



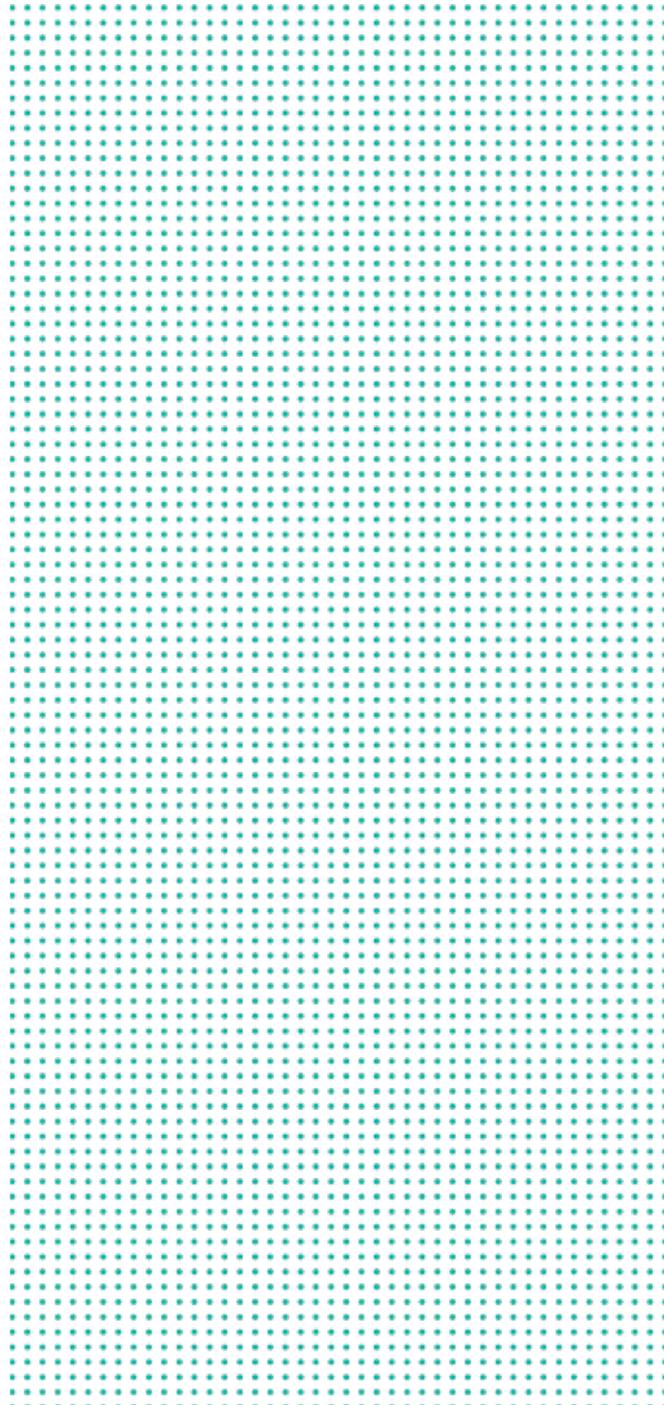
## RÉSEAUX HYDRAULIQUES PRIVATIFS INTÉRIEURS : POINTS DE VIGILANCE

Ce document a été réalisé par Messieurs Daniel Oisel et Brahim Bayri  
du réseau Stelliant Expertise.

Photo couverture ©Stelliant Expertise



<b>AVANT-PROPOS</b>	<b>4</b>
<b>INTRODUCTION</b>	<b>5</b>
<b>1. PÉRIMÈTRE DE LA MISSION</b>	<b>6</b>
1. 1 Limites de l'étude	7
1. 2 Méthodologie d'analyse	7
<b>2. ANALYSE DES RAPPORTS D'EXPERTISE</b>	<b>8</b>
2. 1 Par fonction	9
2. 2 Par zone géographique	10
2. 3 Par type d'ouvrage	12
2. 4 Par type de matériel	12
2. 5 Par matériau pour les canalisations	12
2. 6 Par type d'accessoire	15
2. 7 Par type de désordre pour les canalisations	16
2. 8 Pathologies et principales causes évoquées	18
2. 9 Principes réparatoires	18
2. 10 Dommages	19
2. 11 Coûts	19
<b>3. À PROPOS DES PATHOLOGIES</b>	<b>20</b>
3. 1 Pathologies sur le cuivre	21
3. 2 Pathologies sur le PER	26
3. 3 Pathologies des autres matériaux	27
3. 4 Pathologies des accessoires	28
3. 5 Pathologies des équipements	29
<b>4. TABLEAU D'ÉLÉMENTS DE MAÎTRISE DU RISQUE</b>	<b>30</b>
<b>5. CONCLUSIONS</b>	<b>34</b>
5. 1 Sur les investigations	35
5. 2 Sur les pathologies	35
5. 3 Perspectives	35
<b>ANNEXE</b>	<b>36</b>
ANNEXE 1 : Récapitulatif des tableaux	37



## AVANT-PROPOS

Cette étude porte sur l'analyse des causes des pathologies des réseaux d'eau à l'intérieur des bâtiments. Elle s'appuie sur un échantillon de 1 250 expertises issues de la base de données du Dispositif Alerte de l'AQC.

Seuls 865 rapports étaient exploitables, 633 ne concernant que les tuyauteries encastrées. Celles-ci sont considérées par les experts comme constitutives et indissociables des ouvrages.

Les sinistres ont été analysés en fonction de plusieurs paramètres : l'emplacement géographique, la date d'apparition, le type et le fonctionnement du réseau, le type de matériau et le type de pathologie.

Il en ressort que les ouvrages concernés sont majoritairement les installations de plomberie sanitaire en bâtiments résidentiels collectifs dont les canalisations sont en tubes de cuivre encastrés affectés par des percements (corrosion-fuites).

Alors que les sinistres affectant les équipements (vannes, raccords, etc.) apparaissent dans les deux à trois premières années après réception, les fuites se déclarent dès l'année de parfait achèvement et leur nombre augmente pendant la période décennale. Les causes seraient liées à des défauts de produits ou de pose pour les équipements et à des phénomènes de corrosion dans le cas des canalisations en cuivre.

S'agissant spécifiquement des canalisations encastrées, les experts n'ont pas réalisé d'investigations en raison du coût souvent plus élevé que le montant des réparations. Pour autant, les experts évoquent principalement un phénomène de corrosion-érosion et l'enjeu moyen des dossiers analysés s'élève à 4 861 € TTC.

Outre les problèmes de fuites, nous avons relevé une autre pathologie concernant également les installations de plomberie sanitaire : la présence de bactéries de type légionelles dans les réseaux d'eau chaude sanitaire et d'eau froide en l'absence d'isolant. Une étude concernant cette pathologie a été lancée récemment par l'AQC.

## INTRODUCTION

Les réseaux hydrauliques sont affectés par des pathologies spécifiques résultant de leur conception, leur réalisation et/ou des conditions de fonctionnement et de maintenance.

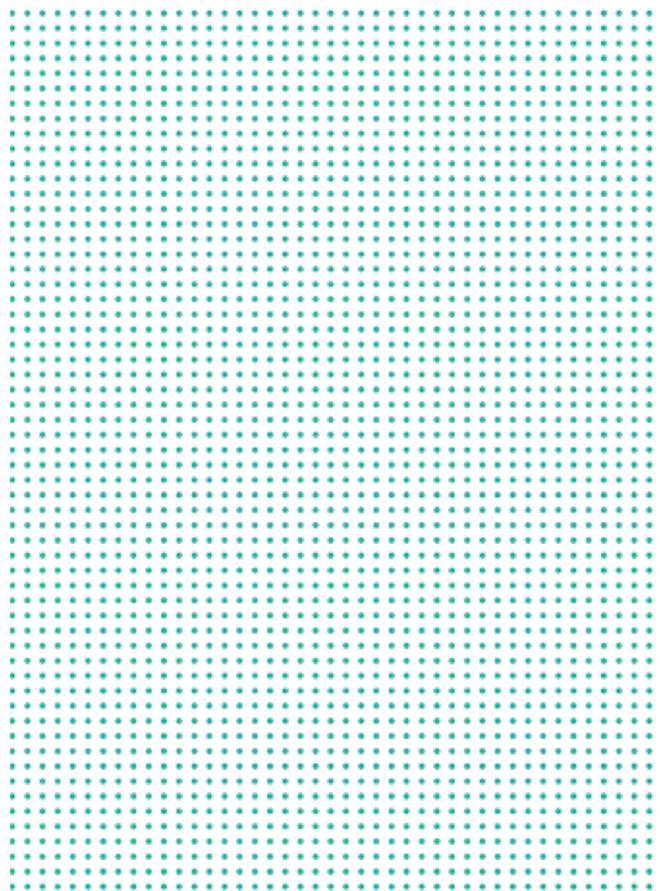
La présente étude, non exhaustive, est limitée à l'analyse des causes de sinistres affectant les réseaux traités dans les rapports d'expertise collectés de 2007 à 2016 dans le cadre du Dispositif Alerte de l'Agence Qualité Construction.

### Les principaux réseaux hydrauliques privés des bâtiments :

- Réseau d'eau potable avant le compteur général, dit branchement au réseau public.
- Réseau d'eau froide sanitaire après le compteur (EFS).
- Réseau d'eau froide adoucie (c'est-à-dire d'eau de ville traitée par échange de calcium-sodium).
- Réseau d'eau chaude sanitaire (ECS) (c'est-à-dire d'eau de ville ayant subi un traitement thermique en général à 60 °C).
- Réseau d'eau pluviale.
- Réseau d'eaux usées.
- Réseau d'eau de vannes.
- Réseau d'eau de chauffage.
- Réseau d'eau de refroidissement (sur tour de refroidissement ou réseau Dryp Cooler).
- Réseau d'eau glacée.
- Réseau d'eau géothermique (ou réseau primaire d'une PAC).
- Réseau de protection contre l'incendie, réseau Sprinkler ou RIA.
- Réseau d'eau de process.
- Etc.

Chaque réseau est principalement composé de :

- Canalisations en général calorifugées (tubes en cuivre, acier, multicouches, PVC, PER, etc.) ;
- Équipements sanitaires ou techniques en fonction de la destination du réseau : radiateurs, échangeurs, ballons, pompes, etc. ;
- Accessoires : vannes, organes de mesure, organes de contrôle, etc.



# 1. PÉRIMÈTRE DE LA MISSION

L'échantillon étudié est constitué de 1 250 expertises issues de la base de données du Dispositif Alerte de l'AQC, parmi lesquelles seuls 865 rapports sont exploitables pour les raisons suivantes :

- 271 dossiers du tableau ne comprennent matériellement pas de rapport.
- Parmi les rapports lus, 114 sont :
  - Sans relation avec l'étude ;
  - Insuffisamment renseignés ;
  - Notés « absence de désordre »...

Ces rapports ont été rédigés par des experts construction de différents cabinets intervenant essentiellement dans le cadre de l'assurance Dommages-Ouvrage, mais également de la Responsabilité Civile Décennale amiable ou, plus rarement, dans un cadre judiciaire.

## 1.1. Limites de l'étude

L'échantillon étudié est constitué des rapports transmis de façon volontaire à l'AQC par les experts d'assurance dans le cadre du Dispositif Alerte.

Cette transmission relevant du choix de chaque expert, l'échantillon n'a pas fait l'objet d'une stratégie spécifique d'échantillonnage.

Les résultats statistiques ne sont donc pas représentatifs des sinistres au niveau national, ce que nous préciserons dans l'analyse géographique.

L'échantillon est, par contre, représentatif de la typologie des sinistres.

Du fait de l'échantillon retenu, l'étude concerne essentiellement des tuyauteries encastrées. On dénombre 633 rapports (sur les 865) traitant de désordres sur des réseaux encastrés.

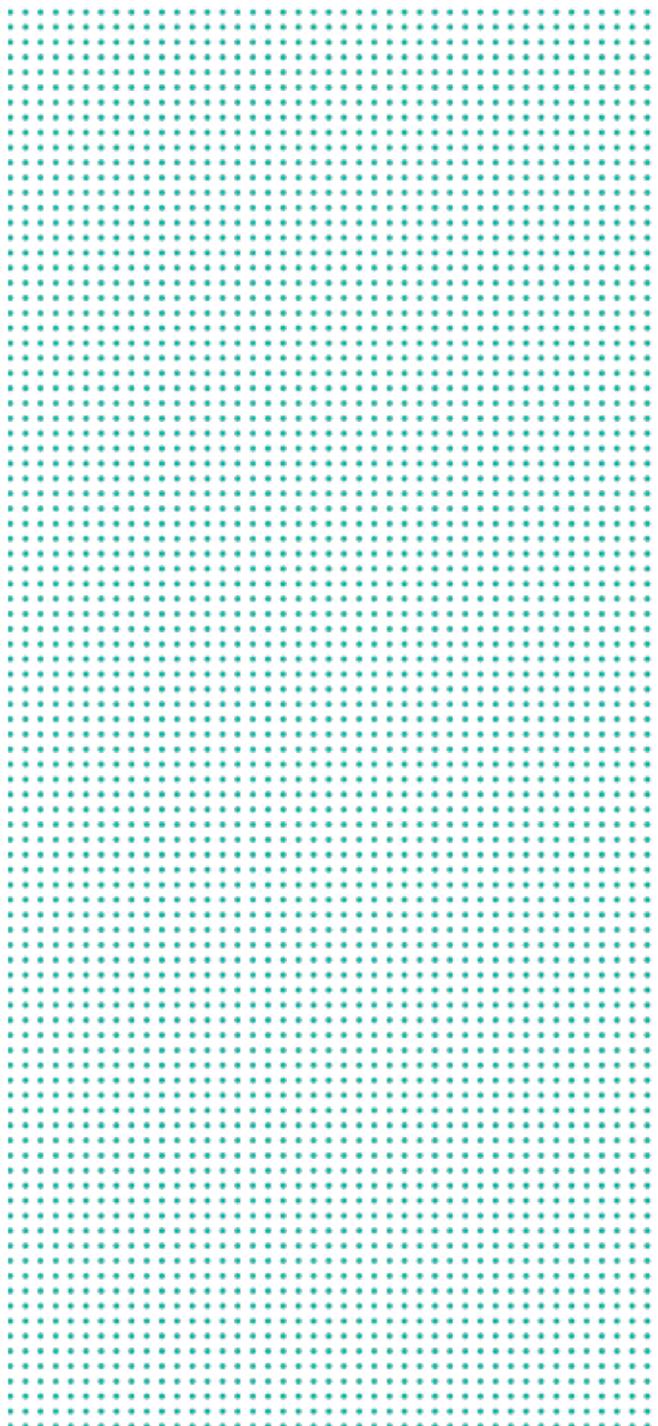
S'agissant des tuyauteries encastrées, les investigations sur les causes n'ont pas été réalisées en cours d'expertise pour une raison évidente de coût. Les conclusions des experts sont donc, dans ce cas précis, des hypothèses.

## 1.2 Méthodologie d'analyse

Nous avons analysé ces 865 rapports selon différents critères.

- Par fonction (plomberie, chauffage, autres).
- Par zone géographique : les rapports ont été classés par région française.
- Par type d'ouvrages rencontrés :
  - Habitat collectif ;
  - Maison individuelle ;
  - Santé ;
  - Social ;
  - Bâtiments de bureaux ;
  - Sports et loisirs ;
  - Enseignement.
- Par matériau : cuivre, PER, autres.

- Par délai d'apparition du sinistre : il s'agit de la durée séparant la date de survenance du sinistre de la date de réception de l'ouvrage en années.
- Par pathologie : dans la majorité des cas, les pathologies sont évoquées au dire d'expert, sans avoir été mises en évidence ou constatées en cours d'expertise, les investigations s'avérant trop coûteuses. Les principales pathologies évoquées sont la corrosion interne et externe ainsi que des défauts de fabrication.



## 2. ANALYSE DES RAPPORTS D'EXPERTISE

## 2.1 Par fonction

La répartition des installations selon le type d'utilisation est reprise dans le tableau suivant :

FONCTION	QUANTITÉ	PART DU TOTAL
Plomberie	772	89,2 %
Chauffage/climatisation	78	9,0 %
Divers	12	1,4 %
Non décrit	3	0,3 %
<b>Total</b>	<b>865</b>	<b>100 %</b>

Tableau 01 – Répartition de la pathologie des réseaux hydrauliques privés intérieurs par fonction

Les installations de plomberie sont donc très largement majoritaires dans l'échantillon étudié. Elles représentent près de 90 % des rapports.

Les tableaux suivants détaillent plus précisément le type de réseau par fonction.

### 2.1.1 Plomberie

FONCTION	QUANTITÉ	PART DU TOTAL
Alimentation en eau froide et eau chaude sanitaire (EFS-ECS)	716	92,7 %
Alimentation en eau potable (AEP)	24	3,1 %
Évacuation	24	3,1 %
Bouclage	7	0,9 %
Condensats	1	0,1 %
<b>Total</b>	<b>772</b>	<b>3,1 %</b>

Tableau 02 – Répartition par fonction pour la plomberie

Les réseaux d'alimentation en eau froide sanitaire (EFS) et eau chaude sanitaire (ECS) correspondent aux réseaux internes aux bâtiments, dits réseaux privés.

L'alimentation en eau potable correspond aux réseaux extérieurs avant compteur d'eau, dits réseaux publics.

### 2.1.2 Chauffage/climatisation

FONCTION	QUANTITÉ	PART DU TOTAL
Chauffage radiateurs	66	84,6 %
Eau glacée	8	10,3 %
Plancher chauffant	4	5,1 %
<b>Total</b>	<b>78</b>	<b>100 %</b>

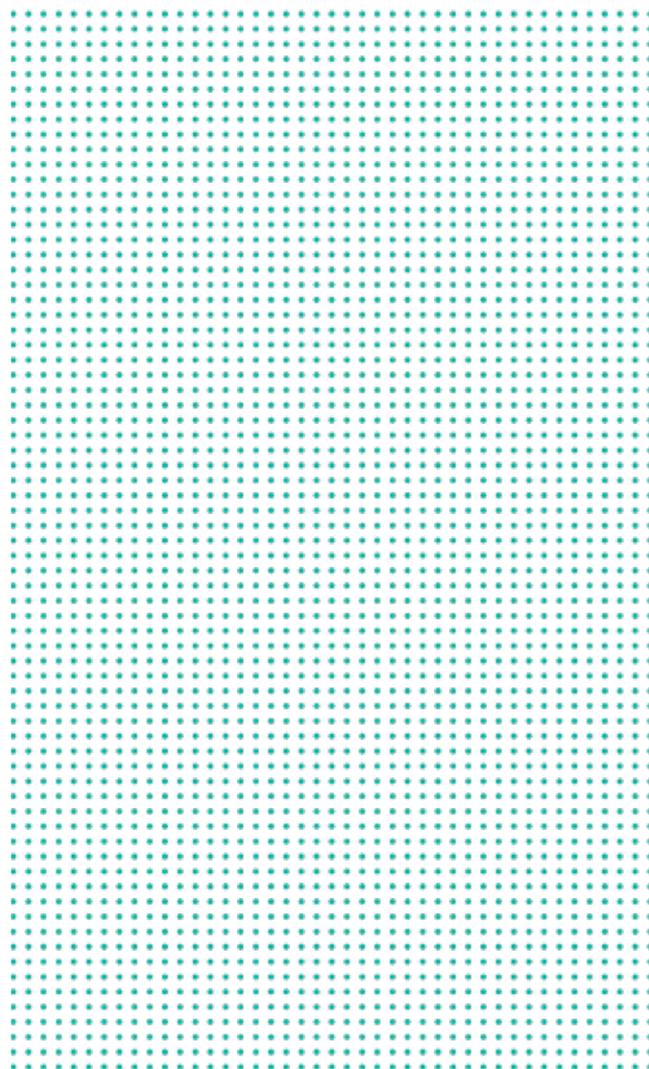
Tableau 03 – Répartition par type de chauffage/climatisation

Les installations de planchers chauffants sont minoritaires, puisque seuls 4 rapports sur 865 analysés les concernent. Étant donné le linéaire de tuyauteries que représente le plancher chauffant, on aurait pu s'attendre à une part plus importante de sinistres.

### 2.1.3 Autres

UTILISATION	QUANTITÉ
Piscine	4
Incendie	3
Géothermie sol-sol	1
Sprinkler	1
Eau glycolée solaire	1
Nappe phréatique	1
<b>Total général</b>	<b>11</b>

Tableau 04 – Répartition par type pour les autres installations



## 2.2 Par zone géographique

Nous avons regroupé les dossiers par département, puis par région.

Nous présentons à côté des données issues de notre analyse celles de la population française par département.

RÉGIONS	PART DE LA POPULATION FRANÇAISE	NOMBRE DE DOSSIERS	PART DU TOTAL DES DOSSIERS ÉTUDIÉS
Pays de la Loire	5.64 %	227	26.2 %
Auvergne-Rhône-Alpes	11.96 %	127	14.7 %
PACA	7.54 %	98	11.3 %
Nouvelle-Aquitaine	8.92 %	82	9.5 %
Occitanie	8.79 %	63	7.3 %
Île-de-France	18.23 %	62	7.2 %
Bretagne	4.97 %	53	6.1 %
Centre-Val de Loire	3.84 %	33	3.8 %
Grand Est	8.26 %	29	3.4 %
Bourgogne-Franche-Comté	4.19 %	23	2.7 %
Normandie	4.19 %	18	2.1 %
Hauts-de-France	4.97 %	15	1.7 %
Martinique	0.55 %	13	1.5 %
Guadeloupe	0.58 %	13	1.5 %
La Réunion	1.29 %	8	0.9 %
Corse	0.5 %	1	0.1 %
<b>Total général</b>	-	<b>865</b>	<b>100,0 %</b>

Tableau 05 – Répartition par région

Plusieurs départements ne sont pas présents dans le nombre de rapports étudiés. Il s'agit de :

- L'Aisne dans les Hauts-de-France ;
- L'Ariège en Occitanie ;
- La Creuse en Nouvelle-Aquitaine ;
- La Meurthe-et-Moselle et les Vosges en région Grand Est ;
- La Haute-Corse en région Corse ;
- Le Doubs, la Haute-Saône et l'Yonne en Bourgogne-Franche-Comté ;
- Mayotte.

- La région Pays de la Loire représente plus du quart des rapports étudiés alors qu'elle totalise moins de 6 % de la population française.
- À l'inverse, l'Île-de-France qui représente 18 % de la population n'est présente qu'à hauteur de 7 % dans les rapports.
- Le Grand Est, les Hauts-de-France, la Normandie et la Bourgogne-Franche-Comté présentent également un faible taux de sinistres comparé à leur population.

Au niveau départemental, on peut également constater des disparités.

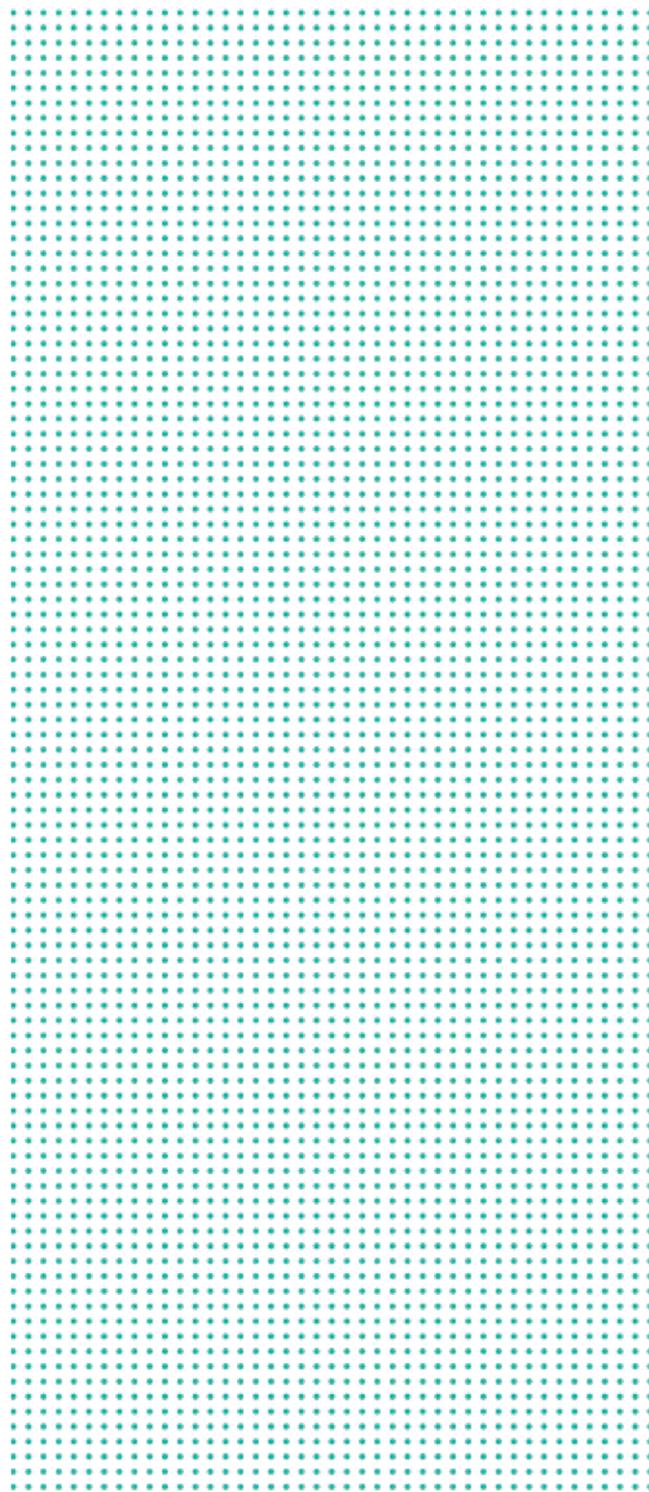
- Il existe par exemple 3 fois moins de dossiers pour les Bouches-du-Rhône dont la population est 2 fois supérieure à celle du Var voisin.
- Nous ne disposons d'aucun rapport concernant la Meurthe-et-Moselle pourtant plus peuplée que la Vendée, laquelle pour l'échantillon étudié, représente 10 % du total des dossiers tous départements confondus.
- Le caractère géographique des désordres est donc parfois très prononcé. On relève en particulier que, rapporté à la population, le nombre de dossiers est de l'ordre de 11 à 13 fois plus élevé en Pays de la Loire qu'il ne l'est en Île-de-France, dans les Hauts-de-France ou dans la région Grand Est.
- Pour d'autres régions (Auvergne-Rhône-Alpes, Nouvelle-Aquitaine, PACA, Occitanie, Centre-Val de Loire), le nombre de rapports comparé à la population est plus cohérent.

On peut se demander si ces disparités géographiques sont liées à la qualité locale de l'eau qui, dans certaines régions, pourrait avoir un pouvoir corrosif plus élevé, notamment pour les tuyauteries en cuivre. Même si ce n'est pas le seul paramètre, une eau moins minéralisée, donc moins dure, est réputée plus corrosive qu'une eau dure. À ce titre, la dureté des eaux des Hauts-de-France et de l'Île-de-France est par exemple notoirement plus élevée que celle des régions de l'ouest de la France, ce qui pourrait en partie expliquer qu'il y ait moins de sinistres dans ces régions où l'eau est fortement minéralisée.

En réalité, une telle approche basée sur l'échantillon étudié est assez aléatoire et peut amener à des résultats inverses. L'eau du département du Var est réputée en moyenne plus dure que celle des Bouches-du-Rhône, pourtant le nombre de dossiers rapporté à la population y est 6 fois moins élevé.

Il nous semble que le facteur prépondérant sur la répartition géographique des dossiers est la part des rapports communiqués au Dispositif Alerte à l'initiative des experts selon les régions.

Elle semble très variable, faussant l'approche statistique basée sur des éléments géographiques.



## 2.3 Par type d'ouvrage

TYPE D'OUVRAGE	QUANTITÉ	PART DU TOTAL
Habitat collectif	480	56 %
Maison individuelle	287	33 %
Social	28	3 %
Santé	21	2 %
Bureau	15	2 %
Sport et loisirs	11	1 %
Industrie	10	1 %
Commerce	8	1 %
Enseignement	3	0.3 %
Hôtel	2	0.2 %
<b>Total</b>	<b>865</b>	<b>100 %</b>

Tableau 06 – Répartition par type d'ouvrage

Le logement représente donc près de 90 % des dossiers.

L'habitat collectif est majoritaire avec plus d'un dossier sur deux.

L'habitat individuel représente un tiers des dossiers.

La catégorie « Social » comprend des EHPAD, foyers, maisons de repos et garderies.

La catégorie « Santé » comporte principalement des hôpitaux et des maisons de santé.

Dans la catégorie « Sports et loisirs », on trouve les piscines et les salles de spectacles.

## 2.4 Par type de matériel

MATÉRIEL	QUANTITÉ	PROPORTION
Canalisations	681	79 %
Accessoires	165	19 %
Équipements	19	2 %
<b>Total</b>	<b>865</b>	<b>100 %</b>

Tableau 07 – Répartition par type de matériel

Les sinistres concernent les canalisations elles-mêmes, les accessoires ou bien les équipements.

Par « équipements », nous entendons les gros matériels de l'installation comme les radiateurs, les pompes et les réservoirs.

Les accessoires correspondent aux matériels comme les vannes, les raccords, les clapets...

Le tableau exhaustif des accessoires figure au chapitre 3.6.

Les canalisations représentent près de 80 % des dossiers, les accessoires et équipements 20 % environ.

Les sinistres liés aux vannes et aux raccords représentent une part importante des sinistres pour les accessoires.

## 2.5 Par matériau pour les canalisations

TYPE D'OUVRAGE	QUANTITÉ	PART DU TOTAL
Cuivre	499	73.3 %
PER	118	17.3 %
PVC	17	2.5 %
Acier noir	5	0.7 %
PEHD	5	0.7 %
Acier galvanisé	3	0.4 %
Multicouche	3	0.4 %
Polybutène	1	0.1 %
Non déterminé	30	4.4 %
<b>Total</b>	<b>681</b>	<b>100 %</b>

Tableau 08 – Répartition des canalisations par matériau

L'analyse des rapports montre que les tuyauteries en cuivre représentent près des trois quarts des réseaux sinistrés et concernent à 91 % des réseaux de plomberie (620 rapports).

Sur les 118 réseaux PER, 95 concernent des alimentations EFS, ECS, 22 des réseaux de chauffage ou de climatisation.

Parmi les 17 réseaux PVC, 11 concernent des évacuations, 2 des alimentations EFS, ECS.

Nous décrivons brièvement ci-dessous les différents matériaux.

### 2.5.1 Les tuyauteries métalliques

Différents métaux (cuivre, acier, acier galvanisé) sont utilisés en fonction de leurs propriétés et caractéristiques techniques pour réaliser des tuyauteries dans le domaine du chauffage et de la plomberie.

Leurs propriétés spécifiques orientent leur usage, mais ils ont tous en commun l'étanchéité à l'oxygène et une sensibilité à la corrosion et au phénomène d'entartrage.

### 2.5.1.1 Le cuivre

Le cuivre est utilisé pour les réseaux sanitaires : EFS, ECS, bouclage. Il est également employé en chauffage pour l'alimentation des radiateurs et la réalisation des planchers chauffants.

On utilise soit du cuivre écroui et donc rigide, soit du cuivre recuit souple en couronne.

Le raccordement du cuivre s'effectue principalement par brasure et avec des raccords mécaniques. Il existe également des raccordements par sertissage.

AVANTAGES	INCONVÉNIENT
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bonne résistance à la corrosion en comparaison avec l'acier</li> <li>• Désinfection facile</li> <li>• Action bactéricide</li> <li>• Façonnage aisé</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensibilité à la corrosion par survitesse de type érosion ou cavitation</li> </ul>

Références normatives :

- Certification *NF EN 1057* et *NF EN 13349*.
- S'agissant des planchers chauffants, le *NF DTU 65.14* est applicable que les tubes soient en cuivre ou en matériau de synthèse.

### 2.5.1.2 L'acier noir

L'acier noir est utilisé pour les réseaux de chauffage et de climatisation. Il est interdit pour l'eau sanitaire.

L'assemblage de l'acier noir s'effectue par soudure, avec des raccords à visser ou des brides pour les plus gros diamètres.

AVANTAGE	INCONVÉNIENTS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coût peu élevé</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incompatibilité avec l'eau sanitaire</li> <li>• Surveillance de la qualité de l'eau et additifs parfois nécessaires</li> <li>• Faible résistance à la corrosion</li> </ul>

### 2.5.1.3 L'acier galvanisé

L'acier galvanisé est employé pour les réseaux d'alimentation sanitaire selon la *NF DTU 60.1 Plomberie sanitaire pour bâtiments*, les réseaux RIA et les Sprinklers.

Il s'assemble avec des raccords à visser, des soudures ou des brides.

AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coût faible</li> <li>• Bonne protection contre la corrosion en comparaison avec l'acier noir</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La température de l'eau doit être inférieure à 60 °C, supporte mal les chocs thermiques et chlorés</li> <li>• Ne peut pas être utilisé en aval de tuyauteries en cuivre (création de plis de corrosion galvanique)</li> <li>• En fonction de leurs caractéristiques physico-chimiques et de leur température, certaines eaux destinées à la consommation humaine nécessitent un additif pour être transportées par l'acier galvanisé. Toutefois, le traitement n'est autorisé que dans le cas de l'eau chaude sanitaire. L'eau froide sanitaire ne peut pas faire l'objet de traitement après le compteur général de l'immeuble.</li> </ul>

### 2.5.2 Les tuyauteries en matériau de synthèse

Plusieurs matériaux de synthèse peuvent être utilisés pour la réalisation d'installations de chauffage et de plomberie. Leur caractéristique commune est d'être insensibles à la corrosion et, parfois, perméables à l'oxygène. C'est le cas du PER sauf lorsqu'il est équipé d'une barrière antioxygène (BAO). Cette perméabilité à l'oxygène favorise l'embouage et la corrosion des éléments métalliques des installations.

En plomberie sanitaire, les matériaux de synthèse bénéficient d'une attestation de conformité sanitaire (ACS).

#### 2.5.2.1 Le PVC

Il est principalement utilisé pour les réseaux d'évacuation.

Il est également utilisé pour réaliser des alimentations d'eau (PVC-C ou HTA) ainsi que des réseaux de chauffage ou de refroidissement fermés.

Les assemblages sont faits en utilisant des colles à solvant. La mise en œuvre s'effectue selon la *NF DTU 60.31 Canalisations en chlorure de polyvinyle non plastifié : eau froide avec pression*.

AVANTAGE	INCONVÉNIENTS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Insensibilité à la corrosion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dilatation élevée</li> <li>• Temps de séchage important, environ 4 heures pour l'ECS</li> </ul>

Références normatives :

- *NF EN 1452 : Systèmes de canalisations en plastique pour alimentation en eau - Polychlorure de vinyle non plastifié (PVC-U)*
- *EN ISO 15877 (toutes les parties) : Systèmes de canalisations en plastique pour les installations d'eau chaude et froide - Polychlorure de vinyle chloré (PVC-C)*

#### 2.5.2.2 Le PEHD

De couleur noire avec une bande bleue, il est utilisé pour la réalisation de réseaux d'adduction d'eau enterrés.

Son assemblage s'effectue avec des raccords à compression, la soudure bout à bout ou des raccords électrosoudables.

AVANTAGES	INCONVÉNIENT
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Insensibilité à la corrosion</li> <li>• L'assemblage par soudure réduit les risques de fuite</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensibilité à l'eau chlorée</li> </ul>

#### 2.5.2.3 Le Polybutène

Ce matériau est peu utilisé. Il est employé pour les réseaux de chauffage, de climatisation et d'alimentation en eau sanitaire.

Son assemblage s'effectue à l'aide de raccords sous évaluation technique de type Avis Technique (ATec) ou Document Technique d'Application (DTA). Il peut être encastré ou monté à l'aide de supports.

AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Insensibilité à la corrosion</li> <li>• Souplesse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dilatation importante (plus faible que le PER cependant)</li> <li>• Manque de rigidité, il nécessite un supportage plus dense</li> </ul>

Référence normative :

- *EN ISO 15876 (toutes les parties) : Systèmes de canalisations en plastique pour les installations d'eau chaude et froide - Polybutène (PB)*

#### 2.5.2.4 Le tube multicouche

Il est composé d'une âme en aluminium placée entre une couche interne et une couche externe en PER.

Il est utilisé pour réaliser des réseaux de chauffage et de climatisation et pour l'alimentation en eau sanitaire.

L'assemblage s'effectue par sertissage à l'aide de raccords sous évaluation technique de type Avis Technique (ATec) ou Document Technique d'Application (DTA).

AVANTAGES	INCONVÉNIENT
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il permet des rayons de cintrage plus faibles que le cuivre</li> <li>• Dilatation faible</li> <li>• Mémoire de forme (reste en position une fois cintré)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prix d'achat relativement élevé</li> </ul>

AVANTAGES [SUITE]	INCONVÉNIENT [SUITE]
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Insensibilité à la corrosion</li> <li>• Temps de pose réduit en comparaison avec les tubes PVC pression</li> </ul>	

### 2.5.2.5 Le PER

Le PER (Polyéthylène réticulé, également appelé PE-X au niveau international) est utilisé pour réaliser les réseaux de chauffage, d'ECS et d'EFS. Il s'agit d'un matériau semi-rigide employé pour le raccordement des terminaux de chauffage, pour la réalisation des serpentins de plancher chauffant et pour l'alimentation en eau sanitaire chaude et froide.

Il est utilisé en encastré sous fourreau. Les raccordements aux terminaux sont réalisés en apparent.

Les assemblages sont effectués avec des raccords à sertir sous évaluation technique de type Avis Technique (ATec) ou Document Technique d'Application (DTA).

AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coût faible</li> <li>• Insensibilité à la corrosion</li> <li>• Possibilité de remplacement des tubes dans le cas d'un raccordement de type pieuvre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Très rigide à partir du diamètre 25</li> <li>• Dilatation élevée</li> </ul>

Référence normative :

- EN ISO 15875 (toutes les parties) : Systèmes de canalisations en plastique pour les installations d'eau chaude et froide - Polyéthylène réticulé (PE-X)

Concernant les raccords sous évaluation technique de type Avis Technique (ATec) ou Document Technique d'Application (DTA) il convient de noter que certains fonctionnent en système ouvert c'est-à-dire qu'ils peuvent être utilisés avec des tubes d'une marque différente alors que d'autres fonctionnent en système fermé et nécessitent des tuyauteries de la même marque.

La qualité du résultat dépend de l'utilisation de la pince à sertir adéquate permettant de réaliser un assemblage conforme.

## 2.6 Par type d'accessoire

ACCESSOIRE	QUANTITÉ	PROPORTION
Raccord	73	44.2 %
Vanne	49	29.7 %
Flexible	9	5.5 %
Joint	6	3.6 %
Réducteur de pression	4	2.4 %
Bouchon	4	2.4 %
Clapet antiretour	3	1.8 %
Purgeur	3	1.8 %
Bonde	3	1.8 %
Groupe de sécurité	2	1.2 %
Nourrice	2	1.2 %
Compteur d'eau	1	0.6 %
Siphon	1	0.6 %
Réservoir w.c.	1	0.6 %
Antibélier	1	0.6 %
Clapet antipollution	1	0.6 %
Autoflow	1	0.6 %
Filtre	1	0.6 %
<b>Total</b>	<b>865</b>	<b>100 %</b>

Tableau 09 – Répartition par type d'accessoire

Pour les accessoires, la répartition entre chauffage et plomberie est à peu près la même que pour l'ensemble des dossiers. Les désordres sur le chauffage représentent 10 % de l'ensemble, la plomberie 87 %.

## 2.7 Par type de désordre pour les canalisations

DÉSORDRE	QUANTITÉ	PROPORTION
Fuite	670	98.4 %
Légionelle	4	0.6 %
Engorgement	3	0.4 %
Raccordement	2	0.3 %
Embouage	1	0.1 %
Odeur	1	0.1 %
<b>Total</b>	<b>865</b>	<b>100 %</b>

Tableau 10 – Répartition par type de désordre pour les canalisations

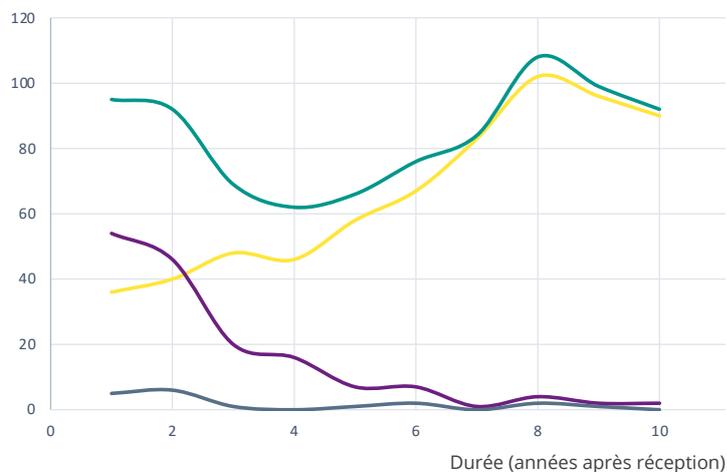
La quasi-totalité des désordres sont également des fuites.

### 2.7.1 Analyse par délai d'apparition des désordres après réception

ANNÉES APRÈS RÉCEPTION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
DÉSORDRES SUR CANALISATIONS	36	40	48	46	58	67	83	102	96	90	666
DÉSORDRES SUR ACCESSOIRES	54	46	20	16	7	7	1	4	2	2	159
DÉSORDRES SUR ÉQUIPEMENTS	5	6	1	0	1	2	0	2	1	0	18
<b>TOTAL</b>	<b>95</b>	<b>92</b>	<b>69</b>	<b>62</b>	<b>66</b>	<b>76</b>	<b>84</b>	<b>108</b>	<b>99</b>	<b>92</b>	<b>843</b>

Tableau 11 – Répartition par délai d'apparition des désordres après réception

Quantité de sinistres



On constate une augmentation du nombre de sinistres dans le temps sur les canalisations, alors que les sinistres concernant les accessoires diminuent.

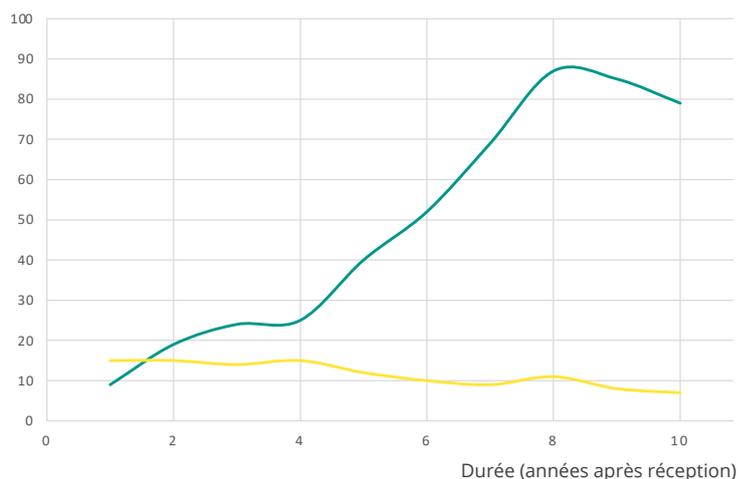
■ Total généré    
 ■ Canalisations    
 ■ Équipements    
 ■ Accessoires

Pour les canalisations, on peut séparer le cuivre et le PER :

ANNÉE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
CUIVRE	9	19	24	25	40	52	69	87	85	79	489
PER	15	15	14	15	12	10	9	11	8	7	116
TOTAL	24	34	38	40	52	62	78	98	93	86	605

Tableau 12 – Répartition par année d'apparition entre le cuivre et le PER

Quantité de sinistres



Sur l'échantillon analysé, on constate que le nombre de sinistres apparus en première année sur les réseaux en cuivre est inférieur à celui affectant les réseaux en PER.

Le nombre de sinistres sur le cuivre ne cesse ensuite de croître avec le temps pour atteindre un maximum en 8<sup>e</sup> année après réception. Le nombre de sinistres sur le PER décroît légèrement, mais régulièrement avec le temps. Les courbes se croisent après la première année.

À la fin de la période de garantie décennale, le nombre de sinistres sur le cuivre est 10 fois plus élevé que sur le PER.

Ce constat démontre clairement la tendance évolutive des sinistres sur le cuivre et met en évidence le côté progressif correspondant à la corrosion des réseaux.

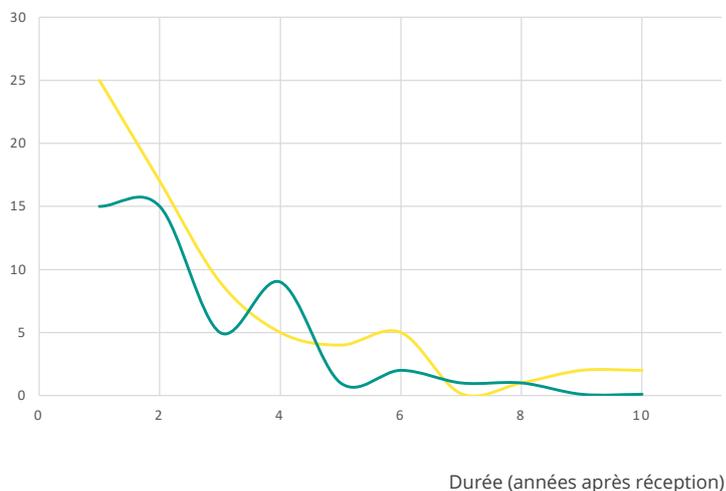
Cuivre PER

ANNÉE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
RACCORD	25	17	9	5	4	5	0	1	2	2	70
VANNE	15	15	5	9	1	2	1	1	0	0	49

Tableau 13 – Répartition par délai d'apparition pour les vannes et les raccords

La quantité de désordres n'est pas significative pour les autres accessoires.

Quantité de sinistres



En moyenne, les sinistres sur les accessoires sont 25 fois plus élevés pendant les deux premières années que lors des deux dernières de la période d'assurance décennale.

Cette évolution de la sinistralité tend à montrer que la pathologie relève d'un défaut présent à l'origine, c'est-à-dire d'un défaut de produit ou de pose.

Les accessoires sinistrés sont en majorité des raccords et des vannes.

Vanne Raccord

## 2.8 Pathologies et principales causes évoquées

Une des principales difficultés de cette étude est l'absence quasi systématique d'investigations pour déterminer la cause des sinistres. La localisation de la fuite n'a souvent pas pu être constatée.

En effet, s'agissant de **tuyauteries encastrées**, la recherche des causes nécessite dans la plupart des cas des investigations importantes pour accéder aux tuyauteries endommagées. Le coût de ces investigations serait alors largement supérieur à celui des réparations. Cette situation est souvent évoquée par les experts. Déposer le carrelage, casser les chapes, dalles ou cloisons dans l'unique but de connaître la cause d'une fuite ne serait pas économiquement raisonnable. En conséquence, les experts formulent des hypothèses sur les causes qui n'ont pas pu être vérifiées.

Concernant le cuivre, les experts évoquent la cause d'une corrosion interne ou externe pour expliquer les fuites sans nécessairement savoir lequel des deux phénomènes est à l'origine des désordres.

- Pour la corrosion interne, les phénomènes de pitting, de qualité des tubes et de corrosion-érosion sont principalement évoqués.
- Pour la corrosion externe, la présence d'un liquide agressif en contact avec le tube sous fourreau est principalement évoquée.

Pour les tuyauteries en PER les experts évoquent :

- La qualité des tubes ;
- Les blessures des canalisations.

## 2.9 Principes réparatoires

### 2.9.1 Passage de nouvelles tuyauteries en apparent

En l'absence d'autres solutions, le passage de nouvelles tuyauteries apparentes est le mode de réparation le plus fréquent. Un cheminement alternatif est alors mis en œuvre. La configuration spécifique des lieux permet parfois d'éviter ou de limiter l'impact visuel. Les vides sanitaires ou les combles permettent de masquer en partie les tuyauteries, comme un passage derrière un meuble ou dans un local moins noble.

### 2.9.2 Remplacement après extraction de la canalisation endommagée

Cette solution suppose la possibilité d'extraire la canalisation en matériau de synthèse de son fourreau et d'en réintroduire une nouvelle. Cette méthode n'est pas toujours possible, car les rayons de courbure au moment de la pose sont parfois trop petits pour l'extraction des tubes du fourreau, le frottement étant trop important.

### 2.9.3 Introduction de nouvelles canalisations dans la canalisation fuyarde

Le diamètre des tuyauteries PER en place permet, dans certains cas, l'introduction d'une tuyauterie PER de plus faible diamètre. L'ancienne tuyauterie sert alors de fourreau à la nouvelle. Une tuyauterie de diamètre intérieur/extérieur de 10/12 mm peut, par exemple, être introduite dans une tuyauterie de diamètre 13/16 mm.

Cette solution ayant pour effet de réduire le diamètre du nouveau tube et donc de réduire la capacité d'alimentation en eau de l'appareil concerné, elle ne peut pas toujours être utilisée. Une baignoire, par exemple, ne peut pas être alimentée avec une tuyauterie en 10/12 mm même si techniquement la solution est envisageable.

### 2.9.4 Autres

Des mesures conservatoires sont parfois prises à la demande des experts en attendant les réparations définitives afin de réduire les conséquences des fuites :

- Pose de vannes permettant l'alimentation en eau pour une durée limitée, pour la prise d'une douche par exemple, limitant ainsi les dégâts ;
- Mise en place d'un déshumidificateur pour assécher les locaux sinistrés.

## 2.10 Dommages

Il a été mis en exergue que la quasi-totalité des désordres remontés dans l'échantillon étudié sont des fuites d'eau. Les experts en rapportent les conséquences.

### 2.10.1 Dommages aux existants

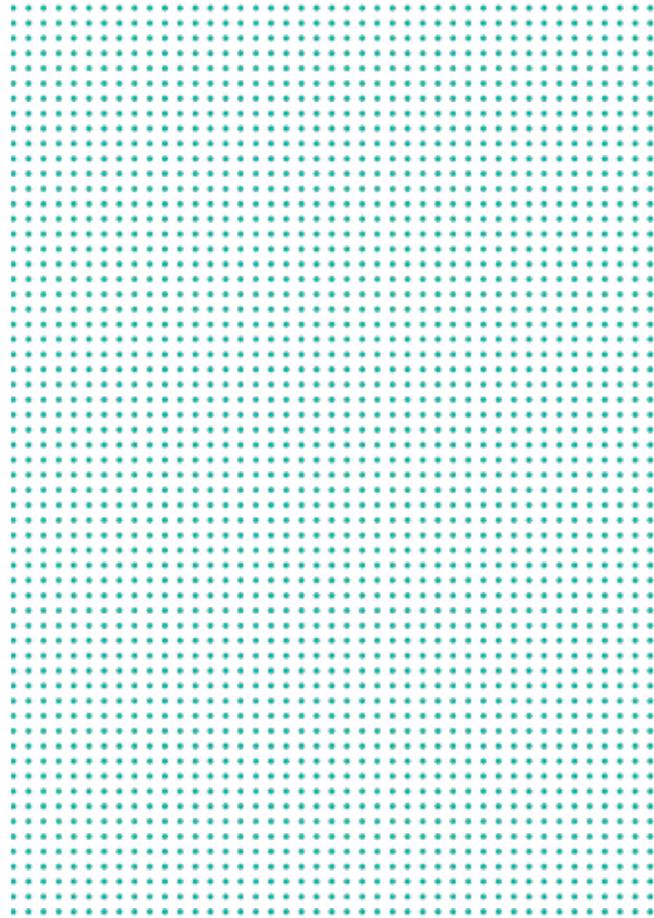
Les fuites provoquent des dommages aux existants :

- Aux embellissements : peintures, cloisons, doublages, revêtements de sol ;
- Au mobilier ;
- Aux installations électriques.

### 2.10.2 Dommages immatériels

Plusieurs types de dommages immatériels sont évoqués :

- Surconsommation d'eau due à la persistance de fuites ;
- Relogement après un dégât des eaux ;
- Perte de loyer (réduction du loyer pour préjudice de jouissance).



## 2.11 Coûts

L'analyse des rapports a permis de calculer le coût moyen des sinistres :

UTILISATION	QUANTITÉ	FRAIS DE RECHERCHE DE FUITES	FRAIS DE RÉPARATION	DOMMAGES
Chauffage/climatisation	78	606 €	8 420 €	2 916 €
Divers	12	198 €	7 993 €	28 207 € (*)
Plomberie	772	616 €	2 092 €	4 793 €
<b>Total</b>	<b>862</b>	<b>613 €</b>	<b>2 728 €</b>	<b>4 861 €</b>

Tableau 14 – Répartition des coûts des sinistres

(\*) Pour les conséquences, le coût moyen du poste « Divers » correspond à l'importance prépondérante d'un sinistre sur un réseau Sprinkler dans une usine avec perte de production. Ce montant n'est donc pas représentatif.

## 3. À PROPOS DES PATHOLOGIES

Nous revenons ici sur les principales pathologies constatées ou évoquées dans les rapports d'expertise pour les décrire et à titre d'exemples.

## 3.1 Pathologies sur le cuivre

### 3.1.1 Corrosion intérieure

#### 3.1.1.1 Pitting ou corrosion par piqûres

Le phénomène de pitting est largement évoqué par les experts comme la cause générique du percement des tuyauteries en cuivre. Il a rarement été mis en évidence faute d'investigations.

Il s'agit d'un phénomène localisé se manifestant par la présence de perforations internes de très petite dimension.

Le phénomène peut avoir plusieurs causes :

- Présence de résidus dans le tube ou véhiculés par l'eau ;
- Défaut de surface interne ;
- Composition locale du métal différente ;
- Rupture de continuité dans une couche protectrice ;
- Temps de chauffe trop élevé au niveau des brasures ;
- Composition physico-chimique de l'eau.

Ce phénomène de pitting a particulièrement affecté les réseaux en cuivre dans les années 70-80. Il était causé par la présence de résidus de fabrication en surface des tubes. Ce défaut de fabrication a depuis été corrigé. Une certification NF a été mise en place pour assurer la continuité de cette qualité, *NF EN 1057* pour tubes de cuivre nus et *NF EN 13349* pour le cuivre et les alliages de cuivre gainés. La qualité des tubes n'est, aujourd'hui, plus une cause majeure de cette pathologie.

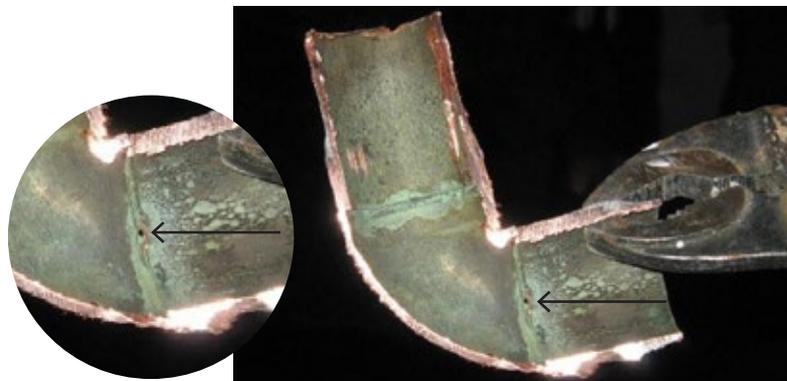
Un phénomène particulièrement intéressant a été mis en évidence dans un pavillon en Eure-et-Loir où des fuites se sont produites en sixième année sur un tube d'alimentation installé sous la baignoire. Le tube a visiblement été cintré à chaud donc sans brasure. Les fuites se sont produites localement là où le tube a été chauffé.



01. Percements d'un tube en cuivre sur la partie chauffée.  
(Crédit photo : Eurisk)

Il est probable que le cuivre ait été chauffé à une température trop élevée pour faciliter le cintrage, ce qui entraîne la formation d'oxyde cuivrique favorisant localement la corrosion du métal.

Dans le dossier judiciaire d'un établissement à caractère social du département du Cher, l'expert judiciaire a fait casser localement la dalle pour dégager la tuyauterie fuyarde. Il s'agissait d'un réseau d'alimentation d'EFS.



02. Tube en cuivre encastré et percé au droit de la soudure.  
Un sondage destructif a été réalisé pour extraire et remplacer le tube.  
(Crédit photo : Eurisk)

### 3.1.1.2 Corrosion-érosion

La corrosion-érosion résulte d'une attaque mécanique du tube en cuivre due à une vitesse de circulation de l'eau trop élevée. Le cuivre est un matériau tendre très sensible à ces phénomènes.

On distingue le phénomène d'érosion résultant du frottement le long de la paroi de l'eau et des particules qu'elle est susceptible de contenir et le phénomène de cavitation. Ces deux phénomènes sont liés à une vitesse de circulation trop élevée, mais, pour la cavitation, cette vitesse a pour effet de réduire localement la pression de l'eau. Lorsque la pression descend au-dessous d'un certain seuil appelé "pression de vapeur saturante", l'eau liquide se vaporise sous forme de bulles s'insérant dans l'eau en circulation. Lorsque la vitesse de l'eau redescend, la pression remonte. Les bulles de vapeur d'eau disparaissent alors en implosant. Cette implosion à proximité des parois du réseau est localement particulièrement destructrice.

Ces phénomènes affectent majoritairement les réseaux de bouclage d'un faible diamètre comparés aux canalisations d'alimentation. La durée élevée d'exposition des tubes à une vitesse trop importante provoque donc des désordres dans les réseaux de bouclage.

Les raisons pouvant être à l'origine d'une vitesse trop élevée sont multiples :

#### En phase conception

- Mauvais choix de vitesse.
- Erreur de calcul ou de dimensionnement des « réseaux ».
- Choix erroné de la pompe de circulation dont le débit s'avère trop élevé par rapport aux besoins.
- Conception inadaptée des réseaux ne permettant pas un réglage correct des débits dans toutes les branches des réseaux. Les vannes d'équilibrage peuvent être absentes, de dimension ou de conception inadaptées.



03. Nappe horizontale d'un réseau en tubes en cuivre affectée par une corrosion-érosion généralisée. (Crédit photo : Eurisk)

La photo n° 03 montre une canalisation bouclage ECS affectée par une dizaine de percements réparés provisoirement par colliers de type Serflex. La survitesse à l'origine du sinistre résulte d'une pompe de circulation surpuissante installée sur un réseau ECS non équilibré.

#### En phase exécution

- Mise en œuvre de tuyauteries de diamètre inférieur à celui prévu.
- Accidents de parcours trop nombreux.
- Absence ou mauvais réglage des organes d'équilibrage.
- Défaut de mise en service des réseaux.

#### En exploitation

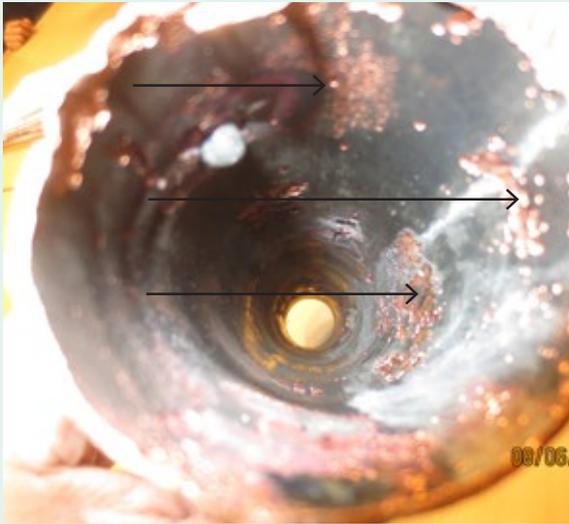
- Modification des réglages de l'installation au niveau des vannes d'équilibrage ou des pompes.

Ce type de désordres évoqué dans plusieurs dossiers se trouve de façon régulière en expertise, particulièrement dans les ouvrages de taille importante comme les hôpitaux, les hôtels ou les grandes résidences. Un défaut de maîtrise de la conception et/ou de l'exécution peut aboutir à de tels désordres.



04. Canalisation d'eau chaude sanitaire affectée par des percements à répétition. (Crédit photo : Eurisk)

L'examen de l'état de corrosion interne de la canalisation en cuivre ci-dessus révèle un phénomène de corrosion-érosion résultant d'un surdimensionnement de la pompe de charge du ballon de stockage.



05. Canalisation cuivre, installée entre le ballon ECS et l'échangeur à plaque, affectée par corrosion-érosion. (Crédit photo : Eurisk)

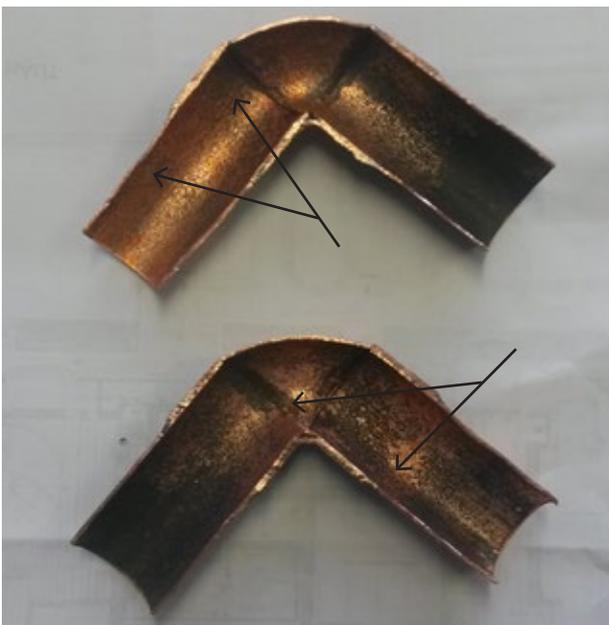
Dans l'exemple ci-dessous, le percement des tubes est probablement dû à un phénomène de corrosion-érosion sur le réseau de bouclage. L'ouvrage est une maison de retraite. Le sinistre a été déclaré en cinquième année après réception. Une quinzaine de fuites ont été répertoriées.



07. Canalisation en cuivre affectée par une corrosion-érosion résultant d'une faible section du tube. (Crédit photo : Eurisk)

La répartition de la vitesse de l'eau dans les tubes n'est pas homogène. Elle l'est d'autant moins que le parcours du réseau est accidenté. Pour cette raison, les phénomènes d'érosion ou de cavitation peuvent, par exemple, se produire au niveau du second coude lorsqu'il y a assemblage de deux coudes successifs.

Lorsque la vitesse moyenne est trop élevée, le dépassement local des vitesses critiques dû à la géométrie des réseaux est d'autant plus important.



06. Canalisation en cuivre affectée par une corrosion-érosion localisée au droit des soudures. Ce phénomène résulte de la présence du coude et d'un défaut d'ébavurage des tubes lors de la découpe. (Crédit photo : Eurisk)

Ce phénomène de corrosion érosion est récurrent dans les expertises.

### 3.1.2 Corrosion extérieure

La corrosion externe des tubes en cuivre encastrés provient le plus souvent de la présence de produits liquides corrosifs à l'intérieur du fourreau.

Il peut en particulier s'agir de produits de nettoyage du sol qui pénètrent dans le fourreau coupé trop bas.

La corrosion est probablement à l'origine d'un nombre de cas non négligeable dans l'échantillon analysé.

Un sinistre s'est produit en 9<sup>e</sup> année dans le département de la Côte-d'Or. Le propriétaire ayant décelé une fuite sur le réseau encastré du lavabo de la salle de bains a pris le parti, hors expertise, de réaliser une tranchée et d'extraire la canalisation fuyarde. La corrosion externe du réseau en cuivre initialement encastré sous fourreau a pu être constatée par l'expert.

### 3.1.3 Légionelles

Il s'agit d'une pathologie propre aux réseaux d'eau chaude sanitaire. Dans l'échantillon de l'étude, la présence de légionelles a été constatée dans quatre cas, dont un sur des réseaux d'alimentation d'eau froide.

Rappelons que les légionelles se développent dans les réseaux dont la température se situe entre 25 °C et 45 °C.

Les installations de plomberie collectives doivent être conçues pour que la température de l'eau soit toujours supérieure à 50 °C en tout point du réseau, à l'exception de la partie terminale avant puisage pour laquelle il existe une tolérance.

Cette exigence provient de l'Article 1 de l'Arrêté du 30 novembre 2005 modifiant l'Arrêté du 23 juin 1978 relatif aux installations fixes destinées au chauffage et à l'alimentation en eau chaude sanitaire des bâtiments d'habitation, des locaux de travail ou des locaux recevant du public. Elle s'applique lorsque le volume entre le point de mise en distribution et le point de puisage le plus éloigné est supérieur à 3 litres.

Dans sa dernière version d'août 2013, la NF DTU plomberie traitant de la conception et du dimensionnement des réseaux de bouclage d'eau chaude sanitaire (NF DTU 60.11 P1-2) renforce ces exigences :

- En plus d'un volume inférieur à 3 litres, les antennes doivent avoir une longueur inférieure à 8 mètres.
- La conception de l'installation doit limiter le nombre de boucles pour rester compatible avec l'exploitation de l'ouvrage.
- Un organe d'équilibrage est nécessaire pour chaque

boucle et doit être sélectionné dans la plage de fonctionnement définie par le fabricant. Son ouverture doit être de 1 mm au minimum pour éviter les risques de colmatage.

Des défauts de conception et d'exécution du réseau d'ECS peuvent induire une température inférieure à cette valeur.

Les principaux défauts relevés sont les suivants :

- Température de départ de l'eau chaude sanitaire insuffisante ;
- Diamètre des tuyauteries trop faible ;
- Équilibrage hydraulique défaillant (absence de vanne ou réglage incorrect) ;
- Présence de bras morts dans l'installation ;
- Calorifuge absent ou insuffisamment performant.



08. Canalisation en multicouche bouchonnée présentant un bras mort. (Crédit photo : Eurisk)

Comme pour la corrosion-érosion, il est nécessaire d'avoir un équilibrage correctement réalisé et maintenu.



09. Canalisations en HTA partiellement calorifugées.

*L'absence du calorifuge entraîne des pertes de chaleur du réseau et donc une baisse de la température de l'ECS*

*(Crédit photo : Eurisk)*

Une vitesse de circulation insuffisante de l'eau chaude sanitaire va en effet engendrer une baisse de température. Un débit minimum d'eau chaude sanitaire dans chaque branche du réseau, en particulier sur le bouclage, est requis pour assurer le maintien en température. Un défaut d'équilibrage hydraulique peut donc provoquer une insuffisance de température locale de l'eau chaude sanitaire. Un diamètre trop petit du réseau a le même effet.

De nombreux sinistres de ce type sont traités dans le cadre d'expertises Dommages Ouvrage ou judiciaires.

On trouve également de plus en plus de sinistres liés à la présence de légionelles dans les réseaux d'eau froide. La température devrait être inférieure à 25 °C selon l'Arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine. La bactérie peut cependant se retrouver à des températures largement supérieures.

On distingue plusieurs causes :

- La proximité du cheminement des réseaux d'eau froide avec les réseaux d'eau chaude sanitaire bouclés, en particulier pour des tuyauteries sous fourreau encastrées en dalle, en général non calorifugées en raison des limites liées à la hauteur d'encastrement ;
- Le cheminement des réseaux d'eau froide en comble où la température peut être très élevée en été, voire en demi-saison. D'une manière plus générale, le passage dans des locaux à température élevée peut induire des désordres ;
- Des phénomènes de retour d'eau chaude dans l'eau froide et inversement.

La photo n° 10 présente une panoplie de réseaux hydrauliques installés dans les combles d'une maison de retraite. Les canalisations d'eau froide sont placées à proximité de celles d'eau chaude sanitaire et de chauffage.

La toiture est constituée d'un bac acier non isolé et la température ambiante des combles s'élève en été à des valeurs supérieures à 50 °C entraînant une surchauffe anormale de l'eau froide.



10. Réseau d'eau froide placé dans les combles non isolés.

*En été, l'eau froide stagne dans les réseaux, surchauffe puis développe des bactéries légionelles.*

*(Crédit photo : Eurisk)*

## 3.2 Pathologies sur le PER

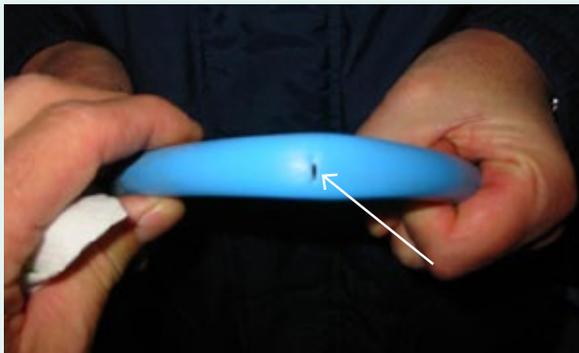
### 3.2.1 Blessures et pliures

Les blessures et pliures du PER en phase chantier sont évoquées dans différents rapports.

### 3.2.2 Percement accidentel

Dans plusieurs cas, le tube en PER a été percé par des interventions sur l'ouvrage.

Sur la photo n° 11, il s'agit de l'alimentation en PER sur une canalisation encastrée sous fourreau dans le doublage. Le tube a été percé lors de l'aménagement du nouveau locataire.



11. Canalisation eau froide en tube PER percée accidentellement.  
En haut – Canalisation incorporée dans le doublage.  
En bas – Canalisation extraite du doublage.  
(Crédit photo : Eurisk)

Au moment de ses travaux d'aménagement, le locataire n'était manifestement pas informé de l'existence de tuyauteries passant dans le doublage.

Le tube percé a pu, dans ce cas, être enlevé et remplacé, ce qui a permis de minimiser le coût des réparations.

Plusieurs cas de percements accidentels postérieurs à la réception ont été constatés. Ils ne rentrent évidemment pas dans le cadre de l'assurance décennale.

### 3.2.3 Barrière antioxygène

La présence d'oxygène dans les réseaux de chauffage est une cause de la formation de boues issues de l'oxydation du métal et de la présence d'algues dans les tuyauteries ou les équipements comme les radiateurs.



12. Débouage d'un plancher chauffant. L'eau du réseau est de couleur noire et chargée de matières en suspension. (Crédit photo : Eurisk)

Contrairement aux tuyauteries métalliques, le PER est perméable à l'oxygène. Alors que pour des réseaux métalliques correctement réalisés, l'oxygène dissous présent dans l'eau au moment du remplissage s'élimine rapidement, pour les réseaux en PER en contact avec l'air, l'apport d'oxygène est permanent. En l'absence d'un traitement de l'eau adéquat du type réducteur d'oxygène, ceci peut entraîner une formation de boues par oxydation des composants métalliques de l'installation. Ces boues provoquent à terme une obstruction partielle ou totale des réseaux ou des composants tels que les échangeurs de chaleur, la robinetterie ou les filtres, voire le percement des éléments en acier comme les radiateurs.

Pour pallier cet inconvénient, on peut utiliser des tuyauteries en PER munies d'une barrière antioxygène (BAO). Il s'agit d'un film en EVOH (éthylène-alcool polyvinyle) imperméable à l'oxygène.



13. Filtre magnétique sur le retour général du réseau en chaufferie



Filtre à tamis sur piquage d'un appartement

13. Circuit de chauffage fortement emboué.  
Les filtres magnétiques et à tamis sont colmatés.  
(Crédit photo : Eurisk)

L'absence de BAO des tubes PER n'est pas la seule cause de la présence d'oxygène dans les réseaux de chauffage. Elle n'en est d'ailleurs pas nécessairement la cause principale. Des appoints d'eau trop fréquents dus à des fuites, l'utilisation de systèmes de maintien de pression à vase ouvert, des purgeurs défectueux, des raccords non étanches sont également des causes de désordre.

### 3.3 Pathologies des autres matériaux

Les canalisations en PVC pression et HTA sont généralement affectées par des fissurations résultant d'un encollage excessif et de ruptures liées au phénomène de coup de bélier.

#### 3.3.1 Les tubes PVC pression et tubes HTA

Ces tubes sont utilisés dans la réalisation des réseaux de production et de distribution d'eau chaude sanitaire (tubes HTA). Ils sont affectés par les désordres suivants :

- Encollage excessif ;
- Fissuration ;
- Flambage important.

La photo n° 14 illustre un encollage excessif fragilisant la canalisation qui s'est fissurée.



14. Fissuration d'une canalisation en HTA résultant d'un encollage excessif  
(Crédit photo : Eurisk)

La photo n° 15 montre un coude en PVC pression sur la canalisation d'eau froide de remplissage d'un réseau RIA. Le coude présentant des défauts d'alignement s'est fendu suite à un coup de bélier.



15. Rupture d'un coude en PVC pression résultant d'un coup de bélier.  
(Crédit photo : Eurisk)

### 3.3 2 Acier galvanisé

La NF DTU 60.1, Travaux de bâtiment – Plomberie sanitaire, fixe le domaine d'emploi de ce matériau eu égard à la qualité physico-chimique de l'eau.

La photo n° 16 montre une canalisation en acier galvanisé percée. Cette canalisation est issue d'une nappe horizontale d'eau froide anormalement bouclée. Le bouclage de la nappe horizontale a entraîné une stagnation d'eau et donc une corrosion accélérée du tube.



16. Canalisation en acier galvanisé fortement corrodée.  
(Crédit photo : Eurisk)

L'analyse effectuée au laboratoire montre que la canalisation est fortement corrodée en présence d'un dépôt épais sur la surface interne.



17. Corrosion de l'acier galvanisé. (Crédit photo : Eurisk)

## 3.4 Pathologies des accessoires

Les pathologies des accessoires concernent en majorité les vannes et les raccords. Ces désordres se manifestent par des fissurations d'écrous ou la casse franche des matériels.

On peut cependant préciser les causes principales de ce type de sinistres telles qu'elles apparaissent dans d'autres expertises.

- Qualité du matériel en particulier le manque d'épaisseur locale et sa qualité métallurgique.
- L'utilisation excessive de filasse au montage, provoquant des contraintes susceptibles d'engendrer des fissurations.
- Des contraintes mécaniques au niveau du montage en particulier des contraintes mécaniques.

### 3.4.1 Corrosion d'un raccord union



18. Raccord union corrodé du fait d'une mixité métallique ou d'une mauvaise qualité physico-chimique de l'eau. (Crédit photo : Eurisk)

### 3.4.2 Rupture d'une vanne

La photo n° 19 illustre la fissuration et la rupture d'une vanne à boisseau sphérique en première année après réception.



19. Rupture d'une vanne à boisseau sphérique. (Crédit photo : Eurisk)

### 3.4.3 Rupture d'un flexible inox

La photo n° 20 fait apparaître un flexible inox utilisé en guise de lyre de dilation sur une installation de distribution d'eau chaude sanitaire en tubes HTA. Ce flexible, placé dans une gaine technique au 6<sup>e</sup> étage, a éclaté et occasionné un dégât des eaux important aux étages inférieurs.



20. Éclatement d'un flexible inox résultant d'un défaut de montage.  
(Crédit photo : Eurisk)



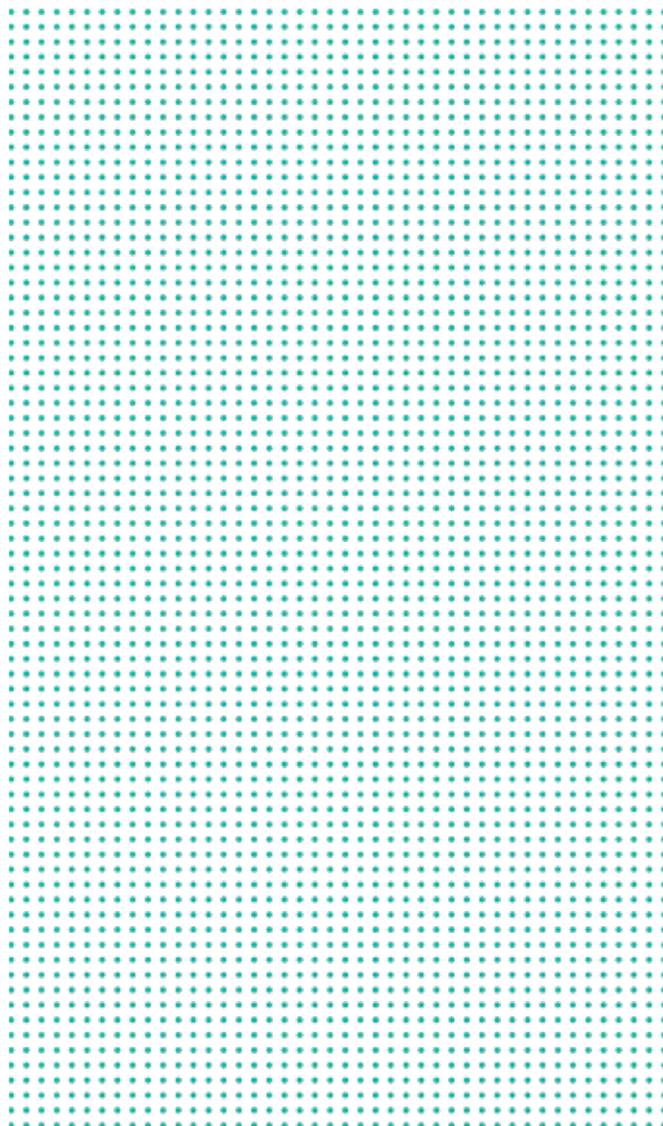
22. Ballon de production d'eau chaude sanitaire peu entretenu.  
L'épingle d'échange primaire est fortement entartrée  
(Crédit photo : Eurisk)

## 3.5 Pathologies des équipements

Les principaux équipements sanitaires constituant une installation d'eau chaude sanitaire collective sont un ballon tampon et un échangeur à plaques. Les photos suivantes présentent des pathologies de ces équipements résultant souvent d'un défaut d'entretien.



21. Encrassement important des plaques de l'échangeur.  
Cet encrassement génère un échange thermique insuffisant et une température d'ECS trop basse. (Crédit photo : Eurisk)



## 4. TABLEAU D'ÉLÉMENTS DE MAÎTRISE DU RISQUE

Les données recueillies lors de l'analyse de ces dossiers nous amènent à proposer le tableau de maîtrise des risques suivant.

RÉSEAU	MATÉRIAU	RISQUE	REMÈDE
CHAUFFAGE	Tous	Formation de boues (provenant de la corrosion des réseaux ou équipements en acier comme les radiateurs ou les corps de chauffe)	<p><b>Éviter les apports d'oxygène dans l'eau</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si réseaux en PER, les choisir avec barrière antioxygène (BAO).</li> <li>• S'assurer de l'efficacité des purgeurs.</li> <li>• Éviter les vases d'expansion ou groupes de maintien de pression ouverts.</li> <li>• Éviter les appoints d'eau fréquents, rechercher et réparer les fuites.</li> <li>• Mettre en place et assurer le suivi d'un système de traitement d'eau.</li> <li>• Procéder à des analyses d'eau régulières intégrant l'oxygène dissous.</li> </ul> <p><b>Traitement curatif</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rincer les tuyauteries.</li> <li>• Traitement de l'eau.</li> <li>• Mise en place d'un désemboueur magnétique (possible aussi en préventif).</li> </ul>
PLOMBERIE	Tous	Prolifération de légionelles	<p><b>Pour l'eau froide sanitaire</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Éviter un cheminement à proximité des tuyauteries de chauffage et d'ECS.</li> <li>• Choisir un parcours en dehors des locaux susceptibles de dépasser une température de 25 °C.</li> <li>• Éviter les phénomènes de retour d'eau chaude dans l'eau froide et inversement.</li> </ul> <p><b>Pour l'eau chaude sanitaire</b></p> <p><b>CONCEPTION</b></p> <p>Réaliser une installation conforme à la <i>NF DTU 60.11, Règles de calcul des installations de plomberie sanitaire et d'eaux pluviales concernant les réseaux bouclés</i> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Le volume des tuyauteries non bouclées doit être limité à 3 litres et leur longueur à 8 m.</li> <li>• Vitesse de circulation supérieure à 0.2 m/s.</li> <li>• Vitesse maximale conseillée : 0.5 m/s (pour des raisons acoustiques).</li> <li>• Ouverture des organes de réglage supérieure à 1 mm.</li> <li>• Proscrire les multibouclages.</li> </ul> <p><b>EXÉCUTION</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Soigner la mise en service, en particulier l'équilibrage hydraulique et le documenter.</li> </ul> <p><b>EXPLOITATION</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maîtriser les conséquences des éventuelles modifications du réseau.</li> <li>• En ERP, réaliser régulièrement des analyses bactériologiques de l'eau.</li> </ul>

RÉSEAU	MATÉRIAU	RISQUE	REMÈDE
CHAUFFAGE PLOMBERIE	Cuivre	Corrosion-érosion	<p><b>Limiter la vitesse de passage de l'eau</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Éviter les vitesses supérieures à 1.2 m/s.</li> <li>• Éviter la multiplication d'accidents de parcours.</li> <li>• S'assurer de la qualité de l'ébavurage des tubes.</li> </ul>
CHAUFFAGE PLOMBERIE	Cuivre	Corrosion externe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Éviter l'introduction de produits corrosifs dans le fourreau (par exemple, produits de nettoyage des sols).</li> <li>• Pour cela, laisser dépasser le fourreau de la dalle de 3 cm au minimum.</li> </ul>
CHAUFFAGE PLOMBERIE	Cuivre	Corrosion interne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Surveiller la qualité de l'eau.</li> <li>• Réaliser régulièrement des analyses d'eau.</li> <li>• Mettre en place un traitement de l'eau préventif adapté si nécessaire.</li> <li>• S'assurer de la conformité aux normes et de la traçabilité des tubes utilisés.</li> <li>• Éviter de surchauffer les tubes lors des brasures.</li> </ul>
CHAUFFAGE PLOMBERIE	PER	Blessures du PER (la fuite pouvant se produire plusieurs années après)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Précautions au moment de la pose.</li> <li>• Respecter les rayons de cintrage.</li> <li>• Réaliser les tests de mise en pression des réseaux.</li> <li>• S'assurer de la prise en compte de la dilatation des tubes.</li> <li>• Prévoir une épaisseur de ravaillage suffisante.</li> </ul>

RÉSEAU	MATÉRIAU	RISQUE	REMÈDE
CHAUFFAGE PLOMBERIE	Cuivre PER	Percement accidentel des tubes encastrés	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fournir les DOE au maitre d'ouvrage.</li> <li>• Informer les occupants (propriétaires, mais aussi locataires) de la présence et de la localisation des réseaux encastrés.</li> <li>• Prendre des photos au moment du coulage et les communiquer aux occupants.</li> </ul>
CHAUFFAGE PLOMBERIE	Tous	Vannes : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ruptures</li> <li>• Fissures</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S'assurer de la provenance et de la conformité aux normes des matériels utilisés.</li> <li>• Éviter les contraintes mécaniques lors de la pose.</li> </ul>
CHAUFFAGE PLOMBERIE	Tous	Raccords : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ruptures</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S'assurer de la provenance et de la conformité aux normes des matériels utilisés.</li> <li>• Contrôler les couples de serrage.</li> <li>• Utilisation modérée de filasse ou de bande téflon.</li> </ul>

Tableau 15 – Tableau d'éléments de maîtrise du risque

## 5. CONCLUSIONS

## 5.1 Sur les investigations

L'analyse a porté sur un nombre important de dossiers.

Cependant, dans la grande majorité des cas, les investigations pour constater les désordres et en connaître les causes n'ont pas été réalisées par les experts construction pour des raisons financières, les réseaux encastrés étant par définition inaccessibles.

## 5.2 Sur les pathologies

Le phénomène principal mis en évidence par l'analyse de ces dossiers est la corrosion des réseaux de plomberie encastrés en cuivre.

En effet, l'analyse statistique des dossiers démontre que la sinistralité des réseaux en cuivre augmente avec le temps.

Ce caractère progressif tend à prouver la réalité des phénomènes de corrosion interne ou externe sur le cuivre.

Les précautions pour éviter la corrosion externe du cuivre sont relativement simples à mettre en œuvre puisqu'il s'agit d'éviter de couper les fourreaux au ras de la dalle.

Pour les réseaux en PER, les investigations n'ont pas permis de constater les causes. Il semble malgré tout que la qualité des matériaux utilisés ainsi que les blessures lors de la pose sont les origines principales des désordres.

## 5.3 Perspectives

La présente étude a mis en évidence plusieurs sujets pouvant faire l'objet d'une étude spécifique.

### Investigations sur les réseaux en cuivre

En tout premier lieu, une étude pourrait être réalisée afin de vérifier les hypothèses des désordres et des causes évoquées par les experts dans l'échantillon de la présente étude. Il pourrait être envisagé de cibler certains dossiers représentatifs et de pousser les investigations techniques pour mettre en évidence à la fois les dommages et les causes. Cela pourrait en particulier concerner la corrosion interne et externe des réseaux en cuivre encastrés.

### Température trop élevée des réseaux d'eau froide

La surchauffe des réseaux d'alimentation en eau froide peut entraîner l'apparition de légionelles au-delà de 25 °C. Indépendamment du risque lié aux légionelles, une eau

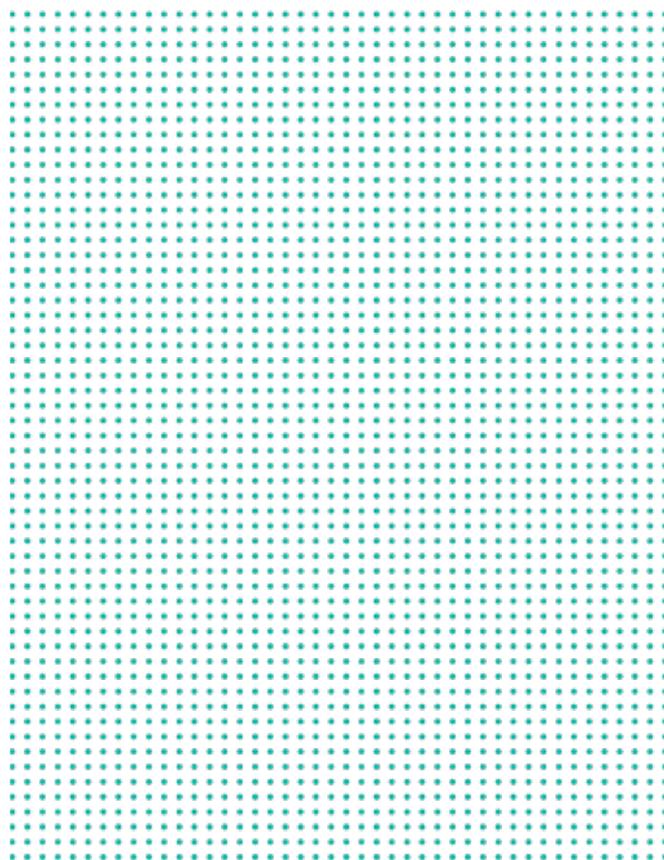
froide trop chaude est en soi un dysfonctionnement. Cette pathologie est jusqu'à présent souvent évoquée, mais rarement traitée de façon spécifique. Une étude sur ce sujet pourrait s'articuler sur la présentation de cas caractéristiques rencontrés dans le cadre d'expertises construction. Cela mettrait en évidence les pathologies et permettrait d'exposer les solutions et bonnes pratiques à mettre en œuvre.

### Planchers chauffants électriques

Dans l'échantillon initial proposé, 32 dossiers n'ont pas été traités, car ils concernent un système de chauffage par le sol électrique, bien différent évidemment des planchers à eau.

Les désordres affectant des planchers chauffants concernent principalement les revêtements de sols, notamment les carrelages collés :

- Microfissuration, fissuration du carrelage ;
- Décollement du carrelage ;
- Tassement ou écrasement en partie courante ou en rive de dallage.



# ANNEXE

## Récapitulatif des tableaux

TABLEAU	OBJET	PAGE
01	Répartition de la pathologie des réseaux hydrauliques privés intérieurs par fonction	09
02	Répartition par fonction pour la plomberie	09
03	Répartition par type de chauffage/climatisation	09
04	Répartition par type pour les autres installations	09
05	Répartition par région	10
06	Répartition par type d'ouvrage	12
07	Répartition par type de matériel	12
08	Répartition des canalisations par matériau	12
09	Répartition par type d'accessoire	15
10	Répartition par type de désordre pour les canalisations	16
11	Répartition par délai d'apparition des désordres après réception	16
12	Répartition par année d'apparition entre le cuivre et le PER	17
13	Répartition par délai d'apparition pour les vannes et les raccords.	17
14	Répartition des coûts des sinistres	19
15	Tableau d'éléments de maîtrise du risque	31-33





# DANS LA MÊME COLLECTION

Retrouvez nos publications sur :

[www.qualiteconstruction.com/nos-ressources](http://www.qualiteconstruction.com/nos-ressources)



## SOLS CARRELÉS : POINTS DE VIGILANCE

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



## BALCONS : POINTS DE VIGILANCE

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



## FENÊTRES : POINTS DE VIGILANCE

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



## CONSTRUCTION ET RÉHABILITATION EN TERRE CRUE : POINTS DE VIGILANCE

Cofinancée par la DHUP et l'AQC et réalisée par Véronique Galmiche, cette étude met en exergue les principaux points de vigilance de la construction et de la réhabilitation en terre crue.



DYSFONCTIONNEMENTS ÉLECTRIQUES DES INSTALLATIONS PHOTOVOLTAÏQUES : POINTS DE VIGILANCE



ISOLANTS BIOSOURCÉS : POINTS DE VIGILANCE



COMPLEXES D'ÉTANCHÉITÉ AVEC ISOLANT : POINTS DE VIGILANCE



INSTALLATIONS GÉOTHERMIQUES BASSE TEMPÉRATURE : POINTS DE VIGILANCE