

Maîtrise du risque légionelles: une approche globale reste incontournable

Par Christophe Bouchet

En réseau d'eau chaude sanitaire comme en tour aéroréfrigérante, la maîtrise du risque légionelles passe d'abord par un respect des bonnes pratiques en matière de conception, de gestion, de maintenance et d'exploitation des équipements. Les réponses curatives n'étant pas, par définition, pérennes, l'établissement d'une démarche globale englobant tartre, corrosion et biologie reste incontournable. À la clé, une bonne maîtrise du risque sanitaire sur le long terme et des coûts d'exploitation optimisés.

ABSTRACT

Controlling the risk of Legionella: a global approach remains unavoidable.

For sanitary hot water networks and cooling towers, controlling the risk of Legionella first requires compliance with best practices

in terms of equipment design, management, maintenance and operation. As curative responses are not, by definition, durable, the implementation of a global approach encompassing scale, corrosion and biology, remains unavoidable. At stake, correct long-term control of health risks and optimised operating costs.

Identifiée pour la première fois en 1977, on attribue couramment à *Legionella* et notamment à *Legionella pneumophila* des cas d'infection respiratoire en relation avec des systèmes d'eau artificiels défectueux ou mal entretenus, notamment des tours de refroidissement ou des condensateurs à évaporation en rapport

Analyse: des méthodes complémentaires pour répondre à tous les besoins

Les gestionnaires de réseaux d'eau chaude sanitaire ou de tours aéroréfrigérantes sont soumis à une obligation d'identification et de dénombrement du genre *Legionella* spp. Pour les ERP et établissements de santé, l'analyse est obligatoire une fois par an aux points d'usage représentatifs des réseaux d'eau chaude sanitaire. Pour les tours aéroréfrigérantes, elle est obligatoire une fois par mois en cas d'autorisation, ou tous les deux mois en cas de déclaration.

Depuis le 1^{er} janvier 2012, les laboratoires doivent être accrédités pour le paramètre légionelles, alors qu'auparavant, la participation à des essais inter-laboratoires suffisait à prouver l'aptitude du laboratoire.

Deux techniques de dénombrement normalisées AFNOR sont à ce jour disponibles: la technique de culture (NF T90-431 révisée en 2014) et la technique par PCR (NF T90-471). La réglementation impose l'utilisation de la méthode par culture. Mais le rendu des résultats nécessite un délai de 8 jours après la mise en culture même si des résultats intermédiaires peuvent être rendus au bout de 3 à 5 jours. Un délai qui pose problème dans certains cas. Par ailleurs, les différentes formes de *Legionella* potentiellement présentes dans l'eau ne sont pas prises en compte par cette méthode qui ne permet de dénombrer que les

Legionella libres, viables et cultivables, dans les échantillons d'eau. D'où l'intérêt de la technique par PCR (XP T90-471 en cours de révision) qui, parce qu'elle permet d'obtenir des résultats rapides, peut permettre de



mettre en place des actions de prévention et d'investigation en complément de la méthode par culture.

Consultée, l'ANSES a émis un avis en 2011. En situation de routine, l'agence recommande de laisser le choix au gestionnaire d'utiliser la méthode par culture ou la méthode par PCR. En cas de dépassement des valeurs cibles réglementaires, lorsque l'analyse aura été réalisée par PCR, l'agence préconise une mise en culture de l'échantillon pour disposer de la souche dénombrée en vue d'analyses complémentaires. En

situation d'urgence, elle recommande d'utiliser la méthode par PCR en précisant que ce dénombrement doit, dans ce cas, être complété par la mise en culture d'une partie des échantillons prélevés pour confronter les souches lorsqu'elles sont disponibles.

Au plan pratique, deux méthodes PCR certifiées Afnor sont commercialisées. Bio-Rad a développé une gamme de 4 kits pour la détection ou la quantification de *Legionella* spp ou de *Legionella pneumophila*. Les résultats peuvent être obtenus en quatre heures, comprenant la filtration d'échantillons, l'extraction de l'ADN, l'amplification PCR spécifique et les analyses de données. 94 échantillons peuvent être testés en même temps. Une large gamme d'échantillons a été validée, y compris l'eau des tours de refroidissement, les systèmes d'eau chaude sanitaire, les spas etc. Des protocoles ont aussi été développés sur des échantillons de biofilm et d'aérosol.

Pall Genedisc Technologies propose de son côté une réponse en trois heures de détection et quantification de *Legionella pneumophila* et *Legionella* spp. Elle utilise les plateformes semi-automatisées d'extraction GeneExtract et d'analyse GeneDisc Cyclor.

À noter que BioMérieux a également développé un kit *Legionella* baptisé Slidex pour l'identification de *Legionella pneumophila* et anisa isolées dans des eaux environnementales.

avec l'air conditionné ou le refroidissement industriel, les systèmes d'eau froide et chaude dans les bâtiments publics et privés, et les bains à remous.

Les légionelles sont présentes à l'état naturel dans les eaux douces telles que lacs et rivières mais aussi dans les sols humides. À partir de leur milieu naturel, elles peuvent facilement coloniser des milieux hydriques artificiels dès lors que les conditions de leur développement se trouvent réunies.

La prévention du risque lié aux légionelles est donc essentielle, à l'intérieur des bâtiments, en réseaux d'eau chaude sanitaire (ECS) comme pour les installations de refroidissement par dispersion d'eau dans un flux d'air, plus communément appelées tours aéroréfrigérantes (TAR).

Avant tout, prévenir et miser sur le préventif

En France, la prévention du risque lié aux légionelles à l'intérieur des bâtiments est encadrée par plusieurs textes qui s'imposent aux gestionnaires d'immeubles d'habitation, de locaux de travail et d'établissement recevant du public (ERP). Ces textes imposent aux propriétaires de réseaux la mise en place de toutes les mesures nécessaires à la distribution d'une eau respectant les références de qualité au niveau de l'ensemble des points d'usage. Ils concernent aussi bien les réseaux anciens, souvent difficiles à exploiter du fait d'extensions successives, que les réseaux neufs, susceptibles d'être rapidement colonisés. Dans

les ERP, la surveillance des installations intègre obligatoirement la mesure régulière de la température de l'eau chaude sanitaire et la réalisation de campagnes d'analyses de légionelles. Des dispositions spécifiques concernent par ailleurs les établissements touristiques tels que les hôtels, campings,... ou les Spas.

Les tours aéroréfrigérantes font également l'objet depuis 2004 d'une réglementation et d'un contrôle spécifique, notamment au titre des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). Ces dispositions ont été modifiées au 1^{er} janvier

2014 suite à l'abandon du régime de l'autorisation pour les installations les plus puissantes et à la modification des seuils de gestion quant à la contamination des installations par les légionelles.

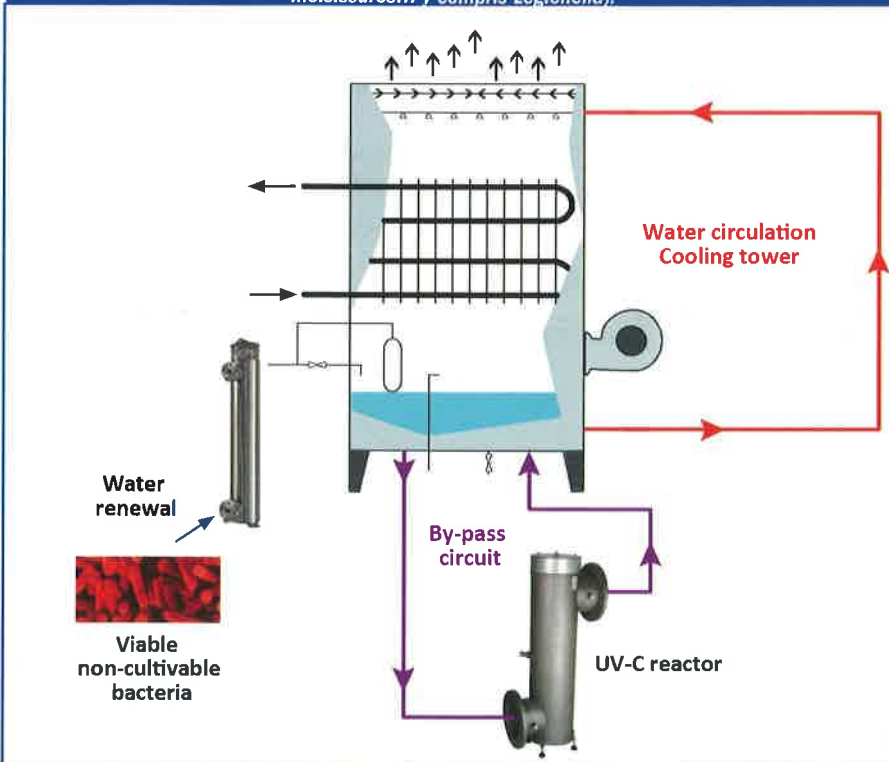
L'évolution de la réglementation dans un sens plus restrictif a permis de limiter les alertes légionelles qui sont en France, dans la majorité des cas, reliés à la présence de tours aéroréfrigérantes contaminées.

Pourtant, aller au-delà des contraintes réglementaires s'impose naturellement pour maîtriser correctement le risque légionnelles. Assurer une bonne exploi-



Arlonic a conçu une solution intégrée de traitement de l'eau des tours aéroréfrigérantes sans adoucissement ni produits chimiques. En traitant l'eau d'appoint et le bassin de la tour en continu, cette solution agit conjointement sur le tartre, le biofilm et les bactéries.

Basés sur un procédé de destruction des bactéries par rayonnement UV-C, les réacteurs BIO-UV sont efficaces pour abattre de façon instantanée toutes les bactéries présentes dans l'eau, y compris la légionnelle. En effet, le soleil émet une lumière invisible : les ultraviolets. Ce phénomène naturel est reproduit à l'intérieur des réacteurs BIO-UV grâce à des lampes puissantes, issues des dernières technologies, qui émettent des rayons UV-C. Les UV, dans leur rôle de désinfection, à une longueur d'ondes de 254 nanomètres, vont éradiquer les micro-organismes (virus, bactéries, algues, levures, moisissures... y compris *Legionella*).



tation et une maintenance correcte des équipements repose sur des règles assez simples. Pour les circuits ECS, on veillera à choisir dès la conception, des matériaux adéquats comme le PVCc ou le cuivre, à soigner les circuits hydrauliques en respectant les préconisations des guides de bonnes pratiques, à éviter la stagnation en supprimant les bras-morts, en surveillant l'équilibrage du réseau, en purgeant les points d'usage peu utilisés, à maintenir les températures aux niveaux nécessaires pour éviter tout développement (55 °C en départ de production, et 50 °C en tout point du circuit) et à procéder à des vérifications régulières en différents points du circuit. L'hydraulique de la distribution, la maîtrise de la température, la qualité d'eau sont les facteurs essentiels à surveiller. Pour les circuits de tours aéroréfrigérantes comme pour l'eau chaude sanitaire, outre un suivi attentif des différents paramètres analytiques, il faut d'abord lutter contre la corrosion et l'entartrage qui favorisent la prolifération des microorganismes. « L'habitat privilégié des légionelles, ce sont les dépôts, indique Thierry Robert, expert circuits de réfrigération chez GE Water & Process Technologies France. Donc, limiter les dépôts, c'est limiter les risques ». Disper-

sant, antitartre et inhibiteurs de corrosion permettront de limiter les problèmes. Les adoucisseurs, à la condition d'être bien installés et bien exploités ont également fait leurs preuves. Tout comme, en alternative, certains équipements électro-



Bello Zon[®] CDVc de Prominent produit du dioxyde de chlore de 1 à 2 000 g/h. L'efficacité du ClO₂ ne dépend pas du pH, contrairement à celle du chlore avec un pH qui doit se situer entre 4 et 10.

Un moniteur de contrôle de biofilm

Les biofilms peuvent se former sur pratiquement n'importe quelle surface non couverte, dans un environnement aqueux non stérile à savoir partout où se trouve une source d'eau comme dans les systèmes de refroidissement ou de chauffage, les zones de baignade et les systèmes de purification d'eau potable. Ces biofilms peuvent causer de nombreux problèmes parmi lesquels le développement et la prolifération de bactéries dangereuses comme la légionellose, la corrosion et la réduction de transfert thermique. Les capteurs de contrôle de Biox contrôlent le réseau et déclenchent une alarme quand les conditions sont réunies pour permettre la croissance d'un biofilm. Un biofilm se développe sur le capteur Biox, encouragé par la stimulation électrique. Le biofilm peut alors être détecté et l'action corrective peut être prise pour le maîtriser et le faire disparaître.



Le Biox peut être utilisé pour automatiquement provoquer ou modifier le dosage d'un produit chimique, comme pour alerter des opérateurs afin qu'ils prennent les mesures appropriées. Il est peu coûteux, facile à utiliser et peut être un outil essentiel dans le contrôle de l'efficacité du dosage du biocide dans de nombreux domaines d'application, incluant les tours de refroidissement des hôpitaux, les grandes installations de loisirs, les piscines et les spas.

« Le Biox est une méthode avancée dans les systèmes de monitoring et prouvée qui contrôle la formation de biofilm, assure Hafid Belmo, responsable en charge pour la distribution chez Diogeme. Il peut être utilisé sur n'importe quel réseau d'eau susceptible d'être confronté au développement de biofilm. Biox dispose également de particularités uniques telles le contrôle à distance et le contrôle des procédures du traitement de l'eau, les deux pouvant faire des économies sur les frais de main-d'œuvre et des coûts de fonctionnement de manière significative ».

magnétiques et procédés électrolytiques. Ces procédés physiques, détartrants et/ou antitartres, proposés par Aquabion, Arionic, EFI ou ISB Water reposent sur des principes différents. Le principe de fonctionnement du New Ionic d'Arionic, par exemple, repose sur le passage forcé de l'eau à travers un champ magnétique contrôlé. La fréquence magnétique induite provoque des modifications sur les ions du calcaire et sur la tension superficielle de l'eau. Le changement d'état des ions Ca²⁺ et CO₃ favorisent une cristallisation du calcaire sous forme aragonite, forme non-agrégante du calcaire. Le changement de tension superficielle

L'ATP-métrie: un outil complémentaire

L'ATP-métrie quantitative n'a pas vocation à renseigner précisément sur le niveau de concentration en germes pathogènes. Car si la connaissance du niveau réel de risque implique de recourir aux méthodes de dénombrement spécifiques (voir encadré 1), la mesure de l'ATP permet cependant d'évaluer un risque potentiel. Elle constitue à ce titre une méthode précieuse pour mettre en évidence rapidement, et sur site, des niveaux de contamination différents et ainsi identifier ainsi les points critiques. Outre les concentrations d'ATP mesurées, les variations observées dans le cadre d'un suivi régulier, permettent également de détecter d'éventuelles dérives et d'engager rapidement des actions correctives. Le coût de la mesure, 5 fois plus faible que les techniques analytiques normalisées, ouvre en effet la voie à une multiplication des prélèvements.

Les kits Quench-Gone™ Aqueous (QGA™) ou Quench-Gone™ Industrial (QG21™) développés par LuminUltra Technologies et commercialisés en France par Aqua-Tools permettent par exemple de quantifier des microorganismes à travers l'ATP intracellulaire dans les échantillons issus de réseaux ECS, de

tours de refroidissement et d'eaux de process. Le principal intérêt de cette technique, c'est sa réactivité qui permet d'anticiper les dérives et donne ainsi la possibilité de vérifier l'efficacité des traitements sur l'ensemble des micro-organismes, les bactéries viables cultivables et les bactéries viables non cultivables.

Pour Sébastien Pottier d'Arionic, l'ATP-métrie a changé la perception des clients vis-à-vis des procédés de traitement. « Nous pouvons maintenant prouver immédiatement et in situ l'efficacité du traitement sur le biofilm et les bactéries. C'est un nouvel outil dont l'efficacité, indéniable, permet de détecter des anomalies de qualité d'eau. Nous utilisons l'ATP-métrie en milieu hospitalier pour cibler les zones de contamination dans les réseaux (colonnes montantes, points terminaux,...). Dans le cadre du suivi microbiologique hebdomadaire des tours de refroidissements,

l'ATP-métrie quantitative a donné une plus grande réactivité et une meilleure fiabilité que l'analyse de flore totale. Une fois adoptée par les opérateurs du site, l'ATP-métrie devient l'indispensable outil de mesure des risques de développement microbiologique permettant des actions correctives immédiates ».



Le kit QGA est un des indicateurs de suivi des circuits d'eau de refroidissement sur la base du plan d'entretien destiné à s'assurer de l'efficacité des moyens mis en œuvre avec la définition de valeurs seuil et d'actions à mener sur initiative de l'exploitant en cas de dépassement.

D.R.

engendrer un effet curatif de désincrustation du tartre existant et de déstabilisation du biofilm pour obtenir son décollement. Ce procédé permet donc de maîtriser efficacement la qualité microbiologique des réseaux d'eau et



La gamme de réacteurs UV-C FZI de RER est spécialement conçue pour la désinfection, purification et stérilisation des eaux en applications industrielles et collectives.

des tours de refroidissement, sans apport de produits chimiques. Pour valider le bon fonctionnement du traitement, Arionic utilise l'ATP-métrie pour un suivi microbiologique rapide et efficace. Enfin, Arionic a développé Ecostimum, un service d'accompagnement pour le suivi à distance du fonctionnement du traitement des tours aéroréfrigérantes. Cette assistance propose un cadre de réalisation du suivi réglementaire sur le terrain qui valide de

manière hebdomadaire l'efficacité du traitement et intervient sur le site à une fréquence adaptée aux besoins du client.

ISB Water se démarque des matériels magnétiques ou catalytiques en proposant un procédé reposant sur trois principes : une électrolyse galvanique, un dimensionnement propre à créer des hyper-turbulences pour extraire les gaz dissous ce qui permet de freiner la corrosion

et de favoriser la précipitation du calcaire sur des anodes de zinc, et des phénomènes d'encapsulation du calcaire autour de ces molécules de calcaire en suspension dans l'eau. Mise en œuvre sur la Communauté Urbaine de Strasbourg et chez plusieurs bailleurs sociaux, la solution, économique, a fait ses preuves (Voir EIN n° 376). Bien entendu, la mise en œuvre est essentielle. Benoît Grigaut, ISB Water, souligne « L'importance de réaliser un diagnostic précis des

Le module prémonté de javellisation Javelpack de Clr (ici 10 litres avec rétention) est généralement couplé avec un analyseur de chlore qui régule (sur une boucle courte) afin d'obtenir un point de consigne précis sur un tronçon de canalisation du circuit.



Clr

installations de production, de stockage et de distribution d'eau. Ce diagnostic doit s'attacher à mettre en évidence les points critiques, c'est-à-dire les causes et les lieux probables de dégradation de la qualité de l'eau ».

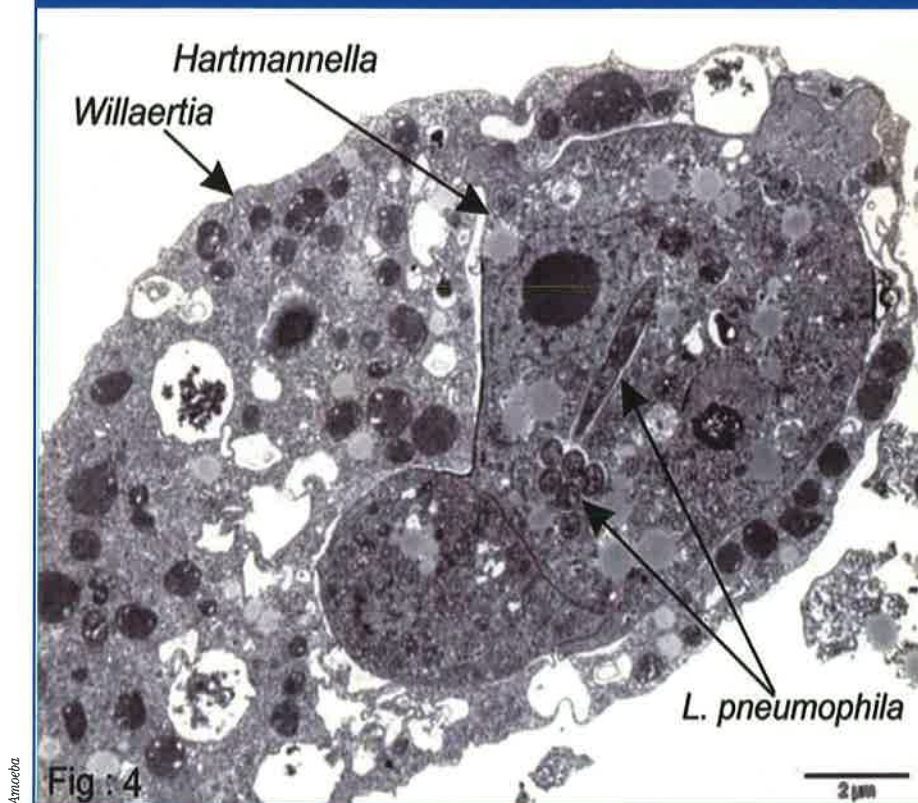
Développée par RC-Lux, la technologie Behring combine de son côté une dissociation des amas bactériens par cavitation hydrodynamique avec un traitement UV spécifique aux débits d'eau intermittents. Le cavitateur dissocie les amas bactériens de 100 microns en petites particules, voire en bactéries isolées qui deviennent ainsi sensibles aux traitements UV ou chimiques



Buckman Laboratoires

Oxamine® de Buckman Technologies permet de réduire les volumes d'eau de Javel utilisés. En effet, la demande en monochloramine des circuits d'eau est entre 5 et 20 fois plus faible qu'avec un biocide oxydant classique.

Le biocide développé par Amoeba repose sur deux nouvelles souches d'amibes de l'espèce *Willaertia magna*, qui, au contraire des autres espèces, phagocytent les légionelles ainsi que d'autres espèces d'amibes libres considérées comme des vecteurs de légionelles.



(Voir EIN n° 334). La technique est actuellement mise en œuvre dans le cadre de fontaines sécurisées dédiées aux établissements de santé et aux lieux publics.

Autre traitement préventif qui tend à se développer en réseaux ECS comme en TAR, les UV qui concernent les eaux d'apports comme les eaux en circulation. BIO-UV développe des réacteurs émettant des rayons UV-C à une longueur d'ondes de 254 nanomètres, capables d'éradiquer les virus, bactéries, algues, levures, moisissures... y compris *Legionella*, *Cryptosporidium*, *Giardia* et *Toxoplasmes*. Bio-UV dispose de nombreuses références en TAR (Picard Surgelés, Mc Cain ou Aréva) ainsi qu'en réseau ECS (Stade de Béziers (34), Etablissements communaux de Hyères (83), Prison d'Arles (13)...etc.

Abiotec UV, Afig'eo Engineering, UVGermi, RER, Xylem ou encore Evoqua Water Technologies développent également des stérilisateurs UV adaptés au problème de contamination des réseaux par *Legionella pneumophila*. Les UVc inactivent ou détruisent, selon les doses transmises, les légionelles. La dose UV nécessaire à l'élimination de 90 % des *Legionella pneumophila* est de 12 mJ/cm². Mais pour détruire parfaitement toutes les souches de légionelles et toutes les bactéries pathogènes pour l'homme, UVGermi préconise des doses

UV allant de 40 à 60 mJ/cm². R.E.R travaille également au-delà de 40 mJ/cm² et préconise en premier lieu une destruction bactérienne par un traitement UVC global en entrée d'usine sur eau froide (légionelle moins abondante), ainsi qu'un traitement continu et adapté à chaque débit de boucle d'eau chaude, permettant une destruction continue du relargage partiel des biofilms. Reste que pour mener à bien la lutte ou la prévention contre les infections par des légionelles, il faut obligatoirement s'attaquer à l'origine du problème, c'est-à-dire au biofilm. D'où la nécessité d'associer les UV

avec une désinfection systémique, rémanente, capable de protéger les parties éloignées du point d'application et de s'attaquer au biofilm, par exemple avec un bio-dispersant. À noter que les UV sont également utilisés en curatif de façon généralement plus ciblée.

Mais ces mesures simples ne suffisent pas. Au-delà des analyses réglementaires, un contrôle régulier de la biomasse totale, par exemple par ATPmétrie, permet de disposer du signal d'alarme le plus précoce en cas de prolifération de micro-organismes dans une installation pour être en mesure de réagir immédiatement et de traiter. L'objectif est de corriger une situation constituant un facteur de risque.

Corriger une situation constituant un facteur de risque

Les actions curatives correspondent aux traitements momentanés qui sont devenus nécessaires suite à la mise en évidence de concentrations excessives en légionelles. Le niveau d'action est activé lorsque la concentration atteint 1 000 UFC/litre. Un traitement doit alors être mis en œuvre. Trois familles de traitement sont mises en œuvre. Les procédés physiques consistent le plus souvent à élever la température du réseau d'eau chaude jusqu'à +70 °C pendant plusieurs minutes jusqu'aux points de puisage. Charot propose par exemple des procédés de production d'eau chaude sanitaire permettant d'effectuer un traitement thermique préventif et curatif de l'ECS dans les

Tour aéroréfrigérantes : de nouvelles règles

La rubrique 2921 relative aux installations de refroidissement évaporatif par dispersion d'eau dans un flux d'air a été modifiée par le décret du 14 décembre 2013. Désormais, le champ de définition d'une TAR n'est plus soumis à la distinction circuit fermé/non fermé. Toutes les installations classées sont soumises aux mêmes obligations qu'elles soient équipées d'un système de refroidissement fermé ou pas. Le régime d'une installation est fonction de la puissance thermique maximale présente sur un site. Les installations font moins de 3 000 kW sont soumises au régime de déclaration de contrôle périodique applicable depuis

le 1^{er} juillet 2014. Celles qui excèdent 3 000 kW sont soumises au régime d'enregistrement applicable depuis le 1^{er} janvier 2014. C'est la somme des puissances installées sur un site qui détermine le régime applicable.

La réglementation prévoit également de nouvelles obligations en matière d'aménagement, d'entretien et de surveillance des tours de refroidissement, notamment l'utilisation accrue du carnet de suivi, dont le non-respect peut être cause de non-conformité. Elle prévoit également la mise en œuvre d'un traitement préventif de

l'eau à effet permanent ainsi que le nettoyage préventif de la tour de refroidissement au moins une fois par an.



Le Spectrus TD1100E de GE Water & Process Technologies est un biocide non oxydant non conventionnel qui incorpore une nouvelle technologie permettant de cibler directement le biofilm en favorisant la pénétration des dépôts bactériens.

GE Water & Process Technologies



domaines collectifs, tertiaires et domestiques. Le principe de base de ces traitements repose sur une élévation de la température de l'eau à 70° en tout point du réseau de manière à détruire instantanément les légionelles, *Pseudomonas* et autres bactéries qui ne peuvent survivre à cette température.

Le procédé Pastormaster® (plus de 1000 références) assure la production et la pasteurisation de l'ECS par l'intermédiaire d'un préparateur semi-instantané alimenté en fluide primaire 80 °C ou 90 °C. La température de l'E.C.S est portée à plus de 70 °C pendant plusieurs minutes. Avant d'être délivrée dans le réseau, l'eau transite par une unité de transfert qui abaisse automatiquement l'eau à la température souhaitée (55 °C). Le Pastorgaz® est une variante dotée d'un corps de chauffe gaz. Quant au procédé Stéril'inox, il permet un traitement similaire en associant un échangeur à plaques permettant de monter à 70° avec un ballon doté d'un serpentín à l'intérieur duquel l'eau froide, qui entre dans le réseau, permet de ramener la température de l'eau de 70 à 55 °C.

Charot commercialise également depuis le mois de septembre dernier un procédé thermique permettant un traitement de l'eau chaude mais aussi de l'eau froide. Le Pastorclean® repose sur le brevet Caleffi France "système Carlier-Meskel". Il se compose d'un échangeur à plaques qui permet de porter en tout point du réseau la température de l'eau à 70 °C. Un ballon de chambrage assure le maintien de cette température durant 5 minutes au moins pour garantir la destruction de toutes les bactéries. À la sortie de ce ballon de chambrage, la frac-

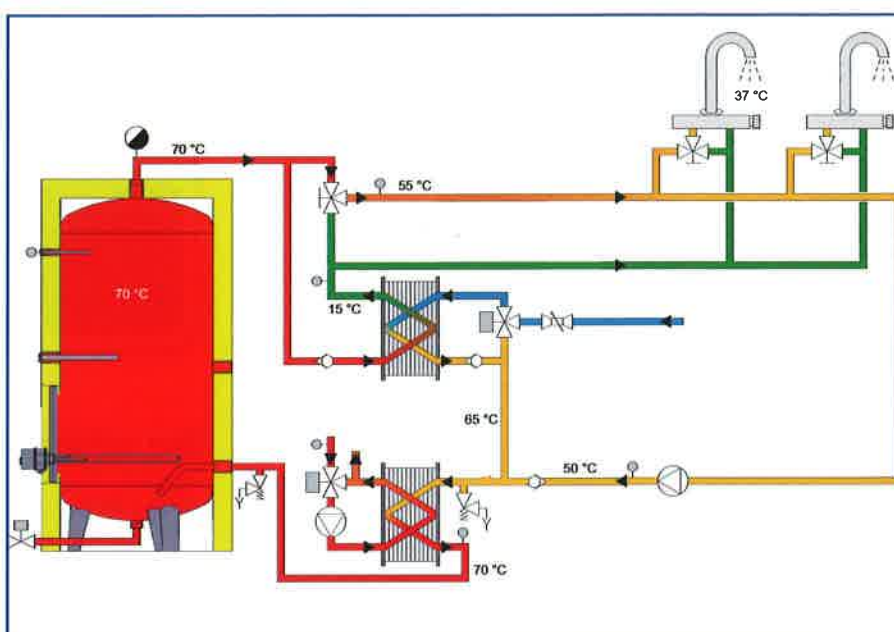
tion de l'eau destinée à être refroidie passe dans un échangeur de refroidissement dans lequel circule l'eau froide qui entre dans l'installation. « On assiste donc à un échange qui s'opère au sein d'une unité de transfert entre l'eau froide du réseau et l'eau chaude qui sort du ballon, explique Alain Bornier, Responsable technique chez Charot. De cette manière, on récupère les calories que l'on a dépensées pour chauffer l'eau à 70° au lieu de la chauffer à 55 ou 60° comme on le ferait sur une production classique. Le bilan thermique s'en trouve amélioré et finalement assez similaire à celui d'une production classique ». L'eau, refroidie à 15 °C environ, va ensuite être distribuée sur les robinets

Dioxyde de chlore d'Aquasan03, stocké en cuve, à faible concentration, prêt pour l'injection.



Aquasan 03

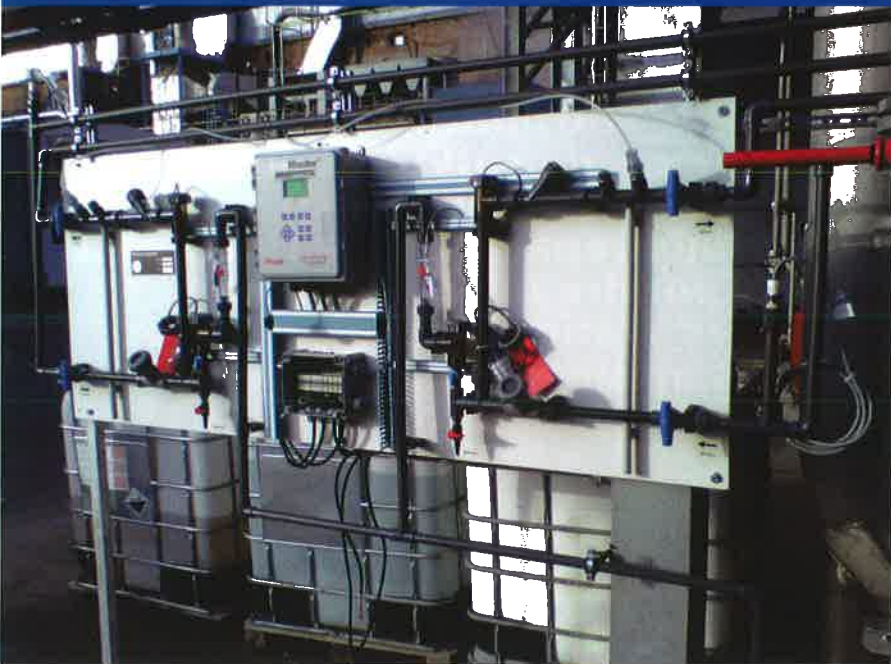
d'eau froide. Cette eau traitée, exempte de légionelles, de *Pseudomonas* et de toutes autres bactéries, est également mélangée avec l'eau qui sort du ballon à 70° et qui n'a pas été refroidie pour produire de l'eau à 55 °C. « Toute l'eau est traitée à la base au moment où elle entre dans l'installation souligne Alain Bornier. L'avantage de ce type de traitement est triple: une efficacité indiscutable à la fois sur l'eau chaude et l'eau froide, un bilan thermique compétitif et surtout, une absence totale d'additifs chimiques dont les effets sur la santé



Charot

Le Pastorclean de Charot et un procédé curatif et préventif par traitement thermique simultané et continu pour maîtriser et prévenir la présence de légionelles dans les eaux sanitaires froides et chaudes.

TMR fournit l'ensemble des équipements pour la gestion des eaux des TAR pour optimiser la pérennité des équipements, la consommation de l'eau et prévenir les risques liés à la légionellose : vannes de purge, pompes doseuses avec systèmes d'injection et de protection conforme aux normes hygiène et sécurité et automatismes communicants. Ces équipements, diffusés en Europe par le canal de la Société Baltimore Aircoil Company et par les traiteurs d'eau actifs sur ce marché, se composent de panoplies prêtes à l'emploi pour le suivi de la conductivité à contact ou de type toroidal insensible aux encrassements de produits gras ou entartrant, par les mesures de pH, de potentiel Redox, de chlore, brome ou autres oxydants, par le suivi de traceurs (PTSA), contrôle de corrosion...etc.



TMR

sont souvent méconnus et qui présentent un risque du fait que les bactéries ont tendance à s'habituer à ces produits avec la possibilité de devenir résistantes ». Destiné aux hôtels, établissements de santé, maisons de retraites...etc, le procédé Pastorclean® a récemment été installé sur deux EHPAD dans l'Ain.

Les traitements chimiques concernent les oxydants à haute concentration (hypochlorite, hypobromite) et les produits chimiques non oxydants. Du côté des oxydants, on trouve le chlore, le brome et leurs dérivés, l'ozone et le dioxyde de chlore.

En réseau ECS, le chlore peut être injecté à hauteur de 50 mg/l sur 12 h pour un traitement curatif ponctuel. Mais il peut également être injecté à faible dose (1 mg/l) pour un traitement en continu. Le dioxyde de chlore est de plus en plus souvent utilisé pour lutter contre les légionelles, aussi bien en réseau ECS qu'en TAR. Son effet désinfectant, nettement plus élevé que le chlore libre à concentration égale, permet de détruire durablement les agents pathogènes libres tout en décontaminant le biofilm. Efficace à faible dose, rémanent (jusqu'à 24 h), n'altère pas les qualités organoleptiques de l'eau ni la valeur du pH, évitant ainsi tout phénomène d'entartrage ou de corrosion. À la différence du chlore, il n'induit pas de résistance de la part des micro-organismes. Autre avantage, il peut

être préparé en solution prête à l'emploi par mélange de deux composants à l'image de XzioX proposé par Ximax France ou DK-Dox de Aquasan03. Ces préparations permettent d'obtenir de manière simple et sécurisée du dioxyde de chlore à faible concentration, en évitant les problèmes de corrosion. Il peut également être produit *in situ* au moyen d'un générateur moyennant des solutions d'acide chlorhydrique et de chlorite de sodium. Thétis Environnement avec le Securox®, Cifec avec Bioxy®, BWT

Permo avec le Permo Biox®, Prominent avec BelloZon®, Cir avec Dioxir® ou Grundfos avec l'Oxyperm® proposent ainsi des générateurs de dioxyde de chlore *in situ* à partir de solutions diluées de chlorure de sodium (NaClO_2) et d'acide chlorhydrique (HCl). Les capacités peuvent être importantes allant de quelques grammes à plusieurs kilos par heure. Ce type de traitement bénéficie par ailleurs de coûts attractifs : de 7000 à 20000 € pour l'installation d'un générateur suivi d'un coût oscillant entre 0,02 et 0,10 € par m^3 d'eau traitée. « En tour aéroréfrigérante, l'eau de Javel reste l'oxydant le plus fréquemment utilisé en traitement de fond, suivi du brome en cas de pH élevé », souligne Thierry Robert, GE Water & Process Technologies. L'acide hypochloreux (HOCl) figure également parmi les composés les plus actifs en matière de désinfection. Il peut être fabriqué sur site via différents procédés tels que ceux commercialisés par Prominent, Avipur, BWT avec l'ECO-MX ou 2PA. Ces procédés reposent généralement sur du chlorure de sodium qui génère, après électrolyse, de l'acide hypochloreux. En TAR, le procédé fonctionne avec succès sur de nombreuses installations. Ces générateurs nécessitent cependant des précautions dans leur mise en œuvre, notamment dans la maîtrise de l'asservissement aux consommations.

Toujours en matière d'oxydants mais pour les circuits de refroidissement, Buckman

Une solution globale pour l'ensemble des besoins en désinfectant d'un site industriel

Reposant sur un procédé innovant basé sur la production *in situ* et à la demande d'une solution d'hypochlorite de sodium (gamme ECO-MX) ou d'un mélange d'oxydants (gamme ECO-MX +), les électrolyseurs BWT sont capables de répondre à toutes les problématiques de désinfection.

Cette technologie permet en outre d'améliorer la sécurité sur site, de diminuer les phénomènes de corrosion, d'améliorer les performances en désinfection et de réaliser des économies.

Utilisant du sel alimentaire, les BWT ECO-MX produisent un désinfectant au point d'utilisation, éliminant la livraison, le stockage et la manipulation de produits chimiques dangereux. La solution BWT

ECO-MX peut directement être injectée dans le système à traiter depuis un stockage et mesurée en ligne avec des équipements standards.



BWT propose deux types de générateurs *in situ* : les systèmes ECO-MX délivrent une solution de javel à faible coût avec un rendement parmi les plus élevés du marché tandis que les systèmes ECO-MX+ fabriquent un MixOxydant pour une désinfection optimale et

une efficacité maximum.

À noter que cette technologie peut-être utilisée aussi bien pour un process industriel que pour la désinfection de l'eau potable : c'est une solution globale pour l'ensemble des besoins en désinfectant d'un site industriel.

Évaluer en temps réel l'efficacité des procédures de traitement

Les procédures de traitement mises en œuvre dans les circuits d'eau, qu'elles soient préventives, correctives ou curatives, sont définies principalement par le choix d'une molécule active, d'une concentration en produit et d'un temps de contact. Ces paramètres sont souvent déterminés en laboratoire de recherche & développement des sociétés de traitement des eaux.

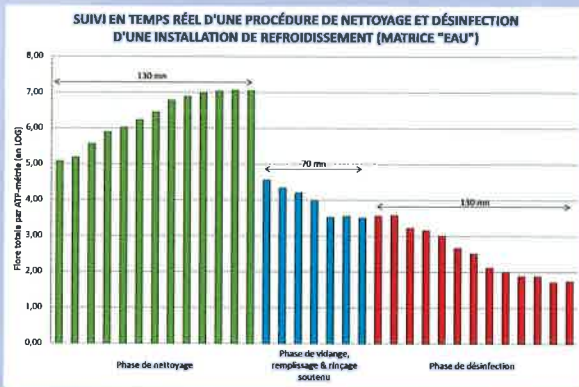
Les circuits d'eau sont constitués par des écosystèmes très diversifiés qui diffèrent, entre autres, selon l'origine de l'eau d'appoint, le mode de fonctionnement des installations ou encore la stratégie de traitement préventive. Chaque écosystème ainsi développé est différent d'une installation à l'autre (biofilms et microorganismes planctoniques). Pourtant, les procédures de nettoyage et de désinfection établies ne sont que très rarement adaptées à l'écosystème rencontré dans le circuit qui, en plus, évolue au cours du temps (sélection de flore).

De ce fait, il est nécessaire d'évaluer en temps réel l'efficacité de chacune des phases de la procédure et d'adapter, si nécessaire, chacun des paramètres du traitement en fonction des résultats obtenus.

La société GL Biocontrol a développé une démarche d'évaluation de l'efficacité des différentes phases d'une procédure de traitement en combinant les outils de mesures les mieux adaptés (ATP-métrie quantitative selon les kits de terrain Dendridiag® eaux & surfaces, qPCR *Legionella*...) et une forte

expérience technique des circuits. Cette méthodologie vise à mesurer en temps réel l'impact de chacune des étapes de la procédure sur l'écosystème :

- Le nettoyage chimique. Il permet de disperser les dépôts organiques présents sur les surfaces de l'installation (biofilm). L'efficacité se traduit par une augmentation significative de la biomasse totale dans l'eau circulante ($> 1,00$ LOG). Parallèlement, un contrôle de surface peut être réalisé par ATP-



métrie quantitative afin d'évaluer la qualité microbiologique des surfaces.

- La vidange/remplissage ou le rinçage soutenu. Cette étape permet d'évacuer les dépôts organiques décrochés lors de la phase de nettoyage. Le reconditionnement sera considéré comme réussi lorsque la qualité microbiologique de l'eau du circuit sera proche de celle de l'eau d'appoint.

- La désinfection chimique. Elle permet de réduire la flore planctonique présente dans l'eau du circuit. Un abatement significatif de la biomasse circulante doit être mesuré afin de considérer comme efficace la procédure biocide ($< 1,00$ LOG).

Le suivi ainsi réalisé permet :

- d'adapter les différentes phases de la procédure pour assurer une efficacité optimale en ajustant directement sur le terrain les paramètres tels que la molécule active, la concentration ou encore le temps de contact.
- d'éviter le phénomène de résilience de l'écosystème qui peut entraîner des dépassements en *Legionella pneumophila* lors de la remise en service des circuits.
- de réduire le temps d'intervention et de mobilisation des techniciens sur l'installation en ajustant le temps de contact des produits.
- d'économiser en produit de traitement en définissant une concentration juste en biocide et en biodispersant.
- de limiter l'impact des biocides sur l'environnement (rejets).

La biosurveillance par ATP-métrie quantitative à partir des kits de mesures Dendridiag® peut être mise en œuvre pour un suivi microbiologique régulier des circuits d'eau industrielle, sanitaire ou ultrapure afin d'anticiper une dérive de l'écosystème pouvant conduire à l'augmentation du risque microbiologique et la présence de germes indésirables.

Laboratoires a développé Oxamine®, une formulation complexe à base d'ammoniaque, qui mélangée à une eau de javel industrielle dans des conditions contrô-

lées, permet la fabrication d'une monochloramine stable. Ajoutée à l'eau à traiter, cette matière active permet d'obtenir un contrôle microbiologique satisfaisant

tout en réduisant les volumes d'eau de Javel utilisés, la demande en monochloramine des circuits d'eau étant entre 5 et 20 fois faible qu'avec un biocide oxydant classique. Ainsi, 100 % de l'action de la monochloramine est dédiée au contrôle microbiologique. L'EPA a confirmé la capacité de la monochloramine à pénétrer les biofilms à hauteur de 400 microns contre 50 microns pour l'eau de javel.

Du côté des non-oxydants (isothiazolone, DBNPA...), des formulations sont proposées par plusieurs fournisseurs parmi lesquels ICL Water Solutions, Buckman Laboratories, Aquaprox, GE

Water & Process Technologies ou encore Kemira.

Aquaprox, spécialisé dans le traitement des tours de refroidissement a signé de son côté une licence de commercialisation pour l'exploitation d'une technologie développée par Amoéba qui permet d'ouvrir une nouvelle voie de traitement biologique sans chlore et sans produits de synthèse pour lutter contre les légionelles dans les tours aéroréfrigérantes. Cette technologie repose sur deux nouvelles souches d'amibes de l'espèce *Willaertia magna*, qui, au contraire des autres espèces, phagocytent les légionelles ainsi que d'autres espèces d'amibes libres comme *Acanthamoeba* et *Hartmannella*, considérées comme des vecteurs de légionelles. Ce produit biologique a prouvé son efficacité sur les légionelles libres, les légionelles incluses dans les amibes, les amibes libres et le Biofilm. Les études européennes et américaines ont démontré son absence de toxicité ce qui permet aux industriels de s'affranchir des problématiques de rejet de produits et sous produits chimiques et de réduire la corrosion de 75 %. Il se présente sous la forme d'un concentré contenant l'amibe *Willaertia magna*, destiné à être injecté dans le réseau d'eau en conditions contrôlées. Un litre d'amibes permettrait de traiter 100 m³ d'eau là où il faudrait



Fourni Labo

plateforme de mise en relation qui recense les principaux fournisseurs de laboratoires et leurs produits.

Fourni-Labo sera à



stand A25

5 à 10 litres de produits chimiques. De nombreux sites industriels sont en tests (Métallurgie, ERP, Agroalimentaire...) et en pré-commercialisation.

GE Water & Process Technologies a développé de son côté le Spectrus TD1100E, une nouvelle génération de biocide encapsulé dédié aux circuits de réfrigération qui incorpore une technologie permettant de cibler directement le biofilm en favorisant la pénétration des dépôts bactériens. Cette capacité de délivrance ciblée est basée sur l'utilisation de microcapsules contenant les matières actives. L'agent encapsulé est doté d'une affinité pour les biofilms et les membranes microbiennes favorisant ainsi la libération du biocide pur, à la concentration voulue, directement au sein du biofilm. Cette technologie améliore sensiblement le contrôle des dépôts bactériens comparé à un biocide disposant des mêmes principes

actifs, à des dosages analogues, non encapsulés. Elle permet également de diminuer la quantité globale de biocides utilisés.

Au final, quel traitement choisir? « *Les tests, le type d'eau concernée et les caractéristiques de l'unité sont les critères qui permettent d'orienter son choix*, souligne Thierry Robert. *Le problème ne réside pas tant dans le choix d'un oxydant ou d'un biocide que dans la validation de leur efficacité au cas par cas et sur chaque installation* ».

Or, les temps de contact, pour ne prendre que cet exemple, sont trop souvent standardisés quelle que soit la charge de contamination du circuit et ses spécificités. L'efficacité d'un produit est le plus souvent liée à des paramètres éminemment variables tels que sa concentration, son temps de contact, sans oublier l'écologie du système dans lequel il s'insère.

Au-delà des traitements mis en œuvre, Thierry Robert souligne également l'importance de l'assistance technique pour une bonne maîtrise du risque légionelles sur le long terme. « *Sans un monitoring adapté et une assistance technique associée, les meilleurs produits ne servent à rien* ». GE Water & Process Technologies a révolutionné son modèle de service à travers l'utilisation de la plateforme de diagnostic et de communication Insight™ et de ses automates TrueSense™. La sélection des données clés et les alarmes générées aux différents niveaux d'expertises de GE permettent un diagnostic à distance et une réaction rapide pour circonscrire les dérives. En France, plus de 500 circuits de refroidissement sont connectés à la plate-forme Insight et suivis en continu par GE Water & Process Technologies et ses équipes. ■

Le Guide de l'Eau

44^{ème} Edition

2014-2015



Édition 2014-2015
44^{ème} édition
Format 21 x 29,7 cm - Reliure 1000 pages
Accès intégral à la version électronique
Prix public : 198 euros TTC

7

bonnes raisons de se le procurer !

- ✓ Intégration de la loi sur l'eau et de ses décrets d'application
- ✓ Insertion des 10^{èmes} programmes des agences de l'eau et des SDAGES
- ✓ Intégration des modifications institutionnelles (MEDDE...)
- ✓ 45 rubriques d'activités supplémentaires
- ✓ 150 sociétés nouvelles
- ✓ Accès à l'intégralité du site www.guide-eau.com
- ✓ 3 bases de données téléchargeables (20 000 contacts)




www.guide-eau.com

60, rue du Dessous des Berges - 75013 Paris - Tél. +33 (0)1 44 84 78 78 - Fax : +33 (0)1 42 40 26 46 - livres@editions-johanet.com