

GUIDE TECHNIQUE

# TRAITEMENT DES EAUX

DES CIRCUITS CHAUDS ET FROIDS  
DANS LES BÂTIMENTS

« **BOUCLE THERMIQUE 0 – 110 °C** »



**SYPRODEAU**

Syndicat national des fabricants de produits chimiques  
de traitement et d'assainissement de l'eau

# TABLE DES MATIÈRES

PAGE	CHAPITRE ET TITRE
<b>4</b>	<b>PRÉFACE</b>
<b>5</b>	<b>AVANT-PROPOS</b>
<b>6</b>	<b>INTRODUCTION</b>
<b>8</b>	<b>1. LES PRINCIPAUX DÉSORDRES RENCONTRÉS</b>
<b>8</b>	<b>1.1 Les phénomènes d'entartrage</b>
<b>10</b>	<b>1.2 Les phénomènes d'embouage</b>
10	1.2.1 Les différents types de boues
10	1.2.2 Nature et origine des boues
<b>11</b>	<b>1.3 Les phénomènes de corrosion</b>
11	1.3.1 La corrosion par érosion
12	1.3.2 Les piqûres de corrosion
12	1.3.3 La corrosion galvanique
12	1.3.4 La corrosion intergranulaire
<b>13</b>	<b>1.4 Les phénomènes d'encrassement biologique</b>
13	1.4.1 Introduction : l'encrassement biologique et ses conséquences
14	1.4.2 Les bactéries sulfato-réductrices
14	1.4.3 Les levures
15	1.4.4 Les bacillus
15	1.4.5 Les ferrobactéries
15	1.4.6 Les algues
<b>16</b>	<b>2. LA PRÉVENTION DES DÉSORDRES</b>
<b>16</b>	<b>2.1 Préparation des surfaces</b>
16	2.1.1 Cas des réseaux neufs
16	2.1.2 Cas des réseaux anciens ou en rénovation
<b>16</b>	<b>2.2 Traitement préventif des eaux de remplissage</b>
17	2.2.1 Adoucissement par permutaion sodique
18	2.2.2 Décarbonatation sur résine
18	2.2.3 Déminéralisation

PAGE	CHAPITRE ET TITRE
<b>19</b>	<b>2.3 Traitement préventif de la boucle thermique</b>
19	2.3.1 Traitement anticorrosion
20	2.3.2 Inhibiteurs anodiques
21	2.3.3 Inhibiteurs cathodiques
21	2.3.4 Réducteurs d'oxygène
21	2.3.5 Inhibiteurs filmants
<b>21</b>	<b>2.4 Traitement antidépôts</b>
22	2.4.1 Les additifs antitartres
22	2.4.2 Les additifs contre l'embouage
23	2.4.3 La filtration
<b>25</b>	<b>2.5 Traitement contre les développements biologiques</b>
25	2.5.1 Produit de lutte contre les biofilms
26	2.5.2 Les bactéricides
<b>26</b>	<b>2.6 Protection contre le gel</b>
26	2.6.1 Préambule
28	2.6.2 Les antigels à base de Glycol
28	2.6.3 Les précautions d'emploi des antigels
29	2.6.4 La surveillance des réseaux conditionnés avec un antigel
<b>30</b>	<b>3. LES TRAITEMENTS CURATIFS</b>
<b>30</b>	<b>3.1 Le détartrage</b>
<b>31</b>	<b>3.2 Le désembouage</b>
<b>32</b>	<b>3.3 Le désinfection</b>
<b>32</b>	<b>3.4 Le désoxydation</b>
<b>34</b>	<b>4. SUIVI ET MAINTENANCE</b>
<b>34</b>	<b>4.1 Maintenance des équipements de traitement d'eau</b>
<b>35</b>	<b>4.2 Surveillance des qualités d'eau et des équipements de protection</b>
<b>40</b>	<b>5. GLOSSAIRE</b>
<b>47</b>	<b>ANNEXE A : RÈGLEMENTATIONS ET GUIDES TECHNIQUES</b>
<b>48</b>	<b>ANNEXE B : FICHE PRATIQUE - RELEVÉ D'INSTALLATION DE CHAUFFAGE</b>

## PRÉFACE



Les professionnels de la maintenance, de l'entretien et du dépannage savent pertinemment qu'il n'y a pas de bonne maintenance sans un traitement d'eau adapté. Il en va de la pérennité du fonctionnement des systèmes, mais également de leurs performances dans le temps.

C'est en raison de ce rôle crucial joué par le traitement de l'eau pour prévenir les désordres et corriger les dysfonctionnements que le SYNASAV a souhaité apporter son soutien au SYPRODEAU et contribuer à la réalisation de ce guide technique **« TRAITEMENT DES EAUX des circuits chauds et froids dans les bâtiments – Boucle thermique 0 – 110 °C »**.



**Patrick CARRÉ**  
Président du SYNASAV

## REMERCIEMENTS

Le Guide Technique **« Traitement des eaux des circuits chauds et froids dans les bâtiments – Boucle thermique 0 – 110 °C »** est un ouvrage publié par le SYPRODEAU – Syndicat national des fabricants de produits chimiques de traitement et d'assainissement de l'eau.

Merci aux membres experts du Groupe de travail « Efficacité énergétique » du SYPRODEAU pour leur participation active à la rédaction du livret et en particulier à Fabrice Leteneur (DIPAN FRANCE), Romain Jombart (BWT), Gilbert Brelet (EAU CONSEILS SERVICES) et Franck Ingoglia (SENTINEL PERFORMANCE SOLUTIONS).

► Retrouvez-les sur : [syprodeau.org](http://syprodeau.org)

Le SYPRODEAU ne sera pas tenu pour responsable de l'utilisation, de l'interprétation et/ou de l'application faite de cet ouvrage. Tout dommage résultant directement ou indirectement de l'utilisation du présent document sera supporté exclusivement par son utilisateur.

**Création :** AGENCE DE COMMUNICATION ET RP

**Crédits photos :** BWT, Dipan France, Sentinel Performance Solutions, SYPRODEAU, Shutterstock, SYNASAV.

**1<sup>ère</sup> édition, juillet 2020.**

## AVANT-PROPOS



La conception, la réalisation et la maintenance d'un bâtiment, quel que soit son usage, répondent à des règles strictes dans la plupart des domaines. Ces règles plus ou moins contraignantes ont pour vocation à rendre l'usage de ces bâtiments toujours plus sûr, plus pratique, plus confortable, plus économique et aujourd'hui plus respectueux de l'environnement. Les professionnels du traitement de l'eau, dont le SYPRODEAU est l'un des syndicats représentatifs, font pourtant le constat que la qualité d'eau dans les boucles thermiques reste un domaine spécifique sans norme et dont les contraintes techniques sont trop souvent ignorées à toutes les étapes du cycle de vie d'un bâtiment.

Les enjeux de confort, de pérennité et d'efficacité énergétique sont pourtant plus que jamais au cœur de l'expertise et des techniques développées par ces traiteurs d'eau. Ainsi, au sein du SYPRODEAU, un groupe de travail a été créé en 2014 afin de définir un référentiel de base, en accord avec des acteurs majeurs de la filière du génie climatique.

Si l'objectif le plus ambitieux de ce groupe de travail reste la reconnaissance de l'efficacité énergétique par le traitement de l'eau des bâtiments tertiaires et résidentiels, les nombreux contacts pris avec les acteurs de la filière ont démontré que **deux étapes préalables étaient incontournables : définir ce que devrait être le « standard » de qualité de l'eau dans les installations de chauffage et proposer un guide intégrant les solutions de traitement lorsque ce standard n'est pas atteignable ou stabilisé.**

La première de ces étapes a fait l'objet d'un guide technique SYPRODEAU, coproduit avec UNICLIMA et intitulé : **« QUALITÉ DE L'EAU des installations de chauffage dans les bâtiments tertiaires & les immeubles d'habitation »**.

La deuxième fait l'objet du présent opus intitulé : **« TRAITEMENT DES EAUX des circuits chauds et froids dans les bâtiments – Boucle thermique 0 – 110 °C »**.



**Fabrice LETENEUR**  
Président du SYPRODEAU



# INTRODUCTION

Ce guide technique SYPRODEAU TOME 2 intitulé « Traitement des eaux des circuits chauds et froids dans les bâtiments » s'adresse à l'ensemble des acteurs de la filière du bâtiment résidentiel et tertiaire, en charge de la conception, réalisation et maintenance des circuits thermiques fermés dits « boucle thermique fonctionnant entre 0 et 110 °C ».

**Il a pour objectif à la fois de délivrer les connaissances de base nécessaires à la compréhension des pathologies naturelles et normales résultant de l'utilisation de l'eau comme fluide caloporteur mais aussi et surtout de préconiser des solutions efficaces de traitement de ces pathologies.**

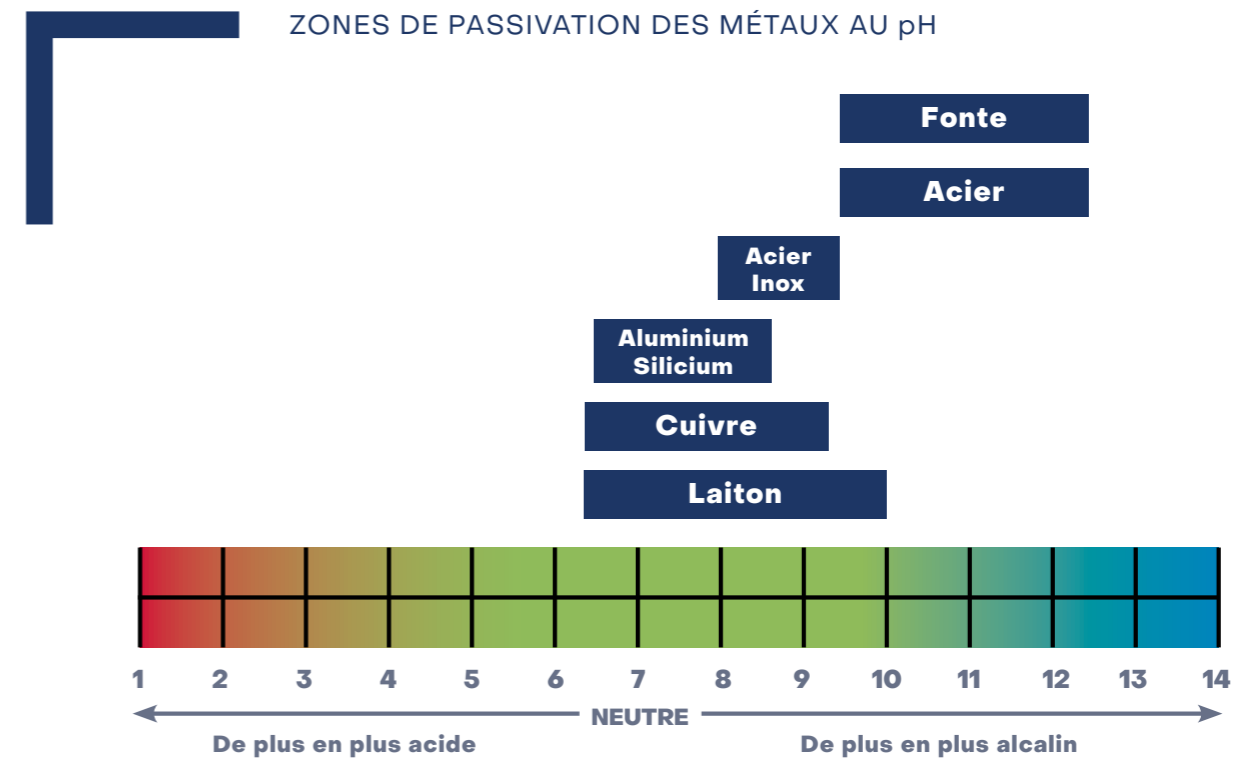
L'affirmation que « l'eau est un élément vivant » pourrait être vue comme un poncif mais il est indispensable de garder à l'esprit que des interactions physico-chimiques et microbiologiques complexes font évoluer « H<sub>2</sub>O » en permanence et que cette molécule transporte aussi efficacement les calories que les matières qui permettront aux métaux, bactéries, gaz de retourner vers leurs formes les plus « naturelles » ; des formes souvent dommageables aux circuits et à leur performance.

**Dans le TOME 1, co-réalisé avec UNICLIMA et intitulé « Qualité de l'eau des installations de chauffage dans les bâtiments tertiaires & les immeubles d'habitation », nous avons défini un référentiel des paramètres de qualité d'eau acceptable en tant que « plus petit dénominateur commun » à toutes les situations.** Rappelons ces paramètres d'eau de remplissage :

## CARACTÉRISTIQUES REQUISES POUR L'EAU D'APPOINT

Paramètres	Valeurs cibles
Durée totale (TH)	< 10 °f
Apparence de l'eau	Claire et sans dépôts
Chlorures (Cl <sup>-</sup> )	< 50 mg/l
Sulfates (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	< 50 mg/l
Conductivité	< 800 µS/cm

À ces paramètres, il faut ajouter le critère du pH qui sera également à observer avec attention. En effet, comme en témoigne le schéma ci-dessous, tous les matériaux ne réagiront pas de la même manière à cet indicateur.



Ces éléments du TOME 1 et ceux présentés dans le présent ouvrage résultent d'un savoir éprouvé de longue date.

**Dans les chapitres du TOME 2, nous aborderons différentes solutions permettant de prévenir ou de corriger des évolutions par rapport aux paramètres initiaux.** Pour certains d'entre eux, le CSTB émet des avis consultables sur son site internet.

Par opposition à ces solutions connues et reconnues, on rencontre parfois des solutions non conventionnelles qui par ailleurs n'ont pas fait la preuve de leur efficacité ou tout du moins de leur reproductibilité. C'est pourquoi ces solutions ne sont pas mentionnées dans le présent guide.

# 1 LES PRINCIPAUX DÉSORDRES RENCONTRÉS

La réalisation de boucles thermiques, que ce soit en distribution collective, privée ou publique, pour des bâtiments d'habitation individuels ou tertiaires, fait appel à des matériels très variés, tant dans leurs formes que dans leurs dimensions et dans les matériaux qui les constituent (générateurs, échangeurs, tuyauteries, organes de régulation...).

Plus qu'une action de l'eau sur un matériau, c'est le plus souvent une interaction entre une eau de composition donnée et un matériau constituant une installation donnée qui conduit, en l'absence de précautions spécifiques, aux principaux désordres suivants :

- ▶ Formation de dépôts plus ou moins homogènes, plus ou moins compacts, adhérents ou non : phénomène généralement appelé **ENTARTRAGE** ou **EMBOUAGE**.
- ▶ Détérioration des matériaux avec perte de ses caractéristiques mécaniques (rupture, fuites) et éventuelle pollution de l'eau par le ou les métaux dissous : c'est le phénomène de **CORROSION**.
- ▶ Développement d'organismes vivants indésirables : les **CONTAMINATIONS** ou **ENCRASSEMENT BIOLOGIQUES**.

Ces désordres peuvent survenir conjointement ou de manière isolée. Afin d'être solutionnés, nous pouvons faire appel, soit à des traitements de prévention, soit à des traitements curatifs lorsqu'ils sont déjà apparus.

## 1.1 Les phénomènes d'entartrage

Suivant la nature des sols qu'elle traverse, l'eau de pluie (riche en  $\text{CO}_2$ ) se charge plus ou moins en  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  et  $\text{CO}_2$  résiduel. Au cours de son trajet en surface (rivières, lacs...), l'eau s'équilibre avec l'atmosphère, reçoit des pollutions... ce qui peut modifier peu à peu ses caractéristiques initiales. Comme la solubilité des sels de calcium est « contrôlée » par la présence de bicarbonates  $\text{HCO}_3^-$ , il va de pair que le TAC d'une eau sera également caractéristique de sa dureté (à l'exception des eaux bicarbonatées sodiques).

En toute logique on peut considérer que :

- ▶ Les eaux faiblement chargées en minéraux vont conserver leur « potentiel de dissolution » vis-à-vis des matériaux avec lesquels elles seront en contact (cuves, tuyauteries...).
- ▶ Les eaux riches en sels et surtout en sels alcalino-terreux auront la possibilité de laisser déposer les moins solubles d'entre eux à l'interface solide-liquide.

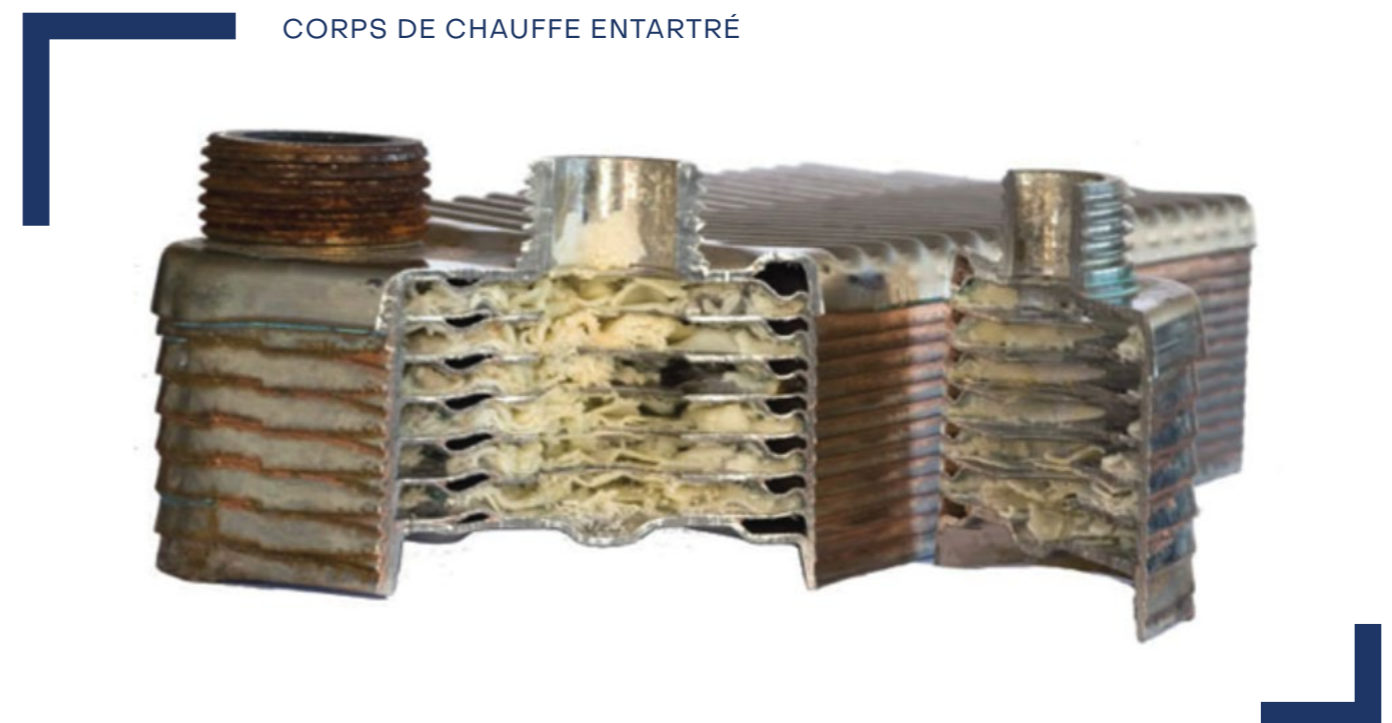
Parmi ces minéraux, le bicarbonate de calcium présente la particularité de n'exister qu'à l'état dissous. S'il précipite, c'est sous forme de carbonate de calcium, une forme très peu soluble et dont la présence dans l'eau ne peut être maintenue que s'il est équilibré par du  $\text{CO}_2$  libre.

La précipitation du carbonate de calcium dans les boucles thermiques est un phénomène récurrent dans la mesure où :

- ▶ La dureté de l'eau de remplissage favorise ce phénomène (**Cf. TOME 1 – dureté des eaux en France, p 13**).
- ▶ Les températures élevées favorisent et accélèrent la précipitation du carbonate de calcium.
- ▶ L'équilibre physico-chimique de l'eau en circulation évolue et devient favorable à la formation de carbonate de calcium : désorption du  $\text{CO}_2$  équilibrant, décomposition des bicarbonates en carbonates.

Ce phénomène s'opère en priorité sur les zones les plus chaudes de l'installation comme, par exemple, les surfaces d'échanges des générateurs. Cela peut conduire aux conséquences suivantes :

- ▶ Perte de rendement énergétique.
- ▶ Corrosion sous dépôt.
- ▶ Rupture mécanique (coups de chauffe).



## 1.2 Les phénomènes d'embouage

### 1.2.1 Les différents types de boues

Sous le terme de boues, se cachent en fait deux types de particules :

- ▶ Les particules en suspension : il s'agit de particules très fines (dimension souvent inférieure à  $10\mu\text{m}$ ), facilement entraînées par la circulation d'eau, mais susceptibles de sédimenter aux points bas des canalisations et des appareils lorsque la vitesse de l'eau tend vers une valeur nulle.
- ▶ Les particules sédimentées : il s'agit de grosses particules (dimension souvent supérieure à  $50\mu\text{m}$ ) que la vitesse de l'eau ne peut maintenir en suspension du fait de leur densité réelle, de leur taille ou encore, de particules plus fines qui ont sédimenter en l'absence prolongée de circulation et/ou qui se sont compactées et ont durci sous l'effet de la température.

### 1.2.2 Nature et origines des boues

Les particules boueuses présentes dans l'eau en circulation ont très rarement pour origine l'eau utilisée pour remplir le circuit fermé puis pour compenser les pertes normalement très faibles.

Il s'agit le plus souvent de particules ayant pris naissance soit par réaction des constituants de l'eau dans le système (calcaire dissous devenu insoluble par élévation de température par exemple) ou par suite d'interactions entre l'eau et l'installation qui la véhicule.

TUYAUTERIE GROS EMBOUÉE ET CORRODÉE



En règle générale, les boues recueillies dans les installations de génie climatique sont principalement composées de produits de corrosion du fer, sous forme d'oxydes ferreux plus ou moins noirs (formés en milieu à faible teneur en oxygène dissous, tels que la goéthite ou la magnétite), parfois d'oxydes ferriques colorés en brun rougeâtre lorsqu'ils se sont formés en milieu riche en oxygène dissous.

CIRCUIT DE CHAUFFAGE EMBOUÉ



Ces oxydes peuvent être associés à du carbonate de calcium (tartre), dans le cas d'utilisation d'eau dure, ou de matières organiques provenant des proliférations de bactéries, d'algues ou de moisissures dans les éléments du système ou règne une température modérée (25 à 45 °C).

## 1.3 Les phénomènes de corrosion

La corrosion est un phénomène naturel qui provient du fait que les métaux sont instables dans l'eau et ne demandent qu'à s'y dissoudre. Sur les boucles thermiques, de nombreux types de corrosions peuvent s'opérer mais les principales sont présentées dans cette partie du livret.

### 1.3.1 La corrosion par érosion

Corrosion de type physique qui se produit lors du passage à grande vitesse d'eau chargée de sédiments. Ces corrosions sont habituellement rencontrées sur les parties en cuivre car ce matériau « mou » y est particulièrement sensible.

CORROSION PAR ÉROSION SUR CANALISATION EN CUIVRE



### 1.3.2 Les piqûres de corrosion

La corrosion par piqûres est une forme de corrosion électrochimique localisée qui produit des trous ou des creux à la surface du métal.

**La piqûre est souvent le résultat d'une inhibition incomplète de corrosion.**

La corrosion par piqûres est également le résultat de concentrations locales excessives d'ions corrosifs. Par exemple, certaines nuances d'acier inoxydable (notamment de type 304) sont particulièrement sensibles à la corrosion par piqûres à des concentrations élevées de chlorures.

PIQÛRE DE CORROSION SUR INOX



### 1.3.3 La corrosion galvanique

Pour avoir une corrosion galvanique, il faut :

- ▶ Des métaux de nature et polarité différentes avec une différence de potentiel électrochimique de plus de 0,1 V.
- ▶ Que les deux métaux se touchent.

Typiquement les contacts acier galvanisé – cuivre peuvent être sources de corrosion galvanique.

### 1.3.4 La corrosion intergranulaire

Dans certaines conditions, les joints de grains sont le siège d'une corrosion localisée très importante alors que le reste du matériau n'est pas attaqué. L'alliage se désagrège et perd toutes ses propriétés mécaniques.

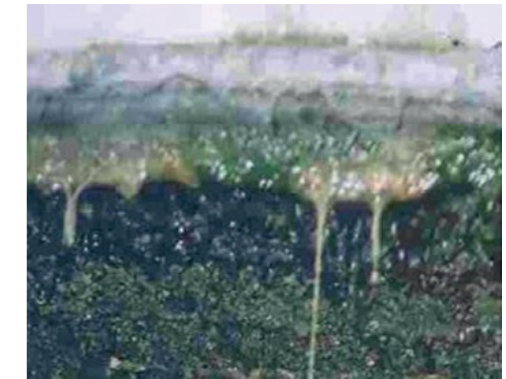
Ce type de corrosion peut être dû soit à la présence d'impuretés dans le joint, soit à l'enrichissement (ou l'appauvrissement) local en l'un des constituants.

C'est typiquement le cas dans les zones de soudure lorsque ces dernières ont été mal réalisées et ont conduit à une migration de certains constituants protecteurs depuis la ligne de soudure vers l'extérieur.

## 1.4 Les phénomènes d'encrassement biologique

### 1.4.1 Introduction : l'encrassement biologique et ses conséquences

BOUES BIOFILM DÉVELOPPÉES EN PLANCHER CHAUFFANT (EN HAUT)



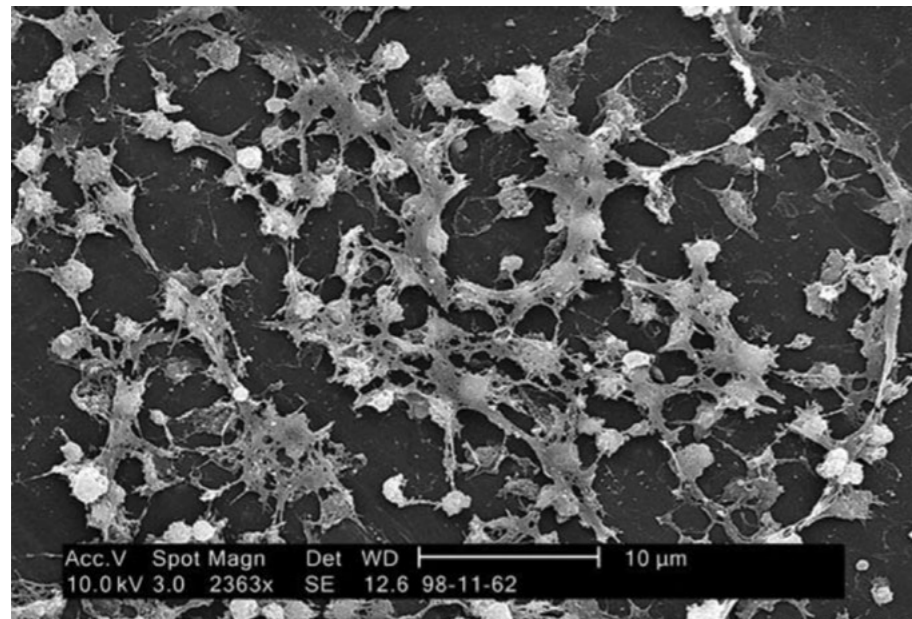
BOUES ORGANIQUES (BIOFILM) SUR UN CONDENSEUR (EN BAS)

Les phénomènes d'encrassement ayant pour origine des algues, des champignons ou des bactéries dans les circuits de chauffage sont souvent négligés ou mésestimés. Pourtant, ces contaminations biologiques engendrent des désordres qui peuvent avoir des conséquences dramatiques pour l'intégrité et l'efficacité énergétique des installations.

Ce type d'encrassement peut, dans les cas les plus courants, piéger les matières minérales en suspension et entraîner la formation de biofilms adhérant aux surfaces qui provoquent une perte de transfert de chaleur et une diminution du débit d'eau.

Les biofilms favorisent le développement de bactéries anaérobies à l'origine d'une corrosion bactérienne grave et brutale. La présence de biofilm entraîne des risques accrus de corrosion de type « **aération différentielle** » (Cf. **TOME 1 – chapitre 5.4, p 32**).

BIOFILM EN ZOOM



## 1.4.2 Les bactéries sulfato-réductrices

Les dépôts ayant une forte odeur d'œuf pourri (due à un dégagement de  $H_2S$ ) et provoquant des corrosions font penser à deux types de bactéries : le **CLOSTRIDIUM** et le **DESULFOVIBRIO DESULFURICANS**. Ce sont des germes sulfatoréducteurs, anaérobies qui se développent sous de faibles dépôts minéraux ou d'importants dépôts organiques.

Ces deux bactéries poussent dans une zone de pH s'étalant entre 5,0 et 8,0.

Toutefois le **CLOSTRIDIUM** étant sporulant, il peut s'adapter à pH 4,0 et à pH 10,0. Leur nuisance se traduit par la formation de boues et l'acidification du milieu.

## 1.4.3 Les levures

Si les dépôts sont adhérents, caoutchouteux, avec éventuellement une pigmentation et qu'ils produisent des tâches, on pensera alors à des levures, organismes aérobies. Leur zone de pH varie entre 2,0 et 7,0.

Les pH fortement alcalins leur sont nocifs.

On rencontrera les : **OOSPORA, MONILIA, TORULE, RHODORORUI, SACCHAROMYCES.**

## 1.4.4 Les bacillus

Si les dépôts ont une odeur de pourriture, s'ils sont gélatineux, filamenteux, visqueux et présentent éventuellement une pigmentation, la présence de spores à l'examen microscopique, ou révélée par une résistance à la chaleur, nous orientent vers les **BACILLUS**.

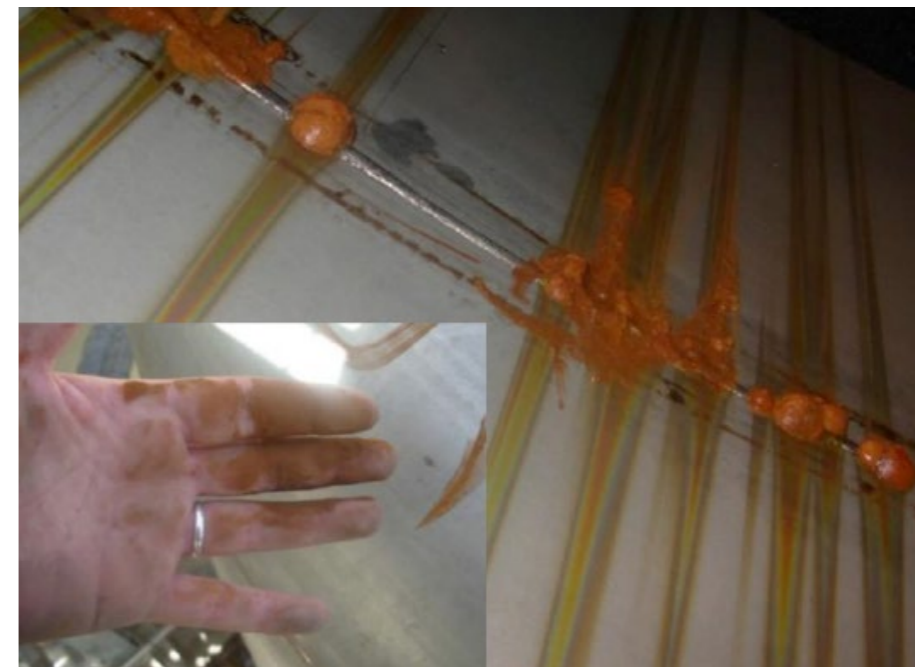
Cette bactérie est aérobie, gram positif, sporulante et sa zone de pH varie entre 5,0 et 8,2 (peut aller jusqu'à 4,2).

On rencontre les : **BACILLUS, MYCODES, B. SUBTILIS, B. CEREUS.**

## 1.4.5 Les ferrobactéries

Ces bactéries oxydent le fer ferreux en hydroxyde ferrique. On observe alors la formation de pustules poreuses brunes-rouges formant une gangue protégeant ces bactéries et créant des conditions anaérobies qui favorisent le développement des sulfato-réductrices. En pratique, les deux types de bactéries coexistent pour former des micropiles locales.

CORROSION BACTÉRIENNE SUR SOUDURE



## 1.4.6 Les algues

Les algues sont le plus couramment rencontrées sur les surfaces internes, notamment dans les systèmes basse température (exemple : planchers chauffants type PER). Des proliférations trop importantes d'algues, non seulement perturbent les échanges thermiques, mais peuvent également entraîner des corrosions sous dépôts ou encore des pertes de charge.

Il est par exemple fortement conseillé d'éviter l'exposition des tuyauteries à l'air libre et humide lors des phases de construction pour éviter toute prolifération microbologique.



## 2 LA PRÉVENTION DES DÉSORDRES

### 2.1 Préparation des surfaces

#### 2.1.1 Cas des réseaux neufs

##### PRÉPARATION DES RÉSEAUX NEUFS - LESSIVAGE PRÉALABLE

La première étape, extrêmement importante pour la suite, suppose le nettoyage impératif du réseau de chauffage à la fin des travaux et avant sa mise en service. Cette étape est cruciale à la mise en eau et pourtant elle est souvent négligée. Elle permet d'évacuer les dépôts pré-opérationnels accumulés lors de l'installation : oxydes métalliques, débris, poussières, graisses, flux de soudure, batissures.

Nous pouvons caractériser 3 opérations pour ce lessivage :

- ▶ L'injection d'un produit de nettoyage qui a pour objectif de fluidifier les dépôts et salissures issus des travaux.
- ▶ La mise en circulation pendant plusieurs heures, voire plusieurs jours, du réseau de chauffage en s'assurant d'un passage effectif dans toutes les parties du circuit.
- ▶ Le rinçage des canalisations et éléments périphériques (générateurs, émetteurs de chaleur) au maximum de débit possible de façon à entraîner et à extraire toutes les particules de copeaux, de débris, de boues, de dépôts minéraux et/ou bactériens et de matières en suspension (dites MES).

#### 2.1.2 Cas des réseaux anciens ou en rénovation

Il est important de procéder en premier lieu au relevé de l'installation à l'aide de **la fiche pratique – « Relevé de l'installation de chauffage » (Cf. Annexe B, p 48)**. Une analyse de l'eau de remplissage et de l'eau en circulation permet d'établir un diagnostic.

En fonction des paramètres relevés et des qualités d'eau, il pourra être envisagé de procéder à des opérations correctives (désembouage, remplacement d'éléments défectueux, pose d'un filtre, d'un compteur...).

### 2.2 Traitement préventif des eaux de remplissage

La qualité de l'eau de ville varie fortement selon les régions françaises. En fonction de sa composition physico chimique, il pourra être nécessaire de lui faire subir un prétraitement spécifique afin de se conformer aux exigences minimales de qualité d'eau présentées dans le tableau ci-après et d'éviter la formation de tartre et/ou de corrosions qui nuiraient au rendement thermique et à la pérennité de l'installation.

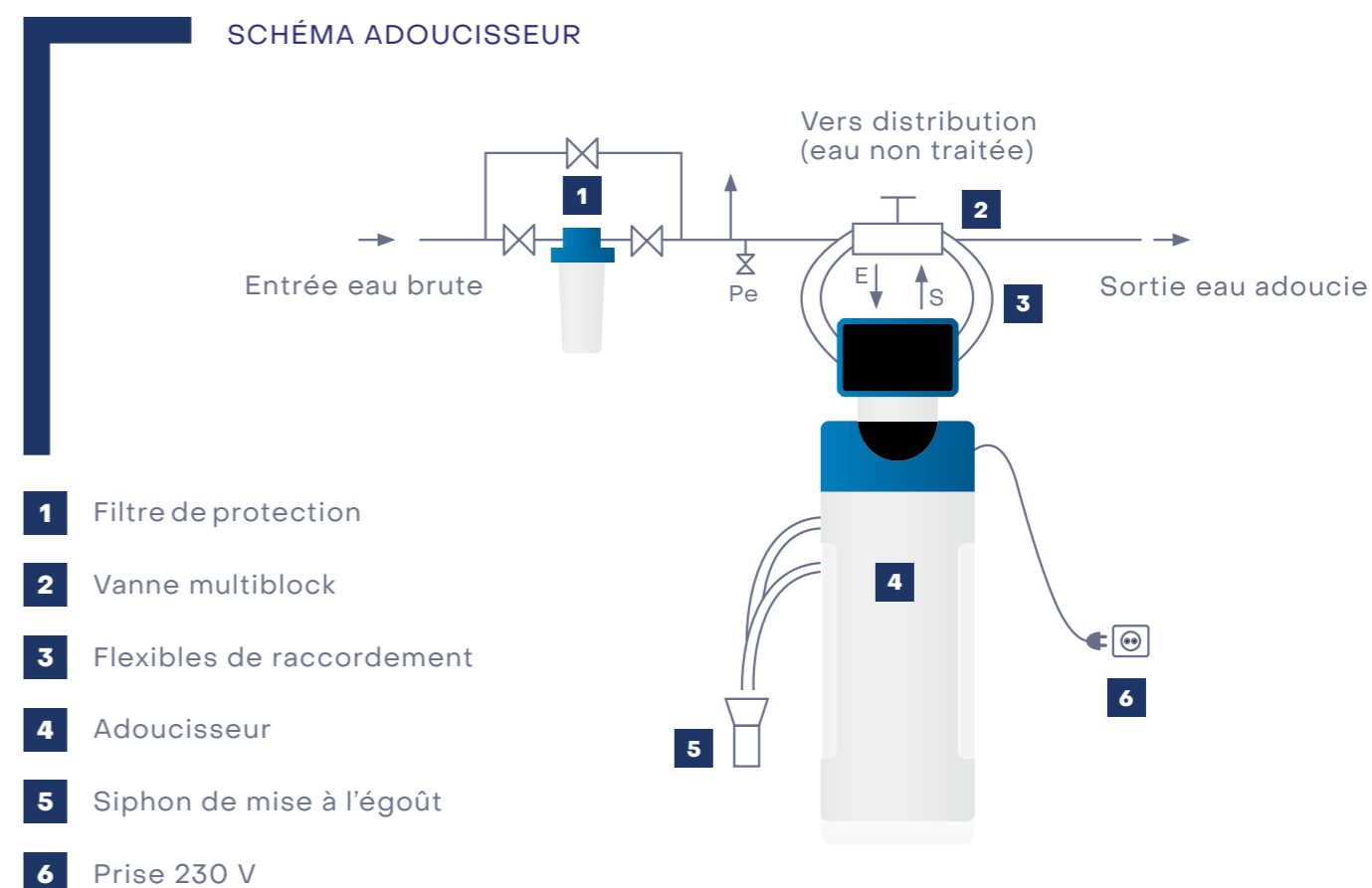
#### CARACTÉRISTIQUES REQUISES POUR L'EAU DE REMPLISSAGE

Paramètres	Valeurs cibles
TH en °f	< 10
Apparence de l'eau	Claire et sans dépôts
Chlorures (Cl <sup>-</sup> )	< 50 mg/l
Sulfates (SO <sup>4</sup> <sup>2-</sup> )	< 50 mg/l
Conductivité	< 800 µS/cm

**NOTE** Afin de satisfaire ces caractéristiques, un traitement peut être nécessaire.

#### 2.2.1 Adoucissement par permutation sodique

Ce procédé consiste à fixer les ions calcium et magnésium sur une résine échangeuse de cations fortement acide qui cède en échange des ions sodium dont les carbonates sont très solubles.



**NB :** La présence d'un filtre en amont de l'adoucisseur est fortement conseillée. Le filtre garantit la protection et le bon fonctionnement de l'adoucisseur et contribue à sa pérennité.

## 2.2.2 Décarbonatation sur résine

Ce procédé met en œuvre une résine échangeuse de cations faiblement acide qui fixe les cations jusqu'à concurrence de la teneur en hydrogénocarbonates. Ces derniers sont transformés en acide carbonique, composé très instable qui se transforme immédiatement en  $\text{CO}_2$ . Ce procédé conduit donc à la fois à un adoucissement de l'eau (réduction de la dureté totale) et à une décarbonatation.

## 2.2.3 Déminéralisation

La plupart des minéraux sont éliminés en grande partie par les procédés de déminéralisation tels que l'osmose inverse et les échangeurs d'ions.

REPLISSAGE DU RÉSEAU VIA UNE CARTOUCHE DE DÉMINÉRALISATION



STATION MOBILE DE DÉMINÉRALISATION (À GAUCHE)  
ET CIRCUIT CLIMATIQUE (À DROITE)

## 2.3 Traitement préventif de la boucle thermique

### 2.3.1 Traitement anti-corrosion

Il ne faut pas oublier que la lutte contre la corrosion commence par l'application de règles simples de conception, de réalisation et de maintenance des circuits.

En particulier, la réalisation des réseaux doit être soignée : une bavure, une rayure, une soudure qui déborde, un chauffage excessif sur l'acier galvanisé ou le cuivre... formeront des zones d'accrochage préférentielles de dépôts, des zones d'augmentation locale de vitesse, modifieront la nature du métal...

Le traitement d'eau de chauffage a pour objectif de modifier et de maîtriser les paramètres physico-chimiques d'une eau afin de la rendre techniquement utilisable dans les installations thermiques. Dès lors que la qualité technique d'une eau non traitée dérivera, le professionnel s'appuiera sur le traiteur d'eau pour définir une stratégie adaptée.

Les entreprises de traitement d'eau ont développé des formulations qui ont pour but de :

- ▶ Protéger les métaux présents contre la corrosion de façon large ou sélective.
- ▶ Stabiliser, augmenter ou diminuer le pH.
- ▶ Empêcher la déposition du tartre.
- ▶ Disperser les boues afin d'augmenter l'efficacité de filtration.
- ▶ Protéger et faire fonctionner des installations d'eau de chauffage avec une eau de ville non préalablement traitée.

Ces formulations et leurs caractéristiques sont spécifiques à chaque fabricant. Elles sont conçues pour des installations neuves, des installations en rénovation et peuvent être applicables sur des eaux déminéralisées ou adoucies. La quasi-totalité de ces formulations intègre des fonctions inhibitrices de corrosion et d'encrassement.

## 2.3.2 Inhibiteurs anodiques

Les inhibiteurs anodiques ont pour objectif de former un film protecteur sur les surfaces anodiques en stoppant la réaction électrochimique de dégradation du métal (formation d'un film passivant).

Ces inhibiteurs sont classés en produits « oxydants » et « non oxydants » suivant leur capacité à accélérer ou non la réaction d'oxydation du fer ferreux en fer ferrique.

L'efficacité des inhibiteurs anodiques oxydants est indépendante de la concentration en oxygène dissous de l'eau à la surface, alors que les inhibiteurs anodiques non oxydants ont besoin d'une concentration minimale en oxygène. Les inhibiteurs non oxydants agissent conjointement avec l'oxygène en catalysant l'oxydation de  $Fe^{2+}$  par l'oxygène, ou en améliorant l'imperméabilité physique de cette couche protectrice.

### PRINCIPE DE L'INHIBITEUR ANODIQUE



FILM PASSIVANT

MÉTAL

Source : livret Légionelle, SYPRODEAU.

### PRINCIPE DE L'INHIBITEUR CATHODIQUE



MÉTAL ISOLÉ DIFFUSION DE  $O_2$  STOPPÉ

← PRÉCIPITATION

FILM PRÉCIPITÉ - INHIBITION CATHODIQUE

MÉTAL

Source : livret Légionelle, SYPRODEAU.

## 2.3.3 Inhibiteurs cathodiques

La réduction cathodique de l'oxygène entraîne la production d'ions hydroxydes ( $OH^-$ ). Les inhibiteurs cathodiques vont former une couche protectrice sur les surfaces cathodiques et produire un composé non conducteur et non-soluble (**Cf. Schéma - principe de l'inhibiteur cathodique, p 20**).

## 2.3.4 Réducteurs d'oxygène

Dans les installations à haute température, il est possible d'associer aux inhibiteurs anodiques et cathodiques des réducteurs d'oxygène afin de renforcer encore la maîtrise du traitement. Cette action permet de réduire l'oxygène dissous à de très faibles valeurs.

Outre leur rôle dans la réduction des concentrations d'oxygène, certains réducteurs d'oxygène favorisent la formation d'un film protecteur de magnétite.

## 2.3.5 Inhibiteurs filmants

Ces inhibiteurs créent un film protecteur entre le métal et l'eau. Ces produits sont souvent des agents tensioactifs « filmants » avec des groupements hydrophobes et hydrophiles. L'extrémité hydrophile se fixe sur la surface du métal tandis que l'extrémité hydrophobe forme une barrière entre l'eau et la surface du métal.

## 2.4 Traitement antidépôts

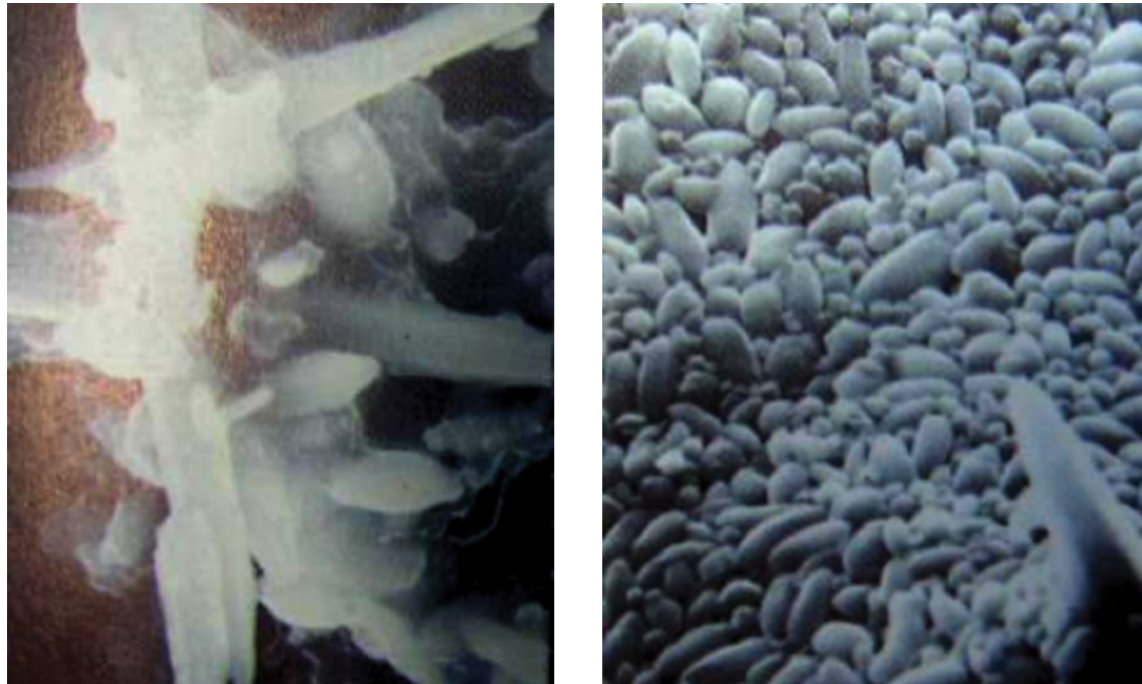
Sous le vocable de « procédés de traitement des dépôts », le marché propose en fait trois types de procédés bien différents :

- ▶ Les procédés de clarification, basés sur la mise en œuvre d'un dispositif de filtration, qui ne s'attaque qu'aux seules particules en suspension sans s'intéresser aux particules sédimentées.
- ▶ Les procédés de détartrage et de désembouage par voies chimiques qui permettent l'élimination aussi bien des particules en suspension que des particules sédimentées en faisant appel à une dissolution des particules.
- ▶ Les procédés complets qui permettent l'élimination aussi bien des particules en suspension que des particules sédimentées, en faisant appel à une fragmentation puis une mise en suspension des boues sédimentées et une élimination de toutes les boues, qui assurent une passivation des surfaces métalliques mises à nues.

## 2.4.1 Les additifs antitartres

Des additifs de traitement qui ont la particularité de complexer la molécule de tartre et d'empêcher ainsi sa déposition dans les installations, ont été développés. Le principal avantage est d'apporter une solution simple par injection dès la mise en service de l'installation. Ces additifs sont généralement inclus dans une formulation associant les inhibiteurs de corrosion et permettent dans certains cas de s'affranchir d'un prétraitement de l'eau de remplissage.

PHOTOMICROGRAPHIE (G=4000) DES CRISTAUX DE PHOSPHATE DE CALCIUM ET DE SILICATE DE MAGNÉSIUM FORMÉS DANS L'EAU DE CHAUDIÈRE NON TRAITÉE AU MOYEN D'UN DISPERSANT (À GAUCHE). L'UTILISATION D'UN POLYMÈRE PERMET DE LIMITER LA CROISSANCE DES CRISTAUX (À DROITE)



## 2.4.2 Les additifs contre l'embouage

Il s'agit généralement de réactifs mouillants destinés à pénétrer les dépôts existants et à les fragmenter en particules fines et qui, associés à des agents dispersants organiques ou minéraux, stables à la température, permettent la mise en suspension de toutes les particules solides et leur transport vers le dispositif de rétention et d'évacuation. Ses additifs peuvent être soit, utilisés seuls dans le cas d'une procédure de désembouage curative (**Cf. Chapitre 3.2 - le désembouage, p 31**) soit, être associés dans une même formule à des inhibiteurs d'entartrage et de corrosion.

## 2.4.3 La filtration

La pose d'un filtre sur une installation climatique a pour but de récupérer les particules en suspension dans l'eau. Cette action a pour avantage de :

- ▶ Protéger les générateurs en évitant l'accumulation de particules et la chute du rendement.
- ▶ Éviter la sédimentation des matières en suspension (MES) dans les émetteurs, ce qui pourrait engendrer une réduction des débits et créer à terme des corrosions sous dépôts.

Si la pose d'un système de filtration est une sécurité pour l'installation, elle vient en complément de la maîtrise de la qualité ou du traitement d'eau de l'installation.

Il existe différents types de filtres dont l'installation s'effectue soit en direct soit en dérivation. L'avantage d'une installation en dérivation est d'avoir très peu d'effets sur le risque de perte de charge du réseau. Son nettoyage pourra être réalisé sans arrêt de fonctionnement.

L'installation du filtre en direct se retrouvera sur les installations de faible volume, sur les retours du circuit vers le générateur.

Les technologies de rétention des matières en suspension couramment rencontrées sont les suivantes :

- ▶ La filtration par membranes ou poches ou tamis.
- ▶ L'effet magnétique.
- ▶ L'effet cyclonique et hydronique.

La grande majorité des filtres combine plusieurs des technologies citées ci-dessus.

EFFET D'UN FILTRE MAGNÉTIQUE SUR BOUES FERREUSES



L'organe de rétention d'une installation de chauffage doit normalement être dimensionné selon :

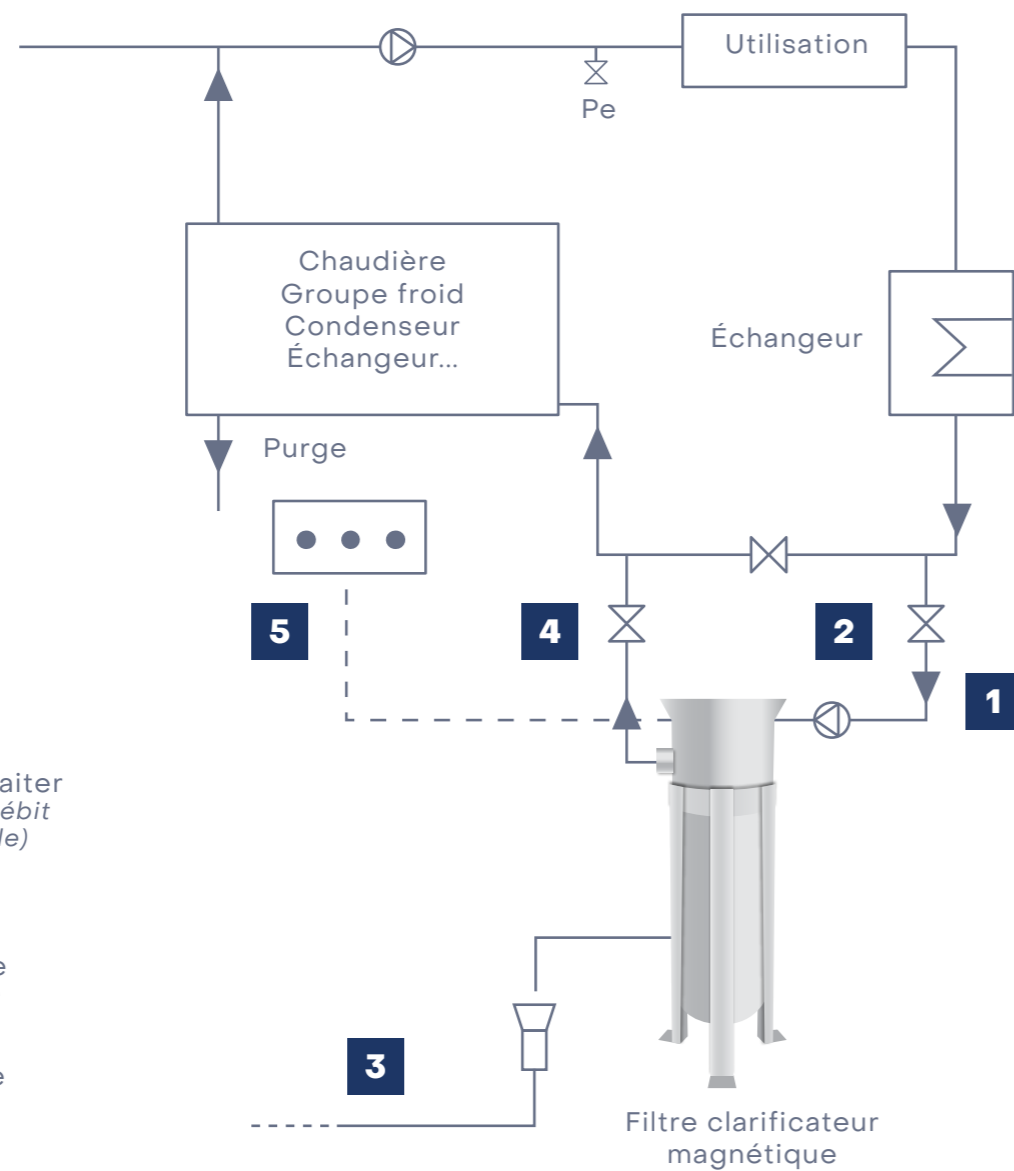
- ▶ La qualité de l'eau et le type de MES à filtrer.
- ▶ Les débits et/ou le volume à traiter.

Sur des réseaux importants, il peut être conseillé de développer une stratégie spécifique de rétention.

Exemple : localisation et nombre d'organes de rétention.

L'efficacité mais aussi la facilité et la rapidité de nettoyage sont les principaux facteurs qui feront qu'un système de filtration sera efficace sur le long terme et apprécié des équipes de maintenance.

SCHÉMA DE PRINCIPE DE LA FILTRATION PAR CLARIFICATEUR MAGNÉTIQUE



- 1** Entrée d'eau à traiter (environ 20% du débit de retour de boucle)
- 2** Circulateur (inclus)
- 3** Mise à l'égoût de la purge du filtre (vanne incluse)
- 4** Sortie eau filtrée
- 5** Report GTC (option)

**NB :** La pose d'un filtre en en retour de boucle fait partie des bonnes pratiques et des préconisations des constructeurs. Il est un facteur important pour le maintien des performances énergétiques des installations.

Un organe de rétention est une condition nécessaire mais insuffisante pour traiter correctement un réseau. Il doit être associé à un traitement inhibiteur de corrosion et une protection contre l'entartrage.

INSTALLATION DE CHAUFFAGE AVEC FILTRE DOMESTIQUE SUR RETOUR CHAUDIÈRE



## 2.5 Traitement contre les développements biologiques

### 2.5.1 Produit de lutte contre les biofilms

On lutte contre le biofilm par l'emploi de surfactants ou de tensioactifs. Ces biodispersants sont des molécules organiques de la famille des mouillants. Ils modifient la tension superficielle de l'eau et favorisent la dislocation du biofilm en augmentant sa rétention d'eau. Ils permettent également la rupture des liaisons entre les dépôts biologiques et les supports. De ce fait, ils facilitent l'élimination des dépôts par l'eau en circulation et permettent, par la suite, de lutter contre leur reformation.

Lorsqu'un biodispersant est injecté pour la première fois dans une installation, on observe d'abord une phase de nettoyage durant laquelle le biofilm est progressivement éliminé jusqu'à atteindre une épaisseur minimale. Cette phase constitue un risque puisque les bactéries du biofilm se retrouvent en circulation dans l'eau. Cette étape est toutefois indispensable et dure de quelques jours à quelques mois suivant la taille du circuit, son hydraulique, la qualité du biofilm (plus ou moins compact ou élastique selon les conditions hydrauliques), la qualité de l'eau et le type de produit. Si l'injection est interrompue, le biofilm se reforme très rapidement.

## 2.5.2 Les bactéricides

Lorsque le biofilm est maintenu à son épaisseur minimale, le circuit est dit « stabilisé ». Cela n'exclut pas la détection temporaire de bactéries dans l'eau du circuit, mais cette dérive peut être maîtrisée par un traitement de désinfection curatif (choc biocide). La diffusion des molécules biocides (javel, brome, bactéricides organiques) dans les dépôts biologiques est alors facilitée.

Afin d'éviter les phases de contamination ou de recontamination, il faut veiller en permanence à maintenir le circuit propre (**Cf. Chapitres 2.3.1 - traitement préventif anticorrosion, p 19 et 2.4.1 - traitement préventif antitartre, p 22**) et s'astreindre à des contrôles bactériens réguliers à l'aide de tests rapides ou de mesures par culture.

En cas de contamination avérée, il faut procéder à des chocs biocides ponctuels à l'aide de molécules à large spectre d'action et à temps de contact important.

### Le choix du biocide est ici crucial :

- ▶ Temps de contact, type de traitement, mode d'injection et dosage à respecter : se conformer aux recommandations du traiteur d'eau.
- ▶ pH optimal.
- ▶ Compatibilité avec les autres inhibiteurs et les matériaux en présence.
- ▶ Contraintes de rejets, selon réglementation en vigueur.
- ▶ Pollutions extérieures.
- ▶ Le traitement est d'autant plus efficace que les surfaces internes sont propres.

## 2.6 Protection contre le gel

### 2.6.1 Préambule

Le plus souvent, lorsque l'on recherche les causes de désordres possibles sur les réseaux caloporteurs, on se concentre sur les origines intrinsèques au réseau : défaut de conception, défaut d'installation, de maintenance et d'exploitation, mauvaise qualité d'eau...

Néanmoins, il ne faut pas négliger l'environnement qui peut interagir avec ces réseaux. En période hivernale notamment, lorsque la température descend en dessous de 0 °C, le risque de gel des canalisations et autres éléments du circuit est non négligeable.

Pour éviter la casse des matériels, il existe plusieurs techniques de protection contre le gel :

- ▶ La mise hors gel des parties du réseau en contact avec l'air extérieur.
- ▶ L'installation de cordons électriques chauffants.
- ▶ L'emploi de produits antigels.

## FOCUS SUR L'EMPLOI D'ANTIGELS

L'addition d'antigel dans l'eau du circuit permet d'abaisser son point de congélation. Plus la proportion d'antigel sera grande plus la protection antigel sera élevée, comme en témoignent les deux tableaux ci-après.

### POINT DE GEL AVEC SOLUTION MEG

Point de gel										
Solution MEG (% de MEG en volume dans l'eau)	0	10	20	30	40	50	60	80	90	100
Température de tenue au gel (°C)	0	-3,4	-7,9	-13,7	-23,5	-36,8	-52,8	≈ -46	≈ -30	-12,8

### POINT DE GEL AVEC SOLUTION MPG

Point de gel						
Solution MPG (% de MPG en volume dans l'eau)	0	10	20	30	40	50
Température de tenue au gel (°C)	0	-3	-9	-15	-22	-34

Pour obtenir une protection antigel donnée, on détermine une proportion en volume du mélange eau/antigel. Les antigels ayant une densité nettement plus élevée que l'eau, il est donc important de ramener la valeur en poids de l'antigel à sa correspondance en volume. Il suffit ensuite de s'assurer de la capacité totale du réseau.

**IMPORTANT** Attention, la plupart des antigels du commerce ne sont pas composés à 100% de MEG ou de MPG. Ils contiennent généralement une portion d'eau, un colorant et des inhibiteurs d'entartrage et/ou de corrosion. Il convient donc de se référer aux informations des fabricants pour connaître les dosages à appliquer.

## 2.6.2 Les antigels à base de glycol

Dans les circuits caloporteurs, les antigels sont majoritairement à base de glycol. Deux types de formulations différentes sont utilisés :

- ▶ Le MonoEthylèneGlycol, dit MEG.
- ▶ Le MonoPropylèneGlycol, dit MPG.

Le glycol à base de MEG est principalement utilisé, pour des raisons de coût. Il est défini généralement comme un glycol de qualité industrielle.

Cependant, si le circuit dispose d'un simple échange pour la production d'eau sanitaire, l'usage du glycol à base de MPG est indispensable.

Bien que les antigels soient constitués principalement de glycol, leur formulation peut révéler de nombreux constituants :

- ▶ **Des inhibiteurs de corrosion**, afin de limiter les phénomènes de corrosion des métaux en présence dans les circuits (fer et cuivre essentiellement).
- ▶ **Un organoleptique** : la réglementation en vigueur exige l'emploi d'un organoleptique pour éviter l'absorption accidentelle d'antigel, lorsque l'antigel constitue le fluide caloporteur. Les glycols étant des produits légèrement sucrés mais relativement toxiques (la DL 50\* est de quelques grammes par kg).
- ▶ **Un colorant** : l'emploi d'un colorant pour repérer une éventuelle fuite accidentelle dans le circuit secondaire sanitaire. Il s'agit donc d'un traceur coloré.
- ▶ **Un amérisant** : l'emploi d'un amérisant pour repérer une éventuelle fuite accidentelle dans le circuit secondaire sanitaire. Il s'agit donc d'un traceur gustatif.
- ▶ **Une réserve alcaline** : Il s'agit de produits basiques chargés de tamponner la solution antigel. En effet, les glycols se dégradent naturellement dans le temps pour former des dérivés acides (acide glycolique, acide acétique...). La production de ces acides consomme singulièrement la réserve alcaline et induit en conséquence la réduction du pH de l'eau en circulation dans le réseau, ce qui tend ainsi à augmenter sensiblement la corrosivité de l'eau du circuit.

## 2.6.3 Précautions d'emploi des antigels

Dans les circuits caloporteurs, les antigels sont majoritairement composés à base de glycol. Deux types de formulations différentes sont utilisés :

Les antigels modifient très sensiblement la **viscosité** de l'eau en circulation dans le circuit. Il est donc indispensable d'en tenir compte pour le dimensionnement des pompes de circulation.

Les antigels ont un **fort pouvoir mouillant**. Ils ont donc tendance à favoriser la détergence dans le circuit. Avant d'ajouter un antigel dans un réseau, il est donc indispensable de s'assurer que ce dernier est propre. Si nécessaire, un désembouage devra être réalisé avant le conditionnement antigel.

(\* ) Dose létale médiane, plus d'information sur Internet.

Le mélange eau/antigel a une **conductivité thermique** plus faible que l'eau seule. Dans ces conditions, les réseaux conditionnés avec un antigel auront un rendement thermique plus faible. Pour cette raison, il est indispensable de prendre en considération les préconisations définies dans le **DOE** (Dossiers des Ouvrages Exécutés) ou par le bureau d'études.

D'autre part, l'expérience montre que les consommations électriques sont relativement plus importantes pour un même rendement thermique à installation et système identiques, dès lors que l'on additionne de l'antigel à un réseau.

Les antigels ont une **DCO** (Demande Chimique en Oxygène) ou **DBO5** (Demande Biologique en Oxygène à 5 jours) assez élevée, ce qui interdit leur rejet directement dans l'environnement. Pour toute vidange, il est indispensable de collecter la solution glycolée et de la faire détruire par un centre agréé qui fournira un **BSD** (Bordereau de Suivi des Déchets). Ceci est valable autant pour les antigels industriels à base de MEG, que pour ceux à base de MPG.

## 2.6.4 La surveillance des réseaux conditionnés avec un antigel

Compte tenu du risque de dégradation ou de dilution de l'antigel, il est nécessaire de prévoir une surveillance accrue et rigoureuse des réseaux conditionnés avec un antigel.

A minima, les contrôles porteront sur les éléments suivants :

- ▶ Contrôle du volume d'appoint. Dans la mesure du possible, il est souhaitable de conserver une proportion minimale de l'antigel (se reporter à la fiche technique du fabricant), pour s'assurer d'une quantité suffisante d'inhibiteurs de corrosion.
- ▶ Contrôle de la protection antigel, qui devra être comparée avec la valeur recommandée pour le circuit (en fonction des conditions météorologiques du territoire, du rendement calculé de la production...).
- ▶ Contrôle du pH. La dégradation du glycol engendre la diminution du pH. Il est important de suivre l'évolution du pH pour éviter d'atteindre un seuil où la solution n'est plus corrigible. Lorsque la dégradation est irréversible, il est nécessaire de vidanger totalement le réseau et de recommencer toute l'opération de conditionnement antigel.

Pour des installations de type industriel ou tertiaire, on ajoutera le contrôle de la teneur des métaux en présence dans le circuit. Les métaux qui se retrouvent dans l'eau sont généralement issus des canalisations, des générateurs ou des périphériques du circuit. L'analyse périodique de la concentration en métaux permet de suivre leur évolution et donc, de diagnostiquer d'éventuels désordres (corrosion, érosion...). En anticipant les actions préventives et/ou curatives, on réduit les risques de sinistres (percement, fuite, embouage, perte de rendement...).

Il est recommandé de réaliser au minimum un contrôle, par an ou en cas d'appoint d'eau important. Bien entendu, le nombre de contrôles devra être adapté en fonction de la taille et de la destination du réseau.

## 3 LES TRAITEMENTS CURATIFS

Les traitements d'eau curatifs sont déployés lors de la mise en eau des réseaux ou lors de problématiques d'exploitation. Ils peuvent être utilisés à tout moment de la durée de vie des installations.

L'objectif de ces traitements est de rétablir les échanges thermiques, la circulation du fluide dans les réseaux, un état sanitaire à la suite d'un entartrage, de phénomènes de corrosion ou d'encrassements liés à l'activité biologique. L'enjeu de ces traitements est de récupérer les rendements, tendre vers un fonctionnement optimal au plus proche d'une installation neuve, sans qu'elle ne le soit bien entendu. Là réside toute la problématique de choisir et dimensionner le traitement d'eau curatif à chaque cas rencontré.

Préalablement, il est indispensable d'effectuer un relevé de l'installation afin de vérifier sa conformité par rapport aux règles de conception, d'entretien et de maintenance en vigueur.

Le « carnet de santé » du réseau à traiter est également à mettre en place. Des analyses d'eau en des points préalablement choisis, voire des examens métallographiques sont à réaliser avant tout choix de démarche curative. Les analyses d'eau permettent de connaître la qualité de l'eau à « l'instant T » : quel est son comportement ? Entartrant ? Corrodant ?...

Les examens métallographiques déterminent qualitativement et quantitativement l'état des surfaces internes et externes des matériaux. Il s'agit d'un constat à « l'instant T » qui apporte des informations précieuses sur la qualité des matériaux constitutifs des réseaux (tubes), sur l'épaisseur des tubes par rapport à leur épaisseur nominale, sur les phénomènes d'encrassement et de vieillissement des installations.

Autant les analyses d'eau donnent une image instantanée du fluide circulant, autant l'examen métallographique met en évidence le passif de l'installation.

Quatre grandes familles de traitement curatif existent : le détartrage, le désembouage, la désinfection et la désoxydation.

### 3.1 Le détartrage

Les procédés de détartrage reposent sur la mise en œuvre de solutions acides diluées, choisies selon leur compatibilité avec les matériaux en présence.

Ils sont mis en œuvre dans le cadre d'une maintenance périodique ou en cas d'urgence si les productions sont obstruées par la présence de tartres.

Le détartrage concerne principalement les corps de chauffe des générateurs.

### 3.2 Le désembouage

Les procédés de désembouage sont nombreux et se déclinent en 2 grandes familles : les désembouages lents et les désembouages curatifs. Ils sont principalement mis en œuvre lorsque les températures cibles ne sont pas atteintes en raison de la présence de boues dans les réseaux, organes de manœuvre, réglages terminaux. Des boues qui les obstruent d'où une perte de débit et une circulation du fluide faible voire stoppée.

Le désembouage lent consiste à suivre l'évolution de la qualité de l'eau dans le temps avec la mise en œuvre d'un produit de conditionnement adapté et d'un organe de rétention nettoyé à périodicité définie. Ce procédé peut être déployé sans que les installations ne soient stoppées.

Le désembouage curatif est une opération qui apporte des résultats significatifs. Dans un premier temps, des prélèvements et analyses d'eau sont réalisés en des points choisis. Des examens thermographiques sont recommandés, preuves des pertes de débit. Un conditionnement curatif injecté dans le réseau à traiter permet de fluidifier les boues, de les mettre en suspension. Le produit doit être mis en circulation, durant quelques heures et jusqu'à plusieurs semaines en fonction de l'installation à traiter. Des phases de rinçage éliminent le fluide contenant les boues dispersées. Des rinçages simples, généralement sur le retour général de la chaufferie, des rinçages colonne par colonne (sous réserve de pouvoir manœuvrer des organes de réglages), voire des rinçages terminal par terminal peuvent être effectués.

Les rinçages sont terminés lorsque les fluides boueux ont été éliminés (voire pompés et récupérés avec bordereau de suivi de déchets), les circulations d'eau rétablies et que les terminaux présentent un gradient de température acceptable. À ce stade, un conditionnement préventif et un suivi de la qualité de l'eau sont à prescrire.

Deux cas particuliers sont à considérer :

- ▶ La mise en service des réseaux neufs pour lesquels des opérations de rinçage, passivation, lessivage sont nécessaires pour éliminer les résidus de chantiers. Ces opérations sont indispensables à la pérennité des installations et sont un préalable à la bonne efficacité des traitements préventifs.
- ▶ Dans le cas d'une rénovation partielle ou totale des réseaux, les mêmes opérations doivent être réalisées.



### 3.3 La désinfection

Contrairement aux réseaux d'eau potable, d'eau froide et d'eau chaude sanitaire, la désinfection sur les réseaux de chauffage et de climatisation a pour objectif d'éliminer tout encrassement biologique (**Cf. Chapitre 1.4 - pathologies dans les boucles d'eau de chauffage liées au développement biologique, p 13**) pouvant avoir une influence sur l'intégrité des installations. Les principaux phénomènes rencontrés sont liés aux activités biologiques, dont les bactéries du fer et les bactéries sulfato-réductrices, principalement présentes sur les eaux glacées et certaines eaux de chauffage basse température (par exemple plancher chauffant).

Les analyses semi-quantitatives sont faciles à mettre en œuvre.

Les procédés de désinfection sont multiples avec un choix de molécules diverses du fait de leur application sur des eaux techniques. Ce sont des biodispersants et des biocides organiques.

La désinfection a prouvé son efficacité si les résultats d'analyse montrent une élimination des micro-organismes indésirables en fonction des objectifs fixés.

La désinfection étant une opération momentanée, il faudra s'interroger sur les raisons de la contamination par des micro-organismes et prendre les mesures correctives permettant qu'elle ne se reproduise plus.

### 3.4 La désoxydation

La désoxydation est un procédé curatif peu usité et risqué qui doit être mis en œuvre par une société spécialisée. Les examens préparatoires (analyses d'eau, examens métallographiques) sont obligatoires afin de s'assurer que le traitement ne provoque pas de désordres (percements, fuites d'eau ...) plus importants que les bénéfices recherchés. Des équipes pluridisciplinaires sont nécessaires afin que ce procédé soit un succès. Il requiert non seulement des qualifications de détartreurs mais aussi des tuyauteurs et plombiers afin de faire face à toute problématique rencontrée pendant sa réalisation.

Après examens préalables, les réseaux d'eau techniques peuvent être désoxydés selon des procédés permettant d'éliminer les dépôts de corrosion se trouvant sur les surfaces internes des canalisations. L'enjeu est de rétablir un débit et une circulation les plus proches possibles de ceux attendus sur une installation neuve bien conçue. Ce procédé s'applique généralement sur les réseaux en acier noir et en acier galvanisé mais pas exclusivement.

Un traitement préventif est obligatoire après ces opérations.

UN ÉCHANGEUR OXYDÉ ET EMBOUÉ AVANT... (EN HAUT)



... ET APRÈS UNE OPÉRATION DE NETTOYAGE (EN BAS)

# 4 SUIVI ET MAINTENANCE

## 4.1 Le détartrage

Une installation correcte ainsi qu'une maintenance adéquate des équipements de protection et de traitement de l'eau sont des opérations essentielles, non seulement pour obtenir les qualités d'eau attendues mais surtout pour garantir un fonctionnement satisfaisant de l'ensemble de l'installation et assurer le prolongement de sa durée de vie ainsi que son efficacité optimale.

La maintenance des équipements doit toujours être réalisée en accord avec les instructions des fabricants qui, la plupart du temps, préconisent des interventions simples, à une fréquence donnée, à réaliser par l'utilisateur final ou la société en charge de la maintenance de l'installation.

Des interventions de maintenance plus spécifiques doivent être réalisées par des services techniques qualifiés. En particulier, les pièces détachées d'usure et les consommables doivent être approvisionnés auprès des fabricants d'équipements.

## 4.2 Le désembouage

Il est important que les services techniques des équipements de traitement d'eau en place réalisent un contrôle périodique approfondi, a minima annuel, au cours duquel les opérations ci-dessous devront être réalisées :

- ▶ Analyse des eaux de remplissage et des eaux en circulation.
- ▶ Suivi de l'évolution des qualités d'eau en circulation dans le temps.
- ▶ Vérification exhaustive des postes de traitement d'eau avec correctifs si besoin.
- ▶ Nettoyage des équipements et de leurs composants si besoin (résines, filtres, systèmes d'injection).
- ▶ Remplacement des pièces d'usure et des consommables.

Les opérations de contrôle détaillées dans les tableaux 1 et 2 doivent être consignées dans un cahier de maintenance afin d'assurer une traçabilité complète.



**TABLEAU 1 : GAMME DE MAINTENANCE SIMPLIFIÉE DES ÉQUIPEMENTS DE TRAITEMENT & SURVEILLANCE DES PRODUITS DE TRAITEMENT À USAGE DE LOGEMENT COLLECTIF**

Poste de traitement d'eau	Rôle	Fréquence de contrôle utilisateur recommandée	Paramètres contrôlés par l'utilisateur	Valeurs attendues	Actions utilisateur en cas d'écart	Fréquence de contrôle par une société spécialisée	Opérations attendues
<b>Disconnecteurs et clapets anti-pollution</b>	Éviter les retours d'eau et phénomènes de rétro-contamination	Annuelle	Fréquence d'ouverture de la soupape de vidange	Conforme	Remplacement / réparation	Obligatoire une fois par an	
<b>Adoucisseur d'eau</b>	Supprimer les risques d'entartrage	Mensuelle	Dureté	TH < 10 °f	Ajustement du réglage du TH résiduel si nécessaire	Annuel recommandé	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Nettoyage et désinfection des résines</li> <li>▶ Contrôle interne de la vanne et nettoyage</li> <li>▶ Contrôle de la programmation</li> <li>▶ Remplacement des pièces d'usure</li> <li>▶ Nettoyage du bac à sel</li> </ul>
			Chlorures	Chlorures < 70 mg/l	Test de régénération		
		Saumure	Présence de sel dans le bac à saumure	Rechargement en sel			
		Trimestrielle	Étanchéité	Absence de fuites	Réparation		
<b>Déminéralisateur total ou partiel</b>	Supprimer le risque d'encrassement minéral de tout type et abaisser la conductivité ionique et les courants de corrosion	Mensuelle	Étanchéité	Absence de fuites	Réparation	Non obligatoire	
			Conductivité	< 50 µs/cm			

Poste de traitement d'eau	Rôle	Fréquence de contrôle utilisateur recommandée	Paramètres contrôlés par l'utilisateur	Valeurs attendues	Actions utilisateur en cas d'écart	Fréquence de contrôle par une société spécialisée	Opérations attendues
<b>Groupe de dosage</b>	Injecter de manière proportionnelle et automatisée les produits de traitement d'eau	Trimestrielle	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Relevé du compteur d'eau d'appoint</li> <li>▶ Fonctionnement de la pompe               <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Ratio de consommation produit</li> </ul> </li> </ul>	Ratios de consommation produits conformes, présence de produit dans le bac, absence de désamorçage	Réparation	Annuel recommandé Conductivité	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Contrôle de la membrane, du clapet d'aspiration et du clapet de refoulement</li> <li>▶ Contrôle de l'étanchéité de l'ensemble du module de dosage               <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Vérification du transfert correct</li> </ul> </li> <li>▶ Vérification de l'intégrité des raccords électriques</li> <li>▶ Vérification de l'intégrité du boîtier</li> <li>▶ Vérification de la position correcte des vis de la tête doseuse               <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Nettoyage et/ou remplacement des pièces d'usure</li> </ul> </li> </ul>
				Absence de fuite au raccord, refoulement et aspiration corrects	Réparation		
<b>Équipements de filtration</b>	Éliminer physiquement des dépôts et des oxydes dans l'installation	Mensuelle	Étanchéité	Absence de fuites	Réparation	Non obligatoire	
			Encrassement Perte de charge	En fonction de la perte de charge, nettoyage des éléments filtrants	Changement des éléments filtrants		
<b>Produits de traitement d'eau</b>	<p>S'assurer du bon niveau de protection contre l'entartrage, la corrosion et du fonctionnement optimal de l'installation</p> <p>S'assurer de la compatibilité des eaux au contact des matériaux</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Après la mise en service d'une installation neuve</li> <li>▶ A minima une fois par an</li> <li>▶ En cas de doute sur la qualité d'eau en circulation ou de problème sur l'installation (couleur suspecte, percement, bruits...)</li> <li>▶ Après la mise en œuvre d'un traitement chimique</li> </ul>	<p>Qualités d'eau brute et en circulation <b>(Cf. Chapitre 2.2 - traitement préventif des eaux de remplissage, p16)</b></p> <p>Matières actives anticorrosion et antitartre</p>	<p><b>Cf. Chapitre 2.2 - traitement préventif des eaux de remplissage, p16</b></p> <p>Fonction des produits utilisés, prise de contact avec le traiteur d'eau</p>	Fonction des produits utilisés, prise de contact avec le traiteur d'eau	Annuel recommandé	Analyse et diagnostic poussé des eaux en circulation

Poste de traitement d'eau	Rôle	Fréquence de contrôle utilisateur recommandée	Paramètres contrôlés par l'utilisateur	Valeurs attendues	Actions utilisateur en cas d'écart	Fréquence de contrôle par une société spécialisée	Opérations attendues
<b>Adoucisseur d'eau</b>	Supprime les risques d'entartrage	Trimestrielle	Dureté	TH < 10 °f	Ajustement du réglage du TH résiduel si nécessaire	Annuel recommandé	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Nettoyage et désinfection des résines</li> <li>▶ Contrôle interne de la vanne et nettoyage</li> <li>▶ Contrôle de la programmation</li> <li>▶ Remplacement des pièces d'usure</li> <li>▶ Nettoyage du bac à sel</li> </ul>
			Saumure	Présence de sel dans le bac à saumure	Rechargement en sel		
		Trimestrielle	Étanchéité	Absence de fuites	Réparation		
<b>Équipements de filtration</b>	Élimination physique des dépôts et des oxydes dans l'installation	Mensuelle	Étanchéité	Absence de fuites	Réparation		
			Encrassement Perte de charge	Nettoyage des éléments filtrants en fonction de la perte de charge	Changement des éléments filtrants		
<b>Produits de traitement d'eau</b>	<p>S'assurer du bon niveau de protection contre l'entartrage, la corrosion et du fonctionnement optimal de l'installation</p> <p>S'assurer de la compatibilité des eaux au contact des matériaux</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Après la mise en service d'une installation neuve</li> <li>▶ Une fois par an recommandé</li> <li>▶ En cas de doute sur la qualité d'eau en circulation ou de problème sur l'installation (couleur suspecte, percement, bruits...)</li> <li>▶ Après la mise en œuvre d'un traitement chimique</li> </ul>	<p>Qualités d'eau brute et en circulation <b>(Cf. tableau - caractéristiques requises pour l'eau d'appoint, p6)</b></p> <p>Matières actives anticorrosion et antitartre</p>	<p>Cf. qualités d'eau attendues <b>(Cf. tableau - caractéristiques requises pour l'eau d'appoint, p6)</b></p> <p>Fonction des produits utilisés, prise de contact avec le traiteur d'eau</p>	Prise de contact auprès du traiteur d'eau	Annuel recommandé	Analyse et diagnostic poussé des eaux en circulation

# 5 GLOSSAIRE

## Acide

Substance qui se dissocie plus ou moins complètement en solution aqueuse pour produire des ions hydrogène  $H^+$ . Un acide est d'autant plus fort qu'il donne plus d'ions  $H^+$  dans l'eau. Parmi les acides utilisés en traitement, on peut citer : l'acide sulfurique ( $H_2SO_4$ ) ; l'acide chlorhydrique (HCl).

## Adoucissement

Procédé de traitement destiné à éliminer la dureté de l'eau (due à la présence de sels alcalino-terreux : carbonates, sulfates de chlorures de calcium et de magnésium). L'eau adoucie n'est pas incrustante et mousse facilement avec le savon. L'adoucissement est effectué par passage de l'eau à travers un échangeur de cations (permutation des ions calcium avec des ions sodium) régénéré avec du chlorure de sodium.

**(Ne pas confondre avec déminéralisation ou décarbonatation).**

## Aération (en traitement d'eau)

Introduction d'air atmosphérique dans l'eau. Les principaux objectifs de cette opération sont, suivant les cas :

- ▶ Appauvrissement de l'eau en gaz initialement dissous (entraînement, ou stripage, de  $CO_2$ , de  $NH_3$  ...).
- ▶ Oxydation de composés chimiques dissous (du fer, du manganèse...) pour les rendre séparables par précipitation.

Une bonne aération réalise simultanément la dissolution de l'air dans l'eau et le brassage de l'eau aérée. L'aération s'effectue couramment par ruissellement ou projection de l'eau dans l'air : par tours de contact, cascades, pulvérisation, aérateurs rotatifs, mécaniques...

## Alcalino-terreux

Groupe de métaux bivalents comprenant, entre autres, le calcium, le magnésium et le baryum. Leurs sels dissous dans une eau en constituent la dureté.

## Anode

Électrode positive (reliée au pôle plus d'un générateur de courant électrique). Le courant pénètre par l'anode dans un système électrolytique.

## Base

Substance, généralement dérivée de l'hydratation d'oxydes métalliques, qui se dissocie plus ou moins complètement en solution aqueuse pour produire des ions hydroxyle  $OH^-$ . Une base est d'autant plus forte qu'elle donne dans l'eau plus d'ions  $OH^-$ . Les bases réagissent avec les acides pour donner un sel et de l'eau. Parmi les bases utilisées en traitement des eaux, on peut citer : la chaux et la soude.

## Balance ionique de l'eau

Bilan en deux colonnes (cations et anions) des résultats de l'analyse d'une eau, lorsque les teneurs sont exprimées en milliéquivalents par litre ou en degrés français. Dans ce bilan les totaux doivent s'équilibrer puisque, dans une solution aqueuse saline, la somme des cations est égale à celle des anions.

## Boucle thermique

Réseau fermé dans lequel circule un fluide caloporteur ou frigoporteur (eau) dont la température se situe entre 0 et 110 °C.

## Cathode

Électrode négative (reliée au pôle moins d'un générateur de courant électrique). Le courant sort par la cathode d'un système électrolytique.

## Cation

Ion chargé positivement (exemples :  $Ca^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $H^+$ ).

## Co-courant Cf. Régénération à co-courant.

## Conditionnement des eaux

Traitement appliqué principalement aux eaux des circuits thermiques et de refroidissement consistant à introduire dans une eau préalablement clarifiée des produits solubles appropriés, appelés produits de conditionnement, destinés essentiellement à lutter contre l'entartrage et la corrosion.

## Conductivité

Aptitude d'une eau à permettre le passage du courant électrique. La conductivité, inverse de la résistivité, est directement liée à la teneur en minéraux dissous ionisés.

## Corrosion

Attaque de la surface d'un métal due à une action électrochimique en milieu aéré ou non. Une attaque par action physique peut être la cause d'érosion ou d'abrasion. L'attaque d'un matériau non métallique est une dégradation.

## Corrosivité (d'une eau)

Aptitude d'une eau à dissoudre les métaux, liée à sa composition physico-chimique (pH, résistivité, teneur en oxygène, chlorures et sulfates). La corrosivité d'une eau augmente avec la température. **(Ne pas confondre avec agressivité).**

## Cycle (d'un échangeur d'ions)

Volume d'eau produit par un échangeur d'ions entre deux régénérations.

## Décantation

Procédé physique de séparation des matières en suspension dans un liquide, faisant appel à l'action de la pesanteur pour les rassembler en totalité ou en partie et pour les collecter au fond d'un réservoir (décanteur). Dans le cas d'eaux très chargées en matières en suspension, la décantation est d'un emploi fréquent en amont de la filtration.

## Décarbonatation

Procédé d'épuration des eaux destiné à éliminer les bicarbonates qu'elles contiennent à l'état dissous :

- ▶ Par précipitation à la chaux, s'il s'agit de bicarbonates alcalino-terreux, avec formation de carbonates insolubles.
- ▶ Par échange d'ions avec dégagement de dioxyde de carbone, les chlorures et sulfates restant en solution.

Une eau simplement décarbonatée n'est que partiellement adoucie puisqu'elle peut toujours contenir des sels de calcium et de magnésium autres que les carbonates.

## Degré français

Unité de concentration des substances chimiques en solution aqueuse.  
Un degré français (1 °f) équivaut à 0,2 milliéquivalent par litre.

Cette unité, employée essentiellement en traitement d'eau, est appliquée en particulier à l'expression :

- ▶ Du titre hydrotimétrique (TH).
- ▶ Du titre alcalimétrique simple (TA).
- ▶ Du titre alcalimétrique complet (TAC).

1 °f équivaut à 10 mg/l de  $\text{CaCO}_3$  ; à 4 mg/l de  $\text{Ca}^{2+}$  ; à 0,7 ° anglais (grain de  $\text{CaCO}_3$  par gallon impérial) ; à 0,56 ° allemand (dH) (10 mg/l de CaO) ; à 0,58 ° américain (grain de  $\text{CaCO}_3$  par gallon US).

## Degré hydrotimétrique (TH)

Unité de dureté de l'eau exprimée en degré français.

## Déminéralisation

Procédé d'épuration de l'eau destiné à éliminer partiellement ou totalement des sels qui y sont dissous. La déminéralisation s'effectue en particulier :

- ▶ Par échange d'ions (succession d'échanges de cations et d'échanges d'anions).
- ▶ Par osmose inverse et par distillation.

La décarbonatation est un procédé de déminéralisation partielle.

## Dureté (d'une eau)

Teneur en calcium et magnésium permettant le dépôt de sels insolubles et incrustants (tartres ou incrustations).

- ▶ Le titre hydrotimétrique TH (ou TH total, ou dureté totale) indique globalement la concentration en ions calcium  $\text{Ca}^{2+}$  et magnésium  $\text{Mg}^{2+}$ .
- ▶ Le titre hydrotimétrique calcique (ou TH calcique) exprime la concentration en ions calcium  $\text{Ca}^{2+}$ .
- ▶ Le titre hydrotimétrique magnésien (ou TH magnésien ou dureté magnésienne) exprime la teneur en ions magnésium  $\text{Mg}^{2+}$ . Les titres hydrotimétriques s'expriment en degrés français.
- ▶ La dureté carbonatée indique la concentration en ions calcium et magnésium susceptibles de précipiter sous forme de carbonates. Elle est égale au TAC si le TH est supérieur au TAC, ou égale au TH si le TH est inférieur au TAC.
- ▶ La dureté temporaire (notion abandonnée au profit de la notion de dureté carbonatée) indique la concentration en calcium et magnésium qui précipite après ébullition prolongée d'une eau.
- ▶ La dureté permanente indique la concentration en calcium et magnésium qui reste en solution après ébullition prolongée.

## Eau d'appoint

Eau neuve introduite dans une installation pour compenser les pertes par soutirage d'eau ou de création de vapeur.

## Échangeur d'anions

Résine échangeuse d'ions susceptible de fixer des anions minéraux ou organiques et de les échanger, soit entre eux, soit avec l'ion hydroxyle  $\text{OH}^-$ . On distingue :

- ▶ Les échangeurs (d'anions) faiblement basiques, comportant un mélange d'amines.
- ▶ Les échangeurs fortement basiques contenant des radicaux ammoniums quaternaires.

## Échangeur de cations

Résine échangeuse d'ions susceptible de fixer des cations minéraux ou organiques et de les échanger soit entre eux, soit avec l'ion hydrogène  $\text{H}^+$ . On distingue :

- ▶ Les échangeurs (de cations) fortement acides, appelés cations forts et caractérisés par la présence de radicaux sulfoniques  $\text{HSO}_3$  (charbons sulfonés, polystyrènes sulfonés).
- ▶ Les échangeurs faiblement acides, appelés cations faibles et caractérisés par les radicaux carboxyliques ( $\text{HCO}_2$ ).

## Échangeur d'ions

Substance granulaire insoluble, généralement organique et synthétique, comportant dans sa structure des radicaux acides (échangeurs de cations) ou basiques (échangeurs d'anions) et susceptible de permuter, sans être elle-même altérée, les ions positifs ou négatifs fixés sur ces radicaux, contre des ions de même signe en solution dans le liquide avec lequel elle est en contact.

La permutation, appelée échange d'ions, permet de modifier la composition ionique du liquide objet du traitement.

Applications : adoucissement ; décarbonatation ; déminéralisation.

On appelle parfois « échangeur d'ions » la colonne contenant les résines échangeuses.

## Éluat (en échange d'ions)

Liquide évacuée par une colonne échangeuse d'ions au cours d'une opération de régénération.

## Entartrage

Formation sur les parois des récipients ou des tuyauteries d'une couche de tartre (dépôt généralement dur et adhérent, parfois poreux) constitué essentiellement de sels (carbonates, sulfates, silicates de calcium, etc.) provenant des eaux dures ou calcaires.

**Synonyme : incrustation.**

## Équilibre calco-carbonique

État d'une eau dont les teneurs en calcium,  $\text{CO}_2$  libre, bicarbonates et carbonates sont telles que, mise en contact avec du calcaire, ses caractéristiques ne changent pas. Il existe de nombreuses méthodes graphiques pour déterminer le pH d'équilibre (ou pH de saturation = pHs de Langelier) d'une eau de composition chimique déterminée.

À l'équilibre, la teneur en dioxyde de carbone libre est appelée «  $\text{CO}_2$  équilibrant ». Si la concentration réelle devient supérieure à cette valeur, l'excès est appelé «  $\text{CO}_2$  agressif » et l'eau peut alors dissoudre du calcaire : elle est agressive ( $\text{pH} < \text{pH}_s$ ). Si la concentration est inférieure, l'eau dépose du carbonate de calcium sur le calcaire : elle est incrustante ( $\text{pH}_s$ ).

## Goethite ( $\text{Fe}^{+3}\text{O}(\text{OH})$ )

Espèce minérale, variété d'oxyhydroxyde de fer(III), polymorphe du composé  $\text{FeO}(\text{OH})$  avec des traces de Mn et  $\text{H}_2\text{O}$ . Les cristaux sont relativement rares, mais peuvent atteindre 45 cm.

## Hydrolyse

Décomposition d'une substance chimique par l'eau avec dissociation simultanée de celle-ci. Dans le cas d'un sel, la réaction est du type  $A.B + H_2O \rightarrow A.OH + B.H$ . Les sels d'acides faibles ou de bases faibles, ou les deux, sont partiellement hydrolysés en solution aqueuse ; les esters peuvent être hydrolysés en alcool et acide.

## Incrustation Cf. Entartrage.

## Inhibiteurs de corrosion

Produits chimiques qui, ajoutés à l'eau, empêchent son action corrosive sur des métaux par formation d'une pellicule protectrice sur le métal.

## Ion

Atome, ou groupement d'atomes, chargé électriquement présentant un excès (anion) ou un déficit (cation) en électrons, dont la migration occasionne le passage de l'électricité à travers un électrolyte.

Les ions positifs, ou cations, comprennent : les métaux et l'hydrogène (ex :  $Ca^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $H^+$ ). Dans un bac d'électrolyse, ils sont attirés par la cathode (électrode négative).

Les ions négatifs, ou anions, comprennent : les non-métaux et des groupements tels que  $SO_4^{2-}$ ,  $HCO_3^-$ , etc., et l'ion hydroxyle  $OH^-$ . Ils sont attirés par l'anode (électrode positive).

## Matières en suspension

Particules solides très fines présentes dans l'eau, que la pratique divise en :

- ▶ Matières décantables, qui se séparent naturellement, sans apport de réactif, quand l'eau est au repos.
- ▶ Matières colloïdales trop fines pour décanter par gravité, mais éliminables par coagulation.

## Membrane semi-perméable

Membrane perméable à un liquide (solvant) et imperméable (ou peu perméable) aux substances dissoutes dans le liquide (soluté). Il existe des membranes semi-perméables naturelles (certains tissus animaux et végétaux) et des membranes synthétiques (poly-amides, acétate de cellulose).

## Milliéquivalent par litre (mEq/l)

Unité de concentration des corps dissous dans une solution aqueuse ; 1 meq/l correspond à la concentration d'une solution normale diluée mille fois. 1 mEq/l équivaut à 5 degrés français.

## Mole

Unité fondamentale de quantité de matière, dans le système SI (système international d'unités). Ce terme a remplacé celui de molécule-gramme.

## Nanofiltration

Filtration tangentielle ou frontale sur des membranes de synthèse (minérales ou organiques) conduisant à une élimination totale des solides en suspension et à une élimination partielle des éléments dissous les plus gros.

## Osmose

Diffusion naturelle d'un solvant à travers une membrane semi-perméable à partir d'une solution diluée vers une solution concentrée. La différence de concentration engendre une pression dite osmotique, dont l'effet est d'égaliser les concentrations de part et d'autre de la membrane, et par la suite de diluer la solution la plus concentrée. L'osmose joue un rôle capital dans la circulation de l'eau dans les organismes vivants.

## Osmose inverse

Procédé de séparation par membrane destiné à extraire un solvant d'une solution (Ex : eau pure à partir d'eau salée). Il consiste, par inversion du processus naturel de l'osmose, à appliquer à une solution en contact avec une membrane semi-perméable une pression supérieure à la pression osmotique et à recueillir le solvant de l'autre côté de la paroi. Ce procédé fait appel à des pressions de 3 à 100 bars (0,3 à 10 MPa) et permet d'éliminer des particules de dimensions comprises entre 0,2 et 10 nm (presque tous les ions et solutés).

## pH (potentiel hydrogène)

Mesure de l'acidité, de l'alcalinité ou de la neutralité d'une solution aqueuse, exprimée par le logarithme (base 10) de l'inverse de la concentration de la solution en ions hydrogène ( $H^+$ ) exprimée en mol/l. Le pH d'une eau est compris entre 0 et 14 (7 étant le pH d'équilibre correspondant à la neutralité).

Une eau est d'autant plus acide que son pH (inférieur à 7) est plus près de 0 et d'autant plus alcaline que son pH (supérieur à 7) est plus près de 14. Une eau à pH = 2 contient 10 000 fois ( $10^4$ ) plus d'ions hydrogène (et est 10 000 fois plus acide) qu'une eau à pH = 6.

Le pH varie en fonction de la température et se mesure à l'aide d'indicateurs colorés, ou mieux, par électrométrie (mesure fine de différences de potentiel électrostatique) à l'aide d'un pH-mètre.

## Régénération (en échange d'ions)

Opération effectuée sur une résine échangeuse d'ions saturée, de façon à la ramener à son état initial. La régénération consiste à faire percoler sur la résine une solution appropriée (acide, basique ou saline), de haute pureté.

## Régénération à co-courant

Procédé de régénération d'un échangeur d'ions, consistant à faire circuler la solution régénérante du haut vers le bas du lit de résine.

## Résines (en échanges d'ions)

Terme partiellement impropre désignant les matériaux granulaires utilisés en échange d'ions (échangeurs de cations, échangeurs d'anions).

## Résistivimètre

Appareil destiné à mesurer la résistivité électrique d'une eau. Une résistivité élevée est caractéristique d'une eau très pure (quelques mégohms-centimètres).

## SAF

Concentration globale (exprimée en degrés français ou en mEq/l) des sels d'acides forts (chlorures, sulfates, nitrates) contenus dans une solution.

## Sel

Substance résultant de l'action d'un acide sur une base. Parmi les sels utilisés en traitement des eaux, on peut citer :

- ▶ Le chlorure de sodium  $NaCl$ .
- ▶ Le silicate de sodium  $Na_2SiO_3$ .
- ▶ Le chlorure ferrique  $FeCl_3$ .
- ▶ Le sulfate d'aluminium  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18 H_2O$ .

Le sel utilisé pour la régénération des adoucisseurs d'eau est constitué de chlorure de sodium de très grande pureté.

### TA (titre alcalimétrique simple)

Mesure de la teneur d'une eau en alcalis (hydroxydes) et de la moitié de sa teneur en carbonates alcalins et alcalino-terreux, déterminée par addition de la quantité d'acide sulfurique nécessaire au virage de la phénolphtaléine.

La TA s'exprime en degrés français (°f). La notion équivalente allemande est le « p Wert », exprimé en degrés allemands (°dH).

### TAC (titre alcalimétrique complet)

Teneur d'une eau en alcalis (hydroxydes), en carbonates et en bicarbonates (ou hydrogénocarbonates) alcalins et alcalino-terreux, déterminée par addition de la quantité d'acide sulfurique nécessaire au virage du méthylorange (ou hélianthine). Si le pH est inférieur à 8,2, le TA est nul et l'eau ne contient pratiquement que des bicarbonates. Il s'exprime en degrés français (°f). La notion équivalente allemande est le « m Wert » exprimé en degrés allemands (°dH).

### Tartre

Dépôt généralement dur et adhérent, quelquefois poreux, constitué essentiellement de sels (carbonates, sulfates, silicates de calcium, etc.) provenant des eaux dures ou calcaires.

### TH (titre hydrotimétrique) Cf. Dureté d'une eau.

### Turbidité

Caractère d'une eau trouble, non transparente. L'intensité d'une turbidité s'exprime en gouttes de mastic ou en unités Jackson.

# ANNEXE A

## RÈGLEMENTATIONS ET GUIDES TECHNIQUES

Sur le plan réglementaire il faut considérer les éléments composant le fluide caloporteur comme entrant dans la catégorie des « eaux destinées à la consommation humaine ».

Les formulations utilisées dans les installations à simple échange pour le traitement thermique des eaux destinées à la consommation humaine doivent obtenir une inscription en liste A donnée par le Ministère de la Santé :

- ▶ Article 16.9 du Règlement Sanitaire Départemental ; repris par la circulaire du 26 avril 1982.
- ▶ Arrêté du 14 janvier 2019 relatif aux conditions de mise sur le marché des produits introduits dans les installations utilisées pour le traitement thermique des eaux destinées à la consommation humaine.
- ▶ Le Règlement sur les produits biocides [RPB, règlement (UE) n° 528/2012].

Autres documents techniques issus d'organismes français ou européens :

- ▶ CERTIFICATION QB : certification du produit et de son application (FR).
- ▶ Guides CSTB
  - Guide pratique « Procédé traitement des eaux ».
  - Guide « Pathologie des réseaux d'eau ».
  - Guide « Pathologie des équipements de génie climatique ».
- ▶ Guide UNICLIMA - FEDENE « Entretien de la chaudière ».
- ▶ Guide technique SYPRODEAU - UNICLIMA, Tome 1 « Qualité de l'eau des installations de chauffage dans les bâtiments tertiaires & les immeubles d'habitation ».



## I - DESCRIPTION DES INSTALLATIONS

**1 - Marque de la chaudière :** \_\_\_\_\_ Type : \_\_\_\_\_  
Combustible : \_\_\_\_\_ Nature : \_\_\_\_\_

**2 - Pression de fonctionnement (bar) :** \_\_\_\_\_ Présence  
Puissance (kW) : \_\_\_\_\_ de pressostats :  
Température (°C) : \_\_\_\_\_  OUI  NON

**3 - Pompe de circulation** Marque : \_\_\_\_\_  
Type : \_\_\_\_\_ Débit (m<sup>3</sup>/h) : \_\_\_\_\_

**4 - Maintien de pression**  Air libre  
Marque : \_\_\_\_\_  Sous pression

**5 - Température de départ :** \_\_\_\_\_ °C  
**- Température retour :** \_\_\_\_\_ °C

**6 - Volume du circuit :** \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup>

**7 - Type de sous-station**  Échangeur  Autres : \_\_\_\_\_  
 Bouteille de mélange  Pot de détente \_\_\_\_\_

**8 - Matériaux du circuit**  
 Acier noir  Acier galvanisé  Cuivre  
 Aluminium  Autres  Matériaux synthétiques  
 Inox Préciser : \_\_\_\_\_

## II - TRAITEMENT D'EAU DU CIRCUIT

**1 - Type d'eau**  Forage  Ville

**2 - Adoucissement :**  OUI  NON  
Si oui préciser le type : \_\_\_\_\_  
Adoucisseur Hors Service ?  OUI  NON

**3 - Qualité d'eau  
d'alimentation du circuit** TH : \_\_\_\_\_ °F  
Analyse jointe ?  OUI  NON

**4 - Qualité d'eau du circuit** TH : \_\_\_\_\_ °F  
Analyse jointe ?  OUI  NON

**5 - Compteur**  OUI  NON  
Si oui relevé du compteur \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup>  
Compteur Hors Service ?  OUI  NON  
Si compteur à impulsions,  
fréquence : \_\_\_\_\_ Hz

**6 - Filtre (en dérivation) :**  OUI  NON  
Si oui préciser le type : \_\_\_\_\_

**7 - Volume d'appoint annuel :** \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup>  
 Manuel  Automatique (à proscrire)

## 8 - Conditionnement en place avant la prise en charge

Prétraitement en place (adoucissement,  
déméralisation)  OUI  NON

Si oui, préciser : \_\_\_\_\_ Marque : \_\_\_\_\_ Dosage :  
\_\_\_\_\_ ml/m<sup>3</sup>

Produit de traitement 1 : \_\_\_\_\_ Point d'injection : \_\_\_\_\_

Marque de la pompe : \_\_\_\_\_ Type : \_\_\_\_\_

Plage de débit : \_\_\_\_\_ Soit en % \_\_\_\_\_

Asservissement ?  OUI  NON

Pompe est Hors Service ?  OUI  NON

Produit de traitement 2 _____	Marque : _____	Dosage : _____ ml/m <sup>3</sup>
	Point d'injection : _____	
Marque de la pompe : _____		Type : _____
Plage de débit : _____		Soit en % _____
Asservissement ?	<input type="checkbox"/> OUI	<input type="checkbox"/> NON
Pompe est Hors Service ?	<input type="checkbox"/> OUI	<input type="checkbox"/> NON
Présence de témoins de corrosion ?	<input type="checkbox"/> OUI	<input type="checkbox"/> NON
Si oui, vitesses ou aspects des corrosions relevées : _____		
Nécessité d'un lessivage - désembouage de l'installation ?	<input type="checkbox"/> OUI	<input type="checkbox"/> NON

**9 - Clapet anti-retour entre prise à TH = 0 °F et by-pass additionnel ?**  OUI  NON

**10 - Disconnecteur ?**  OUI  NON

**11 - Chasse (vidange) point bas ?**  OUI  NON

**12 - Purge point haut ?**  OUI  NON

**13 - Dégazeur ?**  OUI  NON

**14 - Autres appareils hors service ?**  OUI  NON  
Si oui, lesquels : \_\_\_\_\_

**15 - Points de prélèvement manquants ?**  OUI  NON  
Préciser lesquels : \_\_\_\_\_

**III - SCHÉMA D'INSTALLATION**  OUI  NON

**IV - COMMENTAIRES ÉVENTUELS**

**V - DATE, CACHET & SIGNATURE**



SYNDICAT NATIONAL DES FABRICANTS  
DE PRODUITS CHIMIQUES DE TRAITEMENT  
ET D'ASSAINISSEMENT DE L'EAU

**[www.syprodeau.org](http://www.syprodeau.org)**

