

IM 15161 — 2006



Lutte contre la Legionella dans les systèmes mécaniques

Lignes directrices pour les propriétaires d'immeubles,
les professionnels du design et le personnel d'exploitation
des bâtiments



TPSGC

Lignes directrices d'ingénierie mécanique

IM 15161 — 2006

Lutte contre la Legionella dans les systèmes mécaniques

Lignes directrices pour les propriétaires d'immeubles, les
professionnels du design et le personnel d'exploitation des
bâtiments

Génie mécanique et d'entretien

Programmes professionnels et techniques
Direction des ressources d'architecture et de génie
Direction générale des biens immobiliers
Travaux publics et Services gouvernementaux Canada
11, rue Laurier
Gatineau (Québec) K1A 0S5

Available in English

Information publique

Tous droits réservés. Aucune partie du présent ouvrage ne peut être reproduite par photocopie, enregistrement ou un autre moyen quelconque, ni être stockée, détenue ou transmise par ordinateur ou un autre système quelconque sans une permission écrite au préalable.



Préface

Généralités

Le présent document a été rédigé par le groupe du Génie mécanique et d'entretien, Programmes professionnels et techniques, Ressources d'architecture et de génie, Direction générale des biens immobiliers, Travaux publics et Services gouvernementaux Canada.

Rétroactions

Nous vous invitons à nous faire part des corrections, recommandations, propositions de modifications, renseignements additionnels et consignes qui pourraient améliorer le présent document. À cet effet, vous trouverez ci-joint un formulaire intitulé « Demande de modification des lignes directrices » que vous pouvez remplir et nous renvoyer par la poste ou par télécopieur à l'adresse indiquée. Vous pouvez également utiliser le courriel ou d'autres formes de transmission électronique.

Incohérences

Toute incohérence notée entre le présent document et l'énoncé de projet ou la DDP devrait immédiatement être portée à l'attention du gestionnaire de projet.

IM15161 - 2006
Lignes directrices pour la lutte contre la Legionella
dans les systèmes mécaniques
Demande de modification des lignes directrices

Edward Durand

Gestionnaire national
 Groupe du Génie mécanique et d'entretien
 Programmes professionnels et techniques
 Direction des Ressources d'architecture et
 de génie
 Direction générale des biens immobiliers
 Travaux publics et Services
 gouvernementaux Canada
 Portage III 9A1 - 11, rue Laurier
 Gatineau Quebec K1A 0S5
 Tél. : (819) 956-2490
 Télécopieur : (819) 956-2720
 Courriel : edward.durand@tpsgc.gc.ca

Paul Sra

Superviseur, Ingénieur principal en mécanique
 Groupe du Génie mécanique et d'entretien
 Programmes professionnels et techniques
 Direction des Ressources d'architecture et de
 génie
 Direction générale des biens immobiliers
 Travaux publics et Services
 gouvernementaux Canada
 Portage III 9A1 - 11, rue Laurier
 Gatineau Quebec K1A 0S5
 Tél. : (819) 956-3972
 Télécopieur : (819) 956-2720
 Courriel : paul.sra@pwgsc.gc.ca

Type des modifications proposées :

- ☐ Renseignements à corriger
☐ Renseignements à supprimer
☐ Renseignements à ajouter

Détails des modifications proposées :

Si nécessaire, noter les modifications proposées sur une photocopie des pages pertinentes des lignes directrices et les joindre au présent formulaire.

Page : Chapitre : N° de paragraphe :

Détails des modifications proposées :

(Utiliser des feuilles supplémentaires au besoin)

Signature : _____ N° de téléphone : _____ Date : _____

Table des matières

Chapitre 1	Généralités.....	1
	1.1 Introduction	1
	1.2 Objet.....	2
	1.3 Portée	2
	1.4 Legionella : Un aperçu.....	2
	1.5 Historique du document.....	4
Chapitre 2	Utilisation des biocides dans la lutte contre la Legionella....	5
	2.1 Introduction	5
	2.2 Biocides oxydants.....	5
	2.3 Biocides non oxydants.....	7
	2.4 Méthodes non chimiques	8
	2.5 Utilisation en alternance des biocides	8
Chapitre 3	Lutte contre la Legionella dans les systèmes de CVCA	9
	3.1 Conception des tours de refroidissement	9
	3.1.1 Généralités	9
	3.1.2 Exigences de calcul	9
	3.1.3 Emplacement des tours de refroidissement	10
	3.1.4 Contrôle de la qualité de l'eau.....	11
	3.1.5 Procédure de démarrage annuel des tours de refroidissement.....	11
	3.1.6 Trop-pleins et raccords de vidange	11
	3.1.7 Tours de refroidissement évaporatif	11
	3.2 CVCA : Autres systèmes et composants	12

Table des matières

3.2.1	Équipement de filtration d'air	12
3.2.2	Humidificateurs des installations centrales de CVCA...	12
3.2.3	Bacs récepteurs des serpentins de refroidissement et raccords de vidange des appareils de conditionnement d'air	12
3.2.4	Humidificateurs autonomes	13
3.2.5	Fontaines à boire.....	13
3.3	Exploitation et entretien des systèmes de CVCA	13
3.3.1	Fiches d'entretien	13
3.3.2	Surveillance de la <i>Legionella</i>	14
3.3.3	Calendrier de nettoyage des tours de refroidissement ..	14
3.3.4	Inspections mensuelles des tours de refroidissement	15
3.3.5	Inspections annuelles des tours de refroidissement	16
3.3.6	Traitement chimique de l'eau des tours de refroidissement.....	16
3.3.7	Entretien des tours de refroidissement	17
3.3.8	Procédure courante de nettoyage et de désinfection des tours de refroidissement.....	17
Chapitre 4	Lutte contre la <i>Legionella</i> dans les réseaux de distribution d'eau	19
4.1	Conception des réseaux d'eau domestique	19
4.1.1	Généralités.....	19
4.1.2	Conception des chauffe-eau domestiques et des réservoirs de stockage	20
4.1.3	Conception des réseaux de tuyaux de distribution	20
4.1.4	Stérilisation des réseaux d'eau chaude domestique	22
4.2	Exploitation et entretien des réseaux d'eau domestique	22
4.2.1	Exigences générales.....	22
4.2.2	Maintien du niveau de pH dans les réseaux de plomberie chlorés.....	22
4.2.3	Robinets mitigeurs thermostatiques	22

	4.2.4	Pommes de douche	22
	4.2.5	Tronçons morts et tuyaux contenant de l'eau stagnante	23
Chapitre 5		Procédures de décontamination.....	25
	5.1	Décontamination des tours de refroidissement infectées	25
	5.1.1	Exigences générales	25
	5.1.2	Procédures de décontamination.....	25
	5.1.3	Traitement de l'eau après la décontamination.....	27
	5.1.4	Examen bactériologique après la décontamination.....	27
	5.1.5	Décontamination des réseaux de distribution d'eau domestique	28
Chapitre 6		Glossaire des termes	29
Chapitre 7		Bibliographie.....	35
	7.1	Références	35
	7.2	Ressources sur le Web	36
Annexe A		Étapes d'une éclosion de légionellose	37
	A.1	Généralités	37
	A.2	Occurrence	37
	A.3	Survie.....	37
	A.4	Étapes	38

1.1 Introduction

L'expression « maladie du légionnaire » a été utilisée pour la première fois en 1976 après qu'un bon nombre de délégués qui participaient à un congrès de la Légion américaine de Pennsylvanie à Philadelphie ont été atteints d'une affection respiratoire. On a dénombré 221 cas d'une étrange maladie qui a fini par causer la mort d'au moins 34 personnes. Par la suite, on a isolé la bactérie responsable de cette maladie et on lui a donné le nom de *Legionella pneumophila*. La source de la maladie a été retracée dans le réseau de distribution d'eau de l'hôtel. Au début, les soupçons portaient sur les tours de refroidissement, mais des recherches plus poussées ont révélé que des anomalies dans le réseau d'eau potable étaient la cause la plus probable de la maladie.

Récemment en 2005, il s'est produit une éclosion de *Legionella* dans une maison de repos de Toronto. La maladie a fait au moins 20 morts pendant qu'on diagnostiquait chez 127 personnes une infection pulmonaire semblable à la pneumonie qui pouvait être la

Légionnellose. La source de la bactérie a été reliée à une tour de refroidissement montée en toiture d'où elle s'est répandue à presque tous les étages en passant par le réseau de ventilation de l'immeuble. L'âge maximum des victimes était d'environ 90 ans; la plus jeune en avait 40. Des voisins de l'autre côté de la rue ont également été touchés, sans doute en raison des bruines provenant de la tour de refroidissement.

L'éclosion de Toronto a mis en lumière les difficultés qu'il y avait à identifier la maladie. Quoique la *Legionella* ait été soupçonnée sitôt après l'éclosion, les premiers échantillons d'essai n'ont pas permis de détecter la maladie. Les preuves concluantes de la *Legionella* n'ont été trouvées qu'après l'analyse d'un tissu pulmonaire prélevé sur l'une des personnes décédées.

Deux maladies distinctes, soit la maladie du légionnaire et la fièvre de Pontiac, ont été associées à la *Legionella*. La forme la plus bénigne est la fièvre de Pontiac, une affection de type influenza qui est rarement fatale. Quant à la maladie du légionnaire,

beaucoup plus grave, elle présente des symptômes sévères s'apparentant à la pneumonie, et son dénouement est souvent fatal.

La bactérie responsable de la maladie du légionnaire appartient au groupe *Legionella*. On sait qu'il existe environ 35 espèces de *Legionella* qui produisent la maladie, et beaucoup de ces espèces se retrouvent couramment dans les plans d'eau tels que les lacs et les rivières. La bactérie peut survivre plusieurs mois dans un environnement humide, et elle se multiplie en présence d'algues et de matières organiques.

La maladie du légionnaire, aussi appelée légionellose, n'est pas infectieuse puisqu'elle ne peut se transmettre entre humains. Selon l'*Occupational Health and Safety Association* (OSHA) des États-Unis, il s'agit d'une affection opportuniste qui s'attaque le plus souvent aux individus dont le système immunitaire est affaibli. La maladie se transmet habituellement par inhalation d'un aérosol d'eau contaminé par la bactérie.

Les colonies de *Legionella* se trouvent naturellement dans la plupart des sources d'approvisionnement en eau. Elles sont en dormance aux températures inférieures à 20 °C, et elles s'activent aux températures élevées.

La *Legionella* pourrait constituer une grave question de santé dans beaucoup d'immeubles publics. Comme l'éclosion

de Toronto l'a révélé, il n'est pas du tout facile de diagnostiquer la maladie, et il n'y a aucune technique de surveillance à laquelle on peut se fier pour une détection précoce. Par conséquent, la seule façon efficace de prévenir ce type d'éclosion à l'avenir, c'est la conception, l'exploitation et l'entretien convenable des composants des systèmes mécaniques tels que les tours de refroidissement, les entrées d'air et les réseaux de distribution d'eau.

1.2 Objet

Le présent document a pour objet de fournir des renseignements, des critères de conception et des conseils pour réduire au minimum l'occurrence de la *Legionella* dans les immeubles publics.

1.3 Portée

Le document s'applique principalement aux immeubles commerciaux tels que les immeubles à bureaux, les laboratoires et les bâtiments industriels. Il vise autant les nouvelles constructions que les constructions existantes.

Le public cible auquel s'adresse le document comprend les gestionnaires immobiliers, les ingénieurs, les concepteurs, les installateurs, les entrepreneurs d'entretien et les propriétaires d'immeubles.

1.4 Legionella : Un aperçu

Voici les principales étapes d'une éclosion de la maladie du légionnaire :

Prolifération et amplification

La bactérie prolifère et s'amplifie dans les sources d'eau en se nourrissant des nutriments qu'elle y trouve tels que les matières organiques. Les conditions les plus propices à l'amplification de la bactérie sont les températures qui varient entre 25 et 42 °C, la stagnation des sources d'eau, la présence d'amibes ainsi que la formation de boues, de sédiments et de biofilms. Des produits naturels comme le bois et le caoutchouc favorisent l'amplification, tandis que la croissance est inhibée par des métaux comme le cuivre. Presque toutes les sources naturelles d'eau contiennent la bactérie qui cause la *Legionella*, généralement dans des limites de sécurité.

Dissémination

Les aérosols comme les bruines, les pulvérisations et les gouttelettes sont les principaux moyens de dissémination de la *Legionella*. Les tours de refroidissement, les refroidisseurs et les condenseurs évaporatifs, les humidificateurs à jet d'eau, les atomiseurs, les cuves thermales et les fontaines sont des sources possibles de dissémination de cette bactérie.

Transmission

La transmission s'effectue de diverses façons et, très souvent, les systèmes de CVCA sont mis en cause. La plupart des stratégies de prévention de la *Legionella* sont axées sur la réduction des moyens de transmission grâce à l'emplacement,

à la conception et à l'exploitation adéquate des installations mécaniques. La transmission peut se faire par le réseau de ventilation, les entrées d'air et les fenêtres mobiles du bâtiment.

Inhalation

L'inhalation profonde de la *Legionella* est la première source d'infection. Le taux d'atteinte est de 2 à 7 %, pour une période d'incubation de 2 à 10 jours. Le risque d'infection est plus élevé chez les personnes âgées, les fumeurs et les personnes ayant une affection pulmonaire. D'après les statistiques, les femmes ont trois fois plus de chances que les hommes d'attrapper cette maladie.

Les systèmes mécaniques qui peuvent favoriser la croissance de la *Legionella* sont les suivants :

- tours de refroidissement;
- condenseurs évaporatifs;
- réseaux d'eau chaude et d'eau froide;
- robinets et pommes de douche;
- cuves thermales et bains tourbillons;
- fontaines décoratives.

D'une manière générale, le traitement chimique à l'aide de biocides seulement n'est pas suffisant pour enrayer la *Legionella*. Il est recommandé d'employer une méthode de « meilleures pratiques » qui comprend à la fois le traitement chimique, le

nettoyage, l'entretien, la stérilisation et la surveillance.

1.5 Historique du document

Compte tenu des préoccupations exprimées quant au rôle des systèmes mécaniques dans la prolifération de la légionellose et de la maladie du légionnaire, une étude exhaustive a été menée en 1985-1986 par la division du Génie mécanique, de l'Administration centrale de Travaux publics Canada, en collaboration avec la Direction générale de la protection de la santé, de Santé et Bien-être social Canada. Par suite de

cette étude, la première norme d'ingénierie mécanique sur la lutte contre la *Legionella* a été publiée en 1986. Aucune révision n'a été apportée au document depuis cette date.

Le document a été remanié en tenant compte des toutes dernières recherches faites dans ce domaine et de la publication de plusieurs normes et lignes directrices, y compris les lignes directrices 12-2000 de l'ASHRAE, (Réduction des risques de légionellose associés aux réseaux de distribution d'eau dans les bâtiments).

2.1 Introduction

Les biocides sont des composés qu'on utilise pour leur capacité de détruire les microbes, mais qui présentent une faible toxicité pour les humains, les plantes et les animaux. Dans la lutte contre la *Legionella*, ils sont généralement employés dans le système de traitement d'eau des tours de refroidissement et le réseau d'approvisionnement en eau. Les biocides constituent très souvent le premier moyen de défense contre la *Legionella*.

Le biocide idéal devrait être efficace contre un large éventail de bactéries, d'algues, de protozoaires et de champignons et devrait avoir un effet prolongé. Il devrait être non toxique pour les humains tout en étant écologiquement acceptable. Il devrait avoir une action rapide et devrait être efficace à faible concentration pour une vaste plage de pH. Il doit être compatible avec les autres produits chimiques utilisés et il devrait être sans effet sur les matériaux avec lesquels il

est en contact. Enfin il devrait être capable de pénétrer, sans écumer, les mousses, les boues, les muqueuses et le tartre du réseau.

L'efficacité de ce biocide ne devrait pas être réduite par les contaminants des tours de refroidissement ni les substances présentes dans l'eau d'appoint. Sa concentration devrait être facilement mesurable à l'aide de simples essais. Il n'existe pas de biocides qui répondent à toutes ces exigences. Dans la pratique, il est souvent nécessaire d'utiliser plus d'un type de biocides pour obtenir les résultats désirés.

Il existe deux types de biocides : les oxydants et les non oxydants.

2.2 Biocides oxydants

Les biocides oxydants comprennent le chlore, le brome et le dioxyde de chlore. Le chlore et le brome réagissent très rapidement avec les espèces microbiologiques et les produits chimiques dans l'eau. Cette réactivité constitue à la fois leur force et leur

faiblesse. Une réaction rapide signifie une destruction rapide et efficace, mais elle signifie aussi que le biocide réagit très rapidement avec les autres produits chimiques dans le système, tels que les inhibiteurs d'entartrage et de corrosion. Ils laissent donc très peu de résidus pour une protection durable contre la bactérie.

Les produits à base de chlore et de brome ne sont efficaces qu'à des concentrations supérieures à la plage de 0,5 à 1 ppm. Toutefois, ces concentrations peuvent causer la corrosion rapide des matériaux de tuyauterie. En outre, l'efficacité de ces biocides varie avec le pH, et il y a lieu de maintenir soigneusement le pH dans la gamme de 7 à 10. Comme les produits à base de chlore ne pénètrent pas facilement les biofilms, il peut être aussi nécessaire d'utiliser un dispersant quelconque.

On utilise généralement le chlore sous forme d'hypochlorite de sodium, un produit chimique qui dégage du chlore libre en présence de l'eau.

Le dioxyde de chlore a de meilleures propriétés que le chlore ou le brome pour la lutte contre la *Legionella*. Il a une action rapide; il est écologique; il est moins corrosif et il est très efficace à des concentrations aussi faibles que 0,1 ppm. Il ne perd pas son efficacité sur une vaste gamme de pH de 4 à 10. Enfin, il pénètre les biofilms dans

lesquels la bactérie de la *Legionella* s'accumule.

L'utilisation du dioxyde de chlore est approuvée dans beaucoup de pays pour le traitement de l'eau potable. Ce produit peut être injecté autant dans les systèmes à eau froide domestiques que dans les systèmes à eau chaude. En appliquant le traitement dans les systèmes à eau froide domestiques, on obtient une meilleure protection de l'eau parce que l'action du traitement opère plus en amont dans le réseau et se traduit par un temps de contact plus long qui favorise la destruction de la bactérie. Même avec des dosages maximums, le dioxyde de chlore ne laisse aucun goût ni d'odeur perceptible dans l'eau. Il est approuvé et recommandé par l'Agence de protection de l'environnement des États-Unis comme un additif écologique pour l'eau.

Toutefois, le dioxyde de chlore devrait être produit sur place, parce qu'il est dangereux à transporter. En fait, le transport du dioxyde de chlore est interdit par les lois fédérales américaines. Il y a plusieurs méthodes de production sur place où l'on utilise généralement du chlorite de sodium comme point de départ. En ajoutant un acide à ce produit chimique, on obtient du dioxyde de chlore qui peut être injecté directement dans l'eau à traiter. Les méthodes électrolytiques éliminent la nécessité d'utiliser un acide, ce qui donne une technologie très « propre »,

écologique, qui fait appel à des machines de production portatives.

L’ozone est aussi hautement efficace contre la Legionella à des concentrations aussi faibles que 0,1 à 0,5 ppm, mais son utilisation est limitée en raison de sa toxicité.

Le brome est d’une efficacité modérée contre la Legionella, et il exige des concentrations plus fortes, soit de 0,5 à 1,5 ppm. Avec un pH plus élevé, c’est un biocide plus efficace que le chlore. On peut également utiliser comme biocide le chlorure de brome stabilisé à 4-10 ppm.

D’autres biocides oxydants comprennent le bromure de sodium, le bromo-chlorohydantoïne, l’iode et les isocyanurates. Les biocides à base de brome et d’iode sont généralement moins corrosifs que les produits à base de chlore.

2.3. Biocides non oxydants

Les biocides non oxydants comprennent des composés organiques comme le 2-Bromo-2-Nitro-Propane-1, 3-Diol (BNPD), le glutaraldéhyde, les dithiocarbamates, l’isothiazoline, le di-bromo-nitrilo-propionamide (DBNPA) et des composés d’ammonium quaternaire. Ces produits chimiques sont généralement à action lente. On en injecte chaque semaine, à fortes doses, dans les tours de refroidissement, et on les laisse ensuite diminuer jusqu’à la prochaine injection. Ce type de traitement s’appuie sur un surdosage du système durant la première injection, puis sur la formation d’un résidu qui met un certain temps à détruire la bactérie. Consulter le tableau 1 ci-dessous pour le dosage recommandé de ces biocides.

Tableau 1 : Lutte contre la Legionella à l’aide de biocides non oxydants		
Composé chimique	Concentration active mg/l	Temps de contact
Glutaraldéhyde	25 - 54	1 heure
Isothiazoline	2.25 - 2.6	6 heures
2 Bromo-2-Nitro Propane-1, 3, diol	25	24 heures
(BNPD)	400	60 minutes
Dithiocarbamates	40.0 - 60.0	6 heures
Di-bromo-nitrilo-propionamide (DBNPA)	4 - 8	2 heures
Nota : On doit vérifier la compatibilité des contaminants possibles du système et de l’étalon de mesure du pH avec le biocide non oxydant <i>Gracieuseté de Drew Industrial/Ashland Canada Corp.</i>		

Les biocides non oxydants présentent plusieurs désavantages. Ils sont souvent toxiques pour les espèces humaines et animales. Ils sont dangereux à entreposer et à manutentionner. En outre, l'évacuation des eaux de refroidissement contenant ces produits chimiques peut être difficile et coûteuse en raison des règlements environnementaux. Ces biocides doivent être utilisés en grandes quantités et coûtent souvent plus cher que les biocides oxydants.

2.4 Méthodes non chimiques

L'irradiation germicide aux ultraviolets (UVGI) est parfois utilisée comme biocide. Toutefois, la conception du système exige une attention particulière pour faire en sorte que la bactérie reçoive une exposition adéquate, pendant une période suffisante, et donne ainsi une efficacité maximale. Il est aussi nécessaire de bien entretenir l'équipement.

L'ionisation de l'eau est une nouvelle technique qui permet de détruire les bactéries sans recourir aux produits chimiques. Selon cette technique, l'eau

circule entre des électrodes chargées de très faibles concentrations d'ions cuivre-argent : les ions disséminés dans l'eau détruisent les micro-organismes, ce qui permet de désinfecter tout le circuit d'eau sans causer de problèmes de corrosion.

2.5 Utilisation en alternance des biocides

Le fait d'alterner l'utilisation de différents types de biocides durant le traitement de l'eau permet de réduire la croissance de souches résistantes de la bactérie. Il est également utile de varier la dose et la fréquence de l'application.

Un bon programme de biocides comprend l'utilisation en alternance de divers types de biocides à intervalles réguliers et selon les doses légales appropriées. Cette stratégie permet de réduire le développement des souches résistantes de la bactérie. Dans un programme ordinaire, on utilise un biocide oxydant tel que le chlore en alternance avec un biocide non oxydant comme l'isothiazolone ou le glutaraldéhyde.

3.1 Conception des tours de refroidissement

3.1.1 Généralités

Les tours de refroidissement et les condenseurs évaporatifs sont des sources possibles de la maladie du légionnaire, parce qu'ils peuvent développer des concentrations dangereuses de la bactérie *Legionella*. L'eau stagnante dans les tours de refroidissement crée des conditions favorables à la croissance et à l'amplification de la bactérie. De plus, les gouttelettes d'eau entraînée (perte d'eau) des tours de refroidissement sont la cause du brouillard ou du panache qui peut transporter la bactérie responsable de la maladie.

Le processus de refroidissement par évaporation concentre toutes les impuretés, y compris les micro-organismes, et les maintient plus longtemps dans le circuit d'eau. Il peut donc produire des conditions favorables à la croissance bactérienne.

Beaucoup de ces problèmes peuvent être éliminés grâce aux bonnes méthodes d'ingénierie, de sorte que la conception et l'exploitation adéquates des tours de refroidissement devraient constituer le premier moyen de défense contre la *Legionella*.

3.1.2 Exigences de calcul

1. Les tours de refroidissement devraient être équipées de séparateurs de gouttelettes à grande efficacité.
2. La vitesse nominale de l'air à travers le corps de remplissage et les séparateurs de gouttelettes ne devrait pas dépasser 3 m/s (588 pi/min.).
3. Il ne devrait y avoir aucune déviation de l'air autour des séparateurs de gouttelettes.
4. Les séparateurs de gouttelettes devraient être faciles à déposer pour fins de nettoyage ou de remplacement.

5. Il ne devrait y avoir aucune fuite dans l'enveloppe de la tour.
6. Les matériaux de construction en contact avec l'eau devraient être résistants à la corrosion et compatibles avec les désinfectants, les biocides et les produits de nettoyage.
7. Afin de faciliter l'inspection et le nettoyage des surfaces internes, on devrait prévoir des trappes d'accès boulonnées et munies de joints d'étanchéité.
8. Les bacs des tours de refroidissement devraient être conçus pour faciliter le nettoyage.
9. Les surfaces mouillées devraient être protégées contre la lumière directe du soleil afin de réduire la croissance bactérienne par temps chaud.
10. La stagnation de l'eau devrait être évitée en éliminant les tronçons morts et les réservoirs de stockage.
11. Les courts-circuits devraient être éliminés entre la sortie et l'admission d'air de la tour de refroidissement.
12. Une enceinte devrait être prévue au-dessus du puisard de la tour afin de réduire les effets de dérivation ou d'un vent inhabituel qui poussent les gouttelettes à

s'échapper par les côtés. Le matériau de l'enceinte ne devrait pas être transparent, parce que la lumière du soleil favorise la formation d'algues.

3.1.3 Emplacement des tours de refroidissement

1. Les tours de refroidissement devraient être installées loin des fenêtres mobiles et des entrées du bâtiment d'air afin d'éliminer les risques de contamination du réseau de distribution d'air.
2. Les tours de refroidissement devraient être installées loin des entrées d'air des bâtiments adjacents.
3. La distance minimale entre la tour de refroidissement et une entrée d'air devrait être de 5 mètres. Toutefois, cette distance devrait être plus grande s'il existe un risque de contamination. Dans ce cas, on devrait faire des études de dynamique numérique des fluides ou des études de modélisation en soufflerie.
4. Pour déterminer l'emplacement optimal de la tour de refroidissement, on devrait aussi considérer les facteurs particuliers au site, tels que la hauteur des constructions voisines, la direction et la vitesse des vents prédominants, ainsi que la

présence d'enceintes et d'écrans près des tours.

3.1.4 Contrôle de la qualité de l'eau

Prévoir les dispositions et les moyens suivants :

1. purge automatique continue;
2. nettoyage manuel à intervalles réguliers;
3. application en continu d'inhibiteurs de tartre et de corrosion;
4. application de biocides en dosages choc, à intervalles programmés, à l'aide d'un appareil automatique; on ne devrait pas utiliser le dosage manuel.

3.1.5 Procédure de démarrage annuel des tours de refroidissement

Aucun bâtiment ne devrait être livré, accepté ou exploité avant que la mise en service de la tour de refroidissement ne soit convenablement effectuée. La mise en service devrait comprendre notamment les opérations suivantes :

1. le nettoyage complet de tous les appareils mécaniques de la tour de refroidissement;
2. une chloration choc de tout le réseau, y compris le bac de distribution et le corps de remplissage en laissant les pompes de circulation en marche. Durant la chloration choc, le pH

devrait être inférieur à 7. On devrait maintenir un résidu de chlore libre d'au moins 5 ppm pendant au moins six (6) heures, sinon un résidu d'au moins 15 ppm pendant au moins deux (2) heures. Le ventilateur de la tour de refroidissement devrait être mis hors tension durant la chloration;

3. ensuite, un dosage automatique, continu, à l'aide d'un biocide approprié avec des inhibiteurs de tartre et de corrosion.

3.1.6 Trop-pleins et raccords de vidange

Les trop-pleins et les raccords de vidange devraient être raccordés à l'égout sanitaire pour éviter une contre-pression et un courant inverse et/ou de surcharge dans l'égout ou le renvoi sanitaire, ainsi que la mise en aérosol des fluides évacués.

3.1.7 Tours de refroidissement évaporatif

Dans les systèmes de refroidissement évaporatif, l'air de ventilation passe à travers un milieu mouillé et, grâce à l'évaporation de l'eau, cet air se refroidit au passage.

Dans la plupart des systèmes de refroidissement évaporatif, l'eau retourne normalement dans un bac ou un puisard, d'où elle est recirculée. Elle crée ainsi un milieu à risque de croissance microbienne. Lorsque le

système est en service, la faible température de l'eau réduit la possibilité de croissance microbienne. Toutefois, lorsque le système est à l'arrêt, la température de l'eau peut monter et créer un milieu d'amplification pour la *Legionella*. Par conséquent, il faut garder ces refroidisseurs évaporatifs à l'état sec lorsqu'ils ne sont pas en service.

3.2 CVCA : Autres systèmes et composants

3.2.1 Équipement de filtration d'air

1. Lorsqu'il y a risque de contamination des prises d'air par les tours de refroidissement, les condenseurs évaporatifs ou les refroidisseurs de liquides, on devrait installer dans les prises d'air des filtres à haute efficacité d'une valeur d'efficacité (MERV) d'au moins 12.
2. Les filtres à air devraient être conçus pour prévenir la contamination du système d'alimentation d'air durant les services d'entretien réguliers.

3.2.2 Humidificateurs des installations centrales de CVCA

1. Types acceptables :

Les humidificateurs intégrés au système de CVCA devraient être du type à injection de vapeur, pourvu que le

traitement chimique de la vapeur soit sans danger pour la santé humaine.

2. Types interdits :

Les humidificateurs avec bac ou tambour d'évaporation et les humidificateurs à atomisation ou à pulvérisation ne devraient pas être utilisés. On devrait profiter des projets de rénovation pour remplacer ces humidificateurs par des modèles approuvés.

Toutefois il est permis de conserver les humidificateurs à atomisation dans les bâtiments existants si l'on prend les mesures de précaution nécessaires pour réduire les risques de *Legionella*. Ces mesures de précaution comprennent l'entretien régulier et l'élimination complète de la stagnation d'eau dans les humidificateurs.

3.2.3 Bacs récepteurs des serpentins de refroidissement et raccords de vidange des appareils de conditionnement d'air

Les bacs récepteurs des condensats des serpentins de refroidissement devraient être conçus pour faciliter le nettoyage. Ils devraient être également conçus pour éliminer l'eau stagnante dans le bac. Les raccords de vidange devraient être ménagés dans le fond ou dans une dépression sur le côté du bac.

Les bacs des condensats de refroidissement et les canalisations de vidange des appareils de

conditionnement d'air devraient être munis d'un siphon à garde d'eau profonde conçu pour résister à deux fois la pression statique maximale du réseau.

3.2.4 Humidificateurs autonomes

Les humidificateurs autonomes devraient être évités, car ils peuvent constituer une source rapide d'aérosols pour la dissémination de la *Legionella*. Toutefois, s'il est essentiel de les utiliser, ils doivent être alimentés uniquement en eau stérilisée.

3.2.5 Fontaines à boire

Les fontaines à boire ne sont pas recommandées pour les nouveaux immeubles parce qu'elles constituent des sièges d'amplification éventuelle de la *legionella*. On retrouve cependant ces fontaines à boire dans certains immeubles existants, et il est permis de les utiliser à condition d'appliquer les bonnes méthodes d'exploitation et d'entretien indiquées ci-dessous :

1. l'eau ne devrait jamais rester à l'état stagnant; elle devrait être continuellement en circulation;
2. la formation de boues devrait être éliminée grâce à un nettoyage normal effectué à des intervalles réguliers, au moins une fois tous les trois mois.
3. la tuyauterie des fontaines à boire devrait être exempte de tout

tronçon mort.

3.3 Exploitation et entretien des systèmes de CVCA

3.3.1 Fiches d'entretien

On devrait tenir une base de données approuvée pour tous les appareils de CVCA en utilisant le logiciel existant de gestion de l'entretien de TPSGC. Cette base de données contiendrait les détails des observations faites durant des inspections, les résultats des essais ainsi que l'historique de toutes les activités d'entretien.

On devrait mesurer le pH des systèmes à eau chlorée à des intervalles rapprochés, et consigner les résultats. Pour une efficacité maximale des biocides à base de chlore, le pH devrait toujours être maintenu entre 7,0 et 10,0.

Les manuels d'exploitation et d'entretien doivent contenir les éléments suivants : schéma simplifié du système; quantité d'eau contenue dans le système; instructions d'entretien fournies par le fabricant; fiches signalétiques de sécurité des produits (FS); dossiers d'inspections; date et description de toutes les activités d'entretien; date et description de toutes les réparations et modifications d'équipement; nom des personnes chargées de l'exploitation, de l'entretien et de la fermeture des systèmes.

3.3.2 Surveillance de la *Legionella*

On ne devrait pas envisager un programme de surveillance de la *Legionella* pour remplacer les vrais principes du génie mécanique. Très souvent, un programme de surveillance ne permettra pas de détecter l'apparition de la maladie à temps pour permettre d'y réagir, puisque les résultats des essais de surveillance sont difficiles à interpréter. De plus, il n'existe aucune procédure d'essai normalisée. D'ailleurs, les résultats des essais indiquent uniquement le nombre de bactéries présentes au moment du prélèvement de l'échantillon, ce qui risque de donner une fausse impression de sécurité. Il faut en général 2 à 10 jours pour développer les cultures de la *Legionella*, et là encore, les résultats des essais ne sont pas toujours concluants.

Durant la dernière éclosion de la *Legionella* dans une maison de repos de Toronto, les échantillons d'eau prélevés dans les tours de refroidissement n'ont pas permis de détecter la maladie. Un diagnostic concluant n'a été possible qu'après l'analyse des cultures de tissu et l'autopsie de quelques-unes des victimes. Dans ce cas, on n'aurait pas pu utiliser un programme de surveillance pour détecter la *Legionella* dans le réseau d'eau de l'immeuble.

Il n'y a pas de corrélation simple entre la présence de l'organisme et le risque d'infection. La bactérie est souvent

présente dans les circuits d'eau sans pour autant être associée à des cas connus de l'affection. En outre, le risque de contracter la maladie dépend de nombreux facteurs autres que l'exposition, y compris la sensibilité de l'hôte, la virulence de la souche et l'importance de l'aérosolisation.

Toutefois, la surveillance peut être utile lorsqu'elle vise un but spécifique, par exemple vérifier l'efficacité d'une méthode de traitement d'eau ou dépister la source d'une éclosion.

3.3.3 Calendrier de nettoyage des tours de refroidissement

Les tours de refroidissement devraient être maintenues dans un état de propreté toutes les fois qu'elles sont en service. Chaque système devrait être accompagné d'un manuel d'entretien qui contient les plans d'implantation des systèmes de refroidissement et de ventilation du bâtiment, les méthodes de nettoyage, les procédures de décontamination, les instructions de démontage, les procédures de traitement d'eau de même que les procédures concernant l'arrêt et la mise en route des installations. Le calendrier de nettoyage devrait être inclus dans le logiciel du SGBI que TPSGC utilise pour l'entretien de ses immeubles. Les procédures normales d'exploitation (PNE) de l'immeuble devraient également tenir compte des procédures concernant la lutte contre la *Legionella*

tel qu'il est décrit dans le présent document.

Il est essentiel d'appliquer un bon programme de nettoyage et de traitement de l'eau à intervalles réguliers pour réduire les risques de *Legionella* dans les tours de refroidissement. À cette fin, les tours de refroidissement devraient être classées dans deux catégories :

Catégorie 1 :

fonctionnement de la tour pendant 6 mois ou moins.

Catégorie 2 :

fonctionnement de la tour pendant plus de 6 mois.

Voici le calendrier de nettoyage recommandé :

Tableau 1 : Calendrier de nettoyage des tours de refroidissement			
Catégorie	Inspection	Nettoyage	Traitement de l'eau
1	une fois par semaine	une fois, durant la saison de refroidissement	au début de la saison de refroidissement
2	une fois par quinzaine	deux fois, durant la saison de refroidissement	au début de la saison de refroidissement

Toutefois, les tours de refroidissement touchées par une croissance bactérienne visible et persistante devraient être inspectées et nettoyées plus souvent. Les inspections devraient comprendre des mesures du chlore libre disponible ainsi que de simples tests orientatifs tels que des tests sur lame pour contrôler la croissance bactérienne.

Lorsqu'une tour de refroidissement a été mise hors service pendant plus de 3 jours, elle devrait être stérilisée par chloration en choc avec pompe(s) de circulation en marche. Si l'arrêt de service dépasse les 30 jours, il faudrait

suivre toute la procédure de démarrage indiquée dans la section 3.1.5.

Les condenseurs évaporatifs et les refroidisseurs de liquides devraient être soumis à un calendrier de nettoyage similaire.

3.3.4 Inspections mensuelles des tours de refroidissement

Les tours de refroidissement devraient être inspectées au moins une fois par mois selon un programme d'entretien préventif régulier. L'inspection devrait comprendre les étapes suivantes :

1. Effectuer un examen dans des conditions de service normales.

Vérifier s'il y a des signes de croissance microbienne, de présence d'algues, de fuites d'eau, d'éclaboussures, de colmatages ou de restrictions des entrées d'air. S'assurer que le matériel de dosage des produits chimiques fonctionne correctement et que l'on dispose d'un stock adéquat de produits. Vérifier si l'eau circule sans restriction dans la tour de refroidissement. Examiner les séparateurs de gouttelettes, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur, pour voir s'ils sont endommagés, et s'ils permettent un entraînement excessif de gouttelettes.

2. Arrêter le ventilateur, la pompe de circulation et les appareils de dosage et de filtrage, puis examiner l'ossature interne de la tour; observer l'état de la tour et de l'équipement. Signaler toute détérioration du matériel, et plus particulièrement des corps de remplissage, des séparateurs de gouttelettes, du bac et du réseau de distribution d'eau.
3. Examiner les surfaces internes pour détecter les signes de corrosion, de tartre, de croissance microbienne et d'encrassement général, et vérifier l'eau pour s'assurer qu'elle est limpide.

3.3.5 Inspections annuelles des tours de refroidissement

Une fois par année, une inspection plus détaillée devrait être effectuée en suivant les étapes suivantes :

1. Inspecter l'intérieur des pompes, les tronçons de tuyauterie et le matériel d'échange thermique.
2. Faire évaluer par un spécialiste en traitement de l'eau tout signe de corrosion, de biofilm ou de dépôt.

3.3.6 Traitement chimique de l'eau des tours de refroidissement:

1. Application d'inhibiteurs de corrosion.
2. Application de surfactants et d'autres produits chimiques pour empêcher l'encrassement dû à la formation des biofilms.
3. Application de biocides pour combattre la croissance des bactéries.

La planification d'un programme de traitement de l'eau doit tenir compte des interactions entre les produits chimiques. Par exemple, les biocides à base de chlore ont tendance à réagir très rapidement avec les surfactants et à réduire ainsi leur efficacité.

Pour une dilution et un mélange rapides, les points de dosage devraient être dans la zone de turbulence du

réseau de distribution. Voici quelques méthodes de dosage :

1. dosage goutte à goutte en continu;
2. dosage piston ou en choc;
3. débit mesuré.

3.3.7 Entretien des tours de refroidissement

L'entretien comporte la vérification des composants à intervalles réguliers, le nettoyage des surfaces mouillées et le traitement de l'eau. Il s'agit ici de rechercher la performance thermique optimale. Ces procédures d'entretien devraient être appliquées dès la mise en service des tours de refroidissement.

3.3.8 Procédure courante de nettoyage et de désinfection des tours de refroidissement

1. Fréquence : En règle générale, le nettoyage devrait être effectué tous les trois (3) mois.
2. Lorsqu'une tour de refroidissement a été mise hors service durant une période prolongée, il faudrait appliquer la procédure courante de nettoyage et de désinfection avant de procéder au démarrage de l'appareil.
3. Les données de performance pertinentes qui servent à déterminer la fréquence des nettoyages devraient être fondées

sur la numération bactérienne (NB).

Voici une procédure courante recommandée pour le nettoyage et la désinfection des tours de refroidissement :

1. Appliquer les prescriptions relatives à la santé et sécurité au travail selon le manuel de l'OSHA.
2. Ajouter à l'eau de circulation un détergent à faible pouvoir moussant compatible avec l'hypochlorite de sodium.
3. Ajouter 250 ml d'hypochlorite de sodium commercial en solution à 12,5 % pour 1000 litres d'eau, lentement, pendant une durée de cinq (5) à dix (10) minutes, dans une zone turbulente du bac, afin de favoriser une dispersion rapide. En cas de moussage excessif, utiliser un agent anti-moussant.
4. Faire circuler l'eau pendant au moins une (1) heure dans l'ensemble du réseau, afin d'assurer un nettoyage primaire des surfaces mouillées.
5. Arrêter l'équipement puis vidanger à l'égout en utilisant une procédure approuvée par le Service d'aqueduc municipal. L'utilisation d'un aspirateur par voie humide pourra faciliter l'enlèvement des détritiques du fond

- du bac.
6. Nettoyer à fond l'enveloppe interne, le corps de remplissage et le puisard de la tour de refroidissement pour pousser ou chasser tous les débris.
 7. Remplir d'eau propre.
 8. Effectuer une chloration à au moins 5 mg/L (5 ppm) de chlore libre tout en maintenant le pH entre 7,0 et 10,0. Faire circuler l'eau pendant une (1) heure dans ces conditions. Mesurer le chlore résiduel libre à l'aide d'une trousse DPD.
 9. Rejeter l'eau à l'égout.
 10. Inspecter les séparateurs de gouttelettes; au besoin les déposer pour les nettoyer, les réparer ou les remplacer.
 11. Remplir d'eau propre et traiter au besoin.

4.1 Conception des réseaux d'eau domestique

4.1.1 Généralités

Les réseaux de distribution d'eau ont été mis en cause de plusieurs cas d'éclosion de *Legionella*. En fait, il a été prouvé que la première éclosion de *Legionella* signalée à Philadelphie en 1976 était en réalité causée par le réseau de distribution d'eau de l'hôtel, et non par les tours de refroidissement, comme on l'avait initialement déclaré. Une bonne méthode de conception et d'exploitation du réseau de distribution d'eau est donc essentielle à la prévention de la *Legionella*.

Les bactéries de *Legionella* prolifèrent très rapidement dans la plage de température de 25 à 42 °C. En dessous de 20 °C, les bactéries sont en dormance et relativement inoffensives. Elles ne survivent pas aux températures supérieures à 49 °C. La croissance bactérienne maximale se produit à une température de 42 °C.

On devrait donc maintenir la température de l'eau froide en dessous de 20 °C (68 °F) tandis que la température minimale du réseau d'eau chaude devrait être supérieure à 49 °C (121 °F).

Pour le stockage de l'eau chaude, une température de 60 °C est préférable pour assurer la meilleure protection contre la croissance de la *Legionella*. Une telle température n'est cependant pas pratique dans tous les cas. Voici donc les recommandations à ce sujet :

1. Dans le cas des installations existantes, la température de stockage minimale de l'eau chaude devrait être de 49 °C sauf s'il existe un risque élevé de Legionellose dans un immeuble donné, auquel cas la température de stockage minimale devrait être de 60 °C.
2. Les codes de bâtiment municipaux devraient être respectés, le cas échéant.

3. Dans le cas des nouveaux immeubles, il est recommandé de maintenir la température de stockage minimale de l'eau chaude à 60 °C et d'utiliser des robinets mitigeurs pour ramener la température à une plage de 35 °C à 43 °C aux points de distribution. À noter que le Règlement du Canada sur l'hygiène et la sécurité au travail exige également une température de 35 °C à 43 °C aux points de distribution.
4. Dans le cas des travaux de modernisation, la température de stockage minimale de l'eau chaude devrait être de 49 °C sauf s'il existe un risque élevé de Legionellosis dans un immeuble donné, auquel cas la température de stockage minimale devrait être de 60 °C.
5. Dans le cas des laboratoires et des hôpitaux, la température de stockage minimale de l'eau chaude devrait être de 60 °C.

4.1.2 Conception des chauffe-eau domestiques et des réservoirs de stockage

1. On devrait éviter de surdimensionner les réservoirs de stockage d'eau parce que cela pourrait entraîner une mauvaise circulation d'eau.
2. Les réservoirs de stockage ne

devraient comporter aucune cavité susceptible de rendre difficile l'enlèvement du tartre, des boues et des sédiments.

3. Des trous d'homme devraient être prévus pour faciliter l'observation des dépôts et l'entretien des réservoirs.
4. On devrait envisager d'utiliser des chauffe-eau instantanés fonctionnant soit en autonomie ou avec des chauffe-eau à accumulation.
5. Les réservoirs de stockage devraient être conçus pour permettre la stérilisation à une température d'au moins 75 °C.

4.1.3 Conception des réseaux de tuyaux de distribution

1. Tous les réseaux de tuyauterie d'eau chaude domestique devraient être en cuivre.
2. On devrait éviter d'utiliser des tuyaux en caoutchouc naturel, en silicone ou en PVC plastifié, car ces matériaux peuvent produire des nutriments pour la croissance de la bactérie.
3. La tuyauterie d'eau froide devrait passer au-dessous des canalisations d'eau chaude afin de réduire les risques de réchauffage par convection.

4. Le réseau de tuyauterie devrait être conçu de façon à éliminer les tronçons morts. distribution devrait être conforme aux caractéristiques suivantes :
5. Le tronçon compris entre le robinet et la canalisation principale de

Tableau 2 : Longueur maximale des tuyaux	
Type de tuyau	Longueur maximale entre les robinets et la canalisation principale de distribution (mètres)
DN 1/2	10
DN 3/4	5
DN 1	2

6. Les réseaux de tuyauterie devraient être conçus pour prévenir la formation de tout nid d'eau stagnante. Par exemple, on devrait éviter d'utiliser des robinets de vidange comportant des « poches » pour la collecte des sédiments. maintenu à un minimum de 3 ppm. En présence du chlore, le pH devrait être compris entre 6,5 et 8,5. Le dioxyde de chlore peut aussi servir de biocide. On devrait, si possible, utiliser des méthodes non chimiques telles que l'électrolyse pour la destruction des bactéries.
7. Les canalisations principales de distribution devraient être conçues pour se vidanger par les appareils de plomberie et non par des robinets de vidange dans la canalisation principale.
8. On devrait envisager une chloration d'appoint automatique pour l'eau du réseau d'eau chaude domestique. Si on utilise du chlore comme biocide, le chlore libre disponible du réseau devrait être
9. On devrait éviter d'employer une alimentation en chlore par des appareils à volume constant.
10. Si on utilise des tuyaux de douche souples, le matériau de garnissage devrait être résistant aux biocides et incapable de produire des nutriments pour la croissance microbienne.
11. Le caoutchouc naturel et le cuir ne

devraient pas être utilisés dans les réseaux de plomberie, car ces matériaux sont reconnus comme une source de nutriments pour la bactérie *Legionella*. Les rondelles et les joints d'étanchéité devraient être fabriqués de néoprène ou d'un autre matériau synthétique qui ne favorise pas la croissance microbienne et qui est capable de résister aux biocides.

4.1.4 Stérilisation des réseaux d'eau chaude domestique

1. Avant de procéder à la mise en service d'un chauffe-eau ou d'un réservoir de stockage d'eau chaude domestiques, il faudrait le stériliser à une température minimale de 75 °C maintenue pendant au moins 48 heures.
2. Avant de procéder à la mise en service d'un réseau d'eau chaude domestique, il faudrait d'abord le rincer et le désinfecter entièrement à l'aide d'un agent de chloration donnant un chlore résiduel d'au moins 2 ppm pendant 24 heures ou à l'aide d'un autre biocide adéquat, et le soumettre encore une fois à un rinçage complet.

4.2 Exploitation et entretien des réseaux d'eau domestique

4.2.1 Exigences générales

Les exigences énoncées dans la présente section s'ajoutent à celles concernant l'entretien courant du réseau.

De plus, le réseau devrait être conforme aux exigences de tous les codes et normes pertinents.

4.2.2 Maintien du niveau de pH dans les réseaux de plomberie chlorés

La valeur du pH dans les réseaux de plomberie chlorés devrait être surveillée à intervalles fréquents et les résultats devraient être consignés. Pour obtenir des bons résultats, le pH devrait être maintenu en tout temps dans la gamme de 7 à 10, lorsqu'on utilise des biocides à base de chlore.

4.2.3 Robinets mitigeurs thermostatiques

- 1 Laisser couler au débit maximal pendant 15 secondes, une fois par semaine

4.2.4 Pommes de douche

- 1 Désinfecter à la chaleur une fois par mois avec une eau chaude à 70 °C, pendant au moins 5 minutes.
- 2 Dans le cas des points de sortie peu utilisés, on devrait laisser couler l'eau au débit maximal

pendant au moins 15 secondes,
une fois par semaine.

plus d'une semaine de non utilisation,
devraient être rincés au débit maximal
pendant au moins 15 secondes

4.2.5 Tronçons morts et tuyaux contenant de l'eau stagnante

Les tronçons morts et les tuyaux
contenant de l'eau stagnante, après

5.1 Décontamination des tours de refroidissement infectées

5.1.1 Exigences générales

- 1 Appliquer les procédures de décontamination dans les situations suivantes :
 1. la numération bactérienne de la *Legionella* indique une valeur supérieure à 1 000 ufc (ou une valeur supérieure à celle définie par les autorités compétentes);
 2. une autre tour quelconque dans la même localité présente une numération bactérienne supérieure à la valeur susmentionnée;
 3. une éclosion de légionellose est survenue dans la localité;
 4. la tour de refroidissement est très sale, d'après ce que révèle une inspection visuelle
2. Les procédures de décontamination devraient comprendre les opérations suivantes : désinfection chimique,

récurage, enlèvement des boues et nettoyage au chlore (hypochlorite de sodium).

3. Des circonstances particulières telles que l'état des matériaux de la tour de refroidissement ou l'alcalinité de l'eau peuvent rendre peu pratique l'utilisation de chlore. Dans ce cas, on peut utiliser d'autres biocides approuvés.

5.1.2 Procédures de décontamination

La décontamination devrait se faire selon les procédures suivantes :

1. Appliquer les prescriptions relatives à la santé et sécurité au travail selon le manuel de l'OSHA.
2. Cesser tout traitement chimique; isoler tout le matériel électrique sauf la pompe de circulation d'eau.
3. Ajouter à l'eau de circulation un détergent à faible pouvoir moussant compatible avec l'hypochlorite de sodium.
4. Ajouter 500 ml d'hypochlorite de

- sodium en solution à 12,5 % par 1000 litres d'eau de refroidissement, lentement, pendant cinq (5) à dix (10) minutes, dans une zone turbulente du bac, afin de favoriser une dispersion rapide. En cas de moussage excessif, utiliser un agent anti-moussant.
5. Faire circuler l'eau pendant au moins une (1) heure dans tout le réseau, afin d'assurer un nettoyage primaire des surfaces mouillées et prendre une mesure de la désinfection même si la concentration initiale de chlore n'est pas maintenue et que le pH ne soit pas surveillé durant cette opération.
 - 6 Arrêter la pompe de circulation puis vidanger à l'égout. L'utilisation d'un aspirateur par voie humide pourra faciliter l'enlèvement des débris du fond du bac.
 - 7 Remplir d'eau propre et démarrer la pompe de circulation.
 - 8 Ajouter 100 ml d'hypochlorite de sodium à 12,5 % par 1000 litres d'eau de refroidissement.
 - 9 Garder le pH entre 7,0 et 7,6 et maintenir une concentration de 10 mg/L (10 ppm) de chlore résiduel libre, mesuré à l'aide d'une trousse DPD, en ajoutant au besoin de l'hypochlorite de sodium.
 - 10 Faire circuler l'eau durant trois (3) heures dans ces conditions, puis arrêter la pompe et rejeter l'eau à l'égout.
 - 11 Brosser et laver au tuyau d'arrosage le puisard, l'enveloppe intérieure et les raccords intérieurs de la tour de refroidissement pour les débarrasser de la boue et les nettoyer complètement. On doit prendre des précautions adéquates pour réduire au minimum la production d'aérosols durant les opérations de nettoyage, particulièrement si des prises d'air se trouvent à proximité.
 - 12 Déposer les séparateurs de gouttelettes; au besoin les nettoyer complètement, les réparer ou les remplacer.
 - 13 Nettoyer à fond les filtres d'eau, les crépines, les ajutages et les raccords de distribution d'eau.
 - 14 Réassembler tous les composants puis laver le système à l'eau propre à l'aide d'un tuyau souple.
 - 15 Remplir d'eau propre et remettre en marche la pompe de circulation.
 - 16 Effectuer une chloration à au moins 5 mg/ L (5 ppm) de chlore libre tout en maintenant le pH entre 7,0 et 7,6. Faire circuler l'eau pendant au moins trois (3) heures dans ces conditions.

- 17 Arrêter la pompe de circulation, puis rejeter l'eau à l'égout.
- 18 Remplir d'eau propre, puis remettre en marche la pompe de circulation.
- 19 Répéter les procédures décrites aux points 16 et 17 si l'eau n'est pas limpide. Nettoyer les filtres et les crépines puis répéter la procédure décrite au point 18. Cette séquence doit être répétée tant que la qualité de l'eau n'est pas satisfaisante.
- 20 Remettre l'installation en service lorsque l'eau ne présente plus de turbidité, puis commencer le traitement chimique de l'eau.
- 21 Consigner les détails dans le registre de maintenance.

5.1.3 Traitement de l'eau après la décontamination

Le traitement chimique de l'eau devrait être examiné à cette étape, et toute l'installation devrait être inspectée pour s'assurer que la tour de refroidissement ne présente pas d'anomalies en ce qui concerne l'emplacement, la conception et les procédures d'exploitation et d'entretien.

La cas échéant, on devrait corriger les anomalies et soumettre l'eau à un système de traitement plus fiable.

5.1.4 Examen bactériologique après la décontamination

1. Après la décontamination, l'eau de la tour de refroidissement devrait faire l'objet d'un test bactériologique pour évaluer l'efficacité de la procédure.
2. On devrait prélever des échantillons d'eau 24 à 48 heures après la remise en service afin de déterminer la numération bactérienne et de vérifier la présence de la bactérie *Legionella*.
3. La numération bactérienne devrait être faible à cette étape (moins de 1 000 ufc par ml) et les tests de détection de la bactérie *Legionella* devraient être négatifs. Le cas échéant, on devrait effectuer un nouveau contrôle des paramètres après un mois, puis un autre contrôle un mois plus tard. Si aucune bactérie de *Legionella* n'est décelée, et si la numération bactérienne est inférieure à 1 000 ufc, il ne sera pas nécessaire de poursuivre les tests de dépistage de la *Legionella*.
4. Si l'analyse des échantillons d'eau révèle encore la présence de la bactérie *Legionella*, la tour de refroidissement devrait de nouveau être soumise à une décontamination. En outre, tous les appareils connexes et les protocoles de traitement d'eau

devraient faire l'objet d'un examen critique.

5.1.5 Décontamination des réseaux de distribution d'eau domestique

1. Lorsqu'un réseau de distribution est soupçonné d'être à l'origine de la maladie du légionnaire, il faudrait procéder immédiatement à une inspection mécanique sans attendre les résultats de l'analyse des échantillons d'eau.
2. Les appareils et les accessoires suspects, y compris les robinets, les pommes de douche ainsi que les rondelles et les joints toriques connexes devraient faire l'objet d'une inspection pour détecter la présence de la *Legionella*. Les tuyaux raccordés aux accessoires devraient être écouvillonnés, et le prélèvement devrait être mis en culture pour le dépistage de la bactérie.
3. Les procédures de décontamination devraient être élaborées en même temps que le développement de la conception, devraient être particulières au projet, et devraient comprendre un relevé des températures de l'eau chaude et de l'eau froide à différents points du réseau ainsi que l'analyse d'échantillons d'eau prélevés à divers endroits, le tout selon une méthode approuvée. Des stratégies de décontamination propres à un projet devraient être élaborées avec la collaboration de Santé Canada et d'autres organismes publics.
4. Selon le réseau ou l'équipement en question, les décontaminants devraient comprendre le chlore, le dioxyde de chlore, l'ozone, le brome et des préparations spéciales.

Aérosol

Suspension, dans un milieu gazeux, de particules solides, de particules liquides ou de particules à la fois solides et liquides présentant une vitesse de chute négligeable.

Les particules d'eau en suspension dans l'air ont un diamètre habituellement inférieur à 5 microns et peuvent être inhalées dans les parties inférieures des poumons.

Algue

Plante de petites dimensions, habituellement aquatique, dont la croissance nécessite de la lumière. On trouve souvent des algues sur les surfaces et sur les bords apparents des tours de refroidissement, et dans les réservoirs d'eau à l'air libre.

Amplification

Croissance de la bactérie *Legionella*, d'une concentration faible à élevée, habituellement dans des sites d'amplification.

Bactérie

Organisme monocellulaire microscopique, à croissance autonome.

Biocide

Produit qui détruit les micro-organismes.

Biofilm

Concentration de nutriments et de micro-organismes sur l'interface entre un liquide et un solide. Le biofilm peut recevoir rapidement la bactérie *Legionella*.

Boue

Terme générique pour désigner les dépôts mous vaseux sur les surfaces d'échange thermique ou sur des tronçons importants d'un système de refroidissement.

Chloration

Ajout de chlore (souvent sous la forme d'hypochlorite de sodium) dans l'eau.

Chlore libre

Le chlore libre est la forme active de chlore disponible, qui peut désinfecter; il est le contraire de la forme combinée du chlore, non disponible pour la désinfection. Par exemple, l'eau salée ne présente pas de chlore libre, ce dernier étant entièrement combiné au chlorure de sodium.

Le chlore libre désigne habituellement l'acide hypochloreux et les ions hypochlorites dans les solutions aqueuses. Il se mesure en parties par million (ppm).

Condenseur évaporatif

Dispositif à circulation forcée d'air sur un serpentín de condenseur pour évacuer par évaporation la chaleur de l'eau contenue dans le serpentín.

Désinfection

Réduction d'une population de micro-organismes à l'aide de moyens chimiques ou physiques. N'est pas nécessairement synonyme de stérilisation.

Détergent

Agent de nettoyage pouvant pénétrer les films biologiques, la boue et les sédiments, et possédant la capacité d'émulsionner les huiles et de garder les matières en suspension.

Dézincification

Processus de désagrégation d'alliages cuivre-zinc avec destruction de zinc.

Dispersant

Produit chimique habituellement additionné à d'autres produits de traitement afin de détacher des matières organiques adhérentes aux surfaces et de prévenir l'accumulation de boues.

Dissémination

Mécanisme de transfert de la bactérie *Legionella*, de son réservoir au lieu d'exposition aux personnes.

Eau potable

Eau propre à la consommation humaine.

Éclosion

Deux cas ou plus d'une maladie, liés par une cause commune.

Encrassement

Présence, sur les surfaces d'échange thermique, de croissance organique ou d'autres dépôts qui réduisent l'efficacité du transfert.

Encrassement biologique

Croissance microbiologique excessive (p. ex. algues, bactéries, muqueuses, myxobactéries et bactéries sulfite-réductrices) qui peut entraîner le colmatage des équipements ainsi qu'une distribution inégale de l'eau dans un réseau. L'encrassement a également

pour effet de réduire l'efficacité des échangeurs thermiques.

Fièvre de Pontiac

Fièvre résolutive de courte durée, non mortelle, causée par la bactérie *Legionella*. La période d'incubation est de cinq (5) heures à 66 heures, et le taux d'attaque peut atteindre 95%. Ses symptômes sont entre autres : frissons, maux de tête, douleurs musculaires et autres symptômes associés à une grippe.

Gouttelettes entraînées

Fines particules d'eau entraînées dans le flux d'air d'une tour de refroidissement. N'est pas synonyme de « panache ».

Habitat

Environnement naturel de croissance des bactéries.

Hypochlorite de sodium

Produit chimique contenant du chlore, soluble dans l'eau, utilisé pour la désinfection.

Inhibiteur de corrosion

Produit chimique conçu pour prévenir ou ralentir la corrosion du métal, généralement dans les tuyauteries.

Inhibiteur de tartre

Produit chimique ajouté à l'eau pour bloquer ou ralentir la formation de tartre.

Lame

Lame en verre ou en plastique enduite d'un milieu de culture pouvant causer la croissance de micro-organismes et servant également à l'estimation de ces derniers.

Legionella

Genre de bactérie causant la maladie du légionnaire, aussi appelée légionellose.

Légionellose

Autre appellation de la maladie du légionnaire.

Maladie du légionnaire

Affection caractérisée par une pneumonie, causée par une infection à bactérie *Legionella*, par exemple la *Legionella pneumophila*.

Matières dissoutes totales (MDT)

Somme des substances solides dissoutes dans l'eau.

MERV

Acronyme désignant la valeur de référence d'efficacité minimale La valeur MERV est la méthode normale utilisée pour comparer l'efficacité des filtres à air. Plus la valeur MERV est élevée, plus le filtre est efficace pour enlever les particules de l'air.

mg /L (ppm)

Milligramme par litre (partie par million). (*mg /L (ppm)*)

Muqueuse

Matière produite par le métabolisme d'un organisme, qui adhère aux surfaces et sert de couche protectrice.

Nébuliseur

Dispositif générant des aérosols pour l'humidification d'une pièce, habituellement utilisé dans les établissements de soins de santé.

Numération bactérienne

Estimation du nombre d'unités viables de bactéries par millilitre d'eau dans les conditions de l'essai.

Panache

Brouillard de vapeur d'eau émergeant d'une tour de refroidissement. N'est pas synonyme de «gouttelettes entraînées ».

Perte par entraînement vésiculaire due au vent

Perte d'eau à la base d'une tour de refroidissement, provoquée par le passage d'un vent inhabituel à travers la tour.

pH

Indice exprimant la concentration d'ions hydrogène dans une solution aqueuse. L'eau pure a un pH de 7,5. Si le pH est inférieur à 7, la solution est acide; s'il est supérieur à 7,5, elle est alcaline. La plage de valeurs de pH est comprise entre 0 et 15.

ppm

Partie par million

Purge

Prélèvement d'eau du réseau d'une tour de refroidissement afin de réguler la concentration de sels et d'autres impuretés dans l'eau du circuit. La purge est habituellement exprimée en pourcentage de la quantité d'eau qui circule.

Refroidisseur évaporatif

Dispositif assurant un refroidissement par évaporation de l'eau dans un flux d'air.

Réservoir

Site hébergeant une bactérie.

Séparateur de gouttelettes

Équipement constitué d'un arrangement de chicanes destinées à retenir les gouttelettes d'eau.

Stérilisation

Destruction, dans une pièce d'équipement, de tous les organismes susceptibles de causer une maladie. La stérilisation n'est pas nécessairement synonyme de désinfection.

Surfactant

Agent soluble réduisant la tension superficielle de l'eau.

Tour de refroidissement

Appareil ou système évacuant de l'eau chaude dans un flux d'air. L'évaporation qui en résulte refroidit l'eau.

Tronçons morts

Parties du réseau dans lesquelles l'eau circule très peu ou très mal.

Trousse d'essai DPD

Trousse servant à mesurer les résidus de chlore combiné et total libre et

utilisant le réactif DPD (n-diéthyl-p-phénylènediamine).

Turbidité

Aspect nuageux d'une eau qui n'est pas transparente, causé par la présence de particules ou de matière colloïdale en suspension dans l'eau.

7.1 Références

American Society of Heating, Refrigeration & Airconditioning Engineer (ASHRAE), *Minimizing the Risk of Legionellosis Associated with Building Water Systems*. ASHRAE Guideline 12-2000, février 2000.

American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE), Atlanta, GA (404-636-8400). *Legionellosis Position Paper*, 1998.

Breiman, R.F., Butler, J.C. et Fields, B.S. (1997). *Prevention and Control of Legionellosis. Infectious Diseases in Clinical Practice* 6, 458-464.

Control of Legionella in Cooling Towers - Summary Guidelines (1987). Wisconsin Division of Health. On peut obtenir un exemplaire de ce document auprès de la Wisconsin Division of Health, Madison, WS 53701; tél. : (608) 267-9003.

Flanders, W.D., Morris, G.K. et Shelton, B.G. (1994). *Legionnaires' Disease Outbreaks and Cooling Towers with*

Amplified Legionella Concentrations. *Current Microbiology* 28 , 359-363.

C.B. Fliermans. *Philosophical ecology: Legionella in historical perspective*; compte rendu du 2^e Symposium international sur la *Legionella*, 1983. American Society for Microbiology, Washington, O.C. 1984. pp. 285-289.

Harris, A. et Rendell, M. (1999). *The Elimination of Legionella in Local Hot and Cold Water Systems Using a Novel Chlorine Dioxide Technique*. Conférence internationale de l'eau, document n° 99-18, Pittsburgh, PA. (412-261-0710).

Millar, J.D., Morris, G.K. et Shelton, B.G. (1997) *Legionnaires' Disease: Seeking Effective Prevention*. *ASHRAE Journal*, 22-29.

R. Muder, et coll. *Nosocomial Legionaire's disease uncovered in a prospective pneumonia*

study; *Journal of the American Medical Association*. 17 juin 1983, vol. 249, n° 23, p. 3184.

TPSGC, « *Lignes directrices pour l'exploitation et l'entretien des réseaux d'eau chaude domestique dans les immeubles de TPSGC* »

OSHA Technical Manual, Section III, *Chapter 7: Legionnaires' Disease*. Occupational Safety and Health Administration, Department of Labor, Washington, D.C.

Plumbing Engineer, nov-déc. 1983. *Degraded refrigerant key in occurrence of Legionnaire's disease*; Plumbing Engineer. Hillside, Ill. 60162.

G. Duffy. *Potable water In institutions is prime legionella reservoir disseminator*; Air Conditioning, Heating and Refrigeration News, 25 juillet 1983.

W.A. Check. *Sometimes getting into hot water solves a (Legionella) problem*. Journal of the

American Medical Association. 3 déc. 1982, vol. 248, n° 21, p. 2793.

7.2 Ressources sur le Web

<http://www.accepta.com>

<http://www.breezair.ie/legionnaire.htm>

<http://www.ccohs.ca/oshanswers/diseases/legion.html>

<http://www.coolingtowerionization.com/legionella048.html>

<http://www.epa.gov/ost/humanhealth/microbial/legionellafs.pdf>

<http://www.hcinfo.com>.

<http://www.osha.gov>.

<http://www.cdc.gov>.

<http://www.ashrae.org>.

<http://www.cti.org>.

<http://pathcon.com>..

<http://www.legionella.org>.

<http://www.legionella.com>.

http://www.nea.gov.sg/cms/qed/cop_legionella.pdf.

A.1 Généralités

Le présent document traite principalement des aspects techniques de la lutte contre la légionellose et ne renferme aucun détail sur les signes et les symptômes de la maladie, le diagnostic, le traitement, le pronostic et les facteurs de risque.

A.2 Occurrence

1. La bactérie *Legionella* se trouve naturellement dans la plupart des lacs, des rivières et des ruisseaux, et, d'une manière générale, en faibles concentrations. Elle résiste aux procédés appliqués dans la plupart des installations de traitement d'eau; mais, à de telles concentrations, elle est généralement sans danger. Les tentatives faites pour détecter la bactérie à la sortie des installations de traitement et des grandes canalisations municipales de distribution d'eau ont été infructueuses, et ce probablement à cause du manque de techniques appropriées.

A.3 Survie

La survie de la bactérie *Legionella* dépend des facteurs suivants :

1. Température : la plage de température favorable à la croissance est 77 à 108 °F (25 à 42 °C). La croissance est optimale dans la plage de 95 à 99 °F (35 à 37 °C). Au-dessous de 68 °F (20 °C), la bactérie est généralement dormante. Elle est détruite lorsque la température monte au-dessus de 140 °F (60 °C).
2. Valeur de pH : La bactérie *Legionella* peut tolérer un environnement acide jusqu'à pH 2,0.
3. Présence de nutriments.
4. Présence d'autres micro-organismes. Dans les conditions normales, les protozoaires et les amibes se nourrissent de la bactérie *Legionella*, constituant ainsi une limitation de la population.

A.4 Étapes

Étape 1 : Colonisation

Il est très difficile de prévenir la colonisation de la bactérie, car cette dernière se trouve naturellement dans la plupart des sources d'eau.

Étape 2 : Amplification

L'amplification se produit en présence de nutriments comme les algues, les muqueuses et les boues, et dans les conditions environnementales adéquates. Quoique les protozoaires se nourrissent normalement de la bactérie *Legionella*, cette dernière, dans ses formes les plus virulentes, se multiplie dans un milieu protozoaire.

Étape 3 : Dissémination

La bactérie est principalement disséminée par aérosolisation dans les appareils suivants : tours de refroidissement, condenseurs évaporatifs, humidificateurs, bacs de vidange des condensats de serpentins de refroidissement, siphons, dispositifs d'inhalothérapie, bains tourbillons, pommes de douche, pulvérisateurs à brouillard et nébuliseurs. Des aérosols peuvent également être produits par le jet d'eau du robinet coulant dans des lavabos, éviers et baignoires.

Étape 4 : Transmission

L'air est le premier mode de transmission de la bactérie *Legionella*. On estime que l'aérosol peut franchir une distance de 500 m, et causer

malgré tout une infection chez les personnes réceptives. Parmi les conditions propices à la transmission de la bactérie, on compte :

1. Humidité relative de 60 à 90 %.
2. Exposition à la lumière solaire et aux vents.
3. Grosseur des gouttelettes : En comparaison des grosses gouttelettes, les petites gouttelettes atteignent des vitesses terminales élevées et restent plus longtemps en suspension dans l'air; elles se déplacent donc plus loin et sont inhalées plus profondément dans les poumons. Cependant, l'évaporation des grosses gouttelettes produit de petites gouttelettes qui renferment de plus fortes concentrations de la bactérie.

L'air extérieur aspiré dans les systèmes de CVCA renferme souvent de l'air évacué par des tours de refroidissement se trouvant à proximité. Dans ces conditions, la bactérie peut être véhiculée dans le réseau de distribution d'air, d'où elle déclenchera une éclosion de légionellose.

Étape 5 : Inhalation par un hôte réceptif

Lorsqu'elles sont inhalées, les petites gouttelettes porteuses de la bactérie se déposent profondément dans les voies

respiratoires inférieures. Il n'est pas nécessaire que la durée d'exposition soit longue pour causer la maladie. Des personnes ont été atteintes de la maladie du légionnaire simplement pour avoir marché près d'un immeuble équipé d'une tour de refroidissement contaminée; d'autres, pour s'être lavées sans prendre de douche après avoir été brièvement exposées à la bactérie.

La survie de la bactérie dans les aérosols est à son maximum pour un degré d'humidité relative de 65 %. Le risque d'infection à la *Legionella* augmente avec le nombre de bactéries profondément inhalées, donc avec la prolifération des bactéries dans la source d'eau et l'étendue de leur dispersion dans les aérosols.

Étape 6 : Multiplication intracellulaire

Si la dose reçue dépasse la résistance des mécanismes de défense naturels de l'hôte réceptif, la bactérie se multiplie à l'intérieur de la cellule et l'infection survient. Quoique les personnes auparavant en bonne en santé soient susceptibles de contracter la maladie, les sujets les plus à risque sont ceux dont le système immunitaire est affaibli par une affection préexistante. Les personnes qui abusent du tabac et de l'alcool courent également un risque élevé.

Étape 7 : Diagnostic

Le diagnostic constitue la dernière étape du dépistage de la maladie du légionnaire. Avec de bonnes méthodes de traitement, le taux de mortalité clinique est très faible.