
**Céramiques techniques — Méthode
d'essai de dureté des céramiques
monolithiques à température
ambiante**

*Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics) —
Test method for hardness of monolithic ceramics at room temperature*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 14705:2016](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/561eda62-96ae-44f3-a698-ea6b8bd88632/iso-14705-2016)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/561eda62-96ae-44f3-a698-
ea6b8bd88632/iso-14705-2016](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/561eda62-96ae-44f3-a698-ea6b8bd88632/iso-14705-2016)



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 14705:2016

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/561eda62-96ae-44f3-a698-ea6b8bd88632/iso-14705-2016>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2016

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, 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, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office

Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8

CH-1214 Vernier, Genève

Tél.: +41 22 749 01 11

E-mail: copyright@iso.org

Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Dureté Vickers	2
4.1 Principe.....	2
4.2 Symboles, abréviations et désignations.....	2
4.3 Portée et utilisation.....	4
4.4 Appareillage.....	5
4.5 Éprouvettes.....	5
4.6 Mode opératoire.....	5
4.7 Exactitude et incertitudes.....	8
4.8 Rapport d'essai.....	9
5 Dureté Knoop	12
5.1 Principe.....	12
5.2 Symboles et désignations.....	12
5.3 Portée et utilisation.....	14
5.4 Appareillage.....	14
5.5 Éprouvettes.....	15
5.6 Mode opératoire.....	15
5.7 Exactitude et incertitudes.....	16
5.8 Rapport d'essai.....	17
Bibliographie	21

ISO 14705:2016

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/561eda62-96ae-44f3-a698-ea6b8bd88632/iso-14705-2016>

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 attirée 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: www.iso.org/iso/fr/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 206, *Céramiques techniques*.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition (ISO 14705:2008) qui a fait l'objet d'une révision technique.

Céramiques techniques — Méthode d'essai de dureté des céramiques monolithiques à température ambiante

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie une méthode d'essai pour déterminer la dureté Vickers et Knoop des céramiques techniques monolithiques à température ambiante.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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 4545-1, *Matériaux métalliques — Essai de dureté Knoop — Partie 1: Méthode d'essai*

ISO 4545-2, *Matériaux métalliques — Essai de dureté Knoop — Partie 2: Vérification et étalonnage des machines d'essai*

ISO 4545-4, *Matériaux métalliques — Essai de dureté Knoop — Partie 4: Tableau des valeurs de dureté*

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*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/561eda62-96ae-44f3-a698-ea6b8bd88632/iso-14705-2016>

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

— IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>

— ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>

3.1

dureté Vickers

valeur obtenue en divisant la force appliquée par l'aire de l'empreinte calculée à partir de la moyenne des diagonales mesurées des empreintes, en supposant que l'empreinte est celle du pénétrateur non déformé

Note 1 à l'article: La dureté Vickers peut être exprimée en deux unités différentes:

- avec l'unité GPa, obtenue en divisant la force appliquée en N par l'aire de l'empreinte en mm²;
- avec l'indice de dureté Vickers, obtenu en divisant la force appliquée en kgf par l'aire de l'empreinte en mm².

3.2

pénétrateur Vickers

pénétrateur en forme de pyramide à angle droit et base carrée, avec un angle de 136° entre les faces opposées

Note 1 à l'article: Voir le [Tableau 1](#) et la [Figure 1](#).

3.3

dureté Knoop

valeur obtenue en divisant la force appliquée par l'aire projetée de l'empreinte calculée à partir de la mesure de la grande diagonale de l'empreinte, en supposant que l'empreinte est celle du pénétrateur non déformé

Note 1 à l'article: La dureté Knoop peut être exprimée en deux unités différentes:

- a) avec des unités de GPa, obtenues en divisant la force appliquée en N par l'aire projetée de l'empreinte en mm²;
- b) avec l'indice de dureté Knoop, obtenu en divisant la force appliquée en kgf par l'aire projetée de l'empreinte en mm², sans unités spécifiées.

3.4

pénétrateur Knoop

pénétrateur en forme de pyramide à base rhombique, dont les deux angles entre les bords opposés sont égaux à 172,5° et 130°

Note 1 à l'article: Voir le [Tableau 3](#) et la [Figure 6](#).

4 Dureté Vickers

4.1 Principe

Imprimer à la surface d'une éprouvette un pénétrateur en diamant en forme de pyramide à angle droit et base carrée, avec un angle spécifié entre les faces opposées au sommet et mesurer la longueur des diagonales de l'empreinte laissée sur la surface après suppression de la force d'essai, *F*. Voir la [Figure 1](#) et la [Figure 2](#).

4.2 Symboles, abréviations et désignations

4.2.1 Voir le [Tableau 1](#), la [Figure 1](#) et la [Figure 2](#).

4.2.2 La dureté Vickers est désignée par le symbole HV, précédé de la valeur de dureté et suivi d'un nombre représentant la force d'essai (voir le [Tableau 2](#)).

Exemples

- a) utilisation de l'unité SI (GPa):
15,0 GPa HV 9,807 N représente une dureté Vickers de 15,0 GPa, déterminée avec une force d'essai de 9,807 N (1 kgf);
- b) utilisation de l'indice de dureté Vickers (aucune unité spécifiée):
1 500 HV 1 représente un indice de dureté Vickers de 1 500, déterminé avec une force d'essai de 9,807 N (1 kgf).

Tableau 1 — Symboles, abréviations et désignations pour les essais de dureté Vickers

Symbole ou abréviation	Désignation
α	Angle entre les faces opposées au sommet du pénétrateur pyramidal ($136^\circ \pm 0,5^\circ$)
F	Force d'essai, en newtons
d	Moyenne arithmétique, en millimètres, des deux diagonales d_1 et d_2
HV	Dureté Vickers $= \text{Constante} \times \frac{\text{Force d'essai}}{\text{Aire de l'empreinte}}$ a) Unités de GPa $= 0,001 \frac{2F \sin \frac{136^\circ}{2}}{d^2} = 0,001 854 \frac{F}{d^2}$ b) Indice de dureté (aucune unité spécifiée) $= 0,102 \frac{2F \sin \frac{136^\circ}{2}}{d^2} = 0,1891 \frac{F}{d^2}$
c	Moyenne arithmétique de la moitié des deux longueurs médianes de fissures, $2c_1$ et $2c_2$
SD	Écart-type $= \sqrt{\frac{\sum (\overline{HV} - HV_n)^2}{n-1}}$ où $\overline{HV} = \frac{\sum HV_n}{n}$ est la moyenne arithmétique de la dureté Vickers; HV_n est la HV obtenue à partir de la n ème empreinte; n est le nombre d'empreintes.
NOTE	Constante = $\frac{1}{g} = \frac{1}{9,807} = 0,102$, où g est l'accélération due à la gravité.

Tableau 2 — Symboles de dureté et valeurs nominales des forces d'essai, F , pour les essais de dureté Vickers

Symbole de la dureté	Force d'essai, F (valeur nominale)
HV 0,5	4,903 N
HV 1	9,807 N
HV 2	19,61 N
HV 3	29,42 N
HV 5	49,03 N
HV 10	98,07 N
HV 20	196,1 N

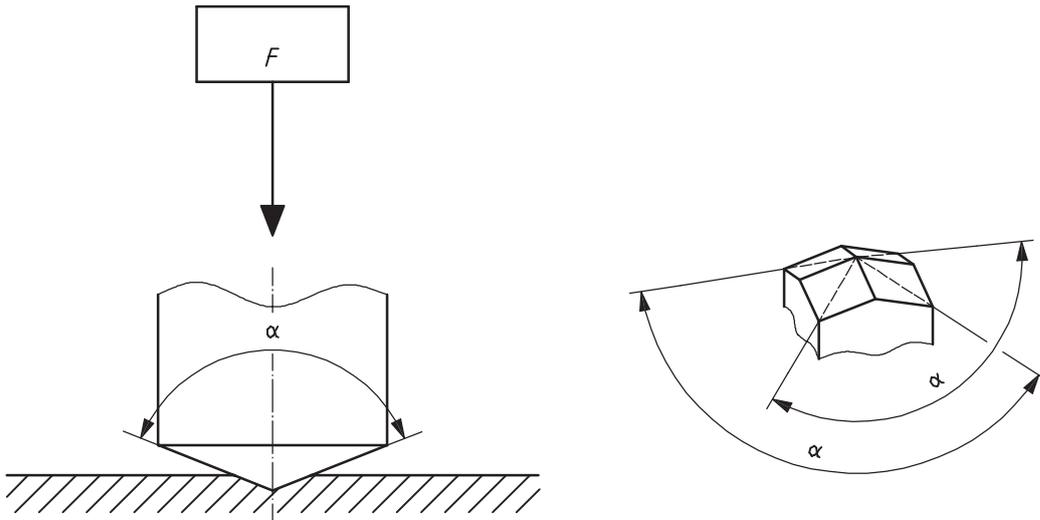


Figure 1 — Pénétrateur Vickers (pyramide en diamant)

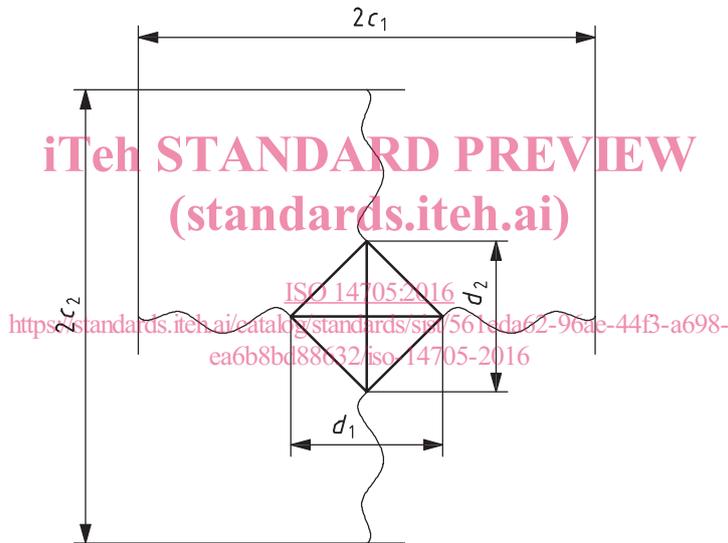


Figure 2 — Empreinte Vickers

4.3 Portée et utilisation

Les longueurs diagonales des empreintes Vickers sont environ 2,8 fois plus courtes que la grande diagonale des empreintes Knoop, et la profondeur d’empreinte est environ 1,5 fois plus profonde que les empreintes Knoop faites à la même force. Les empreintes Vickers sont moins influencées par la planéité de la surface de l’échantillon, le parallélisme de l’axe du diamant par rapport à la normale de la surface de l’éprouvette et le fini de surface que les empreintes Knoop, mais il convient toutefois de prendre ces paramètres en compte. Les empreintes Vickers sont beaucoup plus susceptibles de provoquer des fissures dans les céramiques techniques que les empreintes Knoop. La conversion entre les échelles de dureté ne doit pas être effectuée.

Les empreintes Vickers sur les matériaux métalliques sont principalement formées par la déformation plastique. Cependant, les empreintes Vickers sur les céramiques techniques sont formées par microfissuration et microfracture, en plus de la déformation plastique. Cette différence doit être notée pour comparer la dureté des métaux et des céramiques.

4.4 Appareillage

4.4.1 Machine d'essai, capable d'appliquer une force d'essai prédéterminée comprise entre 4,903 N (0,5 kgf) et 9,807 N (10 kgf), de préférence 9,807 N (1 kgf), conformément à l'ISO 6507-2. La vérification de la force d'essai doit être effectuée conformément à l'ISO 6507-2.

4.4.2 Pénétrateur en diamant, en forme de pyramide à angle droit et base carrée, tel que spécifié dans l'ISO 6507-1 et l'ISO 6507-2. La vérification du pénétrateur doit être effectuée conformément à l'ISO 6507-2.

4.4.3 Dispositif de mesure, capable de mesurer les diagonales d'empreinte avec une résolution de lecture de $\pm 0,2 \mu\text{m}$ ou plus fine. Une ouverture numérique (NA) entre 0,60 et 0,95 pour la lentille d'objectif du microscope est recommandée. La vérification du dispositif de mesure doit être effectuée conformément à l'ISO 6507-2.

NOTE La vérification indirecte peut être effectuée au moyen de blocs normalisés calibrés conformément à l'ISO 6507-3, suivant l'ISO 6507-2, ou au moyen d'autres blocs de référence standard en céramique approuvés et traçables.

4.5 Éprouvettes

4.5.1 L'essai doit être effectué sur une surface lisse, plane et exempte de corps étrangers. L'éprouvette doit être polie pour permettre une mesure précise des longueurs des diagonales de l'empreinte. La préparation doit être effectuée de manière à minimiser toute altération de la dureté de surface. Les surfaces ne doivent pas être décapées thermiquement ou chimiquement. Le cas échéant, les contraintes de surface résiduelles doivent être éliminées par des procédures de polissage ou de recuit appropriées.

4.5.2 L'épaisseur de l'éprouvette doit être d'au moins 0,5 mm. Elle doit être d'au moins 1,5 fois la diagonale de l'empreinte, d , et d'au moins 2 fois la longueur de fissure, c , la valeur la plus grande étant retenue. Après l'essai, aucun dommage d'empreinte ne doit être visible sur la face opposée de l'éprouvette.

4.6 Mode opératoire

4.6.1 En général, l'essai doit être effectué à température ambiante dans les limites comprises entre 10 °C à 35 °C. Les essais effectués dans des conditions contrôlées doivent être effectués à une température de 23 °C \pm 5 °C.

4.6.2 La force d'essai doit être de 9,807 N (1 kgf). Dans les cas où des écailllements importants ou des fissures/effritements latéraux se produisent ou lorsque l'impression est trop faible, les forces d'essai comprises entre 4,903 N (0,5 kgf) et 196,1 N (20 kgf), énumérées dans le [Tableau 2](#), peuvent être utilisées. Une charge plus lourde peut être requise dans les cas où la structure des grains est très grossière et la zone d'empreinte à des charges plus faibles risque d'entrer en contact avec seulement quelques grains du matériau (par exemple, un matériau multiphase).

4.6.3 Les éléments suivants doivent être confirmés avant l'essai.

- a) Vérifier le zéro du système de mesure.
- b) Vérifier le système de mesure à l'aide d'une balance étalonnée ou d'une empreinte certifiée dans un bloc d'essai.
- c) Vérifier le fonctionnement du système de chargement en effectuant un essai sur un bloc d'essai certifié.

- d) Vérifier l'état du pénétrateur en examinant l'empreinte réalisée dans le bloc d'essai. Si nécessaire, remplacer le pénétrateur en tenant compte des conditions données en [4.6.10](#).
- e) Un bloc d'essai avec une dureté élevée doit être utilisé afin d'obtenir des impressions dans la plage de tailles prévue lors des essais sur céramique.

4.6.4 Le pénétrateur doit être nettoyé avant et pendant la série d'essais, car les poudres ou fragments de céramique de l'éprouvette en céramique peuvent adhérer au pénétrateur en diamant.

4.6.5 L'éprouvette doit être placée sur un support rigide. La surface d'appui doit être propre et exempte de matières étrangères. Il est important que l'éprouvette soit maintenue fermement sur le support de façon qu'aucun déplacement ne puisse se produire pendant l'essai.

4.6.6 Ajuster soigneusement les conditions d'éclairage et de mise au point afin d'obtenir une vue et une clarté optimales de l'empreinte. Les deux pointes d'empreinte doivent être mises au point en même temps. Ne pas modifier la mise au point lors de la mesure de la distance d'une pointe à l'autre.

4.6.7 Amener le pénétrateur au contact de la surface d'essai et appliquer la force d'essai dans une direction perpendiculaire à la surface, sans choc ni vibration, jusqu'à ce que la force appliquée atteigne la valeur spécifiée. La durée entre l'application initiale de la force et le moment où la force totale d'essai est atteinte doit être comprise entre 1 s et 5 s. La durée d'application de la force d'essai maximale constante doit être de 15 s.

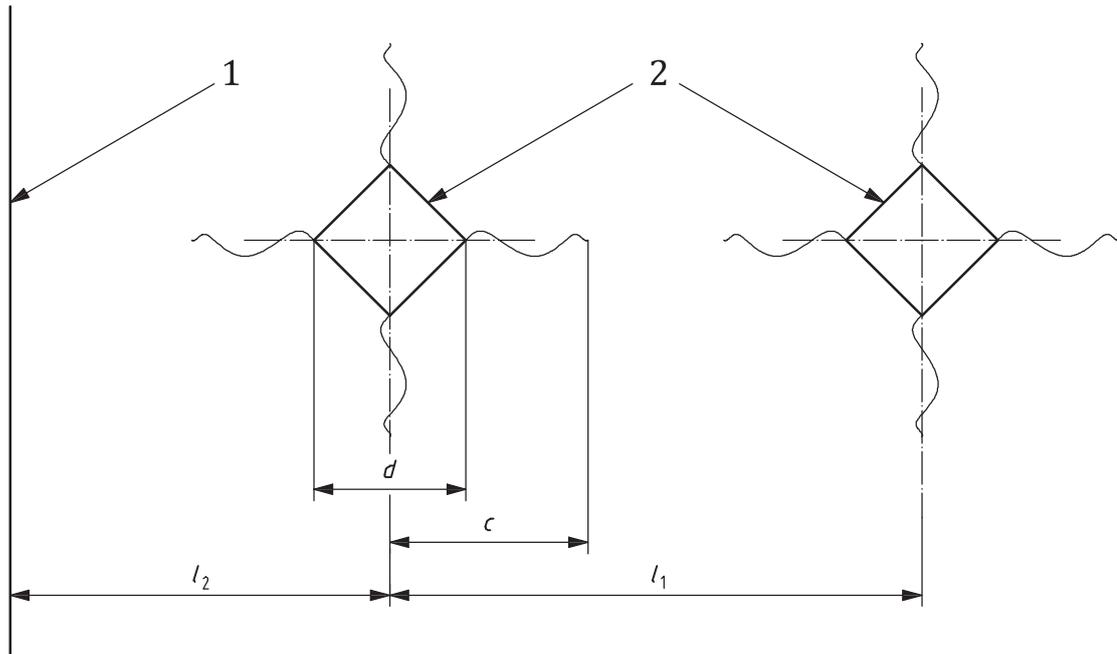
4.6.8 Tout au long de l'essai, l'appareillage doit être protégé contre les chocs ou les vibrations.

4.6.9 La distance entre le bord de l'éprouvette et le centre d'une empreinte doit être égale à au moins 2,5 fois la diagonale moyenne de l'empreinte et au moins 5 fois la longueur moyenne de la fissure, comme représenté à la [Figure 3](#). La distance entre les centres de deux empreintes adjacentes doit être égale à au moins 4 fois la diagonale moyenne de l'empreinte et au moins 5 fois la longueur moyenne de la fissure, comme représenté à la [Figure 3](#). Si deux empreintes adjacentes présentent des tailles et des longueurs de fissures différentes, l'espacement doit être basé sur la diagonale moyenne de l'empreinte la plus grande et la longueur de fissure la plus longue.

ITEH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 14705:2016

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5c1c1e62-91ac-44b3-a698-8e6b81d88628/iso-14705-2016>



Légende

- 1 bord de l'éprouvette
- 2 empreintes
- c longueur entre le centre de l'empreinte et la fin de la fissure
- d longueur de la diagonale de l'empreinte
- l_1 distance entre les centres des empreintes
 $l_1 \geq 4d$ et $5c$
- l_2 distance entre le centre de l'empreinte et le bord de l'échantillon
 $l_2 \geq 2,5d$ et $5c$

Figure 3 — Espacement le plus proche autorisé entre les empreintes et entre l'empreinte et le bord de l'éprouvette pour les empreintes Vickers

4.6.10 L'état du pénétrateur doit être vérifié fréquemment. Toute irrégularité dans la forme de l'empreinte peut indiquer un écaillage, une fissuration ou une autre détérioration du pénétrateur. Si l'examen du pénétrateur le confirme, l'essai doit être rejeté et le pénétrateur remplacé.

4.6.11 En présence d'une fissuration excessive partant des pointes et des côtés de l'empreinte, l'empreinte doit alors être rejetée et ne sera pas mesurée. Si l'une des pointes d'une empreinte tombe dans un pore, l'empreinte doit être rejetée. Si l'empreinte se trouve dans ou sur un gros pore, l'empreinte doit être rejetée. La [Figure 4](#) propose des recommandations pour cette évaluation.

4.6.12 Mesurer la longueur des deux diagonales à 0,2 μm près, pour les diagonales inférieures à 50 μm , ou à 0,5 μm près, pour les diagonales supérieures ou égales à 50 μm . La moyenne arithmétique de deux lectures doit être effectuée pour le calcul de la dureté Vickers. Si la différence des deux diagonales est supérieure à 5 % de la valeur moyenne (voir la [Figure 4](#)), le résultat doit être rejeté et une vérification du parallélisme et de la planéité de l'éprouvette et de l'alignement du pénétrateur doit être effectuée. Suivre très attentivement les instructions du fabricant afin d'utiliser correctement les réticules de mesure. La [Figure 5](#) est fournie à titre indicatif. L'utilisation de méthodes optiques pour améliorer le contraste (comme le contraste interférentiel Nomarski) n'est pas autorisée.

4.6.13 Au moins cinq empreintes valides doivent être réalisées pour obtenir un résultat moyen conformément au présent document.