



GUIDE DE FORMATION

A LA GESTION DU RISQUE DE PROLIFERATION

DES LEGIONELLES DANS LES INSTALLATIONS DE

REFROIDISSEMENT PAR DISPERSION D'EAU

DANS UN FLUX D'AIR



Ce guide a été réalisé pour
le Ministère de l'Écologie et du Développement Durable

PREAMBULE

Cette bactérie naturellement présente dans l'environnement n'aurait guère fait parler d'elle, s'il n'existait pas des sites hydriques artificiels qui constituent des niches écologiques favorables dans lesquelles elle peut proliférer. Les aérosols générés à partir de cette eau riche en Legionella, sont source potentielle d'épidémie.

Depuis l'identification de Legionella pneumophila aux Etats unis, des cas de légionelloses sont enregistrés, chaque année dans tous les pays. L'augmentation du nombre de cas en Europe jusqu'à présent est attribuée à l'amélioration du dépistage et aux performances du réseau de surveillance.

L'intimité de cette bactérie reste pleine de mystères mais le voile commence à se lever sur les conditions complexes qui favorisent la contamination des réseaux d'eau, la prolifération, et la dissémination. L'observation d'épisodes malheureux est en ce sens, riche d'enseignements.

Si on cherche Legionella, on en trouve un peu, beaucoup, partout ou presque... Seule la mise en œuvre de moyens adaptés, intimement associée à la conception, à la maintenance, à l'exploitation et à la surveillance des installations, permet de maîtriser ce risque sanitaire, sans générer un risque pour l'environnement lié à l'utilisation des traitements chimiques.

Au-delà de l'application des prescriptions réglementaires, la recherche de la réduction maximale du risque sanitaire suppose souvent la remise en cause importante des pratiques ou des habitudes d'exploitation des installations de refroidissement associée à une compréhension fine des mécanismes conduisant à la prolifération et à sa diffusion.

C'est pourquoi la gestion du risque de la prolifération des légionelles ne doit pas rester l'affaire de spécialistes. Elle doit concerner et impliquer tous les opérateurs et exploitants du site.

Ce document comporte trois modules de formation qui se déclinent ainsi:

Module 1

Le module 1 permet de connaître les notions élémentaires sur la légionelle, la légionellose et le risque présenté par les installations de refroidissement par dispersion d'eau dans un flux d'air. Il présente en outre la réglementation applicable à ce type d'installation.

Pour plus d'informations sur les principes de fonctionnement des installations de refroidissement, se référer au guide technique « Les différents procédés de refroidissement d'eau dans les installations industrielles et tertiaires » réalisé par le CETIAT pour le MEDD, février 2005.

Module 2

Le module 2 présente différentes « pathologies » d'un circuit d'eau.

Il présente différents moyens de lutte (la liste n'est pas exhaustive), les conditions de mise en œuvre qui garantissent leur efficacité et les stratégies préventives à appliquer.

Module 3

Le module 3 décrit une approche méthodique pour évaluer les risques et identifier les points critiques d'une installation.

En outre, au travers d'un exemple, il permet d'identifier et de rédiger une procédure technique.

Enfin, quelques exemples de « mauvaises pratiques » permettent d'acquérir certains automatismes nécessaires pour gérer le risque en exploitation.

Ce module s'appuie sur la méthodologie présentée dans le « Guide méthodologique pour la réalisation d'une analyse de risque de prolifération de légionelles dans les installations de refroidissement par dispersion d'eau dans un flux d'air » réalisé par ICS 'eau & LHE pour le MEDD, février 2005.

SOMMAIRE

MODULE 1 : LEGIONELLES ET INSTALLATIONS DE REFROIDISSEMENT PAR DISPERSION D'EAU DANS UN FLUX D'AIR

Partie 1 : les légionelles et les installations de refroidissement

- Les légionelles & la légionellose
- Les installations de refroidissement par dispersion d'eau dans un flux d'air
- Risque de prolifération
- Risque de dissémination

Partie 2 : réglementation des installations de refroidissement

- La législation des installations classées
- Les installations visées par la rubrique 2921
- Les prescriptions applicables
- Modalités d'application

MODULE 2 : MAITRISE DE LA GESTION DU RISQUE DE PROLIFERATION DES LEGIONELLES DANS LES INSTALLATIONS DE REFROIDISSEMENT PAR DISPERSION D'EAU DANS UN FLUX D'AIR

Partie 1: Les pathologies des réseaux

- Dépôts incrustants
- Dépôts non incrustants
- Dégradation/corrosion
- Biofilm

Partie 2: Facteurs de risque de prolifération et moyens de lutte

- Les domaines d'action
- L'eau dans le circuit
- Stratégie de traitement
- Lutte contre les « pathologies »

Partie 3: Identification et gestion des facteurs de risques

- Identification des facteurs de risques
- Gestion des facteurs de risque

Partie 4: Surveillance & méthodes d'analyses

- Plan de surveillance
- Prélèvements pour analyses
- Analyses de légionelles
- Autres indicateurs
- Sécurité

ANALYSE DES RISQUES DE PROLIFERATION DES LEGIONELLES DANS LES INSTALLATIONS DE REFROIDISSEMENT PAR DISPERSION D'EAU DANS UN FLUX D'AIR

Partie 1 : L'analyse de risque

- Objectifs et principes de la méthode
- Identification des facteurs de risque
- Exemples de mesures préventives
- Surveillance des mesures préventives
- Exemples d'actions correctives
- Révision de l'analyse de risque

Partie 2 : Mauvaises pratiques et actions à mener

- Conception / Implantation
- Exploitation
- Maintenance
- Surveillance

Ce document a été rédigé par Michèle Merchat, Docteur es Science, Responsable Recherche Appliquée & Développement, Climespace, Paris.

Avec l'appui du Bureau de la Pollution Atmosphérique des Equipements Energétiques et des Transports, Service de l'Environnement Industriel, Direction de la Prévention des Pollutions et des Risques du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable.

Je remercie pour leurs avis et commentaires les membres du groupe de travail national légionellose et en particulier ;

Me Isaure d' Archimbaud, Ania

Mr Emmanuel Béranger, Cofathec

Mr Patrick Faisque, FG3E

Me Laure Delery, Ineris

Mr Christian Feldmann, Costic

Me Estelle Morales, Ania

Mr Laurent Petiot, Cofinair

Me Françoise Ricordel, DPPR MEDD

Ainsi que,

Mr Emmanuel Briand, Cstb

Me Christine Campèse, Invs

Mr Régis Carton, Climespace

Mr Gilles Chaperon, Laboratoire Capsis

Mr Jean François Chartrain, Climespace

Mr Pierre-Franck Chevet, Drire NPdC

Mr Guy Copin, Nalco

Mr Jean François Coutrel, Ficur/Ania

Melle Anabel Deumier, Climespace

Me Héloïse Fontaine, ICS'eau

Mr Cyrille Grimaud, Laboratoire Bouisson Bertrand

Mr Jean Marc Hoen, Ciba Sc

Mr René Lesage, Atmel

Mr Laurent Mouteaux, Agence de l'eau Rhin Meuse

Mr Jean Philippe Puibaraud, Dalkia

Ce travail s'appuie sur l'expérience et la collaboration de toute l'équipe d'exploitation de Climespace que je remercie.

BIBLIOGRAPHIE

- Alary, M. and J. R. Joly (1992). "Factors contributing to the contamination of hospital water distribution systems by legionellae." *J. Infect Dis.* 165: 565-569.
- Anand, C. M. R., A. Skinner, et al. (1983). "Interaction of *Legionella pneumophila* and free living amoeba (*Acanthamoeba palestinensis*)." *J. Hyg. Camb.* 91: 167-178.
- Aquazur, "Hot and cold water services, operations manual, HCM Issue 4, March 1999
- Armon, R., J. Starosvetzky, et al. (1997). "Survival of *Legionella pneumophila* and *Salmonella Typhimurium* in biofilm systems." *Water Science and Technology* 35(11-12): 293-300.
- Arnou, P. M., T. Chou, et al. (1982). "Nosocomial Legionnaires' disease caused by aerosolized tap water from respiratory devices." *J. Infectious Diseases* 146(4): 460-467.
- Atlas, R. M., J. F. Williams, et al. (1995). "Legionella contamination of dental-unit waters." *Applied Environmental Microbiology* 61(4): 1208-1213.
- Barbaree, J. M., B. S. Fields, et al. (1986). "Isolation of protozoa from water associated with a legionellosis outbreak and demonstration of intracellular multiplication of *Legionella pneumophila*." *Applied Environmental Microbiology* 52(1): 422-424.
- Barker, J., M. R. W. Brown, et al. (1992). "Relationship between *Legionella pneumophila* and *Acanthamoeba polyphaga* : physiological status and susceptibility to chemical inactivation." *Applied Environmental Microbiology* 58(8): 2420-2425.
- Berendt R.F. (1980) Survival of *Legionella pneumophila* in aerosols : effect of relative humidity. *The Journal of infectious diseases*, vol.141, n°5, 689.
- Berk, S. G., R. S. Ting, et al. (1998). "Production of respirable vesicles containing live *Legionella pneumophila* cells by two *Acanthamoeba* spp." *Applied Environmental Microbiology* 64(1): 279-286.
- Betz « le conditionnement des eaux industrielles » Love printing services Ltd, 1993.
- Bezanson, G., S. Burbridge, et al. (1992). "In situ colonization of polyvinyl chloride, brass, and copper by *Legionella pneumophila*." *Canadian Journal of Microbiology* 38: 328-330.
- Breiman, R. F., B. S. Fields, et al. (1990). "Association of shower use with Legionnaire' disease: possible rôle of amoeba." *J. American Medical Association* 263(21): 2924-2926.
- Cabanes, P. A., S. Dubrou, et al. (1995). "Les *Legionella* dans l'environnement hydrique sanitaire. Données préliminaires pour une évaluation du risque en France." *Med. Mal. Infect.* 25: 850-857.
- Campès C, Che D (2004) "la légionellose en France surveillance et épisodes épidémiques" séminaire INVS, 20/04/04, Saint Maurice.
- Campins, M., A. Ferrer, et al. (2000). "Nosocomial Legionnaire's disease in a children's hospital." *J. Pediatr. Infect. Dis.* 19(3): 228-234.
- Cirillo, J. D., S. Falkow, L. S. Tompkins. 1994. Growth of *Legionella pneumophila* in *Acanthamoeba castellanii* enhances invasion. *Infect. Immun.* 62(8):3254-61.
- Crespi, S. and J. Ferra (1997). "Outbreak of legionellosis in a tourist complex in Lanzarote concomitant with a treatment of the water system with megadoses of polyphosphates." *Water Science and Technology* 35(11-12): 307-309.
- Daube, D. and Y. Lévi (2000). "Legionella: de l'environnement aux réseaux d'eaux chaudes." *CVC n°12*(décembre 2000): 10-12.

Borlein Ch, Zoughaib A, Clodic D. « Conception et validation d'un système de régulation permettant d'éviter la formation d'un panache en sortie des tours de refroidissement ». Rapport ADEME. Juin 2003.

Derangère, D., S. Dubrou, et al. "Prévalence des Legionella dans les réseaux de distribution d'eau chaude sanitaire : état de la question." *L'eau, l'industrie, les nuisances* 203: 44-47.

Derangère, D., S. Dubrou, et al. "Risques de développement de Legionella dans les réseaux de distribution d'eau chaude sanitaire." *Cahiers du CSTB*: 1-11.

Dubrou, S. (2000). Où et comment les légionelles vivent-elles ? *Légionelles: état des lieux*, CSTB.

Farrel, I. D., J. E. Barker, et al. (1990). "A field study of the survival of Legionella pneumophila in a hospital hot-water system." *Epidemiol. Infect.* 104: 381-387.

Fields, B. S. (1993). Legionella and protozoa : interaction of a pathogen and its natural host. In *Legionella: current status and emerging perspectives*. R. B. J. M. Barbaree, A. P. Dufour, American Society for Microbiology, Washington, DC: 129-136.

Fields, B. S. (1996). « The molecular ecology of legionellae ». *Trends Microbiol.* 4(7):286-90.

Frederiksen, S. and K. K. Kristensen "Microbial growth in domestic hot water systems within special emphasis on connections to district heating networks.": 301-315.

Hambleton P. et al (1984) Survival of Airborne Legionella pneumophila. In *Legionella Proceedings of the 2nd International Symposium - Thornsberry C. et al*, ASM, Washington D.C., 1984, 301-302.

Köhler, J. R., Maiwald, M., Luck, P. C., Helbig, J. H., Hingst, V., Sonntag, H. G. (1999). "Detecting legionellosis by unselected culture of respiratory tract secretions and developing links to hospital water strains." *J. Hospital Infection* 41: 301-311.

Liles, M., Scheel, R.A., Cianciotto, N.P. (2000). "Discovery of a nonclassical siderophore, legiobactin, produced by strains of Legionella pneumophila." *J. Bacteriology* 182(3): 749-757.

Merchat Michèle, " Stratégies de conception de tours aéroréfrigérantes à zéro émission ", ATEE, 9 juin 2004.

Merchat M, « Vers la maîtrise du risque légionellose dans les circuits de refroidissement : bilan de 5 années de recherches » Journées de l'eau, 29 sept. 1 oct, Poitiers, 2004.

Moran F, « Traitement des eaux » Ed. Edipa, 2001.

Nagl, M., R. Starlinger, et al. (2000). "Influence of sequential cultivation on virulence of Legionella pneumophila and Staphylococcus aureus." *Int. J. Hyg. Environ. Health* 203: 165-167.

Nahapetian K, Challemel O, Beurtin D, Dubrou S, Gounon P, Squinazi F (1991) " The intracellular multiplication of Lp in protozoan from hospital plumbing systems " *Res. Microbiol.*, 142, 677-685.

Neumeister, B., Reiff, G., Faigle, M., Northoff, H., Lang, F. (2000). "Influence of Acanthamoeba castellanii on intracellular growth of different Legionella species in human monocytes." *Applied Environmental Microbiology* 66(3): 914-919.

Newsome, A. L., Scott, T. M., Benson, R. F., Fields, B. S. (1998). " Isolation of an Amoeba naturally harboring a distinctive Legionella species." *Applied Environmental Microbiology* 64(5): 1688-1693.

Oberty, S. and G. Nicolas (2000). "Tours aéroréfrigérantes et réseaux ECS. Conception et exploitation: les erreurs à éviter." *CVC n°12(décembre 2000)*: 31-33.

Paszko-Kolva, C., Sawyer, T.K., Palmer, C.J., Nerad, T.A., Fayer, R. (1998). "Examination of microbial contaminants of emergency showers and eyewash stations." *J. Ind. Microbiol. and Biotechnol.* 20(3-4): 139-143.

Patterson, W. J., Seal, D. V., Curran, E., Sinclair, T.M., McLuckie, J.C. (1994). "Fatal nosocomial Legionnaires' disease : relevance of contamination of hospital water supply by temperature-dependent buoyancy-driven flow from spur pipes." *Epidemiol. and Inf.* 112(3): 513-525.

Renoux A. (1999) La granulométrie des aérosols. *Spectra Analyse*, n°209, août/sept. 1999, 23-28.

Robine E. (1999) Fixation et survie des aérosols bactériens sur les surfaces. Rapport de thèse. Université Paris XII, UFR de Sciences, Sciences de la vie et de la santé / CSTB, 190 p.

Rogers, J., Dowsett, A. B., Dennis, P.J., Lee, J.V., Keevil, C. W. (1994). "Influence of plumbing materials on biofilm formation and growth of Legionella Pneumophila in potable water systems." *Applied and Environmental Microbiology* 60(6): 1842-1851.

Rogers, J., Dowsett, A. B., Dennis, P.J., Lee, J.V., Keevil, C. W. (1994). "Influence of temperature and plumbing material selection on biofilm formation and growth of Legionella pneumophila in a model potable water system containing complex microbial flora." *Applied Environmental Microbiology* 60(5): 1585-1592.

Rogers, J., Dowsett, A.B., Lee J.V., Keevil, C. W. (1991). Chemostat studies of biofilm development on plumbing materials and the incorporation of Legionella pneumophila. *Biofilms and biodeterioration and biodegradation*. Elsevier: 458-460.

Rowbotham, T. J. (1993). Legionella-like amoebal pathogens. Legionella: current status and emerging perspectives. R. B. J. M. Barbaree, A. P. Dufour, American Society for Microbiology, Washington, DC.: 137-140.

Solomon, J. A., S. W. Christensen, et al. (1983). "Distribution of Legionella pneumophila in power plant environments." Legionella: 2nd international symposium: june 1983, Atlanta - American Society for Microbiology: 309-311.

Squinazzi F (2004) « Biofilms et matériaux des canalisations des réseaux de distribution d'eau ».

States, S., Conley, L., Ceraso, M., Stephenson, T., Wolford, R., Wadowsky, R, McNamara, A., Yee, R.B. (1985). 'Effects of metals on Legionella pneumophila growth in drinking water plumbing systems." *Applied Environmental Microbiology* 50(5): 1149-1154.

Stout, J., Yu, V., Best, M. (1985). 'Ecology of Legionella pneumophila within water distribution systems." *Applied Environmental Microbiology* 49(1): 221-228.

Surman, S.B., Morton, L.H.G., Skinner, A., Fitzgeorge, R.B., Keevil, C.W. (1999). "Growth of Legionella pneumophila is not dependent on intracellular replication". *Royal Society of Chemistry Special Publications* 242: 160-170.

Swanson, M. S. and B. K. Hammer (2000). "Legionella pneumophila pathogenesis : A fateful journey from Amoebae to macrophages." *Annual Review of Microbiology* 54: 567-613.

Visca, P., Goldoni, P., Lück, Helbig, J.H., Cattani, L., Giltr,i G., Bramat,i S., Pastoris, M.C. (1999). "Multiple types of Legionella pneumophila serogroup 6 in a hospital heated-water system associated with sporadic infections." *J. Clinical Microbiology* 37(7): 2189-2196.

Wadowsky, R. M., Butler, L. J., Cook, M. K., Verma, S. M., Paul, M. A., Fields, B. S. Keleti, G., Sykora, J. L., Yee, R. B. (1988). "Growth-supporting activity for Legionella pneumophila in tap water cultures and implication of Hartmannellid amoebae as growth factors." *Applied Environmental Microbiology* 54(11): 2677-2682.

Wadowsky, R. M., R. B. Yee. 1983. Satellite growth of Legionella pneumophila with an environmental isolate of Flavobacterium breve. *Appl. Environ. Microbiol.* 46(6):1447-1449.

Wadowsky, R. M., Yee, R. B., Mezmar, L., Wing, E. J., Dowling, N. J. (1982). " Hot water systems as sources of Legionella pneumophila in hospital and non-hospital plumbing fixtures." *Applied Environmental Microbiology* 43: 1104-1110.

Winiiecka-Krusnel, J., Linder E. (1999). "Free-living Amoeba protecting Legionella in water : the tip of an iceberg." *Scandinavian J. Infectious Diseases* 31: 383-385.

Yee, R. B., Wadowsky, R.M. (1982). "Multiplication of Legionella pneumophila in unsterilized tap water." *Applied Environmental Microbiology* 43(6): 1330-1334.

Internet : <http://perso.wanadoo.fr/bernard.pironin/aquatech/degradations.htm>

Internet : <http://www.q-net.net.au/~legion/>

Internet : <http://www.concordechimie.fr>