

---

# Norme internationale



# 4521

---

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

---

## Revêtements métalliques — Dépôts électrolytiques d'argent et d'alliages d'argent pour applications industrielles

*Metallic coatings — Electrodeposited silver and silver alloy coatings for engineering purposes*

Première édition — 1985-02-15 ([standards.iteh.ai](https://standards.iteh.ai))

[ISO 4521:1985](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a2c3908d-d936-4634-b56f-4a501bd905d4/iso-4521-1985)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a2c3908d-d936-4634-b56f-4a501bd905d4/iso-4521-1985>

---

CDU 669.228.7

Réf. n° : ISO 4521-1985 (F)

**Descripteurs** : revêtement, revêtement métallique, revêtement électrolytique, revêtement en argent, spécification, désignation, essai, essai d'adhérence, mesurage de dimension, épaisseur.

## 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 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.

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. Les Normes internationales sont approuvées conformément aux procédures de l'ISO qui requièrent l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 4521 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 107, *Revêtements métalliques et autres revêtements non organiques*.

[ISO 4521:1985](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a2c3908d-d936-4634-b56f-4a501bd905d4/iso-4521-1985>

# Revêtements métalliques — Dépôts électrolytiques d'argent et d'alliages d'argent pour applications industrielles

## 0 Introduction

La présente Norme internationale spécifie une gamme de dépôts électrolytiques d'argent ou d'alliages d'argent destinés à des utilisations électriques, électroniques ou à d'autres utilisations industrielles. Dans le cadre de la présente Norme internationale, les utilisations industrielles sont celles pour lesquelles le dépôt doit, en premier lieu, assurer une fonction non décorative, tandis que les dépôts décoratifs sont ceux pour lesquels l'aspect de la pièce finie revêt une importance primordiale. Toutefois, la protection contre la corrosion peut également être une caractéristique requise dans les deux cas.

Les dépôts électrolytiques d'argent et d'alliages d'argent sont utilisés dans de nombreuses applications et sont choisis pour leur conductivité électrique extrêmement bonne. Dans de nombreuses conditions de service, des films de sulfure peuvent cependant se former sur les dépôts, augmentant ainsi la résistance de contact de la surface électrolytique d'argent et les rendant inadéquats à un usage dans les circuits électroniques à basse tension. Toutefois, les films de sulfure d'argent n'étant pas complètement isolants, ils ne sont pas particulièrement préjudiciables aux autres contacts électriques dans lesquels des tensions et/ou des pressions de contact plus élevées sont utilisées.

Les matériaux d'emballage, tels que le papier et le carton, contiennent fréquemment de petites quantités de composés sulfurés qui peuvent provoquer un ternissement excessif des pièces revêtues électrolytiquement d'argent et d'alliage d'argent. Cela devrait être pris en considération lorsque des pièces revêtues électrolytiquement d'argent et d'alliage d'argent sont emballées, emmagasinées et transportées, et les matériaux d'emballage devraient être préservés d'une contamination significative par les composés sulfurés. Des traitements d'antiternissement peuvent être appliqués aux dépôts d'argent et d'alliage d'argent pour empêcher ou retarder le ternissement (voir chapitre 12), mais ces traitements augmentent plus ou moins la résistance de contact et ainsi ne s'avèrent utiles que dans certains cas.

L'attention est attirée sur les possibilités suivantes :

- a) une migration ionique de l'argent peut se produire dans les circuits électroniques, en particulier si le matériau isolant est mouillé;

- b) un grippage (soudage à froid) peut se produire lorsque deux surfaces argentées semblables, par exemple deux dépôts «brillants» ou deux dépôts «mats», sont utilisées dans un contact glissant.

Il faut noter également que, dans certains contextes, les teneurs en argent sont exprimées en parties pour mille (en masse), sous le nom de «millièmes» ou «titre». Dans la présente Norme internationale, seuls sont utilisés les pourcentages en masse arrondis à la première décimale.

## 1 Objet et domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie les exigences relatives aux dépôts électrolytiques d'argent et d'alliages d'argent, pour l'application dans les industries électriques, électroniques et autres sur les matériaux métalliques et non métalliques. Ces dépôts peuvent être soumis ou non à un usinage ultérieur.

Elle ne s'applique ni aux revêtements sur les filetages des vis [voir ISO 4042, *Éléments filetés — Revêtements électrolytiques* (actuellement au stade de projet)] ni aux dépôts appliqués sur des tôles ou des bandes à l'état non usiné.

## 2 Références

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

ISO 2064, *Revêtements métalliques et autres revêtements non organiques — Définitions et conventions concernant le mesurage de l'épaisseur.*

ISO 2177, *Revêtements métalliques — Mesurage de l'épaisseur — Méthode coulométrique par dissolution anodique.*<sup>1)</sup>

ISO 4516, *Revêtements métalliques — Essais de microdureté Vickers et Knoop.*

ISO 4519, *Dépôts électrolytiques et finitions apparentées — Méthodes d'échantillonnage pour le contrôle par attributs.*

1) Actuellement au stade de projet. (Révision de l'ISO 2177-1972.)

ISO 4522, *Revêtements métalliques — Méthodes d'essai des dépôts électrolytiques d'argent et d'alliages d'argent —*

*Partie 1 : Détermination de l'épaisseur du dépôt.*

*Partie 2 : Essais d'adhérence.*

*Partie 3 : Essais de sels résiduels.*<sup>1)</sup>

ISO 4538, *Revêtements métalliques — Essai de corrosion à la thioacétamide (Essai TAA).*

Publication CEI 68-2-20, *Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique — Essai T : Soudure.*

### 3 Définitions

Dans le cadre de la présente Norme internationale, les définitions données dans l'ISO 2064, ainsi que la définition suivante, sont applicables :

**surface significative** : Partie de la surface qui est indispensable à l'aspect ou au fonctionnement de la pièce et qui doit être protégée ou qui est protégée par le revêtement.

### 4 Informations à fournir par le client à l'électroplaste

#### 4.1 Informations essentielles

Les informations suivantes doivent être fournies par le client à l'électroplaste :

- a) le numéro de la présente Norme internationale (ISO 4521);
- b) le numéro de classification du dépôt exigé (voir chapitre 8 et 11.2);
- c) la surface significative de la pièce à revêtir, indiquée par exemple sur des schémas ou sur des échantillons fournis et marqués de façon appropriée.
- d) l'aspect de surface (voir 11.1);
- e) la (les) méthode(s) à employer pour l'essai d'adhérence (voir 11.5);
- f) la procédure d'échantillonnage à adopter (voir chapitre 7).

#### 4.2 Informations complémentaires

Il peut s'avérer nécessaire de préciser les informations suivantes, en complément; dans ce cas, ces informations doivent être spécifiées par le client :

- a) la teneur minimale du dépôt en argent [voir 8 c)] et tout détail concernant un élément d'alliage à ajouter intentionnellement (voir 11.4);

b) la nature du matériau de base, son état de surface et sa rugosité (voir chapitre 5);

c) toute exigence relative à un traitement de relaxation des contraintes avant dépôt électrolytique et/ou à un traitement contre la fragilisation par l'hydrogène après dépôt électrolytique (voir chapitre 9);

d) toute exigence spéciale relative aux sous-couches, y compris leur épaisseur (voir chapitres 6 et 10);

e) toute exigence relative à la résistance à la corrosion et/ou à l'absence de porosité, et les méthodes d'essai à utiliser (voir 11.3);

f) les propriétés électriques du dépôt d'argent et les méthodes d'essai à utiliser (voir 11.6);

g) la microdureté du dépôt et la méthode d'essai à utiliser, parmi celles de l'ISO 4516 (voir 11.7);

h) toute exigence relative à un traitement d'anti-ternissement, le type de traitement et les méthodes d'essai à utiliser;

j) les exigences relatives à l'aptitude au brasage et la méthode d'essai à utiliser (voir 11.8);

k) toute exigence relative à l'absence de contamination du produit fini (voir 11.10).

### 5 Métal de base

La présente Norme internationale ne spécifie aucune exigence pour l'état initial ou la finition de surface du métal de base avant dépôt électrolytique. Toutefois, il faut savoir que la rugosité de surface du dépôt d'argent ou d'alliage d'argent dépendra de la rugosité de surface du métal de base et ceci ne doit donc pas être une cause de rebut du revêtement.

### 6 Prétraitement

**6.1** Les composés de mercure ne doivent pas servir au prétraitement des métaux de base.

**6.2** Pour éviter une mauvaise adhérence, on utilise habituellement une amorce d'argent pour empêcher la déposition chimique de l'argent ou de l'alliage d'argent sur le métal de base. Pour déposer électrolytiquement certains alliages, il peut être préférable d'utiliser une amorce d'or.

### 7 Échantillonnage

Un échantillon, de la taille définie dans l'ISO 4519, doit être choisi au hasard dans le lot à inspecter. Les pièces de l'échantillon doivent être examinées pour vérifier leur conformité aux exigences de la présente Norme internationale, et le lot doit être classé comme conforme ou non conforme à chacune des exigences selon les critères des plans d'échantillonnage de l'ISO 4519.

1) Actuellement au stade de projet.

## 8 Numéro de classification

Le numéro de classification comprend

- le symbole chimique du métal de base ou du métal principal en cas d'alliage, ou, en cas de matériaux non métalliques, les lettres NM suivies d'une barre oblique;
- éventuellement le(s) symbole(s) chimique(s) du métal (des métaux) de la sous-couche, indiqué(s) à titre d'exemples dans le tableau 1, suivi(s) d'une barre oblique;
- le symbole chimique de l'argent, Ag, suivi, dans certains cas, par un nombre arrondi à la première décimale, indiqué entre parenthèses et représentant la teneur minimale en argent, exprimée en pourcentage en masse;
- un nombre indiquant l'épaisseur minimale (en micromètres) du dépôt d'argent ou d'alliage d'argent sur la surface significative.

Tableau 1 — Symboles

Symbole	Signification
Ni	Nickel
Cu	Cuivre
Cu/Ni	Nickel sur cuivre
Sn-Ni	Alliage étain-nickel

Exemples de numéros complets de classification :

- un revêtement d'argent sur laiton, ayant une épaisseur (minimale) de 20  $\mu\text{m}$ , aura comme numéro de classification : Cu/Ag 20;
- un revêtement d'argent, ayant une teneur en argent de 99,9 % et une épaisseur (minimale) de 10  $\mu\text{m}$ , déposé sur acier avec sous-couche de nickel, aura comme numéro de classification : Fe/Ni/Ag(99,9) 10.

## 9 Traitement thermique de l'acier

### 9.1 Généralités

Les traitements thermiques décrits en 9.3 et 9.4 doivent être effectués sur certains métaux de base pour réduire le risque de fragilisation par l'hydrogène. Dans tous les cas, la durée du traitement thermique doit être comptée à partir du moment où la totalité de chaque pièce atteint la température spécifiée.

Les pièces en aciers de résistance à la traction maximale spécifiée supérieure à 1 050 MPa<sup>1)</sup> (duretés correspondantes approximatives : 34 HRC, 340 HV ou 325 HB) et les pièces ayant subi une trempe superficielle doivent être soumises à un traitement thermique. Il faut éviter les préparations de surface impliquant des traitements cathodiques en solutions alcalines ou acides. Par ailleurs, pour les pièces en aciers de résistance à la traction supérieure à 1 450 MPa (duretés correspondantes approximatives : 45 HRC, 440 HV ou 415 HB), il est recommandé de choisir des solutions électrolytiques à haut rendement cathodique.

1) 1 MPa = 1 N/mm<sup>2</sup>

## 9.2 Classification des aciers

9.2.1 Sauf pour les pièces ayant subi une trempe superficielle (voir 9.3.2 et 9.4.2), le traitement thermique doit être choisi en prenant pour base la résistance à la traction maximale spécifiée. Les aciers doivent être classés, selon leur résistance à la traction maximale spécifiée, comme indiqué dans le tableau 2. Si la spécification de l'acier n'est basée que sur la résistance minimale à la traction, la résistance maximale correspondante doit être déterminée conformément aux indications du tableau 2.

Tableau 2 — Catégories d'acier et résistances maximales à la traction correspondant aux résistances minimales spécifiées

Résistance à la traction minimale spécifiée, $R_{m\min}$ (MPa)	Résistance maximale correspondante, $R_{m\max}$ (MPa)
$R_{m\min} \leq 1\ 000$	$R_{m\max} \leq 1\ 050$
$1\ 000 < R_{m\min} \leq 1\ 400$	$1\ 050 < R_{m\max} \leq 1\ 450$
$1\ 400 < R_{m\min} \leq 1\ 750$	$1\ 450 < R_{m\max} \leq 1\ 800$
$1\ 750 < R_{m\min}$	$1\ 800 < R_{m\max}$

9.2.2 Si la spécification de l'acier ne prévoit ni maximum ni minimum de résistance à la traction, il faut considérer que les valeurs de dureté Vickers 340, 440 et 560 HV sont équivalentes, respectivement, à 1 050, 1 450 et 1 800 MPa, et ces valeurs de résistance doivent alors être utilisées pour choisir les conditions de traitement thermique.

### 9.3 Traitement de relaxation des contraintes avant dépôt électrolytique

9.3.1 Si le client exige que les pièces subissent un traitement de relaxation des contraintes avant dépôt électrolytique, les conditions indiquées dans le tableau 3 sont recommandées. Toutefois, des conditions différentes peuvent être appliquées s'il a été démontré qu'elles sont efficaces, comme, par exemple, des combinaisons adéquates de durées plus courtes avec des températures plus élevées convenables. Le traitement thermique doit être effectué avant le début de toute préparation ou de tout étoupage utilisant des solutions aqueuses.

Tableau 3 — Conditions du traitement de relaxation des contraintes avant dépôt électrolytique (ne s'applique pas aux pièces ayant subi une trempe superficielle)

Résistance à la traction maximale spécifiée, $R_{m\max}$ (MPa)	Température (°C)	Durée (h)
$R_{m\max} \leq 1\ 050$	Pas nécessaire	—
$1\ 050 < R_{m\max} \leq 1\ 450$	190 à 220	1
$1\ 450 < R_{m\max} \leq 1\ 800$	190 à 220	18
$1\ 800 < R_{m\max}$	190 à 220	24

9.3.2 Les pièces ayant subi une trempe superficielle doivent subir un traitement thermique à une température de 130 à

150 °C durant au moins 5 h ou à une température plus élevée si la durée est plus courte, à condition que la perte de dureté en surface qui en résulte soit acceptable.

9.3.3 Après martelage à la grenaille ronde ou tout autre traitement à froid, la température de traitement ne doit pas dépasser 220 °C.

**9.4 Traitement contre la fragilisation par l'hydrogène après dépôt électrolytique**

9.4.1 Le traitement doit être effectué dès que possible et, en tout cas, dans les 4 h qui suivent le dépôt électrolytique, suivant les conditions indiquées dans le tableau 4.

**Tableau 4 — Conditions du traitement contre la fragilisation par l'hydrogène après dépôt électrolytique (ne s'applique pas aux pièces ayant subi une trempe superficielle)**

Résistance à la traction maximale spécifiée, $R_{m\max}$	Température	Durée
MPa	°C	h
$R_{m\max} < 1\ 050$	Pas nécessaire	8
$1\ 050 < R_{m\max} \leq 1\ 450$	190 à 220	8
$1\ 450 < R_{m\max} \leq 1\ 800$	190 à 220	18
$1\ 800 < R_{m\max}$	190 à 220	24

9.4.2 Les pièces ayant subi une trempe superficielle doivent être traitées à une température comprise entre 190 et 220 °C durant au moins 2 h.

9.4.3 D'autres températures et d'autres durées peuvent être spécifiées et appliquées s'il a été démontré qu'elles sont efficaces dans le cas particulier de la pièce et si elles sont acceptées par le client. Toutefois, les pièces ne doivent pas être traitées à des températures supérieures à leurs températures de trempe.

NOTE — Il convient d'attirer l'attention sur le fait que les traitements thermiques spécifiés peuvent entraîner une diffusion entre le dépôt d'argent et le substrat. Des sous-couches de nickel atténuent cet inconvénient. Voir cependant la note 3 du chapitre 10.

**10 Exigences relatives aux sous-couches**

Les épaisseurs de sous-couches données dans le tableau 5 sont à considérer comme des minimums. Pour des conditions de service plus rigoureuses, il peut être nécessaire d'avoir des épaisseurs supérieures; elles doivent alors être spécifiées par le client [voir 4.2 d)].

NOTES

- 1 Voir en 6.2 les indications relatives aux moyens d'éviter une faible adhérence.
- 2 Il peut être essentiel que la sous-couche présente une faible contrainte.
- 3 Pour certaines applications, il peut être préjudiciable d'avoir des sous-couches de cuivre ou de nickel, ou les deux. Dans ces conditions, la sous-couche peut être remplacée par une épaisseur au moins équivalente d'argent ou d'alliage d'argent.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a2c3908d-d936-4634-b56f-4a501bd905d4/iso-4521-1985>

**Tableau 5 — Exigences relatives aux sous-couches**

Métal de base	Sous-couche(s)	Épaisseur minimale de la ou des sous-couches (µm)
Cuivre Alliages de cuivre, et notamment, laitons de décolletage contenant du plomb	Pas de sous-couche Si nécessaire, Cu (cuivre) ou Ni (nickel) <sup>1)</sup>	— À convenir
Métaux ferreux (autres qu'acier inoxydable austénitique)	Ni (nickel) <sup>1)</sup>	10
	Cu/Ni (cuivre + nickel) <sup>1)</sup>	10 (Cu) + 5 (Ni)
Acier inoxydable austénitique	Normalement, dépôt amorce de nickel acide [bain de Wood <sup>2)</sup>	Couche mince pour favoriser l'adhérence du revêtement d'argent
Zinc et alliages de zinc	Cu/Ni (cuivre + nickel) <sup>1)</sup>	8 (Cu) + 10 (Ni)
Aluminium et alliages d'aluminium	Ni (Nickel) <sup>1)3)</sup>	20
Autres matières et métaux de base avec joints soudés	Si nécessaire, nickel <sup>1)</sup> ou cuivre, pour répondre à des exigences fonctionnelles ou à d'autres conditions de la présente Norme internationale	À convenir

- 1) Les sous-couches de nickel à utiliser normalement doivent avoir un faible niveau de contrainte.
- 2) Le bain de Wood est une solution contenant, par litre, 240 g de chlorure de nickel hexahydraté (NiCl<sub>2</sub> · 6H<sub>2</sub>O) et 85 ml d'acide chlorhydrique à 36 % (m/m). Les pièces constituent l'anode durant au plus 2 min, et ensuite la cathode durant 6 min; on utilise des électrodes de nickel dépolarisées, sans poche anodique à température ambiante et sous une densité de courant de 300 A/m<sup>2</sup>. S'il n'est pas possible d'appliquer une inversion de courant, le traitement anodique peut être remplacé par une immersion dans la solution, durant 15 min et sans passage de courant.
- 3) On peut appliquer un premier revêtement de cuivre sous le revêtement de nickel, mais cela ne réduit pas pour autant l'épaisseur du revêtement de nickel.

Si nécessaire, l'épaisseur de toute sous-couche doit être déterminée par la méthode par coupe micrographique spécifiée dans l'ISO 1463, ou par la méthode coulométrique spécifiée dans l'ISO 2177.



## 11 Caractéristiques des dépôts d'argent et d'alliages d'argent

Tous les essais décrits en 11.2, 11.3, 11.5 et 11.7 doivent être effectués sur des produits n'ayant pas subi les traitements d'anti-ternissement du chapitre 12. Les essais décrits en 11.4 et 11.6 doivent être effectués après traitement final.

### 11.1 Aspect

La pièce revêtue doit être propre et non endommagée.

Les pièces revêtues qui ne sont pas usinées ultérieurement ne doivent pas présenter, sur la surface significative, de défauts visibles du dépôt électrolytique, tels que piqûres, rugosités, fissures ou surfaces non revêtues, repérables sous un grossissement de X 8 (voir la note). Ni cloque ni aucun signe de mauvaise adhérence ne peuvent en outre être tolérés sur aucune surface de la pièce.

Les pièces revêtues qui subissent un usinage ultérieur ne doivent présenter ni nodulation excessive, ni arborescences sur les bords, ni défaut préjudiciable à la fabrication ultérieure.

Sur les pièces où une marque de contact est inévitable, la position de celle-ci doit faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées.

Si nécessaire, une pièce préliminaire présentant le fini exigé doit être fournie ou approuvée par le client.

NOTE — Avec une loupe éclairante, on peut utiliser un grossissement de X 4.

### 11.2 Épaisseur

Les revêtements d'argent et d'alliages d'argent sont classés selon leur épaisseur, et les épaisseurs recommandées pour applications industrielles générales sont données dans le tableau 6. Toutes les autres épaisseurs de revêtement supérieures au minimum de 2  $\mu\text{m}$  et exprimées en un nombre entier de micromètres, peuvent être commandées en spécifiant l'épaisseur locale minimale requise, à l'endroit approprié du numéro de classification.

Dans le cas des dépôts d'argent soumis à un usinage ultérieur, les spécifications concernant l'épaisseur s'appliquent après cet usinage. Si l'usinage ultérieur n'est pas effectué par l'électroplaste, le client doit spécifier l'épaisseur nécessaire avant usinage.

L'épaisseur du dépôt doit être mesurée sur une surface de référence (voir ISO 2064), en tous les points possibles de la surface significative, par une méthode appropriée, choisie par le client parmi celles qui sont spécifiées dans l'ISO 4522/1.

### 11.3 Porosité et résistance à la corrosion

Si la résistance à la corrosion et/ou l'absence de porosité revêtent une certaine importance, sur demande du client les pièces doivent être soumises à un ou plusieurs essais de porosité

et/ou de corrosion en rapport avec l'environnement dans lequel les pièces revêtues seront exposées.

**Tableau 6 — Épaisseurs types des dépôts d'argent et d'alliage d'argent ne subissant pas d'usinage ultérieur**

Épaisseur minimale	
$\mu\text{m}$	
	2
	5
	10
	20
	40

### 11.4 Composition

La teneur minimale en argent des dépôts doit, si nécessaire, être spécifiée par le client; elle s'exprime en pourcentage en masse arrondi à la première décimale et figure à l'endroit approprié du numéro de classification (voir 4.2 a) et chapitre 8).

NOTE — Des brillanters métalliques ou organiques utilisés pour affiner le grain peuvent se trouver dans le dépôt électrolytique, sous réserve qu'ils ne perturbent pas les propriétés prévues pour le dépôt et qu'ils soient acceptables par le client.

Si nécessaire, le client doit spécifier la méthode à utiliser pour déterminer la teneur en argent du dépôt.

### 11.5 Adhérence

Les dépôts doivent satisfaire à un ou plusieurs des essais d'adhérence spécifiés de 11.5.1 à 11.5.4 et en 11.5.6, selon les exigences du client. Les dépôts d'épaisseur supérieure à 125  $\mu\text{m}$  doivent satisfaire à l'essai de cisailage spécifié en 11.5.5.

NOTE — La préparation de sections transversales pour examen métallographique donne souvent de bons résultats pour la détection des mauvaises adhérences. Le meulage et le polissage créent une contrainte de cisaillement qui peut provoquer un décollement du dépôt du métal de base; ce décollement peut être observé au microscope.

#### 11.5.1 Essai de brunissage

Un dépôt vérifié par la méthode spécifiée dans l'ISO 4522/2 ne doit présenter aucun signe de cloquage du revêtement.

#### 11.5.2 Essai de brunissage au tonneau

Un dépôt vérifié par la méthode spécifiée dans l'ISO 4522/2 ne doit présenter aucun signe de cloquage ou d'écaillage du revêtement.

#### 11.5.3 Essai d'écaillage

Un dépôt vérifié par la méthode spécifiée dans l'ISO 4522/2 ne doit présenter aucun signe de détachement du revêtement.

La rupture ne doit se produire que dans la soudure.

#### 11.5.4 Essai de pliage

Un dépôt vérifié par la méthode spécifiée dans l'ISO 4522/2 doit supporter trois pliages sans détachement du revêtement.

Une cassure dans le métal de base provoquée par des fissures microscopiques ou macroscopiques n'est pas cause de rebut, pour autant que le revêtement ne se détache pas.

#### 11.5.5 Essai de cisailage

Un dépôt vérifié par la méthode spécifiée dans l'ISO 4522/2 ne doit présenter aucun signe de décollement du métal de base à l'interface ni aucun signe de cloquage, d'écaillage ou d'arrachement du revêtement.

#### 11.5.6 Essai de martelage à la grenaille ronde

Un dépôt vérifié par la méthode spécifiée dans l'ISO 4522/2 ne doit présenter aucun signe de cloquage ou de détachement du revêtement.

#### 11.5.7 Essai de choc thermique

Un dépôt vérifié par la méthode spécifiée dans l'ISO 4522/2 ne doit présenter aucun signe de cloquage ou de détachement du revêtement.

#### 11.6 Propriétés électriques

Si les propriétés électriques du dépôt revêtent une certaine importance, elles doivent être spécifiées par le client, en même temps que la ou les méthodes d'évaluation de ces propriétés.

#### 11.7 Dureté

Lorsqu'une valeur de dureté est spécifiée, la dureté du revêtement doit être déterminée par l'une des méthodes spécifiées dans l'ISO 4516.

NOTE — La dureté des dépôts d'argent et d'alliages d'argent, obtenus à partir de nombreux types de solution pour dépôt brillant, diminue considérablement au cours des premières 24 h qui suivent le dépôt électrolytique. Dans de tels cas, l'essai de dureté ne doit être effectué qu'après ce délai ou, en alternative, qu'après un traitement de vieillissement accéléré, tel que le maintien de l'échantillon à 100 °C durant 1 h.

#### 11.8 Aptitude au brasage

Sur demande, les dépôts d'argent doivent subir un essai d'aptitude au brasage. Le type d'essai et les traitements éventuels de vieillissement artificiel avant l'essai doivent convenir à l'utilisation prévue pour le produit revêtu et les détails doivent en être convenus entre les parties intéressées. Un essai est décrit dans la Publication CEI 68-2-20.

#### 11.9 Résistance à l'usure

Si la résistance du dépôt à l'usure revêt une certaine importance, elle doit être spécifiée par le client, en même temps que la méthode de mesure correspondante.

#### 11.10 Absence de contamination

Les pièces revêtues d'argent ou d'alliage d'argent doivent être rincées à fond et séchées après dépôt. Sur demande du client, les pièces doivent être soumises à l'essai de sels résiduels décrit dans l'ISO 4522/3.

On doit considérer comme acceptable une augmentation de conductivité d'au plus 150  $\mu\text{S}/\text{m}$ .

#### 12 Traitements d'anti-ternissement

Il existe un certain nombre de traitements qui retardent l'apparition du ternissement de l'argent et des alliages d'argent. Si un traitement de ce type est exigé, il doit être spécifié par le client, ainsi que les essais correspondants. Un essai approprié est décrit dans l'ISO 4538 et, si cet essai est choisi, la durée doit être spécifiée par le client.

Des feuilles de papier d'emballage traité pour pièces revêtues d'argent, qui réagissent avec les oxydes de soufre et avec les sulfures, peuvent empêcher le ternissement pendant le transport et le stockage sans affecter les propriétés de la surface d'argent.

NOTE — De nombreux traitements d'anti-ternissement augmentent la résistivité électrique de la surface des dépôts d'argent ou d'alliage d'argent et peuvent également affecter leur aptitude au brasage.