
**Revêtements métalliques sur bases
métalliques — Dépôts électrolytiques
et dépôts par voie chimique — Liste
des différentes méthodes d'essai
d'adhérence**

*Metallic coatings on metallic substrates — Electrodeposited and
chemically deposited coatings — Review of methods available for
testing adhesion*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 2819:2017

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9769d04-8ef4-4ff4-9981-3f0838dd44da/iso-2819-2017>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 2819:2017

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9769d04-8ef4-4ff4-9981-3f0838dd44da/iso-2819-2017>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2017, Publié en Suisse

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Ch. de Blandonnet 8 • CP 401
CH-1214 Vernier, Geneva, Switzerland
Tel. +41 22 749 01 11
Fax +41 22 749 09 47
copyright@iso.org
www.iso.org

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Méthodes d'essai	1
4.1 Essai de brunissage.....	1
4.2 Essai de brunissage à la bille.....	2
4.3 Essai de martelage à la grenaille ronde.....	2
4.4 Essai d'écaillage.....	2
4.5 Essai à la lime.....	2
4.6 Essais de meulage et de sciage.....	3
4.7 Essai au burin.....	3
4.8 Essai de quadrillage.....	3
4.9 Essai de pliage.....	3
4.10 Essai d'enroulement.....	4
4.11 Essai de traction.....	4
4.11.1 Essai de traction en tant qu'essai qualitatif de mesure de l'adhérence en termes de classification.....	4
4.11.2 Essai de traction en tant qu'essai quantitatif pour la détermination de la résistance de l'assemblage en N/mm ²	4
4.12 Essai de choc thermique.....	4
4.13 Essai d'emboutissage.....	5
4.14 Traitement cathodique.....	5
4.15 Essai C de Rockwell.....	6
4.16 Essai de rayure.....	6
4.17 Essai de cavitation.....	6
5 Résumé	6
Annexe A (informative) Évaluation de l'adhérence des dépôts d'argent (100 µm à 600 µm): martelage à la grenaille ronde	8
Bibliographie	11

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 (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

(standards.iteh.ai)

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: www.iso.org/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par le comité technique CEN/TC 262, *Revêtements métalliques et inorganiques, incluant ceux pour la protection contre la corrosion et les essais de corrosion des métaux et alliages*, du Comité européen de normalisation (CEN) en collaboration avec le comité technique ISO/ TC 107, *Revêtements métalliques et autres revêtements inorganiques*, conformément à l'accord de coopération technique entre l'ISO et le CEN (Accord de Vienne).

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition (ISO 2819:1980), qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- l'essai de traction a été étendu par des essais d'adhérence en centrifugeuse;
- l'essai C de Rockwell a été ajouté;
- l'essai de rayure a été ajouté;
- l'essai de cavitation a été ajouté;
- des modifications éditoriales et des références informatives à d'autres normes existantes ont été effectuées.

Revêtements métalliques sur bases métalliques — Dépôts électrolytiques et dépôts par voie chimique — Liste des différentes méthodes d'essai d'adhérence

AVERTISSEMENT — Si des Normes internationales spécifient des méthodes d'essai d'adhérence particulières à tel ou tel revêtement, il convient de les suivre, de préférence à celles qui sont décrites dans le présent document, et il convient qu'elles fassent l'objet d'un accord préliminaire entre le fournisseur et le client.

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie des méthodes de vérification de l'adhérence des dépôts électrolytiques et des dépôts effectués par voie chimique. Il se limite aux essais de nature qualitative.

Le présent document ne décrit pas certains essais mis au point à différentes occasions pour effectuer un mesurage quantitatif de l'adhérence d'un revêtement métallique à un matériau de base, ces essais nécessitant un appareillage spécial et une manipulation experte les rendant impropres en tant qu'essais de contrôle de qualité pour pièces de série. Certains de ces essais quantitatifs sont néanmoins utiles pour les travaux de recherche théorique ou appliquée.

iTeh STANDARD PREVIEW

2 Références normatives (standards.iteh.ai)

Le présent document ne contient aucune référence normative.

[ISO 2819:2017](#)

3 Termes et définitions

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/976f9d04-8ef4-4ff4-9981-3f0838dd44da/iso-2819-2017>

Aucun terme n'est défini dans le présent document.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>

4 Méthodes d'essai

4.1 Essai de brunissage

Si les pièces revêtues sont soumises à un brunissage dans une zone localisée, le dépôt aura tendance à s'écrouir et à absorber la chaleur dégagée par le frottement. Si le revêtement est mince, il se produira un décollement de celui-ci sur le métal de base, sous forme de cloques, dans les zones de faible adhérence.

Si la forme et les dimensions de la pièce le permettent, il convient de frotter durant environ 15 s, avec un instrument lisse, une zone de surface revêtue d'au maximum 6 cm². Cet instrument peut être une tige d'acier de 6 mm de diamètre à extrémité hémisphérique lisse.

La pression doit être suffisante pour brunir le revêtement à chaque passe, mais pas assez pour le couper. Une mauvaise adhérence est révélée par un agrandissement de la cloque au fur et à mesure du frottement.

Si les caractéristiques mécaniques du revêtement sont mauvaises, la cloque peut crever et le revêtement s'écailler alors. Cet essai doit se limiter aux dépôts assez minces.

4.2 Essai de brunissage à la bille

Le brunissage à la bille est souvent utilisé pour le polissage, mais il peut aussi servir d'essai d'adhérence. En utilisant un brunissoir à tonneau ou un brunissoir vibrant rempli de billes d'environ 3 mm de diamètre, ainsi qu'une solution savonneuse comme lubrifiant, il est possible de produire des cloques lorsque l'adhérence est très mauvaise. Cette méthode convient aux dépôts assez minces.

4.3 Essai de martelage à la grenaille ronde

Il existe plusieurs variantes au principe de déformation du dépôt par martelage au moyen de billes de fonte ou d'acier tombant par gravité ou projetées à l'aide d'air comprimé sur la surface à soumettre à essai.

Si le revêtement adhère mal, il cloquera. Habituellement, l'intensité de martelage nécessaire pour faire cloquer un revêtement de mauvaise adhérence varie en fonction de l'épaisseur du revêtement; elle est moindre pour les revêtements minces que pour les revêtements épais.

Un essai peut être réalisé en utilisant un tube de 150 mm de longueur et de 19 mm de diamètre intérieur, en tant que réservoir pour la grenaille ronde en fonte ou en acier (environ 0,75 mm de diamètre), lui-même relié à une tuyère. De l'air comprimé est amené à l'appareil avec une pression de 0,07 MPa à 0,21 MPa¹⁾ et la distance entre la tuyère et l'éprouvette est de 3 mm à 12 mm.

Un autre essai qui, semble-t-il, est le mieux adapté à l'essai d'adhérence des revêtements d'argent pour le contrôle en cours de fabrication des revêtements de 100 µm à 600 µm d'épaisseur, est décrit dans l'[Annexe A](#) et utilise une chambre de compression normalisée, du type de celle qui est utilisée pour le martelage à la grenaille ronde des pièces en acier.

Si l'argent adhère mal, il se produira soit un allongement, soit un fluage, soit des cloques.

4.4 Essai d'écaillage

Cet essai est valable pour les revêtements de moins de 125 µm d'épaisseur déposés sur des surfaces relativement plates. On plie à angle droit et à 10 mm d'une extrémité, un ruban d'acier doux étamé ou de laiton, d'environ 75 mm de longueur × 10 mm de largeur × 0,5 mm d'épaisseur, et l'on soude le côté le plus court à plat sur la surface revêtue. Une charge est appliquée sur le côté libre, perpendiculairement à la surface soudée. Le revêtement se détache du métal de base si l'adhérence est plus faible que le joint de soudure. Si au contraire l'adhérence est plus forte, il se produira une rupture soit du joint de soudure, soit dans l'épaisseur du revêtement.

Cette méthode n'est pas largement utilisée car la température atteinte pendant le soudage peut altérer l'adhérence. On peut aussi, pour remplacer la soudure, exécuter l'essai avec une résine synthétique à prise dure et de résistance adéquate à la traction.

Un autre essai (essai au ruban) emploie un ruban en cellulose adhésive d'une adhérence d'environ 8 N par 25 mm de largeur, le côté adhésif étant appliqué sur le revêtement soumis à essai à l'aide d'un rouleau de poids fixé, en veillant à éviter les bulles d'air. Après un délai de 10 s, le ruban est enlevé par une traction continue, perpendiculaire à la surface du revêtement. L'adhérence de celui-ci doit être telle qu'il n'apparaît aucune trace de décollement. Cet essai sert en particulier à vérifier l'adhérence du revêtement des conducteurs et des contacts des circuits imprimés. Les conducteurs revêtus doivent être vérifiés sur une surface d'au moins 30 mm².

4.5 Essai à la lime

Une éprouvette, prélevée sur une pièce revêtue, est fixée dans un étau, et une lime grossière (à traits parallèles uniquement) est passée sur l'arête de manière à soulever le revêtement. La lime est passée du métal de base vers le revêtement suivant un angle d'environ 45° par rapport à la surface revêtue. Il

1) 1 MPa = 1 MN/m².

ne doit pas se produire de décollement du revêtement. Cet essai ne convient ni aux revêtements trop minces, ni aux revêtements doux tels que zinc ou cadmium.

NOTE Voir aussi l'ASTM B571.

4.6 Essais de meulage et de sciage

Meuler une arête de l'éprouvette revêtue, le sens de meulage allant du métal de base vers le dépôt. Si l'adhérence est mauvaise, le dépôt se déchire à partir de la base. Une scie à métaux peut être substituée à la meule. Il est important de scier de manière que la force appliquée tende à séparer le revêtement du métal de base. Les essais de meulage et de sciage sont particulièrement efficaces pour les revêtements durs tels que nickel et chrome.

NOTE Voir aussi l'ASTM B571.

4.7 Essai au burin

L'essai au burin s'emploie normalement pour les revêtements d'épaisseur considérable (plus de 125 µm).

Une solution consiste à placer un burin tranchant au dos d'un revêtement en porte-à-faux et à donner un coup sec de marteau. Si l'adhérence est bonne, le revêtement sera fendu ou tranché complètement, sans que l'accrochage du revêtement sur le métal de base ne soit affecté.

En variante, il est possible de combiner l'essai au burin et l'essai à la scie. L'essai est effectué par sciage de l'éprouvette perpendiculairement au revêtement. Si l'adhérence n'est pas très bonne, des ruptures apparaissent immédiatement. S'il ne se produit aucun décollement à la rupture, un burin tranchant est utilisé pour tenter de soulever le revêtement au niveau de l'arête. Si le revêtement peut être écaillé au niveau de l'arête sur une distance appréciable, cela indique une mauvaise ou faible adhérence. Le tranchant du burin doit être aiguisé avant chaque essai.

Les revêtements plus minces peuvent être soumis à essai en remplaçant le burin par un couteau et en appliquant éventuellement de légers coups de marteau. L'essai au burin ne convient pas aux revêtements doux tels que zinc ou cadmium.

4.8 Essai de quadrillage

En utilisant une pointe à tracer effilée à 30°, on trace deux traits parallèles distants d'environ 2 mm. La pression avec laquelle ces traits sont tracés doit être suffisante pour trancher complètement le revêtement jusqu'au métal de base en un seul coup. Si une partie du revêtement située entre les traits se détache du métal de base, le revêtement doit être considéré comme ne satisfaisant pas à l'essai.

En variante, il est possible de tracer un quadrillage constitué de carrés de 1 mm de côté et d'observer si le revêtement s'écaille dans la zone considérée.

NOTE Voir aussi l'essai de quadrillage de l'ISO 9211-4 pour les traitements optiques et l'ISO 2409 pour les vernis.

4.9 Essai de pliage

L'essai de pliage consiste en un pliage ou un cintrage des produits revêtus. L'ampleur et la nature de cette distorsion varient selon le métal de base, la forme et la nature du revêtement et l'épaisseur relative des deux couches.

L'essai est généralement effectué à la main ou à l'aide de pinces, en pliant l'éprouvette aussi rapidement que possible, d'abord d'un côté puis de l'autre jusqu'à rupture. La vitesse et le rayon de pliage peuvent être contrôlés par des machines appropriées. L'essai engendre une contrainte de cisaillement entre le métal de base et le dépôt. Si le dépôt est ductile, cette force de cisaillement est fort réduite par suite du fluage du revêtement, et le métal de base peut même se rompre sans que le revêtement ne cède.

Un dépôt fragile peut se fissurer, mais cet essai donne néanmoins des renseignements quant à l'adhérence. La rupture doit être examinée pour déceler si le dépôt s'est écaillé ou si l'on peut l'enlever au couteau ou au burin.

Tout signe quelconque d'écaillage, de piquage ou l'apparition de flocons indique une mauvaise adhérence.

L'éprouvette revêtue peut être pliée, le revêtement se trouvant à l'intérieur ou à l'extérieur. L'interprétation de l'essai et du comportement du revêtement se fait normalement sur la couche extérieure; dans certains cas cependant, il est plus instructif d'examiner l'intérieur de la pliure.

4.10 Essai d'enroulement

Dans cet essai, les éprouvettes (normalement en bandes ou en fils) sont enroulées autour d'un mandrin. Chaque étape de l'essai peut être normalisée: la longueur et la largeur de la bande, le taux de pliage, l'uniformité du mouvement de pliage et le diamètre de la tige autour de laquelle s'enroule l'éprouvette.

Tout signe quelconque d'écaillage, de piquage ou l'apparition de flocons indique une mauvaise adhérence.

L'éprouvette revêtue peut être pliée, le revêtement se trouvant à l'intérieur ou à l'extérieur. L'interprétation de l'essai et du comportement du revêtement se fait normalement sur la couche extérieure; dans certains cas cependant, il est plus instructif d'examiner l'intérieur de la pliure.

4.11 Essai de traction

4.11.1 Essai de traction en tant qu'essai qualitatif de mesure de l'adhérence en termes de classification

Cet essai ne convient qu'à certains types d'articles revêtus. L'article est sollicité en traction jusqu'à rupture. Des fissurations du revêtement apparaissent normalement près de la rupture, mais aucun décollement ne doit se produire. Ce type d'essai est effectué au moyen d'une machine d'essai de traction et nécessite un bridage bilatéral approprié de l'article revêtu.

4.11.2 Essai de traction en tant qu'essai quantitatif pour la détermination de la résistance de l'assemblage en N/mm²

Cet essai convient uniquement à certains articles plans revêtus, pièces de référence planes ou échantillons témoins plans. Une vignette d'essai collée sur l'article revêtu, la pièce de référence ou l'échantillon témoin, est enlevée du métal de base revêtu, à moins que des assemblages spéciaux collés et revêtus ne soient directement soumis à essai dans des conditions de contrainte de traction. La rupture se produisant au niveau de l'interface revêtement/métal de base, l'adhérence sous un effort de traction peut être déduite en N/mm². Dans le cas d'autres faciès de rupture, l'adhérence est supérieure à la résistance de l'assemblage en N/mm². Un examen macroscopique et/ou microscopique du faciès de rupture est recommandé. Cet essai est effectué soit sur un seul échantillon au moyen d'une machine d'essai de traction soit sur plusieurs échantillons au moyen d'une centrifugeuse.

NOTE Voir également l'EN 13144, l'ISO 4624, l'EN 15870 pour les montages d'essai de traction et l'ISO 10365 pour les faciès de rupture.

4.12 Essai de choc thermique

La bonne adhérence de nombreux dépôts peut être vérifiée par chauffage de l'éprouvette revêtue, suivi d'un refroidissement brutal. Le principe de cet essai réside dans la différence des coefficients de dilatation du revêtement et du métal de base.

Il peut donc être réalisé lorsque ces coefficients sont assez différents. On chauffe l'éprouvette dans un four pendant une durée suffisante pour atteindre la température appropriée indiquée dans le [Tableau 1](#). Cette température doit être maintenue à ± 10 °C. Les métaux sujets à l'oxydation doivent être chauffés en atmosphère inerte ou réductrice ou dans des liquides appropriés.

Tableau 1 — Températures d'essai de choc thermique

Métal de base	Métal de revêtement	
	Chrome, nickel, nickel + chrome, cuivre et étain-nickel	Étain
Acier	300 °C	150 °C
Alliages de zinc	150 °C	150 °C
Cuivre et alliages de cuivre	250 °C	150 °C
Aluminium et alliages d'aluminium	220 °C	150 °C

L'éprouvette doit ensuite être trempée dans de l'eau à température ambiante. Il ne doit se produire aucun décollement - cloquage, écaillage ou exfoliation- du revêtement sur le métal de base.

Il convient de noter que le chauffage améliore généralement la résistance d'accrochage des dépôts électrolytiques; les méthodes d'essai prescrivant un chauffage de l'éprouvette ne donnent donc pas une indication correcte de la résistance d'accrochage du revêtement «tel qu'il est au moment du dépôt».

NOTE 1 Dans d'autres cas, la diffusion du revêtement dans le métal de base peut créer une couche fragile, et l'écaillage du revêtement est alors dû plus à la rupture qu'à un manque d'adhérence.

NOTE 2 Voir aussi l'ASTM B571 qui mentionne également d'autres métaux et températures de revêtement.

4.13 Essai d'emboutissage

Les essais d'emboutissage s'utilisent généralement pour les métaux revêtus en feuilles. Les plus connus sont l'essai d'Erichsen et l'essai de Romanoff.

NOTE Pour une description complète de la méthode d'emboutissage, voir l'ISO 1520.

On produit une déformation du revêtement et du métal de base à l'aide d'une matrice quelconque et d'une sorte de poinçon.

Dans l'essai d'Erichsen, on emboutit l'éprouvette à la profondeur désirée au moyen d'un poinçon à calotte sphérique de 20 mm de diamètre, actionné à une vitesse de 0,2 mm/s à 6 mm/s par un système hydraulique approprié. Après quelques millimètres de distorsion, les dépôts de mauvaise adhérence s'écaillent sur le métal de base, tandis que les dépôts adhérents ne montrent aucun écaillage même lorsque le mandrin a fissuré le métal de base.

L'appareillage de l'essai de Romanoff consiste en une presse ordinaire équipée d'un jeu de matrices réglables pour emboutir une calotte à collerette. La collerette a 63,5 mm de diamètre et la calotte 38 mm. La profondeur de la calotte est réglable de 0 mm à 12,7 mm. Les éprouvettes sont généralement soumises à essai jusqu'au point de rupture de la calotte. La partie intacte de l'embouti montre l'effet de l'emboutissage sur la structure du dépôt. Ces méthodes sont notamment employées pour les dépôts de métaux durs tels que nickel ou chrome.

Dans tous les cas, les résultats doivent être interprétés avec soin, puisqu'ils mettent en jeu la ductilité du dépôt et du métal de base.

4.14 Traitement cathodique

La pièce revêtue sert de cathode dans une solution où seul de l'hydrogène se dégage. Le cloquage peut se produire sous la pression de l'hydrogène gazeux qui diffuse à travers certains revêtements et s'accumule aux endroits où il y a discontinuité entre le revêtement et le métal de base.

L'essai est effectué à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium à 5 % ($\rho = 1,054$ g/ml) et l'éprouvette est traitée durant 2 min, avec une densité de courant de 10 A/dm², à 90 °C. De petites cloques se forment aux endroits où l'adhérence est mauvaise. Si le revêtement ne présente toujours aucune cloque au bout de 15 min, l'adhérence peut être jugée satisfaisante. On peut aussi utiliser une solution d'acide sulfurique (fraction massique de 5 %) à une température de 60 °C, avec une densité de courant de 10 A/dm². Dans