

Eau potable



Qualité de l'eau dans les réseaux de distribution

Le présent document est le quatrième 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



Fédération
canadienne des
municipalités

Canada

Qualité de l'eau dans les réseaux de distribution

Version no 1.0

Date de publication : Juillet 2003

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

ISBN 1-897094-19-1

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

INTRODUCTION

InfraGuide – Innovations et règles de l'art

Pourquoi le Canada a besoin d'InfraGuide

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

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

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

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

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

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

Un réseau d'excellence de connaissances

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

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

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

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

Joignez-vous à nous

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

Introduction

InfraGuide – Innovations
et règles de l'art



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



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.



Prise de décisions et planification des investissements

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



Protocoles environnementaux

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



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.



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

TABLE DES MATIÈRES

Introduction	iii
Remerciements	vii
Résumé	ix
1. Généralités	1
1.1 Introduction.....	1
1.2 Objet et portée.....	1
1.3 Mode d'utilisation du document	1
1.4 Glossaire	2
2. Justification	5
2.1 Historique.....	5
2.1.1 Approche à barrières multiples	5
2.1.2 Réseaux de distribution.....	5
2.1.3 Recommandations concernant la qualité de l'eau potable au Canada	6
2.1.4 Risques pour la santé	6
2.1.5 Problèmes de qualité de l'eau	7
2.2 Problèmes biologiques	7
2.2.1 Prolifération bactérienne	7
2.2.2 Nitrification.....	7
2.2.3 Maladies hydriques	8
2.2.4 Vers et insectes	8
2.3 Problèmes chimiques et physiques	8
2.3.1 Formation de sous-produits de la désinfection	8
2.3.2 Plomb et cuivre	9
2.3.3 Stabilité du pH et entartrage	9
2.3.4 Sous-produits de revêtements intérieurs	9
2.3.5 Agent de désinfection résiduel.....	10
2.3.6 Sédiments.....	10
2.4 Problèmes esthétiques.....	10
2.4.1 Goût et odeur	10
2.4.2 Couleur et aspect général	11
2.5 Avantages.....	12
2.6 Risques.....	12
3. Description des travaux	13
3.1 Ce qu'il faut faire	13
3.2 Comment faire le travail	14
3.2.1 Production d'une eau de qualité.....	14
3.2.2 Maintien d'un agent de désinfection résiduel adéquat.....	15
3.2.3 Maintien d'une pression d'eau positive	16
3.2.4 Surveillance détaillée de la qualité de l'eau.....	18
3.2.5 Mise en œuvre d'un programme de prévention des retours d'eau	19
3.2.6 Chasse d'eau ou décolmatage des conduites.....	20

3.2.7	Contrôle de la manœuvre des vannes et des bornes d'incendie	22
3.2.8	Mise en œuvre d'un programme de prévention des mucilages..	23
3.2.9	Contrôle des mélanges de sources d'eau	24
3.2.10	Conception et exploitation adéquates des installations d'emménagement.....	24
3.2.11	Surveillance, inspection et entretien des installations d'emménagement, sur une base régulière	27
3.2.12	Conception et exploitation adéquates des réseaux de distribution	28
3.2.13	Réhabilitation ou remplacement des conduites d'eau.....	29
3.2.14	Prévention de la corrosion interne	30
3.2.15	Utilisation de matériaux approuvés	31
3.2.16	Utilisation de procédures de désinfection adéquates des conduites d'eau	32
3.2.17	Évaluation de la vulnérabilité	32
3.2.18	Utilisation de modèles informatiques étalonnés	32
3.2.19	Formation et certification des opérateurs, et accréditation du service.....	33
3.2.20	Communication avec les intervenants	33
3.2.21	Service à la clientèle	34
4.	Cas d'utilisation et limitations.....	37
4.1	Cas d'utilisation	37
4.2	Limitations.....	37
5.	Évaluation	39
	Annexe A – Problèmes courants de qualité de l'eau, causes possibles et mesures d'atténuation	41
	Annexe B – Règles de l'art relatives à la désinfection des conduites d'eau ..	43
	Annexe C – Ressources relatives à l'évaluation de la vulnérabilité.....	45
	Bibliographie	47

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 Hydratek Associates et de Réseau Environnement

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	Ville de Toronto (Ontario)
Gordon Lefort	IPEX Inc., Langley (Colombie-Britannique)
André Proulx	Delcan Corporation, Ottawa (Ontario)
Diane Sacher	Ville de Winnipeg (Manitoba)
Piero Salvo	WSA Trenchless Consultants Inc., Ottawa (Ontario)
Ernie Ting	Ville de Markham (Ontario)
Michael Tobalt	Conseiller technique Centre national de recherches Canada
Normand Levac	Conseiller technique Centre national de recherches Canada

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

Gordon Lefort	IPEX Inc., Langley (Colombie-Britannique)
Kelly Kjartanson	Ville de Winnipeg (Manitoba)
Haseen Khan	Gouvernement de Terre-Neuve
Larry Gangur	Ville de Gatineau (Québec)
Wayne Miller	Ville de Windsor (Ontario)
George Terry	Ontario Clean Water Agency, Mississauga (Ontario)
Dave Green	Santé Canada, Ottawa (Ontario)
Brian Pett	5 Square Consulting Inc., Caledonia (Ontario)
Graham Gagnon	Dalhousie University, Halifax (Nouvelle-Écosse)
Susan Clift	Ville de Vancouver (Colombie-Britannique)

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

Comité directeur du projet :

Mike Badham, Président	Conseiller, Régina (Saskatchewan)
Stuart Briese	Portage la Prairie (Manitoba)
Bill Crowther	Ville de Toronto (Ontario)
Jim D'Orazio	Greater Toronto Sewer and Watermain Contractors Association (Ontario)
Derm Flynn	Maire, Appleton (Terre-Neuve-et-Labrador)
David General	Cambridge Bay (Nunavut)
Ralph Haas	Université de Waterloo (Ontario)
Barb Harris	Whitehorse (Yukon)
Robert Hilton	Bureau de l'infrastructure, Ottawa (Ontario)
Joan Lougheed	Conseillère, Burlington (Ontario)
René Morency	Liaison avec les intervenants Régie des installations olympiques, Montréal (Québec)
Saeed Mirza	Université McGill, Montréal (Québec)
Lee Nauss	Conseiller, Lunenburg (Nouvelle-Écosse)
Ric Robertshaw	Région d'Halton (Ontario)
Dave Rudberg	Ville de Vancouver (Colombie-Britannique)
Van Simonson	Ville de Saskatoon (Saskatchewan)
Basile Stewart	Maire, Summerside, (Île-du-Prince-Édouard)
Serge Thériault	Environnement et Gouvernements locaux (Nouveau-Brunswick)
Alec Waters	Alberta Transportation, Edmonton (Alberta)
Wally Wells	Dillon Consulting Ltd., Toronto (Ontario)

Comité technique directeur :

Don Brynildsen	Ville de Vancouver (Colombie-Britannique)
Al Cepas	Ville d'Edmonton (Alberta)
Andrew Cowan	Ville de Winnipeg (Manitoba)
Tim Dennis	Ville de Toronto (Ontario)
Kulvinder Dhillon	Province de la Nouvelle-Écosse, Halifax (Nouvelle-Écosse)
Wayne Green	Ville de Toronto (Ontario)
John Hodgson	Ville d'Edmonton (Alberta)
Bob Lorimer	Lorimer & Associates, Whitehorse (Yukon)
Betty Matthews-Malone	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 est un résumé de la règle de l'art relative au maintien de la qualité de l'eau dans les réseaux de distribution. Il a été rédigé à partir d'une analyse documentaire, d'un questionnaire envoyé à 10 municipalités canadiennes et d'information fournie par des experts canadiens en distribution et en qualité de l'eau.

Approche à barrières multiples

Au cours des dernières années, de nombreuses municipalités ont adopté une approche à barrières multiples en rapport avec la fourniture d'une eau potable de qualité. L'approche comprend la protection de la source d'eau, le traitement et la désinfection, la conception, l'exploitation et l'entretien adéquats du réseau de distribution, et la surveillance de la qualité. Dans la présente règle de l'art, on traite des modifications de la qualité de l'eau qui peuvent survenir entre les installations d'alimentation et les branchements, à la limite de propriété.

Selon l'AwwaRF, on peut considérer l'eau comme un produit périssable qui possède une durée de conservation (le temps de séjour), un agent de conservation (le chlore ou les chloramines) et un emballage (les conduites et les réservoirs) (AwwaRF, 1999). Les problèmes de qualité de l'eau peuvent résulter de réactions internes ou d'interactions entre l'eau et la paroi du tuyau. Le potentiel de réaction s'accroît en fonction de la durée du déplacement de l'eau dans le réseau de distribution, ce qui risque de faire augmenter la formation de contaminants susceptibles de présenter des risques pour la santé. La Environmental Protection Agency des États-Unis a publié neuf livres blancs qui traitent des risques possibles pour la santé liés à la qualité de l'eau dans les réseaux de distribution.

Problèmes fréquents de qualité de l'eau

On peut classer les problèmes fréquents de qualité de l'eau dans les réseaux de distribution en trois catégories : biologiques (au niveau à la fois biologique et microbiologique), chimiques ou physiques, et esthétiques. Les problèmes liés à la microbiologie incluent la prolifération bactérienne, la nitrification et l'apparition de maladies hydriques causées par des pathogènes microbiens. Les vers et les insectes peuvent causer des problèmes d'ordre biologique. Les problèmes chimiques et physiques incluent la formation de sous-produits de la désinfection, le lessivage du plomb et du cuivre, la stabilité du pH, la corrosion et l'entartrage, les sous-produits de revêtements intérieurs, l'agent de désinfection résiduel et les sédiments. Le goût et l'odeur, de même que la couleur et l'aspect général, constituent des problèmes esthétiques. Ces derniers sont souvent liés aux problèmes chimiques ou physiques.

Avantages et risques

La municipalité qui se conforme à la présente règle de l'art peut réduire à la fois les risques pour la santé publique, les plaintes des clients et les besoins

d'entretien correctif, retarder les remplacements coûteux et faire preuve de diligence raisonnable. Si elle suit la présente règle de l'art ou toute règle semblable, il pourra y avoir diminution du risque de maladies hydriques et du nombre d'avis demandant de faire bouillir l'eau. La municipalité peut également s'attendre à recevoir moins de plaintes au sujet de la qualité de l'eau et à voir augmenter la confiance du public envers le réseau d'alimentation et le personnel affecté au service, de même qu'à voir diminuer le risque de l'obligation de réparer. La plupart des municipalités auront besoin de ressources supplémentaires pour appliquer la présente règle de l'art.

Les approches proactives de la qualité de l'eau aident à cerner et à atténuer les problèmes avant leur apparition. Elles permettent par conséquent de réduire le nombre des enquêtes, souvent coûteuses, et de faire preuve de diligence raisonnable.

Règles de l'art

On retrouve dans la présente règle de l'art les pratiques soulignées dans un énoncé de politique de l'AWWA (AWWA, 2001a) et plusieurs autres politiques de gestion. En voici un résumé :

- Production d'une eau de qualité.
- Maintien d'un agent de désinfection résiduel adéquat.
- Maintien d'une pression d'eau positive.
- Surveillance détaillée de la qualité de l'eau dans le réseau de distribution.
- Mise en œuvre d'un programme de prévention des retours d'eau.
- Chasse d'eau ou décolmatage des conduites.
- Contrôle de la manœuvre des vannes et des bornes d'incendie.
- Mise en œuvre d'un programme de prévention des mucilages.
- Contrôle des mélanges de sources d'eau.
- Conception et exploitation adéquates des installations d'emménagement.
- Surveillance, inspection et entretien des installations d'emménagement, sur une base régulière.
- Conception et exploitation adéquates du réseau de distribution.
- Réhabilitation ou remplacement des conduites d'eau.

- Prévention de la corrosion interne.
- Utilisation de matériaux approuvés.
- Utilisation de procédures adéquates de désinfection et de pose de conduites.
- Évaluation de la vulnérabilité.
- Utilisation de modèles informatiques étalonnés.
- Formation et certification des opérateurs, et accréditation du service.
- Communication avec les intervenants.
- Service à la clientèle.

Cas d'utilisation et limitations

Les pratiques décrites ici s'appliquent à toutes les municipalités canadiennes, peu importe leur taille. Elles doivent toutefois être adaptées de manière à refléter la taille et les caractéristiques du réseau de distribution, la qualité de la source d'eau, le traitement et les exigences réglementaires locales. Il est possible que le respect de toutes les pratiques recommandées soit un défi pour les petites municipalités. Ces dernières ne possèdent habituellement pas toutes les ressources nécessaires pour concevoir, exploiter et entretenir un réseau de distribution d'eau selon les recommandations de la présente règle de l'art. Bien qu'il soit possible d'adapter les pratiques à chaque municipalité, on ne doit faire aucun compromis quant à celles qui sont nécessaires à la protection de la santé publique.

Évaluation

On peut utiliser plusieurs mesures pour évaluer le succès obtenu avec les règles de l'art relatives au maintien de la qualité de l'eau dans les réseaux de distribution. Parmi celles-ci, on retrouve la diminution du nombre de plaintes et d'échantillons non conformes ainsi que de la fréquence des basses concentrations d'agent de désinfection, et la réduction des coûts liés aux mesures correctives. Le risque d'éclosion de maladies hydriques et le nombre des avis demandant de faire bouillir l'eau s'en trouvent ainsi réduits. L'application des règles de l'art recommandées dans le présent document entraînera pour les municipalités des coûts supplémentaires liés à la mise en place de mesures préventives. Les municipalités pourront toutefois réaliser des économies à long terme en s'engageant à mettre les règles en pratique.

1. GÉNÉRALITÉS

1.1 INTRODUCTION

Le présent document offre un aperçu de la règle de l'art relative au maintien de la qualité de l'eau dans les réseaux de distribution. Dans le *Guide national pour des infrastructures municipales durables (InfraGuide)*, on définit les règles de l'art comme les méthodes et les techniques de pointe en matière de planification, de conception, de construction, de gestion, d'évaluation, d'entretien et de réhabilitation qui tiennent compte des facteurs locaux, sociaux, économiques et environnementaux.

On a rédigé la présente règle de l'art à partir d'une analyse de la documentation existante, d'un questionnaire envoyé à 10 municipalités canadiennes et d'information fournie par des experts canadiens en distribution et en qualité de l'eau. Le questionnaire comportait 21 questions qui traitaient des pratiques visant à surveiller les modifications mineures de la qualité, à maintenir la qualité de l'eau et à répondre aux situations d'urgence.

1.2 OBJET ET PORTÉE

On décrit dans le présent document les causes potentielles de la détérioration de la qualité de l'eau dans les réseaux de distribution, les postes de pompage et les installations d'emmagasinement, et les mesures mises en place pour atténuer cette détérioration.

Le document ne traite pas de la protection de la source d'eau, de la production d'eau, du traitement de l'eau brute ou des modifications possibles de la qualité de l'eau une fois celle-ci rendue sur la propriété privée. On doit idéalement exploiter un réseau d'eau potable en fonction d'une approche à barrières multiples (de la source au robinet du consommateur). La présente règle de l'art traite donc des modifications de la qualité de l'eau qui surviennent dans le réseau de distribution et ce, entre les installations d'alimentation et les branchements, à la limite de propriété. Des règles de l'art qui traiteront des autres éléments constitutifs d'un réseau d'alimentation en eau seront élaborées et elles intégreront tous les éléments du réseau.

1.3 MODE D'UTILISATION DU DOCUMENT

La section 2 résume les causes des problèmes fréquents de qualité de l'eau ainsi que les avantages et les risques liés à l'application de la présente règle de l'art. La section 3 résume les pratiques qu'il est recommandé de suivre pour atténuer la détérioration de la qualité de l'eau dans les réseaux de distribution, les postes de pompage et les installations d'emmagasinement. La section 4 présente certains cas d'utilisation et limitations. Enfin, la section 5 décrit plusieurs mesures d'évaluation de l'efficacité de la présente règle de l'art. On trouve tout au long du document des renvois à des sources d'information supplémentaires sur des questions précises.

1.4 GLOSSAIRE

Le lecteur doit se familiariser avec les termes¹ suivants :

Acides haloacétiques — Sous-produit courant de la désinfection [au chlore].

Agent pathogène — Agent capable de causer une maladie.

Alcalinité — Mesure du pouvoir tampon de l'eau relativement à la neutralisation des acides. Propriété transmise surtout par les bicarbonates, les carbonates et les hydroxydes. Elle est exprimée en mg/L, comme CaCO₃.

Bactéries — Groupe d'organismes microscopiques unicellulaires ne possédant pas de chlorophylle, habituellement de forme sphérique ou courbée, ou en forme de tige.

Chasse d'eau traditionnelle — Chasse d'eau qu'on effectue en ouvrant au hasard les bornes d'incendie d'une zone déterminée du réseau de distribution et ce, jusqu'à ce que la qualité de l'eau respecte des critères choisis d'avance.

Chasse d'eau unidirectionnelle — Chasse d'eau de tronçons ou de boucles de conduites isolés de façon organisée et séquentielle, habituellement de la source à la périphérie.

Chloramination — Procédé de désinfection à l'aide de chloramines [par l'ajout d'ammoniac dans de l'eau chlorée pour tuer les agents pathogènes].

Chloramine — Agent de désinfection qui résulte du mélange du chlore et de l'ammoniac.

Chloration — Ajout de chlore dans l'eau pour tuer les agents pathogènes ou agir comme oxydant.

Colibacille fécal — Bactérie du groupe coliforme, susceptible d'indiquer la présence de contamination fécale par des déchets humains ou animaux (p. ex. E. coli). Certaines autres espèces du groupe des colibacilles fécaux ne se limitent pas aux excréments, mais se trouvent naturellement sur la végétation et dans les sols.

CT nécessaire — Concentration (C) et temps (T) de contact requis pour la désinfection primaire.

Désinfection — Procédé de traitement de l'eau qui tue ou rend inactifs les agents pathogènes, habituellement grâce à l'ajout de chlore [composés de chlore].

¹ Les définitions sont tirées de la AwwaRF (2000b).

Désinfection primaire — Étape de la désinfection, habituellement réalisée à la station de traitement et qui vise à détruire ou à rendre inactifs les agents pathogènes présents dans la source d'eau.

Désinfection secondaire — Précaution prise pour conserver un agent de désinfection résiduel dans le réseau de distribution après la désinfection primaire effectuée à la station de traitement.

Dioxyde de chlore — Désinfectant produit sur place en remplacement du chlore et des chloramines.

***Escherichia coli* (E. coli)** — Bactérie du groupe coliforme [qui indique une contamination fécale par excréments humains ou animaux et dont la présence dans l'eau indique la possibilité d'une menace grave pour la santé publique].

Jonction fautive — Jonction physique entre une alimentation d'eau potable et une alimentation contaminée ou de qualité douteuse, dans laquelle l'eau pourrait être polluée ou contaminée.

Mucilage — Couche de matière [micro]biologique qui recouvre une surface.

Nitrification — Création de nitrate à partir de composés d'azote inorganiques réduits. Dans les réseaux dans lesquels on pratique la chloramination, il s'agit habituellement de la conversion d'ammoniac en nitrite et de nitrite en nitrate, obtenue par la nitrification des bactéries.

Numération sur plaque hétérotrophe — Application de laboratoire qui sert à estimer la numération bactérienne hétérotrophe totale dans un échantillon d'eau. On l'appelle aussi numération sur plaque normalisée, numération totale sur plaque ou numération bactérienne.

Organismes coliformes — Groupe de bactéries qu'on trouve dans les intestins humains ou animaux, mais aussi souvent ailleurs dans l'environnement. La présence de bactéries dans l'eau indique une contamination fécale (contamination par excréments humains ou animaux). [L'opérateur utilise la présence de bactéries dans l'eau comme un indicateur de l'efficacité du traitement de l'eau ou de la présence de problèmes dans le réseau de distribution].

pH — On utilise une échelle logarithmique de 0 à 14, 7 étant neutre, 0 extrêmement acide et 14, extrêmement alcalin.

Retour d'eau — Se produit normalement lorsqu'un revirement soudain et imprévu de la circulation de l'eau durant lequel de l'eau non traitée pénètre dans le réseau de distribution. On assiste à un retour d'eau lorsque la pression de la source d'eau non potable est plus élevée que celle du réseau d'eau potable à la hauteur de la jonction fautive.

Siphonnage — Retour d'eau dû à une pression négative (dépression) à la hauteur de la jonction fautive.

Sous-produits de désinfection (SPD)— Fait habituellement référence aux composés chimiques produits par la réaction des agents de désinfection avec les composés organiques présents dans l'eau. De nombreux sous-produits de la désinfection sont considérés comme inquiétants pour la santé humaine lorsque leur concentration est élevée.

Trihalométhanes (THM) — Sous-produit courant de la désinfection [au chlore].

Tubercule — Dépôts d'hydroxyde ferrique qui se forment sur la paroi d'un tuyau et qui résultent de la corrosion de la fonte.

2. JUSTIFICATION

2.1 HISTORIQUE

2.1.1 APPROCHE À BARRIÈRES MULTIPLES

De nombreuses municipalités² ont adopté une approche à barrières multiples en rapport avec l'eau potable. On a défini l'approche en question comme « un système intégré de procédures et d'outils qui, collectivement, préviennent ou réduisent la contamination de l'eau potable, de la source au robinet, afin de diminuer les risques pour la santé publique » (CCME et Santé Canada, 2002). Celle-ci comprend cinq éléments importants, soit la protection de la source d'eau, le traitement et la désinfection, l'exploitation et l'entretien adéquats du réseau de distribution, et la surveillance de la qualité de l'eau (AwwaRF, 2000b). L'éducation et la sensibilisation du public peuvent elles aussi constituer une stratégie efficace (c.-à-d. une barrière virtuelle).

Le concept des barrières multiples et son utilisation comme protection contre les maladies hydriques ont suscité de nombreux commentaires et la documentation à ce sujet est elle aussi abondante. La majorité de l'information concerne toutefois surtout l'utilisation d'un traitement classique conjointement avec des procédés de désinfection dans le but de fournir de l'eau potable et agréable sur le plan esthétique. On a peu insisté sur le réseau de distribution et son rôle de dernière barrière dans le cadre de l'approche à barrières multiples.

2.1.2 RÉSEAUX DE DISTRIBUTION

Les réseaux de distribution sont habituellement conçus de manière à offrir une capacité hydraulique suffisant à garantir une pression et un volume d'eau adéquats en ce qui a trait à la lutte contre le feu et à la demande aux heures de pointe. Le réseau de distribution comporte habituellement d'importantes installations d'emménagement qui permettent de répondre à la demande en matière de lutte contre l'incendie. En outre, les conduites sont souvent surdimensionnées, ce qui entraîne de longs temps de séjour. Le réseau de distribution peut alors servir de récipient à des transformations chimiques et biologiques complexes susceptibles de causer la détérioration de la qualité de l'eau. Selon l'AwwaRF, on peut considérer l'eau comme un produit périssable qui possède une durée de conservation (le temps de séjour), un agent de conservation (le chlore ou les chloramines) et un emballage (les conduites et les réservoirs) (AwwaRF, 1999).

Les problèmes de qualité de l'eau peuvent résulter de réactions internes ou d'interactions entre l'eau et la paroi des tuyaux. Le potentiel de réaction s'accroît en fonction de l'augmentation de la durée du déplacement dans le réseau de distribution, ce qui augmente la formation de contaminants susceptibles de

² Dans le présent document, le terme *municipalité* (*municipalités*) inclut aussi *l'entreprise* (*ou les entreprises*) de service public ou les autres fournisseurs d'eau.

présenter des risques pour la santé. Les problèmes peuvent aussi être dus à des jonctions fautives, à des retours d'eau ou à des siphonnages.

2.1.3 RECOMMANDATIONS CONCERNANT LA QUALITÉ DE L'EAU POTABLE AU CANADA

Le document *Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada* (Santé Canada, 1996) suggère des limites relativement aux substances pouvant avoir une incidence sur la qualité de l'eau potable. La plupart des organismes fédéraux, provinciaux et territoriaux ont adopté ces recommandations. On peut les trouver à l'adresse www.hc-sc.gc.ca/ehp/dhm/dpc/eau_qualite.htm.

2.1.4 RISQUES POUR LA SANTÉ

Plusieurs voies de pénétration, sources et processus peuvent survenir dans les réseaux de distribution. Si on ne les atténue pas de façon adéquate, ils peuvent entraîner des risques potentiels pour la santé³. Parmi ces voies, sources et processus, on retrouve :

- les jonctions fautives et les retours d'eau;
- l'intrusion de contaminants;
- la corrosion interne;
- l'exploitation non autorisée du réseau;
- les conduites et les accessoires détériorés;
- la perméabilité et le lessivage;
- la nitrification;
- les installations d'emménagement;
- l'âge de l'eau;
- la réparation et le remplacement des conduites d'eau; et
- la prolifération microbienne et les mucilages.

³ La Environmental Protection Agency (EPA) des États-Unis a publié neuf livres blancs sur les risques possibles pour la santé (voir les références tout au long du document et dans la bibliographie). On peut télécharger les livres blancs en se rendant à l'adresse www.epa.gov/safewater/tcr/tcr.html#distribution.

2.1.5 PROBLÈMES DE QUALITÉ DE L'EAU

On peut diviser les problèmes fréquents de qualité de l'eau en trois grandes catégories :

- Biologiques (catégorie qui englobe à la fois la biologie et la microbiologie);
- Chimiques ou physiques;
- Esthétiques.

La qualité et la température de l'alimentation en eau finie du réseau de distribution, et le temps de séjour peuvent avoir une incidence sur la qualité de l'eau. Dans certains cas, les problèmes esthétiques sont liés aux problèmes chimiques ou physiques. Dans les paragraphes qui suivent, on décrit les problèmes fréquents de qualité de l'eau et certaines de leurs causes.

2.2 PROBLÈMES BIOLOGIQUES

2.2.1 PROLIFÉRATION BACTÉRIENNE

Même si on désinfecte l'eau adéquatement à la station de traitement, des bactéries peuvent proliférer au sein du réseau de distribution quand l'agent de désinfection résiduel n'est pas maintenu et qu'il y a des bactéries dans la conduite. Une température trop élevée et un temps de séjour trop long peuvent entraîner la disparition du résidu et, par conséquent, causer une prolifération bactérienne. On utilise les bactéries coliformes comme des indicateurs de l'efficacité du traitement de l'eau et de l'intégrité du réseau de distribution.

Les mucilages sont un consortium de micro-organismes et d'agents microbiologiques connexes qui recouvrent l'intérieur des conduites et des réservoirs. Le matériau du substrat, l'écoulement de l'eau, les nutriments disponibles dans l'eau, la température ainsi que le genre et la concentration de l'agent de désinfection ont une incidence sur la formation de mucilages. Il se dégage de ces derniers des contaminants organiques qui peuvent réagir avec le chlore et donner des sous-produits chimiques indésirables.

Les mucilages, les sous-produits de la corrosion, la turbidité et les sédiments peuvent protéger les micro-organismes contre la désinfection et leur fournir des nutriments. Il peut y avoir des numérations microbiennes élevées quand ils sont dérangés par une variation soudaine de la qualité de l'eau, ou du sens ou de la vitesse de l'écoulement.

2.2.2 NITRIFICATION

Dans certains réseaux, on utilise la chloramination plutôt que la chloration comme agent de désinfection secondaire. On réalise habituellement la chloramination en ajoutant de l'ammoniac ou des composés d'ammoniac à de l'eau chlorée. On obtient alors une désinfection plus stable et plus efficace, et

moins de sous-produits de chlore. En outre, le goût et l'odeur de chlore sont moins prononcés en comparaison avec les résultats obtenus avec la chloration.

Il y a un risque de nitrification lorsqu'on utilise des chloramines pour effectuer la désinfection secondaire et ce, surtout durant l'été, lorsque la température de l'eau est la plus élevée. On peut réduire le risque en maintenant un chlore résiduel combiné d'au moins 1 ppm. Dans plusieurs cas, certaines entreprises de service public passent au chlore libre pendant un court moment pour atténuer la nitrification. Celle-ci résulte de la transformation de l'ammoniac en nitrite par oxydation. Elle peut avoir un certain nombre de conséquences négatives, notamment la réduction du chlore résiduel, l'augmentation de la population bactérienne hétérotrophe, la hausse des concentrations de nitrite et de nitrate, et la baisse de l'alcalinité, du pH et de l'oxygène dissous (O.D.).

2.2.3 MALADIES HYDRIQUES

Le manuel M48 de l'American Water Works Association (AWWA) (1999d) décrit plus de 40 agents pathogènes viraux, bactériens et parasitaires. On y trouve également la description de pratiques de traitement efficaces et de recommandations concernant la surveillance et l'analyse. On définit une maladie hydrique comme une maladie causée par un virus, une bactérie, un protozoaire ou tout autre micro-organisme pouvant être transmis par l'eau (AwwaRF, 2000b). En Amérique du Nord, les maladies hydriques sont principalement dues aux problèmes dans les réseaux de distribution d'eau (Craun et Calderon, 2001). Les agents pathogènes peuvent s'infiltrer dans le réseau par les brèches. Celles-ci peuvent être causées par l'intrusion d'eau souterraine dans le réseau par les fuites et les joints, par les retours d'eau de sources non potables ou les mauvaises pratiques d'exploitation et d'entretien.

2.2.4 VERS ET INSECTES

Les vers et les insectes peuvent pénétrer dans le réseau de distribution par les installations d'emménagement d'eau traitée et les jonctions fautives. Ils se logent alors au fond des installations et des conduites d'eau et forment ainsi des sédiments. La plupart des invertébrés qu'on trouve dans les réseaux de distribution sont porteurs de bactéries, qu'ils protègent au moment de la désinfection de l'eau. On pourra aussi observer ce problème dans les réseaux d'alimentation en eau non filtrée. Le manuel M7 de l'AWWA (1995) décrit la façon de repérer et traiter les agents problématiques dans l'eau lorsque des vers ou des insectes peuvent pénétrer dans le réseau par la prise d'eau.

2.3 PROBLÈMES CHIMIQUES OU PHYSIQUES

2.3.1 FORMATION DE SOUS-PRODUITS DE LA DÉSINFECTION

On obtient un sous-produit de la désinfection lorsqu'on utilise un agent de désinfection dans de l'eau qui contient des matières organiques naturelles. Les trihalométhanes et les acides haloacétiques sont les deux principaux sous-produits qu'on trouve dans les réseaux de distribution d'eau chlorée. Ils

constituent un risque pour la santé des personnes lorsqu'ils sont présents en concentrations élevées⁴. Les municipalités éprouvent parfois de la difficulté à maintenir un niveau d'agent de désinfection résiduel adéquat sans dépasser les concentrations maximales permises de sous-produits de la désinfection. C'est pourquoi elles doivent envisager de recourir à d'autres traitements ou agents de désinfection.

2.3.2 PLOMB ET CUIVRE

Les niveaux de plomb et de cuivre dans l'eau du robinet du client risquent d'être trop élevés quand de l'eau corrosive reste longtemps en contact avec de la tuyauterie et du matériel de plomberie en plomb ou en cuivre. Dans certains réseaux, on utilise un traitement servant à combattre la corrosion afin de minimiser la corrosivité de l'eau et de maîtriser la teneur en plomb et en cuivre de l'eau du robinet. Lorsque le débit est faible (et, dans certains cas, lorsque le débit est normal) dans la plomberie, les concentrations de plomb et de cuivre peuvent être assez élevées pour être inquiétantes pour la santé.

2.3.3 STABILITÉ DU PH ET ENTARTRAGE

Le manque de stabilité ou les valeurs extrêmes du pH peuvent contribuer à un certain nombre de problèmes, dont voici quelques exemples :

- Un pH instable risque d'aggraver la corrosion. Le traitement servant à prévenir la corrosion demande que le pH soit stable;
- On peut observer une augmentation du pH lorsque l'eau demeure trop longtemps dans des tuyaux en amiante-ciment ou dans des tuyaux à revêtement de ciment. Cela peut accélérer la formation de trihalométhanes. On doit neutraliser l'eau dont le pH est élevé avant de l'évacuer dans un égout pluvial ou un cours d'eau, puisqu'elle risque de faire du tort aux poissons;
- Lorsque le pH est relativement élevé (selon la chimie de l'eau), il peut y avoir précipitation du carbonate de calcium présent dans l'eau provenant d'une source dont l'alcalinité et la teneur en calcium sont élevées;
- Un pH élevé aura une incidence négative sur l'efficacité du chlore résiduel. Les chloramines et le chlore ne sont pratiquement plus efficaces comme agent de désinfection lorsque le pH est au-dessus de 10.

2.3.4 SOUS-PRODUITS DE REVÊTEMENTS INTÉRIEURS

Dans certaines conditions, on peut observer le lessivage des produits chimiques contenus dans les revêtements protecteurs des conduites d'eau et des installations

⁴ Le bromate est un autre sous-produit de la désinfection susceptible de se former lorsqu'on applique de l'ozone à de l'eau contenant du bromure, qui n'est pas un composé organique.

d'emmagasinement. Les composés organiques volatils peuvent par exemple s'infiltrer dans l'eau à partir de revêtements qui n'ont pas bien durci. Les peintures et les revêtements organiques peuvent contenir des nutriments pouvant soutenir la croissance des bactéries. Il est donc important de choisir des matériaux approuvés (p. ex. selon les normes de l'AWWA et la norme 61 de la NSF/ANSI) au moment de la pose ou de la réhabilitation des conduites et ce, afin de minimiser le lessivage de produits chimiques dangereux.

2.3.5 AGENT DE DÉSINFECTION RÉSIDUEL

On se sert de la présence d'un agent de désinfection résiduel dans le réseau de distribution comme substitut pour surveiller la qualité microbienne de l'eau sur place. Les agents de désinfection résiduels se dégradent à cause des réactions avec les composés présents dans l'eau libre et dans la paroi des tuyaux. Leur niveau est habituellement au plus bas dans les culs-de-sac et les parties éloignées du réseau, là où le taux de renouvellement est faible. La qualité et la température de l'eau, le matériau et le diamètre des conduites, de même que leur état interne, ont une incidence sur le taux de dégradation de l'agent de désinfection. Celui-ci est habituellement plus élevé durant l'été, lorsque l'eau est plus chaude. Il varie aussi selon l'agent de désinfection, les chloramines étant beaucoup plus stables que le chlore libre.

2.3.6 SÉDIMENTS

Des sédiments s'accumulent dans toutes les conduites d'eau et les installations d'emmagasinement, quoiqu'à une vitesse qui varie selon le niveau de traitement. Il peut y avoir précipitation du fer et du manganèse présents dans les eaux souterraines, ce qui entraînera la formation de sédiments dans les réseaux de distribution. Les sous-produits de la corrosion peuvent eux aussi former des sédiments. Il peut également y avoir des sédiments sous forme d'algues dans les réseaux dans lesquels le traitement fait défaut. Il peut aussi y avoir précipitation de l'alun présent dans les eaux de surface traitées, lorsqu'on n'a pas optimisé le procédé de coagulation. Des sédiments peuvent également s'introduire dans les conduites lorsqu'on a recours à de mauvaises pratiques de transport, de manutention, d'entreposage et de pose. Les sédiments peuvent agir comme source de nutriments pour les micro-organismes et leur servir de protection contre les agents de désinfection. Ils peuvent aussi causer des problèmes d'ordre esthétique quand la vitesse ou le sens de l'écoulement de l'eau change soudainement, et réduire la capacité hydraulique des conduites.

2.4 PROBLÈMES ESTHÉTIQUES

2.4.1 GOÛT ET ODEUR

De nombreux facteurs peuvent causer des problèmes de goût et d'odeur. Ceux-ci peuvent prendre naissance dans la source d'eau, provenir du traitement ou des produits chimiques, ou se manifester dans le réseau de distribution lui-même. Dans le cas de nombreux réseaux, les fortes doses de chlore sont une cause importante des plaintes de goût et d'odeur de chlore. La corrosion des conduites

en fonte non revêtues peut produire un goût de métal et une odeur de moisi. Des sulfures peuvent se dégager de l'eau de la source ou des zones stagnantes du réseau de distribution lorsqu'il y a présence de sulfate dans l'eau. Il en résultera une odeur « d'œufs pourris ». Les goûts et les odeurs résultant de la prolifération d'algues peuvent eux aussi être une cause importante des plaintes des clients de certains réseaux.

Il y a souvent la présence de 2-méthylisobornéol (MIB) et de géosmine dans les eaux de surface canadiennes à la fin de l'été et en automne. Ces produits chimiques apparaissent naturellement, mais, à de très faibles concentrations, ils peuvent causer des problèmes de goût et d'odeur. On doit donc y remédier à la source ou à la station de traitement.

2.4.2 COULEUR ET ASPECT GÉNÉRAL

L'eau peut prendre plusieurs couleurs en raison de la qualité de l'eau de la source, de problèmes à la station de traitement, de réactions avec les tuyaux et le matériel de plomberie, de réactions chimiques dans l'eau libre et de variations soudaines de l'écoulement. Voici un résumé des problèmes de couleur fréquents qui peuvent se manifester dans un réseau de distribution :

- On attribue habituellement la présence d'eau rouge à l'entraînement par un écoulement turbulent de la rouille ou des sous-produits de la corrosion qui se trouvent dans les conduites en fonte non revêtues. Elle peut aussi être causée par l'ajout de chlore à de l'eau souterraine à forte teneur en fer;
- On attribue habituellement la présence d'eau noire à la formation de fer ferreux et de bioxyde de manganèse;
- On attribue habituellement la présence d'eau bleue et de salissures de couleur bleu-verte à la corrosion de la tuyauterie en cuivre;
- On attribue la présence d'eau brune ou décolorée à la remise en suspension des sédiments accumulés dans les conduites et les réservoirs;
- On peut lier la présence d'eau de couleur inhabituelle variée à des retours d'eau;
- On attribue la présence d'eau blanche ou laiteuse aux bulles d'air ou à la dissolution du zinc provenant des tuyaux en acier galvanisé;
- Le fer colloïdal peut donner une couleur jaune à l'eau.

2.5 AVANTAGES

Voici un résumé des avantages relatifs au maintien d'une bonne qualité de l'eau dans les réseaux de distribution :

- Diminution des risques pour la santé publique;
- Respect des prescriptions de la loi;
- Réduction du nombre de plaintes des clients;
- Report des coûts de remplacement;
- Diminution de l'obligation de réparer;
- Augmentation de la confiance envers les employés du service d'eau et l'alimentation en eau;
- Diminution du temps consacré à des enquêtes réactives, souvent coûteuses, et des facteurs d'atténuation.

2.6 RISQUES

Voici un résumé des risques liés à l'application des règles de l'art mentionnées dans le présent document :

- Augmentation des coûts d'exploitation, de surveillance, d'entretien et de remplacement du réseau de distribution;
- Hausse des tarifs d'eau;
- Augmentation du nombre d'employés nécessaire;
- Un besoin de formation plus important;
- Réduction de la capacité hydraulique et du débit d'eau servant à lutter contre le feu (due à la réduction du diamètre des conduites pour réduire le temps de séjour hydraulique); et
- Augmentation des sous-produits de la désinfection causée par l'augmentation du chlore résiduel, ce qui mène au besoin d'améliorer le traitement pour éliminer les précurseurs organiques.

3. DESCRIPTION DES TRAVAUX

3.1 CE QU'IL FAUT FAIRE

On doit se conformer aux pratiques qui suivent pour atténuer la détérioration de la qualité de l'eau dans les réseaux de distribution :

1. Production d'une eau de qualité.
2. Maintien d'un agent de désinfection résiduel adéquat.
3. Maintien d'une pression d'eau positive.
4. Surveillance détaillée de la qualité de l'eau dans l'ensemble du réseau de distribution.
5. Mise en œuvre d'un programme de prévention des retours d'eau.
6. Chasse d'eau ou décolmatage des conduites.
7. Contrôle de la manœuvre des vannes et des bornes d'incendie.
8. Mise en œuvre d'un programme de prévention des mucilages.
9. Contrôle des mélanges de sources d'eau.
10. Conception et exploitation adéquates des installations d'emménagement.
11. Surveillance, inspection, nettoyage et entretien des installations d'emménagement, sur une base régulière.
12. Conception et exploitation adéquates des réseaux de distribution.
13. Réhabilitation ou remplacement des conduites d'eau.
14. Prévention de la corrosion interne.
15. Utilisation de matériaux approuvés.
16. Utilisation de procédures appropriées de désinfection et de pose de conduites.
17. Évaluation de la vulnérabilité.
18. Utilisation de modèles informatiques étalonnés.
19. Formation et certification des opérateurs, et accréditation du service.
20. Communication avec les intervenants.
21. Service à la clientèle.

3.2 COMMENT FAIRE LE TRAVAIL

On décrit dans la section qui suit le processus de mise en œuvre des 21 pratiques mentionnées à la section 3.1. On trouvera aussi à l'annexe A un tableau qui résume les problèmes fréquents de qualité de l'eau, les causes possibles et les mesures d'atténuation connexes.

3.2.1 PRODUCTION D'UNE EAU DE QUALITÉ

Un énoncé de politique de l'AWWA (AWWA, 2001a) recommande que l'alimentation en eau du réseau de distribution soit sans danger sur le plan biologique ou chimique, qu'elle ne présente aucune précipitation de constituants chimiques, qu'elle ne corrode pas les installations de transport et d'emmagasinement, et qu'elle ne cause aucun dépôt excessif. Elle doit aussi être agréable sur le plan esthétique. On doit voir le réseau de distribution comme un prolongement de la station de traitement. L'objectif est de fournir une eau de qualité, aussi bien à l'endroit où elle est utilisée qu'à la station de traitement. La protection de l'eau d'alimentation joue elle aussi un rôle important dans la livraison d'une eau de qualité.

Règles de l'art

On peut utiliser plusieurs pratiques pour optimiser le traitement de l'eau à la source afin d'en améliorer la qualité dans le réseau de distribution. Il s'agit :

- De stabiliser le pH;
- D'examiner les choix possibles en matière de désinfection **primaire** pour ce qui est de leur efficacité à protéger la santé publique et à réduire les sous-produits de la désinfection [p. ex. le chlore, les chloramines, le dioxyde de chlore, l'ozone et la lumière ultraviolette (UV)];
- D'examiner les choix possibles en matière de désinfection **secondaire** pour ce qui est de leur efficacité à protéger la santé du public et à réduire les sous-produits de la désinfection (p. ex. le chlore, les chloramines et le dioxyde de chlore);
- De la mise en œuvre d'un traitement de prévention de la corrosion;
- De la réduction de la turbidité et de la matière organique naturelle à l'aide d'une filtration ou d'une coagulation chimiquement assistée et bien réglée.

3.2.2 MAINTIEN D'UN AGENT DE DÉSINFECTION RÉSIDUEL ADÉQUAT

Chloration

La désinfection constitue en matière de traitement de l'eau une pratique normale qui vise à tuer ou à rendre inactifs les micro-organismes et à réduire de cette façon la menace liée à l'apparition de maladies hydriques. Au Canada, la chloration est le mode de désinfection primaire et secondaire le plus souvent utilisé, puisqu'il s'agit d'une solution efficace contre un large éventail d'agents pathogènes (y compris de nombreuses bactéries ainsi que certains virus et protozoaires). Elle est aussi relativement facile à utiliser et permet d'obtenir un résidu persistant. En fait, la présence constante de chlore résiduel dans un réseau de distribution est le seul substitut pratique dont on dispose pour surveiller de façon continue la qualité microbienne de l'eau sur place. On trouvera dans le manuel M20 de l'AWWA (1999c) de plus amples renseignements sur les principes de la chloration de l'eau et les pratiques connexes. Il s'agit d'un procédé exigé par la plupart des règlements municipaux canadiens. On a manifesté un intérêt plus poussé pour les autres agents de désinfection, tels que l'ozone et les rayons ultraviolets (UV), à cause d'inquiétudes quant à l'efficacité du chlore relativement à la prévention du *Cryptosporidium*. Les autres techniques de traitement, telles que les membranes et les cartouches filtrantes, peuvent servir à enlever le *Cryptosporidium*. Certaines de ces techniques sont également efficaces pour ce qui est de l'élimination de certains autres micro-organismes.

Règles de l'art

Le chlore résiduel libre doit être supérieur à 0,2 mg/L dans l'ensemble du réseau pour qu'il soit possible de maintenir un agent de désinfection résiduel adéquat. Cela est compatible avec la réglementation en vigueur dans plusieurs provinces canadiennes. Dans certains cas, il pourrait être nécessaire de modifier les chambres de contact ou les bâches de sortie pour augmenter le temps de séjour (par écoulement piston) et améliorer les valeurs de CT.

Comme on l'a mentionné à la section 2.2, on ajoute parfois de l'ammoniac à l'eau chlorée, pour produire des chloramines. Le cas échéant, on doit maintenir un résidu plus élevé (c.-à-d. au moins 1 ppm) et surveiller le réseau afin de détecter tout signe de nitrification.

Il faut faire attention lorsqu'on déverse de l'eau chlorée ou chloraminée, que le déversement soit prévu ou accidentel, puisqu'il risque d'y avoir des répercussions sur la faune et la flore aquatiques.

Comme on l'a vu à la section 2.3, le chlore réagit avec la matière organique naturelle présente dans l'eau pour produire des sous-produits de la désinfection, comme les trihalométhanes ou les acides haloacétiques. On peut avoir recours à plusieurs mesures pour minimiser la formation des sous-produits. On peut aborder le contrôle des THM et des dérégulateurs endocriniens dans l'eau potable de trois façons : un traitement visant à éliminer les précurseurs (p. ex. optimiser le traitement, déplacer l'application de chlore); l'utilisation d'un désinfectant de remplacement (p. ex. les chloramines); et l'élimination des THM et des

dérégulateurs endocriniens eux-mêmes. D'autres agents de désinfection, tels que l'ozone et le bioxyde chlore, peuvent aussi donner des sous-produits de la désinfection.

Postes de rechloration

Il se peut qu'il ne soit pas pratique d'augmenter suffisamment la dose de chlore au point d'alimentation pour maintenir un chlore résiduel adéquat dans les parties éloignées du réseau lorsqu'on n'utilise pas la chloration. On peut utiliser des modèles informatiques étalonnés pour simuler la dégradation du chlore dans l'ensemble du réseau de distribution et ainsi optimiser l'emplacement des postes de rechloration et les dosages. Si on n'a pas accès à la modélisation, on peut effectuer un suivi des zones dans lesquelles le chlore résiduel est souvent faible.

On doit effectuer une surveillance pour s'assurer que l'agent de désinfection résiduel est maintenu dans l'ensemble du réseau et ce, en tenant compte du fait que la consommation de chlore varie selon la demande, la température, la durée du déplacement et la qualité de l'eau.

Règle de l'art

Dans de telles situations, on peut mettre en place des postes de rechloration dans le réseau de distribution (c.-à-d. aux postes de pompage et dans les réservoirs).

3.2.3 MAINTIEN D'UNE PRESSION D'EAU POSITIVE

Intrusion de contaminants

On conçoit normalement les réseaux de distribution de façon à pouvoir fournir le débit d'eau nécessaire à la lutte contre le feu, à une pression en tout temps supérieure à 140 kPa (20 lb/po²) dans tout le réseau. On définit l'intrusion comme la pénétration de contaminants dans le réseau par les fuites ou les orifices durant les périodes où la pression est faible ou négative. La pression sera faible si certaines vannes sont fermées par inadvertance ou encore, si la demande excède la capacité du réseau, comme par exemple durant un incendie important.

Règle de l'art

Il faut que la pression résiduelle soit d'au moins 140 kPa pour éviter les retours d'eau et l'intrusion d'eau souterraine dans le réseau.

Transitoires de pression

On observe un transitoire de pression à la suite d'un changement soudain dans la vitesse de l'écoulement de l'eau pouvant résulter d'une des actions suivantes :

- La mise en marche ou l'arrêt d'une pompe;
- L'ouverture ou la fermeture d'une vanne;
- L'ouverture ou la fermeture d'une borne d'incendie;
- La rupture d'une conduite d'eau.

L'ampleur des transitoires de pression dépend de nombreux facteurs, notamment la vitesse de l'eau dans les conduites, le matériau des conduites, la topographie, la présence d'un ouvrage d'emmagasinement surélevé, le fonctionnement des pompes et l'adéquation du matériel de régulation du pompage. La possibilité d'intrusion de contaminants dépend aussi de nombreux facteurs, y compris le nombre et l'importance des fuites et des orifices, la fréquence, la durée et l'ampleur du transitoire de pression ainsi que la présence de contaminants et leur concentration aux environs des fuites et des orifices.

Règles de l'art

On peut avoir recours à plusieurs mesures pour atténuer le risque d'intrusion des contaminants. Voici quelques exemples :

- Maintenir le réseau de distribution en bon état dans le but de réduire le nombre de fuites et d'orifices;
- Maintenir un espace adéquat entre les conduites d'eau et les conduites d'égout;
- Prévoir un ouvrage d'emmagasinement surélevé qui permettra de maintenir une pression positive au moment de l'arrêt des pompes;
- Mettre en place du matériel de régulation de pompage (réservoirs d'air, robinets de réglage de pompes, mécanisme d'entraînement à fréquence variable sur les pompes, reniflards ou soupapes casse-vide, robinets de surpression);
- Poser un drain (avec clapet) dans les chambres de reniflard pour prévenir la submersion du reniflard;
- Interconnecter les zones de pression au moyen de réducteurs de pression et de clapets de non-retour;
- Prévoir une alimentation de secours à l'intention des pompes et des pompes de réserve;
- Ouvrir et fermer lentement les vannes et les bornes d'incendie;
- S'assurer que les bornes d'incendie de type incongelable sont raccordées de façon adéquate là où le niveau de la nappe phréatique empêche le corps de la borne de se vider complètement. On éliminera ainsi le besoin d'ajouter des contaminants en puissance dans le réseau, tels que les produits antigels.

3.2.4 SURVEILLANCE DÉTAILLÉE DE LA QUALITÉ DE L'EAU

On doit voir le réseau de distribution comme un prolongement de la station de traitement d'eau, dont l'objectif est de produire continuellement une eau potable de qualité au meilleur coût possible. On a mis en place des réseaux de

surveillance continue, même en l'absence de règlements strictes (AwwaRF, 2002c). On doit pouvoir mesurer, surveiller et gérer tous les aspects du réseau de distribution pour garantir que l'eau est potable, évaluer la gravité de la situation en cas d'urgence et faire preuve de diligence raisonnable.

Le programme de surveillance doit englober à la fois la surveillance régulière et la surveillance irrégulière. Il doit constituer une partie d'un système de gestion de la qualité de l'eau, qui comprend la surveillance de l'eau à la source, du procédé de traitement, du robinet du consommateur et des plaintes.

Règle de l'art

Reconnaissant que la qualité de l'eau peut changer pendant que celle-ci circule dans le réseau de distribution, les municipalités doivent mettre en œuvre un programme de surveillance détaillée afin d'être en mesure de prouver qu'elles respectent toujours les normes de qualité de l'eau et de cerner les problèmes connexes.

Surveillance régulière

On doit mettre en œuvre un programme de surveillance régulière qui permettra de repérer les problèmes de qualité de l'eau qui peuvent survenir dans le réseau de distribution. On doit choisir les sites d'échantillonnage, les fréquences de prélèvement d'échantillons et les paramètres d'analyse qui permettront de cerner et de quantifier les problèmes possibles. Les sites d'échantillonnage ordinaires doivent être représentatifs du secteur prévu et refléter fidèlement la qualité de l'eau constatée dans le réseau de tuyauterie souterraine local. Il faut vérifier les dessins du réseau de tuyauterie et comparer la qualité de l'eau avec celle mesurée dans les résidences ou les installations qui se trouvent à proximité, pour s'assurer que chaque site est un endroit acceptable où on pourra prélever des échantillons représentatifs.

Les municipalités doivent élaborer des protocoles et des procédures normalisées d'échantillonnage et d'analyse afin de pouvoir évaluer l'efficacité du traitement de l'eau, détecter les problèmes dans le réseau et satisfaire à toutes les exigences en matière de santé publique. Idéalement, on pourrait utiliser des postes d'échantillonnage spécialisés pour réduire le risque de contamination des échantillons, ce qui améliorerait les sites de surveillance continue au sein du réseau de distribution.

On utilise couramment la température, la turbidité, le pH, la couleur, l'agent continu de désinfection résiduel, l'odeur, le fer, le plomb, le cuivre, les sous-produits de la désinfection, les bactéries hétérotrophes et les organismes coliformes totaux pour évaluer la qualité de l'eau dans un réseau de distribution. Il est maintenant possible d'effectuer une analyse pour détecter la présence de E. coli. Celle-ci doit donc constituer une pratique de surveillance régulière, puisque cet organisme présente un risque potentiel pour la santé publique.

Dans le cadre d'une approche détaillée, on peut lier les données de surveillance de la qualité de l'eau à un système d'information géographique (SIG), ce qui facilitera l'analyse spatiale et temporelle. Les grandes municipalités doivent examiner la possibilité de mettre en œuvre un système de gestion des données de laboratoire (SGDL) qui servira à gérer l'information relative à la qualité de l'eau. On peut créer un lien entre les analyseurs continus en ligne et les systèmes SCADA (systèmes d'acquisition et de contrôle des données) et ce, dans le but de contrôler les procédés de traitement, de capter les données historiques, de gérer les données relatives à la qualité de l'eau, et pour les besoins des systèmes d'alarme.

Règle de l'art

Tout programme de surveillance routinière doit tenir compte des facteurs suivants :

- Âge de l'eau dans l'ensemble du réseau (à l'aide de modèles informatiques ou d'études à partir de traceurs);
- Endroits où il y a mélange de sources d'eau;
- Emplacement des installations d'emménagement;
- Type et état des conduites d'eau;
- Emplacement des installations essentielles (p. ex. les hôpitaux).

Surveillance irrégulière

On peut effectuer une surveillance irrégulière en réponse à des plaintes de clients, pour évaluer un problème précis (p. ex. les installations d'emménagement), surveiller des travaux de pose ou d'entretien, ou une situation d'urgence.

3.2.5 MISE EN ŒUVRE D'UN PROGRAMME DE PRÉVENTION DES RETOURS D'EAU

Il peut être difficile, selon les circonstances, de détecter les incidents de retour d'eau. Il existe toutefois plusieurs indicateurs possibles, notamment les plaintes des clients, les chutes de pression de service ou d'agent de désinfection résiduel, la modification du pH ou de la couleur de l'eau, les compteurs d'eau qui tournent en sens inverse et la détection d'organismes coliformes. On trouvera dans le manuel M14 de l'AWWA (1990) l'aperçu d'une pratique recommandée en matière de prévention des retours d'eau et des jonctions fautives.

Règles de l'art

On peut avoir recours à plusieurs méthodes pour réduire les risques de retours d'eau, notamment :

- Une séparation physique entre le réseau d'eau potable et le réseau d'eau non potable;
- La pose d'ensembles ou de dispositifs de prévention des retours d'eau. Le choix dépend du danger pour la santé que présente la jonction fautive, réelle ou en puissance;
- La mise en œuvre de programmes de prévention des retours d'eau et des jonctions fautives;
- Le maintien d'un agent de désinfection résiduel;
- Le maintien d'une pression positive;
- Le maintien en bon état du réseau de distribution;
- La réalisation d'enquêtes sanitaires sur les sites d'échantillonnage sur le terrain;
- La mise en œuvre d'un système de gestion de l'entretien en milieu de travail.

3.2.6 CHASSE D'EAU OU DÉCOLMATAGE DES CONDUITES

La chasse d'eau, le décolmatage et le ramonage sont trois techniques qu'on utilise pour éliminer les mucilages, les sédiments et les sous-produits de la corrosion de l'intérieur des conduites d'eau. On améliore ainsi la qualité de l'eau et la capacité hydraulique des conduites.

Chasse d'eau

Dans la plupart des municipalités, on effectue régulièrement, au printemps ou à l'automne, la chasse d'eau du réseau de distribution pour préserver la bonne qualité de l'eau. On effectue aussi périodiquement la chasse d'eau des conduites tout au long de l'année, lorsqu'on reçoit des plaintes des clients ou que les échantillons prélevés s'avèrent non conformes. Dans certaines parties d'un réseau où l'âge de l'eau est trop important, on peut identifier certaines bornes d'incendie que les balayeuses de rue et les arroseuses automobiles devront utiliser. Cela aura pour effet de réduire le temps de séjour de l'eau. Il faut toutefois être prudent et s'assurer que la manœuvre des bornes d'incendie n'aggrave pas d'autres problèmes (p. ex. l'eau rouge). La chasse d'eau vise à prévenir la corrosion interne des conduites non revêtues, à éliminer les sédiments, à maîtriser la couleur, la turbidité, le désinfectant résiduel trop faible, les problèmes de mucilage et l'eau stagnante dans les culs-de-sac et à améliorer le rendement hydraulique des conduites. Dans certains réseaux, la chasse d'eau traditionnelle peut aggraver les problèmes de qualité à court terme et faire augmenter le

nombre de plaintes. C'est pourquoi certaines municipalités commencent à envisager de recourir, ou ont effectivement recours, à la chasse d'eau unidirectionnelle.

Il faut contrôler les plaintes relatives à la qualité de l'eau sur le plan géographique. Pour ce faire, les municipalités doivent utiliser un genre de système de gestion des données pour effectuer le suivi des plaintes et optimiser leur programme de chasse d'eau. Les grandes municipalités (et celles de petite taille qui connaissent des problèmes importants en matière de qualité de l'eau) peuvent utiliser un SIG pour effectuer le suivi et analyser les données de surveillance.

On peut utiliser des modèles informatiques pour simuler l'âge de l'eau et le désinfectant résiduel dans l'ensemble du réseau. On peut ensuite utiliser l'information pour cerner les régions qui exigent des chasses d'eau plus fréquentes. On peut aussi utiliser les modèles informatiques pour déterminer l'ordre d'exécution des chasses d'eau (selon la méthode unidirectionnelle) et la vitesse prévue dans chaque tronçon de conduite.

Règle de l'art

Les municipalités doivent mettre en œuvre un programme de chasses d'eau unidirectionnelles dans le cadre duquel on isolera des tronçons déterminés de conduites pour qu'il soit possible de contrôler le sens de l'écoulement et obtenir une vitesse d'écoulement de 1,5 à 2 m/s. Les chasses d'eau unidirectionnelles doivent commencer à la source et progresser dans le réseau, des plus grosses aux plus petites conduites. Il est vrai qu'il est plus coûteux et plus long d'effectuer une chasse d'eau de type unidirectionnelle qu'une chasse d'eau traditionnelle. La première méthode est toutefois plus efficace et requiert moins d'eau.

Décolmatage

Le décolmatage est plus efficace que la chasse d'eau. Cette méthode est toutefois plus coûteuse et nécessite habituellement la mise en place d'un dispositif de lancement et d'une alimentation en eau temporaire. Il se peut que le décolmatage ne soit pas efficace là où les tuyaux présentent une tuberculisation importante. Une importante quantité de fibres d'amiante peut se dégager des conduites en amiante-ciment durant le décolmatage. Il faut donc reconsidérer l'utilisation du procédé dans ce genre de situation.

Règle de l'art

Dans certaines conduites, notamment celles de plus de 300 mm de diamètre, il est impossible d'atteindre une vitesse de chasse d'eau adéquate, puisque le volume d'eau nécessaire dans ce cas est trop important. Le cas échéant, il se pourrait qu'on doive utiliser un décolmateur en mousse souple pour nettoyer la conduite de façon efficace.

Ramonage

On utilise divers dispositifs pour ramoner les conduites d'eau, notamment les brosses métalliques, les pistons racleurs et les torpilles en plastique rigide. Le ramonage est plus efficace que la chasse d'eau et le décolmatage. Il requiert toutefois une expertise, des matériaux et un temps considérables. Le ramonage de conduites en fonte sans revêtement ou de conduites en acier peut mettre le métal à nu et augmenter ainsi le risque de problèmes d'eau rouge pendant plusieurs semaines, puisque le métal s'oxyde alors plus rapidement.

Règle de l'art

On ne recommande habituellement pas le ramonage à moins de poser un revêtement intérieur, tel que du mortier de ciment Portland ou de la résine époxyde, dans la conduite avant de la remettre en service.

3.2.7 CONTRÔLE DE LA MANŒUVRE DES VANNES ET DES BORNES D'INCENDIE

On doit manœuvrer régulièrement les vannes et les bornes d'incendie afin de vérifier si elles sont accessibles et faciles à manœuvrer. On doit manœuvrer les vannes essentielles plus souvent que les autres. Dans certains réseaux, la manœuvre des vannes et des bornes d'incendie peut entraîner des variations soudaines de l'écoulement dans les conduites. Cela aura pour effet de déranger les sédiments et les dépôts, ce qui aura une incidence négative sur la qualité de l'eau. La manœuvre soudaine pourra aussi entraîner des transitoires de pression qui permettront à des contaminants de s'introduire dans le réseau (voir la section 3.2.3).

Des employés qualifiés et responsables doivent superviser la manœuvre des vannes et des bornes d'incendie afin de s'assurer que celles-ci sont faciles à manœuvrer et que les vannes sont laissées dans la bonne position une fois l'opération terminée. Un mécanisme de commande de vanne brisé peut sembler fonctionner normalement. Toutefois, quand la vanne demeure en position fermée, on risque de créer deux culs-de-sac qui passeront inaperçus jusqu'à ce que des clients se plaignent de la qualité de l'eau.

La municipalité doit contrôler l'utilisation des bornes d'incendie en dehors des situations d'urgence par toute partie extérieure au service d'eau (les entrepreneurs, le service d'incendie, le service des parcs ou le service de la voirie, par exemple). Elle doit désigner des bornes d'incendie déterminées que les autres parties peuvent utiliser. Toute l'eau utilisée dans ce cas doit être comptée ou comptabilisée. On peut poser un dispositif de verrouillage inviolable sur les bornes d'incendie pour en contrôler l'utilisation.

Règle de l'art

La municipalité doit avoir un programme municipal d'inspection et d'entretien qui permettra de conserver les vannes et les bornes d'incendie en bon état, et de documenter tout problème de qualité antérieur causé par leur manœuvre et leur entretien. On trouvera dans tout programme d'entretien correctif et préventif

efficace un historique des données d'entretien ainsi qu'une planification d'urgence appropriée. On doit contrôler et documenter la manœuvre des vannes et des bornes d'incendie avec soin pour être en mesure d'atténuer les préoccupations mentionnées plus haut.

3.2.8 MISE EN ŒUVRE D'UN PROGRAMME DE PRÉVENTION DES MUCILAGES

Les municipalités doivent mettre en œuvre un programme actif de prévention des mucilages pour minimiser la prolifération des micro-organismes dans les conduites et les installations d'emménagement. Il faut coordonner le programme avec d'autres programmes de contrôle de la qualité de l'eau pour en maximiser l'efficacité et minimiser les coûts connexes.

Règles de l'art

- Maîtrise des nutriments — On doit maîtriser la source de carbone et les autres nutriments, tels que le phosphore et l'azote, au moyen de la filtration (quand l'eau n'est pas déjà filtrée) ou d'un traitement biologique (quand l'eau est déjà filtrée). Parmi les autres traitements possibles, on retrouve l'oxydation avancée et les procédés à membrane, tels que la nanofiltration.
- Maîtrise de la contamination provenant des matériaux ou du matériel — On doit bien désinfecter les conduites d'eau réparées à la suite d'un bris ou les nouvelles conduites, en plus d'effectuer une chasse d'eau adéquate, et utiliser des procédures d'exploitation et d'entretien appropriées.
- Maîtrise et atténuation des problèmes hydrauliques — On doit utiliser des pratiques de nettoyage comme la chasse d'eau, le décolmatage et le ramonage (seulement si on doit poser un revêtement intérieur dans la conduite). On doit éliminer les culs-de-sac et les zones à écoulement faible. On doit aussi maintenir une pression positive (afin de prévenir l'intrusion de contaminants) et éviter les variations soudaines de l'écoulement (pour prévenir la desquamation du mucilage de la paroi de la conduite).
- Prévention des jonctions fautives et des retours d'eau.
- Maintien d'une teneur résiduelle d'agent de désinfection (la chloramination est plus efficace que la chloration pour ce qui est de prévenir la formation de mucilages).
- Prévention de la corrosion interne dans les eaux douces ou agressives et dans les conduites sans revêtement (p. ex. l'ajustement du pH et de l'alcalinité, les inhibiteurs de corrosion et l'ajustement du calcium).
- Réhabilitation et remplacement des infrastructures.
- Entretien adéquat des installations d'emménagement.

3.2.9 CONTRÔLE DES MÉLANGES DE SOURCES D'EAU

Certaines municipalités possèdent plusieurs sources d'eau, qu'elles peuvent mélanger pour répondre à la charge quotidienne ou de pointe ou encore, pour faire face à une situation d'urgence. Un tel mélange peut soit améliorer, soit détériorer la qualité de l'eau dans le réseau de distribution.

Dans certains cas, le mélange pourra déclencher une réaction d'oxydation ou de réduction dans les conduites en fonte grise sans revêtement s'il y a augmentation du pH. Cela pourra amener les sous-produits de la corrosion à décoller de la paroi des tuyaux. Le mélange d'eau de surface et d'eau souterraine peut faire précipiter le fer et le manganèse. Dans d'autres cas, le mélange pourra entraîner la réduction des doses d'inhibiteur, ou modifier l'alcalinité ou le pH, ce qui réduira l'efficacité du traitement destiné à prévenir la corrosion. Il pourra aussi entraîner des variations de l'écoulement qui causeront le déplacement des particules, de l'eau rouge et l'augmentation des numérations microbiennes. Par conséquent, il n'est habituellement pas recommandé de mélanger des sources d'eau.

Selon les résultats de l'analyse du mélange, il se peut qu'il soit imprudent de mélanger les sources, auquel cas on devra maintenir ses zones de pression distinctes et ce, même si la seconde source n'est nécessaire que pour une courte durée. On peut aussi avoir recours à la modélisation informatique pour évaluer la zone d'influence de chaque source et choisir la limite la plus appropriée entre les zones de pression.

Règle de l'art

On doit toujours procéder au mélange de façon contrôlée. On doit effectuer une analyse détaillée du mélange pour déterminer la compatibilité chimique des deux sources, prédire les caractéristiques de la qualité de l'eau résultante et évaluer les répercussions du mélange sur les matériaux de la tuyauterie.

3.2.10 CONCEPTION ET EXPLOITATION ADÉQUATES DES INSTALLATIONS D'EMMAGASINEMENT

On peut classer les installations d'emménagement d'eau en deux catégories : les réservoirs au niveau du sol et les réservoirs surélevés. Les réservoirs d'air, les réservoirs hydropneumatiques et les cheminées d'équilibre sont des types spéciaux d'installations d'emménagement. Les réservoirs au niveau du sol peuvent être enterrés, semi-enterrés ou posés sur le sol. Ils peuvent aussi s'accompagner d'un poste de pompage. Les installations surélevées peuvent être des châteaux d'eau ou des réservoirs cylindriques. On détermine habituellement le meilleur type d'installation d'emménagement à construire et son emplacement en fonction de l'hydraulique, du terrain accessible, des coûts et de considérations esthétiques.

Problèmes de qualité de l'eau

Les phénomènes mentionnés ci-après peuvent causer des problèmes de qualité de l'eau dans les installations d'emmagasinement :

- La cause la plus répandue des problèmes de qualité de l'eau dans les installations d'emmagasinement est le temps de séjour trop long dû à la sous-utilisation de l'eau ou à un court-circuitage dans un réservoir. Les temps de séjour trop longs peuvent entraîner la disparition de l'agent de désinfection résiduel, la prolifération microbienne, la formation de sous-produits de la désinfection, la nitrification (si on utilise la chloramination) et des problèmes de goût et d'odeur. Si possible, l'eau doit être renouvelée à tous les trois à cinq jours dans une installation d'emmagasinement;
- On doit éviter d'emmagasiner de l'eau potable dans des réservoirs sans toit. Il peut même y avoir de la contamination dans un réservoir muni d'un toit flottant, en raison de l'eau non traitée qui s'accumule sur le toit, surtout quand celui-ci est endommagé;
- Il peut y avoir de la contamination dans un réservoir couvert quand le moustiquaire de l'évent ou du trop-plein est endommagé ou encore, quand la trappe de visite n'est pas bien construite;
- Il peut y avoir de la contamination dans un réservoir souterrain en raison de l'intrusion d'eau souterraine quand le système d'évacuation n'est pas adéquat;
- Il peut y avoir lessivage de produits chimiques dans un réservoir en raison de la corrosion ou d'un revêtement qui n'a pas achevé son durcissement.

Règles de l'art

Le rapport intitulé *Maintaining Water Quality in Finished Water Storage Facilities* (AwwaRF, 1999) traite de plusieurs pratiques de conception et d'exploitation. Voici un résumé des pratiques :

- On doit éviter de construire des installations d'emmagasinement dont la capacité excède la demande à court terme et ce, pour éviter de trop longs temps de séjour. On doit aussi envisager la construction de réservoirs comportant deux cellules ou plus pour qu'il soit possible de drainer une des cellules à des fins d'inspection ou d'entretien, tout en conservant un volume d'eau adéquat dans les autres cellules;
- Le temps de séjour dans un réservoir cylindrique peut être important quand le volume total d'eau emmagasinée est nettement plus élevé que le volume utile (c.-à-d. le volume qui se trouve au-dessus de la ligne piézométrique normale du réseau);

- On doit éviter d'utiliser les réservoirs dont la construction est terminée tant qu'ils n'ont pas été couverts. Le toit flottant d'un réservoir doit être conçu conformément aux prescriptions du manuel M25 de l'AWWA (1996);
- On doit recouvrir les réservoirs d'emmagasinement en béton d'une membrane imperméable ou d'un toit;
- Les événements de réservoir doivent être munis d'une moustiquaire;
- Le revêtement d'un réservoir en acier doit être conforme à la norme 61 de la NSF/ANSI. Il doit être bien posé et bien durci, de manière à empêcher le lessivage de produits chimiques. Il faut habituellement poser un système de protection cathodique dans une installation d'emmagasinement en acier pour atténuer la corrosion du métal;
- Le système de drainage du toit et de l'emplacement doit être conçu de manière à éloigner les eaux de ruissellement de l'installation d'emmagasinement. La trappe de visite doit être conçue de manière à empêcher la chute de débris ou d'eau contaminée dans l'installation lorsqu'on l'ouvre. Il faut prévoir une enceinte de confinement secondaire à l'intention des réservoirs de carburant et des produits chimiques qui se trouvent au poste de pompage situé à proximité de l'installation. On doit éviter de stationner des véhicules (sur lesquels il y a des fuites de contaminants) sur le toit des installations d'emmagasinement;
- Pour éviter qu'il y ait des zones mortes dans une installation d'emmagasinement, il se peut qu'on doive concevoir celle-ci de manière à favoriser le mélange complet de l'eau ou bien, l'écoulement en piston à l'aide de chicanes. Il se peut que ce type d'écoulement soit nécessaire dans certains cas pour permettre à l'agent de désinfection de demeurer en contact avec l'eau pendant le temps requis;
- Le mode d'exploitation du réseau de distribution doit maximiser le taux de renouvellement de l'eau dans les installations d'emmagasinement. On peut renouveler l'eau en procédant régulièrement à la vidange partielle et au remplissage de l'installation;
- On doit prévoir des commandes automatiques destinées à faciliter la vidange et le remplissage de l'installation;
- Les installations d'emmagasinement doivent être équipées d'un système de sécurité, tel qu'une clôture périphérique avec grilles ouvrantes verrouillables, une trappe d'accès à verrou et un système d'alarme surveillé en permanence;

- Il doit y avoir des points de prélèvement et de surveillance continue en direct à l'entrée et à la sortie, de même qu'à tout autre emplacement clé, de l'installation pour qu'il soit possible de détecter les problèmes de mélange ou de contamination;
- Il peut être prudent dans certains cas de prévoir un poste de rechloration à l'entrée ou à la sortie de l'installation.

3.2.11 SURVEILLANCE, INSPECTION ET ENTRETIEN DES INSTALLATIONS D'EMMAGASINEMENT, SUR UNE BASE RÉGULIÈRE

Inspection

On doit inspecter et entretenir régulièrement chaque installation d'emménagement pour minimiser les risques de problèmes de qualité de l'eau et maximiser la durée de vie utile de l'installation.

Règles de l'art

Dans un rapport publié par l'AwwaRF en 1999, on décrit les règles de l'art en matière d'inspection des installations d'emménagement de la façon suivante :

- Les **inspections régulières** doivent avoir lieu à tous les jours, à toutes les semaines ou à tous les mois et permettre de surveiller l'extérieur de chaque installation et le terrain sur lequel elle se trouve, dans le but de détecter tout indice d'intrusion, de vandalisme ou de défaillance du revêtement et de vérifier la sécurité et le bon état de fonctionnement de l'installation;
- Les **inspections périodiques** doivent avoir lieu à tous les mois ou à tous les trimestres et permettre de vérifier la trappe de visite, les moustiquaires, le matériel de protection cathodique et le revêtement de chaque installation;
- Les **inspections détaillées** doivent avoir lieu à tous les trois à cinq ans. Le rapport de l'AwwaRF décrit plusieurs méthodes d'inspection, notamment les méthodes visuelle, mouillée, « *float down* », structurale et sanitaire. On doit aussi vérifier les systèmes de protection cathodique et les fuites. La surveillance de la qualité de l'eau et celle de la formation de mucilages ou de sédiments peuvent elles aussi servir à prévoir l'entretien nécessaire. On trouvera dans le manuel M42 de l'AWWA (1998b) une procédure d'inspection des réservoirs d'emménagement d'eau en acier.

Surveillance et nettoyage

Le rapport de l'AwwaRF (AwwaRF, 1999) décrit aussi plusieurs méthodes de nettoyage d'installations d'emménagement ainsi que les avantages et les inconvénients connexes. La méthode traditionnelle prévoit la mise hors service et la vidange de l'installation. On peut faire appel à des plongeurs professionnels ou utiliser des véhicules commandés à distance, pour le nettoyage les installations. Celles-ci doivent être désinfectées en conformité avec les prescriptions du document C652-92 de l'AWWA après avoir été nettoyées et avant d'être remises en service.

Règle de l'art

C'est la surveillance de la qualité de l'eau, la surveillance de la formation de mucilages et l'échantillonnage des sédiments qui déterminent le moment auquel il y a lieu de procéder au nettoyage des installations d'emmagasinement.

Entretien

On trouvera dans le même rapport (AwwaRF, 1999) les exigences relatives à l'entretien d'une installation d'emmagasinement, notamment la réparation de la structure, du revêtement, des accessoires, du système de protection cathodique et du toit flottant.

Règle de l'art

On doit élaborer un plan en cas d'interruption de service et ce, avant de mettre l'installation hors service pour en effectuer l'inspection, le nettoyage et l'entretien.

3.2.12 CONCEPTION ET EXPLOITATION ADÉQUATES DES RÉSEAUX DE DISTRIBUTION

Les culs-de-sac sont une des causes les plus fréquentes des problèmes de qualité de l'eau dans les réseaux de distribution. On ne considère pas les culs-de-sac comme conformes à la règle de l'art. On doit donc les éviter, puisqu'ils réduisent le débit d'eau nécessaire à la lutte contre le feu, entraînent la détérioration de la qualité de l'eau et sont une cause de corrosion. Les culs-de-sac peuvent aussi avoir une incidence sur la pression, les chasses d'eau et le service durant la réparation et l'entretien des conduites (Angers, 2002). Parmi les problèmes de qualité dans les culs-de-sac, on peut mentionner l'accumulation de sédiments, le temps de séjour trop long faisant diminuer le taux résiduel d'agent de désinfection et augmenter les numérations microbiennes, et les plaintes relatives au goût et à l'odeur de l'eau.

Règles de l'art

Dans la mesure du possible, on doit boucler les conduites afin de permettre la circulation de l'eau. Les conduites doivent être faites de matériaux convenant au transport d'eau potable (norme 61 de la NSF/ANSI). Il peut dans certains cas être nécessaire de fermer une vanne pour séparer des zones de pression, ce qui crée deux culs-de-sac, un de chaque côté de la vanne. Le cas échéant, on posera un réducteur de pression à la limite entre les deux zones pour permettre à l'eau de passer de la zone de haute pression à celle de basse pression. On augmentera ainsi le débit nécessaire à la lutte contre le feu et on rendra l'alimentation plus sûre, en plus d'éliminer les culs-de-sac.

La plupart des réseaux de distribution comportent des culs-de-sac qui ne peuvent être évités. Il faut dans ce cas poser une borne d'incendie, un dispositif de vidange ou un dispositif de chasse automatique à l'extrémité du cul-de-sac pour permettre le curage à l'eau de la conduite.

On peut poser un dispositif de chasse d'eau automatique à l'extrémité d'un cul-de-sac pour diminuer le temps de séjour de l'eau. Le dispositif est habituellement commandé par une minuterie réglable, mais son fonctionnement n'est pas très pratique durant l'hiver. Les problèmes de qualité de l'eau sont toutefois ordinairement plus nombreux durant l'été, lorsque la température de l'eau est plus élevée.

Les conduites d'eau sont habituellement surdimensionnées de manière à garantir un débit d'eau adéquat pour la lutte contre le feu. Pour cette raison, les temps de séjour sont longs. Dans certains cas, les conduites sont surdimensionnées de façon à répondre à la demande prévue dans 20 ou 30 ans. Le temps de séjour dans les conduites peut donc être trop long durant les premières années de fonctionnement du réseau. La conception d'un réseau de distribution doit tenir compte du fait que l'urbanisation se fait par étapes.

3.2.13 RÉHABILITATION OU REMPLACEMENT DES CONDUITES D'EAU

Plus les conduites d'eau vieillissent, plus elles risquent de se corroder en présence de sols agressifs. Dans les conduites qui n'ont aucun revêtement intérieur, il peut aussi y avoir de la corrosion ainsi qu'un dépôt de limon et une précipitation de produits chimiques. Tous ces phénomènes entraînent une prolifération bactérienne et se manifestent le plus souvent dans les conduites en fonte grise non revêtues. Les sédiments peuvent se déplacer lorsque la direction ou la vitesse de l'écoulement change, ce qui amène les clients à se plaindre de la qualité de l'eau (eau rouge, turbidité ou changement de couleur, par exemple) et produit des numérations microbiennes élevées.

La chasse d'eau et le décolmatage permettent d'éliminer les dépôts en suspens dans les conduites. Ces techniques ne font cependant pas disparaître tous les sous-produits de la corrosion qui s'accumulent à l'intérieur des conduites en fonte grise non revêtues. Les dépôts risquent par conséquent de favoriser la croissance de nouvelles bactéries et de réduire la capacité hydraulique des conduites.

Règles de l'art

On doit réhabiliter ou remplacer la conduite lorsque les plaintes sont fréquentes et qu'un niveau élevé de fer, la variation de la couleur de l'eau et la turbidité deviennent des problèmes chroniques. L'équipe du Guide national a publié une règle de l'art intitulée *Détérioration et inspection des réseaux de distribution d'eau*.

Réhabilitation

Les revêtements intérieurs structuraux incluent les tubages avec tuyau en polyéthylène et les revêtements intérieurs durcis en place. Les revêtements non structuraux les plus répandus sont le mortier de ciment Portland et la résine époxyde. On doit s'assurer que tout revêtement est approuvé pour le transport d'eau potable (norme 61 de la NSF/ANSI) et que son durcissement est adéquat. Certaines eaux peuvent avoir une incidence sur le mortier de ciment Portland. On

trouvera de plus amples renseignements sur le contrôle de la détérioration de la qualité de l'eau causée par la détérioration des revêtements en mortier de ciment dans un rapport publié par l'AwwaRF (AwwaRF, 1991b).

Règle de l'art

On peut réhabiliter une conduite en fonte non revêtue fonte à l'aide d'un revêtement intérieur structural ou non structural. Le manuel M28 de l'AWWA (2001b) offre certains conseils au sujet de la réhabilitation des conduites. L'équipe du Guide national a également publié une règle de l'art intitulée *Choix de techniques de réhabilitation ou de remplacement de tronçons de réseau de distribution d'eau*.

Remplacement

Il est peut-être prudent de remplacer plutôt que de réhabiliter une conduite d'eau détériorée et les branchements qui y sont raccordés, quand ceux-ci sont en plomb ou trop petits d'après les normes en vigueur. On peut remplacer la conduite en ayant recours à la méthode traditionnelle en tranchée ouverte, à l'éclatement de la conduite ou à toute autre technique sans tranchée.

Règle de l'art

On devra probablement remplacer toute conduite qui présente un taux élevé de ruptures ou de fuites, ou une capacité hydraulique inadéquate.

3.2.14 PRÉVENTION DE LA CORROSION INTERNE

Les conduites en métal non revêtues et les accessoires sont sensibles à la corrosion interne. L'AwwaRF a publié à ce sujet le manuel intitulé *Economics of Internal Corrosion Control* (AwwaRF, 1991a). Les municipalités peuvent consulter la publication pour déterminer les répercussions de la corrosion interne sur les coûts et les avantages économiques d'un programme de lutte contre la corrosion. Santé Canada est en train de préparer des lignes directrices relatives à ce sujet (Bernard, 2002).

Plomb

Durant les années 1940 et 1950, de nombreuses municipalités canadiennes ont posé des branchements d'eau en plomb. On utilisait aussi le plomb dans les brasures et les accessoires de plomberie. On a découvert au cours des dernières années que le lessivage du plomb provenant des tuyaux et du matériel de plomberie pouvait avoir une incidence négative sur la santé humaine. L'AwwaRF a mené une étude visant à permettre l'élaboration de procédures d'évaluation des techniques de réhabilitation et de remplacement des branchements d'eau (Boyd et coll., 2001).

De nombreuses municipalités ont adopté une politique qui stipule qu'on doit remplacer un branchement de plomb entre la conduite d'eau et la limite de propriété lorsque le propriétaire remplace le tronçon qui se trouve sur son terrain. Lorsque les taux de plomb sont élevés et que le traitement servant à prévenir la corrosion n'est pas efficace, la municipalité doit, dans certains cas, accélérer le

programme de remplacement des branchements en plomb et aider les propriétaires à remplacer la partie qui se trouve sur leur propriété. Elle doit aussi éduquer le public à ce sujet en distribuant des brochures et en offrant de l'information sur son site Web.

Règle de l'art

Les municipalités doivent adopter un plan prévoyant le remplacement tôt ou tard de tous les branchements en plomb de leur réseau de distribution et ce, même s'il est possible d'atténuer le lessivage au moyen d'un programme de lutte contre la corrosion.

3.2.15 UTILISATION DE MATÉRIAUX APPROUVÉS

L'Association canadienne de normalisation (CSA) a publié des normes qui traitent des produits de plomberie. Les conduites et les accessoires peuvent réagir à l'eau et à l'environnement extérieur et ainsi causer des problèmes de qualité. Le passage des contaminants à travers les matériaux couramment utilisés pour fabriquer les conduites d'eau n'est pas fréquent. Les garnitures des joints sont toutefois sujets à une certaine perméabilité. Il peut également y avoir lessivage des métaux, des contaminants organiques et de l'amiante provenant de la paroi ou du revêtement intérieur des tuyaux et des réservoirs. Certaines municipalités ont mentionné des problèmes de turbidité et d'odeur à la suite d'une utilisation excessive de lubrifiant dans les conduites.

Il faut examiner avec soin le choix du matériau des tuyaux, des joints et des accessoires de toute conduite qui doit être posée dans un sol contaminé. Le cas échéant, on doit envisager d'utiliser des élastomères résistants aux produits pétrochimiques (p. ex. le nitrile). On doit aussi accorder une attention particulière à la construction d'un réservoir dans un sol contaminé.

La prévention de la perméabilité et du lessivage demande qu'on fasse le bon choix de matériaux et de pratiques de pose, et que l'eau soit de qualité. Les municipalités doivent vérifier la qualité de l'eau dans les conduites nouvelles ou réhabilitées et ce, avant la mise en service. Elles doivent effectuer des essais qualitatifs portant sur les bactéries coliformes totales, les bactéries hétérotrophes, le pH, l'agent de désinfection résiduel, la turbidité, l'odeur et d'autres paramètres, selon les matériaux utilisés et les conditions environnementales propres aux lieux.

Règle de l'art

Tous les matériaux qui sont en contact avec l'eau potable doivent être conformes aux normes relatives aux effets sur la santé (c.-à-d. les normes 60 et 61 de la NSF/ANSI).

3.2.16 UTILISATION DE PROCÉDURES DE DÉSINFECTION ADÉQUATES DES CONDUITES D'EAU

Il peut y avoir des problèmes de qualité de l'eau quand la désinfection ou l'évacuation de l'eau désinfectée est inadéquate. Il y a également risque de retour

d'eau (de la conduite vers le réseau existant) durant l'essai par pression hydrostatique d'une nouvelle conduite.

Règle de l'art

La norme C651-99 de l'AWWA décrit les procédures de désinfection de nouvelles conduites, de raccordements à des conduites existantes et de réparation de conduites. On trouvera aussi un résumé de ces règles de l'art à l'annexe B.

3.2.17 ÉVALUATION DE LA VULNÉRABILITÉ

L'alimentation d'un réseau de distribution risque d'être perturbée à la suite d'une rupture matérielle ou d'une cyberattaque du système SCADA. Les réseaux sont aussi sujets à la contamination biologique, chimique ou radiologique. Il est possible de mettre en œuvre diverses mesures de réduction de la vulnérabilité des réseaux, telles que les systèmes de protection physique, les systèmes d'exploitation et l'atténuation des conséquences.

Règles de l'art

On trouvera à l'annexe C une liste des ressources en matière d'évaluation de la vulnérabilité.

3.2.18 UTILISATION DE MODÈLES INFORMATIQUES ÉTALONNÉS

On a créé plusieurs modèles informatiques servant à évaluer le déplacement et le sort des contaminants dans les réseaux de distribution. L'AWWA a publié un manuel qui traite de l'utilisation de modèles de qualité de l'eau et des possibilités qu'offrent ces modèles pour ce qui est d'améliorer la compréhension des facteurs ayant une incidence sur la qualité (AWWA, 1998a). On peut utiliser des modèles informatiques étalonnés en fonction de nombreux types d'analyse de l'eau. Voici quelques exemples :

Analyse des constituants — Détermination du déplacement et du sort des paramètres non conservateurs, tels que le chlore et les trihalométhanes;

Analyse de suivi de la source — Détermination du pourcentage de contribution de chaque source au volume total d'eau fourni à chaque nœud. L'information joue un rôle utile dans l'analyse des mélanges (voir la section 3.2.9);

Analyse de l'âge de l'eau — Le temps de séjour dans le réseau de distribution est un facteur décisif qui influe sur la qualité de l'eau. L'information joue un rôle utile dans le choix de sites d'échantillonnage et l'élaboration de programmes de chasse d'eau;

- **Mélange dans les réservoirs** — Détermination des effets de la conception des réservoirs sur la qualité de l'eau;
- **Évaluation de la vulnérabilité** — Détermination de la fiabilité du réseau;

- **Planification d'urgence** — Choix des vannes à fermer pour isoler la contamination, élaborer une stratégie de chasse d'eau et déterminer quels sont les clients qui seront touchés.

Règle de l'art

On peut créer un modèle informatique étalonné du réseau de distribution quand cela est pratique ou économique.

3.2.19 FORMATION ET CERTIFICATION DES OPÉRATEURS, ET ACCRÉDITATION DU SERVICE

L'exploitation d'un réseau de distribution d'eau devient de plus en plus complexe en raison des technologies naissantes et de la réglementation maintenant plus sévère. Il est donc plus important que jamais d'offrir une formation continue aux opérateurs. La plupart des gouvernements canadiens se servent de l'Association of Boards of Certification pour les examens et la certification des opérateurs. L'Association canadienne des eaux potables et usées œuvre actuellement à l'élaboration d'un programme national de formation, d'éducation et de certification des opérateurs.

L'AWWA est en train d'élaborer une norme (G200) d'exploitation et de gestion d'un réseau de distribution. Celle-ci encourage l'accréditation des entreprises de service public d'eau en créant des normes de rendement uniformes. Certaines municipalités ont mis en œuvre un programme d'amélioration continue par l'entremise du programme QualServe de l'AWWA, des normes ISO 9000 et des normes ISO 14000. D'autres municipalités ont plutôt créé un système de gestion environnementale. Une nouvelle norme ISO (ISO/TC 224) est en cours de préparation et elle traitera des activités de service liées à l'alimentation en eau potable et aux égouts.

Règles de l'art

Il faut créer des programmes de formation officiels qui mettront l'accent sur l'importance de la préservation de la qualité de l'eau dans les réseaux de distribution. Il faut aussi insister plus sur les exigences relatives à la certification des opérateurs et le respect de ces exigences.

3.2.20 COMMUNICATION AVEC LES INTERVENANTS

Parmi les intervenants, mentionnons les opérateurs de station de traitement ou de réseau de distribution, les représentants du service d'incendie, les médecins à l'emploi des municipalités, les services provinciaux de santé publique et de l'environnement, les grands consommateurs d'eau, les municipalités avoisinantes et le public. Il se peut que certains intervenants doivent communiquer entre eux souvent dans les municipalités dont le réseau de distribution est particulièrement sujet à des problèmes de qualité ou encore, lorsque diverses municipalités partagent un même réseau.

Règle de l'art

Les municipalités doivent régulièrement organiser des réunions avec les intervenants, particulièrement le médecin à leur emploi, pour discuter des questions de qualité, des protocoles opérationnels, de la planification financière et des plans d'urgence.

3.2.21 SERVICE À LA CLIENTÈLE

À la lumière de l'amélioration de la transparence du processus décisionnel, de la responsabilité financière et de la responsabilité qu'exige le public, l'excellence du service à la clientèle devient un élément de plus en plus important des activités de fourniture d'eau potable.

Il est très important de bien renseigner les clients. Certaines municipalités ont mis au point des indices comme moyen simple d'informer sur la qualité de l'eau dans le réseau de distribution. Les municipalités peuvent aussi distribuer des brochures destinées à éduquer le public sur les questions relatives à la qualité de l'eau, telles que les programmes de chasse d'eau, la présence de plomb dans l'eau potable, la prévention des retours d'eau, les problèmes courants de qualité et le système de sécurité.

Règles de l'art

Les municipalités doivent adopter une procédure normalisée de réponse aux plaintes concernant la qualité de l'eau. Elles doivent documenter cette information de façon appropriée (tout comme les données relatives à la qualité de l'eau) et fournir des références géographiques. Il existe des systèmes électroniques capables de prendre en charge la documentation, l'analyse des tendances, la résolution des problèmes et la production de rapports. Les plaintes offrent un moyen pratique de contrôler la perception et l'acceptation du public relativement à l'eau fournie. Les municipalités doivent documenter au moins les renseignements mentionnés ci-après, dans le cas de chaque plainte concernant la qualité de l'eau.

- Endroit;
- Date et heure;
- Nom du plaignant;
- Description de la plainte;
- Cause probable de la plainte;
- Mesures correctives;
- Avis;
- Suivi, y compris le niveau de satisfaction.

4. CAS D'UTILISATION ET LIMITATIONS

4.1 CAS D'UTILISATION

Les pratiques exposées dans la section 3 peuvent être utilisées dans tout réseau de distribution d'eau potable au Canada et ce, peu importe la taille du réseau. Les municipalités doivent adapter les pratiques de manière qu'elles reflètent la qualité de l'eau à la source, le traitement, les caractéristiques du réseau et les règlements. Elles doivent reconnaître que les décisions prises à tout moment durant le cycle de vie du réseau peuvent avoir une incidence sur la qualité de l'eau. Les municipalités doivent établir avec précision les objectifs, les attentes en matière de rendement et la responsabilité relative aux résultats prévus.

Les municipalités doivent étudier chacune des pratiques et élaborer un plan d'action visant à préserver ou à améliorer la qualité de l'eau dans leur réseau de distribution. Elles doivent utiliser le plan pour établir les priorités en matière de besoins. Celui-ci doit aussi comprendre des prévisions de coûts et un calendrier de mise en œuvre. Les mesures nécessaires à la protection de la santé publique et au respect de la réglementation doivent être prioritaires et le plan d'action doit être adopté par tous les intervenants.

4.2 LIMITATIONS

Il se peut que les petites municipalités éprouvent de la difficulté à trouver toutes les ressources recommandées dans la présente règle de l'art et dont elles auront besoin pour concevoir, exploiter et entretenir un réseau de distribution contenant de l'eau de qualité. Elles ne doivent toutefois faire aucun compromis en ce qui a trait aux pratiques nécessaires à la protection de la santé publique. Certaines d'entre elles choisiront peut-être d'impartir l'exploitation du réseau de distribution. Celles-là devront toutefois se rappeler que la diligence raisonnable demeure toujours la responsabilité du « propriétaire » et ce, même à la suite d'une impartition. Les procédures adéquates de gestion de la qualité de l'eau et une surveillance appropriée doivent par conséquent faire partie intégrante de toute entente d'impartition.

Les municipalités doivent s'efforcer de comptabiliser tous les coûts de revient et de recouvrer tous les coûts au moyen de tarifs d'eau équitables afin de maintenir un niveau élevé de service pendant tout le cycle de vie de leur réseau de distribution. Elles doivent aussi s'efforcer de maintenir une équipe d'employés qualifiés et hautement motivés qui assureront la gestion du réseau de distribution.

Comme on l'a dit à la section 1, le présent document ne traite pas de la protection de la source d'eau, du traitement ou de la tuyauterie privée.

5. ÉVALUATION

On trouvera ci-après la description de plusieurs mesures qui peuvent servir à évaluer l'efficacité des pratiques exposées à la section 3.

Y a-t-il diminution :

- Du nombre de plaintes au sujet de la qualité de l'eau?
- Du nombre d'échantillons non conformes prélevés dans le réseau de distribution?
- Du nombre de cas de maladies hydriques?
- Du nombre d'avis demandant de faire bouillir l'eau?
- Des coûts liés aux mesures correctives?
- Du temps consacré à des enquêtes réactives, souvent coûteuses?

Dans l'ensemble, y a-t-il amélioration de la qualité générale de l'eau?

ANNEXE A :

PROBLÈMES FRÉQUENTS DE QUALITÉ DE L'EAU, CAUSES POSSIBLES ET MESURES D'ATTÉNUATION

Problèmes	Causes possibles	Mesures d'atténuation
1. Biologiques		
1.1 Prolifération bactérienne	<ul style="list-style-type: none"> • Mauvais traitement de l'eau • Agent de désinfection résiduel inadéquat • Temps de séjour trop long • Mucilages • Mauvaises pratiques d'entretien • Contamination des conduites due à de mauvaises pratiques de transport, de manutention, d'entreposage et de pose • Intrusion d'agents pathogènes par une jonction fautive 	<ul style="list-style-type: none"> • Production d'une eau de qualité • Maintien d'un agent de désinfection résiduel adéquat • Chasse d'eau ou décolmatage des conduites • Mise en œuvre d'un programme de prévention des mucilages • Conception et exploitation adéquates des installations d'emménagement • Conception et exploitation adéquates du réseau de distribution • Amélioration de la surveillance de la qualité de l'eau • Livraison de conduites aux extrémités munies d'un capuchon
1.2 Nitrification (dans les réseaux dans lesquels on utilise les chloramines)	<ul style="list-style-type: none"> • Mauvais ratio de chlore et d'ammoniac • Temps de séjour trop long • Disparition des chloramines résiduelles 	<ul style="list-style-type: none"> • Vérification du ratio de chlore et d'ammoniac • Chasse d'eau ou décolmatage des conduites • Conception et exploitation adéquates des installations d'emménagement • Conception et exploitation adéquates du réseau de distribution • Amélioration de la surveillance de la qualité de l'eau • Augmentation des chloramines résiduelles • Mise en place de postes de rechloration aux endroits éloignés • Retour à un taux élevé de chlore résiduel libre jusqu'à ce que le problème soit résolu
1.3 Maladies hydriques	<ul style="list-style-type: none"> • Mauvais traitement de l'eau (c.-à-d. la filtration) • Désinfection primaire inadéquate • Intrusion de contaminants • Retour d'eau de sources non potables • Mauvaises pratiques d'entretien et de réparation • Défaillances des conduites • Désinfection inadéquate des nouvelles conduites ou du nouveau matériel • Terrorisme ou vandalisme 	<ul style="list-style-type: none"> • Production d'une eau de qualité • Maintien d'un agent de désinfection résiduel adéquat • Maintien de la pression d'eau à plus de 140 kPa • Mise en œuvre d'un programme de prévention des retours d'eau • Contrôle de la manœuvre des vannes et des bornes d'incendie • Conception et exploitation adéquates des installations d'emménagement • Conception, exploitation et réparation adéquates du réseau de distribution • Utilisation de procédures appropriées de désinfection des conduites nouvelles ou réparées • Mise en place de dispositifs de sécurité
1.4 Vers et insectes	<ul style="list-style-type: none"> • Mauvais traitement de l'eau • Conception, construction ou entretien inadéquat des installations d'emménagement • Programme inadéquat de chasse d'eau et de décolmatage • Résiduel de désinfectant inadéquat • Problèmes au niveau de la prise d'eau dans les réseaux d'eau non filtrée 	<ul style="list-style-type: none"> • Production d'une eau de qualité • Conception et exploitation adéquates des installations d'emménagement • Surveillance, inspection et entretien des installations d'emménagement, sur une base régulière • Vérifier la présence de trous dans ou autour des tamis de la prise d'eau

2. Chimiques ou physiques		
2.1 Sous-produits de la désinfection (SPD)	<ul style="list-style-type: none"> • Mauvais traitement de l'eau (précurseurs, matière organique) • Temps de séjour trop long • Utilisation excessive de chlore • Rechloration aux endroits appropriés • PH élevé 	<ul style="list-style-type: none"> • Enlever la matière organique qui survient naturellement • Production d'une eau de qualité • Agent de désinfection primaire de remplacement • Conception et exploitation adéquates des installations d'emmagasinement • Conception et exploitation adéquates du réseau de distribution • Optimisation de l'ajustement du pH pour équilibrer la prévention de la corrosion et les SPD
2.2 Plomb et cuivre	<ul style="list-style-type: none"> • Corrosion interne • Eau instable • pH ou alcalinité de l'eau naturellement bas (eau douce) 	<ul style="list-style-type: none"> • Mise en œuvre d'un programme de lutte contre la corrosion • Hausse du pH de l'eau traitée • Hausse de l'alcalinité de l'eau traitée (p.ex. ajout de carbonate de sodium pour créer un effet tampon) • Utilisation possible d'inhibiteurs de corrosion autres que l'ajustement du pH ou de l'alcalinité • Chasse d'eau régulière • Éducation du public • Réhabilitation ou remplacement des conduites d'eau • Utilisation de matériaux approuvés
Problèmes	Causes possibles	Mesures d'atténuation
2. Chimiques ou physiques (suite)		
2.3 Stabilité du pH et entartrage	<ul style="list-style-type: none"> • Mauvais traitement de l'eau • Temps de séjour trop long dans les tuyaux en ciment • Eau instable 	<ul style="list-style-type: none"> • Production d'une eau de qualité • Contrôle des mélanges de sources d'eau • Conception et exploitation adéquates du réseau de distribution
2.4 Sous-produits de revêtements intérieurs	<ul style="list-style-type: none"> • Lessivage des produits chimiques • Eau instable 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation de matériaux approuvés
2.5 Faible résiduel d'agent de désinfection	<ul style="list-style-type: none"> • Agent de désinfection résiduel inadéquat • Source d'eau de mauvaise qualité (COD élevé) • Mauvais traitement de l'eau • Temps de séjour trop long • Intrusion de contaminants • Mauvaises pratiques d'entretien et de réparation • Mauvaise conception du réseau • Vieillessement du réseau • Contamination des conduites causée par de mauvaises pratiques de transport, de manutention, d'entreposage et de pose 	<ul style="list-style-type: none"> • Production d'une eau de qualité • Maintien d'un agent de désinfection résiduel adéquat • Mise en œuvre d'un programme de prévention des mucilages • Conception et exploitation adéquates des installations d'emmagasinement • Conception, exploitation et réparation adéquates du réseau de distribution • Réhabilitation ou remplacement des conduites d'eau • Utilisation de procédures appropriées de désinfection des conduites nouvelles ou réparées • Mise en place de postes de rechloration • Considération de la chloramination • Rinçage ou nettoyage des conduites • Livraison de conduites aux extrémités munies d'un capuchon
2.6 Sédiments	<ul style="list-style-type: none"> • Mauvais contrôle du pH durant l'étape de préfiltration • Mauvais traitement de l'eau (filtration inadéquate ou manquante) • Mauvaises pratiques d'entretien et de réparation • Jonction fautive • Vieillessement du réseau de distribution • Eau instable 	<ul style="list-style-type: none"> • Production d'une eau de qualité • Chasse ou décolmatage des conduites d'eau • Contrôle de la manœuvre des vannes et des bornes d'incendie • Contrôle des mélanges de sources d'eau • Surveillance, inspection et entretien des installations d'emmagasinement, sur une base régulière • Mise en œuvre d'un programme de prévention des retours d'eau • Réhabilitation ou remplacement des conduites d'eau • Maintien d'une pression positive

3. Esthétiques		
3.1 Goût et odeur	<ul style="list-style-type: none"> ● Eau brute de mauvaise qualité ● Mauvais traitement de l'eau ● Concentrations élevées de chlore ● Corrosion interne dans les conduites non revêtues ● Temps de séjour trop long ● Mélange d'eau chlorée et d'eau chloraminée ● Stratification durant l'ajout d'ammoniac en vue de la chloramination ● Lessivage de produits chimiques à partir du revêtement intérieur des conduites 	<ul style="list-style-type: none"> ● Amélioration du traitement – choix du procédé optimal ● Production d'une eau de qualité ● Maintien d'un agent de désinfection résiduel adéquat ● Chasse d'eau ou décolmatage des conduites ● Conception (selon la taille et le renouvellement) et exploitation appropriées des installations d'emmagasinement ● Conception et exploitation adéquates du réseau de distribution ● Mise en œuvre d'un traitement de prévention de la corrosion ● Réhabilitation ou remplacement des conduites d'eau ● Utilisation de matériaux approuvés qui sont appropriés pour le climat canadien (p. ex. la peinture) ● Vérification de l'appropriation du durcissement du revêtement intérieur dans les conduites nouvellement posées
3.2 Couleur et apparence	<ul style="list-style-type: none"> ● Mauvais traitement de l'eau ● Corrosion interne dans les conduites non revêtues ● Temps de séjour trop long ● Sédiments dans les conduites 	<ul style="list-style-type: none"> ● Production d'une eau de qualité ● Contrôle des mélanges de sources d'eau ● Mise en œuvre d'un traitement de prévention de la corrosion ● Réhabilitation ou remplacement des conduites d'eau ● Élimination des culs-de-sac ● Rinçage ou nettoyage des conduites

ANNEXE B :

RÈGLES DE L'ART RELATIVES À LA DÉSINFECTION DES CONDUITES D'EAU

Désinfection des nouvelles conduites

Voici certaines pratiques qu'on doit utiliser pour minimiser le risque de contamination durant la pose de nouvelles conduites :

- Les tuyaux livrés au chantier doivent être munis de capuchons d'extrémité;
- Poser un bouchon mâle étanche au bout du tuyau à tous les jours lorsque cessent les travaux de pose;
- Maintenir la tranchée bien asséchée et sanitaire;
- Isoler la nouvelle conduite du réseau en service en utilisant une jonction temporaire avec un dispositif approuvé de maîtrise des jonctions fautives et ce, jusqu'à ce qu'on ait effectué des analyses bactériologiques satisfaisantes et une chasse d'eau destinée à évacuer le désinfectant;
- Décolmater la conduite avec une torpille en mousse à propulsion hydraulique avant la désinfection;
- Désinfecter la conduite en utilisant une des méthodes décrites dans le document C651-99 de l'AWWA (c.-à-d. les pastilles, l'alimentation continue ou la masse liquide);
- Procéder à une chasse d'eau complète après la désinfection et prélever des échantillons bactériologiques;
- Élaborer une procédure normalisée de désinfection des conduites. Les municipalités doivent aussi offrir une formation aux employés et aux entrepreneurs relativement à cette procédure. Une municipalité peut, dans certains cas, choisir de faire appel à ses propres employés plutôt qu'à des entrepreneurs pour désinfecter les conduites. Elle doit alors documenter tous les aspects du procédé dans le système de gestion de l'entretien en milieu de travail et les réviser à tous les ans.

Désinfection des réseaux de distribution temporaires

On doit respecter la procédure décrite plus haut relativement à la désinfection d'un réseau de distribution temporaire.

Désinfection des jonctions

Le document C651-99 de l'AWWA donne un aperçu d'une autre procédure de désinfection qu'on peut utiliser lorsqu'on raccorde une nouvelle conduite à une conduite existante. Si la longueur de la jonction est inférieure à la longueur d'un tuyau (5,5 m), on doit vaporiser celle-ci avec du désinfectant ou encore, la décolmater avec une solution de chlore d'au moins 1 à 5 % et ce, juste avant de la poser. Si sa longueur est supérieure à celle d'un tuyau (5,5 m), on doit préparer la jonction (nécessaire au raccord) au-dessus du sol et ensuite effectuer la désinfection, la chasse d'eau et l'analyse de contamination bactériologique. Lorsque les résultats de l'analyse sont satisfaisants, on peut utiliser la jonction désinfectée pour raccorder la nouvelle conduite au réseau de distribution. On peut aussi adapter cette procédure à la désinfection des pompes, des vannes et des autres accessoires.

Désinfection des réparations

Selon le document C651-99 de l'AWWA, les fuites ou les bris qui ont été réparés au moyen d'un dispositif de serrage pendant que les conduites étaient remplies d'eau présentent un faible danger de contamination. Il n'est donc pas nécessaire de les désinfecter. Lorsqu'il n'y a pas de pression positive dans les conduites et qu'il y a un risque de contamination, on doit isoler aussi rapidement que possible la section vulnérable et informer immédiatement les autorités et les parties touchées du danger de contamination.

On trouvera aussi dans le même document un aperçu d'une procédure de désinfection qu'on peut utiliser lorsqu'on coupe ou qu'on répare des conduites existantes. Il s'agit d'appliquer de l'hypochlorite dans la tranchée, de décolmater l'intérieur de tous les tuyaux et jonctions avec une solution d'hypochlorite de 1 % et de réaliser une chasse d'eau en direction de la réparation et ce, des deux côtés, si possible. On doit aussi, lorsqu'il est logique de le faire, isoler la conduite et procéder à une chasse d'eau et à une chloration. On doit ensuite effectuer une deuxième chasse d'eau jusqu'à ce que l'eau décolorée ait été évacuée et que la concentration du chlore ne soit pas plus élevée que le chlore résiduel dans les tronçons adjacents du réseau. On doit également vérifier la turbidité et prélever un échantillon d'eau à des fins d'analyse bactériologique.

ANNEXE C :

RESSOURCES RELATIVES À L'ÉVALUATION DE LA VULNÉRABILITÉ

Plusieurs organismes ont élaboré des méthodes d'évaluation de la vulnérabilité et de planification de mesures d'urgence. Voici quelques exemples :

- a) Les Sandia National Laboratories ont élaboré une méthode d'évaluation du risque (RAM-W) en matière d'infrastructures hydriques;
- b) L'Association of State Drinking Water Administrators (ASDWA) et la National Rural Water Association (NRWA) ont publié un guide intitulé *Security Vulnerability Self-Assessment Guide for Small Drinking Water Systems*;
- c) L'EPA (2002c) a publié un document intitulé *Guidance for Water Utility Response, Recovery and Remediation Actions for Man-Made and/or Technological Emergencies*;
- d) L'Association of Metropolitan Sewerage Agencies (AMSA) conçoit actuellement un outil informatique d'auto-évaluation de la vulnérabilité (VSAT - Vulnerability Self-Assessment Software Tool) qui pourra être utilisé par les entreprises de service public d'eau;
- e) Le manuel M19 de l'AWWA (1999b) décrit la planification d'urgence relative à la gestion des services d'eau;
- f) L'International Food Safety Standard a élaboré des protocoles de « Hazard analysis of critical control points » (HACCP).

BIBLIOGRAPHIE

AMSA (Association of Metropolitan Sewerage Agencies), 2001. *Managing Public Infrastructure Assets to Minimize Cost and Maximize Performance*.

_____, 2002. *Asset Based Vulnerability Checklist for Wastewater Utilities*.

Angers, J., 2002. « Why Should We Avoid Dead Ends? » La réponse à la question du mois publiée dans l'édition du mois d'octobre d'*Opflow*.

The Association of State Drinking Water Administrators et The National Rural Water Association, 2002. *Security Vulnerability Self-Assessment Guide for Small Drinking Water Systems*.

AWWA (American Water Works Association), 1990. Manuel M14 de la AWWA – *Recommended Practice for Backflow Prevention and Cross-Connection Control*.

_____, 1992. *AWWA Standard for Disinfection of Water Storage Facilities*.

_____, 1995. Manuel M7 de l'AWWA – *Problem Organisms in Water: Identification and Treatment*.

_____, 1996. Manuel M25 de l'AWWA – *Flexible-Membrane Covers and Linings for Potable-Water Reservoirs*.

_____, 1998a. *Modeling Water Quality in Drinking Water Distribution Systems*.

_____, 1998b. Manuel M42 de l'AWWA – *Steel Water Storage Tanks*.

_____, 1999a. *AWWA Standard for Disinfecting Water Mains*.

_____, 1999b. Manuel M19 de l'AWWA – *Emergency Planning for Water Utility Management*.

_____, 1999c. Manuel M20 de l'AWWA – *Water Chlorination Principles and Practices*.

_____, 1999d. Manuel M48 de l'AWWA – *Waterborne Pathogens*.

_____, 2001a. *Water Quality Control in Distribution System*. L'énoncé de la politique adoptée par le conseil d'administration de l'AWWA.

_____, 2001b. Manuel M28 de l'AWWA – *Rehabilitation of Water Mains*.

_____, 2002a. *Permeation and Leaching*. Livre blanc rédigé pour la U.S. Environmental Protection Agency.

_____, 2002b. *Nitrification*. Livre blanc rédigé pour la U.S. Environmental Protection Agency.

_____, 2002c. *Finished Water Storage Facilities*. Livre blanc rédigé pour la U.S. Environmental Protection Agency.

_____, 2002d. *Effects of Water Age on Distribution System Water Quality*. Livre blanc rédigé pour la U.S. Environmental Protection Agency.

_____, 2002e. *New or Repaired Mains*. Livre blanc rédigé pour la U.S. Environmental Protection Agency.

AwwaRF (American Water Works Association Research Foundation), 1991a. *Economics of Internal Corrosion Control*.

_____, 1991b. *Control of Water Quality Deterioration Caused by Corrosion of Cement-Mortar Pipe Linings*.

_____, 1992. *Implementation and Optimization of Distribution Flushing Programs*.

_____, 1999. *Maintaining Water Quality in Finished Water Storage Facilities*.

_____, 2000a. *Water Quality Modeling of Distribution Storage Facilities*.

_____, 2000b. *Guidance Manual for Maintaining Distribution System Water Quality*.

_____, 2000c. *On-Line Monitoring for Drinking Water Utilities – A Cooperative Research Report*.

AWWSC (American Water Works Service Co. Inc.), 2002a. *The Potential for Health Risks from Intrusion of Contaminants in the Distribution System from Pressure Transients*. Livre blanc rédigé pour la U.S. Environmental Protection Agency.

_____, 2002b. *Deteriorating Buried Infrastructure Management Challenges and Strategies*. Livre blanc rédigé pour la U.S. Environmental Protection Agency.

Bernard, S., 2002. *Corrosion Control in Canadian Drinking Water Quality*. Document présenté dans le cadre d'INFRA 2002, Montréal (Québec).

Boyd, G.R. et al., 2001. « Selecting Lead Pipe Rehabilitation and Replacement Technologies », *Journal AWWA*, Juillet.

CCME (Conseil canadien des ministres de l'environnement) et Santé Canada, 2002. « De la source au robinet – L'approche à barrières multiples pour de l'eau potable saine ». Un exposé de position rédigé par le Comité fédéral-provincial-territorial sur l'eau potable et le Groupe de travail sur la qualité de l'eau du Conseil canadien des ministres de l'environnement.

Craun, G.F. et R.L. Calderon, 2001. « Waterborne Disease Outbreaks Caused by Distribution System Deficiencies », *Journal AWWA*, Septembre.

États-Unis, EPA (Environmental Protection Agency), 2002a. *Potential Contamination Due to Cross-Connections and Backflow and the Associated Health Risks*. Livre blanc publié par l'Office of Groundwater and Drinking Water de l'EPA.

_____, 2002b. *Health Risks from Microbial Growth and Biofilms in Drinking Water Distribution Systems*. Livre blanc publié par l'Office of Groundwater and Drinking Water de l'EPA.

_____, 2002c. *Guidance for Water Utility Response, Recovery and Remediation Actions for Man-Made and/or Technological Emergencies*.

Santé Canada, 1996. *Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada*, sixième édition.

