



# La pathologie des réseaux d'eau

**Diagnostic, réparations et prévention**

> Réseaux intérieurs

> Eau sanitaire et fluide caloporteur

# Sommaire

<b>Avant-propos</b> .....	<b>7</b>	<b>Partie III</b>	
<b>Introduction</b> .....	<b>9</b>	<b>Les circuits fermés : chauffage, eau glacée, sprinkler, RIA</b> .....	<b>51</b>
<b>Partie I</b>		<b>1. Chauffage</b> .....	<b>53</b>
<b>Les textes de référence</b> .....	<b>11</b>	<b>1.1 Désordres de ces circuits : entartrage, embouage, corrosion</b> .....	<b>53</b>
<b>1. Exigences réglementaires</b> .....	<b>13</b>	<b>1.2 Solutions préventives et curatives</b> .....	<b>56</b>
<b>1.1 Exigences générales</b> .....	<b>13</b>	<b>2. Eau glacée</b> .....	<b>58</b>
<b>1.2 Exigences applicables aux réseaux de distribution d'eau chaude et d'eau froide sanitaires</b> .....	<b>14</b>	<b>2.1 Corrosion interne</b> .....	<b>58</b>
<b>2. Textes techniques</b> .....	<b>17</b>	<b>2.2 Corrosion externe</b> .....	<b>58</b>
<b>2.1 Généralités</b> .....	<b>17</b>	<b>3. Réseaux sprinkler, RIA</b> .....	<b>61</b>
<b>2.2 Documents relatifs aux produits</b> .....	<b>17</b>	<b>3.1 Principes et caractéristiques des systèmes d'extinction</b> .....	<b>61</b>
<b>2.3 Documents relatifs aux ouvrages</b> .....	<b>18</b>	<b>3.2 Réseaux sous eau</b> .....	<b>62</b>
<b>Partie II</b>		<b>3.3 Réseaux sous air</b> .....	<b>62</b>
<b>Les réseaux d'eau sanitaire canalisations métalliques</b> .....	<b>23</b>	<b>Partie IV</b>	
<b>1. Réseaux en acier galvanisé</b> .....	<b>25</b>	<b>Les circuits en matériaux de synthèse</b> .....	<b>65</b>
<b>1.1 Présentation du matériau et des phénomènes de corrosion</b> .....	<b>26</b>	<b>1. Cadre normatif</b> .....	<b>67</b>
<b>1.2 Bien concevoir et mettre en œuvre ces installations</b> .....	<b>28</b>	<b>1.1 Classes d'application des réseaux d'eaux froide et chaude</b> .....	<b>67</b>
<b>1.3 Exploitation et maintenance de ces réseaux</b> .....	<b>32</b>	<b>1.2 Classement des procédés de raccordement</b> .....	<b>68</b>
<b>2. Réseaux en cuivre</b> .....	<b>39</b>	<b>2. Présentation des matériaux</b> .....	<b>68</b>
<b>2.1 Présentation du matériau et du phénomène de corrosion</b> .....	<b>39</b>	<b>2.1 Le PVC-U (polychlorure de vinyle non plastifié rigide)</b> .....	<b>68</b>
<b>2.2 Bien concevoir et mettre en œuvre les installations</b> .....	<b>43</b>	<b>2.2 Le PVC-C (polychlorure de vinyle surchloré)</b> .....	<b>69</b>
<b>2.3 Exploitation et maintenance de ces réseaux</b> .....	<b>44</b>	<b>2.3 Le PE-X (polyéthylène réticulé ou PER)</b> .....	<b>69</b>
<b>3. Les réseaux en acier inoxydable</b> .....	<b>46</b>	<b>2.4 Le PB (polybutylène ou polybutène)</b> .....	<b>70</b>
<b>3.1 Présentation du matériau et du phénomène de corrosion</b> .....	<b>46</b>	<b>2.5 Les systèmes multi-couches</b> .....	<b>70</b>
<b>3.2 Bien concevoir et mettre en œuvre ces installations</b> .....	<b>48</b>	<b>2.6 Les PP (PP-H, PP-R)</b> .....	<b>71</b>
<b>3.3 Exploitation et maintenance de ces réseaux</b> .....	<b>49</b>	<b>2.7 Les assemblages</b> .....	<b>71</b>
		<b>3. Mise en œuvre</b> .....	<b>71</b>
		<b>3.1 Systèmes et prévention</b> .....	<b>71</b>
		<b>3.2 Nature des désordres</b> .....	<b>74</b>
		<b>3.3 Le contact avec l'eau</b> .....	<b>74</b>
		<b>4. Planchers chauffants à eau chaude</b> .....	<b>76</b>
		<b>4.1 Les premiers planchers chauffants</b> .....	<b>76</b>
		<b>4.2 Les nouveaux systèmes</b> .....	<b>77</b>

<b>Partie V</b>			
<b>Pathologie des accessoires ..... 79</b>			
1. Vannes ..... 81		2.4 Équilibres calco-carboniques ..... 99	
2. Flexibles ..... 83		2.5 Caractéristiques principales des eaux ..... 100	
3. Raccords ..... 85		<b>3. Entartrage ..... 104</b>	
		3.1 Phénomène d'entartrage ..... 104	
		3.2 Lutte contre l'entartrage ..... 105	
<b>Partie VI</b>		<b>Annexe B</b>	
<b>Les processus bactériens dans les réseaux</b>		<b>La corrosion ..... 109</b>	
<b>et leur prévention ..... 87</b>		1. Définition, mécanisme ..... 111	
1. Formation des biofilms		2. Différents types de corrosion ..... 113	
et développements bactériens ..... 89		3. Lutte contre la corrosion ..... 115	
1.1 Biofilms ..... 89		<b>Annexe C</b>	
1.2 Germes pathogènes ..... 89		<b>Les responsabilités et garanties, les assurances,</b>	
2. Principes de base de prévention ..... 90		<b>la sinistralité, l'expertise, la pathologie</b>	
2.1 Sources de contamination ..... 90		<b>du bâtiment vue par l'AQC ..... 117</b>	
2.2 Mesures préventives ..... 90		1. Garanties ..... 119	
3. Les matériaux ..... 91		2. Assurances ..... 120	
4. Conception des installations ..... 92		3. Expertise construction ..... 121	
5. Maintenance ..... 92		4. L'Expertise en assurance	
6. Traitements, désinfections ..... 93		dommage-ouvrage ..... 121	
6.1 Diagnostic préalable ..... 93		5. Expertise judiciaire ..... 124	
6.2 Traitements en continu ..... 93		6. La sinistralité vue par l'AQC,	
6.3 Traitements curatifs ..... 93		les communiqués de la C2P ..... 125	
<b>Annexe A</b>		<b>Annexe D</b>	
<b>La chimie de l'eau ..... 95</b>		<b>Diagnostic, laboratoires, moyens d'essais ..... 127</b>	
1. Origines des eaux ..... 97		1. Analyses d'eaux ..... 129	
2. Composition de l'eau :		2. Prélèvements, examens,	
gaz, sels dissous, équilibre ionique ..... 98		analyses de tronçons de canalisations ..... 130	
2.1 Gaz dissous ..... 98		3. Examens au microscope électronique	
2.2 Sels dissous ..... 98		à balayage (MEB + EDX) ..... 130	
2.3 Équilibre ionique ..... 99		<b>Bibliographie ..... 131</b>	

## 1.2 Exigences applicables aux réseaux de distribution d'eau chaude et d'eau froide sanitaires

C'est principalement le Code de la santé publique, notamment les articles R. 1321-1 et suivants, qui forment la base de la réglementation de ces réseaux.

Ces textes comprennent des exigences relatives :

- à la qualité de l'eau ;
- aux matériaux et produits constitutifs des réseaux ;
- aux produits et procédés de traitement de l'eau ;
- à la conception, à la construction et à l'exploitation des réseaux.

L'arrêté interministériel du 30 novembre 2005 vient compléter le Code de la santé publique en fixant des obligations relatives à la température de l'eau chaude sanitaire.

Tableau 1 : Principales références réglementaires relatives aux réseaux de distribution d'eau chaude et d'eau froide sanitaires

Qualité de l'eau	Matériaux et produits	Traitement de l'eau	Réseaux	Température de l'eau
Code de la santé publique R. 1321-2 R. 1321-3 R. 1321-5	Code de la santé publique R. 1321-48	Code de la santé publique R. 1321-50 R. 1321-53	Code de la santé publique R. 1321-43 R. 1321-56 R. 1321-57 R. 1321-58 R. 1321-59 R. 1321-61	
Arrêté du 11 janvier 2007	Arrêté du 10 juin 1996 Arrêté du 29 mai 1997 modifié Décret n° 95-363 du 5 avril 1995	Arrêté du 17 août 2007		Arrêté du 30 novembre 2005

### 1.2.1 Exigences relatives à la qualité de l'eau

Il s'agit des limites et références de qualité fixées par le Code de la santé publique, qui s'appuie sur la directive n° 98/83/CE du 3 novembre 1998 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine

#### A. Limites de qualité

Elles sont fixées pour des paramètres qui, lorsqu'ils sont présents dans l'eau, sont susceptibles de produire des effets immédiats ou à plus long terme sur la santé du consommateur.

Elles sont généralement basées sur les recommandations en vigueur de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et sont impératives.

## 1. Réseaux en acier galvanisé

L'acier galvanisé est un matériau traditionnel, largement utilisé depuis plusieurs dizaines d'années pour les canalisations de distribution d'eau sanitaire dans le milieu collectif. Il est de moins en moins utilisé en installations neuves. Ce matériau est néanmoins encore employé en rénovation.

Ces installations ont souvent un très bon comportement. Toutefois, dans certaines circonstances, de nombreux désordres peuvent survenir, principalement liés à des phénomènes de corrosion, qui conduisent plus ou moins rapidement à des désordres tels que l'apparition :

- de « sable » aux filtres des robinets ;
- d'une pollution de l'eau (eau de couleur « rouille ») ;
- et de perforations.

Ces phénomènes de corrosion sont liés à la nature des matériaux, à leur mise en œuvre, aux conditions d'exploitation du réseau et aux caractéristiques physico-chimiques de l'eau.

Le NF DTU 60.1 *Travaux de bâtiment – Plomberie sanitaire pour bâtiments* (partie 1-1-1 « Réseaux d'alimentation d'eau froide et chaude sanitaire – Cahier des clauses techniques types », partie 1-2 « Critères généraux de choix des matériaux ») fixe le domaine d'emploi de ce matériau vis-à-vis de la qualité de l'eau distribuée.



Source : © Études CEBTP

Figure 1 : Canalisation en acier galvanisé corrodée

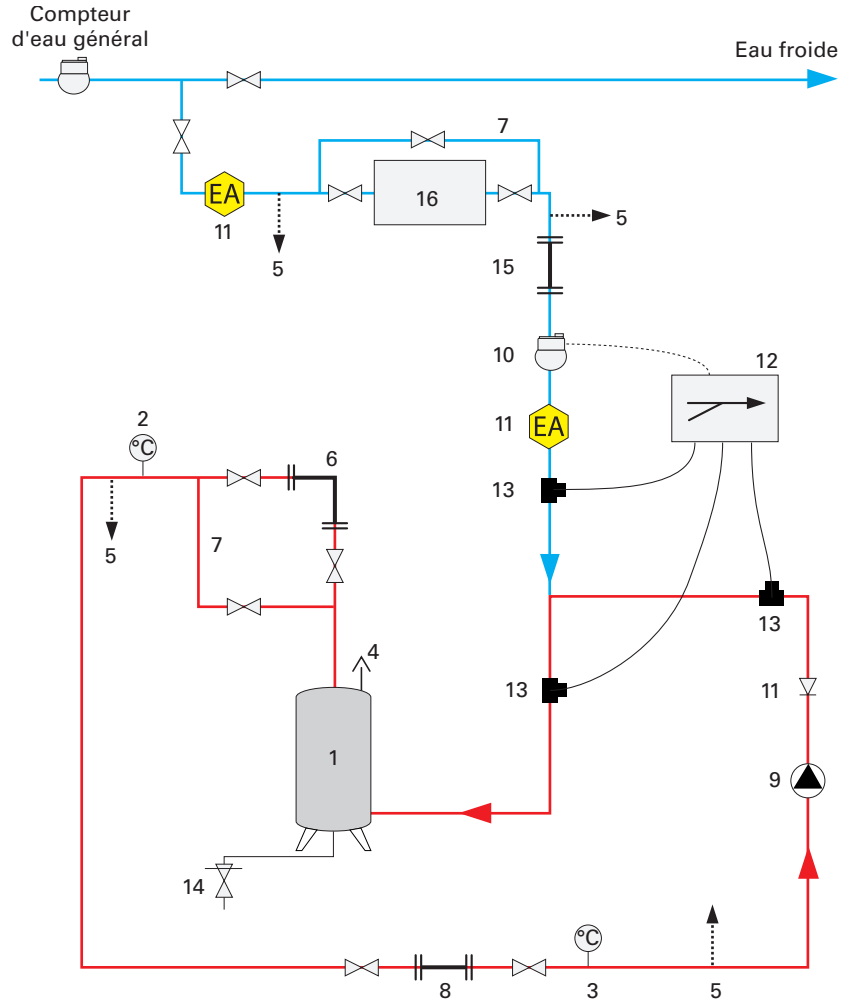
**Remarque**

Le NF DTU 60.1, partie 1-1-1, prévoit l'installation de manchettes témoin (paragraphe 6.5.1). Toutefois, il n'existe pas de procédure d'examen ni de modèle de rapport.

L'important est de bien mettre en évidence une évolution dans le temps (d'où l'importance d'un relevé des constatations) de l'allure des dépôts, de l'apparition de piqûres ou pustules, en fonction notamment de la position des génératrices (la plupart des phénomènes apparaissent sur la génératrice inférieure).



Figure 8 : Exemple de tronçon de canalisation en acier galvanisé placée horizontalement dans l'installation (après ouverture). La génératrice supérieure est recouverte d'un dépôt continu et adhérent. La génératrice inférieure présente des pustules d'oxydes foisonnantes. Toutefois, on ne peut, par simple observation visuelle, constater la profondeur des corrosions et leur évolution.



- |                                 |  |
|---------------------------------|--|
| 1. Ballon de préparation ECS    | 10. Compteur émetteur d'impulsions                     |
| 2. Thermomètre départ ECS       | 11. Dispositifs de protection contre les retours d'eau |
| 3. Thermomètre retour ECS       | 12. Poste de traitement                                |
| 4. Purgeur d'air                | 13. Canne d'injection                                  |
| 5. Prélèvement d'eau            | 14. Purge du ballon de préparation ECS                 |
| 6. Tube-témoin départ de boucle | 15. Manchette témoin                                   |
| 7. Bypass                       | 16. Prétraitement éventuel                             |
| 8. Tube-témoin retour de boucle |  |
| 9. Circulateur ou pompe         |  |

Figure 7 : Poste de traitement par injection de produits dans une installation d'eau chaude sanitaire en acier galvanisé



Figure 2 : Corrosion sous isolation sur un circuit d'eau glacée, due à un manque de continuité de l'isolant et du pare vapeur

Source : © A - Corros Expertises



Figure 3 : Détail de la perforation

Source : © A - Corros Expertises

## B. Points sensibles en isolation

### ■ Isolants

Les matériaux sont principalement le verre expansé et les mousses organiques. Les points sensibles sont la mise en place des coquilles ou douelles, leur collage, le jointoiment, la fixation sur les supports. Les épaisseurs d'isolant doivent être scrupuleusement respectées.

## 2.6 Les PP (PP-H, PP-R)

Les monomères sont le propylène et copolymères. Le matériau a un caractère semi-cristallin et présente une rigidité élevée.

Les classes d'application sont 2, 4 et eau glacée.

Les tubes sont livrés en barres droites et peuvent s'assembler à l'aide de raccords, par polyfusion ou électrosoudage.

## 2.7 Les assemblages

Ils se font à l'aide de raccords mécaniques (titulaires d'un ATEC), de raccords spécifiques (à compression, à sertir).

Tableau 2 : Principaux matériaux de synthèse et leurs utilisations

Matériau de synthèse	Utilisation	Mise en œuvre	Documents de référence	Certification
PVC-U	Eau froide	Collage	DTU 60.31	NF
PVC-C	Eau froide, eau chaude	Collage	DTU 60.31	CSTBat
PE-X	Classes 2, 4, 5 et eau glacée	Raccords à compression, à sertir, titulaires d'un ATEC	DTU 65.14 CPT 1808	Raccords ATEC CSTBat
PB	Classes 2, 4, 5 et eau glacée	Raccords à compression, à sertir, titulaires d'un ATEC	DTU 65.14 CPT 1808	CSTBat
PP-R		Raccords à compression, à sertir, titulaires d'un ATEC	DTU 65.10	CSTBat
Tubes multi-couches	Classes 2, 4, 5 et eau glacée, chauffage planchers chauffants	Raccords à compression, à sertir, titulaires d'un ATEC	DTU 65.14 CPT 1808	CSTBat



Source : © Cochebat

Figure 5 : Raccord à sertir sur tube PER

## 3. Mise en œuvre

### 3.1 Systèmes et prévention

La notion de « système » a été voulue par les fabricants. Ainsi, pour la plupart, les procédés d'assemblage sont inclus dans les Avis Techniques.

#### 3.1.1 La dilatation

Un des points les plus sensibles concerne la dilatation. Le tableau ci-dessous résume les coefficients de dilatation des différents matériaux. Des valeurs plus précises figurent dans les Avis Techniques. On remarque des disparités importantes, mais la dilatation est importante pour les matériaux de synthèse. Cela concerne bien sûr les canalisations apparentes (hors canalisations incorporées en dalle).



Comme dans tout processus de cristallo-genèse, on distingue deux étapes.

1. Une étape de germination, processus selon lequel les ions ou les molécules libres en solution se regroupent et s'organisent, forment ce qu'il est convenu d'appeler un nucléus. La germination peut se dérouler selon deux processus différents :
  - un processus homogène au cours duquel les nucléus se développent uniquement au sein de la phase liquide. Cela correspond à des sursaturations très élevées (pour le carbonate de calcium, la valeur de la sous-saturation est d'environ 40) et conduit à la formation de cristaux restant en suspension, donc à un tartre sous forme de boues pouvant être facilement purgées ;
  - un processus hétérogène où la formation des germes a lieu sur un support (parois). Cela aboutit à des dépôts adhérents (entartrage préférentiel des parois).
2. Une étape de croissance cristalline correspondant au développement des nucléus donnant des cristaux microscopiques et macroscopiques.

Bien que les mécanismes fondamentaux soient différents, l'entartrage concerne tous les matériaux : métalliques (effets électrochimiques et électrostatiques), matières plastiques (effet électrostatique).

## 3.2 Lutte contre l'entartrage

Plusieurs moyens et procédés ont été développés afin de lutter contre la formation de tartre : adoucisseurs, produits chimiques, procédés physiques.

### 3.2.1 Adoucissement par échange d'ions

Seul l'adoucissement par permutation sodique (passage de l'eau sur des résines échangeant les ions calcium contre des ions sodium), présente toutes les garanties d'efficacité, si les réglages et l'entretien sont effectués régulièrement. En effet, l'eau passe au contact de résines échangeuses d'ions contenant des ions  $\text{Na}^+$ . Ceux-ci sont remplacés par les ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$  (étape d'adoucissement). Lorsque la résine est saturée en ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$ , elle doit être régénérée, en faisant circuler une solution concentrée en  $\text{Na}^+$ . La solution concentrée en sels de calcium et magnésium est rejetée à l'égout.

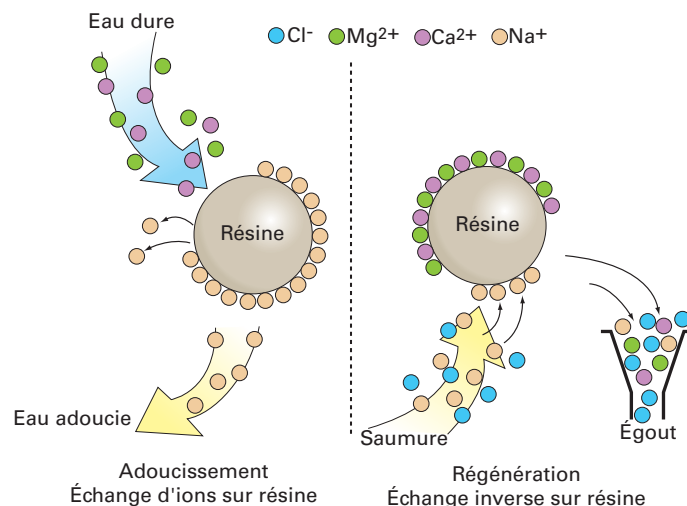


Figure 2 : Principe de l'adoucissement à l'aide de résines échangeuses d'ions, et de la régénération.

(source : Guide pratique du CSTB : procédés de traitement des eaux 2011)