

107

NORME INTERNATIONALE **ISO** 1456



INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

Revêtements métalliques – Dépôts électrolytiques de nickel plus chrome *et de cuivre plus nickel plus chrome*

Metallic coatings – Electroplated coatings of nickel plus chromium and of copper plus nickel plus chromium

Première édition – 1974-07-01

CDU 669.248'268 : 620.198

Réf. N° : ISO 1456-1974 (F)

Descripteurs : revêtement par dépôt électrolytique, revêtement en nickel, revêtement en chrome, caractéristique, classement, contrôle de qualité, essai, essai de ductilité, essai d'adhérence, essai au brouillard salin, essai corrodokote, essai de corrosion.

Prix basé sur 12 pages

AVANT-PROPOS

ISO (Organisation Internationale de Normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (Comités Membres ISO). L'élaboration de Normes Internationales est confiée aux Comités Techniques ISO. Chaque Comité Membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du Comité Technique correspondant. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

Les Projets de Normes Internationales adoptés par les Comités Techniques sont soumis aux Comités Membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes Internationales par le Conseil de l'ISO.

Avant 1972, les résultats des travaux des Comités Techniques étaient publiés comme Recommandations ISO; maintenant, ces documents sont en cours de transformation en Normes Internationales. Compte tenu de cette procédure, le Comité Technique ISO/TC 107 a examiné la Recommandation ISO/R 1456 et est d'avis qu'elle peut, du point de vue technique, être transformée en Norme Internationale. Celle-ci remplace donc la Recommandation ISO/R 1456 -1970.

Les Comités Membres des pays suivants avaient approuvé la Recommandation :

Afrique du Sud, Rép. d'	Inde	Portugal
Allemagne	Iran	Royaume-Uni
Australie	Israël	Suède
Egypte, Rép. arabe d'	Italie	Suisse
Espagne	Nouvelle-Zélande	Tchécoslovaquie
Finlande	Norvège	Thaïlande
France	Pays-Bas	Turquie
Hongrie	Pologne	U.S.A.

Aucun Comité Membre n'avait désapprouvé la Recommandation.

Revêtements métalliques – Dépôts électrolytiques de nickel plus chrome

0 INTRODUCTION

La présente Norme Internationale concerne une série de revêtements de nickel plus chrome, sur le fer et l'acier, les alliages de zinc, le cuivre et les alliages de cuivre, pour différentes conditions d'utilisation. Les revêtements de cuivre-nickel-chrome sur l'acier font l'objet de l'ISO 1457.

Pour les dépôts de nickel et de chrome, les prescriptions d'épaisseur minimale s'appliquent uniquement aux parties de la surface significative qui peuvent être touchées par une bille de 20 mm de diamètre. Si le dessin de la pièce est tel qu'elle ne peut être touchée en tous ses points par une bille de 20 mm de diamètre, l'épaisseur minimale admise sur des surfaces spécifiées devra faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées.

Parmi les essais de corrosion en laboratoire inclus dans la présente Norme Internationale, seul l'essai au brouillard salin à l'acide acétique est valable pour tous les revêtements, la durée de l'essai étant variable selon le numéro de condition d'utilisation. Par contre, pour les revêtements de la meilleure qualité sur acier ou alliage de zinc, il est possible d'utiliser l'essai Cass qui est d'une durée moindre, ou l'essai Corrodokote.

L'acceptation ou le rebut d'une pièce ayant subi les essais de corrosion dépend de l'importance de la corrosion du métal de base. Une détérioration de la surface du revêtement lui-même peut se produire sur certains types de revêtements et il est recommandé que l'étendue tolérée de cette détérioration fasse l'objet d'un accord entre les parties intéressées.

Il importe essentiellement que l'acheteur précise le métal de base et le numéro de condition d'utilisation; en outre, il peut également indiquer le numéro de classification: il est insuffisant, pour la commande du dépôt électrolytique à effectuer, de se référer simplement à l'ISO 1456 sans fournir ces renseignements complémentaires.

1 OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

La présente Norme Internationale s'applique aux dépôts électrolytiques de nickel plus chrome sur le fer et l'acier, les alliages de zinc, le cuivre et les alliages de cuivre, à l'exception des cas suivants:

- revêtements de pièces filetés (avec tolérances);
- revêtements de tôles, bandes ou fils à l'état brut, ou de ressorts en spirale;
- revêtements destinés à des fins autres que la protection et la décoration.

Elle ne spécifie pas l'état de surface du métal de base avant dépôt électrolytique; le degré de rugosité admissible du métal de base doit faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées.

2 RÉFÉRENCES

ISO 1462, *Revêtements métalliques – Dépôts électrolytiques non anodiques par rapport au métal de base – Essai de corrosion accélérée – Méthode d'évaluation des résultats.*

ISO 1463, *Revêtements métalliques et couches d'oxyde – Mesurage de l'épaisseur – Méthode par coupe micrographique.*

ISO 2177, *Revêtements métalliques – Mesurage de l'épaisseur – Méthode coulométrique par dissolution anodique.*

3 DÉFINITION

Dans le cadre de la présente Norme Internationale, la définition suivante est applicable:

surface significative: Partie de la surface qui est essentielle à l'aspect ou à l'aptitude à l'utilisation de la pièce, et qui doit être recouverte, ou qui est recouverte, par le revêtement.

Si nécessaire, la surface significative doit faire l'objet d'un accord, et doit être indiquée sur les dessins ou par des repères convenables sur les échantillons.

4 MANIÈRE DE SPÉCIFIER LES CONDITIONS TECHNIQUES

Lors de la commande de pièces à revêtir électrolytiquement, selon la présente Norme Internationale, l'acheteur doit indiquer, en plus de la référence de la Norme Internationale, le métal de base et le numéro de condition d'utilisation, désignant la sévérité des conditions auxquelles le revêtement doit résister (voir 5.1). L'acheteur peut également préciser le numéro de classification du dépôt électrolytique particulier désiré (voir 5.2), cette mention étant, toutefois, facultative. Si le bon de commande spécifie le numéro de condition d'utilisation sans le numéro de classification, le fournisseur a toute liberté de livrer l'une quelconque des classes de dépôt qui correspondent à ce numéro, mais il doit indiquer à l'acheteur le numéro de classification du dépôt livré.

5 CLASSIFICATION

5.1 Classification des conditions d'utilisation

Le numéro de condition d'utilisation indique la sévérité des conditions d'utilisation selon l'échelle suivante :

- 4 – exceptionnellement sévères
- 3 – sévères
- 2 – modérées
- 1 – douces

Ces désignations sont conventionnelles, et il est recommandé que le choix du numéro de condition d'utilisation correspondant à l'utilisation de la pièce revêtue, fasse l'objet d'un accord entre les parties intéressées.

5.2 Classification des dépôts

Le numéro de classification se compose des éléments suivants :

- a) le symbole chimique du métal de base (ou du métal principal dans le cas d'un alliage), à savoir :
 - Fe pour le fer ou l'acier;
 - Zn pour les alliages de zinc;
 - Cu pour le cuivre ou les alliages de cuivre;
- b) le symbole chimique du nickel, Ni;
- c) un nombre correspondant à l'épaisseur minimale (en micromètres) du dépôt de nickel;
- d) une lettre désignant le type de dépôt de nickel, à savoir :
 - b pour le nickel brillant;
 - p pour le nickel mat ou semi-brillant nécessitant un polissage destiné à le rendre brillant;
 - d pour le dépôt à double ou triple couche;
- e) le symbole chimique du chrome, Cr;

f) une lettre désignant le type de dépôt de chrome et son épaisseur minimale, à savoir :

- r pour le chrome régulier (c'est-à-dire classique);
- f pour le chrome sans fissures;
- mc pour le chrome microfissuré;
- mp pour le chrome microporeux.

Exemple d'un numéro de classification complet : Un dépôt sur acier se composant de 40µm (minimum) de nickel brillant et de 0,3 µm (minimum) de chrome microfissuré doit être désigné par le numéro de classification :

Fe/Ni40b Cr mc

5.3 Dépôts appropriés à chaque numéro de condition d'utilisation

Les tableaux 1 à 3 donnent, pour différents métaux de base, les numéros de classification des dépôts appropriés à chaque numéro de condition d'utilisation.

TABLEAU 1 – Dépôts sur fer ou acier

Numéro de condition d'utilisation	Numéro de classification
4	Fe/Ni40b Cr mc
	Fe/Ni40b Cr mp
	Fe/Ni40p Cr r
	Fe/Ni30p Cr mc
	Fe/Ni30p Cr mp
	Fe/Ni40d Cr r
	Fe/Ni40d Cr f
	Fe/Ni30d Cr mc
	Fe/Ni30d Cr mp
	3
Fe/Ni30b Cr mc	
Fe/Ni30b Cr mp	
Fe/Ni30p Cr r	
Fe/Ni25p Cr mc	
Fe/Ni25p Cr mp	
Fe/Ni30d Cr r	
Fe/Ni30d Cr f	
Fe/Ni25d Cr mc	
Fe/Ni25d Cr mp	
2*	Fe/Ni20b Cr r
1*	Fe/Ni10b Cr r

* Le nickel p ou d peut remplacer le nickel b, et le chrome f, mc, ou mp peut remplacer le chrome r dans les conditions d'utilisation N° 2 et 1.

TABLEAU 2 – Dépôts sur alliage de zinc

Numéro de condition d'utilisation	Numéro de classification
4	Zn/Cu Ni35b Cr f Zn/Cu Ni35b Cr mc Zn/Cu Ni35b Cr mp Zn/Cu Ni35p Cr r Zn/Cu Ni35p Cr f Zn/Cu Ni25p Cr mc Zn/Cu Ni25p Cr mp Zn/Cu Ni35d Cr r Zn/Cu Ni35d Cr f Zn/Cu Ni25d Cr mc Zn/Cu Ni25d Cr mp
3	Zn/Cu Ni35b Cr r Zn/Cu Ni25b Cr f Zn/Cu Ni25b Cr mc Zn/Cu Ni25b Cr mp Zn/Cu Ni25p Cr r Zn/Cu Ni25p Cr f Zn/Cu Ni20p Cr mc Zn/Cu Ni20p Cr mp
	Zn/Cu Ni25d Cr r Zn/Cu Ni25d Cr f Zn/Cu Ni20d Cr mc Zn/Cu Ni20d Cr mp
2*	Zn/Cu Ni15b Cr r
1*	Zn/Cu Ni8b Cr r

* Le nickel p ou d peut remplacer le nickel b, et le chrome f, mc ou mp peut remplacer le chrome r dans les conditions d'utilisation N° 2 et 1.

Tableaux 1 et 2 :

Tous les dépôts sur alliage de zinc doivent être appliqués sur une sous-couche de cuivre ou de laiton (au moins 50 % de cuivre) d'une épaisseur minimale de 8 μm ; cependant, pour des pièces de forme complexe, il peut être nécessaire de porter l'épaisseur minimale sur la surface significative à 10 ou 12 μm afin d'obtenir un recouvrement convenable. La méthode de détermination de l'épaisseur de la sous-couche est décrite dans l'Annexe B.

TABLEAU 3 – Dépôts sur cuivre ou alliage de cuivre

Numéro de condition d'utilisation	Numéro de classification
4	Cu/Ni25b Cr mc Cu/Ni25b Cr mp Cu/Ni30p Cr r Cu/Ni25p Cr mc Cu/Ni25p Cr mp Cu/Ni30d Cr r Cu/Ni30d Cr f Cu/Ni25d Cr mc Cu/Ni25d Cr mp
3*	Cu/Ni20b Cr r
2*	Cu/Ni10b Cr r
1*)**)	Cu/Ni5b Cr r

* Le nickel p ou d peut remplacer le nickel b, et le chrome f, mc ou mp peut remplacer le chrome r dans les conditions d'utilisation N° 3, 2 et 1.

** Lorsque le revêtement est appliqué dans le seul but d'éviter le ternissement, l'épaisseur minimale du nickel peut être réduite à 3 μm , par accord entre les parties intéressées.

6 TRAITEMENT THERMIQUE DE L'ACIER

Sur demande de l'acheteur, le traitement thermique décrit ci-après doit être effectué sur certains aciers, en vue de réduire le risque de détérioration dû à la fragilisation par l'hydrogène.

6.1 Recuit de détente avant dépôt électrolytique

Des éléments en acier sévèrement écrouis ou des éléments en acier de résistance à la traction supérieure ou égale à 1 000 N/mm² (ou de dureté correspondante¹⁾, qui ont été meulés ou soumis à un usinage sévère après trempe doivent, en principe, être soumis à un recuit de détente. À titre indicatif, ils peuvent être maintenus de préférence à la plus haute température compatible avec la limite imposée par la température de trempe pendant 30 min, ou bien maintenus à une température de 190 à 210 °C pendant au moins 1 h.

Certains aciers qui ont subi un traitement de cémentation, de trempe au chalumeau ou de trempe par induction, suivi de meulage, pourraient être altérés par le traitement donné ci-dessus à titre indicatif; ils doivent donc être soumis à un traitement de recuit de détente à une température plus basse, par exemple à 170 °C pendant au moins 1 h.

1) 30 HRC, 295 HV, 280 HB (valeurs approximatives).

6.2 Traitement thermique après dépôt électrolytique

Les éléments soumis à la fatigue ou à des efforts de charge continus en service, et qui sont en acier sévèrement écroui ou en acier de résistance à la traction supérieure ou égale à 1 000 N/mm² (ou de dureté correspondante¹⁾), doivent subir un traitement thermique après dépôt électrolytique. Des indications à ce sujet sont données dans l'Annexe A.

Dans les cas où la température du traitement thermique serait nuisible à certaines pièces trempées superficiellement par exemple, il peut être nécessaire d'appliquer une température plus basse pendant un temps plus long.

7 CARACTÉRISTIQUES REQUISES

7.1 Caractéristiques générales

7.1.1 Aspect

Sur la surface significative, la pièce revêtue ne doit pas présenter de défauts visibles du dépôt électrolytique, tels que cloques, piqûres, rugosités, fissures ou surfaces non recouvertes, et elle ne doit pas être tachée ni décolorée. L'étendue sur laquelle des cloques peuvent être tolérées sur les surfaces non significatives doit faire l'objet d'accord entre les parties intéressées. Lorsqu'une marque de contact ne peut être évitée, son emplacement doit également faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées.

Les pièces doivent être propres et exemptes de toute détérioration. L'acheteur doit préciser l'aspect requis, c'est-à-dire : brillant, mat ou satiné. Si nécessaire, un échantillon présentant le fini spécifié devra être fourni ou approuvé par l'acheteur.

7.1.2 Épaisseur

Le nombre qui suit le symbole chimique Ni représente, en micromètres, l'épaisseur minimale du dépôt de nickel, mesurée selon la méthode spécifiée dans l'Annexe B en des points de la surface significative convenus par accord entre les parties intéressées ou en tout point de la surface significative qui peut être touché par une bille de 20 mm de diamètre. Ce nombre doit satisfaire à la valeur appropriée indiquée dans les Tableaux 1, 2 et 3.

L'épaisseur du dépôt de chrome doit être mesurée selon la méthode spécifiée dans l'Annexe C, en des points de la surface significative convenus par accord entre les parties intéressées, ou en tout point de la surface significative qui peut être touché par une bille de 20 mm de diamètre.

Si la pièce est conçue de telle façon qu'elle ne peut être touchée en tous points par une bille de 20 mm de diamètre, l'épaisseur minimale admise sur des surfaces spécifiées doit faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées.

7.1.3 Adhérence

L'adhérence du revêtement doit être vérifiée selon l'une des méthodes spécifiées dans les Annexes D et E. Le revêtement

doit continuer à adhérer au métal de base après avoir été soumis à l'essai choisi.

7.1.4 Résistance à la corrosion

Les pièces revêtues doivent être soumises pendant le temps nécessaire à l'un des essais indiqués dans le Tableau 4 selon le numéro de condition d'utilisation correspondant. Ces essais sont décrits en détail dans les Annexes F, G et H.

Les essais de corrosion indiqués dans le Tableau 4 constituent un moyen de contrôle de la continuité et de la qualité du revêtement. La durée de l'essai n'a pas nécessairement un rapport bien défini avec la durée de vie en service de la pièce finie.

TABLEAU 4 – Essais appropriés à chaque numéro de condition d'utilisation

Métal de base	Numéro de condition d'utilisation	Durée (en heures) de l'essai de corrosion		
		CASS (voir Annexe F)	Corrodokote (voir Annexe G)	au brouillard salin à l'acide acétique (voir Annexe H)
Acier	4	24	2 x 16	144
	3	16	16	96
	2	—	—	24
	1	—	—	8
Alliage de zinc	4	24	2 x 16	144
	3	16	16	96
	2	—	—	24
	1	—	—	8
Cuivre ou alliage de cuivre	4	16	—	96
	3	—	—	24
	2	—	—	8
	1	—	—	—

NOTE — On remarquera que les durées d'essai sont moindres dans le cas où le cuivre ou un alliage de cuivre est le métal de base que lorsque celui-ci est fer ou acier ou un alliage de zinc. Ceci est nécessaire, étant donné que, à égalité de numéro de condition d'utilisation, les dépôts de nickel sur cuivre et alliages de cuivre sont moins épais que les dépôts sur fer ou acier ou alliage de zinc. L'emploi de ces revêtements moins épais et moins résistants à la corrosion se justifie du fait de la corrosion plus lente du cuivre et des alliages de cuivre, après perforation du dépôt. La durée de l'essai de corrosion ne doit pas être interprétée, de ce fait, comme une indication directe de la tenue réelle en service.

Lorsqu'une pièce a été soumise au traitement décrit dans la méthode d'essai correspondante (voir Annexes F, G ou H), déterminer son acceptation ou son rejet, en appliquant la méthode décrite dans l'Annexe J.

Avec certains types de revêtements, il peut se produire que la surface du revêtement lui-même se détériore. Le degré de détérioration superficielle permis fera l'objet d'un accord entre les parties intéressées.

1) 30 HRC, 295 HV, 280 HB (valeurs approximatives).

7.2 Caractéristiques particulières aux différents types de dépôts

7.2.1 Dépôt de nickel¹⁾

7.2.1.1 DÉPÔT MAT OU SEMI-BRILLANT (NICKEL p)

- Teneur en soufre : 0,005 % maximum.²⁾
- Ductilité : 8 % minimum dans le cas d'un essai effectué selon la méthode spécifiée dans l'Annexe K.

7.2.1.2 DÉPÔT DOUBLE OU TRIPLE COUCHE (NICKEL d)

a) Première couche (interne)

- Teneur en soufre : 0,005 % maximum.²⁾
- Ductilité : 8 % minimum dans le cas d'un essai effectué selon la méthode spécifiée dans l'Annexe K.
- Épaisseur minimale : 60 % de l'épaisseur totale du nickel dans les dépôts à double couche; 50 % de l'épaisseur totale de nickel dans les dépôts à triple couche.

b) Dernière couche (externe)

- Teneur en soufre : supérieure à 0,04 %.²⁾
- Épaisseur minimale : 20 % de l'épaisseur totale de nickel.

c) Couche intermédiaire (dans le cas d'un dépôt triple couche)

- Teneur en soufre : supérieure à la teneur en soufre de la dernière couche.
- Épaisseur maximale : 10 % de l'épaisseur totale de nickel.

7.2.2 Dépôt de chrome

7.2.2.1 CHROME RÉGULIER CLASSIQUE (Cr r)

- Épaisseur minimale : 0,3 μm .

7.2.2.2 CHROME SANS FISSURES (Cr f)

- Absence de fissures quand le dépôt est vérifié selon la méthode spécifiée dans l'Annexe L, chapitre L.2 (à l'exception des fissures allant des arêtes de la pièce jusqu'à 25 % de la largeur de la pièce ou jusqu'à 10 mm au maximum).

- Épaisseur minimale : 0,8 μm .

7.2.2.3 CHROME MICROFISSURÉ (Cr mc)

- Structure fissurée présentant plus de 250 fissures par centimètre dans toutes les directions formant un réseau fermé sur toute la surface significative, quand elle est déterminée selon l'une des méthodes décrites dans l'Annexe L.

- Épaisseur minimale : 0,3 μm . Avec certains procédés, une épaisseur nettement supérieure, de l'ordre de 0,8 μm , est nécessaire pour obtenir la structure fissurée recherchée.

7.2.2.4 CHROME MICROPOREUX (Cr mp)³⁾

- Nombre de pores, minimum 1 000/cm², ce nombre étant déterminé selon la méthode spécifiée dans l'Annexe L, chapitre L.2. Les pores doivent être invisibles à l'œil nu.

- Épaisseur minimale : 0,3 μm .

Il peut se produire une certaine diminution de la brillance après une certaine période d'utilisation, dans le cas des dépôts de chrome microporeux, ce qui peut ne pas convenir pour certaines applications. Cette tendance peut être réduite en augmentant l'épaisseur du dépôt de chrome, dans tous les cas où le dépôt de chrome microporeux est spécifié dans les Tableaux 1 à 3. La désignation modifiée à utiliser dans de tels cas, au lieu de Cr mp, est la suivante :

Cr mp 0,5

Le chiffre représente l'épaisseur minimale du chrome, en micromètres.

8 ÉCHANTILLONNAGE

La méthode d'échantillonnage doit faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées.

1) Il sera normalement possible d'identifier le type de nickel au moyen d'un examen microscopique d'une section droite polie d'une pièce préparée comme indiqué dans l'Annexe K.

2) Les teneurs en soufre sont indiquées pour caractériser le type de solution de nickel à utiliser pour le dépôt. Il n'existe actuellement aucune méthode simple pour déterminer la teneur en soufre d'un dépôt de nickel sur une pièce revêtue. Une détermination exacte n'est possible que sur une éprouvette spécialement préparée dans ce but.

3) Réalisé couramment en déposant du chrome sur une sous-couche de nickel spéciale, mince, qui contient des particules inertes non conductrices et qui est déposée par dessus un dépôt normal de nickel b, p et d.

ANNEXE A

INDICATIONS CONCERNANT LE TRAITEMENT THERMIQUE DE PIÈCES EN ACIER
APRÈS DÉPÔT ÉLECTROLYTIQUE

Résistance à la traction	Épaisseur maximale de la pièce	Durée minimale du traitement à une température comprise entre 190 et 210 °C
N/mm ²	mm	h
1 000 à 1 150	moins de 12	2
	12 à 25	4
	plus de 25	8
1 150 à 1 400	moins de 12	4
	12 à 25	12
	25 à 40	24 Chauffage à commencer dans les 16 h consécutives à l'application du revêtement
	plus de 40	Détermination expérimentale de la durée

ANNEXE B

DÉTERMINATION DE L'ÉPAISSEUR DE NICKEL ET DE CUIVRE OU DE LAÏTON
MÉTHODE PAR COUPE MICROGRAPHIQUE

Utiliser la méthode spécifiée dans l'ISO 1463.

Si une attaque est nécessaire, les réactifs suivants conviennent :

- 1) mélange à volumes égaux d'acide nitrique (ρ 1,42 g/ml) et d'acide acétique cristallisable;
- 2) mélange à volumes égaux d'une solution de cyanure de sodium (100 g/l) et de persulfate de sodium ou d'ammonium (100 g/l).

AVERTISSEMENT : Des fumées toxiques sont éliminées lors du mélange des solutions.

ANNEXE C

MESURAGE DE L'ÉPAISSEUR DE CHROME – MÉTHODE COULOMÉTRIQUE

Utiliser la méthode spécifiée dans l'ISO 2177 en choisissant l'électrolyte B4 comme solution d'essai.

L'épaisseur, en micromètres, du revêtement de chrome est donnée par la formule suivante (en supposant que le rendement est de 100 %) :

$$s = 0,126 \frac{Q}{A}$$

où

Q est la quantité d'électricité consommée, en coulombs;

A est l'aire, en centimètres carrés, de la surface soumise à l'essai.

ANNEXE D

ESSAI D'ADHÉRENCE À LA LIME

Scier un morceau d'une pièce revêtue, le serrer dans un étau et, à l'aide d'une lime grossière, essayer de soulever le dépôt en limant le bord coupé dans la direction allant du métal de base vers le revêtement, suivant un angle faisant environ 45° avec la surface revêtue.

ANNEXE E

ESSAI D'ADHÉRENCE PAR TREMPE

Chauffer une pièce revêtue pendant 1 h dans un four, à la température appropriée au métal de base, selon les indications ci-dessous, avec une tolérance de ± 10 °C :

- acier : 300 °C
- alliage de zinc : 150 °C
- cuivre ou alliage de cuivre : 250 °C

Puis tremper la pièce dans de l'eau à la température ambiante.

ATTENTION : Cet essai peut avoir un effet défavorable sur les propriétés mécaniques de la pièce essayée.

ANNEXE F

ESSAI CASS

(Essai salin cupro-acétique accéléré)

F.1 LIQUIDE DE PULVÉRISATION

Dissoudre 50 ± 5 g de chlorure de sodium¹⁾ (NaCl) et $0,26 \pm 0,02$ g de chlorure cuivrique (CuCl_2) dans de l'eau contenant moins de 100 p.p.m. de corps solides ou ayant une conductivité de moins de 0,002 S/m et diluer à 1 l.

Ajouter de l'acide acétique glacial (CH_3COOH) pour que le pH de la solution soit de $3,2 \pm 0,1$.

F.2 CONDITIONS DE L'ESSAI

Température intérieure de l'étuve : 50 ± 1 °C.

Vitesse de récupération du brouillard : $1,5 \pm 0,5$ ml/h sur une surface horizontale de 8 000 mm², sur une moyenne d'au moins 16 h.

Solution recueillie : solution contenant 50 ± 10 g de chlorure de sodium par litre et de pH égal à $3,2 \pm 0,1$.

F.3 APPAREILLAGE RECOMMANDÉ

Il convient d'utiliser une chambre ou une armoire de pulvérisation en matériau résistant au milieu corrosif utilisé pour cet essai (verre, caoutchouc ou certaines matières plastiques); tous les accessoires intérieurs et tous les supports doivent également résister au milieu corrosif.

Seront prévus : une entrée d'air frais sous une pression et une humidité contrôlées, un ou plusieurs pulvérisateurs ainsi qu'un dispositif quelconque permettant de faire chauffer l'appareil et de maintenir la température d'essai.

Des écrans protecteurs seront installés à l'intérieur de l'appareil afin d'éviter que les éprouvettes soient directement exposées au liquide pulvérisé. Des écrans réglables permettant une pulvérisation uniforme dans l'étuve seront utilisés de préférence.

L'air utilisé pour la pulvérisation doit d'abord être humidifié par passage dans une tour de saturateur contenant de l'eau²⁾ maintenue à la température correcte à l'aide d'un thermostat. La température dans cette tour doit être supérieure de plusieurs degrés à la température d'essai,

mais il convient de bien la régler en fonction de la pression et du type de buse de pulvérisateur, de façon que la vitesse de récupération et la concentration du brouillard recueilli se maintiennent dans les limites spécifiées. Il est, d'autre part, indispensable que le niveau de l'eau dans la tour du saturateur soit toujours à la même hauteur et il est conseillé d'utiliser dans ce but un système automatique de contrôle de niveau.

Il est indispensable, enfin, que la distance entre le (ou les) pulvérisateur(s) et le niveau de la solution d'essai soit constante. S'il est impossible de réaliser cette condition pendant l'essai, il convient d'installer un dispositif de contrôle automatique du niveau.

F.4 MODE OPÉRATOIRE

Immédiatement avant de procéder à l'essai, nettoyer les éprouvettes avec une boue d'oxyde de magnésium, puis rincer à l'eau courante afin que les éprouvettes soient abondamment mouillées.

Placer les éprouvettes dans l'étuve chauffée, de telle façon que leur surface significative fasse un angle de 15 à 30° avec la verticale. Ne pas laisser les éprouvettes goutter les unes sur les autres. Installer au moins deux bacs dans la zone contenant les éprouvettes, mais veiller à ce que seul le brouillard et non le liquide gouttant des éprouvettes ou de l'étuve et de ses accessoires soit recueilli.

Amener l'étuve et la tour du saturateur aux températures requises et commencer l'essai. Ne pas remettre en circulation le liquide de pulvérisation.

À la fin de l'essai, rincer les éprouvettes sous de l'eau courante propre afin d'éliminer toute trace de sel, et les sécher. Évaluer la fréquence des zones de corrosion de chaque éprouvette, à partir du nombre de zones présentant les signes de corrosion du métal de base.

Dans le but d'examiner toute détérioration possible, nettoyer la surface au moyen d'un abrasif fin, en vue d'éliminer tous les produits de corrosion; rincer ensuite dans de l'eau claire, puis sécher.

1) À l'état sec, le chlorure de sodium (NaCl) ne doit pas contenir plus de 0,1 % d'iodure de sodium (NaI) ni plus de 0,3 % d'impuretés totales.

2) L'eau utilisée doit contenir moins de 100 p.p.m. de solides ou avoir une conductivité de moins de 0,002 S/m.