

---

# NORME INTERNATIONALE **ISO** 2178



2178

---

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

---

## Revêtements métalliques non magnétiques et émaux vitrifiés sur métal de base magnétique — Mesurage de l'épaisseur ~~du~~ ~~revêtement~~ — Méthode magnétique

Première édition — 1972-06-15

107

---

CDU 669.058 : 531.717 : 621.317.49

Réf. N° : ISO 2178-1972 (F)

**Descripteurs** : revêtement métallique, revêtement non métallique, émail vitrifié, épaisseur, mesure de dimension, essai magnétique, métal de base.

Prix basé sur 3 pages

## AVANT-PROPOS

ISO (Organisation Internationale de Normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (Comités Membres ISO). L'élaboration de Normes Internationales est confiée aux Comités Techniques 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 2178 a été établie par le Comité Technique ISO/TC 107, *Revêtements métalliques et autres revêtements non organiques*.

Elle fut approuvée en juin 1971 par les Comités Membres des pays suivants :

Afrique du Sud, Rép. d'	Hongrie	Suède
Allemagne	Inde	<del>Suisse</del>
Australie	Irlande	Tchécoslovaquie
Belgique	Israël	Thaïlande
Corée, Rép. d'	Italie	Turquie
Egypte, Rép. arabe d'	Nouvelle-Zélande	U.R.S.S.
Espagne	Portugal	U.S.A.
France	Roumanie	
Grèce	Royaume-Uni	

Aucun Comité Membre n'a désapprouvé le document.

# Revêtements métalliques non magnétiques et émaux vitrifiés sur métal de base magnétique – Mesurage de l'épaisseur du revêtement – Méthode magnétique

## 1 OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

La présente Norme Internationale spécifie une méthode d'utilisation des appareils magnétiques pour le mesurage non destructif de l'épaisseur d'un revêtement non magnétique (y compris les émaux vitrifiés) sur un métal de base magnétique.

Ces appareils mesurent soit l'attraction magnétique entre un aimant permanent et le métal de base, influencée par la présence du revêtement, soit la réluctance d'un flux magnétique passant à travers le revêtement et le métal de base.

## 2 RÉFÉRENCE

ISO/R 2064, *Revêtements métalliques et autres revêtements non organiques – Définition des termes concernant le mesurage de l'épaisseur.*

## 3 FACTEURS INFLUENÇANT LA PRÉCISION DE MESURAGE

Les facteurs suivants peuvent influencer la précision des mesurages d'épaisseur :

### 3.1 Épaisseur du revêtement

La précision de mesurage varie avec l'épaisseur du revêtement, et selon la méthode employée et l'instrument utilisé.

Sur les revêtements minces, l'erreur est constante et indépendante de l'épaisseur mesurée, mais au-delà de la gamme d'épaisseur présentant le plus d'intérêt, l'erreur est une fraction approximativement constante de l'épaisseur du revêtement.

### 3.2 Propriétés magnétiques du métal de base

Les mesurages magnétiques d'épaisseur sont influencés par les variations des propriétés magnétiques du métal de base. (Pour la pratique, les variations de propriétés magnétiques des aciers à faible teneur en carbone peuvent être considérées comme négligeables.)

### 3.3 Épaisseur du métal de base

Pour chaque appareil, il existe une profondeur réelle de pénétration du champ magnétique créé par le palpeur (ou l'aimant<sup>1)</sup>) de l'appareil. C'est la profondeur ou épaisseur

critique <sup>37</sup> au-delà de laquelle la mesure ne sera plus affectée par un accroissement d'épaisseur du métal de base. Puisqu'elle dépend du palpeur et de la nature du métal de base, sa valeur doit être déterminée expérimentalement, à moins qu'elle ne soit spécifiée par le constructeur de l'appareil.

### 3.4 Effet de bord

La méthode est sensible aux brusques variations des formes de la surface de l'éprouvette. De ce fait, les mesurages effectués trop près d'un bord, à l'intérieur d'un angle, ne pourront être valables que si l'appareil a été spécialement étalonné pour de tels mesurages. Cet effet peut s'étendre jusqu'à environ 20 mm de la discontinuité, suivant les appareils.

### 3.5 Courbure

Les mesures sont affectées par la courbure de l'éprouvette. L'influence de la courbure varie considérablement selon la nature et le type de l'appareil; mais elle devient toujours plus prononcée lorsque le rayon de courbure décroît.

Les appareils à palpeur bipolaire peuvent également être la cause de lectures différentes dans un plan parallèle ou perpendiculaire à l'axe d'une surface cylindrique. Un effet semblable peut se produire avec un palpeur unipolaire dont l'extrémité est usée de manière non uniforme.

### 3.6 Rugosité de surface

Les mesures sont affectées par la géométrie de surface du métal de base et du revêtement. Il est de ce fait nécessaire, sur une surface rugueuse par exemple, d'effectuer un plus grand nombre de mesurages en différentes positions pour obtenir une valeur moyenne représentative de l'épaisseur moyenne du revêtement.

Si le métal de base est rugueux, il peut être nécessaire de contrôler le zéro de l'appareil en plusieurs positions sur une portion non revêtue de la surface rugueuse du métal de base.

### 3.7 Sens d'usinage du métal de base

Le mesurage effectué avec un palpeur bipolaire ou un palpeur unipolaire usé d'une manière non uniforme, peut être influencé par le sens d'usinage du métal de base

1) Dans la présente Norme Internationale, le terme «palpeur» englobe également le terme «aimant permanent».

magnétique (par exemple laminage), la lecture changeant avec l'orientation du palpeur sur la surface.

### 3.8 Magnétisme résiduel

Le magnétisme résiduel dans le métal de base modifie l'attraction magnétique. Son influence sur les mesurages utilisant le principe de variation de flux magnétique est plus faible.

### 3.9 Champ magnétique parasite

De forts champs magnétiques parasites, tels ceux produits par des types variés d'équipements électriques peuvent sérieusement perturber les mesurages effectués avec les appareils de mesurage magnétiques.

### 3.10 Particules étrangères

Les appareils magnétiques de tous types doivent être en contact physique avec la surface d'essai et sont de ce fait sensibles aux corps étrangers qui s'opposent à un contact intime entre le palpeur et la surface du revêtement.

### 3.11 Conductivité du revêtement

Quelques appareils magnétiques travaillent à des fréquences comprises entre 200 et 2 000 Hz. A ces fréquences, les courants de Foucault produits dans les revêtements épais très conducteurs peuvent perturber les lectures.

### 3.12 Pression

Les lectures des appareils sont influencées par la pression avec laquelle le palpeur est appliqué sur l'éprouvette.

### 3.13 Orientation du palpeur

Les appareils utilisant le principe de l'attraction magnétique peuvent être influencés par l'orientation de l'aimant par rapport au champ de la pesanteur. Ainsi, l'emploi d'un appareil dans une position horizontale ou renversée peut nécessiter un étalonnage différent ou peut être impossible.

## 4 ÉTALONNAGE DES APPAREILS

### 4.1 Avant utilisation, chaque appareil doit être étalonné

- a) conformément aux instructions du fabricant de l'appareil, en utilisant des étalons d'épaisseur convenable, ou
- b) par comparaison entre des mesurages magnétiques effectués en des endroits déterminés du revêtement à contrôler et des mesurages d'épaisseurs effectués conformément à une autre méthode spécifiée dans la Norme Internationale du revêtement considéré.

En cours d'utilisation, l'étalonnage doit être vérifié à intervalles fréquents.

### 4.2 On peut utiliser comme étalon d'épaisseur uniforme

soit des feuilles, soit des échantillons de métal de base revêtus.

### 4.2.1 Feuilles d'étalonnage

NOTE – Dans les paragraphes suivants, l'utilisation du mot «feuille» implique aussi bien une feuille non magnétique métallique qu'une feuille non métallique.

En raison de la difficulté d'assurer un contact adéquat, l'emploi des feuilles n'est généralement pas recommandé pour l'étalonnage des appareils basés sur le principe de l'attraction magnétique; mais cet emploi convient dans certain cas, à condition de prendre les précautions suffisantes. Les feuilles peuvent être utilisées normalement pour l'étalonnage des autres types d'appareils.

Il est avantageux d'utiliser les feuilles pour étalonner des surfaces courbes et elles sont plus rapidement utilisables qu'un échantillon de métal de base revêtu.

Pour éviter les erreurs de mesurage, il est nécessaire de s'assurer qu'un contact intime est établi entre la feuille et l'échantillon du métal de base. L'emploi de feuilles élastiques doit être évité autant que possible.

Les feuilles-étalons peuvent s'entailler et doivent, de ce fait, être remplacées fréquemment.

### 4.2.2 Etalons revêtus

Ces étalons sont constitués de revêtements d'épaisseur uniforme connue, adhérant d'une manière permanente à un échantillon du métal de base.

4.3 Le métal de base des étalons doit avoir des propriétés magnétiques semblables à celles du métal de base de l'échantillon pour essai revêtu. Pour s'assurer de cette concordance, une comparaison entre les lectures obtenues avec le métal de base de l'étalon et celui de l'échantillon pour essai est recommandée.

4.4 Dans certains cas, l'étalonnage de l'appareil doit être contrôlé, en faisant subir au palpeur une rotation progressive de 90° (voir 3.7 et 3.8).

4.5 L'épaisseur du métal de base pour l'essai et pour l'étalonnage doit être la même si la profondeur critique de pénétration définie en 3.3 n'est pas dépassée.

Il est souvent possible de recouvrir le métal de base de l'étalon et de l'éprouvette, d'une épaisseur suffisante de matière semblable pour rendre les mesures indépendantes de l'épaisseur du métal de base.

4.6 Lorsque la courbure du revêtement à mesurer est telle qu'elle exclut l'étalonnage à l'aide d'une surface plane, la courbure de l'étalon revêtu, ou du métal de base sur lequel est appliquée la feuille-étalon, doit être la même que celle de la surface du métal de base à contrôler.

## 5 MODE OPÉRATOIRE

5.1 Chaque appareil doit être utilisé conformément aux instructions du fabricant.

5.2 L'étalonnage de l'appareil doit être vérifié, au moment du contrôle, chaque fois que l'appareil est mis en service, et à de fréquents intervalles de temps pendant son emploi, afin d'assurer des résultats corrects.

5.3 Les précautions suivantes doivent être prises :

### 5.3.1 Epaisseur du métal de base

Vérifier que l'épaisseur du métal de base est supérieure à l'épaisseur critique. Si tel n'est pas le cas, utiliser la méthode indiquée en 4.5, ou s'assurer que l'étalonnage a bien été réalisé sur un échantillon ayant la même épaisseur et les mêmes propriétés magnétiques que l'éprouvette.

### 5.3.2 Effet de bord

Les mesurages ne doivent pas être effectués près d'une arête, d'un trou ou à l'intérieur d'un angle fermé, etc. d'un échantillon, à moins que la validité de l'étalonnage pour un tel mesurage ait été démontrée.

### 5.3.3 Courbure

Les mesurages ne doivent pas être effectués sur une surface courbe d'un échantillon, à moins que la validité de l'étalonnage pour un tel mesurage ait été démontrée.

### 5.3.4 Nombre de mesurages

En raison des variations normales des appareils, il est nécessaire d'effectuer plusieurs mesurages en chaque endroit. Les variations locales de l'épaisseur du revêtement peuvent également exiger qu'un certain nombre de mesurages soit faits sur une aire donnée; ceci s'applique notamment pour les surfaces rugueuses. Les appareils du type à force d'attraction sont sensibles aux vibrations et les lectures manifestement trop élevées doivent être négligées.

Ces spécifications sont données en supplément de celles figurant en ISO/R 2064.

### 5.3.5 Sens d'usinage

Si le sens d'usinage a un effet marqué sur les résultats, le mesurage sur les éprouvettes doit être effectué avec le palpeur disposé dans la même orientation que celle utilisée à l'étalonnage. Si ceci est impossible, quatre mesurages doivent être effectués avec des orientations différentes du palpeur, en faisant tourner celui-ci de 90° entre deux mesurages successifs.

### 5.3.6 Magnétisme résiduel

En cas d'existence de magnétisme résiduel dans le métal de base, il est nécessaire, avec des palpeurs bipolaires à champ magnétique stationnaire, d'effectuer des mesurages dans

deux directions différentes de 180°. Avec des palpeurs unipolaires à champ magnétique stationnaire, il est nécessaire de démagnétiser l'éprouvette pour obtenir des résultats valables, et ceci peut aussi être judicieux avec des palpeurs bipolaires.

### 5.3.7 Propreté de la surface

Des corps étrangers tels que salissure, graisse, produits de corrosion, etc., doivent être enlevés avant les mesurages, en nettoyant la surface sans enlever le revêtement. Il faut éviter d'utiliser, pour le mesurage, des surfaces présentant des défauts visibles difficiles à éliminer, tels que résidus de soudage ou de brasage, taches d'acide, scories ou oxyde.

### 5.3.8 Revêtements de plomb

Les revêtements de plomb peuvent rester collés à l'aimant d'un appareil du type à force d'attraction. L'application d'un film d'huile très mince améliorera la fidélité de mesurage, mais l'excès d'huile doit être essuyé, afin que la surface soit bien sèche lorsque les mesurages sont effectués avec un palpeur à ressort. Cette huile ne doit pas être utilisée pour d'autres revêtements que le plomb.

### 5.3.9 Techniques

Les lectures obtenues peuvent être influencées par la technique de l'opérateur. Par exemple, la pression exercée sur un palpeur ou la vitesse d'application des forces d'équilibrage à un aimant, peuvent varier d'un individu à l'autre. On peut réduire ces effets ou les diminuer, soit par comparaison avec un appareil étalonné par l'opérateur effectuant le mesurage, soit en utilisant des palpeurs à pression constante.

### 5.3.10 Emplacement du palpeur

En général, le palpeur doit être disposé perpendiculairement à la surface de l'éprouvette, à l'emplacement du mesurage. Avec certains appareils de type à attraction magnétique, ceci est indispensable. Cependant, avec certains appareils, il est souhaitable d'incliner légèrement le palpeur et de choisir l'angle d'inclinaison donnant la lecture minimale. Si, sur une surface polie, les lectures obtenues varient dans une large mesure avec l'angle d'inclinaison, il est vraisemblable que le palpeur est usé et doit être remplacé.

Si un appareil magnétique est à utiliser en position horizontale ou renversée, il doit être étalonné spécialement pour cette position.

## 6 PRÉCISION DE MESURAGE

La précision de mesurage dépend de l'éprouvette et de la nature et de l'étalonnage de l'appareil. Sauf pour les revêtements minces (d'épaisseur inférieure à 5 µm), la méthode présente normalement une précision de ± 10 %. Une précision supérieure peut être obtenue dans des cas particuliers.

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

ISO 2178:1972

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/34bbb70d-ebdc-4efa-8d38-282ebd1cfaf6/iso-2178-1972>

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

ISO 2178:1972

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/34bbb70d-ebdc-4efa-8d38-282ebd1cfaf6/iso-2178-1972>