

LA RÉPARATION DES SYSTÈMES LINÉAIRES – RAPIDITÉ D’INTERVENTION ET QUALITÉ

UNE RÈGLE DE L’ART DU GUIDE NATIONAL POUR DES
INFRASTRUCTURES MUNICIPALES DURABLES

National Guide
to Sustainable
Municipal
Infrastructure



Guide national pour
des infrastructures
municipales
durables

Canada

NRC · CNRC



La réparation des systèmes linéaires – rapidité d'intervention et qualité

Version n° 1.0

Date de publication: juillet 2004

© 2004 Fédération canadienne des municipalités et le Conseil national de recherches du Canada

ISBN 1-897094-69-8

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.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction	v
Remerciements	vii
Résumé	ix
1. Généralités	1
1.1 Introduction.....	1
1.2 Portée	1
1.2.1 Liens avec les règles de l'art de l'industrie concernant la réparation des systèmes linéaires	2
1.3 Glossaire	2
2. Justification	5
2.1 Motifs sous-tendant la rapidité d'exécution et la qualité des réparations .	7
3. Stratégies pour accroître la rapidité d'exécution de la réparation du système linéaire	11
3.1 Améliorer le délai de mise au courant	11
3.1.1 Mise au courant des bris signalés.....	13
3.1.2 Mise au courant des bris non signalés.....	13
3.2 Améliorer le délai d'intervention sur place.....	15
3.3 Améliorer le délai d'exécution de la réparation.....	16
4. Stratégies pour améliorer la qualité de la réparation du système linéaire	19
4.1 Améliorer la qualité de la réparation.....	19
4.2 Méthodologie générale pour les réparations	21
5. Cas d'utilisation et limitations	33
5.1 Évaluation du coût des bris de conduite.....	33
6. Évaluation	37
Annexe A : Diagramme des réparations de la conduite principale	39
Annexe B : Feuille de collecte des données sur le terrain concernant la réparation d'une conduite	41
References	45

FIGURE

Figure 2-1: Composantes du contrôle de la perte d'eau	6
--	----------

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.

REMERCIEMENTS

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

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

Carl Yates, président	Halifax Regional Water Commission (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	Région de Halton (Ontario)
Dave Green	Santé Canada, Ottawa (Ontario)
Raymond Leclerc	Ville de Montréal (Québec)
Doug Seargeant	EPCOR Water Services inc. Edmonton (Alberta)
Piero Salvo	WSA Trenchless Consultants Inc. Ottawa (Ontario)
Doug Seargeant	EPCOR Water Services inc., 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.

Ken Brothers	Halifax Regional Water Commission (Nouvelle-Écosse)
Norm DeAgostinis	Ductile Iron Research Pipe Association, Anjou (Québec)
Brian Kellsey	EPCOR Water Services inc., Edmonton (Alberta)
Alex Marich	Ville de Toronto (Ontario)
Francois Pothier	Ville de Sorel-Tracy (Québec)
Mark Robertson	Ville de Guelph (Ontario)
Isabelle Tardif	Ville de Gatineau (Québec)
Ernie Ting	Ville de Markham (Ontario)

Michel Aubé	Ville de Montréal (Québec)
Hans Kamping	OWWA, une section de AWWA, comité de distribution, (Ontario)

Cette règle de l'art n'aurait pu voir le jour sans le leadership et les directives du conseil de direction du projet, le Comité sur les infrastructures municipales et le Comité sur les relations dans le domaine des infrastructures du *Guide national pour des infrastructures municipales durables (InfraGuide)* dont les membres sont comme suit :

Conseil de direction

Joe Augé	Gouvernement des Territoires du Nord-Ouest, Yellowknife (Territoires du Nord-Ouest)
Mike Badham	Conseiller, ville de Regina (Saskatchewan)
Sherif Barakat	Conseil national de recherches, Ottawa (Ontario)
Brock Carlton	Fédération des municipalités canadiennes, Ottawa (Ontario)
Jim D'Orazio	Greater Toronto Sewer and Watermain Contractors Association, Toronto (Ontario)
Douglas P. Floyd	Delcan Corporation, Toronto (Ontario)
Derm Flynn	Ville d'Appleton (Terre-Neuve-et-Labrador)
John Hodgson	Ville d'Edmonton (Alberta)
Joan Lougheed	Conseillère, ville de Burlington (Ontario)
Saeed Mirza	Université McGill, Montréal (Québec)
Umendra Mital	Ville de Surrey (Colombie-Britannique)
René Morency	Régie des installations olympiques, Sutton (Québec)
Vaughn Paul	Services consultatifs techniques, Premières Nations d'Alberta, Edmonton (Alberta) Edmonton (Alberta)
Ric Robertshaw	Travaux publiques, région de Peel Brampton (Ontario)
Dave Rudberg	Ville de Vancouver (Colombie-Britannique)
Van Simonson	Ville de Saskatoon (Saskatchewan)
Basil Stewart, maire	Ville de Summerside (Île-du-Prince-Édouard)
Serge Theriault	Gouvernement du Nouveau-Brunswick Fredericton (Nouveau-Brunswick)
Tony Varriano	Infrastructure Canada, Ottawa (Ontario)
Alec Waters	Département des infrastructures d'Alberta, Edmonton (Alberta)
Wally Wells	The Wells Infrastructure Group Inc. Toronto (Ontario)

Comité sur les infrastructures municipales :

Al Cepas	Ville d'Edmonton (Alberta)
Wayne Green	Ville de Toronto (Ontario)
Mr. Haseen Khan	Gouvernement de Terre-Neuve-et-Labrador St-John's (Terre-Neuve)
Ed S. Kovacs	Ville de Cambridge (Ontario)
Saeed Mirza	Université McGill, Montréal (Québec)
Umendra Mital	Ville de Surrey (Colombie-Britannique)
Carl Yates	Halifax Regional Water Commission (Nouvelle-Écosse)

Comité sur les relations dans le domaine des infrastructures :

Geoff Greenough	Ville de Moncton (Nouveau-Brunswick)
Barb Harris	Ville de Whitehorse (Yukon)
Joan Loughheed	Conseillère, ville de Burlington (Ontario)
Osama Moselhi	Université Concordia, Montréal (Québec)
Anne-Marie Parent	Parent Latreille et Associés, Montréal (Québec)
Konrad Siu	Ville d'Edmonton (Alberta)
Wally Wells	The Wells Infrastructure Group Inc. Toronto (Ontario)

Membre fondateur :

Association canadienne des travaux publics (ACTP)

RÉSUMÉ

La présente règle de l'art se veut être un guide à l'intention des services publics de distribution d'eau pour planifier la réparation des systèmes linéaires et apporter des améliorations au chapitre de la rapidité d'intervention et de la qualité des réparations.

Il convient tout d'abord de signaler que dans le contexte de cette règle de l'art, lorsqu'il est question de «rapidité», on ne fait pas allusion au « temps requis pour réparer une conduite principale d'eau », mais plutôt « au délai nécessaire pour déceler, localiser et réparer une conduite principale en faisant intervenir des normes supérieures de sécurité, qualité, et d'efficacité. »

La présente examine l'aspect du bris d'une conduite d'eau lié à la durée de la fuite et les méthodes nous permettant d'améliorer les délais de mise au courant, de localisation et de réparation du bris d'une conduite.

Sur le plan de la mise au courant, on souligne l'importance de connaître les mesures à prendre face à un bris de conduite, signalé ou non signalé, ainsi que leurs répercussions sur les pertes d'eau et le réseau de distribution. Les activités permettant de détecter et de repérer les bris sont en outre décrites.

Parmi les questions clés touchant à la réparation du bris d'une conduite principale, mentionnons le service à la clientèle, la qualité de l'eau, la durabilité, l'économie, la sécurité et la documentation. Vous y trouverez une méthodologie globale pour la réparation du bris d'une conduite afin d'aider les services publics de distribution d'eau à élaborer leurs propres méthodes internes pour assurer la qualité des réparations.

Toutes ces méthodes visent à doter les services publics des outils leur permettant d'apporter constamment des améliorations, de réduire les coûts du cycle de vie, de protéger la valeur des actifs linéaires associés au bris d'une conduite et de déterminer la meilleure façon de suivre de près ces améliorations.

1. GÉNÉRALITÉS

1.1 INTRODUCTION

Le présent document expose en détail la règle de l'art en matière de rapidité d'intervention et de qualité de la réparation du système linéaire. Il s'inscrit dans la foulée d'autres règles de l'art d'InfraGuide au sujet de l'eau potable, notamment :

- Utilisation de l'eau et pertes dans les réseaux de distribution
- Détérioration et inspection des réseaux de distribution d'eau
- Choix de techniques de réhabilitation ou de remplacement de tronçons de réseau de distribution d'eau
- Qualité de l'eau dans les réseaux de distribution
- Création d'un plan de comptage servant à comptabiliser la consommation et les pertes d'eau
- Élaboration d'un plan de renouvellement de réseau de distribution d'eau

Les documents sur les règles de l'art susmentionnés exposent les problèmes associés aux pertes d'eau et aux systèmes linéaires ainsi que les techniques de réhabilitation, mais ils n'abordent pas directement l'importance de la rapidité d'intervention et de la qualité de la réparation du système linéaire. La présente aborde précisément cette question.

Il faut tout d'abord préciser que dans le contexte de cette règle de l'art, lorsqu'il est question de « rapidité », on ne fait pas allusion au « *temps requis pour réparer une conduite principale d'eau* », mais plutôt « *au délai nécessaire pour déceler, localiser et réparer une conduite principale en faisant intervenir des normes supérieures de sécurité, qualité, et d'efficacité.* »

1.2 PORTÉE

La présente règle de l'art se veut être un guide à l'intention des services publics au sujet des méthodes et techniques associées à la détection, à la localisation et à la réparation d'un système linéaire. La capacité de réagir face aux pertes réelles d'eau, que le bris ait été signalé ou non, les méthodes servant à localiser le bris et les techniques de réparation courantes sont présentées ici.

Le but principal de cette règle de l'art n'est pas d'établir des normes sur la façon d'exécuter les réparations d'une conduite principale, mais plutôt d'examiner les grandes questions liées à la mise au courant du bris dans le système linéaire et à la capacité d'intervention, ainsi que les méthodes générales et les exigences à satisfaire pour assurer une réparation de qualité.

1.2.1 LIENS AVEC LES RÈGLES DE L'ART DE L'INDUSTRIE CONCERNANT LA RÉPARATION DES SYSTÈMES LINÉAIRES

L'Association canadienne des eaux potables et usées, l'American Water Works Association (AWWA), l'American Water Works Association Research Foundation (AWWARF) et l'International Water Association (IWA) jouent un rôle de chef de file dans le secteur de distribution de l'eau. Chaque organisation procure de précieuses ressources aux services publics et établit les normes sur lesquelles s'appuie la présente règle de l'art.

Il convient de signaler que ni les sources précitées ni les associations oeuvrant dans le domaine de la fabrication des conduites ne disposent de renseignements détaillés sur les pratiques courantes de réparation recommandées pour les divers types de conduite et types de défaillance.

1.3 GLOSSAIRE

Bris signalés — Défaillance d'une conduite principale couramment signalée aux services publics en raison de l'apparition de l'eau en surface.

Bris non signalés — Défaillance d'une conduite ou fuite d'eau non visible en surface et ne pouvant être décelée qu'au moyen de méthodes proactives de détection de fuite.

ICI — Industriel, commercial et institutionnel.

Pertes réelles — L'eau qui est produite et distribuée, mais qui s'échappe du réseau de distribution, jusqu'au point de comptage de l'eau de consommation ou jusqu'aux limites de la propriété si il n'y a pas de compteur.

Puits secs — Terme utilisé sur le terrain par les exploitants d'un réseau de distribution pour définir une tranchée creusée à un endroit où l'on soupçonne la présence d'une fuite d'eau, bien qu'elle n'ait pas été repérée.

Secteur à alimentation mesurée par compteur (SAMC) — Tronçon défini, habituellement de quelque 25 kilomètres de conduite d'un réseau de distribution ou 2 500 branchements munis d'un ou de plusieurs compteurs servant à calculer les niveaux de pertes réelles.

Système linéaire — L'infrastructure linéaire enfouie qui, dans le cas des réseaux de distribution d'eau, comprend le système de conduites, de robinets et de bouches d'incendie. Les systèmes linéaires ne comprennent pas les stations de pompage, ni les installations d'entreposage, de production ou de traitement.

Système SCADA — Système de télésurveillance et d'acquisition des données.

2. JUSTIFICATION

Au Canada et un peu partout dans le monde, le vieillissement des infrastructures devient un problème de plus en plus ardu et préoccupant. Dans le cas des réseaux de distribution d'eau, les questions liées aux pertes d'eau et au renouvellement des canalisations posent un défi de plus en plus grand aux gestionnaires et exploitants des systèmes. Malheureusement, il n'est pas physiquement possible à l'heure actuelle, d'aménager et d'exploiter un réseau de distribution « sans fuite – sans défaillance ».

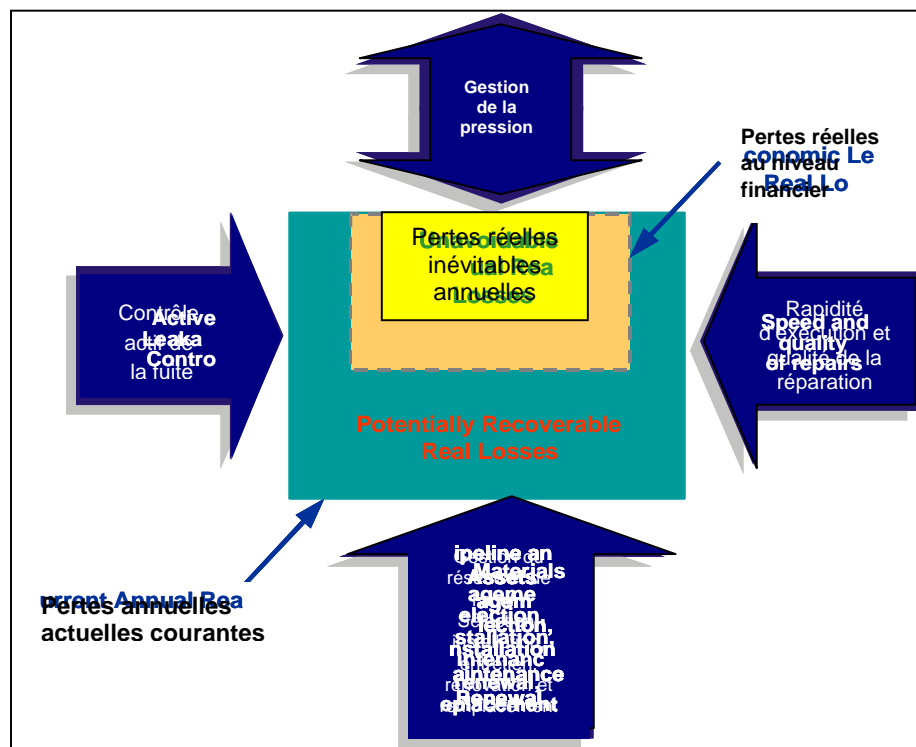
Nombre de facteurs peuvent être à l'origine de la défaillance des matériaux et des conduites d'un réseau de distribution. Voici certains de ces facteurs :

- Matériaux de tuyau et de raccord
- Fabrication des tuyaux et des raccords et contrôle de la qualité
- Manipulation et entreposage des tuyaux et des raccords
- Pratiques de conception et d'installation
- Charge des véhicules routiers et vibration
- L'environnement du sol et des eaux souterraines, et la corrosion
- Pressions du réseau et phénomènes transitoires
- Pratiques de fonctionnement et entretien
- Qualité de l'eau et caractéristiques chimiques
- Proximité et activités reliées à la construction, l'opération ou la réparation d'autres infrastructures de services.

Bien que plusieurs études aient été entreprises pour cerner et catégoriser les bris de conduite, on n'a encore trouvé aucun moyen sûr de prévenir ces défaillances. En fait, les bris de conduite sont généralement attribuables non pas à un seul facteur, mais à une combinaison des facteurs précités.

Le plus souvent, le problème est au début négligeable et parfois indétectable, avant de s'envenimer et, en bout de ligne, de causer la défaillance de la conduite principale ou d'une conduite de branchement. De nos jours, même si l'on ne peut éviter les fuites d'eau ou les bris de conduite, il existe néanmoins des moyens d'évaluer et de contrôler le niveau de perte d'eau et de défaillance du réseau.

L'International Water Association (IWA) a présenté un nouveau concept de contrôle des fuites et des pertes d'eau. Bien que l'on ne puisse aménager ni entretenir de façon économique un réseau sans fuite, l'IWA a répertorié quatre composantes de la diminution des pertes d'eau dans le but de réduire les pertes d'eau réelles au minimum inévitable sur le plan technique¹.



Ces quatre composantes sont :

- Rapidité d'exécution et qualité de la réparation
- Gestion des infrastructures

¹ Applying worldwide BMPs in Water Loss Control – rapport du Comité : AWWA Water Loss Control Committee, AWWA Journal, volume 95, numéro 8, août 2003.

- Contrôle actif de la fuite
- Gestion de la pression

Ce sont sur ces quatre composantes que repose toute règle de l'art qui vise l'optimisation de la gestion et de l'exploitation d'un réseau de distribution d'eau. Bien que la présente règle de l'art aborde expressément la rapidité d'exécution et la qualité de la réparation, vous trouverez un complément d'information sur toutes les autres composantes liées à la réduction des pertes d'eau dans les règles de l'art d'InfraGuide suivantes :

Gestion des infrastructures :

- Détérioration et inspection des réseaux de distribution d'eau
- Choix de techniques de réhabilitation ou de remplacement de tronçons de réseau de distribution d'eau
- Élaboration d'un plan de renouvellement de réseau de distribution d'eau
- La qualité de l'eau dans les réseaux de distribution d'eau
- Utilisation de l'eau et pertes dans les réseaux de distribution
- Création d'un plan de comptage servant à comptabiliser la consommation et les pertes d'eau

2.1 MOTIFS SOUS-TENDANT LA RAPIDÉ D'EXÉCUTION ET LA QUALITÉ DES RÉPARATIONS

Il y a diverses raisons pour lesquels il faut faire preuve de diligence raisonnable au chapitre de la capacité d'intervention et de la réparation d'un système linéaire. Au nombre des facteurs les plus apparents, mentionnons :

Comptabilisation de l'eau — Toute défaillance du système engendre des pertes d'eau. En déterminant le niveau de pertes dans un système et en les repérant rapidement, on aidera à réduire les pertes et à préserver notre précieuse ressource. Souvent, les exploitants de système réagissent uniquement face aux pertes d'eau perceptibles – adoptant ainsi une attitude passive. Cependant, en adoptant une approche plus proactive, ils pourraient réduire la fréquence des bris de conduite et s'épargner de coûteuses réparations.

Fiabilité de l'approvisionnement — En règle générale, lorsqu'il faut réparer un bris de conduite, les coupures d'eau sont inévitables. La détection et la

localisation des ruptures de conduite en temps opportun permettent de prévenir des pannes plus graves. Ces mesures contribueront à atténuer les interruptions de service requises pour pouvoir procéder à des réparations plus importantes et coûteuses pouvant comprendre le recours à une méthode de désinfection particulière ou la mise en place de services temporaires.

Service à la clientèle — Les bris de conduite et les pannes d'eau peuvent nuire grandement aux relations avec la clientèle. La détection proactive des défaillances avant qu'elles ne s'enveniment permet aux exploitants des systèmes de bien planifier les réparations et d'en informer les clients. Ces derniers s'attendent à juste titre à un service de qualité supérieure. En mettant en place les mesures qui s'imposent, les exploitants sont en mesure de gérer l'ampleur et la gravité des problèmes associés aux réparations d'urgence des bris de conduite.

Renouvellement des infrastructures — Les bris de conduite peuvent entraîner des dépenses d'immobilisations très élevées et une hausse des coûts du cycle de vie tout en réduisant la durée de vie utile des infrastructures. La détection proactive des pertes d'eau et des bris de conduite contribuera à prolonger la durée d'utilisation des canalisations et à réduire les coûts sociaux. En outre, grâce à une tenue appropriée des dossiers, les secteurs à problèmes peuvent être rapidement recensés pour assurer une planification efficace de leur remise en état.

Qualité de l'eau — Tout bris dans une conduite principale présente des risques de contamination. Pour que les réparations de la conduite s'effectuent rapidement, efficacement et en toute sécurité, vous devez pouvoir compter sur des personnes dûment formées qui utilisent les bons outils et matériaux et se conforment aux procédures établies sans compromettre la qualité de l'eau.

Sécurité du public et des travailleurs — Il est extrêmement important de veiller à assurer la sécurité du public et des employés pendant toute la durée des travaux. À partir du moment qu'un faillite est identifiée, on doit aussi se préoccuper de la sécurité du public. Dans des conditions de température au-dessous du point de congélation, l'eau gelée dans les rues inondées devient rapidement une question de risque sécuritaire et de responsabilité. En faisant en sorte que le lieu où s'effectue la réparation ne pose aucun danger et que les normes et procédures appropriées soient observées pendant toute la période des travaux, vous garantirez la qualité du travail et la sécurité tant des travailleurs que des citoyens. Puisque dans la plupart des cas, il faudra creuser dans l'emprise routière, il importera de mettre en place les méthodes de régulation de la circulation et les mécanismes de communication appropriés. Plusieurs manuels exposent les consignes à suivre pour assurer la sécurité routière.

Mise au courant rapide — En rehaussant la qualité et le niveau de surveillance du réseau, les exploitants seront mis au fait beaucoup plus rapidement des secteurs où un bris de conduite risque de se produire. Au moyen de compteurs s

SAMC ou des réseaux existants SCADA pour surveiller le débit de nuit, ils seront plus à même de détecter les bris avant qu'ils s'enveniment.

Qualité de la localisation — En veillant à ce que l'emplacement où s'est produit le bris soient recensé rapidement et avec précision, vous ferez en sorte d'accroître considérablement la rapidité d'exécution et la qualité de la réparation. En outre, l'utilisation de méthodes, techniques et matériels appropriés, jointe au recours à des employés dûment formés, fera en sorte que tout bris sera repéré avec précision et en temps opportun. L'amélioration de la localisation réduira les coûts de creusage d'une tranchée et les inconvénients qu'occasionnent les travaux pour les clients.

Protection des propriétés et de l'environnement — Chaque bris de conduite d'eau risque d'endommager les propriétés publiques et privées aussi bien que l'environnement. La dégradation et le sapement des routes, le déversement dans les cours d'eau, le dommage aux égouts et aux égouts pluviaux, l'inondation des propriétés, et le refoulement des égouts, ne sont que quelques exemples des possibilités de dommages. Une réceptivité et des techniques de réparations appropriées en réponse aux bris du système linéaire peuvent atténuer les possibilités de dommage.

Les parties qui suivent donnent plus de précisions sur ces questions et proposent des mesures dans le but d'améliorer la rapidité d'exécution et la qualité de la réparation de vos systèmes linéaires.

3. STRATÉGIES POUR ACCROÎTRE LA RAPIDITÉ D'EXÉCUTION DE LA RÉPARATION DU SYSTÈME LINÉAIRE

Encore une fois, il importe d'insister sur le fait qu'aux fins d'application de la présente règle de l'art, le terme « rapidité » ne fait pas allusion au temps qu'il faut pour réparer la conduite, mais plutôt au délai nécessaire pour être mis au courant du bris de conduite, le repérer et intervenir.

La présente partie traite de la « rapidité » ou délai d'intervention. Il y a trois importants aspects qui influent sur la rapidité avec laquelle un bris dans un système linéaire est détecté, localisé et réparé. Ce sont :

Mise au courant

La mise au courant a trait à la rapidité avec laquelle on est mis au fait d'un bris survenu dans la conduite principale. Cet aspect, qui est souvent celui qui est le plus négligé, revêt la plus grande importance pour réduire la durée de la fuite, les pertes d'eau et partant, les coûts sociaux et autres coûts associés aux dommages qui en résultent.

Localisation

Cet aspect a trait à la rapidité avec laquelle un bris de conduite est repéré avec précision en vue d'être réparé, une fois signalé.

Réparation

Cet aspect se rattache à la rapidité et à l'efficacité avec lesquelles l'équipe de réparation est dépêchée sur les lieux pour réparer le bris, une fois localisé.

Chacune de ces composantes est définie et décrite de façon plus détaillée dans les parties qui suivent.

3.1 AMÉLIORER LE DÉLAI DE MISE AU COURANT

Afin d'établir les mesures à prendre pour permettre une mise au courant plus rapide de la situation, il importe de souligner les divers types de défaillance et leurs incidences sur la mise au courant, la durée de la fuite et les pertes d'eau.

Il existe deux types de bris de conduite – les bris signalés et les bris non signalés.

Les bris signalés sont ce qu'on appelle couramment les « ruptures de conduite » durant lesquelles l'eau remonte rapidement en surface et dans certains cas, emporte des parties de la chaussée. Ces bris sont classés comme étant « signalés », c'est-à-dire qu'ils seront rapidement observés et détectés par les consommateurs, les employés des services publics ou autres, et communiqués au centre des opérations aux fins de suivi. En outre, il arrive souvent que les

interruptions de service soient déclarées par des clients qui font état d'un « sifflement » dans leur conduite d'eau. En général, il faut peu de temps pour prendre conscience de ce type de fuite.

Les bris « non signalés » sont ceux qui amènent l'eau à s'infiltrer dans le sol sans qu'il n'y ait aucun signe visible de fuite en surface. Si des mesures courantes n'ont pas été mises en place pour repérer ce type de bris, il faudra beaucoup plus de temps pour s'en rendre compte. Au fil du temps, le problème risque de s'aggraver et de se transformer en un bris déclaré ayant peut-être déjà causé d'importants dommages au milieu ambiant. Les fuites non signalées peuvent aisément durer pendant plusieurs semaines, plusieurs mois, voire plusieurs années, occasionnant ainsi d'importantes pertes d'eau et de recettes et des coûts sociaux élevés, en plus de dommages probables à la chaussée et aux infrastructures attenantes.

L'exemple suivant illustre bien les répercussions de la mise au courant sur la durée d'une fuite d'eau :

Bris signalé

Un bris survient dans une conduite principale ayant un diamètre de 300 mm et l'eau apparaît à la surface de l'accotement de la chaussée. Le débit d'eau s'établit à 500 l/min. et les résidents de la localité signalent l'incident au centre des opérations. Une équipe est immédiatement dépêchée sur les lieux. En moyenne, la mise au courant prend moins de 24 heures. En présumant qu'il a fallu 18 heures pour être informé du bris, une quantité de 540 m³ d'eau a été perdue.

Bris non signalé

Un bris s'est produit dans une conduite principale ayant un diamètre de 150 mm et l'eau s'est infiltrée dans le réseau d'égouts sanitaires. Le débit d'eau s'établit à 150 l/min. Il n'y a aucun signe de fuite d'eau en surface. C'est ainsi qu'aucune fuite ne sera détectée avant la prochaine activité d'entretien courant et de sondage de la bouche d'incendie par le personnel d'entretien des services publics trois mois plus tard. Trois mois se sont donc écoulés avant la mise au courant. En présumant qu'il a fallu 90 jours pour en être informé, une quantité de 19 440 m³ d'eau a été perdue. En outre, l'eau qui s'est échappée a été évacuée et traitée dans le réseau d'égout sanitaire.

Cet exemple cherche à illustrer à quel point les bris non signalés ont d'énormes répercussions sur les pertes d'eau et dans quelle mesure des programmes de mise au courant efficaces peuvent aider à réduire ces pertes et la durée de la fuite, à préciser les dommages pouvant être causés aux autres services publics et aux chaussées, en plus de cerner les coûts et de détecter la défaillance avant que la situation devienne catastrophique.

3.1.1 MISE AU COURANT DES BRIS SIGNALÉS

Puisque les bris signalés sont généralement observés et déclarés par des particuliers, la meilleure façon de réduire le délai de mise au courant est de sensibiliser la collectivité, les employés d'autres services publics et les travailleurs municipaux aux indices attestant la présence d'une fuite d'eau et de s'assurer qu'ils connaissent les numéros à composer pour « signaler » la défaillance. Les mesures suivantes peuvent être envisagées :

Faire appel au grand public

- Renseigner les citoyens sur le réseau de distribution d'eau et son fonctionnement, à l'aide des médias locaux.
- Diffuser des documents pour sensibiliser davantage les gens aux bris de conduite, et leur fournir les coordonnées et les numéros d'urgence à composer.
- Joindre au compte d'eau un dépliant ou un bulletin d'information publié à intervalles réguliers.
- Donner des renseignements sur ce qui se produit lorsqu'on tarde trop à intervenir dans une fuite d'eau (répercussions sociales, responsabilité pour dommages, qualité de l'eau, coût, etc.).

Faire appel au personnel municipal et aux autres employés des services publics

- Inviter le personnel de tous les services municipaux, tels que les services des eaux usées, du transport, des parcs et loisirs, les services d'incendie ou de transport en commun ainsi que les autres services tels que le gaz, l'électricité, les télécommunications et le câble, qui sillonnent le réseau tous les jours, à être à l'affût de tout signe de fuite d'eau.

Faire appel à d'autres groupes

- On pourrait communiquer avec les compagnies de taxi, les patrouilles de sécurité privées, les corps policiers, les entreprises de veilleurs de nuit ou de livraison et autres, pour leur donner des renseignements sur les signes de fuite d'eau et leur faire part des coordonnées pour signaler toute fuite.

Bref, il est important de sensibiliser les particuliers et de faire appel à eux pour réduire le délai de mise au courant de tout bris dans une conduite.

3.1.2 MISE AU COURANT DES BRIS NON SIGNALÉS

La détection des fuites est un élément important d'un programme de pertes d'eau. Pour réduire le délai de mise au courant d'un bris non signalé, il faut adopter une approche plus proactive et le plus souvent, une nouvelle méthode de gestion en matière de contrôle des pertes d'eau. Somme toute, le délai de mise au courant des bris non signalés peut être estimé, en moyenne, à la moitié du temps total qui

s'écoule entre les interventions. Vous trouverez ci-dessous les diverses mesures d'interventions offertes pour déceler la présence de fuites non signalées. Pour en savoir plus sur le contrôle des pertes d'eau, consultez la règle de l'art d'InfraGuide intitulée *Utilisation de l'eau et pertes dans les réseaux de distribution d'eau*.

Bilan hydrique

L'établissement d'un bilan hydrique sur une période continue de douze mois aidera à évaluer le niveau de pertes réelles dans votre réseau de distribution. L'analyse du bilan hydrique offrira au personnel un moyen d'évaluer les coûts d'un bris non signalé et les possibilités de recouvrer l'eau. Si un réseau n'a jamais établi un niveau de détection de bris non signalé, il est recommandé qu'un exercice d'établissement de bilan hydrique soit entrepris sur une période initiale de douze mois dans le but d'évaluer le niveau de fuite ainsi que le degré d'intervention nécessaire. Une fois le bilan hydrique établi, un bilan hydrique sur une période continue de douze mois (dernier mois exclu – nouveau mois inclus) aidera à cerner les risques que d'autres bris surviennent dans le réseau.

Études au moyen d'appareils acoustiques de détection de fuite

Depuis plus de cent ans, on se sert principalement des appareils acoustiques de détection de fuite pour détecter et localiser les bris non signalés. Les employés déployés sur le terrain utilisent en effet des détecteurs acoustiques et des corrélateurs de bruits de fuite servant expressément à cette étude. Toute fuite dans une conduite principale transmet des vibrations et des bruits qui sont perceptibles au moyen d'instruments appropriés. Les levés et l'écoute des bruits dans chaque raccord du réseau de distribution ainsi que la cartographie des bruits de fuites possibles, aux fins d'une enquête plus poussée, constituent un moyen efficace de détecter les bris non signalés. Il convient de préciser que cette méthode a une application limitée dans le cas des conduites non métalliques. En outre, l'étude au moyen d'appareils acoustiques ne garantit pas que tous les bris non signalés seront détectés et localisés. Lorsque vous calculez les pertes d'eau associées à un bris non signalé à la suite d'une étude faisant appel aux appareils acoustiques, vous devriez utiliser un délai de mise au courant moyen correspondant à la moitié de la fréquence de l'étude – p. ex., délai de mise au courant de six mois dans le cas d'une étude annuelle.

Comptage d'eau dans le réseau de distribution

Grâce à l'implantation des systèmes SCADA et des compteurs dans les réseaux de distribution, il devient plus facile de repérer l'eau circulant dans un réseau de distribution. Dans le cas des réseaux plus petits, les compteurs pour le contrôle de la production ou de la source d'eau peuvent servir à repérer les changements apparents au niveau des volumes de production ou des débits minimaux. Dans le cas des réseaux plus grands faisant appel à un comptage général entre les zones de pression, on peut déterminer le volume et la demande en eau et enquêter plus à fond sur les changements notables qui surviennent. L'utilisation de compteurs

dans le réseau de distribution peut aider à déterminer s'il y a lieu d'avoir recours à des méthodes d'intervention plus poussées.

Secteur à alimentation mesurée par compteur (SAMC)

Les SAMC sont des secteurs du réseau de distribution qui font l'objet d'un contrôle spécifique dans le but d'évaluer en permanence le niveau de pertes réelles d'eau. Pour ce faire, on se sert de compteurs qui enregistrent ou signalent les débits minimaux de nuit dans un secteur particulier et les données sont évaluées de manière continue pour repérer les variations même légères dans les débits de nuit. Les SAMC sont considérés comme l'un des outils les plus efficaces pour contrôler et réduire les délais de mise au courant des bris de conduite et pour contrôler les niveaux de pertes réelles à un niveau économique donné. En comparant chaque jour les débits de nuit minimaux, on peut évaluer le niveau de changement dans les débits qui devrait faire l'objet d'un examen plus approfondi (p. ex., au moyen d'un débitmètre acoustique).

Bien qu'on ait présenté dans la présente règle de l'art plusieurs méthodes pour réduire les délais de mise au courant à la fois des bris signalés et des bris non signalés, il convient de préciser que tous les services publics devraient procéder à une évaluation des coûts de leurs pertes d'eau afin de déterminer le niveau d'intervention approprié. Le plus souvent, c'est une combinaison de la totalité ou de certaines de ces méthodes qui offre l'approche la plus efficace et la plus économique.

3.2 AMÉLIORER LE DÉLAI D'INTERVENTION SUR PLACE

Une fois que les services publics ont été informés d'un bris de conduite (signalé ou non), l'emplacement exact de ce bris doit être établi avant d'y dépêcher les équipes de réparation.

Encore une fois, c'est le type de bris qui détermine souvent les activités de localisation de la fuite. Souvent, les bris signalés se voient attribuer une grande priorité en raison de leur nature, de leur importance critique au réseau et des risques de dommages et de réclamations qui y sont associés. Par contre, les bris non signalés qu'a révélés une détection proactive de fuite figurent généralement plus bas sur la liste de priorités, selon l'ampleur de la fuite et les risques de dommages connexes. Comme pour la composante de mise au courant, les bris non signalés peuvent occasionner d'importantes pertes d'eau. En reportant les activités de localisation de la fuite, on risque de perdre une grande quantité d'eau et de causer des dommages à d'autres services publics et à la chaussée, en plus de faire face à des coûts sociaux.

Afin de réduire au minimum, de façon proactive, les coûts voulus ou inattendus liés aux pertes d'eau et de s'assurer que la durée des fuites est réduite au minimum, les approches suivantes devraient être envisagées dans le but de localiser plus rapidement les bris dans les systèmes linéaires :

- Recenser et prioriser tous les bris au moment où ils sont signalés;
- Confier à des employés particuliers le soin de repérer le bris;
- Utiliser le matériel de pointe pour détecter et localiser la fuite, comme les corrélateurs de bruits de fuites, les tiges d'écoute et les microphones au sol;
- Veiller à ce que le personnel apprenne à bien utiliser les appareils de détection de fuite;
- Faire en sorte que le personnel chargé de localiser le bris de conduite ait accès aux plus récentes données sur les éléments d'actif et données cartographiques du réseau;
- **Consigner les emplacements des services d'eau et d'autres services publics tels que le gaz, l'électricité, les télécommunications, le câble et autres, et insister sur la nécessité de connaître leur emplacement;**
- Préparer un rapport détaillé pour s'assurer que l'équipe de réparation sera en mesure de repérer avec exactitude l'endroit où s'est produit le bris;
- Évaluer le degré de gravité de la situation afin que l'équipe puisse prioriser les réparations;
- Évaluer le type probable de bris pour s'assurer que l'équipe de réparation prépare les matériaux et les appareils nécessaires pour la réparation;
- Recenser les clients dans le secteur qui pourraient être touchés tout particulièrement par une panne d'eau, leur faire part du problème et coordonner avec eux les activités de réparation;
- Déterminer les robinets qu'il faudra fermer pour isoler le bris, au besoin.

En plus des méthodes susmentionnées, il convient de mener des activités pour repérer tous les bris de conduite, qu'il s'agisse de bris signalés ou non signalés. Le repérage du bris dans la tranchée creusée présente de toute évidence des avantages sur les plans économique et social. En ayant recours à des appareils de détection ultra-modernes et à du personnel dûment formé, on peut réduire fortement la fréquence de « puits sec ».

3.3 AMÉLIORER LE DÉLAI D'EXÉCUTION DE LA RÉPARATION

Le temps qu'il faut pour dépêcher une équipe après avoir déterminé l'emplacement exact du bris a également d'énormes répercussions sur les pertes d'eau et la durée de la fuite. Le type de bris, l'emplacement et le degré de gravité signalé influenceront sur la priorité qui sera donnée à la réparation – p. ex., une fuite grave sera réparée plus rapidement qu'une fuite dans un joint de robinet. Au

nombre des autres facteurs qui influent sur le degré de priorité accordé à la réparation, mentionnons :

- Usage de la conduite – conduite principale ou conduite auxiliaire;
- Clientèle touchée – secteur résidentiel ou secteur industriel, commercial et institutionnel;
- Exigences liées à l'alimentation provisoire en eau;
- Capacité d'obtenir en temps opportun des renseignements concernant l'emplacement des autres services publics et des formules d'autorisation sécuritaires;
- Incidences du bris de conduite sur les propriétés attenantes;
- Disponibilité de l'équipe de réparation et coûts en heures supplémentaires.
- Autres interruptions dans la communauté tels que les obstacles au débit de la circulation.

Cependant, il convient de signaler que pour prioriser les réparations, il faudrait, entre autres, évaluer les pertes d'eau pour s'assurer que les réparations sont effectuées en temps opportun, comme l'illustre l'exemple suivant :

Bris dans la conduite principale

Un bris est détecté dans une conduite principale et son emplacement exact est cerné sur une conduite de 150 mm. Le débit d'eau s'établit, en moyenne, à 100 l/min. La réparation est planifiée, mais n'est pas terminée avant deux jours. La perte d'eau associée à la durée de la réparation est de 288 m³.

Interruption de service du côté des services publics

Une fuite d'eau a été détectée et localisée du côté des services publics d'un branchement d'eau à une résidence. Le débit d'eau s'établit, en moyenne, à 12 l/min. La réparation est planifiée et terminée en l'espace de deux semaines. La perte d'eau associée à la durée de la réparation est de 242 m³.

Interruption de service du côté de la propriété privée

Une fuite d'eau a été détectée et localisée sur la propriété privée où se trouve le branchement d'eau à une résidence. Le débit d'eau s'établit, en moyenne, à 12 l/min. Il appartient au propriétaire de faire réparer le branchement et en conséquence, les travaux ne sont pas terminés avant six semaines. La perte d'eau attribuable à la durée de la réparation est de 726 m³. Il convient de signaler que de nombreuses municipalités ne disposent d'aucun recours pour exiger des propriétaires qu'ils réparent leur branchement d'eau défectueux, à moins qu'il n'y ait des incidences sur l'environnement. Certains services publics ont édicté des règlements qui précisent qu'une fuite dans un branchement d'eau entraîne

des incidences sur l'environnement sous forme de pertes d'eau et ont donc imposé un délai à l'intérieur duquel la réparation doit être effectuée.

Cet exemple illustre la nécessité d'intervenir en temps opportun dans tous les incidents de fuite d'eau afin de réduire au minimum la durée de la fuite et d'atténuer les pertes d'eau. Il n'est pas rare que les réparations des branchements d'eau figurent au bas de la liste de priorités. Cependant, il importe de se rappeler que les petites fuites qui durent longtemps provoquent des pertes d'eau plus considérables que les grosses fuites sur lesquelles on intervient rapidement.

4. STRATÉGIES POUR AMÉLIORER LA QUALITÉ DE LA RÉPARATION DU SYSTÈME LINÉAIRE

Tous les services publics devraient accorder une grande importance à la qualité de la réparation d'un système linéaire. Au moment de réparer un bris de conduite, les facteurs clés suivants doivent être pris en compte :

- Sécurité du public et des travailleurs;
- Qualité de l'eau et santé publique;
- Choix de matériaux et d'équipement adéquats;
- Méthodes de contrôle de la qualité et assurance de la qualité;
- Service à la clientèle et durabilité;
- Interruptions dans la communauté et les coûts qui y sont liés;
- Formation et procédures appropriées;
- Collecte et gestion de données adéquates, et
- Minimisation des coûts et des incidences environnementales.

Les parties qui suivent décrivent la façon d'aborder ces facteurs clés et exposent en détail une approche globale pour améliorer la qualité de la réparation et élaborer une méthode uniformisée pour les réparations.

4.1 AMÉLIORER LA QUALITÉ DE LA RÉPARATION

Plusieurs approches générales devraient être prises en compte pour garantir la qualité de la réparation du système linéaire. Les rubriques ci-dessous décrivent ces approches générales.

Sécurité

Il est essentiel de mettre en place des procédures adéquates pour assurer la sécurité des citoyens et des travailleurs pendant toute la durée de la réparation. Les aspects tels que la régularisation de la circulation, l'aménagement du site, les avis aux citoyens et aux services essentiels, le choix de l'équipement, le creusage d'une tranchée, l'emplacement des services publics et bien d'autres facteurs doivent être pris en considération. Il est essentiel que tous les employés reçoivent une bonne formation en matière de sécurité pour réparer les bris de conduite. Les règlements en matière de santé et de sécurité de la localité doivent être respectés et un Comité de santé et de sécurité devrait être mis sur pied au sein des services

publics pour faire en sorte que tous les aspects liés à la sécurité ont été pris en compte.

Qualité de l'eau

Tout bris dans un système linéaire peut être une source de contamination. Il faut prendre les moyens nécessaires pour s'assurer que la qualité de l'eau n'est jamais compromise durant la réparation. Il existe toute une gamme de procédures à suivre pour les divers types de bris de conduite. Cependant, certaines mesures doivent être prises en tout temps, notamment :

- Dans la mesure du possible, travailler dans des conditions de pression positive;
- Bien nettoyer et désinfecter le lieu où s'effectue la réparation ainsi que les matériaux et l'équipement servant à la réparation;
- Utiliser les procédés d'analyse, de purgeage et de désinfection appropriés pour remettre en service la conduite principale;
- Prélever des échantillons pour déterminer la qualité de l'eau et consigner les résultats.

Il importe de veiller à ce que tous les règlements provinciaux concernant la qualité de l'eau et les méthodes de contrôle soient dûment respectés en tout temps. Les recommandations figurant dans la norme 600-93 de l'ANSI/AWWA (propreté des conduites, raccords et équipements accessoires) et le Manuel 20 de l'AWWA intitulé *Water Chlorination Principles and Practices* doivent également être observées.

Formation adéquate

Il est essentiel de faire en sorte que les équipes de réparation soient dûment formées dans tous les aspects du travail et qu'ils aient à leur disposition les matériaux et l'équipement nécessaires pour réaliser les travaux. Ce ne sont pas toutes les provinces et/ou territoires qui exigent que les exploitants d'un réseau de distribution d'eau soient agréés (accrédités) pour réparer les bris de conduite. Cependant, il est recommandé que si les membres de l'équipe ne sont pas accrédités qu'il y ait au moins un (1) employé agréé sur place pour la durée des travaux.

Documentation

Tous les aspects du bris de conduite devraient être documentés, y compris les paramètres liés à la mise au courant, à la localisation et à la réparation. Ces données peuvent servir à suivre de près le contrôle et l'assurance de la qualité, en plus d'évaluer le coût total de la défaillance. C'est ainsi que les données suivantes devraient être recueillies durant la réparation d'une conduite : l'emplacement, le type de bris, l'information concernant les tuyaux, y compris la

méthode de réparation et les matériaux utilisés, les résultats des analyses (pression et qualité de l'eau) et, si cela est possible, l'échantillonnage du sol et de la conduite afin d'aider à déterminer la cause de la défaillance.

4.2 MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE POUR LES RÉPARATIONS

Tous les services publics devraient élaborer à l'intention des équipes sur le terrain un manuel de procédures exposant les techniques générales de réparation de bris de conduite. Nombre de grands services publics ont élaboré des manuels détaillés. La partie qui suit ne se veut pas être un manuel de procédures officiel, mais plutôt un guide pour aider les services publics à élaborer leur propre manuel de procédures, et dans le cas des services publics qui ont déjà produit un tel manuel, les aider à faire en sorte qu'ils abordent le plus d'aspects possible. Certaines provinces ont adopté des lois qui prévoient l'élaboration de manuels sur les activités de distribution d'eau et d'entretien.

En plus de la description de la méthodologie générale suivante pour les réparations, l'Annexe A présente un diagramme des activités requises durant la réparation d'une conduite principale. Ce diagramme, qui figure dans un document intitulé *Water System Operation & Maintenance Manual*, nous a été gracieusement fourni par la Ville d'Ottawa.

Il convient de signaler que la méthodologie générale pour les réparations qui est exposée ci-dessous s'applique tout particulièrement aux bris signalés. Cependant, la plupart des informations présentées ici peuvent tout aussi bien s'appliquer à des bris de toute sorte.

Dépêcher sur place l'équipe de réparation
<ul style="list-style-type: none">■ Idéalement, les services publics de distribution d'eau devraient dépêcher l'équipe de réparation sur les lieux du bris de la conduite, moins d'une heure suivant la réception du rapport. Le délai d'intervention ne devrait pas être modifié, même si les rapports semblent indiquer que le problème est négligeable. Certaines conditions du sol sont peu susceptibles de révéler les dommages réels sous la surface.■ Les équipes et leurs superviseurs devraient avoir à leur disposition des radios portatifs pour être en communication en tout temps.■ Il est recommandé que tous les camions basculants, les camions de livraison à plate-forme, les tracteurs et les excavateurs soient dotés d'émetteurs-récepteurs afin que l'on puisse rejoindre en tout temps quelqu'un sur le lieu où s'effectue la réparation.
Préparer l'aire où s'effectue la réparation
<ul style="list-style-type: none">■ L'équipe devrait évaluer rapidement l'emplacement général où est survenu le bris de conduite et pour protéger cette aire, placer immédiatement un véhicule en amont du site.■ Le véhicule devrait être muni d'un phare rotatif, d'une flèche de circulation ou de toute combinaison d'éléments bien visibles sur la chaussée. De plus, tous les

membres de l'équipe devraient porter des vêtements protecteurs et réflecteurs appropriés.

- Si l'équipe est passablement convaincue que le bris s'est produit près de l'endroit où l'eau apparaît en surface, elle devrait faire les appels nécessaires peu de temps après son arrivée sur place pour localiser les services publics et obtenir le permis pour creuser.
- Les balises routières et les panneaux avertisseurs devraient être placés rapidement avant, après et sur le lieu de réparation. Tout ce matériel doit satisfaire aux exigences de l'administration routière et être placé conformément aux directives exposées dans le guide de poche en matière de sécurité publié par le ministère des Transports.
- **Le débordement d'eau provenant du site devrait être contrôlé. L'eau devrait être acheminée vers les puisards des rues avoisinantes. Il faut aussi mettre en place des mesures pour contrôler la sédimentation conformes aux règlements locaux qui visent à protéger les réseaux d'égouts de la localité ainsi que les eaux de surface.**
- En cas de gel, vous devriez communiquer avec l'administration routière pour qu'elle épande du sable et du sel aux alentours de l'emplacement où est survenu le bris et dans les rues qui pourraient être glacées à la suite du débordement d'eau initial.

Prévenir les clients

- Souvent, lorsque survient une réparation d'urgence, on dispose de peu de temps pour avertir les clients qu'il faudra « couper » l'eau. Cependant, peu après son arrivée sur place, l'équipe devrait consulter ses cartes du réseau de distribution et déterminer les tronçons de la conduite qui devront être isolés pour pouvoir procéder à la réparation.
- Les membres de l'équipe qui ne s'occupent pas de la détection du bris ou de la mise hors service de la conduite devraient aller frapper de porte en porte dans le secteur touché pour prévenir les résidants que l'eau sera bientôt coupée. Les résidants devraient être invités à faire des provisions d'eau dès que possible pour la consommation, la cuisson et l'évacuation sanitaire.
- Certains services publics voudront peut-être déposer un dépliant d'information sur les réparations d'urgence, indiquant le numéro de téléphone du service d'aqueduc, aux résidences où personne ne répond.
- L'équipe chargée d'aviser la population doit être consciente des consommateurs pour qui l'approvisionnement en eau est important, voire essentiel.
- La présence dans le secteur touché d'installations comme des hôpitaux, cliniques médicales, industries, écoles, foyers pour personnes âgées, garderies, restaurants, pâtisseries, etc., devrait être immédiatement signalée au superviseur de l'équipe de réparation. Selon le cas, il y aura peut-être lieu de retarder l'isolation finale du tronçon de la conduite ou de prendre d'autres arrangements pour offrir des services d'approvisionnement en eau.

Prévenir les services essentiels

- Le Service des incendies doit connaître à l'avance les bouches d'incendie qui seront touchées par la mise hors service de la conduite principale. Il est recommandé de bien identifier ces bouches d'incendie.
- Dès que l'équipe s'apprête à fermer les robinets pour régler le débit, le répartiteur du service d'aqueduc ou le superviseur de l'équipe de réparation devrait communiquer avec le centre de communication du Service des incendies pour le prévenir qu'un tronçon de la conduite principale d'eau sera mis hors service.
- Il faut faire savoir au Service des incendies qu'il sera informé dès que la réparation sera terminée et que le réseau de distribution fonctionnera de nouveau normalement.
- Les services d'ambulance, de police et de transport en commun doivent être eux aussi informés que la circulation sera restreinte aux alentours du lieu de réparation. S'il faut fermer la rue au complet pour effectuer la réparation, ces services ont besoin d'en être informés.
- Le service de la circulation devrait aussi être prévenu, et ce, pour deux raisons : il doit être en mesure de répondre aux questions des citoyens au sujet des ralentissements et d'offrir une aide pour réorienter la circulation dans la zone touchée, notamment aider à établir une voie de déviation, au besoin.
- Au service d'aqueduc, le répartiteur ou la section des services à la clientèle devrait être bien informé de la nature de la réparation, notamment le nombre de rues touchées par la coupure d'eau, les restrictions à la circulation sur la rue et la durée approximative de la réparation, si cette information est disponible.
- Les bris qui ont causé des dommages importants, qui sont survenus dans des secteurs où l'alimentation en eau est essentielle ou qui occasionnent un important détournement de la circulation doivent être portés sur-le-champ à l'attention des cadres supérieurs du service d'aqueduc. Ces personnes peuvent faciliter l'approbation et la coordination d'un plus grand nombre de ressources sur les lieux et répondre aux questions des politiciens et des représentants des médias.

Isoler le tronçon à réparer

- Une fois que le matériel de régulation de la circulation a été placé aux alentours du lieu où s'effectue la réparation, que les parties de la chaussée endommagées ont été ceinturées et que l'emplacement du bris a été déterminé avec précision, l'équipe peut entreprendre de fermer les robinets ou de réduire le débit. Il est fortement recommandé de bien documenter la fermeture des robinets, ce qui facilitera par la suite la remise en service du réseau de distribution. Il est aussi recommandé de mettre à la disponibilité du personnel des contenants de 4 ou 18 litres d'eau potable à distribuer aux usagers selon le besoin.
- Un certain travail de coordination est nécessaire pour faire en sorte que les derniers robinets ne soient pas fermés avant que les résidants touchés aient eu le temps de faire des provisions d'eau.
- L'équipe de réparation doit décider si elle doit mettre la conduite entièrement hors service ou bien, réduire le débit d'eau. Dans la plupart des cas de défaillance, les équipes devraient tenter de travailler « en présence d'eau », et creuser et réparer lorsqu'il reste de l'eau à faible pression dans la conduite. Certains robinets peuvent être fermés complètement tandis qu'un ou deux robinets peuvent être réglés de façon à ce que le volume d'eau dans la conduite soit suffisamment faible pour que l'eau qui s'échappe puisse être contrôlée au moyen de pompes, qu'elle ne puisse blesser ou tremper les travailleurs et n'entrave pas non plus les travaux de réparation. En travaillant « en présence d'eau », on empêche le refoulement de l'eau provenant des conduites surélevées dans le tronçon isolé et l'entrée de contaminants dans l'aire de réparation.
- Le maintien d'un débit réduit dans la conduite principale donne de bons résultats dans la plupart des cas de bris circonconférentiels. Toutefois, dans le cas de toute réparation exigeant l'enlèvement d'un tronçon de conduite, il faudra isoler entièrement le tronçon à réparer et en évacuer l'eau.
- Certains bris occasionnent un important soulèvement de la chaussée et de vastes inondations, et il en résulte des dangers pour la circulation et des dommages aux propriétés. Lorsque survient ce genre de scénario, il faut généralement isoler dans les plus brefs délais le tronçon concerné et fermer complètement les robinets. En outre, faute de temps, on ne pourra pas aviser les résidants touchés par la fermeture, sauf après coup. Également, il est recommandé d'avoir toujours en réserve des bouteilles d'eau de 4 litres ou de 18 litres que l'on peut distribuer aux citoyens si le besoin s'en fait sentir.

Creuser au-dessus de la conduite principale

- Si la conduite principale se trouve sous la chaussée, la bordure de la chaussée ou le trottoir, le découpage à la scie devrait être utilisé pour réduire au minimum les dommages causés au milieu environnant.
- L'excavateur devrait creuser initialement du côté de la conduite où il n'y a pas de branchement et devrait demeurer à au moins un mètre de l'emplacement présumé de la conduite.
- Une fois qu'on a atteint la profondeur où se trouve la conduite principale, la conduite devrait être localisée à la main au moyen d'une pelle ou d'une tige de sonde. Les conducteurs d'excavateur devraient être dissuadés de tenter de repérer la conduite en « sondant » le sol ou en « touchant » la conduite.
- Lorsque la conduite principale et les branchements sont mis à découvert, l'excavateur peut être amené sans risque à creuser plus près afin de parachever le creusage.
- Lorsque le bris de conduite est bien visible, l'équipe peut décider de fermer plus complètement les soupapes entrouvertes, si l'écoulement d'eau pose une entrave aux réparations.
- La taille de la tranchée devrait être telle que des systèmes de caissons mobiles puissent y être descendus, le cas échéant.
- La tranchée devrait être centrée à peu près au-dessus du bris et être assez profonde pour que la conduite soit pleinement à découvert et nettement suspendue dans la tranchée, en prévoyant un espace d'au moins 300 mm entre la conduite et le fond de la tranchée.
- Enfin, avant que l'étaçonnement soit mis en place, les équipes devraient épandre 100 à 150 mm de pierres de décantation au fond de la tranchée. Cette mesure permettra aux travailleurs d'avoir le pied ferme et aidera à maintenir de bonnes conditions sanitaires pendant toute la durée des travaux.
- Si l'équipe observe des signes de contamination du sol durant les travaux de creusage, leur superviseur devrait en être immédiatement informé et des représentants compétents du ministère de l'Environnement de la province ou du territoire devraient être dépêchés sur les lieux. Il faudra alors cesser toute activité en attendant que des procédures adéquates soient mises en place pour protéger les travailleurs, le réseau de distribution et l'environnement.

Mettre en place l'étaçonnement

- Les lignes directrices de la Loi sur la santé et la sécurité au travail pertinentes de la province ou du territoire doivent être rigoureusement respectées. Elles décrivent ce que doit faire toute personne qui s'apprête à pénétrer dans une tranchée d'au moins 1,2 m de profondeur.
- En plus des lignes directrices concernant l'étaçonnement qui sont mentionnées dans la Loi, il existe plusieurs systèmes amovibles d'étaçonnement approuvés par le ministère du Travail, qui peuvent être descendus et fixés solidement dans la tranchée.
- Les caissons de tranchée ou systèmes amovibles de « montage de caisson » doivent être soulevés et manœuvrés au moyen d'appareils qui conviennent pour cette tâche.

- Il importe d'insister sur le fait que le travailleur doit être à l'abri de tout affaissement possible des quatre parois de la tranchée.
- Lorsque le dispositif d'éтанonnement est mis en place, la conduite ne doit pas supporter le poids de ce dispositif.
- Le caisson ou dispositif d'éтанonnement doit être placé de façon à reposer entièrement sur le fond de la tranchée et sa base doit être solidement fixée de manière à ne pas se déplacer au cas où l'une des parois s'effondrerait.
- Il ne doit y avoir aucun contact entre le dispositif d'éтанonnement et la conduite d'eau.
- Aucun travailleur ne devrait se trouver dans la tranchée au moment où les caissons d'éтанonnement y sont descendus ou en sont retirés.

Réparer la conduite principale

Étant donné que les matériaux entrant dans la composition des conduites et des branchements d'eau sont très diversifiés et que les types de défaillance qui se produisent le sont tout autant, on ne tentera pas de décrire les méthodes de réparation privilégiées pour tous les types de bris de conduite. La plupart des services publics disposent déjà de normes d'entretien utiles qui décrivent comment il faut s'y prendre pour effectuer les réparations. Cependant, en plus de décrire la technique de réparation en usage, ils formulent des observations qu'il convient de signaler ici :

- Les équipes de réparation devraient respecter les lignes directrices de la Loi sur la santé et la sécurité au travail qui s'applique, et recevoir une formation dans ce domaine.
- Tout le matériel de protection nécessaire doit être porté lorsque la situation l'exige.
- La tranchée doit être considérée comme un espace clos. L'équipe de réparation doit se conformer aux protocoles liés à l'accès aux espaces clos et à l'évacuation.
- Toute utilisation d'équipement alimenté à l'essence (ou application de produits chimiques tels que l'hypochlorite de sodium) dans la tranchée doit aller de pair avec l'utilisation d'un ventilateur mécanique permettant d'assurer la qualité de l'air dans la tranchée.
- Les pompes d'épuisement doivent être placées de manière à ce que les gaz d'échappement ne soient pas libérés dans la tranchée.
- Les équipes de réparation doivent bien assimiler l'information présentée dans les normes 600-606 de l'ANSI/AWWA, qui abordent les méthodes d'installation de conduite, les directives d'inspection, l'aménagement d'une tranchée, l'assemblage, le purgeage et les épreuves d'étanchéité et sous pression.
- Les équipes de réparation doivent connaître toutes les utilisations et modes d'application des pièces servant à réparer les conduites, telles que recommandées par le fabricant, et bien suivre les consignes.
- Les équipes de réparation doivent suivre les recommandations contenues dans la norme 600-93 de l'ANSI/AWWA (propreté des conduites, raccords et équipements accessoires) et le Manuel 20 de l'AWWA intitulé *Water Chlorination Principles and Practices*.

- Les équipes doivent observer les recommandations en matière de désinfection du lieu de réparation qui sont formulées dans la norme C-651-99 de l'AWWA, les règlements provinciaux ou territoriaux qui s'appliquent ou les procédures et directives des services publics. Il faut utiliser des soins particuliers en évacuant l'eau chlorée dans les fossés et/ou dans les systèmes d'égouts étant donné la possibilité de l'effet négatif sur les cours d'eau.
- Les équipes de réparation doivent être conscientes de l'entrée de contaminants pouvant résulter de leurs activités et protéger le réseau de distribution en conséquence.
- Les équipes doivent séparer les outils servant à réparer les réseaux d'eaux usées de ceux qui sont utilisés pour réparer les réseaux de distribution d'eau.
- Les équipes qui s'occupent de réparer à la fois les réseaux d'eaux usées et les réseaux de distribution d'eau doivent faire en sorte de laver fréquemment leurs survêtements de travail. Les bactéries qui peuvent s'accumuler sur les vêtements portés lors de la réparation d'une conduite d'égout, ou même pour accéder à un regard d'égout, peuvent contaminer les conduites d'eau à découvert et les raccords utilisés pour la réparation. Les employés doivent aussi changer de gants en passant d'une réparation d'un réseau d'eaux usées à un réseau de distribution d'eau afin de réduire le risque de contaminer le système d'eau potable
- Les équipes doivent surveiller et contrôler la circulation des véhicules et des piétons à proximité du lieu où s'effectue la réparation. Elles doivent tout d'abord déterminer si les mesures prises donnent les résultats escomptés et vérifier si aucune balise routière ni panneau avertisseur n'ont été déplacés ou renversés pendant la période des travaux.
- Les travaux doivent se poursuivre, sans interruption, jusqu'à ce que la conduite soit raccordée de nouveau. En tout temps, la conduite et le lieu de réparation devraient être surveillés afin d'empêcher qu'une personne se blesse et de prévenir tout acte de vandalisme et tout risque de contamination de la conduite mise à découvert, rendue vulnérable.
- Tous les raccords et les tronçons de conduite endommagés doivent être retirés du site. Aucune ferraille ni débris insalubres ne doivent être abandonnés dans la tranchée.
- Tous les matériaux et raccords servant à réparer la conduite doivent avoir un diamètre semblable et s'apparenter aux matériaux de la conduite à réparer. Si ce n'est pas possible, les matériaux employés dans la réparation doivent tout au moins appartenir à la même catégorie de conduite et offrir la même capacité de pression, en plus de permettre les mêmes conditions de fonctionnement que la conduite à l'origine.
- Tous les lubrifiants pour tuyaux utilisés durant la réparation doivent satisfaire aux exigences de l'ANSI/AWWA et des niveaux de qualité pour les matériaux du NSF/ANSI.
- Le lubrifiant doit être non toxique et soluble dans l'eau, n'avoir aucun effet dévastateur sur les matériaux des joints d'étanchéité, en plus de ne pas modifier le goût ou l'odeur de l'eau dans la conduite ni de permettre une croissance bactérienne.

- Enfin, les raccords servant à la réparation et la conduite à découvert devraient faire l'objet de certaines mesures de contrôle de la corrosion, le cas échéant. Il existe sur le marché plusieurs produits qui servent de dispositifs sacrificiels et peuvent être fixés aux assemblages pour la réparation. Les isolants à tuyau imprégnés de paraffine constituent également une mesure efficace de lutte contre la corrosion. Les anodes de magnésium ou de zinc peuvent en outre être soudés à la chaleur à la conduite ou des accessoires métalliques peuvent être installés avec des conduites non métalliques, protégeant ainsi la surface de la conduite contre la corrosion pendant de nombreuses années. Les ensembles de soudure des anodes sont simples à utiliser et aident l'équipe à assurer la protection cathodique ponctuelle.

Mettre à l'essai la conduite réparée

- En remettant en service la conduite principale, l'équipe devra se conformer aux procédés de remblayage, de purgeage et de désinfection qui ont été établis.
- En règle générale, cela signifie qu'il faut réintroduire l'eau lentement dans la conduite en utilisant un robinet à un point plus bas et expulser l'air du système à partir de la bouche d'incendie qui se trouve au point le plus élevé du tronçon isolé de la conduite.
- Lorsque l'air semble avoir été expulsé, le robinet d'alimentation peut être ouvert davantage pour permettre le purgeage de la conduite.
- L'équipe nettoiera à grande eau la conduite principale jusqu'à ce que l'eau semble limpide et procédera à des analyses dans les deux directions à partir du point de réparation pour déterminer les niveaux de chlore résiduel, de turbidité et de qualité de l'eau.
- Les équipes doivent assurer l'évacuation adéquate de l'eau chlorée. Il est important aussi que les équipes soient au courant de l'impact possible sur les cours d'eau.
- Après que la conduite principale a été purgée et que la pression de fonctionnement est retournée à la normale, l'équipe devrait examiner de près la réparation pour s'assurer que tout est sec et étanche. L'utilisation d'une sonde dans la conduite permettra d'assurer qu'il n'y a aucune autre fuite dans le secteur de la réparation.
- À ce moment-ci, certains choisissent d'informer toutes les personnes déjà prévenues que la conduite principale a été remise en service ou préfèrent attendre que la tranchée soit remblayée et compactée avant de les prévenir. Des ruptures peuvent en effet se reproduire dans les vieux tuyaux en fonte dans des conditions normales de compactage par vibration.

Documenter

- Avant de procéder au remblayage, l'équipe devrait consigner sommairement ce qui suit : (Pour un exemple de feuille de collecte de données sur le terrain concernant la réparation d'une conduite, voir l'Annexe B)
 - heure à laquelle le bris lui a été signalé;
 - heure à laquelle la conduite principale a été mise hors service;
 - robinets fermés pour effectuer la réparation;
 - robinets ouverts pour remettre la conduite en service;
 - heure à laquelle la conduite a été remise en service;
 - taille et diamètre extérieur de la conduite;
 - profondeur à laquelle se trouve la conduite;
 - revêtement de route (béton, asphalte, etc.);
 - emplacement exact du bris;
 - nature du bris (trou, fissure, bris circonférentiel, etc.);
 - apparence de la surface de la conduite principale (lisse, corrodée, etc.);
 - brève description des conditions du sol (argile, sable, mélange de limon, etc.) dans lequel la conduite a été posée;
 - mesures prises pour désinfecter les pièces, les raccords et le lieu de réparation;
 - apparence de l'eau de rinçage et temps qu'il a fallu à l'eau pour qu'elle devienne claire après la remise en service de la conduite;
 - tout robinet brisé ou offrant un faible rendement, observé durant la période d'isolation du tronçon;
 - toute bouche d'incendie offrant un faible rendement, observé durant la réparation;
 - autres services publics mis à découvert durant l'activité de creusage;
 - tout dommage causé aux services publics avoisinants durant le creusage;
 - si la réparation a nécessité l'enlèvement d'un tronçon de la conduite, celui-ci devrait être envoyé à un laboratoire d'analyse métallographique qui pourrait déterminer les principales causes de la défaillance;
 - des échantillons du sol devraient être prélevés dans la tranchée, idéalement à la profondeur où se trouve la conduite, afin d'aider à expliquer les causes de toute corrosion externe observée à la surface de la conduite ou sur d'autres accessoires métalliques;
 - les services publics devraient créer un document de saisie de données devant être dûment rempli à chaque lieu de réparation;
 - les tranchées où s'effectuent les réparations constituent des « laboratoires » idéaux pour recueillir de l'information qui ne peut être obtenue qu'en mettant à découvert la conduite. Ces données aideront à prévoir le reste de la durée de vie utile de ce tronçon de conduite et à élaborer le plan de renouvellement du réseau de distribution.

Remettre en état les lieux

- Après avoir réparé et vérifié la conduite principale, l'éтанçonnement peut être retiré de la tranchée. Il faut s'assurer que l'éтанçonnement est retiré convenablement de la tranchée sans heurter la conduite.
- Peu importe la taille de la conduite et la nature de la réparation, les équipes doivent remblayer, compacter et remettre en état les lieux, conformément aux recommandations de leur administration routière locale et suivre les directives de la section de conception du réseau de distribution afin de préserver le système d'approvisionnement en eau potable.
- Un compactage inadéquat donne souvent lieu plus tard à d'autres bris de conduite au même endroit, du fait que la conduite mise à découvert n'est pas soutenu suffisamment ou de façon uniforme.
- Les services publics peuvent tirer maints enseignements des fabricants de conduites d'eau potable, en ce qui concerne la façon d'installer, de soutenir et de compacter leurs produits. Tout comme il existe une grande diversité de matériaux utilisés dans les tuyaux, il existe différentes méthodes pour installer et compacter chaque matériau.
- En règle générale toutefois, ces simples observations peuvent faciliter et assurer la remise en état des lieux :
 - Choisir un agrégat de remblayage qui s'apparente le plus aux matériaux utilisés ailleurs dans la tranchée.
 - S'il est difficile de reproduire les matériaux présents à l'origine dans la tranchée, un agrégat de remblayage ressemblant à un mélange de petites pierres (0,12 à 0,20 mm) et de sable grossier constituerait un mélange très convenable.
 - L'utilisation d'un agrégat sec, non gelé et à particules libres est privilégié.
 - L'agrégat doit être répandu uniformément sous le tronçon au complet de la conduite mise à découvert.
 - Il ne devrait y avoir aucun vide au niveau du support en dessous de la conduite.
 - Toute conduite d'eau ou autres services publics qui traversent la tranchée devraient bénéficier d'un support solide et être recouverts de 300 mm d'agrégat au moins avant que le compactage par vibration soit induit juste au-dessus de la conduite.
 - Après que l'agrégat a été épandu uniformément dans un rayon d'environ 900 mm de la bordure de la tranchée, un compresseur portable devrait être descendu au moyen de courroies dans la tranchée pour qu'un membre de l'équipe puisse ensuite compacter uniformément le remblai de part et d'autre de la conduite.
 - Le remblai sur le côté de la conduite devrait être compacté en premier afin de consolider le support sous la conduite et de soutenir les renforts de la conduite pour prévenir toute déflexion latérale.
 - Les équipes de réparation n'auront probablement aucun moyen, comme on le cite souvent, de déterminer si le matériau de remblai a été

- compacté à au moins 95 % du Proctor. Cependant, un bon moyen de le déterminer est d'observer le « produit » d'agrégat à compacter.
- Lorsque l'agrégat ne se dissocie plus sous l'effet du compacteur, on peut présumer que le matériau a été suffisamment compressé et que le **compactage** est adéquat.
- La zone de « **compactage** initial » est la zone qui s'étend de la base de la tranchée jusqu'à environ 600 mm au-dessus de la conduite et des branchements. Une fois que cette zone est compactée, on peut passer à le **compactage** « final ».
 - Le **compactage** final doit être réalisé au moyen de « couches » de appropriées d'agrégat. L'épaisseur des couches de matériau à compacter peut varier selon la sorte de matériau et le degré de compactage nécessaire. Le membre de l'équipe avec le compacteur devrait être retiré de la tranchée pendant qu'une autre couche d'agrégat est épandue de manière uniforme. Il est très important de faire en sorte que le matériau soit distribué uniformément de part et d'autre de la conduite pour éviter toute tension sur un côté ou l'autre.
 - Le membre de l'équipe devrait redescendre avec le compacteur dans la tranchée et manipuler le matériau jusqu'à ce qu'il semble pleinement compressé. Ce procédé de compactage devrait se poursuivre jusqu'à ce que le matériau compacté soit épandu uniformément et se trouve dans un rayon de 75 mm de la bordure de la tranchée.
 - Les bords de la tranchée devraient être nettoyés et taillés, au besoin, pour offrir une bonne surface de contact adhésive aux matériaux de réparation à chaud ou à froid qui seront utilisés. **Certaines municipalités peuvent avoir des exigences qu'il faut respecter par rapport aux réparations des services brisés.**
 - La dernière étape consiste à recouvrir le site d'une couche compactée de 75 mm de goudron et de pierre. Les matériaux de réparation à froid ou à chaud doivent être épandus et compactés uniformément de façon à offrir une surface unie qui s'intègre bien à la chaussée aux alentours de la tranchée.
- Si le lieu de réparation est remis en état convenablement, il y a peu de risques qu'une nouvelle défaillance se produise au même endroit. Il est fort probable également que la zone remise en état pourra résister à la circulation et aux conditions de température jusqu'à ce qu'une réfection définitive soit envisagée.

Remettre en service la conduite principale

- Tous les robinets qui ont été fermés pour isoler le tronçon de conduite endommagé doivent être rouverts avant que l'équipe quitte les lieux. L'ouverture de tous les robinets fera en sorte que le débit et la pression de fonctionnement retournent à la normale. Il est hautement recommandé de tenir à jour une liste de contrôle des robinets fermés / ouverts.
- Une fois que tous les robinets sont ouverts, vous devriez procéder à un dernier contrôle des bouches d'incendie dans le voisinage pour vous assurer que l'air a été totalement évacué du système et que l'eau est claire.
- C'est à ce moment-ci qu'on peut signaler que le système est entièrement pressurisé et qu'il fonctionne de nouveau normalement.
- Toutes les autorités locales qui ont été avisées avant le début des travaux devraient maintenant être informées que le réseau a été remis en service.

5. CAS D'UTILISATION ET LIMITATIONS

5.1 ÉVALUATION DU COÛT DES BRIS DE CONDUITE

Tous les services publics estiment qu'il est essentiel de réduire au minimum les coûts d'exploitation sans compromettre la qualité de l'eau, la performance et les services à la clientèle. Le présent document sert de fondement à l'examen de tous les aspects d'un bris dans un système linéaire. Les méthodes qui y sont présentées pour améliorer la rapidité d'intervention et la qualité de la réparation ont pour but de cerner les facteurs pouvant donner lieu à une réduction des coûts.

Tous les services publics devraient comptabiliser les coûts d'exploitation associés à leurs diverses activités, notamment la réparation d'un système linéaire. Cependant, il faut savoir que tous les coûts devraient être pris en compte dans l'évaluation afin de déterminer les coûts réels de chaque défaillance.

Souvent, seuls les coûts de la main-d'œuvre, de l'équipement et des matériaux sont pris en compte au moment d'évaluer les réparations d'une conduite. Pour obtenir une évaluation exacte, tous les coûts suivants doivent être comptabilisés :

1. **Coût des pertes d'eau** – on devrait chercher à calculer la durée totale de la fuite et le débit d'eau pour chaque bris réparé. Cela comprend le temps qui s'est écoulé avant d'être mis au courant, le temps pris à localiser le bris et le temps de réparation. Le plus souvent, la perte d'eau est estimée au coût de production marginal de l'eau. Cependant, dans les secteurs où la capacité du système est atteinte, on utilise souvent le prix de détail de l'eau.
2. **Total des coûts de la main-d'œuvre et des matériaux** – tous les coûts de la main-d'œuvre et des matériaux devraient être comptabilisés, notamment les activités détaillées de détection de fuite d'eau ayant servi à détecter les bris non signalés, l'exercice de localisation du bris et les activités de réparation elles-mêmes de la conduite.
3. **Incidences environnementales** – on devrait chercher à déterminer les coûts associés aux incidences sur l'environnement. Certains bris dans une conduite principale peuvent avoir de graves répercussions sur le milieu ambiant et ces coûts devraient être comptabilisés.
4. **Répercussions sociales** – on devrait tenter de comptabiliser les coûts liés aux répercussions sociales sur la clientèle locale durant la période de réparation de la conduite. Pour ce faire, on peut attribuer des valeurs appropriées qui se fondent sur la durée de la coupure d'eau et le délai de réparation.
5. **Incidences économiques** – à l'instar des répercussions sociales, les incidences économiques sur les commerces locaux durant une défaillance devraient être évaluées et documentées, par exemple, les demandes en dommages-intérêts, les dommages causés aux infrastructures routières,

les coûts des permis pour creuser dans la chaussée, les coûts de détérioration de la chaussée et des dommages causés aux égouts pluviaux, les coûts liés à la sédimentation, au détournement et aux délais de la circulation, etc.

Les services publics devraient consulter le document de l'AWWA Research Foundation intitulé *Costs of Infrastructure Failure*, AWWARF, 2002c.

6. ÉVALUATION

Il importe toujours de mesurer notre rendement pour chercher constamment à l'améliorer. En ce qui concerne la rapidité d'intervention et la qualité de la réparation des systèmes linéaires, les mesures d'analyse comparative suivantes peuvent être employées :

- Comme le fait le secteur de l'électricité, déterminer et consigner la durée de la coupure d'eau et le nombre de clients touchés pour chaque réparation de bris d'un système linéaire, dans le but d'obtenir un total annuel de la durée des coupures d'eau pouvant être exprimé sous forme de pourcentage du temps de panne par client, par année.
- Déterminer le bilan hydrique du réseau de distribution et le coefficient de fuite. En déterminant les pertes d'eau, on peut observer de quelle façon une vigilance accrue au niveau de la rapidité d'intervention et de la qualité de la réparation du système linéaire se traduit par une baisse des pertes d'eau du réseau.
- Recenser chaque année le total des coûts des bris dans les systèmes linéaires. Il importe de signaler que le coût total précisé dans la partie précédente devrait être comptabilisé.
- Prendre note de la mise en place des mesures d'entretien préventif, telles que les programmes d'entretien du réseau et de remplacement et de réhabilitation de la conduite, afin de déterminer les répercussions sur la fréquence des bris qui surviennent dans le système linéaire.

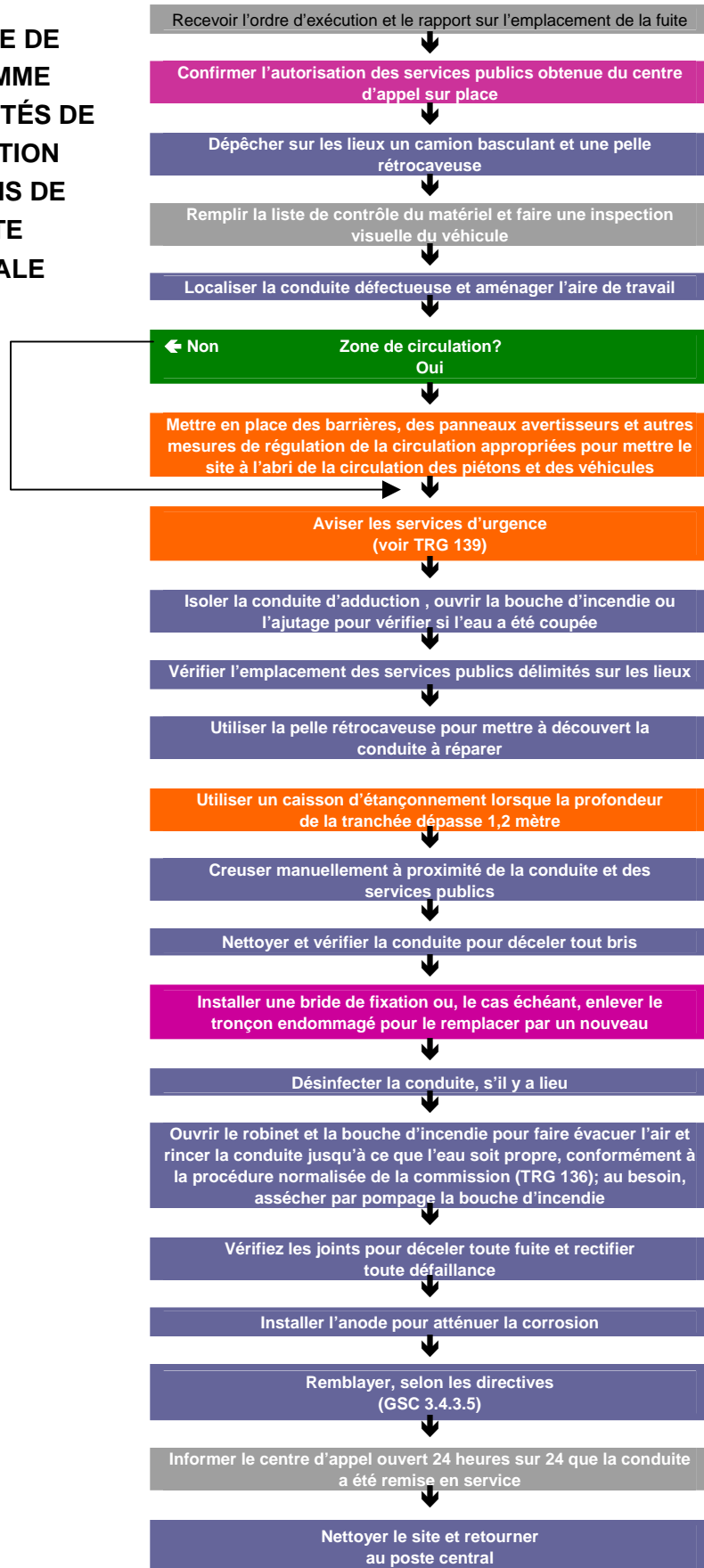
Peu importe la méthode de suivi et d'évaluation utilisée, il est recommandé que cet exercice soit effectué au moins à chaque trimestre pour permettre une évaluation et une documentation des améliorations par rapport aux années précédentes. Les services publics seront ainsi en mesure de déterminer si le degré d'intervention actuel est rentable ou s'il doit être augmenté ou au contraire réduit.

ANNEXE A : DIAGRAMME DES RÉPARATIONS DE LA CONDUITE PRINCIPALE

Veillez prendre que le diagramme suivant des réparations d'une conduite principale a été fourni, à titre d'exemple, par la Ville d'Ottawa. Il figure dans le *Water Distribution System Operation and Maintenance Manual*. Pour en savoir plus, vous pouvez communiquer avec :

David Raymond
Ville d'Ottawa – Direction des services publics
951, avenue Clyde
Ottawa (Ontario) K1Z 5A6
Tél. : (613) 580-2424, poste 22350
Télec. : (613) 728-4183
Courriel : David.Raymond@ottawa.ca

**EXEMPLE DE
DIAGRAMME
D'ACTIVITÉS DE
RÉPARATION
D'UN BRIS DE
CONDUITE
PRINCIPALE**



ANNEXE B :

FEUILLE DE COLLECTE DE DONNÉES SUR LE TERRAIN CONCERNANT LA RÉPARATION D'UNE CONDUITE

Veillez prendre note que le formulaire de collecte de données sur le terrain concernant la réparation d'une conduite a été fourni, à titre d'exemple, par la Halifax Regional Water Commission . Il figure dans le manuel d'exploitation et d'entretien du réseau de distribution d'eau de la Ville. Pour obtenir de plus amples renseignements, vous pouvez vous adresser à :

Ken Brothers, ing.
Directeur des opérations
6380 chemin Lady Hammond
C.P. 8388 poste A
Halifax (Nouvelle-Écosse)
B3K 5M1
Tél. : (902) 490-6254
Courriel : kenb@hrwc.ns.ca



RÉPARATIONS DE CONDUITE PRINCIPALE ET BRANCHEMENTS D'EAU

TYPE DE BRIS	CONDUITE PRINC.	<input type="checkbox"/>
	BRANCHEMENT	<input type="checkbox"/>

INFORMATION CONCERNANT L'EMPLACEMENT

RUE NUMÉRO D'HABITATION EN FACE

RUES FORMANT DES INTERSECTIONS 1 2

MESURE 1

MESURE 2

RÉGION CENTRE EST OUEST COLLECTIVITÉ

INFORMATION CONCERNANT LA CONDUITE

TRANCHÉE	ARGILE <input type="checkbox"/>	GRAVIER <input type="checkbox"/>	PIERRES-SCHISTES <input type="checkbox"/>	MORAINES <input type="checkbox"/>	SURFACE EXTERNE DE LA CONDUITE	ASSEZ NEUVE <input type="checkbox"/>	LÉGÈREMENT CORRODÉE <input type="checkbox"/>	MOYENNEMENT CORRODÉE <input type="checkbox"/>	TRÈS CORRODÉE <input type="checkbox"/>						
SÉDIMENT INTERNE AVEC DÉPÔT DE LIMON <input type="checkbox"/>	SÉDIMENT INTERNE AVEC DÉPÔT DE LIMON <input type="checkbox"/>	DURE <input type="checkbox"/>	MOLLE <input type="checkbox"/>	PAROI INTERNE DE LA CONDUITE	ASSEZ NEUVE <input type="checkbox"/>	LÉGÈREMENT CORRODÉE <input type="checkbox"/>	CORRODÉE AUX ALENTOURS <input type="checkbox"/>	TRÈS CORRODÉE <input type="checkbox"/>							
RÊVÈTEMENT DE PAROI INTERNE INTACT <input type="checkbox"/>	DATE D'INSTALLATION DE LA CONDUITE	<input type="text"/>	TAILLE DE LA CONDUITE	<input type="text"/>											
MATÉRIAUX DE CONDUITE	AMIANTE-CIMENT <input type="checkbox"/>	LAITON <input type="checkbox"/>	FONTE <input type="checkbox"/>	FONTE À PAROI DE BÉTON <input type="checkbox"/>	CUIVRE <input type="checkbox"/>	FONTE DUCTILE <input type="checkbox"/>	FONTE DUCTILE HYPROTEC <input type="checkbox"/>	ACIER GALVANISÉ <input type="checkbox"/>	HYPRESCON C-301 <input type="checkbox"/>	HYPRESCON C-303 <input type="checkbox"/>	HYPRESCON <input type="checkbox"/>	CPV <input type="checkbox"/>	ACIER INOXYDABLE <input type="checkbox"/>	AUTRE <input type="text"/>	PROFONDEUR DE LA CONDUITE <input type="text"/>

INFORMATION CONCERNANT LA RÉPARATION DU BRANCHEMENT

CONDUITE BOÎTE DE BRANCHEMENT (petit diamètre) BB OU BOÎTE DE SOUPAPE (grand diamètre) BS TIGE EN ACIER INOXYDABLE SODS

REMISE EN ÉTAT PAYSAGÈRE SURÉLEVÉ ABAISSÉ AUTRE

INFORMATION CONCERNANT LA FUITE

DATE DE DÉTECTION SIGNALÉ PAR

MISE AU COURANT SIGNALÉ PAR UN CLIENT FUIE NON SIGNALÉE

TYPE DE FUITE	CIRCULAIRE <input type="checkbox"/>	ÉRUPTION <input type="checkbox"/>	FISSURE <input type="checkbox"/>	TROU DANS LA CONDUITE <input type="checkbox"/>	JOINT DE CONDUITE <input type="checkbox"/>	AUTRE <input type="checkbox"/>	CAUSE APPARENTE	PIQÛRES DE CORROSION <input type="checkbox"/>	GRAPHITISATION <input type="checkbox"/>	ACTION DE POUTRE <input type="checkbox"/>	DÉPLACEMENT LATÉRAL <input type="checkbox"/>	COUP DE BÉLIER OU SURPRESSION <input type="checkbox"/>	AMINCISSEMENT DE LA PAROI DÙ À LA CORROSION <input type="checkbox"/>	RONGÉE <input type="checkbox"/>	DOMMAGES ACCIDENTELS <input type="checkbox"/>	AFFAISSEMENT CRÉÉ PAR UN VIDE <input type="checkbox"/>	JOINT AYANT DU JEU <input type="checkbox"/>	AUTRE <input type="checkbox"/>
---------------	-------------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	--	--	--------------------------------	-----------------	---	---	---	--	--	--	---------------------------------	---	--	---	--------------------------------

PERTES D'EAU EN GALLONS TOTAL DES COÛTS DE RÉPARATION

INFORMATION CONCERNANT LA RESPONSABILITÉ

RÈGLEMENT ASSURANCE PRIVÉE

NOMBRE DE CLIENTS TOUCHÉS

FUITE D'EAU PUISARD
 TRANCHÉE
 RUE

SOUS-SOLS
 COURS

TYPE DE CONSOMMATEUR TOUCHÉ (COCHEZ TOUT CE QUI S'APPLIQUE) RÉSIDENTIEL COMMERCIAL INSTITUTIONNEL

DOMMAGES AUX OUVRAGES PUBLICS/PRIVÉS

REMARQUES

INFORMATION CONCERNANT L'ENTRETIEN

NUMÉRO DE L'ORDRE D'EXÉCUTION DATE DE LA RÉPARATION

HEURE : ÉQUIPE SUR LES LIEUX EAU COUPÉE EN CIRCULATION

REVÊTEMENT FINAL PAVÉ CRIBLURE DE PIERRE ÉPAISSEUR DE L'ASPHALTE
 GRAVIER
 BÉTON BRIQUE TAILLE DE LA TRANCHÉE PROFONDEUR

LONGEUR DE LA CONDUITE RÉPARÉE NOMBRE DE BRIDES TAILLE DES BRIDES

NOMBRE DE RACCORDS POUR RÉPARATION NOMBRE D'ANODES

BOUCHES D'INCENDIE UTILISÉES

ROBINETS UTILISÉS

ROBINETS NETTOYÉS

ROBINETS BRISÉS

ROBINETS NON ÉTANCHES

EMPLOYÉS AFFECTÉS AU BRIS

APPAREILS UTILISÉS

AUTRES MATÉRIEAUX UTILISÉS

RÉFÉRENCES

Thornton, Julian, *Water Loss Control Manual*, McGraw-Hill, 2002.

Farly, Malcolm et Stuart TROW, *Losses in Water Distribution Networks*, IWA Publishing, 2003.

Applying worldwide BMPs in Water Loss Control – rapport du Comité : AWWA Water Loss Control Committee, AWWA Journal, volume 95, numéro 8, août 2003.

AWWARF, 2002c., *Costs of Infrastructure Failure*.