

NORME
INTERNATIONALE

ISO
8407

Première édition
1991-07-01

**Métaux et alliages — Élimination des produits
de corrosion sur les éprouvettes d'essai de
corrosion**

iTeh STANDARD PREVIEW

*(Standard from iTeh) — Corrosion of metals and alloys — Removal of corrosion products from
corrosion test specimens*

ISO 8407:1991

<https://standards.itih.ai/catalog/standards/sist/cd2d2e65-6890-4ccf-8c96-f0dacfc3ee2d/iso-8407-1991>



Numéro de référence
ISO 8407:1991(F)

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 8407 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 156, *Corrosion des métaux et alliages*.

L'annexe A de la présente Norme internationale est donnée uniquement à titre d'information.

ISO 8407:1991
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/cd2d2e65-6890-4ccf-8c96-f0dacfc3ee2d/iso-8407-1991>

© ISO 1991

Droits de reproduction réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

Organisation internationale de normalisation
Case Postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse

Imprimé en Suisse

Métaux et alliages — Élimination des produits de corrosion sur les éprouvettes d'essai de corrosion

1 Domaine d'application

1.1 La présente Norme internationale prescrit des méthodes pour l'élimination des produits de corrosion qui se sont formés sur des éprouvettes d'essai en métal ou en alliage au cours de leur exposition en milieu corrosif. Pour les besoins de la présente Norme internationale, le terme «métal» couvrira à la fois les métaux et les alliages.

1.2 Les méthodes prescrites sont conçues pour éliminer tous les produits de corrosion sans affecter le métal de base. Elles permettent une détermination précise de la perte de masse du métal pendant son exposition en milieu corrosif.

1.3 Ces méthodes peuvent, dans certains cas, être appliquées aux revêtements métalliques mais il convient de tenir compte des effets possibles du substrat.

2 Modes opératoires

2.1 Généralités

2.1.1 Un léger nettoyage mécanique par brossage sous l'eau courante avec une brosse en crin dur doit d'abord éliminer les produits de corrosion peu adhérents ou en gros morceaux. Dans certains cas, ce traitement suffit à éliminer tous les produits de corrosion et rend inutile un traitement ultérieur.

2.1.2 Si le traitement de 2.1.1 n'élimine pas tous les produits de corrosion, il sera nécessaire de recourir à d'autres méthodes. Il en existe de trois types:

- chimique;
- électrolytique;
- traitements mécaniques plus vigoureux.

Quelle que soit la méthode employée, il peut être nécessaire de répéter le nettoyage plusieurs fois

jusqu'à élimination complète des produits de corrosion. Cette élimination doit être confirmée par un examen visuel. Un microscope à faible pouvoir grossissant (c'est-à-dire $\times 7$ à $\times 30$) est particulièrement utile pour les surfaces piquées car les produits de corrosion peuvent s'être accumulés dans les piqûres.

2.1.3 Le procédé idéal est celui qui n'élimine que les produits de corrosion et laisse intact le métal de base. Deux procédés doivent confirmer ce point. Un procédé utilise les éprouvettes de contrôle (2.1.3.1), l'autre prévoit un certain nombre de cycles de nettoyage des éprouvettes corrodées (2.1.3.2).

2.1.3.1 Les éprouvettes de contrôle non corrodées — qui doivent être analogues aux éprouvettes d'après leurs compositions chimiques et métallurgiques et leur géométrie — doivent être nettoyées de la même manière (dans les mêmes conditions) que les éprouvettes d'essai. On doit déterminer ensuite, par pesée de l'éprouvette de contrôle avant et après nettoyage (pesée exprimée avec cinq chiffres significatifs, par exemple il convient d'exprimer la masse d'une éprouvette de 70 g avec trois décimales), la perte de métal due au nettoyage. L'importance de la perte de masse des éprouvettes de contrôle caractérise la perte de masse des éprouvettes d'essai après élimination due au procédé de nettoyage.

2.1.3.2 On doit répéter plusieurs fois le procédé de nettoyage de l'éprouvette et ce, jusqu'à l'élimination complète des produits de corrosion. La masse peut être portée sur un graphique en fonction du nombre de mêmes cycles de nettoyage (voir figure 1). Dans bien des cas, la masse donnée par ces cycles de nettoyage (après élimination des produits de corrosion) présente une relation linéaire avec les cycles. On obtient deux segments de droite AB et BC. La droite AB correspond à l'élimination des produits de corrosion mais elle n'est pas toujours visible. La droite BC correspond à l'élimination du substrat après élimination des produits de corrosion. Par extrapolation du segment BC jusqu'à l'axe des ordonnées, on obtient le point D qui caractérise la

masse pour un nombre de cycles de nettoyage égal à zéro. Dans d'autres cas, la relation n'est pas linéaire et une extrapolation plus appropriée doit être recherchée.

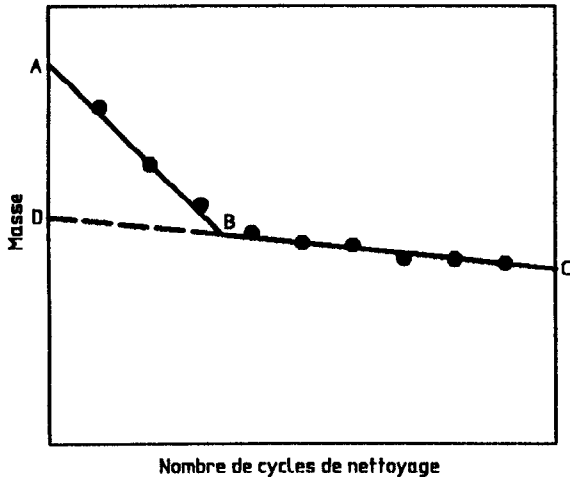


Figure 1 — Masse des éprouvettes corrodées après plusieurs cycles de nettoyage répétés

2.1.3.3 La masse vraie de l'éprouvette après élimination des produits de corrosion se situera entre les points B et D selon le degré de protection offert par les produits de corrosion pendant le nettoyage.

2.1.4 La méthode de nettoyage préférée sera celle qui

- a) élimine efficacement les produits de corrosion;
- b) donne une perte de masse faible ou nulle lorsqu'elle est appliquée à des éprouvettes neuves non corrodées (voir 2.1.3.1);
- c) donne une courbe de la masse en fonction du nombre de cycles de nettoyage proche de l'horizontale lorsque le nombre de cycles est porté en abscisse (voir 2.1.3.2).

2.1.5 Si l'on utilise des méthodes chimiques ou électrolytiques, on doit employer des solutions fraîchement préparées avec de l'eau distillée ou déionisée et des produits chimiques de qualité analytique reconnue.

2.1.6 Après nettoyage, l'éprouvette en métal doit être soigneusement rincée d'abord à l'eau du robinet puis à l'eau distillée. Elle doit être ensuite séchée dans une étuve, puis laissée à refroidir dans un dessiccateur pour se stabiliser à température ambiante avant pesée. Une variante du procédé de séchage consiste en ce que l'éprouvette est immergée dans de l'éthanol, puis en jet d'air.

2.2 Méthodes chimiques

Les méthodes chimiques impliquent de plonger l'éprouvette dans une solution chimique conçue pour éliminer les produits de corrosion en affectant le moins possible le métal de base. Plusieurs méthodes sont indiquées dans l'annexe A (voir tableau A.1).

2.2.1 Le nettoyage chimique est souvent précédé d'un léger brossage de l'éprouvette destiné à éliminer les produits de corrosion peu adhérents ou en gros morceaux.

2.2.2 Des retraits périodiques des éprouvettes hors de la solution chimique pour les brosser légèrement facilitent souvent l'élimination des produits de corrosion adhérent fortement.

2.2.3 Le nettoyage chimique est souvent suivi d'un léger brossage destiné à éliminer les produits.

2.3 Méthodes électrolytiques

Un nettoyage électrolytique permet également d'éliminer les produits de corrosion. Plusieurs méthodes de nettoyage électrolytique des éprouvettes d'essai sont proposées dans l'annexe A (voir tableau A.2).

Le nettoyage électrolytique doit être précédé d'un léger brossage destiné à éliminer les produits de corrosion peu adhérents ou en gros morceaux. Un brossage doit également suivre le nettoyage électrolytique pour éliminer les boues ou dépôts séparables. Il empêche également la redéposition de métal provenant des produits de corrosion réductibles, ce qui réduirait la perte de masse.

2.4 Méthodes mécaniques

Parmi les méthodes mécaniques, on peut citer le grattage, le raclage, le brossage, les méthodes aux ultrasons, les chocs mécaniques et les projections (de grenailles, d'eau sous pression, etc.). Ces méthodes sont souvent utilisées pour enlever les produits de corrosion très incrustés. Un grattage à la brosse en crin dur et à la suspension d'eau distillée et d'abrasif doux permet également d'éliminer les produits de corrosion.

Un nettoyage mécanique vigoureux peut attaquer le métal de base, aussi convient-il de procéder avec soin. Ces méthodes ne sont à utiliser que lorsque les autres n'arrivent pas à éliminer convenablement les produits de corrosion. Comme pour les autres méthodes, il est recommandé de corriger la perte de métal due au nettoyage. Les forces mécaniques développées par le nettoyage doivent être maintenues aussi constantes que possible.

3 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit contenir les indications suivantes:

- a) la référence à la présente Norme internationale;
- b) la méthode utilisée pour éliminer les produits de corrosion après essai;
- c) pour les méthodes chimiques: la composition et la concentration des produits chimiques utilisés, la température de la solution et la durée du nettoyage;
- d) pour les méthodes électrolytiques: la composition et la concentration des produits chimiques utilisés, la température de la solution, le matériau de l'anode et la densité de courant, et la durée du nettoyage;
- e) pour les méthodes mécaniques: la méthode particulière employée (brosse en crin dur, grattoir en bois, etc.), les abrasifs employés le cas échéant, et la durée du nettoyage;
- f) si plusieurs méthodes ont été employées, les détails relatifs à chacune et leur ordre d'emploi;
- g) les résultats des nettoyages de contrôle (voir 2.1.3.1) ou des nettoyages répétés (voir 2.1.3.2) destinés à évaluer la perte de masse de métal disparu sur le métal de base pendant le nettoyage;
- h) la perte de masse par corrosion (voir 2.1.3.3).

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 8407:1991](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/cd2d2e65-6890-4ccf-8c96-f0dacfc3ee2d/iso-8407-1991)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/cd2d2e65-6890-4ccf-8c96-f0dacfc3ee2d/iso-8407-1991>

Annexe A (informative)

Méthodes de nettoyage chimique et électrolytique destinées à éliminer les produits de corrosion

A.1 Généralités

Un certain nombre d'ouvrages bibliographiques ont été consultés pendant la mise au point de la présente Norme internationale pour déterminer les méthodes à employer pour le nettoyage chimique et électrolytique. La présente annexe résume les résultats de cette étude.

A.2 Modes opératoires

Le tableau A.1 et le tableau A.2 résument les diverses méthodes chimiques et électrolytiques utilisables pour éliminer les produits de corrosion. Le choix d'une méthode donnée pour un produit donné dépend de nombreux facteurs parmi lesquels l'ex-

périence acquise. Il convient de consulter la présente Norme internationale à titre de référence pour mettre en œuvre les procédés indiqués dans ces tableaux.

Quelle que soit la méthode employée, il est suggéré de maintenir verticales les surfaces à nettoyer des produits de corrosion. Cette position réduit au minimum la rétention des gaz dégagés par la méthode de nettoyage sur les éprouvettes horizontales, rétention qui pourrait affecter l'uniformité du processus de nettoyage.

AVERTISSEMENT — L'emploi de substances dangereuses (cyanure, trioxyde de chrome, poussière de zinc) nécessite le respect de toutes les consignes de sécurité nécessaires.

Tableau A.1 — Méthodes chimiques de nettoyage destinées à éliminer les produits de corrosion

Désignation	Matériau	Produits chimiques	Durée	Température	Observations
C.1.1	Aluminium et alliages d'aluminium	50 ml d'acide phosphorique (H_3PO_4 , $\rho = 1,69$ g/ml) 20 g de trioxyde de chrome (CrO_3) Eau distillée pour compléter à 1 000 ml	5 min à 10 min	80 °C à ébullition	Si une pellicule de produit de corrosion subsiste, continuer avec la méthode à l'acide nitrique ci-dessous.
C.1.2		Acide nitrique (HNO_3 , $\rho = 1,42$ g/ml)	1 min à 5 min	20 °C à 25 °C	Éliminer les dépôts étrangers et les masses de produits de corrosion pour éviter les réactions qui pourraient résulter d'un décapage excessif du métal sous-jacent.
C.2.1	Cuivre et alliages de cuivre	500 ml d'acide chlorhydrique (HCl , $\rho = 1,19$ g/ml) Eau distillée pour compléter à 1 000 ml	1 min à 3 min	20 °C à 25 °C	Une désaération de la solution à l'azote purifié réduira l'attaque du métal sous-jacent.
C.2.2		4,9 g de cyanure de sodium ($NaCN$) Eau distillée pour compléter à 1 000 ml	1 min à 3 min	20 °C à 25 °C	Éliminer les produits de corrosion à base de sulfate de cuivre(II) qui auraient pu ne pas être éliminés par le traitement à l'acide chlorhydrique ci-dessus.
C.2.3		100 ml d'acide sulfurique (H_2SO_4 , $\rho = 1,84$ g/ml) Eau distillée pour compléter à 1 000 ml	1 min à 3 min	20 °C à 25 °C	Éliminer les produits de corrosion en masse avant traitement pour éviter la redéposition de cuivre à la surface de l'éprouvette.
C.2.4		120 ml d'acide sulfurique (H_2SO_4 , $\rho = 1,84$ g/ml) 30 g de dichromate de potassium dihydraté ($Na_2Cr_2O_7 \cdot 2H_2O$) Eau distillée pour compléter à 1 000 ml	5 s à 10 s	20 °C à 25 °C	Éliminer la redéposition de cuivre résultant du traitement à l'acide sulfurique.

Désignation	Matériau	Produits chimiques	Durée	Température	Observations
C.2.5	Cuivre et alliages de cuivre	54 ml d'acide sulfurique (H ₂ SO ₄ , ρ = 1,84 g/ml) Eau distillée pour compléter à 1 000 ml	30 min à 60 min	40 °C à 50 °C	Désaérer la solution à l'azote. Brosser les éprouvettes, puis les replonger pendant 3 s à 4 s.
C.3.1	Fer et acier	1 000 ml d'acide chlorhydrique (HCl, ρ = 1,19 g/ml) 20 g de trioxyde d'antimoine (Sb ₂ O ₃) 50 g de chlorure d'étain(II) (SnCl ₂)	1 min à 25 min	20 °C à 25 °C	Agiter vigoureusement la solution ou broser l'éprouvette. Des durées plus longues sont nécessaires dans certains cas.
C.3.2		50 g d'hydroxyde de sodium (NaOH) 200 g de zinc en granulés ou en copeaux Eau distillée pour compléter à 1 000 ml	30 min à 40 min	80 °C à 90 °C	Prendre des précautions pour manipuler la poussière de zinc qui peut s'enflammer spontanément au contact de l'air.
C.3.3		200 g d'hydroxyde de sodium (NaOH) 20 g de zinc en granulés ou en copeaux Eau distillée pour compléter à 1 000 ml	30 min à 40 min	80 °C à 90 °C	Prendre des précautions pour manipuler la poussière de zinc qui peut s'enflammer spontanément au contact de l'air.
C.3.4		200 g de citrate de diammonium [(NH ₄) ₂ HC ₆ H ₅ O ₇] Eau distillée pour compléter à 1 000 ml	20 min	75 °C à 90 °C	
C.3.5		500 ml d'acide chlorhydrique (HCl, ρ = 1,19 g/ml) 3,5 g d'hexaméthylènetétramine Eau distillée pour compléter à 1 000 ml	10 min	20 °C à 25 °C	Des durées plus longues sont nécessaires dans certains cas.
C.4.1	Plomb et alliages de plomb	10 ml d'acide acétique (CH ₃ COOH) Eau distillée pour compléter à 1 000 ml	5 min	Ébullition	
C.4.2		50 g d'acétate d'ammonium (CH ₃ COONH ₄) Eau distillée pour compléter à 1 000 ml	10 min	60 °C à 70 °C	
C.4.3		250 g d'acétate d'ammonium (CH ₃ COONH ₄) Eau distillée pour compléter à 1 000 ml	5 min	60 °C à 70 °C	
C.5.1	Magnésium et alliages de magnésium	100 g de trioxyde de chrome (CrO ₃) 10 g de chromate d'argent (Ag ₂ CrO ₄) Eau distillée pour compléter à 1 000 ml	1 min	Ébullition	Le sel d'argent précipite le chrome.
C.5.2		200 g de trioxyde de chrome (CrO ₃) 10 g de nitrate d'argent (AgNO ₃) 20 g de nitrate de baryum [Ba(NO ₃) ₂] Eau distillée pour compléter à 1 000 ml	1 min	20 °C à 25 °C	Le sel de baryum précipite le sulfate.
C.6.1	Nickel et alliages de nickel	150 ml d'acide chlorhydrique (HCl, ρ = 1,19 g/ml) Eau distillée pour compléter à 1 000 ml	1 min à 3 min	20 °C à 25 °C	
		100 ml d'acide sulfurique (H ₂ SO ₄ , ρ = 1,84 g/ml) Eau distillée pour compléter à 1 000 ml	1 min à 3 min	20 °C à 25 °C	
C.7.1	Aciers inoxydables	100 ml d'acide nitrique (HNO ₃ , ρ = 1,42 g/ml) Eau distillée pour compléter à 1 000 ml	20 min	60 °C	
C.7.2		150 g de citrate de diammonium [(NH ₄) ₂ HC ₆ H ₅ O ₇] Eau distillée pour compléter à 1 000 ml	10 min à 60 min	70 °C	

Désignation	Matériau	Produits chimiques	Durée	Température	Observations
C.7.3	Aciers inoxydables	100 g d'acide citrique (C ₆ H ₈ O ₇) 50 ml d'acide sulfurique (H ₂ SO ₄ , ρ = 1,84 g/ml) 2 g d'inhibiteur (diorthotolylthiourée ou éthyliodure de quinoléine ou β-naphtolquinoléine) Eau distillée pour compléter à 1 000 ml	5 min	60 °C	
C.7.4		200 g d'hydroxyde de sodium (NaOH) 30 g de permanganate de potassium (KMnO ₄) 100 g de citrate de diammonium [(NH ₄) ₂ HC ₆ H ₅ O ₇] Eau distillée pour compléter à 1 000 ml	5 min	Ébullition	
C.7.5		100 ml d'acide nitrique (HNO ₃ , ρ = 1,42 g/ml) 20 ml d'acide fluorhydrique [HF, ρ = 1,155 g/ml (47 % HF à 53 % HF)] Eau distillée pour compléter à 1 000 ml	5 min à 20 min	20 °C à 25 °C	
C.7.6		200 g d'hydroxyde de sodium (NaOH) 50 g de poudre de zinc Eau distillée pour compléter à 1 000 ml	20 min	Ébullition	Prendre des précautions pour manipuler la poussière de zinc qui peut s'enflammer spontanément au contact de l'air.
C.8.1	Étain et alliages d'étain	150 g de phosphate de trisodium dodécahydraté (Na ₃ PO ₄ ·12H ₂ O) Eau distillée pour compléter à 1 000 ml	10 min	Ébullition	
C.8.2		50 ml d'acide chlorhydrique (HCl, ρ = 1,19 g/ml) Eau distillée pour compléter à 1 000 ml	10 min	20 °C	
C.9.1	Zinc et alliages de zinc	150 ml d'hydroxyde d'ammonium (NH ₄ OH, ρ = 0,90 g/ml) Eau distillée pour compléter à 1 000 ml	5 min	20 °C à 25 °C	
		puis 50 g de trioxyde de chrome (CrO ₃) 10 g de nitrate d'argent (AgNO ₃) Eau distillée pour compléter à 1 000 ml	15 s à 20 s	Ébullition	Le nitrate d'argent doit être mis en solution dans l'eau et ajouté à l'acide chromique bouillant pour éviter une cristallisation excessive du chromate d'argent. L'acide chromique doit être exempt de sulfate pour ne pas attaquer le zinc sous-jacent.
C.9.2		100 g de chlorure d'ammonium (NH ₄ Cl) Eau distillée pour compléter à 1 000 ml	2 min à 5 min	70 °C	
C.9.3		200 g de trioxyde de chrome (CrO ₃) Eau distillée pour compléter à 1 000 ml	1 min	80 °C	Éviter la contamination par le chlorure de l'acide chromique au contact des produits de corrosion formés en milieu salin, qui attaqueraient le zinc.
C.9.4		85 ml d'acide iodhydrique (HI, ρ = 1,5 g/ml) Eau distillée pour compléter à 1 000 ml	15 s	20 °C à 25 °C	Peut enlever un peu de zinc sous-jacent. Employer une éprouvette de contrôle (voir 2.1.3).
C.9.5		100 g de peroxydisulfate d'ammonium [(NH ₄) ₂ S ₂ O ₈] Eau distillée pour compléter à 1 000 ml	5 min	20 °C à 25 °C	Particulièrement recommandé pour l'acier galvanisé.
C.9.6	100 g d'acétate d'ammonium (CH ₃ COONH ₄) Eau distillée pour compléter à 1 000 ml	2 min à 5 min	70 °C		

Tableau A.2 — Méthodes électrolytiques de nettoyage destinées à éliminer les produits de corrosion

Désignation	Matériau	Produits chimiques	Durée	Température	Observations
E.1.1	Fer, fonte et acier	75 g d'hydroxyde de sodium (NaOH) 25 g de sulfate de sodium (Na ₂ SO ₄) 75 g de carbonate de sodium (Na ₂ CO ₃) Eau distillée pour compléter à 1 000 ml	20 min à 30 min	20 °C à 25 °C	Traitement cathodique avec densité de courant de 100 A/m ² à 200 A/m ² . Utiliser une anode de carbone, de platine ou d'acier inoxydable.
E.1.2		28 ml d'acide sulfurique (H ₂ SO ₄ , ρ = 1,84 g/ml) 0,5 g d'inhibiteur (diorthotolythiourée ou éthyl iodure de quinoléine ou β-naphтолquinoléine) Eau distillée pour compléter à 1 000 ml	3 min	75 °C	Traitement cathodique avec densité de courant de 2 000 A/m ² . Utiliser une anode de carbone, de platine ou de plomb.
E.1.3		100 g de citrate de diammonium [(NH ₄) ₂ HC ₆ H ₅ O ₇] Eau distillée pour compléter à 1 000 ml	5 min	20 °C à 25 °C	Traitement cathodique avec densité de courant de 100 A/m ² . Utiliser une anode de carbone ou de platine.
E.2.1	Plomb et alliages de plomb	28 ml d'acide sulfurique (H ₂ SO ₄ , ρ = 1,84 g/ml) 0,5 g d'inhibiteur (diorthotolythiourée ou éthyl iodure de quinoléine ou β-naphтолquinoléine) Eau distillée pour compléter à 1 000 ml	3 min	75 °C	Traitement cathodique avec densité de courant de 2 000 A/m ² . Utiliser une anode de carbone, de platine ou de plomb.
E.3.1	Cuivre et alliages de cuivre	7,5 g de chlorure de potassium (KCl) Eau distillée pour compléter à 1 000 ml	1 min à 3 min	20 °C à 25 °C	Traitement cathodique avec densité de courant de 100 A/m ² . Utiliser une anode de carbone ou de platine.
E.4.1	Zinc et cadmium	50 g d'hydrogénophosphate de disodium (Na ₂ HPO ₄) Eau distillée pour compléter à 1 000 ml	5 min	70 °C	Traitement cathodique avec densité de courant de 110 A/m ² . Mettre l'éprouvette sous tension avant de la plonger dans la solution. Utiliser une anode de carbone, de platine ou d'acier inoxydable.
E.4.2		100 g d'hydroxyde de sodium (NaOH) Eau distillée pour compléter à 1 000 ml	107-191 min à 2 min	20 °C à 25 °C	Traitement cathodique avec densité de courant de 100 A/m ² . Mettre l'éprouvette sous tension avant de la plonger dans la solution. Utiliser une anode de carbone, de platine ou d'acier inoxydable.