



Application de biocides dans la lutte contre les légionelles dans les systèmes de refroidissement des centrales électriques et autres installations de refroidissement par évaporation

Internationale
Kommission zum
Schutz des Rheins

Commission
Internationale
pour la Protection
du Rhin

Internationale
Commissie ter
Bescherming
van de Rijn

Rapport n° 243



Editeur:

Commission Internationale pour la Protection du Rhin (CIPR)

Kaiserin-Augusta-Anlagen 15, D 56068 Coblenz

Postfach 20 02 53, D 56002 Coblenz

Téléphone +49-(0)261-94252-0, télécopieur +49-(0)261-94252-52

Courriel électronique: sekretariat@iksr.de

www.iksr.org

ISBN 978-3-946501-14-5

© IKS-R-CIPR-ICBR 2017

Sommaire

1. Synthèse	3
2. Motivation	4
3. Présence de légionelles dans les systèmes de refroidissement des centrales électriques et dans les installations de refroidissement par évaporation	5
3.1 Introduction	5
3.2 Autriche	5
3.3 Suisse	7
3.4 Allemagne	8
3.5 France	10
3.6 Pays-Bas	11
3.7 Conclusions	12
4. Opportunités et limites de la lutte contre les légionelles dans les systèmes techniques de refroidissement	13
4.1 Mesures préventives de réduction de la prolifération de légionelles dans les systèmes de refroidissement	13
4.1.1 Au niveau européen	13
4.1.2 Autriche	14
4.1.3 Suisse	14
4.1.4 Allemagne	15
4.1.5 Pays-Bas	15
4.2 Application de biocides et d'autres produits chimiques pour stabiliser les eaux de refroidissement	16
4.2.1 Autorisation de produits biocides	16
4.2.2 Stratégies de désinfection	17
4.2.2.1 Autriche	17
4.2.2.2 Suisse	18
4.2.2.3 Allemagne	19
4.2.2.4 France	20
4.2.2.5 Pays-Bas	20
4.2.2.6 Éléments clés des recommandations nationales	21
5. Régime des autorisations de rejet d'eaux de refroidissement contaminées par des biocides dans le milieu aquatique	22
5.1 Autriche	22
5.2 Suisse	23

5.3	Allemagne	23
5.4	France	25
5.5	Pays-Bas	25
5.6	Conclusions et éléments clés des recommandations nationales	26
6.	Dispositions obligatoires de contrôle des rejets d'eaux de refroidissement et/ou d'eaux de circulation	27
6.1	Autriche	27
6.2	Suisse	28
6.3	Allemagne	30
6.4	France	31
6.5	Pays-Bas	31

1. Synthèse

Avec la publication du document (BREF) « **Best available techniques Reference** » sur les « Cooling Systems » (2001), l'UE a adopté les règles de meilleure technologie disponible à l'époque sur les systèmes industriels de refroidissement. Ce document décrit les mesures générales - la première étant celle du choix du site - devant permettre de réduire le risque de développement massif de légionelles dans les systèmes de refroidissement. Ces règles sont respectées dans les Etats membres de la CIPR qui les ont en partie perfectionnées ou concrétisées.

Malgré les mesures prises à titre de prévention, on ne peut exclure totalement la croissance excessive de légionelles dans les systèmes de refroidissement, ce qui oblige habituellement à effectuer des mesures de contrôle dans les circuits de refroidissement. Quand la concentration de légionelles détectée dépasse les valeurs de contrôle s'appliquant au niveau national, des mesures échelonnées sont à prendre pour éviter que les légionelles ne se dissipent dans l'atmosphère. La Suisse, l'Autriche, l'Allemagne, la France et les Pays-Bas ont fixé des règles fondamentalement comparables pour faire face à ce type de situation.

Les légionelles s'introduisent dans l'organisme par inhalation. La fuite de légionelles à partir de systèmes de refroidissement des centrales électriques et d'autres installations de refroidissement par évaporation représente un risque élevé d'épidémie au sein de la population. Plusieurs cas récents démontrent hélas la réalité de ce risque. Pour éviter ces risques, il peut s'avérer nécessaire de désinfecter les systèmes de refroidissement par apport de biocides. Il convient d'accorder une attention renforcée aux aspects de protection sanitaire, en particulier au démarrage et à l'arrêt de l'installation, et des modes de lutte très spécifiques sont généralement à respecter en regard des stratégies particulières de survie des légionelles.

Les eaux de refroidissement auxquelles ont été ajoutées des biocides sont souvent évacuées dans le milieu fluvial. L'autorisation de rejet est souvent laissée à l'appréciation des autorités qui sont amenées à peser les intérêts de la santé publique et de la protection des eaux.

Le présent document vise à améliorer la compréhension réciproque sur les procédures administratives prises par les autorités dans les Etats riverains du Rhin.

A titre de conclusion tirée du cas de rejet de biocides survenu dans la centrale nucléaire suisse de Leibstadt (KKL), on recommande d'informer de manière précoce les riverains d'aval par le biais du Plan d'Avertissement et d'Alerte (PAA) quand un traitement biocide exceptionnel des eaux de refroidissement s'impose. Il convient si possible d'indiquer la méthode appropriée de détection du biocide et la manière d'évaluer les propriétés écotoxicologiques de la substance (et de ses produits de dégradation) ainsi que son impact sur l'eau potable.

Dans l'idéal, la meilleure solution serait de coordonner simultanément les analyses de la substance et de ses produits de dégradation sur initiative de l'Etat sur le territoire duquel le rejet a été autorisé. L'avantage en serait une bonne comparabilité (et communication) des données.

2. Motivation

Les légionelles sont des bacilles à Gram négatif en forme de bâtonnets que l'on trouve dans des conditions naturelles en faibles concentrations dans les eaux de surface ainsi que dans les eaux souterraines et les sols. Il existe plus d'une cinquantaine d'espèces de légionelles correspondant à plus de 80 sérogroupes¹. Certaines de ces sous-espèces/sérogroupes peuvent provoquer chez l'homme des maladies (légionellose, fièvre de Pontiac) en cas d'inhalation d'aérosols² infectés par des légionelles. Les groupes à risque sont les personnes âgées, les fumeurs et les personnes dont le système immunitaire est affaibli. Une contamination est impossible par absorption d'eau ou de contact avec de l'eau infectée mais uniquement par voie aérienne. Sous nos latitudes, les affections sont dues pour la plupart à la forme *Legionella pneumophila* (séro groupe 1).

En milieu aquatique naturel, les légionelles survivent fréquemment en trouvant protection à l'intérieur d'amibes. Quand des systèmes techniques de circulation d'eau sont alimentés par de l'eau infectée par des légionelles, celles-ci peuvent y trouver un milieu favorable à leur multiplication rapide. Les conditions idéales de prolifération des légionelles sont des températures d'eau comprises entre 25°C et 45°C et des superficies suffisamment larges de dépôts divers (tartre, boues, produits de corrosion) constituant par ex. des biofilms offrant aux légionelles un « écosystème » adapté. Ces conditions se retrouvent par ex. dans les appareils de climatisation, les installations de refroidissement par évaporation et les tours de refroidissement à tirage naturel, mais aussi dans les installations domestiques. Si les aérosols émis par de telles installations sont inhalés, les maladies susmentionnées peuvent survenir et parfois même s'étendre sous forme épidémique dans le périmètre immédiat de l'installation concernée.

Des concentrations surélevées de bactéries du type *Legionella pneumophila* ont été détectées à l'automne 2010 lors d'analyses préventives périodiques de bactéries dans le système principal d'eaux de refroidissement de la centrale nucléaire suisse de Leibstadt (KKL). On a relevé à plusieurs reprises dans l'eau de la cuve de la tour de refroidissement jusqu'à 150 000 UFC/l (unités formant colonie par litre). L'Office fédéral suisse de la santé publique (OFSP) prévoit pour les systèmes de conduites d'eau et les installations de refroidissement une valeur d'intervention de 10 000 UFC/l³ et considère les systèmes présentant des valeurs plus élevées comme fortement contaminés.

La centrale nucléaire de Leibstadt a donc déposé une demande d'application de biocides auprès de l'Office fédéral de l'Environnement (OFEV) pour lutter contre les légionelles. La procédure prévoyait le rejet consécutif dans le Rhin de l'eau mélangée aux biocides. Les autorités associées ont eu pour charge de pondérer les intérêts entre poursuite de l'exploitation de la centrale, protection sanitaire (risque d'inhalation de légionelles dans les aérosols évacués) et protection des eaux (risque de pollution des eaux par les biocides appliqués)⁴.

L'application de biocides étant prévue dans le cours supérieur du Rhin, il en a été globalement discuté au sein de la Commission Internationale pour la Protection du Rhin (CIPR), ce qui a donné lieu à la rédaction du présent rapport.

Ce rapport rassemble pour les Etats membres de la CIPR

- l'état de la technique sur les moyens de lutte contre les légionelles,
- l'octroi des autorisations dans la pratique,

¹ Sérogroupes : variations au sein de sous-espèces de bactéries ou de virus ; sous-espèces.

² Aérosols : microparticules liquides ou solides dans l'air

³ Office fédéral de la santé publique (2009), Légionella et légionellose, module 15 « Cas particuliers des installations de traitement d'air ».

⁴ Exposé de la CIPR sur la lutte contre les légionelles dans la centrale nucléaire de Leibstadt - Information sur l'application des biocides.

- les critères d'application des produits
- et les dispositions contraignantes de surveillance.

Il se fonde en partie sur le rapport CIPR n° 132⁵ sur les antifoulings et les circuits d'eaux de refroidissement établi en 2005.

3. Présence de légionelles dans les systèmes de refroidissement des centrales électriques et dans les installations de refroidissement par évaporation

3.1 Introduction

Le risque de prolifération et d'émission de légionelles est fondamentalement concevable dans les installations de refroidissement par évaporation. Ceci est valable autant pour les systèmes de refroidissement en circuit ouvert que pour ceux en circuit fermé. Le prélèvement et l'analyse d'échantillons permettant de mesurer directement les concentrations de légionelles dans les panaches de vapeur des systèmes de refroidissement est un exercice difficile, ce qui explique pourquoi les données fiables sont rares. En outre, attendre d'avoir des concentrations surélevées de légionelles mesurables dans le panache de vapeur pour réagir est déjà trop tard pour éviter de mettre en danger la santé humaine en cas de conditions météorologiques favorables à une propagation rapide.

Ceci explique pourquoi les recommandations techniques et les réglementations juridiques se réfèrent jusqu'à présent aux concentrations de légionelles dans le circuit d'eau.

Il est présenté ci-après à titre d'exemples les règles juridiques, normes ou recommandations en vigueur dans quelques Etats membres de la CIPR (dans le chapitre 3.2 pour l'Autriche, le chapitre 3.3 pour la Suisse, le chapitre 3.4 pour l'Allemagne, le chapitre 3.5 pour la France et le chapitre 3.6 pour les Pays-Bas) pour évaluer les infections de légionelles détectées dans les eaux de refroidissement d'installations de refroidissement par évaporation. Le chapitre 3.7 rassemble les résultats de la comparaison.

3.2 Autriche

En Autriche, la norme ÖNORM (norme nationale autrichienne) B 5020 (publiée le 01.11.2013) intitulée « exigences de composition microbiologique de l'eau dans les installations de refroidissement de retour par évaporation » aide à identifier, par un contrôle approprié de la composition de l'eau, toute croissance biologique incontrôlée dans les installations de refroidissement par évaporation et à prendre les mesures de lutte correspondantes. Le recensement porte sur le nombre de colonies aérobies (à 37°C) et sur les légionelles exprimées en UFC.

La méthode d'analyse des colonies aérobies à 37 °C (48h) se fonde sur la norme ÖNORM EN ISO 6222⁷, celle des légionelles sur la norme ÖNORM ISO 11731⁸ ou la norme ÖNORM EN ISO 11731-2⁹.

⁵ Rapport CIPR n° 132 : Rapport de synthèse sur les antifoulings et les circuits d'eaux de refroidissement (2005) ; <http://www.iksr.org/fr/documentsarchive/rapports/rapports-et-brochures-presentation-individuele/artikel/334/index.html>

⁶ ÖNORM B 5020: 2013-06-01, Anforderungen an die mikrobiologische Wasserbeschaffenheit in Verdunstungs-Rückkühlanlagen

⁷ ÖNORM EN ISO 6222: 1999-07-01, Wasserbeschaffenheit - Quantitative Bestimmung der kultivierbaren Mikroorganismen - Bestimmung der Koloniezahl durch Einimpfen in ein Nähragarmedium

⁸ ÖNORM ISO 11731: 1998-05-01, Water quality – Detection and enumeration of Legionella

⁹ ÖNORM EN ISO 11731-2: 2004-05-01, Water quality – Detection and enumeration of Legionella – Part 2: Direct membrane filtration method for waters with low bacterial counts

L'ÖNORM intègre des règles de planification d'échantillonnage pour les installations avec et sans temps d'arrêt.

Pour l'évaluation des détections, l'ÖNORM B 5020 mentionne les critères listés dans le tableau 1.

Tableau 1 : critères d'évaluation des eaux de circuit/circulation pour l'exploitation de l'installation (Autriche)

Nombre de colonies aérobies à 37 °C	Légionelles	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Mesures à prendre
[UFC/ml] ¹⁰	UFC/l ¹¹	UFC/100 ml ¹¹	
≤ 10 000	≤ 1 000	≤ 100	Aucune mesure nécessaire.
> 10 000 à 100 000	> 1 000 à 10 000	100 à 1 000	Une fois que le résultat des prélèvements est disponible, les mesures d'entretien réalisées jusqu'alors doivent être immédiatement vérifiées. Cette vérification est suivie d'un nouveau prélèvement et d'une nouvelle analyse. Si la nouvelle analyse confirme les concentrations de micro-organismes, l'opération de désinfection doit être contrôlée et le dosage de biocide doit éventuellement être optimisé. Une analyse supplémentaire doit suivre dans les 2 semaines. Si le nombre de colonies aérobies est le seul critère d'évaluation non respecté, l'expert en place doit déterminer si une autre analyse s'impose dans un délai de 4 semaines.
> 100 000	> 10 000	> 1 000	Une fois disponible le résultat de l'analyse, des mesures appropriées doivent immédiatement être prises (nettoyage et désinfection du système). Le succès de ces mesures est à vérifier par des analyses annexes. Après exécution des mesures, deux échantillonnages de contrôle sont à effectuer à intervalle de 2 semaines.

L'ÖNORM B 5020, qui fixe l'état de la technique pour les installations de refroidissement de retour par évaporation, n'est pas juridiquement contraignante en soi, à moins qu'il en soit fait explicitement référence, par ex. dans une loi, un règlement ou une décision administrative par des dispositions correspondantes, ou que le respect de la norme soit convenu sous forme contractuelle.

Les propositions prescriptives du Land fédéral autrichien de Vienne sur les « Tours de refroidissement » peuvent être citées comme un **exemple** de méthode ajustée dans le cadre des autorisations accordées aux installations industrielles importantes. Les propositions prescriptives à l'adresse des services délivrant les autorisations renvoient :

- directement aux plans d'échantillonnage des points 4.7.1 ou 4.7.2, conformément à l'ÖNORM B 5020,

¹⁰ UFC à température d'incubation de 37 °C et sur une durée d'incubation de 48 heures.

¹¹ Après apport du produit biocide, la présence de légionelles et de *Pseudomonas aeruginosa* dans des concentrations inférieures à 100 UFC par 100 ml peut être un signe d'effet insuffisant des biocides appliqués et il revient à l'expert d'évaluer si des mesures sont à proposer.

- aux références normatives y figurant et préconisant l'analyse microbiologique des légionelles, de *Pseudomonas* et du nombre de colonies,
- à des passages sur la procédure à suivre en cas de dépassement des valeurs mesurées,
- à des dispositions sur l'obligation de permettre aux autorités d'avoir accès en tout temps aux résultats des analyses et
- à des dispositions sur la communication et la présentation aux autorités des mesures d'assainissement prises sur motif des dépassements constatés et du déroulement du processus de décontamination.

3.3 Suisse

En Suisse, l'Office fédéral de la santé publique (OFSP) a émis en 2009 une recommandation visant à réduire les risques dans les installations de traitement d'air. L'OFSP part de l'hypothèse que le panache de vapeur d'une tour contaminée peut causer des infections à plus de 10 km de distance du lieu d'émission. Un relevé cartographique et précis des tours aéroréfrigérantes existantes est recommandé comme outil de surveillance épidémiologique. Quelques cantons ont prescrit l'établissement de cadastres correspondants.

Il est également conseillé de surveiller le nombre de bactéries aéro-anaérobies et aérobies strictes en plus de la concentration de légionelles dans les installations de refroidissement par évaporation. Des concentrations surélevées de bactéries et de substances organiques sont des indicateurs de problèmes d'hygiène et d'entretien.

Les valeurs limites (tableau 2) et les propositions suivantes sont recommandées par l'OFSP. Elles s'inspirent de directives anglaises et EWGLI (= European Working Group for Legionella Infections) :

Tableau 1 : valeurs d'intervention pour les eaux de refroidissement ; OFSP (Suisse)

Bactéries aéro-anaérobies et aérobies strictes ¹² [UFC/ml]	<i>Legionella</i> spp. ¹³ UFC/l	Mesures nécessaires ¹⁴
≤ 10 000	≤ 1 000	Le système est sous contrôle. Continuer la maintenance.
> 10 000 et ≤ 100 000	> 1 000 et ≤ 10 000	Les résultats devraient être confirmés par une nouvelle collecte et des analyses immédiates d'échantillons. Si le nombre de bactéries est similaire, procéder à une évaluation du risque et à des mesures de contrôle. Identifier et mettre en place les mesures correctives nécessaires. Vérifier l'efficacité des mesures par de nouveaux contrôles microbiologiques.

¹² Comptage des colonies selon la norme de l'Organisation internationale de normalisation (ISO) ISO 4833 (2003) Microbiologie des aliments - Méthode horizontale pour le dénombrement des micro-organismes - Technique de comptage des colonies à 30 °C www.slmb.bag.damin.ch/slmb/methoden/index.html

¹³ Détermination selon la norme ISO 11731 : Qualité de l'eau - Recherche et dénombrement des *Legionella*

¹⁴ Les mesures sont déterminées par le taux de contamination le plus élevé (bactéries aérobies + aéro-anaérobies ou *Legionella* spp).

Bactéries aéro-anaérobies et aérobies strictes¹² [UFC/ml]	<i>Legionella spp.</i>¹³ UFC/l	Mesures nécessaires¹⁴
> 100 000	> 10 000	Nouvelle collecte immédiate d'échantillons et analyses, arrêt de l'installation le plus rapidement possible, assainissement (vidange, nettoyage, désinfection), traitement spécifique et remise en fonction après analyses négatives pour <i>Legionella spp.</i> Identifier les mesures correctives nécessaires afin de maintenir le nombre de bactéries à un niveau acceptable à long terme. Vérifier l'efficacité des mesures par de nouveaux contrôles microbiologiques.

Il n'existe aucun contrôle fédéral en Suisse pour déterminer si et dans quelle mesure cette recommandation est suivie. Cette tâche relève de la compétence des cantons.

3.4 Allemagne

Le quarante-deuxième règlement d'application de la loi fédérale allemande sur la protection contre les concentrations dans le milieu (règlement sur les installations de refroidissement par évaporation, les tours de refroidissement et les séparateurs par voie humide) - 42^e BImSchV)¹⁵ règle pour la première fois sur l'ensemble du territoire allemand l'application de l'état de la technique et d'obligations d'ordre technique et organisationnel directement applicables dans la construction et l'exploitation des installations susmentionnés pour prévenir tout danger et les impacts dus à des fonctionnements non conformes susceptibles de se produire.

Le 42^e règlement BImSchV s'oriente sur les directives du **Verein Deutscher Ingenieure (VDI) 2047 / feuille 2 et feuille 3** pour les installations de refroidissement par évaporation et les tours de refroidissement, qui comportent des indications à caractère général ainsi que des indications sur l'estimation des risques, entre autres sous l'angle hygiénique, et sur les contrôles hygiéniques réguliers. Le règlement se base sur une approche consistant en des contrôles d'exploitation à plusieurs niveaux, c'est-à-dire qu'un écart croissant par rapport à l'exploitation conforme entraîne une intensification des autocontrôles et des contrôles des autorités, une montée en puissance des mesures à prendre jusqu'à la lutte contre les risques majeurs et la participation directe des autorités publiques. Les directives VDI 3679 feuille 1 et feuille 2 fournissent des informations techniques correspondantes pour les séparateurs par voie humide.

Le 42^e règlement BImSchV introduit une obligation de déclaration pour les installations de refroidissement par évaporation, les tours de refroidissement (à tirage naturel > 200 MW) et les séparateurs par voie humide. Il est prévu de mettre en place à l'échelle de la fédération un système de recensement de telles installations. Le règlement contient des règles pour le fonctionnement conforme ainsi que pour les inspections et des analyses microbiologiques régulières. En ce qui concerne les concentrations de légionelles, deux valeurs de contrôle et un seuil technique de prise de mesures (voir tableau 3) ainsi que les mesures à prendre en cas de dépassement de ce seuil (voir tableau 4) sont définis.

¹⁵ Bundesgesetzblatt Jahrgang 2017 Teil 1 Nr. 47, ausgegeben zu Bonn am 19. Juli 2017
(https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl#_bgbl_%2F%2F*%5B%40attr_id%3D%27bgbl117s2379.pdf%27%5D_1502859734678)

Tableau 3 : valeurs de contrôle et seuils techniques de prise de mesures en fonction de la concentration de légionelles dans l'eau industrielle selon le 42^e règlement BIm-SchV

Type d'installation	Valeur de contrôle 1	Valeur de contrôle 2	Seuil technique de prise de mesures
	Concentration de légionelles [UFC <i>Legionella spp.</i> par 100 ml]		
Installations de refroidissement par évaporation	100	1 000	10 000
Séparateurs par voie humide	100	1 000	10 000
Tours de refroidissement	500	5 000	50 000

Tableau 4 : mesures à prendre en cas de dépassement des valeurs de contrôle et des seuils techniques de prise de mesures (Allemagne)

<i>Legionella spp.</i> UFC/l	Mesures (liste non exhaustive)
jusqu'à 1 000 (installations de refroidissement par évaporation et séparateurs par voie humide) jusqu'à 5 000 (pour les tours de refroidissement)	Mesures préventives selon l'état de la technique Aucune mesure supplémentaire
> 1 000 jusqu'à 10 000 (installations de refroidissement par évaporation et séparateurs par voie humide)	Nouvelle analyse de légionelles. En cas de nouveau dépassement : clarification des causes Prise de mesures pour assurer un fonctionnement conforme Contrôles hebdomadaires en interne Analyses microbiologiques externes une fois par mois
> 5 000 jusqu'à 50 000 (tours de refroidissement)	Aucune
> 10 000 jusqu'à 100 000 (installations de refroidissement par évaporation et séparateurs par voie humide)	Nouvelle analyse de légionelles. En cas de nouveau dépassement : prise de mesures techniques selon l'état de la technique, et notamment de mesures d'urgence pour réduire la concentration de légionelles Clarification des causes Prise de mesures pour assurer un fonctionnement conforme

<i>Legionella spp.</i> UFC/I	Mesures (liste non exhaustive)
> 50 000 jusqu'à 100 000 (tours de refroidissement)	Prise de mesures techniques selon l'état de la technique, et notamment de mesures d'urgence pour réduire la concentration de légionelles
> 100 000 (installations de refroidissement par évaporation et séparateurs par voie humide) > 500 000 (tours de refroidissement)	Information des autorités publiques compétentes Analyse de différenciation des légionelles détectées Nouvelle analyse de légionelles. En cas de nouveau dépassement : mesures de lutte contre les risques majeurs

En ce qui concerne le nombre de colonies, une concentration de référence est déterminée pour les installations de refroidissement par évaporation et les séparateurs par voie humide en cas de fonctionnement conforme (valeur de référence). Si la valeur de référence est dépassée d'un facteur 100, il convient d'en clarifier les causes et de prendre éventuellement des mesures pour revenir à un fonctionnement conforme. S'il n'est pas déterminé de valeur de référence, la concentration de 10 000 UFC/I est prise comme valeur de référence.

3.5 France

Le Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie a publié deux arrêtés ministériels au 14 décembre 2013 applicables aux installations assurant une fonction de refroidissement évaporatif dans les établissements industriels, hors installations nucléaires.

L'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) a adopté le 6 décembre 2016 la décision relative à la prévention des risques résultant de la dispersion de micro-organismes pathogènes (légionelles et amibes) par les installations de refroidissement du circuit secondaire des réacteurs nucléaires. Cette décision a été homologuée par la ministre chargée de la sûreté nucléaire par l'arrêté du 13 janvier 2017 publié au Journal officiel du 19 janvier 2017.

La décision de l'ASN renforce la prévention des risques résultant de la dispersion de microorganismes pathogènes. Elle énonce les exigences relatives :

- à la conception, l'entretien et la surveillance de l'installation ;
- aux concentrations maximales en légionelles dans l'eau de l'installation, et en aval de celle-ci pour les amibes ;
- aux actions à mener en cas de prolifération de micro-organismes dans les circuits ou d'infection identifiées à proximité de l'installation ;
- à l'information du public et des administrations en cas de prolifération de micro-organismes.

Ce texte s'efforce, autant que possible, d'aligner les exigences applicables aux grandes tours aéroréfrigérantes sur celles applicables, pour les légionelles, aux tours aéroréfrigérantes des autres industries.

Toutefois, du fait des débits et des volumes d'eau importants mis en jeu dans les tours aéroréfrigérantes des centrales nucléaires, certaines exigences applicables aux autres industries conduiraient à un impact environnemental des traitements biocides trop important. Aussi, certaines dispositions ont été adaptées.

Ces textes réglementent l'entretien préventif et la surveillance des installations en période de fonctionnement normal dans l'objectif de maintenir en permanence la concentration des *Legionella pneumophila* dans l'eau du circuit à un niveau inférieur à 1 000 UFC/l d'eau, ainsi que les actions à mener en cas de prolifération de légionelles.

Tableau 5 : critères d'évaluation (France)

<i>Legionella pneumophila</i> en UFC/l	Mesures
< 1 000	Entretien préventif de l'installation avec actions mécaniques ou chimiques pour réduire voire supprimer le biofilm et les dépôts sur les parois, nettoyage préventif au moins 1 fois par an et analyses périodiques (1 fois par mois pour les installations dont la puissance thermique est supérieure ou égale à 3 000 kW ou 1 fois tous les deux mois pour les autres).
1 000 à 100 000	Actions curatives et nouvelles analyses 48h à 1 semaine après. En cas de dépassements multiples consécutifs, la surveillance est renforcée.
> 100 000	Arrêt immédiat de la dispersion et mise en œuvre d'actions curatives pour désinfection de l'installation. Nouvelles analyses 48h à 1 semaine après. Révision du plan d'entretien et de surveillance, établissement d'un rapport global sur l'incident. Redémarrage de la dispersion après obtention d'un résultat d'analyse conforme et périodicité des analyses réduite à 15 jours pendant 3 mois.
> 100 000 et cas de légionelloses signalées	En plus des actions à mener en cas de dépassement des 100 000 UFC/l, si des cas de légionellose groupés sont signalés par les autorités sanitaires (Agence Régionale de Santé), les souches de <i>Legionella pneumophila</i> doivent être envoyées au Centre National de Référence des légionelles (CNR de Lyon) pour identification génomique.

3.6 Pays-Bas

Il n'existe pas aux Pays-Bas de normes juridiques pour prévenir les légionelles dans les tours de refroidissement industrielles. En revanche, des valeurs limites du type de celles figurant dans le document BREF sur les systèmes industriels de refroidissement (Reference Document on the application of Best Available Techniques to Industrial Cooling Systems, 2001) sont appliquées¹⁶.

La loi réglementant les conditions de travail (ARBO-wet) fixe certes des règles de conduite pour prévenir les légionelles mais ces règles portent principalement sur les conditions de travail.

¹⁶ <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/cv.html>

Il est obligatoire d'établir une analyse des risques et un plan de gestion des légionelles pour les tours de refroidissement.

En outre, la loi sur la gestion de l'environnement prescrit un devoir de veiller à un environnement sain. Ce principe est ancré dans l'article 3.16a de la décision sur les activités (activiteitenbesluit¹⁷). Des consignes préventives y figurent, de même qu'une obligation de déclaration pour les nouveaux systèmes de refroidissement évaporatifs.

La décision sur les activités autorise par ailleurs des travaux adaptés au site, pour autant que l'autorité compétente (commune, province) les juge nécessaires.

Pour autant que le devoir de protection soit respecté, l'eau peut être évacuée vers le réseau d'égout. Les autres rejets, entre autres dans les eaux de surface, sont interdits à moins qu'une décision spécifique (émise par les autorités de gestion des eaux) les autorisent.

3.7 Conclusions

Les règles de contrôle de la prolifération des légionelles et les valeurs de contrôle et de prise de mesures échelonnées de désinfection sont fondamentalement comparables entre les Etats.

¹⁷ Activiteitenbesluit milieubeheer; <http://wetten.overheid.nl/BWBR0022762/2016-01-01>

4. Opportunités et limites de la lutte contre les légionelles dans les systèmes techniques de refroidissement

Pour une meilleure compréhension des opportunités et des limites de la prévention et de lutte contre la prolifération de légionelles dans les circuits de refroidissement, l'illustration suivante présente une ébauche du système de refroidissement utilisé dans la centrale nucléaire de Leibstadt (KKL).

L'apport de légionelles dans le système de refroidissement peut être originaire de l'eau du Rhin captée. Les légionelles peuvent proliférer dans les conduites d'entrée et de sortie de l'eau, dans la cuve même et dans la tour de refroidissement, avant d'être évacuées avec la vapeur d'eau et de rejoindre le Rhin.

Legionellen im Kühlsystem des KKL

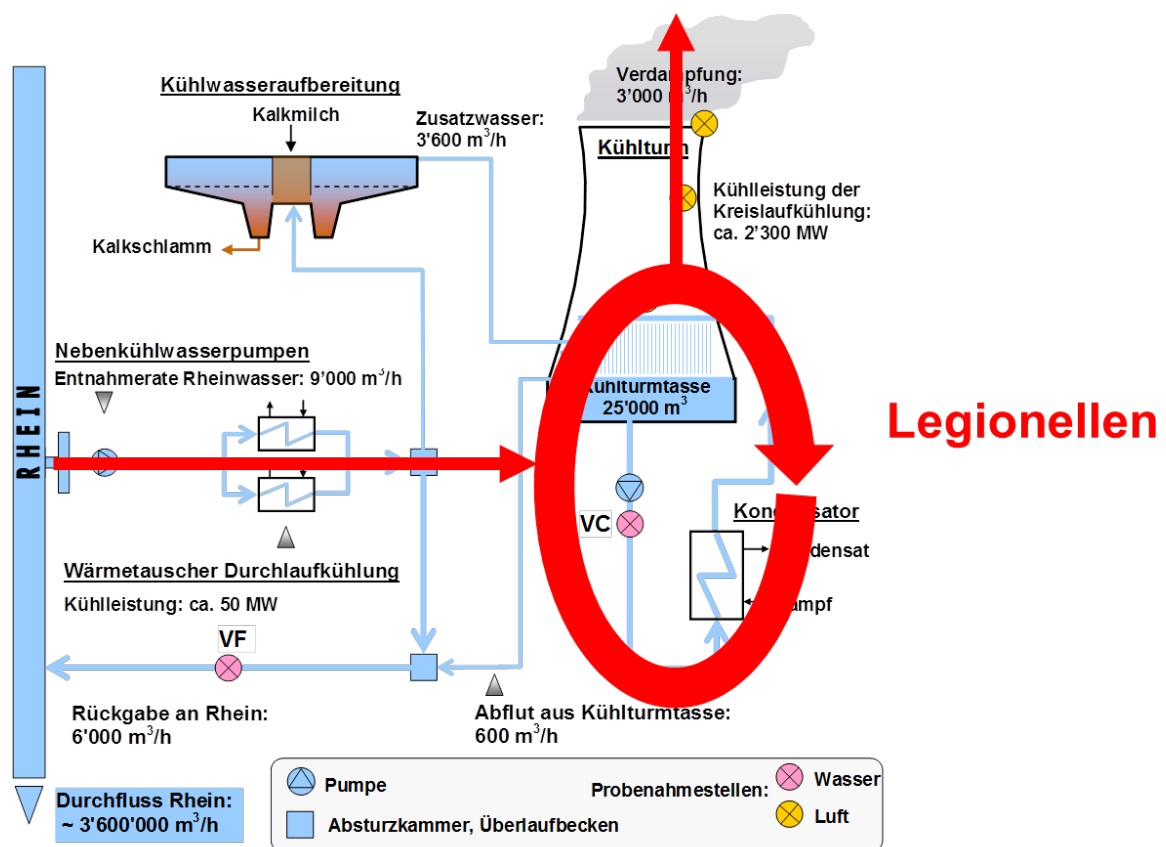


Figure 1 : ébauche du système de refroidissement de la KKL (OFEV)

4.1 Mesures préventives de réduction de la prolifération de légionelles dans les systèmes de refroidissement

4.1.1 Au niveau européen

Un document BREF¹⁶ sur les meilleures techniques disponibles dans les systèmes industriels de refroidissement a été adopté en 2011 au niveau européen.

Il est constaté dans ce document qu'il est impossible d'empêcher totalement l'apparition de *Legionella pneumophila* dans un système de refroidissement.

Les meilleures techniques disponibles retenues en 2001 sont celles consistant à appliquer les mesures suivantes :

- éviter les zones mortes et assurer une circulation suffisamment rapide de l'eau
- Optimiser le traitement des eaux de refroidissement pour réduire les dépôts ainsi que la croissance et la prolifération des algues et des amibes
- nettoyer régulièrement le bassin de la tour de refroidissement
- Abaisser le risque d'infection du personnel de service en préconisant l'usage de masques de protection respiratoire (masque de classe FFP3) avant l'entrée dans l'installation ou le nettoyage de la tour de refroidissement par jet à haute pression.

Ces mesures soulignent l'importance de prendre en premier lieu des mesures structurelles et opérationnelles permettant de réduire le risque d'une prolifération de légionelles. Les apports de biocides pour le traitement des eaux de refroidissement ou le nettoyage du système sont à considérer comme des mesures consécutives.

On trouve ci-dessous, à titre d'exemples, des mesures préventives exigées ou recommandées dans les Etats :

4.1.2 Autriche

Le règlement sur les émissions d'eaux usées (**Abwasseremissionsverordnung - AEV**) dans les systèmes de refroidissement et les générateurs de vapeur (BGBl II 2003/266), qui met l'accent sur la restriction des émissions de substances nocives et dangereuses dans les eaux usées déversées dans le milieu aquatique et qui ne s'inscrit pas dans la législation sanitaire, mentionne comme état de la technique pour la prévention, la rétention et le nettoyage les aspects suivants : « Empêcher la croissance d'organismes dans les systèmes de refroidissement par un choix de matériaux adéquats, des mesures structurelles et des mesures techniques appliquées aux processus ».

Alors que la norme ÖNORM B 5020 décrit les dispositions à respecter pour la qualité de l'eau (chap. 2 de l'ÖNORM), l'ÖNORM M 7744 (« planification, réalisation, exploitation, maintenance et surveillance des installations de refroidissement de retour par évaporation ») vise à décrire des dispositions de planification, mise en place, gestion industrielle et maintenance de systèmes de refroidissement. Cette norme doit s'appliquer à toutes les installations de refroidissement de retour par évaporation existantes ou futures dans lesquelles l'eau percole ou est pulvérisée ou peut entrer en contact avec l'atmosphère de toute autre manière. Une publication de cette norme est attendue pour la mi-2018.

4.1.3 Suisse

En Suisse, les recommandations de l'OFSP visant à abaisser les risques d'échappement d'aérosols contaminés par des bactéries depuis des installations de refroidissement par évaporation s'appliquent déjà :

- au choix du site du système de refroidissement (en relation avec les zones fréquentées et avec d'autres systèmes de refroidissement),
- à la conception de l'installation,
- au choix des matériaux (ne favorisant pas la croissance de la microflore),
- à la qualité de l'eau d'appoint.

Des dispositions particulières s'appliquent à l'entrée et à la remise en service d'une installation technique d'aération. Il est recommandé de compléter ici le nettoyage mécanique par une désinfection (voir chap. 3.2).

4.1.4 Allemagne

Des dispositions sur l'exploitation d'installations de refroidissement par évaporation et de tours de refroidissement (à tirage naturel > 200 MW) sont émises par les directives VDI 2047 feuille 2 et feuille 3 « Garantir l'exploitation d'installations de refroidissement par évaporation dans le respect des règles hygiéniques » (règles VDI sur les tours de refroidissement)¹⁸.

Elles décrivent entre autres les dispositions auxquelles doivent satisfaire :

- la construction (par ex. séparateur de gouttes, matériaux, possibilité de vider le dispositif),
- la planification et la construction (par ex. choix du site, accessibilité aux fins de contrôles, prise en compte des apports de substances, analyse de l'eau brute),
- la mise en service et l'exploitation (par ex. gestion des processus, technique de mesure, de commande et de réglage (MCR), conditions de mise à l'arrêt, traitement et épuration de l'eau, application de biocides),
- la surveillance (surveillance interne et externe de paramètres microbiologiques, chimiques et physiques)
- la qualification et la formation du personnel

Les directives VDI 3679 feuille 1 et feuille 2 fournissent des informations techniques correspondantes pour les séparateurs par voie humide.

Les principales dispositions figurant dans ces directives sont juridiquement contraignantes avec l'entrée en vigueur du 42^e règlement fédéral sur la protection contre les concentrations dans le milieu.

4.1.5 Pays-Bas

Prévenir la croissance des légionelles est décisif pour éviter leur prolifération. Il est également très important d'éviter les dépôts de calcaire pour réduire au minimum la possibilité de croissance biologique. Pour éviter ces dépôts de calcaire et la croissance biologique qui en découle, on peut également mettre en place une sorte de vortex (tourbillon) grâce auquel l'eau est dégazée (meilleur transfert de chaleur) et une sédimentation calcaire sur les parois est évitée. Le calcaire cristallisé peut ensuite être séparé par filtration. Si l'aspiration d'impuretés contenues dans l'air entraîne malgré tout des salissures altérant les conditions requises pour empêcher la croissance biologique, on peut procéder ponctuellement, à titre complémentaire, à un traitement choc au chlore. Cette approche génère un processus de refroidissement qui freine la formation d'un biofilm et permet d'exclure quasiment tout apport de produits chimiques, avec l'avantage supplémentaire d'une moindre consommation d'énergie, en raison du meilleur transfert de chaleur, et du facteur d'épaississement plus élevé obtenu¹⁹.

Une autre approche consiste par ailleurs à remplacer les produits chimiques par des amibes pour lutter contre les légionelles. Les amibes s'alimentent des bactéries *Legionella* et empêchent ainsi leur prolifération dans le système de refroidissement. Il est cependant important que les amibes introduites meurent rapidement après leur rejet dans le milieu récepteur pour éviter de perturber l'écosystème local.

¹⁸ VDI-Richtlinien 2047/Blatt 2 zur „Sicherstellung des hygienegerechten Betriebs von Verdunstungskühlanlagen (VDI-Kühlturmregeln), Januar 2015

¹⁹ Rapport entre concentration de matières solides dissoutes dans les eaux de refroidissement et concentration dans l'eau d'appoint.

4.2 Application de biocides et d'autres produits chimiques pour stabiliser les eaux de refroidissement

Si une contamination des eaux de refroidissement survient malgré les mesures préventives prises, le dépassement des valeurs respectives de contrôle amène, dans de nombreux cas, à prendre des mesures immédiates de désinfection chimique. Il peut s'agir de désinfections en cours de fonctionnement ou dans le cadre de nettoyages de l'installation.

La désinfection chimique doit porter sur le système d'eau touché et peut donc concerner des volumes importants. Dans les circuits ouverts de refroidissement, ces volumes d'eau mélangés aux biocides sont habituellement rejetés dans la rivière ou le fleuve avec les eaux de refroidissement. Dans le cas de systèmes fermés, une vidange peut également être nécessaire. Une évacuation des eaux contaminées peut alors être éventuellement prévue vers une station d'épuration ou un cours d'eau récepteur.

4.2.1 Autorisation de produits biocides

L'opération de désinfection d'eaux de refroidissement consiste :

- à appliquer des biocides, que l'on peut subdiviser en
 - biocides à action oxydante et
 - biocides à action non oxydante
- à effectuer une irradiation par UV éventuellement combinée à un apport de biocides

On citera comme exemples de biocides à action oxydante :

- les composés chlorés et bromés inorganiques et organiques
 - Le dioxyde de chlore (ClO_2)
- le peroxyde d'hydrogène
- l'acide peracétique
- l'ozone

On citera comme exemples de biocides à action non oxydante :

- les sels d'ammonium quaternaires
- le dialdéhyde glutarique
- les composés organiques de soufre (isothiazolinone, THPS)
- les composés organochromés
- les composés organochlorés

Les biocides peuvent être appliqués seuls ou sous forme combinée pour freiner la prolifération microbienne ou réduire la formation de biofilms. La directive VDI (*association des ingénieurs allemands*) n° 2047 sur les règles s'appliquant aux tours de refroidissement recommande toutefois de renoncer à l'application de biocides dans la mesure du possible.

Conformément au règlement (UE) n° 528/2012 du Parlement européen et du Conseil du 22 mai 2012 concernant la mise à disposition sur le marché et l'utilisation des produits biocides, les produits biocides doivent être autorisés avant toute utilisation. Ce texte régit la mise sur le marché et l'utilisation de produits biocides, qui de par l'action de leurs matières actives, sont susceptibles d'être appliqués aux fins de protection des hommes, animaux, matériaux et produits contre des organismes nuisibles. L'annexe V de ce règlement classe les produits biocides en 22 types rassemblés eux-mêmes en quatre groupes principaux.

Le type de produits PT 11 liste les produits utilisés pour protéger l'eau ou les autres liquides utilisés dans les systèmes de refroidissement et de fabrication par la lutte contre les organismes nuisibles tels que les microbes, les algues et les moules.

La procédure d'autorisation des produits biocides se fonde sur une évaluation par les services publics de l'efficacité et des risques du produit pour les êtres humains, les animaux et l'environnement. Dans des conditions d'application correcte, cette procédure doit permettre d'écarter les risques d'inefficacité ou d'impacts inacceptables. Le type de produits 11 ne rassemble jusqu'à présent que des « substances actives existantes ».

Une réglementation transitoire dans la procédure d'approbation s'applique aux substances dites « substances actives existantes » qui, à la date du 14 mai 2000, se trouvaient sur le marché en tant que substances actives d'un produit biocide (à d'autres fins que les activités de recherche et développement scientifiques ou de recherche et développement axées sur les produits et les processus) : l'évaluation des substances actives prescrite par le règlement délégué (UE) n° 1062/2014 (« règlement d'examen systématique ») s'effectue par étapes successives et doit être achevée au 31 décembre 2024, conformément au règlement délégué (UE) n° 736/2013. Une seule procédure d'évaluation a été menée à terme jusqu'à présent pour les substances actives du type de produits 11, celle relative au dioxyde d'argent. La substance dioxyde d'argent (n° CAS 20667-12-3) n'a pas été autorisée. Les dispositions transitoires de commercialisation des différents Etats membres de l'UE s'appliquent aux autres matières actives notifiées dont l'évaluation détaillée n'est pas encore menée à terme et aux produits biocides contenant ces matières actives.

A titre d'exemple, on signalera que les dispositions transitoires nationales autrichiennes ne prévoient pas de règle spécifique ou d'obligation de déclaration pour les produits biocides. Il convient cependant de souligner qu'il est obligatoire en Autriche - au titre de l'art. 25, par. 8-10 du règlement sur les produits chimiques de 1999, BGBl. II Nr. 81/2000, en vigueur - pour le responsable de la mise sur le marché d'un mélange dangereux de transmettre au registre correspondant les fiches de données de sécurité (SDB) de ce mélange. Cette obligation de transmission concerne les fiches de données de sécurité de mélanges répondant aux critères de l'art. 31(1) et (3) du règlement REACH.

Les produits concernés peuvent être commercialisés en Autriche dès lors que toutes les dispositions pertinentes de la loi sur les produits biocides publiées dans le journal officiel autrichien BGBl. I Nr. 105/2013 (par ex. les dispositions d'étiquetage, celles d'interdiction et de restriction, celles de commercialisation au titre du règlement (CE) n° 1451/2007 sur la mise sur le marché des matières actives de produits biocides etc.) et les instruments réglementaires autrichiens et européens (par ex. la loi sur les produits chimiques, les règlements REACH et CLP) sont respectés.

Le rapport CIPR n° 132 intitulé « Rapport de synthèse Antifouling et circuits d'eaux de refroidissement » décrit les biocides usuellement appliqués et qu'il n'est donc pas nécessaire de présenter en détail dans le présent document. L'état des faits reproduits reste actualité.

4.2.2 Stratégies de désinfection

4.2.2.1 Autriche

Le règlement sur les émissions d'eaux usées (AEV) issues de systèmes de refroidissement et de générateurs de vapeur (BGBl II 2003/266) considère appropriées au sens de l'état de la technique les mesures ci-dessous visant à abaisser au niveau le plus bas possible les émissions de substances et les rejets thermiques des systèmes de refroidissement et des générateurs de vapeur dans les eaux :

mesures empêchant la croissance organique dans les systèmes de refroidissement par un choix de matériaux appropriés, mesures techniques appliquées aux processus ; mode d'application intermittent (traitement d'attaque) quand doit être appliqué un biocide pour empêcher la croissance organique ; renoncement au rejet d'eaux de refroidissement pendant le traitement d'attaque et apport en continu de biocides à l'exception de composés peroxygénés ; respect des indications écotoxicologiques mentionnées dans les fiches de données de sécurité des biocides appliqués.

Traitement en continu

Le rejet dans le milieu aquatique ou les égouts publics d'eaux usées contenant des biocides résultant d'une lutte continue contre la prolifération d'organismes est **expressément interdit** par le règlement sur les émissions d'eaux usées (AEV) issues de systèmes de refroidissement et de générateurs de vapeur, à moins qu'il s'agisse de composés peroxygénés.

Traitement ponctuel d'attaque

Aux termes du règlement AEV 'Systèmes de refroidissement et générateurs de vapeur' (annexe A, annotation h relative aux systèmes de refroidissement ouverts), l'application de biocides n'est autorisée que sous forme de traitement d'attaque (excepté les composés peroxygénés, conformément à l'art. 1, par. 2). Pendant le traitement d'attaque, le système de refroidissement ouvert ou la partie de ce système destinée au traitement d'attaque doit rester fermé. Si, dans des cas individuels justifiés, le système de refroidissement ouvert ne peut pas être maintenu fermé pour des raisons techniques pendant la durée du traitement d'attaque, ce traitement en système ouvert est admissible pour autant que la durée d'apport de biocide ne dépasse pas le quadruple du temps de séjour calculé des eaux de refroidissement dans le système ou la partie du système concernée et que le traitement d'attaque n'ait pas lieu plus d'une fois par jour. Il est indiqué par ailleurs dans l'annotation i pour les systèmes de refroidissement ouverts qu'une limite d'émission de 0,15 mg/l s'applique au traitement d'attaque au moyen de biocides halogénés ou libérant des halogènes.

Le règlement AEV 'Systèmes de refroidissement et générateurs de vapeur' (annexe B, annotation h relative aux systèmes de refroidissement en circuit ouvert) prescrit pour l'application de dioxyde de chlore ou de brome en remplacement du chlore de respecter un seuil d'émission converti par rapport au chlore. L'annotation i signale que l'apport de biocides chlorés, bromés ou libérant du chlore ou du brome n'est autorisé que sous forme de traitement d'attaque. Pendant le traitement d'attaque, le système de refroidissement en circuit ouvert ou la partie de ce système destinée au traitement d'attaque doit rester fermé.

Pour autant qu'il ne s'agisse pas de chlore ou de brome ou de biocides contenant ou libérant du chlore ou du brome, le règlement AEV 'Systèmes de refroidissement et générateurs de vapeur' interdit expressément le rejet dans le milieu aquatique ou les égouts publics d'eaux usées contenant des biocides résultant d'une lutte discontinue contre la prolifération d'organismes.

4.2.2.2 Suisse

Tableau 6 : recommandations de l'OFSP sur le traitement continu de systèmes de refroidissement

Recommandation	Systèmes d'humidification	Tours de refroidissement
Utilisation de produits chimiques pour lutter contre la microflore	Déconseillée	Conseillée

Recommandation	Systèmes d'humidification	Tours de refroidissement
Désinfection	Les dispositifs d'ionisation à l'argent, ou mieux au cuivre-argent, et les lampes à rayon UV-C	Les dispositifs d'ionisation et les traitements chimiques (oxydes de chlore)
Utilisation d'anti-tartre et d'un inhibiteur de corrosion	Déconseillée	Veiller à la compatibilité des produits avec le système de désinfection en continu.

Pour la désinfection effectuée dans le prolongement de mesures correctives appliquées à une installation infectée, on recommande les actions suivantes :

- Avant vidange et nettoyage du système : Prélèvements dans les bassins, les zones humides suspectes (frottis) et les biofilms. L'identification des causes de la contamination est la base du plan d'assainissement.
- Vidange et nettoyage mécanique des caissons et des conduits.
- Décontamination poussée, marche à vide de plusieurs heures et mise en place d'un système permanent de désinfection (voir plus haut).
- Traitement continu éventuel contre la prolifération biologique, la corrosion et l'entartrage.

L'adoption d'un standard unique est difficile en raison de la complexité des sédiments et du biofilm ainsi que des interactions entre les différents composants (matériaux, substances dissoutes, pH de l'eau, produits ajoutés). Non seulement le choix du ou des produits est délicat, mais aussi la détermination du dosage et le maintien de la concentration.

4.2.2.3 Allemagne

La directive VDI 2047/feuille 2 « Garantir l'exploitation d'installations de refroidissement par évaporation dans le respect des règles hygiéniques » (règles VDI sur les tours de refroidissement)²⁰ recommande de renoncer le plus possible à l'utilisation de biocides. Selon le règlement (UE) n° 528/2012, seuls les produits biocides autorisés (TP 11 pour les eaux de refroidissement) peuvent être utilisés. L'efficacité du biocide utilisé contre les légionelles doit être démontrée via un contrôle réalisé selon la norme DIN EN 13623 (**D**eutsches **I**nstitut für **N**ormung **E**uropäische **N**ormen).

Les quantités dosées de biocides sont à adapter aux conditions spécifiques en présence. Avec prise en compte adéquate de solutions alternatives physiques, biologiques, chimiques et autres, l'application de biocides doit être la plus limitée possible. La directive VDI mentionne qu'un dosage en trop faibles concentrations et/ou avec un temps d'action trop limité peut générer des phénomènes de résistance et d'adaptation. Elle signale en outre dans le cas des biocides non oxydants que la matière active doit être remplacée tous les trimestres.

La directive VDI 2047 feuille 3 s'appliquant aux tours de refroidissement (à tirage naturel > 200 MW) souligne que les biocides ne peuvent être utilisés qu'en conformité avec l'autorisation requise au titre du droit de l'eau et/ou en concertation avec l'autorité compétente délivrant les autorisations.

Conformément au 42^e règlement BImSchV, l'exploitant doit consigner des informations sur les quantités dosées de biocides (date, quantité et type de biocide) dans le

²⁰ VDI-Richtlinie 2047/Blatt 2 zur „Sicherstellung des hygienegerechten Betriebs von Verdunstungskühlanlagen (VDI-Kühlturmregeln), Januar 2015

registre d'exploitation et le communiquer au laboratoire et au responsable du prélèvement pour que celui-ci soit réalisé dans les règles de l'art.

Le règlement allemand sur les eaux usées (AbwV) n'autorise le traitement microbicide de circuits ouverts de refroidissement en continu que sur la base de peroxyde d'hydrogène ou d'ozone. En cas d'apport d'autres matières actives biocides, seul un traitement d'attaque est admissible. Les eaux usées produites dans le périmètre de contrôle des centrales nucléaires ne sont pas soumises à la réglementation de l'annexe 31 de l'AbwV.

4.2.2.4 France

Pour les établissements industriels, hors installations nucléaires, les arrêtés ministériels du 14 décembre 2013 permettent aux exploitants des systèmes de refroidissement par évaporation d'utiliser des produits chimiques et des biocides à des niveaux efficaces pour la gestion du risque de prolifération et de dispersion des légionnelles et ne présentant pas de risque pour l'intégrité de l'installation et limitant les impacts sur le milieu.

Ces deux arrêtés encouragent les exploitants à concevoir les traitements préventifs de manière à limiter l'utilisation de produits néfastes pour l'environnement et fixent des valeurs limites d'émission des composés pouvant être issus des biocides dans les effluents aqueux.

Le contrôle des substances rejetées doit être fait avant toute dilution des rejets de l'installation de refroidissement dans les réseaux.

Par ailleurs, les choix de produits de traitement doivent être justifiés notamment en cas d'utilisation d'injections ponctuelles de biocide en traitement préventif ; et d'injection de biocides non oxydant en continu qui ne peut être mise en œuvre uniquement lorsqu'aucune stratégie alternative n'est possible.

4.2.2.5 Pays-Bas

Traitement de l'eau

Les systèmes en circulation ouverte sont le plus souvent largement dimensionnés et alimentés par les eaux de surface. L'apparition de légionnelles est limitée dans ce type de systèmes car il n'est pas créé de gouttelettes sous forme d'aérosols, ce qui abaisse le risque d'infection. Ces systèmes sont traités malgré tout par dosage de chlore ou par choc thermique pour prévenir la croissance (macrofouling et microfouling).

Le traitement de l'eau utilisée dans les tours de refroidissement peut contribuer de différente manière à abaisser le risque de présence ou de croissance de légionnelles dans un système de tours de refroidissement :

- réduction des apports polluants alimentant les bactéries ;
- réduction des apports polluants formant des dépôts sous lesquels les légionnelles peuvent aisément se développer ;
- destruction des légionnelles dans les eaux d'appoint.

Il est particulièrement important de lutter dans ces systèmes contre la croissance biologique (macrofouling et microfouling) et de prévenir, dans certains cas, la pénétration de particules en suspension et de dépôts boueux. Dans les tours de refroidissement, l'eau est concentrée sous l'effet de l'évaporation. Il en résulte une hausse de concentration des particules contenues dans l'eau, entre autres celles de calcaire. Pour éviter l'entartrage calcaire sur les parois du système de refroidissement, on ajoute souvent à l'eau de grandes quantités d'adjuvants (fréquemment des substances très difficilement dégradables, comme les polyacrylates) qui sont ensuite rejetés dans les eaux de surface.

Dans la plupart des cas, un dosage de chlore est introduit en continu ou de manière intermittente pour limiter la prolifération biologique (en particulier le macrofouling, par ex. moules et balanes, ainsi que le biofilm). On connaît également un cas de traitement à l'ozone (O₃). Le dosage vise souvent la prévention de souillures dans le système de processus mais le maintien de la propreté dans les tours de refroidissement est tout aussi important.

Dosage

L'utilisation de biocides (habituellement du chlore) est nécessaire mais doit rester aussi limitée que possible. Pour les systèmes sans condensateurs, la teneur résiduelle en chlore dans les eaux rejetées ne devrait pas dépasser 0,1 mg/l.

Dans le cas de systèmes fonctionnant à l'eau de mer, la teneur en chlore dans les eaux rejetées ne devrait pas dépasser 0,2 mg/l. Ces valeurs s'appliquent autant aux dosages continus qu'intermittents.

Le document BREF sur les systèmes de refroidissement prescrit de ne pas dépasser une teneur en chlore dans les eaux rejetées de 0,5 mg/l.

4.2.2.6 Eléments clés des recommandations nationales

Tableau 7 : éléments clés des recommandations nationales

Etat	Eléments clés
Autriche	Pendant le traitement d'attaque, le système de refroidissement ouvert ou la partie de ce système destinée au traitement d'attaque doit rester fermé. Si, dans des cas individuels justifiés, le système de refroidissement ouvert ne peut pas être maintenu fermé pour des raisons techniques pendant la durée du traitement d'attaque, ce traitement en système ouvert est admissible pour autant que la durée d'apport de biocide ne dépasse pas le quadruple du temps de séjour calculé des eaux de refroidissement dans le système ou la partie du système concernée et que le traitement d'attaque n'ait pas lieu plus d'une fois par jour.
Suisse	La définition d'un standard unique d'application de biocides dans la lutte contre les légionelles dans les systèmes de refroidissement est impossible en raison de la complexité des sédiments et du biofilm ainsi que des interactions entre les différents composants (matériaux, substances dissoutes, pH de l'eau, produits ajoutés). Non seulement le choix du ou des produits est délicat, mais aussi la détermination du dosage et le maintien de la concentration.
Allemagne	Les quantités dosées de biocides sont à adapter aux conditions spécifiques en présence. Avec prise en compte adéquate de solutions alternatives physiques, biologiques, chimiques et autres, l'application de biocides doit être la plus limitée possible. Là où ceci est possible, il convient de renoncer à l'utilisation de biocides. Selon le règlement concernant la mise à disposition sur le marché et l'utilisation des produits biocides, seuls les produits biocides autorisés (TP 11 pour les eaux de refroidissement) peuvent être utilisés. L'efficacité du biocide utilisé contre les légionelles doit être démontrée via un contrôle réalisé selon la norme DIN EN 13623. Dans le cas des biocides non oxydants, la matière active doit être remplacée tous les trimestres. Dans les tours de refroidissement (à tirage naturel > 200 MW), les biocides ne peuvent être utilisés qu'en conformité avec l'autorisation requise au titre du droit de l'eau et/ou en concertation avec l'autorité compétente délivrant les autorisations.
France	Les choix de produits de traitement doivent être justifiés notamment en cas d'utilisation d'injections ponctuelles de biocide en traitement préventif ; et d'injection de biocides non oxydant en continu qui ne peut être mise en œuvre uniquement lorsqu'aucune stratégie alternative n'est possible.

Etat	Éléments clés
Pays-Bas	L'utilisation de biocides (habituellement du chlore) est nécessaire mais doit rester aussi limitée que possible.

5. Régime des autorisations de rejet d'eaux de refroidissement contaminées par des biocides dans le milieu aquatique

5.1 Autriche

Les rejets directs d'eaux de systèmes de refroidissement dans les eaux de surface sont soumis à autorisation délivrée au titre de la législation de l'eau. L'article 32 de la loi de 1959 sur le régime des eaux dans sa version actuelle fait foi. Il n'est pas mentionné de seuil quantitatif. Le règlement AEV 'Systèmes de refroidissement et générateurs de vapeur' (BGBl II 2003/266) fait foi en matière d'état de la technique et de limites d'émissions à appliquer.

Le règlement sur le déversement indirect des eaux (IEV) s'applique aux rejets indirects d'eaux usées purgées ou extraites par vidange de systèmes de refroidissement en circuit ouvert. Deux critères entrent en ligne de compte dans le cadre de l'obligation d'autorisation au titre de la législation de l'eau. Le premier critère stipule que le rejet d'eaux usées à partir de systèmes de refroidissement est soumis à autorisation obligatoire au titre de la législation de l'eau quand ce rejet contient des biocides halogénés ou libérant des halogènes. Le second critère résulte de valeurs-seuils définies s'appliquant aux flux journaliers de substances dangereuses contenues dans les eaux usées (annexe B de l'IEV). Lorsque ces seuils sont dépassés dans les eaux de refroidissement rejetées dans le réseau d'égout, le rejet est soumis à autorisation obligatoire au titre de la législation de l'eau. Si les deux critères susmentionnés n'imposent pas d'obligation d'autorisation au titre de la législation de l'eau et si les eaux usées diffèrent cependant - de par leur nature - de celles rejetées par les ménages, l'accord du gestionnaire du réseau d'égout est nécessaire.

Le règlement AEV 'Systèmes de refroidissement et générateurs de vapeur' (BGBl II 2003/266) s'applique aux rejets dans le milieu aquatique ou les égouts publics d'eaux usées purgées ou extraites par vidange de systèmes de refroidissement en circuit ouvert. Les dispositions principales concernant la prévention des apports de biocides dans les eaux usées ont déjà été exposées dans le chapitre 3.2.2. Le règlement AEV 'Systèmes de refroidissement et générateurs de vapeur' définit entre autres comme état de la technique les limites d'émissions affichées dans le tableau 8.

Tableau 8 : limites d'émissions (état de la technique)

Paramètre	Rejet	
	dans un cours d'eau	dans les égouts publics
	Echantillon instantané qualifié homogénéisé et non sédimenté. L'échantillon instantané est considéré qualifié quand il provient de la vidange d'un récipient empilable ou d'une unité de traitement par charges.	
Toxicité bactérienne	G _L 8	Le rejet ne doit pas perturber les processus de dégradation biologique dans la station d'épuration publique.

Paramètre	Rejet	
	dans un cours d'eau	dans les égouts publics
Cl libre calculé sous forme de Cl_2 ^{21 22}		
Composés organiques halogénés adsorbables (AOX) exprimés en Cl	0,15 mg/l Après application d'un traitement d'attaque ²² dans un système de refroidissement en circuit ouvert, le seuil d'émission est limité à 0,5 mg/l, excepté dans le cas du système principal de refroidissement en circuit ouvert de centrales thermiques.	

Le règlement AEV 'Systèmes de refroidissement et générateurs de vapeur' fixe par ailleurs des seuils d'émission pour les eaux usées purgées ou extraites par vidange de systèmes de refroidissement en circuit ouvert. Ces seuils concernent les paramètres température, substances filtrables, pH, cuivre, molybdène, zinc, hydrazine, phosphore total, carbone organique total (COT), demande chimique en oxygène (DCO) et somme des hydrocarbures.

En plus de l'état de la technique défini dans le règlement AEV 'Systèmes de refroidissement et générateurs de vapeur', il convient de toujours respecter les dispositions relatives aux concentrations dans le milieu naturel, en application de l'approche combinée prescrite dans l'autorisation de rejet.

5.2 Suisse

Seuls sont autorisés en Suisse pour le traitement d'eaux de refroidissement les agents biocides autorisés au titre de l'ordonnance sur les produits biocides (OPBio). Par ailleurs, l'ordonnance sur la protection des **eaux** (OEaux) fixe des dispositions fondamentales de rejet pour les substances, par ex. les biocides, pouvant polluer les eaux et contenues dans les eaux usées de systèmes de refroidissement en circuit ouvert ou en circuit fermé. Pour les systèmes d'eaux de refroidissement en général, l'autorisation de rejet relève de la compétence exécutive des cantons. La fédération est compétente pour la délivrance d'autorisations de rejet à partir de systèmes d'eaux de refroidissement des centrales nucléaires (loi sur l'énergie nucléaire (LENu)). Des dispositions prescriptives y figurent sur le rythme des analyses microbiologiques, les apports en produits chimiques, la surveillance des émissions dans l'eau et l'air, le mode de fonctionnement pendant le traitement, le rapportage et l'information aux riverains d'aval.

Les processus doivent se fonder sur le principe de causalité et le devoir de diligence définis dans la loi sur la protection des **eaux** (LEaux) et être optimisés vis-à-vis des aspects environnementaux.

5.3 Allemagne

L'annexe 31 du règlement sur les eaux usées (AbwV) « Traitement des eaux, systèmes de refroidissement, production de vapeur » liste les conditions minimales que doivent respecter, au titre de l'état de la technique²³, les rejets dans le cours d'eau

²¹ Si l'on utilise du ClO_2 ou du Br à la place du Cl, il convient alors de respecter le seuil d'émission correspondant converti en Cl ; ceci correspond à 0,2 mg/l de Cl libre (exprimé en Cl_2), 0,19 mg/l ClO_2 (exprimé en ClO_2) et 0,45 mg/l Br (exprimé en Br_2).

²² L'apport de biocides chlorés, bromés ou libérant du chlore ou du brome n'est autorisé que sous forme de traitement d'attaque. Pendant le traitement d'attaque, le système de refroidissement en circuit ouvert ou la partie de ce système destinée au traitement d'attaque doit rester fermé.

²³ Les centrales nucléaires sont exclues des règles de l'annexe 31 de l'AbwV

récepteur d'eaux usées issues d'installations de refroidissement par évaporation. Conformément à cette annexe, le traitement microbicide de circuits ouverts de refroidissement n'est autorisé en continu que sur la base de peroxyde d'hydrogène ou d'ozone. En cas d'application d'autres agents biocides, seul un traitement d'attaque est admissible. La partie E de l'annexe 31 de l'AbwV mentionne les conditions suivantes à respecter sur le lieu du traitement (tableau 9) :

Tableau 9 : exigences auxquelles doivent satisfaire les eaux usées là où elles sont produites

Paramètre	Unité	Site où sont produites les eaux usées		
		Eaux usées issues du refroidissement à l'eau fraîche des processus industriels et commerciaux et des centrales en sortie	Purges de déconcentration de circuits principaux de refroidissement de centrales (eaux usées de purges de circuits de refroidissement)	Purges de déconcentration d'autres circuits de refroidissement
		Echantillon instantané		
AOX	mg/l	0,15	0,15	0,5
ClO ₂ et autres oxydants (mentionnés en tant que Cl)	mg/l	0,2	0,3	0,3
Toxicité pour les bactéries lumineuses ²⁴	G _L	-	12	12

Dans les cas récents, les dispositions relatives aux concentrations dans le milieu aquatique sont à respecter (éventuellement par suivi biologique) et les questions de gestion des eaux sont à vérifier en plus des dispositions de l'annexe 31. Il convient de vérifier en premier lieu s'il existe des solutions alternatives de traitement par biocides sans rejet d'eaux usées. Un rejet n'est admissible que si ces solutions alternatives font défaut.

A la suite des cas de légionellose survenus à Warstein et à Jülich, une commission d'experts « Légionelles » convoquée par le ministère de la protection climatique, de l'environnement, de l'agriculture, de la protection de l'environnement et des consommateurs du Land de Rhénanie-du-Nord-Westphalie s'est consacrée de manière intensive à l'examen des interactions globales dans la chaîne d'impacts intégrant les rejets de stations d'épuration, le milieu aquatique, les captages, l'utilisation d'eau de refroidissement et l'évacuation par voie atmosphérique.

La commission d'experts a fait référence aux dispositions de la DCE à propos des restrictions - aux fins de protection des eaux - à respecter dans la lutte contre la prolifération de légionelles par application de biocides. Dans les rivières à faible débit notamment, les rejets d'usines électriques ne disposant pas de stations d'épuration biologiques peuvent avoir des impacts négatifs sur l'écologie fluviale. Avec prise en compte adéquate de solutions alternatives physiques, biologiques, chimiques et autres, l'application de biocides doit être la plus limitée possible (VDI 2047, fiche 2). Par ailleurs, les dispositions réglementaires des annexes du règlement sur les eaux usées (22, 31, 45 etc.) sont à respecter.

²⁴ Les conditions fixées de toxicité pour les bactéries lumineuses (G_L) sont également estimées respectées quand les purges restent fermées jusqu'à ce qu'une valeur G_L égale ou inférieure à 12 soit atteinte, conformément aux informations du fabricant sur les concentrations d'application et sur les propriétés de dégradation, et que ceci ait été consigné dans un registre d'exploitation.

En outre, le rapport de la commission d'experts comporte :

- des méthodes visant à garantir un mode d'échantillonnage et d'analyse uniforme (eaux de refroidissement, eaux de surface, eaux usées) ;
- des critères d'évaluation des détections de légionelles dans les eaux de surface et en sortie de stations d'épuration ;
- une définition d'installations dont les eaux usées représentent un risque et une recommandation de contrôle régulier par auto-surveillance ;
- des recommandations de nettoyage et de désinfection de systèmes de refroidissement de retour.

5.4 France

Pour les établissements industriels, hors installations nucléaires, dans son dossier de demande d'exploitation, l'industriel doit démontrer que la stratégie de traitement utilisant des produits biocides est la mieux adaptée à son installation et la moins impactante pour l'environnement.

La stratégie de traitement doit identifier dans une fiche les produits de décomposition des biocides ainsi que les valeurs de concentration auxquelles ils sont rejetés.

L'utilisation des produits biocides est ainsi autorisée au vu des justifications apportées et sous réserve du respect des valeurs limites d'émission des substances de décomposition dans les effluents aqueux prévues par les arrêtés ministériels du 13 décembre 2013.

5.5 Pays-Bas

Les dispositions du 'BREF Industrial Cooling Systems' sont à respecter. En outre, des autorisations de rejet ne sont délivrées que s'il est répondu à l'examen émissions/concentrations dans le milieu. L'admissibilité du rejet résiduel est ici déterminée à partir d'une source pour les eaux de surface.

Une autorisation des autorités de gestion des eaux est requise pour chaque adjuvant dans les eaux de refroidissement. Dans leur demande d'autorisation, les entreprises doivent fournir suffisamment d'informations sur les propriétés environnementales des adjuvants proposés, sur les techniques appliquées pour éviter les émissions de ces adjuvants et de leurs agents réactifs dans les eaux de surface et sur les impacts de ces émissions sur la qualité du milieu récepteur.

Il s'impose de respecter le BAT pour empêcher ou limiter les émissions en relation avec l'utilisation des adjuvants. Les seuils standards locaux de qualité des eaux ne doivent pas être dépassés.

Aux Pays-Bas, l'eau de javel est l'adjuvant le plus fréquemment utilisé dans le conditionnement des eaux de refroidissement. Des programmes ont été mis en place pour vérifier les applications de cet adjuvant et pour réduire son emploi comme agent de conditionnement des eaux de refroidissement. Le flux de composés organiques halogénés, qui tient son origine de l'utilisation de l'eau de javel, dépend en grande partie de la quantité d'adjuvant appliqué dans le conditionnement des eaux de refroidissement.

Il n'existe pas aux Pays-Bas de seuils d'émission fixés pour les adjuvants d'eaux de refroidissement. Il existe cependant des valeurs cibles pour l'utilisation d'eau de javel dans le refroidissement en circuit ouvert :

- 0,2 mg/l de Cl libre en dosage continu
- 0,2 mg/l de Cl libre comme moyenne sur 24h avec une valeur maximale de 0,5 mg/l de Cl libre en dosage discontinu.

Bien qu'il n'existe pas de limites d'émission, les valeurs cibles susmentionnées sont parfois reprises comme valeurs limites dans les autorisations.

5.6 Conclusions et éléments clés des recommandations nationales

Le régime des autorisations et les dispositions de surveillance à respecter dans les Etats de la CIPR pour le rejet d'eaux de refroidissement contaminées par des biocides dans le milieu aquatique sont décrits dans le rapport CIPR n° 132. Les éléments clés des recommandations nationales sont décrits dans le tableau 10. Il n'y a pas eu entre-temps de modifications substantielles dans ce domaine.

Tableau 10 : éléments clés des recommandations nationales

Etat	Élément clé
Autriche	En plus de l'état de la technique défini dans le règlement AEV 'Systèmes de refroidissement et générateurs de vapeur', il convient de toujours respecter les dispositions relatives aux concentrations dans le milieu naturel, en application de l'approche combinée prescrite dans l'autorisation de rejet.
Suisse	Les processus doivent se fonder sur le principe de causalité et le devoir de diligence définis dans la loi sur la protection des eaux (LEaux) et être optimisés vis-à-vis des aspects environnementaux.
Allemagne	Dans les cas récents, les dispositions relatives aux concentrations dans le milieu aquatique sont à respecter (éventuellement par suivi biologique) et les questions de gestion des eaux sont à vérifier en plus des dispositions de l'annexe 31. Rhénanie-du-Nord-Westphalie La commission d'experts « Légionelles » (2015) a fixé entre autres que d'autres aspects (comme la prise en compte des concentrations dans le milieu aquatique) ne doivent pas mener à renoncer à une désinfection en présence de concentrations élevées de légionelles ou à une désinfection en concentration insuffisante, car l'abandon ou l'application inadéquate de processus de désinfection peut représenter un risque de santé publique.
France	La stratégie de traitement doit identifier dans une fiche les produits de décomposition des biocides ainsi que les valeurs de concentration auxquelles ils sont rejetés. L'utilisation des produits biocides est ainsi autorisée au vu des justifications apportées et sous réserve du respect des valeurs limites d'émission des substances de décomposition dans les effluents aqueux prévues par les arrêtés ministériels du 13 décembre 2013.
Pays-Bas	Il n'existe pas de seuils d'émission fixés pour les adjuvants d'eaux de refroidissement. Il existe cependant des valeurs cibles pour l'utilisation d'eau de javel dans le refroidissement en circuit ouvert.

6. Dispositions obligatoires de contrôle des rejets d'eaux de refroidissement et/ou d'eaux de circulation

6.1 Autriche

Rejets d'eaux de refroidissement

La surveillance du respect des valeurs limites prescrites pour les rejets d'eaux de refroidissement se fait dans le cadre de l'auto-surveillance et de contrôles externes. La fréquence de surveillance est fixée dans l'attestation d'autorisation et n'est pas précisée au niveau réglementaire.

Le règlement AEV 'systèmes de refroidissement et générateurs de vapeur' prévoit une réglementation de surveillance simplifiée pour les petits rejets s'il est satisfait à des critères précisément définis relatifs au respect de l'état de la technique et de l'obligation continue de notification.

Eaux de circulation

La norme ÖNORM B5020 stipule à ce sujet :

- analyses à effectuer

Les paramètres microbiologiques suivants sont à analyser en laboratoire dans l'eau en circulation :

- nombre de colonies aérobies à 37°C (48 h) :

La température de 37 °C a été choisie pour l'analyse des unités formatrices de colonies (UFC) car des essais comparatifs ont montré que des températures d'incubation de 22 °C, de 30 °C et de 37 °C dans les eaux de circulation menaient à des résultats comparables.

- Legionelles ²⁵

- *Pseudomonas aeruginosa* ²⁶

Les résultats obtenus à partir d'autres méthodes d'analyse telles que la technique d'amplification des acides nucléiques (par ex. réaction en chaîne par polymérase) ou l'hybridation fluorescente in situ ne sont pas comparables à ceux des méthodes énoncées plus haut et ne doivent donc pas être pris en compte dans l'évaluation effectuée conformément au tableau présenté dans la norme ÖNORM.

- Autres valeurs d'analyse

Les paramètres analytiques suivants sont à doser pour la première entrée en service du système et pour déterminer les mesures devant découler des résultats des analyses microbiologiques en cas d'actions à engager :

- cation de Ca,
- cation de Mg,
- alcalinité,
- chlorures,
- sulfates,
- oxydabilité ou carbone organique total (COT).

Il convient de tenir compte des méthodes de traitement appliquées et de la composition des eaux en circulation dans la procédure de définition des conditions chimiques

²⁵ Méthode d'analyse selon la norme ÖNORM EN ISO 6222

²⁶ Méthode d'analyse selon la norme ÖNORM EN ISO 16266.

auxquelles doivent satisfaire les eaux du premier remplissage, les eaux de circulation et les eaux d'appoint.

- Plan de prélèvement
- Installations de refroidissement par évaporation avec phases d'arrêt

Le plan de prélèvement affiché dans le tableau 11 s'applique aux nouvelles installations, en cas de modification des systèmes d'installations existantes et quand sont remises en route des installations après une phase d'arrêt. Un premier prélèvement doit être effectué respectivement après remplissage et mise en marche des pompes de circulation mais néanmoins avant que l'installation de refroidissement de retour par évaporation soit complètement mise en service.

Tableau 11 : intervalle de prélèvement dans la phase de départ suivant le 1^{er} prélèvement

Prélèvement	Intervalle de temps
2 ^e prélèvement	2 semaines
3 ^e prélèvement	6 semaines
4 ^e prélèvement	12 semaines
5 ^e prélèvement	24 semaines

On veillera à prendre en compte les mises en service saisonnières dans la fixation des intervalles de prélèvement mentionnés dans le tableau 11. Si l'entrée en service a lieu au cours du second semestre, les intervalles de prélèvement susmentionnés sont à adapter en conséquence.

- installations de refroidissement par évaporation sans phases d'arrêt

Le système de refroidissement de retour est en ordre de marche pendant les mois d'hiver. Les prélèvements à effectuer sont ceux listés au tableau 12.

L'expression 'en ordre de marche' signifie que la teneur en biocides dans l'eau de circulation correspond aux valeurs requises pour le service opérationnel et que l'installation peut ainsi passer immédiatement en mode d'exploitation.

Tableau 12 : dates de prélèvement en phase d'exploitation

Prélèvement	Date
1 ^{er} prélèvement	1 semaine après lancement de l'exploitation à pleine charge et au plus
2 ^e prélèvement	au milieu de l'année
3 ^e prélèvement	trois mois au plus tard après le 2 ^e prélèvement
4 ^e prélèvement	à la fin de l'année

6.2 Suisse

Les rejets issus de systèmes d'eaux de refroidissement de centrales nucléaires traités aux biocides doivent être soumis à surveillance. Les traitements autorisés jusqu'à présent sont ceux faisant appel au peroxyde d'hydrogène et à l'hypochlorite de sodium, ainsi qu'à certains adjuvants chimiques au dosage indiqué dans le tableau 13.

Tableau 13 : surveillance des systèmes d'eaux de refroidissement de centrales nucléaires traités aux biocides

Biocides autorisés			
Substance	Dosage	Périodicité	Quantité

Hypochlorite de sodium	dosage d'attaque pour les purges en circuit fermé de tours de refroidissement	1-2 semaines	130-260 kg par purge
	Traitement unique intensif sous forme de purge en circuit fermé de tours de refroidissement en situation de contamination élevée (légielles > 100 000 UFC/l) avec un maximum de 1 800 kg NaClO		
Peroxyde d'hydrogène	Dosage d'attaque	3-7 jours	jusqu'à 2 000 kg par attaque
	Si nécessaire	En continu	jusqu'à 100 kg/h
Adjuvants chimiques autorisés			
Biodispersant	Spectrus BD1500	jusqu'à 200 kg par traitement	Améliore l'impact sur le biofilm
Agent antimousse	Foamtrol AF1440E	Si nécessaire Jusqu'à 50 kg par traitement	Réduit la formation de mousse
Agent de neutralisation	Thiosulfate de sodium (pour le chlore actif)	Si nécessaire Jusqu'à 110 kg par traitement	Dégradation de résidus de biocides

La surveillance par analyse sert à déterminer l'état microbiologique du système principal de refroidissement et le respect des dispositions de protection des eaux. Elle est présentée dans les tableaux 14, 15 et 16.

Tableau 14 : contrôles microbiologiques du système principal de refroidissement et de la vapeur évacuée

Paramètres et échantillons	Plage de valeurs	Fréquence d'analyse
<i>Legionella pneumophila</i> avec différenciation des sérogroupes dans le système principal de refroidissement	n.n. jusqu'à 1 000 UFC/l	Au moins une fois par mois
	1 000 à 10 000 UFC/l	Toutes les 2 semaines
	A partir de 10 000 UFC/l	Hebdomadaire
Génotypage d'isolats de légionelles	A partir de 100 000 UFC/l	Si nécessaire
Analyse des légionelles dans la vapeur évacuée		2 fois par an
Nombre total de colonies dans le système principal de refroidissement	Stable	Au moins toutes les 2 semaines
	Fortes modifications	Hebdomadaire

La surveillance des traitements s'effectue, comme indiqué aux tableaux 15 et 16, sur la base de paramètres globaux à caractère général et de substances spécifiques.

Tableau 15 : surveillance générale

Paramètres et échantillons	Biocides/adjuvants chimiques	Fréquence d'analyse
Carbone organique dissous (COD) Substances non dissoutes totales (SNDT) Dans l'eau de restitution et dans l'eau fluviale prélevée	Peroxyde d'hydrogène	Une fois par mois
	Hypochlorite de sodium	Dans chaque application
Tirer le bilan des quantités de biocides et d'adjuvants chimiques appliquées	Tous	Dans chaque application

Tableau 16 : surveillance supplémentaire pour l'emploi d'hypochlorite de sodium

Paramètres et échantillons	Quantité	Fréquence d'analyse
Composés organiques halogénés (AOX) Dans le système principal de refroidissement et dans l'eau de restitution	130 kg	Une fois par mois
	> 130 kg	Dans chaque application
Surveillance du chlore actif pendant le traitement dans le système principal de refroidissement		Dans chaque application avec méthode DPD ou par mesure du potentiel d'oxydo-réduction.
Contrôle du chlore actif dans le système principal de refroidissement avant démarrage de la purge		Dans chaque application avec méthode DPD
Surveillance du chlore actif et des chlora-mines dans l'air évacué par la tour de refroidissement et dans l'air environnant du site industriel		Dans chaque application
Test sur les bactéries lumineuses dans le système principal de refroidissement, l'eau de restitution et l'eau prélevée dans le Rhin	> 520 kg	Une fois par traitement intensif
Test AMES dans le système principal de refroidissement et dans l'eau de restitution	> 520 kg	Une fois par traitement intensif

Il convient de respecter les conditions de rejet fixées dans l'ordonnance sur la protection des eaux du 28.10.1998 (Oeaux, RS 814.201) et dans l'autorisation de prélèvement et de déversement d'eau de refroidissement dans les eaux mixtes de refroidissement (rejet dans le Rhin) délivrée le 03.12.2004 par le Conseil fédéral. Il en résulte que le carbone organique dissous (COD) ne peut être rehaussé que de 5 mg/l au maximum et que les substances non dissoutes totales doivent s'élever tout au plus à 20 mg/l (pour autant que des valeurs plus élevées ne se trouvent pas sous forme naturelle dans l'eau du Rhin prélevée). En outre, la valeur AOX de 0,08 mg/l et la teneur en chlore actif de 0,05 mg/l ne doivent pas être dépassées.

Les dispositions de la directive 2006/44/CE sur les eaux piscicoles sont à respecter dans les eaux de purge mixtes. La valeur résiduelle de chlore dans le Rhin à ne pas dépasser s'élève à 5 µg/l HOCl.

En cas de traitement intensif à l'hypochlorite de sodium (plus de 520 kg NaOCl), les riverains d'aval doivent être informés au préalable, notamment les exploitants des centrales hydrauliques.

Les concentrations de légionelles et le nombre total de colonies mesurées dans le système principal de refroidissement est à indiquer dans un rapport mensuel. Dans le cadre d'un rapport annuel et d'entretiens annuels entre experts, un rapport et une évaluation sont soumis sous forme plus détaillée (rassemblement de toutes les applications de biocides et de toutes les analyses effectuées conformément au programme de surveillance).

6.3 Allemagne

La surveillance de systèmes de refroidissement de centrales et d'usines ainsi que de systèmes de refroidissement indirect de processus industriels concerne les installations soumises à la directive IED (directive 2010/75/UE relative aux émissions industrielles), conformément aux dispositions en place (et à celles transposées en droit national). Dans les autres systèmes de refroidissement avec rejet direct d'eaux usées, la surveillance est effectuée par les autorités compétentes de gestion des eaux, conformément aux dispositions figurant dans les autorisations de rejet. En cas

de rejet indirect d'eaux usées dans le réseau d'égout public, la surveillance est assurée par l'entité assujettie à l'obligation d'élimination des eaux usées, conformément à sa réglementation statutaire, ou également par l'autorité de gestion des eaux compétente.

En outre, les exploitants de stations d'épuration des eaux usées ont des devoirs étendus d'auto-surveillance. Comme il n'existe pas encore en Allemagne de réglementation uniforme à ce sujet, il convient de respecter les dispositions respectives des règlements d'auto-surveillance édictées par les Länder fédéraux allemands. En Rhénanie-du-Nord-Westphalie par exemple, il a été exigé d'un exploitant, dans le cadre de deux procédures d'autorisation, qu'il effectue un suivi biologique sur un an pour évaluer les impacts biologiques d'un rejet après application de biocides, et l'autorisation a été délivrée uniquement pour un an.

6.4 France

Pour les établissements industriels, hors installations nucléaires, les arrêtés ministériels du 14 décembre 2013 prévoient une surveillance des émissions dans l'eau à minima selon la fréquence indiquée dans le tableau 17.

Tableau 17 : surveillance des émissions

Paramètres	Fréquence d'analyse
P, total MES, As, Pb, Fe, Cu, Ni, Zn et composés	annuelle
DCO (demande chimique en oxygène), composés organiques halogénés (AOX), THM (trihalométhanes), Cl, Br	trimestrielle

En complément, les textes prévoient que l'exploitant mette en place une surveillance des rejets spécifiques aux produits de décomposition des biocides utilisés ayant un impact sur l'environnement et identifiés dans la stratégie de traitement.

Les mesures sont effectuées par un organisme agréé par le Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie sur un échantillon représentatif du fonctionnement de l'installation, constitué soit par un prélèvement continu d'une demi-heure, soit par deux prélèvements instantanés espacés d'une demi-heure.

6.5 Pays-Bas

La surveillance du système de refroidissement doit se faire conformément au document BREF 'Industrial Cooling Systems'.

Le requérant doit justifier dans sa demande d'autorisation pourquoi des biocides sont nécessaires pour le conditionnement de son système de refroidissement. Le dossier doit comprendre des indications sur les quantités de biocides et d'adjuvants, sur le mode de surveillance et de dosage devant assurer un usage optimal (quantité la plus faible possible permettant d'empêcher la croissance biologique dans le système de refroidissement). La stratégie choisie, qui débouche sur un usage donné, ne doit pas entraîner de dépassement des objectifs (locaux) de protection de la qualité des eaux et doit satisfaire au contrôle des concentrations dans le milieu naturel.