

---

---

**Anodisation de l'aluminium et de  
ses alliages — Détermination de la  
masse surfacique (masse par unité de  
superficie) des couches d'oxydation  
anodique — Méthode gravimétrique**

*Anodizing of aluminium and its alloys — Determination of mass  
per unit area (surface density) of anodic oxidation coatings —  
Gravimetric method*

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

[ISO 2106:2019](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/05ab0b58-bbc8-45b2-81d3-7cf3676d2391/iso-2106-2019)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/05ab0b58-bbc8-45b2-81d3-7cf3676d2391/iso-2106-2019>



## iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO 2106:2019

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/05ab0b58-bbc8-45b2-81d3-7cf3676d2391/iso-2106-2019>



### DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2019

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, 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, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8  
CH-1214 Vernier, Genève  
Tél.: +41 22 749 01 11  
Fax: +41 22 749 09 47  
E-mail: [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web: [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
<b>1</b> <b>Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b> <b>Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3</b> <b>Termes et définitions</b> .....	<b>1</b>
<b>4</b> <b>Principe</b> .....	<b>1</b>
<b>5</b> <b>Réactifs</b> .....	<b>2</b>
<b>6</b> <b>Appareillage</b> .....	<b>2</b>
<b>7</b> <b>Préparation de l'éprouvette d'essai</b> .....	<b>2</b>
7.1    Échantillonnage.....	2
7.2    Dimensions.....	3
7.3    Méthode de dégraissage.....	3
<b>8</b> <b>Mode opératoire</b> .....	<b>3</b>
8.1    Méthode utilisant la solution d'essai A.....	3
8.1.1    Traitement avant essai.....	3
8.1.2    Réalisation de l'essai.....	3
8.2    Méthode utilisant la solution d'essai B.....	4
8.2.1    Traitement avant essai.....	4
8.2.2    Réalisation de l'essai.....	4
<b>9</b> <b>Expression des résultats</b> .....	<b>4</b>
<b>10</b> <b>Rapport d'essai</b> .....	<b>5</b>
<b>Annexe A (normative) Méthode de dégraissage et de séchage des éprouvettes d'essai</b> .....	<b>6</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>7</b>

## 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](http://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](http://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.

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 [www.iso.org/avant-propos](http://www.iso.org/avant-propos).

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 79, *Métaux légers et leurs alliages*, sous-comité SC 2, *Couches organiques et couches d'oxydation anodique sur l'aluminium*.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition (ISO 2106:2011), qui a fait l'objet d'une révision technique. Les principales modifications par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- ajout d'une solution d'acide phosphorique/molybdate de sodium comme solution d'essai;
- ajout des informations relatives à l'éprouvette d'essai;
- correction de la [Formule \(2\)](#).

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse [www.iso.org/fr/members.html](http://www.iso.org/fr/members.html).

# Anodisation de l'aluminium et de ses alliages — Détermination de la masse surfacique (masse par unité de superficie) des couches d'oxydation anodique — Méthode gravimétrique

## 1 Domaine d'application

Le présent document spécifie une méthode gravimétrique de détermination de la masse surfacique (masse par unité de superficie) des couches d'oxydation anodique sur l'aluminium et ses alliages.

Cette méthode est applicable à toutes les couches d'oxyde obtenues par anodisation sur l'aluminium et ses alliages, aussi bien sur pièces moulées que sur produits corroyés, et elle est valable pour la plupart des alliages d'aluminium, à l'exception de ceux dont la fraction massique de cuivre est supérieure à 6 %.

NOTE 1 Une forte teneur en cuivre dans l'alliage peut conduire à une dissolution excessive du substrat d'aluminium.

NOTE 2 Si l'épaisseur est connue avec une précision suffisante (par exemple au moyen de la méthode spécifiée dans l'ISO 2128), la détermination de la masse surfacique (masse par unité de superficie) des couches permettra de calculer sa masse volumique apparente. Inversement, si les conditions d'application de la couche et sa masse volumique sont connues, la détermination de sa masse surfacique (masse par unité de superficie) peut permettre le calcul de la masse moyenne et une estimation approximative de l'épaisseur (voir l'Article 9).

## 2 Références normatives

ISO 2106:2019

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/05ab0b58-bbc8-45b2-81d3->

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 7583, *Anodisation de l'aluminium et de ses alliages — Termes et définitions*

## 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et les définitions de l'ISO 7583 s'appliquent.

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

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

## 4 Principe

La couche d'oxydation anodique sur une éprouvette d'essai pesée, de superficie connue, est dissoute, sans attaque significative du substrat d'aluminium, au moyen d'une solution d'acide phosphorique et d'oxyde de chrome hexavalent ou d'acide phosphorique et de molybdate de sodium de concentration spécifiée.

Après dissolution de la couche, l'éprouvette d'essai est à nouveau pesée afin de calculer la perte de masse. La perte de masse est rapportée à l'unité de superficie couverte par la couche, et elle est exprimée en milligrammes de couche par décimètre carré de surface.

NOTE L'essai est destructif.

## 5 Réactifs

Utiliser uniquement des réactifs de qualité analytique reconnue ainsi que de l'eau distillée ou de l'eau déionisée.

La solution d'essai A n'attaque pas le substrat d'aluminium et il n'est pas nécessaire de tenir compte des surfaces dépourvues de couche.

La solution d'essai B attaque le substrat d'aluminium dans une certaine mesure. Il est donc nécessaire d'empêcher sa dissolution.

### 5.1 Solution d'essai A

Solution d'acide phosphochromique, préparée comme suit:

- acide phosphorique, ( $\rho_{20} = 1,7$  g/ml): 35 ml;
- oxyde de chrome hexavalent: 20 g;
- eau: complément à 1 000 ml.

**AVERTISSEMENT** — Le chrome hexavalent est toxique et doit être manipulé avec les précautions nécessaires. Les solutions de chrome hexavalent sont dangereuses pour l'environnement et très toxiques pour les organismes aquatiques.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/05ab0b58-bbc8-45b2-81d3-7cf3676d2391/iso-2106-2019>

### 5.2 Solution d'essai B

Solution d'acide phosphorique/molybdate de sodium, préparée comme suit:

- acide phosphorique, ( $\rho_{20} = 1,7$  g/ml): 35 ml;
- molybdate (VI) de sodium dihydraté: 10 g;
- eau: complément à 1 000 ml.

**AVERTISSEMENT** — Le molybdate hexavalent est toxique et doit être manipulé avec les précautions nécessaires. Il est nécessaire de mettre en place une ventilation intérieure suffisante lors de la mise en œuvre de cet essai.

## 6 Appareillage

Verrerie et équipement de laboratoire habituels et, en particulier, les éléments suivants.

### 6.1 Balance de laboratoire, d'une résolution de 0,1 mg.

## 7 Préparation de l'éprouvette d'essai

### 7.1 Échantillonnage

L'éprouvette d'essai doit être prélevée sur une surface significative du produit, sur laquelle la couche d'oxydation anodique formée satisfait aux exigences de qualité relatives à l'application du produit.

L'éprouvette d'essai ne doit pas être prélevée sur une tranche de la pièce en raison d'une éventuelle distorsion et/ou de l'hétérogénéité.

Lorsqu'il est impossible de soumettre à essai le produit lui-même, une éprouvette d'essai, représentative du produit, peut être utilisée. Dans ce cas, l'éprouvette d'essai utilisée doit être constituée du même matériau que le produit et doit être préparée dans les mêmes conditions de finition que celles utilisées pour la préparation du produit. Il convient que l'alliage d'aluminium, les conditions de fabrication (nature et revenu du matériau) et l'état de surface avant traitement soient identiques à ceux du produit. Il convient de réaliser le prétraitement et l'anodisation dans le même bain et dans les mêmes conditions que le traitement du produit.

## 7.2 Dimensions

Il convient que l'éprouvette d'essai ait des dimensions normalisées de 50 mm de long et 50 mm de large. Lorsqu'il est impossible de prélever une éprouvette d'essai de dimensions normalisées, la surface de l'éprouvette d'essai devant être soumise à essai doit avoir une surface comprise entre 0,08 dm<sup>2</sup> et environ 1 dm<sup>2</sup>, et la masse de l'éprouvette d'essai ne doit pas dépasser 100 g.

## 7.3 Méthode de dégraissage

Si la surface est sale ou imprégnée d'huile, de graisse ou d'un produit similaire, éliminer ces impuretés à l'aide d'un solvant organique approprié conformément à [A.1](#). Sécher soigneusement l'éprouvette d'essai, conformément à [A.2](#).

## 8 Mode opératoire

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

### 8.1 Méthode utilisant la solution d'essai A

ISO 2106:2019

#### 8.1.1 Traitement avant essai

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/05ab0b58-bbc8-45b2-81d3-7cf3676d2391/iso-2106-2019>

L'essai doit être appliqué sur une ou plusieurs surfaces significatives de l'éprouvette d'essai. Les couches d'oxydation anodique présentes sur les autres surfaces doivent être retirées par voie mécanique ou chimique, de façon à laisser intactes la ou les surfaces destinées à être soumises à essai. De manière alternative, appliquer une couche de protection résistante à l'action de la solution acide de l'essai sur les surfaces non soumises à essai de l'éprouvette d'essai.

Mesurer la superficie de la surface recouverte par une couche d'oxydation anodique. Peser l'éprouvette d'essai à 0,1 mg près.

#### 8.1.2 Réalisation de l'essai

Immerger l'éprouvette d'essai dans la solution d'essai A ([5.1](#)) pendant 10 min à une température de 95 °C à 100 °C sous agitation efficace.

Rincer l'éprouvette d'essai à l'eau, la sécher conformément à [A.2](#) et la peser de nouveau. Répéter l'immersion, le séchage et la pesée jusqu'à ce que plus aucune perte de masse ne soit observée.

NOTE Le réactif fraîchement préparé assure normalement une dissolution complète de la couche en 10 min. Son pouvoir dissolvant diminue à l'usage; en général, 1 litre de solution permet de dissoudre 12 g de couche avant que la diminution ne devienne sensible.

Un dépôt résiduel peut apparaître sur les échantillons colorés après la dissolution. Il convient de le retirer avant de procéder à la pesée. Le dépôt peut être retiré par une immersion dans de l'acide nitrique à une concentration de 28 % à 30 % ou un essuyage à l'aide d'une gaze lors du rinçage.

## 8.2 Méthode utilisant la solution d'essai B

### 8.2.1 Traitement avant essai

L'essai doit être appliqué sur une ou plusieurs surfaces significatives de l'éprouvette d'essai. Les couches d'oxydation anodique présentes sur les autres surfaces doivent être retirées par voie mécanique ou chimique, de façon à laisser intactes la ou les surfaces destinées à être soumises à essai. De manière alternative, appliquer une couche de protection résistante à l'action de la solution acide de l'essai sur les surfaces non soumises à essai de l'éprouvette d'essai.

Mesurer la superficie de la surface recouverte par une couche d'oxydation anodique. Peser l'éprouvette d'essai à 0,1 mg près.

### 8.2.2 Réalisation de l'essai

Immerger l'éprouvette d'essai dans la solution d'essai B (5.2) pendant 10 min à une température de 95 °C à 100 °C sous agitation efficace.

Après 10 minutes d'immersion, retirer l'éprouvette d'essai de la solution d'essai et l'examiner. Si la couche reste clairement visible, il convient de continuer à l'immerger sans rinçage, séchage et pesée jusqu'à disparition de la couche.

Rincer l'éprouvette d'essai à l'eau, la sécher conformément à A.2 et la peser de nouveau. Répéter l'immersion, le séchage et la pesée à intervalles adaptés. Le Tableau 1 donne des détails sur la fin de la dissolution de la couche telle qu'elle est suggérée, car aucune immersion supplémentaire n'est alors nécessaire.

**Tableau 1 — Suggestion de fin de la dissolution de la couche**

Perte de masse totale estimée (mg/dm <sup>2</sup> )	Perte de masse lors de la dernière immersion de 10 min
< 400	< 20 mg/dm <sup>2</sup>
≥ 400	< 5 % de la perte de masse totale estimée (mg/dm <sup>2</sup> )

La solution d'essai fraîchement préparée peut être utilisée à plusieurs reprises. Toutefois, son pouvoir dissolvant diminue à l'usage. En général, 1 litre de solution permet de dissoudre 3 g de couche. Au-delà de cette valeur, renouveler la solution d'essai.

La dissolution de la couche peut provoquer une sédimentation dans la solution d'essai. Un bouillonnement et des éclaboussures peuvent se produire en raison de la sédimentation, auquel cas il est nécessaire de renouveler la solution d'essai.

Un dépôt résiduel peut apparaître sur les échantillons colorés après la dissolution. Il convient de le retirer avant de procéder à la pesée. Le dépôt peut être retiré par une immersion dans de l'acide nitrique à une concentration de 28 % à 30 % ou un essuyage à l'aide d'une gaze lors du rinçage.

## 9 Expression des résultats

Calculer la masse surfacique (masse par unité de superficie) de la couche,  $\rho_A$ , en milligrammes par décimètre carré, à l'aide de la Formule (1):

$$\rho_A = \frac{m_1 - m_2}{A} \tag{1}$$

où



- $\rho_A$  est la masse surfacique (masse par unité de superficie) de la couche, en milligrammes par décimètre carré;
- $m_1$  est la masse de l'éprouvette d'essai avant dissolution de la couche, en milligrammes;
- $m_2$  est la masse de l'éprouvette d'essai après dissolution de la couche, en milligrammes;
- $A$  est la superficie couverte par la couche dont la masse est mesurée (sans tenir compte des tranches ou autres parties non recouvertes), en décimètres carrés.

Si cela est requis, l'épaisseur moyenne de la couche,  $\delta$ , en micromètres, peut être estimée à l'aide de la [Formule \(2\)](#):

$$\delta = \frac{\rho_A}{\rho \times 10} \quad (2)$$

où

- $\delta$  est l'épaisseur moyenne de la couche, en micromètres;
- $\rho_A$  est la masse surfacique (masse par unité de superficie) de la couche, en milligrammes par décimètre carré;
- $\rho$  est la masse volumique de la couche, en grammes par centimètre cube.

La masse volumique de la couche dépend de l'alliage considéré et des procédés d'anodisation et de colmatage. Elle peut être réduite de manière significative en rallongeant l'anodisation. Cette masse volumique peut varier considérablement, d'environ 1,5 g/cm<sup>3</sup> à plus de 3 g/cm<sup>3</sup>.

Pour les couches d'oxyde minces sur l'aluminium et ses alliages contenant 0,3 % maximum de cuivre en fraction massique, produites sous courant continu dans une solution d'acide sulfurique, à une température voisine de 20 °C, la masse volumique peut être supposée égale, par convention, à 2,6 g/cm<sup>3</sup> pour les couches colmatées et à 2,4 g/cm<sup>3</sup> pour les couches non colmatées. Cependant, en raison de l'incertitude considérable portant sur la valeur de la masse volumique, la méthode ne donne qu'une valeur approchée de l'épaisseur.

L'évaluation de l'épaisseur est plus précise pour les couches minces (10 µm et moins).

## 10 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit contenir au moins les informations suivantes:

- une référence au présent document, c'est-à-dire l'ISO 2106:2019;
- le type et l'identification du produit soumis à essai;
- la solution d'essai utilisée (A ou B);
- le résultat de l'essai (voir [Article 9](#));
- tout élément inhabituel relevé pendant la détermination;
- toute opération non prévue dans le mode opératoire du présent document, ou considérée comme facultative;
- toute caractéristique inhabituelle relevée;
- la date de l'essai.