

# Légionelles et énergie dans les installations ECS : frères ennemis ?



## OBJECTIF ET AVERTISSEMENT

Ce document répond à une attente toute particulière concernant la rénovation ou l'assainissement des installations d'eau chaude sanitaire (ECS). Il a pour objectif de proposer des recommandations ou des points d'attention énergétiques tout en restant d'une grande vigilance par rapport aux problèmes liés aux risques inhérents à l'usage de l'ECS : la légionellose principalement.

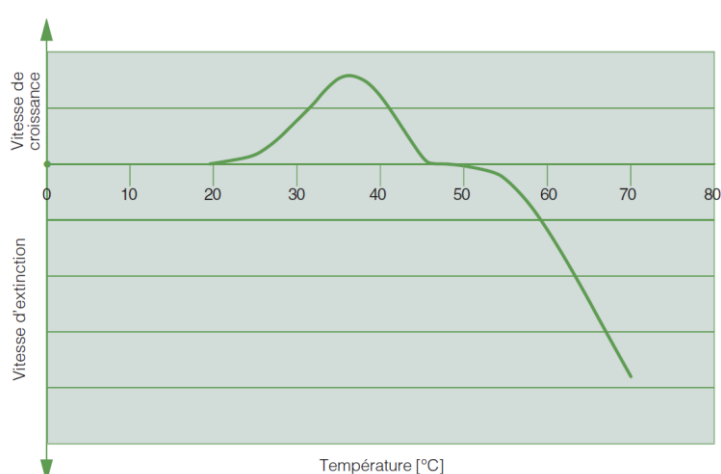
Ces recommandations ne sont pas exhaustives et ne dispensent pas le lecteur d'appliquer les points d'attention, normes ou réglementations en vigueur.

Il appartient à chaque utilisateur de ce document de faire preuve de discernement suivant son projet, chaque cas étant particulier. En aucun cas, la Région wallonne ou le rédacteur n'assumeront une quelconque responsabilité quant à une utilisation ou interprétation erronée ou inappropriée de son contenu.

## LE POINT DE DEPART ? LES LEGIONELLES ...

Les légionelles sont des bactéries qui prolifèrent dans les eaux douces et sont responsables de la contraction d'infections pulmonaires particulièrement dangereuses avec un taux de mortalité élevé.

Ce micro-organisme rend l'eau de ville particulièrement pathogène lorsque celle-ci se trouve dans des conditions bien précises. Le facteur aggravant prioritaire est la température de l'eau. L'ECS est particulièrement visée ici : la figure ci-contre montre clairement que la plage de température entre 20 et 50°C favorise la prolifération des légionelles. Dans cette optique, l'utilisation de l'ECS dans les bâtiments oppose l'hygiène à l'énergie sachant que la température de confort de l'ECS est comprise entre 35 et 45°C. Selon le principe de précaution et de prévoyance par rapport à l'hygiène, le concepteur et l'exploitant se retrouvent souvent contraints à « sacrifier » l'énergie.



*Influence de la température sur le développement des légionelles*  
Source : les dossiers du CSTC, cahier n°10, 4<sup>e</sup> trimestre 2004

## CADRE REGLEMENTAIRE ET NORMATIF

### 1 Zoom élargi des réglementations

Le cadre réglementaire et normatif est différent d'une région à l'autre. Le tableau suivant résume l'état d'avancement de la réglementation selon la région.

Région	Réglementation	En bref
Wallonie	AGW du 13/03/2003 fixant les conditions intégrales relatives aux bassins de natation (MB du 25/04/2003)	Ne comporte que des règles portant sur les piscines publiques.
	AGW du 13/03/2003 portant sur les conditions sectorielles relatives aux bassins de natation visés n°92.61.01.01 (MB du 25/04/2003)	

Bruxelles	AGRBC du 10/10/2002 fixant des conditions d'exploitation pour les bassins de natation (MB du 08/11/2002)	Cet arrêté vise toutes les piscines, à l'exception des piscines à usage exclusivement domestique. Il impose un contrôle de la présence de Legionella pneumophila au niveau des douches et ce 1 fois par an minimum
Flandre	AGF du 09/02/2007 relatif à la prévention de la maladie du légionnaire dans des espaces accessibles au public (MB du 04/05/2007)	Remplace les arrêtés précédents sur la légionella et introduit des règles distinctes pour les installations à haut risque et à risque moyen

La réglementation wallonne traitant de la légionelle s'applique ainsi à un nombre très limité de bâtiments. La réglementation flamande ayant un champ d'application sensiblement plus large, il nous paraît intéressant de détailler celle-ci.

## 2 Principe de précaution : zoom sur la Région flamande

### 2.1 Le cadre

Le premier arrêté « Legionella » de la Région flamande était assez clair et global. On pouvait y retrouver des recommandations pratiques applicables à deux catégories d'immeubles : les bâtiments à haut et moyen risque. Les différentes versions successives de l'arrêté ont apporté des adaptations qui rendent moins claire la distinction entre les deux catégories de bâtiments.

Une manière simple de différencier les deux classes de risque – et il semble que ce soit celle-ci qui est réalisée en pratique – est de revenir à l'interprétation de la première version de l'Arrêté :

- Bâtiments à risque moyen : les logements collectifs ;
- Bâtiments à risque élevé : tous les autres bâtiments à caractère « public » dans lesquels de l'eau est en contact avec l'air ambiant.

Le tableau suivant, extrait de la dernière réglementation, reprend quelques catégories de bâtiments qui devraient être considérés à haut risque.

Types de bâtiment
Etablissements où sont accueillis et soignés des malades ou des personnes âgées
Entreprises ou immeubles d'hébergement, sauf ceux hébergeant ou accueillant des étudiants, des jeunes ou des enfants
Etablissements équipés de jacuzzis
Etablissements où sont dispensés des soins de santé préventifs ou curatifs, à l'exception de ceux énumérés ci-dessus
Etablissements où de l'eau est nébulisée, durant les heures d'ouverture, selon un procédé déterminé
Espaces d'exposition (c'est-à-dire les établissements où sont organisées des expositions)
Complexes sportifs
Etablissements disposant de bains et proposant des loisirs aquatiques autres que les jacuzzis
Etablissements destinés à l'hébergement de mineurs ou d'étudiants

### 2.2 Les mesures

#### 2.2.1 Le plan de gestion

Pour tous les bâtiments d'espace public présentant un risque de prolifération des légionelles (essentiellement les points de puisage d'ECS et les tours de refroidissement), un plan de gestion doit être établi. Il devrait comprendre entre autres :

- Une description technique des installations ;
- Une analyse de risques ;
- Un plan de mesures préventives et correctives.

#### 2.2.2 Mesures préventives

Paramètres	Bâtiments à haut risque	Bâtiments à risque moyen
Température d'eau froide	< 25°C et doit être mesurée régulièrement	
Hydraulique	Ne doit comporter que des éléments hydrauliques permettant la circulation de l'ECS	
Longueur maximale des bras morts	5 m	Pas de limite si rinçage hebdomadaire (voir infra)

Contenance maximale des bras morts	3 litres	Pas de limite si rinçage hebdomadaire (voir infra)
Température de production	À 60°C en tout point au moins une fois par jour	
Température de départ de la distribution	Au moins à 60°C (attention à la corrosion des conduites en acier galvanisé)	
Température de retour de la distribution	Au moins à 55°C	Pas en permanence à 55°C mais rinçage hebdomadaire imposé
Rinçage hebdomadaire (chaque point de puisage doit être ouvert pendant la durée annoncée)	2 minutes à 60°C	
	1 minute à 65°C	
	30 secondes à 70°C	

## ALTERNATIVES AUX MESURES THERMIQUES

Des alternatives au traitement thermique ont été testées et monitorées par le CSTC<sup>1</sup> avec des fortunes diverses. Elles sont reprises ici à titre d'exemple et ne sont pas applicables dans tous les cas. A l'heure actuelle, elles ne font pas directement partie des alternatives préconisées par l'arrêté « Legionella » de la Région flamande mais certaines d'entre elles sont reconnues par le gouvernement flamand.

### 1 Système d'électrolyse

#### 1.1 Principe

L'électrolyse est un traitement physico-chimique continu consistant à faire passer un courant électrique dans l'eau à partir de deux électrodes (cathode + et anode -). Pour les puristes, la réaction chimique engendrée par l'électrolyse de l'eau potable est reprise dans le tableau ci-contre. D'un point de vue pragmatique, les deux composants que sont l'hypochlorite de sodium (**NaClO**) et l'acide hypochloreux (**HClO**) ont tous les deux des propriétés

À la cathode	À l'anode
$2 \text{Na}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow 2 \text{Na}$	$2 \text{Cl}^- - 2\text{e}^- \rightarrow 2 \text{Cl}$
$2 \text{Na} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$	$2 \text{Cl} \rightarrow \text{Cl}_2$
$2 \text{NaOH} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$ et $2 \text{Cl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{HCl} + 2 \text{HClO}$	
Avec :	
Na <sup>+</sup> : ion sodium NaOH : hydroxyde de sodium Cl <sub>2</sub> : dichlore e <sup>-</sup> : électron H <sub>2</sub> : hydrogène NaCl : chlorure de sodium (sel de cuisine)	NaClO : hypochlorite de sodium (ou « eau de javel ») Na : sodium Cl <sup>-</sup> : ion chlore HCl : chlorure d'hydrogène H <sub>2</sub> O : eau Cl : chlore HClO : acide hypochloreux

désinfectantes appelées « substances actives ». L'appareil d'électrolyse est capable de produire une quantité définie de désinfectants qui doit être compatible avec le profil des débits de l'installation concernée (débit d'eau de ville, débit de recirculation de boucle, ...). A noter que le sodium Na vient en général de l'adoucisseur.

#### 1.2 Efficacité du système

Le système d'électrolyse donne toute son efficacité lorsque l'installation ECS est composée d'une boucle. En effet, lorsque les puisages deviennent faibles (en période nocturne par exemple), la recirculation continue au travers de la boucle permet au système de produire sa désinfection de manière optimale. Cependant, comme tout autre traitement, l'équipement d'électrolyse seul ne peut donner de résultats probants que s'il s'accompagne, si nécessaire, de mesures d'assainissement du réseau hydraulique et d'un suivi régulier de l'installation ECS (contrôle de la présence éventuelle de Legionella).

<sup>1</sup> CSTC : « Des légionelles à l'assaut de votre installation d'eau aussi ! » ; Karel De Cuyper ; Les dossiers du CSTC – cahier n°10 ; juin 2005

## 2 Traitement ECS au dioxyde de chlore

### 2.1 Principe

Le mélange dans l'eau de chlorite de sodium ( $\text{NaClO}_2$ ), de chlorure d'hydrogène ( $\text{HCl}$ ) et d'acide hypochloreux ( $\text{HOCl}$ ) permet de générer à partir du  $\text{ClO}_2$  des sous-produits de désinfection. Les fabricants conseillent en général d'injecter les produits avant le circuit ECS (après les adoucisseurs sur l'eau froide par exemple).

#### Réaction



### 2.2 Efficacité du système

Pour que le système soit efficace, il est nécessaire que l'installation ECS soit saine au départ. Sans ce pré-requis, la chloration de l'eau n'est pas efficace ou seulement après une longue période de traitement. Tout comme l'électrolyse, un suivi permanent et efficace de l'installation ECS doit être opéré.

## ET L'ÉNERGIE DANS TOUT CELA ?

Produire et maintenir l'ECS à 60°C représente une dépense énergétique importante. Principe de précaution oblige, il est difficile de donner une recette miracle pour réduire les consommations énergétiques. Certains systèmes de traitement alternatif comme l'électrolyse, le dioxyde de chlore ou l'ionisation cuivre-argent peuvent être une solution pour réduire les températures et certains sont reconnus par le gouvernement flamand.

Néanmoins, même en l'absence d'un tel traitement, on peut quand même limiter les consommations dévolues à l'ECS. En effet, de bonnes pratiques en exploitation peuvent induire des économies substantielles d'énergie et d'émission de  $\text{CO}_2$  au niveau :

- Des points de puisage ;
- De la distribution ;
- Du stockage ;
- De la production ;
- Du système ECS dans son ensemble.

## 1 Les points de puisage

Les points de puisage peuvent être un élément crucial dans la lutte contre le gaspillage énergétique. Les mesures d'économie agissent principalement sur la réduction du besoin d'ECS. Les améliorations sont bien identifiées, raison pour laquelle elles sont justes citées ici :

- Réduction des débits de puisage d'ECS par la sensibilisation des utilisateurs (douche plutôt que bain, douches tièdes plutôt que chaudes, ...), l'utilisation de mitigeurs, la réduction de la pression, le placement de « mousseur » ;
- Contrôle des durées de puisage par le placement de bouton poussoir ou de cellule de détection de présence, ...

## 2 *La distribution*

### 2.1 Schéma hydraulique

La distribution d'ECS est la plupart du temps le terreau de développement des légionelles. La maîtrise du schéma hydraulique de distribution est un facteur très important de lutte anti-légionellose. Un bon schéma à jour du réseau de distribution permet :

- D'identifier les bras morts inhérents à l'évolution du bâtiment ;
- De répertorier les sections de réseau peu ou pas isolées et risquant d'être des foyers potentiels de prolifération des légionelles.

### 2.2 Méthodologie d'assainissement

L'assainissement d'une installation ECS dessert les intérêts conjugués de la lutte contre le développement de légionelles et les pertes thermiques. En effet, le manque d'isolation de certains tronçons du réseau augmente les déperditions thermiques vers l'ambiance et réduit la température d'ECS. Il en est de même lorsque des bras morts sont présents.

Une méthode simple d'assainissement non exhaustive est la suivante :

- Repérage sur site du réseau de distribution ;
- Suppression des bras morts ;
- Isolation des conduites, des organes de commandes, d'isolement, ...
- Mise à jour du schéma hydraulique ;
- Contrôle des températures.

### 2.3 Ampleur du réseau de distribution

Lorsqu'on a affaire à des réseaux ECS tentaculaires et de grandes longueurs, se pose toujours la question de la décentralisation ou pas de la production. En effet, garder en tout point d'un réseau étendu des températures de minimum 55°C, implique de rehausser la température au départ de la distribution de manière à compenser les déperditions thermiques des conduites. Comme on le verra ci-après, une température de départ élevée implique que le système de production doit travailler à plus haute température. Il n'est pas rare de voir des températures d'ECS en chaufferie de l'ordre de 70 -75°C. Cette mesure a un impact immédiat sur les déperditions en chaufferie et sur la performance de certains équipements de production (performance des PAC<sup>2</sup> par exemple). En outre, le risque de corrosion de tuyauteries en acier galvanisé devient réel. Et plus le tuyau présente des impuretés (résidus de corrosions), plus la légionelle trouvera un milieu propice pour se développer. Dans un certain nombre de bâtiments existants, une boucle d'ECS a été installée (bâtiments de bureau par exemple) mais ne se justifie pas car les besoins en ECS sont faibles et ponctuels. Dans ces cas, on remplacera avantageusement la boucle par une production d'ECS décentralisée de préférence instantanée, au gaz ou électrique.

## 3 *Le stockage*

Le profil de puisage général d'une installation d'ECS est rarement constant. Dans la plupart des installations ECS, le stockage est nécessaire pour une question de dimensionnement raisonnable du système de production et de sa capacité à moduler sa puissance pour couvrir un profil variable.

Les pertes thermiques du ballon seront d'autant plus importantes que :

- Comme on l'a vu ci-avant, les températures de départ de distribution seront élevées ;
- Le volume du ballon sera grand ;
- Et le niveau d'isolation faible.

Un équilibre technico-économique est à trouver afin de réduire au maximum les pertes énergétiques et les risques de points froids, sources de développement de légionelles.

---

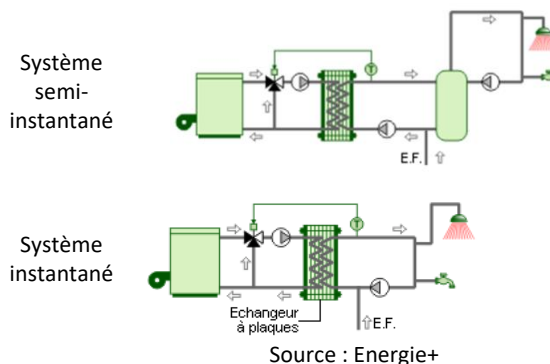
<sup>2</sup> PAC : Pompe à Chaleur

## 4 La production

Suivant les systèmes de production d'ECS envisagés, les températures de départ et de retour en chaufferie influencent leur performance. Citons deux cas :

- Pour les PAC, les températures de départ ET de retour doivent être les plus basses possibles. Pour la production d'ECS, cela tombe plutôt mal ! Des températures de source chaude souhaitées de l'ordre de 60-65°C ne sont pas vraiment favorables à l'utilisation de PAC. Les SFP<sup>3</sup> pour ces températures peuvent descendre à des valeurs de 1.8.
- Pour les chaudières gaz et fioul à condensation, des températures de retour de 55°C ne favorisent pas la condensation ni, par conséquent, le gain énergétique théorique de 10 % sur la condensation des fumées de combustion.

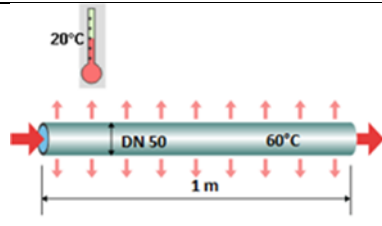
Des techniques existent pour réduire les températures de retour en chaufferie. En production instantanée ou en semi-accumulation, le surdimensionnement de l'échangeur ( $\Delta T = 20$  K) à plaques permet, comme le montre la figure ci-contre, un retour froid au niveau de la chaudière. Bonne nouvelle pour la condensation et la performance énergétique de la chaudière !



## FOIRE AUX IDEES

L'idée se base sur les constats suivants :

- Les légionelles prolifèrent dans la fourchette de température 25-50°C. En dessous, elles sont « en léthargie » et au-dessus, elles périssent. Ce qui veut dire que l'eau d'une conduite à 60°C en période d'occupation peut être ramenée à une température sous 25°C par une injection d'eau froide en fin de période d'occupation et maintenue à 15°C par exemple pendant l'inoccupation du bâtiment (nuit et WE) ;
- Comme le montre le calcul succinct suivant, la dépense énergétique pour maintenir l'eau d'une conduite à 60°C est beaucoup plus importante que de réchauffer cette eau, abaissée à 15°C pendant l'inoccupation du bâtiment, à 60°C.

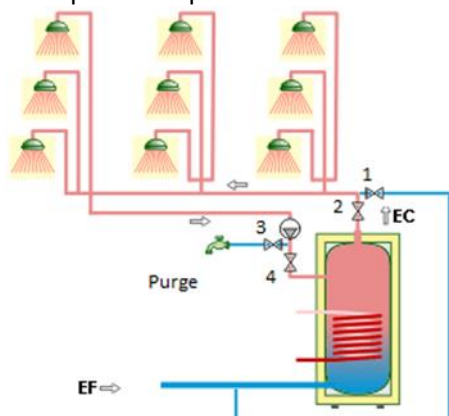
<p><b>Déperdition/m de la conduite <math>Ql = \pi \times D \times U \times \Delta T \times h</math> :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pour une conduite non-isolée :  <math>Ql [W/m] = \pi \times 0.05 [m] \times 6 [W/(m^2.K)] \times (60 - 20) [K] \times 1 [h] =</math>  <b>38 Wh/m</b></li> <li>• Pour une conduite isolée :  <math>Ql [W/m] = \pi \times 0.05 [m] \times 0.78 [W/(m^2.K)] \times (60 - 20) [K] \times 1 [h] =</math>  <b>5 Wh/m</b></li> </ul>	 <p>Source : Energie+</p>
<p><b>Energie de réchauffe du volume d'eau dans la conduite :</b></p> <p><math>EI = C_{eau} \times (\pi \times D^2 / 4) \times \Delta T :</math>  <math>EI [Wh/m] = 1.16 [Wh/(m^3.K)] \times (\pi \times 0.05^2 / 4) [m^2] \times (60-15) [K] =</math> <b>0.1 Wh/m</b></p>	<p>Avec :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>U_{non\ isolé} \simeq 6 W/(m^2.K)</math></li> <li>• <math>U_{isolé} \simeq 0.78 W/(m^2.K)</math></li> <li>• <math>D = DN = 50</math> mm</li> <li>• <math>C_{eau} = 1.16 Wh/(m^3.K)</math></li> </ul>

<sup>3</sup> SFP : Seasonal Factor Performance ou COP saisonnier d'une PAC. Pour atteindre une certaine performance par rapport aux autres systèmes de production, le SFP doit être minimum de 2.5



La dépense énergétique pour maintenir de l'eau dans une conduite à 60°C est énorme par rapport au fait de la refroidir dans un premier temps pendant les périodes d'inoccupation et de la ramener à température avant la nouvelle période d'occupation.

Exemple d'une piscine :



- En période d'occupation : les vannes 2 et 4 sont ouvertes tandis que les vannes 1 et 3 sont fermées. La boucle est constamment maintenue à 60°C ;
- En fin de période d'occupation, les vannes 2 et 4 se ferment et les vannes 1 et 3 s'ouvrent. L'eau froide « vidange » la boucle et la refroidit à 15°C, température maintenue pendant toute la période d'inoccupation. Une purge peut être faite vers l'alimentation de l'eau du bassin de la piscine par exemple ;
- En fin de période d'inoccupation, il faudra réchauffer la boucle pour qu'elle revienne à son régime de 60°C.

Pour d'autres usages de bâtiments, on pourrait imaginer une purge :

- Pour les centres sportifs, vers les points de puisage de nettoyage ;
- Pour les hôtels restaurants, vers le lave-vaisselle de la cuisine ;
- ...

Une limitation de cette technique pourrait être les mouvements thermiques engendrés par la variation rapide de température de l'eau dans la boucle.

## CONCLUSION

La maîtrise de l'activité des légionelles tout en évitant de gaspiller l'énergie est un défi permanent. Pour le relever, la bonne connaissance du réseau hydraulique de l'ECS est un point de départ primordial. Ensuite, il faut s'atteler à optimiser chaque partie du réseau et des équipements qui le compose (isoler les conduites et les éléments du réseau comme les vannes, les circulateurs, ..., favoriser les retours froids, ...). Pour ce qui est de la gestion spécifique de la prolifération des légionelles, actuellement c'est le traitement thermique qui est principalement envisagé dans la réglementation flamande. Des alternatives physico-chimiques et chimiques existent, certaines sont d'ailleurs reconnues par le gouvernement flamand. Quant au refroidissement nocturne de la boucle ECS, il montre que l'on pourrait réduire drastiquement les consommations énergétiques tout en, théoriquement, se mettant à l'abri d'une recrudescence des colonies de légionelles. Suivant les usages des bâtiments, il serait intéressant d'explorer cette piste. Quelle que soit la solution choisie pour limiter les dépenses énergétiques, on devrait passer par un contrôle accru de la présence de légionelles afin d'objectiver l'intérêt ou pas d'aller plus loin dans cette voie.

## REFERENCES

- Des légionelles à l'assaut de votre installation d'eau aussi ! » ; Karel De Cuyper ; Les dossiers du CSTC – cahier n°10 ; juin 2005
- Arrêté Legionella du 9 février 2007 ; parution au Moniteur Belge : 04 mai 2007 ;
- Energie + : <http://www.energieplus-lesite.be/>



**Institut de Conseil et d'Etudes en Développement Durable asbl**

Boulevard Frère Orban 4  
B-5000 NAMUR  
00 32 81 25 04 80  
www.icedd.be  
icedd@icedd.be

N° registre de commerce : sans objet  
N° TVA : BE0407.573.214  
Représenté par : Gauthier Keutgen, Secrétaire Général  
N° de compte bancaire : BE59 5230 4208 3426 / BIC TRIOBEBB