



# GUIDE ANALYSE MÉTHODIQUE DES RISQUES LÉGIONELLES & CIRCUITS TAR

Document réalisé pour le Ministère de l'Environnement,  
de l'Énergie et de la Mer

## PARTIE 1

### PRINCIPE DE L'AMR



Ko SAMTI  
M. Merchat



Activité formation n° 11 94 08443 94 attribué le 14/06/13.  
Site : [www.kosamti.com](http://www.kosamti.com) Courriel : [contact@kosamti.com](mailto:contact@kosamti.com)

## Résumé

La détection de légionelles à des concentrations de l'ordre de  $10^5$  UFC/L dans les circuits avec tours aéroréfrigérantes (TAR) représente un danger potentiel pour les personnes exposées aux aérosols émis par la TAR. Dans ces installations classées sous la rubrique 2921 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), l'analyse méthodique des risques (AMR) est un outil indispensable pour identifier et hiérarchiser les facteurs de risque susceptibles d'augmenter la probabilité d'apparition du danger : ceux intrinsèquement liés à l'installation et ceux liés aux pratiques de gestion du risque déjà mises en œuvre par l'exploitant. De l'AMR découlent le plan d'entretien qui regroupe l'ensemble des moyens mis en œuvre face à chacun des facteurs de risque identifiés, et le plan de surveillance, dispositif permettant de s'assurer de la performance de ces actions, dans leurs conditions réelles d'utilisation. Les deux sont nécessaires à une bonne gestion du risque. Les moyens définis doivent être mis en œuvre par un personnel formé à la connaissance du risque, attentif aux procédures d'entretien et aux dérives des indicateurs. Une personne référente est garante de la coordination de l'ensemble des actions. Les mesures organisationnelles comme la formation et la maintenance sont des fonctions supports nécessaires à l'efficacité d'un bon système de gestion du risque légionelles. L'efficacité d'un tel système de gestion est, à terme, aussi important pour la santé que pour l'environnement : il s'agit de maintenir le bon fonctionnement de l'installation concernée tout en limitant ses impacts dans le milieu tant du point de vue sanitaire qu'en terme d'impact dans l'eau (via les rejets liquides de l'installation). À noter qu'un système bien géré a un coût bien moindre pour l'exploitant.



# SOMMAIRE

---

1. GESTION DU RISQUE LÉGIONELLES : GÉNÉRALITÉS.....	14
1.1. LES INSTALLATIONS .....	14
1.2. ORIGINE DU DANGER, RISQUE ET FACTEUR DE RISQUE.....	15
1.2.1. LE DANGER.....	15
1.2.2. ORIGINE DU DANGER .....	15
1.2.3. RISQUE ET FACTEUR DE RISQUE.....	16
2. L'ANALYSE MÉTHODIQUE DES RISQUES .....	18
2.1. ÉTAPES DE LA MÉTHODE .....	19
2.2. LES DOCUMENTS UTILES À LA RÉALISATION DE L'AMR.....	20
2.3. CHARTE OU LES 9 PRINCIPES POUR LE FONDAMENT DE L'AMR.....	20
3. ANALYSE MÉTHODIQUE DES RISQUES : DÉTAILS DE LA MÉTHODE .....	22
3.1. DÉTERMINATION DES FACTEURS DE RISQUE.....	22
3.1.1. L'ARBRE DES CAUSES.....	22
3.1.2. CONSÉQUENCES DE L'INFLUENCE DES ÉVÈNEMENTS SUR LES FACTEURS DE RISQUE.....	24
3.1.3. RECENSEMENT DES ÉVÈNEMENTS SUR UNE INSTALLATION .....	27
3.2. COTATION ET HIÉRARCHISATION .....	27
3.3. DÉTERMINATION DU NIVEAU DE RISQUE INITIAL.....	28
3.3.1. LA GRAVITÉ (G) DE L'ÉVÈNEMENT .....	28
3.3.2. LA FRÉQUENCE (F) DE SURVENUE DE L'ÉVÈNEMENT .....	29
3.3.3. LA PRÉVISIBILITÉ (P) DE L'ÉVÈNEMENT .....	29
3.3.4. DÉTERMINATION DE LA CRITICITÉ DU RISQUE INITIAL (Ri).....	30
3.4. DÉTERMINATION DU NIVEAU DE RISQUE RÉSIDUEL (RR).....	30
3.4.1. L'INSTALLATION EST NOUVELLE .....	30
3.4.2. L'INSTALLATION EST DÉJÀ EXISTANTE .....	31
3.4.3. ESTIMATION DU NIVEAU DE MAÎTRISE DU RISQUE .....	31
3.4.4. ESTIMATION DU NIVEAU DE RISQUE RÉSIDUEL.....	32
3.4.5. HIÉRARCHISATION DU RISQUE RÉSIDUEL.....	33
3.5. DÉFINITION DES MESURES PRÉVENTIVES DU PLAN D'ENTRETIEN .....	33
3.5.1. HIÉRARCHISATION DES PRIORITÉS .....	33
3.5.2. TYPE DE MESURES DU PLAN D'ENTRETIEN ET DU PLAN DE SURVEILLANCE.....	34
3.5.3. FACTEURS DE RISQUE, ACTIONS DÉJÀ MISES EN ŒUVRE ET ACTIONS SUPPORT.....	35
3.6. SUIVI ET MISE À JOUR DE L'AMR.....	35
3.7. DOCUMENT UNIQUE.....	36
4. ANNEXES.....	37
5. BIBLIOGRAPHIE.....	49



# L'Analyse Méthodique des Risques

## AVANT-PROPOS

---

Ce travail a été réalisé à partir de l'observation sur le terrain des pratiques mises en œuvre mais aussi à partir de nombreux échanges avec des personnes concernées lesquelles prennent en compte le risque en fonction de leur métier, de leurs propres critères de références, de la perception qu'elles se font du risque et de la compréhension des processus susceptibles de conduire au danger.

Avant d'être adopté dans sa version finale, ce document a été soumis pour avis à divers exploitants ou sociétés réalisant les AMR légionelles sur les installations de refroidissement.

Ont contribué à l'aboutissement de ce document :

- Nathalie Bobot, Service Environnement, Ugitech.
- Florence Berho, Adjointe au Chef du bureau de la qualité de l'air, DGEC, MEEM.
- Gilles Chaperon, Directeur Technique, Capsis.
- Virginie Corbic, Service Environnement, Ugitech.
- Bruno Fioconni, Exploitation Fluides, Ugitech.
- Matthieu Laé, Chargé de missions, DGEC, MEEM.
- Kévin Lebreton, Responsable technique process, Arcelor Mittal.
- Didier Lizeski, Responsable Maintenance & Exploitation, Linde.
- Carine Magdo, Responsable chimie eau et Environnement, Albioma.
- Anthony Malecot, Responsable Energies, Fluides et ICPE, Groupe LAITA bassin 44.
- Julien Malherbe, Responsable traitement d'eau, Unilin.
- Pierre Meinder, Service Environnement, Ugitech.
- Juan Perez, Service traitement d'eau, Climespace.
- Claire Perrinel, Gestionnaire Exploitation Energies, Groupe LAITA bassin 44.
- Stéphane Puthod, Responsable d'exploitation, Engie Réseau.
- Françoise Ricordel – DREAL Bretagne, Adjointe au chef de l'unité départementale du Finistère.
- Yoan Rodriguez, Service Traitement d'eau, Climespace.
- Claire Rosevègue, Adjointe au Chef du bureau de la qualité de l'air, DGEC, MEEM.
- Damien Vesseau, Ingénieur Environnement, ArcelorMittal.





# GLOSSAIRE ET DÉFINITIONS

---

**Action corrective** : action mise en œuvre sur l'installation visant à supprimer un facteur de risque légionelles ou à faciliter sa gestion. La mise en place des actions correctives peut être subordonnée à un calendrier de mise en œuvre avec suivi préventif spécifique (période transitoire) avant l'action corrective.

**Action curative** : action mise en œuvre sur l'installation en cas de dérive d'un indicateur de suivi de l'exploitation pour un retour rapide de cet indicateur sous le seuil d'alerte.

**Action préventive** : action mise en œuvre sur l'installation afin de gérer les facteurs de risque qui n'ont pu être supprimés par des actions correctives.

**ATAC** : Antitartre Anticorrosion

**BD** : Biodispersant/Biodétergent

**BNO** : Biocide non oxydant

**BO** : Biocide oxydant

**Bras morts** : tronçons de canalisation dans lesquels l'eau ne circule pas. Ils génèrent un risque si l'eau stagnante est susceptible de repasser en circulation.

**Exploitant** : Personne physique ou morale, titulaire de l'autorisation d'exploiter ou du récépissé de déclaration de l'installation et légalement responsable au titre de la législation des ICPE.

**Fc ou Rc** : Facteur de concentration ou Ratio de concentration

**ICPE** : Installations Classées pour la Protection de l'Environnement.

**Prestataire de service** : sous-traitant qui peut se voir confier tout ou partie de la conduite et de la maintenance de l'installation.

**TA** : Tensio-Actif

**TAR** : Tour aéroréfrigérante

**UFC/L** : Unité formant colonie par litre



# INTRODUCTION

---

## *Pourquoi ce guide ?*

La légionellose est aujourd'hui connue de tous comme une pneumopathie particulièrement grave et potentiellement fatale. Son origine demeure le plus souvent inconnue. Toutefois, les circuits de refroidissement avec tours aéroréfrigérantes (TAR) ont été impliqués à plusieurs reprises dans des cas groupés concernant un grand nombre de personnes sur une courte période en France et à l'étranger.

Lors de certains épisodes, grâce aux méthodes biochimiques qui permettent d'identifier génétiquement la légionelle, la tour émettrice a pu être repérée avec certitude et ainsi engager la responsabilité civile et pénale de son exploitant. Le non-respect d'une mesure de prévention peut dans ce cas caractériser la mise en danger de la vie d'autrui, que ce soit par imprudence ou par inattention.

Dans ce contexte, l'application du principe de précaution et la méconnaissance générale entourant le risque biologique ont conduit nombre d'utilisateurs à remplacer leurs installations de refroidissement humides par des aéroréfrigérants secs, pourtant plus bruyants, plus lourds et plus énergivores. D'autres, contraints de conserver leurs installations pour des raisons techniques ou économiques pensent encore trop souvent qu'il suffirait d'éradiquer la bactérie pour les rendre plus sûres. La plupart du temps, de toute bonne foi, ces exploitants surdimensionnent les traitements chimiques sans certitude de leur efficacité et sans se soucier de leur impact environnemental.

Or, on ne peut imaginer aussi simplement que la légionelle va disparaître. Rappelons que ce microorganisme est une bactérie naturellement présente dans les milieux hydriques, on ne peut la supprimer. Tout au plus peut-on maîtriser les facteurs favorables à sa croissance de façon à limiter son développement, et cette responsabilité incombe aux exploitants.

Le risque « zéro » n'existe pas, toutefois le risque légionelles n'est pas inéluctable. Il est possible grâce à une démarche reposant sur une méthodologie pratique et sur la connaissance indispensable des installations (conception, mode d'utilisation, contraintes techniques de l'utilisateur) d'évoluer vers des systèmes plus sûrs et correctement maîtrisés.

Pour cela il est indispensable de profiter de l'amélioration des connaissances, de l'avancée des techniques et du retour d'expérience.

Ainsi, sauf cas très particulier et justifié, il ne s'agit pas de maintenir une concentration de biocide efficace dans le seul but de tuer les légionelles hypothétiquement dans l'eau, car outre le fait que le risque est alors « masqué » (ou « contenu ») au lieu d'être géré, les coûts environnementaux et d'exploitation ne sont pas des moindres.

Alors que les exigences réglementaires préconisent l'évaluation du risque légionelles, de manière à prévenir la dérive des concentrations en bactéries dans l'eau, le retour d'expérience accumulé depuis la création de la rubrique 2921 de la nomenclature des ICPE (expertises, études des dépassements de seuils réglementaires, retour d'inspection, ...) montre que la notion de facteurs de risque spécifiques du risque légionelles n'est pas totalement perçue.

L'identification des facteurs de risque est souvent incomplète ou noyée avec les aspects réglementaires et sécuritaires. Or l'analyse des risques est une donnée cruciale qui constitue le point d'amorce de la démarche de prévention. L'analyse et la hiérarchisation objective des risques permettent de définir les actions de prévention les plus appropriées, couvrant les dimensions techniques, humaines et organisationnelles. L'appréciation des risques comprend trois étapes : leur identification, leur évaluation et leur hiérarchisation. Le préalable est l'identification du danger et son origine.

C'est dans ce cadre que le Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer (MEEM) a décidé d'informer les principaux acteurs concernés par la problématique, de les aider et de les inciter à prendre en compte l'ensemble des facteurs de risque tant dans le choix des implantations nouvelles que dans la gestion des installations existantes, et ce pour réduire le risque d'expositions de personnes aux légionelles avec une éthique environnementale.

**Ce document aborde les aspects techniques du risque liés à l'installation** : conception, qualité d'eau, état des surfaces, hydraulique et mode d'utilisation du circuit, procédés de traitement. L'exhaustivité et la pertinence de l'AMR en découlent.

Les facteurs de risque humains (information, formation et expérience des travailleurs, respect des procédures, maintenance...), les facteurs de risque organisationnels (méthodes de management, exigences de productivité...) et les facteurs de risque réglementaires (non-respect des différentes dispositions réglementaires, parmi lesquelles figurent les vérifications périodiques des locaux, installations, machines et équipements divers) ne sont pas abordés.

### *Quelles sont les installations visées par ce guide ?*

Ce guide concerne toutes les installations de refroidissement évaporatif par dispersion d'eau dans un flux d'air, installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) au titre de la rubrique 2921 modifiée par le décret n° 2013-1205 du 14 décembre 2013 soit, les installations de refroidissement évaporatif par dispersion d'eau dans un flux d'air généré par ventilation mécanique ou naturelle :

- a) La puissance thermique évacuée maximale étant supérieure ou égale à 3 000 kW (Enregistrement).
- b) La puissance thermique évacuée maximale étant inférieure à 3 000 kW (Déclaration avec Contrôle).

Les exigences réglementaires sont imposées par deux arrêtés ministériels du 14 décembre 2013 (abrogeant ceux du 13/12/2004).

### *A qui s'adresse ce guide ?*

Ce guide s'adresse principalement aux exploitants d'installations de refroidissement classées au titre de la rubrique 2921 de la nomenclature des ICPE, aux personnes identifiées comme référentes de la gestion du risque sur les sites et à tous les organismes en charge de réaliser l'AMR sur les installations.

### *Comment utiliser ce guide ?*

Bien qu'à visée non exhaustive, ce guide est un instrument de sensibilisation qui se veut aussi un outil pratique et opérationnel pour aider à l'identification par anticipation, à l'évaluation et à la hiérarchisation des facteurs de risque à l'origine du danger dans les circuits TAR afin de mettre en place une gestion préventive efficace. Il n'a pas pour objet de traiter des risques liés à la sécurité (risque environnemental, risque chimique, protection des personnes ...).

Il rassemble des informations et des conseils méthodologiques généraux répondant à une question : comment mieux identifier et gérer les facteurs de risque favorisant l'apparition des légionelles en forte concentration dans l'eau du circuit ?

Il est constitué de deux parties indépendantes ;

Le premier document propose et détaille une méthodologie dans le but de réaliser une analyse méthodique des risques.

Le deuxième document expose 5 exemples concrets, extraits du retour d'expérience terrain.

# 1. GESTION DU RISQUE LÉGIONELLES : GÉNÉRALITÉS

## 1.1. Les installations

Les TAR sont des dispositifs de refroidissement utiles et performants associés à un circuit d'eau. Il existe différentes conceptions de TAR à refroidissement évaporatif, qu'il est possible de classer selon plusieurs aspects : soit selon les flux d'air et d'eau (contre courants ou courants croisés), soit selon le type de ventilation (ventilation naturelle, ventilation forcée, ventilation induite), soit selon le type de distribution d'eau (distribution sous pression, distribution gravitaire).

Leur principe de fonctionnement est identique et de par leur conception, l'air qui s'échappe de ces installations entraîne sous forme d'aérosols, une fraction du débit d'eau qui y est distribuée. Cette aérosolisation inférieure<sup>1</sup> à 0.01 % du débit d'eau en circulation a lieu malgré la présence d'un pare gouttelettes ou dévésiculeur au-dessus de la distribution d'eau (*Maatouk C, 2008, Clodic D. et al, 2004*). Cet entraînement direct de l'eau du circuit, appelé entraînement vésiculaire ou primage a la même qualité que l'eau du circuit. Ainsi, si l'eau du circuit contient des bactéries, elles seront disséminées dans l'environnement à l'émission des TAR.

Le circuit d'eau associé à la ou aux TAR constitue la source susceptible de réunir les conditions favorables pour que des légionelles soient présentes en fortes concentrations dans l'eau circulante.

Bien que chaque installation<sup>2</sup> soit spécifique et se distingue selon plusieurs critères singuliers (qualité d'eau, conception, implantation, volume, nombre d'équipements, matériaux, mode d'utilisation...), il est possible de distinguer deux grands types de circuits avec recirculation d'eau :

- les circuits où l'eau de refroidissement est sans contact direct avec le produit à refroidir. Parmi ces installations, se trouvent les circuits primaires ouverts (l'eau en contact avec les échangeurs à refroidir est dispersée dans la TAR) et les circuits primaires fermés (l'eau en contact avec les échangeurs).
- les circuits où l'eau de refroidissement est en contact direct avec le produit à refroidir. Par exemple, dans le cas du refroidissement direct du métal ou de vapeurs de process par brumisation d'eau.

Ces deux types d'installations présentent des caractéristiques qui influencent le choix de la stratégie de traitement (choix du procédé et mode de gestion hydraulique, lieu de prélèvement représentatif) (*Merchat M. Guide formation, 2016*).

A ces deux types d'installation s'ajoutent les TAR destinées à refroidir des effluents avant rejet, en aval d'un process et où il n'y a pas de recirculation d'eau. Ce guide AMR ne s'applique pas à ces installations.

---

<sup>1</sup> Conformément aux exigences réglementaires.

<sup>2</sup> Font partie de l'installation : la ou les TAR et ses ou leurs parties internes, le ou les échangeur(s) et l'ensemble composant : le circuit d'eau en contact avec l'air, le circuit d'eau appoint, le circuit de purge.

## 1.2. Origine du danger, risque et facteur de risque

### 1.2.1. Le danger

Le danger, cause susceptible d'entraîner la légionellose sur un individu vulnérable exposé, est la **présence de légionelles en concentration de l'ordre de  $10^5$  UFC/L dans l'eau aérosolisée<sup>3</sup>** au niveau de la TAR.

### 1.2.2. Origine du danger

Les apports en légionelles dans le circuit à partir de l'extérieur sont inévitables mais en quantité généralement faible et se trouvent rapidement dilués dans le volume d'eau de l'installation. Le danger dans le circuit trouve son origine sur les surfaces humides qui créent un support sur lequel se déposent et se développent les micro-organismes pour former un film biologique de quelques micromètres d'épaisseur appelé **biofilm**. Ce dépôt constitue un écosystème complexe dans lequel les différentes espèces de microorganismes s'équilibrent en fonction des conditions du milieu dans lequel il se forme. Il ne présenterait pas de risque sanitaire s'il ne contenait pas des microorganismes potentiellement pathogènes comme les légionelles qui y prolifèrent associées ou non à des organismes hôtes (*Merchat M, Ricordel F, 2001 ; Merchat M et Foret C, 2016; Beck S et al, 1998 ; Garduno et al, 2005 ; Bouyer et al, 2007*).

L'origine du danger provient donc du transfert des légionelles à partir du biofilm et/ou des organismes hôtes associés dans l'eau circulante.

Autrement dit, tant qu'il n'y a pas de transfert des légionelles dans l'eau, il n'y a pas de danger.

Ce transfert est facilité par l'action mécanique de l'eau et par les propriétés intrinsèques du dépôt biologique, comme sa composition et sa texture (*Pelleïeux S, 2013, Stoodley P. & col, 1999 ; Coufort C et al, 2007 ; Ochoa JC et al, 2007 ; Talvy S et al, 2011 ; Paul E et al, 2012*).

L'architecture du biofilm montre une distribution hétérogène et dispersée de la biomasse fixée. Les structures biologiques retrouvées à la surface des matériaux sont diverses : bactéries isolées, pédonculées ou non, agrégats, filaments (ruban, cordes), réseaux filamenteux de champignons microscopiques. Le biofilm apparaît comme un système dynamique constamment renouvelé et rarement dans un état stationnaire du fait des discontinuités hydrauliques, chimiques (désinfectants et nutriments), physiques (température, fraction minérale), biologiques (flux de micro-organismes compétiteurs). Ses propriétés viscoélastiques sont le résultat des propriétés mécaniques des cellules qui le composent et des polymères de surface appelés polysaccharides extracellulaires lesquels forment un ciment intercellulaire et expliquent l'architecture de l'ensemble. Les propriétés viscoélastiques jouent un rôle important dans la résistance du biofilm vis-à-vis des contraintes externes qu'elles soient mécaniques ou hydrodynamiques. Elles sont variables et dépendent de facto

---

<sup>3</sup> L'entraînement direct de l'eau en circulation au niveau des TAR représente un pourcentage du débit d'eau au niveau des TAR.

de la diversité bactérienne, des éléments nutritifs disponibles, de la minéralisation de l'eau et des contraintes hydrodynamiques subies au cours de la formation du dépôt (Pelleïeux S, 2013).

Dans les circuits de refroidissement évaporatif où les conditions sont propices aux phénomènes de corrosion<sup>4</sup> et à l'entartrage<sup>5</sup>, la composante minérale peut représenter une proportion majeure du biofilm (de 30 à 50% de la masse sèche) qui perd son élasticité. Cet aspect influence fortement le potentiel de transfert (Merchat M., Foret C., 2016 ; Jorand F. et al 2011).

Les résultats obtenus par microscopie à force atomique (AFM) ont mis en évidence que (Pelleïeux S, 2013) :

- les biofilms sont constitués de structures en amas très hétérogènes ;
- plus la contrainte hydrodynamique appliquée augmente, plus la surface du support recouverte par des amas diminue et plus le volume des amas diminue ;
- les amas sont d'autant plus petits que la contrainte hydrodynamique imposée pendant la formation du biofilm est grande ;
- la contrainte hydrodynamique minimale nécessaire au détachement des gros amas est plus faible que celle qui est nécessaire pour enlever les petits amas de la surface du support ;
- des "noyaux" bactériens persistent au sein des amas malgré l'application d'une très grande force ; ces "noyaux" pourraient correspondre au point d'ancrage sur le support.

Ainsi, s'il n'est pas envisageable « d'éliminer totalement le biofilm », il est possible de réduire le risque de transfert dans l'eau circulante.

### 1.2.3. Risque et facteur de risque

Le risque représente la probabilité d'apparition du danger.

Les facteurs de risque sont susceptibles d'augmenter la probabilité d'apparition du danger, dès lors qu'ils sont influencés par une succession ou une conjonction d'évènements.

Les facteurs de risque sont communs à toutes les installations :

- La **qualité de l'air** à l'aspiration des TAR, la **qualité de l'eau d'appoint** (ou de tout autre entrée d'eau), le produit refroidi éventuellement en contact direct et le facteur de concentration<sup>6</sup> influencent la **qualité de l'eau du circuit**.
- Les **dépôts incrustants** (tartre, corrosion), les **dépôts mobiles** (boues), les dépôts **organiques** (algues) et la **qualité des matériaux** influencent les **états de surfaces** (altération, dégradation, rugosité).
- L'**hydraulique** garantit la **répartition des produits de traitement** et influence par son **action mécanique** la texture du biofilm qui sera plus ou moins compact selon la pression exercée, ce qui

---

<sup>4</sup> Concentration en O<sub>2</sub> dissous à saturation.

<sup>5</sup> Concentration et sursaturation des sels minéraux.

<sup>6</sup> Par convention, on appelle facteur de concentration (ou « nombre de cycles de concentration ») le rapport entre la quantité de sels dissous dans l'eau en circulation et dans l'eau d'appoint. L'eau en circulation est plus concentrée en minéraux que l'eau d'appoint (à cause de l'évaporation).



influence directement sa fragilité et capacité de transfert. Ainsi l'hydrodynamique et la remise en service d'eau stagnante (bras mort) sont deux facteurs de risque majeurs.

Les fonctions supports représentent aussi des facteurs de risque potentiels :

- Si les **conditions de mise en œuvre** ne sont pas adaptées, le **traitement d'eau** devient un facteur de risque majeur.
  - Les désinfections en chocs répétés induisent la sélection des espèces les plus résistantes en particulier parmi les organismes hôtes des légionelles (Coulon C et al, 2012 ; Coulon C et al, 2016 ; Merchat M, 2007). Elles n'affectent le biofilm qu'en surface, ce qui stimule de manière indirecte la croissance des micro-organismes sous-jacents (Mathieu L. et al 2009 ; Mathieu L. et al 2014 ; Mathieu L. et al, 2015).
  - Les injections de procédés à effet tensio-actif en chocs, associés ou non avec une désinfection, fragilisent le biofilm et favorisent le transfert de légionelles dans l'eau (Guide traitement, 2006).
- L'**AMR incomplète** induira un plan d'entretien et un plan de surveillance incomplets.
- Mais aussi, l'absence de **formation**, l'absence d'une **personne désignée** garante de la mise en œuvre coordonnée de l'ensemble des actions préventives ou encore l'absence de **maintenance...**

## 2. L'ANALYSE MÉTHODIQUE DES RISQUES

L'obligation de transcription des résultats de l'AMR incombe à l'exploitant de l'installation (au sens de la réglementation des ICPE) même si la rédaction du document est confiée à toute personne qu'il juge compétente pour le faire.

L'AMR a vocation à être mise en œuvre dans le cadre d'un groupe de travail pour confronter l'avis et les remarques de personnes ayant des expériences et des connaissances complémentaires afin de tendre vers un examen le plus exhaustif possible des situations conduisant au danger.

Il est souvent recommandé de commencer par réunir le groupe de travail pour la réalisation commune de l'AMR. Toutefois, il est parfois plus efficace que la personne en charge du projet initie le document, quitte à consulter séparément chaque personne susceptible d'apporter des réponses techniques et pratiques, avant que le document déjà nourri ne soit présenté à l'ensemble du groupe pour être enrichi.

Dans les deux cas, l'équipe identifiée est multidisciplinaire dans le sens où elle réunit les connaissances techniques liées à la méthodologie de l'AMR, à la conception et aux conditions d'utilisation des installations, aux exigences et contraintes techniques, aux traitements d'eau et à la connaissance du risque légionelles. La pertinence du document en dépend.

L'évaluation du risque doit être réalisée conformément aux exigences réglementaires, mais elle doit surtout être pleinement utile à la définition d'un plan d'entretien et d'un plan de surveillance efficaces.

L'évaluation transcrite dans le document est définie en 4 étapes :

- Identifier les événements influençant les facteurs de risque,
- Analyser les facteurs de risque,
- Hiérarchiser les facteurs de risque,
- Proposer un plan d'entretien et un plan de surveillance.

Le choix des actions est formalisé dans le plan d'entretien et le plan de surveillance. Le carnet de suivi assure la traçabilité des actions effectivement mises en œuvre. Il est recommandé de garder la trace des modalités de réalisation de chacune de ces étapes pour en faciliter le suivi et la mise à jour.

## 2.1. Étapes de la méthode

1	Réunir les documents utiles dont le plan d'entretien et le plan de surveillance existants, identifier le porteur de projet, les membres de l'équipe et le mode de travail de l'équipe. <i>Voir paragraphe 2.2</i>
2	Considérer les facteurs de risque : l'arbre des causes. <i>Voir paragraphe 3.1.1</i>
3	Identifier les événements et leurs conséquences sur les facteurs de risque. <i>Voir paragraphes 3.1.1 et 3.1.3</i>
4	Évaluer le niveau de risque initial. <i>Voir paragraphe 3.3</i>
5	Évaluer le niveau de risque résiduel et hiérarchiser les facteurs de risque. <i>Voir paragraphe 3.4</i>
6	Définir et hiérarchiser des mesures préventives du plan d'entretien. <i>Voir paragraphe 3.5</i> Définir les mesures préventives afin d'éliminer (actions correctives) ou réduire (actions préventives) les risques tout en en limitant l'impact environnemental. Pour chaque facteur de risque et événement identifié, en fonction du niveau prioritaire du risque fixé par l'évaluation : 1. Indiquer les mesures de prévention permettant de supprimer ou de limiter le risque. 2. Désigner la ou les personnes chargées de la réalisation et du suivi de ces mesures de prévention. 3. Définir un délai de réalisation.
7	Suivre et mettre à jour de l'AMR. <i>Voir paragraphe 3.6</i> - Vérifier la mise en oeuvre des mesures de prévention et leur efficacité en termes de réduction du risque - S'assurer de la stabilité dans le temps des mesures de prévention - Renouveler la démarche lors de tout aménagement important modifiant potentiellement un des facteurs de risque. - Réviser le document AMR et son plan d'actions conformément aux exigences réglementaires.

Le présent guide a pour objet de développer la première phase de la démarche de gestion : l'identification et la hiérarchisation des facteurs de risque majeurs liés à l'installation via l'AMR.

## 2.2. Les documents utiles à la réalisation de l'AMR

Les documents ci-dessous sont utiles à la réalisation de l'AMR. À noter qu'une fois réalisée, l'AMR est utilisée pour élaborer ou ajuster ces mêmes documents.

- Les plans de l'installation et le schéma fonctionnel appelé aussi schéma de principe qui représente de manière simplifiée l'installation (type de circuit, process associé), les points d'injection et de prélèvements, les apports d'eau, les équipements refroidis (principaux et auxiliaires), le sens de circulation d'eau, les bras morts, le nombre d'équipements associés au circuit (TAR, groupe froid...), bassin, etc....
- La description des différentes configurations hydrauliques (c'est-à-dire les différents modes d'utilisation des équipements du circuit) et les exigences techniques sous-jacentes si nécessaires.
- La description des interventions (qui fait quoi ?).
- Les documents existants : l'AMR, le plan d'entretien dont la fiche stratégie de traitement, le plan de surveillance, les bilans annuels, l'historique des résultats d'analyse, les rapports d'incident...

## 2.3. Charte ou les 9 principes pour le fondement de l'AMR

La transcription des 9 principes généraux de la prévention des risques professionnels à la gestion du risque légionelles pourrait être comme suit :

1- Éviter les risques.	A chaque fois que possible, supprimer le facteur de risque par une action corrective.
2- Évaluer les risques qui ne peuvent pas être évités.	Apprécier leur nature et leur importance afin de déterminer les actions à mener pour les neutraliser par des actions préventives.
3- Combattre les facteurs de risque à la source.	Intégrer la prévention le plus en amont possible et si possible dès la conception de l'installation, la mise en œuvre des équipements et la rédaction des modes opératoires.
4- Adapter la stratégie de traitement d'eau.	Outre les critères de qualité d'eau et de matériaux, le choix de la stratégie de traitement doit tenir compte des exigences techniques du site et en particulier, des conditions de fonctionnement hydraulique de l'installation pour les besoins du process. Dans tous les cas, il convient soit d'adapter les conditions de mise en œuvre des traitements aux aspects hydrauliques, soit le contraire.
5- Tenir compte de l'évolution des connaissances et des exigences réglementaires.	Assurer une veille pour mettre en place des moyens de prévention tenant compte des évolutions techniques et organisationnelles.
6- Remplacer les pratiques néfastes pour l'environnement par ce qui ne l'est pas ou par ce qui l'est moins.	Eviter de surdimensionner l'utilisation des produits chimiques lorsqu'un même résultat d'analyse peut être obtenu avec des moyens et/ou des conditions de mises en œuvre présentant moins d'impact pour l'environnement et des coûts d'exploitation plus faibles.
7- Planifier la prévention	Intégrer dans un ensemble cohérent le plan d'entretien, le plan de surveillance et l'organisation des actions, dans le respect des exigences techniques imposées par le process associé au circuit. En cas de co-activité, organiser la prévention en commun et s'assurer qu'une personne veille à la cohérence de l'ensemble.
8- Nommer une personne référente garante de la gestion du risque légionelles.	Avoir une vision globale des facteurs de risque, des moyens d'entretien et de surveillance des installations. En particulier, cette personne assure la cohérence des différentes actions mises en œuvre par différents intervenants (internes ou externes). Cette personne est remplacée en période de congés.
9- Assurer la formation appropriée du personnel.	Donner aux personnes intervenantes les informations nécessaires à l'exécution de leurs fonctions dans des conditions de sécurité optimales pour elles et pour l'installation. Il s'agit notamment de leur fournir les éléments nécessaires à la bonne compréhension du risque et ainsi de les associer à la démarche de gestion du risque légionelles.

### 3. ANALYSE MÉTHODIQUE DES RISQUES : DÉTAILS DE LA MÉTHODE

L'analyse peut être faite et enrichie selon une **démarche a priori**. Dans ce cas, la dérive de la concentration en légionelles n'a pas encore eu lieu et la démarche qui consiste à dresser une cartographie hiérarchisée des risques liés aux différents évènements, peut se faire à partir d'une base de connaissances.

L'analyse peut aussi être faite selon une **démarche a posteriori**, laquelle s'inscrit après la survenue d'une dérive de la concentration en légionelle. Cette démarche consiste à en découvrir la ou les causes, afin d'éviter que la dérive ne se reproduise.

Méthode et exhaustivité garantissent la pertinence des actions décrites dans le plan d'entretien et le plan de surveillance qui découlent de l'analyse méthodique des risques.

#### 3.1. Détermination des facteurs de risque

##### 3.1.1. L'arbre des causes

Pour être efficace, l'analyse doit prendre en compte tous les évènements susceptibles d'influencer les facteurs de risque. Afin d'éviter que certains d'entre eux, potentiellement dangereux, ne soient involontairement oubliés, l'information peut être organisée sous forme d'un arbre des causes décrivant simplement les facteurs de risque (Figure 1).

Maîtriser le risque légionelles dans une installation de refroidissement consiste à définir les moyens capables de lutter contre tous les facteurs de risque et en particulier contre le biofilm, ainsi que les différents indicateurs de suivi fiables et pertinents.

La recherche des facteurs de risque concerne l'ensemble de l'installation<sup>7</sup>.

Attention, pour une meilleure lisibilité et compréhension, dans le document de l'AMR il s'agit :

- de se limiter aux actions qui présentent effectivement un risque direct (par exemple on ne prend pas en compte la présence d'un pare gouttelette, d'un disconnecteur sur l'appoint ou un bac de rétention sous les fûts de produits chimiques. Ces aspects indispensables n'influencent pas les facteurs de risque (croissance du biofilm, transfert des légionelles à partir du biofilm, efficacité des traitements).
- de n'inscrire que les facteurs de risque réellement observés (éviter de citer des évènements qui ne concernent pas l'installation).

---

<sup>7</sup> Font partie de l'installation : tour(s) de refroidissement et ses parties internes, échangeur(s), ensemble composant : le circuit d'eau en contact avec l'air, le circuit d'eau appoint et le circuit de purge.

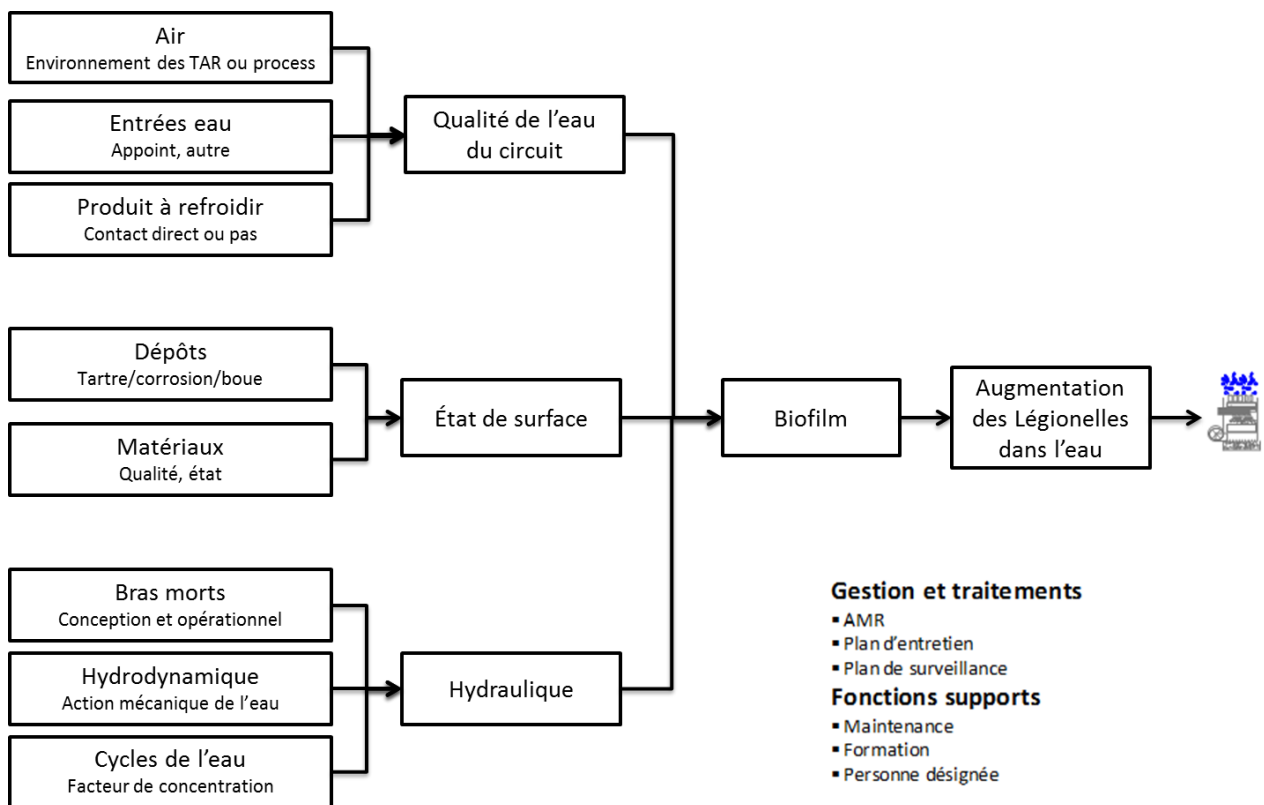


FIGURE 1 : ARBRE DES CAUSES D'APRÈS MERCHAT M. RICORDEL F. 2011.

### 3.1.2. Conséquences de l'influence des évènements sur les facteurs de risque

La succession ou conjonction d'évènements influence donc les facteurs de risque et peut conduire à **trois types de conséquences qui augmentent la probabilité d'apparition du danger** (Figure 2).

- Création de conditions favorables à l'**adhésion** et/ou à la **croissance du biofilm**,

*Exemples :*

- L'absence de purge induit une augmentation du facteur de concentration qui se traduit par des dépôts incrustants.
- L'augmentation ponctuelle ou accidentelle de la teneur en matière organique dans l'air à l'aspiration des TAR induit une augmentation des matières organiques, source de nutriments dans l'eau du circuit.

- Modification de la qualité de l'eau dans le circuit qui peut **affecter l'efficacité des traitements** tels que mis en œuvre avant la modification.

*Exemple :*

- L'augmentation accidentelle de la teneur en matière organique dans l'air à l'aspiration des TAR induit une augmentation des matières organiques dans l'eau du circuit et une surconsommation de BO. Sans asservissement de l'injection de BO à la mesure de résiduel, la concentration en BO sera inférieure à la valeur cible.

- **Transfert direct des légionelles** dans l'eau circulante à partir du biofilm ou des organismes hôtes,

*Exemples :*

- Remise en circulation de bras mort avec action mécanique de l'eau.
- Survitesse dans une zone où la majorité du temps, la vitesse de circulation de l'eau est très faible.
- Turbulences dans un bassin de très grand volume.



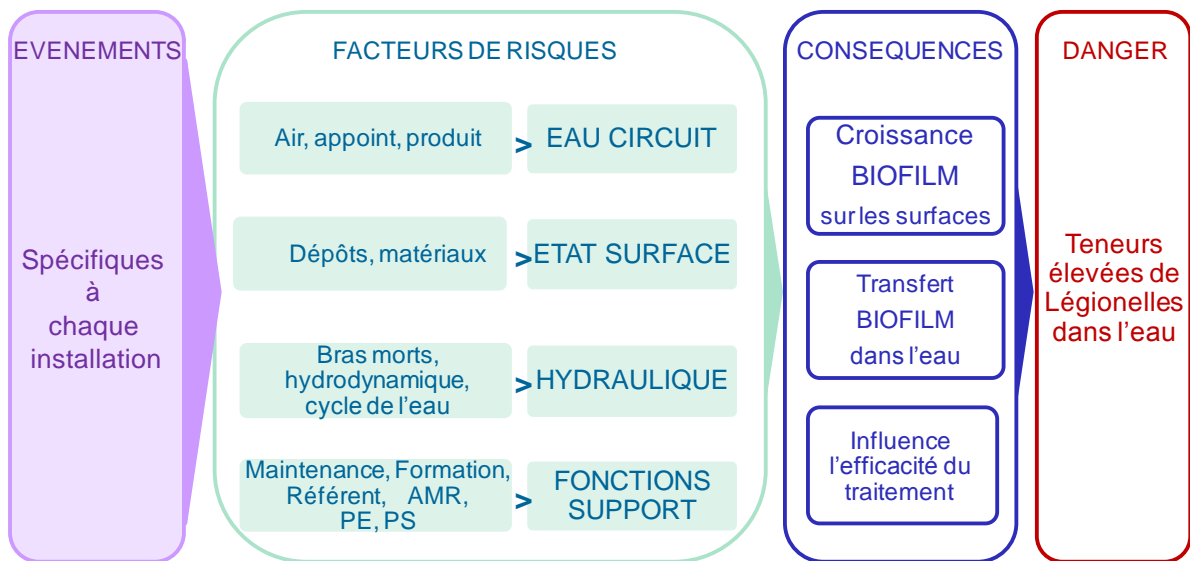


FIGURE 2 : RELATION ENTRE LES ÉVÈNEMENTS ET LA PROBABILITÉ D'APPARITION DU DANGER

La succession ou conjonction d'évènements peut influencer un ou plusieurs facteurs de risque et un seul évènement peut avoir plusieurs conséquences (Tableau 1).

Événements	Effet de l'évènement	Facteurs de risque	Conséquences dans le circuit
Fauchage des près	Apport de matières organiques	Qualité d'eau	Croissance biofilm ET Interférence avec l'efficacité du traitement
Orages	Augmentation de la teneur en MES de l'eau de surface utilisée en appoint.		Interférence avec l'efficacité du traitement ET formation de dépôts
Augmentation accidentelle ou ponctuelle de la teneur en matières organiques (MO) (origine dans l'air, l'eau d'appoint ou le circuit).	Surconsommation de BO, chute de résiduel si pas d'asservissement.		Croissance biofilm lié à la présence de MO ET Interférence avec l'efficacité du traitement
Pas de contrôle du facteur de concentration (Fc).	Sous dosage ou surdosage des produits injectés avec asservissement au compteur d'appoint <sup>8</sup> .		Interférence avec l'efficacité du traitement ET autres conséquences selon le type de produits.
Refroidissement variable selon la météorologie.	Variation du temps de ½ séjour = pas de maîtrise de la concentration des produits injectés en choc.		Interférence avec l'efficacité du traitement.
Désamorçage d'une pompe d'injection d'un produit de traitement.	Chute de la concentration cible.		Interférence avec l'efficacité du traitement ET autres conséquences selon le type de produits.
Présence de dépôts incrustants (corrosion, tartre) ou mobiles.	Surface rugueuse, résidus.	Etat de surface	Croissance de biofilm.
Dépôts d'algues influençant l'eau du circuit.	Apport de micro-organismes et de matières organiques dans l'eau.		Croissance biofilm (apport MO) ET Interférence avec l'efficacité du traitement (BO).
Remise en service d'une installation après arrêt prolongé.	Augmentation de l'action mécanique de l'eau au moment du redémarrage (à-coup).	Hydraulique	Transfert de biofilm.
Mise en circulation d'un bras mort sans action mécanique de l'eau.	Remise en circulation des organismes hôtes des légionelles.		Croissance biofilm.
Remise en service d'un bras mort, de volume significatif <sup>9</sup> avec action mécanique de l'eau.	Action mécanique sur le biofilm peu résistant (puisque dans canalisation stagnante).		Croissance de biofilm ET Interférence avec l'efficacité du traitement

TABLEAU 1 : QUELQUES EXEMPLES DES CONSÉQUENCES LIÉES À L'INFLUENCE DES ÉVÉNEMENTS.

<sup>8</sup> Le volume injecté sur l'appoint est estimé en fonction du facteur de concentration.

<sup>9</sup> Par rapport au volume du circuit qui est en circulation.

### 3.1.3. Recensement des évènements sur une installation

L'étude consiste à observer, **sur chaque installation**, chacun des facteurs de risque notifiés dans l'arbre des causes et d'identifier les évènements susceptibles de les influencer.

Cette liste est établie soit par la personne en charge de la réalisation de l'AMR avant la réunion du groupe de travail soit directement pendant la réunion.

Un tableau de recueil de données utiles est proposé à titre d'exemple (Annexe 4).

Il est possible de répondre par exemple aux questions suivantes :

- **Quel type de conséquence ?** Est-ce un transfert de biofilm, des conditions favorables à la croissance du biofilm ou l'altération du traitement ?
- **Quand** est-ce que cela peut se produire ?
- **Comment** est-ce que cela peut se produire ?
- **Pourquoi** est-ce que cela peut se produire ?

Ou encore, de répondre à deux phrases mnémotechniques :

- **Qu'est-ce qui est et qui pourrait ne pas être ?** Par exemple, le régime hydraulique est stable mais quand pourrait-il y avoir une survitesse ? Où pourrait-il y avoir une survitesse ? quelle est l'importance de cette survitesse ?
- **Qu'est-ce qui n'est pas et qui pourrait être ?** Par exemple il n'y a pas de pollution organique dans l'air mais qu'est ce qui pourrait induire une pollution ponctuelle ?

## 3.2. Cotation et hiérarchisation

Après l'identification des événements ou des dysfonctionnements favorables à l'apparition du danger, il est nécessaire d'évaluer la situation de la façon la plus objective possible. La cotation du risque est un outil d'aide à la décision.

Classiquement l'évaluation des risques s'effectue suivant quatre critères principaux :

- La **gravité** des événements (G) : elle est définie par les conséquences qu'ont les événements.
- La **fréquence** de survenue des événements (F) : elle est définie par la probabilité d'enchaînement des événements.
- La **délectabilité/prévisibilité** (DP) des événements : elle est définie par l'analyse d'historiques et l'observation pour anticiper ou pas les événements.
- Le **niveau de maîtrise** du risque (M) : il est défini par les plans d'entretien et de surveillance qui sont mis en œuvre sur l'installation en condition normale d'utilisation.

Les trois premiers critères permettent de déterminer le **niveau de risque initial** (Ri) c'est-à-dire le niveau de risque sans tenir compte des mesures préventives définies dans le plan d'entretien existant.  
 $Ri = \text{Gravité} * \text{Fréquence} * \text{Déteçtabilité} / \text{Prévisibilité}$ .

Le Ri confronté au niveau de maîtrise permet de déterminer le **niveau de risque résiduel** (Rr), c'est-à-dire le niveau de risque qui subsiste après la mise en œuvre des plans d'entretien et de surveillance existants :  $Ri * M = Rr$ .

Afin de faciliter la hiérarchisation des risques, une cotation quantitative est utilisée pour l'évaluation de chaque critère. En fin d'analyse, le code couleur des tableaux, obtenu par le croisement des cotations des critères, correspond à un niveau de priorité de traitement du risque allant du « risque significatif » au « risque très faible », en passant par les intermédiaires « risque moyen » et « risque faible ».

### 3.3. Détermination du niveau de risque initial

Il s'agit de d'estimer le niveau de risque sans tenir compte des mesures préventives définies dans le plan d'entretien existant.

#### 3.3.1. La gravité (G) de l'évènement

Il est nécessaire de connaître la gravité (G) que représenterait les conséquences d'une succession ou conjonction d'évènements potentiels pour classer les facteurs de risque par ordre d'importance (Tableau 2).

Cotation	1- MINEUR	2- SIGNIFICATIF	3- CRITIQUE	4- MAJEUR
GRAVITE (G)	Négligeables <sup>10</sup> .	Favorable à la croissance OU Interfère avec l'efficacité du traitement.	Favorable à la croissance du biofilm ET Interfère avec l'efficacité du traitement.	Transfert direct de biofilm (Légionelles en forte concentration dans l'eau)
Exemples	Aérosols d'une autre TAR à proximité.	Apport de matières minérales ou état de surface altéré.	Apport de matières organiques.	Mise en circulation d'un grand volume d'eau stagnante (avec action mécanique de l'eau).

TABLEAU 2 : ÉVALUATION QUANTITATIVE DU NIVEAU DE GRAVITÉ DE L'EFFET DE L'ÉVÈNEMENT

<sup>10</sup> L'évènement n'a pas de conséquence significative puisque des mesures préventives permettent d'éviter le danger. En outre, les aérosols dans l'air quelle que soit leur origine, sont inévitables et se diluent dans l'eau du circuit. Ils ne peuvent pas être directement à l'origine du danger.

**Pour vous aider dans la détermination de la gravité en fonction du facteur de risque :  
Annexe 1, Annexe 2 et Annexe 3.**

### 3.3.2. La fréquence (F) de survenue de l'événement

La fréquence d'apparition des événements à l'origine du risque est évaluée (Tableau 3).

Cotation	1	2	3	4
FREQUENCE (F)	Jamais OU Exceptionnel.	Occasionnel  OU Saisonnier	Fréquent	Très fréquent  OU permanent
Exemples	<i>Panne extracteur de poussières sur une scierie.</i>	<i>Pollution organique pendant le fauchage au printemps.</i>	<i>Basculement de tranche pour refroidissement équipements annexes.</i>	<i>Ouverture du by-pass maintien de température entrée groupe froid.</i>

TABLEAU 3 : ÉVALUATION QUANTITATIVE DU NIVEAU FRÉQUENCE DE SURVENUE DE L'ÉVÈNEMENT

### 3.3.3. La Prévisibilité (P) de l'événement

Les paramètres majeurs sont le caractère prévisible et détectable des événements à l'origine du risque (Tableau 4).

Cotation	1	2	3	4
DETECTABILITE / PREVISIBILITE (DP)	Prévisible ET Détectable.	Prévisible ET Détectable si analyse (non apparent).	Imprévisible ET Détectable.	Imprévisible ET Détectable si analyse (non apparent).
Exemples	<i>Pollution organique liée au fauchage des champs.</i>	<i>Corrosion, Entartrage.</i>	<i>Arrêt du capteur de poussière de bois<sup>11</sup> sur une scierie.</i>	<i>Survitesse dans un collecteur où l'eau n'a pas d'action mécanique la majeure partie du temps.</i>

TABLEAU 4 : ÉVALUATION QUANTITATIVE DU NIVEAU DÉTECTABILITÉ/PRÉVISIBILITÉ DE L'EFFET DE L'ÉVÈNEMENT

<sup>11</sup> La poussière de bois est de la matière organique.

### 3.3.4. Détermination de la criticité du risque initial (Ri)

Le **niveau de risque initial** se détermine en fonction des cotations du niveau de gravité (G), du niveau de la fréquence (F) et du niveau de détectabilité/prévisibilité (DP) des événements en multipliant les notes chiffrées correspondantes de chaque critère (Tableau 5).

G*F	16	16	32	48	64
	12	12	24	36	48
	9	9	18	27	36
	8	8	16	24	32
	6	6	12	18	24
	4	4	8	12	16
	3	3	6	9	12
	2	2	4	6	8
	1	1	2	3	4
	1	2	3	4	
DP					

TABLEAU 5 : ESTIMATION QUANTITATIVE DU RISQUE INITIAL

### 3.4. Détermination du niveau de risque résiduel (Rr)

Le niveau de risque résiduel (Rr) évalué est déterminé en tenant compte d'un critère supplémentaire : le **niveau de maîtrise du risque** (M), c'est-à-dire après la prise en compte des moyens préventifs en place dans le but d'éviter l'apparition et l'enchaînement d'événements ou de leurs conséquences.

À noter qu'il y a deux cas de figure : l'installation est nouvelle ou l'installation est déjà existante.

#### 3.4.1. L'installation est nouvelle

La plupart du temps les procédés de traitement d'eau sont identifiés dès la conception du site. Ces procédés constituent donc des « moyens de maîtrise » existants. À l'issue de l'AMR, le plan d'entretien pourra être complété.

En l'absence totale d'actions prévues sur une installation, la maîtrise du risque est considérée comme nulle (Tableau 6).

### 3.4.2. L'installation est déjà existante

Les moyens techniques et opératoires définis dans le plan d'entretien et qualifiés dans le temps pour s'assurer de leur pérennité avec le plan de surveillance ont été déterminés lors de la réalisation de l'AMR initiale.

Le niveau de maîtrise du risque (M) est estimé en fonction des mesures de prévention existantes effectivement mises en œuvre au moment où l'AMR est faite. Par exemple, si le plan d'entretien prévoit la mise en œuvre d'un biocide oxydant pour maintenir en permanence une teneur résiduelle définie, il est nécessaire de pouvoir vérifier que cela est respecté en permanence.

### 3.4.3. Estimation du niveau de maîtrise du risque

Le tableau des correspondances suivant peut être utilisé :

Cotation	1 - EXCELLENTE	3 - BONNE	5 - INSUFFISANTE	7 - NULLE
MAITRISE DU RISQUE	Action définie mise en œuvre ET Mesures indicateurs d'efficacité. ET Conformité <sup>12</sup> des mesures d'indicateurs > 75 %.	Action définie mise en œuvre ET Mesures d'indicateurs d'efficacité.	Action définie mise en œuvre OU Mesures indicateurs d'efficacité OU Conformité des mesures indicateurs 50 % < C ≤ 75 %.	Aucune action mise en œuvre OU Conformité des mesures indicateurs ≤ 50 %.
	L'efficacité des moyens de prévention et de surveillance est démontrée par l'historique des résultats d'analyses.	Les moyens de prévention et de surveillance sont mis en place mais l'efficacité devrait être validée par la conformité des résultats d'analyses.	Moyens préventifs ou de surveillance mis en place mais peuvent être améliorés.	Aucun moyen de prévention n'a été mis en place ou ceux existants sont inefficaces ou inappropriés.

TABLEAU 6 : ÉVALUATION QUANTITATIVE DU NIVEAU DE MAÎTRISE DU RISQUE

<sup>12</sup> Estimation de la conformité des résultats des mesures par rapport à la fenêtre cible sur 6 à 12 mois.

### 3.4.4. Estimation du niveau de risque résiduel

Le croisement de la cotation du risque initial (Ri) déterminée précédemment avec la cotation de maîtrise du risque (M) estimée permet d'obtenir le niveau de risque résiduel (Rr) correspondant (Tableau 7).

Ri (G*F*DP)	64	64	192	320	448
	48	48	144	240	336
	36	36	108	180	252
	32	32	96	160	224
	27	27	81	135	189
	24	24	72	120	168
	18	18	54	90	126
	16	16	48	80	112
	12	12	36	60	84
	9	9	27	45	63
	8	8	24	40	56
	6	6	18	30	42
	4	4	12	20	28
	3	3	9	15	21
	2	2	6	10	14
1	1	3	5	7	
		1	3	5	7
		EXCELLENTE	BONNE	INSUFFISANTE	NULLE
		Maîtrise			

TABEAU 7 : ESTIMATION QUANTITATIVE DU NIVEAU DE RISQUE RÉSIDUEL

*Pour vous aider dans l'estimation du risque résiduel un tableau est proposé à l'Annexe 5 et dans les extraits d'AMR cités en exemples.*



### 3.4.5. Hiérarchisation du risque résiduel

Pour chaque évènement, le risque résiduel peut être hiérarchisé afin de planifier les actions :

Risque résiduel très important $\geq 224$	Des mesures préventives ou correctives doivent être appliquées immédiatement. > Action à engager dans les plus brefs délais.
$80 \leq$ Risque résiduel significatif $< 224$	Des mesures préventives ou correctives doivent être appliquées. > Actions à engager à court terme.
$32 \leq$ Risque résiduel à surveiller $< 80$	Les mesures préventives déjà en place semblent suffisantes. > Surveiller la conformité des résultats d'analyses et rester vigilant. Si actions possibles, à engager à moyen terme.
Risque résiduel faible $< 32$	Les mesures préventives déjà en place sont suffisantes. > Maintenir les actions en cours.

## 3.5. Définition des mesures préventives du plan d'entretien

### 3.5.1. Hiérarchisation des priorités

Une hiérarchisation des priorités sera établie par le groupe de travail en fonction de l'évaluation du niveau de risque précédemment réalisée. Cette étape est favorisée par un échange entre la Direction, les membres du groupe de travail et les utilisateurs des installations. Chaque mesure mise en place doit faire l'objet d'un suivi dans le plan de surveillance pour assurer son efficacité dans le temps.

Pour chaque évènement, en fonction du niveau prioritaire du risque déterminé par l'évaluation :

- indiquer les mesures permettant de supprimer le risque (actions correctives) et celles permettant de le limiter (actions préventives).
- planifier la réalisation effective des mesures préventives ou correctives retenues dans l'étape précédente en définissant un délai de mise en œuvre dans le temps,
- identifier les moyens de gestion « transitoires » en attendant la réalisation effective des actions correctives,
- désigner la ou les personnes chargées de la réalisation et du suivi des actions.
- intégrer ces actions au plan d'entretien et au plan de surveillance.

### 3.5.2. Type de mesures du plan d'entretien et du plan de surveillance

Les mesures de prévention doivent être déterminées en fonction des 9 principes généraux de prévention qui permettent de se poser les questions essentielles pour traiter chaque facteur de risque. Elles peuvent être de différents types :

- Des mesures techniques :
  - Actions préventives comme par exemple la mise en œuvre d'un procédé de traitement physique ou chimique adapté, l'installation d'un instrument de mesure en continu du résiduel d'oxydant, l'étalonnage des instruments de mesures ou la mise en œuvre d'une procédure de gestion hydraulique.
  - Actions correctives, par exemple la suppression d'un bras mort ou la mise en place d'un échangeur entre le circuit des TAR et les canalisations de refroidissement d'équipements annexes.
  - Actions curatives comme par exemple le détartrage ou le nettoyage des bassins de TAR, la désinfection ou vidange pour éliminer de fortes teneurs en légionelles dans l'eau.
- Des mesures organisationnelles avec par exemple l'interprétation en temps réel des résultats de suivi des indicateurs, le respect des procédures définissant les actions curatives, la planification des analyses avec le laboratoire, la coordination des actions de vérification et transmission des informations par le référent, formation spécifique métier, information (affichage, consignes...), identification de référents garantissant la gestion de l'ensemble des facteurs de risque.

Pour qu'un risque soit réduit à un niveau acceptable, il convient de diminuer sa gravité et/ou sa fréquence d'apparition en agissant sur l'évènement lui-même ou sur ses conséquences. Il est ainsi parfois nécessaire de mettre en œuvre plusieurs mesures, et si possible, en appliquant les principes suivants :

- Prise en compte de toutes les dimensions pour mettre en œuvre des actions préventives (aspects techniques, organisationnels, humains ou autres),
- Coordination des actions (capacité d'alerte et de diffusion d'informations à la suite d'incidents, capacité à corréliser les incidents aux critères de fonctionnement de l'installation),
- Dynamisme (planifier les actions selon les niveaux avec un ensemble de procédures et d'actes reposant sur un principe ordonné et constituant un ensemble cohérent, adapté en permanence aux conditions si elles sont changeantes. Les actions mises en œuvre sont proportionnées et les retours d'expériences sont formalisés),
- Complétude (chaque action mise en œuvre est définie dans une procédure et contrôlée par un indicateur pertinent lequel est ensuite interprété),
- Démonstration (le choix de l'action mise en œuvre est argumenté).

La conclusion de l'AMR est la manifestation d'une décision forte, sensée et argumentée découlant du résultat d'une étude pertinente (a priori ou a posteriori). Il ne s'agit pas de respecter l'usage ou un protocole pour montrer que l'on n'est pas passif ni pour se rassurer mais pour conduire à la définition d'un plan d'entretien et d'un plan de surveillance efficaces pour à la fois contrôler la teneur en légionelles inférieure à 1000 UFC/L dans l'eau circulante et pour limiter l'impact environnemental.

L'ensemble des documents utilisés (ou créés) dans le cadre de l'AMR appartiennent à l'exploitant (y compris si le pilote du groupe de travail est une entreprise externe), ils peuvent être sous format matérialisé ou non et concerner plusieurs installations rigoureusement identiques (si démontré dans l'AMR) ou chaque installation individuellement.

### 3.5.3. Facteurs de risque, actions déjà mises en œuvre et actions support

Dans ce guide, le risque lié aux conditions de mise en œuvre du traitement d'eau n'est pas abordé de manière exhaustive. Il doit bien entendu l'être dans l'analyse méthodique des risques car il représente un facteur de risque majeur.

Par exemple :

- L'utilisation des procédés tensio-actifs en injections chocs augmente le risque de transfert du biofilm dans l'eau.
- Les injections de biocide non oxydant en chocs réguliers induisent la sélection des espèces amibiennes (organismes hôtes amplificateurs des légionelles) les plus résistantes.

Pour vous aider dans cette démarche le guide traitement pour la gestion du risque de prolifération des légionelles dans les installations de refroidissement, 2006 fournit des recommandations et les arrêtés du 14 décembre 2013 relatifs aux prescriptions générales applicables aux installations classées au titre de la rubrique n° 2921 prévoient des dispositions relatives aux traitements.

Il en va de même pour le contenu de la formation pour laquelle *a minima* les aspects prévus par la réglementation et une remise à niveau tous les 5 ans doivent être respectés.

## 3.6. Suivi et mise à jour de l'AMR

La fréquence de révision de l'AMR est *a minima* celle qui correspond aux exigences réglementaires : elle est annuelle pour les installations soumises à enregistrement et tous les deux ans pour les installations soumises à déclaration (*Arrêtés Ministériels, 2013*). De plus, elle est également révisée lors d'épisodes particuliers tels que :

- Un dépassement du seuil de  $10^5$  UFC/L ;
- Trois dépassements consécutifs du seuil de  $10^3$  UFC/L ;
- La modification significative de l'installation : il s'agit d'une modification qui affecte les facteurs de risque ou leur mode de gestion. L'évaluation peut être faite sur la base des modifications envisagées pour identifier le risque généré par le projet. L'évaluation ainsi produite au vu des incidences supposées (et non encore observées), pourra être réajustée après réalisation des modifications au vu des conditions réelles observées.
- Le changement de la stratégie de traitement. La modification des éléments suivants est notamment considérée comme un changement de la stratégie de traitement :

- Mise en place d'un traitement non chimique en substitution d'un traitement chimique ou inversement (ex : traitement UV, magnétique...)
- Mise en place d'un procédé à effet tensio-actif (ex : biodispersant qui a une action sur le biofilm) ou arrêt de ce même procédé ;
- Changement du mode d'injection du ou des biocides (de continu à discontinu ou l'inverse) ;
- Passage d'un biocide non oxydant à un biocide oxydant ou l'inverse ;
- Changement du type de biocide (changement de la substance active).

La modification des éléments tels que le changement de la nature des inhibiteurs antitartres/anticorrosion, la nature du prétraitement de l'eau d'appoint, n'est pas considéré comme un changement de stratégie de traitement relatif au risque légionelles mais implique une mise à jour de l'AMR.

En dehors des évènements particuliers cités ci-dessus, la révision de l'AMR peut consister simplement à vérifier que les mesures prises correspondent effectivement aux résultats de l'évaluation et que leur efficacité est maintenue dans le temps.

### 3.7. Document unique

Les résultats de l'analyse méthodique des risques sont transcrits dans un tableau (proposition en Annexe 5).

Ce tableau est élaboré après recueil des données pertinentes et utiles (voir les exemples) et doit avoir un aspect pratique en regroupant sur un seul support l'ensemble des facteurs de risque effectivement présents sur l'installation considérée et les conclusions issues de l'AMR.

Chaque document est propre à une installation.

Une fois l'AMR réalisée, il est recommandé de vérifier que ses conclusions sont cohérentes.

## 4. ANNEXES

### ANNEXE 1 ÉVALUATION QUANTITATIVE DU NIVEAU DE GRAVITÉ DE L'ÉVÈNEMENT QUI INFLUENCE LE FACTEUR DE RISQUE « QUALITÉ D'EAU » ET « ÉTAT DE SURFACE ».

Criticité	Gravité (G) des évènements affectant la qualité de l'EAU DU CIRCUIT et l'ÉTAT DE SURFACE			
	1 -MINEUR	2 -SIGNIFICATIF	3 -CRITIQUE	4 -MAJEUR
Conséquences dans le circuit	Influence négligeable ou nulle.	Favorable à la croissance OU interfère avec l'efficacité du traitement.	Favorable à la croissance du biofilm ET interfère avec l'efficacité du traitement.	Transfert direct de biofilm.
AIR TAR ou process. (Apports).	Apports négligeables.  <i>Ex. aérosols autres circuits TAR, lagune.</i>	Apports de minéraux ou ambiance corrosive.  <i>Ex. poussières minérales ou milieu marin.</i>	Apports de matières organiques.  <i>Ex. rejet aération cuisine, poussière bois, fauchages..</i>	
EAU Appoint, autre entrée d'eau, produit à refroidir. (Apports)	Apports négligeables.  <i>Ex. condensat, eau osmosée.</i>	Apports de minéraux ou corrosivité.  <i>Ex. entartrante, eau agressive.</i>	Apports de matières organiques.  <i>Ex : eau de surface ou refroidissement de condensats riches en MO.</i>	Apports biologiques dont légionelles ou protozoaires.  <i>Ex : recyclage des eaux de retro lavages filtres, recyclage purges circuits.</i>
ÉTAT de SURFACE Dépôts, Matériaux <sup>13</sup>	Irrégularités négligeables ou Installation neuve  <i>Ex. surfaces lisses, quelques traces de dépôts.</i>	Dépôts incrustants (minéraux) et ou de corrosion.  <i>Ex. corrosion, tartre, sable.</i>	Présence de matières organiques.  <i>Ex. boues, algues sur les parois internes du bac ou sur le dessus des TAR.</i>	

<sup>13</sup> Il est difficile de statuer sur l'influence de la rugosité ou des charges de surfaces liées à la nature des matériaux dans les conditions réelles d'exploitation.

ANNEXE 2 : ÉVALUATION QUANTITATIVE DU NIVEAU DE GRAVITÉ DE L'ÉVÈNEMENT QUI INFLUENCE LE FACTEUR DE RISQUE « HYDRAULIQUE »

Criticité	Gravité (G) des évènements affectant l'HYDRAULIQUE.			
	1 -MINEUR	2 -SIGNIFICATIF	3 -CRITIQUE	4 -MAJEUR
Conséquences dans le circuit	Influence négligeable ou nulle.	Favorable à la croissance OU interfère avec l'efficacité du traitement.	Favorable à la croissance du biofilm ET interfère avec l'efficacité du traitement.	Transfert direct de biofilm (Légionelles en fortes concentration dans l'eau).
Remise en service de l'eau d'un <b>bras mort</b>	Impossible <sup>14</sup>  <i>Ex. Pied de colonne.</i>	Sans action mécanique de l'eau.  <i>Ex. recirculation forcée avec un très faible DN piquée sur un bras mort de gros DN.</i>	/	Avec action mécanique de l'eau  <i>Ex. ouverture by pass refroidissement équipements annexes.</i>
Hydrodynamique : variation de la <b>vitesse de l'eau</b>	Pas de variation de la vitesse de l'eau ET Pas de turbulence dans les bassins de stockage.  <i>Ex : fonctionnement de l'installation industrielle en permanence sans marche/arrêt.</i>	Marche/arrêts fréquents sans variation de la vitesse de l'eau OU Vitesse de circulation sans action mécanique  <i>Ex : Arrêt de l'installation les fins de semaine.</i>	/	Survitesses ou Turbulences  <i>Ex : survitesses dans une canalisation où la vitesse de l'eau en permanence faible.</i>
<b>Cycle de l'eau :</b> Facteur de concentration OU Temps de ½ séjour	Fc ET T1/2 séjour stables	T1/2 séjour variable	Fc variable	/

<sup>14</sup> Ou évacuation de l'eau nécessairement vers l'extérieur du circuit.

ANNEXE 3 : ÉVALUATION QUANTITATIVE DU NIVEAU DE GRAVITÉ DE L'ÉVÈNEMENT QUI INFLUENCE LE FACTEUR DE RISQUE « GESTION » ET « MAINTENANCE »

Criticité	GRAVITE d'évènements affectant la GESTION des moyens mis en œuvre et MAINTENANCE des équipements			
	1-MINEUR	2-SIGNIFICATIF	3-CRITIQUE	4-MAJEUR
Conséquences dans le circuit	Influence négligeable ou nulle.	Favorable à la croissance OU interfère avec l'efficacité du traitement.	Favorable à la croissance du biofilm ET interfère avec l'efficacité du traitement.	Transfert direct de biofilm (Légionelles en fortes concentration dans l'eau).
Equipements Instrumentation	Fonctionnement normal	Fonctionnement dégradé.	Arrêt OU Conditions de mise en œuvre non adaptées.	
Traitements	Conditions de mise en œuvre adaptées.		Arrêt ou fonctionnement dégradé pour le BO ou le l'ATAC.	Arrêt ou fonctionnement dégradé pour les procédés à effet TA OU Arrêt de la procédure de circulation forcée.
Procédures	Procédures formalisées ET Traçabilité des actions.	Procédures non formalisées OU Pas de traçabilité des actions.	Procédures non formalisées ET Pas de traçabilité des actions.	
Lieu de prélèvement	Représentatif de l'eau aérosolisée dans les TAR	Non représentatif de l'eau aérosolisée dans les TAR		

L'arbre des causes identifie la gestion des traitements et la maintenance des équipements comme un facteur de risque. Le tableau ci-dessus propose la cotation de la gravité des évènements.

**Schéma de l'installation**

DESCRIPTION sommaire	
Circuit	
Nombre de TAR	
Volume du circuit (m <sup>3</sup> )	
Equipements prioritaires refroidis	
Equipements annexes refroidis	

**Description détaillée de l'installation**

Pour chaque facteur de risque identifié dans l'arbre des causes, les aspects significatifs en matière de risque légionelles sont relevés. Un modèle de tableau est proposé ci-dessous.

Le code couleur utilisé permet d'identifier immédiatement ce qui devra être relevé dans l'AMR (cases en rose).



QUALITE D'EAU DU CIRCUIT			
INFLUENCE DE L'APPOINT			
Type d'eau			
Qualité	<input type="checkbox"/> Stable	<input type="checkbox"/> Variable	
Si variations	<input type="checkbox"/> Non concerné	<input type="checkbox"/> Prévisible	<input type="checkbox"/> Imprévisible
Pollutions	<input type="checkbox"/> RAS	<input type="checkbox"/> Minérale	<input type="checkbox"/> Biologique <input type="checkbox"/> Organique
Traitement appoint	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non	
Description traitement			
Suivi qualité appoint	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non	
Indicateurs et fréquence	Continu		
	Journalier		
	Hebdomadaire		
	Mensuel		
	Annuel		
	Autre		
Valeurs cibles ou fenêtre cible	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non	
Valeurs d'alertes	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non	
% Conformité des indicateurs mesurés	<input type="checkbox"/> >75%		<input type="checkbox"/> ≤ 25%
	<input type="checkbox"/> 50% < C ≤ 75%		<input type="checkbox"/> 25% < C ≤ 50%
Commentaires			
INFLUENCE AUTRES ENTRÉES D'EAU			
Entrées d'eau	<input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui	
Origine			
Pollutions	<input type="checkbox"/> RAS	<input type="checkbox"/> Minérales	<input type="checkbox"/> Biologiques <input type="checkbox"/> Organiques
Traitement entrée eau autre	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non	
	Description		
Suivi qualité entrées d'eau	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non	
Type indicateur et fréquence analyses	Continu		
	Journalier		
	Hebdomadaire		
	Mensuel		
	Annuel		
	Autre		
Valeurs cibles ou fenêtre cible	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non	
Valeurs d'alertes	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non	
% Conformité des indicateurs mesurés	<input type="checkbox"/> >75%		<input type="checkbox"/> ≤ 25%
	<input type="checkbox"/> 50% < C ≤ 75%		<input type="checkbox"/> 25% < C ≤ 50%
Commentaires			

QUALITÉ D'EAU DU CIRCUIT			
INFLUENCE PRODUIT À REFROIDIR			
Contact direct avec produit	<input type="checkbox"/> Non		<input type="checkbox"/> Oui
Type produit			
Pollutions	<input type="checkbox"/> RAS	<input type="checkbox"/> Minérales	<input type="checkbox"/> Biologiques <input type="checkbox"/> Organiques
Commentaires			
INFLUENCES DE LA QUALITE DE L'AIR			
Pollutions organiques	<input type="checkbox"/> Non		<input type="checkbox"/> Oui
	Description		
Pollutions biologiques	<input type="checkbox"/> Non		<input type="checkbox"/> Oui
	Description		
Pollutions minérales	<input type="checkbox"/> Non		<input type="checkbox"/> Oui
	Description		
Actions et/ou surveillance			
Commentaires			

ÉTATS DE SURFACE			
Types de matériaux			
Présence de dépôts	> Observation visuelle.		
Dépôts mobiles (boue, sable...)	<input type="checkbox"/> Non		<input type="checkbox"/> Oui
	Commentaire		
Algues sur parties internes	<input type="checkbox"/> Non		<input type="checkbox"/> Oui
	Commentaire		
Dépôts incrustants (tartre)	<input type="checkbox"/> Non		<input type="checkbox"/> Oui
	Commentaire		
Dépôts incrustants (corrosion)	<input type="checkbox"/> Non		<input type="checkbox"/> Oui
	Commentaire		
Equipements dégradés	<input type="checkbox"/> Non		<input type="checkbox"/> Oui
	Commentaire		
Traitement contre la corrosion	<input type="checkbox"/> Oui		<input type="checkbox"/> Non
	Description		
Suivi des indicateurs de corrosion	<input type="checkbox"/> Oui		<input type="checkbox"/> Non
Indicateurs mesurés et fréquence	Continu		
	Journalier		
	Hebdomadaire		
	Mensuel		
	Annuel		
	Autre		
Valeurs cibles ou fenêtre cible	<input type="checkbox"/> Oui		<input type="checkbox"/> Non
Valeurs d'alertes	<input type="checkbox"/> Oui		<input type="checkbox"/> Non
% Conformité des indicateurs mesurés	<input type="checkbox"/> >75%		<input type="checkbox"/> ≤25%
	<input type="checkbox"/> 50%<C≤75%		<input type="checkbox"/> 25%<C≤ 50%
Commentaires			

ÉTATS DE SURFACE			
Traitement contre le tartre	<input type="checkbox"/> Oui		<input type="checkbox"/> Non
	Description		
Suivi des indicateurs	<input type="checkbox"/> Oui		<input type="checkbox"/> Non
Indicateurs mesurés et fréquence	Continu		
	Journalier		
	Hebdomadaire		
	Mensuel		
	Annuel		
Valeurs cibles ou fenêtre cible	<input type="checkbox"/> Oui		<input type="checkbox"/> Non
Valeurs d'alertes	<input type="checkbox"/> Oui		<input type="checkbox"/> Non
% Conformité des indicateurs mesurés	<input type="checkbox"/> > 75%		<input type="checkbox"/> ≤ 25%
	<input type="checkbox"/> 50 % < C ≤ 75%		<input type="checkbox"/> 25 < C ≤ 50%
Commentaires			

HYDRAULIQUE				
BRAS MORTS				
Stagnations d'eau		<input type="checkbox"/> Non		<input type="checkbox"/> Oui
1	Lieu			
	Volume stagnant	<input type="checkbox"/> Très Faible	<input type="checkbox"/> Faible	<input type="checkbox"/> Significatif <input type="checkbox"/> Important
	Recirculation possible	<input type="checkbox"/> Non		<input type="checkbox"/> Oui
	Recirculation prévisible	<input type="checkbox"/> Oui		<input type="checkbox"/> Non
	Action mise en oeuvre	<input type="checkbox"/> Oui		<input type="checkbox"/> Non
		Descriptif		
	Surveillance	<input type="checkbox"/> Oui		<input type="checkbox"/> Non
		Descriptif		
Commentaires				
2	Lieu			
	Volume stagnant	<input type="checkbox"/> Très Faible	<input type="checkbox"/> Faible	<input type="checkbox"/> Significatif <input type="checkbox"/> Important
	Recirculation possible	<input type="checkbox"/> Non		<input type="checkbox"/> Oui
	Recirculation prévisible	<input type="checkbox"/> Oui		<input type="checkbox"/> Non
	Action mise en oeuvre	<input type="checkbox"/> Oui		<input type="checkbox"/> Non
		Descriptif		
	Surveillance	<input type="checkbox"/> Oui		<input type="checkbox"/> Non
		Descriptif		
Commentaires				

HYDRAULIQUE				
HYDRODYNAMIQUE : Zones de faible circulation (Pas d'action mécanique de l'eau)				
Zone de faible circulation		<input type="checkbox"/> Non		<input type="checkbox"/> Oui
N°	Lieu			
	Surface concernée	<input type="checkbox"/> Très Faible	<input type="checkbox"/> Faible	<input type="checkbox"/> Significatif <input type="checkbox"/> Ne sait pas
	Survitesse possible	<input type="checkbox"/> Non		<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Ne sait pas
	Action mise en oeuvre	<input type="checkbox"/> Oui		<input type="checkbox"/> Non
		Descriptif		
	Surveillance	<input type="checkbox"/> Oui		<input type="checkbox"/> Non
		Descriptif		
Commentaires				
HYDRODYNAMIQUE : Régimes de fonctionnement de l'installation				
Mode d'utilisation de l'installation		<input type="checkbox"/> Toute l'année	<input type="checkbox"/> Saisonnière	<input type="checkbox"/> Périodique <input type="checkbox"/> Irrégulière
Autre				
Arrêt de la circulation de l'eau	<input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Régulière	<input type="checkbox"/> Régulière	<input checked="" type="checkbox"/> Aléatoire
	Hors maintenance ou nettoyage annuel	Concerne l'installation complète (M/A fréquents)	Concerne une partie de l'installation (M/A de certaines lignes de production)	Concerne certains équipements et/ou l'installation ( <i>ex en fonction de la météo</i> ).
	A coup mécanique de l'eau au redémarrage	A coup mécanique de l'eau au redémarrage	A coup mécanique de l'eau au redémarrage	Variations de vitesses dans certaines canalisations possibles ( <i>sur circuit complexes</i> )
Commentaires				
Variation de la vitesse de l'eau (action mécanique)		<input type="checkbox"/> Non		<input type="checkbox"/> Oui
Action préventive mise en oeuvre		<input type="checkbox"/> Oui		<input type="checkbox"/> Non
Descriptif				
Surveillance		<input checked="" type="checkbox"/> Oui		<input type="checkbox"/> Non
Descriptif				
Commentaires				
HYDRODYNAMIQUE : Variations de vitesse				
Variation de vitesse de l'eau possible		<input type="checkbox"/> Non		<input type="checkbox"/> Oui
Localisation				
Action préventive mise en oeuvre		<input type="checkbox"/> Oui		<input type="checkbox"/> Non
Descriptif				
Surveillance		<input type="checkbox"/> Oui		<input type="checkbox"/> Non
Localisation		Descriptif		
Commentaires				

HYDRAULIQUE				
CYCLE DE L'EAU				
Purge de déconcentration Localisation & régulation	<input type="checkbox"/> Discontinue volumétrique	<input type="checkbox"/> Discontinue sur ratio salinité	<input type="checkbox"/> Continue	<input type="checkbox"/> Aucune gestion
	<input type="checkbox"/> Automatique (sans opérateur)		<input type="checkbox"/> Nécessite intervention opérateur	
Facteur de concentration (Fc) ou rapport de concentration (Rc)	<input type="checkbox"/> Stable	<input type="checkbox"/> Variable	<input type="checkbox"/> Très variable	<input type="checkbox"/> Non contrôlé
	<input type="checkbox"/> Estimation en ligne		<input type="checkbox"/> Estimation en manuel	
% Conformité indicateurs mesurés	<input type="checkbox"/> > 75%		<input type="checkbox"/> ≤ 25%	
	<input type="checkbox"/> 50 % < C ≤ 75%		<input type="checkbox"/> 25 < C ≤ 50%	
Commentaires				
Temps de demi-séjour	<input type="checkbox"/> Stable	<input type="checkbox"/> Connu	<input type="checkbox"/> Non connu	<input type="checkbox"/> Variable
	<input type="checkbox"/> Mesurable		<input type="checkbox"/> Non mesurable	
Commentaires				

GESTION et TRAITEMENT DE L'EAU			
<b>Procédure gestion hydraulique</b> <i>Pour assurer une action mécanique sur le biofilm maximale dans chaque canalisation et assurer l'homogénéisation des produits de traitement.</i> <i>Indispensable si marche/arrêt fréquent des TAR et/ou GF.</i>	Comment ?		
	Quand ?		
	Surveillance		
	Action si défaut		
	% Conformité des indicateurs	<input type="checkbox"/> > 75%	<input type="checkbox"/> ≤ 25%
		<input type="checkbox"/> 50% < C ≤ 75%	<input type="checkbox"/> 25% < C ≤ 50%
CONCERNE LE CIRCUIT.	Commentaire		
<b>Traitement chimique :</b> <b>Procédé à effet tensio-actif</b> <i>Pour réduire l'épaisseur du biofilm dans les conditions de mise en œuvre strictes<sup>15</sup></i>	Quel produit ?		
	Où ?		
	Quand ?		
	Comment ?		
	Indicateur efficacité	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non
	Paramètre		
	Valeur cible	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non
	Valeur alerte	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non
	Fréq. mesure		
	% Conformité des indicateurs	<input type="checkbox"/> > 75%	<input type="checkbox"/> ≤ 25%
<input type="checkbox"/> 50% < C ≤ 75%		<input type="checkbox"/> 25% < C ≤ 50%	
CONCERNE LE CIRCUIT.	Action si défaut injection		
CONCERNE LE CIRCUIT.	Commentaire		

<sup>15</sup> Cf. Guide traitement, 2006.

GESTION et TRAITEMENT DE L'EAU			
<p>Traitement chimique : Biocide oxydant. <i>Pour abattre la matière organique et assurer une désinfection.</i></p> <p>CONCERNE LE CIRCUIT.</p>	Quel produit ?		
	Où ?		
	Quand ?		
	Comment ?		
	Indicateur efficacité	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non
	Paramètres		
	Valeur cible	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non
	Valeur alerte	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non
	Fréq. mesure		
	Action prévue si dérive indicateur		
	% Conformité des indicateurs	<input type="checkbox"/> > 75%	<input type="checkbox"/> ≤ 25%
		<input type="checkbox"/> 50% < C ≤ 75%	<input type="checkbox"/> 25% < C ≤ 50%
Commentaire			
<p>Traitement chimique : dispersant / antitartre / anticorrosion. <i>Pour lutter contre les dépôts incrustants, protéger les surfaces corrodables et maintenir les particules en suspension.</i></p> <p>CONCERNE LE CIRCUIT.</p>	Quel produit ?		
	Matériaux protégés ?		
	Où ?		
	Quand ?		
	Comment ?		
	Indicateur efficacité	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non
	Paramètre		
	Valeur cible	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non
	Valeur alerte	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non
	Fréq. mesure		
	Action si dérive indic		
	% Conformité des indicateurs	<input type="checkbox"/> > 75%	<input type="checkbox"/> ≤ 25%
<input type="checkbox"/> 50% < C ≤ 75%		<input type="checkbox"/> 25% < C ≤ 50%	
Commentaire			
<p>Traitement chimique : biocide non oxydant. <i>Pour désinfecter.</i></p> <p>CONCERNE LE CIRCUIT.</p>	Quel produit ?		
	Où ?		
	Quand ?		
	Comment ?		
	Indicateur efficacité		
	Fréq. mesure		
	Action si dérive indic		
	% Conformité des indicateurs	<input type="checkbox"/> > 75%	<input type="checkbox"/> ≤ 25%
		<input type="checkbox"/> 50% < C ≤ 75%	<input type="checkbox"/> 25% < C ≤ 50%
	Commentaire		

GESTION et TRAITEMENT DE L'EAU			
Traitement physique : Filtration. <i>Pour capter les particules en suspension.</i>  <b>CONCERNE LE CIRCUIT.</b>	Quoi ?		
	Où ?		
	Quand ?		
	Comment ?		
	Prise d'eau		
	Retour d'eau		
	Nettoyages		
	Evacuation eau de retrolavage		
	Indicateur efficacité	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non
	Paramètre		
	Valeur cible	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non
	Valeur alerte	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non
	Fréq. surveillance		
	Action prévue si dérive indicateur		
	% Conformité des indicateurs	<input type="checkbox"/> > 75%	<input type="checkbox"/> > 75%
	<input type="checkbox"/> 50% < C ≤ 75%	<input type="checkbox"/> 25% < C ≤ 75%	
Commentaire			

CONTROLE EFFICACITE DES MOYENS MIS EN OEUVRE.					
Procédures rédigées		<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non		
Étalonnage des appareils de mesure.		<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non		
		Fréquence:			
Circuit.	Analyses légionelles Culture NF T 90- 431	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non		
	Autres indicateurs biologiques	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non		
	Fréq. mesures	<input type="checkbox"/> Plus :	<input type="checkbox"/> Mensuelle	<input type="checkbox"/> Bimensuelle	<input type="checkbox"/> Moins
	Conformité < 10 <sup>3</sup> UFC/L	<input type="checkbox"/> > 75%	<input type="checkbox"/> ≤ 25%		
		<input type="checkbox"/> 50% < C ≤ 75%	<input type="checkbox"/> 25% < C ≤ 50%		
Commentaires					
Appoint.	Analyses légionelles Culture NF T 90- 431	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non		
	Autres indicateurs bio	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non		
	Fréq. mesures	<input type="checkbox"/> Annuelle	<input type="checkbox"/> Plus :		
	Conformité < 10 <sup>3</sup> UFC/L	<input type="checkbox"/> > 75%	<input type="checkbox"/> ≤ 25%		
		<input type="checkbox"/> 50% < C ≤ 75%	<input type="checkbox"/> 25% < C ≤ 50%		
Commentaires					

ANNEXE 5 : EXEMPLE DE TABLEAU : ANALYSE DES FACTEURS DE RISQUE & DES MODES DE DÉFAILLANCE, DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITÉ

Installation concernée :	Responsable exploitation :	<input type="checkbox"/> Régime Enregistrement <input type="checkbox"/> Régime Déclaration avec Contrôle
Groupe de travail piloté par :	Nom du référent légionelle :	<input type="checkbox"/> AMR initiale <input type="checkbox"/> Révision AMR
Membres du groupe de travail (indiquer leur fonction):		
Liste des documents disponibles :		
Date :		

Facteur de risque concerné	NUMERO	Analyse des facteurs de risque & modes de défaillance actuels										Conclusion de l'AMR		
		Identification de l'évènement	Effets de l'évènement	Conséquences dans le circuit concerné	Moyen mis en œuvre	Gravité	Fréquence	Prévisibilité	Risque initial	Maîtrise	Risq. résiduel	Actions recommandées et/ou commentaires	Porteur de l'action/délai	
				<input type="checkbox"/> Négligeable <input type="checkbox"/> Transfert biofilm <input type="checkbox"/> Croissance biofilm <input type="checkbox"/> Efficacité traitement	PE PS %C <sup>16</sup>									
				<input type="checkbox"/> Négligeable <input type="checkbox"/> Transfert biofilm <input type="checkbox"/> Croissance biofilm <input type="checkbox"/> Efficacité traitement	PE PS %C									

<sup>16</sup> % de conformité des résultats des mesures d'indicateurs de performances sur l'année.



## 5. BIBLIOGRAPHIE

Arrêté du 14 décembre 2013 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations relevant du régime de la déclaration au titre de la rubrique n° 2921 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.  
[http://www.ineris.fr/aida/consultation\\_document/28559](http://www.ineris.fr/aida/consultation_document/28559).

Arrêté du 14/12/13 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations relevant du régime de l'enregistrement au titre de la rubrique n° 2921 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.  
[http://www.ineris.fr/aida/consultation\\_document/28582](http://www.ineris.fr/aida/consultation_document/28582).

Berk S.G., Ting R.S., Turner G.W., Ashburn R.J. (1998) "Production of Respirable Vesicles Containing Live *Legionella pneumophila* Cells by Two *Acanthamoeba* spp." *Appl. Environ. Microbiol.*, 64 (1), 279-286.

Bouyer S., Imbert C., Rodier M-H. & Héchard Y. (2007) Long term survival of *Legionella pneumophila* associated with vesicles of *Acanthamoeba castellanii*. *Environ. Microbiol.* 9, 1341-1344.

Clodic D., Dib J., Senejean B., Borlein C., Zoughaib A., Merchat M. (2004) « Stratégies de conception de tours aéroréfrigérantes à zéro émission », Séminaire ATEE, 9 juin, Paris.

Coufort C., Derlon N., Ochoa-Chaves J., Line A., Paul E. (2007) Cohesion and detachment in biofilm systems for different electron acceptor and donors. *Water Science and Technology* 55: 421-428.

Coulon C., Collignon A. , Mc Donnell G. Thomas V. (2016) Resistance of *Acanthamoeba* spp. cysts to disinfection treatments, *Journal of Hospital Infection · Impact Factor*: 2.54.

Coulon C., Dechamps N. , Meylheuc T. ,Thomas V ( 2012) The Effect of In Vitro Growth Conditions on the Resistance of *Acanthamoeba* Cysts, *Journal of Eukaryotic Microbiology* 59(3):198-205.

Garduno E., Faulkner G., Ortiz-Jimenez M.A., Berk S., Garduno R.A. (2005) "Interaction with ciliate *Tetrahymena* sp may predispose *Legionella pneumophila* to infect human cells." 6th International Conference on *Legionella*, Chicago, Illinois – October 16-20.

Guide traitement (2006) Traitements pour la gestion du risque de prolifération des légionelles dans les installations de refroidissement, pour le Ministère de l'écologie et du développement durable.

Jorand F., Zegeye A., Ghanbaja J., Abdelmoula M. (2011) "The formation of green rust induced by tropical river biofilm components." *Sci Total Environ*, 409, 2586-2596.

Maatouk C., (2008) New designed cooling tower with zero aerosol formation, PARIS: ENSMP.  
<http://www.mines-paristech.fr/Formation/Doctorat/Annuaire-docteurs/Detail/Chantal-MAATOUK-2008/19451>.

Mathieu L., Francius G., and Block J.C. (2015) Chlorination of drinking water biofilms: a time-limited benefit? IWA Specialized Conference, Biofilms in drinking water systems - From treatment to tap 23. – 26 in Arosa (Switzerland).

- Mathieu L., Bertrand I., Abe Y., Angel E., Block J.C. , Skali-Lami S.,1, Francius G. (2014) Drinking water biofilm cohesiveness changes under chlorination or hydrodynamic stress, *water research* 55: 175-184.
- Mathieu L., Bouteleux C., Fass S., Angel E., Block J.C. (2009) Reversible shift in the a-, b- and gproteobacteria populations of drinking water biofilms during discontinuous chlorination, *water research* 43 : 3375 – 3386.
- Merchat M. (2007) Retour d'expérience : gestion des circuits de refroidissement avec TAR, séminaire, Plate forme légionelle, Afnor.
- Merchat M., Ricordel F. (2011) « La gestion du risque légionelle dans les systèmes de refroidissement, Risques toxique et sanitaire, Print Industrie. » La revue du syndicat national des ingénieurs de l'industrie et des mines, 48, 131-141.
- Merchat M., Foret C. (2016) les biofilms industriels in *Biodétérioration des matériaux : interactions biofilms - alliages métalliques ou bétons* – Ed. EDP sciences (sous presse).
- Merchat M. (2016) Guide formation à la gestion du risque légionelle dans les circuits de refroidissement, Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer.
- Ochoa J.C., Coufort C., Escudie R., Line A., Paul E. (2007) Influence of non-uniform distribution of shear stress on aerobic biofilms. *Chemical Engineering Science* 62: 3672-3684.
- Paul E., Ochoa J.C., Pechaud Y., Liu Y., Liné A. (2012) Effect of shear stress and growth conditions on detachment and physical properties of biofilms. *Water Research* 46 (17): 5499 5508.
- Pelleïeux S., (2013) Interaction de bactériophages avec des surfaces colonisées par des biofilms d'eau potable et évaluation de protocoles de nettoyage, Ecole Doctorale BioSE (Biologie-Santé-Environnement) Thèse. [http://docnum.univ-lorraine.fr/public/DDOC\\_T\\_2013\\_0082\\_PELLEIEUX.pdf](http://docnum.univ-lorraine.fr/public/DDOC_T_2013_0082_PELLEIEUX.pdf)
- Rapport d'étude (2006) Aide pour l'élaboration d'un plan de surveillance des installations de refroidissement par dispersion d'eau dans un flux d'air (rubrique n°2921) pour le risque de prolifération des légionelles, Rapport réalisé pour le ministère de l'écologie et du développement durable, N° DRC – 06 – 76471 – ERSA n°100. [http://www.ineris.fr/centredoc/Aide\\_surveillance\\_TAR\\_final2.pdf](http://www.ineris.fr/centredoc/Aide_surveillance_TAR_final2.pdf).
- Stoodley P., Boyle J.D., Lappin-Scott H.M. (1999) Influence of flow on the structure of bacterial biofilms, *Microbial Biosystems: New Frontiers, Proceedings of the 8th International Symposium on Microbial Ecology*, Bell CR, Brylinsky M, Johnson-Green P (Ed), Atlantic Canada Society for Microbial Ecology, Halifax, Canada. [http://eprints.soton.ac.uk/157631/1/StoodleyISME8\\_Microbial\\_Biofilms.pdf](http://eprints.soton.ac.uk/157631/1/StoodleyISME8_Microbial_Biofilms.pdf).
- Talvy S., Ochoa J.C., Paul E., Liné A. (2011) Influence of the nature of hydrodynamic constraints on aerobic biofilms. *International Journal of Environment and Waste Management (IJEWM)*. Special Issue on: "Microbial Immobilisation Technology for Wastewater Treatment" 7 (1), 4-23.



Activité formation n° 11 94 08443 94 attribué le 14/06/13.  
Site : [www.kosamti.com](http://www.kosamti.com) Courriel : [contact@kosamti.com](mailto:contact@kosamti.com)