

# Antipollution des installations d'eau

## Document technique 045-01

Spécifications complémentaires  
applicables à toutes les familles de  
produits

Document technique 045-01 rév. 16  
16/08/2023

Etablissement public au service de l'innovation dans le bâtiment, le CSTB, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, exerce quatre activités clés : la recherche, l'expertise, l'évaluation, et la diffusion des connaissances, organisées pour répondre aux enjeux de la transition écologique et énergétique dans le monde de la construction. Son champ de compétences couvre les produits de construction, les bâtiments et leur intégration dans les quartiers et les villes.

Avec plus de 900 collaborateurs, ses filiales et ses réseaux de partenaires nationaux, européens et internationaux, le groupe CSTB est au service de l'ensemble des parties prenantes de la construction pour faire progresser la qualité et la sécurité des bâtiments.

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent document technique, faite sans l'autorisation du CSTB, est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage du copiste et non destinées à une utilisation collective et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (article L. 122-5 du Code de la propriété intellectuelle). Le présent document a été rédigé sur l'initiative et sous la direction du CSTB qui a recueilli le point de vue de l'ensemble des parties intéressées.

© CSTB

## HISTORIQUE DES MODIFICATIONS

N° de révision	Date application	Modifications
15	01/07/2017	<p><b>Actualisation de la présentation et de la référence du document.</b></p> <p><b>Modifications de fond :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Remarques générales : La numérotation des chapitres, des tableaux et certains intitulés ont été modifiés</li> <li>- Objet et Domaine d'application : Modification de la présentation, le chapitre est scindé en deux</li> <li>- Chapitre 2 : les références normatives ont été complétées et mises à jour</li> <li>- Ajout du chapitre 3 « Termes et définitions » en remplacement de l'annexe A</li> <li>- Chapitre 4 : modification de la présentation et des titres pour certains paragraphes</li> <li>- Paragraphe 4.4 : ajout de précisions sur les modes opératoires et caractéristiques requises</li> <li>- Ajout d'un paragraphe 4.6 « Non porosité »</li> <li>- Paragraphe 4.7 Contrôle de la tenue au choc : ajout de la validation par une vérification de la non porosité</li> <li>- Paragraphe 4.9 Essai au brouillard salin : ajout du BSA pour les supports en aluminium</li> <li>- Partie II Tableau 2 : ajout du contrôle de la non porosité et modification de la présentation</li> <li>- Partie II Produits soumis aux essais : ajout des conditions d'utilisation de l'éprouvette</li> <li>- Partie II Tableau 3 : Suppression de l'essai d'adhérence, ajout du contrôle de la non porosité et retrait « Essai sur éprouvette »</li> <li>- Retrait des annexes suivantes: « Termes et définitions » et « Non porosité »</li> </ul>
16	16/08/2023	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Chapitre 2 : Retrait de certaines références normatives.</li> <li>- Chapitre 3 : Ajout de trois nouvelles définitions (zones désignée, épaisseur moyenne et locale de revêtement).</li> <li>- Chapitre 4.2 : ajout de spécifications en cas de réparation du revêtement.</li> <li>- Chapitre 4.3 : définition d'une nouvelle spécification et de nouvelles exigences.</li> <li>- Chapitre 4.4 : Modification d'une exigence pour les revêtements en polyester.</li> <li>- Chapitre 4.6 : Modification du mode opératoire.</li> <li>- Partie II : Modification du tableau 3.</li> <li>- Partie II : Ajout d'un tableau 4 et définition d'exigences en cours de process.</li> </ul>

## TABLE DES MATIERES

<b>I. SPECIFICATIONS ET EXIGENCES MINIMALES DE PROTECTION ANTICORROSION DES ROBINETTERIES DE RESEAUX DE DISTRIBUTION D'EAU .....</b>	<b>5</b>
1. Domaine d'application .....	5
2. Références normatives.....	5
3. Termes et définitions .....	6
4. Méthodes d'essai .....	7
4.1. Préparation de la surface	7
4.2. Aspect et uniformité du revêtement	7
4.3. Épaisseur de revêtement	8
4.4. Contrôle du degré de polymérisation	8
4.5. Contrôle de l'adhérence du film	10
4.6. Non-porosité	10
4.7. Contrôle de la tenue au choc	11
4.8. Essai de résistance à la corrosion	12
<b>II. VERIFICATION DE LA CONFORMITE.....</b>	<b>14</b>
1. Essais de qualification initiale et de suivi de qualification .....	14
2. Produits soumis aux essais .....	14
3. Contrôles en production .....	15
<b>III. DOSSIER DE REFERENCE .....</b>	<b>16</b>
<b>IV. ANNEXES.....</b>	<b>17</b>
Annexe 1. Dimension des éprouvettes.....	17
Annexe 3. Entaille pour l'essai de corrosion.....	18
Annexe 4. Exemple de contrôle de l'épaisseur de revêtement.....	19
Annexe 5. Exemple d'échelle de transfert pour le contrôle du degré de polymérisation .	20

# I. SPECIFICATIONS ET EXIGENCES MINIMALES DE PROTECTION ANTICORROSION DES ROBINETTERIES DE RESEAUX DE DISTRIBUTION D'EAU

## Objet

Les trois premières parties de ce document ont pour objet de définir :

- les performances techniques minimales exigées des revêtements anticorrosion,
- les méthodes d'essais et d'évaluation correspondantes,
- les contrôles à mettre en place pour la qualification initiale du revêtement et du process ainsi que le suivi de la production (se reporter à la partie II du présent document).

La vérification de la compatibilité des matériaux ou revêtements en contact avec l'eau potable n'est pas incluse dans ce document (ACS).

Le revêtement doit satisfaire des exigences d'aspect, de propriétés fonctionnelles et de comportement au vieillissement.

## 1. Domaine d'application

Cette protection est applicable comme revêtement interne et externe des appareils de robinetterie de réseaux de distribution d'eau (robinets-vannes, poteaux d'incendie, bouches d'incendie ...)

## 2. Références normatives

NF EN ISO 4628-1 : 2016	Peintures et vernis – Evaluation de la dégradation des revêtements – Désignation de la quantité et de la dimension des défauts, de l'intensité des changements uniformes d'aspect – Partie 1 : Introduction générale et système de désignation
NF EN ISO 4628-2 : 2016	Peintures et vernis – Evaluation de la dégradation des revêtements – Désignation de la quantité et de la dimension des défauts, et de l'intensité des changements uniformes d'aspect – Partie 2 : Evaluation du degré de cloquage
NF EN ISO 4628-3 : 2016	Peintures et vernis – Evaluation de la dégradation des revêtements – Désignation de la quantité et de la dimension des défauts, et de l'intensité des changements uniformes d'aspect – Partie 3 : Evaluation du degré d'enrouillement.
NF EN ISO 2808 : 2019	Peintures et vernis – Détermination de l'épaisseur du feuil.
NF EN ISO 4624 : 2016	Peintures et vernis – Essai de traction.
NF EN ISO 2812-2 : 2018	Peintures et vernis – Détermination de la résistance aux liquides – Partie 2 : Méthode par immersion dans l'eau.
NF EN ISO 2813 : 2014	Peintures et vernis – Détermination de l'indice de brillance à 20°, 60°, 85°.
NF EN ISO 2409 : 2020	Peinture et vernis – Essais de quadrillage.
NF EN ISO 16474-2 : 2014	Peintures et vernis — Méthodes d'exposition à des sources lumineuses de laboratoire — Partie 2 : Lampes à arc au xénon
NF EN ISO 11664-4 : 2011	Colorimétrie – Partie 4 : Espace chromatique L*b*CIE 1976
NF ISO 9227 : 2017	Essais de corrosion en atmosphères artificielles – Essais aux brouillards salins.

NF EN ISO 8501-1 : 2007	Préparation des subjectiles d'acier avant application de peintures et de produits assimilés – Évaluation visuelle de la propreté d'un subjectile – Partie 1 : Degrés de rouille et degrés de préparation des subjectiles d'acier non recouverts et des subjectiles d'acier après décapage sur toute la surface des revêtements précédents
NF EN ISO 11357-1 : 2016	Plastiques – Analyse calorimétrique différentielle (DSC) – Partie 1 : Principes généraux.
NF EN ISO 29601 : 2011	Peintures et vernis – Anticorrosion par système de peinture – Evaluation de la porosité d'un feuil sec

### 3. Termes et définitions

#### Revêtement organique (peinture)

Revêtement de peintures, liquides ou poudres, appliqué sur un matériau de base.

#### Prétraitement avant revêtement

Traitement de nature mécanique et/ou chimique, destiné à enlever les impuretés de la surface (graisse, salissures, produits de corrosion) et à favoriser l'adhérence du système de peinture.

#### Zones désignées

Zones d'une pièce moulée où en raison des restrictions de tolérance des assemblages, des difficultés d'essai ou la présence d'une garniture de joint etc., un niveau plus faible de performance du revêtement est inévitable (trous de boulons, nervures, arêtes ...).

#### Épaisseur moyenne de revêtement

Moyenne arithmétique de toutes les mesures d'épaisseurs effectuées sur un composant revêtu.

#### Épaisseur locale de revêtement

Mesure de l'épaisseur en un point quelconque d'un composant revêtu hors zones désignées.

#### Techniques d'application

Le choix de la technique d'application dépend :

- du revêtement (poudre ou liquide),
- des pièces : forme, dimensions et quantités des pièces à traiter,
- de l'épaisseur souhaitée de revêtement.

#### **Revêtement par trempage en bain fluidisé**

La pièce est préchauffée à une température supérieure à celle de la poudre, puis trempée dans un bac où la poudre est mise en suspension par insufflation d'air. La poudre fond au contact de la pièce et forme un film.

L'épaisseur du revêtement est déterminée par le temps d'immersion dans le bain et la température de préchauffage de la pièce.

Un post-chauffage est nécessaire pour les pièces de grandes dimensions (cas où la chaleur retenue est insuffisante pour faire durcir le polymère).

### **Revêtement par pulvérisation électrostatique**

La poudre électriquement chargée est pulvérisée directement sur la pièce préchauffée. Au contact de celle-ci, la poudre fond, forme une couche homogène puis polymérise sous l'action de la chaleur.

### **Revêtement par projection au pistolet**

Le pistolet a pour but de fractionner le jet de peinture en une multitude de petites gouttelettes et de les déposer sur le support.

### Revêtement par cataphorèse

La pièce est immergée dans un bain de peinture hydrosoluble. Une tension continue est établie entre cette pièce, qui sert de cathode, et une contre-électrode et fait migrer les particules en suspension dans le bain. Les particules de peinture se déposent uniformément sur toute la surface immergée, permettant un dépôt d'égale épaisseur sur l'ensemble de la pièce.

Un passage en étuve assure la polymérisation du revêtement.

### Applicateur de revêtement

C'est l'entité qui applique le revêtement sur le support.

### Polymérisation

Réaction chimique entre l'époxy et un durcisseur permettant de former le revêtement.

### Porosité

Discontinuité dans un revêtement.

## 4. Méthodes d'essai

Les méthodes décrites ci-dessous sont utilisées pour le contrôle des produits finis.

Lorsqu'il n'est pas possible de réaliser les essais sur le produit lui-même, les essais sont effectués sur des éprouvettes fabriquées dans le même matériau, même nuance et qui suivent le même cycle de traitement que le produit à contrôler (se reporter au Tableau 4 - Contrôles en production).

Les arêtes ou les points singuliers (interface, trous, marquage...) ne sont pas pris en compte dans l'évaluation de la qualité du revêtement.

### 4.1. Préparation de la surface

L'état de surface doit garantir une bonne adhérence du revêtement.

Avant de procéder au revêtement, la surface à recouvrir doit être propre et exempte d'huile, de graisse et d'humidité.

Cette surface doit être au minimum conforme au degré de décapage Sa 2½ de la norme EN ISO 8501-1.

La vérification se fait visuellement sur la base d'instructions définies par le fabricant.

### 4.2. Aspect et uniformité du revêtement

Le revêtement doit :

- recouvrir uniformément toute la surface de la pièce,
- être d'une teinte et d'une brillance uniforme,
- être exempt de défauts (cloques, piqûres, rayures ...) susceptibles d'altérer sa fonction.

Des variations de teintes dues à l'exposition lors du stockage et à la présence de retouches sont admises.

En cas d'opération de réparation, les matériaux utilisés pour réparer les défauts doivent convenir aux conditions de service des produits revêtus et être compatibles sous tout aspect avec le revêtement d'origine.

La réparation finale doit satisfaire aux valeurs spécifiées dans la fiche technique du fabricant. L'épaisseur de revêtement de la zone réparée ne doit pas être inférieure aux spécifications du fabricant (cf. 4.3).

### **4.3. Épaisseur de revêtement**

L'épaisseur de revêtement doit être mesurée selon l'une des méthodes décrites dans la norme NF EN ISO 2808.

Les procédures de contrôle du fabricant doivent spécifier :

- la méthode utilisée,
- la fréquence de cette mesure,
- les points de mesure sur chaque pièce contrôlée (voir annexe 3).

Dans son plan de contrôle, le fabricant doit définir ses spécifications minimum et maximum d'épaisseurs locales et moyennes ainsi que celles des zones désignées.

Lors d'une vérification, aucune valeur mesurée ne doit être inférieure à la valeur minimum et supérieure à la valeur maximale spécifiée par le fabricant. Un minimum de dix mesurages uniformément répartis sur le produit testé est effectué avec un instrument de mesure d'une précision de +/- 5%.

### **4.4. Contrôle du degré de polymérisation**

L'essai consiste à vérifier la bonne polymérisation du revêtement.

Le contrôle est basé sur un test de résistance au solvant et une analyse thermique différentielle si nécessaire.

L'essai est réalisé sur une pièce à la température ambiante inférieure à 50 °C.

#### **4.4.1 Test de résistance au solvant**

L'essai consiste à frotter une portion de la surface revêtue au moyen d'un tissu de coton blanc.

Le solvant prescrit est un solvant de type cétonique (MIBC, MEC...) ou spécifié par le fabricant du revêtement. Il peut être appliqué directement ou indirectement sur la surface revêtue.

Les procédures de contrôle du fabricant doivent spécifier :

- la méthode et le solvant utilisés,
- la fréquence de l'essai et
- l'échelle d'évaluation du degré de polymérisation ainsi que les moyens utilisés pour l'obtenir.

##### **4.4.1.1 Mode opératoire**

###### **a) Méthode directe**

- Déposer sur une surface horizontale revêtue 5 gouttes de solvant ;
- Couvrir les gouttes avec un verre de montre et laisser agir pendant environ 30 secondes ;
- Essuyer en frottant la surface avec d'un tissu de coton blanc effectuant 5 allers-retours au minimum ;
- Relever l'aspect ainsi que la couleur du tissu et de la surface du revêtement.

###### **b) Méthode indirecte**

- Prendre un morceau de tissu de coton blanc imbibé de solvant ;
- Essuyer en frottant la surface en effectuant 5 allers-retours au minimum ;
- Relever l'aspect ainsi que la couleur du tissu et de la surface du revêtement.

#### 4.4.1.2 Evaluation

Les deux méthodes d'évaluation suivantes sont applicables :

1<sup>ère</sup> méthode : comparaison des résultats sur la base d'un essai fait par le fabricant sur un échantillon de référence.

Dans le cas d'un transfert de couleur sur le chiffon et/ou si la surface de revêtement présente une décoloration, un matage ou une salissure, l'aspect et la couleur du chiffon et de la surface de revêtement doivent être comparés aux limites de décoloration, de matage et de salissure définies par l'essuyage de l'échantillon de référence du produit de revêtement (voir **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**)

2<sup>ème</sup> méthode : comparaison des résultats sur la base d'une échelle de transfert fournie par le fabricant de poudre.

En considérant que le transfert de couleur est lié à la formulation de la poudre et non à une mauvaise polymérisation, il doit être comparé à l'échelle d'évaluation du transfert fournie par le fabricant de poudre.

#### 4.4.1.3 Caractéristiques requises

Pour une évaluation selon la 1<sup>ère</sup> méthode, les caractéristiques requises sont celles définies dans le tableau 1 ci-après.

**Tableau 1 – Échelle d'évaluation de la qualité de la polymérisation**

Echelle	Commentaire	Evaluation
Niveau 1	Aucune perte de brillance du revêtement. Pas de transfert de couleur sur le tissu.	Bonne polymérisation
Niveau 2	Légère perte de brillance du revêtement. Transfert de couleur légèrement perceptible.	
Niveau 3	Film mat. Transfert de couleur très nettement perceptible sur le tissu	Mauvaise polymérisation et nécessite des essais complémentaires
Niveau 4	Film très mat et nettement ramolli. Transfert de couleur très marqué sur le tissu	

Pour une évaluation selon la 2<sup>ème</sup> méthode, le transfert devra être conforme aux indications du fabricant de la poudre.

Dans le cas d'un transfert de couleur sur le tissu en coton (exemple niveaux 3 et 4 pour la 1<sup>ère</sup> méthode), il est recommandé de vérifier :

- les paramètres du processus qui ont une influence sur la polymérisation (spécifications de température, de durée de polymérisation, ...).
- la polymérisation par un contrôle de la température de transition vitreuse ( $\Delta T_g$ ) du revêtement dans la zone douteuse et la comparer à celle communiquée par le producteur.

#### 4.4.2 Contrôle de la température de transition vitreuse par analyse thermique différentielle ou DSC (Differential Scanning Calorimeter)

Le principe de l'essai consiste à suivre les variations d'enthalpie consécutives aux transformations physiques ou chimiques subies par le matériau soumis à un cycle de température.

Se référer à la norme NF EN ISO 11357-1 pour la méthode d'essai.

Les conditions opératoires sont :

- prélever une écaille d'époxy ~ 5 à 10 mg,
- préconditionner l'échantillon à 80°C dans la nacelle affectée à l'analyse,
- faire une 1<sup>ère</sup> montée en température de 25°C à 250°C à 10°C/min (balayage sous azote)
- déterminer la température de transition vitreuse TG1-mid point
- refroidir rapidement jusqu'à 25°C

- faire une 2ème montée en température de 25°C à 250°C à 10°C/min
- déterminer la température de transition vitreuse TG2-mid point
- noter la différence ( $\Delta T_g = TG_2 - TG_1$ )

Le revêtement est polymérisé si l'écart entre les deux températures de transition vitreuse ( $\Delta T_g$ ) est  $\leq 5^\circ\text{C}$ .

#### 4.5. Contrôle de l'adhérence du film

L'essai consiste à mesurer la valeur d'adhérence d'un revêtement sur le support.

La méthode de contrôle de l'adhérence et la spécification correspondante dépendent de l'épaisseur du film.

##### **Essai de quadrillage**

Cet essai n'est applicable que pour des épaisseurs de revêtement  $\leq 250 \mu\text{m}$ .

Il est réalisé comme décrit dans la norme NF EN ISO 2409.

##### Mode opératoire

- Effectuer un quadrillage sur la surface revêtue avec un espacement des entailles de :
  - o 1 mm pour les revêtements d'épaisseur :  $0 < e \leq 60 \mu\text{m}$
  - o 2 mm pour les revêtements d'épaisseur :  $60 < e \leq 120 \mu\text{m}$
  - o 3 mm pour les revêtements d'épaisseur :  $120 < e \leq 250 \mu\text{m}$
- Appliquer un ruban adhésif sur chacune des zones quadrillées en exerçant une pression égale sur toute sa surface,
- Puis arracher le ruban,
- Examiner à l'œil nu la surface quadrillée du revêtement,
- Evaluer l'adhérence du revêtement par rapport au tableau de classification des résultats (NF EN ISO 2409, Tableau 1).

##### Caractéristiques requises

L'adhérence du revêtement doit satisfaire la classification 1 correspondant à un « *Détachement de petites écailles du revêtement aux intersections des incisions. Moins de 5 % de la zone quadrillée est affectée.* »

##### **Essai de traction**

Cet essai n'est applicable que pour des épaisseurs de revêtement  $> 250 \mu\text{m}$ .

##### Mode opératoire

Il est réalisé comme décrit dans la norme NF EN ISO 4624

- Coller sur le revêtement un plot de 20 mm de diamètre,
- Attendre que la colle sèche,
- Inciser la périphérie du collage,
- Mesurer la force nécessaire pour décoller le plot de la surface.

##### Caractéristiques requises

L'adhérence du revêtement doit atteindre une valeur d'au moins 8 MPa.

#### 4.6. Non-porosité

L'essai consiste à rechercher les porosités éventuelles du revêtement.

Deux types de détecteurs peuvent être utilisés en fonction de l'épaisseur moyenne :

- Détecteur à éponge humide à basse tension (9V ou 90 V à définir entre les parties intéressées) pour les épaisseurs moyennes inférieures à  $500 \mu\text{m}$ ,
- Détecteur à balai électrique à haute tension (1 kV à 30 kV) pour des épaisseurs moyennes supérieures ou égales à  $250 \mu\text{m}$ ,

### Mode opératoire

Réaliser les essais sur la base du mode opératoire de la norme NF EN ISO 29601 (chapitre 5).

### Caractéristiques requises

Absence de porosité sur toute la surface contrôlée.

Cas du test au balai électrique :

Lors d'un contrôle au balai électrique, la tension est réglée à la valeur donnée dans le tableau ci-dessous correspondant à l'épaisseur moyenne déterminée par les essais décrits au 4.3. En cas d'étincelle observée lors de ce test préalable, l'essai sera refait en se basant sur la valeur d'épaisseur moyenne spécifiée par le fabricant. Sa conformité sera évaluée sur ce deuxième essai.

**Tableau 2 – Échelle de voltage pour l'essai de non-porosité**

<b>Epaisseur moyenne mesurée (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b><u>Tension d'essai (kV)</u></b>
E $\leq$ 500	2,3
500 < E $\leq$ 600	2,9
600 < E $\leq$ 700	3,5
700 < E $\leq$ 800	4
800 < E $\leq$ 900	4,5
900 < E $\leq$ 1000	5
1000 < E $\leq$ 1100	5,5
1100 < E $\leq$ 1200	6,5
1200 < E $\leq$ 1300	7

## **4.7. Contrôle de la tenue au choc**

L'essai consiste à vérifier la résistance du revêtement à l'impact d'une masse donnée tombant perpendiculairement à la surface à une hauteur déterminée pour générer un choc d'une énergie de 5Nm  $\pm$  5 %.

### Mode opératoire

- L'essai est réalisé sur une pièce à la température ambiante de (23  $\pm$  2) °C et une humidité de 50  $\pm$  10 %,
- Effectuer au préalable un essai de non-porosité pour vérifier l'absence de points defectueux,
- Réaliser sur la base de la norme NF EN ISO 6272-1, sur une surface plane avec :
  - une masse en acier de 1 kg, équipée d'un pénétrateur sphérique de (20  $\pm$  0,3) mm de diamètre, tombant à une hauteur de 0,5 m,
 ou
  - une masse en acier de 0,5 kg, équipée d'un pénétrateur sphérique (20  $\pm$  0,3) mm de diamètre, tombant à une hauteur de 1 m.

### Caractéristiques requises

- Examiner à l'œil nu le revêtement. Il ne doit présenter, ni fissuration ni décollement ou tout autre défaut visible au niveau de l'impact,
- Vérifier la continuité du revêtement par un essai de non-porosité (article 4.6).

## 4.8. Essai de résistance à la corrosion

### **Essai au brouillard salin**

Cet essai est destiné à qualifier le revêtement de protection extérieure vis-à-vis de l'atmosphère ambiante.

Il doit être réalisé sur la base de la norme NF ISO 9227,

- hors zone de rétention et de coulure,
- durant 480 heures,
- au Brouillard Salin Neutre (BSN) pour les supports ferreux
- au Brouillard Salin Acétique (BSA) pour les supports en alliage d'aluminium

#### Mode opératoire

Sur chaque échantillon, le revêtement doit être gravé jusqu'au métal d'un « V » inversé ( $\Lambda$ ) (voir annexe 2) :

- sur au moins 1 mm de largeur de trait,
- sur une hauteur de 50 mm au minimum
- et formé un angle d'environ 60°

#### Caractéristiques requises

À l'issue de l'essai, les pièces sont examinées et évaluées selon :

- la norme NF EN ISO 4628-2, pour le cloquage,
- la norme NF EN ISO 4628-3 pour la caractérisation de l'enrouillement,
- et les normes NF EN ISO 2409 ou NF EN ISO 4624 pour l'adhérence du film.

Les spécifications correspondantes dépendent de l'épaisseur du film comme indiqué ci-dessous :

Critères d'évaluation et spécifications	<u><math>e \leq 70 \mu\text{m}</math></u>	<u><math>e &gt; 70 \mu\text{m}</math></u>
Degré d'enrouillement	$\leq \text{Ri } 2$	$\leq \text{Ri } 1$
Degré de cloquage	Dimension $\leq \text{S2}$ et degré $\leq 2$	
Adhérence du film (quadrillage)	Classe $\leq 1$	Classe $\leq 1$ ( $e \leq 250 \mu\text{m}$ )
Adhérence du film (arrachement)		$> 6 \text{ MPa}$ ( $e > 250 \mu\text{m}$ )
Propagation de la rouille sous le revêtement au niveau de l'amorce en $\Lambda$	$\leq 10 \text{ mm}$ au total	

### **Essai d'immersion dans l'eau**

Cet essai est destiné à qualifier le revêtement de protection intérieur vis-à-vis de l'immersion dans l'eau. Il doit être réalisé sur la base de la norme NF EN ISO 2812-2

- Température : 40 °C
- Durée d'exposition : 480 heures, quel que soit l'environnement extérieur du matériau (produits enterrés ou aériens)
- Eau déminéralisée.

#### Mode opératoire

Sur chaque échantillon, le revêtement doit être gravé jusqu'au métal d'un « V » inversé ( $\Lambda$ ) (voir annexe 2) :

- sur au moins 1 mm de largeur de trait,
- sur une hauteur de 50 mm au minimum
- et formé un angle d'environ 60°.

Caractéristiques requises

A l'issue de l'essai, les pièces sont examinées et évaluées selon le(s) norme(s) :

- NF EN ISO 4628-2 pour le cloquage
- NF EN ISO 4628-3 pour la caractérisation de l'enrouillement,
- et NF EN ISO 2409 ou NF EN ISO 4624 pour l'adhérence du film

Les arêtes ou les points singuliers (interfaces, trous, ...) ne sont pas pris en compte.

Les spécifications correspondantes dépendent de l'épaisseur du film comme indiqué ci-dessous :

<b>Critères d'évaluation et spécifications</b>	<b><u>e ≤ 70 µm</u></b>	<b><u>e &gt; 70 µm</u></b>
Degré d'enrouillement	≤ Ri 2	≤ Ri 1
Degré de cloquage	dimension ≤ S2 et degré ≤ 2	
Adhérence du film (quadrillage)	classe ≤ 1	classe ≤ 1 (e ≤ 250 µm)
Adhérence du film (arrachement)		> 6 MPa (e > 250 µm)
Propagation de la rouille sous le revêtement niveau de l'amorce en Λ	≤ 10 mm au total	

## II. VERIFICATION DE LA CONFORMITE

### 1. Essais de qualification initiale et de suivi de qualification

Ces essais ont pour objectif d'évaluer l'aptitude du système de protection anticorrosion à satisfaire les exigences de performances requises en fonction de la technique d'application, ainsi que le processus de mise en œuvre.

On entend par :

- essai de qualification : un essai de type initial du produit réalisé pour prouver que le produit satisfait les prescriptions de performance. Il est réalisé avant la mise du produit sur le marché et après chaque modification significative d'un paramètre ou d'un composant qui peut avoir une influence sur la qualité du revêtement.
- essai de suivi de qualification : un essai effectué lors d'un contrôle périodique (au moins une fois par an) pour s'assurer de la constance des performances du process et du produit final.

Le Tableau 3 ci-après résume les essais à effectuer dans le cadre d'essais de qualification et suivi de qualification, en fonction de l'application.

**Tableau 3 - Essais de qualification et de suivi de qualification**

Article du document	Revêtements extérieurs (*)	Revêtements intérieurs (*)	Essai sur éprouvette
Audit, procédure et plan de contrôle	X	X	
4.3 Épaisseur de revêtement	X	X	
0			
Contrôle du degré de polymérisation	X	X	
4.5 Contrôle de l'adhérence du film	X	X	
4.6 Non-porosité (**)	X	X	
4.7 Contrôle de la tenue au choc	X	X	
4.8 Essai de résistance à la corrosion Essai au brouillard salin	X		
Essai <b>d'immersion dans l'eau</b>		X	
<p>(*) : Les essais peuvent être réalisés sur le produit ou sur un échantillon prélevé sur le produit.            (**) : <b>Lors des essais de qualification de suivi</b>, le test est réalisé dans un premier temps en appliquant le voltage indiqué dans le tableau 2 sur la base de l'épaisseur moyenne mesurée. En cas d'étincelle observée lors de ce test préalable, l'essai sera refait en se basant sur la valeur d'épaisseur nominale spécifiée par le fabricant. Sa conformité sera évaluée sur ce deuxième essai.</p>			

### 2. Produits soumis aux essais

La procédure de qualification doit définir la nature des produits à tester sur la base des recommandations ci-dessous :

- Les produits à tester doivent être prélevés dans un lot de fabrication ayant suivi les procédures de fabrication appropriées à la destination finale du produit.
- La taille et la morphologie des produits retenus doit être compatible avec les moyens d'essais de corrosion accélérée utilisés et permettre l'évaluation des résultats.

On admet que l'essai de vieillissement peut être effectué sur des éprouvettes dont les dimensions sont définies en annexe 1. Les éprouvettes, de même nature de matériau que le produit, doivent être positionnées sur un produit type pour suivre le même process de préparation de surface et de revêtement.

Les accessoires de manœuvre du produit doivent être également testés.

On entend par accessoire de manœuvre, une pièce ou un dispositif qui se fixe sur la tige de manœuvre du système d'obturation de l'appareil de robinetterie considéré.

Cet accessoire est destiné à faciliter la manœuvre du dispositif d'obturation.

On peut citer :

- carré de manœuvre ;
- volant.
- ensemble de manœuvre ;
- renvoi d'angle ;
- réducteur
- actionneur électrique, pneumatique, hydraulique ;
- ...

A l'exception des actionneurs, les performances des accessoires sont de l'entière responsabilité du fabricant des appareils de robinetterie sur lesquels ces accessoires sont fixés.

### 3. Contrôles en production

Ces contrôles sont destinés à s'assurer que les produits fabriqués sont présumés conformes aux produits qualifiés. Le principe de base consiste à s'assurer que le système de protection anticorrosion n'a pas changé et que sa mise en œuvre conduit aux mêmes résultats.

Le fabricant devra apporter la preuve de la maîtrise du système de revêtement et de son processus de mise en œuvre.

Les essais de contrôle en production doivent être réalisés selon le système qualité du fabricant, après accord du CSTB.

Le Tableau résume les contrôles à effectuer en cours de production et définit une fréquence minimale.

**Tableau 4 - Contrôles en production**

Type de contrôle	Prescription	Essai	Fréquence minimale
4.1 Préparation de la surface (traitement grenailage et/ou sablage) (*)	Sa 2,5	Visuel	100 %
4.1 Préparation de la surface (traitement chimique)	1-Suivi des paramètres de bain	Test chimique par analyse de bain	1 fois par semaine
4.2 Aspect et uniformité du revêtement	Uniforme, exempt de piqûres et de bulles	Visuel	100 %
4.3 Épaisseur de revêtement	Moyenne $\geq$ spécification du fabricant	Appareil non destructif	1 fois/équipe et/ou par type process
4.4 Contrôle du degré de polymérisation	Annexe 4	solvant de type cétonique (MIBC, MEC...) ou spécifié par le fabricant du revêtement	1 fois/équipe et/ou par type de process
4.6 Non-porosité	Absence d'étincelle	Détecteurs haute ou basse tension selon épaisseur moyenne	1 fois/équipe et/ou par type de process
4.7 Contrôle de la tenue au choc (**)	Absence de fissuration ou décollement	Choc à 5 Nm	1 fois/équipe et/ou par type de process

La fréquence et le type de produit testé sont à indiquer par le fabricant dans son plan de contrôle.

(\*) Un essai au scotch peut être réalisé.

(\*\*) Il convient de réaliser ces essais lorsque la pièce est revenue à température ambiante (<40°C) et que la polymérisation est terminée.

### III. DOSSIER DE REFERENCE

---

Le dossier de référence, établi par le fabricant, doit permettre de connaître de manière précise :

- le système de protection anticorrosion ;
- le processus de mise en œuvre ;
- le plan de contrôle fabrication ;
- les performances.

Le dossier comprendra :

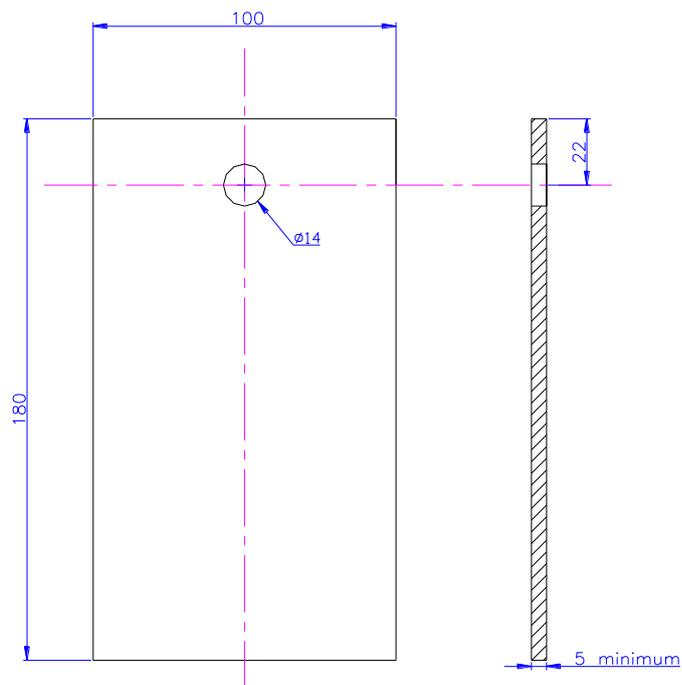
- la définition du système de protection : nature du revêtement, épaisseur, nombre de couches, etc ... ;
- le processus de mise en œuvre, gamme de préparation des pièces, gammes d'application...;
- le plan de contrôle fabrication précisant les contrôles effectués et leur fréquence ;
- le rapport de qualification établi à partir des essais de qualification.

Toute modification d'un élément ayant une incidence sur le résultat final devra faire l'objet d'une nouvelle qualification de type.

## IV. ANNEXES

### Annexe 1. Dimension des éprouvettes

Les éprouvettes doivent être planes et avoir les dimensions ci-dessous définies.



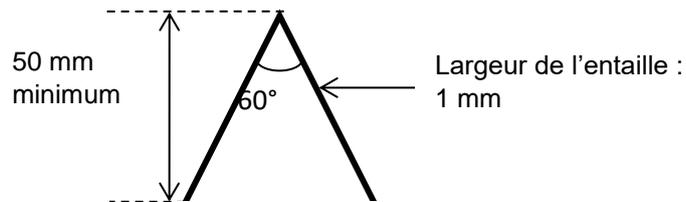
Dimension conseillée (en mm)

Tolérance générale : +/- 1 mm

Nature du matériau identique à celui utilisé pour la robinetterie des réseaux d'eau.

**Figure 1 – Caractéristiques géométriques des éprouvettes pour le test de corrosion**

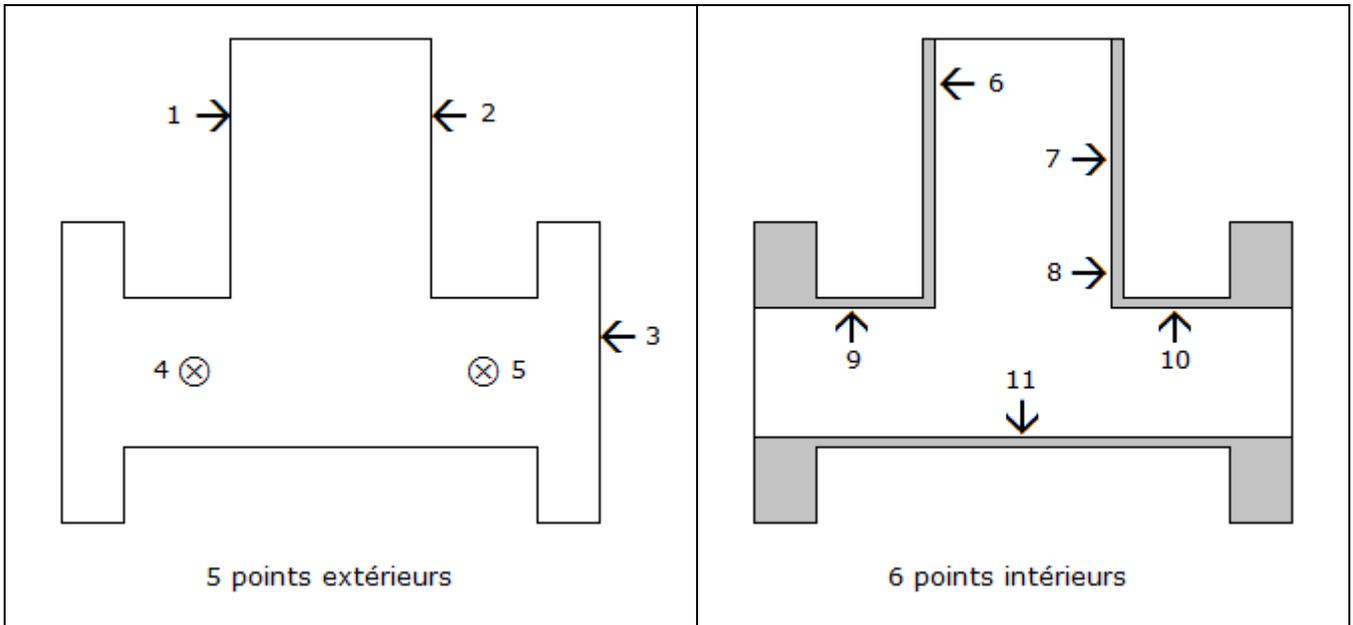
### Annexe 3. Entaille pour l'essai de corrosion



Dimension conseillée des éprouvettes pour essai :

- longueur : 180 mm
- largeur 100 mm
- Tolérance générale :  $\pm 1$  mm

**Annexe 4. Exemple de contrôle de l'épaisseur de revêtement**



Localisation des points de mesure sur une vanne

**Annexe 5. Exemple d'échelle de transfert pour le contrôle du degré de polymérisation**

Niveau	Degré de transfert	Commentaire	Etat du tissu de coton	Ecart $\Delta(Tg)$
1	Inchangé	transfert		= 0
2	Léger	transfert perceptible		$\leq 5$
3	Moyen	transfert nettement perceptible : essai complémentaire		> 5
4	Très marqué	transfert intense : mauvaise polymérisation		$\gg 5$