

Biocides : norme applicable et contrôle de la contamination microbiologique dans les installations utilisant de l'eau pour leur fonctionnement

N. Adroer Martori, J. Márquez Jiménez
Adiquímica S.A. (Barcelona - Espagne)

J. Azuara, A. Biurrarena
Adiquímica S.A.R.L (Montpellier - France)

la norme applicable en Europe en matière de biocides est, à chaque fois, toujours un peu plus complexe. Dans cet article sont détaillées les exigences requises pour les différents types de biocides, qui s'utilisent en traitement de l'eau. Le contrôle de la contamination microbiologique dans les installations utilisant de l'eau dans leur fonctionnement est nécessaire pour ne pas avoir des problèmes d'opération dans celle-ci. Une description des différents biocides, de leurs caractéristiques et de leurs champs d'application habituels est présentée.

ABSTRACT

Biocides: applicable standard and control of the microbiological contamination in the installations using some water for their functioning

Biocide applicable regulations in Europe are becoming more complex. In this report the mandatory requirements for the different types of biocides used in water treatment are detailed. Microbiological contamination control in water facilities is essential to avoid operational problems. An exhaustive description of the different types of biocides, including their characteristics and most common applications, is also detailed in this report.

Keywords: Legionella, drinking water, reuse, closed cooling circuits, oxidizing, non-oxidizing

Les conditions opérationnelles de toute installation utilisant de l'eau pour fonctionner peuvent créer un environnement adéquat dans lequel les micro-organismes peuvent vivre et se multiplier car ils disposent des nutriments nécessaires. La température de l'eau, les conditions, le pH, la concentration en nutriments, la présence d'oxygène dissous, le dioxyde de carbone, la lumière du jour, favorisent la croissance de micro-organismes comme les protozoaires, les algues, champignons, bactéries incluant la *Legionella*.

Des problèmes surgissent quand les conditions permettent une croissance et une multiplication des micro-organismes en excès, ce qui peut entraîner la formation de

biopellicules ou biofilms sur les surfaces des installations (figure 1), mais aussi cela peut être des agents directs responsables de la corrosion ou pouvant former des dépôts qui peuvent ensuite être responsables d'une autre forme de corrosion.

C'est pourquoi, une installation sans contrôle microbiologique adéquat peut :

- (a) causer une réduction dans le transfert de chaleur;
- (b) héberger la *Legionella* et fournir un milieu pour sa croissance;
- (c) induire des phénomènes de corrosion dus à un effet des sous-produits du métabolisme sur les surfaces métalliques;

Mot clé : Legionella, eau à consommation humaine, réutilisation, circuits fermés, oxydant, non oxydant.

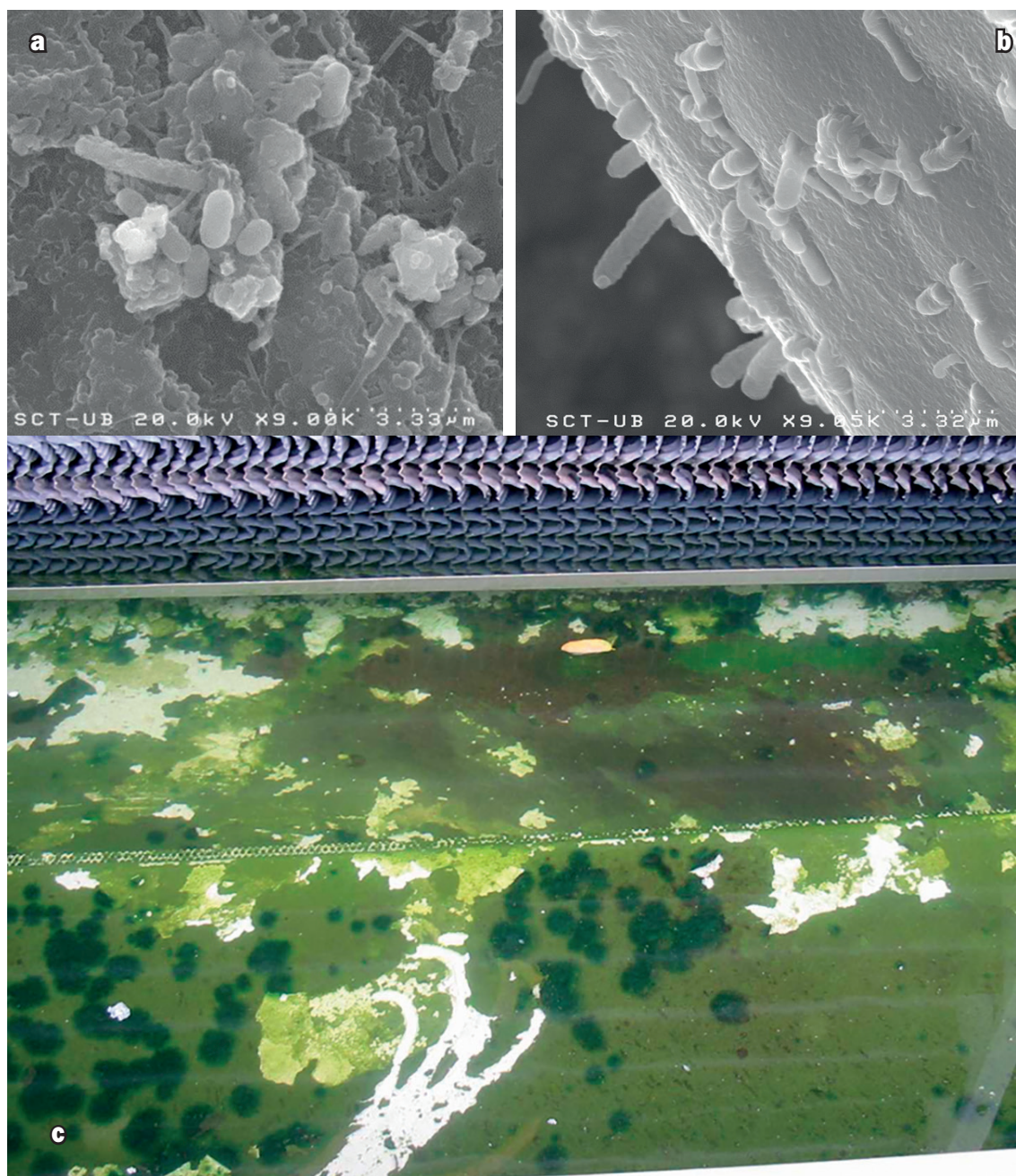


Figure 1: (a et b) Microphotographies (grossissement 9000x) obtenues par microscopie électronique à balayage (SEM) du biofilm généré dans une installation pour le traitement des eaux sans aucun type de traitement biocide. (c) Image du bassin d'équipement de refroidissement avec une contamination microbiologique.

- (d) interférer dans l'efficacité des inhibiteurs de corrosion et de tartre;
- (e) produire des particules pièges, en augmentant le problème d'encrassement;
- (f) affecter la distribution de l'eau à l'intérieur des installations.

L'objectif de cette étude est dans un premier temps de comprendre la norme applicable en Europe et en France, et dans un second temps de comprendre l'utilisation des biocides dans les installations de traitement des eaux.

Réglementation biocides

Ils existent deux domaines de réglementation sur les biocides: européen et national.

Domaine européen

La mise sur le marché et l'utilisation des produits biocides sont encadrés au niveau communautaire par le règlement européen (UE) n° 528/2012 (avant BPR) qui a remplacé et abrogé la directive européenne 98/8/CE (avant BPD).

Est dénommé biocide (selon BPR) toute substance ou mélange qui, une fois administré, génère une ou plusieurs substances actives, ayant pour objectif de détruire ou neutraliser tout organisme nocif ou d'interférer dans son action ou exercer un effet de contrôle d'une autre manière qu'une action physique ou mécanique.

Dans ce règlement BPR, les biocides sont classés en 22 types de produits (TP). Les produits utilisés pour le traitement des

eaux à consommation humaine, industrielle et résiduelle sont regroupés dans 4 groupes, appartenant soit au groupe principal 1 désinfectants: TP2 (Désinfectants et produits algicides non destinés à l'application directe sur des êtres humains ou des animaux), TP5 (désinfectants pour l'eau potable), et au groupe principal 2, Produits de protection: TP11 (Produits de protection des liquides utilisés dans les systèmes de refroidissement et de fabrication).

Le TP correspond à l'usage du produit. La BRP a aussi inclus certaines spécifications: nanomatériaux, articles traités, matières en contact avec les aliments, biocides générés *in situ*.

Le règlement BPR concerne toutes les substances actives qui sont déjà

incluses dans la liste de substances approuvées dans la European Chemicals Agency (avant ECHA). Depuis le moment de son intégration dans cette liste, est donné un délai approximatif de 2 ans pour préparer les dossiers des produits biocides. C'est pour cette raison, que dans les prochaines années, le secteur du traitement des eaux verra de grands changements sur les produits qui pourront être utilisés et commercialisés.

Actuellement, en accord avec l'article 95 de la BPR, depuis le 1^{er} septembre 2015, il n'est pas possible de commercialiser un produit biocide d'un fabricant ou importateur de la substance active qui ne figure pas dans la liste publique de la ECHA.

L'objectif est qu'en 2024, se termine le pro-

gramme de révision, c'est-à-dire que toutes les substances actives présentées devront être évaluées pour disposer d'une harmonisation totale du marché européen des biocides.

Environnement national

Il est important de signaler qu'actuellement nous sommes dans une période transitoire jusqu'à l'application totale de la nouvelle législation européenne des biocides.

En France, la mise sur le marché et l'utilisation de certains produits biocides nécessitent l'obtention d'une autorisation de mise sur le marché nationale en période transitoire (AMM « transitoire »). La loi n° 2015-1567 du 2 décembre 2015 a supprimé cette obligation, pour les produits qui étaient soumis à cette exigence. Cela n'a pas pour effet d'exonérer les fabricants et les metteurs sur le marché de produits biocides de leur responsabilité vis-à-vis des risques pour l'environnement, la santé humaine ou animale associés à la mise sur le marché de leurs produits.

Néanmoins, des dispositions particulières restent en vigueur pour certains types de produits notamment :

1. Les produits biocides utilisés contre les maladies contagieuses du bétail soumises à déclaration obligatoire ou contre celles qui font l'objet d'une prophylaxie collective organisée par l'État. Le Ministère de l'Agriculture est l'autorité compétente pendant la période transitoire.
2. Les produits désinfectant les réseaux d'eau chaude sanitaire, les eaux thermales et les piscines publiques, ainsi que produits désinfectant l'eau destinée à la consommation humaine et les installations de production et de distribution d'eau destinée à la consommation humaine (majoritairement TP 2, 4 et 5).

La Direction Générale de la Santé est l'autorité compétente pendant la période transitoire.

3. Les produits utilisés en thanatopraxie pour la conservation des corps (TP22). La Direction Générale de la Santé est l'autorité compétente pendant la période transitoire.

En France, les autorisations nationales précédemment délivrées par le ministère de la Transition écologique et solidaire (MTES), sont, depuis le 1^{er} juillet 2016, octroyées par l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES).

De plus, la mise en conformité au titre de l'article 95 du BPR est également requise, depuis le 1^{er} septembre 2015. Par ailleurs, les produits en régime transitoire restent soumis aux exigences nationales suivantes :

- Ils doivent contenir des substances actives soutenues dans le programme d'examen pour l'usage adéquat, à savoir listées à l'annexe II du règlement UE n° 1062/2014 et n'ayant pas fait l'objet de décisions de non-approbation suite à des abandons. Faute de quoi le produit ne pourra pas être mis sur le marché.
- Être étiquetés conformément aux dispositions de l'article 10 de l'arrêté du 19 mai 2004.
- Être déclarés à l'INRS (Institut national de recherche et de sécurité) à des fins de toxicovigilance ;
- Être déclarés sur Simmbad (Télédéclaration de produits biocides) avant leur mise sur le marché effective ;
- Les quantités de produits placés sur le marché français dans l'année « n-1 » doivent être déclarées avant le 1^{er} avril de l'année « n ».

Une fois que les substances actives compo-

sant le produit seront approuvées sur la liste de l'Union des substances actives du règlement UE n° 528/2012, les produits seront soumis à l'auto-

risation de l'ANSES. Les sociétés devront soumettre des dossiers conformément au décret 2014-1175 du 13 octobre 2014.

Biocides utilisés dans les installations pour le traitement des eaux

Type de biocides

Les biocides sont utilisés pour contrôler l'activité microbiologique présente dans l'eau des installations (3) (4). Le type de biocide, la fréquence et la quantité d'ajout de ceux-ci dépendent de l'activité microbiologique du système à traiter et de ses caractéristiques hydrodynamiques.

De nombreux facteurs influencent la sélection des produits chimiques nécessaires pour mener un programme de maintenance intégrale de la qualité de l'eau, qui inclue, en plus des biocides, des anticorrosifs, antitartres, biodispersants, etc.

Cependant, le succès du programme dépend de :

- a) La compatibilité de tous les composés chimiques utilisés ;
- b) Et la réalisation à tout moment des procédures d'applications, d'un suivi et d'un contrôle recommandé.

Un bon programme de maintenance de la qualité de l'eau, défini pour chaque installation en particulier et pour chaque type d'eau, a ses particularités et ses difficultés. Les entreprises de traitement des eaux sont celles qui connaissent les compatibilités entre les différents produits à doser et peuvent concevoir les traitements les plus adaptés, en tenant compte des effets synergiques des différents produits et de cette manière optimiser les traitements de prévention. De plus, la toxicité potentielle du rejet dans le milieu environnant doit être prise en considération.

Quelquefois, les micro-organismes sont capables de développer des formes résistantes à un milieu déterminé. Il est donc nécessaire de revoir périodiquement le programme de traitement mis en œuvre pour confirmer son efficacité. De par la diversité des espèces présentes dans une installation, il est rare qu'un seul type de biocide puisse agir sur toutes les espèces. Une combinaison de différents principes actifs démontrant un effet synergique est alors utilisée. Pour que le programme soit efficace tout en optimisant le coût du trai-

Tableau 1 : Caractéristiques des biocides oxydants et non oxydants

BIOCIDES OXYDANTS	BIOCIDES NON OXYDANTS
Peu stables et persistants dans l'eau	Plus stables et persistants dans l'eau
Produisent de la corrosion	Ne produisent pas de corrosion
Leur activité dépend du pH	Leur activité ne dépend pas du pH
Peu de pénétration dans biofilm	Pouvoir de pénétration dans biofilm
Nécessitent peu de temps de contact	Nécessitent plus de temps de contact

tement, est utilisée une combinaison avec des biocides spécifiques et biocides à large spectre.

Les biocides peuvent être de deux types: oxydants ou non oxydants. Le tableau 1 compare les propriétés et les effets sur les installations des traitements avec des biocides oxydants et biocides non oxydants.

Biocides oxydants

Ce sont des agents capables d'oxyder la matière organique, par exemple la matière de la cellule, les enzymes ou protéines qui sont associées aux populations microbiologiques, avec, pour résultat finale, la mort des micro-organismes. Les biocides oxydants généralement utilisés sont à base de chlore ou de brome (halogènes) et libèrent des acides hypochloreux ou hypobromeux lors de leur hydrolyse dans l'eau. L'exception est le dioxyde de chlore, qui ne s'hydrolyse pas mais qui fonctionne de la même manière. De plus, font partie de cette famille, les peroxydes et l'ozone.

Les avantages des biocides oxydants sont qu'ils peuvent être analysés facilement dans l'installation. Leur coût est bas et ils sont faciles à neutraliser. Leur inconvénient principal est qu'ils peuvent être corrosifs et leur activité, particulièrement pour le chlore, est dépendante du pH.

Leur efficacité dépend principalement de la dose utilisée, du temps de contact, de la température, de la concentration, du type de contamination microbiologique présent dans l'eau et du pH.

Il est préférable d'appliquer les biocides oxydants en continu. Dans les grands systèmes industriels, le dosage se base sur le taux de recirculation de l'eau. Il doit être maintenu durant une période de temps, pouvant aller de quelques minutes à plusieurs heures, ou de façon continue, en fonction des caractéristiques de fonctionnement de l'installation.

Quelques exemples de ces biocides sont:

Dérivés du chlore:

- Hypochlorite de sodium
- Hypochlorite de calcium
- Bromochlorodiméthyl hydantoïne
- Acides di ou tri chloroisocyanuriques
- Dioxyde de chlore

Dérivés du brome:

- Bromure de sodium activé
- Bromochlorodiméthyl hydantoïne

Hypobromite de sodium stabilisé

Chlorure de brome stabilisé

Autres:

- Ozone
- Peroxydes

Biocides non oxydants

Un biocide non oxydant fonctionne par des mécanismes différents de l'oxydation, en incluant l'interférence avec le métabolisme et la structure de la cellule. Ces différents mécanismes peuvent agir de la manière suivante:

- Détruire la membrane cellulaire;
- Interférer dans la respiration cellulaire;
- Interférer dans la reproduction cellulaire.

Les biocides non oxydants sont généralement plus stables et plus puissants que les biocides oxydants. Cependant, leur concentration se réduit du fait de leur épuisement à travers les pertes d'eau du système et par la dégradation progressive des principes actifs. Les biocides non oxydants ne sont, dans la majorité des cas, pas corrosifs. Un programme de traitement reposant sur des biocides non oxydants peut être renforcé en utilisant deux biocides en alternance ou simultanément. En général, ils sont compatibles avec le chlore et un grand effet synergique est obtenu dans quelques applications concrètes.

Les points suivants sont importants dans la sélection d'un traitement avec un biocide non oxydant:

- Temps de rétention et temps de demi-vie;
- Populations microbiologiques;
- Contaminants du système;
- Précautions de manipulation;
- Restrictions de rejet.

Dans quelques cas seulement, ces biocides ont montré un caractère biocide supérieur aux biocides oxydants. Dans beaucoup de traitement, ils sont utilisés en combinaison pour obtenir un spectre d'activité plus large.

Pour atteindre la concentration adéquate du biocide non oxydant pour la destruction des micro-organismes, il est habituel de le doser en choc mais dans certains cas, il peut être dosé en continu. La fréquence et le volume des doses dépendent du volume du circuit, du temps de demi-vie et du temps de contact recommandé du biocide. Ces paramètres doivent être pris en considération pour pouvoir assu-

rer que la concentration du biocide requise pour l'élimination des micro-organismes soit présente. Dans les systèmes caractérisés par des temps de résidence faibles comme les circuits à petits volumes d'eau et hautes valeurs d'évaporation, il est particulièrement important que les paramètres indiqués soient correctement déterminés. Dans le cas des systèmes dont le temps de résidence est élevé, le temps de demi-vie du biocide est le facteur le plus significatif. Quelques exemples de ces biocides:

- Ammonium quaternaires;
- Poliammoniums quaternaires;
- Isothiazolones;
- Composés organobromés;
- Aldéhydes: Glutaraldéhyde;
- Composés organo-soufrés;
- Ions métalliques;
- Chlorhydrates de biguanide.

Utilisation des biocides dans les installations pour le traitement des eaux

Pour réaliser un contrôle microbiologique efficace des différentes installations pour le traitement des eaux, une sélection optimale des biocides est fondamentale. Le choix du biocide le plus approprié pour un système déterminé dépend d'une série de facteurs:

- Le type de micro-organismes présents;
- L'historique de la maintenance du système;
- Le schéma hydraulique du système;
- La nature du traitement antitartre et anticorrosif;
- Les caractéristiques physico-chimiques de l'eau;
- Les restrictions environnementales;
- La température de travail;
- La toxicité du biocide pour les opérateurs;
- Le coût d'utilisation du biocide;
- La facilité de réaliser une analyse du résidu du biocide de façon facile et rapide;
- La norme appliquée pour l'utilisation dans une installation donnée.

Au sein de l'entreprise Adiquimica, nous sommes des experts en traitement des eaux et formulons et fabriquons des biocides pour le contrôle microbiologique de tous types d'installations.

Le tableau 2 montre les différents produits biocides utilisés dans différents cas.

Tableau 2: Liste des produits biocides d'Adiquimica et leurs applications

Applications biocides	Biocides non oxydants et oxydants
Prévention contre la légionella. Circuit de refroidissement	Adicida W-128, Adicida 140, Adicida 141, Adicida 182, Adicida 110, Adicida 160, Adiclène 1352M, Adiclène 1375 Adic 513, Adic 516, Adic 512, Adicida B-4, Adicida H-90, Adicida H-70
Epuration / Réutilisation	Pour cette application, il n'est pas recommandé d'utiliser des biocides non oxydants. Libérateurs de chlore.
Eau à consommation humaine.	Adic 513, Adicida H-80, Adic 519, Adicida H-70 Pour cette application, les biocides non oxydants ne peuvent pas être utilisés.
Circuits fermés, moteurs de cogénération	Adicida W-128, Adicida 140, Adicida 141 Pour cette application, il n'est pas recommandé d'utiliser des biocides oxydants
Autres	Adicida W-128, Adicida 140, Adicida 141, Adicida 182, Adicida 110, Adicida 160, Adiclène 1352M, Adiclène 1375 Adic 513, Adic 516, Adic 512, Adicida B-4, Adicida H-90, Adicida H-80, Adicida H-70

Dans la suite de cet article, le traitement à base de biocides est décrit pour différentes installations pour le traitement des eaux.

Circuits de refroidissement: installations à risque pour la prévention de la légionellose

Dans les tours de refroidissement, les micro-organismes s'introduisent habituellement par l'eau d'apport ou à partir de l'air qui traverse le packing des tours. La température et le pH des tours sont, en général, idéales pour que se produise une croissance microbologique et un développement de *Legionella* (figure 2). C'est pourquoi il est nécessaire de réaliser un traitement spécifique pour les tours de refroidissement pour le contrôle microbologique et éviter le développement de la *Legionella*. Pour les autres installations à risque décrites dans la norme de prévention de la légionellose comme peuvent l'être les condensateurs évaporatifs, les systèmes de climatisation avec agitation constante, les centrales d'humidification industrielles,

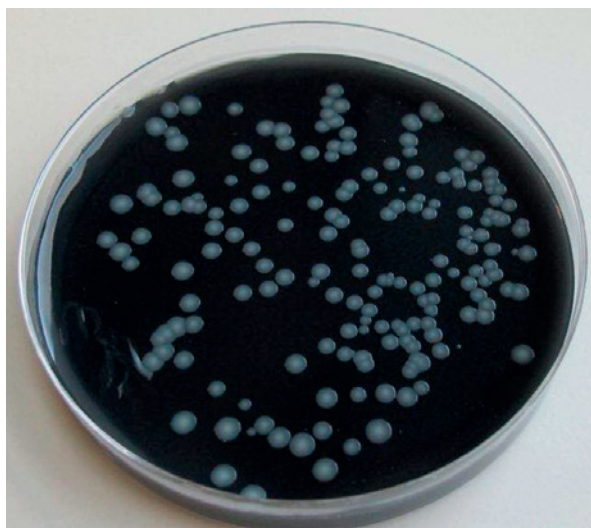


Figure 2: (a) Image de l'intérieur d'une tour de refroidissement avec un biofilm et (b) d'une plaque de culture avec présence de bactéries *Legionella*.

les fontaines ornementales, les systèmes à risque par aspersion, les équipements de refroidissement évaporatifs, les humidificateurs, les systèmes d'eau contre les incendies, les éléments de refroidissement par aérosols à l'air libre, et les stations de lavage de véhicules, la contamination microbologique doit aussi être contrôlée de manière exhaustive avec des biocides, car tous produisent des aérosols suscep-

tibles de propager cette maladie. Comme indiqué auparavant, les biocides utilisés dans ce type d'installations, doivent avoir fait l'objet d'une télédéclaration pour la mise sur le marché en France.

Quand les biocides sélectionnés sont correctement appliqués et contrôlés comme partie prenante du programme de maintenance de la qualité physico-chimique et microbologique de l'eau, ils ont démontré leur efficacité dans la prévention de la croissance et de la multiplication de la *Legionella* (5). Dans le travail présenté lors de la conférence d'ESGLI de 2016 (6) sur l'évaluation de l'activité bactéricide face à la *Legionella pneumophila* sg.1 de plusieurs biocides réalisés avec des produits biocides d'Adiquimica, il a été mis en évidence que ces produits ont une forte efficacité face à cette bactérie, en approfondissant l'aptitude de ceux-ci pour cette fonction.

D'autres types de contaminations microbiologiques moins habituels mais tout aussi importants surtout par leurs effets sur les matériaux des installations, sont provoqués par les bactéries associées à la croissance de la corrosion induite par des microorganismes (MIC). La MIC ne contient pas une seule espèce de micro-organismes; elles peuvent être distinguées: Des espèces capables de transformer des éléments métalliques en ions; bactéries oxydantes/réductrices du fer...

Des espèces qui produisent comme pro-



Figure 3: Détails des témoins métalliques dans des circuits de refroidissements contaminés par des bactéries sulfato-réductrices.

3a) Bandelette métallique retirée du circuit avant toute procédure de nettoyage.

3b) Bandelette métallique après traitement pour son évaluation.

duits intermédiaires du métabolisme des espèces chimiques corrosives. Ces espèces entraînent une dépolarisation des couches passives d'oxydes dans les points où la corrosion métallique a commencé.

Le risque de colonisation dans un circuit par des espèces microbiologiques ayant une activité de type sulfato-réductrice et formatrice de bio polymère a conduit à une approche d'un traitement des eaux centré sur le maintien de certaines conditions qui vont favoriser l'efficacité des biocides oxydants utilisés (7). Les figures 3a et 3b montrent les résultats des effets de la présence de ce type de bactérie dans l'eau de l'installation contaminée et les conséquences sur les tests métalliques exposés à leur présence.

Épuration/Réutilisation

Dans les infrastructures de stockage et de distribution des eaux épurées et/ou recyclées et surtout à la sortie des stations d'épuration, doivent être réalisées des désinfections afin d'obtenir une qualité d'eau conforme selon l'utilisation de celle-ci. (Urbaine, agricole, récréative, industrielle, environnementale).

Pour cela, il est courant d'éliminer tous les micro-organismes pathogènes pour s'assurer de la bonne qualité sanitaire de l'eau puisque la désinfection est essentielle dans tous les traitements de recyclage de l'eau. Pour obtenir la qualité de l'eau requise pour les différentes utilisations, une procédure de désinfection et de maintenance est pratiquement toujours réalisée dans la dernière étape du traitement. Elle peut être physique, chimique ou combinée. Habituellement, en traitement chimique, le chlore libre ou combiné est utilisé pour effectuer une désinfection. Par conséquent, des biocides oxydants sont dosés pour pouvoir éliminer de façon rapide et efficace les microorganismes pathogènes et pouvoir s'assurer de cette manière de la qualité de l'effluent traité jusqu'à son utilisation.

Eau destinée à la consommation humaine

La désinfection de l'eau destinée à la consommation humaine et animale consiste en l'élimination des micro-organismes pathogènes contenus dans l'eau qui n'ont pas été éliminés dans les premières phases du traitement de potabilisation de l'eau.

Comme nous l'avons déjà indiqué dans cet article, nous ne pouvons pas utiliser n'importe quel type de biocide pour réaliser ce processus de potabilisation de l'eau. Les produits doivent être aptes pour l'eau à consommation humaine, c'est-à-dire TP5, et donc sans effets préjudiciables pour les personnes et les animaux.

Ces biocides sont soumis à la même réglementation que celle évoquée pour le traitement des tours de refroidissement.

Circuits fermés et moteurs de cogénération

Pour maintenir la qualité de l'eau des circuits pour ce type d'installation, il faut régulièrement doser un biocide pour pouvoir contrôler le développement micro-biologique.

La qualité de l'eau et surtout le type de produit anticorrosion utilisé peut favoriser le développement indésirable de population microbiologique comme par exemple des bactéries nitrifiantes - dénitrifiantes.

Il est nécessaire de doser un biocide non oxydant et qui soit totalement compatible avec les autres produits contenus dans l'eau.

Dans ce type de circuit, l'entrée d'oxygène, ou le possible contact avec des biocides oxydants, peut compromettre la protection. Ce type de traitement doit également être compatible avec la présence d'antigel dans le circuit.

Autres

Dans ce paragraphe, sont incluses toutes les installations qui utilisent de l'eau et qui pour autant n'ont pas été détaillées précédemment, comme par exemple les réservoirs ou bacs de stockage d'eau, humidificateurs, et autres équipements qui utilisent de l'eau dans leurs processus industriels, etc.

Pour ce type d'installations, il est nécessaire d'étudier au cas par cas, le meilleur traitement de maintenance selon le type de l'installation et la qualité de l'eau d'apport utilisée.

Conclusions

Le traitement biocide optimum pour le contrôle microbiologique dépend de chaque cas réel et de chaque installation.

Selon les caractéristiques des installations et de l'utilisation de celles-ci est recommandé un traitement à base de biocides oxydants, non oxydants ou une combinaison des deux.

Les produits utilisés doivent toujours être conformes avec la norme en vigueur concernant l'utilisation : prévention contre la légionellose, eau pour la consommation humaine, etc.

Pour élaborer un programme de maintenance pour le contrôle microbiologique, sont sélectionnés les biocides qui auront le maximum d'efficacité avec un coût le plus bas possible. ■

Références bibliographiques

- (1) Réglementation (UE) N° 528/2012 du parlement européen et du conseil du 22 mai 2012 concernant la commercialisation et l'utilisation des produits biocides. DOUE L 167 du 27/06/2012
- (2) Directive du Parlement européen et du Conseil du 16 février 1998 concernant la commercialisation des produits biocides. DOUE L 123 du 24/04/1998.
- (3) EWGLI. "Technical Guidelines for the investigation, control, and prevention of travel associated Legionnaires' disease". Version 1.1. Supplement 2. Septembre 2011.
- (4) Nace International Publication 11206. Item No. 24230. "Biocide monitoring and control in cooling towers". Mayo 2006.
- (5) Adroer, N., Aumatell, J., Navarro, I. 2010. "Prevención y control de la legionelosis. Planteamiento de distintos programas de tratamiento para el control de la calidad microbiológica del agua. estudio de su eficacia en torre de refrigeración piloto. Evaluación del riesgo de una torre de refrigeración industrial". Ingeniería Química. Marzo 2010, n° 480, 1-8.
- (6) M.A. Casares-Medrano, G. Reina, M. Fernández-Alonso, A. Ramos, J. Leiva., 2016. "Evaluation of bactericidal activity of nine biocides against Legionella pneumophila serogroup 1", ESGLI Conference, Amsterdam 22-23 September 2016.
- (7) Gutiérrez, D., Adroer, N., Biurraena, A., Bodas, J., Ruiz, J., 2015. "Traitement de l'eau dans les circuits colonisés par des bactéries sulfato-réductrices", L'Eau, l'Industrie, les Nuisances n° 386, Novembre 2015, 64-70.