
Norme internationale



4518

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

Revêtements métalliques — Mesurage de l'épaisseur — Méthode profilométrique

Metallic coatings — Measurement of coating thickness — Profilometric method

Première édition — 1980-07-15

ITEH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 4518:1980](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/aecclaf5-8243-4ded-b788-984fb0fee2fa/iso-4518-1980>

CDU 669.058 : 531.717

Réf. n° : ISO 4518-1980 (F)

Descripteurs : revêtement métallique, mesurage de dimension, épaisseur, instrument de mesurage, profilomètre.

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 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.

La Norme internationale ISO 4518 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 107, *Revêtements métalliques et autres revêtements non organiques*, et a été soumise aux comités membres en juin 1978.

Les comités membres des pays suivants l'ont approuvée : [ISO 4518:1980](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/aecclaf5-8243-4ded-b788-984fb06e2f6/iso-4518-1980)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/aecclaf5-8243-4ded-b788-984fb06e2f6/iso-4518-1980>

Afrique du Sud, Rép. d'	Italie	Suisse
Allemagne, R. F.	Mexique	Tchécoslovaquie
France	Nouvelle-Zélande	Turquie
Hongrie	Pologne	URSS
Inde	Roumanie	USA
Irlande	Royaume-Uni	
Israël	Suède	

Les comités membres des pays suivants l'ont désapprouvée pour des raisons techniques :

Japon
Pays-Bas

Revêtements métalliques — Mesurage de l'épaisseur — Méthode profilométrique

1 Objet et domaine d'application

1.1 La présente Norme internationale spécifie une méthode de mesurage des épaisseurs de revêtements métalliques consistant à former tout d'abord un gradin entre la surface du revêtement et la surface de son substrat, puis à mesurer ce gradin à l'aide d'un instrument à enregistreur de profil. Elle indique les caractéristiques d'appareillage et le mode opératoire convenant à cette application particulière des méthodes profilométriques.

1.2 La méthode est applicable au mesurage d'épaisseurs de revêtements métalliques de 0,01 μm à 1 000 μm sur des surfaces planes et, en prenant des précautions convenables, sur des surfaces cylindriques. Elle convient particulièrement au mesurage de très faibles épaisseurs; toutefois, pour des épaisseurs inférieures à 0,01 μm , la planéité et le poli de la surface sont très critiques, de sorte que la méthode n'est pas recommandée pour être utilisée en-dessous du niveau minimal de mesurage habituel pour des mesures de profil à contact. Cette méthode convient pour le mesurage des épaisseurs de revêtements lors de la fabrication d'étalons d'épaisseurs.

2 Références

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.*

3 Principe

Formation d'un gradin, soit en dissolvant une partie du métal d'apport (contrôle en réception), soit en masquant une partie du métal de base avant revêtement (contrôle en fabrication). Mesurage de la hauteur du gradin à l'aide d'un enregistreur de profil.

4 Appareillage : Paramètres opératoires et caractéristiques de mesurage

4.1 Types d'enregistreurs de profil

On peut utiliser l'un des deux types ci-après :

a) les mesureurs de profil à contact, appelés couramment rugosimètres, équipés d'un enregistreur, servant généralement à déterminer la rugosité des surfaces, mais qui sont utilisés, dans la présente Norme internationale, pour enregistrer le profil d'un gradin;

b) des appareils plus simples, appelés capteurs ou comparateurs électroniques inductifs, équipés d'un enregistreur linéaire permettant d'enregistrer le profil d'un gradin.

Les mesureurs de profil à contact, du type rugosimètre, peuvent être plus utiles, car ils permettent de mesurer la rugosité, tandis que les comparateurs électroniques inductifs sont de construction plus simple. Les deux types d'instrument couvrent, d'une façon générale, des gammes différentes d'épaisseurs de revêtement : 0,005 à 250 μm pour les enregistreurs de profil à contact, et 1 à 1 000 μm pour les comparateurs électroniques inductifs.

4.2 Mesureurs de profil à contact, type rugosimètre

4.2.1 Ces instruments sont utilisés pour enregistrer le profil d'une surface et comprennent habituellement les éléments suivants :

4.2.1.1 Un capteur à palpeur à pointe conique ou pyramidale ayant un angle d'ouverture de 1,57 rad (90°) et un rayon de pointe nominal régulier, dans le sens de mesurage de 2, 5, 10 ou 50 μm . La force de contact sur la surface à explorer ne doit pas excéder la valeur appropriée figurant au tableau.

Tableau — Force exercée sur la pointe

Valeur nominale du rayon de la pointe, μm	2	5	10	50**
Force de mesurage statique maximale au niveau moyen de la pointe, mN*	0,7	4	16	10**

* 1 mN \approx 0,1 gf

** Valeurs à utiliser pour les métaux de faible dureté, tels que l'étain et le plomb.

4.2.1.2 Une tête de mesurage qui déplace le capteur par rapport à un patin ou, dans le cas où ce patin peut provoquer une détérioration de la surface explorée ou une déformation du gradin, un capteur à face de référence extérieure.

4.2.1.3 Un dispositif d'amplification donnant les valeurs nominales de l'agrandissement vertical (V_v) du profil, choisies dans les séries suivantes :

100 — 200 — 500 — 1 000 — 2 000 — 5 000 — 10 000 —
20 000 — 50 000 — 100 000 — 200 000 — 500 000 —
1 000 000.

4.2.1.4 Un appareil enregistrant les variations agrandies du profil et qui, lorsqu'il opère en corrélation avec la tête de mesurage, conduit à des valeurs nominales d'agrandissement horizontal (V_h) du profil, choisies parmi les séries suivantes :

10 — 20 — 50 — 100 — 200 — 500 — 1 000 — 2 000 — 5 000.

4.2.2 Les mesureurs de profil à contact équipés d'enregistreurs donnent les caractéristiques de mesurage suivantes :

- zone d'exploration : 1 à 100 mm
- capacité de mesurage d'épaisseur : 0,005 à 250 μm
- résolution (précision de mesurage fonction de la capacité de mesurage) : 0,000 5 à 1 μm .

4.3 Comparateurs électroniques inductifs

4.3.1 Les comparateurs électroniques inductifs comprennent le même schéma de montage que les rugosimètres (4.2), la différence principale résidant dans le fait que le palpeur de rayon de courbure plus important ne restitue pas le micro-profil de la surface.

4.3.2 Un exemple donnant les caractéristiques de mesurage en fonction des paramètres opératoires des appareils, est indiqué ci-après :

Après un comparateur électronique inductif, sélectionné avec une linéarité égale ou supérieure à 0,5 %, une table assurant un mouvement rectiligne de la surface à explorer, et des amplificateurs appropriés, si l'on opère avec les paramètres opératoires suivants :

- rayon du palpeur : 250 μm
- amplification maximale : 50 000 X
- force de mesurage : 0,12 N

on peut obtenir les caractéristiques de mesurage suivantes :

- zone d'exploration : 100 mm
- capacité de mesurage d'épaisseur : 1 à 1 000 μm
- résolution (précision de mesurage fonction de la capacité de mesurage) : 0,02 à 20 μm .

5 Facteurs relatifs à la précision

5.1 Enregistrement du profil

L'épaisseur étant mesurée à partir de l'enregistrement d'un profil, la mesure peut être erronée si l'enregistrement ne donne pas une reproduction fidèle du gradin, avec un agrandissement convenable. Des enregistrements imprécis peuvent indiquer la mauvaise qualité ou une adaptation impropre de l'appareil enregistreur.

5.2 Amplification verticale

Une amplification verticale insuffisante conduit à une mauvaise précision de mesurage. Cette amplification doit être choisie de façon à optimiser l'exploitation de la largeur de l'enregistrement.

5.3 Mesurages graphiques

Si la surface à mesurer n'est pas parallèle au niveau de référence, l'enregistrement de la surface horizontale est incliné par rapport à la grille; la partie verticale du gradin est également inclinée, mais elle peut apparaître verticale sur le graphique, selon les amplifications horizontale et verticale appliquées, selon le rayon du palpeur et enfin, selon la hauteur du gradin (c'est-à-dire l'épaisseur du revêtement). Quand le profil est incliné, une erreur communément commise consiste à mesurer la distance sur la perpendiculaire aux lignes moyennes du profil, sans appliquer de corrections pour tenir compte des différences entre les amplifications horizontale et verticale.

Pour éviter ces erreurs, ou les calculs complémentaires, le niveau de référence et la surface à mesurer doivent être parallèles. Ceci peut être réalisé en utilisant un montage ou un dispositif de fixation appropriés.

5.4 Force appliquée

Si la force appliquée sur le palpeur est trop élevée, celui-ci provoque une rayure ou une déformation, faussant les résultats. La force appliquée doit être la plus petite possible et ne doit pas, en général, dépasser les valeurs données au tableau en 4.2.1.1.

5.5 Diamètre du palpeur et rugosité de la surface

L'utilisation d'un palpeur à pointe de petit diamètre sur une surface rugueuse rend difficile le mesurage précis de la hauteur du gradin, du fait de l'imprécision des points extrêmes du gradin enregistré; l'emploi d'un palpeur à pointe de diamètre plus important diminue cette difficulté.

Si les surfaces du substrat et du revêtement présentent des rugosités différentes, le profil du gradin peut être mal enregistré dans la mesure où le palpeur restitue les points élevés de la micro-géométrie de la surface, plus sur une surface que sur l'autre, en raison des différents intervalles crête-à-crête. L'utilisation d'un palpeur à pointe à faible rayon de courbure tend à réduire cette erreur.

On peut également utiliser un palpeur équipé d'un filtre électronique, pour atténuer les amplitudes du profil, mais ce dispositif a pour effet d'arrondir les arêtes du gradin formé par les deux surfaces.

En principe, la rugosité du substrat (hauteur entre une crête et un creux de la surface du profil) ne doit pas dépasser 10 % de la hauteur du gradin.

5.6 Vibrations

Les vibrations peuvent faire apparaître des irrégularités ou un bruit de fond dans le profil enregistré et rendre ainsi les mesura-

ges précis difficiles. L'appareillage doit être isolé de manière à éviter les vibrations. En principe, la hauteur entre une crête et un creux ne devrait pas dépasser 10 % de la hauteur du gradin.

5.7 Courbure de la surface

La courbure de la surface peut empêcher les mesurages précis sur l'enregistrement du profil. Les mesurages doivent être faits sur des surfaces aussi planes que possible. S'ils doivent être effectués sur une surface courbe, la zone d'exploration du palpeur doit se situer dans la direction de la courbure la plus faible, par exemple, selon une direction parallèle à l'axe d'un cylindre (le gradin étant parallèle à la direction de la courbure maximale).

5.8 Propreté des surfaces

Toutes traces de matériaux étrangers tels que salissures, graisses, produits de corrosion, etc. peuvent provoquer des mesures erronées. Les surfaces à mesurer doivent être propres et l'air du laboratoire doit être débarrassé, dans une proportion raisonnable, de poussières et d'humidité.

5.9 Température

Les variations de température peuvent affecter les mesures. C'est pourquoi la température doit être uniforme et stable, dans la mesure du possible.

5.10 Aspect du gradin

Les gradins doivent être réalisés avec des arêtes suffisamment vives. Un gradin mal défini (par exemple, avec des arêtes excessivement arrondies) peut rendre difficile un mesurage précis, en compliquant l'évaluation des niveaux généraux des surfaces supérieure et inférieure.

5.11 Niveaux de référence

Le palpeur se déplace par rapport à un niveau de référence ou à une cale, et l'on enregistre le mouvement vertical du palpeur par rapport à ce niveau de référence ou à cette cale. Le niveau de référence est une surface choisie sur la surface de l'échantillon, et la cale est une partie de l'appareillage indépendante de l'échantillon pour essai.

La fidélité d'un enregistrement dépend de la qualité (planéité et rectitude) du niveau de référence.

5.12 Étalonnage

La précision du mesurage d'épaisseur ne sera pas meilleure que l'incertitude avec laquelle l'appareil a été étalonné et notamment celle avec laquelle sont connus les niveaux des étalons d'épaisseur. L'étalonnage peut varier dans le temps, et les fréquences d'étalonnage seront déterminées par expérience. Même s'il est étalonné soigneusement, un appareil peut donner une erreur de 2 %, du fait de la non-linéarité de sa réponse. Pour diminuer cette erreur, l'appareil peut être étalonné en deux points encadrant de très près les niveaux des surfaces du gradin à mesurer.

6 Étalonnage

6.1 Étalonner l'appareil conformément aux instructions du fabricant, en apportant une attention particulière aux facteurs affectant la précision, figurant au chapitre 5.

6.2 Les niveaux des étalons d'épaisseurs utilisés pour l'étalonnage devraient être connus avec une incertitude inférieure à 5 %. Toutefois, pour des niveaux inférieurs à 0,1 μm , l'incertitude peut être bien supérieure à 5 %.

6.3 Répéter l'étalonnage à intervalles réguliers (voir 5.12) et chaque fois qu'on a un doute quant à un changement d'étalonnage.

7 Mode opératoire

7.1 Réalisation du gradin

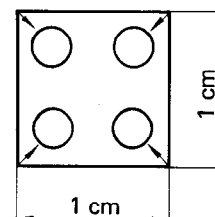
7.1.1 Enlever une partie du revêtement, sans qu'il y ait attaque du métal de base. La préparation du gradin doit être telle que le niveau supérieur du gradin ne soit ni altéré ni attaqué en aucune sorte, le niveau inférieur devant être exempt de toute trace de revêtement. Des méthodes appropriées à la préparation de gradins convenables sont indiquées en 7.1.2, 7.1.3 et 7.1.4.

7.1.2 En utilisant un matériau approprié, protéger toute la surface du revêtement, à l'exception de la zone où le revêtement doit être dissous. Dissoudre le revêtement, avec un réactif convenable, qui n'attaque pas le métal de base, et éliminer les restes de matériau de masquage.

7.1.3 Dissoudre une petite surface du dépôt avec une cellule d'électrolyse identique à celle utilisée dans la méthode coulométrique de mesurage d'épaisseur par dissolution anodique, conformément aux spécifications de l'ISO 2177.

Un seul passage du palpeur le long du diamètre du petit cercle produit par la dissolution électrolytique fournit un profil avec deux gradins.

Afin d'être en accord avec la définition, spécifiée dans l'ISO 2064, de l'épaisseur minimale, mesurée sur une aire de référence d'environ 1 cm^2 , il est recommandé d'éliminer quatre petites surfaces circulaires du dépôt, à l'intérieur d'un carré de 1 cm de côté et d'enregistrer le profil du gradin, et de mesurer la hauteur de ce gradin à partir de chacun des quatre angles du carré.



7.1.4 Dans certains cas, on peut réaliser le gradin en masquant une partie du métal de base avant revêtement. La partie

masquée doit être suffisamment petite (diamètre de l'ordre de 1 ou 2 mm) pour que l'édification du dépôt sur les arêtes n'interfère pas avec le mesurage.

7.2 Enregistrement des profils

Enregistrer les profils conformément aux instructions du fabricant des appareils utilisés; les paramètres opératoires ayant été déterminés au préalable, en fonction des caractéristiques de mesurage recherchées, conformément aux indications du chapitre 4. Une attention particulière doit être apportée aux facteurs relatifs à la précision du mesurage figurant au chapitre 5.

7.3 Mesurage de l'épaisseur

Tracer les lignes moyennes de profil de chaque enregistrement

des niveaux supérieur et inférieur et les prolonger jusqu'à ce que les deux lignes se superposent. Mesurer le décalage, au point central du gradin, entre les deux lignes moyennes de profil des profils enregistrés.

Dans ce mesurage, il y a lieu d'éviter les effets du bord, et de tenir compte des variations d'épaisseur de la couche le long du profil exploré.

7.4 Précision des mesurages

Les appareils, leur étalonnage et le mode opératoire doivent être tels que l'épaisseur du revêtement soit déterminée à 10 % ou $\pm 0,005 \mu\text{m}$, en considérant la valeur la plus grande.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO 4518:1980

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/aecclaf5-8243-4ded-b788-984fb0fee2fa/iso-4518-1980>

Page blanche

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 4518:1980

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/aecclaf5-8243-4ded-b788-984fb0fee2fa/iso-4518-1980>

Page blanche

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 4518:1980

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/aec1af5-8243-4ded-b788-984fb0fee2fa/iso-4518-1980>