



La pathologie des réseaux d'eau

Diagnostic, réparations et prévention

> Réseaux intérieurs

> Eau sanitaire et fluide caloporteur

Sommaire

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

Partie V			
Pathologie des accessoires 79			
1. Vannes 81		2.4 Équilibres calco-carboniques 99	
2. Flexibles 83		2.5 Caractéristiques principales des eaux 100	
3. Raccords 85		3. Entartrage 104	
		3.1 Phénomène d'entartrage 104	
		3.2 Lutte contre l'entartrage 105	
Partie VI		Annexe B	
Les processus bactériens dans les réseaux		La corrosion 109	
et leur prévention 87		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		Annexe C	
1.2 Germes pathogènes 89		Les responsabilités et garanties, les assurances,	
2. Principes de base de prévention 90		la sinistralité, l'expertise, la pathologie	
2.1 Sources de contamination 90		du bâtiment vue par l'AQC 117	
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	
Annexe A		Annexe D	
La chimie de l'eau 95		Diagnostic, laboratoires, moyens d'essais 127	
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		Bibliographie 131	

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

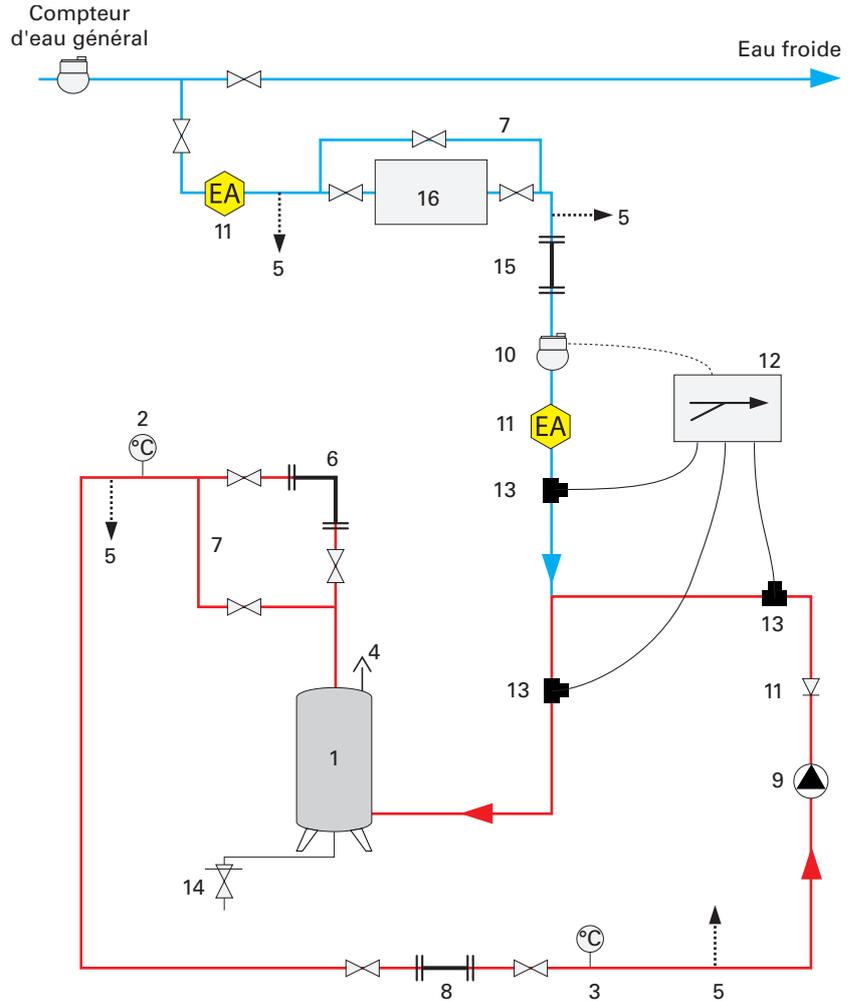
Remarque

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



Source : © A - Corros Expertises

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

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 Na^+ . Ceux-ci sont remplacés par les ions Ca^{2+} et Mg^{2+} (étape d'adoucissement). Lorsque la résine est saturée en ions Ca^{2+} et Mg^{2+} , elle doit être régénérée, en faisant circuler une solution concentrée en Na^+ . La solution concentrée en sels de calcium et magnésium est rejetée à l'égout.

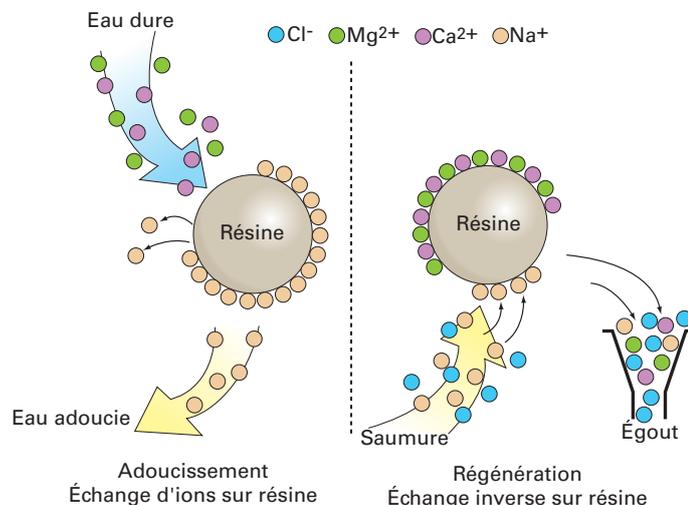


Figure 2 : Principe de l'adoucissement à l'aide de résines échangeuses d'ions, et de la régénération.

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