



**Agence
Qualité
Construction**

FOCUS DÉSORDRES
Comprendre, prévenir, agir

Mars 2024



DÉVELOPPEMENT DE LÉGIONELLES DANS LES RÉSEAUX HYDRAULIQUES



**MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
ET DE LA COHÉSION
DES TERRITOIRES**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Ce document a été réalisé par Laurent Marois, expert construction.

AVANT-PROPOS	4		
1. LÉGIONELLE ET LÉGIONELLOSE	6		
2. EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES SELON LA TYPOLOGIE DES BÂTIMENTS	8		
2.1 Immeuble à usage d'habitation	9		
2.2 Immeuble de bureaux ou bâtiment industriel équipé de vestiaires	10		
2.3 Établissement recevant du public	10		
2.4 Établissement de santé et assimilé	11		
3. IDENTIFICATION ET TRAITEMENT DES CAUSES	12		
3.1 Introduction	13		
3.1.1 Arbre des causes	13		
3.1.2 Méthode d'investigation	14		
3.2 Réseau d'eau chaude sanitaire (ECS) bouclé	14		
3.2.1 Production	14		
3.2.1.1 Mode de production	14		
3.2.1.2 Pompe de bouclage	20		
3.2.1.3 Adoucisseur	21		
3.2.1.4 Mélangeur/mitigeur	21		
3.2.1.5 Réchauffeur de boucle	22		
3.2.1.6 Régulation	23		
3.2.2 Distribution	24		
3.2.2.1 Calorifuge	24		
3.2.2.2 Équilibrage du réseau multi bouclage	26		
3.2.2.3 Clapet EA (antipollution)	28		
3.2.2.4 Robinetterie	29		
3.3 Réseau d'eau froide sanitaire (EFS)	30		
3.3.1 Arrivée d'eau froide	30		
3.3.2 Cheminement	30		
3.3.3 Passage d'eau chaude dans l'eau froide	30		
3.4 Exploitation	31		
3.5 Traitements curatifs	33		
3.5.1 Traitement chimique	33		
3.5.2 Choc thermique	33		
4. LES BONNES PRATIQUES	34		
4.1 Phase CONCEPTION	35		
4.2 Phase EXÉCUTION	35		
4.3 Phase EXPLOITATION	35		
4.4 Usagers	35		
5. AXES D'AMÉLIORATION	36		
6. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES	38		
ANNEXES	40		
Textes réglementaires	41		
Guides de recommandations	42		

AVANT-PROPOS

La présente étude est issue de l'examen de plus de 90 rapports d'experts d'assurance ou judiciaires.

L'étude se limite au traitement de la pathologie relative à la prolifération de la légionelle dans les réseaux d'eau sanitaire (froide et chaude). Les cas de légionelles liés aux tours aéroréfrigérantes et aux installations de brumisation ne sont pas traités dans cette étude.

Sur le panel des rapports examinés, la refonte d'août 2013 de la NF DTU 60.11 P1-1 et P1-2 (*Travaux de bâtiment — Règles de calcul des installations de plomberie sanitaire et d'eaux pluviales*) imposant une distance maximum des antennes de 8 m entre le point de distribution et le point de puisage (§ 4.3 du DTU 60.11) a réduit le nombre de réclamations liées à la prolifération de la légionelle.

L'exigence principale pour limiter la prolifération de la légionelle est définie par l'article 1 alinéa 2 de l'arrêté du 30 novembre 2005 modifiant l'arrêté du 23 juin 1978 relatif aux installations fixes destinées au chauffage et à l'alimentation en eau chaude sanitaire des bâtiments d'habitation, des locaux de travail ou des locaux recevant du public⁽¹⁾ :

« Afin de limiter le risque lié au développement des légionelles dans les systèmes de distribution d'eau chaude sanitaire sur lesquels sont susceptibles d'être raccordés des points de puisage à risque, les exigences suivantes doivent être respectées pendant l'utilisation des systèmes de production et de distribution d'eau chaude sanitaire et dans les 24 heures précédant leur utilisation :

- lorsque le volume entre le point de mise en distribution et le point de puisage le plus éloigné est supérieur à 3 litres, la température de l'eau doit être supérieure ou égale à 50 °C en tous points du système de distribution, à l'exception des tubes finaux d'alimentation des points de puisage. Le volume de ces tubes finaux d'alimentation est le plus faible possible et, dans tous les cas, inférieur ou égal à 3 litres ;
- lorsque le volume total des équipements de stockage est supérieur ou égal à 400 litres, l'eau contenue dans les équipements de stockage, à l'exclusion des ballons de préchauffage, doit :

- être en permanence à une température supérieure ou égale à 55 °C à la sortie des équipements ;
- ou être portée à une température suffisante au moins une fois toutes les 24 heures, sous réserve du respect permanent des dispositions prévues au premier alinéa du présent article. L'annexe 1 indique le temps minimum de maintien de la température de l'eau à respecter. »

De cette étude, il ressort que le défaut d'équilibrage semble la pathologie la plus répandue. La limitation du nombre de boucles est alors un facteur décisif pour un bon équilibrage, notamment en évitant une boucle par point de puisage.

À ce titre, il convient de rappeler que le NF DTU 60.11 proscrit un bouclage par point de puisage (cf. § 4.3).

Dans l'échantillon des rapports examinés, aucun sinistre dans les maisons individuelles n'a été identifié, mais il convient de souligner qu'aucune recherche de légionelles n'est obligatoire ni effectuée dans les résidences individuelles. En outre, l'arrêté du 30 novembre 2005 s'applique uniquement pour les volumes de stockage supérieures à 400 litres.

Enfin, les réclamations liées à la présence de légionelles dans les réseaux d'eau froide ont fortement augmenté ces dernières années. Elles sont liées à la proximité des réseaux d'eau chaude sanitaire (ECS) et d'eau froide sanitaire (EFS) dans le cheminement en dalle.

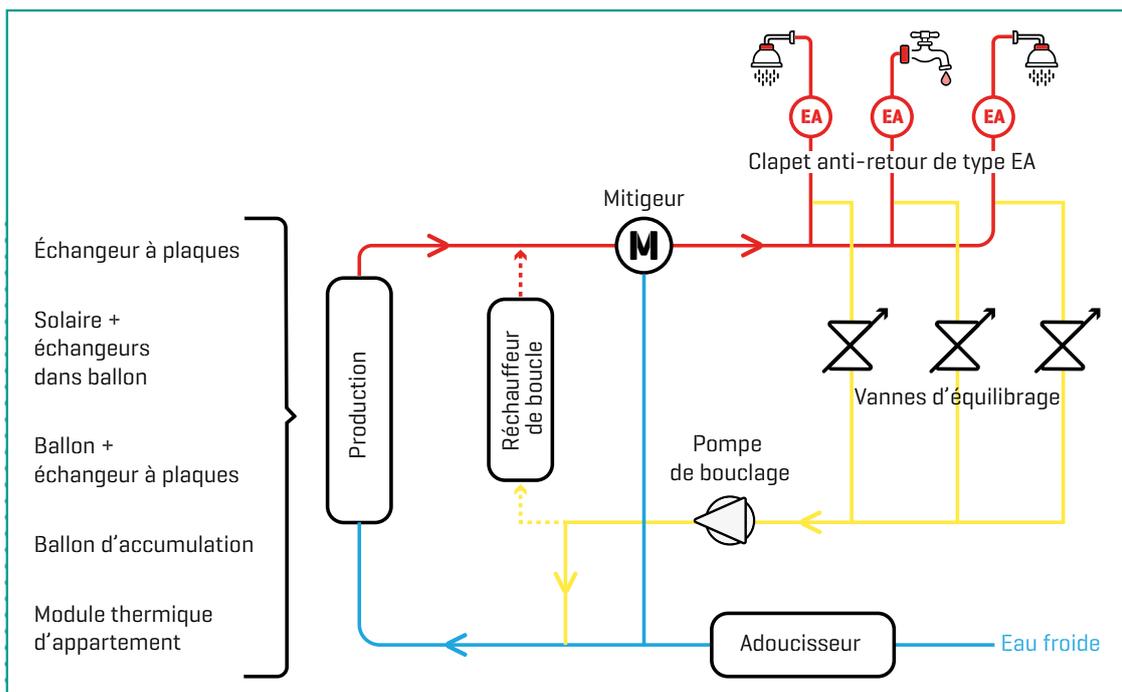


Figure 1 : schéma de principe d'une installation d'eau chaude sanitaire

1. LÉGIONELLE ET LÉGIONELLOSE

La légionelle est une infection respiratoire de type pneumonie.

Elle est observée pour la première fois en juillet 1976 lors du 58^e congrès d'anciens combattants de l'armée américaine qui se tient du 21 au 24 juillet à l'hôtel Bellevue-Stratford de Philadelphie. Le système de climatisation, datant de 1954, donne quelques signes de faiblesse. Un jeune employé est chargé de le contrôler, mais il tombe malade la veille de la convention (maux de tête, courbatures...). Le 23 juillet, deux organisateurs et plusieurs légionnaires souffrent d'un « mauvais rhume ». Le 26 juillet, une bonne partie des congressistes est clouée au lit et, le 30 juillet, quatre légionnaires meurent d'une pneumonie. De retour chez eux après la convention, plusieurs anciens soldats sont hospitalisés. Les médecins des différents États font peu à peu le lien entre les symptômes des malades et leur présence à Philadelphie. Au terme de cette première épidémie, on compte 182 cas, dont 29 décès.

Ce n'est que le 27 décembre 1976 qu'un médecin observe une nouvelle bactérie sur le fragment du poumon d'un organisateur décédé. Cette bactérie responsable de l'épidémie est baptisée quelques années plus tard *legionella pneumophila*.

Les personnes âgées et les fumeurs présentent plus de sensibilité, mais l'exposition à la legionella ne cause pas forcément la maladie.

La légionellose se transmet par inhalation de gouttelettes d'eau microscopiques (aérosols) chargées de légionelles. Ces bactéries vivent dans l'eau et se multiplient lorsque les conditions sont propices : eau stagnante dont la température est supérieure à 25 °C et inférieure à 50 °C, cavités de calcaire, biofilm (couche de micro-organismes), boues incrustantes dans les canalisations...

Plus de 50 souches de légionelle existent, celle associée à la légionellose est la *legionella pneumophila* dans 95,4 %⁽²⁾ des cas.

En 2020, 1 328 cas de légionellose ont été notifiés en France. La figure ci-dessous montre l'évolution du nombre de cas et du taux de notification entre 1988 et 2020⁽³⁾.

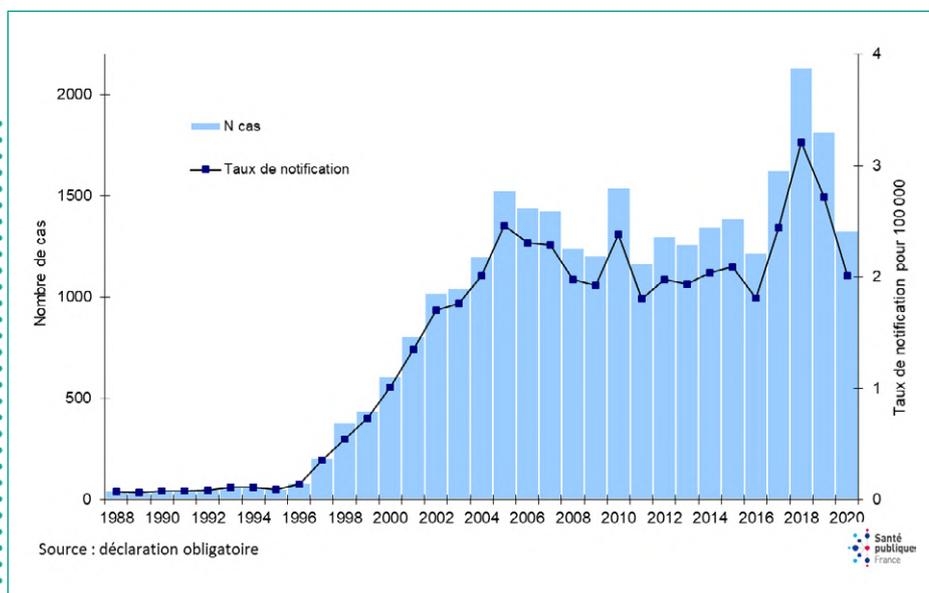


Figure 2 : cas de légionellose notifiées en France en 2020 Données de Santé Publique France ⁽⁴⁾

Les données ci-dessus sont à pondérer, car elles ne distinguent pas les cas liés aux réseaux d'eau chaude sanitaire de ceux liés à d'autres causes.

2. Donnée SANTÉ PUBLIQUE FRANCE

3. Source SANTÉ PUBLIQUE France — <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-et-infections-respiratoires/legionellose>

4. <https://www.santepubliquefrance.fr/les-actualites/2021/legionellose-en-france-donnees-epidemiologiques-2020>

2. EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES SELON LA TYPOLOGIE DES BÂTIMENTS

Le lieu de la prolifération de la légionelle dans les réseaux d'eau chaude sanitaire est majoritairement dans les boucles de retour où la vitesse ne dépasse généralement pas 0,5 m/s (a contrario, la vitesse de passage dans les réseaux aller est supérieure à 0,5 m/s). Le maintien d'une température de 50 °C en tous points du réseau est une condition indérogeable. Selon le tracé, les réseaux d'eau froide, souvent non calorifugés, cheminant à proximité de réseaux chauds (chauffage ou ECS plus ou moins bien calorifugés) peuvent être impactés puisque, en l'absence de puisage, la température de l'eau stagnante dans le réseau augmente.

Les modes d'occupation et d'exploitation des locaux diffèrent selon leur destination. La conception des réseaux d'ECS dépend du profil de consommation et des pointes de puisage (basées sur 10 minutes) par typologie de bâtiment⁽⁵⁾. La proposition de classification ci-contre est établie à partir des conditions d'utilisation susceptibles de favoriser la prolifération de légionelles.

2.1 Immeuble à usage d'habitation⁽⁶⁾

Lorsque la production et la distribution d'ECS sont centralisées, il est primordial de satisfaire chaque occupant au moment où il a besoin d'eau chaude sanitaire.

Les périodes de pointe journalières se situent entre 7 heures et 10 heures puis entre 19 heures et 21 heures, sauf le dimanche où le pic du matin est décalé de 2 heures environ.

En tous points du réseau de distribution (aller et retour), la température doit être maintenue à 50 °C.

Un diamètre minimum de tube doit être respecté selon la nature du matériau employé. Les domaines d'emploi des matériaux doivent être vérifiés préalablement à la mise en œuvre, notamment en ce qui concerne les limites d'utilisation liées aux conditions de température.

La règle des 3 litres⁽⁷⁾ et de la longueur maximale des antennes⁽⁸⁾ est impérative.

NOTA : les profils de consommation et de pointe de puisage ont pu changer avec le confinement lié à la crise sanitaire du COVID19.

Il y a lieu de souligner que la prolifération de légionelles dans les réseaux d'eau froide sanitaire apparaît dans les immeubles collectifs. Outre le désagrément ressenti par les occupants, l'augmentation de la consommation d'eau peut s'avérer importante quand l'usager doit attendre quelques minutes pour l'obtention d'une eau froide à 15 °C.

2.2 Immeuble de bureaux ou bâtiment industriel équipé de vestiaires

Les exigences de l'arrêté du 30 novembre 2005 et du NF DTU 60.11-P1-2 s'appliquent.

Les besoins en ECS sont minimes et les installations sous-utilisées, notamment les douches au regard des volumes de stockage mis en œuvre.

Le stockage est souvent privilégié à la production instantanée, ce qui impacte la consommation énergétique. La consommation énergétique liée aux pertes de bouclage peut être supérieure à celle liée à la production d'eau chaude, ce qui nécessite une attention particulière quant à la puissance à mettre en place (réchauffeur de boucle couplé à un ballon d'accumulation électrique par exemple).

Outre l'aspect énergivore, un circuit de distribution peu utilisé favorise le développement de légionelles. La réflexion doit se porter sur le mode de production, mais aussi sur l'exploitation des réseaux d'ECS souvent délaissés dans ce type de bâtiment.

6. Guide technique COSTIC/ADEME « Les besoins d'eau chaude sanitaire en habitat individuel et collectif » — Mai 2016. Source SANTÉ PUBLIQUE France <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-et-infections-respiratoires/legionellose>

7. Article 1 de l'arrêté du 30 novembre 2005

8. NF DTU 60.11-P1-2, § 4.3

2.3 Établissement Recevant du Public (ERP)

Il y a lieu de les aborder selon les modes d'occupation. Les exigences de l'arrêté du 30 novembre 2005 et du NF DTU 60.11-P1-2 s'appliquent pour trois catégories.

2.3.1. Établissement sportif

Dans les rapports examinés, aucun cas n'a été instruit dans des piscines publiques.

La fréquence de surveillance de la présence de la légionelle est décrite dans l'annexe 2 de l'arrêté du 1^{er} février 2010 relatif à la surveillance des légionelles dans les installations de production, de stockage et de distribution d'eau chaude sanitaire⁽⁹⁾.

Les pointes de consommation soudaines liées au « multidouche » des vestiaires exigent une puissance disponible instantanée.

Lors des périodes d'inoccupation, le maintien de la température de la boucle constitue le point de vigilance.

Une distribution en « primaire » sera privilégiée afin de limiter la boucle de retour. La contrepartie est une consommation énergétique supérieure.

2.3.2 Locaux à occupation intermittente (salle polyvalente, internat, école primaire, centre de vacances...)

La caractéristique commune de ces locaux est qu'ils ont une période d'inoccupation supérieure à leur période d'occupation.

Dès lors, l'absence de puisage couplée à une maintenance plus « légère » peut favoriser la prolifération de la légionelle dans les réseaux sanitaires.

En période d'occupation, les pics de consommation sont constatés le matin (entre 7 heures et 8 heures), le midi (du fait de la présence d'une cuisine) et le soir entre 22 heures et 23 heures (pic supérieur à celui du matin).

2.3.3 Établissement de tourisme

La fréquence de surveillance de la présence de la légionelle est décrite dans l'annexe 2 de l'arrêté du 1^{er} février 2010 relatif à la surveillance des légionelles dans les installations de production, de stockage et de distribution d'eau chaude sanitaire⁽¹⁰⁾ (se reporter au guide « *Établissements de*

tourisme : éléments pour la gestion du risque de prolifération de légionelles dans les réseaux d'eau » — CSTB - Juillet 2008).

Le taux d'occupation étant par nature variable, les installations doivent satisfaire à toutes les configurations.

Le facteur aggravant résulte d'une exploitation inadaptée. L'application des actions concrètes présentées dans le guide édité par le CSTB permet de réduire, voire d'éliminer, les risques de légionelles.

Les pics de consommation apparaissent principalement le matin et, dans une moindre mesure, le soir. Le profil évolue également en fonction du nombre d'étoiles et de la présence ou non d'un restaurant équipé d'une cuisine.

9. NOR : SASP1002960A

10. NOR : SASP1002960A

2.4 Établissement de santé et assimilé

La fréquence de surveillance de la présence de la légionelle est décrite dans l'annexe 1 de l'arrêté du 1^{er} février 2010 relatif à la surveillance des légionelles dans les installations de production, de stockage et de distribution d'eau chaude sanitaire⁽¹¹⁾. Il convient également de se reporter au guide technique « L'eau dans les établissements de santé » édité par le ministère de la Santé et des Solidarités ainsi qu'à la circulaire DGS/SD7A/SD5C/DHOS/E4 n° 2002/243 du 22 avril 2002 relative à la prévention du risque lié aux légionelles dans les établissements de santé. Cette dernière détaille certaines exigences tant pour l'exécution que pour l'exploitation des réseaux d'eau chaude sanitaire.

Le profil de consommation et de pointe est connu et maîtrisé puisque le mode organisationnel est constant et permanent. Les variations dépendent également de la présence ou non d'un service de lingerie interne ou d'une cuisine de collectivité.

Dans les EHPAD, trois périodes sont significatives :

- le matin de 7 heures à 11 heures du fait des soins corporels et de l'activité en cuisine,
- le midi si une cuisine est présente,
- et le soir avec les repas et les soins corporels (moins significatif que le matin).

Dans les établissements de santé (cliniques, hôpitaux), le pic de consommation se situe entre 8 heures et 11 heures, hors week-end.

Ces installations nécessitent un suivi et un contrôle régulier consultables dans différents guides et circulaires visés en annexe de l'étude.

La conception et l'exécution de ces réseaux revêtent un soin particulier compte tenu de la fragilité des patients qui fréquentent ces établissements.

3. IDENTIFICATION ET TRAITEMENT DES CAUSES

3.1 Introduction

3.1.1 Arbre des causes de désordre

La présence de légionelles dans les réseaux d'eau chaude avec un dénombrement supérieur à 1 000 UFC/l⁽¹²⁾ révèle un milieu favorisant le développement de la bactérie, tel que défini par l'arrêté du 1^{er} février 2010.

Un dénombrement inférieur à 1 000 UFC/l traduit une situation à mettre sous surveillance. De même, la présence

de *legionella* spp est l'indicateur d'un milieu propice à la prolifération de la bactérie *legionella pneumophila*.

Le schéma ci-dessous récapitule les quatre orientations causales des investigations à mettre en œuvre. Elles peuvent être concomitantes.



Figure 3 : arbre des causes de développement de légionelles

L'eau stagnante dans les tronçons et l'absence de circulation, communément appelées « bras mort », favorisent le développement de la légionelle.

Une température de l'eau comprise entre 25 °C et 50 °C offre des conditions idéales à la prolifération de la bactérie. Son développement est décuplé si cette température est associée à une stagnation de l'eau dans un bras mort.

Le développement du biofilm est favorisé lorsque la vitesse de passage dans les réseaux est inférieure à 0,2 m/s⁽¹³⁾. Une attention particulière est nécessaire tant dans le dimensionnement que dans l'équilibrage.

La présence de tartre dans les réseaux crée des espaces où l'eau stagne, ce qui favorise les zones de multiplication de la légionelle, comme illustré ci-après.

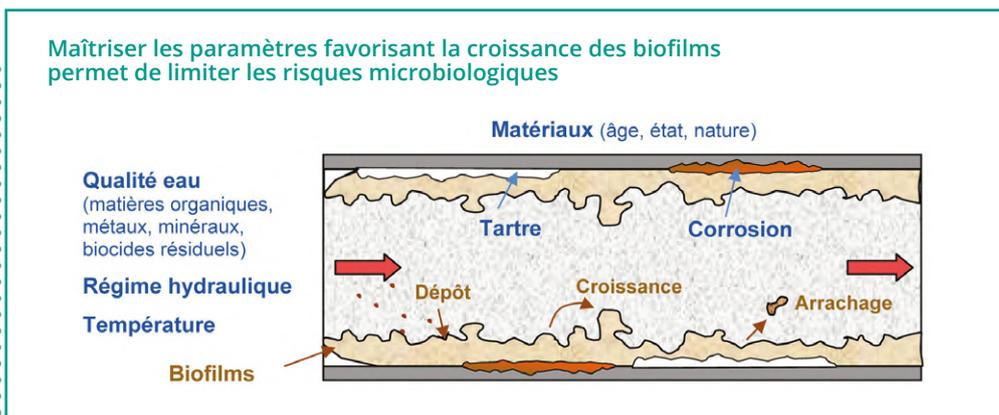


Figure 4 : extrait guide RAGE « Installation d'eau chaude sanitaire » — Novembre 2014

Les biofilms au sein desquels prolifèrent les légionelles sont constitués d'un ensemble de micro-organismes englobés dans un gel d'origine microbienne. Leur croissance dépend de nombreux paramètres tels que les températures, les éléments nutritifs et la présence d'agent inhibiteurs. Leur épaisseur peut aller ainsi de quelques micromètres à quelques millimètres.

Comme rappelé précédemment, le non-maintien de la température à 50 °C constitue la cause principale mise en

évidence dans l'analyse des rapports transmis pour la présente étude.

12. UFC/l = Unités formant colonie par litre

13. DTU 60.11-P1-2 « Conception et dimensionnement des réseaux bouclés », § 4.2

3.1.2 Méthode d'investigation

Avant de déterminer la (ou les) cause(s) de la prolifération de la légionelle, il est impératif de procéder à des constats simples qui permettent de privilégier une piste, sans pour autant négliger les autres.

Selon la destination du bâtiment, le choix de la période du constat peut s'avérer éclairant. Il convient de privilégier une période où le tirage est faible.

Une recherche de légionelles par un laboratoire certifié doit être réalisée conformément à la NFT-90-431 dans l'eau froide et l'eau chaude.

Les contrôles listés ci-contre permettent de caractériser le profil de consommation et donc le comportement thermique du réseau d'eau chaude sanitaire. Si nécessaire, ils peuvent être complétés par des enregistrements sur une période de 7 jours minimum.

- Un contrôle de la température de départ d'ECS en chaufferie.
- Un contrôle de la température de retour bouclage en chaufferie.
- Un contrôle de la température de bouclage sur la boucle la plus éloignée et défavorisée.
- Un contrôle de la température d'eau froide en chaufferie.
- Un contrôle de la valeur du TH (eau froide et eau chaude).
- Un contrôle du débit de la pompe ou/et des pressions amont/aval.
- Un contrôle du débit sur les boucles au niveau des vannes d'équilibrage.
- Relevé des consommations d'ECS.

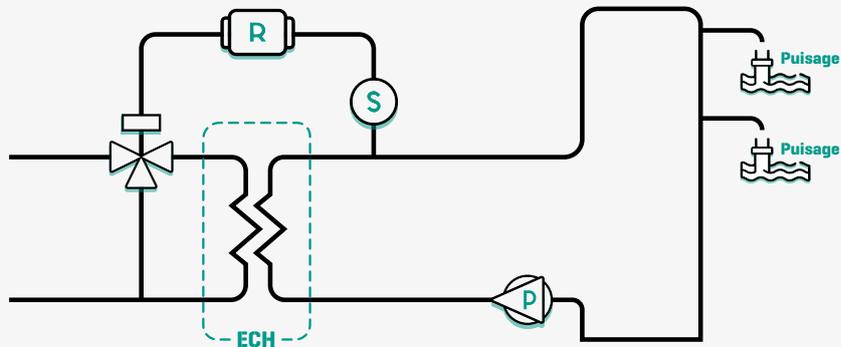
3.2 Réseau d'eau chaude sanitaire (ECS) bouclé

3.2.1 Production

3.2.1.1 Mode de production

CAS 1 : PRODUCTION INSTANTANÉE

Schéma 1



ECH : échangeur (production instantanée) - P : pompe - R : régulateur - S : sonde de température

Dans l'échantillon des rapports analysés, aucune cause de prolifération de la légionelle n'a été attribuée à une production instantanée.

Cependant, deux points de vigilance doivent être soulignés :

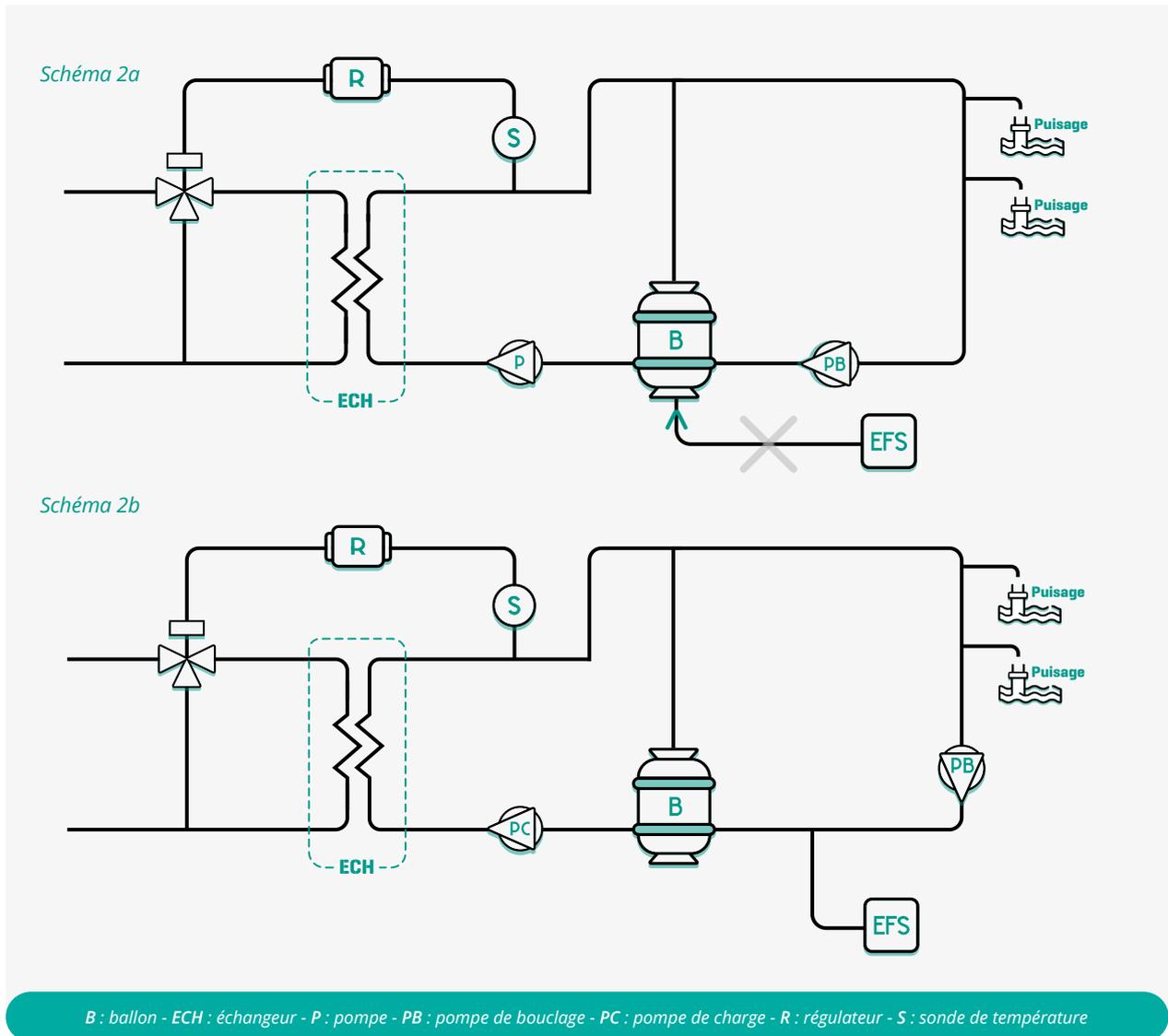
- maintien d'une dureté proche de 10 °f⁽¹⁴⁾ afin d'éviter l'entartrage de l'échangeur ;
- paramétrage de la loi de régulation de la vanne trois voies située au réseau primaire afin d'éviter des chutes de température lors des périodes de pointe.



Échangeur bouché par le tartre

CAS 2 : PRODUCTION SEMI-INSTANTANÉE

Dans l'échantillon des rapports analysés, quelques cas ont été identifiés comme cause de prolifération de la légionelle pour ce type de production.



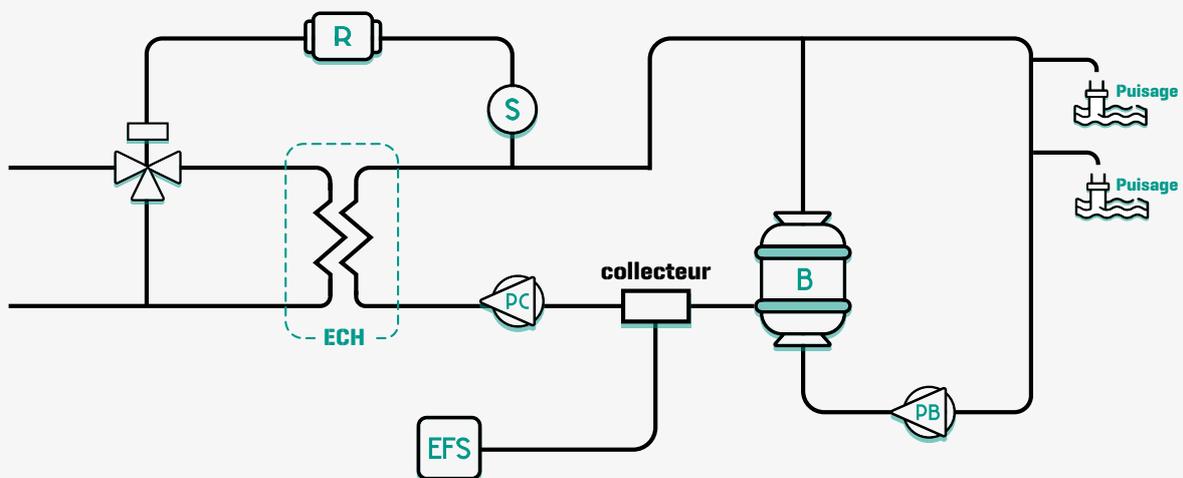
Causes possibles de désordre :

- Chute de température dans le ballon lors des pointes de puisage (*schéma 2a*) due à l'arrivée d'eau froide directement dans le ballon.
- Chute de température liée à une loi de régulation inadaptée sur le réseau primaire alimentant l'échangeur. D'une part, le réglage de la logique de régulation⁽¹⁵⁾ doit être en cohérence avec le temps minimum de course de la vanne trois voies située sur le réseau primaire. D'autre part, il convient de vérifier le niveau de température du réseau primaire durant les périodes hors chauffage pendant lesquelles des réglages ne permettent pas d'obtenir une température minimale de 55 °C dans le ballon.
- Encrassement par le tartre de l'échangeur diminuant ses performances et rendant difficile le maintien d'une température adéquate en sortie de production (entre 55 °C et 60 °C hors période de chocs thermiques).

Remèdes :

- L'arrivée d'eau froide doit se faire sur le collecteur de retour du bouclage. Ce collecteur est raccordé soit directement au ballon (*schéma 2b*), soit au niveau du tronçon entre l'échangeur primaire et le ballon (*schéma 2c*).
- Reprendre l'analyse fonctionnelle et les paramétrages de la régulation et mettre en place un enregistreur pour le contrôle.
- Modifier et contrôler les réglages de la température du réseau primaire durant les périodes hors chauffage pour permettre le maintien d'une température minimale de 55 °C dans le ballon de stockage.
- Contrôler le positionnement des sondes et les temps de réaction des actionneurs (course des vannes motorisées notamment).

Schéma 2c



B : ballon - ECH : échangeur - PB : pompe de bouclage - PC : pompe de charge - R : régulateur - S : sonde de température

CAS 3 : PRODUCTION SEMI-INSTANTANÉE AVEC BALLON SOLAIRE EN SÉRIE

Dans l'échantillon des rapports analysés, plusieurs cas ont été identifiés comme cause de la prolifération de la légionelle pour ce type de production.

Dans ce cas de figure, la présence d'un ballon solaire ajoute une cause supplémentaire liée au mode de production. Cette cause est concomitante à celles décrites précédemment.

Les deux ballons sont en série et le ballon solaire a une fonction de préchauffage afin d'optimiser l'énergie solaire pour le chauffage de l'eau chaude sanitaire.

15. Exemple type PID : Proportionnel Intégral Dérivé correspondant à une loi de programmation qui permet le maintien d'un paramètre physique au plus proche de la consigne en intégrant et en anticipant les dérives.

Schéma 3a

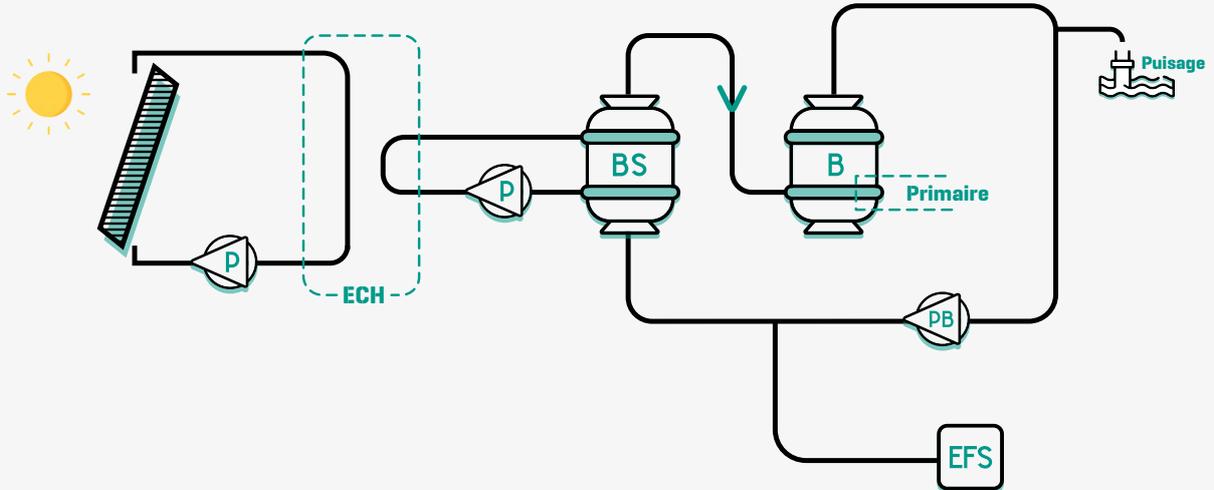


Schéma 3b

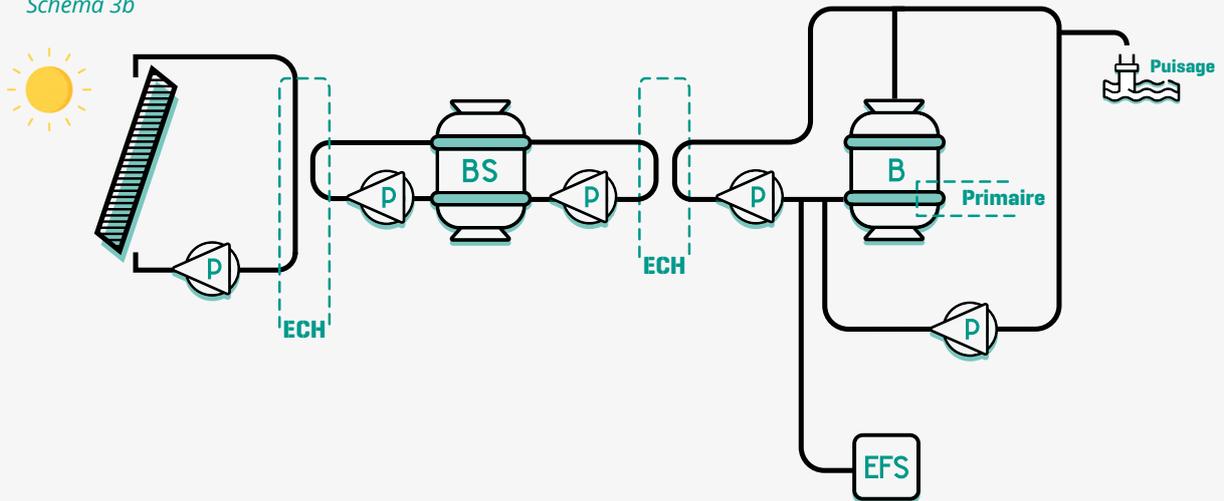
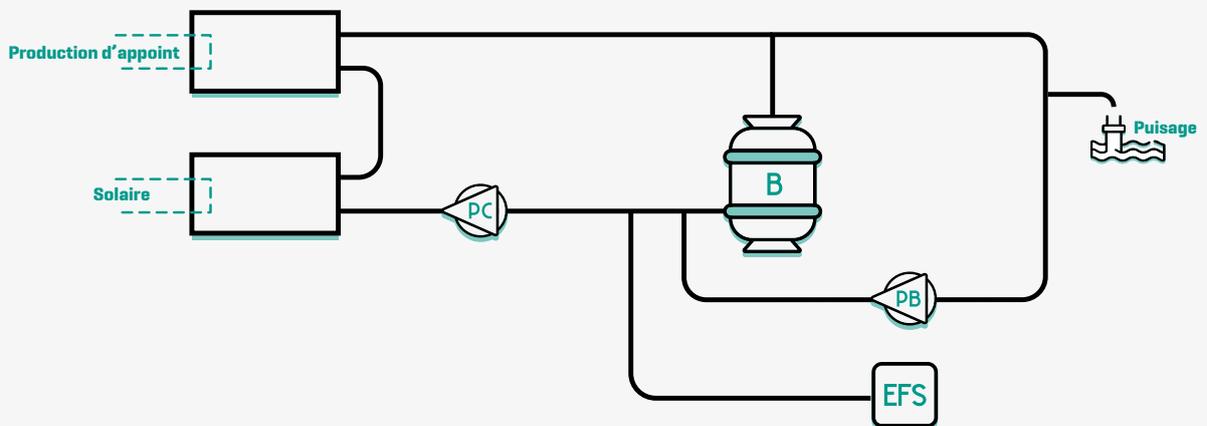


Schéma 3c



B : ballon - BS : ballon solaire - ECH : échangeur - P : pompe - PB : pompe de bouclage - PC : pompe de charge

Cause possible de désordre :

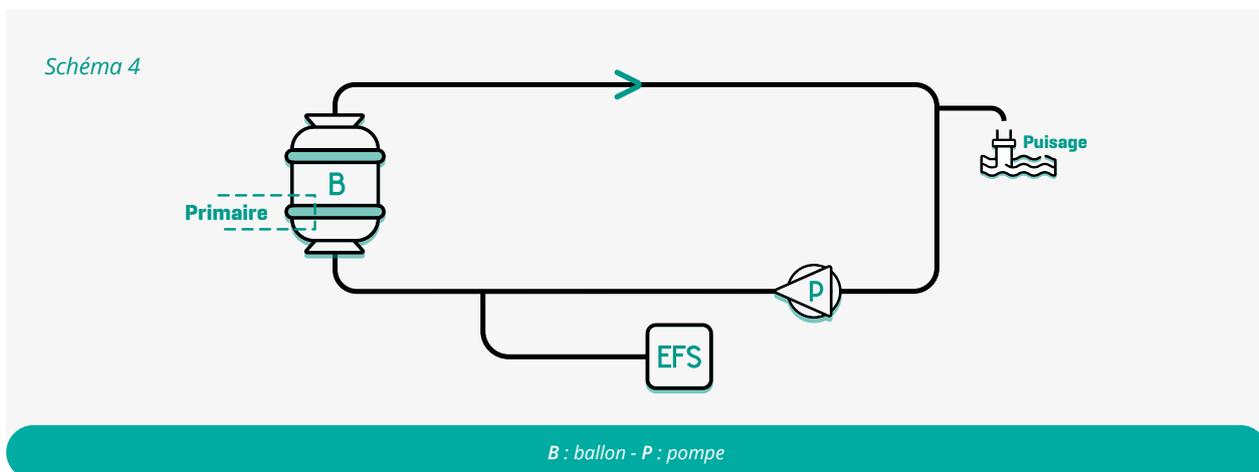
- La température du ballon solaire n'est pas maintenue en permanence à 55 °C, car elle dépend de l'ensoleillement. Durant les périodes de faible ensoleillement, seul le ballon équipé de batteries électriques ou d'un échangeur d'eau chaude dans le ballon raccordé sur le primaire doit être maintenu à une température de 55 °C, conformément à la circulaire interministérielle n° DGS/SD7A/DCS/DGUHC/DGE/DPPR n° 2007-126 du 03 avril 2007.

Remèdes :

- Mise en place d'un échangeur entre le ballon solaire et le ballon d'appoint (*schéma 3b*). Cette solution offre une sécurité optimale mais dégrade le rendement global de l'installation solaire.
- Si l'échangeur primaire n'est pas dans le ballon d'appoint, l'échangeur solaire doit être en série de l'échangeur primaire (*schéma 3c*).
- Contrôle de la température en sortie de ballon d'appoint avec une alarme lorsque la température est inférieure à 55°C.

CAS 4 : PRODUCTION PAR ACCUMULATION ⁽¹⁶⁾

Dans l'échantillon des rapports analysés, plusieurs cas ont été identifiés comme cause de la prolifération de la légionelle pour ce type de production.



Les ballons sont souvent le siège privilégié du développement de légionelles. Deux causes majeures en sont à l'origine. Ces causes peuvent également être concomitantes aux cas 2 et 3 décrits précédemment.

Causes possibles de désordre :

- Mauvaise homogénéisation de l'eau, une différence de température peut être constatée à l'intérieur du ballon.
- Présence de dépôts en fond de ballon. Les dépôts constituent des zones favorisant la stagnation de l'eau. Ils proviennent de différentes sources : entartrage, dépôts naturels liés à la qualité de l'eau, dégradation du revêtement intérieur...

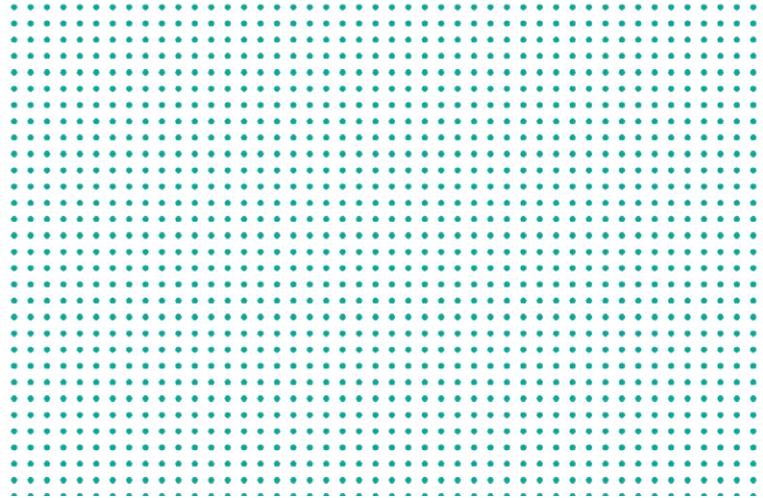


Dépôts de produits de corrosion en fond de ballon

16. Pour mémoire, la température d'un ballon doit être au minimum de 55 °C (si son volume est supérieur à 400 litres).

Remèdes :

- Revoir la position de la sonde de régulation de température qui doit être située dans le tiers supérieur.
- Mettre en place un thermostat de sécurité afin de limiter la température en haut de ballon pour qu'elle ne dépasse pas une valeur au-delà de laquelle le revêtement est susceptible de se dégrader (autour de 80 °C)⁽¹⁷⁾.
- Mettre en place un adoucisseur pour maintenir un TH de l'ordre de 10 °f⁽¹⁸⁾.
- Contrôler l'exécution de chasses régulières et le remplacement des anodes sacrificielles.

**CAS 5 : MODULE THERMIQUE D'APPARTEMENT**

Dans l'échantillon des rapports analysés, quelques cas sont à l'origine de la prolifération de la légionelle pour ce type de production.

Les modules thermiques d'appartement sont raccordés sur un réseau de chaleur.

Causes possibles de désordre :

- Le réseau primaire ne permet pas l'obtention d'une température de production de 50 °C ou de 60 °C quand les logements sont équipés d'un réseau bouclé.
- Une dureté de l'eau élevée entartre l'échangeur.

Remèdes :

- Contrôler le réglage de la température du réseau primaire, notamment durant les périodes hors chauffage, et la qualité de l'eau de chauffage alimentant le module. Un embouage du réseau primaire diminue les performances de l'échangeur à plaques.
- Mettre en place un adoucisseur général.

17. Cette action peut s'appliquer également pour les ballons solaires.

18. Document d'aide à la conception des installations d'eau sanitaire à l'intérieur des bâtiments, § 6.1.1. — CSTB et ARS Pays de Loire — Mars 2014

3.2.1.2 Pompe de bouclage

Dans l'échantillon des rapports analysés, plusieurs cas de mauvais dimensionnements de la pompe de bouclage ont été identifiés.

La pompe de bouclage doit disposer d'une Attestation de Conformité Sanitaire.

Une pompe de bouclage se caractérise par son débit et sa hauteur manométrique.

La méthode de calcul est définie dans le NF DTU 60.11 P1-2 (août 2013). Le débit est conditionné à la chute de température prise en compte dans chaque boucle et à la vitesse dans chaque tronçon (comprise entre 0,2 m/s et 0,5 m/s).

Le débit de la pompe correspond alors à la somme des débits de chaque boucle et la hauteur manométrique de la pompe correspond à la somme des pertes de charge de la boucle la plus défavorisée, du générateur et des pertes singulières du réseau.

Causes possibles de désordre :

- Mauvaise appréciation des débits de boucles (minimum de 80 à 100 l/h) et des pertes de charge du réseau. Le débit de la pompe doit pouvoir assurer une vitesse minimale de 0,2 m/s dans chaque tronçon et une chute maximale de 5 °C (entre l'aller et le retour).
- Absence de clapet antiretour favorisant le recyclage sur un retour de boucle avec deux pompes en parallèle (photo ci-contre).
- Horodatage de la pompe pour un fonctionnement en intermittence.

Remèdes :

- Reprendre la note de calcul et vérifier les hypothèses d'entrée, notamment la réalité des longueurs et la prise en compte de la perte thermique de chaque réseau.
- Mettre en place un clapet antiretour sur chaque dérivation au niveau des circulateurs et vérifier la prise en compte de la perte de charge dans la note de calcul.
- Supprimer l'horloge pour un fonctionnement en continu.

NOTA 1 : afin d'éviter des diminutions de débit de bouclage, les circulateurs à vitesse variable ne doivent pas être réglés sur les positions « pression constante » ou « pression variable ».

NOTA 2 : selon les périodes de soutirage ou hors soutirage, certains tronçons peuvent se retrouver avec un débit élevé alors que le diamètre est petit, ce qui peut provoquer une survitesse et des phénomènes d'érosion/corrosion. Les anfractuosités provoquées par cette survitesse entraînent généralement le percement du tube et sont des milieux propices à la prolifération de la légionelle.

POINT DE VIGILANCE : les réseaux de bouclage équipés de circulateurs multiples (montage en parallèle) sont à éviter pour limiter les surdébits.

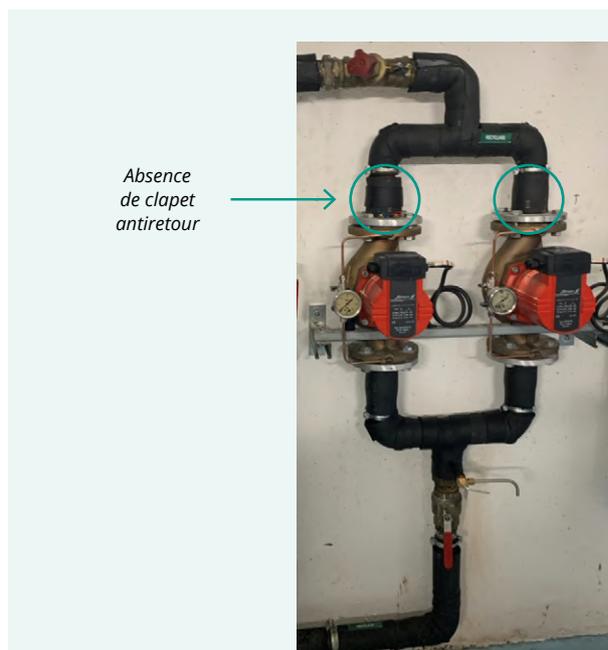


Figure 4 : pompes de bouclage sur réseau ECS

3.2.1.3 Adoucisseur

Dans l'échantillon des rapports analysés, 3 cas ont été identifiés.

Une valeur de dureté de l'eau (TH) élevée favorise l'entartrage et, par voie de conséquence, le développement de la légionelle.

Causes possibles de désordre :

- Le volume d'eau dans l'adoucisseur peut être supérieur à 3 litres. Si les périodes de soutirage sont espacées (*exemple : vestiaires sportifs*) et si l'équipement est situé dans une chaufferie où la température ambiante est constamment supérieure à 25 °C, il y a lieu de prévoir son déplacement.
- Un réglage fixe du TH de l'eau est primordial afin d'éviter une précipitation de tartre à divers endroits du réseau. Cette précipitation enferme les micro-organismes dans des cavités où la vitesse de l'eau facilite le développement du biofilm. Le mélange d'une eau fortement adoucie et de l'eau brute avec une vanne à réglage fixe est soumis aux fluctuations de la qualité de l'eau brute et de la dégradation de la vanne de mélange.

Remèdes :

- L'adoucisseur doit être situé dans un environnement où la température n'excède pas 25 °C. Au même titre que pour les ballons, une vidange régulière est à prévoir, notamment durant les périodes estivales.
- Il existe deux cas de figure :
 1. L'adoucisseur est dédié exclusivement à l'ECS. Son réglage doit permettre une eau brute de l'ordre de 12 °f.
 2. L'adoucisseur dessert d'autres locaux (*cuisine, buanderie, laverie...*) où le TH doit être plus bas. Un mélange d'eau brute et d'eau adoucie est alors à prévoir en aval de l'adoucisseur avec une vanne de cépage qui s'adapte à la variation des caractéristiques de l'eau brute. Ceci permet d'obtenir une eau adoucie à 12 °f en continu afin d'éviter des périodes où le TH de l'eau « mélangée » serait élevé, ce qui favoriserait la précipitation du tartre.

NOTA : les dépôts de tartre sur une tuyauterie diminuent la section de passage et entraînent ponctuellement des survitesses dans les réseaux.

3.2.1.4 Mélangeur/mitigeur

Dans l'échantillon des rapports analysés, quelques cas ont été identifiés.

Cet organe est situé soit en chaufferie pour permettre une distribution en eau chaude à température constante, soit en amont d'un module de distribution de plusieurs points de puisage pour limiter les risques de brûlure (*par exemple : douches de vestiaires...*). Il doit disposer d'une Attestation de Conformité Sanitaire.

Il est rappelé que le mitigeage centralisé est interdit pour les établissements d'hébergement pour les personnes âgées et pour les personnes handicapées⁽¹⁹⁾.

Causes possibles de désordre :

- Cartouche thermique inadaptée : elle doit permettre un départ d'eau chaude à 60 °C minimum.
- Une défaillance intrinsèque du mitigeur est une source de passage d'eau froide dans l'eau chaude.
- Dans le cas d'un mitigeur desservant plusieurs douches (*vestiaires et sanitaires internant par exemple*), le positionnement de ce mitigeur par rapport aux points de puisage multiples est susceptible de créer un bras mort. La distance entre le mitigeur et le point de puisage le plus éloigné est alors supérieure à 8 m.
- Blocage à cause de l'entartrage.
- Lors des périodes de soutirage, l'abaissement de la température peut être significatif durant quelques minutes et le réseau n'est alors pas maintenu à 50 °C.

Remèdes :

- Vérifier les caractéristiques de la cartouche thermique et ses limites de fonctionnement.
- Contrôler la présence de clapet antiretour interne : en l'absence de clapet, la mise en place de clapet externe est préconisée.
- Supprimer le mitigeur central ou le remplacer par un mitigeur au plus près des points de puisage pour les établissements d'hébergement des personnes âgées ou des personnes handicapées. La mise en place d'une robinetterie adaptée pour limiter la température (et donc le risque de brûlure) est une solution mieux adaptée.

19. Note d'information n° DGCS/SPA/DGS/EA4/2019/38 du 15 février 2019 relative à la prévention du risque de brûlure par eau chaude sanitaire et du risque de légionellose dans les établissements d'hébergement pour personnes âgées ou pour personnes handicapées — Annexe II.

- Mettre en place d'une dérivation de l'eau chaude provenant de la production sur le départ de l'eau mitigée distribuée.
- Déplacer le mitigeur pour réduire la distance, qui doit être inférieure à 8 m, entre le point de puisage et l'organe ou revoir le tracé de distribution avec la mise en place d'une robinetterie adaptée intégrant un mitigeur thermostatique.
- Le raccordement de la voie dédiée à l'eau « froide » doit correspondre au mélange « eau froide + eau bouclée » afin de limiter les abaissements brusques de température. La partie déviée du retour de boucle vers le mitigeur doit être équipée d'une vanne d'équilibrage statique.
- Régler la température du ballon afin que la température de l'eau mitigée soit de 55 °C minimum.

- Réduire le temps de réaction du mitigeur pour qu'il soit le plus faible possible (privilégier les mitigeurs à bulbe de cire plus réactifs que ceux à bilame ou mettre des mitigeurs électroniques).

NOTA 1 : la pose d'un thermomètre sur l'eau mitigée est recommandée afin de contrôler régulièrement la température de l'ECS distribuée.

NOTA 2 : lorsque le mitigeage est réalisé par une vanne trois voies pilotée par une sonde de température au départ de la distribution, un point de vigilance doit être signalé pour éviter l'introduction brusque d'eau froide dans le réseau (liée au temps de réaction de la vanne trois voies). Ce phénomène peut être résolu par le by-pass d'une partie du débit global de bouclage en mélange avec l'eau froide.

3.2.1.5 Réchauffeur de boucle

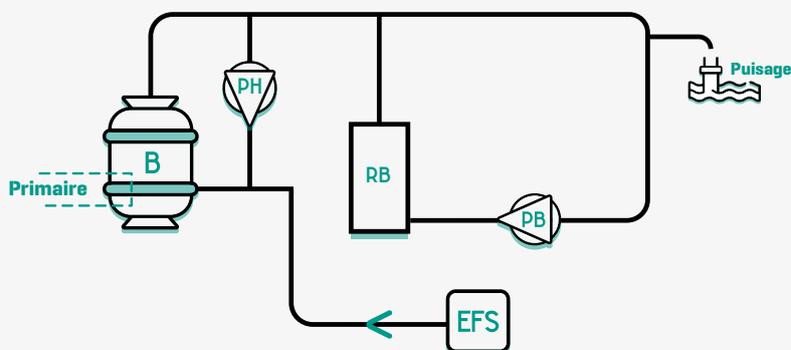
Dans l'échantillon des rapports analysés, deux cas relatifs au sous-dimensionnement du réchauffeur de boucle ont été identifiés.

Le réchauffeur de boucle doit disposer d'une Attestation de Conformité Sanitaire.

Certaines installations, notamment celles dont la production s'effectue par des ballons électriques par accumulation, sont équipées d'un réchauffeur de boucle (généralement électrique) pour compenser les pertes thermiques du bouclage.

Le dimensionnement de cet équipement exige un calcul des pertes de bouclage au plus près de la réalité du réseau. Son exécution doit également être conforme aux règles de l'art, notamment en termes de calorifuge du réseau.

Schéma 5



B : ballon - PB : pompe de bouclage - PH : pompe d'homogénéisation - RB : réchauffeur de boucle

Causes possibles de désordre :

- Le sous-dimensionnement d'un réchauffeur de boucle ne permet pas de maintenir en tous points du réseau la température de 50 °C. Les pertes thermiques ne peuvent être compensées par la puissance de la production.
- Une valeur de dureté de l'eau (TH) élevée réduit la performance de la résistance et favorise le développement de la légionelle à cause de l'entartrage (le flux thermique de l'élément chauffant doit être inférieur à 7 W/cm²).
- Le volume du réchauffeur de boucle est supérieur à 3 litres. Il est assimilé à un bras mort dès lors qu'il tombe en panne. La température de 50 °C en tous points du réseau n'est alors plus assurée. La détection d'une avarie du réchauffeur n'est pas immédiate et dépend des conditions d'exploitation.

Remèdes :

- Étudier la cohérence entre la note de calcul des pertes du bouclage et le « tel que réalisé » d'une part, et vérifier in situ la bonne exécution du calorifuge d'autre part. Une régulation proportionnelle de l'élément chauffant est préférable à une régulation « tout ou rien ».
- Contrôler la dureté de l'eau et mettre en place un adoucisseur avec le réglage d'un TH de l'ordre de 12 °f.
- Prévoir deux alarmes (report à distance et/ou voyant lumineux) dans une circulation, l'une étant une alarme température de boucle, l'autre une alarme disjonction électrique.

3.2.1.6 Régulation (consigne, contrôle et archivage)

Dans l'échantillon des rapports analysés, quelques cas ont été identifiés, mais associés à d'autres causes.

Lors des investigations, le contrôle de la régulation est essentiel afin de comprendre le comportement thermique du réseau. De manière générale, une instrumentation avec une fréquence de mesurage courte est nécessaire, car les défaillances de la régulation sont particulièrement visibles lors des pointes de puisage.

Les paramètres physiques à surveiller :

- température de départ de l'ECS ;
- température de la boucle la plus éloignée ;
- température de retour de l'ECS ;
- température en sortie de production ;
- température de mélange ECS/EFS en entrée de production (facultatif) ;
- température au niveau des points de puisage à risques selon la fréquence définie dans l'arrêté du 1^{er} février 2010⁽²⁰⁾.

Causes possibles de désordre :

- La fluctuation de la température au départ dépend, selon le mode de production, de deux causes qui peuvent être concomitantes :
 - le temps d'ouverture de la vanne trois voies est trop important,
 - les constantes de la loi de programmation sont inadaptées.
- La position de la sonde est inadaptée : l'objectif est de maintenir une valeur constante de 55 °C dans le ballon et de 50 °C en tous points du réseau. La température de consigne de départ de l'ECS est insuffisante. Cette valeur dépend également de la position de la sonde (sortie échangeur ou ballon).
- La programmation des chocs thermiques n'est pas opérationnelle pour des raisons de coût ou de sécurité.
- La position du doigt de gant doit permettre au bulbe de mesure d'être plongé dans le flux afin d'avoir une lecture fiable.

20. Annexes 1 et 2 selon la typologie des locaux figurant dans l'arrêté du 1^{er} février 2010 et annexe 3 du guide de l'eau dans les établissements de santé — DGS-DGOS — Juillet 2005.

Remèdes :

- Remplacer la vanne trois voies du réseau primaire ou adapter les paramètres de réglage. Une campagne de contrôle pour validation est nécessaire. Parfois, la présence d'une GTC permet de s'affranchir de la mise en place d'une instrumentation externe.
- Contrôler la position de la sonde de pilotage associé à la loi de régulation :
 1. À la sortie de l'échangeur du réseau primaire.
 2. Au niveau du ballon par rapport A l'arrivée d'eau froide.
 3. Au niveau de l'échangeur interne dans le ballon, selon la présence ou non d'un mitigeur.
- Prévoir des programmes permettant une élévation de la température de la boucle durant une période allant de 2 minutes à 70 °C à 60 minutes à 60 °C. Ces cycles doivent être réalisés la nuit quand le puisage est réputé le moins important. Néanmoins, il y a lieu de rappeler qu'un choc thermique sur un réseau de distribution est peu efficace et nécessite une compatibilité des matériaux et de la robinetterie située sur le parcours ⁽²¹⁾.
- Mettre en place des sondes d'enregistrement avec report d'alarme autres que les thermomètres à mercure. La fréquence de mesurage doit permettre d'apprécier le comportement de la production lors des pointes de puisage.
- Contrôler et reprendre, ou remplacer, des doigts de gants.

3.2.2 Distribution**3.2.2.1 Calorifuge**

Dans l'échantillon des rapports analysés, quelques cas ont été identifiés et associés à d'autres causes. Le défaut de calorifuge est bien souvent une cause aggravante mais non première.

Les défauts de calorifuge accentuent les pertes thermiques du réseau, avec pour conséquence une diminution de la température de bouclage en dessous des 50 °C. Le cheminement des réseaux derrière les doublages de paroi ou dans des gaines encastrées rend difficile le contrôle de la continuité de la mise en œuvre de l'isolant.



Absence de calorifuge

L'absence de calorifuge des réseaux d'ECS bouclés influe également sur la température du réseau d'EFS lorsqu'il chemine à proximité, sous dalle notamment.

Le réseau aller et retour d'ECS doit être calorifugé par une isolation dont le coefficient de perte thermique est égal à $3.3 \cdot (\text{diamètre du tube}) + 0.22$, exprimé en W/m.K, tel que défini au chapitre 4.2 du NF DTU 60.11-P1-2 d'août 2013, ce qui correspond à une isolation de classe 1.

Le coefficient de transfert thermique d'une canalisation isolée est déterminé par la formule présentée au chapitre 5.3.1 du NF DTU 60.11-P1-2 d'août 2013.

21. Guide technique « Maîtrise du risque de développement des légionelles dans les réseaux d'eau chaude sanitaire », § 2.4.1 — CSTB Édition - Réf. M04-05

Le tableau ci-dessous détermine l'épaisseur minimale de l'isolant en fonction du diamètre du tube et de la conductivité thermique de l'isolant ⁽²²⁾ :

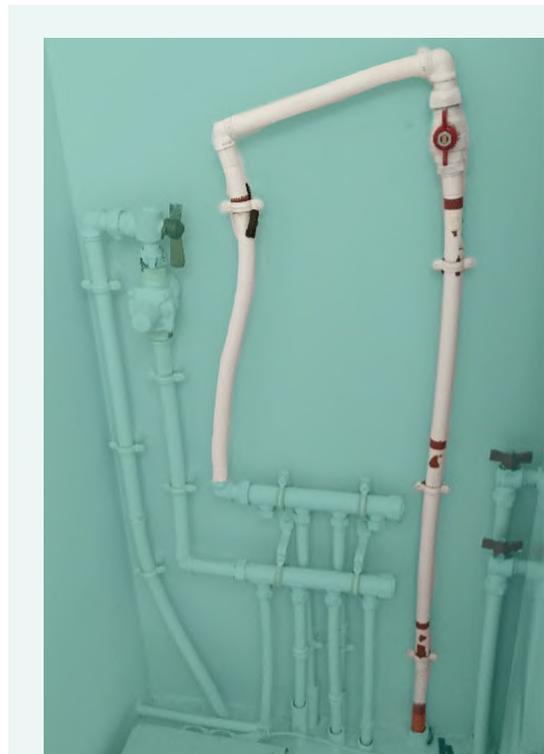
Diamètre extérieur du conduit (sans isolant) (mm)	Classe 1				
	Coefficient de perte UI (W/m.K)	Conductivité thermique λ (W/m.K)			
		0,03	0,04	0,05	0,06
10	0,25	1	3	6	11
20	0,29	5	7	11	16
30	0,32	8	12	17	23
40	0,35	10	14	20	28
60	0,42	12	18	26	37
80	0,48	14	22	31	41
100	0,55	15	23	32	44
200	0,88	19	26	35	56
300	1,21	21	29	39	50
plan	(1,17)	22	30	37	45

Figure 5 : fiche d'application - Isolation des réseaux d'eau chaude du 10/03/2008 - Éditée par l'ADEME et le CSTB en application de la RT 2005

Ce tableau met en évidence le fait que l'épaisseur de l'isolant diffère selon les diamètres pour une conductibilité thermique identique. Certains fabricants communiquent directement l'épaisseur de leur isolant en fonction de ce coefficient de transfert thermique.

Causes possibles de désordre :

- Épaisseur de l'isolant insuffisante et ne respectant pas le chapitre 4.2 du NF DTU 60.11-P1-2 d'août 2013 qui définit un isolant de classe 1.
- Discontinuité de l'isolant au niveau des points singuliers : supports, coudes, vannes, compteurs... Les jonctions entre les différentes longueurs ne sont pas jointives, l'isolant est absent au niveau des nourrices (y compris celles bouclées) situées dans les logements.



Absence de calorifuge

22. Tableau issu de la fiche d'application « Isolation des réseaux de distribution d'eau chaude » — Édition du 10/03/2008 — ADEME/CSTB/Ministère de l'Équipement des Transports et du Logement

Remèdes :

- Contrôler les épaisseurs d'isolant selon les diamètres des réseaux aller et retour et remplacer les tronçons non conformes, notamment sur le réseau aller au diamètre supérieur.
- S'assurer de la présence du calorifugeage des points singuliers, notamment dans les placards techniques situés dans les circulations.
- Se reporter au guide technique « La conception des réseaux bouclés d'eau chaude sanitaire » — COSTIC — Février 2021 (ISBN n° 978-2-36301-017-9) pour une mise en œuvre optimisée.

3.2.2.2 Équilibrage/Multibouclage (architecture réseau)

Dans l'échantillon des rapports analysés, plusieurs cas ont été identifiés. Il s'agit de la cause la plus répandue. Elle est en générale majeure, à laquelle viennent se greffer des causes secondaires.

Une boucle est composée d'une canalisation aller alimentant une antenne terminale où sont raccordés les points de puisage (dans le respect de la règle des 3 litres et 8 m) et d'une canalisation retour depuis le dernier point de puisage desservi jusqu'à la production.

Un collecteur correspond a minima à deux boucles. Le collecteur général regroupe l'ensemble des boucles de retour jusqu'à la pompe de bouclage.

L'architecture d'un réseau peut devenir complexe dès lors que le réseau regroupe plusieurs collecteurs. Il convient de limiter le nombre de boucles pour permettre un équilibrage optimal

La fonction d'une vanne d'équilibrage hydraulique est de créer une perte de charge équivalente à celle du circuit le plus défavorisé pour le débit de boucle donné.

Les tés de réglage ne constituent pas un organe d'équilibrage. Ils sont donc à proscrire sur un réseau de bouclage d'ECS.

Exemple : si la boucle la plus défavorisée a une perte de charge de 1.5 bar et la boucle où est situé l'organe de réglage une perte de charge de 0.2 bar, l'organe de réglage devra compenser une perte de charge équivalente de $1,5 - 0,2 \text{ bar} = 1,3 \text{ bar}$.

Un organe de réglage est caractérisé par son coefficient de perte de charge appelé « Kv »⁽²³⁾. Le Kvs⁽²⁴⁾ est une donnée fabricant qui permet la sélection de l'organe d'équilibrage.

Un abaque permet de déterminer la valeur du Kv ainsi que le nombre de tours correspondant à l'ouverture de l'orifice pour le débit et la perte de charge équivalente souhaitée sur la boucle (voir page 28).

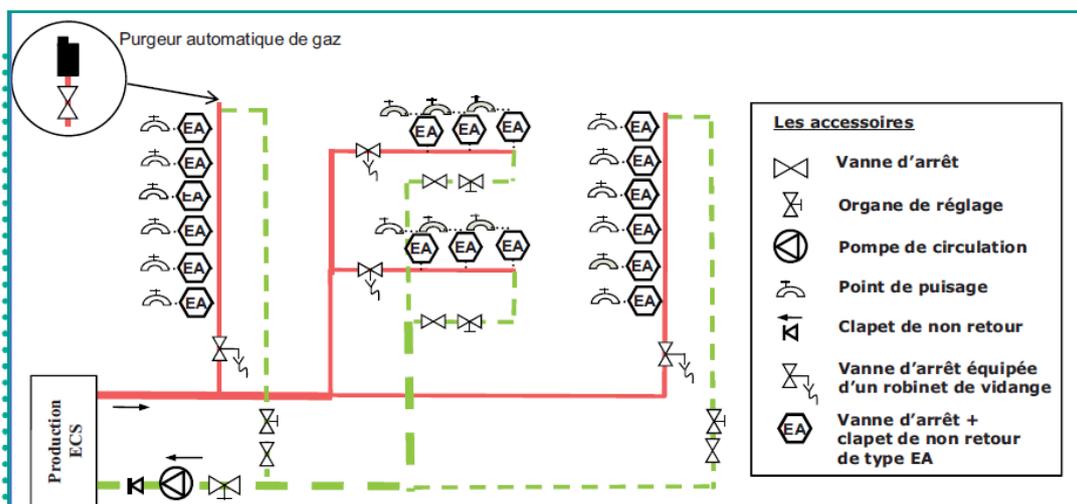


Figure 6 : schéma tiré du document « Maîtrise du risque de développement des légionelles dans les réseaux d'eau chaude sanitaire » § 3.1 – Éditions CSTB - Janvier 2012

23. Le Kv correspond au débit de la vanne (m³/h) pour une différence de pression entre l'amont et l'aval de la vanne de 1 bar.

24. Le Kvs est le débit traversant la vanne lorsque l'organe est grand ouvert.

Abaque

Une ligne droite relie les échelles de débits, Kv et pertes de charge. Elle permet d'obtenir la correspondance entre les différentes données.

Détermination de la position de réglage en fonction d'un débit et d'une perte de charge donnés.

Pour avoir la position correspondant aux différentes dimensions de vannes, tracer une ligne horizontale au départ du Kv obtenu.

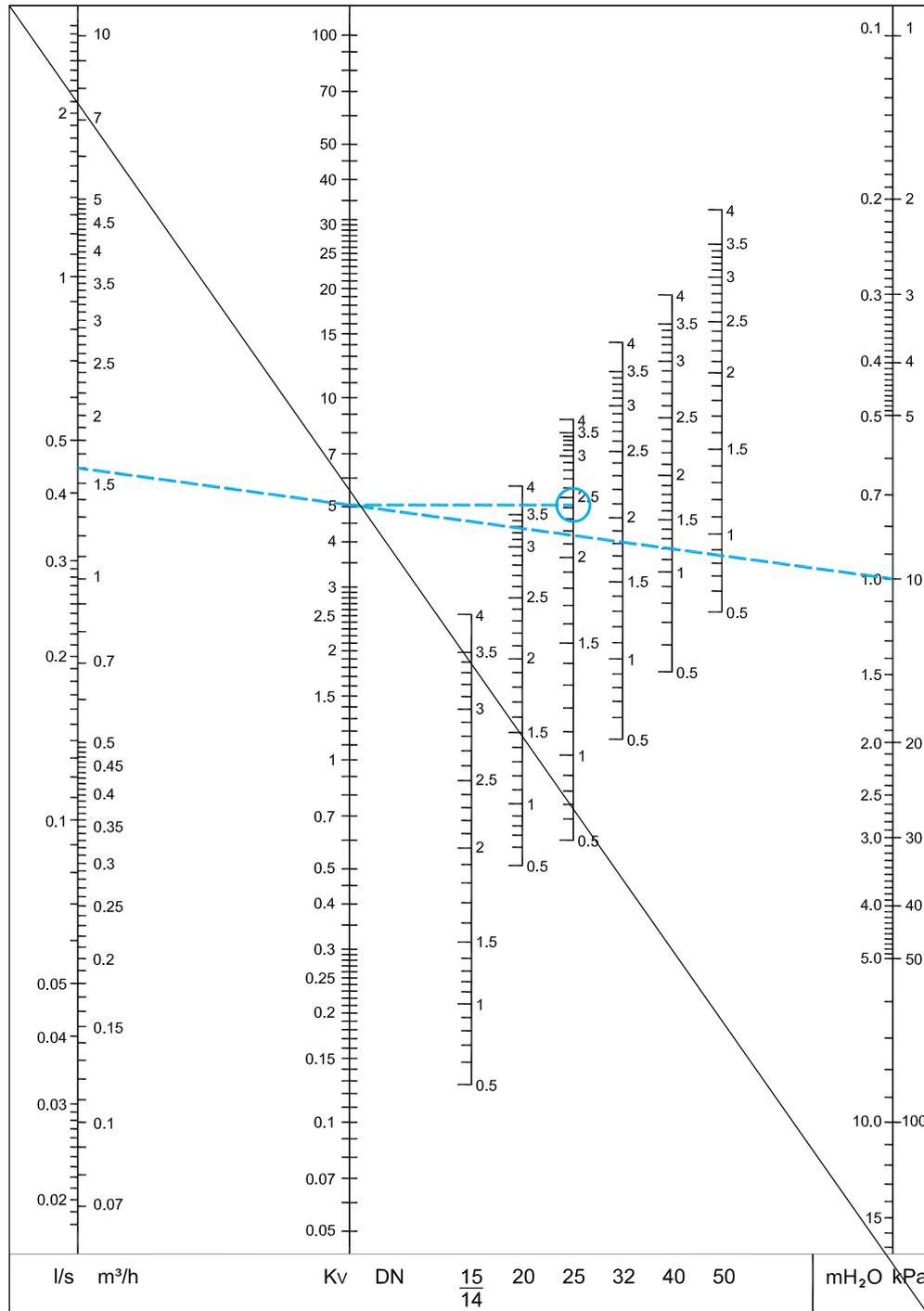


Figure 7 : documentation IMI TA - Vanne STAD

Une ligne droite est tracée entre le débit de boucle et la perte de charge équivalente de cette boucle (ligne bleue diagonale sur la figure 7). Une droite horizontale est ensuite tracée à partir du point d'intersection de la droite débit/perte de charge et la droite verticale du Kv (ligne bleue horizontale). Cette dernière permet de déterminer les valeurs de réglage à appliquer sur la vanne selon le diamètre retenu.

Cet organe d'équilibrage est positionné sur le retour de boucle, au plus près du piquage sur le collecteur de boucle, tout en respectant les recommandations de montage fournies par le fabricant. Il doit disposer d'une Attestation de Conformité Sanitaire.

Pour mémoire, le débit d'une boucle est calculé en fonction des déperditions thermiques et de la vitesse minimale à respecter dans la canalisation.

Le diamètre de passage au réglage sélectionné doit être vérifié à partir des données constructeur afin de respecter l'ouverture minimale de 1 mm⁽²⁵⁾.

Sur un retour de boucle où se situe l'organe d'équilibrage, il est facile de déterminer les valeurs maximales et minimales de débit (et donc de vitesse) à obtenir en l'absence de puisage et de contrôler les températures aller et retour de boucle. Une étude de cohérence est donc possible entre les valeurs mesurées in situ et la note de calcul⁽²⁶⁾.

Causes possibles de désordre :

- Entartrage de l'organe d'équilibrage.
- Ouverture de la vanne inférieure à 1 mm.
- Débit de boucles et perte de charge non conformes à la note de calcul. La vitesse dans la boucle doit être comprise entre 0,2 et 0,5 m/s.

Remèdes :

- Remplacer les organes d'équilibrage et mettre en place un système d'adoucissement d'eau.
- Contrôler la sélection des organes d'équilibrage à partir du rapport d'équilibrage⁽²⁷⁾ afin de vérifier la cohérence entre la note de calcul, le « tel que réalisé » et les données du fabricant.
- Reprendre la note de calcul à partir d'un relevé exhaustif de l'existant.

25. DTU 60.11-P1-2, § 4.2 et § 5.4.10 — Août 2013

26. Ce type de contrôle s'opère la nuit où les puisages sont nuls ou très faibles, ce qui limite les perturbations.

27. Exigence définie dans § 8.5 du NF DTU 60.1 – P1.1.1

28. Clapets de non-retour antipollution contrôlables selon la norme EN 1717 « Protection contre la pollution de l'eau potable dans les réseaux intérieurs et exigences générales des dispositifs de protection contre la pollution par retour ».

NOTA 1 : entre 2005 et 2013, les recommandations appliquées étaient de boucler au plus près des points de puisage, ce qui entraînait une multitude de boucles. Chaque antenne terminale bouclée était dépourvue d'organe d'équilibrage et positionnée sur le collecteur. Les déséquilibres hydrauliques étaient évidents et provoquaient une chute des températures dans certaines boucles et/ou un développement de biofilm du fait de la diminution de vitesse. Il est rappelé que le 4.3 du NF DTU 60.11 d'août 2013 proscrit un bouclage par point de puisage.

NOTA 2 : cas des organes d'équilibrage thermostatiques

Certains réseaux sont équipés d'organes d'équilibrage thermostatiques. Le débit de la boucle se réduit dès lors que la température réglée est atteinte. La vitesse peut passer sous le seuil des 0.2 m/s, ce qui ne respecte pas le NF DTU 60.11. L'organe peut également se fermer complètement, ce qui n'est pas conforme à l'ouverture minimale de 1 mm définie dans le NF DTU 60.11. En outre, ce type d'organe crée des perturbations dès lors que les boucles sont indifféremment sollicitées. Sur le terrain, il est constaté que ces organes d'équilibrage sont réglés de façon à les maintenir en ouverture maximale. Le réseau n'est donc pas équilibré.

NOTA 3 : Les vannes d'équilibrage dynamique adaptent le débit à la pression différentielle. Elles respectent les exigences du NF DTU 60.11. Le contrôle des débits de boucles nécessitent un débit mètre à ultrason.

3.2.2.3 Clapet EA antipollution

Dans l'échantillon des rapports analysés, deux cas ont été identifiés, et associés à d'autres causes principales de désordre. Les dysfonctionnements des clapets anti-retour sont généralement des causes aggravantes de désordres ayant pour origine d'autres causes premières (ex : défaut d'équilibrage).

Le clapet antipollution doit disposer d'une Attestation de Conformité Sanitaire.

Les canalisations aller d'eau sanitaire alimentant les points de puisage sont équipées de clapets EA⁽²⁸⁾ afin d'éviter tout retour d'eau froide dans l'eau chaude et vice-versa.

Les règles de conception de ces organes doivent être conformes à l'EN 1717 relative à la protection contre la pollution de l'eau dans les réseaux intérieurs et aux exigences générales des dispositifs de protection contre la pollution par retour de mars 2001.

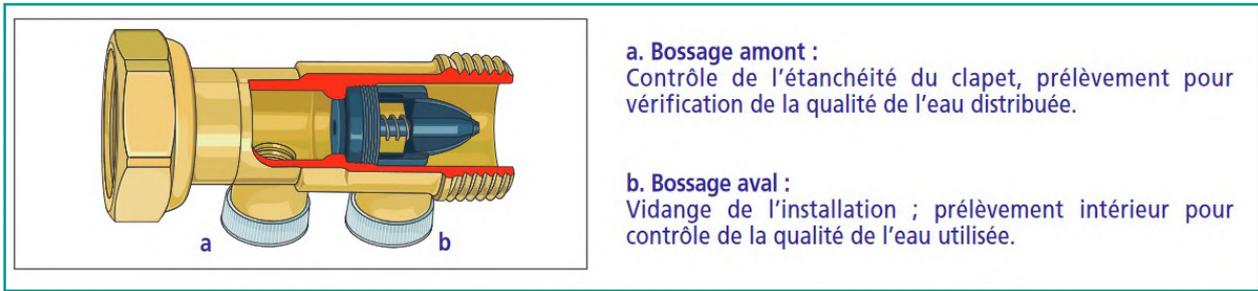


Figure 8 : documentation SOCLA

Dans l'échantillon des rapports analysés, aucune prolifération de la légionelle n'a été attribuée à la défaillance d'un clapet antiretour EA.

Cependant, il convient de rappeler quelques points de vigilance.

Le colmatage par des éléments extérieurs ou l'entartrage peuvent être à l'origine d'obstruction à la fermeture du clapet interne, favorisant les by-pass d'eau froide dans l'eau chaude.

Inversement, lorsque la pression d'eau froide diminue, l'eau chaude peut passer dans le réseau d'eau froide et le réchauffer.

Un contrôle régulier peut s'avérer pertinent, notamment si le TH est élevé.

3.2.2.4 Robinetterie

Dans l'échantillon des rapports analysés, quelques cas ont été identifiés, et associés à d'autres causes principales de désordre. Les dysfonctionnements des robinetteries sont généralement des causes aggravantes de désordres ayant pour origine d'autres causes premières (ex : défaut d'équilibrage).

La majeure partie des réseaux n'est pas équipée de clapets EA au niveau de chaque antenne terminale alimentant les différents points de puisage.

Certains mitigeurs sont toutefois équipés de clapets antiretour comme ci-dessous :

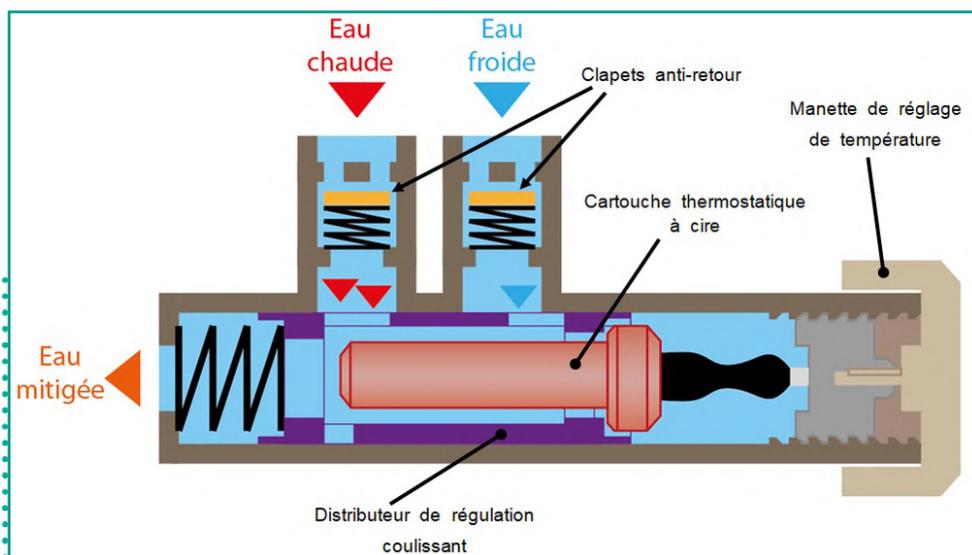


Figure 9 : schéma de principe générique d'un mitigeur <https://www.nouvenergie.fr>

Causes possibles de désordre :

- Les clapets antiretour intégrés à la robinetterie sont fragiles et peuvent être le siège d'encrassement ou d'entartrage, ce qui génère un passage de l'eau froide dans l'eau chaude et perturbe la boucle complète.
- Une différence de pression significative entre l'eau froide et l'eau chaude favorise le passage d'un côté vers l'autre en perturbant les conditions de température de chaque réseau (température inférieure à 50 °C pour le réseau d'ECS et supérieure à 25 °C pour le réseau d'EFS).

Remède :

- Remplacer les robinetteries ou mettre en place des clapets antiretour de type EA sur les arrivées d'EFS et d'ECS. La mise en place de clapets EA entraîne des pertes de charge supplémentaires qu'il convient d'intégrer dans la note de calcul. Afin d'assurer la bonne tenue de la robinetterie et sa compatibilité avec une désinfection chimique ou un choc thermique, il y a lieu de se reporter au classement ECAU-M⁽²⁹⁾.

NOTA : les robinetteries terminales peuvent être équipées de brise-jets qui favorisent l'accumulation de dépôts propices à la prolifération de la légionelle. Leur nettoyage régulier est nécessaire.

3.3 Réseau d'eau froide sanitaire (EFS)

3.3.1 Arrivée d'eau froide

Dans l'échantillon des rapports analysés, quelques cas de désordre ont été identifiés.

Causes possibles de désordre :

- Les réseaux d'alimentation en eau froide dans les chaufferies sont rarement isolés alors que la température d'ambiance dépasse régulièrement 25 °C.
- Une eau stagnante dans une tuyauterie a donc tendance à voir sa température augmenter plus ou moins rapidement en fonction de l'écart entre la température de l'ambiance et la température de l'eau distribuée.
- Depuis quelques années, il est remarqué que la température d'eau à l'entrée des bâtiments est particulièrement élevée et peut atteindre des valeurs avoisinant 20 °C ou plus.
- Le parcours en chaufferie d'une tuyauterie non isolée est donc propice au développement de la légionelle.

Remèdes :

- Mettre en place un calorifuge pour ralentir les échanges thermiques avec l'ambiance durant les périodes hors soutirage.
- Selon la destination des locaux où l'occupation est intermittente (par exemple : gymnase), il est opportun de prévoir un soutirage de quelques minutes pour « vider » la canalisation.

3.3.2 Cheminement

Le passage des réseaux d'EFS en dalle à proximité des réseaux de chauffage ou/et des bouclages d'ECS contribue au développement de la légionelle dans les réseaux d'EFS.

Il n'est pas rare qu'au point de puisage, lors du premier jet, la température de l'eau atteigne 30 °C.

Causes possibles de désordre :

- Les réseaux de chauffage (ou bouclage d'ECS) en dalle, qu'ils soient isolés ou non, agissent comme un plancher chauffant permanent. Le calorifuge sert uniquement de retardateur. Les réseaux d'eau froide cheminant à proximité sont donc réchauffés par leur environnement thermique. La vitesse de réchauffage dépend de sa position par rapport au tronçon le plus chaud et des soutirages.
- Le passage des réseaux dans des gaines techniques ou des combles non isolés.

Remède :

- Dévoyer les réseaux d'eau froide s'avère nécessaire avec un parcours dans une ambiance moins chaude. Ces tronçons seront calorifugés. Dans certains cas, un cheminement extérieur nécessitera la mise en place d'un traceur électrique autorégulé pour éviter le gel de la canalisation en période hivernale.

3.3.3 Passage d'eau chaude dans l'eau froide au niveau des boucles terminales dépourvues de clapet antiretour ou clapet défaillant dans la robinetterie interne :

Le remède consiste à mettre en place un clapet antiretour sur la canalisation d'eau froide d'alimentation du point de puisage.

3.4 Exploitation

À la réception des installations d'ECS, une information liée au risque de légionelles et aux conditions de surveillance devrait être fournie au personnel technique. La méconnaissance des risques et des paramètres à surveiller est une source potentielle de désordre entraînant la prolifération de la légionelle dans les réseaux d'eau chaude sanitaire.

La maintenance des réseaux d'eau chaude sanitaire doit intégrer la production et la distribution, y compris les organes d'équilibrage⁽³⁰⁾.

Les gammes de maintenance sont imprécises quant au suivi des réseaux d'eau chaude sanitaire. La traçabilité des

contrôles est peu rigoureuse et soumise à la position inadéquate des sondes et à l'imprécision des équipements de contrôle comme les thermomètres à mercure.

En outre, les relevés manuels de température sont rarement exécutés durant les fortes périodes de soutirage quand le risque est le plus critique. L'indication de la date et de l'heure des relevés est une nécessité pour permettre d'appréhender le comportement du réseau.

La maintenance préventive des équipements doit respecter les consignes et recommandations fournies par les fabricants dans les documentations correspondantes.

Liste⁽³¹⁾ non exhaustive des gammes de maintenance à effectuer :

Fréquence indicative des actions	Quotidienne	Hebdomadaire	Mensuelle	Trimestrielle	Semestrielle	Annuelle
Chasse en point bas des ballons		1				
Vidange, nettoyage et désinfection des ballons						1*
*Selon la circulaire du 21/10/2010 (Réf. 2010-448)						
Contrôle fonctionnement pompe bouclage			1			
Contrôle fonctionnement pompe de charge			1			
Contrôle de l'état des canalisations (fuite, corrosion externe)				1		
Contrôle des dispositifs antiretour					1	
Contrôle des dispositifs d'équilibrage (débit)						1
Contrôle des manchettes témoins						1
Contrôles des anodes sacrificielles						1
Contrôle étanchéité des échangeurs				1		
Contrôle disconnecteur						1
Contrôle mitigeur collectif						1
Contrôle filtre entrée eau froide			1			

30. Guide technique « Maîtrise du risque de développement des légionelles dans les réseaux d'eau chaude sanitaire », § 6.4 – Éditions CSTB – M04-05
 31. Inspirée de « Maîtrise du risque de développement des légionelles dans les réseaux d'eau chaude sanitaire » – Éditions CSTB, du Guide technique « L'eau dans les établissements de santé » - Juillet 2005 et du « Guide de gestion du risque lié aux légionelles en EHPAD » – ARS Rhône-Alpes – Octobre 2014

Fréquence indicative des actions	Quotidienne	Hebdomadaire	Mensuelle	Trimestrielle	Semestrielle	Annuelle
Contrôle et nettoyage des points de puisage (mousseurs)						1
Manœuvre des systèmes de dégazeurs				1		
Vidange, nettoyage et désinfection des ballons						1
Rinçage des by-pass (mitigeurs, pompes...)						1
Relevé des consommations d'eau				1		
Relevé température départ (chaufferie)	1					
Relevé température retour (chaufferie)	1					
Relevé température production (chaufferie)	1					
Relevé température eau froide (chaufferie)		1				
Relevé température boucle la plus éloignée			1			
Mesure de TH				1		
Nettoyage et désinfection bac à sels de l'adoucisseur				1		
Suivi du traitement au chlore		1				
Vérification des taux de traitement			1			

Les périodicités sont données à titre indicatif et doivent être adaptées en fonction des caractéristiques des réseaux et de la destination des bâtiments.

Une analyse de recherche de légionelles doit être réalisée par l'établissement. La fréquence de cette analyse dépend de la destination de l'établissement comme défini dans les annexes 1 et 2 de l'arrêté du 1^{er} février 2010 (Réf. SASP1002960A).

En outre, il convient de se reporter aux points de surveillance à opérer décrits au chapitre 3 de l'annexe intitulée « Guide d'information pour les gestionnaires d'établissement recevant du public concernant la mise en œuvre des dispositions de l'arrêté du 1^{er} février 2010 relatif à la surveillance des légionelles dans les réseaux d'eau chaude sanitaire collectifs » de la circulaire n° DGS/EA4/2010/448 du 21 décembre 2010.

Par ailleurs, la circulaire du 22 avril 2002 précise les conditions de surveillance et de maintenance pour les réseaux d'ECS dans les établissements de santé.

3.5 Traitement curatifs⁽³²⁾

La présence de légionelles dans un réseau d'eau chaude découverte après une analyse nécessite la mise en place d'un traitement pour éradiquer la bactérie.

Le guide « Maîtrise du risque de développement des légionelles dans les réseaux d'eau chaude sanitaire » (CSTB – Éditions ARS Pays de la Loire – Janvier 2012) donne les recommandations d'usage. Après la décontamination, une nouvelle analyse doit être réalisée afin de s'assurer de l'efficacité du traitement exécuté.

3.5.1 Traitement chimique

Un traitement chimique, au chlore par exemple, nécessite de vérifier la compatibilité des matériaux (nature des tubes, organes d'équilibrage, clapets, vannes, robinetterie...) avec les produits chimiques employés.

Les fabricants devraient préciser le domaine d'emploi de leurs produits afin d'assurer la faisabilité du procédé choisi.

3.5.2 Choc thermique

Il consiste à monter en température le ballon de stockage et à faire circuler une eau à 70 °C dans tout le réseau durant 30 minutes⁽³³⁾.

La mise en œuvre d'un choc thermique pour un réseau de distribution est complexe et nécessite un protocole précis où tous les points de puisage doivent être ouverts. Le prestataire doit s'assurer qu'une température d'eau à 70 °C est compatible avec les différents matériaux des organes situés sur le parcours.

L'expérience révèle que ce type de traitement est peu efficace, car les conditions de mise en œuvre sont complexes puisqu'un accès à tous les points de puisage sur une même durée est nécessaire.

32. Se référer au « Réseaux d'eau destinée à la consommation humaine à l'intérieur des bâtiments » — CSTB Édition — Partie 2 : Guide technique de maintenance pour les protocoles (pages 83 et 85).

33. Cf. circulaire du 22 avril 2002

4. LES BONNES PRATIQUES

Les bonnes pratiques à mettre en œuvre visent à réduire les 4 causes principales de prolifération de la légionelle identifiées en page 13 et rappelées ci-dessous :

1. limiter les bras morts où l'eau est stagnante ;
2. maintenir la température du réseau à 50 °C ;
3. limiter le développement du biofilm ;
4. éviter la précipitation de tartre.

4.1 Phase CONCEPTION

- Séparer le cheminement des réseaux d'EFS et d'ECS bouclés en dalle.
- Préconiser le calorifuge des réseaux d'eau froide y compris en dehors des locaux susceptibles d'avoir une température ambiante élevée (cf. chapitre 4.5.1. de la NF DTU 60.1-P1.1.1. de décembre 2012).
- Rappel : le calorifuge des réseaux d'eau chaude est préconisé par le chapitre 4.5.2. de la NF DTU 60.1-P1.1.1. de décembre 2012 et le chapitre 4.2 du NF DTU 60.11P1-2 d'août 2013.
- Contrôler que la distance entre le point de distribution, situé dans la gaine technique, et le point de puisage le plus éloigné est bien inférieure à 8 m et vérifier que le volume est inférieur à 3 litres.
- Privilégier une distribution avec la boucle la plus courte possible.
- Établir un synoptique du réseau associé à une note de calcul détaillée, comprenant les vannes d'équilibrage hydraulique.
- Privilégier une distribution horizontale (Cf. Guide technique « La conception des réseaux bouclés d'eau chaude sanitaire » — COSTIC — Février 2021)
- Veiller à préciser les exigences du § 6.4.3. de la NF DTU 60.1 quant à la mise en place de systèmes de dégazage par la mise en place de purgeurs d'air au point haut et de séparateurs d'air en sortie de production ECS.

4.2 Phase EXÉCUTION ⁽³⁴⁾ ⁽³⁵⁾

- Apporter un soin particulier au calorifuge des points singuliers.
- Établir un rapport d'équilibrage.
- Contrôler la cohérence entre la note de calcul et le « tel que réalisé ».
- Apporter un soin particulier au positionnement des sondes de régulation et de surveillance (enregistrement).
- Remettre une fiche de paramétrage précise.

4.3 Phase EXPLOITATION

- Mettre en place un cahier de suivi des paramètres physiques.
- Proposer des enregistrements avec report d'alarme.
- Prévoir des purges complètes des ballons et des réseaux pour les périodes d'inoccupation prolongées (supérieures à 6 semaines ⁽³⁶⁾).

4.4 USAGERS

Les occupants des bâtiments résidentiels sont peu sensibilisés au risque de légionelles.

- Des gestes simples peuvent limiter l'exposition aux légionelles :
 - Faire couler l'eau froide et l'eau chaude des points de puisage peu utilisés au moins une fois par semaine.
 - Faire couler l'eau froide et l'eau chaude de chaque point de puisage, notamment la douche, avant utilisation après une absence prolongée.
 - Procéder régulièrement au détartrage et à la désinfection des embouts de robinetterie (brise-jets, pommeau de douche...).
 - Contrôler fréquemment la température à l'évier. Elle doit être comprise entre 50 °C et 60 °C.

34. Recommandations disponibles sur le site SANTÉ PUBLIQUE FRANCE

35. <https://solidarites-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/eaux/article/legionellose>

36. Recommandations émises dans la circulaire du 21/10/2020 (Réf. 2010-448)

5. AXES D'AMÉLIORATION



Surveiller les caractéristiques de l'eau : une eau agressive favorise la corrosion des réseaux et donc le développement du bio-film dans les cavités créées par les produits de corrosion.



Porter une attention particulière au matériau utilisé : connaître son comportement à des températures élevées et au traitement chimique possible. Une dégradation dans le temps des structures moléculaires sous l'effet chimique ou thermique (température supérieure à 60 °C) n'est pas à exclure. Des études sont en cours.



Limiter le passage en dalle des réseaux d'eau froide à proximité des réseaux d'ECS et de chauffage. Le transfert de chaleur par conduction facilite le réchauffage de l'eau dans un réseau où le puisage est faible. Le calorifuge agit comme un retardateur dans l'équilibre thermique, mais n'évite pas le risque notamment pour des réseaux peu sollicités.



Développer le contrôle des températures en production, au stockage et aux points les plus éloignés.

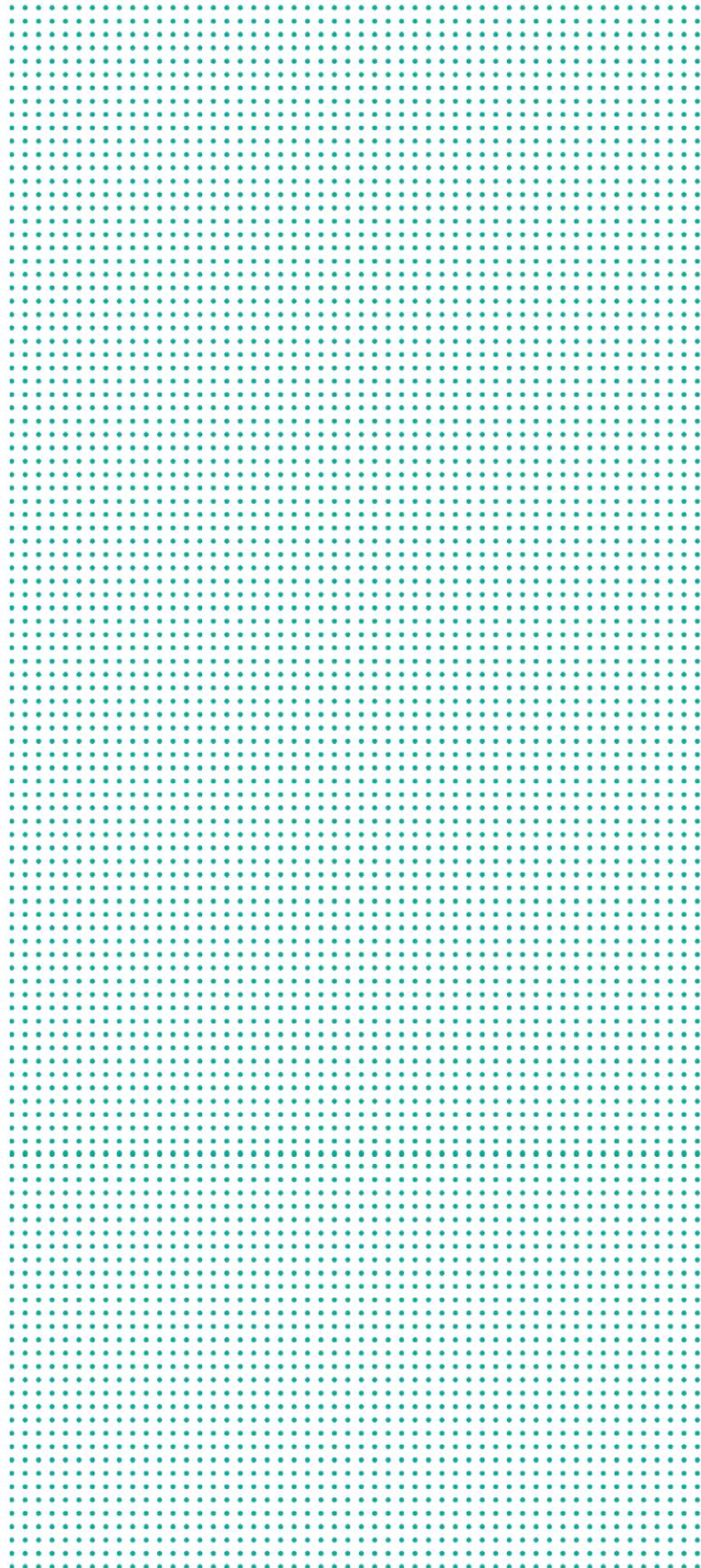
6. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

La production d'eau chaude sanitaire centralisée exige une distribution maîtrisée. Le choix d'une conception favorisant la boucle la plus courte possible se heurte aux pertes thermiques importantes souvent incompatibles avec les exigences de réduction de la consommation d'énergie.

Le réseau d'eau froide cheminant à l'intérieur d'un bâtiment se réchauffe sur son parcours, même s'il n'est pas en contact avec un réseau chaud. La température de distribution doit être inférieure à 25 °C, mais en période estivale, cette température peut être facilement atteinte au point de puisage de l'usager. L'exigence d'un calorifuge couplé à une réflexion sur le cheminement du réseau d'eau froide doit être abordée afin d'évaluer le risque de prolifération de la légionelle. La mise en place de traitement chimique ou de refroidissement de cette eau avant sa distribution aux différents points de puisage n'est pas à exclure.

La conception et l'exécution d'un réseau d'eau chaude sanitaire bouclé doivent également prendre en compte les conditions de maintenance. Ces dernières doivent être réalisables avec des gammes de maintenance contrôlables.

Enfin, le risque de légionelles peut être réduit dès lors que les conditions de surveillance par des enregistrements de température aux points délicats sont tracées et alarmées.



ANNEXE : TEXTES RÉGLEMENTAIRES ET RECOMMANDATIONS

TEXTES RÉGLEMENTAIRES (ARRÊTÉ DÉCRET, DTU, CODE DE LA SANTÉ PUBLIQUE) :

- Arrêté du 29/05/97 relatif aux matériaux et objets utilisés dans les installations fixes de production, de traitement et de distribution d'eau destinée à la consommation humaine.
- Circulaire DGS/SD7A/SD5C/DHOS/E4 n° 2002/243 du 22 avril 2002 relative à la prévention du risque lié aux légionelles dans les établissements de santé.
- Circulaire DGS/SD7A/DHOS/E4 n° 2005-286 du 20 juin 2005 relative au référentiel d'inspection des mesures de prévention des risques liés aux légionelles dans les établissements de santé.
- Circulaire DHOS/E4/DGS/SD7A N° 2005-417 du 09 septembre 2005 relative au guide technique sur l'eau dans les établissements de santé.
- Circulaire DGS/SD7A-DHOS/E4-DGAS/SD2 N° 2005-493 du 28 octobre 2005 relative à la prévention du risque lié aux légionelles dans les établissements sociaux et médico-sociaux d'hébergement pour personnes âgées.
- Arrêté du 30 novembre 2005 modifiant l'arrêté du 23 juin 1978 relatif aux installations fixes destinées au chauffage et à l'alimentation en eau chaude sanitaire des bâtiments d'habitation, des locaux de travail ou des locaux recevant du public.
- Annexe technique relative à la mise en œuvre de l'arrêté du 30 novembre 2005 modifiant l'arrêté du 23 juin 1978 relatif aux installations fixes destinées au chauffage et à l'alimentation en eau chaude sanitaire des bâtiments d'habitation, des locaux de travail ou des locaux recevant du public.
- Arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R. 1321-2, R. 1321-3, R1321-7 et R1321-38 du Code de la santé publique.
- Circulaire interministérielle n° DGS/SD7A/DSC/DGUHC/DGE/DPPR/126 du 3 avril 2007 relative à la mise en œuvre de l'arrêté du 30 novembre 2005 modifiant l'arrêté du 23 juin 1978 relatif aux installations fixes destinées au chauffage et à l'alimentation en eau chaude sanitaire des bâtiments d'habitation, des locaux de travail ou des locaux recevant du public.
- Arrêté du 1^{er} février 2010 relatif à la surveillance des légionelles dans les installations de production, de

stockage et de distribution d'eau chaude sanitaire.

- Circulaire n° DGS/EA4/2010/448 du 21 décembre 2010 relative aux missions des Agences régionales de santé dans la mise en œuvre de l'arrêté du 1^{er} février 2010 relatif à la surveillance des légionelles dans les installations de production, de stockage et de distribution d'eau chaude sanitaire.
- Note d'information n° DGCS/SPA/DGS/EA4/2019/38 du 15 février 2019 relative à la prévention du risque de brûlure par eau chaude sanitaire et du risque de légionellose dans les établissements d'hébergement pour personnes âgées ou pour personnes handicapées.
- Article R1321-55 du Code de la santé publique :

« Les installations de distribution d'eau mentionnées à l'article R. 1321-43 doivent être conçues, réalisées et entretenues de manière à empêcher l'introduction ou l'accumulation de micro-organismes, de parasites ou de substances constituant un danger potentiel pour la santé des personnes ou susceptibles d'être à l'origine d'une dégradation de la qualité de l'eau destinée à la consommation humaine distribuée, telle qu'il ne soit plus satisfait aux exigences fixées aux articles R. 1321-2 et R. 1321-3.

À l'issue du traitement, l'eau distribuée ne doit pas être agressive, corrosive ou gêner la désinfection.

Ces installations doivent, dans les conditions normales d'entretien, assurer en tout point la circulation de l'eau. Elles doivent pouvoir être entièrement nettoyées, rincées, vidangées et désinfectées.

Les parties de réseau de distribution d'eau réservées à un autre usage que la consommation humaine doivent être distinguées de celles déterminées par la présente section au moyen de signes particuliers. Sur tout point de puisage accessible au public et délivrant une eau réservée à un autre usage que la consommation humaine, une information doit être apposée afin de signaler le danger encouru.

Des arrêtés des ministres chargés de la santé et de la construction, pris après avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail, définissent :

1° Les modalités techniques d'application des dispositions du présent article ainsi que les délais éventuellement nécessaires pour mettre en conformité les installations existantes ;

2° Les règles d'hygiène particulières, applicables aux puits, aux fontaines et aux sources accessibles au public, ainsi que celles

concernant les citernes et baches utilisées temporairement pour mettre à disposition des usagers des eaux destinées à la consommation humaine. »

- Article R1321-57 du Code de la santé publique : « La hauteur piézométrique de l'eau distribuée par les réseaux intérieurs concernés par la présente sous-section doit, en tout point de mise à disposition, être au moins égale à trois mètres, à l'heure de pointe de consommation. Cette hauteur piézométrique est exigible pour tous les réseaux ; lorsque ceux-ci desservent des immeubles de plus de six étages, des surpresseurs et des réservoirs de mise sous pression, conformes aux dispositions de l'article R. 1321-49, peuvent être mis en œuvre. »
- Arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 et R. 1321-38 du Code de la santé publique.
- Instruction DGS/E4A n° 2013-34 du 30 janvier 2013 relative au référentiel d'inspection-contrôle de la gestion des risques liés aux légionelles dans les installations d'eau des bâtiments.
- NF DTU 60.11 P1-1 d'août 2013 : Travaux de bâtiment — Règles de calcul des installations de plomberie sanitaire et d'eaux pluviales — Partie 1-1 : Réseaux d'alimentation d'eau froide et d'eau chaude sanitaire (Indice de classement : P40-202-1-1).
- NF DTU 60.11 P1-2 d'août 2013 : Travaux de bâtiment — Règles de calcul des installations de plomberie sanitaire et d'eaux pluviales — Partie 1-2 : Conception et dimensionnement des réseaux bouclés (Indice de classement : P40-202-1-2).
- NF DTU 60.1-P1.1.1 de décembre 2012 (amendement décembre 2019) : « Plomberie sanitaire pour bâtiments ».
- NF DTU. 45.2 d'avril 2018 : « Isolation thermique des circuits appareils et accessoires de - 80 °C à + 650 °C ».
- « Guide d'investigation et d'aide à la gestion » — Ministère de la Santé et des Solidarités, Direction Générale de la Santé — juillet 2005.
- Guide technique « L'eau dans les établissements de santé — Septembre 2005 (date de la circulaire DHOS/E4/DGS/SD7A n° 2005-417 du 09 septembre 2005).
- « Réseaux d'eau destinée à la consommation humaine à l'intérieur des bâtiments » — CSTB Édition — Septembre 2005 :
 - Partie 1 : Guide technique de conception et de mise en œuvre.
 - Partie 2 : Guide technique de maintenance.
- Guide technique « Maîtrise du risque de développement des légionelles dans les réseaux d'eau chaude sanitaire » — CSTB — Janvier 2012.
- Brochure « Établissements de tourisme : éléments pour la gestion du risque de prolifération de légionelles dans les réseaux d'eau » — CSTB — Juillet 2008.
- Document d'aide à la conception des installations d'eau sanitaire à l'intérieur des bâtiments — ARS Pays de Loire et CSTB — Mars 2014.
- Guide méthodologique destiné aux établissements d'hébergement pour personnes âgées dépendantes — ARS Rhône-Alpes, S.H.E.E.M.H. et EPHAD) — Octobre 2014.
- Guide RAGE « Installations d'eau chaude sanitaire » — Novembre 2014.
- Guide RAGE « Production d'eau chaude sanitaire collective centralisée solaire - Installation et mise en service » — Septembre 2015.
- Guide RAGE « Production d'eau chaude sanitaire collective centralisée solaire - Conception et dimensionnement » — Septembre 2015.
- Modèle CARNET SANITAIRE « Prévention du risque sanitaire lié à la légionelle dans les réseaux d'eau des établissements médico-sociaux » — ARS Rhône-Alpes — Janvier 2016.
- Guide technique pour la mise en œuvre des modules thermiques d'appartements — COSTIC — Avril 2016.
- Guide technique « La conception des réseaux bouclés d'eau chaude sanitaire » — COSTIC — Février 2021 (ISBN n° 978-2-36301-017-9).

GUIDES DE RECOMMANDATIONS (GUIDES PROFESSIONNELS) :

- Guide AICVF — Eau Chaude Sanitaire — février 2004.
- Dossier documentaire du CSTB « Réseaux d'eau chaude et froide sanitaire à l'intérieur des bâtiments » — Mars 2005.

DANS LA COLLECTION « FOCUS DÉSORDRES »

Retrouvez nos publications sur notre site <https://qualiteconstruction.com>.



RÉSEAUX HYDRAULIQUES PRIVATIFS INTÉRIEURS : POINTS DE VIGILANCE

Financée par l'AQC et réalisée par Eurisk, cette étude a pour objectif d'identifier les pathologies des réseaux d'eau à l'intérieur des bâtiments, et d'adopter les bonnes pratiques de la conception à la maintenance.



SOLS CARRELÉS

Commanditée par l'AQC et réalisée par Eurisk, cette étude analyse les origines des désordres affectant les revêtements de sols céramiques afin de mieux les prévenir.



BALCONS

Cofinancée par la DHUP et l'AQC et réalisée par Eurisk, cette étude dresse un état des lieux des désordres et sinistres observés sur les balcons, de la fissuration à l'effondrement. Puis elle catégorise les pathologies rencontrées afin de mener une analyse, permettant à la filière construction d'en tirer des conclusions et de prendre des dispositions.



FENÊTRES

Cofinancée par la DHUP et l'AQC et réalisée par Saretec, cette étude porte sur les pathologies les plus courantes et/ou les plus lourdes actuellement constatées sur les fenêtres et des portes-fenêtres extérieures.



CONSTRUCTION ET RÉHABILITATION EN TERRE CRUE : POINTS DE VIGILANCE



DYSFONCTIONNEMENTS ÉLECTRIQUES DES INSTALLATIONS PHOTOVOLTAÏQUES : POINTS DE VIGILANCE



ISOLANTS BIOSOURCÉS : POINTS DE VIGILANCE



COMPLEXES D'ÉTANCHÉITÉ AVEC ISOLANT : POINTS DE VIGILANCE



INSTALLATIONS GÉOTHERMIQUES BASSE TEMPÉRATURE : POINTS DE VIGILANCE

