22.08.2018

Août 2018

Légionelles et légionellose Recommandations OFSP / OSAV

Office fédéral de la santé OFSP
Schwarzenburgstrasse 155, 3003 Bern
Website: www.bag.admin.ch
E-Mail: info@bag.admin.ch
Téléphone: +41-(0)58 463 87 06

Office fédéral de sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires OSAV
Schwarzenburgstrasse 155, 3003 Bern
Website: www.blv.admin.ch
E-mail: info@blv.admin.ch
Téléphone: +41-(0)58-4633033

Table des matières

Préambule
Introduction
Remerciements
Module 1 Historique, microbiologie et écologie
Module 2 Epidémiologie
Module 3 Légionellose - Aspects cliniques
Module 4 Mise en évidence de *Legionella* dans des prélèvements cliniques
Module 5 Système de surveillance
Module 6 Principes des investigations épidémiologiques
Module 7 Définition et investigation d'un cas de légionellose nosocomiale
Module 8 Définition et investigation d'un cas de légionellose du voyageur
Module 9 Définition et investigation d'un cas de légionellose d'origine communautaire ou domestique
Module 10 Evaluation des risques, prélèvements environnementaux, interprétation des résultats
Module 11 Réseau d'eau sanitaire : conception, exploitation, rénovation, valeurs maximales de *Legionella* spp., assainissement
Module 12 Hôpitaux et établissements de soins de longue durée
Module 13 Piscines et des bains à remous
Module 14 Tours de refroidissement, des installations de traitement d'air et des systèmes d'humidification
Module 15 Hôtels et autres lieux de séjour temporaire
Module 16 Isolement et dénombrement de *Legionella* dans les échantillons environnementaux
Module 17 Analyse microbiologique de l'air dans les bâtiments bénéficiant d'installations de traitement d'air
Module 18 Le Centre National de Référence pour *Legionella*
Module 19 Lexique et abréviations
Module 20 Adresses utiles
Module 21 Bases légales, normes, directives et recommandations

Préambule

L'Office fédéral de la santé publique (OFSP) est responsable de la lutte contre les maladies transmissibles qui menacent la santé de la population. L'Office fédéral de sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires (OSAV) veut garantir que l'eau potable et l'eau qui entre en contact avec le corps humain ne mettent pas la santé en danger. Les causes de la tendance à la hausse du nombre de cas de légionellose sont très diverses et la lutte contre les légionelles est à l'agenda, non seulement en Suisse, mais dans de nombreux pays occidentaux.

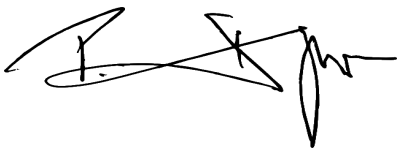
Les recommandations « Légionelles et légionellose », publiées pour la première fois par l'OFSP en 1999 et mises à jour en 2005 et 2009, ont rencontré un grand intérêt, aussi bien auprès des autorités cantonales que des milieux intéressés. Avec l'établissement de bases légales pour l'eau de douche et l'eau des bains bouillonnants au niveau fédéral, il a été décidé de réviser ce document, en tenant compte des connaissances scientifiques les plus récentes.

Ces recommandations s'adressent à des publics aussi différents que les médecins, les laboratoires cantonaux, les propriétaires de bâtiments ou les installateurs sanitaires. Elles permettent à l'OFSP et l'OSAV de sensibiliser l'ensemble des acteurs concernés. En effet, il est important que chacun prenne ses responsabilités afin de réduire les risques liés à ces bactéries ubiquitaires et de diminuer les cas de maladie en Suisse.

Nous vous adressons les versions consolidées de ces modules consacrés aux légionelles. Beaucoup de temps, d'engagement et de discussions ont été nécessaire pour la réalisation de ce document. Plusieurs experts et diverses autorités ont participé à cette révision. Les thèmes associés aux légionelles et à la légionellose sont complexes. Par ce travail, nous espérons vous fournir une vue d'ensemble de cette problématique.

Nous tenons à remercier les nombreuses personnes qui ont participé à cette révision et vous souhaitons une bonne lecture.

Pascal Strupler



Directeur OFSP

Hans Wyss

Directeur OSAV

Introduction

Ce qui a changé depuis la publication de 2009

Depuis 2009, les données épidémiologiques de l'OFSP ont montré que l'évolution du nombre de cas de légionellose est de plus en plus préoccupante. Ces annonces ont plus que doublé en Suisse entre 2008 et 2017, passant de 219 à 464 cas. Cette évolution du nombre de cas enregistrés ne concerne pas que la Suisse, mais aussi beaucoup d'autres pays.

Au niveau fédéral, la révision de la loi sur les denrées alimentaires de 2014 a permis de considérer l'eau non seulement comme une denrée alimentaire, mais également comme un "objet usuel" entrant en contact avec le corps humain. Cette nouvelle définition a permis de fixer des valeurs maximales pour la teneur en légionelles dans l'eau qui peut être respirée sous forme d'aérosols, à savoir l'eau de douche et l'eau des bains bouillonnants accessibles au public. Des valeurs maximales ont été fixées comme suit : il s'agit de concentrations en légionelles de 1000 CFU/l (Colonies Formant une Unité) pour les douches et de 100 CFU/l pour les bains bouillonnants ou les bains de vapeur. Ces valeurs concernent essentiellement les bâtiments publics, l'eau des installations privées n'est pas concernée par ces dispositions légales.

Nouvelles tâches des autorités de surveillance

L'exécution du droit alimentaire est du ressort des autorités cantonales. A ce titre, les laboratoires cantonaux sont habilités à mener des contrôles dans les bâtiments publics, basés sur leur propre analyse du risque. Les autorités cantonales peuvent donc exiger des mesures correctives pour les situations non-conformes.

Valeur des recommandations

Ces recommandations n'ont pas de valeur légale. Elles sont une aide pour lutter contre la prolifération des légionelles, mais le but de cette démarche peut aussi être garanti par d'autres moyens que ceux qui sont décrits dans les différents modules. Ces recommandations aident d'une part à respecter les exigences légales. De l'autre elles donnent aussi des conseils pour mieux maîtriser des domaines qui ne sont pas règlementés, comme par exemple les installations de traitement de l'air.

Comment lire ces recommandations ?

Ces modules, rédigés pour la plupart pas les experts des différents domaines, reflètent de manière succincte les connaissances actuelles. Ces chapitres peuvent être lus indépendamment les uns des autres, en fonction des informations qui y seront recherchées. De ce fait, la lecture de l'ensemble peut donner lieu à des répétitions, sachant que les auteurs ont prêté une attention particulière à la cohérence du document dans son entier. Les personnes intéressées se référeront à l'abondante littérature citée en lien avec les sujets traités.

Remerciements

Les personnes suivantes sont sincèrement remerciées pour leur active participation à la révision des modules présentés dans ce document:

Renate Boss, Evaluation du risque**,** Office fédéral de sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires

Stephan Christ, Laboratoire cantonal de Soleure

Gérard Donzé, Section Biocides, Office fédéral de la santé publique

Valeria Gaia, Centre National de Référence pour *Legionella* (CNRL)*,* Bellinzone

Simone Graf, Section Recommandations vaccinales et mesures de lutte, Office fédéral de la santé publique

Jürg Grimblicher, Amt für Verbraucherschutz, Aarau

Nicole Gysin, Surveillance et évaluation épidémiologique, Office fédéral de la santé publique

Irina Nüesch, Amt für Verbraucherschutz, Aarau

Eric Rätz, Service de la consommation et des affaires vétérinaires (SCAV), Epalinges

Claude Ramseier, Service des denrées alimentaires et des affaires vétérinaires, Fribourg

Walter Schuler, resp. technique, Département de la défense, de la protection de la population et du sport

Lukas Ströhle, Amt für Verbraucherschutz und Veterinärwesen, St-Gallen

Pierre Studer, section Hygiène alimentaire, Office fédéral de sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires

Reto von Euw, Technik und Architektur, Hochschule Luzern

17.07.2018

Module 14 Tours de refroidissement, des installations de traitement d'air et des systèmes d'humidification

Table des matières

1 Introduction ... 2

2 Description ... 2
2.1 Installations de traitement d'air ... 2
2.1.1 Humidification centralisée à l'aide d'une installation de traitement d'air ... 3
2.1.2 Humidification décentralisée sans installation de traitement d'air ... 3
2.2 Installations de refroidissement par évaporation (tours de refroidissement) ... 3
2.2.1 Installations de refroidissement par évaporation ≤ 200 MW ... 4
2.2.2 Installations de refroidissement par évaporation > 200 MW ... 4

3 Valeurs seuils ... 4

4 Pénétration de Legionella spp., risques, émissions ... 6
4.1 Installations de traitement d'air ... 6
4.2 Installations de refroidissement par évaporation (tours de refroidissement) ... 6

5 Mesures préventives et opérationnelles pour les installations d'humidification de l'air . 7
5.1 Humidification centralisée de l'air à l'aide d'une installation de traitement d'air ... 7
5.1.1 Prise d'air située à l'extérieur et filtration ... 7
5.1.2 Choix des matériaux ... 7
5.1.3 Choix du type d'humidification ... 7
5.1.4 Qualité de l'eau ... 7
5.1.5 Mise en service ou remise en service ... 8
5.1.6 Méthodes de traitement de l'eau des humidificateurs ... 8
5.1.7 Maintenance et surveillance ... 8
5.1.8 Mesures correctives ... 9
5.2 Humidification décentralisée de l'air ... 9

6 Mesures préventives et opérationnelles pour les installations de traitement d'air ≤ 200 MW ... 10
6.1 Choix de l'implantation ... 10
6.2 Qualité de l'air de renouvellement ... 10
6.3 Choix des matériaux ... 10
6.4 Qualité de l'eau introduite dans le système ... 11
6.5 Mise en service ou remise en service ... 11
6.6 Méthodes de traitement de l'eau refroidie ... 11
6.7 Maintenance et surveillance ... 11
6.8 Mesures correctives ... 12

7 Mesures préventives et opérationnelles pour les installations de refroidissement par évaporation > 200 MW ... 12
7.1 Emplacement ... 12
7.2 Conception, matériau ... 12
7.3 Exploitation de l'installation ... 12
7.3.1 Exploitation normale ... 13
7.3.2 Arrêt ... 13
7.3.3 Révision / Maintenance ... 13

7.3.4 Mise en service / Dérangement 13
7.3.5 Surveillance 14
7.3.6 Mesures correctives 14

Références 15

1 Introduction

Les systèmes de refroidissement par évaporation ou de conditionnement d'air peuvent être à l'origine de cas de légionellose soit à l'intérieur des bâtiments où ils sont installés, soit à distance de ceux-ci. Sur le plan de l'hygiène, seuls les procédés de refroidissement d'eau qui impliquent un contact direct de l'eau avec l'air revêtent un grand intérêt. En effet, aussi bien les tours aéroréfrigérantes dites « ouvertes » que les systèmes de refroidissement dits « fermés » produisent des aérosols susceptibles de propager *Legionella* spp. ainsi que d'autres bactéries, spores, moisissures et substances organiques ou chimiques.

La pénétration de *Legionella* spp. dans des installations acheminant de l'eau ne peut être évitée. Pour réduire le risque d'infection, il est donc particulièrement important de limiter sa multiplication et la propagation des aérosols.

Les installations d'humidification présentent aussi des risques de prolifération de *Legionella* spp. et représentent une source de contamination à la légionellose pour les personnes exposées. Il existe un grand nombre d'applications dans ce domaine : par ex. les humidificateurs d'air produisant des aérosols dans les lieux d'habitation, les installations de nébulisation dans les serres ou les étables, les installations de brumisation pour maintenir la fraîcheur des fruits sur les étals ou les installations de nébulisation d'eau dans les fontaines ornementales.

Les installations traitées dans ce module sont les suivantes :

- installations de traitement d'air
  - Humidification centralisée à l'aide d'une installation de traitement d'air (pour l'homme, les animaux, les plantes)
  - Humidification décentralisée sans installation de traitement d'air
- installations de refroidissement par évaporation (tours de refroidissement) :
  - grandes installations (≥ 200 MW de puissance de refroidissement)
  - petites installations (< 200 MW de puissance de refroidissement)
- installations d'humidification (pour l'homme, les animaux, les plantes).

2 Description

2.1 Installations de traitement d'air

Font partie des installations de traitement de l'air tous les éléments de construction qui sont nécessaires à la ventilation assistée d'une ou de plusieurs pièces. Les installations de traitement d'air permettent de renouveler l'air des lieux de séjour / d'habitation ou des locaux de production. Ces installations sont adaptées aux besoins des personnes, des appareils ou des processus de travail en termes de température, d'humidité de l'air ou de teneur en particules. Les installations de traitement d'air assument les fonctions suivantes : déplacement d'air fourni et repris, récupération de chaleur, filtration, chauffage, refroidissement, humidification et déshumidification. Si l'on ne tient pas compte des questions d'hygiène, les installations dont le mode d'exploitation comporte l'utilisation et/ou la séparation d'eau comme par ex. dans le cas d'humidificateurs d'air, d'épurateurs d'air ou de déshumidificateurs (formation d'eau de condensation) ont tendance à être contaminées par des bactéries et des moisissures.

2.1.1 Humidification centralisée à l'aide d'une installation de traitement d'air

Les pièces de ces installations qui servent à l'humidification centralisée de l'air peuvent être conçues selon le principe de la vaporisation, de la pulvérisation ou de l'évaporation. Les composantes formant des aérosols doivent être exploitées de façon hygiénique. Les bouches de ventilation ne doivent pas présenter d'aérosols (diamètre des gouttes <5 µm) respirables et contenant des légionelles.

2.1.2 Humidification décentralisée sans installation de traitement d'air

Il existe d'autres installations décentralisées d'humidification qui sont importantes dans le cadre de la prévention de la légionellose :

- humidificateurs d'air dans les lieux d'habitation (appareils autonomes)
- installations de nébulisation dans les serres ou les étables

- installations de pulvérisation pour maintenir la fraîcheur des fruits et légumes sur les étals
- installations de nébulisation d'eau dans les fontaines ornementales
- installations d'humidification sur le lieu de travail

2.2 Installations de refroidissement par évaporation (tours de refroidissement)

Les installations de refroidissement par évaporation sont utilisées comme échangeurs de chaleur pour les installations de refroidissement (climatisation, froid pour usage commercial, froid industriel, production de glace) pour extraire la chaleur, et la rejeter dans l'air ambiant.

Il existe une multitude d'installations de refroidissement par évaporation, qui se différencient sensiblement par leur mode d'exploitation et leur type de construction. Ces installations ont toutes en commun le fait d'utiliser l'eau et l'air pour extraire et rejeter dans l'air ambiant la chaleur produite par un système.

L'eau refroidie et évaporée est rejetée dans l'air ambiant par un courant ascendant (courant d'air mécanique avec un ventilateur ou tour de refroidissement à tirage naturel). A cet égard, il peut se former un panache visible de vapeur d'eau. En cas de forte ventilation, il est possible d'empêcher la formation de gouttelettes visibles. En mode d'exploitation continue, la quantité d'eau acheminée doit être supérieure à la quantité d'eau évaporée.

- Le mode d'exploitation, qui se reflète par ex. dans l'indice d'épaississement de l'eau refroidie, a une grande influence sur les performances, la consommation d'eau, les risques liés à l'exploitation (corrosion, tartre, encrassement) et sur la stratégie du traitement.

Lors de l'utilisation de produits chimiques, l'objectif, la quantité et la fréquence de dosage varient fortement d'une installation à l'autre.

En principe, il est possible de faire la distinction entre les modes d'exploitation suivants, qui sont importants du point de vue hygiénique :

- Pré-refroidissement adiabatique de l'air ambiant
- Refroidissement de l'échangeur de chaleur (circuit fermé) par évaporation
- Refroidissement du circuit ouvert par évaporation

Dans ces procédés de refroidissement, l'eau est directement en contact avec l'air. Sur le plan de l'hygiène et/ou de la prévention de la légionellose, les procédés de refroidissement d'eau qui impliquent un contact direct de l'eau avec l'air revêtent un grand intérêt.

En revanche, les tours de refroidissement à sec (sensibles), utilisées pour le refroidissement sans eau, ne présentent aucun risque hygiénique.

2.2.1 Installations de refroidissement par évaporation ≤ 200 MW

Les petites installations de refroidissement par évaporation avec une puissance maximale de 200 MW sont généralement utilisées pour évacuer la chaleur issue d'immeubles à usage professionnel. Elles sont utilisées aussi bien dans l'industrie et dans le secteur énergétique que dans le commerce, la gastronomie, les complexes hôteliers et les bâtiments administratifs. Un risque accru n'existe que dans les tours de refroidissement qui rejettent la chaleur dans l'air ambiant à partir de l'eau de circulation par évaporation ou par processus adiabatique. Les tours de refroidissement, qui n'utilisent pas d'eau de circulation, mais qui fournissent toujours de l'eau fraîche, ne présentent qu'un faible risque hygiénique.

2.2.2 Installations de refroidissement par évaporation > 200 MW

Les grandes installations qui possèdent une puissance de refroidissement de plus de 200 MW par sortie d'air sont habituellement mises en œuvre dans le secteur énergétique. Les tours de refroidissement à tirage naturel de centrales nucléaires sont particulièrement remarquables. Leurs aérosols s'échappent à plus de 100 m au-dessus du sol.

3 Valeurs seuils

Les valeurs seuils se rapportant à l'eau dans les systèmes de refroidissement, les installations de traitement d'air et les installations d'humidification sont indiquées dans le tableau 14-A.

Elles se basent sur SWKI BT102-01 et SWKI VA104-01 et prennent en compte les recommandations de l'ESGLI (ESCMID Study Group for Legionella Infections – ESGLI, auparavant EWGLI).

Tableau 14-A Valeurs seuils pour l'eau des installations de traitement d'air, de refroidissement et d'humidification

Bactéries aéro-anaérobies et aérobies strictes (GAM)* **[UFC/ml]**	***Legionella* spp. ** [UFC/L]**	**Mesures nécessaires*****
$\leq 10^3$	$\leq 10^3$	Le système est sous contrôle, continuer la maintenance de routine
$> 10^4$ et $\leq 10^6$	$> 10^3$ et $\leq 10^4$	Réaliser immédiatement une nouvelle collecte d'échantillons. Bien souvent, il est judicieux d'élargir le périmètre des prélèvements afin d'obtenir des résultats plus pertinents et de faciliter leur interprétation. Si les résultats confirment la contamination de l'eau par *Legionella* spp. dans le système de refroidissement ou d'humidification, les causes de l'altération de la qualité hygiénique de l'eau doivent faire l'objet d'une investigation. De même, une évaluation des risques axée sur la protection de la santé doit être effectuée (dosage de choc de biocide le cas échéant). Définir ensuite des mesures correctives et les mettre en œuvre. Vérifier l'efficacité des mesures par de nouveaux contrôles microbiologiques.
$> 10^6$	$> 10^4$	Arrêt de l'installation le plus rapidement possible si une menace directe pour la santé humaine existe ou si la poursuite de l'exploitation peut aboutir à une telle menace. Réaliser immédiatement une nouvelle collecte d'échantillons avec un périmètre élargi d'échantillons/de points de prélèvements. Sur la base des résultats, effectuer une (nouvelle) évaluation des risques axée sur la protection de la santé. Identifier les causes de l'altération de la qualité hygiénique de l'eau. Planifier les mesures d'assainissement et les mettre en œuvre (vidange, nettoyage, désinfection, adaptations liées à l'exploitation). Remise en service si les résultats des analyses sont négatifs pour *Legionella* spp. Identifier les mesures correctives nécessaires afin de maintenir le nombre de bactéries à un niveau acceptable à long terme. Vérifier l'efficacité des mesures par de nouveaux contrôles microbiologiques.

* Comptage des colonies selon SN EN ISO 6222:1999 Qualité de l'eau – Détermination quantitative de micro-organismes cultivables – Détermination du nombre de colonies par inoculation dans un milieu de culture à l'agar

** Détermination selon ISO 11731:2017 Qualité de l'eau – Comptage de légionelles

*** Les mesures sont effectuées selon le taux de contamination le plus élevé (GAM ou *Legionella* spp.).

Il existe certes différentes méthodes pour déceler la présence de germes dans l'air et les appareils pour collecter les germes présents dans l'air sont facilement accessibles dans le commerce. En revanche, contrairement à la mesure des bactéries dans l'eau, il n'existe aucune norme relative à l'identification et à la quantification des légionelles dans l'air. La détermination du nombre de germes pour l'air humide et les grands volumes d'air est un processus très long et très difficile. En général, la

reproductibilité des résultats est limitée. Dans les installations à risques et en cas de contamination évidente (indice de germination dans l'eau > 10^4 UFC/l pour les bactéries aéro-anaérobies et/ou > 10^3 UFC/l pour *Legionella* spp.), l'analyse de l'air peut apporter des informations utiles dans les décisions relatives aux mesures préventives et correctives à prendre (voir module 17).

4 Pénétration de Legionella spp., risques, émissions

4.1 Installations de traitement d'air

L'humidification centralisée de l'air à l'aide d'installations de traitement d'air, à savoir l'humidification centralisée par évaporation ou la pulvérisation figurent au premier plan en ce qui concerne la problématique posée par *Legionella* spp. La protection de la santé des personnes exposées n'est garantie que si la qualité hygiénique de l'eau de l'installation d'humidification est irréprochable, tout comme les surfaces en contact avec l'air.

4.2 Installations de refroidissement par évaporation (tours de refroidissement)

Les installations de refroidissement par évaporation fonctionnent souvent dans une plage de température comprise entre 25 et 45 °C. Cette plage de température est propice au développement de *Legionella* spp. Cette dernière est omniprésente dans l'environnement. Il est certes judicieux de limiter la pénétration de *Legionella* spp., d'autres micro-organismes mais aussi d'autres nutriments, dans la mesure où cela est faisable dans le cadre des bonnes pratiques avec des efforts raisonnables. Leur pénétration dans une installation de refroidissement par évaporation ouverte est donc inévitable. Pendant leur exploitation, la plupart des installations de refroidissement par évaporation rejettent des aérosols dans l'air ambiant, de sorte qu'il ne peut pas être exclu en principe qu'elles représentent une source d'infection à la légionellose. De plus, dans les zones fortement urbanisées, il y a également un risque de propagation de *Legionella* spp. via différents systèmes ; une multitude d'installations de refroidissement par évaporation peuvent être contaminées par *Legionella* spp.

Dans les tours de refroidissement en position élevée, le panache peut monter à plus de 1500 m. Plus la hauteur d'émission est importante, plus la propagation est grande, surtout lorsque le panache formé ne rencontre pas d'obstacles (par ex. bâtiments) à proximité.

Les investigations effectuées suite à des épidémies de légionellose ont montré que le panache contaminé d'une tour de refroidissement pouvait causer des infections à plus de 10 km de distance du lieu d'émission. Une lyophilisation peut se produire par temps très froid, avec des températures négatives. Dans ce cas, *Legionella* spp. peut survivre plus longtemps. La propagation du panache d'une tour aéroréfrigérante dépend de la puissance de l'installation, de la hauteur et du diamètre du système d'extraction et de la vitesse du courant ascendant (puissance de ventilation).

La répartition géographique des émissions dépend également de facteurs météorologiques (vent, nuages, brume, brouillard) et de la topographie locale. Par conséquent, des cartes météorologiques de régions complètes sont utiles pour des analyses du milieu ambiant après l'apparition de cas de légionellose.

Une représentation cartographique de toutes les tours de refroidissement présentes dans une région est très utile pour la surveillance épidémiologique. Sur le plan géographique et administratif, les cantons sont les mieux placés en Suisse pour fournir une telle représentation. Dans certaines villes, les emplacements des installations de refroidissement par évaporation sont indiqués sur des plans cadastraux.

Le rejet de *Legionella* spp. à partir d'une installation de refroidissement par évaporation peut se produire par l'air et/ou par les effluents (= eaux usées issues du système de refroidissement qui sont par ex. introduites dans un cours d'eau d'où provient l'eau non traitée). Le déversement des effluents dans un cours d'eau ne présente pas de risque direct pour l'environnement, mais il peut entraîner la formation accrue de niches de *Legionella* spp. « en aval ». Un traitement des eaux évacuées peut permettre, le cas échéant, de réduire ce risque. En revanche, le traitement continuel des effluents avec des biocides ne peut être envisagé sur de grandes installations en raison de la quantité et des risques pour l'environnement.

5 Mesures préventives et opérationnelles pour les installations d'humidification de l'air

5.1 Humidification centralisée de l'air à l'aide d'une installation de traitement d'air

5.1.1 Prise d'air située à l'extérieur et filtration

Lors de la planification d'une installation de ventilation ou de climatisation, il faut d'abord se soucier du bon emplacement de la prise d'air située à l'extérieur. Celle-ci doit être à l'abri des vents dominants et d'éventuelles sources de pollutions chimiques et/ou biologiques. Une bouche d'alimentation en air extérieur située à plusieurs mètres du sol présente un moindre risque de pollution qu'une prise basse et/ou en saut de loup (accumulation des polluants).

Avant son entrée dans le dispositif d'humidification, l'air frais (ou l'air recyclé) doit être filtré (filtres pour particules fines contre les bactéries et les moisissures, filtres avec un indice d'efficacité min. ePM1 ≥ 50 % selon EN / ISO 16890 pour les cadres rigides en métal ou en bois). Il faut s'assurer que le montage des filtres est effectué correctement (sans fuite entre filtre et cadre) et que ces filtres sont remplacés régulièrement (recommandations du fabricant ou de la SWKI VA104-01).

Une forte concentration de micro-organismes dans l'air extérieur (végétation abondante et humidité élevée) peut entraîner un colmatage et un endommagement de ces filtres ainsi qu'une contamination bactérienne ou fongique. Le filtre terminal doit avoir un indice d'efficacité élevé (classe ePM1 min. 50 % selon SN EN ISO 16890-1) et être situé le plus en aval possible dans le circuit.

5.1.2 Choix des matériaux

Ce choix doit privilégier des matériaux non favorables au développement de la microflore, faciles à entretenir et résistants à la corrosion, aux températures élevées et aux substances microbiocides utilisées pour la désinfection. De plus, aucune substance chimique nocive pour la santé ne doit être rejetée dans l'air ambiant. Ainsi, pour les composants critiques tels que les bassins et les caissons des laveurs d'air, il est conseillé d'utiliser de l'acier inoxydable.

Les machines et les conduites doivent bénéficier de la place nécessaire à leur exploitation et à leur contrôle (accessibilité garantie en toute sécurité). Les matériaux, la conception de la surface et les formes géométriques des composants des installations doivent être choisis de manière à empêcher des incrustations et dépôts d'impuretés.

5.1.3 Choix du type d'humidification

Dans une unité de traitement d'air, la phase d'humidification est la plus délicate, car c'est à ce niveau que bactéries, moisissures, algues trouvent des conditions à leur développement (favorables température, humidité, obscurité). Du point de vue hygiénique, les vaporisateurs offrent les meilleures garanties. En revanche, les systèmes qui produisent des giclements d'eau tels que les nébuliseurs, les laveurs d'air, les pulvérisateurs, les humidificateurs à air comprimé et les systèmes à ultrasons peuvent présenter un risque pour la santé en cas de contamination. Toutes les mesures d'hygiène dans les dispositifs d'humidification doivent avoir pour objectif d'obtenir un indice de germination inférieur aux valeurs seuil indiquées dans le tableau 14-A.

Si des humidificateurs d'air adiabatiques sont prévus dans les installations de traitement d'air, le parcours d'humidification doit être plus court que la distance entre l'humidificateur/séparateur de gouttes et les bouches de ventilation dans la pièce.

5.1.4 Qualité de l'eau

L'eau potable est le meilleur choix du point de vue microbiologique. Pour les eaux de surface, de citerne et/ou autres sources non potables, il est indispensable de procéder à des contrôles physiques, chimiques et microbiologiques et, si nécessaire, d'effectuer des traitements correctifs.

L'utilisation de l'eau de pluie est une solution écologique qui demande néanmoins des précautions particulières (stockage à une température < 18 °C, filtration et protection contre la lumière et sécurité microbiologique par traitement).

Pour les humidificateurs d'air adiabatiques également, il faut veiller à une bonne hygiène de l'eau. Cette recommandation s'explique par le fait que, dans des conditions adiabatiques (étanches à la chaleur), l'eau utilisée pour humidifier l'air est acheminée sans apport d'énergie. L'eau est pulvérisée sous forme d'aérosols fins et absorbée par l'air. Ainsi, un phénomène d'évaporation de l'eau, et non de vaporisation, se produit. Pour des raisons de prévention de la santé et afin de préserver de bonnes conditions hygiéniques, les valeurs seuils indiquées dans le tableau 14-A pour l'eau des humidificateurs doivent être respectées dans l'installation d'humidification. De plus amples informations sur la qualité appropriée de l'eau dans les installations techniques du bâtiment sont disponibles dans SWKI BT102-01.

5.1.5 Mise en service ou remise en service

Avant la mise en service de toute installation de traitement d'air, il faut procéder à une première inspection d'hygiène selon SWKI VA104-01.

En effet, le risque de dissémination de microorganismes est particulièrement élevé après une période d'arrêt du système (exploitation intermittente, pause du week-end). Il faut donc éviter au maximum les phénomènes d'encrassement, d'entartrage, de prolifération biologique et de stagnation. Lors des travaux de vidange, nettoyage et désinfection, il faut, si possible, éviter un encrassement et/ou une contamination du bac collecteur d'eau.

Les installations à fonctionnement saisonnier doivent être vidées, débarrassées des sédiments, tartre et boues, puis séchées. Avant le redémarrage, il faut désinfecter et purger le système et vérifier l'état des filtres.

Des directives doivent être données aux responsables d'appareils pour qu'une vidange et un nettoyage-désinfection des bassins et circuits d'humidification soient effectués au moins une fois par an et après tout arrêt de plus d'un mois.

De même, les mesures de précaution nécessaires pour protéger la santé du personnel lors de l'exécution des travaux concernés doivent être définies et portées à la connaissance des personnes concernées. Le redémarrage d'une installation est un processus critique sur le plan sanitaire ! Plusieurs épidémies de légionellose sont survenues après la remise en service d'une installation. Par conséquent, il est recommandé d'effectuer un contrôle microbiologique de l'eau avant la remise en service.

Les indications dans SWKI VA104-01 doivent également être observées lors de l'exploitation et de la remise en service des installations. En complément des contrôles de l'eau, des contrôles de l'air (voir SWKI VA104-01 et module 17) sont également judicieux lors de la mise en service d'une nouvelle installation, après des réparations ou après des modifications de réglage d'un système.

5.1.6 Méthodes de traitement de l'eau des humidificateurs

En mode d'exploitation normale, aucun produit désinfectant chimique pour limiter le nombre de germes ne doit être ajouté à l'eau des humidificateurs d'air. En cas de rejet dans l'air ambiant, ces produits et leurs réactifs peuvent entraîner l'irritation des muqueuses ou causer des allergies. Selon le type d'appareil, une désinfection par UV-C entre en ligne de compte afin de garantir une exploitation hygiénique. Lorsque l'irradiation aux UV est mise en œuvre, elle doit être mise en place immédiatement avant l'humidification, car il s'agit d'un processus de désinfection sans effet prolongé.

5.1.7 Maintenance et surveillance

La vérification périodique des installations de traitement d'air est indispensable. Le protocole d'entretien doit indiquer la date des contrôles prévus (inspection, prélèvements, etc.) et les traitements à effectuer. L'inspection visuelle portera sur l'état des caissons, des batteries, des siphons et des canaux d'évacuation. Cette inspection permet éventuellement de constater la présence de tartre, de couches de biofilm, de boues et d'évaluer la turbidité et la couleur de l'eau.

Un personnel qualifié est indispensable pour assurer la maintenance des installations de traitement d'air. Si des problèmes spécifiques doivent être résolus, il est conseillé de faire appel au personnel de maintenance du fabricant ou d'une entreprise spécialisée.

Il faut procéder à des contrôles et à des inspections sanitaires réguliers conformément à SWKI VA104-01. Les contrôles sanitaires comportent au moins un examen visuel de l'installation de traitement d'air, un examen microbiologique indicatif et la documentation du contrôle sanitaire. Les inspections sanitaires comprennent au moins un examen visuel approfondi de l'installation de traitement d'air, des analyses microbiologiques et la documentation de l'inspection sanitaire.

Une teneur en germes élevée ou une concentration accrue de substances organiques sont des indicateurs de problèmes d'hygiène et/ou de maintenance. Il est important de préciser que les analyses microbiologiques relatives à *Legionella* spp. ne remplacent pas un programme de maintenance, mais qu'elles servent uniquement à contrôler son efficacité.

Il n'existe pas de corrélation entre la teneur totale en germes et la concentration de *Legionella* spp. dans l'eau d'une tour aéroréfrigérante ou d'un système d'humidification. De ce fait, il est judicieux de déterminer la teneur en bactéries mésophiles aéro-anaérobies et aérobies strictes, parallèlement à la concentration de *Legionella* spp.

5.1.8 Mesures correctives

Une inspection approfondie et des analyses microbiologiques sont nécessaires lorsque des anomalies ayant des conséquences potentielles sur l'hygiène de l'installation sont constatées lors de la surveillance ou si une installation est suspectée d'être à l'origine d'une flambée de cas de légionellose. Avant la vidange et le nettoyage du système, il faut effectuer des prélèvements au niveau des bassins (voir module 16), des sites humides suspects (frottis), voire du biofilm. L'identification des causes de la contamination permet de définir un plan d'assainissement. Avant la désinfection, il convient, dans la mesure du possible, d'enlever intégralement les boues, sédiments et substances organiques (voir également module 11).

5.2 Humidification décentralisée de l'air

Tous les appareils et installations de cette catégorie (humidificateurs d'air dans les habitations (appareils autonomes), installations de nébulisation dans les serres ou les étables, etc.) ont en commun le fait qu'ils doivent fonctionner avec une eau dont la température se situe dans la plage de température critique comprise entre 25 et 45 °C. Pour les utilisateurs de tels appareils, il est pratiquement impossible d'effectuer de manière autonome une analyse indiquant s'il existe un risque accru de prolifération de *Legionella* spp. et précisant les mesures nécessaires pour garantir une exploitation correcte du point de vue hygiénique. En revanche, tout utilisateur pourra attendre du fabricant ou du fournisseur de l'installation qu'il mette à sa disposition toutes les informations nécessaires pour utiliser l'appareil dans des conditions d'hygiène sûres. Malheureusement, dans la pratique, les informations et instructions écrites ne sont pas toujours fournies. Dans ce cas, il est conseillé au client/exploitant de l'installation de demander au fabricant ou au fournisseur de l'installation des informations écrites sur les points suivants :

- Les mesures appliquées par le fabricant pour faire en sorte que l'appareil ne présente aucun risque majeur en termes de *Legionella* spp.

- Les mesures à prendre lors de l'exploitation et de l'entretien/la maintenance de l'appareil pour éviter tout risque majeur lié à *Legionella* spp. (activités à mettre en œuvre, périodicité, types de produits de nettoyage et de désinfection à utiliser) De plus, le fabricant ou fournisseur de l'installation doit indiquer quelles sont les activités à confier à un spécialiste et quelles sont celles que le client peut lui-même effectuer.

D'une manière générale, la présence de revêtements boueux sur des parties en contact avec l'eau et l'air indiquent qu'il faut craindre une prolifération de *Legionella* spp. Une odeur de moisi qui se dégage de l'appareil ou de certains éléments peut également révéler une hygiène défaillante et une prolifération massive de bactéries. Si de telles situations sont constatées, l'appareil doit être mis hors service et désinfecté (nettoyage et désinfection selon les indications du fabricant).

6 Mesures préventives et opérationnelles pour les installations de traitement d'air ≤ 200 MW

Il convient d'observer la directive VDI 2047 « Garantir l'exploitation d'installations de refroidissement par évaporation dans le respect des règles hygiéniques » (feuille 2) de l'association des ingénieurs allemands (VDI). Cette directive contient des prescriptions pour les installations et appareils de refroidissement par évaporation actuels et à installer, dans lesquels l'eau coule, est pulvérisée ou entre en contact de toute autre manière avec l'air ambiant, à l'exception des tours de refroidissement à tirage naturel avec une puissance thermique supérieure à 200 MW. Dans ce cas, peu importe que l'eau refroidie soit utilisée comme fluide de refroidissement directement dans le processus ou que la chaleur de processus soit transmise sur un circuit de refroidissement à eau via un échangeur thermique à partir d'un circuit de refroidissement primaire. La feuille 2 de la directive VDI 2047 décrit non seulement les aspects d'hygiène lors de la planification, de la réalisation et de l'exploitation d'installations de refroidissement par évaporation, mais présente aussi un concept de formation des personnes responsables.

Les recommandations spécifiques relatives aux collectes d'échantillons sur des tours de refroidissement se trouvent également dans la brochure ci-après du Ministère du développement durable, de l'environnement, de la faune et des parcs du Québec, 2013 : « Protocole d'échantillonnage de l'eau du circuit des tours de refroidissement pour la recherche des légionelles, Québec, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec. » :
(http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/documents/publications/echantillonnage.htm)

6.1 Choix de l'implantation

Au stade de la conception d'un système de refroidissement, les spécialistes doivent se préoccuper de son impact potentiel sur les environs. En règle générale, l'air évacué doit être conduit au-dessus du toit, de telle façon qu'il ne puisse pas être réintroduit dans le bâtiment ou pénétrer dans un immeuble voisin. Il ne doit pas être dirigé vers des milieux confinés, des endroits très fréquentés ou à proximité de prises d'air de renouvellement d'autres installations de traitement d'air.

6.2 Qualité de l'air de renouvellement

Lors de la planification des dispositifs de ventilation et de climatisation, il faut surtout se soucier du bon emplacement de la prise d'air extérieur. Celle-ci doit être à l'abri des vents dominants et des éventuelles sources de pollutions chimiques et/ou biologiques. Une bouche d'aspiration située à plusieurs mètres du sol présente un moindre risque de pollution qu'une prise basse et/ou en saut de loup (accumulation des polluants).

Avant son entrée dans le dispositif d'humidification, l'air frais (ou l'air recyclé) doit être filtré (filtres actifs contre les bactéries et les moisissures, filtres avec une classe min. F7 selon EN 779 ou ePM1 ≥ 50 % selon ISO 16890 pour les cadres rigides en métal ou en bois). Il faut s'assurer que le montage des filtres est effectué correctement (sans fuite entre filtre et cadre) et que ces filtres sont remplacés régulièrement (recommandations du fabricant ou de la Société des Ingénieurs en chauffage et climatisation (SWKI)).

Une forte concentration de micro-organismes dans l'air extérieur (végétation abondante et humidité élevée) peut entraîner un colmatage et un endommagement de ces filtres ainsi qu'une contamination bactérienne ou fongique. Le filtre terminal doit avoir un indice d'efficacité élevé (ePM1 min. ≥ 50 % selon ISO 16890) et être situé le plus en aval possible dans le circuit.

6.3 Choix des matériaux

Dès la phase de planification, il convient de prévoir des matériaux non favorables au développement de la microflore, faciles à entretenir et résistants à la corrosion, aux températures élevées et aux produits désinfectants. Ainsi, pour les composants critiques tels que les bassins et les caissons des laveurs d'air, il est conseillé d'utiliser de l'acier inoxydable. Les machines et conduites doivent bénéficier de suffisamment de place pour être exploitées dans les meilleures conditions et pour pouvoir être contrôlées. Leur accès doit être garanti en toute sécurité.

6.4 Qualité de l'eau introduite dans le système

La directive « BT102-01 Qualité de l'eau dans les installations techniques du bâtiment » de la société suisse des ingénieurs en technique du bâtiment (SWKI) doit être observée.

L'eau potable est le meilleur choix du point de vue microbiologique. Pour les eaux de surface, de citerne ou autres sources non potables, il est indispensable de procéder à des contrôles physiques, chimiques et microbiologiques et, si nécessaire, d'effectuer des traitements correctifs. L'utilisation de l'eau de pluie est certes une solution écologique, mais cette eau est en général microbiologiquement fortement contaminée et peut contenir des agents pathogènes potentiels. C'est pourquoi les mesures de précaution suivantes sont requises : stockage à une température < 18 °C, protection contre la lumière, filtration et traitement microbiologique.

6.5 Mise en service ou remise en service

Il convient d'observer la directive VDI 2047 « Garantir l'exploitation d'installations de refroidissement par évaporation dans le respect des règles hygiéniques » (feuille 2) de l'association des ingénieurs allemands (VDI). Une vidange et un nettoyage des bassins et systèmes d'humidification de l'air doivent être effectués au moins une fois par an et après tout arrêt de plus d'un mois.

6.6 Méthodes de traitement de l'eau refroidie

Le tableau 14-B contient une vue d'ensemble des recommandations s'appliquant au traitement de l'eau des installations de refroidissement par évaporation.

Tableau 14-B Recommandations d'ordre général

Procédés	Recommandation
Utilisation de produits chimiques pour lutter contre la microflore	Si possible, renoncer à l'emploi de biocides. En cas de nécessité absolue, dosage de biocides permanent ou intermittent (biocides oxydants et/ou non oxydants)
Désinfection UV permanente	Possible/judicieuse selon l'installation. La désinfection avec rayons UV-C doit dans ce cas être installée directement en amont de l'humidification de la pièce.
Désinfection dans le cadre de travaux de nettoyage et de maintenance	A base de chlore
Utilisation d'anti-tartre et d'un inhibiteur de corrosion	Veiller à la compatibilité des produits avec le système de désinfection en continu

6.7 Maintenance et surveillance

La vérification périodique des installations de refroidissement par évaporation est indispensable. Si des anomalies ou des problèmes spécifiques apparaissent, il est recommandé de faire appel au personnel de maintenance du fabricant ou à une entreprise spécialisée.

Une teneur en germes élevée ou une concentration accrue de substances organiques révèlent des problèmes d'hygiène et/ou d'entretien. Il est important de préciser que les analyses microbiologiques relatives à *Legionella* spp. ne remplacent pas un programme de maintenance, mais qu'elles servent uniquement à contrôler son efficacité.

6.8 Mesures correctives

Une inspection approfondie et des analyses microbiologiques sont nécessaires lorsque des anomalies ayant des conséquences potentielles sur l'hygiène de l'installation sont constatées lors de la surveillance ou si une installation est suspectée d'être à l'origine d'une flambée de cas de légionellose. Avant la vidange et le nettoyage du système, il faut effectuer des prélèvements au niveau des bassins, des sites humides suspects (frottis) et des parties d'installation riches en biofilm. L'identification des causes de la contamination permet de définir un plan d'assainissement. Avant la désinfection, il convient, dans la mesure du possible, d'enlever intégralement les boues, sédiments et substances organiques (voir module 11).

7 Mesures préventives et opérationnelles pour les installations de refroidissement par évaporation > 200 MW

Pour l'exploitation d'installations de refroidissement par évaporation avec une puissance de refroidissement de plus de 200 MW, il faudrait prendre en compte la directive ci-après de l'Association des ingénieurs allemands (Verein Deutscher Ingenieure (VDI)) : VDI 2047 Blatt 3 « Sicherstellung des hygienegerechten Betriebs von Verdunstungskühlanlagen Kühltürme über 200 MW Kühlleistung ».

En France, un manuel sur les bonnes pratiques à mettre en œuvre pour lutter contre *Legionella* spp. dans les tours de refroidissement a été publié sur le plan national, qui fournit à son tour une aide sur le sujet : « Guide de bonnes pratiques / Legionella et Tours aéroréfrigérantes ; Ministère de l'économie, des finances et de l'industrie ; Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement ; Ministère de l'emploi et de la solidarité : juin 2001).

7.1 Emplacement

En règle générale, l'emplacement d'une installation de refroidissement par évaporation à haute puissance (> 200 MW) est défini par des aspects portant sur l'ensemble de l'exploitation. Toutefois, lors de la planification, de l'exploitation et de la surveillance, il faut tenir compte des possibles sources de dissémination de nutriments et de *Legionella* spp. dans l'environnement proche et dans d'éventuelles zones sensibles (ruelles étroites très fréquentées, hôpitaux, etc.).

7.2 Conception, matériau

La conception du système et le choix du matériau sont des facteurs importants pour lutter contre la prolifération de micro-organismes. Or, bien souvent, ce sont des aspects économiques qui limitent l'utilisation de matériaux les plus optimaux sur le plan de l'hygiène dans de grands systèmes. En outre, l'exploitation en dehors de la plage de température comprise entre 25 et 45 °C n'est pas efficace ou entraîne une augmentation de la consommation d'eau, déjà considérable.

L'installation doit donc être conçue de sorte qu'elle présente le moins possible de conduites annexes/systèmes difficiles à traiter ou mal irrigués. Lors de la planification, il faut également veiller à ce que les travaux de maintenance et de nettoyage puissent être effectués de manière correcte et efficace. Le séparateur de gouttes et le profil d'écoulement de la tour de refroidissement ou le tirage doivent être conçus de manière à réduire le plus possible le rejet d'aérosols et de gouttelettes.

7.3 Exploitation de l'installation

Le mode d'exploitation de l'installation de refroidissement par évaporation est un facteur important pour réduire le risque de *Legionella* spp. que présente une installation. L'exploitation d'une installation comprend différentes phases :

Exploitation performante / Exploitation normale : l'installation remplit sa fonction.

Arrêt / Veille : l'installation n'est pas en service, mais peut à tout moment être mise en service.

Révision / Maintenance : l'installation est vidangée et peut être nettoyée. Les composants et machines sont révisés.

Maintenance / Exploitation transitoire : l'installation est mise en service en dehors du mode d'exploitation normale car certains sous-systèmes ne sont pas disponibles (p. ex. mise en service de l'installation, dérangements).

7.3.1 Exploitation normale

Idéalement, les principaux paramètres d'exploitation doivent être surveillés par des outils en ligne et/ou des appareils de mesure avec enregistreur de données. Une base de données solide permet de mieux comprendre le comportement de l'installation, mais aussi le milieu ambiant où prolifèrent le biofilm et les micro-organismes. Sur la base des analyses, il est possible de définir des valeurs de référence pour l'exploitation de l'installation. Contrairement aux paramètres faciles à mesurer comme la température, la conductivité, la turbidité, la valeur pH, le potentiel d'oxydo-réduction, les micro-organismes sont plus difficiles à déterminer pour les exploitants d'installations. Seuls des laboratoires et entreprises qualifiés peuvent fournir des résultats fiables. Comme le montrent les contrôles de qualité externe et les mesures comparatives, la mise en évidence de *Legionella* spp. par rapport à d'autres bactéries est malheureusement entachée d'incertitudes relativement importantes. Une installation de refroidissement par évaporation de grande dimension comporte souvent d'importantes différences microbiologiques dans les différentes parties en contact avec l'eau, ce qui complique l'obtention de mesures pertinentes et d'une base de données solide. Une surveillance efficace des concentrations en *Legionella* spp. repose nécessairement sur des déterminations multiples (par ex. triple détermination) et des prélèvements effectués en différents endroits et à différents moments.

La fréquence des prélèvements doit être adaptée en fonction du risque d'infection à *Legionella* spp. Si l'on est certain que *Legionella* spp. peut facilement se nicher et proliférer dans le système et qu'une menace existe pour l'environnement, des analyses plus fréquentes sont nécessaires. Les analyses réalisées moins de quatre fois par an (chaque trimestre) pour le contrôle de *Legionella* spp. et des germes aérobies mésophiles dans l'eau refroidie doivent être justifiées ou décidées sur la base des résultats d'une investigation approfondie. Des contrôles hebdomadaires ou au minimum mensuels sont généralement admis et recommandés pour les grandes installations de refroidissement par évaporation avec tours de refroidissement. En mode d'exploitation normale, il est nécessaire de traiter l'eau refroidie afin de pouvoir maîtriser la prolifération de *Legionella* spp. (voir « Mesures correctives »).

7.3.2 Arrêt

A l'arrêt, il y a un risque de dégradation de la surveillance de l'état du système. Or, il est important de réduire le plus possible le potentiel de développement des micro-organismes et de *Legionella* spp. même lorsque l'installation est à l'arrêt. Les températures de l'eau refroidie doivent être maintenues le plus bas possible. Un bon état hygiénique du système peut être obtenu par des nettoyages et des désinfections de base supplémentaires.

7.3.3 Révision / Maintenance

Toute installation de refroidissement par évaporation doit faire l'objet d'une maintenance périodique et d'un nettoyage complet. Quels que soient la taille et le type de l'installation, la nécessité d'effectuer tous les ans une vidange et un nettoyage complets s'est imposée comme la norme. La maintenance permet également de contrôler les matériaux et les systèmes installés et/ou de remplacer les composants défectueux. Lors du nettoyage, il faut veiller à vidanger et à nettoyer tous les systèmes. Une nouvelle contamination bactériologique rapide des conduites, grilles ou gaines embouées est tout à fait possible. Pendant la maintenance, il est important d'inspecter les séparateurs de gouttes et les systèmes installés.

7.3.4 Mise en service / Dérangement

Une installation ne doit être mise en service que si elle se trouve dans un état hygiénique irréprochable. Pendant la mise en service ou en cas de dysfonctionnements, certains systèmes peuvent ne pas fonctionner de manière optimale et entraîner un fonctionnement inhabituel de l'installation. En

fonction de la nature et de la durée du mode de maintenance, il est recommandé de surveiller l'état hygiénique de l'installation en procédant à des mesures de contrôle supplémentaires.

7.3.5 Surveillance

En raison des difficultés posées par le prélèvement et l'analyse de *Legionella* spp., la surveillance de *Legionella* spp. dans l'eau évaporée ou dans l'air extrait ne permet pas de démontrer que l'installation de refroidissement par évaporation ne présente aucun risque d'infection à *Legionella* spp.

Les émissions dépendent à la fois du volume de gouttelettes et de la puissance de ventilation. Cependant, on ne sait pas si cela influe sur la teneur en *Legionella* spp. de l'air extrait et donc sur le risque d'infection. Des données fiables qui permettraient de définir un mode d'action spécifique font défaut. Il est donc difficile de proposer un traitement judicieux de l'air extrait, par exemple avec des UV, des filtres ou d'autres moyens.

Dans les grandes tours de refroidissement à tirage naturel, le traitement de l'air extrait n'est techniquement pas possible, en raison du débit d'air qui, sur ce type d'installations, peut atteindre 25 000 m3/s, voire davantage.

7.3.6 Mesures correctives

En mode d'exploitation normale, deux approches existent pour la gestion d'une qualité d'eau refroidie conforme aux normes d'hygiène. Ces deux approches peuvent être utilisées en alternance :

a) Le dosage continu de biocides permet de limiter la concentration en *Legionella* spp. et la contamination bactériologique de l'eau refroidie. Selon le type et la concentration du produit, la formation du biofilm sur les surfaces du système peut également être évitée. Sur les installations de grande taille, l'efficacité de cette méthode est fortement atténuée par les quantités considérables de biocides à utiliser et par les conditions en vigueur en matière de déversement.

b) L'emploi de biocides oxydants (hypochlorite, chlore gazeux, ozone, peroxydes) utilisés en dosages de choc peut permettre d'atteindre, dans un circuit d'effluents fermé, des concentrations de biocides nettement plus élevées dans le système. De tels dosages exigent une préparation et une surveillance de qualité.

Exemple « eau de Javel » :

En cas d'emploi d'une solution d'hypochlorite de sodium (solution d'eau de Javel), la valeur du pH de l'eau refroidie doit si possible être réglée sur 7.0 pendant la durée du traitement, afin d'optimiser l'efficacité du dosage de choc. Des valeurs pH inférieures sont déconseillées et ne sont pas pertinentes en raison de la formation de composés volatils chlorés (p. ex. chlore gazeux). Des valeurs pH plus élevées réduisent l'efficacité du traitement.

La surveillance du taux de décomposition du chlore actif permet d'une part de respecter les conditions applicables en matière de déversement dans la canalisation ou dans le cours d'eau récepteur. D'autre part, la capacité d'absorption de chlore donne de précieuses informations sur l'état du système : sur les systèmes propres, elle sera beaucoup plus faible que sur des systèmes emboués ou contaminés par des substances organiques.

Les tours de refroidissement par évaporation performantes varient selon le type de construction et le mode d'exploitation. En raison de la complexité des sédiments et des biofilms ainsi que des interactions entre les différents composants (matériaux, substances dissoutes, pH de l'eau, produits ajoutés), il n'est pas possible de définir un standard de mesures correctives qui s'applique en général. Certes, il existe des valeurs indicatives pour les mesures d'éradication de *Legionella* spp. issues d'autres domaines, comme p. ex. un traitement de l'eau avec au moins 5 mg/L de chlore résiduel pendant une durée de 5 heures ou avec 25 mg/L pendant 2 heures. Toutefois, ces méthodes ne sont pas applicables - ou seulement dans certaines conditions - pour le traitement de l'eau dans de grandes installations de refroidissement par évaporation avec circuit d'eau refroidie ouvert. En effet, pour de telles installations, non seulement le choix du produit, mais aussi le dosage et le maintien de la concentration nécessaire à l'exploitation sont délicats.

Il convient de tenir compte de la corrosivité et de la toxicité des substances utilisées et de leurs produits de réaction. De même, les dispositions légales relatives au déversement dans l'environnement doivent systématiquement être respectées. Les méthodes de traitement adaptées doivent donc toujours être définies et déterminées selon le type d'installation.

Références

- Bentham RH. Routine sampling and temporal variation of Legionella concentrations in cooling tower water systems. In: ASM Press, editor. Legionella. Washington, D.C.: 2002: 321-324.
- Health and Safety Executive. Legionnaires' Disease: The control of Legionella bacteria in water systems. Approved code of practice and guidance. L8. HSE Books, 2000.
- Members of the European surveillance scheme for travel associated Legionnaires' disease, European Working Group for Legionella Infections. European guidelines for control and prevention of travel associated Legionnaires' disease. 2005.
- Ministère de l'emploi et de la solidarité, Ministère de l'économie dfedl, Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement. Guide des bonnes pratiques : Legionella et tours aéroréfrigérantes. 1-48. 2001.
- Miquel PH, Haeghebaert S, Che D, Campese C, Guitard C, Brigaud T et al. Epidémie communautaire de légionellose, Pas-de-Calais, France, novembre 2003-janvier2004. Bulletin Epidémiologique Hebdomadaire 2004;(36-37):179-181.
- Rouil L, Gardenas G, Marcel F. Evaluation de la propagation atmosphérique d'aérosols potentiellement contaminés lors de l'épidémie de légionellose de la région de Lens. Bulletin Epidémiologique Hebdomadaire 2004;(36-37):182-184.
- Société suisse des ingénieurs en technique du bâtiment (SICC). Directive SWKI BT102-01:2012 « Qualité de l'eau dans les installations techniques du bâtiment ».
- Société suisse des ingénieurs en technique du bâtiment (SICC). Directive SWKI VA104-01:2006 « Exigences hygiéniques pour les installations et appareils aérauliques pour l'utilisation des filtres dans les installations aérotechniques ».
- Verein Deutscher Ingenieure (VDI): Richtlinie VDI 2047 Blatt 2:2015 « Sicherstellung des hygienegerechten Betriebs von Verdunstungskühlanlagen ».
- Verein Deutscher Ingenieure (VDI): Richtlinie VDI 2047 Blatt 3:2018 « Sicherstellung des hygienegerechten Betriebs von Verdunstungskühlanlagen Kühltürme über 200 MW Kühlleistung ».