
**Projection thermique — Méthode de
classification de la résistance adhésive
par indentation**

*Thermal spraying — Classification method of adhesive strength by
indentation*

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

ISO 19207:2016

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/dadab135-88b0-4569-a147-1bb43ae892a4/iso-19207-2016>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 19207:2016

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/dadab135-88b0-4569-a147-1bb43ae892a4/iso-19207-2016>



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
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Symboles et unités	1
5 Principe	3
6 Préparation de l'échantillon et des éprouvettes	3
6.1 Épaisseurs du revêtement et du substrat.....	4
6.2 Dimensions de l'échantillon.....	4
6.3 Découpe de l'échantillon.....	4
6.4 Montage.....	4
6.5 Préparation de surface.....	4
7 Appareillage	5
7.1 Machines d'essai d'indentation.....	5
7.2 Pénétrateur.....	5
7.3 Mesurages de l'empreinte et des fissures.....	6
8 Mode opératoire et conditions d'essai	6
8.1 Indentation.....	6
8.2 Mesurage des longueurs de l'empreinte et des fissures.....	7
8.2.1 Généralités.....	7
8.2.2 Méthode A.....	7
8.2.3 Méthode B.....	7
9 Évaluation de l'indice d'adhérence	9
9.1 Critères d'amorce de fissure interfaciale et force d'indentation critique.....	9
9.2 Classification de l'adhérence et notation de l'indice d'adhérence.....	9
9.3 Validité de l'essai.....	11
10 Rapport d'essai	11
10.1 Éléments à consigner dans le rapport.....	11
10.2 Éléments pouvant être consignés dans le rapport.....	12
Bibliographie	13

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.

(standards.iteh.ai)

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'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: www.iso.org/iso/fr/avant-propos.html.

Le comité chargé de l'élaboration du présent document est l'ISO/TC 107, *Revêtements métalliques et autres revêtements inorganiques*.

Introduction

L'adhérence des revêtements spécifiée dans le présent document est requise pour trois raisons:

- pour le choix du produit de revêtement et de la méthode de projection;
- pour l'assurance qualité de la projection thermique;
- pour la conception des produits et l'évaluation des performances des revêtements.

La présente Norme internationale fournit la méthode de classification de l'adhérence de revêtements obtenus par projection thermique en utilisant la machine d'essai de dureté Vickers d'usage courant et généralisé. Dans la présente méthode d'essai, un pénétrateur pyramidal de Vickers en diamant est enfoncé sous l'effet d'une force d'essai au niveau de l'interface de revêtements. Lorsque la force d'essai dépasse la valeur seuil correspondant à l'adhérence, une fissure interfaciale est produite. Par conséquent, il est possible d'évaluer l'adhérence de revêtements en appliquant la force d'essai sous forme de valeurs discrètes à l'aide de la machine d'essai conventionnelle de Vickers. La présente Norme internationale classe l'adhérence, appelée indice d'adhérence, évaluée à partir de la force d'indentation maximale sans fissuration visible, et peut également être appliquée à l'évaluation de revêtements à haute adhérence tels que les revêtements cermet. La présente méthode d'essai peut être appliquée à des revêtements obtenus par projection si la fissure déclenchée par l'indentation peut être observée à l'aide d'un microscope optique.

La force d'indentation maximale ne nécessite donc pas beaucoup d'effort dans la méthode expérimentale et peut décrire les propriétés d'un système combiné (propriétés du revêtement liées à la composition chimique du substrat, à la préparation préalable/rugosité de la surface du substrat, à la composition chimique du revêtement et à la projection), à condition que les mesures soient obtenues en suivant attentivement les méthodes proposées dans la présente Norme internationale. La présente Norme internationale recommande de bonnes pratiques pour réduire les niveaux d'incertitude du processus de mesure. La méthode a été validée sur la base des travaux techniques réalisés dans le cadre du programme d'essais interlaboratoires mené par le sous-comité de normalisation de la Japan Thermal Spray Society.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 19207:2016

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/dadab135-88b0-4569-a147-1bb43ae892a4/iso-19207-2016>

Projection thermique — Méthode de classification de la résistance adhésive par indentation

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie la méthode de classification de l'adhérence de revêtements obtenus par projection thermique à température ambiante à l'aide d'une machine d'essai de dureté Vickers. La présente Norme internationale classe l'adhérence, appelée indice d'adhérence, évaluée à partir de la force d'indentation maximale sans fissuration visible, et elle peut être appliquée à des revêtements métalliques relativement denses, des revêtements céramiques et des revêtements cermet. La présente Norme internationale peut être utilisée en comparaison avec chaque système de revêtement.

La méthode d'indentation n'est pas recommandée pour des revêtements très minces et très poreux et également pour le système de revêtement avec une résistance à la cohésion inférieure à la résistance à l'adhérence. Il est recommandé que cette méthode d'essai puisse être appliquée pour un revêtement dont la porosité est inférieure à approximativement 15 %.

2 Références normatives

Les documents ci-après, dans leur intégralité ou non, sont des références normatives indispensables à l'application 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 19207:2016

ISO 6507-1, *Matériaux métalliques — Essai de dureté Vickers — Partie 1: Méthode d'essai*

ISO 6507-2, *Matériaux métalliques — Essai de dureté Vickers — Partie 2: Vérification et étalonnage des machines d'essai*

ISO 14917, *Projection thermique — Terminologie, classification*

ISO 14923, *Projection thermique — Caractérisation et essais des revêtements obtenus par projection thermique*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 14917, l'ISO 14923 ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1

force d'indentation critique

force d'indentation maximale sans fissuration visible entre le substrat et le revêtement

3.2

indice d'adhérence

AI

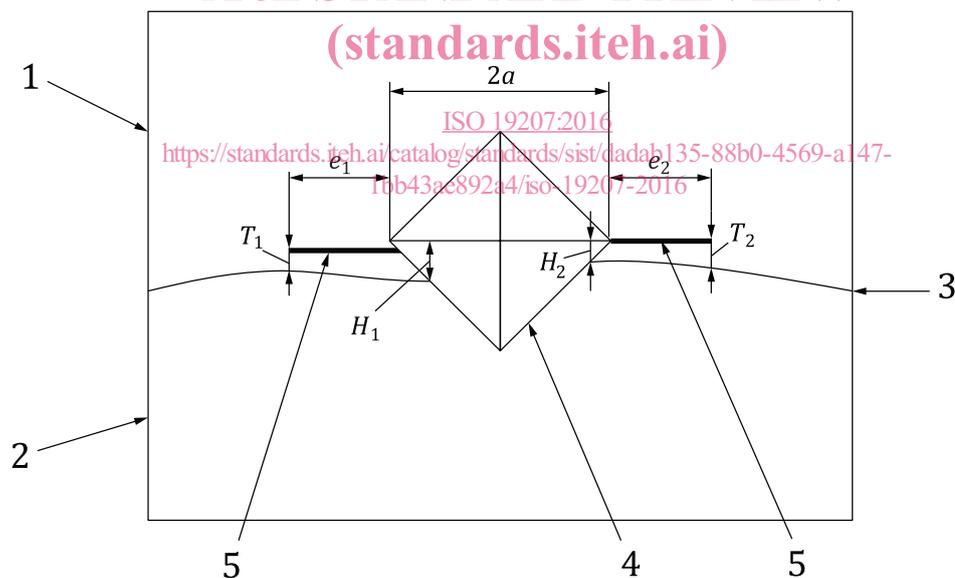
indice d'adhérence de revêtements, défini par la force d'indentation critique

4 Symboles et unités

Pour les besoins du présent document, les symboles et unités suivants s'appliquent (voir [Figures 1](#) et [2](#)).

Tableau 1 — Symboles et désignations

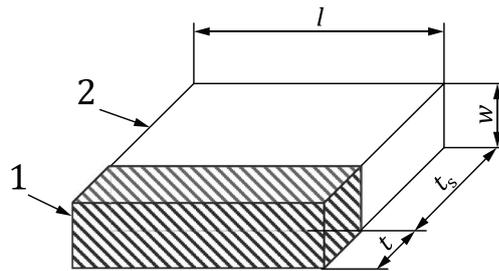
Symbole	Désignation	Unité
a	Demi-longueur de la diagonale de l'empreinte parallèlement à l'interface	mm
e	Valeur moyenne de la longueur des fissures visibles	mm
e_1, e_2	Longueurs des fissures individuelles au niveau de l'angle d'une empreinte (longueurs entre l'extrémité de la fissure et le bord de la diagonale de l'empreinte, parallèlement à l'interface macroscopique)	mm
F	Force d'essai (force d'indentation)	N
F_{eq}	Force d'indentation équivalente lorsqu'un pénétrateur conique spécial est utilisé	N
H	Valeur moyenne de la position de l'empreinte	mm
H_1, H_2	Position individuelle d'une empreinte	mm
l	Longueur de l'échantillon	mm
T	Valeur moyenne de la position de l'extrémité de la fissure	mm
T_1, T_2	Position de l'extrémité d'une fissure individuelle	mm
t	Épaisseur du revêtement	mm
t_s	Épaisseur du substrat	mm
w	Largeur de l'échantillon	mm
CF	Fréquence de fissuration visible	%
N_c	Nombre d'indentations présentant une fissuration visible	—
N_t	Nombre total d'indentations	—



Légende

- 1 revêtement
- 2 substrat (ou couche de liaison)
- 3 interface
- 4 empreinte
- 5 fissure visible

Figure 1 — Schéma des caractéristiques d'une indentation



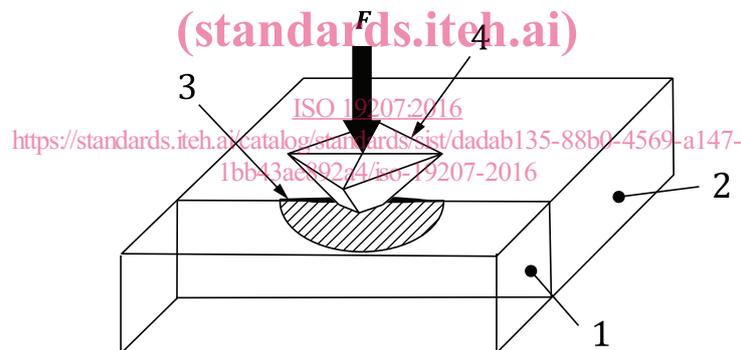
Légende

- 1 revêtement
- 2 substrat (avec couche de liaison)

Figure 2 — Géométrie de l'échantillon

5 Principe

Lorsqu'un pénétrateur pyramidal de Vickers en diamant est enfoncé sous l'effet de la force d'indentation au niveau de l'interface (voir Figure 3), une force d'ouverture de fissure interfaciale agissant perpendiculairement à l'interface est générée. Cette force d'ouverture de fissure est proportionnelle à la force d'essai. Lorsque la force d'ouverture de fissure est supérieure à l'adhérence de l'éprouvette, une fissure interfaciale est générée. Par conséquent, il est possible de classer l'adhérence de l'éprouvette par la force d'indentation appliquée à l'aide du pénétrateur de Vickers.



Légende

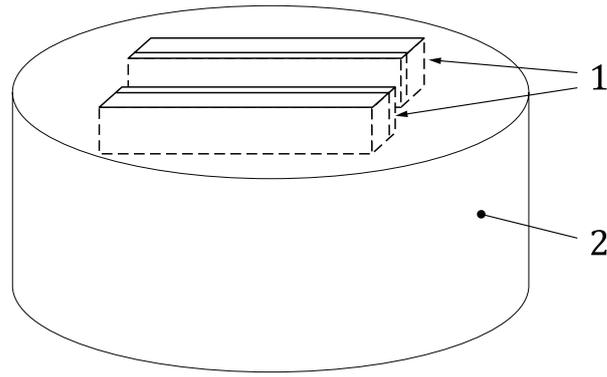
- 1 revêtement
- 2 substrat (avec couche de liaison)
- 3 fissure visible
- 4 pénétrateur de Vickers en diamant

Figure 3 — Essai d'indentation interfaciale

6 Préparation de l'échantillon et des éprouvettes

La surface du substrat devant être revêtue par projection doit être plane. Après projection thermique, des échantillons sont découpés dans la plaque revêtue. Les échantillons doivent être enrobés de résine pour obtenir l'éprouvette à polir avant de procéder à l'essai (voir Figure 4).

Dans les échantillons, le revêtement obtenu par projection thermique doit adhérer au matériau de base (ou à la couche de liaison) et toute fissure est inacceptable dans la section d'évaluation avant l'essai.



Légende

- 1 échantillons de revêtement
- 2 résine

Figure 4 — Éprouvette pour l’essai d’indentation

6.1 Épaisseurs du revêtement et du substrat

Le substrat doit avoir une épaisseur suffisante pour éliminer tout effet sur les résultats expérimentaux. Il est recommandé que l’épaisseur du substrat, t_s , (voir Figure 2) soit d’au moins 5 mm.

L’épaisseur minimale du revêtement obtenu par projection thermique, t , (voir Figure 2) doit être au moins égale au double de la demi-longueur de l’empreinte dans le cas de revêtements à haute rigidité, tels qu’un revêtement cermet WC-12Co. Il est recommandé que l’épaisseur du revêtement soit au moins égale à cinq fois la demi-longueur de l’empreinte dans le cas de revêtements à faible rigidité, tels qu’un revêtement barrière thermique ayant un très faible module d’élasticité.

iTeH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 19207:2016
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/dadab155-88b0-4569-a147-1bb43ae892a4/iso-19207-2016>

6.2 Dimensions de l’échantillon

La largeur des échantillons découpés, w , (voir Figure 2) doit être suffisamment plus grande que la profondeur de l’indentation. Il est recommandé que la largeur de l’échantillon découpé soit d’au moins 5 mm.

La longueur des échantillons découpés, l , (voir Figure 2) doit être suffisante pour permettre l’application du pénétrateur à des intervalles adéquats. Il est recommandé que la longueur de l’échantillon découpé, l , soit supérieure à 20 mm.

6.3 Découpe de l’échantillon

La méthode et les conditions de découpe appropriées doivent être choisies de manière à ne pas endommager l’échantillon pendant la coupe. Des molettes ou des machines d’étincelage conviennent pour la découpe.

6.4 Montage

Les échantillons doivent être enrobés de résine sans espace entre la résine et les échantillons. Lorsqu’une force d’essai élevée est appliquée, il est recommandé d’enrober l’échantillon de résine après l’avoir collé sur un support rigide.

6.5 Préparation de surface

Les surfaces d’essai doivent être polies. Il convient que la finition de surface de l’échantillon permette de déterminer avec exactitude les longueurs de la diagonale de l’empreinte et de la fissure. Pour le

polissage final, il est recommandé de polir la surface d'essai à l'aide de poudre d'alumine ou de diamant pour obtenir une surface de miroir.

L'essai doit être effectué sur une surface ne contenant pas la couche endommagée par la découpe et d'autres préparations de l'éprouvette.

7 Appareillage

7.1 Machines d'essai d'indentation

La machine d'essai d'indentation doit avoir la capacité d'appliquer les forces d'indentation prédéterminées dans le cadre du domaine d'application requis et doit satisfaire aux exigences de l'ISO 6507-2.

7.2 Pénétrateur

Le pénétrateur devant être utilisé avec les machines d'essai doit être un pénétrateur standard de Vickers ayant la forme d'une pyramide droite à base carrée spécifiée dans l'ISO 6507-2.

Lorsqu'aucune fissure interfaciale visible n'est générée en utilisant un pénétrateur standard de Vickers en raison d'une forte adhérence des revêtements, un pénétrateur conique spécial en diamant ayant un angle de pointe de 70° et un rayon de pointe de 0,05 mm peut être utilisé (voir [Figure 5](#)).

Lorsque le pénétrateur conique spécial est utilisé, les dimensions sont définies comme indiqué à la [Figure 6](#).

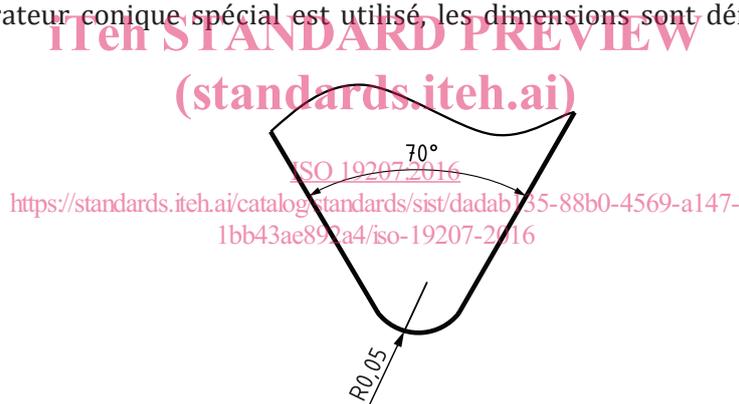


Figure 5 — Forme du pénétrateur conique spécial