L'EAU, L'INDUSTRIE, LES NUISANCES

Revue mensuelle - N° 331 - Avril 2010 - ISSN 0755-5016

www.revue-ein.com

L'EAU, L'INDUSTRIE, LES NUISANCES
Revue mensuelle
10 numéros par an + 2 hors série

Rédaction - Publicité - Administration
Abonnements
60, rue du Dessous des Berges - 75013 Paris
Téléphone 01 44 84 78 78 - Fax 01 42 40 26 46

Président directeur général
Benoît Johanet

Directeur de la publication
Benoît Johanet

Rédacteur en chef
Vincent Johanet
E-mail : vjohanet@editions-johanet.com
Ligne directe : 01 44 84 78 79

Directeur de publicité
Benoît Johanet
E-mail : bjohanet@editions-johanet.com
Ligne directe : 01 44 84 78 82

Maquette
Marie-Christine Barut
E-mail : mcbarut@editions-johanet.com
Ligne directe : 01 44 84 78 80

Abonnements
François Perrin
E-mail : abonnement@editions-johanet.com
Ligne directe : 01 44 84 78 81

Abonnement 1 an (12 numéros)
France : 122,43 € ht + (TVA 2,10 %) 2,57 € = 125,00 € ttc
Étranger : 146,00 €

Prix au numéro
15,67 € ht + (TVA 2,10 %) 0,33 € = 16,00 € ttc

Règlements
À l'ordre de la société
Éditions Johanet
La Banque Postale 20041
00001-065079U020-68

Impression
Imprimerie Nouvelle
45800 Saint-Jean-de-Braye

Routage
Pubadresse Ricoul - 95 Taverny

L'EAU, L'INDUSTRIE, LES NUISANCES
est une publication Éditions JOHANET
Siège social
60, rue du Dessous des Berges - 75013 Paris
Téléphone 01 44 84 78 78 - Fax 01 42 40 26 46
Internet : www.editions-johanet.com
E-mail : info@editions-johanet.com

Distribution
Commission paritaire n° 0314 T 84477
ISSN 0755-5016

Dépôt légal : à parution

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans la présente publication, faite sans l'autorisation de l'éditeur, est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, et d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (Loi du 11 mars 1957). La direction se réserve le droit de refuser toute insertion sans avoir à justifier de sa décision.

EDITIONS JOHANET

Ce numéro contient deux encarts « Forum Labo & Biotech » et « Endress+Hauser ».

L'EAU, L'INDUSTRIE, LES NUISANCES
Revue mensuelle - N° 331 - Avril 2010 - ISSN 0755-5016
www.revue-ein.com

L'assainissement non-collectif, autonome ou regroupé : techniques et critères de choix

ÉDITORIAL 3
Réforme des installations classées : simplification ou régression ?
Vincent Johanet

LES ÉCHOS 4
Actualités Internationales 4
Nominations 6
Actualités France 6
En bref 6
Les Entreprises 16
Salons-Congrès 30

LE THÈME DU MOIS
ASSAINISSEMENT NON-COLLECTIF
Assainissement non-collectif : la filière se structure 35
Par Christophe Bouchet

LES AUTRES THÈMES
LES ANALYSEURS INDUSTRIELS
Analyseurs industriels : des instruments toujours plus fiables, plus faciles à utiliser et plus communicants 51
Par Corinne Drault-Pezard

LES AUTRES THÈMES
LA DÉSINFECTION UV :

QUELLES APPLICATIONS ?
Ultraviolets : les employer à bon escient 63
Par Christian Guyard

LES AUTRES THÈMES
DÉSINFECTION UV
Méthodologie d'évaluation de l'efficacité des systèmes UV 72
Par Nicolas Fabre et Gilles Delattre

LES AUTRES THÈMES
TÉLÉGESTION : OPTIMISER L'EXPLOITATION DES ÉQUIPEMENTS
Télégestion : des outils incontournables pour mieux exploiter les ouvrages de gestion de l'eau 77
Par Laurent Rabier

LES AUTRES THÈMES
SONDAGE, ECHANTILLONNAGE
Apport des nouvelles technologies et des nouveaux équipements pour expliquer la présence d'uranium dans l'eau potable 86
Par Wes McCall

NOUVEAUTÉS TECHNIQUES 93

LA BIBLIOTHÈQUE 96

ENTREPRISE DU MOIS 98
Bio-UV adapte les ultraviolets à la désinfection des eaux

LE CALENDRIER 101

HISTOIRES D'EAU 104
Et l'eau vint à manquer...
Par Christophe Bouchet

NOTRE COUVERTURE

Lacroix Sofrel
2, rue du Plessis
35770 Vern-sur-Seiche
(Rennes)
Tél. : 02.99.04.89.00
Fax : 02.99.04.89.01
http://www.sofrel.com
E-mail : telecontrol@sofrel.com

LE GUIDE DE L'EAU
http://www.guide-eau.com
- Le cadre institutionnel
- Les acteurs
- Les données
- L'offre de biens et services

Méthodologie d'évaluation de l'efficacité des systèmes UV

Nicolas Fabre, société GL Biocontrol
Gilles Delattre, société DID Clim

La prévention du développement microbien dépend de l'identification et du contrôle de la source de la bactérie. La gestion des risques passe par une bonne maîtrise de l'eau dans les systèmes favorisant la prolifération de *Legionella* (ex : tour aéroréfrigérante, réseau d'eau chaude sanitaire, brumisateur...) mais aussi dans l'utilisation d'un traitement performant et efficace en situation qui peut aider à contrôler la multiplication et la dissémination de la bactérie. L'étude présentée dans cet article a pour but d'évaluer l'efficacité d'un procédé de traitement UV-c à photocatalyse sur la qualité microbiologique d'une eau et plus particulièrement sur la bactérie *Legionella*.

ABSTRACT
Presentation of a methodology for evaluating the effectiveness of a water disinfection treatment PROCESS: Application on a system based on UV-C photocatalysis on a Legionella contaminated ressource

The prevention of microbial growth begins by identifying and controlling the source of the bacteria. The risk management imposes a good control of water in systems fostering the growth of Legionella (eg cooling tower, a network of hot sanitary water, high pressure misting...) but also the use of an efficient and effective treatment (in situ) that can prevent the growth and spread of the bacteria inside the installation. The study presented in this article aims to evaluate the effectiveness of a system based on UV-C photocatalysis on the microbiological quality of water and particularly on the bacteria Legionella.

Bien implantée sur le marché de la brumisation, la société D.I.D. Clim a développé, dans le cadre de ses recherches, un module de traitement des eaux propres destinées à la brumisation d'ambiance. Ce procédé, baptisé DID BIO Protect, a été élaboré dans le but de réduire la charge microbienne des eaux destinées à la consommation humaine de catégorie RT1 et à usage technique de catégorie RT2 par association d'un traitement physique par rayonnement ultraviolet et chimique par photocatalyse et oxydation (production de peroxyde d'hydrogène : H_2O_2). La société D.I.D. Clim a fait appel à la société GL Biocontrol pour évaluer l'efficacité de ses différents modules de traitement sur la bactérie *Legionella* précisément.

Créé en octobre 2006, GL Biocontrol est un bureau d'étude spécialisé en ingénierie sanitaire et en stratégie de surveillance biologique des eaux. Cette société dispose d'un département de prestations de service et d'un département Recherche & Développement. À travers ses deux pôles de compétences, GL Biocontrol :

- Développe de nouvelles solutions d'analyse, originales, destinées à faciliter la gestion en temps réel du risque microbien dans les ressources en eaux, les réseaux industriels, les réseaux urbains et les réseaux privés ;
- Utilise les méthodologies et les outils modernes de la biologie pour étudier le monde microbien ;
- Étudie les écosystèmes microbiens de l'environnement pour anticiper et prévenir les risques sanitaires ;
- Conseille les acteurs de « la filière eau »

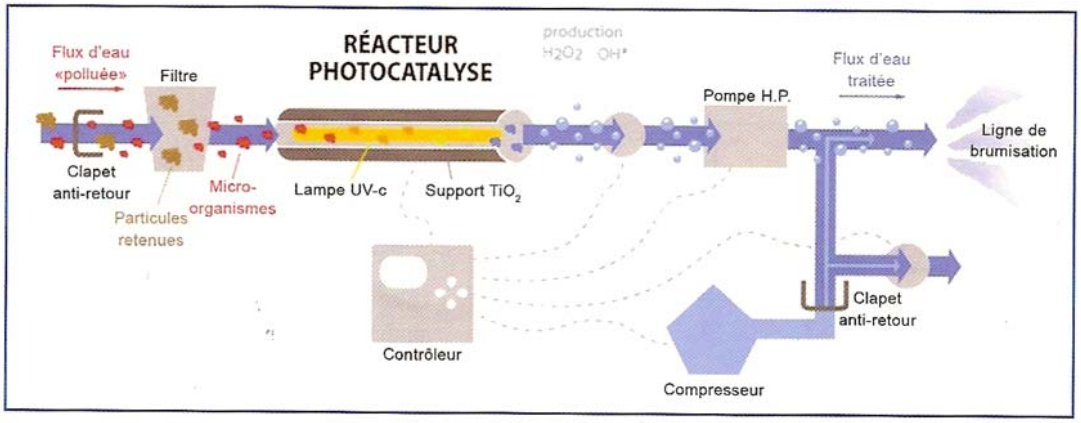


Schéma 1 : principe de fonctionnement des modules de traitement DID BIO Protect.

dans la conduite de leurs installions pour réduire le risque sanitaire et l'empreinte écologique (économie d'eau, de produits de traitement et d'énergie).

Méthode de validation et indicateurs d'efficacité

Le premier paramètre analytique utilisé est la quantification de la flore totale par bioluminescence. Toute cellule vivante produit et consomme de l'ATP (Adénosine Triphosphate). L'ATP est l'intermédiaire énergétique majeur et obligatoire de très nombreuses réactions du métabolisme cellulaire. Ce coenzyme est donc spécifique des milieux vivants. Dans l'eau, quantifier l'ATP revient à quantifier le nombre de bactéries totales. Pour effectuer ce type de dosage, on va mesurer la lumière émise (via un luminomètre) par la réaction enzymatique de bioluminescence utilisant la luciférine et la luciférase de luciole. L'ATP intervient dans l'étape d'activation du complexe luciférase-luciférine, dont l'oxydation est à l'origine d'une émission lumineuse (mesurée en Unité Relative de Lumière : RLU). Une règle issue d'un consensus international scientifique permet d'établir la relation entre les RLU, la quantité d'ATP et le nombre de bactéries totales présentes dans l'échantillon (1 picogramme d'ATP correspond en moyenne à 1 000 bactéries). Le kit de mesure utilisé est Dendridiag®SW développé par la société Colcom. Les résultats sont exprimés en bactéries par millilitre (bact./ml).

Le second indicateur utilisé est la quantification des légionelles totales par PCR temps réel. La technique PCR (Polymerase Chain Reaction) est une méthode normalisée (norme NF T90-471). Elle permet de dénombrer de manière rapide et fiable les *Legionella spp* et *Legionella pneumophila* totales. La méthode PCR utilise un procédé technologique reconnu depuis plusieurs années dans des domaines aussi différents que le médical, l'environnement, l'agroalimentaire ou encore le vétérinaire. C'est un processus de duplication biochimique in vitro de l'ADN de *Legionella*. Plus précisément, cette technique repose sur la quantification d'un message de fluorescence émis par l'ADN de *Legionella*, lorsque celui-ci est reconnu par des sondes spécifiques. Avec la PCR, les résultats sont disponibles en 48h maximum. Les kits PCR iQ-Check de la société Bio-Rad ont été utilisés dans cette étude pour la détection et le dénombrement des légionelles. Les résultats sont exprimés en Unité Génomes par litre (UG/l).

Le troisième et dernier indicateur utilisé est la technique de quantification des légionelles cultivables selon la méthode NF T90-431. Elle doit être réalisée par un laboratoire accrédité par le Cofrac. La méthode par culture est la technique normalisée et reconnue par l'ISO (organisation internationale de normalisation), le CEN (Comité Européen de Normalisation) et l'Afnor. Cette méthode est très largement utilisée pour le contrôle réglementaire des eaux (eau froide sanitaire, eau chaude sanitaire, eau de circuit de refroidissement...). La méthode NF T 90-431 permet de détecter et de dénombrer les *Legionella* « cultivables » selon les conditions strictes fixées par la norme. Ces conditions sont les suivantes :

Les légionelles cultivent à 37 °C, c'est-à-dire se reproduisent jusqu'à former des colonies, dans un délai de 3, 5 à 10 jours sur un milieu de culture spécifique.

Ces colonies doivent être examinées sur 3 milieux de culture différents afin de garantir l'appartenance de bactéries au genre *Legionella*.

À l'issue de ces étapes, il reste à déterminer par sérotypage, s'il s'agit de l'espèce *pneumophila*. Il existe 50 espèces répertoriées, *pneumophila* étant une des plus dangereuses. À l'intérieur de l'espèce *pneumophila*, on distinguera les bactéries du sérogroupe 1 ou 2 à 14.

Avec cette méthode, les résultats sont obtenus au bout de 10 à 13 jours. Ce délai est incompressible puisqu'il est nécessaire aux bactéries pour cultiver et former des colonies. Les résultats sont exprimés en Unités Formant Colonies par litre (UFC/l).

Élaboration du protocole

D.I.D. Clim a souhaité tester l'efficacité de cinq modules de traitement DID BIO Protect (DBP16, DBP18, DBP36, DBP55 et DBP95) sur les bactéries *Legionella spp* et *Legionella pneumophila*.

Ces modules (photo 1) sont basés sur le principe de deux technologies de traitement des eaux bien connues : l'UV et l'oxydation. L'eau brute passe au travers du module de traitement et subit l'action des UV-c. Parallèlement, ces UV-c oxydent un média interne ; dont la composition est propre à la technologie **brevetée** D.I.D. CLIM, du peroxyde d'hydrogène est alors produit (schéma 1).

Le module de traitement génère donc deux actions biocides :

- Traitement physique « choc » des UV-c (la puissance de la lampe UV pouvant varier selon le modèle du module : de 16 Watts pour le DBP16 à 95 Watts pour le DBP95),
- Traitement chimique oxydant rémanent du peroxyde d'hydrogène.

Avant toute campagne d'analyses microbiologiques, de nombreuses mesures de la concentration en peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) généré par les différents modules ont été réalisées sur une eau ultra-pure (données non présentées). Elles nous ont permis de définir le fonctionnement des

Photo 1 : module de traitement DID BIO Protect (DBP95).

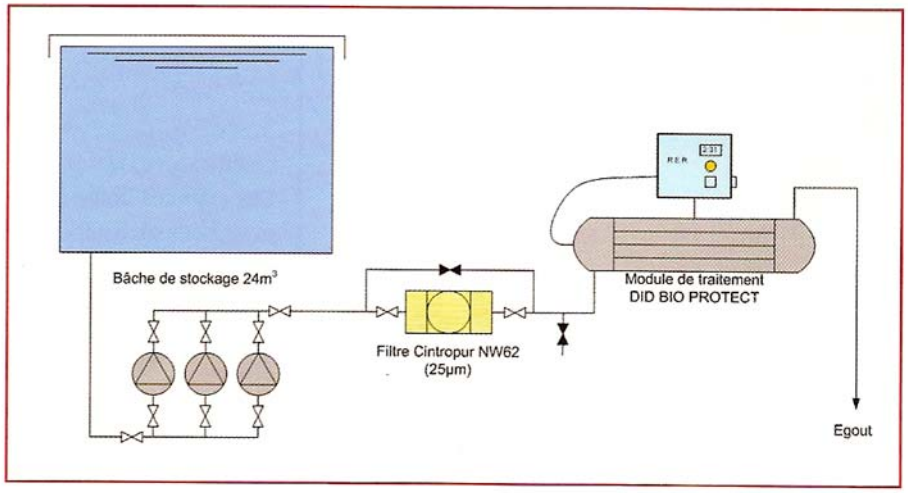


Schéma 2 : schéma de principe de la mise en œuvre des essais.

appareils, de valider la production de H_2O_2 et de caractériser une production « choc » de H_2O_2. Le protocole d'évaluation de l'efficacité des procédés de traitement sur les Légionelles a été élaboré en trois étapes distinctes :

• Étape 1 : évaluation de la transmittance de l'eau brute. Dans le cas d'une évaluation de l'efficacité d'un traitement UV, il est impératif de connaître la transmittance (dans l'UV) de l'eau brute à traiter et d'en adapter un procédé de filtration en amont si nécessaire. Une mesure de transmittance de l'eau brute utilisé dans cette étude sera effectuée avec une longueur d'onde située dans l'UV (254 nm).

• Étape 2 : validation du débit maximal efficace. Un débit maximal efficace doit être évalué pour chacune des puissances de lampe montée sur le module DID BIO Protect : 16W, 18W, 36W, 55W et 95W. Les mesures de flore totale en sortie des modules nous permettront d'évaluer, en temps réel, ce débit maximal efficace.

• Étape 3 : évaluation de l'efficacité du module sur *Legionella* (efficacité immédiate & efficacité différée). La dernière étape de validation portera sur l'efficacité directe des modules de traitement sur le microorganisme considéré : *Legionella*. Les prélèvements seront réalisés à débit constant (débit maximal efficace précédemment établi), pour chacune des puissances de lampe. Les analyses effectuées sur les prélèvements à J0 permettront d'établir l'efficacité immédiate du module.

Les analyses effectuées sur les prélèvements à J+7 permettront d'établir l'efficacité différée du module (tenant compte d'une éventuelle action temporisée du rayonnement UV).

Installation

Les essais microbiologiques ont été réalisés sur une eau de forage chargée naturellement en légionelles (site pilote) ; le module de traitement est raccordé au réseau de distribution d'eau (schéma 2). L'eau « brute », présentant une concentration naturelle en *Legionella spp* habituellement située entre 40000 et 80000 UG/l environ, est stockée dans une bâche en ciment d'une capacité de 24 m³ environ. Elle est acheminée au module de traitement à tester par le biais de trois pompes sanitaires « Hydropress CF 4/80 » permettant de distribuer un débit maximal de 6 m³/h (soit 100 l/mn env.). En amont du module, un filtre « Cintropur NW62 » (seuil de coupure : 25 µm) est disposé afin de limiter l'apport de matières en suspension dans le réacteur UV. Des points de prélèvements sont créés en amont et en aval strict du module.

Validation des procédés

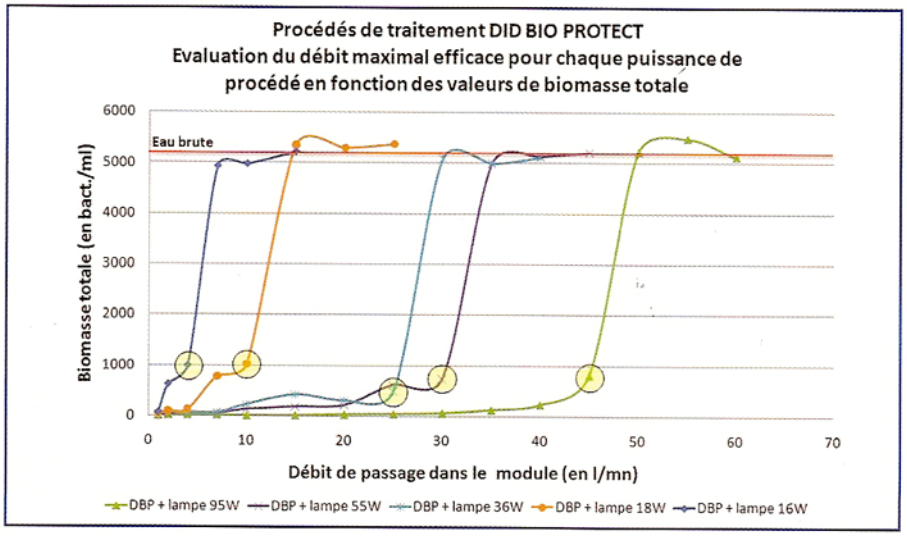
Évaluation du débit maximal efficace

La comparaison des mesures de biomasse totale réalisées en amont et en aval strict du module de traitement permettra d'évaluer le débit maximal efficace pour chaque puissance de lampe UV équipant le module (16W, 18W, 36W 55W et 95W). L'efficacité sera déterminée en fonction de l'abattement des valeurs de biomasse observé entre l'entrée du module et sa sortie. Ces analyses ont été effectuées *in situ* avec le kit DendridiagG®SW sur un luminomètre Kikkoman C-110. Chaque prélèvement est réalisé dans un flacon stérile de 60 ml. Cette première étape compte au total 55 mesures d'ATP, les résultats sont présentés sur le graphique 1.

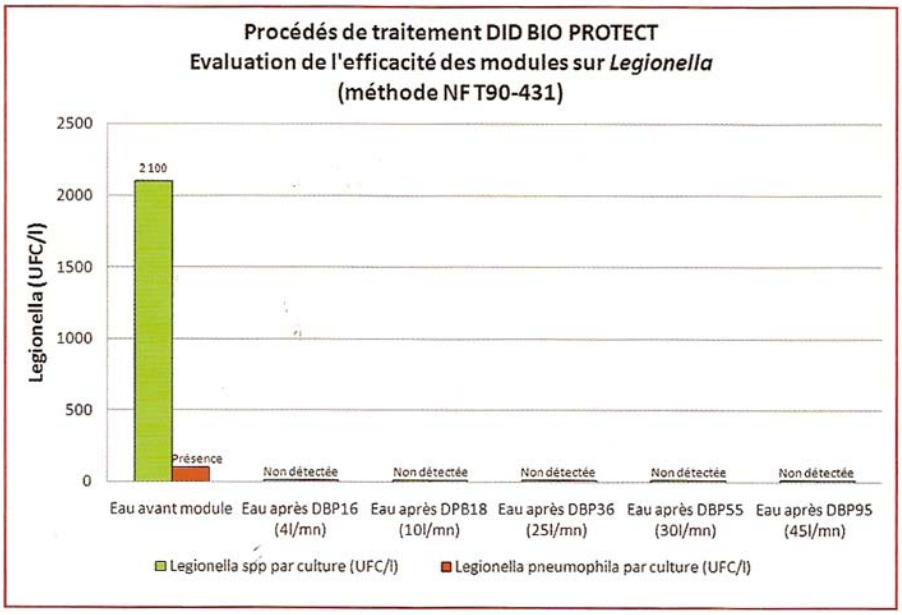
Les mesures de biomasse réalisées ont permis d'établir, *in situ*, un débit maximal efficace (immédiat) sur la flore totale de l'eau brute (5200 bact./ml) et pour chaque puissance de procédé. Le temps d'exposition (ou temps de contact) d'une bactérie au rayonnement UV semble être un facteur limitant sur l'efficacité du module de traitement. Cet élément est directement proportionnel au débit de passage d'une eau brute dans les modules de traitement. Nous pouvons dès à présent établir un débit maximal efficace immédiat pour chaque puissance de procédé (DBP16, DBP18, DBP36, DBP55 et DBP95), respectivement : 4 l/mn, 10 l/mn, 25 l/mn, 30 l/mn et 45 l/mn.

Évaluation de l'efficacité immédiate des modules sur la bactérie *Legionella*

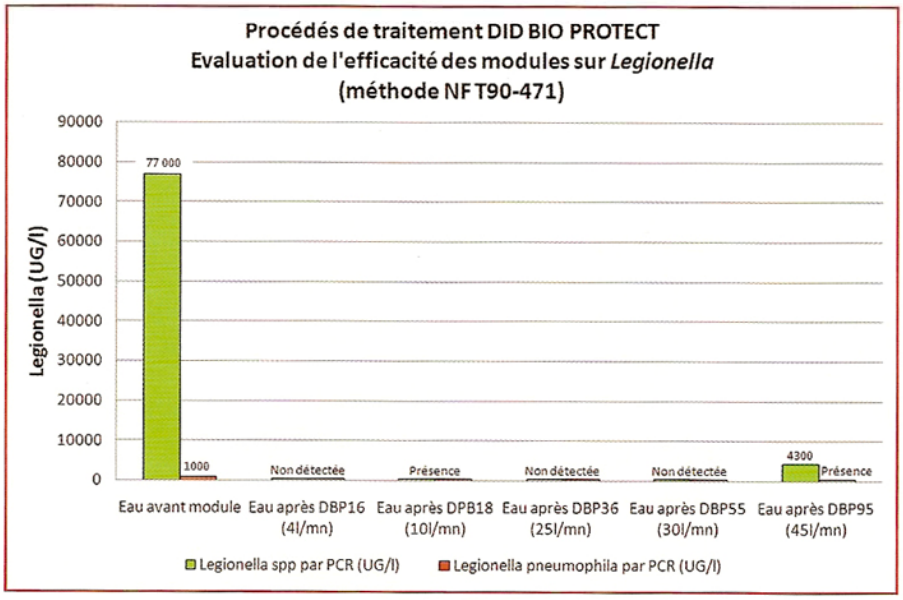
Lors de la précédente étape, nous avons évalué le débit maximal théorique d'efficacité immédiate applicable pour l'utilisation des modules de traitement. Ce débit « limite » assure un abattement significatif de la biomasse présente dans l'eau brute. L'étape suivante consiste donc à évaluer



Graphique 1 : évaluation du débit maximal efficace.



Graphique 2 : évaluation de l'efficacité sur les Légionelles cultivables.



Graphique 3 : évaluation de l'efficacité sur les légionelles totales.

l'efficacité des procédés sur les bactéries *Legionella spp & pneumophila* au débit maximal efficace établi. Deux types d'analyse ont été utilisés : la méthode PCR et la méthode réglementaire par culture. Elles permettent de quantifier respectivement les légionelles totales et les légionelles cultivables. L'eau brute sera caractérisée selon les mêmes paramètres analytiques.

Chaque prélèvement est réalisé dans un flacon stérile de 1 litre.

Cette troisième étape compte au total 6 analyses PCR et 6 analyses par culture, les résultats sont rassemblés dans les graphiques 2 et 3.

Les résultats obtenus ont permis d'observer, après passage dans les modules DID BIO Protect, un abattement significatif de la population *Legionella* présente dans l'eau brute, pour chaque puissance de procédé testée et à débit maximal efficace.

Cet essai a permis d'évaluer l'efficacité immédiate des procédés sur la bactérie *Legionella* et d'en déduire les données suivantes :

Débit maximal efficace sur *Legionella* – Réacteur DID BIO Protect :
DBP16 : limite d'utilisation validée sur *Legionella* à 4 l/mn (soit 0,24 m³/h)
DBP18 : limite d'utilisation validée sur *Legionella* à 10 l/mn (soit 0,6 m³/h)
DBP36 : limite d'utilisation validée sur *Legionella* à 25 l/mn (soit 1,5 m³/h)
DBP55 : limite d'utilisation validée sur *Legionella* à 30 l/mn (soit 1,8 m³/h)
DBP95 : limite d'utilisation validée sur *Legionella* à 45 l/mn (soit 2,7 m³/h)

	Légionelles totales par PCR (selon la norme NF T90-471)		Biomasse totale (en bact./ml)
	Legionella spp (en UG/l)	*Legionella pneumophila* (en UG/l)	
DPB + UV 16W (débit = 4l/mn)	Non détectée	Non détectée	1214
DPB + UV 18W (débit = 10l/mn)	Présence inférieure au seuil de quantification	Présence inférieure au seuil de quantification	1167
DPB + UV 36W (débit = 25l/mn)	Non détectée	Non détectée	856
DPB + UV 55W (débit = 30l/mn)	Non détectée	Non détectée	861
DPB + UV 95W (débit = 45l/mn)	3 800	Présence inférieure au seuil de quantification	1043

Tableau 1 : résultats de l'évaluation de l'efficacité différée du procédé.

Évaluation de l'efficacité différée des modules sur la bactérie *Legionella*

Lors du précédent essai, nous avons validé l'efficacité immédiate des modules pour un débit maximal théorique efficace et pour chaque puissance de procédé.

Afin d'observer l'action biocide différée du rayonnement UV dans le temps, un doublon de chaque prélèvement réalisé en vue des analyses PCR (NF T90-471) et biomasse totale a été conservé durant 7 jours à 5 °C. La différence observée entre les résultats à J0 et à J+7 permettra d'évaluer l'efficacité différée du module de traitement.

Chaque prélèvement est réalisé dans un flacon stérile de 1 litre contenant du thiosulfate de sodium. Cette dernière partie de l'étude compte au total 5 analyses PCR et 5 mesures de biomasse.

Rappels sur *Legionella*

La maladie du Légionnaire ou Légionellose est une affection respiratoire de type pneumopathie qui entraîne le décès dans 15 à 20 % des cas. Les bactéries responsables appartiennent au genre *Legionella*. L'infection par *Legionella* résulte de la dissémination par l'air, à partir d'un réservoir de l'environnement, vers le système respiratoire humain. Cette bactérie fait partie d'une communauté microbienne naturelle du sol et d'écosystème aquatique. Très souvent, elle prolifère dans les installations de type tours aéroréfrigérantes, dans les réseaux de production et de distribution d'eau chaude sanitaire ou dans les systèmes de brumisation.

L'U.C.I.E

Union des Consultants et Ingénieurs en Environnement

Notaires & Sols Pollués : Transactions et Gestion des Risques

Jeudi 6 mai 2010
Hôtel Radisson - Lyon

Des conférences et un vrai débat !

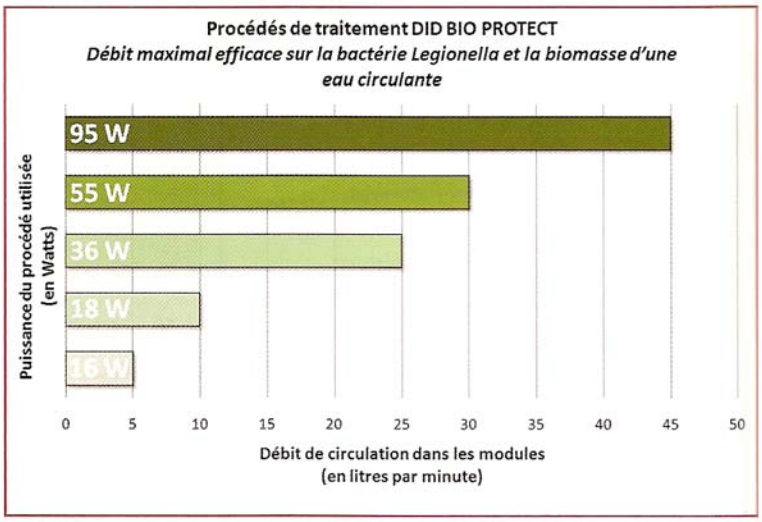
→ Gestion sites et sols pollués : méthodologie et réglementation

→ Problématique dans son ensemble

→ Vécu / Retours d'expériences
- Cessions de terrains
- Cessions de sociétés / ZAC
- Acquisitions de terrains occupés
- Evolutions réglementaires

Programme et Inscription :
www.webs-event.com
contact@webs-event.com

WEBS
World Event Business Solutions



Graphique 4 : validation des procédés de traitement.

Les résultats à J+7 obtenus sont rassemblés dans le tableau 1.

Les mesures réalisées sur les échantillons stockés durant 7 jours à 5 °C, n'ont pas permis de démontrer un abattement significatif **supplémentaire** dont la rémanence des traitements pourrait en être la cause.

Les essais différés n'ont pas permis de réévaluer le débit maximal efficace établi précédemment.

Qualification et validation

L'étude réalisée par GL Biocontrol a eu pour but d'évaluer l'efficacité des procédés de traitement, issus de la technologie de la société D.I.D Clim, sur les légionelles présentes dans une eau en circulation. Ce procédé de désinfection allie d'une part, un traitement physique par rayonnement UV-c et, d'autre part une production de peroxyde d'hydrogène.

Cette étude a été menée en parallèle pour cinq puissance de procédés DID BIO Protect : 16W, 18W, 36W, 55W et 95W. Il nous a été permis de constater qu'un facteur capital limitait l'efficacité des modules de traitement sur la biomasse totale : le débit de passage dans le réacteur.

Nous avons donc établis, entre autre, un débit maximal efficace pour chaque puissance de procédé. Les modules DID BIO Protect présentent un abattement significatif sur la biomasse et sur la quantité de Légionelles présentes dans l'eau brute et ont été considérés comme efficaces selon les caractéristiques techniques suivantes (graphique 4). ■

Retrouvez toute l'actualité de l'eau sur le site de la revue

www.revue-ein.com