

L'eau potable



Élaboration d'un plan de renouvellement de réseau de distribution d'eau

Le présent document est le sixième de la série des règles de l'art en matière de distribution de l'eau potable à la population. 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



Canada

Élaboration d'un plan de renouvellement de réseau de distribution d'eau

Version n° 1.0

Date de publication : Novembre 2003

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

ISBN 1-897094-23-X

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

Introduction

InfraGuide – Innovations
et règles de l'art

Pourquoi le Canada a besoin d'InfraGuide

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

l'environnement, et à la croissance de la population.

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

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

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

la planification des investissements, 5) les protocoles environnementaux et 6) le transport en commun.

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

Un réseau d'excellence de connaissances

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

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

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

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

Joignez-vous à nous

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



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



L'eau potable

Le dicton « Loin des yeux, loin du cœur » s'applique bien aux réseaux de distribution d'eau qui ont été négligés dans de nombreuses municipalités. 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. Les pratiques et techniques de pointe liées aux enjeux prioritaires clés éclaireront les municipalités et les services publics dans les domaines de la prise de décision et des meilleures techniques opérationnelles et d'ingénierie. Des questions telles que la reddition de compte dans le domaine de l'eau, la réduction des pertes en eau et la consommation d'eau, la détérioration et l'inspection des réseaux de distribution, la planification du renouveau, les technologies de remise en état des réseaux d'eau potable et la qualité de l'eau dans les réseaux de distribution y sont abordées.



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.



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.



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.



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

Table des matières

Remerciements	7	4. Cas d'utilisation et limitations	33
Résumé	9	4.1 Cas d'utilisation	33
1. Généralités	11	4.1.1 Démarche descendante	33
1.1 Introduction	11	4.1.2 Démarche ascendante	33
1.2 Objet et portée	11	4.1.3 Plan financier	34
1.3 Mode d'utilisation du document	12	4.2 Limitations	34
1.4 Glossaire	13	5. Évaluation	35
2. Justification	15	Annexe A : Utilisation de la démarche descendante	37
2.1 Contexte	15	Annexe B : Utilisation de la démarche ascendante	45
2.1.1 Vieillesse des infrastructures ..	15	Bibliographie	51
2.1.2 Amélioration du niveau de service ..	16	TABLEAU	
2.1.3 Lois plus strictes en matière de qualité de l'eau	16	Tableau 3-1 : Indicateurs de l'état ou du comportement d'un réseau de distribution d'eau	25
2.1.4 Diminution des ressources financières	16	FIGURES	
2.1.5 Responsabilisation accrue	16	Figure 2-1 : Croissance de la population au Canada.....	15
2.2 Avantages	17	Figure 3-1 : Choix d'autres techniques de renouvellement de conduites d'eau	28
2.3 Risques	17		
3. Description du travail	19		
3.1 Nature du travail à effectuer	19		
3.2 Mode d'exécution du travail	20		
3.2.1 Démarche descendante	20		
3.2.2 Démarche ascendante	23		

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*, 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 de l'eau potable du Guide national, 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 R.V. Anderson Associates Limited, de R.M. Loudon Ltd. et de Réseau Environnement.

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)

Piero Salvo
WSA Trenchless Consultants Inc.
Ottawa (Ontario)

Doug Seargeant
EPCOR, Edmonton (Alberta)

Ernie Ting
Ville de Markham (Ontario)

Michael Tobalt
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.

John Barry
Ville de St. John's (Terre-Neuve-et-Labrador)

James Hannam
Halifax Regional Water Commission
(Nouvelle-Écosse)

Ryan Johnson
Ville de Moose Jaw (Saskatchewan)

Raymond Leclerc
Ville de Montréal (Québec)

Fern Marcuccio
Ville d'Ottawa (Ontario)

Diane Sacher
Ville de Winnipeg (Manitoba)

Doug Seargeant
EPCOR Water Services, Edmonton (Alberta)

Brian Sherping
Ville de Trois-Rivières (Québec)

Ernie Ting
Ville de Markham (Ontario)

Remerciements

Remerciements

Cette règle de l'art n'aurait pu voir le jour sans le leadership et les conseils du comité directeur du projet et du comité directeur technique du *Guide national pour des infrastructures municipales durables* 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)

Membre fondateur

Association canadienne des travaux publics
(ACTP)

RÉSUMÉ

Le présent document contient la description de la règle de l'art relative à l'élaboration d'un plan de renouvellement de réseau de distribution d'eau. Il est fondé sur une analyse documentaire et des sondages effectués auprès de municipalités choisies du Canada tout entier, de même que sur des commentaires d'experts canadiens en distribution d'eau.

Dans le passé, la plupart des municipalités canadiennes mettaient l'accent surtout sur les travaux d'immobilisations requis pour soutenir la croissance de la population. Cependant, le vieillissement des infrastructures, les exigences du public relatives à l'amélioration du niveau de service et de la responsabilisation, de même que la nature plus stricte des lois et la compétition pour des ressources financières limitées, incitent maintenant les municipalités à élaborer un plan de renouvellement de leur réseau de distribution d'eau. Un plan de ce genre doit aborder non seulement le renouvellement continu d'infrastructures qui ont atteint la fin de leur vie utile, mais également les modernisations qui permettront de rendre le réseau conforme à des normes plus exigeantes.

On examine dans le document deux façons complémentaires d'aborder l'élaboration d'un plan de renouvellement de réseau de distribution d'eau : la démarche descendante et la démarche ascendante. La première sert à la planification stratégique à long terme de politiques et de programmes, tandis que la seconde sert à la planification à court terme de projets d'immobilisations.

Démarche descendante

À l'aide de la démarche descendante, il est possible d'estimer les coûts du renouvellement prévu d'un groupe d'éléments d'actif, à l'aide du coût de remplacement et de la durée utile prévue. Le coût de remplacement total d'un réseau d'eau potable (y compris les

installations d'alimentation, de traitement, d'emmagasinement, de distribution et de pompage) est ordinairement de 3 à 4 000 \$ par habitant. Le coût annuel moyen à long terme du remplacement d'un réseau de distribution d'eau est ordinairement de un à deux pour cent du coût de remplacement total du réseau (AwwaRF, 2001). Cela suppose qu'on prévoit que les éléments constituants du réseau auront en moyenne une durée utile de 50 à 100 ans.

Démarche ascendante

L'approche ascendante requiert qu'on procède à l'inventaire détaillé des éléments d'actif, notamment de leur état actuel, de la vitesse à laquelle ils se détériorent et de leur criticité. Tout plan de renouvellement intégré doit aborder les besoins suivants :

- Prise en compte du remplacement des conduites d'eau et des branchements qui ne sont pas conformes aux normes courantes pour ce qui est du diamètre, du matériau ou de l'épaisseur de la couverture.
- Remplacement ou réhabilitation structurale des conduites qui présentent un taux de rupture élevé ou dont les joints fuient.
- Réhabilitation au moyen d'un revêtement non structural des conduites en fonte non revêtues pour lesquelles le pourcentage de ruptures n'est pas élevé, mais dont la capacité hydraulique ou la qualité de l'eau, ou les deux à la fois, est modifiée de façon importante par la détérioration.
- Remplacement des conduites qui sont trop petites (même après un nettoyage et la pose d'un revêtement intérieur) pour fournir le débit requis à la pression adéquate.
- Remplacement des robinets-vannes et des bornes d'incendie qui ne sont pas standard, qui ne fonctionnent pas ou qui fuient.

Résumé

Un plan de ce genre doit aborder non seulement le renouvellement continu d'infrastructures qui ont atteint la fin de leur vie utile, mais également les modernisations qui permettront de rendre le réseau conforme à des normes plus exigeantes.

Les municipalités doivent adopter les principes du recouvrement intégral des coûts, de l'utilisateur-payeur et de la facturation à l'utilisation pour le renouvellement de leur réseau de distribution.

Dans la plupart des cas, on remplace les bornes d'incendie, les robinets-vannes et les branchements en même temps que les conduites. Cependant, lorsque la conduite d'eau est encore en bon état, il se peut qu'on doive remplacer certains des accessoires.

Analyses coûts-avantages

Quand il est possible d'estimer la vitesse de la détérioration, il est également possible de prévoir le moment auquel renouveler les conduites d'eau, à l'aide d'une analyse coûts-avantages. Ce sont surtout des facteurs économiques qui dictent le choix du moment du renouvellement des conduites qui présentent un taux de rupture élevé, dont les joints fuient ou dont la capacité hydraulique est réduite. Cependant, dans le cas des conduites qui ne sont pas conformes aux normes de conception courantes ou dont l'état entraîne la détérioration de la qualité de l'eau, le choix en question est dicté par la gravité du problème, le risque et le financement disponible.

Systèmes de notation de l'état

Une fois qu'elle a établi le besoin de renouveler une conduite d'eau, la municipalité doit utiliser un système de notation de l'état, qui l'aidera à prioriser son programme de renouvellement. Les facteurs inclus dans le système de notation de l'état varient selon la taille de la municipalité, les données disponibles et les conditions propres à chaque réseau. Les grandes municipalités doivent examiner la possibilité de recourir à un système informatisé d'aide à la décision, qui facilitera la planification des travaux de renouvellement.

Toutes les municipalités doivent coordonner le renouvellement de leur réseau de distribution d'eau avec le programme de réhabilitation ou de reconstruction des routes et les autres améliorations qui pourraient être requises pour un nouvel aménagement ou un nouveau réaménagement, afin de minimiser les coûts et les dérangements.

Plan financier

Le plan de renouvellement du réseau de distribution d'eau doit inclure un plan financier qui assure la disponibilité d'un financement adéquat. Les municipalités doivent adopter les principes du recouvrement intégral des coûts, de l'utilisateur-payeur et de la facturation à l'utilisation pour le renouvellement de leur réseau de distribution. Elles peuvent utiliser un indice de l'état des éléments d'actif pour déterminer les tarifs qu'elles doivent facturer aux utilisateurs pour être en mesure de maintenir le réseau en bon état.

Cas d'utilisation et limitations

Toutes les municipalités doivent utiliser la démarche descendante pour prévoir les coûts de renouvellement à long terme, ce qui facilite la planification financière à long terme. Elles doivent en outre préparer un plan de renouvellement à l'aide d'une démarche ascendante fondée sur les principes de la gestion des risques. Ce mode d'élaboration d'un plan de renouvellement intégré exige un investissement de temps et d'argent.

Évaluation

Le programme de renouvellement doit être révisé à tous les cinq ou dix ans de manière à refléter l'état du réseau et l'efficacité des diverses techniques de renouvellement. La municipalité doit suivre les taux de rupture des conduites d'eau, les problèmes de qualité de l'eau, les débits nécessaires à la lutte contre le feu et les débits de fuite de manière à pouvoir établir la vitesse à laquelle les conduites se détériorent et déterminer si le programme est adéquat.

L'utilisation des démarches descendante et ascendante en rapport avec l'élaboration d'un plan de renouvellement de réseau de distribution d'eau est illustrée dans les annexes A et B, respectivement.

1. Généralités

1.1 Introduction

Le présent document donne un aperçu de la règle de l'art relative à l'élaboration d'un plan de renouvellement de réseau de distribution d'eau. Pour le *Guide national pour des infrastructures municipales durables* (InfraGuide), la règle de l'art indique les méthodes et les techniques de pointe relatives à la planification, à la conception, à la construction, à la gestion, à l'évaluation, à l'entretien et à la réhabilitation des infrastructures municipales, méthodes et techniques qui tiennent compte des facteurs économiques, environnementaux et sociaux locaux.

La présente règle de l'art est fondée sur l'analyse de la documentation existante et un sondage mené auprès de municipalités choisies du Canada tout entier, de même que sur les commentaires d'experts en distribution d'eau de partout au Canada.

1.2 Objet et portée

Le présent document donne un aperçu de la règle de l'art relative à l'élaboration d'un plan de renouvellement de conduites de distribution d'eau et d'accessoires (c.-à-d. les bornes d'incendie, les robinets-vannes et les branchements d'eau). Il ne traite pas de l'élaboration d'un plan de renouvellement de puits ou d'installations d'alimentation, de traitement, de pompage ou d'emmagasinement d'eau.

Il convient de noter qu'il existe une différence fondamentale entre la planification du renouvellement des conduites de distribution d'eau et la planification de celui des conduites maitresses.¹ Le principal objectif d'un plan de renouvellement des conduites de distribution consiste à minimiser les coûts complets sur le cycle de vie des conduites, tandis que celui d'un plan de renouvellement des conduites maitresses consiste à minimiser les défaillances.²

Dans certains cas, il n'est pas pratique de contrôler l'état des conduites maitresses et de prévoir avec exactitude le moment auquel les renouveler. Il est donc souvent nécessaire de prévoir dans le réseau d'adduction d'eau une certaine redondance qui permettra de mettre les éléments constitutifs essentiels hors service à des fins d'entretien ou de réparations.

La règle de l'art présentée ici porte surtout sur les réseaux de distribution d'eau. Bien que la plupart des concepts s'appliquent également aux réseaux d'adduction, la planification du renouvellement de ce genre de réseau doit être plus proactive en raison de l'importance accrue des répercussions de la défaillance du réseau.

Dans le présent document, le renouvellement d'un réseau de distribution d'eau inclut aussi bien la réhabilitation que le remplacement des éléments constitutifs du réseau. Même s'il faut reconnaître qu'un entretien adéquat devrait prolonger la vie utile d'un réseau de distribution, le document ne traite pas expressément des pratiques d'entretien.

1. Généralités

1.1 Introduction

1.2 Objet et portée

Bien que la plupart des concepts s'appliquent également aux réseaux d'adduction, la planification du renouvellement de ce genre de réseau doit être plus proactive en raison de l'importance accrue des répercussions de la défaillance du réseau.

1. Les conduites de distribution servent à satisfaire les besoins locaux, tandis que les conduites maitresses relient la source d'alimentation aux installations d'emmagasinement, aux conduites de distribution et peut-être aux postes de surpression. Le diamètre seuil qui sépare les deux catégories n'est pas une valeur absolue, mais il est effectivement dans une certaine mesure en corrélation avec la taille du réseau.

2. Il n'y a essentiellement aucune différence entre l'objectif d'un plan de renouvellement des conduites de distribution et celui d'un plan de renouvellement des conduites maitresses quand on adopte une philosophie de gestion des risques; l'objectif consiste alors à minimiser ceux-ci. Il se peut que la municipalité soit prête à accepter un plus grand nombre de ruptures de conduites de distribution, parce que les conséquences des ruptures se limitent généralement au coût des réparations. Par ailleurs, il se peut qu'elle ne soit pas prête à accepter les ruptures de conduites maitresses, à cause de l'importance de leurs répercussions.

1. Généralités

1.3 Mode d'utilisation du document

La règle de l'art repose sur un processus à cinq étapes qui est applicable aux routes ainsi qu'aux réseaux de distribution d'eau, de collecte des eaux d'égout et de collecte des eaux pluviales; elle reconnaît aussi que les décisions concernant l'un ou l'autre de ces réseaux pourraient avoir une incidence sur les décisions à venir concernant les autres réseaux.

1.3 Mode d'utilisation du document

On mentionne dans la section 2 certaines des raisons pour lesquelles il est prudent d'élaborer un plan de renouvellement de réseau de distribution d'eau, de même que les risques possibles que comporte la mise en pratique de la présente règle de l'art. Dans la section 3, on présente deux approches complémentaires de l'élaboration d'un plan de renouvellement de réseau de distribution d'eau. Les annexes contiennent deux exemples qui illustrent les approches en question. Dans la section 4, on présente certains des cas d'utilisation et des limitations de la règle de l'art. Enfin, on décrit dans la section 5 plusieurs mesures qu'une municipalité peut utiliser pour évaluer l'efficacité de la règle de l'art. On trouvera tout au long du document des références permettant d'obtenir des renseignements supplémentaires sur des questions précises.

Le lecteur doit être conscient du fait que, avant la publication du présent document, InfraGuide avait déjà publié plusieurs autres règles de l'art pertinentes à la planification du renouvellement d'un réseau de distribution d'eau, notamment les règles suivantes :

- **Règles de l'art relatives aux données sur les services publics** — Le document présente un fondement et un guide à l'intention des municipalités canadiennes qui souhaitent entreprendre le processus de détermination, de stockage et de gestion d'information sur les services publics.
- **Détérioration et inspection des réseaux de distribution d'eau** — Le document donne un aperçu de la règle de l'art relative à l'auscultation d'un réseau de distribution d'eau dans le but de détecter toute détérioration du réseau. On y décrit également les processus de détérioration des réseaux de distribution et les facteurs qui peuvent influencer sur la vitesse de détérioration.

- **Choix de techniques de réhabilitation ou de remplacement de tronçons de réseau de distribution d'eau** — Le document donne un aperçu de la règle de l'art relative au choix de techniques de réhabilitation ou de remplacement de conduites d'eau et d'accessoires connexes.

- **Coordination des travaux d'infrastructures** — La règle de l'art aborde cinq domaines de prestation de service, notamment les pratiques de coordination, la modernisation de corridors, les pratiques restrictives, les processus d'approbation et l'amélioration de la communication, et les considérations d'ordre technique.

- **Approche intégrée de l'estimation et de l'évaluation des réseaux municipaux de voirie, d'égout et d'eau potable** — Le document donne un aperçu de la règle de l'art relative à l'évaluation intégrée des infrastructures municipales au niveau réseau. La règle de l'art repose sur un processus à cinq étapes qui est applicable aux routes ainsi qu'aux réseaux de distribution d'eau, de collecte des eaux d'égout et de collecte des eaux pluviales; elle reconnaît aussi que les décisions concernant l'un ou l'autre de ces réseaux pourraient avoir une incidence sur les décisions à venir concernant les autres réseaux.

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

On peut également trouver d'autres règles de l'art liées au présent sujet sur le site Web du Guide, à l'adresse <www.infraguide.ca>.

1.4 Glossaire

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

Déficit relatif aux infrastructures — Écart entre le niveau actuel des investissements et celui jugé suffisant pour la mise en place de nouvelles infrastructures, de même que pour l'entretien ou le renouvellement adéquat des infrastructures existantes au cours de leur cycle de vie; également appelé travaux de renouvellement en retard.

Démarche ascendante — Approche détaillée relative à l'élaboration d'un plan de renouvellement qui prévoit que le choix du moment du renouvellement de l'élément d'actif est fonction de l'état ou du comportement de l'élément.

Démarche descendante — Façon simplifiée d'aborder l'élaboration d'un plan de renouvellement, qui permet d'estimer les coûts prévus du renouvellement d'un groupe d'éléments d'actif, à l'aide du coût de remplacement et de la durée utile prévue théorique.

Indice d'état d'élément d'actif — Indice qu'on obtient en divisant le déficit relatif aux infrastructures par le coût de remplacement total relatif à un élément d'actif ou à un groupe d'éléments. On considère qu'un élément d'actif est en bon état quand son indice d'état (IEEA) est inférieur à cinq pour cent, dans un état acceptable quand l'IEEA se situe entre cinq et dix pour cent, et en mauvais état quand l'indice est supérieur à dix pour cent.

Protection cathodique — Système destiné à réduire le taux de corrosion d'un métal en faisant de celui-ci une cathode. Pour ce faire, on induit un faible courant direct dans le métal à protéger en y fixant une anode sacrificielle ou en utilisant une protection par courant imposé. Par protection cathodique « complète », on entend habituellement la pose d'anodes à intervalles réguliers le long d'une conduite d'eau en métal existante (dans un sol corrosif). Par protection cathodique « aux points névralgiques », on entend habituellement la pose d'une anode sur des conduites d'eau ou des accessoires métalliques existants (dans un sol corrosif) lorsque la conduite ou l'accessoire est mis au jour pour réparations.

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

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 ou remplacement.

1. Généralités

1.4 Glossaire

2. Justification

2.1 Contexte

Dans le passé, la plupart des municipalités canadiennes mettaient l'accent surtout sur les travaux d'immobilisations requis pour soutenir la croissance de la population et ne tenaient que peu compte du besoin de renouveler leur réseau de distribution. Cependant, ces dernières années, les municipalités ont fait face au besoin croissant d'élaborer un plan de renouvellement de réseau de distribution d'eau à cause du vieillissement des infrastructures, de l'amélioration du niveau de service, de lois plus strictes en matière de qualité de l'eau, de la diminution des ressources financières et d'une responsabilisation accrue.

2.1.1 Vieillesse des infrastructures

Certains réseaux d'eau potable municipaux du Canada ont été mis en place il y a plus de 100 ans. Bien que certains éléments constituant des réseaux d'origine aient déjà été remplacés, on retrouve encore bon nombre de ces éléments qui sont en service et qui doivent être remplacés. En outre, la plupart des municipalités canadiennes ont vu leur population croître de façon importante après la Deuxième Guerre mondiale (figure 2-1). Les infrastructures construites durant les années 50 ont maintenant plus de 50 ans et, dans bon nombre de cas, il faudra les renouveler dans un proche avenir. L'investissement dans les renouvellements devra augmenter de façon importante lorsqu'il faudra renouveler les infrastructures qui ont été mises en place durant les années 1950.

2. Justification

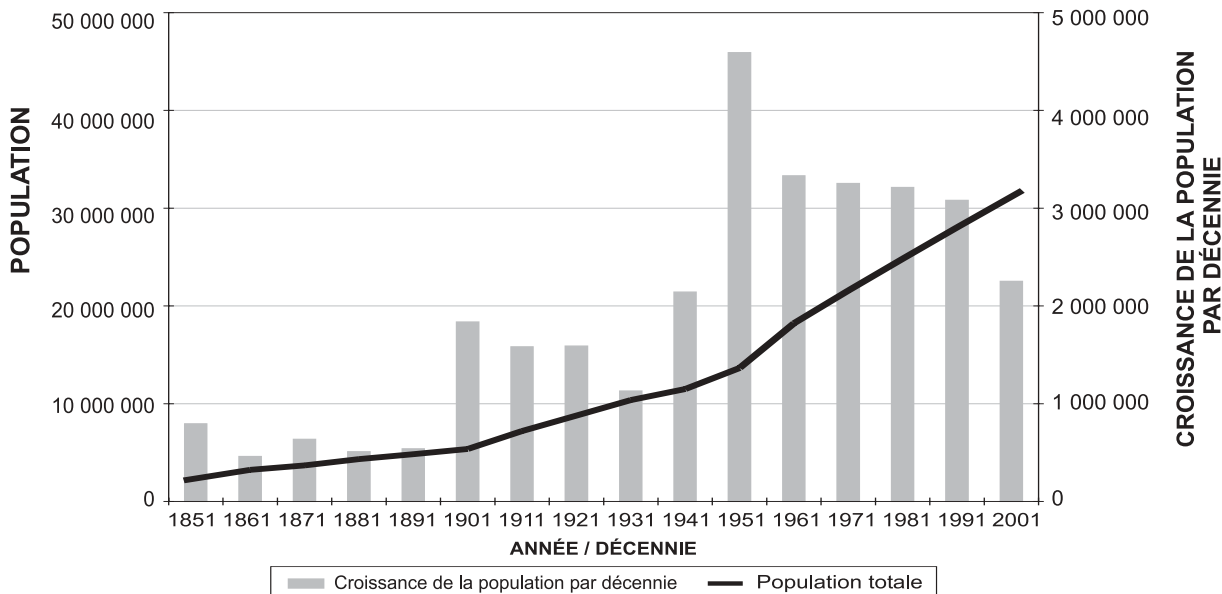
2.1 Contexte

Figure 2-1

Croissance de la population au Canada

Le public s'attend maintenant à une alimentation continue en eau salubre et esthétiquement acceptable, à une pression adéquate et stable.

Figure 2-1 : Croissance de la population au Canada.



2. Justification

2.1 Contexte

Le plan intégré de renouvellement de réseau de distribution d'eau offre un moyen systématique d'aborder les problèmes d'ordre technique, économique ou administratif, tels que le niveau de service, le coût du service et la gestion des risques.

2.1.2 Amélioration du niveau de service

Le niveau de service auquel le public canadien s'attend a augmenté de façon importante au cours des années. Le public s'attend maintenant à une alimentation continue en eau salubre et esthétiquement acceptable, à une pression adéquate et stable. La tolérance est faible, même dans le cas des interruptions occasionnelles de l'alimentation en eau. Qui plus est, la demande d'eau et les débits nécessaires à la lutte contre le feu ont augmenté au cours des années, ce qui a créé dans certains cas le besoin de conduites et de branchements d'eau de plus grand diamètre. Pour maintenir un niveau de service élevé, les municipalités doivent élaborer et mettre en œuvre un plan de renouvellement de leur réseau de distribution.

2.1.3 Lois plus strictes en matière de qualité de l'eau

Il est maintenant généralement reconnu et accepté dans le domaine que la qualité de l'eau peut se détériorer dans le réseau de distribution. Dans bon nombre de cas, le renouvellement du réseau de distribution est souvent nécessaire afin de satisfaire aux exigences réglementaires relatives à la qualité de l'eau.

2.1.4 Diminution des ressources financières

Dans le passé, de nombreuses municipalités canadiennes comptaient sur les subventions des gouvernements provincial et fédéral pour financer les grands projets de renouvellement des infrastructures. Cependant, ces dernières années, les subventions accordées par les gouvernements supérieurs pour le renouvellement des réseaux d'eau potable ont diminué de façon importante. Les municipalités sont donc forcées de trouver des moyens de recouvrer l'intégralité des coûts relatifs à leur réseau de distribution d'eau, ce qui, à son tour, favorise le besoin d'un plan financier servant à satisfaire les besoins en matière de renouvellement.

2.1.5 Responsabilisation accrue

À la lumière des exigences relatives à l'amélioration du niveau de service, et de l'augmentation des coûts, le public canadien exige maintenant que le processus décisionnel soit plus transparent. En 1999, le Governmental Accounting Standards Board (GASB) des États-Unis, a introduit une exigence appelée GASB34 en vertu de laquelle les gouvernements d'État et les administrations locales sont tenus de comptabiliser leurs immobilisations en infrastructures et de présenter chaque année un rapport pertinent. D'autres pays ont des exigences semblables, notamment le Royaume-Uni et l'Australie. En 2002, le gouvernement de l'Ontario a adopté le projet de loi 175 (*Loi sur la durabilité des réseaux d'eau et d'égouts*). La Loi crée l'obligation pour les municipalités de l'Ontario d'évaluer tous les coûts relatifs à la prestation de services d'eau potable et d'égout, et de produire un rapport connexe, puis de préparer et de mettre en œuvre des plans destinés à recouvrer ces coûts. Chaque municipalité de l'Ontario devra élaborer un plan de renouvellement de réseau de distribution d'eau afin de quantifier l'intégralité des coûts relatifs à la fourniture d'eau potable. Avec le temps, des lois semblables seront peut-être promulguées dans d'autres parties du Canada.

Le plan intégré de renouvellement de réseau de distribution d'eau offre un moyen systématique d'aborder les problèmes d'ordre technique, économique ou administratif, tels que le niveau de service, le coût du service et la gestion des risques. Le plan de renouvellement doit comporter les objectifs suivants :

- Protection de la santé publique.
- Prestation d'un niveau de service élevé.
- Minimisation des coûts durant le cycle de vie.
- Minimisation des risques.
- Durabilité du réseau de distribution d'eau.
- Financement adéquat et fonds dépensés de façon efficiente.

2.2 Avantages

La liste qui suit résume certaines des raisons pour lesquelles il est avantageux d'élaborer un plan de renouvellement de réseau de distribution d'eau.

- La municipalité sera en mesure de gérer le renouvellement de son réseau de manière proactive et d'ainsi minimiser les coûts des mesures réactives et les risques liés aux retombées socio-économiques. Autrement dit, une approche proactive doit permettre de minimiser les coûts et les risques durant le cycle de vie.
- La municipalités sera en mesure de quantifier les coûts relatifs à son réseau durant le cycle de vie. Elle améliorera ainsi sa planification à long terme (tant technique que financière) et sa gestion des risques. La planification à long terme est particulièrement importante dans le cas des municipalités dont la population (c.-à-d. l'assiette fiscale) diminue.
- Un plan de renouvellement intégré rend le processus décisionnel plus transparent et offre une certaine mesure de responsabilisation aux clients.
- Un plan de renouvellement intégré doit favoriser le recouvrement intégral des coûts au moyen des tarifs facturés aux utilisateurs, ce qui garantit à son tour un financement stable et adéquat, et favorise l'utilisation efficiente des ressources.
- Un plan de renouvellement intégré doit permettre la planification intégrée des infrastructures municipales (c.-à-d. le réseau de distribution d'eau, le réseau de collecte des eaux usées, le réseau de collecte des eaux pluviales, les routes, les trottoirs et les autres services publics) de façon à minimiser les coûts totaux et les dérangements causés aux résidents et aux entreprises.
- Un plan est un outil précieux servant à éduquer, à expliquer et à démontrer le niveau d'immobilisations aux politiques chargés d'approuver les budgets de réseau d'eau potable ainsi qu'au public, qui « réglera la facture ».

2.3 Risques

La mise en pratique de la présente règle de l'art comporte certains risques possibles.

- Il faudra des ressources supplémentaires (c.-à-d. en personnel et en matériel) pour élaborer et tenir à jour le plan de renouvellement.
- Il pourrait y avoir un manque de soutien du plan de renouvellement de la part des intervenants (p. ex. les opérateurs, les politiques et le public) dans le cas d'un réseau qui n'a pas encore connu de problèmes importants ou quand il faut augmenter les tarifs d'eau pour payer les coûts du plan.
- Un plan de renouvellement qui ne repose pas sur des principes d'ingénierie solides ou dans lequel il manque des données risque de ne pas être crédible.
- L'augmentation des tarifs d'eau destinée à soutenir le plan de renouvellement pourrait entraîner une diminution de la consommation et, si celle-ci n'est pas comptabilisée à l'avance, une insuffisance de recettes.

2. Justification

2.2 Avantages

2.3 Risques

Autrement dit, une approche proactive doit permettre de minimiser les coûts et les risques durant le cycle de vie.

3. Description du travail

3. Description du travail

3.1 Nature du travail à effectuer

On peut décrire le cadre d'un plan de renouvellement de réseau de distribution d'eau en posant sept questions :

1. Que possède-t-on?
2. Quelle en est la valeur?
3. Quelle en est l'état?
4. Que doit-on faire?
5. Quand doit-on le faire?
6. Combien cela coûtera-t-il?
7. Comment va-t-on payer les travaux?

Il existe deux façons complémentaires d'aborder l'élaboration d'un plan de renouvellement de réseau de distribution d'eau : la démarche descendante et la démarche ascendante. Les deux approches diffèrent dans les détails nécessaires à la préparation du plan et dans la façon dont il est possible de mettre les résultats en pratique. La démarche descendante prévoit l'utilisation des données « réseau », qui sont plus facilement accessibles, et sert à la planification stratégique à long terme de politiques et de programmes, tandis que la démarche ascendante prévoit l'examen de chaque élément d'actif et sert à la planification à court terme de projets d'immobilisations. La planification à court terme couvre ordinairement une période de moins de 10 ans et la planification à long terme, une période de 10 à 100 ans.

Quand on utilise la démarche descendante, on peut estimer les coûts prévus du renouvellement d'un groupe d'éléments d'actif à l'aide du coût de remplacement et de la durée de vie prévue. La démarche descendante est compatible avec la méthode de la comptabilité d'exercice dont l'utilisation

est répandue dans le monde des affaires et celui des services publics réglementés, méthode dans laquelle les dépenses d'immobilisations incluent la dépréciation de la valeur d'un élément d'actif au cours de sa vie utile théorique.

La démarche ascendante requiert qu'on procède à l'inventaire détaillé des éléments d'actif, y compris de l'état actuel et de la vitesse de détérioration de chaque élément. Bien qu'elle ne soit limitée par aucune méthode comptable, la démarche ascendante se prête à la méthode de la comptabilité de caisse, dont l'utilisation prédomine dans les entreprises de service public d'eau canadiennes. Dans le cas de la méthode de la comptabilité de caisse, les mises de fond nettes sont portées aux dépenses sur une base annuelle. Pour confirmer que les immobilisations en renouvellement suffisent à assurer la durabilité à long terme du réseau de distribution d'eau, il faut procéder régulièrement à une évaluation de l'état du réseau.

Il est possible de déterminer rapidement l'ampleur des coûts prévus à long terme du renouvellement d'un réseau de distribution d'eau à l'aide de la démarche descendante. Par ailleurs, il se peut que l'élaboration à l'aide de la démarche ascendante d'un plan de renouvellement annuel intégré prenne plusieurs années dans le cas d'un réseau étendu, en raison du fait qu'il faut alors procéder à un inventaire détaillé des éléments constitutants et à l'évaluation de l'état du réseau. On pourra à la longue utiliser les résultats obtenus à l'aide de la démarche ascendante pour raffiner la démarche descendante.

3.1 Nature du travail à effectuer

Pour confirmer que les immobilisations en renouvellement suffisent à assurer la durabilité à long terme du réseau de distribution d'eau, il faut procéder régulièrement à une évaluation de l'état du réseau.

3. Description du travail

3.2 Mode d'exécution du travail

3.2 Mode d'exécution du travail

3.2.1 Démarche descendante

La présente section décrit la démarche descendante utilisée pour élaborer un plan de renouvellement de réseau de distribution d'eau. On trouvera à l'annexe A la démonstration de l'utilisation de la démarche en question.

1. Que possède-t-on?

Même si elle ne possède aucun inventaire détaillé de son réseau de distribution d'eau, la municipalité doit pouvoir estimer la longueur totale des conduites et le nombre d'accessoires à l'aide des hypothèses suivantes.³

- Longueur totale des conduites d'eau — ordinairement de 4 à 6 m par habitant;
- Nombre total de bornes d'incendie — ordinairement une borne pour chaque 150 à 250 m de conduite d'eau;
- Nombre total de robinets-vannes — ordinairement un robinet-vanne pour chaque 100 à 150 m de conduite d'eau;
- Nombre total de branchements d'eau — ordinairement de 0,2 à 0,3 branchement par habitant; et
- Nombre total de compteurs d'eau — ordinairement égal au nombre total de branchements d'eau.

Pour dresser l'inventaire complet du réseau de distribution d'eau, la municipalité doit également compiler la capacité nominale de chaque station de traitement d'eau, puits, poste de pompage et installation d'emménagement. L'information se trouve habituellement dans les rapports de conception, les manuels d'exploitation et d'entretien, ou les permis.

2. Quelle en est la valeur?

On peut utiliser plusieurs méthodes pour quantifier la valeur d'un réseau de distribution d'eau (p. ex. le coût initial, le coût déprécié ou le coût de remplacement). Dans le cas de la démarche descendante, la valeur doit être en fonction du coût de remplacement. On peut estimer les coûts unitaires de remplacement des éléments constituant d'un réseau de distribution d'eau à l'aide de données obtenues d'autres municipalités, d'entrepreneurs locaux, de marchés de construction récents ou de rapports techniques (AwwaRF, 2001; CNRC, 2002). Le coût de remplacement total d'un réseau de distribution d'eau (y compris l'alimentation, le traitement, la distribution, l'emménagement et le pompage) est ordinairement de 3 à 4 000 \$ par habitant.⁴

3. Quel en est l'état?

Dans le cas de la démarche descendante, l'âge des éléments constituant du réseau de distribution est ordinairement l'indicateur d'état le plus utile et le plus simple. Il faut reconnaître que l'âge n'est pas toujours un bon indicateur d'état, puisque de nombreux facteurs physiques, environnementaux ou opérationnels peuvent avoir une incidence sur l'état d'une conduite d'eau (p. ex. le matériau, le revêtement intérieur, le revêtement extérieur, l'épaisseur de la paroi de la conduite, le type et les caractéristiques du sol). Idéalement, on doit découper la longueur totale des conduites d'eau d'un réseau en groupes homogènes (p. ex. différentes combinaisons de matériau de conduite et de type de sol) pour tenir compte des différentes durées de vie prévues des groupes. Il est important de noter ici que l'approche ascendante (traitée à l'article 3.2.2), qui est plus détaillée, exige que les entreprises de service public possèdent des données plus détaillées sur leur réseau de distribution afin de pouvoir éliminer le plus possible de conjecture du processus de sélection.

3. D'après les études menées par R.V. Anderson Associates Limited pour sept municipalités canadiennes dont la population variait de 50 à 500 000 habitants.

4. D'après des études menées par R.V. Anderson Associates Limited pour sept municipalités canadiennes dont la population variait de 50 à 500 000 habitants.

Il convient également de remarquer que certaines techniques de réhabilitation ne s'appliquent qu'à certains matériaux de conduite. Par exemple, les revêtements intérieurs non structuraux ne sont applicables qu'aux conduites en fonte non revêtues ou en acier.

La protection cathodique est applicable aux conduites en fonte, aux conduites en acier, aux conduites sous pression en béton et aux accessoires métalliques (p. ex. les robinets-vannes, les bouches d'incendie et les branchements d'eau en cuivre) qui sont posés dans un sol corrosif et n'ont pas été protégés par un autre moyen (p. ex. un revêtement extérieur ou une protection en polyéthylène). La protection cathodique pourrait aussi s'appliquer aux accessoires métalliques posés sur des conduites non métalliques (p. ex. en PVC ou en PEHD).

Quand il n'est pas facile de déterminer l'année de construction de chacun des éléments constituants du réseau de distribution d'eau, il est raisonnable de supposer que l'agrandissement du réseau a eu lieu à peu près au même rythme que l'accroissement de la population de la municipalité. On peut obtenir des données historiques sur la population en consultant les dossiers municipaux ou en s'adressant à Statistique Canada. L'année au cours de laquelle le service municipal d'eau potable a été instauré devrait également se trouver dans les archives municipales. L'année de construction des bâtiments peut elle aussi servir à estimer l'âge des conduites d'eau d'une rue donnée.

4. Que doit-on faire?

On peut utiliser diverses techniques de réhabilitation ou de remplacement pour renouveler les conduites d'eau (voir la règle de l'art intitulée *Choix de techniques de réhabilitation ou de remplacement de tronçons de réseau de distribution d'eau*).

Pour remplacer les conduites détériorées, on peut procéder en tranchée à ciel ouvert ou utiliser une technique sans tranchée. On peut également réhabiliter les conduites en posant un revêtement intérieur structural quand le remplacement est trop coûteux ou trop perturbateur.

La corrosion interne des conduites d'eau en fonte non revêtues peut causer des problèmes de qualité de l'eau et réduire la capacité hydraulique des conduites. Il est possible de réhabiliter les conduites de ce type qui n'ont pas connu de taux de rupture élevé en y posant un revêtement intérieur non structural. La possibilité de poser un revêtement intérieur dans une conduite ou de la protéger de façon cathodique dépend de sa condition structurale et d'autres facteurs locaux.

Les bornes d'incendie, les robinets-vannes et les branchements d'eau à l'intérieur de la réserve routière sont normalement remplacés au moment du remplacement ou de la réhabilitation des conduites. Il peut toutefois être nécessaire dans certains cas de remplacer ces accessoires avant la conduite. On doit estimer la durée de vie prévue des bornes d'incendie, des robinets-vannes et des branchements d'eau en fonction de facteurs locaux.

5. Quand doit-on le faire?

La durée de vie utile des éléments constituants d'un réseau de distribution d'eau varie selon plusieurs facteurs, tels que les matériaux de construction, la qualité des travaux, les conditions de sol, la qualité de l'eau et le niveau d'entretien. Pour les besoins de la démarche descendante, on peut supposer pour chaque élément constituant du réseau une durée de vie fondée sur les moyennes en vigueur dans l'industrie. Il est par conséquent possible d'estimer la durée de vie restante de chaque élément en soustrayant l'âge de l'élément de la durée de vie supposée.

Pour quantifier les coûts durant le cycle de vie d'un réseau de distribution, il est nécessaire de prévoir les coûts relatifs à chaque élément constituant durant au moins un cycle de vie. Comme certains éléments constituants peuvent avoir un cycle de vie de plusieurs décennies, les prévisions de coûts se font ordinairement sur un horizon de planification de 100 ans. Elles se font en outre par tranches de 10 ans et on tient compte de la précision de l'analyse.

3. Description du travail

3.2 Mode d'exécution du travail

La durée de vie utile des éléments constituants d'un réseau de distribution d'eau varie selon plusieurs facteurs, tels que les matériaux de construction, la qualité des travaux, les conditions de sol, la qualité de l'eau et le niveau d'entretien.

3. Description du travail

3.2 Mode d'exécution du travail

Le défi lié au financement du renouvellement des infrastructures est en réalité beaucoup plus un défi en matière de planification qu'un défi financier.

Il est possible de calculer les coûts de remplacement prévus et d'en tracer le graphique à l'aide d'un tableur électronique. On peut également utiliser un modèle informatique pour prévoir les coûts de remplacement. Mentionnons à titre d'exemple les modèles KANEW (AwwaRF, 1999), WARP (CNRC, 2001a), et Nessie (AwwaRF, 2001).

6. Combien cela coûtera-t-il?

Il est possible d'estimer les coûts prévus du remplacement d'un réseau de distribution d'eau en faisant la somme des coûts de remplacement prévus pour chaque élément constituant du réseau. Il est possible d'estimer les coûts prévus de la réhabilitation de conduites d'eau en fonte en fonction de la longueur totale de conduites à réhabiliter et des coûts unitaires relatifs à un revêtement intérieur non structural. Le calendrier d'exécution de la réhabilitation de conduites d'eau en fonte dépend du financement disponible et de l'urgence des besoins.

Le coût annuel moyen à long terme du renouvellement d'un réseau de distribution d'eau est ordinairement de un à deux pour cent du coût de remplacement total (AwwaRF, 2001). Cela suppose que la durée de vie prévue des éléments constituant le réseau est en moyenne de 50 à 100 ans. Comme la plupart des réseaux de distribution d'eau du Canada ont connu un taux de croissance élevé au cours des années 1950 et 1960, on s'attend à ce que les coûts de renouvellement augmentent de façon importante au cours des prochaines années, puisque les éléments constituant qui ont été posés durant cette période arrivent à la fin de leur vie utile. Lorsqu'on trace la courbe des coûts, on donne parfois à la « bosse » qu'on y voit le nom de « courbe de Nessie » (AwwaRF, 2001).

7. Comment va-t-on payer les travaux?

Selon un rapport de l'AwwaRF (2001),

le défi lié au financement du renouvellement des infrastructures est en réalité beaucoup plus un défi en matière de planification qu'un défi financier. Il est facile de trouver les fonds nécessaires au fonctionnement du réseau et les capitaux nécessaires aux réinvestissements. La partie difficile consiste à connaître l'ampleur et le taux des réinvestissements à faire. L'entreprise de service public qui ne dispose d'aucun moyen fiable de savoir qu'elle a optimisé le taux de remplacement de manière à atténuer les répercussions des échos démographiques sur ses finances ne peut rassurer complètement les marchés financiers quant à l'efficacité de la façon dont elle gère le risque.

Les municipalités doivent adopter les principes mentionnés ci-après au moment d'élaborer le plan de renouvellement de leur réseau de distribution d'eau.

- **Recouvrement intégral des coûts** — Tout les coûts de fonctionnement, d'entretien et d'immobilisations doivent être recouverts par l'entremise des tarifs d'eau.
- **Approche de l'utilisateur-payeur** — La facturation des consommateurs d'eau est directement proportionnelle aux coûts de la prestation du service.
- **Approche de la facturation à l'utilisation** — Les investissements dans le renouvellement d'un réseau de distribution d'eau doivent être continus et les sources de revenu actuelles doivent donc suffire à couvrir ce coût permanent. Il est toutefois souvent nécessaire d'émettre des obligations pour financer un investissement unique et important (p. ex. l'agrandissement de la station de traitement d'eau) ou un important investissement urgent.

Il est important de prévoir les coûts de renouvellement durant au moins un cycle de vie pour chaque élément constituant de manière à pouvoir élaborer un plan financier qui prévoit les augmentations de coûts.

Une des techniques servant à évaluer l'appropriation du financement relatif au renouvellement d'un réseau de distribution d'eau porte le nom d'indice d'état d'élément d'actif (IEEA).⁵ Il est possible de calculer l'IEEA au cours de toute année donnée en divisant le déficit relatif aux infrastructures par la valeur de l'actif. Le déficit relatif aux infrastructures est la différence entre les immobilisations nécessaires et les immobilisations réelles, et il peut s'accumuler avec le temps. On considère qu'un réseau est en bon état quand l'IEEA est inférieur à cinq pour cent, qu'il est dans un état acceptable quand l'IEEA se situe entre cinq et dix pour cent, et qu'il est en mauvais état quand l'indice est supérieur à dix pour cent.

Il faut analyser plusieurs scénarios pour déterminer les augmentations de tarif qui seraient nécessaires au maintien de l'IEEA sous dix pour cent à long terme. Il convient de noter que de faibles augmentations des tarifs d'eau à court terme pourraient augmenter de façon importante les recettes à long terme en raison de l'effet composé. Dans certains cas, il est prudent de créer un fonds de réserve ou un fonds d'amortissement qui permettra de mettre de côté les fonds qui serviront à couvrir les augmentations importantes d'immobilisations qui risquent de s'avérer nécessaires à l'avenir.

Une autre technique consisterait à créer une norme de niveau de service et à estimer le niveau de financement qui serait requis pour maintenir le réseau conforme à la norme établie. Celle-ci pourra varier selon le facteur de criticité si on utilise l'approche fondée sur la gestion des risques (p. ex. cinq ruptures/kilomètre/année dans le cas des conduites en secteur résidentiel dont le facteur de criticité est faible par opposition à une rupture/kilomètre/année dans le cas des conduites qui sont plus critiques).

3.2.2 Démarche ascendante

Contrairement à la démarche descendante, qui insiste sur les coûts à long terme relatifs au renouvellement d'un *groupe d'éléments actif*, la démarche ascendante cherche à quantifier les coûts à court terme relatifs au renouvellement de *chaque élément constituant* du réseau de distribution. Elle suit le cadre décrit plus haut dans le cas de la démarche descendante. On trouvera à l'annexe B un cas d'utilisation de la démarche ascendante.

La démarche ascendante doit incorporer les principes de gestion des risques selon lesquels le processus décisionnel tient compte aussi bien de la probabilité d'une défaillance que des conséquences connexes. Dans le passé, bon nombre de municipalités ont priorisé les plans de renouvellement de réseau de distribution d'eau de manière à minimiser les coûts d'immobilisations sans tenir compte des coûts socio-économiques, tels que les répercussions sur la circulation, les répercussions sur les clients sensibles (p. ex. les hôpitaux), les dommages causés aux biens, les dommages causés aux autres infrastructures et la perte d'activité économique.

L'adoption d'une approche fondée sur la gestion des risques permet d'améliorer le niveau de service offert aux clients, de même que de minimiser les coût et les risques durant le cycle de vie. L'AwwaRF a publié un rapport (2002) sur les coûts d'une défaillance des infrastructures, dans lequel il est dit que :

dans le cadre de l'élaboration d'un plan d'entretien et de la prise de décisions relative à la réparation, au remplacement ou à la remise à neuf, on doit faire un choix entre un réseau d'eau potable à plus bas coût dans lequel des défaillances périodiques imposent des coûts sociaux aux clients et un système qui minimise les défaillances au prix de coûts de fonctionnement plus élevés pour les clients (page 1).

3. Description du travail

3.2 Mode d'exécution du travail

La démarche ascendante doit incorporer les principes de gestion des risques selon lesquels le processus décisionnel tient compte aussi bien de la probabilité d'une défaillance que des conséquences connexes.

5. L'IEEA a été mis au point par la National Association of College and University Business Officers pour permettre de quantifier l'importance de l'entretien reporté pour les portefeuilles immobiliers (NACUBO, 1990).

3. Description du travail

3.2 Mode d'exécution du travail

Dans le rapport de l'AwwaRF, on examine plusieurs méthodes élaborées par d'autres industries pour estimer les coûts sociaux, notamment :

- les interruptions de service pour les clients;
- la perturbation de la circulation;
- les dommages causés par les inondations; et
- les pertes économiques directes ou indirectes.

1. Que possède-t-on?

La démarche ascendante requiert qu'on procède à l'inventaire détaillé et à l'évaluation de l'état de chaque élément constituant. Le tableau 3-1 résume certaines des données physiques qui doivent être incluses dans l'inventaire des conduites d'eau. Toutes les municipalités doivent compiler les données physiques de base. Elles doivent également tenir compte du besoin de compiler certaines des autres données physiques avancées qu'on retrouve dans le tableau 3-1, ce qui facilitera l'élaboration d'un plan de renouvellement.

À la lumière de l'importante quantité de données requises pour l'élaboration d'un plan de renouvellement intégré, la municipalité doit compiler l'inventaire dans une base de données électronique et prévoir une interface avec un système d'information géographique (SIG). L'inventaire doit être coordonné avec d'autres applications, telles qu'un système de gestion de l'entretien. InfraGuide a publié un

document intitulé *Règles de l'art relatives aux données sur les services publics*, qui décrit un cadre de gestion de l'information, de même que les éléments de données de base.

2. Quelle en est la valeur?

Idéalement, les données de coût incorporées dans la démarche ascendante doivent être assez précises pour les besoins de l'élaboration d'un budget d'immobilisations. Quand l'inventaire est compilé dans une base de données électronique, il est possible de créer des « tableaux de consultation » qui incluent les coûts unitaires relatifs au remplacement des conduites d'eau, des robinets-vannes, des bornes d'incendie et des branchements. On doit y indiquer clairement si les coûts unitaires incluent la remise en état, l'ingénierie, les frais imprévus et les taxes.

La base de données peut également inclure des multiplicateurs de coûts qui reflètent la difficulté relative de la pose d'une conduite d'eau en fonction de l'emplacement (p. ex. route locale, artère) ou des conditions environnementales (p. ex. nappe phréatique élevée, conditions difficiles de sol ou de roc). La base de données peut également inclure une estimation des économies possibles liées au remplacement d'une conduite d'eau au moment de la reconstruction de la route ou d'un égout.

Tableau 3-1 : Indicateurs de l'état ou du comportement d'un réseau de distribution d'eau.

Facteur	De base	Avancés	
Physique	Longueur de la conduite Diamètre de la conduite Matériau de la conduite Année de pose	Épaisseur de la paroi de la conduite Revêtement de la conduite Fabricant de la conduite Protection cathodique/année Protection en polyéthylène	Matériau des branchements Diamètre des branchements Densité des branchements Profondeur de la nappe phréatique Classification de la route
Structural	Taux de rupture	Tendances en matière de ruptures Profondeur du puits	Type de sol Résistivité du sol
Hydraulique	Débit de lutte contre l'incendie Pression d'eau interne	Facteur C Chute de pression lorsqu'on ouvre une borne d'incendie Vitesse d'écoulement/Perte de charge en cas de forte demande	
Qualité de l'eau	Nombre de plaintes Revêtement intérieur de la conduite/année Chlore résiduel Turbidité	Concentration de fer Concentration de plomb	
Fuites	Nombre de fuites Volume des fuites	Type de joints Coefficient de l'IWA relatif aux fuites dans les infrastructures	
Conformité aux normes de conception courantes	Matériau de la conduite Séparation des égouts	Profondeur de la conduite	
Importance/possibilités de danger/conséquences d'une défaillance	Diamètre de la conduite Matériau de la conduite	Conséquences d'une interruption de service Sécurité du public Perturbation de la circulation Possibilités de dommages aux biens Coût de réparation	

3. Description du travail

3.2 Mode d'exécution du travail

Tableau 3-1
Indicateurs de l'état ou du comportement d'un réseau de distribution d'eau.

3. Description du travail

3.2 Mode d'exécution du travail

Les municipalités qui connaissent un taux élevé de rupture de conduites d'eau doivent examiner la possibilité de procéder à une analyse plus détaillée de la détérioration des conduites à l'aide de modèles statistiques ou physiques.

3. Quel en est l'état?

La description de la détérioration d'un réseau de distribution d'eau comporte quatre catégories générales : structure, capacité hydraulique, fuites et qualité de l'eau. Certains facteurs physiques, environnementaux et opérationnels qui contribuent à la détérioration des réseaux d'eau potable sont mentionnés dans une autre règle de l'art intitulée *Détérioration et inspection des réseaux de distribution d'eau*.

La règle de l'art relative à l'auscultation des réseaux de distribution d'eau repose sur une approche à deux étapes. La première étape nécessite l'évaluation préliminaire des problèmes possibles à l'aide des données que chaque municipalité doit collecter de façon systématique. La seconde étape nécessite l'étude plus détaillée de problèmes déterminés en fonction des conclusions de l'évaluation préliminaire. Le tableau 3-1 mentionne certaines conditions relatives aux indicateurs de comportement relatifs à la structure, à la capacité hydraulique, aux fuites et à la qualité de l'eau.

Les municipalités qui connaissent un taux élevé de rupture de conduites d'eau doivent examiner la possibilité de procéder à une analyse plus détaillée de la détérioration des conduites à l'aide de modèles statistiques ou physiques.

Modèles statistiques

Le Conseil national de recherches Canada (CNRC) a procédé à l'examen complet des modèles statistiques qui ont été créés dans le but de quantifier la détérioration structurale des conduites d'eau à partir de données historiques sur le comportement (Kleiner and Rajani, 2001). Les modèles ont été classés en deux groupes : les modèles déterministes et les modèles probabilistes. Les premiers prédisent les taux de rupture relatifs à des groupes homogènes de conduites d'eau à partir de l'âge et de l'historique des ruptures de conduites. Les seconds peuvent tenir

compte d'autres variables susceptibles d'avoir une incidence sur les taux de rupture (p. ex. le type de sol, la pression de service, le millésime des tuyaux et le nombre de ruptures précédentes).

Modèles physiques

Le CNRC a aussi précédé à l'examen complet des modèles physiques qu'on a créés pour quantifier la détérioration structurale des conduites d'eau (Rajani et Kleiner, 2001). Les modèles ont été classés en deux groupes : les modèles déterministes et les modèles probabilistes. Ceux-ci cherchent à quantifier certains facteurs, tels que la corrosion, la charge due au gel, l'interaction tuyau-sol, la résistance structurale résiduelle et les effets de la température.

L'AwwaRF a publié un rapport (2002b) qui décrit un modèle mécaniste qu'il est possible d'utiliser pour prioriser la réhabilitation ou le remplacement des conduites en fonte. Le modèle comprend quatre modules :

- Un module de chargement des conduites qui sert à estimer les charges internes et externes maximales probables qui s'exercent sur une conduite et les contraintes qui en résultent;
- Un module de détérioration de conduites qui sert à estimer la profondeur de la corrosion externe et la résistance restante théorique;
- Un module de corrélation statistique qui sert à estimer la résistance résiduelle de la conduite en tant que fonction de l'épaisseur de paroi restante; et
- Un module de rupture de conduite qui sert à estimer le rapport (c.-à-d. le facteur de sécurité) entre la résistance résiduelle de la conduite et la contrainte maximale qui s'exerce sur celle-ci.

Les résultats obtenus peuvent servir à élaborer un plan de remplacement priorisé qui prévoit le classement des conduites selon le facteur de sécurité.

Dans certains cas, il se peut que de vieilles conduites d'eau ne montrent pas de détérioration importante, mais elles sont trop petites (p. ex. de moins de 150 mm de diamètre) pour fournir le débit nécessaire de nos jours à la lutte contre le feu ou leur couverture est insuffisante et on doit donc envisager de les remplacer.

Dans le cas des robinets-vannes et des bornes d'incendie, le cycle de vie et la façon d'aborder le renouvellement ne sont pas les mêmes que dans le cas des conduites. On doit inspecter et faire fonctionner ces accessoires régulièrement pour s'assurer qu'ils sont accessibles, en état de fonctionner et conformes aux normes de conception courantes, et qu'ils ne fuient pas. Les robinets-vannes et les bornes d'incendie qui ne respectent pas ces exigences doivent être réparés ou, si nécessaire, remplacés.

On doit attribuer à chaque élément constituant un facteur de criticité qui reflète les conséquences de sa défaillance. Le facteur peut tenir compte des volumes de circulation, des types de client, de l'emplacement (le quartier des affaires, par exemple), de l'importance hydraulique, du type de route (un pont, par exemple), etc. Une conduite maîtresse doit avoir un facteur de criticité plus élevé qu'une conduite de distribution qui dessert une rue résidentielle.

4. Que doit-on faire?

La figure 3–1 illustre l'organigramme du choix d'autres techniques de renouvellement de conduites d'eau. Une conduite qui n'est pas conforme aux normes de conception courantes ou qui est sous-dimensionnée doit être remplacée et ne peut être réhabilitée. Dans le même ordre d'idées, les conduites qui sont en mauvais état structural ne sont pas admissibles à une réhabilitation non structurale (c.-à-d. à un nettoyage et à la pose d'un revêtement intérieur).

Il est également évident lorsqu'on consulte la figure 3–1 qu'il existe plusieurs techniques de renouvellement de remplacement pour chaque indicateur d'état ou de comportement. Un rapport (GNIMD, 2003) préparé pour InfraGuide documente la règle de l'art relative au choix de techniques en rapport avec le renouvellement d'un réseau de distribution d'eau. Dans le même ordre d'idées, l'AwwaRF (2002a) a mis au point un système d'aide à la décision qui permet de choisir la technique de renouvellement de conduites d'eau la plus appropriée.

3. Description du travail

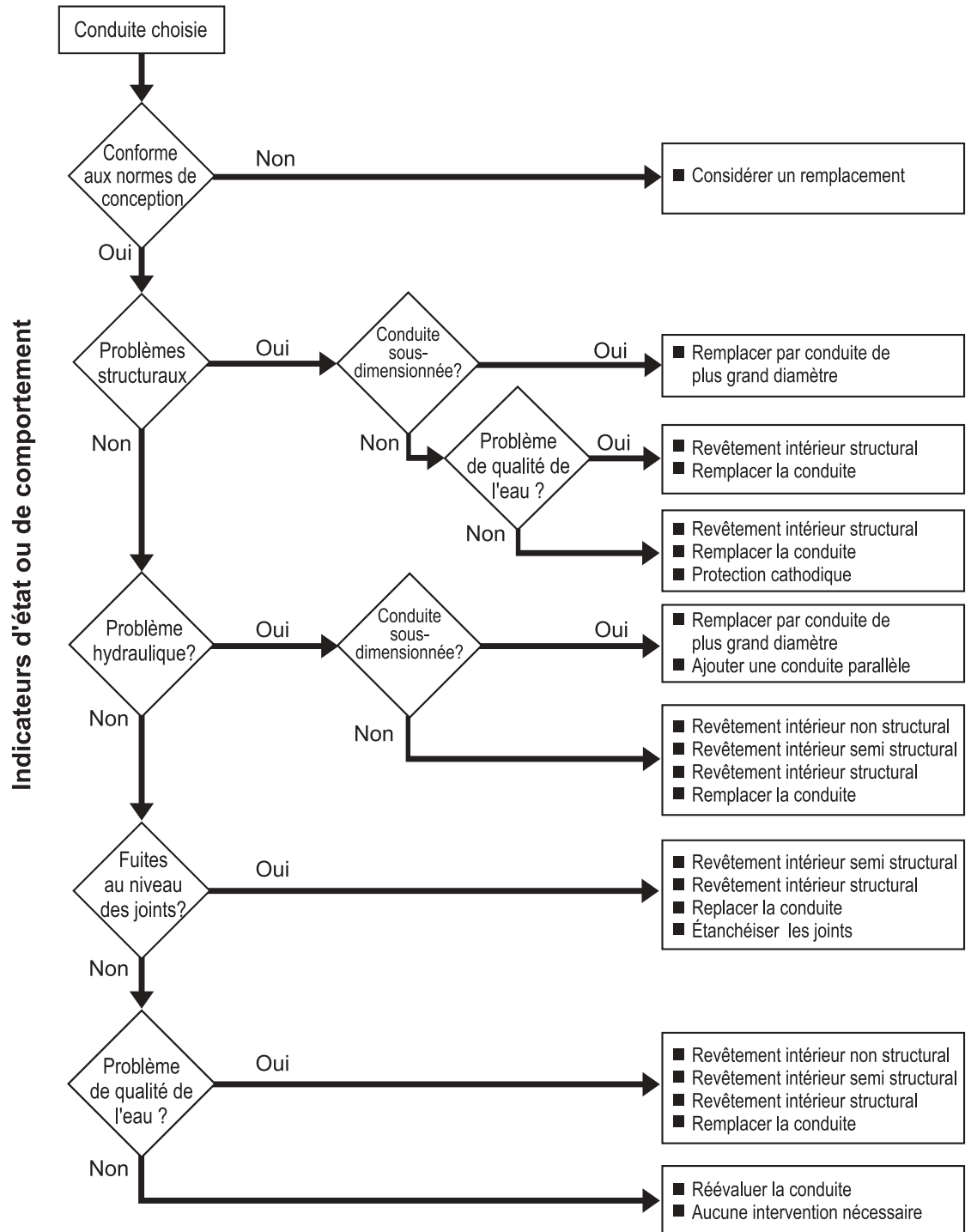
3.2 Mode d'exécution du travail

3. Description du travail

3.2 Mode d'exécution du travail

Figure 3-1
Choix d'autres techniques de renouvellement de conduites d'eau.

Figure 3-1 : Choix d'autres techniques de renouvellement de conduites d'eau.
(Tirée de AwwaRF, 2002a)



Fait à remarquer, il pourrait y avoir plusieurs techniques de renouvellement techniquement réalisables pour un tronçon de conduite d'eau déterminé. La durée de vie prévue peut toutefois varier selon la technique retenue. Il faut donc choisir la technique la plus rentable à partir de l'analyse du cycle de vie qui permet d'obtenir la valeur actualisée la plus faible⁶. L'analyse du cycle de vie doit prendre en compte non seulement les coûts relatifs à la réparation, à la réhabilitation et au remplacement des infrastructures, mais également les coûts socio-économiques.

Le plan de distribution d'eau intégré détermine les besoins suivants :

- Examen des possibilités de remplacement des conduites et des branchements d'eau qui ne sont pas conformes aux normes de conception actuelles en ce qui a trait au diamètre ou au matériau de la conduite, ou aux deux à la fois, de même qu'à l'épaisseur de la couverture.
- Remplacement ou réhabilitation structurale des conduites qui présentent un taux de rupture élevé ou des joints qui fuient.
- Réhabilitation des conduites en fonte non revêtues par la pose d'un revêtement intérieur non structural dans le cas des conduites qui n'ont pas connu de taux de rupture élevé, mais dont la capacité hydraulique ou la qualité de l'eau est modifiée de façon importante par la détérioration de la conduite.
- Remplacement des conduites dont le diamètre est trop petit (même après qu'elles aient été nettoyées et revêtues) pour permettre de fournir les débits requis à une pression adéquate.
- Protection cathodique des conduites d'eau, des raccords et des accessoires métalliques posés dans des sols corrosifs.
- Remplacement ou réhabilitation des conduites très essentielles avant leur défaillance.

- Réparation ou remplacement des robinets-vannes et des bornes d'incendie qui ne sont pas standard, qui ne sont pas aptes au fonctionnement ou qui fuient.

De nombreux facteurs influent sur le choix de la technique de renouvellement la plus appropriée pour chaque tronçon de conduite d'eau. Il convient de noter que certaines techniques ne sont pas disponibles localement. Il convient également de noter que, en raison des coûts de mobilisation élevés relatifs à certaines techniques de réhabilitation, celles-ci ne sont rentables que lorsque la longueur des conduites à réhabiliter est importante.

5. Quand doit-on faire les travaux?

On doit procéder à une analyse coûts-avantages pour déterminer le choix du moment le plus efficient relativement à ce qui suit :

- Est-il plus rentable de remplacer une conduite ou de la réhabiliter structurellement plutôt que de continuer à la réparer?
- Quand le sol est corrosif, est-il rentable de soumettre une conduite d'eau en métal ou d'autres composants métalliques (p. ex. les robinets, les bornes d'incendie et les raccords) à une protection cathodique pour en prolonger la vie utile?
- Est-il plus rentable de réhabiliter une conduite en fonte non revêtue plutôt que de continuer à payer des coûts de pompage élevés ou à poser des conduites supplémentaires pour assurer la capacité hydraulique requise?
- Est-il plus rentable de réhabiliter les joints qui fuient dans les conduites de grand diamètre plutôt que de continuer à perdre de l'eau?
- Est-il plus rentable de coordonner les travaux avec d'autres projets (p. ex. la reconstruction d'une route ou le remplacement d'un égout) pour obtenir des avantages synergiques?

3. Description du travail

3.2 Mode d'exécution du travail

L'analyse du cycle de vie doit prendre en compte non seulement les coûts relatifs à la réparation, à la réhabilitation et au remplacement des infrastructures, mais également les coûts socio-économiques.

6. L'analyse de la valeur actualisée est une technique utilisée pour comparer des plans qui présentent des coûts différents au cours d'une période de planification donnée. La valeur actualisée représente l'investissement qu'il faudrait faire à un moment donné à un taux d'actualisation (ou d'intérêt) déterminé pour payer les coûts initiaux et futurs des ouvrages.

3. Description du travail

3.2 Mode d'exécution du travail

- Il faut prendre en compte les facteurs socio-économiques (la criticité) et environnementaux. Il peut alors être plus économique de remplacer ou de réhabiliter une conduite avant que celle-ci ne se rompe.

Quand il est possible d'estimer la vitesse de la détérioration, il est possible de prévoir le moment du renouvellement des conduites d'eau en procédant à une analyse coûts-avantages. Le choix du moment du renouvellement des conduites qui connaissent un taux de rupture élevé, des joints qui fuient ou une capacité hydraulique réduite est dicté surtout par des facteurs économiques. Cependant, dans le cas des conduites qui ne sont pas conformes aux normes de conception courantes ou dans lesquelles la qualité de l'eau est médiocre, il est dicté par la gravité du problème et le financement disponible.

Pour minimiser les coûts et les interruptions de service, il faut coordonner le programme proposé de renouvellement de conduites d'eau avec les projets de reconstruction d'égouts ou de routes ainsi que les modernisations qui pourraient s'avérer nécessaires dans le cas d'un nouvel aménagement ou d'un réaménagement. En outre, on doit regrouper les tronçons de conduite d'eau à renouveler selon la zone géographique afin de minimiser les coûts et les interruptions de service.

Dans la plupart des cas, les bornes d'incendie, les robinets-vannes et les services d'eau sont remplacés en même temps que les conduites. Cependant, lorsque la conduite est encore en bon état, il peut être nécessaire de remplacer certains accessoires avant de remplacer la conduite elle-même.

Une fois qu'elle a établi le besoin de renouveler une conduite d'eau, la municipalité doit utiliser un système de notation de l'état, qui l'aidera à prioriser le programme de renouvellement. Elle pourra utiliser plusieurs facteurs pour quantifier l'état ou le comportement d'une conduite en ce qui a trait à l'état structural, la capacité hydraulique, les fuites et la qualité de l'eau. Le système de notation d'état doit également incorporer l'information sur l'importance et le potentiel de risque de chaque conduite d'eau.

Le nombre de facteurs à inclure dans le système de notation de l'état varie selon la taille de la municipalité, les données disponibles et les conditions propres à chaque réseau. Les grandes municipalités doivent examiner la possibilité de recourir à un système informatisé d'aide à la décision, qui facilitera la planification des renouvellements.

6. Combien cela coûtera-t-il?

Les coûts de renouvellement prévus relatifs aux éléments constitutifs du réseau de distribution d'eau peuvent être estimés à l'aide de renseignements provenant d'autres municipalités, d'entrepreneurs locaux, de marchés de construction récents ou de rapports techniques (AwwaRF, 2001; CNRC, 2002). Remarquez que les estimations de coûts relatives à certaines techniques de renouvellement sont très propres au site.

On doit comparer les coûts de renouvellement prévus aux coûts estimatifs à l'aide de la démarche descendante pour s'assurer que le plan à court terme est compatible avec celui à long terme.

7. Comment va-t-on payer les travaux?

Les tarifs facturés aux utilisateurs constituent la source de revenus privilégiée qui garantit un niveau stable et adéquat de financement des travaux de renouvellement et favorise l'utilisation efficiente des ressources. Dans certains cas, la municipalité a ajouté un supplément aux comptes d'eau, ce qui génère des recettes supplémentaires servant à couvrir le coût du renouvellement du réseau de distribution (p. ex. un programme de remplacement des conduites en fonte) et améliorer la sensibilisation au besoin de programmes de ce genre.

Comme les programmes de renouvellement de réseau de distribution d'eau sont continus et que les immobilisations nécessaires ne changent pas radicalement d'une année à l'autre, il est préférable d'utiliser le financement actuel. La municipalité doit suivre les coûts relatifs au renouvellement de son réseau de distribution d'eau séparément dans le budget d'immobilisations afin de s'assurer que les dépenses sont adéquates et efficaces.

La capacité financière, c'est le concept de la capacité de payer, par opposition à celui de la volonté de payer, auquel les décideurs sont plus sensibles. On évalue souvent la capacité de payer en exprimant les redevances d'eau en tant que pourcentage du revenu médian des ménages (RMM). La Environmental Protection Agency des États-Unis offre des renseignements sur la capacité de payer l'eau potable (EPA, 1997), le coût abordable de l'eau étant généralement considéré correspondre à un à deux pour cent du RMM. Une étude britannique (Sawkins, J.W. et V.A. Dickie, 2002) mentionne un niveau d'abordabilité repère relatif à l'eau et aux redevances d'eau d'égout qui équivaut à trois pour cent du RMM. Le revenu familial canadien médian en 2000 était de 51 000 \$ (Statistique Canada, 2002), ce qui, à un équivalent de 1,5 p. 100, signifie qu'une facture d'eau annuelle de 765 \$ en moyenne devrait être abordable. Bien entendu, les conditions locales varient.

On compare parfois les coûts de l'eau à ceux des autres services pour favoriser l'approbation de tarifs plus élevés. Les coûts de l'eau additionnés de ceux des eaux d'égout se situent souvent dans la même plage que ceux du service de câblodistribution ou de télévision par satellite, que bon nombre de personnes trouvent abordable.

3. Description du travail

3.2 Mode d'exécution du travail

Les coûts de l'eau additionnés de ceux des eaux d'égout se situent souvent dans la même plage que ceux du service de câblodistribution ou de télévision par satellite, que bon nombre de personnes trouvent abordable.

4. Cas d'utilisation et limitations

4.1 Cas d'utilisation

Toutes les municipalités du Canada devraient utiliser à la fois la démarche descendante et la démarche ascendante pour élaborer un plan de renouvellement de réseau de distribution d'eau. Les démarches doivent être adaptées à chaque municipalité de manière à refléter la taille et l'âge (c.-à-d. l'état) du réseau. Dans certains cas, en particulier celui d'une municipalité de petite taille qui ne possède aucune expertise à l'interne en planification de renouvellement, il peut être nécessaire de retenir les services d'un ingénieur-conseil ayant la compétence voulue, qui aidera à l'élaboration d'un plan de renouvellement.

Idéalement, la municipalité possède déjà un plan intégré de renouvellement du réseau de distribution d'eau avant que des défaillances sérieuses s'accumulent, ce qui lui permettra de mettre au point une façon ordonnée d'aborder le renouvellement du réseau. Le plan intégré de renouvellement du réseau de distribution d'eau revêt une importance particulière pour les municipalités dans lesquelles le volume des travaux de renouvellement en retard est déjà important. Il est en outre essentiel dans le cas des municipalités qui prévoient le déclin de leur population et de leur assiette fiscale. Dans le cas des municipalités qui ne connaissent aucun problème important, le plan de renouvellement doit définir les occasions d'améliorer la gestion du réseau.

4.1.1 Démarche descendante

Toutes les municipalités doivent prévoir les coûts de renouvellement à long terme à l'aide de la démarche descendante. Les municipalités de petite taille peuvent appliquer la démarche à l'aide d'un tableur électronique. Les grandes municipalités peuvent utiliser un modèle informatique tel que KANEW, WARP, ou Nessie. Peu importe les outils utilisés, il est prudent de créer une illustration graphique des coûts de renouvellement prévus, de façon à communiquer clairement l'ampleur des augmentations de coûts prévues.

4.1.2 Démarche ascendante

Toutes les municipalités doivent élaborer un plan de renouvellement de réseau de distribution d'eau à l'aide d'une démarche ascendante fondée sur les principes de la gestion des risques. Toutes les municipalités doivent dresser un inventaire de leur réseau de distribution, ce qui en facilitera le fonctionnement et l'entretien, de même que la planification du renouvellement. L'inventaire doit inclure un facteur de criticité pour chaque élément constituant du réseau.

On doit effectuer des analyses de coûts durant le cycle de vie qui permettront de déterminer le moment optimal auquel renouveler chaque élément constituant, de même que la technologie la plus appropriée à utiliser. Les analyses en question doivent prendre en compte les coûts socio-économiques.

4. Cas d'utilisation et limitations

4.1 Cas d'utilisation

Toutes les municipalités du Canada devraient utiliser à la fois la démarche descendante et la démarche ascendante pour élaborer un plan de renouvellement de réseau de distribution d'eau.

4. Cas d'utilisation et limitations

4.1 Cas d'utilisation

4.2 Limitations

Toutes les municipalités doivent mettre en œuvre un système de notation de l'état qui facilitera la planification du renouvellement à l'aide de la démarche ascendante. Le nombre de paramètres de notation de l'état, de critères de rendement et d'outils technologiques varie pour chaque municipalité selon des facteurs physiques, environnementaux et opérationnels. Les grandes municipalités doivent examiner la possibilité d'utiliser un système informatisé d'aide à la décision, qui facilitera la planification du renouvellement du réseau.

4.1.3 Plan financier

Toutes les municipalités doivent reconnaître qu'un plan financier fixant les niveaux d'immobilisations annuels, les sources de revenus et les choix en matière de financement fait partie intégrante du plan de renouvellement à long terme et garantit la disponibilité de fonds suffisants pour assurer la durabilité du réseau de distribution. Il est essentiel que tous les intervenants adoptent un plan financier, en même temps que le plan de renouvellement à long terme qui mentionne les besoins en matière de renouvellement des infrastructures ainsi que les raisons et les priorités connexes.

4.2 Limitations

Il se peut que l'élaboration d'un plan intégré de renouvellement du réseau de distribution d'eau représente un certain défi pour la municipalité en raison d'un manque de données, d'outils, de ressources et d'approche standard. L'éducation permanente de tous les intervenants est nécessaire à l'élaboration et à la tenue à jour d'un plan de renouvellement de réseau de distribution d'eau. La municipalité doit s'efforcer de maintenir un effectif adéquat d'employés compétents et très motivés qui assureront la gestion du réseau de distribution.

La valeur du plan est égale à celle des données qui servent à le préparer. La municipalité dont les données d'inventaire sont incomplètes ou qui ne possède pas suffisamment de données sur le comportement du réseau fera face à certaines limitations tant qu'elle n'aura pas terminé l'acquisition de données.

La démarche ascendante exige un investissement de temps et d'argent.

5. Évaluation

On trouvera dans les points qui suivent la description de plusieurs mesures qui peuvent servir à évaluer l'efficacité des pratiques décrites dans la section 3.

- Comparaison et justification des prévisions de coûts de renouvellement prévus obtenues à l'aide des démarches descendante et ascendante.
- Suivi des taux de rupture de conduites d'eau, des paramètres de qualité de l'eau, des plaintes de clients et des fuites en vue d'établir les vitesses de détérioration.
- Contrôle du déficit relatif aux infrastructures et de l'indice d'état d'élément d'actif (IEEA).
- Études pilotes visant à évaluer l'efficacité de diverses techniques de renouvellement.
- Contrôle des dépenses de renouvellement du réseau de distribution permettant de s'assurer qu'elles sont adéquates et efficaces. En particulier, contrôle des dépenses en entretien réactif dans le but de s'assurer qu'elles n'augmentent pas de façon dramatique avec le temps (c.-à-d. que les dépenses en entretien réactif ne doivent pas augmenter de façon dramatique quand les immobilisations en renouvellement sont adéquates).

- Contrôle des interruptions de service en ce qui a trait au nombre de clients touchés (de même que la classe de clients) et le temps passé hors service.
- Menée de sondages sur la satisfaction des clients.

Le programme de renouvellement du réseau de distribution d'eau doit être mis à jour à tous les cinq à dix ans de façon à refléter l'état du réseau, de même que la mise à jour des programmes de renouvellement relatifs aux routes et aux égouts.

Annexe A :

Utilisation de la démarche descendante

A. Utilisation de la démarche descendante

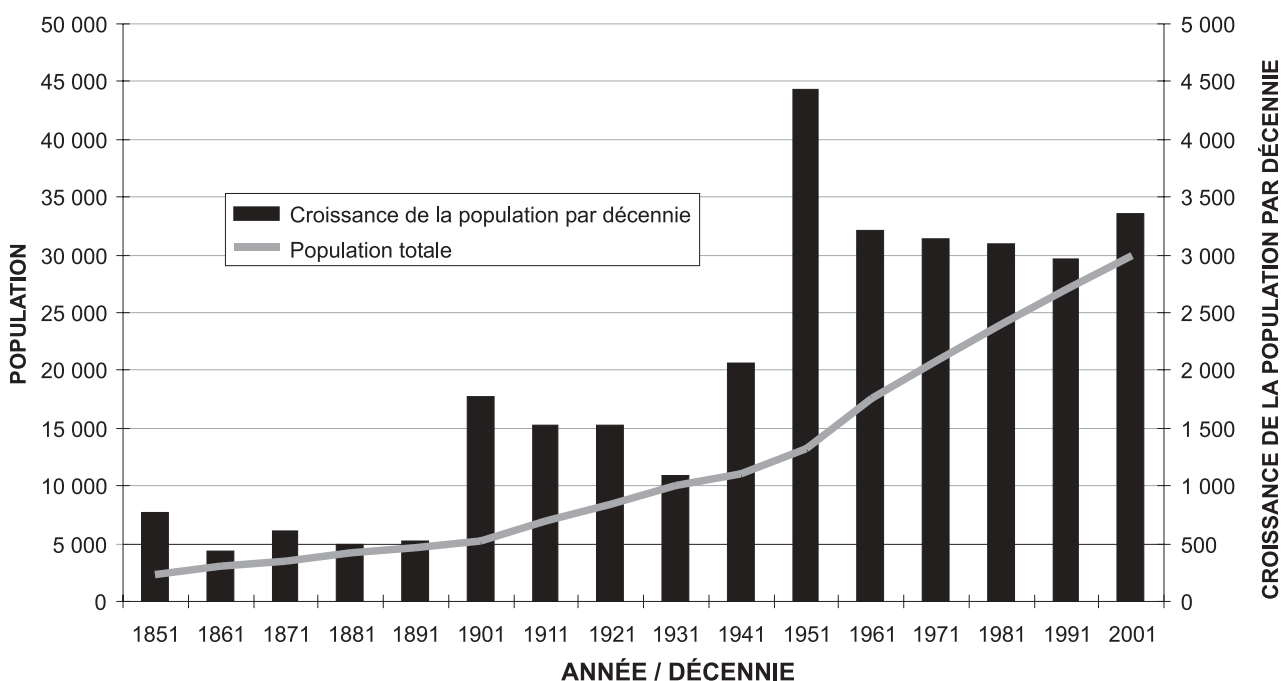
Introduction

La présente annexe décrit un exemple de la démarche descendante relative à l'élaboration d'un plan de renouvellement de réseau de distribution d'eau. L'exemple est fondé sur une municipalité fictive (appelée « Petite Ville ») ayant une population de 30 000 habitants, population dont le taux de croissance est illustré dans la figure A-1. Petite Ville a connu une croissance importante au cours des années 1950.

Figure A-1

Croissance de la population de Petite Ville

Figure A-1 : Croissance de la population de Petite Ville.



Il convient de noter que les hypothèses utilisées dans le présent exemple (p. ex. les coûts unitaires et les durées de vie prévues) ne sont fournies qu'à des fins d'illustration. Chaque municipalité doit utiliser les coûts unitaires et les durées de vie prévues qui sont appropriées dans le cas de son réseau.

A. Utilisation de la démarche descendante

Tableau A-1

Coût de remplacement des éléments constituant du réseau d'eau potable de Petite ville

Figure A-2

Coût de remplacement des éléments constituant du réseau d'eau potable de Petite ville

1. Que possède-t-on?

Petite Ville possède des conduites d'eau dont la longueur totale est d'environ 150 km (c.-à-d. 5 m par habitant). La longueur totale des conduites se divise comme suit :

- Soixante pour cent des conduites sont en fonte non revêtue (mises en place avant 1960);
- Vingt pour cent des conduites sont en fonte ductile revêtue (posées entre 1960 et 1980); et
- Vingt pour cent des conduites sont en PVC (posées depuis 1980).

Petite Ville possède environ 1 500 robinets-vannes, 1 000 bornes d'incendie, de même que 8 600 branchements d'eau et compteurs.

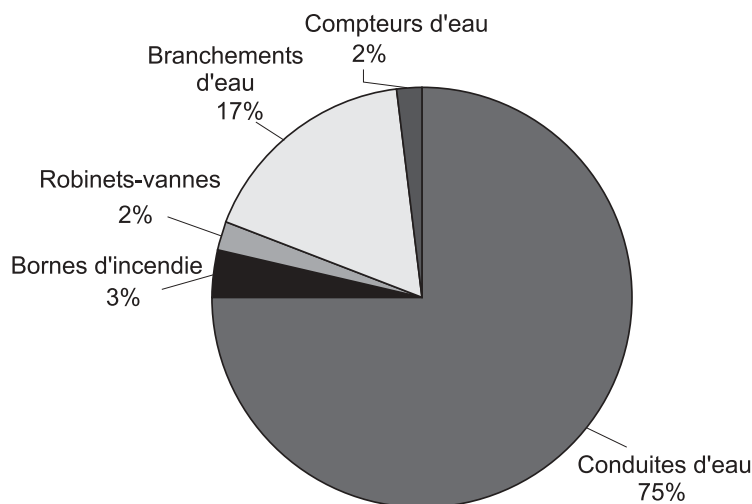
2. Quelle en est la valeur?

Le tableau A-1 résume le coût de remplacement estimatif des éléments constituant du réseau de distribution d'eau. Le coût de remplacement total du réseau de Petite Ville est d'environ 100 millions de dollars, soit 3 333 \$ par habitant.

Tableau A-1 : Coût de remplacement des éléments constituant du réseau d'eau potable de Petite Ville.

	Quantité	Coût unitaire	Coût de remplacement (millions de dollars)
Conduites d'eau	150 km	500 \$/m	75,0 \$
Bornes d'incendie	1 000	3 500 \$ chacun	3,5 \$
Robinet-vannes	1 500	1 500 \$ chacun	2,3 \$
Branchements d'eau	8 600	2 000 \$ chacun	17,2 \$
Compteurs d'eau	8 600	240 \$ chacun	2,1 \$
Coût de remplacement total			100,0 \$

Figure A-2 : Coût de remplacement des éléments constituant du réseau d'eau potable de Petite Ville.



La figure A-2 illustre la ventilation du coût de remplacement total du réseau de distribution d'eau pour ce qui est des divers groupes d'éléments d'actif. Il est manifeste que les

conduites d'eau représentent 75 p. 100 du coût de remplacement total et que les accessoires représentent les coûts restants.

3. Quel en est l'état?

Le tableau A-2 résume la durée de vie prévue de chacun des éléments constituant du réseau de distribution d'eau de Petite Ville.

Tableau A-2 : Coût de renouvellement annuel moyen du réseau d'eau potable de Petite Ville.

Réseau d'eau potable	Coût de remplacement (millions de dollars)	Durée de vie utile (années)	Immobilisations annuelles moyennes
Conduites	75,0 \$	80	0,94 \$
Bornes d'incendie	3,5 \$	80	0,04 \$
Robinet-vannes	2,3 \$	80	0,03 \$
Branchements d'eau	17,2 \$	80	0,22 \$
Compteurs d'eau	22,1 \$	20	0,10 \$
100,0 \$ (moyenne pondérée) 75			1,3 \$

Il est possible d'estimer les coûts annuels moyens relatifs au remplacement du réseau de distribution d'eau à long terme en divisant le coût de remplacement par la durée de vie prévue supposée. Dans le présent cas, le coût annuel moyen du remplacement des éléments constituant du réseau de distribution d'eau est estimé à 1,33 million de dollars, ou 44 \$ par habitant. La durée de vie prévue moyenne pondérée des éléments constituant est de 75 ans. Cela laisse entendre que 1,3 p. 100 (c.-à-d. 1/75 ans) du réseau de distribution doit être remplacé chaque année en moyenne.

Pour prévoir les coûts de remplacement à long terme (c.-à-d. durant au moins un cycle de vie), il est nécessaire d'estimer le taux de croissance historique du réseau. Dans le présent exemple, on a supposé que le réseau de distribution d'eau s'était agrandi à un rythme équivalent à celui de la croissance de la population.

Le tableau A-3 résume la longueur de conduites d'eau, de même que le nombre de bornes d'incendie, de robinets-vannes et de branchements d'eau mis en place durant chaque décennie au cours des 100 dernières années. On a supposé que le réseau d'eau potable de Petite Ville existait depuis 1900.

Tableau A-3 : Petite Ville – Agrandissement du réseau de distribution d'eau.

Année	1901	1911	1921	1931	1941	1951	1961	1971	1981	1991	2001
Population	5 179	6 950	8 474	10 006	11 096	13 161	17 587	20 798	23 934	27 030	30 000
Matériau des conduites											
Longueur des conduites d'eau (km)		35	42	50	55	66	88	104	120	135	150
Nbre de bornes d'incendie		232	282	334	370	439	586	693	798	901	1 000
Nbre de robinets-vannes		347	424	500	555	658	879	1 040	1 197	1 351	1 500
Nbre de branchements et de compteurs		1 992	2 429	2 869	3 181	3 773	5 042	5 962	6 861	7 749	8 600

A. Utilisation de la démarche descendante

Tableau A-2

Coût de renouvellement annuel moyen du réseau d'eau potable de Petite Ville

Tableau A-3

Petite Ville – Agrandissement du réseau de distribution d'eau

A. Utilisation de la démarche descendante

Figure A-3

Coûts durant le cycle de vie relatifs au réseau d'eau potable de Petite ville

4. Que doit-on faire?

Pour les besoins du présent exemple, on a supposé que les conduites d'eau seraient remplacées à la fin de leur durée de vie prévue supposée. Dans certains cas, lorsque le sol est corrosif, il peut être rentable de soumettre les conduites en fonte ou en acier (de même que les composants métalliques liés aux conduites non métalliques) à une protection cathodique pour réduire le taux de corrosion externe et augmenter la durée de vie prévue.

À Petite Ville, les clients raccordés aux vieilles parties du réseau qui sont desservies par des conduites en fonte grise non revêtues se plaignent de la présence de rouille dans l'eau. Dans le cas du présent exemple, on a supposé que 50 p. 100 des conduites en fonte grise non revêtues seront réhabilitées au moyen d'un nettoyage et de la pose d'un revêtement intérieur au cours des 20 prochaines années

et que l'autre moitié sera remplacé au cours des 20 prochaines années à cause d'un taux de rupture élevé.

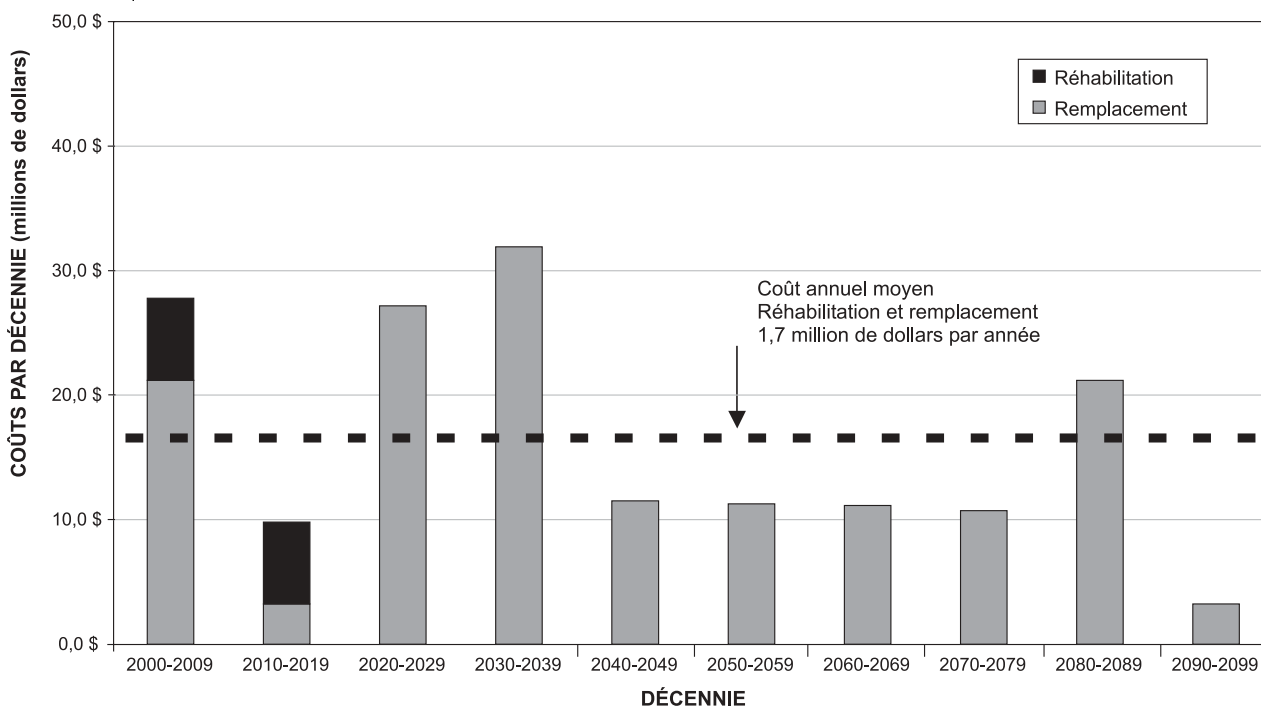
5. Quand doit-on exécuter les travaux?

Les coûts de remplacement prévus relatifs au réseau de distribution d'eau sont fonction de l'âge des éléments constitutants (tableau A-3), de leur durée de vie prévue supposée (tableau A-2) et des coûts unitaires de remplacement (tableau A-1). La durée de vie restante de chaque élément constituant est égale à la différence entre la durée de vie prévue et l'âge actuel de l'élément.

6. Combien cela coûtera-t-il?

La figure A-3 illustre les coûts prévus relatifs à la réhabilitation et au remplacement du réseau de distribution d'eau au cours des 100 prochaines années. L'analyse ne tient aucunement compte de l'inflation.

Figure A-3 : Coûts durant le cycle de vie relatifs au réseau d'eau potable de Petite ville.



Il est évident lorsqu'on consulte la figure A-3 que les coûts de remplacement prévus au cours de la prochaine décennie sont élevés, puisqu'on a supposé qu'un pourcentage important du réseau avait déjà atteint la fin de sa vie utile. Il est également évident qu'on s'attend à ce que

les coûts de remplacement augmentent de façon importante d'ici 20 à 30 ans, puisque les infrastructures mises en place durant les années 1950 arrivent à la fin de leur vie utile. Le coût annuel moyen durant cette période est estimé à 1,66 million de dollars.

7. Comment va-t-on payer les travaux?

Petite Ville investit à l'heure actuelle 1,5 million de dollars par année dans le renouvellement de son réseau de distribution d'eau. Le budget annuel total de l'eau est de 3 millions de dollars. Cela inclut le fonctionnement, l'entretien et le renouvellement de l'alimentation en eau et du réseau de distribution. Le budget n'inclut toutefois pas les travaux requis pour soutenir la croissance de la population, puisque ce sont les promoteurs qui financent ces travaux. Le budget de l'eau de Petite Ville est financé entièrement par les tarifs d'eau.

Pour couvrir les coûts annuels prévus de 1,66 million de dollars relatifs au renouvellement du réseau de distribution d'eau, Petite ville devra augmenter ses recettes de 160 000 \$. Pour ce faire, la ville devra augmenter les tarifs d'eau d'environ cinq pour cent (c.-à-d. $[3\ 160\ 000\ \$ / 3\ 000\ 000\ \$] - 1$).

La figure A-4 illustre les coûts prévus et les recettes actuelles relativement au renouvellement du réseau de distribution d'eau, en fonction de l'hypothèse selon laquelle les coûts de fonctionnement demeurent constants et la dette, minimale.

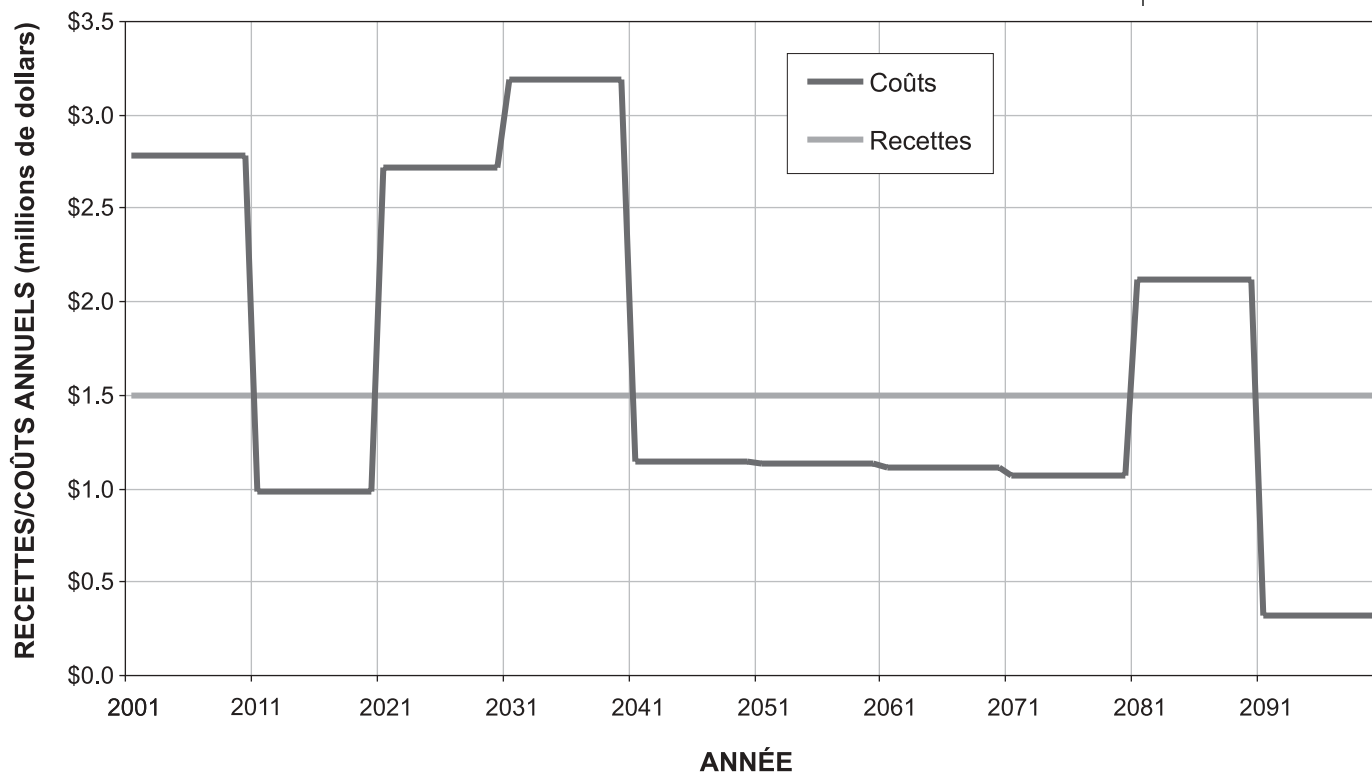
Il est évident que les recettes actuelles seront insuffisantes.

A. Utilisation de la démarche descendante

Figure A-4

Coûts et recettes annuels relatifs au scénario 1

Figure A-4 : Coûts et recettes annuels relatifs au scénario 1.



A. Utilisation de la démarche descendante

Figure A-5

Coûts et recettes cumulatifs relativement au scénario 1 (Petite ville)

Figure A-6

Indice d'état d'élément d'actif par rapport au temps (scénario 1)

La figure A-5 illustre les coûts cumulatifs et les recettes cumulatives (dans l'hypothèse où les recettes demeurent constantes) au cours des 100 prochaines années. La différence entre les coûts cumulatifs et les recettes cumulatives (c.-à-d. le déficit relatif aux infrastructures) atteindrait un montant maximum de 36 millions de dollars en 2040.

La figure A-6 illustre l'indice d'état d'élément d'actif⁷ (IEEA) dans l'hypothèse où les recettes demeurent constantes. Il est évident que l'IEEA dépasse 20 p. 100 en raison de l'important volume de travaux de renouvellement en retard. En 2040, l'indice dépasserait 35 p. 100 s'il n'y avait aucune augmentation des recettes et le niveau de service serait alors inacceptable.

Figure A-5 : Coûts et recettes cumulatifs relativement au scénario 1 (Petite Ville).

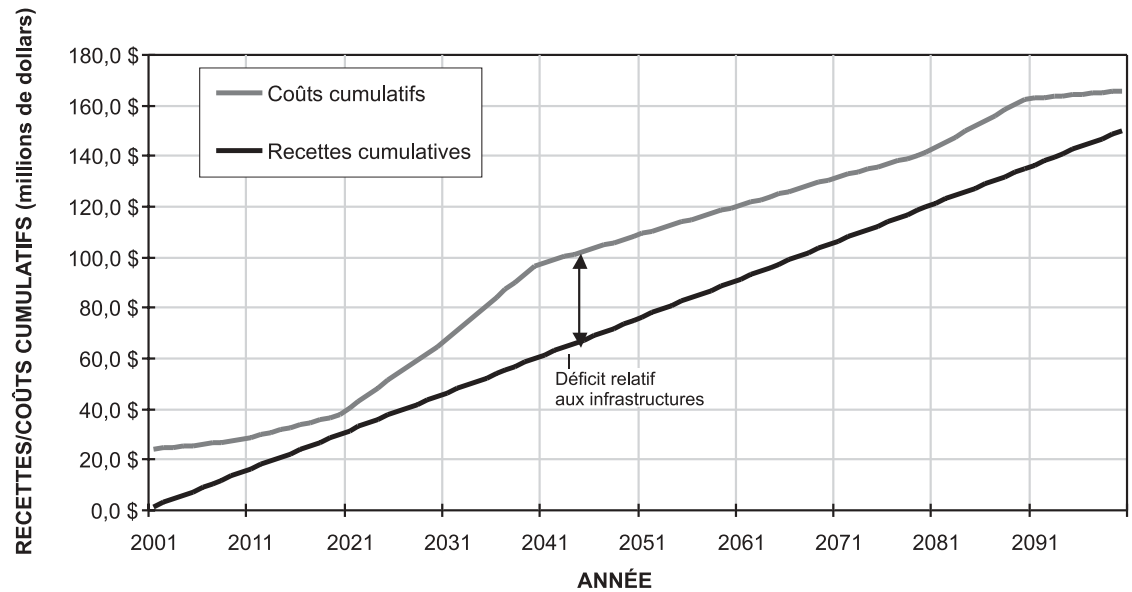
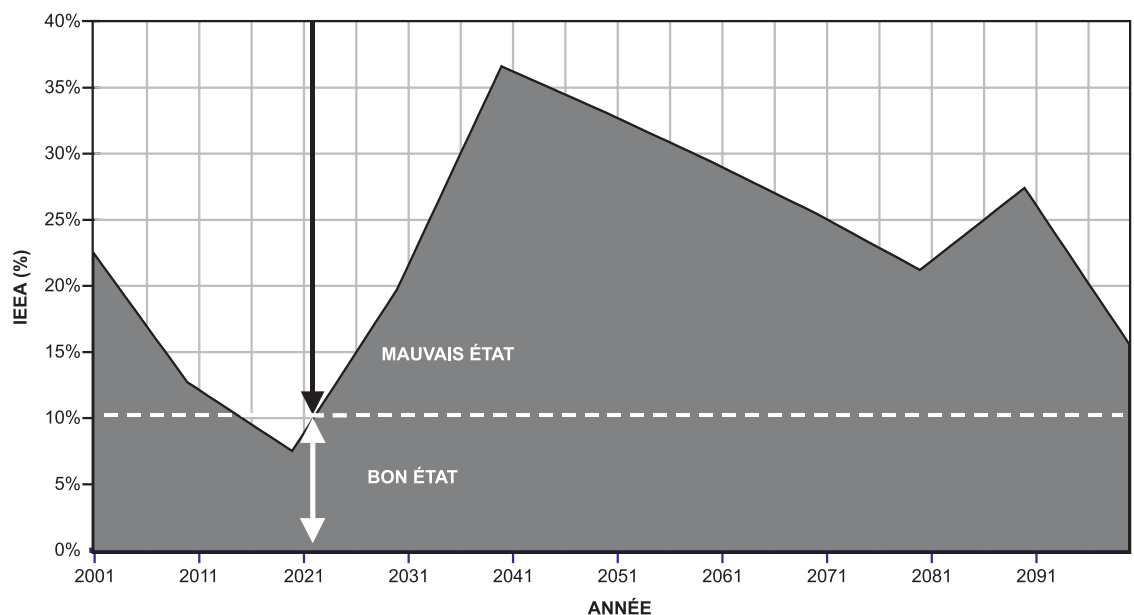


Figure A-6 : Indice d'état d'élément d'actif par rapport au temps (scénario 1).



7. Indice d'état d'élément d'actif = déficit relatif aux infrastructures/coût de remplacement total.

Scénario 2

On trouvera ci-après les grandes lignes d'une méthode servant à générer assez de recettes pour couvrir les coûts prévus. On a supposé que les tarifs d'eau augmenteraient de un pour cent par année au cours des 10 prochaines années. Dans ce cas, les tarifs d'eau en 2011 et au delà seront de 11 p. 100 plus élevés que les tarifs actuels. Les recettes annuelles moyennes au cours des 100 prochaines années seraient de 1,81 million de dollars en comparaison avec le coût annuel moyen de 1,66 million de dollars.

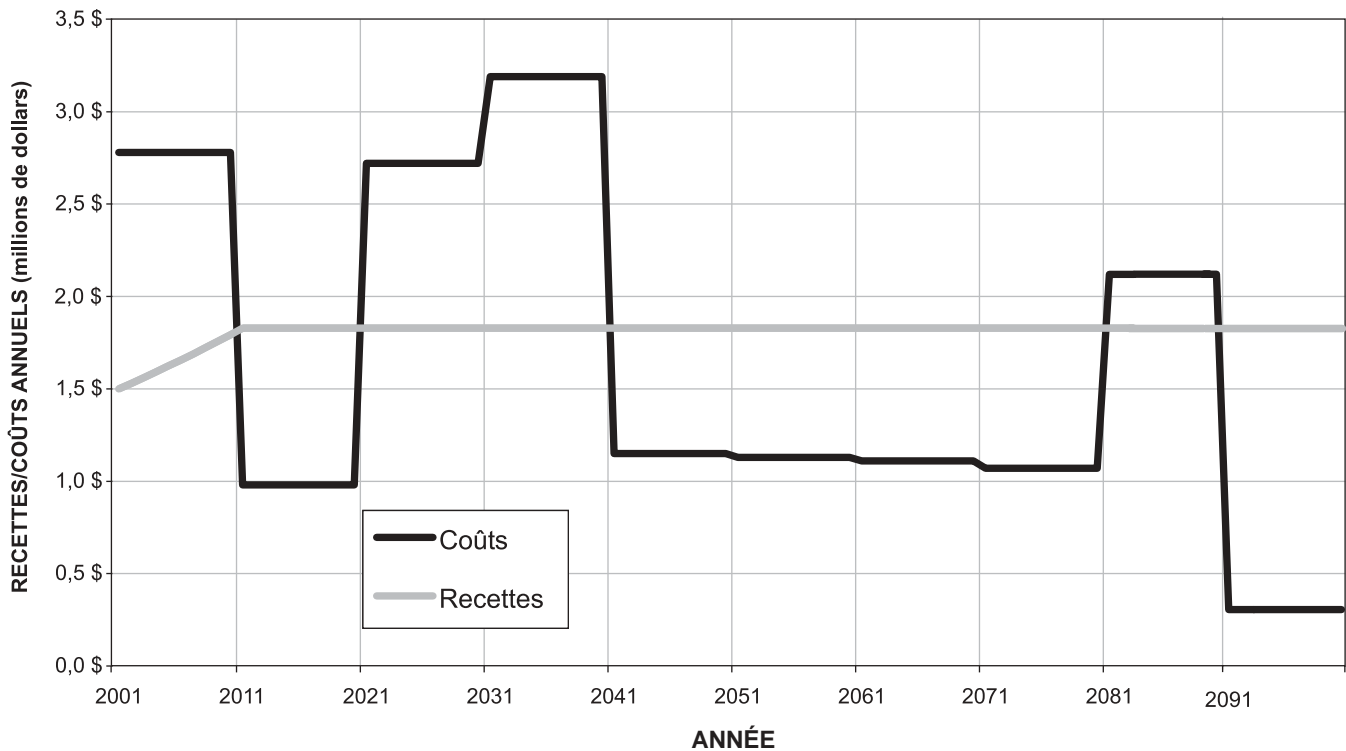
La figure A-7 illustre les prévisions de coûts et de recettes dans le cas de Petite Ville. Les recettes annuelles moyennes correspondent aux coûts annuels moyens au cours des 100 prochaines années.

A. Utilisation de la démarche descendante

Figure A-7

Recettes et coûts annuels relatifs au scénario 2

Figure A-7 : Recettes et coûts annuels relatifs au scénario 2.



A. Utilisation de la démarche descendante

Figure A-8
Recettes et coûts cumulatifs relatifs au scénario 2 (Petite Ville)

Figure A-9
Indice d'état d'élément d'actif par rapport au temps (scénario 2)

La figure A-8 illustre les coûts cumulatifs et les recettes cumulatives. Il est évident que le déficit relatif aux infrastructures est inférieur à celui indiqué dans la figure A-5.

La figure A-9 illustre l'indice d'état d'élément d'actif dans l'hypothèse où les tarifs d'eau augmentent de un pour cent par année au cours des 10 prochaines années. Il est évident que l'indice serait inférieur à celui illustré dans la figure A-6. Celui-ci atteindrait encore toutefois 25 p. 100 en 2040 et il serait donc justifié d'augmenter les tarifs encore plus en 2030.

Figure A-8 : Recettes et coûts cumulatifs relatifs au scénario 2 (Petite Ville).

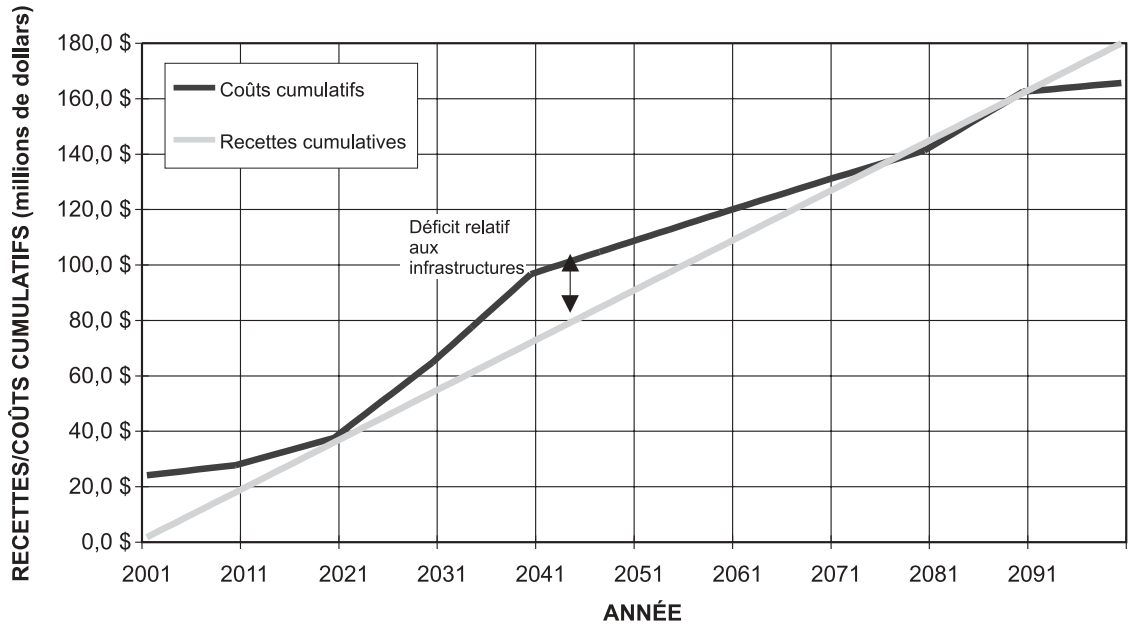
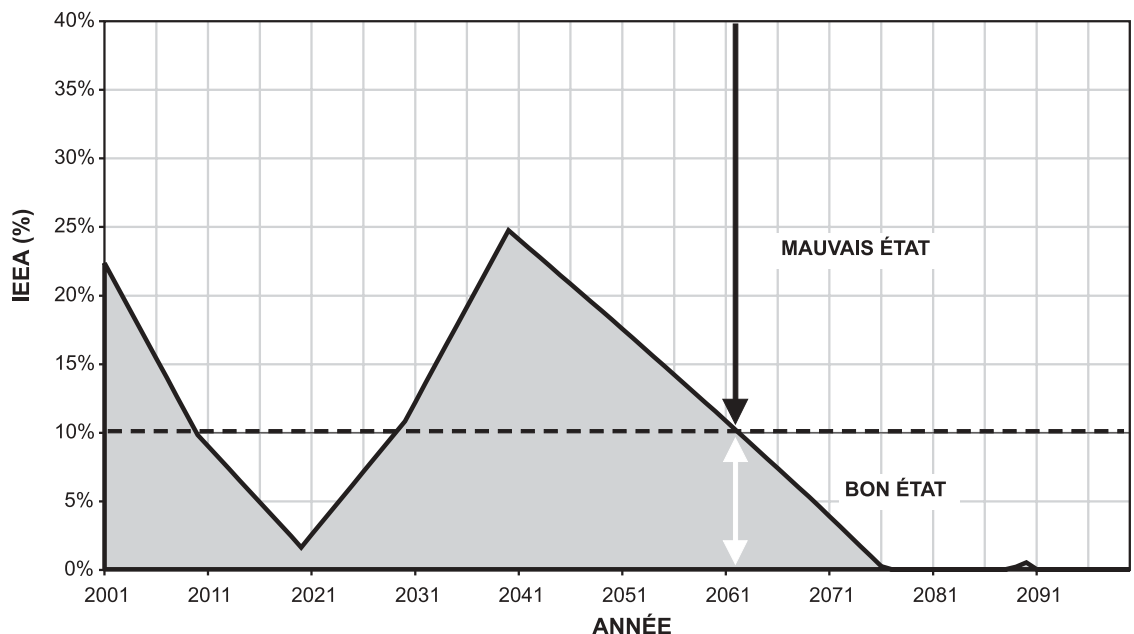


Figure A-9 : Indice d'état d'élément d'actif par rapport au temps (scénario 2).



Annexe B :

Utilisation de la démarche ascendante

B. Utilisation de la démarche ascendante

Introduction

La présente section décrit un exemple de l'utilisation de la démarche ascendante en rapport avec l'élaboration d'un plan de renouvellement de réseau de distribution d'eau. Elle inclut 20 tronçons de conduite d'eau de différents diamètres, matériaux, âges et états, qui permettent de faire la démonstration de la gamme de considérations possibles.

Il convient de noter que les hypothèses et l'approche utilisées dans le présent exemple ne sont fournies qu'à des fins d'illustration. Chaque municipalité doit utiliser une approche qui est approprié à son réseau.

1. Que possède-t-on?

Le tableau B-1 présente l'inventaire de base de 20 tronçons de conduite d'eau dans lesquels on retrouve les matériaux suivants :

- Huit tronçons en fonte grise non revêtue (FG-NR);
- Deux tronçons en fonte revêtue (F-R);
- Deux tronçons en acier revêtu (A-R);
- Deux tronçons en amiante-ciment (AC);
- Trois tronçons en fonte ductile revêtue (FD);
et
- Trois tronçons en polychlorure de vinyle (PVC).

La longueur totale des conduites d'eau est de 1 517 m.

2. Quelle en est la valeur?

Le tableau B-1 présente le sommaire des coûts de remplacement relatifs à chacun des 20 tronçons de conduite d'eau en fonction des coûts unitaires suivants :

Dia. de conduite (mm)	Coût unitaire (\$/m)
150	350 \$
200	360 \$
250	380 \$
300	410 \$

Le coût de remplacement total des 20 tronçons de conduite d'eau est de 552 000 \$.

B. Utilisation de la démarche ascendante

Tableau B-1

Inventaire de réseau de distribution d'eau

3. Quel en est l'état?

Le tableau B-1 résume également le taux de rupture et le facteur C relatifs à chacun des 20 tronçons de conduite d'eau. Puisque les conduites en fonte grise ne sont pas revêtues, elles sont fortement tuberculisées et le facteur C de Hazen-Williams est par conséquent relativement bas. En outre, la municipalité reçoit des plaintes de présence de rouille dans l'eau chaque fois que des bornes d'incendie sont ouvertes dans les zones desservies par les conduites en fonte grise non revêtues.

Le tableau B-1 indique que deux tronçons de conduite d'eau en fonte grise ne sont pas conformes aux normes de conception courantes en ce qui a trait au diamètre (c.-à-d. que le diamètre minimal requis pour la protection incendie dans les zones résidentielles unifamiliales est normalement de 150 mm).

Tableau B-1 : Inventaire de réseau de distribution d'eau.

ID de lien	Longueur (m)	Dia. (mm)	Matériau	Coût unitaire	Coût de rempl.	Nbre de Ruptures	Ruptures/km/année	Facteur C
1	55	100	CI-U	350 \$	19 250 \$	0	0,00	50
2	45	100	CI-U	350 \$	15 750 \$	1	2,22	50
3	114	150	CI-U	350 \$	39 900 \$	1	0,88	60
4	98	150	CI-U	350 \$	34 300 \$	1	1,02	60
5	103	150	CI-U	350 \$	36 050 \$	0	0,00	60
6	89	150	CI-U	350 \$	31 150 \$	3	3,37	60
7	85	200	CI-U	360 \$	30 600 \$	3	3,53	70
8	71	200	CI-U	360 \$	25 560 \$	1	1,41	70
9	57	200	CI-L	360 \$	20 520 \$	0	0,00	110
10	82	250	CI-L	380 \$	31 160 \$	0	0,00	110
11	68	150	DI	350 \$	23 800 \$	0	0,00	100
12	22	150	DI	350 \$	7 700 \$	0	0,00	100
13	98	150	DI	350 \$	34 300 \$	0	0,00	100
14	74	150	AC	360 \$	26 640 \$	3	4,05	100
15	66	200	AC	350 \$	23 100 \$	0	0,00	110
16	80	300	STL	410 \$	32 800 \$	0	0,00	120
17	110	300	STL	410 \$	45 100 \$	0	0,00	120
18	27	150	PVC	350 \$	9 450 \$	0	0,00	100
19	47	200	PVC	360 \$	16 920 \$	0	0,00	110
20	126	250	PVC	380 \$	47 880 \$	0	0,00	110
Total	1517				551 930 \$	13		

4. Que doit-on faire?

Le tableau B-2 résume les besoins en matière de renouvellement.

Conduites qui ne sont pas conformes aux normes de conception courantes

Il faudra remplacer deux tronçons de conduite d'eau en fonte grise non revêtue 100 mm par des conduites de plus grand diamètre lorsque les routes seront reconstruites ou plus tôt si on juge que la protection incendie est inadéquate.

Conduites qui présentent un taux de rupture élevé

On a effectué une analyse économique dans le cas de la présente municipalité pour déterminer le moment auquel il est plus rentable de remplacer une conduite d'eau plutôt que de continuer à la réparer. D'après l'analyse, toute conduite d'eau dont le taux de rupture est supérieur à trois ruptures par kilomètre par année doit être remplacée le plus tôt possible. Par conséquent, deux tronçons de conduite d'eau en fonte grise non revêtue et un tronçon en amiante-ciment doivent être remplacés dans le présent exemple.

Conduites dont la capacité hydraulique n'est pas adéquate ou qui causent des problèmes de qualité de l'eau

Il faudra nettoyer quatre autres tronçons de conduite en fonte grise non-revêtue et y poser un revêtement intérieur pour en rétablir la capacité hydraulique et atténuer les problèmes de qualité de l'eau. La municipalité doit déterminer si les branchements sont non conformes aux normes, tels que les branchements en plomb ou ceux dont le diamètre est inférieur à 18 mm, puisque cela aura une incidence sur la décision concernant leur réhabilitation.

Conduites et accessoires qui doivent être soumis à une protection cathodique (pose après coup d'anodes ou d'une protection par courant imposé)

On doit procéder à une inspection de la corrosion qui permettra de confirmer que le sol est corrosif et effectuer une analyse économique visant à confirmer qu'il est rentable de soumettre les composants métalliques à une protection cathodique. L'inspection et l'analyse ont permis de déterminer qu'il y avait lieu de soumettre à une protection cathodique deux tronçons de conduite d'eau en acier, deux tronçons de conduite en fonte ductile et deux tronçons en fonte grise revêtue.

5. Quand doit-on exécuter les travaux?

Le programme proposé de renouvellement de conduites d'eau doit être coordonné avec les projets de reconstruction de routes et les modernisations qui pourraient être requises pour un nouvel aménagement ou un réaménagement.

Le système de notation d'état qui suit a servi à déterminer la notation globale de chaque tronçon de conduite d'eau, dont le résumé se trouve dans le tableau B-2.

B. Utilisation de la démarche ascendante

B. Utilisation de la démarche ascendante

Note – structure	Ruptures/km/année
1	0 – 0,30
2	0,31 – 0,60
3	0,61 – 0,90
4	0,91 – 1,20
5	1,21 – 1,50
6	1,50 – 1,80
7	1,81 – 2,10
8	2,11 – 2,40
9	2,41 – 2,70
10	> 2,70

Note – capacité hydraulique	Facteur C
1	> 100
2	91 – 100
3	81 – 90
4	71 – 80
5	< 71

Note – qualité de l'eau	Matériau de la conduite
1	Autres
5	FG-NR

Note – importance	Dia. de la conduite (mm)
1	≤ 150
2	200
3	250
4	300
5	> 300

Tableau B-2 : Besoins en matière de renouvellement du réseau de distribution d'eau.

D de lien	Longueur (m)	Dia. (mm)	Matériau	Coût unitaire	Coût de rempl.	Nbre de Ruptures	Ruptures/ km/année	Facteur C	Taux de Rupture	Facteur C	Qualité de l'eau	Dia.	Total
Remplacer les conduites qui ne sont pas conformes aux normes de conception courante													
1	55	100	CI-U	350 \$	19 250 \$	0	0,00	50	1	5	5	1	12
2	45	100	CI-U	350 \$	15 750 \$	1	2,22	50	8	5	5	1	19
				100	35 000 \$								
Remplacer les conduites qui présentent un taux de rupture élevé													
6	89	150	CI-U	350 \$	31 150 \$	3	3,37	60	10	5	5	1	21
7	85	200	CI-U	360 \$	30 600 \$	3	3,53	70	10	5	5	2	22
14	74	150	AC	350 \$	25 900 \$	3	4,05	100	10	2	1	1	14
				248	87 650 \$								
Réhabiliter les conduites dont la capacité hydraulique est insuffisante ou qui causent des problèmes de qualité de l'eau													
3	114	150	CI-U	150 \$	17 100 \$	1	0,88	60	3	5	5	1	14
4	98	150	CI-U	150 \$	14 700 \$	1	1,02	60	4	5	5	1	15
5	103	150	CI-U	150 \$	15 450 \$	0	0,00	60	1	5	5	1	12
8	71	200	CI-U	150 \$	10 650 \$	1	1,41	70	5	5	5	2	17
				386	57 900 \$								
Soumettre les conduites en fonte à une protection cathodique													
9	57	200	CI-L	55 \$	3 135 \$	0	0,00	110	1	1	1	2	5
10	82	250	CI-L	55 \$	4 510 \$	0	0,00	110	1	1	1	3	6
11	68	150	DI-L	55 \$	3 740 \$	0	0,00	100	1	2	1	1	5
12	22	150	DI-L	55 \$	1 210 \$	0	0,00	100	1	2	1	1	5
15	80	300	STL	55 \$	4 400 \$	0	0,00	120	1	1	1	4	7
16	110	300	STL	55 \$	6 050 \$	0	0,00	120	1	1	1	4	7
				419	23 045 \$								

B. Utilisation de la démarche ascendante

Tableau B-2

Besoins en matière de renouvellement du réseau de distribution d'eau

La note totale de chaque tronçon de conduite d'eau est égale à la somme des notes relatives aux facteurs relatifs à la structure, à la capacité hydraulique, à la qualité de l'eau et à l'importance. Dans le présent cas, la note maximale sera de 25 (mauvais état) et la note minimale, de 4 (bon état). La note structurale représente 40 p. 100 de la note totale, tandis que les autres facteurs représentent chacun 20 p. 100 de la note totale.

Il est évident lorsqu'on consulte le tableau B-2 que les conduites en fonte grise non revêtue qui présentent un taux de rupture élevé sont celles qui doivent être remplacées en priorité.

6. Combien cela coûtera-t-il?

Le tableau B-3 résume le programme de renouvellement recommandé dans l'hypothèse où les travaux seront exécutés au cours des 10 prochaines années. Le coût de renouvellement annuel moyen durant cette période est de 20 360 \$.

Pour les besoins de la comparaison, le coût de renouvellement annuel moyen à long terme relatif aux 20 tronçons de conduite d'eau est estimé à 7 900 \$ dans l'hypothèse où la durée de vie prévue moyenne est de 70 ans.

B. Utilisation de la démarche ascendante

Tableau B-3
Programme de renouvellement.

7. Comment va-t-on payer les travaux?

On a supposé que les coûts de renouvellement seraient recouverts par l'entremise des tarifs facturés aux utilisateurs. Il faudra procéder à l'analyse des répercussions des coûts sur les clients et élaborer une stratégie de mise en

place des frais nécessaires. Cela inclut le fait d'avertir les clients de la modification des tarifs, de même qu'un problème d'information du public démontrant le besoin de faire des immobilisations.

Tableau B-3 : Programme de renouvellement.

ID de lien	Longueur (m)	Dia. (mm)	Matériau	Coût unitaire	Coût de rempl.	Note totale	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Remplacer les conduites qui ne sont pas conformes aux normes de conception courante																
1	55	100	CI-U	350 \$	19 250 \$	12									19 250 \$	
2	45	100	CI-U	350 \$	15 750 \$	19						15 750 \$				
100					35 000 \$											
Remplacer les conduites qui présentent un taux de rupture élevé																
6	89	150	CI-U	350 \$	31 150 \$	21	15 575	15 575 \$								
7	85	200	CI-U	360 \$	30 600 \$	22			15 300	15 300 \$						
14	74	150	AC	350 \$	25 900 \$	14					25 900 \$					
248					87 650 \$											
Réhabiliter les conduites dont la capacité hydraulique est insuffisante ou qui causent des problèmes de qualité de l'eau																
3	114	150	CI-U	150 \$	17 100 \$	14								17 100 \$		
4	98	150	CI-U	150 \$	14 700 \$	15							14 700 \$			
5	103	150	CI-U	150 \$	15 450 \$	12										15 450 \$
8	71	200	CI-U	150 \$	10 650 \$	17							10 650 \$			
386					57 900 \$											
Soumettre les conduites en fonte à une protection cathodique																
9	57	200	CI-L	55 \$	3 135 \$	5			3 135 \$							
10	82	250	CI-L	55 \$	4 510 \$	6				4 510 \$						
11	68	150	DI-L	55 \$	3 740 \$	5						3 740 \$				
12	22	150	DI-L	55 \$	1 210 \$	5										1 210 \$
15	80	300	STL	55 \$	4 400 \$	7	4 400 \$									
16	110	300	STL	55 \$	6 050 \$	7		6 050 \$								
419					23 045 \$											
Total				203 595 \$			19 975 \$	21 625 \$	18 435 \$	19 810 \$	25 900 \$	19 490 \$	25 350 \$	17 100 \$	19 250 \$	16 660 \$

- AwwaRF (American Water Works Association Research Foundation), 1987. *Water Main Evaluation for Rehabilitation/Replacement*. Denver (Colorado).
- _____, 1990. *Assessment of Existing and Developing Water Main Rehabilitation Practices*. Denver (Colorado).
- _____, 1999. *Quantifying Future Rehabilitation and Replacement Needs of Water Mains*. Denver (Colorado).
- _____, 2001. *Financial and Economic Optimization of Water Main Replacement Programs*. Denver (Colorado).
- _____, 2002a. *Decision Support System for Distribution System Piping Renewal*. Denver (Colorado).
- _____, 2002b. *Prioritizing Water Main Replacement and Rehabilitation..* Denver (Colorado).
- _____, 2002c. *Costs of Infrastructure Failure*. Denver (Colorado).
- Statistique Canada, 2002. *Le Quotidien*, le 18 juillet 2002. Ottawa (Ontario)
- Kleiner, Y. et B. Rajani, 2001. *Comprehensive Review of Structural Deterioration of Water Mains: Statistical Models*. IRC, Ottawa (Ontario)
- NACUBO (National Association of College and University Business Officers), 1990. *Managing the Facilities Portfolio*. Washington, DC
- GNIMD (Guide national pour des infrastructures municipales durables), InfraGuide, 2002a. *Règles de l'art relatives aux données sur les services publics*. Ottawa (Ontario)
- _____, InfraGuide, 2002b. *Détérioration et inspection des réseaux de distribution d'eau*. Ottawa (Ontario)
- _____, InfraGuide, 2002c. *Coordination des travaux d'infrastructures destinée à minimiser les perturbations et à maximiser la valeur des investissements*. Ottawa (Ontario)
- _____, InfraGuide, 2003a. *Choix de techniques de réhabilitation ou de remplacement de tronçons de réseau de distribution d'eau*. Ottawa (Ontario)
- _____, InfraGuide, 2003b. *Approche intégrée de l'appréciation et de l'évaluation des réseaux municipaux de voirie, d'égouts et d'eau potable*. Ottawa (Ontario)
- CNRC (Conseil national de recherches Canada), 2002. *Coût de pose ou de réhabilitation de conduites enfouies, avec accent sur les techniques sans tranchée*. Ottawa (Ontario)
- Rajani, B. et Y. Kleiner, 2001a. *WARP – Water Main Renewal Planner*. Travaux de la International Conference on Underground Infrastructure Research, Kitchener (Ontario), du 11 au 13 juin 2001.
- Rajani, B. et Y. Kleiner, 2001b. *Comprehensive Review of Structural Deterioration of Water Mains: Physically Based Models*. IRC, Ottawa (Ontario)
- Sawkins, J.W. et V.A. Dickie, 2002. *Affordability of Water and Sewerage Services in Great Britain*. Edinburgh, Écosse.
- États-Unis, EPA (Environmental Protection Agency), 1997. *Information on Developing Affordability Criteria for Drinking Water*. Washington, DC
- EPA, 2001. *1999 Drinking Water Infrastructure Needs Survey – Modeling the Cost of Infrastructure*. Washington, DC
- WRc (Water Research Centre), 1989. *Planning the Rehabilitation of Water Distribution Systems*. Wiltshire, Grande Bretagne.

Chapter

Section

