisations dans les routes). En raison de la diminution des ressources financières et du fait que le public exige que le processus décisionnel soit plus transparent, il devient toutefois plus important pour les municipalités de planifier de façon intégrée le renouvellement de leurs réseaux de voirie, d'égout et d'eau potable.

La démarche doit être systématique et proactive pour que les programmes de renouvellement bénéficient d'un financement adéquat et reposent sur des données valables. On propose une approche en cinq étapes de l'estimation et de l'évaluation des réseaux municipaux.

Tâche 1 — Inventaire

La municipalité doit dresser un inventaire détaillé de ses réseaux de voirie, d'égout et d'eau potable, en conformité avec les lignes directrices mentionnées dans les *Règles de l'art relatives aux données sur les services publics* (GNIMD, 2003e). L'inventaire de chaque réseau doit être organisé de manière à permettre les vérifications de concordance entre les réseaux. Il doit aussi être lié à un système d'information géographique (SIG), ce qui facilitera les analyses spatiales. La présentation et le contenu de chaque inventaire varie selon la municipalité. Chaque municipalité doit toutefois adopter un plan de collecte et de stockage des données qui lui

permettra en fin de compte de gérer ses réseaux de façon proactive et de manière intégrée.

Tâche 2 — Auscultation

La municipalité doit élaborer un programme d'inspection des réseaux de voirie, d'égout et d'eau potable afin de s'assurer que le programme de renouvellement est de nature proactive, bénéficie d'un financement adéquat et repose sur des données valables. La fréquence d'inspection de chaque élément d'un réseau dépend des prévisions relatives à son importance et à son état. Il faut documenter les résultats de chaque inspection pour être en mesure de les comparer avec ceux d'inspections subséquentes, ce qui permettra à la longue de prévoir avec une certaine exactitude la vitesse à laquelle le réseau se détériore. On doit traiter les éléments essentiels d'un réseau de façon plus proactive que les éléments qui ne le sont pas.

Tâche 3 — Estimation de l'état

La municipalité doit utiliser un système de notation de l'état pour déterminer les exigences relatives au renouvellement des réseaux de voirie, d'égout et d'eau potable, et fixer les priorités pertinentes. Le nombre d'indicateurs du comportement dans un système de notation de l'état varie selon la taille de la municipalité, les données disponibles et les conditions propres à chaque réseau. Le système doit intégrer de l'information relative au besoin d'augmenter la capacité des réseaux municipaux et traiter des éléments qui ne sont pas conformes aux normes. Dans la présente règle de l'art, on discute des systèmes de notation de l'état conçus à l'interne ainsi que des systèmes publics et privés.

Tâche 4 — Évaluation du comportement

Lorsqu'elle a déterminé l'état de chaque élément d'un réseau, la municipalité doit

effectuer une évaluation du comportement dans le but de prévoir les immobilisations qu'elle devra faire au cours des 10 ou 20 prochaines années. Il faut idéalement lier le niveau de comportement au suivi annuel des immobilisations, prévues (proactives) ou non (réactives), et ce, afin d'optimiser le programme de renouvellement de chaque réseau.

Tâche 5 — Plan de renouvellement

Après avoir établi la nécessité de remplacer ou de réhabiliter un élément du réseau, la municipalité doit effectuer une analyse économique qui servira à choisir la méthode de renouvellement la plus rentable et le moment opportun du renouvellement. Ce type d'analyse permet habituellement de comparer les solutions de renouvellement en fonction de leur valeur actuelle. Les choix en matière de renouvellement doivent aussi tenir compte des répercussions socio-économiques, des risques, des besoins de croissance, de l'évolution des politiques et des règlements, de l'état des infrastructures adjacentes et des nouvelles technologies.

Cas d'utilisation et limitations

Toutes les municipalités canadiennes doivent mettre en œuvre une approche intégrée de l'estimation et de l'évaluation des réseaux de voirie, d'égout et d'eau potable. Les pratiques doivent être adaptées à chaque municipalité de manière à refléter la taille et l'âge (c'est-à-dire l'état) des réseaux. Il peut être difficile d'effectuer une estimation et une évaluation intégrées en raison du manque de données, d'outils, de ressources ou d'approche normalisée. Il est recommandé que la municipalité fasse référence aux publications existantes qui ont rapport aux produits et aux technologies, telles que les guides, les devis descriptifs, les normes et les règles de l'art d'organismes reconnus, lorsqu'elle utilise le présent document.

Évaluation

La municipalité peut recourir à plusieurs mesures qui lui permettront d'évaluer l'efficacité des pratiques qu'elle utilise pour planifier le renouvellement de ses réseaux, telles que le suivi des dépenses non prévues (réactives), la surveillance du programme de collecte de données, la réalisation d'études pilotes et la mise à jour périodique du plan de renouvellement.

1. Généralités

1.1 Introduction

À l'automne 2001, l'équipe du *Guide national pour des infrastructures municipales durables* (InfraGuide) a mené une enquête auprès des municipalités, des services publics et des entreprises privées partout au Canada et ce, dans le but de cerner les pratiques utilisées pour inspecter, estimer et évaluer l'état structural et la capacité des routes, des égouts et des conduites d'eau.

L'enquête a révélé que les pratiques en usage au Canada étaient très variées. Elle a aussi révélé le besoin de recourir à une approche de niveau réseau de l'estimation de l'état et de l'évaluation des infrastructures. Il est aussi devenu évident que la règle de l'art relative à la gestion des réseaux devait traiter ceux-ci de façon intégrée afin que les programmes de renouvellement soient mieux coordonnés. Un programme bien coordonné permet de minimiser à la fois les dérangements causés au public et les coûts défrayés par la municipalité. Il convient également de noter que, dans certaines collectivités, il existe un groupe coordonnateur officiel qui planifie la modernisation des immobilisations dans les rues de façon à minimiser les coûts de réfection et les répercussions sociales sur la collectivité en faisant en sorte qu'il n'y ait qu'une seule modernisation pour tous les réseaux, tant en surface que souterrains. Le groupe inclut ordinairement tous les services publics municipaux, de même que les entreprises de service d'électricité, de télécommunications, de câblodistribution et de gaz.

Le présent document donne un aperçu de la règle de l'art relative à l'utilisation d'une approche intégrée de l'estimation et de l'évaluation des réseaux municipaux de voirie, d'égout et d'eau potable.

1.2 Objet et portée

Dans bon nombre de municipalités importantes, les réseaux de voirie, d'égout et d'eau potable sont gérés par des services¹ distincts. Il se peut également que différents services soient responsables de la planification, de la conception, de la construction et de l'entretien de chaque réseau. Dans les municipalités de petite taille, il se peut que la gestion des infrastructures municipales soit la responsabilité de seulement une ou deux personnes. La gestion efficace et intégrée des réseaux constitue par conséquent un défi important pour les municipalités.

Il faut également souligner que la durée de vie des conduites d'eau et d'égout d'un tronçon de route précis est habituellement plus longue que celle de la route. La durée de vie prévue des conduites est également différente. Cela rend la gestion intégrée des réseaux encore plus difficile. Les municipalités doivent reconnaître que certaines décisions prises à une étape du cycle de vie d'un des réseaux peuvent avoir des répercussions sur les autres réseaux.

1.2.1 Objet

La règle de l'art relative à l'estimation et à l'évaluation de chaque réseau est habituellement bien documentée. Il existe toutefois peu d'information sur la planification intégrée du renouvellement² des réseaux de voirie, d'égout et d'eau potable. L'intégration offre l'occasion de réaliser des économies potentielles d'envergure lorsqu'il y a lieu de renouveler plusieurs éléments à la fois. Elle permet aussi de maximiser les avantages économiques et sociaux pour la zone desservie par les infrastructures. Le présent document présente une approche intégrée de l'estimation et de l'évaluation des trois réseaux mentionnés plus haut.

1. Généralités

1.1 Introduction

1.2 Objet et portée

Le présent document présente une approche intégrée de l'estimation et de l'évaluation des trois réseaux mentionnés plus haut.

1. Il peut arriver qu'une entreprise de service public ou un autre fournisseur d'eau soit responsable d'un ou de plusieurs réseaux municipaux.

2. Dans le présent document, le renouvellement inclut à la fois la réhabilitation et le remplacement ou la réfection.

1. Généralités

1.2 Objet et portée

1.3 Mode d'utilisation du document

Une approche intégrée de la planification du renouvellement aidera à maintenir un niveau de service élevé tout en minimisant les coûts du cycle de vie, les répercussions sur l'environnement et les dérangement causés à la collectivité. Autrement dit, le but de toute municipalité consiste à dépenser le bon montant d'argent relativement aux bonnes choses et ce, au bon moment. Cela est compatible avec les principes d'InfraGuide en matière d'infrastructures municipales durables, qui prévoit l'application de l'intégralité des coûts durant le cycle de vie aux dimensions sociale, économique et environnementale à la recherche d'infrastructures durables, dans le but de minimiser les coûts d'ensemble, voulus ou non voulus, tant de nos jours que pour les générations futures.

1.2.2 Portée

La présente règle de l'art porte sur l'estimation et l'évaluation intégrées des réseaux de voirie, d'égout et d'eau potable dans leur ensemble. Pour estimer l'état du réseau et évaluer les besoins au niveau d'un projet, on doit procéder à une auscultation plus détaillée des infrastructures en cause. Il faut également souligner que la présente règle de l'art porte uniquement sur les réseaux linéaires et ne traite pas des structures telles que les ponts, les postes de pompage, les stations de traitement et les réservoirs. De plus, le présent document traite essentiellement du processus utilisé pour élaborer un plan de renouvellement intégré. La question des pratiques d'exploitation et d'entretien n'y est pas traitée de façon explicite.

1.3 Mode d'utilisation du document

La section 2 donne un aperçu des avantages et des risques potentiels relatifs à la mise en pratique de la présente règle de l'art. La section 3 présente un processus d'estimation et d'évaluation en cinq étapes applicable à tous les types d'infrastructures municipales. La section 4 présente les cas d'utilisation et les limitations. Enfin, la section 5 décrit les mesures qu'une municipalité peut utiliser pour évaluer l'efficacité de la présente règle de l'art.

Il est bon de mentionner que l'InfraGuide a publié deux autres règles de l'art relatives à la planification intégrée du renouvellement des réseaux de voirie, d'égout et d'eau potable. En voici une brève description :

■ **Coordination des travaux d'infrastructures**

— Le document donne un aperçu de la règle de l'art relative à la coordination des travaux liés aux infrastructures. On y traite de cinq domaines de livraison de service : les pratiques de coordination, la modernisation de corridors, les pratiques restrictives, les processus d'approbation ou de communication améliorée et les considérations d'ordre technique.

■ **Planification et définition des besoins liés aux infrastructures municipales** — Le document donne un aperçu de la règle de l'art relative à la planification et à la définition des besoins liés aux infrastructures municipales à l'aide de cinq méthodes : la planification stratégique, la gestion de l'information, l'acceptation et le soutien du public, l'étude de nouvelles méthodes novatrices d'amélioration continue et les modèles de priorisation.

1.4 Glossaire

Comptabilisation du coût complet — Système qui inclut tous les coûts (y compris les investissements de capitaux ainsi que les coûts de financement, de renouvellement et de réhabilitation, de désaffectation et d'utilisation) relatifs aux dimensions sociale, économique et environnementale.

Coût du cycle de vie — Coûts durant le cycle de vie complet d'un élément d'actif, de la construction à la réfection ou au remplacement, en passant par l'exploitation, l'entretien et la réhabilitation.

Élément critique — Élément constituant du réseau, dont la défaillance n'est pas un risque acceptable.

Estimation — Processus utilisé pour décrire l'état ou le comportement d'un élément du réseau.

Évaluation — Processus utilisé (une fois l'estimation terminée) pour déterminer les mesures correctives nécessaires à l'amélioration de l'état ou du comportement d'un élément du réseau au meilleur coût pour la collectivité.

Réhabilitation — Amélioration de l'état ou du comportement d'un élément d'actif dans le but d'en prolonger la durée de vie.

Remplacement — Remplacement d'un élément d'actif qui a atteint la fin de sa vie utile.

Renouvellement — Remise en état d'un élément d'actif par réhabilitation, remplacement ou réfection.

1. Généralités

1.4 Glossaire

2. Justification

2.1 Historique

Les règles de l'art relatives à l'estimation et à l'évaluation des réseaux de voirie, d'égout et d'eau potable sont habituellement bien documentées. L'Association des transports du Canada (ATC) a publié un document intitulé *Pavement Design and Management Guide*, dans lequel on trouve de l'information sur les règles de l'art relatives à la planification et à l'optimisation des investissements dans les chaussées, les évaluations en service, la conception de structures, la construction et l'entretien. InfraGuide a publié *Entretien préventif en temps opportun des routes municipales – Guide d'introduction et Processus de planification et de budgétisation des priorités relatives à l'entretien ou à la réhabilitation des chaussées*.

En ce qui a trait aux réseaux d'égout, un grand nombre de municipalités du Canada tout entier ont adopté le système de notation de l'état des égouts élaboré par le Water Research Centre (WRC) du Royaume-Uni. La Water Environment Federation (WEF) et l'American Society of Civil Engineers (ASCE) ont également publié un manuel de règles intitulé *Existing Sewer Evaluation and Rehabilitation*.

En ce qui a trait aux réseaux d'eau potable, l'InfraGuide a publié un document intitulé *Élaboration d'un plan de renouvellement de réseau de distribution d'eau*. L'American Water Works Association (AWWA) et l'American Water Works Research Foundation (AwwaRF) ont également publié plusieurs rapports techniques sur le renouvellement d'un réseau de distribution d'eau.

Un processus en bonne et due forme d'estimation et d'évaluation des réseaux permet de définir les exigences de renouvellement à court terme. À la longue, il devrait être possible de surveiller la vitesse de détérioration des éléments d'un réseau, ce qui facilitera la planification à long terme. En abordant de façon intégrée l'estimation et l'évaluation des réseaux de voirie, d'égout et d'eau potable, on améliorera davantage la planification du renouvellement des infrastructures.

2.1.1 Pratiques courantes

Il est plus facile d'observer l'état des routes municipales que celui des réseaux souterrains d'égout et d'eau potable. Les systèmes de gestion routière sont donc généralement mieux conçus que les systèmes de gestion des réseaux d'égout et d'eau potable. De plus, la durée de vie des routes est généralement plus courte que celle des conduites. Par conséquent, un grand nombre de municipalités se sont toujours fiées au programme de renouvellement des routes pour planifier le renouvellement des réseaux d'égout et d'eau potable.

Les municipalités n'ont pas toujours choisi le meilleur moment pour renouveler les conduites d'eau et d'égout. Cela tient au fait qu'il est difficile d'estimer l'état des conduites, puisqu'elles sont enfouies. Pour cette raison, on a, dans certains cas, remplacé les conduites au moment de la réfection de la route et ce, même si elles étaient encore en bon état. Certaines municipalités ont adopté cette approche conservatrice afin d'éviter l'embarras potentiel d'avoir à excaver la route peu après sa réfection pour réparer une conduite. Elles affirment également que le remplacement des services souterrains au moment de la réfection de la route entraîne des économies et minimise les dérangements causés à la circulation et aux résidents du secteur.

2. Justification

2.1 Historique

À la longue, il devrait être possible de surveiller la vitesse de détérioration des éléments d'un réseau, ce qui facilitera la planification à long terme.

2. Justification

2.1 Historique

Dans d'autres cas, la municipalité n'a pas remplacé les conduites d'eau et d'égout détériorées au moment de la réfection d'une route. Ce genre de décision risque d'occasionner des coûts et des dérangements inutiles lorsqu'il a fallu réparer ou remplacer les services souterrains pendant que la route était encore en bon état. Les municipalités doivent donc procéder à une estimation détaillée des conduites dans le but de déterminer le moment opportun auquel les renouveler.

En raison de la diminution des ressources financières et du fait que le public exige que le processus décisionnel soit plus transparent, il devient plus important pour les municipalités de planifier de façon intégrée le renouvellement de leurs réseaux de voirie, d'égout et d'eau potable.

2.1.2 Répercussions connexes

Un réseau peut avoir des répercussions sur les autres réseaux de diverses façons :

- Les fuites et les fissures dans les conduites d'eau peuvent avoir une incidence négative sur les égouts adjacents et la structure de la route, et entraîner la défaillance prématurée de ces infrastructures;
- La détérioration des égouts peut avoir une incidence négative sur les conduites d'eau adjacentes et la structure de la route, et entraîner la défaillance prématurée de ces infrastructures;
- Un compactage inadéquat autour des boîtiers ou des chambres de vanne, des regards d'égout et des puisards de rue peut entraîner la défaillance prématurée de la route à ces endroits;
- Les vibrations produites durant les excavations et la réfection ou le rechargement des routes peuvent causer des fissures dans les conduites d'eau en mauvais état;
- Quand on relève considérablement le profil de la route durant la réfection, les charges de terre sur les conduites d'eau et d'égout augmentent; elles peuvent alors dépasser les charges de calcul, ce qui augmente le risque d'écrasement des conduites;
- Quand on baisse le profil de la route durant la réfection, les conduites d'eau et d'égout sont plus sensibles au gel, et les surcharges risquent elles aussi de dépasser les charges de calcul relatives aux infrastructures enfouies;
- Le sel de voirie peut accélérer le processus de corrosion des tuyaux et des accessoires métalliques, de même que l'armature en acier des tuyaux de béton;
- Les courants électriques vagabonds peuvent accélérer la corrosion électrolytique des conduites d'eau, des conduites de refoulement et des accessoires;
- Certaines techniques sans tranchée utilisées dans le cadre de la pose de conduites d'eau ou d'égout peuvent causer des dommages aux routes quand elles ne sont pas indiquées pour une utilisation précise ou encore, quand elles ne sont pas utilisées correctement;
- Un réseau d'évacuation des eaux pluviales mal dimensionné ou mal entretenu peut causer des inondations qui auront des répercussions nuisibles sur les routes.
- Il risque d'y avoir soulèvement différentiel dû au gel quand le matériau de remblai de la tranchée est différent de celui de l'infrastructure de la route.
- L'excavation dans une route en vue de poser ou de réparer une conduite peut entraîner la défaillance prématurée de la route quand le compactage du matériau de remblai n'est pas adéquat ou que la chaussée n'est pas bien remise en état.
- Les coûts de réhabilitation futurs des infrastructures enfouies peuvent varier considérablement selon la structure de la chaussée.

2.2 Avantages

L'approche intégrée de l'estimation et de l'évaluation des réseaux de voirie, d'égout et d'eau potable d'une municipalité comporte plusieurs avantages :

- La minimisation des coûts du cycle de vie, des répercussions sur l'environnement et des dérangements causés à la circulation et aux résidents du secteur;
- Une gestion plus proactive des infrastructures et le maintien d'un niveau de service élevé;
- L'amélioration de la coordination entre les services municipaux, un plus grand nombre d'occasions pour les employés municipaux d'effectuer une vérification par concordance et la facilitation des changements ou des mutations d'employés;
- L'assurance que les services municipaux dont les attributions sont réparties sont déterminés et pris en compte.
- La coordination des travaux liés aux réseaux de voirie, d'égout et d'eau potable en fonction des besoins de croissance;
- L'amélioration de la comptabilisation du coût complet;
- Une approche cohérente de la gestion des infrastructures qui peut être répétée et l'amélioration de la planification à long terme de la gestion technique, financière et du risque;
- La prise de décision tient compte des coûts aussi bien voulus que non voulus pour le public et les collectivités.

2.3 Risques

Voici les risques potentiels d'une approche intégrée :

- Il faudra des ressources supplémentaires pour effectuer une estimation et une évaluation intégrées des réseaux;
- Les coûts de renouvellement risquent d'être élevés à court terme dans le cas où le financement du programme de renouvellement était inadéquat dans le passé. Les municipalités pourraient ne pas bien comprendre qu'un plan de renouvellement intégré doit aider à minimiser les coûts du cycle de vie;
- Il risque d'y avoir un manque de soutien de la part des intervenants (p. ex. les opérateurs, les politiques et le public) face à un plan de renouvellement intégré dans le cas des réseaux qui n'ont pas connu de problèmes importants;
- Les formules de partage des coûts qui désavantagent un ou plusieurs éléments d'un réseau pourraient faire diminuer l'appui au programme d'intégration (c'est-à-dire que pour être efficaces, les avantages financiers et les coûts doivent être déterminés de manière franche et transparente);
- La municipalité qui pense pouvoir élaborer un plan optimal à l'aide des systèmes de notation de l'état et autres outils analytiques, sans la contribution des employés municipaux, risque de perdre le soutien de ces derniers.
- Les suppositions relatives à l'état des infrastructures peuvent être erronées. Les données sur la détérioration et l'état de certains éléments constituant des infrastructures sont actuellement insuffisantes ou non disponibles.

2. Justification

2.2 Avantages

2.3 Risques

Une approche cohérente de la gestion des infrastructures qui peut être répétée et l'amélioration de la planification à long terme de la gestion technique, financière et du risque.

3. Description du travail

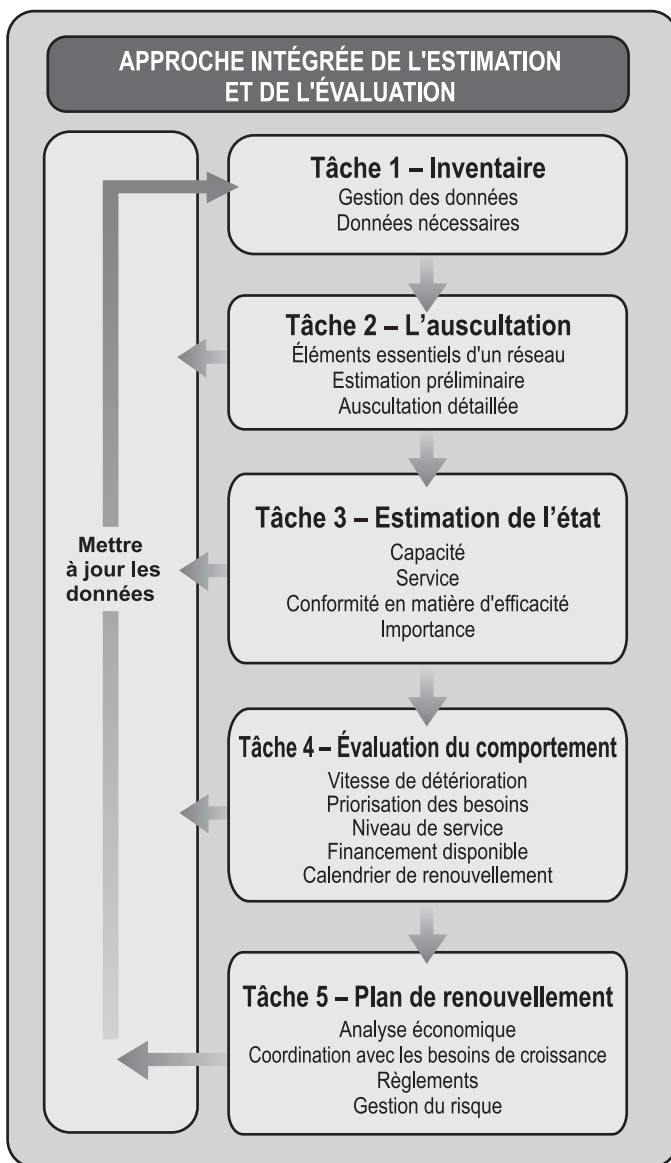
La planification intégrée du renouvellement des réseaux municipaux de voirie, d'égout et d'eau potable exige le recours à une méthode systématique et proactive. La figure 3-1 illustre une approche pragmatique de l'estimation et de l'évaluation de ces réseaux. Même s'il est possible d'effectuer l'inventaire, l'auscultation, l'estimation de l'état et

l'évaluation du comportement des trois réseaux de façon indépendante, on peut réaliser d'importantes économies quand on tient compte de la coordination des travaux au cours du cycle de vie de chaque élément au moment d'évaluer les choix en matière de renouvellement.

3. Description du travail

Figure 3-1
Approche intégrée de l'estimation et de l'évaluation d'un réseau

Figure 3-1 : Approche intégrée de l'estimation et de l'évaluation d'un réseau.



3. Description du travail

3.1 Tâche 1 — Inventaire

On doit mettre à jour le plan de gestion de données régulièrement pour qu'il reflète l'évolution des besoins, les nouvelles technologies et les nouvelles occasions.

Ces étapes ne sont pas nécessairement distinctes et ne doivent pas toujours être exécutées de façon séquentielle. On peut par exemple mener une enquête approfondie des routes seulement lorsque l'estimation de l'état et l'évaluation du comportement sont terminées. Dans certains autres cas, il est possible de dresser l'inventaire au moment où on procède à l'inspection des réseaux.

Il est aussi bon de mentionner qu'il faut traiter les éléments essentiels d'un réseau séparément de ceux qui ne le sont pas et ce, à chacune des étapes du processus. Il faut examiner tous les éléments constituant des infrastructures après un intervalle dont la durée est inférieure à la moitié de la durée de vie prévue. On doit augmenter la fréquence des inspections et des estimations plus poussées des éléments essentiels. On doit également traiter ceux-ci de façon prioritaire durant les phases d'évaluation et de renouvellement.

3.1 Tâche 1 — Inventaire

3.1.1 Gestion des données

La première étape comprend la compilation d'un inventaire des réseaux de voirie, d'égout et d'eau potable. Celui-ci doit inclure les caractéristiques physiques de chaque élément, de même que les autres caractéristiques importantes, telles que les données météorologiques et environnementales. L'InfraGuide a publié un document intitulé *Règles de l'art relatives aux données sur les services publics*. On y retrouve un fondement et une orientation relativement à la définition, au stockage et à la gestion des données sur les réseaux d'égout et d'eau potable. Il est possible d'adapter la règle de l'art au réseau de voirie et aux autres services publics.

Dans le document intitulé *Règles de l'art relatives aux données sur les services publics*, on recommande d'utiliser une structure ou un modèle de données documenté ainsi que des normes de collecte, des unités de données standard et des coordonnées d'emplacement standard. On y trouve des suggestions en rapport avec la façon de collecter les données et de les tenir à jour, de les stocker adéquatement et de les gérer de façon efficace. On recommande également la tenue à jour de métadonnées.³

On doit mettre à jour le plan de gestion de données régulièrement pour qu'il reflète l'évolution des besoins, les nouvelles technologies et les nouvelles occasions. Dans certains cas, on pourra exécuter des essais pilotes qui serviront à confirmer la faisabilité et les coûts de certaines techniques de collecte et de gestion des données.

Étant donné l'importance du volume des données dont elle a besoin pour effectuer l'estimation et l'évaluation poussées des réseaux de voirie, d'égout et d'eau potable, la municipalité doit compiler l'inventaire dans des bases de données relationnelles. Les bases doivent idéalement être liées à un système d'information géographique (SIG), ce qui facilitera les analyses spatiales de réseaux. L'inventaire doit également être coordonné et partagé avec d'autres applications, telles que les systèmes de gestion de l'entretien.

3.1.2 Données nécessaires

Le document intitulé *Règles de l'art relatives aux données sur les services publics* mentionne plusieurs groupes de données clés sur les réseaux d'égout et d'eau potable, y compris les caractéristiques du réseau, le fonctionnement et l'entretien, le rendement et les données relatives à la météo, à l'environnement, aux finances et aux clients.

3. Les métadonnées indiquent la source et l'exactitude des données de l'inventaire; elles fournissent de l'information sur la personne qui a entré les données et la date à laquelle cela a été fait, le mode de collecte des données, etc.

La présentation et le contenu des bases de données varient selon la taille de la municipalité, le financement disponible, la gravité des problèmes ou des inefficacités apparentes et la compétence réelle des employés municipaux. Dans certains cas, la municipalité peut mettre plusieurs années à dresser un inventaire détaillé de ses réseaux. Chaque municipalité doit toutefois adopter un plan de collecte et de gestion de données qui lui permettra à la longue de gérer ses réseaux de façon proactive et rentable.

3.1.3 Intégration des données

La base de données de chaque réseau doit être structurée de façon à ce qu'il soit possible de vérifier la concordance entre les tableaux d'information et les bases de données des autres réseaux. On divise habituellement les routes en tronçons délimités par des intersections. On doit lier les conduites d'eau et d'égout aux tronçons de route afin de faciliter l'estimation et l'évaluation intégrées.

Lorsque toutes les données relatives aux routes et aux conduites ont été entrées dans une carte environnementale (préférentiellement dans un SIG), on peut utiliser une analyse spatiale pour les rassembler. Grâce à cette méthodologie, il n'est pas nécessaire de lier chaque installation exactement aux mêmes points de référence.

3.2 Tâche 2 — Auscultation

3.2.1 Éléments essentiels d'un réseau

L'inventaire peut fournir des renseignements très nécessaires qui aident à déterminer les infrastructures critiques. On peut examiner les dimensions, l'âge, la fonction des infrastructures, l'historique des inspections, l'historique de l'entretien, les observations des opérateurs et les autres facteurs importants de façon systématique en vue d'élaborer des

programmes intégrés d'inspection et d'évaluation de l'état. Les routes artérielles sont plus importantes que les routes locales ou collectrices, puisque le débit de circulation y est plus élevé. De la même façon, les conduites d'adduction d'eau sont plus importantes que les conduites de distribution, et les grands collecteurs, plus importants que les égouts collecteurs ou locaux. L'importance de chaque élément doit être indiquée dans l'inventaire. On peut utiliser plusieurs facteurs pour repérer les éléments essentiels d'un réseau, tels que les débits de circulation, le diamètre des conduites, les coûts potentiels liés à la défaillance des infrastructures (en fonction des coûts de réparation et des dommages causés aux biens et à l'environnement) et les répercussions des interruptions de service sur les clients.

L'objectif premier d'un plan de renouvellement des routes et des conduites qui ne sont pas essentielles consiste à minimiser les coûts du cycle de vie tout en reconnaissant que les réparations occasionnelles sont tolérables. Celui d'un plan de renouvellement des routes et des conduites essentielles consiste à minimiser les défaillances. La planification du renouvellement des éléments essentiels doit donc être plus proactive que celle des éléments qui ne le sont pas.

De plus, la planification du renouvellement des conduites situées sous les routes importantes doit être proactive et reconnaître qu'il faut minimiser l'écrasement des égouts et les fissures dans les conduites d'eau.

Il convient de noter que la vie utile des infrastructures critiques doit être une considération primordiale aux stades de la planification et de la conception de nouvelles infrastructures. Ce concept joue un rôle important dans la planification des cycles de remplacement.

3. Description du travail

3.1 Tâche 1 — Inventaire

3.2 Tâche 2 — Auscultation

3. Description du travail

3.2 Tâche 2 — Auscultation

On doit élaborer un programme d'inspection des réseaux de voirie, d'égout et d'eau potable dans le but de s'assurer que les programmes de renouvellement bénéficient d'un financement adéquat et reposent sur des données valables.

3.2.2 Routes

Dans le document intitulé *Pavement Design and Management Guide* (ATC, 1997), on donne un aperçu de plusieurs méthodes d'auscultation et d'estimation de la capacité structurale, de l'état, de l'uni et de la sûreté des routes. Les paragraphes qui suivent résument les méthodes utilisées pour quantifier l'état et la tenue des routes. On trouvera de plus amples renseignements dans le document mentionné ci-dessus.

Capacité structurale

On détermine habituellement la capacité structurale de la chaussée au moyen d'essais effectués sur le terrain à l'aide de la poutre de Benkelman, du système Dynaflect® ou d'un deflectographe à masse tombante. Ces essais mesurent la déflexion de la chaussée sous une charge.

État

On effectue couramment des inspections visuelles dans le but de mesurer la dégradation des chaussées. L'inspection de l'état des chaussées doit inclure le type de chaque dégradation, son étendue, sa gravité et son emplacement. Les types les plus fréquents sont les défauts de surface, les déformations permanentes, la fissuration et le rapiécage.

Uni

L'uni de la chaussée est un des principaux indicateurs de la viabilité de la route. Au Canada, on utilise couramment l'indice de roulement (IR) comme mesure de la viabilité d'une route. L'indice de rugosité international (IRI) est également de plus en plus accepté par l'industrie. L'IR a été établi à partir de l'opinion des membres d'un groupe d'experts qui circulaient sur une route. On a récemment mis au point plusieurs outils mécaniques servant à mesurer l'uni d'une chaussée.

Sécurité

On peut quantifier la sécurité de la chaussée en fonction de l'antidérapance, des ornières, de la réflectivité de la surface et de la démarcation des voies. Il existe plusieurs méthodes servant à mesurer l'antidérapance. On effectue souvent des inspections visuelles dans le but d'évaluer la présence d'ornières, la réflectivité et la démarcation des voies des routes.

3.2.3 Égouts

La détérioration d'un égout se manifeste par l'apparition des problèmes suivants :

- Défauts au niveau de la structure (p. ex. fissures, ruptures, affaissements, déformations, joints ouverts, joints décalés);
- Défauts de service (p. ex. branchements pénétrants, racines d'arbre, envasement, graisse, incrustation, obstacles);
- Surcharges du réseau et des refoulements;
- Taux d'infiltration d'eau souterraine élevé dans les égouts séparatifs.

On utilise couramment la télévision en circuit fermé pour inspecter les égouts. Un grand nombre de municipalités canadiennes ont adopté le système de pointage élaboré par le Water Research Centre (WRC, 1986) pour quantifier l'état structural et le caractère adéquat du fonctionnement des égouts.

Le Conseil national de recherches Canada a publié un guide (CNRC, 2000) relatif à l'estimation de l'état et à la réhabilitation des égouts de plus de 900 mm de diamètre. Le guide décrit également plusieurs autres techniques d'inspection qu'on peut utiliser dans le cas des grands égouts (p. ex. un sonar, une caméra stationnaire, une inspection visuelle) (<http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/catalogue/uir.html>).

Certaines municipalités utilisent la surveillance du débit et la modélisation informatique pour quantifier l'infiltration d'eau souterraine dans les réseaux séparatifs et déterminer s'il existe une capacité de réserve. L'InfraGuide a publié une règle de l'art intitulée *Prévention ou réduction de l'infiltration et de l'eau de captage dans les réseaux collecteurs d'eaux usées* (GNIMD, 2003h). On y retrouve les techniques couramment utilisées pour évaluer l'état structural et la capacité hydraulique des réseaux d'égout.

3.2.4 Conduites d'eau

Une conduite d'eau est détériorée lorsqu'on constate la présence d'un seul ou de plusieurs des phénomènes suivants :

- Fissures fréquentes;
- Réduction de la capacité hydraulique;
- Débit de fuite élevé;
- Détérioration de la qualité de l'eau.

On utilise souvent les enregistrements des ruptures et les essais de rugosité hydraulique pour quantifier l'état des conduites d'eau. L'InfraGuide a publié une règle de l'art intitulée *Détérioration et inspection des réseaux de distribution d'eau* (2003g). Celle-ci décrit une approche en deux étapes. La première étape consiste à effectuer une évaluation préliminaire du réseau d'eau potable en utilisant des données que toutes les municipalités doivent collecter régulièrement (p. ex. les enregistrements de ruptures dans les conduites, les plaintes des clients, la qualité de l'eau). La deuxième étape consiste à effectuer une enquête plus approfondie sur des problèmes précis en fonction des résultats de l'évaluation préliminaire.

3.2.5 Programme d'inspection

On doit élaborer un programme d'inspection des réseaux de voirie, d'égout et d'eau potable dans le but de s'assurer que les programmes de renouvellement bénéficient d'un financement adéquat et reposent sur des données valables. La fréquence d'inspection de chaque élément d'un réseau dépend de l'importance et de l'état prévu de l'élément. On doit documenter les résultats de chaque inspection afin d'être en mesure de les comparer et, à la longue, d'estimer la vitesse de détérioration de façon raisonnablement précise.

3.3 Tâche 3 — Estimation de l'état

3.3.1 Systèmes de notation de l'état

On doit utiliser un système de notation de l'état pour déterminer les besoins en matière de renouvellement des réseaux de voirie, d'égout et d'eau potable, et fixer les priorités connexes. On peut utiliser plusieurs indicateurs de rendement pour évaluer l'état structural et le caractère adéquat du fonctionnement d'un réseau. Le tableau qui suit résume les catégories générales d'indicateurs de comportement.

Le nombre d'indicateurs qui doivent être inclus dans un système de notation de l'état varie selon la taille de la municipalité, les données disponibles et les conditions propres à chaque réseau.

Routes	Égouts	Conduites d'eau
Capacité structurale ou de charge État/Détérioration	Vices structureaux	Taux de rupture
Ratio volume/capacité	Capacité hydraulique	Capacité hydraulique
Uni/Carrossabilité	Infiltration	Fuites
Sûreté	Défauts de service	Qualité de l'eau
Importance	Importance	Importance

3. Description du travail

3.2 Tâche 2 — Auscultation

3.3 Tâche 3 — Estimation de l'état

On doit utiliser un système de notation de l'état pour déterminer les besoins en matière de renouvellement des réseaux de voirie, d'égout et d'eau potable, et fixer les priorités connexes.

3. Description du travail

3.3 Tâche 3 — Estimation de l'état

Les systèmes de notation de l'état comprennent habituellement un système de pointage pour chaque indicateur de comportement. On peut utiliser un facteur de pondération pour chaque indicateur et ce, dans le but d'obtenir un résultat total pour chaque élément. Il est possible d'additionner les résultats totaux relatifs aux éléments d'un tronçon de route (en utilisant les facteurs de pondération appropriés) et d'obtenir un résultat d'ensemble.

On peut classer les résultats totaux relatifs à chaque réseau de façon à pouvoir repérer facilement les éléments qui sont en mauvais état. On peut également classer les résultats d'ensemble des tronçons de route. On doit effectuer une analyse de sensibilité pour évaluer l'importance de chaque indicateur de comportement. On doit idéalement lier les systèmes de notation de l'état à un SIG, ce qui facilitera l'évaluation des tendances spatiales dans les classements relatifs à chaque réseau.

3.3.2 Analyse de capacité

On doit effectuer régulièrement des études de circulation qui permettront de déterminer les améliorations à apporter aux routes pour que celles-ci puissent permettre les débits de circulation prévus.

On doit effectuer des analyses hydrauliques dans les réseaux d'égout et d'eau potable pour obtenir les données qui serviront à l'élaboration d'un plan de renouvellement. Dans certains cas, il peut être nécessaire d'accélérer le renouvellement des égouts séparatifs ou unitaires dans lesquels on observe des taux élevés d'infiltration et ce, afin de réduire les risques d'inondation de sous-sols ou de débordements.

Il peut aussi être nécessaire de réhabiliter une conduite d'eau sans revêtement qui présente une tuberculisation importante afin de s'assurer que la pression d'eau et le débit de lutte contre l'incendie sont adéquats. Dans certains cas, il peut être nécessaire de remplacer par un tuyau de plus gros diamètre toute conduite dont la capacité n'est pas adéquate et ce, même si elle a été réhabilitée.

On doit préparer des plans directeurs à partir des plans de la collectivité qui donnent un aperçu de la croissance future et les mettre à jour régulièrement pour déterminer les améliorations à apporter aux réseaux de voirie, d'égout et d'eau potable pour leur permettre de desservir les aménagements ou réaménagements prévus. Dans le cas d'un réseau important, qui est plus complexe, le modèle informatique du réseau joue un rôle utile dans la préparation du plan directeur. On doit idéalement lier le modèle informatique de chaque réseau à l'inventaire afin de faciliter la mise à jour périodique du modèle et l'attribution de notations de capacité.

3.3.3 Conformité aux exigences actuelles de niveau de service

Il se peut qu'une conduite d'égout ou d'eau existante ne respecte pas les exigences actuelles de niveau de service. Le cas échéant, il faut la remplacer et non la réhabiliter. Le moment du remplacement des éléments qui ne sont pas conformes aux normes dépend du financement disponible et de l'importance du risque que les éléments en cause constituent pour la municipalité. On doit idéalement envisager de remplacer les conduites qui ne sont pas conformes aux normes lorsqu'on procède à la réfection de la route et ce, afin de minimiser les coûts et les dérangements causés à la circulation et aux résidents du secteur.

Un plan de renouvellement intégré doit prendre en considération les questions relatives à la gestion du risque, de même que la possibilité d'appliquer des règlements plus stricts.

3.3.4 Outils technologiques

On peut classer les systèmes de notation de l'état en trois catégories : les systèmes exclusifs, les systèmes publics et les systèmes conçus à l'interne.

Systèmes conçus à l'interne

Ces systèmes sont conçus de façon à utiliser les données existantes et à refléter les besoins propres à la municipalité. C'est à une estimation de réseau qui ne tient compte que

de quelques paramètres qu'ils conviennent le mieux. Ils sont habituellement limités en ce qui a trait à la complexité du système de notation, à l'interface graphique et aux normes de données. Il est difficile de comparer les notations obtenues avec un système conçu à l'interne à celles obtenues avec d'autres systèmes. Les systèmes conçus à l'interne servent néanmoins souvent de point de départ vers des systèmes plus complexes quand on souhaite élaborer ce genre de système.

Systèmes exclusifs

Il existe plusieurs systèmes privés de notation de l'état des routes et des conduites d'eau et d'égout. La complexité et le coût de ces systèmes varient énormément. Certains peuvent être personnalisés de manière à mieux refléter les besoins de la municipalité. Celle-ci doit toutefois examiner attentivement ses besoins courants et futurs en matière de technologie de l'information (TI) avant de choisir un système privé. Dans certains cas, le système consiste en un module qu'on peut ajouter au système de gestion de l'entretien. Le choix d'un système exclusif doit reposer sur une étude du coût du logiciel et des mises à jour ainsi que certains autres facteurs, comme le soutien technique, la réputation du fournisseur et le coût lié à la personnalisation.

Systèmes publics

Plusieurs organismes et organisations ont mis au point un système de notation de l'état qui reflète l'expérience d'un grand nombre d'experts. Certains ministères des transports provinciaux ont élaboré des systèmes à l'intention des routes et l'American Public Works Association (APWA) a mis au point un système (connu sous le nom de Paver) qui est devenu la norme en matière de notation de l'état des routes. Le Water Research Centre (WRC) au Royaume-Uni et la Environmental Protection Agency (EPA) des États-Unis ont élaboré des systèmes à l'intention des égouts. Au Canada, il n'existe actuellement aucun système normalisé de notation de l'état des conduites d'eau.

3.4 Tâche 4 — Évaluation du comportement

Après avoir quantifié l'état des réseaux de voirie, d'égout et d'eau potable, on doit effectuer une évaluation du comportement de chaque réseau dans le but de prévoir les immobilisations qu'il faudra faire au cours des 10 ou 20 prochaines années.

Il est possible de prévoir le coût de renouvellement des éléments d'un réseau qui sont en mauvais état (c'est-à-dire ceux qui dépassent un certain seuil). Par conséquent, le calendrier de renouvellement de ces éléments dépend du financement disponible chaque année. On peut envisager plusieurs scénarios d'évaluation des compromis entre le niveau de service (c'est-à-dire la notation de l'état), les immobilisations annuelles et le calendrier de renouvellement des éléments en mauvais état.

Il faut vérifier au moyen d'une approche en cascade les plans de renouvellement élaborés à l'aide de l'évaluation du réseau et ce, dans le but de s'assurer que les immobilisations suffiront à assurer la durabilité des réseaux à long terme. Il est possible d'estimer le coût de renouvellement annuel moyen à long terme à l'aide de l'approche en cascade en divisant le coût total de remplacement d'un réseau par sa durée de vie prévue.

Si on possédait suffisamment d'information pour estimer la vitesse à laquelle chaque élément d'un réseau se détériore, on pourrait mieux définir les besoins de renouvellement prévus. Dans tous les cas, on doit mettre l'évaluation du comportement à jour régulièrement pour qu'elle reflète les conditions du moment.

Parmi les systèmes d'évaluation de l'état plus complexes, on retrouve l'évaluation de la probabilité selon laquelle la durée de vie de chaque élément constituant sera celle voulue.

3. Description du travail

3.3 Tâche 3 — Estimation de l'état

3.4 Tâche 4 — Évaluation du comportement

Il est possible d'estimer le coût de renouvellement annuel moyen à long terme à l'aide de l'approche en cascade en divisant le coût total de remplacement d'un réseau par sa durée de vie prévue.

3. Description du travail

3.5 Tâche 5 — Plan de réhabilitation ou de remplacement

3.5 Tâche 5 — Plan de réhabilitation ou de remplacement

Une fois qu'on a établi qu'un élément doit être réhabilité ou remplacé, on doit utiliser une analyse économique pour choisir la méthode de renouvellement la plus rentable. L'analyse sert ordinairement à comparer les solutions de renouvellement en fonction de leur valeur actualisée.⁴

Voici une liste d'exemples de cas où on doit utiliser une analyse économique.

- Est-il plus rentable de remplacer la conduite que de continuer à la réparer?
- Est-il plus rentable de remplacer un égout que d'effectuer plusieurs interventions ponctuelles?
- Est-il plus rentable de réhabiliter une conduite d'eau ou d'égout (pour en prolonger la durée de vie) que de la remplacer immédiatement?
- Est-il plus rentable de poser un tapis d'enrobés sur la chaussée afin d'en prolonger la durée de vie que de procéder à une réfection immédiate?
- Est-il plus rentable de remplacer une conduite d'eau ou d'égout dans le cadre d'une réfection prévue de la route ou de reporter le remplacement de la conduite aussi longtemps que possible?

Une analyse économique doit prendre en considération les répercussions socio-économiques (p. ex. les dérangements causés à la circulation, aux activités commerciales et aux résidents) voulues et non voulues. Plusieurs organisations, notamment le Department of Transportation des États-Unis (1997) et l'AwwaRF (2002), proposent une méthode servant à quantifier ce type de répercussions.

L'InfraGuide a publié deux documents qui résument la règle de l'art relative aux choix de techniques de réhabilitation ou de remplacement des conduites d'eau et des égouts (GNIMD, 2003a,b). Le document intitulé *Pavement Design and Management Guide* (ATC, 1997) donne quant à lui un aperçu d'une approche qui vise à optimiser les immobilisations dans un réseau de voirie.

Le choix de la meilleure stratégie de renouvellement d'un élément ne doit pas être fait uniquement en fonction d'une analyse économique. Le plan de renouvellement doit aussi prendre en considération d'autres facteurs, tels que le risque, les besoins de croissance, les impacts sur l'environnement, l'évolution des politiques et des règlements, et les nouvelles technologies.

Dans le but de maximiser les avantages sociaux et économiques, on doit étudier les besoins en matière d'infrastructures et déterminer quelles sont les zones dans lesquelles on devra concentrer les activités de renouvellement :

- Des programmes de renouvellement de quartier pourraient être créés dans des régions géographiques dont les besoins en matière de renouvellement sont importants;
- Des liens qui nécessitent des travaux de renouvellement relativement à plusieurs éléments d'un réseau pourraient entraîner la modernisation de certains corridors.

Les municipalités doivent idéalement utiliser un système intégré d'aide à la décision, qui facilitera la planification du renouvellement des réseaux de voirie, d'égout et d'eau potable. Seuls quelques systèmes exclusifs sont présentement disponibles au Canada.

4. L'analyse de la valeur actualisée est une technique utilisée pour comparer différents projets qui entraînent différents coûts au cours d'une certaine période de planification. La valeur actualisée représente l'investissement actuel qu'il y aurait lieu de faire à un taux d'actualisation (ou d'intérêt) déterminé pour couvrir le coût initial et futur des travaux.

4. Cas d'utilisation et limitations

4.1 Cas d'utilisation

Toutes les municipalités canadiennes doivent mettre en œuvre une approche intégrée de l'estimation et de l'évaluation des réseaux de voirie, d'égout et d'eau potable. Chaque municipalité doit adapter les pratiques de manière à ce qu'elles reflètent la taille et l'âge (c'est-à-dire l'état) de ses réseaux.

Ce type d'approche revêt une importance particulière pour les municipalités où le volume des travaux de renouvellement en retard est considérable. Un plan de renouvellement intégré est également essentiel pour toute municipalité qui prévoit le déclin de sa population et la réduction de son assiette fiscale. En ce qui a trait aux municipalités qui n'ont aucun problème important, le plan de renouvellement intégré doit servir à cerner les occasions d'améliorer la gestion des réseaux.

Les municipalités doivent reconnaître que la planification intégrée du renouvellement des réseaux municipaux est un processus continu d'amélioration et non seulement un événement unique. La compilation d'inventaires et les inspections détaillées peut prendre des années. Pendant ce temps toutefois, les réseaux s'agrandiront, certains éléments seront remplacés et certains autres se détérioreront.

Les plans de renouvellement doivent être mis à jour environ une fois par année de manière à refléter l'information courante. À la longue, et à mesure que l'information deviendra disponible, ils seront mieux définis et intégrés.

Chaque municipalité doit élaborer un plan d'estimation et d'évaluation de ses infrastructures. Le plan doit définir les objectifs à long et à court terme. Ceux à court terme doivent prendre en compte les réalités liées aux ressources actuelles de la municipalité, tandis que ceux à long terme doivent mener à un plan de renouvellement entièrement intégré.

4.2 Limitations

Il peut être difficile pour les municipalités d'effectuer une estimation et une évaluation intégrées en raison d'un manque de données, d'outils, de ressources ou d'approche normalisée. La préparation et la tenue à jour d'un plan de renouvellement intégré nécessite l'éducation continue des intervenants. Chaque municipalité doit s'efforcer de maintenir un complément adéquat d'employés qualifiés et très motivés qui assureront la gestion de ses réseaux.

4. Cas d'utilisation et limitations

4.1 Cas d'utilisation

4.2 Limitations

Les municipalités doivent reconnaître que la planification intégrée du renouvellement des réseaux municipaux est un processus continu d'amélioration et non seulement un événement unique.

5. Évaluation

Voici plusieurs mesures qui peuvent servir à évaluer l'efficacité des pratiques mentionnées à la section 3 :

- Suivi des dépenses et des dérangements, tant prévus qu'imprévus, dans le but de confirmer l'efficacité de l'approche intégrée. Le suivi doit démontrer que les ressources permettant de gérer les travaux imprévus sont adéquates et que les activités de renouvellement planifiées sont plus rentables. On reconnaît ordinairement que l'entretien préventif des infrastructures municipales est généralement plus rentable que l'entretien réactif.
- Élaboration d'un plan relatif à la préparation de l'inventaire et à la conduite des auscultations. Le plan doit inclure un calendrier et un budget relatifs à l'exercice de ces activités. On doit examiner ces activités régulièrement et s'assurer qu'elles sont conformes au plan.
- Études pilotes visant à confirmer la façon d'aborder la collecte de données et les inspections, et à évaluer l'efficacité des techniques de renouvellement.
- Mise à jour de l'évaluation du comportement et du plan de renouvellement à tous les cinq ou dix ans pour qu'il reflète les conditions du moment et prenne en compte l'efficacité des diverses techniques de renouvellement.
- Suivi et comparaison des cycles de vie réels des divers éléments constituant des infrastructures avec les cycles prévus. Cela permet d'obtenir des données utiles qui valident les hypothèses faites ou fournissent des renseignements plus précis à entrer dans une évaluation mise à jour. La mesure peut également fournir des renseignements qui permettront de modifier les pratiques en matière de conception et de construction, ce qui améliorera en bout de ligne les cycles de vie des infrastructures.

5. Évaluation

On reconnaît ordinairement que l'entretien préventif des infrastructures municipales est généralement plus rentable que l'entretien réactif.

Bibliographie

Bibliographie

ATC (Association des transports du Canada), 1997. *Pavement Design and Management Guide*.

AwwaRF (American Water Works Association Research Foundation), 2002. *Costs of Infrastructure Failure*.

CNRC (Conseil national de recherches Canada), 2000. *Guide pour l'évaluation de l'état et la réhabilitation des égouts collecteurs*.

États-Unis, DOT (Department of Transportation), 1997. *The Value of Saving Travel Time: Departmental Guidance for Conducting Economic Evaluation*. Washington, DC.

GNIMD (Guide national pour des infrastructures municipales durables), 2003a. *Règle de l'art — Choix de techniques de réhabilitation ou de remplacement de conduites d'égout*.

GNIMD, 2003b. *Règle de l'art — Choix de techniques de réhabilitation ou de remplacement de tronçons de réseau de distribution d'eau*.

GNIMD, 2003c. *Règle de l'art — Coordination des travaux d'infrastructures*.

GNIMD, 2003d. *Règle de l'art — Planification et définition des besoins liés aux infrastructures municipales*.

GNIMD, 2003e. *Règles de l'art relatives aux données sur les services publics*.

GNIMD, 2003f. *Règle de l'art — Élaboration d'un plan de renouvellement de réseau de distribution d'eau*.

GNIMD, 2003g. *Règle de l'art — Détérioration et inspection des réseaux de distribution d'eau*.

GNIMD, 2003h. *Règle de l'art — Prévention ou réduction de l'infiltration et de l'eau de captage dans les réseaux collecteurs d'eaux usées*.

WEF (Water Environment Federation) et ASCE (American Society of Civil Engineers), 1994. *Existing Sewer Evaluation and Rehabilitation (Second Edition)*. Manuel de pratiques FD-6 de la WEF et manuels et rapports sur la pratique d'ingénierie no 62 de l'ASCE.

WRc (Water Research Centre), 1986. *Sewerage Rehabilitation Manual*

