
**Peintures et vernis — Détermination
de l'épaisseur par la méthode
d'entaille en coin (Méthode de rayer et
de forage)**

*Paints and varnishes — Wedge-cut method for determination of film
thickness (scribe and drill method)*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 19399:2016](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3debd058-3d5a-43d8-906d-3cb69603e65c/iso-19399-2016)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3debd058-3d5a-43d8-906d-3cb69603e65c/iso-19399-2016>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 19399:2016

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3debd058-3d5a-43d8-906d-3cb69603e65c/iso-19399-2016>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2016, 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 Principe	2
5 Principe de l'entaille en coin	2
6 Appareillage	5
6.1 Méthode A.....	5
6.2 Méthode B.....	7
6.3 Microscope de mesure.....	8
7 Éprouvettes	8
8 Mode opératoire	8
8.1 Préparation de l'échantillon.....	8
8.2 Nombre de déterminations.....	9
8.3 Méthode A (pointe d'entaille en coin).....	9
8.4 Méthode B (alésage d'entaille en coin).....	9
9 Fidélité	10
10 Rapport d'essai	10
Annexe A (informative) Sources d'erreur et problèmes de mesure	11
Annexe B (informative) Évaluation avec une éprouvette inclinée	16
Annexe C (informative) Évaluation avec une éprouvette incurvée	21
Bibliographie	27

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 appelée 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.

Pour une explication de 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'OMC concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: [Avant-propos — Informations supplémentaires](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3cbbd058-3d5a-43d8-906d-3cb69603e65c/iso-19399-2016).

Le comité chargé de l'élaboration du présent document est l'ISO/TC 35, *Peintures et vernis*, sous-comité SC 9, *Méthodes générales d'essais des peintures et vernis*.

Peintures et vernis — Détermination de l'épaisseur par la méthode d'entaille en coin (Méthode de rayer et de forage)

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie une méthode destructive pour la détermination de l'épaisseur de feuil sec, consistant à évaluer au microscope l'endommagement des couches causé d'une manière définie. Cette méthode convient pour presque toutes les combinaisons de couche/subjectile et permet également de déterminer les épaisseurs individuelles de feuil des systèmes de revêtement.

La méthode ne peut pas être appliquée, ou uniquement avec certaines restrictions, dans les cas suivants:

- revêtements trop mous et/ou élastiques (aucun trou de pointe ou de foret reconnaissable ne peut être observé);
- subjectiles durs (ne pouvant pas être rayés/percés) ou trop mous et/ou élastiques;
- contraste visuel trop faible entre le revêtement et le subjectile; et
- épaisseurs de feuil supérieures à la profondeur de champ du microscope de mesure.

2 Références normatives

Les documents suivants, en tout ou partie, sont référencés de façon normative dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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 4618, *Peintures et vernis — Termes et définitions*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 4618 ainsi que les suivants, s'appliquent.

3.1

subjectile

surface d'application d'un produit de peinture

[SOURCE: ISO 4618:2014, 2.244]

3.2

revêtement

dépôt constitué d'une ou de plusieurs applications d'un produit de peinture sur un subjectile

[SOURCE: ISO 4618:2014, 2.50.1]

3.3

système de revêtement

ensemble des couches de produits de peinture qui ont été appliquées, ou vont être appliquées, sur un subjectile

Note 1 à l'article: Le système de revêtement peut être caractérisé par son nombre de couches.

Note 2 à l'article: Voir aussi *revêtement* (3.2).

[SOURCE: ISO 4618:2014, 2.54]

3.4

couche

partie d'un système de revêtement

3.5

épaisseur totale de feuil

distance entre la surface du revêtement et la surface du subjectile

3.6

épaisseur individuelle de feuil

distance entre la surface d'une couche et la surface de la couche (subjectile) en dessous

3.7

épaisseur de feuil sec

épaisseur de matériau de revêtement restant sur la surface lorsque le produit a durci

[SOURCE: ISO 2808:2007, 3.5]

3.8

entaille en coin

endommagement du système de revêtement causé mécaniquement sur la surface, selon un angle spécifié, et pénétrant le subjectile

Note 1 à l'article: L'entaille en coin peut être réalisée sous la forme d'une rayure linéaire ou d'un trou conique.

3.9

image de l'entaille en coin

image d'une entaille en coin vue au microscope

3.10

défaut d'adhérence

détachement du revêtement du subjectile causé par des forces externes

Note 1 à l'article: Le subjectile peut être constitué par un autre revêtement en dessous ou par le matériau de base.

3.11

défaut de cohésion

perte de cohésion dans un revêtement causée par des forces externes

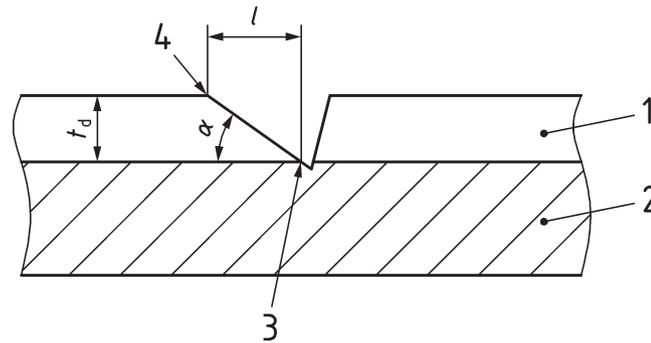
4 Principe

Une entaille en coin ayant un angle de flanc connu est pratiquée dans le revêtement au moyen d'un outil de rayage ou d'un outil de perçage. L'épaisseur de feuil est calculée à partir de la largeur de la projection du flanc de l'entaille en coin obtenue avec le microscope de mesure.

5 Principe de l'entaille en coin

L'entaille en coin utilisée pour la détermination de l'épaisseur de feuil conformément à la présente Norme internationale peut être réalisée au moyen d'un outil de rayage (méthode A) ou d'un outil de perçage (méthode B).

La [Figure 1](#) représente une entaille en coin réalisée avec la méthode A dans la section transversale. La longueur de base, l , est la projection du flanc de l'entaille en coin dans le revêtement et elle est mesurée avec un microscope entre les repères de contraste supérieur et inférieur, en micromètres.



Légende

- 1 revêtement
- 2 subjectile
- 3 repère de contraste inférieur (intersection entre le subjectile et le revêtement)
- 4 repère de contraste supérieur
- l base de l'entaille en coin
- t_d épaisseur de feuil sec
- α angle de l'entaille en coin

Figure 1 — Entaille en coin selon la méthode A (une seule couche/section transversale)

L'épaisseur de feuil est déterminée selon la [Formule \(1\)](#):

$$t_d = l \cdot \tan \alpha$$

(1)

où

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3debd058-3d5a-43d8-906d-3cb69603e65c/iso-19399-2016>

t_d est l'épaisseur de feuil sec, en micromètres;

l est la base de l'entaille en coin (valeur lue sur le microscope), en micromètres;

$\tan \alpha$ est le facteur d'entaille en coin de l'outil d'entaille en coin utilisé.

NOTE 1 Sur certains instruments, la valeur lue sur le microscope est indiquée en «nombre de divisions d'échelle» et le facteur d'entaille en coin en «micromètres par division d'échelle».

NOTE 2 Sur certains instruments, la valeur lue sur le microscope (en micromètres) servant à calculer l'épaisseur de feuil est divisée par un diviseur attribué à l'outil d'entaille en coin.

La plage de mesure de l'épaisseur de feuil est:

- déterminée par l'angle de l'entaille en coin, les dimensions de l'outil d'entaille en coin et la plage de mesure de l'échelle du microscope;
- limitée par la profondeur de champ du microscope de mesure (voir [A.9](#)).

La résolution du mesurage de l'épaisseur de feuil sec est déterminée par l'angle de l'entaille en coin et la division d'échelle du microscope de mesure.

EXEMPLE Pour des angles courants d'entaille en coin $\alpha = 5,7^\circ$ et $\alpha = 14,0^\circ$, les éléments suivants sont indiqués dans le [Tableau 1](#):

- le facteur d'entaille en coin $\tan \alpha$;
- la plage de mesure de l'épaisseur de feuil sec (= plage de mesure de l'échelle $\times \tan \alpha$);
- la résolution absolue de l'épaisseur de feuil sec (= division d'échelle $\times \tan \alpha$);

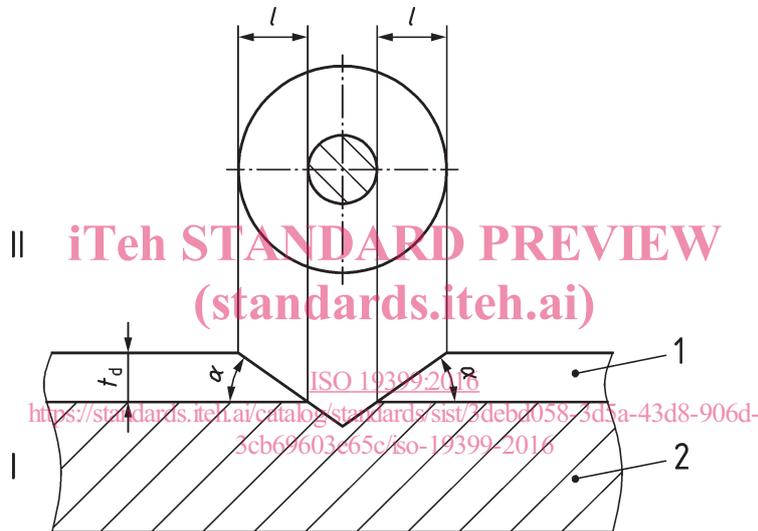
— la résolution relative de l'épaisseur de feuil sec $\Delta_r (= (\Delta_a/t_d) \times 100$; t_d = épaisseur de feuil sec).

Ci-dessus, il est supposé que le microscope de mesure a une plage de mesure d'échelle de 2 mm et une division d'échelle de 0,02 mm et que l'outil d'entaille en coin est correctement dimensionné.

Tableau 1 — Données numériques concernant la méthode d'entaille en coin

Angle de l'entaille en coin α	°	5,7	14,0
Facteur d'entaille en coin $\tan \alpha$		0,10	0,25
Plage de mesure de l'épaisseur de feuil μm		jusqu'à 200	jusqu'à 500
Résolution absolue de l'épaisseur de feuil $\Delta_a \mu\text{m}$		2	5
Résolution relative de l'épaisseur de feuil $\Delta_r \%$		$200/t_d$	$500/t_d$

La [Figure 2](#) représente une entaille en coin réalisée selon la méthode B dans la section transversale (I) et l'image de l'entaille en coin associée (II) visible à travers le microscope. Ici, la section l à mesurer au microscope est la distance entre les cercles concentriques.



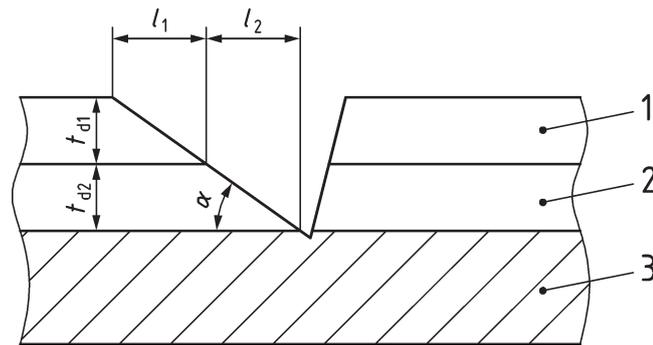
Légende

- 1 section transversale
- 2 image de l'entaille en coin
- I revêtement
- II subjectile
- l base de l'entaille en coin
- t_d épaisseur de feuil sec
- α angle de l'entaille en coin

Figure 2 — Entaille en coin selon la méthode B (une seule couche)

Dans le cas de systèmes de revêtement, les épaisseurs individuelles de feuil peuvent être déterminées de manière similaire.

La [Figure 3](#) représente la pointe d'entaille en coin (méthode A) pour un système bicouche. Les épaisseurs individuelles de feuil sec t_{d1} et t_{d2} sont ensuite calculées à partir des valeurs lues sur le microscope l_1 et l_2 avec la [Formule \(1\)](#) pour $t_{d1} = l_1 \cdot \tan \alpha$ et $t_{d2} = l_2 \cdot \tan \alpha$.



Légende

- 1 couche 1
- 2 couche 2
- 3 subjectile
- l_i base de l'entaille en coin associée à t_{di} ($i = 1, 2$)
- t_{di} épaisseur de feuil sec de la couche i ($i = 1, 2$)
- α angle de l'entaille en coin

Figure 3 — Entaille en coin selon la méthode A (système bicouche/section transversale)

6 Appareillage iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

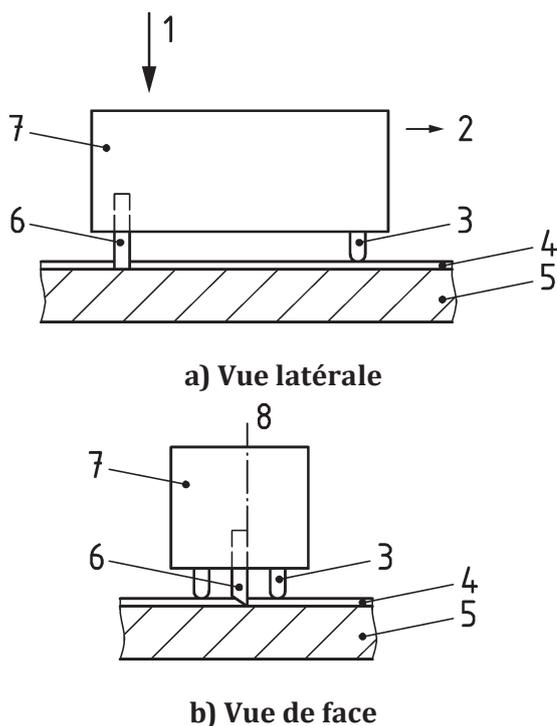
6.1 Méthode A

6.1.1 Dispositif de rayage, comme illustré schématiquement à la Figure 4, présentant les caractéristiques suivantes.

6.1.1.1 Le stylet 6 est fixé de manière interchangeable dans le bloc métallique 7 et il dépasse autant que les boulons de soutien 3.

NOTE Il existe des dispositifs de rayage qui sont munis de roues de soutien à la place des boulons de soutien.

6.1.1.2 Le dispositif doit être réglé de manière que, lorsqu'il se trouve sur une surface plane, l'axe du stylet 8 soit orienté à la verticale de cette surface.



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

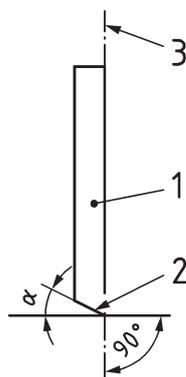
Légende

- 1 direction de charge
- 2 direction de rayage
- 3 boulons de soutien
- 4 revêtement

- 5 subjectile
 - 6 stylet d'entaille en coin
 - 7 bloc métallique
 - 8 axe du stylet
- <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/58-3d5a-43d8-906d-3cb69603e65c/iso-19399-2016>

Figure 4 — Dispositif de rayage

6.1.2 Stylet d'entaille en coin, en métal dur et ayant une forme conforme à la [Figure 5](#), avec indication du facteur d'entaille en coin et/ou de l'angle de l'entaille en coin.



Légende

- 1 tige
- 2 bord tranchant
- 3 axe du stylet
- α angle de l'entaille en coin

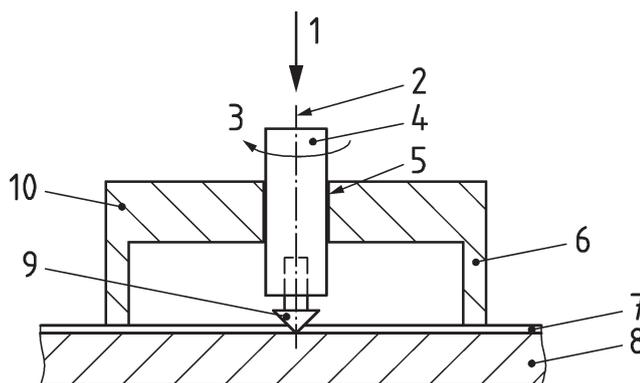
Figure 5 — Stylet d'entaille en coin

6.2 Méthode B

6.2.1 Dispositif de perçage, comme illustré schématiquement à la [Figure 6](#), présentant les caractéristiques suivantes.

6.2.1.1 Le mouvement de rotation du foret 9 fixé de manière interchangeable dans la broche 4 (voir la [Figure 6](#)) peut être produit manuellement ou par un entraînement électromoteur.

6.2.1.2 Le dispositif doit être réglé de manière que, lorsqu'il se trouve sur une surface plane, l'axe du foret 2 soit orienté à la verticale de cette surface.

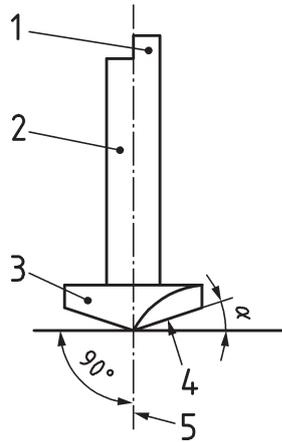


Légende

- | | | | |
|---|-----------------------|----|--------------------------|
| 1 | direction de charge | 6 | support |
| 2 | axe du foret | 7 | revêtement |
| 3 | mouvement de rotation | 8 | subjectile |
| 4 | broche avec mandrin | 9 | foret d'entaille en coin |
| 5 | guide de la broche | 10 | logement |

Figure 6 — Dispositif de perçage

6.2.2 Foret d'entaille en coin, en métal dur et ayant une forme conforme à la [Figure 7](#), avec indication du facteur d'entaille en coin et/ou de l'angle de l'entaille en coin.



Légende

- | | | | |
|---|-----------------|---|-----------------------------|
| 1 | accouplement | 4 | bord tranchant |
| 2 | tige | 5 | axe du foret |
| 3 | tête de perçage | α | angle de l'entaille en coin |

Figure 7 — Foret d'entaille en coin

6.3 Microscope de mesure

Microscope de mesure et dispositif d'éclairage avec:

- un grossissement de 40x au minimum;
- une plage de mesure de 2 mm au minimum; et
- une division d'échelle de 0,02 mm au maximum.

ITeH STANDARD PREVIEW
 (standards.iteh.ai)
 ISO 19399:2016
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3debd058-3d5a-43d8-906d-3cb69603e65c/iso-19399-2016>

NOTE 1 Les dispositifs standards d'entaille en coin sont munis d'un microscope de mesure et d'un dispositif d'éclairage intégrés.

NOTE 2 Il est possible d'utiliser un microscope vidéo à la place d'un microscope de mesure conventionnel et d'évaluer l'image de l'entaille en coin numériquement.

7 Éprouvettes

Les éprouvettes doivent présenter une surface plane mesurant au moins deux fois le plan de base du dispositif d'entaille en coin.

NOTE 1 Il existe des dispositifs de serrage des dispositifs de perçage (méthode B) qui permettent également de réaliser des mesures sur des éprouvettes avec une très petite surface plane (généralement 15 mm × 15 mm). Les éprouvettes de géométrie complexe (par exemple profilés) peuvent également être fixées avec ces dispositifs pour mesurer leur épaisseur de feuil sec.

NOTE 2 Dans certaines conditions aux limites, les déterminations d'épaisseur de feuil sur des éprouvettes incurvées sont également possibles (voir l'Annexe C).

8 Mode opératoire

8.1 Préparation de l'échantillon

Il convient de préférence d'appliquer un marquage de contraste laminaire sur le revêtement dans la zone dans laquelle l'entaille en coin doit être réalisée, de manière à faciliter le mesurage au microscope.