

A photograph of a metal maintenance platform on a water tower. The platform has a circular fan-like structure in the center and is surrounded by railings. The background shows the complex metal framework of the tower. The image is overlaid with a semi-transparent blue rectangle containing the title text.

Guide explicatif sur l'entretien des tours de refroidissement à l'eau

Régie
du bâtiment

Québec 

Ce guide a été réalisé par le groupe de travail interministériel sur l'entretien préventif des tours de refroidissement à l'eau, sous la responsabilité de la Régie du bâtiment du Québec :

Suzel Bourdeau, ing., Régie du bâtiment du Québec

Gilles Lemieux, ing., Régie du bâtiment du Québec

Mona Lechasseur, conseillère en communication, Régie du bâtiment du Québec

Daniel Multescu, ing., Régie du bâtiment du Québec

Jean-Pierre Jobin, ing., Commission de la santé et de la sécurité du travail

Pierre Chevalier, Ph.D., conseiller scientifique, Institut national de santé publique du Québec

Denis Gauvin, M.Sc., conseiller scientifique, Institut national de santé publique du Québec

Jean-François Duchesne, M. Sc., conseiller en santé environnementale, Direction régionale de santé publique de l'Agence de la santé et des services sociaux de la Capitale-Nationale

Daria Pereg, Ph.D., conseillère en santé environnementale, Direction régionale de santé publique de l'Agence de la santé et des services sociaux de la Capitale-Nationale

Maggy Rousseau, M. Sc., conseillère en santé environnementale, Ministère de la Santé et des Services sociaux

Philippe Cantin, Ph.D., Centre d'expertise en santé environnementale du Québec, Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs

Louis Martel, M.Sc., Directeur des expertises et des études, Centre d'expertise en santé environnementale du Québec, Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs

Caroline Robert, M.Sc., spécialiste en microbiologie, Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs

Dominique Denis, ing., Société immobilière du Québec

Isabelle Verret, ing., Société immobilière du Québec

Le présent document s'adresse spécifiquement aux professionnels, intervenants et propriétaires de tours de refroidissement.

Le genre masculin utilisé dans ce document désigne aussi bien les femmes que les hommes.

Dépôt légal - 2013
Bibliothèque et Archives nationales du Québec,
Bibliothèque et Archives Canada,
ISBN (PDF) : 978-2-550-67665-2

Tous droits réservés. La reproduction, par quelque procédé que ce soit, la traduction ou la diffusion du présent document, même partielles, sont interdites sans l'autorisation préalable de la Régie du bâtiment du Québec. Cependant, la reproduction partielle ou complète du document à des fins personnelles et non commerciales est permise à condition d'en mentionner la source.

© Gouvernement du Québec, 2013

Table des matières

1. Avant-propos.....	5
2. Introduction.....	6
2.1. Qu'est-ce que la <i>Legionella</i> et la légionellose?.....	6
2.2. Qu'est-ce qu'une tour de refroidissement à l'eau?	6
3. PARTIE I Les obligations réglementaires	8
3.1. Quelles sont les tours de refroidissement à l'eau visées par le règlement?	8
3.2. Quelles sont les responsabilités d'un propriétaire?.....	8
3.3. Pourquoi un programme d'entretien?.....	8
3.4. Qui peut élaborer un programme d'entretien?	9
3.5. Quel est le contenu d'un programme d'entretien?.....	9
3.6. Quand le programme d'entretien doit-il être révisé?	10
3.7. Que doit contenir un registre d'entretien?.....	11
3.8. Quelles sont les mesures prévues si un propriétaire ne respecte pas le règlement?.....	11

4. PARTIE II Les recommandations pour élaborer un programme d'entretien efficace.....	12
4.1. Quels sont les facteurs favorisant la prolifération et la dispersion de la légionelle dans des tours?	12
4.2. Comment contrôler les facteurs favorisant la prolifération et la dispersion de la légionelle?.....	14
4.2.1. Le traitement de l'eau	15
4.2.2. La gestion hydraulique	18
4.2.3. La gestion des matières solides	18
4.2.4. La limitation de la dispersion des aérosols.....	19
4.3. Comment vérifier l'efficacité du programme?	20
4.3.1. Le suivi des indicateurs.....	20
4.3.2. Le suivi des concentrations de <i>Legionella pneumophila</i>	21
4.4. Les autres réglementations pertinentes.....	23
4.4.1. La destination des eaux de purge	23
4.4.2. L'homologation des biocides.....	23
4.4.3. La santé et la sécurité pour le personnel d'entretien	24
5. Conclusion	25
6. Références	26

1. Avant-propos

Le Règlement modifiant le Code de sécurité intégrant des dispositions relatives à l'entretien des tours de refroidissement à l'eau a été publié à la Gazette officielle du Québec le 27 mars 2013. Ce règlement vise à améliorer la sécurité du public dans le voisinage des bâtiments équipés de tours de refroidissement en minimisant le développement de bactéries, dont celles du genre *Legionella*.

En effet, les tours de refroidissement présentent un milieu propice à la croissance de bactéries de l'espèce *Legionella* qui provoque la maladie du légionnaire. La première préoccupation dans l'entretien des tours est donc d'éviter que ne s'y installent des conditions favorables au développement de ces bactéries.

Ce guide a été produit par le groupe de travail interministériel sur la prévention des risques de légionellose occasionné par l'eau des tours de refroidissement. Il présente les exigences proposées dans le règlement, en plus de recommandations pour élaborer des programmes d'entretien efficaces. Il s'adresse principalement aux propriétaires de tours de refroidissement à l'eau et aux professionnels chargés d'élaborer les programmes d'entretien.

Pour les fins de l'interprétation, le texte du Règlement a préséance sur le texte du guide. Cependant, en présence d'une éclosion de légionellose, les autorités de santé publique et leurs partenaires impliqués dans la gestion d'un tel événement peuvent exiger des actions différentes de celles prévues dans les programmes d'entretien.

2. Introduction

2.1. Qu'est-ce que la *Legionella* et la légionellose ?

Les bactéries du genre *Legionella* sont naturellement présentes dans tous les environnements humides naturels (ex. : eaux, boue, sols) et artificiels. Les bactéries de ce genre prolifèrent rapidement dans l'eau à une température entre 25 °C et 45 °C. Ces températures optimales pour leur croissance peuvent être retrouvées entre autres dans les conduites d'eau chaude sanitaires et domestiques, dans les chauffe-eau, dans les bains à remous ainsi que dans les conduites et les bassins composant les systèmes de refroidissement par dispersion d'eau dans un flux d'air, communément appelés tours de refroidissement à l'eau.

Au Québec et ailleurs dans le monde, la majorité des cas de légionellose sont causés par l'espèce *Legionella pneumophila*. L'infection par la légionelle s'appelle légionellose. Cette infection se manifeste sous deux formes cliniques :

- la fièvre de Pontiac (forme bénigne de la maladie, caractérisée par un syndrome d'allure grippale)
- la maladie du légionnaire. Il s'agit de la forme clinique la plus sévère, caractérisée par une pneumonie aiguë souvent grave, avec un taux de mortalité entre 10 % et 20 %.

L'infection se produit lorsque de fines gouttelettes d'eau contaminées par la bactérie *Legionella* sont respirées. Les personnes dont le système immunitaire est affaibli, les personnes âgées, les asthmatiques, les fumeurs, les personnes diabétiques ou alcooliques sont plus susceptibles d'être infectées. Après quelques jours (habituellement entre 2 et 10 jours), les symptômes apparaissent, tels que la toux, la fièvre et des difficultés respiratoires. Il est à noter que la légionellose ne se transmet pas d'une personne à l'autre.

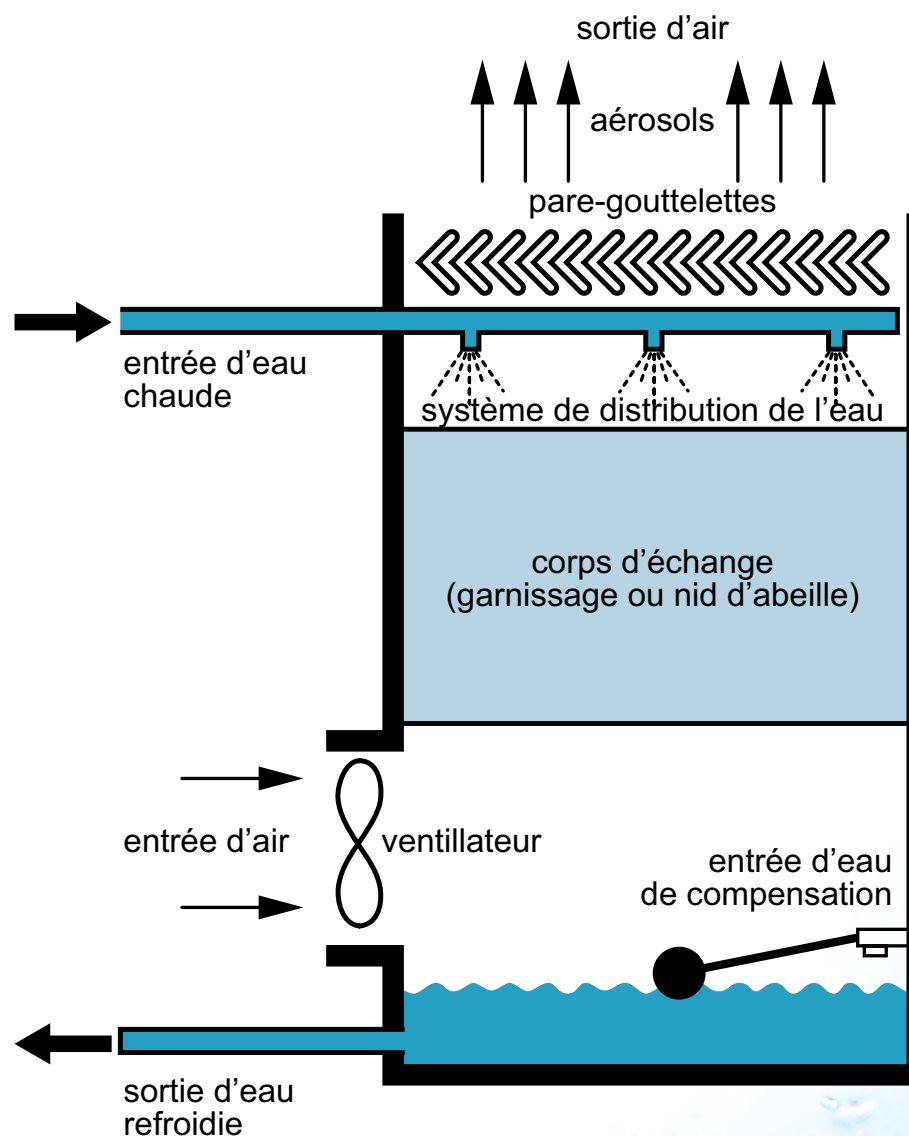
2.2. Qu'est-ce qu'une tour de refroidissement à l'eau ?

Une tour de refroidissement fonctionne comme un échangeur de chaleur, par contact direct entre l'eau et l'air ambiant. Son efficacité repose sur la surface de contact entre l'élément liquide et l'air. Pour maximiser cette surface de contact, l'eau est diffusée en gouttelettes dans un courant d'air qui traverse la tour : c'est ainsi que la chaleur est évacuée dans l'air ambiant et que l'eau est refroidie.

La figure 1 présente les principales composantes d'un système muni d'une tour de refroidissement à l'eau.

Malgré les dispositifs installés pour limiter la dispersion d'aérosols dans l'air extérieur (pare-gouttelettes), une certaine quantité du volume d'eau qui circule dans l'appareil est vaporisée et entraînée vers l'extérieur de la tour par les ventilateurs. Lorsque cette eau est contaminée en raison d'un mauvais entretien de l'installation ou du réseau, le voisinage est exposé aux bactéries potentiellement infectieuses. Les aérosols peuvent se déplacer sur de grandes distances selon les conditions atmosphériques.

Figure 1 : Tour de refroidissement à l'eau



3. PARTIE I Les obligations réglementaires

3.1. Quelles sont les tours de refroidissement à l'eau visées par le règlement?

Toutes les tours de refroidissement à l'eau, y compris celles d'industries, de commerces et d'institutions, sont visées par les nouvelles exigences. De plus, c'est le propriétaire de la tour de refroidissement à l'eau qui doit respecter ces exigences. Il est important de préciser que le propriétaire de l'installation n'est pas nécessairement le propriétaire du bâtiment.

3.2. Quelles sont les responsabilités d'un propriétaire?

Le propriétaire d'une tour de refroidissement à l'eau doit :

- entretenir son installation¹ suivant un programme d'entretien élaboré par un ou plusieurs membres d'un ordre professionnel;
- tenir un registre complet comprenant notamment des informations relatives à l'entretien de ses installations;
- avoir transmis à la RBQ certaines informations sur ses installations par le biais d'un formulaire de transmission d'information.

3.3. Pourquoi un programme d'entretien?

Il apparaît inévitable que des légionelles parviennent à s'introduire dans les systèmes de refroidissement à l'eau et à y proliférer parce que cet environnement leur est favorable (température et nutriments). De plus, la conception même de ces systèmes fait en sorte que des aérosols en quantité plus ou moins importante et potentiellement contaminés par des légionelles peuvent s'échapper des tours de refroidissement, et ce, malgré la présence de pare-gouttelettes.

Par conséquent, il faut considérer la maîtrise du risque causé par les légionelles des tours de refroidissement comme une activité continue et essentielle.

C'est pour ces raisons que le règlement exige que les installations et les équipements des tours de refroidissement à l'eau d'un bâtiment soient entretenus suivant un programme d'entretien. Ce programme vise à préserver l'intégrité des installations des tours de refroidissement et limiter la prolifération de la légionelle.

1. Installation : Réseau d'eau d'une ou plusieurs tours qui peuvent être interreliées, comprenant leurs composantes, tels que pompes, réservoir, compresseur, contrepasse, etc.

3.4. Qui peut élaborer un programme d'entretien ?

La mise en œuvre d'un programme d'entretien efficace est essentielle pour limiter le risque d'une éclosion de légionellose. Le règlement prévoit que le programme devra être élaboré et signé par un ou plusieurs membres d'un ordre professionnel, notamment l'Ordre des ingénieurs du Québec, l'Ordre des chimistes du Québec ou l'Ordre des technologues professionnels du Québec, selon leur champ d'exercice, et dont les activités sont reliées au domaine des tours de refroidissement à l'eau. L'élaboration du programme d'entretien nécessite la contribution de différentes compétences, notamment sur les aspects mécaniques de l'installation et sur le traitement de l'eau. Toutes les personnes impliquées, notamment le gestionnaire technique, le traiteur d'eau, l'exploitant de la production, doivent travailler en étroite collaboration, sous la coordination du responsable de l'élaboration du programme

3.5. Quel est le contenu d'un programme d'entretien ?

Le programme d'entretien doit contenir :

- 1° la procédure de mise en hivernage et de redémarrage, le cas échéant ;
- 2° la procédure des arrêts et des redémarrages pendant la période de service ;
- 3° la procédure de décontamination ;
- 4° les mesures visant la diminution de la corrosion, de l'entartrage et de l'accumulation de matières organiques ;
- 5° un plan schématisé du réseau de l'écoulement de l'eau de refroidissement ;
- 6° la procédure de maintien de la qualité de l'eau afin de minimiser le développement de bactéries dont celles des espèces de légionelle ;
- 7° la liste des produits et des substances chimiques à utiliser et leur description, le cas échéant ;
- 8° les mesures visant la vérification des composantes mécaniques de l'installation et des équipements des tours de refroidissement à l'eau.

Le maintien de la qualité de l'eau est un processus qui implique le traitement de l'eau, le suivi de la qualité de l'eau et l'ajustement du traitement ou des processus d'opération en fonction des paramètres évalués.

Chaque programme d'entretien est spécifique à une installation. En effet, il faut tenir compte de l'emplacement, du climat, de sa vocation, de certaines particularités de conception ou autres conditions particulières. Pour élaborer le programme d'entretien, l'équipe multidisciplinaire doit également prendre en considération le fonctionnement de l'installation, le régime de traitement de l'eau, les résultats du suivi et des contrôles ainsi que l'historique de l'installation, dont :

- un bris majeur ;
- des réparations effectuées à la suite de ces bris ;
- l'utilisation d'une procédure de décontamination lorsque la qualité de l'eau a atteint un seuil de risque sanitaire qui justifie une action immédiate ;
- le remplacement d'un appareil ou d'un équipement.

Différentes sources d'information peuvent aussi être utilisées, dont :

- le manuel d'opération et d'entretien du fabricant ;
- les guides reconnus sur l'entretien des tours de refroidissement à l'eau tels :
 - le Guideline-WTB-148(08)-Best Practices for Control of Legionella publié par Cooling Technology Institute (CTI) ;
 - les documents de l'American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) notamment le Guideline-12-2000-Minimizing the Risk of Legionellosis Associated with Building Water Systems ;
 - le Legionella 2003: An Update and Statement by the Association of Water technologies (AWT).

Par ailleurs, la partie II de ce document contient des recommandations pour élaborer un programme d'entretien efficace.

3.6. Quand le programme d'entretien doit-il être révisé ?

Le règlement exige une révision du programme d'entretien tous les 5 ans ou à la suite de l'un des évènements suivants :

- une modification majeure de l'installation ou un remplacement de l'équipement
- un changement de la procédure de maintien de la qualité de l'eau
- l'utilisation de la procédure de décontamination lorsque la qualité de l'eau a atteint un seuil de risque sanitaire qui a justifié une action immédiate.

La révision doit être effectuée par un ou plusieurs membres d'un ordre professionnel selon leur champ d'exercice et dont les activités sont reliées au domaine des tours de refroidissement à l'eau.

3.7. Que doit contenir un registre d'entretien ?

Un registre doit être tenu et doit être disponible sur les lieux. Il doit inclure les informations suivantes :

- le nom et les coordonnées du propriétaire ;
- la copie des plans relatifs à la conception et à l'installation des tours de refroidissement à l'eau tels qu'exécutés (lorsque disponibles), et tout document ou renseignement technique relatif aux modifications apportées ;
- le manuel d'opération et d'entretien du fabricant ;
- le nom du responsable et du personnel affecté à l'entretien ainsi que leur numéro de téléphone ;
- les programmes d'entretien ;
- les résultats des analyses de l'eau des 2 dernières années ;
- l'historique et la description des opérations d'entretien, des réparations, des remplacements et des modifications réalisées.

Pour ces trois derniers éléments, la compilation des informations dans le registre débute à compter de la date d'entrée en vigueur du règlement modifiant le Code de sécurité, soit le 12 mai 2013.

3.8. Quelles sont les mesures prévues si un propriétaire ne respecte pas le règlement ?

La RBQ peut donner par écrit, un avis de correction indiquant à un propriétaire les déficiences qu'elle a constatées et fixer un délai pour lui permettre de se conformer au règlement.

De plus, lorsque la RBQ estime qu'il y a un danger pour la sécurité et l'intégrité physique des personnes, elle peut ordonner l'arrêt des ventilateurs ou toute autre mesure empêchant la dispersion des bactéries.

Des poursuites peuvent être envisagées si le propriétaire ne respecte pas ses obligations.

4. PARTIE II Les recommandations pour élaborer un programme d'entretien efficace

Cette partie présente les différentes recommandations pour élaborer un programme d'entretien efficace. Elle explique les principaux facteurs qui favorisent la prolifération et la dispersion de la légionelle, ainsi que les moyens de les contrôler. Elle contient aussi des recommandations sur la vérification de l'efficacité du programme d'entretien, dont le suivi des concentrations de *Legionella pneumophila*.

4.1. Quels sont les facteurs favorisant la prolifération et la dispersion de la légionelle dans des tours ?

La légionelle, naturellement présente en faible quantité dans l'environnement, s'introduit dans les tours de refroidissement à l'eau par l'air ambiant ou par l'eau d'appoint. En faible concentration, la présence de cette bactérie n'est pas problématique. Cependant, les tours de refroidissement constituent souvent un environnement idéal pour leur prolifération. Les bactéries peuvent ensuite être dispersées dans l'environnement dans les aérosols produits par la tour de refroidissement, ce qui peut représenter un risque pour la santé des personnes exposées.

Les facteurs les plus importants favorisant la prolifération et la dispersion de la légionelle sont les suivants :

- **La température** : Un système de refroidissement à l'eau fait circuler une eau, dont la température atteint généralement un degré favorable à la prolifération de la bactérie *Legionella*.
- **L'abondance du biofilm** : Les surfaces internes des conduites de connexion des tours et les parois des tours en contact avec l'eau sont colonisées par une couche de microorganismes appelée biofilm. Lorsque rien d'efficace n'est fait pour lutter contre la formation du biofilm, ce dernier s'épaissit graduellement et héberge de plus en plus de microorganismes, dont la légionelle. Ce phénomène n'est pas exclusif aux tours et s'observe dans tous les types de conduites et sur toutes les surfaces en contact avec de l'eau. La présence de biofilm favorise la prolifération de la légionelle et offre un environnement protecteur contre la majorité des agents de désinfection, dont les biocides.
- **Les protozoaires** : L'eau et le biofilm des tours de refroidissement contiennent également des protozoaires. Ces microorganismes hébergent et favorisent la prolifération de la légionelle. Leur quantité est associée à l'abondance du biofilm. Ils sont très résistants aux agents de désinfection.

- **La corrosion et l'entartrage** : La corrosion des surfaces métalliques et l'entartrage provoquent la formation de dépôts qui s'accumulent dans l'ensemble du circuit. En plus de réduire l'efficacité et la durée de vie des tours, ces dépôts offrent des sites de développement pour le biofilm à l'abri de l'effet des agents de désinfection. Ils contribuent aussi à augmenter la quantité de matières en suspension dans l'eau. Le fer résultant de la corrosion sert de nutriment favorisant la prolifération de microorganismes, dont la légionelle.
- **La stagnation de l'eau** : Dans tous les circuits reliant des tours, il pourrait exister des sections où l'eau est stagnante. Cette stagnation peut être causée, par exemple, par l'arrêt partiel d'un circuit ou en raison de la présence de bras morts, c'est-à-dire des sections de tuyaux où l'eau circule peu ou pas. De manière générale, l'eau des tours est traitée régulièrement avec des biocides pour empêcher la prolifération des microorganismes, dont la légionelle. Les biocides utilisés pour désinfecter l'eau des tours peuvent réagir avec les matières organiques; ils sont alors plus ou moins rapidement utilisés et épuisés. Lorsque l'eau ne circule pas (arrêt du système ou bras morts), les biocides et autres agents de traitement chimiques ne se renouvellent pas dans le circuit inutilisé, ce qui favorise la prolifération de microorganismes et l'épaississement du biofilm.
- **La concentration de nutriments** : Par son fonctionnement, la tour filtre l'air ambiant, ce qui charge l'eau de la tour de matières organiques (ex. : le pollen, les insectes, les vapeurs de cuisine). Ces matières organiques sont des éléments nutritifs qui favorisent la prolifération de la légionelle et des autres microorganismes.
- **La dispersion des aérosols** : Il s'agit de la dispersion de l'eau dans l'environnement sous forme de gouttelettes d'eau respirables (aérosols). Ces gouttelettes peuvent être contaminées par diverses bactéries, dont la légionelle. La dispersion des aérosols est inévitable, mais elle peut être réduite, notamment par un pare-gouttelettes efficace.

Pour contrôler le risque d'exposition à la *Legionella pneumophila*, il faut donc maîtriser la prolifération de la légionelle dans les tours de refroidissement et minimiser la dispersion de gouttelettes et aérosols contaminés.

4.2. Comment contrôler les facteurs favorisant la prolifération et la dispersion de la légionelle?

Les tours de refroidissement à l'eau font partie d'une installation. Ainsi, il faut bien la comprendre pour poser les actions les plus efficaces afin de diminuer au minimum la prolifération et la dispersion de la légionelle.

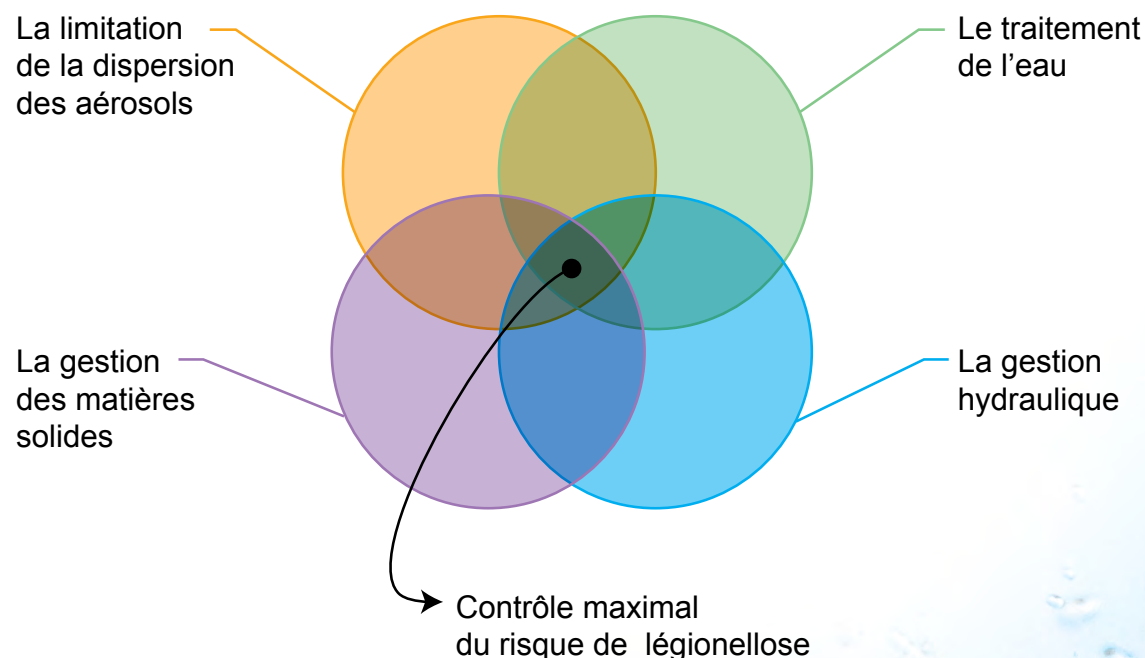
Le programme d'entretien devrait couvrir les quatre dimensions suivantes :

- le traitement de l'eau
- la gestion hydraulique²
- la gestion des matières solides
- la limitation de la dispersion des aérosols.

Une action isolée sur l'une de ces quatre dimensions est insuffisante pour contrôler le développement de la légionelle. Ces quatre dimensions sont donc indissociables et complémentaires (Figure 2). Pour vérifier l'efficacité du programme, il faut mettre en place des mécanismes de suivi régulier, voire continu, de certains paramètres.

Voici la description de ces quatre dimensions :
(page suivante)

Figure 2 : L'interaction entre les quatre dimensions du programme d'entretien



2. La gestion hydraulique fait référence à la circulation de l'eau.

4.2.1. Le traitement de l'eau

Le traitement de l'eau consiste essentiellement à ajouter dans l'eau des agents chimiques (et/ou parfois à inclure des procédés physiques) pour désinfecter l'eau circulante, réduire l'accumulation de biofilm et minimiser les phénomènes de corrosion, d'entartrage et d'encrassement.

Le traitement de l'eau doit être efficace dans l'ensemble des conduites et des composantes du circuit.

Le traitement de l'eau doit tenir compte des particularités de l'installation (la ou les tour(s) de refroidissement et tous les circuits), du système à refroidir ainsi que des agents chimiques et des procédés physiques employés.

Les agents pour le traitement de l'eau

Deux grandes classes d'agents chimiques sont employées dans les tours pour le contrôle des bactéries et du biofilm : les biocides et les biodispersants.

Les biocides servent à désinfecter l'eau et la surface du biofilm en contact avec l'eau et ils ont peu d'effet à l'intérieur du biofilm. Ils se divisent en deux catégories : les biocides oxydants et les biocides non oxydants.

Caractéristiques des biocides

Caractéristiques	Biocides oxydants (Ex. : chlore, brome)	Biocides non-oxydants (Ex. : glutaraldéhyde, isothiazolin)
Pouvoir désinfectant	Efficace	Efficace
Coût	Faible	Élevé
Désinfectant résiduel mesurable	Oui	Non
Impact environnemental	Modéré	Modéré à élevé, selon le produit
Effet corrosif	Élevé	Faible

Les biocides doivent être homologués par Santé Canada (voir la section sur les Autres réglementations pertinentes).

Les eaux de purge doivent respecter les normes environnementales (voir la section sur les autres réglementations pertinentes).

Les biodispersants ont des propriétés tensioactives. Ils provoquent la rupture des liaisons entre les dépôts biologiques (biofilm) et les supports. Ils facilitent l'élimination des dépôts par l'eau en circulation et permettent, par la suite, de lutter contre leur reformation.

Les biodispersants peuvent améliorer l'efficacité des biocides en favorisant la réduction de l'épaisseur du biofilm. Il est à noter que certains biocides ont également des propriétés tensioactives.

D'autres procédés sont aussi proposés pour le traitement de l'eau dans les tours. Il s'agit d'équipements basés entre autres sur des mécanismes électromagnétiques, à ionisation, à ozone, électrostatiques ou ultrasoniques. L'efficacité de ces équipements, moins répandus que les traitements chimiques, doit être vérifiée régulièrement par un suivi de la qualité de l'eau.

En raison de sa relative complexité, le traitement de l'eau est le plus souvent confié à un professionnel spécialisé dans ce domaine.

Le traitement de l'eau en période normale de service

L'objectif du traitement de l'eau est de maintenir des conditions défavorables à la prolifération des microorganismes dans l'eau et au développement du biofilm. Pour ce faire, il faut absolument que l'eau soit traitée sur une base régulière.

Le traitement de l'eau repose entre autres sur l'addition fréquente ou continue de biocides et de biodispersants en concentrations adéquates. Le dosage de ces produits varie en fonction de différents paramètres. Par exemple, il est possible qu'un ajustement du dosage soit nécessaire en période de canicule.

Lorsqu'il y a une grande quantité de biofilm, un biodispersant peut être ajouté plus fréquemment ou de façon continue. Durant cette période de nettoyage, qui peut durer quelques mois, le biofilm présent sera progressivement érodé et compacté par une circulation d'eau appropriée. Il y aura plus de biofilm en petits fragments dans l'eau qui relâcheront la légionelle accumulée. Pour cette raison, il faut également ajuster régulièrement les concentrations de biocides.

MISE EN GARDE

Lors de la mise en place d'un nouveau programme de traitement d'eau ou pendant une période de nettoyage, il est recommandé d'exercer une surveillance accrue des paramètres de l'eau, dont la concentration de *Legionella pneumophila*.

La procédure de maintien de la qualité de l'eau doit donc préciser les produits utilisés, les fréquences et les dosages en fonction des paramètres de l'eau. L'efficacité du traitement de l'eau doit être vérifiée régulièrement en faisant le suivi des indicateurs et des concentrations de *Legionella pneumophila*. Des explications supplémentaires sont fournies dans la section Comment vérifier l'efficacité du programme.

La procédure de maintien de la qualité de l'eau doit donc préciser les produits utilisés, les fréquences et les dosages en fonction des paramètres de l'eau. L'efficacité du traitement de l'eau doit être vérifiée régulièrement en faisant le suivi des indicateurs et des concentrations de *Legionella pneumophila*. Des explications supplémentaires sont fournies dans la section Comment vérifier l'efficacité du programme.

Le traitement de l'eau lors des arrêts et des redémarrages

Les périodes d'arrêt de circulation de l'eau dans l'installation sont critiques, car l'eau stagne et la concentration en biocides diminue progressivement jusqu'à un seuil où les microorganismes, dont la légionelle, peuvent proliférer. Les périodes d'arrêt incluent également les moments où une pompe est arrêtée, car une partie du circuit de l'eau est inutilisée, donc stagnante. Ce volume d'eau, lorsqu'il sera remis en circulation, pourra introduire dans le réseau une quantité plus ou moins importante de microorganismes.

Le risque de prolifération des microorganismes augmente avec la durée de la période d'arrêt. Par conséquent, il est important de prendre des précautions particulières durant les périodes d'arrêt et avant les redémarrages.

Le programme d'entretien devrait prévoir des dispositions pour faire circuler l'eau durant les périodes d'arrêt afin d'assurer une distribution minimale des biocides partout. Ces dispositions devraient être adaptées à la durée des arrêts. Advenant l'impossibilité de faire circuler l'eau à des fréquences permettant le maintien de la qualité de l'eau, des mesures devraient être prévues pour que l'eau soit traitée avant la mise en service du ventilateur.

Les modalités de traitement de l'eau devraient donc être précisées pour chacune des situations suivantes :

- le redémarrage après une mise hors service de longue durée
- les arrêts occasionnels de l'installation ou d'une partie de l'installation, les arrêts journaliers, de fin de semaine ou autres.

Le choix des mesures proposées dans le programme d'entretien devra reposer sur les références disponibles ainsi que sur l'analyse et la connaissance de l'installation.

ATTENTION

L'utilisation de biodispersants en concentration élevée au cours de la procédure de décontamination provoque le décollement du biofilm, ce qui peut libérer d'importante quantité de microorganismes, dont la légionelle, dans l'eau. Des mesures doivent être prises afin de ne pas vaporiser dans l'air ambiant cette importante quantité de bactéries.

Le programme d'entretien doit prévoir une procédure de décontamination qui pourra être appliquée lorsque des résultats d'analyse de la concentration en *Legionella pneumophila* dans l'eau dépassent un seuil de risque sanitaire qui nécessite une action immédiate. Le tableau de la page 22 propose des seuils d'intervention. Cette procédure de décontamination devrait comporter, entre autres, un traitement de l'eau avec des biocides. Ceux-ci peuvent être différents de ceux normalement utilisés et ils peuvent être appliqués en plus forte concentration.

Après le traitement de l'eau, il est également possible qu'une purge complète de l'eau de tous les circuits soit requise afin d'évacuer de façon sécuritaire les bactéries, dont la légionelle présente dans l'eau, ainsi que la matière en suspension (voir la section sur la destination des eaux de purge).

4.2.2. La gestion hydraulique

La gestion hydraulique des réseaux d'eau de tours de refroidissement vise à assurer la circulation de l'eau et ainsi, la distribution des agents de traitement dans toutes les sections du circuit de refroidissement. Comme cela a été mentionné précédemment, des circuits complets ou certaines sections de circuits peuvent être mis à l'arrêt pour des périodes plus ou moins prolongées, ce qui entraîne la formation de zones de stagnation. Durant ces périodes, les concentrations d'agents de traitement ne sont pas maintenues et des conditions propices à la prolifération de la légionelle peuvent se produire.

Les bras morts (zones de stagnation permanentes ou ponctuelles) sont favorables au développement de la corrosion, à l'accumulation de sédiments et à la croissance du biofilm, donc de la légionelle. Il est requis d'établir le schéma d'écoulement de l'eau des tours afin d'identifier les zones de faible écoulement ou de stagnation et de déterminer les mesures pour minimiser la stagnation ou les effets de celle-ci.

4.2.3. La gestion des matières solides

L'accumulation de matières solides dans un circuit peut provenir de sources externes (qualité de l'eau d'appoint, pollen, insectes, poussières, débris, etc.) ou internes (dépôts insolubles de corrosion, tartre, croissance d'algues, débris, etc.). De plus, les surfaces inégales et les aspérités favorisent l'attachement et le développement de biofilm dans lequel la légionelle peut proliférer à l'abri des biocides en circulation dans l'eau.

Le programme d'entretien doit comprendre une stratégie de contrôle des matières solides dans l'ensemble du circuit par la prévention de la corrosion et de l'entartrage. Il doit aussi comprendre un calendrier de vérifications de l'état et de la propreté de l'installation ainsi qu'un horaire de vérification et de nettoyage des matières solides.

4.2.4. La limitation de la dispersion des aérosols

Un dispositif prévenant la dispersion des aérosols, notamment un pare-gouttelettes, devrait être présent et entretenu de manière à assurer son efficacité.

Les conséquences potentielles de la dispersion des aérosols devraient être évaluées en tenant compte de différents éléments, dont l'importance des rejets, le positionnement des prises d'air frais et la proximité d'habitations. Cette évaluation est particulièrement importante dans le cas de bâtiments desservant des populations vulnérables (hôpitaux, centres de soins de longue durée, résidences pour aînés, etc.). Dans certains cas, des changements pourraient être apportés aux installations ou au programme d'entretien.

Application des quatre dimensions dans le programme d'entretien

Le tableau suivant présente des exemples de moyens de contrôle de la salubrité des tours en fonction des quatre dimensions énumérées précédemment. Les chiffres dans la colonne de gauche représentent les numéros des articles du règlement.

Interrelation entre la réglementation et les quatre dimensions

Articles	Traitement de l'eau	Gestion hydraulique	Gestion des matières solides	Limitation de la dispersion des aérosols
402.1 Hivernage / redémarrage	X	X	X	X
402.2 Arrêt / démarrage en période de service	X	X		
402.3 Décontamination	X	X	X	X
402.4 Corrosion, entartrage et matières organiques	X	X	X	X
402.5 Plan schéma	X	X		
402.6 Maintien de la qualité de l'eau	X	X	X	
402.7 Produits chimiques	X			
402-8 Vérification mécanique	X	X	X	

4.3. Comment vérifier l'efficacité du programme?

L'objectif du programme d'entretien est de préserver l'intégrité des installations des tours de refroidissement et de limiter la prolifération de la légionelle. Pour en vérifier l'efficacité, il faut prévoir dans la procédure de maintien de la qualité de l'eau des mécanismes de suivi régulier, voire continu, de certains indicateurs relatifs à la qualité de l'eau ainsi qu'un contrôle régulier des concentrations de légionelle, et ce, peu importe le type de traitement d'eau choisi.

Il appartient à la fois au propriétaire, à l'opérateur de la tour de refroidissement, et le cas échéant, à la firme responsable du traitement de l'eau, de s'assurer du respect des paramètres de qualité de l'eau.

4.3.1. Le suivi des indicateurs

Dans le programme d'entretien, les professionnels doivent identifier les indicateurs physico-chimiques et microbiologiques qui permettent de diagnostiquer les dérives de la qualité de l'eau. Les paramètres physico-chimiques de qualité de l'eau à mesurer pourraient comprendre : la concentration résiduelle de biocides, l'alcalinité, les chlorures, le pH, la température, la conductivité, les solides dissous, la dureté, les résidus d'agents anticorrosion, la présence de flore bactérienne totale, etc.

La fréquence des mesures pour les paramètres physico-chimiques demeure au jugement des professionnels, mais doit permettre d'apprécier l'efficacité des mesures de prévention qui sont mises en œuvre. Chaque paramètre doit avoir une gamme de valeurs acceptables préalablement déterminée. Toute dérive (valeurs d'un ou plusieurs paramètres en dehors de la gamme de valeurs acceptables) nécessite des actions correctives déterminées par le professionnel responsable de l'élaboration du programme d'entretien.

Les résultats concernant la *Legionella pneumophila* obtenus par la méthode qPCR peuvent également être utilisés comme indicateurs de suivi dans le processus de surveillance routinière pour diagnostiquer les dérives de la qualité de l'eau. Cette méthode permet de quantifier la bactérie *Legionella pneumophila* dans l'eau, mais elle ne permet pas de distinguer les bactéries viables de celles qui sont non viables. L'interprétation des résultats doit donc se faire prudemment. Si un résultat obtenu dans le cadre d'un suivi régulier indique une augmentation de la concentration en unités de génôme, cela peut indiquer qu'une source potentiellement active est présente dans le réseau d'eau.

4.3.2. Le suivi des concentrations de *Legionella pneumophila*

En plus du suivi des indicateurs physico-chimiques et microbiologiques mentionnés précédemment, il est fortement recommandé de suivre les concentrations de *Legionella pneumophila* dans l'eau par une méthode utilisant des milieux de culture. Les autres paramètres physico-chimiques et biologiques mesurés dans l'eau peuvent servir d'indicateurs de perte de contrôle ou de dérive du système, mais ils ne peuvent pas être utilisés pour juger du risque sanitaire d'une tour de refroidissement.

Le laboratoire qui réalise ces analyses devrait être accrédité par le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP). On trouve les coordonnées des laboratoires accrédités offrant des services d'analyse en microbiologie de l'air³ dans le site Internet du Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ), dans la liste DR 12 LLA 08 (voir le domaine 606 représentant l'analyse de *Legionella pneumophila* et de *Legionella* spp.).

Durant la période normale de service de l'installation, une analyse mensuelle de *Legionella pneumophila* par culture est recommandée, ainsi que lors :

- du démarrage, après l'hivernage;
- du redémarrage après un arrêt prolongé;
- d'un changement majeur dans le programme de traitement.

Le tableau suivant propose des niveaux d'action et des stratégies de contrôle en fonction des résultats du suivi mensuel de *Legionella pneumophila*. Ces niveaux d'actions ont été recommandés par des experts dans le domaine. Ils sont aussi basés sur certaines normes internationales.

3. L'infection par les légionelles se transmet par l'air, ce qui explique que ce paramètre fasse partie du domaine de la microbiologie de l'air. Cela dit, c'est bien l'eau du circuit des tours de refroidissement qui est échantillonnée pour la recherche des légionelles.
www.ceaegq.gouv.qc.ca/accreditation/PALA/lla08.htm

Stratégies de contrôle de *Legionella pneumophila*

Niveau d'action	Résultats du suivi	Stratégie de contrôle
Normal	< 10 000 UFC/L	<ul style="list-style-type: none">• Maintenir le traitement et le programme d'entretien.
Seuil d'intervention	≥ 10 000 UFC/L	<ul style="list-style-type: none">• Identifier les causes de l'augmentation et appliquer des mesures correctives.
	< 1 000 000 UFC/L	<ul style="list-style-type: none">• Vérifier l'efficacité des mesures correctives.
Seuil de risque sanitaire qui justifie une action immédiate	≥ 1 000 000 UFC/L	<ul style="list-style-type: none">• Appliquer immédiatement la procédure de décontamination.• Identifier les causes du problème et ajuster le programme d'entretien en conséquence.• Vérifier l'efficacité des mesures correctives.• Effectuer une nouvelle analyse de <i>Legionella pneumophila</i> par culture.

Les seuils proposés servent à poser des actions appropriées afin de corriger une situation anormale. Un dépassement de ces seuils n'entraîne pas toujours une éclosion de légionellose.

L'échantillonnage de l'eau

Le prélèvement d'eau devrait être réalisé par une personne possédant des connaissances ou une qualification appropriée en échantillonnage d'eau potable, d'eau de piscine ou d'autres matrices pertinentes. Le prélèvement devrait être réalisé selon le Protocole d'échantillonnage de l'eau du circuit des tours de refroidissement pour la recherche des légionelles, DR-09-11, disponible dans la page Échantillonnage⁴ du site Internet du Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ). Certains laboratoires accrédités peuvent offrir ce service.

L'eau prélevée doit être représentative de celle en circulation dans le circuit. Le point de prélèvement doit être hors d'atteinte de toute influence directe de l'eau d'appoint. Les points de prélèvement devraient être précisés dans la procédure sur le maintien de la qualité de l'eau.

4. www.ceaeq.gouv.qc.ca/documents/publications/echantillonnage.htm

4.4. Les autres réglementations pertinentes

Les propriétaires et professionnels du domaine des tours doivent tenir compte de certaines réglementations existantes. Voici les trois principales :

4.4.1. La destination des eaux de purge

Lors de l'élaboration d'un programme d'entretien, les professionnels mandatés doivent vérifier la destination des eaux de purge de la tour de refroidissement à l'eau.

Si ces eaux vont à l'égout sanitaire, les professionnels doivent s'assurer que le programme tient compte de la réglementation municipale de la municipalité concernée en ce qui a trait notamment aux concentrations et aux types de produits chimiques utilisés.

Si l'installation n'est pas reliée à un égout sanitaire, les eaux de purge deviennent visées par les exigences de la Loi sur la qualité de l'environnement en matière d'émission de contaminants à l'environnement. Dans un tel cas, les professionnels doivent communiquer avec la direction régionale du ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs pour vérifier les exigences environnementales applicables et prévoir un suivi régulier si le MDDEFP le juge nécessaire.

Si un équipement de traitement doit être installé aux fins de traitement des eaux de purge avant leur rejet, le propriétaire de la tour de refroidissement doit s'assurer, en vertu de la Loi sur la qualité de l'environnement, d'obtenir du MDDEFP un certificat d'autorisation lorsque nécessaire.

4.4.2. L'homologation des biocides

Les professionnels doivent s'assurer que les biocides utilisés dans l'entretien des tours sont homologués au Canada et que leur utilisation respecte les conditions inscrites sur l'étiquette de ces produits. L'homologation de ces produits est requise en vertu de la Loi canadienne sur les produits antiparasitaires (chapitre 28).

On peut consulter la banque de données Information sur les produits antiparasitaires pour obtenir de l'information relative à l'ensemble des produits homologués au Canada.

4.4.3. La santé et la sécurité pour le personnel d'entretien

L'employeur est responsable de la santé et de la sécurité des travailleurs oeuvrant sur le système de refroidissement ou à proximité. Les travailleurs doivent être formés et informés des risques d'exposition ainsi que des moyens fournis et mis en place pour protéger leur santé et sécurité. L'employeur doit également s'assurer que les installations sont accessibles uniquement aux travailleurs ayant à effectuer une tâche précise reliée au système de refroidissement. Des accès sécuritaires aux tours de refroidissement doivent être prévus pour en faciliter la maintenance.

Limiter l'exposition des travailleurs

Chaque tour de refroidissement est susceptible de générer des aérosols pouvant contenir des bactéries *Legionella pneumophila*. L'aménagement des équipements et des lieux de travail doit limiter le plus possible les travaux susceptibles d'exposer les travailleurs aux aérosols générés par les tours de refroidissement. En ce sens, le circuit d'eau doit prévoir un accès sécuritaire pour l'échantillonnage.

Travaux à proximité d'une tour de refroidissement en fonction

Dans les situations où un travailleur peut être exposé aux aérosols d'une tour de refroidissement, le port minimum d'un demi-masque avec filtre à particules approuvé NIOSH N 95 est requis.

Nettoyage ou désinfection d'une tour de refroidissement

Avant de procéder au nettoyage ou à la désinfection à l'intérieur d'une tour de refroidissement, l'ensemble des sources d'énergie doit être maîtrisé. Les travaux de nettoyage ou de désinfection à l'intérieur d'une tour de refroidissement doivent être exécutés conformément aux dispositions de la section XXVI Travail dans un espace clos du Règlement sur la santé et sécurité du travail S-2.1, r.13.

En plus des mesures organisationnelles décrites ci-dessus, les mesures de protection individuelles suivantes sont recommandées :

- combinaison de protection imperméable
- bottes
- appareil de protection respiratoire : demi-masque avec filtre à particules approuvé NIOSH N 100 ou P 100
- lunettes de protection
- gants de caoutchouc.

En plus du risque biologique, les travailleurs peuvent être exposés à un risque chimique lors des opérations de nettoyage. L'appareil de protection respiratoire avec filtre à particules approuvé NIOSH N 100 ou P 100 doit alors être utilisé en combinaison avec des cartouches chimiques en présence de gaz ou de vapeur.

Une attention particulière doit être portée au choix de l'appareil de protection respiratoire lors d'activités générant une grande quantité d'aérosols (jet sous haute pression, brassage, brossage).

5. Conclusion

L'élaboration d'un programme d'entretien d'une tour de refroidissement à l'eau, tout comme sa mise en œuvre, est un travail d'équipe qui nécessite une collaboration entre toutes les personnes impliquées, notamment le gestionnaire technique, le traiteur d'eau et l'exploitant de la production.

Il est très important de bien comprendre l'installation afin de déterminer les mesures nécessaires pour en préserver l'intégrité et limiter la prolifération de la légionelle. Ces mesures devraient couvrir les quatre dimensions suivantes :

- Le traitement de l'eau
- La gestion hydraulique
- La gestion des matières solides
- La limitation de la dispersion des aérosols

La formation du personnel de même que la formation continue demeurent toutefois des éléments déterminants pour assurer une application adéquate du programme d'entretien.

Finalement, un contrôle régulier de la qualité de l'eau doit être fait afin de vérifier l'efficacité du programme d'entretien et d'apporter, s'il y a lieu, les mesures correctrices nécessaires.

6. Références

Agence nationale de sécurité sanitaire, alimentation, environnement, travail (ANSES) (2011). Méthodes de détection et dénombrement de *Legionella* dans l'eau. Avis de l'ANSES, Rapport d'expertise collective, 144 pages
[en ligne] <http://www.anses.fr/ET/PPN8BAD.htm?pageid=2966&parentid=523>

Australian/New Zealand Standard (2000). Air-Handling and water systems of buildings – Microbial control, Part 3: Performance-based maintenance of cooling water systems.

Cooling Technology Institute (2008) Legionellosis Guideline: best practices for control of Legionella (WTP-148 08). 10 p.
[en ligne] <http://www.cti.org/cgi-bin/download.pl>

Conditioning Engineers (ASHRAE), Guideline-12-2000 Minimizing the Risk of Legionellosis Associated with Building Water Systems.

Documents de l'American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers 2003: An Update and Statement by the Association of Water Technologies (AWT).

Guide des bonnes pratiques : *Legionella* et tours aéroréfrigérantes, France, juin 2001.

Guide de formation à la gestion du risque de prolifération des légionelles dans les installations de refroidissement par dispersion d'eau dans un flux d'air, réalisé par Climespace - Michèle Merchat pour le ministère de l'Écologie et du Développement Durable.

Health and Safety Executive (HSE) (2000). Legionnaire's disease. The control of legionella bacteria in water systems, approved code of practice and guidance. Health and Safety Executive, London, 68 pages.

Queensland government (2008) Guide to legionella control in cooling water systems, including cooling towers.
Department of employment and industrial relations
[en ligne] <http://www.deir.qld.gov.au/workplace/resources/pdfs/legionellaguide.pdf>

Queensland government (2008). Guide to legionella control in cooling water systems, including cooling towers.
Department of employment and industrial relations
[en ligne] <http://www.deir.qld.gov.au/workplace/resources/pdfs/legionellaguide.pdf>