
**Matériaux métalliques frittés, à
l'exclusion des métaux-durs —
Détermination de la dureté apparente et
de la microdureté**

*Sintered metal materials, excluding hardmetals — Determination of
apparent hardness and microhardness*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 4498:2010](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a471bc52-e73c-4674-aea9-4a4bfb2a41f/iso-4498-2010)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a471bc52-e73c-4674-aea9-4a4bfb2a41f/iso-4498-2010>



PDF – Exonération de responsabilité

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 4498:2010](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a471bc52-e73c-4674-aea9-4a4bfb2a41f/iso-4498-2010)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a471bc52-e73c-4674-aea9-4a4bfb2a41f/iso-4498-2010>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2010

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, 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 et les microfilms, sans l'accord écrit de l'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
Introduction.....	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Appareillage	2
4 Échantillonnage et préparation des éprouvettes	2
5 Méthodes d'essai	3
5.1 Mode opératoire 1 — Détermination de la dureté apparente	3
5.2 Mode opératoire 2 — Détermination de la microdureté	4
6 Expression des résultats	6
6.1 Dureté apparente	6
6.2 Microdureté	6
7 Répétabilité et reproductibilité	6
7.1 Dureté apparente Vickers	6
7.2 Dureté apparente Rockwell	6
7.3 Microdureté Vickers	6
7.4 Déclaration de fidélité	6
8 Rapport d'essai	7
Annexe A (normative) Conditions d'essai, charges d'essai ainsi que symboles et désignations pour les valeurs de microdureté	8
Annexe B (informative) Répétabilité et reproductibilité	10
Bibliographie	12

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 (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

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.

L'ISO 4498 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 119, *Métallurgie des poudres*, sous-comité SC 3, *Échantillonnage et méthodes d'essais des matériaux métalliques frittés (à l'exclusion des métaux-durs)*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 4498:2005), dont elle constitue une révision mineure.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a471bc52-e73c-4674-aea9-4a4bfb2a41f/iso-4498-2010>

Introduction

Les matériaux métalliques frittés ont généralement une structure poreuse. Par conséquent, ils peuvent être considérés comme des métaux/matériaux poreux composites. C'est pourquoi la présente Norme internationale décrit deux modes opératoires afin de déterminer leur dureté:

- Le mode opératoire 1 qui détermine la macrodureté (c'est-à-dire la dureté apparente);
- Le mode opératoire 2 qui détermine la microdureté (c'est-à-dire la dureté de la phase métallique uniquement).

Les essais effectués selon le mode opératoire 1 déterminent la macrodureté Vickers, Brinell et/ou Rockwell dont les acronymes sont: HV, HBW et HR. Ces essais déterminent la dureté apparente (macrodureté) des matériaux parce que, généralement, les empreintes incluent la phase solide aussi bien qu'un certain nombre de pores. Les forces d'essai habituellement appliquées au pénétrateur varient entre 10 N et 2 000 N.

La valeur de dureté apparente est souvent utilisée comme expression de la résistance mécanique du matériau dans son ensemble; en général, elle est inférieure à celle d'un matériau compact de même composition et de même état métallurgique. Cependant, cela n'implique pas que les caractéristiques fonctionnelles (par exemple la résistance à l'usure) soient nécessairement inférieures à celles d'un matériau équivalent de densité normale.

La dureté apparente est une propriété macrostructurale. Elle caractérise le matériau dans son ensemble.

Les essais du mode opératoire 2 déterminent la microdureté Vickers et/ou Knoop du matériau, et leurs acronymes sont: HV_a et HK_a^1). Les forces d'essai habituellement appliquées au pénétrateur varient de 0,147 N à 1,960 N pour la dureté Vickers et de 0,147 N à 0,981 N pour la dureté Knoop.

La microdureté est une propriété microstructurale permettant de contrôler la composition chimique, le traitement thermique ou le traitement de surface. Dans ce but, il est nécessaire de s'assurer que les empreintes de l'essai de dureté sont assez petites pour n'inclure aucun pore visible, mais uniquement la phase solide.

1) Où a est la charge d'essai, en kilogrammes.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 4498:2010

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a471bc52-e73c-4674-aea9-4a4bf1b2a41f/iso-4498-2010>

Matériaux métalliques frittés, à l'exclusion des métaux-durs — Détermination de la dureté apparente et de la microdureté

1 Domaine d'application

1.1 La présente Norme internationale spécifie les méthodes d'essai de la dureté des matériaux métalliques frittés, à l'exclusion des métaux-durs.

1.2 Le mode opératoire 1 détermine la dureté apparente de l'ensemble du matériau.

Le mode opératoire 1

- s'applique aux matériaux métalliques frittés qui n'ont été soumis à aucun traitement thermique, ou qui ont subi un traitement thermique tel que leur dureté soit essentiellement uniforme jusqu'à une profondeur d'au moins 5 mm au-dessous de la surface,
- s'applique aux surfaces des matériaux métalliques frittés qui ont subi un traitement tel que leur dureté ne soit pas uniforme sur une section de profondeur de 5 mm au-dessous de la surface,
- s'applique par conséquent aux matériaux dont la dureté est obtenue essentiellement par enrichissement de la surface en carbone (ou carbone et azote (par exemple cémentation, carbonituration, nitrocarburation ou sulfuration), et
- s'applique aux matériaux qui ont été trempés par induction.

1.3 Le mode opératoire 2 détermine la microdureté de la phase métallique.

Le mode opératoire 2

- s'applique à tous les types de matériaux métalliques frittés,
- est spécialement utilisé pour déterminer le profil de dureté des matériaux cimentés ou carbonitrurés, conformément à la méthode décrite dans l'ISO 4507, et
- s'applique également à tout matériau métallique fritté qui a été soumis à un traitement de surface tel que le revêtement électrolytique, le revêtement chimique, le dépôt chimique en phase vapeur (CVD), le dépôt physique en phase vapeur (PVD), le laser, le bombardement ionique, etc. Le mode opératoire 2 s'applique en vue de la détermination de la microdureté des surfaces traitées.

NOTE Cependant, aucun accord international n'a encore été conclu sur un certain nombre de facteurs impliqués dans la réalisation des essais de microdureté. Néanmoins, les paramètres définis dans le mode opératoire 2 sont assez importants pour susciter une démarche considérable de normalisation des pratiques fréquemment utilisées.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour 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 4507, *Matériaux ferreux frittés, cimentés ou carbonitrurés — Détermination et vérification de la profondeur de cémentation par mesure de la microdureté*

ISO 4516, *Revêtements métalliques et autres revêtements inorganiques — Essais de microdureté Vickers et Knoop*

ISO 6506-1, *Matériaux métalliques — Essai de dureté Brinell — Partie 1: Méthode d'essai*

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

ISO 6508-1, *Matériaux métalliques — Essai de dureté Rockwell — Partie 1: Méthode d'essai (échelles A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T)*

3 Appareillage

Mode opératoire 1: Machines d'essai de dureté Vickers, Brinell et Rockwell et des méthodes d'essai respectant les exigences de l'ISO 6506-1, l'ISO 6507-1 et l'ISO 6508-1 respectivement.

Mode opératoire 2: Machines d'essai de dureté Vickers and Knoop et des méthodes d'essai respectant les exigences de l'ISO 4516.

4 Échantillonnage et préparation des éprouvettes

4.1 La dureté apparente d'un matériau fritté étant fonction de sa masse volumique, laquelle peut varier dans une pièce, l'emplacement des empreintes de dureté aux fins de contrôle de qualité doit faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées.

4.2 La surface de métal fritté doit être propre, lisse et plate pour donner des empreintes de dureté bien nettes. Les surfaces d'appui des enclumes des éprouvettes doivent être limées ou polies, dans la mesure du possible, afin d'éviter que les bavures influent sur les résultats. Cette exigence est particulièrement importante pour la détermination des duretés Vickers et Brinell. Du papier émeri de grain 180 à 240 est acceptable pour le polissage. Il est en général suffisant de nettoyer la surface avec un solvant approprié. Dans le cas contraire, la surface peut être légèrement polie si les mesurages en laboratoire ont montré que l'influence d'un tel polissage est négligeable.

NOTE Ce polissage peut, par exemple, être réalisé avec du papier métallographique ou de la pâte de diamant de 6 µm.

4.3 La microdureté peut être mesurée soit sur la surface d'une pièce soit sur une section transversale de la pièce, perpendiculairement à la surface. En ce qui concerne les déterminations de microdureté, il est nécessaire de s'assurer que la surface est assez lisse, pour permettre de mesurer avec exactitude la longueur de la diagonale de l'empreinte. L'échantillon peut alors être nettoyé chimiquement, électrochimiquement ou poli mécaniquement afin de révéler la porosité. Il convient que le polissage mécanique entraîne un échauffement local ou un écrouissage local minimal afin de ne pas affecter la dureté. L'échantillon d'acier fritté en alliage de nickel peut être légèrement attaqué avant de mesurer la microdureté. Cette attaque légère de l'échantillon permettra de détecter les zones plus tendres de l'échantillon d'acier fritté en alliage de nickel afin de les exclure du mesurage. Cela améliorera la précision des résultats d'essai.

Une imprégnation préalable de la pièce avec une résine thermodurcissable peut être bénéfique si la pièce a plus de 8 % de porosités ouvertes. La surface à mesurer doit être plate et lisse. Il convient que les empreintes aient des bords vifs afin de permettre des mesurages en diagonale exacts. L'épaisseur de l'éprouvette doit être supérieure à 1,5 fois la longueur de la diagonale de l'empreinte.

4.4 La courbure de la surface introduit une certaine erreur dans la détermination de la microdureté, et celle-ci s'accroît à mesure que le rayon diminue. Les surfaces convexes donnent des valeurs de dureté supérieures aux valeurs réelles, alors que les concaves donnent des valeurs inférieures. Si l'essai de dureté Vickers (dureté apparente ou microdureté) doit être réalisé sur un échantillon de surface incurvée, l'influence de la courbure doit être compensée par des facteurs de correction (voir l'ISO 6507-1 et l'ISO 4516).

4.5 Le mesurage de la microdureté ne doit pas être valide si la surface d'essai n'est pas perpendiculaire à l'axe du pénétrateur. Il est probable que dans le cas des matériaux isotropes la surface d'essai ne sera pas

perpendiculaire, si l'une des branches²⁾ de la diagonale est nettement plus longue que l'autre²⁾ (microdureté Vickers ou Knoop). Pour éviter toute déformation de l'empreinte, l'éprouvette destinée à l'essai de microdureté doit être placée sur la table support ou présentée de manière que la surface d'essai soit perpendiculaire à la direction de la force d'essai. Cette position doit être maintenue pendant toute la durée de l'essai.

5 Méthodes d'essai

5.1 Mode opératoire 1 — Détermination de la dureté apparente

5.1.1 Les essais doivent être réalisés conformément aux exigences de l'ISO 6506-1, de l'ISO 6507-1 ou de l'ISO 6508-1, en suivant également les exigences supplémentaires énumérées de 5.1.2 à 5.1.5.

5.1.2 La classe de dureté à laquelle appartient une éprouvette doit être déterminée par un essai de dureté Vickers en utilisant une force d'essai de 49,03 N (HV 5). Les conditions d'essai doivent ensuite être choisies dans le Tableau A.1 selon la classe déterminée. Des détails concernant les conditions de l'essai Rockwell se trouvent dans le Tableau A.2.

Dans certains cas, surtout lorsqu'il s'agit de matériaux de la métallurgie des poudres traités pour mise en solution, il est avantageux de déterminer la valeur de dureté sur une échelle HRB en utilisant un pénétrateur en forme de bille en métal-dur. Dans cette situation, les résultats sont qualifiés HRB et sont utilisés jusqu'à une valeur maximale de HRB 115.

Si, après l'essai HV 5 initial, des doutes subsistent quant à la classe de dureté à choisir, la classe immédiatement inférieure doit être retenue.

Lorsque la spécification d'un matériau couvre plus d'une classe de dureté, l'essai doit être effectué dans les conditions correspondant à la limite inférieure de dureté de la spécification.

5.1.3 En ce qui concerne certaines éprouvettes, il est nécessaire d'utiliser des forces d'essai inférieures à celles spécifiées dans les Tableaux A.1 et A.2, afin de respecter les exigences de l'ISO 6506-1, de l'ISO 6507-1, de l'ISO 6508-1. C'est notamment le cas pour

- les éprouvettes minces,
- les éprouvettes de faible section transversale,
- les pièces où la surface d'essai désignée est très petite, et
- les éprouvettes ou les montures qui sont susceptibles de se déformer.

Lorsque de telles conditions d'essai sont nécessaires, les détails doivent faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur. Il convient de remarquer que, dans ces circonstances, la dispersion des résultats est plus grande que dans les conditions d'essai normales et que la valeur obtenue est moins représentative de l'état du matériau puisque l'empreinte est très petite.

5.1.4 Lors de la détermination de la dureté Vickers, une empreinte n'est pas valide si

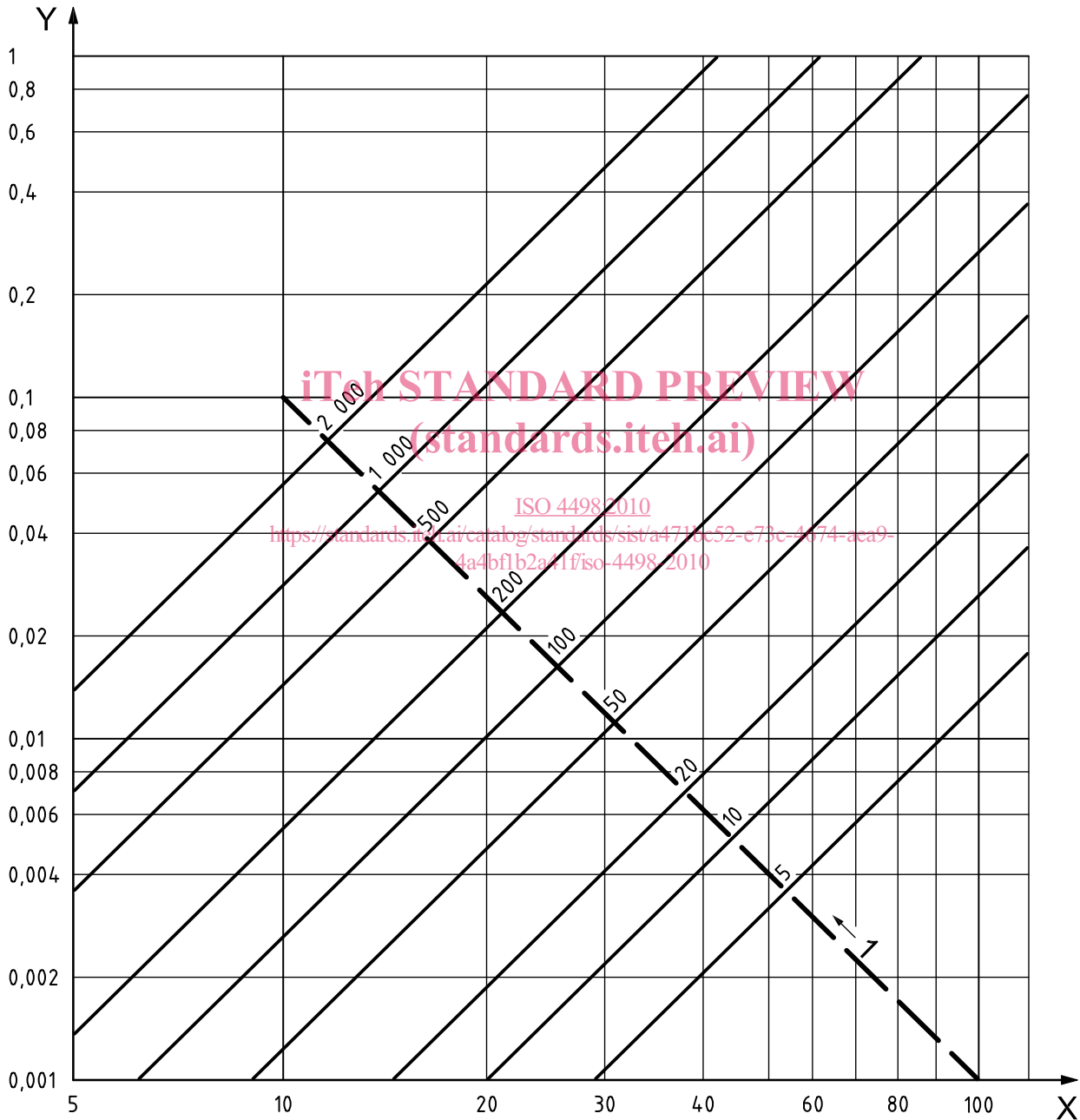
- ses angles ne sont pas clairement définis,
- ses bords sont déformés (vers l'intérieur ou l'extérieur), ou
- les longueurs des diagonales sont notablement différentes.

2) La branche est la distance du centre de l'empreinte au coin extérieur.

5.1.5 Cinq empreintes valides doivent être effectuées et les valeurs de dureté correspondantes doivent être calculées (ou simplement lues dans le cas de l'essai Rockwell). Il est permis d'utiliser un autre mode opératoire de traitement des résultats, si accord entre le client et le fournisseur.

5.2 Mode opératoire 2 — Détermination de la microdureté

5.2.1 Lors de la détermination de la microdureté de matériaux traités en surface (comme décrit en 1.3), il est nécessaire de faire référence à l'ISO 4516 par rapport aux conditions d'essai (précautions, charges, vitesse et sens d'application de la force). La Figure 1 donne la relation entre la force qui doit être utilisée et l'épaisseur du matériau qui a subi des modifications de surface par une des méthodes énumérées en 1.3.



Légende

- Vitesse d'application de la force: de 15 μm/s à 70 μm/s
- Durée d'application de la force: de 10 s à 15 s
- 1 dureté du revêtement, en HV
- X épaisseur du revêtement, en μm
- Y force d'essai, en N

Figure 1 — Relation entre la force d'essai maximale applicable et l'épaisseur modifiée (pénétrateur Vickers)

5.2.2 Lors de la détermination de la microdureté de la phase métallique, il est recommandé d'utiliser les forces d'essai du Tableau A.3 pour Vickers. Dans le cas de la dureté Knoop, la force d'essai la plus utilisée est de 0,981 N.

Ce sont des forces utilisées couramment dans la métallurgie des poudres. La force d'essai doit être choisie afin de correspondre à une longueur de diagonale assez grande pour permettre un relevé d'exactitude satisfaisante (par exemple une longueur entre 20 µm et 30 µm), suffisamment petite également pour satisfaire aux exigences de mesurage de la dureté de la phase métallique. La force d'essai doit être appliquée au pénétrateur pendant 10 s à 15 s.

Des forces d'essai inférieures peuvent être exigées afin de définir les propriétés locales de la microstructure. Lorsque de telles conditions d'essai sont nécessaires, tous les détails, y compris la préparation métallographique de l'éprouvette, doivent faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

5.2.3 L'emplacement des empreintes doit être choisi avec attention, de la manière suivante:

- a) En ce qui concerne la distance entre les bords de la phase métallique et les pores qui l'entourent: la distance entre ces bords et le centre de l'empreinte doit être au moins égale à 2,5 fois la longueur de la diagonale de l'empreinte (dans le cas de la dureté Knoop: 2,5 fois la diagonale la plus petite de l'empreinte). Dans le cas des revêtements, chaque angle d'une empreinte doit se retrouver à une distance au moins égale à la moitié de la longueur d'une diagonale des bords du revêtement ou des pores.
- b) En ce qui concerne le bord de l'éprouvette: la distance entre ce bord et le centre de l'empreinte doit être au moins égale à 2,5 fois la diagonale de l'empreinte (50 µm pour la dureté Knoop).
- c) La distance la plus petite entre les centres de deux empreintes adjacentes doit être au moins égale à 2,5 fois la diagonale de la plus grande empreinte.
- d) En ce qui concerne les revêtements, les quatre bords de l'empreinte doivent avoir une longueur équivalente, à 5 % près et, de plus, pour les essais de dureté Vickers, les deux diagonales doivent être de longueur égale, à 5 % près.
- e) La profondeur de l'empreinte, qui peut être calculée en fonction de la longueur d'une diagonale, ne doit pas dépasser un tiers de l'épaisseur de la couche qui doit être caractérisée. (Pour la définition des symboles utilisés, voir le Tableau A.4.)

$$\text{Pour HV, } t \approx \frac{d' + d''}{14} \text{ et pour HK, } t \approx \frac{d}{30}$$

5.2.4 Une empreinte n'est pas valide si

- ses angles ne sont pas clairement définis,
- ses bords sont déformés (vers l'intérieur ou l'extérieur),
- les longueurs des diagonales sont sensiblement différentes, dans le cas de la microdureté Vickers, ou
- il y a des signes d'affaissement de matériau adjacents à l'empreinte.

Les résultats qui semblent anormalement faibles par rapport aux résultats des empreintes voisines doivent être éliminés, car cela peut être causé par la présence d'un pore sous-jacent invisible, très près de l'empreinte étudiée.

5.2.5 En général, au moins cinq empreintes valides doivent être réalisées et mesurées à l'intérieur de la surface prescrite.

5.2.6 Les vibrations causées par des facteurs externes doivent être évitées.