

---

---

**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 14705:2000](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/535d3c2-ceed-4613-bf5f-51a3664d2829/iso-14705-2000)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/535d3c2-ceed-4613-bf5f-51a3664d2829/iso-14705-2000>



**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 14705:2000

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/535d3c2-ceed-4613-b5f51a3664d2829/iso-14705-2000>

© ISO 2000

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 22 734 10 79  
E-mail [copyright@iso.ch](mailto:copyright@iso.ch)  
Web [www.iso.ch](http://www.iso.ch)

Imprimé en Suisse

## Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
1 <b>Domaine d'application</b> .....	1
2 <b>Références normatives</b> .....	1
3 <b>Termes et définitions</b> .....	1
4 <b>Dureté Vickers</b> .....	2
4.1 <b>Principe</b> .....	2
4.2 <b>Symboles et désignations</b> .....	2
4.3 <b>Signification et usage</b> .....	5
4.4 <b>Appareillage</b> .....	5
4.5 <b>Éprouvettes</b> .....	5
4.6 <b>Mode opératoire</b> .....	5
4.7 <b>Rapport d'essai</b> .....	8
5 <b>Dureté Knoop</b> .....	11
5.1 <b>Principe</b> .....	11
5.2 <b>Symboles et désignations</b> .....	11
5.3 <b>Signification et usage</b> .....	13
5.4 <b>Appareillage</b> .....	14
5.5 <b>Éprouvettes</b> .....	14
5.6 <b>Mode opératoire</b> .....	14
5.7 <b>Rapport d'essai</b> .....	15
<b>Bibliographie</b> .....	21

ITeCh STANDARD PREVIEW  
(standards.itech.ai)

[ISO 14705:2000](https://standards.itech.ai/catalog/standards/sis/535d3c2-cccc-4619-b15f-51a3664d2829/iso-14705-2000)

<https://standards.itech.ai/catalog/standards/sis/535d3c2-cccc-4619-b15f-51a3664d2829/iso-14705-2000>

## 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 3.

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 de la présente Norme internationale 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.

La Norme internationale ISO 14705 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 206, *Céramiques techniques*.

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

[ISO 14705:2000](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/535d3c2-cccf-4613-bf5f-51a3664d2829/iso-14705-2000)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/535d3c2-cccf-4613-bf5f-51a3664d2829/iso-14705-2000>

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

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie une méthode d'essai pour déterminer les duretés Vickers et Knoop des céramiques techniques monolithiques à la température ambiante.

## 2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de l'ISO et de la CEI possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

ISO 4546:1993, *Matériaux métalliques — Essai de dureté — Contrôle des machines d'essai de dureté Knoop.*

ISO 6507-1:1997, *Matériaux métalliques — Essai de dureté Vickers — Partie 1: Méthode d'essai.*

ISO 6507-2:1997, *Matériaux métalliques — Essai de dureté Vickers — Partie 2: Vérification des machines d'essai.*

ISO 10250:1994, *Matériaux métalliques — Essai de dureté — Tableaux des valeurs de dureté Knoop pour utilisation dans les essais effectués sur surfaces planes.*

## 3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les termes et définitions suivants s'appliquent.

### 3.1

#### **dureté Vickers**

valeur obtenue en divisant la charge appliquée par l'aire de l'indentation, calculée sur la base de la moyenne des diagonales mesurées de l'indentation, en supposant que l'indentation est une empreinte laissée par le pénétrateur non déformé

La dureté Vickers peut être exprimée en deux unités différentes:

- a) la dureté Vickers, en gigapascals, obtenue en divisant la charge appliquée, exprimée en kilonewtons, par l'aire de l'indentation, exprimée en millimètres carrés;
- b) l'indice de dureté Vickers, sans spécification d'unité, obtenu en divisant la charge appliquée, exprimée en kilogrammes-force, par l'aire de l'indentation, exprimée en millimètres carrés.

NOTE Il est préférable d'utiliser les gigapascals pour exprimer la dureté Vickers.

**3.2**  
**pénétrateur Vickers**

pénétrateur en forme de pyramide droite à base carrée et dont les deux faces opposées forment un angle de 136°

Voir Tableau 1 et Figure 1.

**3.3**  
**dureté Knoop**

valeur obtenue en divisant la charge appliquée par l'aire projetée de l'indentation, calculée en mesurant la diagonale longue de l'indentation, en supposant que l'indentation est une empreinte laissée par le pénétrateur non déformé

La dureté Knoop peut être exprimée en deux unités différentes:

- a) la dureté Knoop, en gigapascals, obtenue en divisant la charge appliquée, exprimée en kilonewtons, par l'aire projetée de l'indentation, exprimée en millimètres carrés;
- b) l'indice de dureté Knoop, sans spécification d'unité, obtenu en divisant la charge appliquée, exprimée en kilogrammes-force, par l'aire projetée de l'indentation, exprimée en millimètres carrés.

NOTE Il est préférable d'utiliser les gigapascals pour exprimer la dureté Knoop.

**3.4**  
**pénétrateur Knoop**

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

Voir Tableau 3 et Figure 6.

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

**4 Dureté Vickers**

ISO 14705:2000

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/535d3c2-cccf-4613-b5f51a3664d2829/iso-14705-2000>

**4.1 Principe**

Pression forcée, à la surface d'une éprouvette, d'un pénétrateur à diamant en forme de pyramide droite à base carrée dont deux faces opposées forment un angle spécifié au sommet, et mesurage des diagonales de l'indentation laissée à la surface après retrait de la charge d'essai,  $F$  (voir Figures 1 et 2).

**4.2 Symboles et désignations**

**4.2.1** Voir Tableau 1, et Figures 1 et 2.

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

EXEMPLES

(1) Usage de l'unité SI (GPa)

15,0 GPa HV 9,807 N représente une dureté Vickers de 15,0 GPa, déterminée à l'aide d'une charge d'essai égale à 9,807 N (1 kgf).

(2) Usage de l'indice de dureté Vickers (sans spécification d'unité)

1 500 HV 1 représente un indice de dureté Vickers de 1 500, déterminé à l'aide d'une charge d'essai égale à 9,807 N (1 kgf).

Tableau 1 — Symboles et désignations relatifs aux essais de dureté Vickers

Symbole	Désignation
$\alpha$	Angle entre les faces opposées, mesuré au sommet du pénétrateur pyramidal ( $136^\circ \pm 0,5^\circ$ )
$F$	Charge d'essai, en newtons
$d$	Moyenne arithmétique, en millimètres, des deux longueurs de diagonale $d_1$ et $d_2$
$k$	Constante du pénétrateur par laquelle l'aire projetée de l'indentation est liée au carré de la longueur de la grande diagonale
HV	Dureté Vickers = Constante $\times \frac{\text{Charge d'essai}}{\text{Aire de l'indentation}}$ (1) en gigapascals (à utiliser de préférence) $= 0,001 \frac{2F \sin \frac{136^\circ}{2}}{d^2} = 0,001 854 \frac{F}{d^2}$ (2) indice de dureté (sans spécification d'unité) $= 0,102 \frac{2F \sin \frac{136^\circ}{2}}{d^2} = 0,189 1 \frac{F}{d^2}$
$c$	Moyenne arithmétique de la moitié des deux longueurs de fissure médianes $2c_1$ et $2c_2$
SD	Écart-type $= \sqrt{\frac{\sum (\overline{HV} - HV_n)^2}{n - 1}}$ où $\overline{HV} \text{ est la moyenne arithmétique de la dureté Vickers } = \frac{\sum HV_n}{n}$ $HV_n \text{ est la valeur de HV obtenue pour la } n^{\text{ième}} \text{ indentation;}$ $n \text{ est le nombre d'indentations.}$
NOTE	Constante = $\frac{1}{g} = \frac{1}{9,807} = 0,102$ où $g$ est l'accélération due à la pesanteur.

Tableau 2 — Symboles relatifs à la dureté et valeurs nominales de la charge d'essai,  $F$ , pour les essais de dureté Vickers

Symboles relatifs à la dureté	Charge d'essai, $F$ (valeur nominale)
HV 4,903 N ou HV 0,5	4,903 N
HV 9,807 N ou HV 1	9,807 N
HV 19,61 N ou HV 2	19,61 N
HV 29,42 N ou HV 3	29,42 N
HV 49,03 N ou HV 5	49,03 N
HV 98,07 N ou HV 10	98,07 N

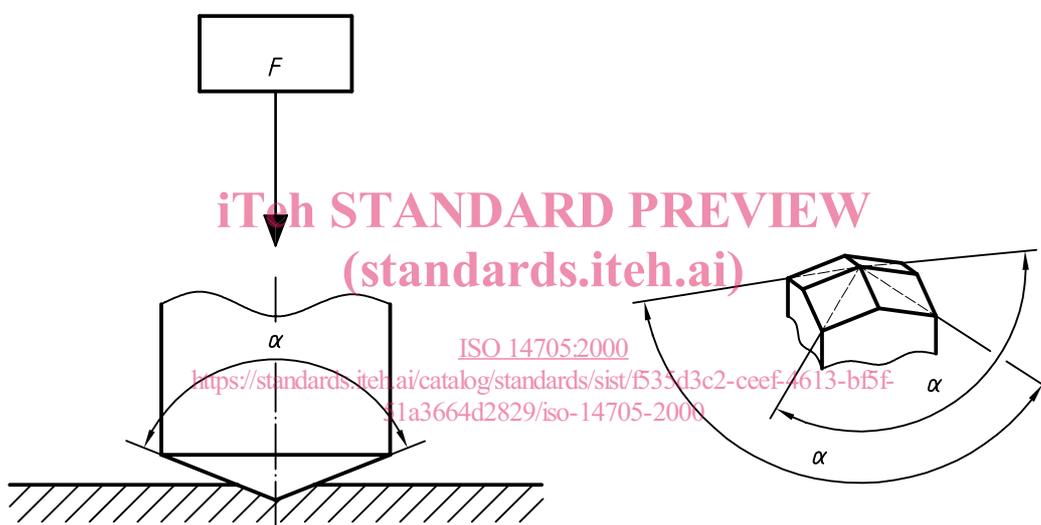


Figure 1 — Pénétrateur Vickers (pyramide à diamant)

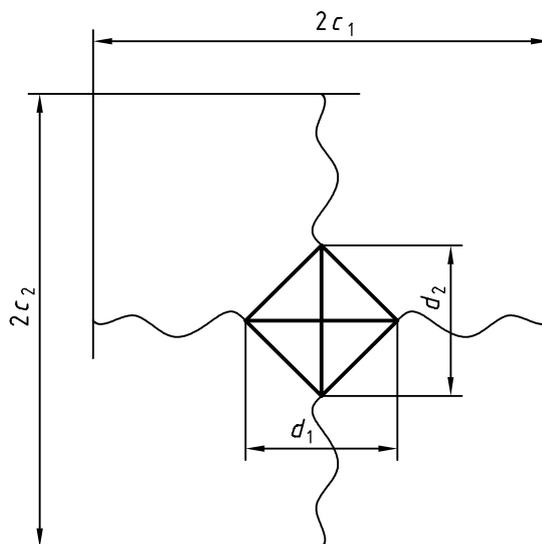


Figure 2 — Indentation Vickers

### 4.3 Signification et usage

Les longueurs de diagonales des indentations de Vickers sont environ 2,8 fois plus courtes que la diagonale longue des indentations Knoop, et la profondeur d'indentation est environ 1,5 fois supérieure à celle d'indentations Knoop réalisées avec une charge identique. Les indentations Vickers subissent moins que les indentations Knoop l'influence de la planéité de surface des éprouvettes, du parallélisme entre l'axe du diamant et la normale à la surface de l'éprouvette, et de la finition de surface, bien que ces paramètres doivent également être pris en compte. Les indentations Vickers présentent une probabilité moins élevée de provoquer des fissures dans les céramiques fines que les indentations Knoop.

Les indentations Vickers sur les matériaux métalliques sont principalement formées par une déformation plastique. Cependant, les indentations Vickers sur les céramiques techniques sont formées par microfissures ou microfractures, outre la déformation plastique. Cette différence doit être notée en comparant les duretés du métal et des céramiques.

### 4.4 Appareillage

**4.4.1 Machine d'essai**, pouvant appliquer une charge d'essai prééglée comprise entre 4,903 N (0,5 kgf) et 98,07 N (10 kgf), de préférence égale à 9,807 N (1 kgf), conforme à l'ISO 6507-2. La vérification de la charge d'essai doit être effectuée conformément à l'ISO 6507-2.

**4.4.2 Pénétrateur à diamant**, en forme de pyramide droite à base carrée, conforme aux spécifications de l'ISO 6507-2. La vérification du pénétrateur doit être effectuée conformément à l'ISO 6507-2.

**4.4.3 Appareil de mesure**, permettant de mesurer les diagonales des indentations avec une résolution de lecture de  $\pm 0,2 \mu\text{m}$  ou meilleure. Une valeur comprise entre 0,65 et 0,95 est recommandée pour l'ouverture numérique (NA) de la lentille du microscope. La vérification de l'appareil de mesure doit être effectuée conformément à l'ISO 6507-2.

NOTE Une vérification indirecte peut être accomplie à l'aide de blocs normalisés étalonnés conformément à l'ISO 6507-3, suivant l'ISO 6507-2 ou, par accord, avec d'autres blocs de référence normalisés en céramique.

51a3664d2829/iso-14705-2000

### 4.5 Éprouvettes

**4.5.1** L'essai doit être effectué sur une surface lisse et uniforme, exempte de matières étrangères. La finition de surface doit permettre de mesurer les diagonales d'indentation avec la précision requise. La surface d'essai doit être polie afin de permettre un mesurage précis. La préparation doit être effectuée de façon à réduire au minimum toute altération de la dureté de la surface.

**4.5.2** L'épaisseur de l'éprouvette doit être d'au moins 0,5 mm. Elle doit être égale à au moins 1,5 fois la diagonale de l'indentation,  $d$ , et à au moins 2 fois la longueur de fissure,  $c$ . Aucune détérioration de l'indentation ne doit être visible derrière l'éprouvette après l'essai.

### 4.6 Mode opératoire

**4.6.1** L'essai s'effectue généralement à la température ambiante, dans des limites comprises entre 10 °C et 35 °C. Les essais réalisés sous des conditions contrôlées doivent être effectués à une température de  $23 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$ .

**4.6.2** La charge d'essai recommandée est de 9,807 N (1 kgf). Lorsqu'il se produit un effritement ou un écaillage latéral de la fissure, ou lorsque l'impression n'est pas assez profonde, il est possible d'appliquer les charges d'essai comprises entre 4,903 N (0,5 kgf) et 98,07 N (10 kgf) indiquées dans le Tableau 2. D'autres circonstances peuvent nécessiter l'application d'une charge plus importante, par exemple lorsque la structure de grain présente une forte granulométrie et que la surface d'impression peut, avec des charges plus faibles, n'entrer en contact qu'avec une quantité réduite de grains de matériau (par exemple pour un matériau multiphase).

**4.6.3** Les points suivants doivent être vérifiés avant essais.

- a) Vérifier le zéro du système de mesure.
- b) Vérifier le système de mesure en utilisant une échelle calibrée ou une indentation dans un bloc de référence.
- c) Vérifier le système de mise en charge en faisant un essai sur un bloc de référence.
- d) Vérifier l'état du pénétrateur par examen de l'indentation faite dans le bloc. Remplacer, si nécessaire, le pénétrateur en tenant compte des conditions données en 4.6.10.

**4.6.4** Le pénétrateur doit être nettoyé avant et pendant les séries d'essais, car des poudres de céramique ou des fragments d'éprouvette peuvent adhérer au pénétrateur à diamant.

**4.6.5** L'éprouvette doit être disposée sur un socle rigide. La surface du socle doit être propre et exempte de substances étrangères. Il est primordial que l'éprouvette repose fermement sur le socle, afin qu'aucun déplacement ne puisse se produire au cours de l'essai.

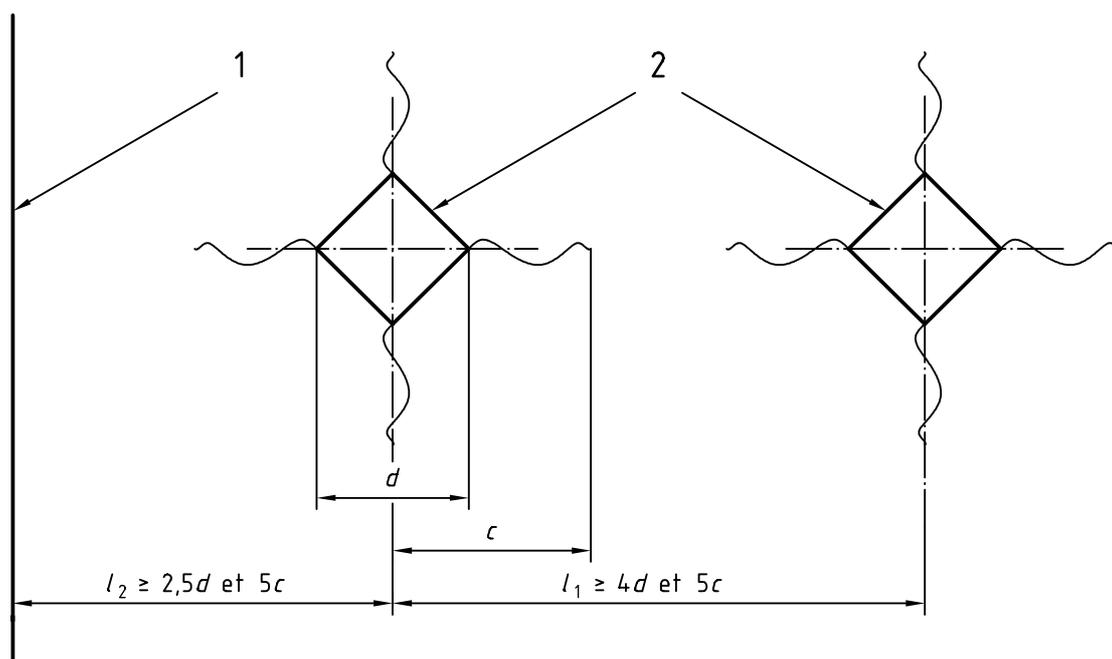
**4.6.6** Régler avec précision l'éclairage et la mise au point afin d'obtenir une vue et une clarté optimales de l'indentation. Les deux pointes de l'indentation doivent se trouver simultanément dans la même mise au point. Ne pas changer la mise au point lors du mesurage de la distance entre les pointes.

**4.6.7** Mettre le pénétrateur en contact avec la surface d'essai et appliquer la charge d'essai dans une direction perpendiculaire à la surface, sans provoquer de choc ni de vibration, et jusqu'à ce que la force exercée atteigne la valeur spécifiée. La vitesse d'approche du pénétrateur ne doit pas influencer sur la dureté mesurée. La durée séparant le moment d'application initiale de la charge et celui où la charge d'essai maximale est atteinte, ne doit ni être inférieure à 2 s, ni dépasser 8 s. La durée d'application de la charge d'essai maximale doit être égale à 15 s.

**4.6.8** Durant tout l'essai, l'appareillage doit être protégé des chocs et des vibrations.

**4.6.9** La distance entre le centre d'une indentation quelconque et le bord de l'éprouvette doit être égale à au moins 2,5 fois la longueur de diagonale moyenne de l'indentation, et au moins 5 fois la longueur moyenne de la fissure, comme illustré à la Figure 3. La distance entre les centres respectifs de deux indentations adjacentes doit être égale à au moins 4 fois la longueur de diagonale moyenne de l'indentation, et à au moins 5 fois la longueur moyenne de la fissure, comme illustré à la Figure 3. Si deux indentations adjacentes présentent une différence de taille et de longueur de fissure, l'espacement doit être mesuré en considérant la moyenne de la plus grande indentation et la plus grande longueur de fissure.

**4.6.10** Le bon état du pénétrateur doit être vérifié fréquemment. Toute irrégularité dans la forme de l'indentation peut indiquer un effritement, une fissuration ou d'autres mauvais états du pénétrateur. Si cela est confirmé lors de l'examen du pénétrateur, l'essai doit être rejeté et le pénétrateur doit être remplacé.



- $c$  est la longueur séparant le centre de l'indentation et l'extrémité de la fissure  
 $d$  est la longueur de la diagonale d'indentation  
 $l_1$  est la distance entre le centre des indentations  
 $l_2$  est la distance entre le centre de l'indentation et le bord de l'éprouvette

#### Légende

- 1 Bord de l'éprouvette  
 2 Indentations

Figure 3 — Distance entre indentations et distance entre l'indentation et le bord de l'éprouvette

**4.6.11** En cas de fissuration excessive depuis les pointes et les bords de l'indentation, l'indentation doit être écartée des mesurages. Si l'une des pointes d'une indentation tombe dans un pore, l'indentation doit être rejetée. Si l'indentation est située dans ou sur un gros pore, elle doit être rejetée. La Figure 4 indique de quelle manière procéder à cette évaluation.

**4.6.12** Mesurer la longueur des deux diagonales avec une précision de  $0,2 \mu\text{m}$  pour les longueurs inférieures à  $50 \mu\text{m}$  et avec une précision de  $0,5 \mu\text{m}$  pour les longueurs supérieures ou égales à  $50 \mu\text{m}$ . La moyenne arithmétique de deux mesures doit être considérée pour le calcul de la dureté Vickers. Si la différence de longueur entre deux diagonales est supérieure à 5 % de la valeur moyenne (voir Figure 4), le résultat doit être rejeté et une vérification doit être effectuée sur le parallélisme et la planéité de l'éprouvette, ainsi que sur l'alignement du pénétrateur. Suivre scrupuleusement les instructions du fabricant concernant l'emploi correct des croisées de fils. La figure 5 indique la marche à suivre.

**4.6.13** Au moins cinq indentations satisfaisantes doivent être pratiquées afin d'obtenir un résultat moyen conforme à la présente Norme internationale.

**4.6.14** Calculer la dureté Vickers, HV, pour chaque indentation satisfaisante, en appliquant l'équation du Tableau 1. Calculer la dureté moyenne pour toutes les indentations satisfaisantes, ainsi que l'écart-type.

**4.6.15** En alternative, se reporter à l'ISO 6507-1 qui contient des tableaux de conversion utilisables lors des essais pratiqués sur des surfaces planes.