

---

---

**Matériaux métalliques — Essai de dureté  
Knoop —**

Partie 2:  
**Vérification et étalonnage des machines  
d'essai**

iTeh STANDARD PREVIEW

*Metallic materials — Knoop hardness test —*

*(standards.iteh.ai)*

*Part 2: Verification and calibration of testing machines*

ISO 4545-2:2005

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4b155d4a-d9b0-417a-a7e6-2bb07e5266d9/iso-4545-2-2005>



**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 4545-2:2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4b55d4a-d9b0-417a-a7e6-2bb07e5266d9/iso-4545-2-2005)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4b55d4a-d9b0-417a-a7e6-2bb07e5266d9/iso-4545-2-2005>

© ISO 2005

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](mailto:copyright@iso.org)  
Web [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

**Sommaire**

Page

<b>Avant-propos</b> .....	<b>iv</b>
<b>1</b> <b>Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b> <b>Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3</b> <b>Conditions générales</b> .....	<b>1</b>
<b>4</b> <b>Vérification directe</b> .....	<b>2</b>
<b>5</b> <b>Vérification indirecte</b> .....	<b>4</b>
<b>6</b> <b>Intervalles entre vérifications</b> .....	<b>6</b>
<b>7</b> <b>Rapport de vérification/certificat d'étalonnage</b> .....	<b>6</b>
<b>Annexe A</b> (informative) <b>Notes sur les pénétrateurs en diamant</b> .....	<b>7</b>
<b>Annexe B</b> (informative) <b>Incertitude de mesure des résultats d'étalonnage de la machine d'essai de dureté</b> .....	<b>8</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>14</b>

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

[ISO 4545-2:2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4b55d4a-d9b0-417a-a7e6-2bb07e5266d9/iso-4545-2-2005)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4b55d4a-d9b0-417a-a7e6-2bb07e5266d9/iso-4545-2-2005>

## 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 4545-2 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 164, *Essais mécaniques des métaux*, sous-comité SC 3, *Essais de dureté*.

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

L'ISO 4545-2 annule et remplace l'ISO 4546:1993, qui a fait l'objet d'une révision technique.

L'ISO 4545 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Matériaux métalliques — Essai de dureté Knoop*:

- *Partie 1: Méthode d'essai*
- *Partie 2: Vérification et étalonnage des machines d'essai*
- *Partie 3: Étalonnage des blocs de référence*
- *Partie 4: Tableau des valeurs de dureté*

# Matériaux métalliques — Essai de dureté Knoop —

## Partie 2:

## Vérification et étalonnage des machines d'essai

### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 4545 spécifie une méthode de vérification des machines d'essai utilisées pour la détermination de la dureté Knoop pour les matériaux métalliques conformément à l'ISO 4545-1. Elle couvre des forces d'essai de 0,098 07 N à 19,614 N. La méthode est recommandée seulement pour les empreintes de diagonales supérieures ou égales à 0,020 mm.

Elle spécifie une méthode de vérification directe pour contrôler les principales fonctions de la machine et une méthode de vérification indirecte appropriée pour une vérification globale de la machine. La méthode de vérification indirecte peut être utilisée seule pour une vérification de routine de la machine en service.

Si une machine d'essai est également utilisée pour d'autres méthodes d'essai de dureté, il convient de la vérifier indépendamment pour chaque méthode.

### 2 Références normatives

[ISO 4545-2:2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4b55d4a-d9b0-417a-a7e6-2bb07a5266d9/iso-4545-2-2005)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4b55d4a-d9b0-417a-a7e6-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4b55d4a-d9b0-417a-a7e6-2bb07a5266d9/iso-4545-2-2005)

[2bb07a5266d9/iso-4545-2-2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4b55d4a-d9b0-417a-a7e6-2bb07a5266d9/iso-4545-2-2005)

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 376:2004, *Matériaux métalliques — Étalonnage des instruments de mesure de force utilisés pour la vérification des machines d'essais uniaxiaux*

ISO 4545-1:2005, *Matériaux métalliques — Essai de dureté Knoop — Partie 1: Méthode d'essai*

ISO 4545-3, *Matériaux métalliques — Essai de dureté Knoop — Partie 3: Étalonnage des blocs de référence*

### 3 Conditions générales

Avant de contrôler une machine d'essai de dureté Knoop, elle doit être examinée afin de s'assurer qu'elle est correctement installée conformément aux instructions du fabricant.

Il convient en particulier de vérifier:

- a) que l'équipage mobile portant le pénétrateur peut se déplacer librement, sans frottement ni jeu latéral excessif;
- b) que le pénétrateur est solidement fixé sur l'équipage mobile;
- c) que la force d'essai peut être appliquée et supprimée sans secousse ni vibration et de telle façon que les lectures n'en soient pas influencées;

- d) que dans le cas où le système de mesure fait partie intégrante de la machine:
- le passage du mode d'application et de suppression de la force au mode de mesure est sans influence sur les lectures,
  - le système d'éclairage est sans effet sur les lectures,
  - le centre de l'empreinte est proche du centre du champ d'observation.

## 4 Vérification directe

### 4.1 Généralités

**4.1.1** Il convient que la vérification directe soit effectuée à une température de  $(23 \pm 5)$  °C. Si la vérification est faite en dehors de cet intervalle de température, cela doit être consigné dans le rapport de vérification.

**4.1.2** Les instruments utilisés pour la vérification et l'étalonnage doivent pouvoir être raccordés aux étalons nationaux.

**4.1.3** La vérification directe comporte:

- a) l'étalonnage de la force d'essai;
- b) la vérification du pénétrateur;
- c) l'étalonnage du système de mesure; ([standards.iteh.ai](https://standards.iteh.ai/))
- d) la vérification du cycle d'essai.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4b55d4a-d9b0-417a-a7e6-2bb07e5266d9/iso-4545-2-2005>

### 4.2 Étalonnage de la force d'essai

**4.2.1** Chaque force d'essai utilisée (voir l'ISO 4545-1:2005, Tableau 2) dans le domaine d'utilisation de la machine d'essai doit être mesurée.

**4.2.2** La force d'essai doit être mesurée par l'une des deux méthodes suivantes:

- au moyen d'un instrument élastique de mesure de force, de classe 1 selon l'ISO 376:2004;
- en l'équilibrant par une force, exacte à  $\pm 0,2$  %, appliquée par l'intermédiaire de masses étalonnées ou par une autre méthode ayant la même exactitude.

**4.2.3** Trois lectures doivent être faites pour chaque force d'essai. Immédiatement avant chaque lecture, le pénétrateur doit avoir été déplacé dans la même direction qu'au cours de l'essai. Toutes les lectures doivent se situer dans les tolérances définies dans le Tableau 1.

**Tableau 1 — Tolérances sur les forces d'essai**

Force d'essai, $F$ N	Tolérance %
$0,098\ 07 \leq F < 1,961$	$\pm 1,5$
$1,961 \leq F \leq 19,614$	$\pm 1,0$

### 4.3 Vérification du pénétrateur

- 4.3.1** Les quatre faces de la pyramide en diamant doivent être polies et exemptes de défauts de surface.
- 4.3.2** La vérification de la forme du pénétrateur peut être effectuée par mesurage direct ou par mesurage optique. Le dispositif utilisé pour la vérification doit être exact à  $\pm 0,07^\circ$  près.
- 4.3.3** L'angle  $\alpha$  entre deux côtés opposés au sommet de la pyramide en diamant doit être égal à  $(172,5 \pm 0,1)^\circ$  (voir Figure 1).
- 4.3.4** L'angle  $\beta$  entre deux côtés opposés au sommet de la pyramide en diamant doit être égal à  $(130 \pm 1,0)^\circ$  (voir Figure 1).
- 4.3.5** La constante  $c$  du pénétrateur (voir l'ISO 4545-1:2005, Tableau 1) doit être égale à la valeur idéale  $0,070\ 28$  à  $1\%$  près ( $0,069\ 58 \leq c \leq 0,070\ 98$ ).

NOTE Pour respecter les tolérances pour la constante  $c$  du pénétrateur, les valeurs de l'angle  $\alpha$  et/ou de l'angle  $\beta$  peuvent nécessiter d'être maintenues dans des tolérances plus serrées que celles données ci-avant.

- 4.3.6** L'angle entre l'axe de la pyramide en diamant et l'axe du porte-pénétrateur (perpendiculairement à la face d'appui) doit se situer dans l'intervalle  $\pm 0,5^\circ$ .
- 4.3.7** Les quatre faces doivent être concourantes en un point commun. La longueur maximale admissible de l'arête commune à deux faces opposées doit être inférieure à  $1,0\ \mu\text{m}$  (voir Figure 2).

NOTE Pour des empreintes inférieures à  $0,020\ \text{mm}$ , il convient que la longueur maximale admissible de l'arête commune soit proportionnellement inférieure. L'arête commune peut être déterminée en mesurant une empreinte.

### 4.4 Étalonnage du système de mesure

- 4.4.1** Le système de mesure de la longue diagonale de l'empreinte doit être étalonné pour chaque grandissement à utiliser par rapport à une échelle linéaire graduée avec précision (micromètre objet) ou un système d'exactitude équivalente. Les erreurs de l'échelle linéaire doivent être connues avec une incertitude de  $0,1\ \mu\text{m}$  ou de  $0,05\%$ , la plus grande des deux valeurs étant retenue.
- 4.4.2** Le système de mesure doit être vérifié par des mesurages réalisés à l'aide d'une règle micrométrique pour au moins cinq intervalles de chaque domaine de mesure.
- 4.4.3** L'erreur maximale admissible du système de mesure doit être de  $\pm 0,5\%$  ou de  $0,4\ \mu\text{m}$ , la plus grande des deux valeurs étant retenue. Si nécessaire, un facteur d'étalonnage peut être appliqué pour être conforme à cette tolérance.

### 4.5 Vérification du cycle d'essai

Le cycle d'essai doit être réglé avec une incertitude de  $1\ \text{s}$  et doit être conforme au cycle d'essai de l'ISO 4545-1.

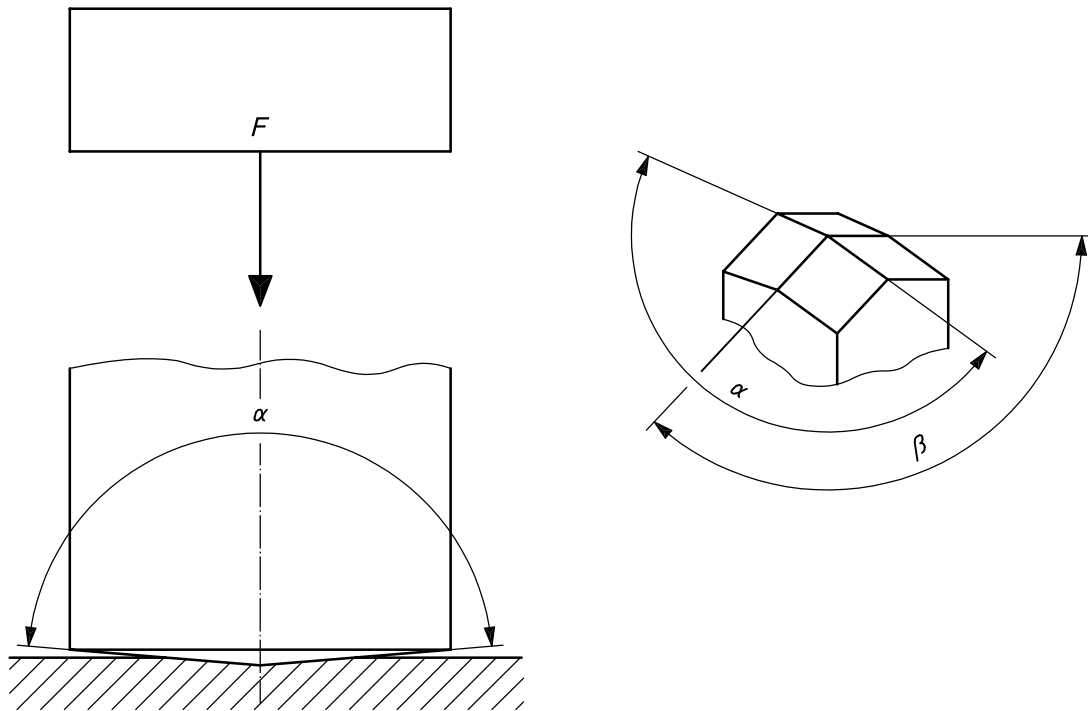


Figure 1 — Principe de l'essai et géométrie du pénétrateur  
(standards.iteh.ai)

Dimensions en  $\mu\text{m}$

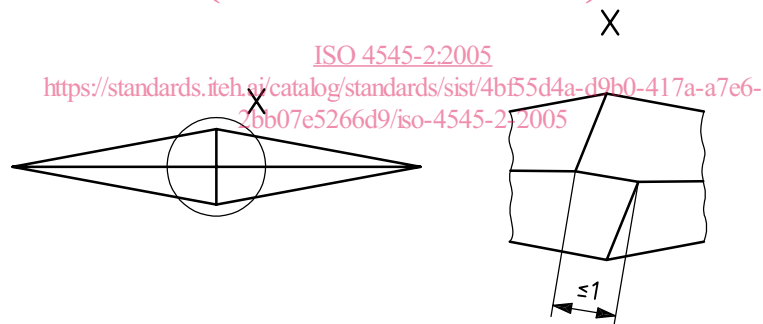


Figure 2 — Arête commune au sommet du pénétrateur

## 5 Vérification indirecte

5.1 Il convient que la vérification indirecte soit effectuée à une température de  $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$  au moyen de blocs de référence étalonnés conformément à l'ISO 4545-3. Si la vérification est faite en dehors de cet intervalle de température, cela doit être consigné dans le rapport de vérification.

5.2 Sur chaque bloc de référence, mesurer l'empreinte de référence. Pour chaque bloc, la différence entre la valeur moyenne mesurée et la longue diagonale certifiée ne doit pas dépasser 0,5 % ou  $0,4 \mu\text{m}$ , la plus grande des deux valeurs étant retenue.

5.3 Pour la vérification des machines d'essai travaillant avec plusieurs forces d'essai, toutes les forces utilisées doivent être choisies. L'une des forces doit être la plus petite force d'essai utilisée et l'autre force doit être choisie dans la moitié supérieure des forces utilisées. Pour chaque force d'essai choisie, deux blocs de référence différents doivent être choisis dans la gamme de dureté pour laquelle la machine est utilisée. Le rapport des valeurs de dureté des deux blocs doit être supérieur ou égal à 2.



**5.4** Pour la vérification des machines d'essai utilisées pour une seule force d'essai, trois blocs de référence doivent être utilisés uniformément répartis sur la gamme de la machine.

**5.5** Sur chaque bloc de référence, cinq empreintes doivent être faites et mesurées. Les essais doivent être effectués conformément à l'ISO 4545-1.

**5.6** Pour chaque bloc de référence, soient  $d_1, d_2, d_3, d_4, d_5$ , les valeurs moyennes arithmétiques des diagonales mesurées des empreintes, classées par ordre croissant, et

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5}{5} \quad (1)$$

**5.7** La répétabilité,  $r$ , de la machine d'essai, dans les conditions particulières de la vérification, est calculée comme suit:

$$r = d_5 - d_1 \quad (2)$$

La répétabilité, exprimée sous forme d'un pourcentage de  $\bar{d}$ , est calculée comme suit:

$$r_{\text{rel}} = 100 \frac{d_5 - d_1}{\bar{d}} \quad (3)$$

La répétabilité de la machine d'essai est satisfaisante si  $r \leq 0,001$  mm. Si  $r > 0,001$  mm, la répétabilité de la machine est satisfaisante si  $r_{\text{rel}}$  est inférieure ou égale aux pourcentages indiqués dans le Tableau 2.

(standard preview)  
Tableau 2 — Répétabilité relative

Intervalle de dureté des blocs d'essai étalonnés	Force d'essai N	Répétabilité relative, $r_{\text{rel}}$ , maximale admissible, %
$100 \leq \text{HK} \leq 250$	$0,098\ 07 \leq F \leq 4,903$	9
$250 < \text{HK} \leq 650$		5
$\text{HK} > 650$		4
$100 \leq \text{HK} \leq 250$	$4,903 < F \leq 19,614$	8
$250 < \text{HK} \leq 650$		4
$\text{HK} > 650$		3

HK: dureté Knoop.

**5.8** L'erreur,  $E$ , de la machine d'essai, dans les conditions particulières de la vérification, est calculée selon la formule suivante:

$$E = \bar{d} - d_c \quad (4)$$

L'erreur pour cent,  $E_{\text{rel}}$ , est calculée selon l'équation suivante:

$$E_{\text{rel}} = 100 \frac{\bar{d} - d_c}{d_c} \quad (5)$$

où  $d_c$  est la longueur de la diagonale moyenne certifiée, déclarée pour le bloc de référence, en millimètres.

L'erreur maximale de la machine d'essai est satisfaisante si  $E \leq \pm 0,000 5$  mm. Si  $E > 0,000 5$  mm, l'erreur de la machine d'essai est satisfaisante si  $E_{rel} \leq \pm 2 \%$ .

5.9 La détermination de l'incertitude de mesure des résultats de l'étalonnage de la machine d'essai de dureté est donnée en Annexe B.

## 6 Intervalles entre vérifications

Les spécifications pour les vérifications directes des machines d'essai de dureté sont données dans le Tableau 3.

Les vérifications indirectes doivent être effectuées au moins une fois tous les 12 mois et après qu'une vérification directe a été effectuée.

Tableau 3 — Vérifications directes des machines d'essai de dureté

Exigences de vérification	Force	Système de mesure	Cycle d'essai	Pénétrateur <sup>a</sup>
Avant l'installation préalable à la 1 <sup>ère</sup> utilisation	x	x	x	x
Après démontage et réassemblage, si la force, le système de mesure ou le cycle d'essai sont affectés	x	x	x	
Non-conformité de la vérification indirecte <sup>b</sup>	x	x	x	
Vérification indirecte réalisée il y a plus de 14 mois	x	x	x	

<sup>a</sup> En outre, il est recommandé que le pénétrateur soit vérifié directement après 2 ans d'utilisation.

<sup>b</sup> La vérification de ces paramètres peut être réalisée séquentiellement (jusqu'à ce que la machine satisfasse à la vérification indirecte) et n'est pas exigée s'il peut être démontré (par exemple par des essais avec un pénétrateur de référence) que le pénétrateur était la cause de la non-conformité.

## 7 Rapport de vérification/certificat d'étalonnage

Le rapport de vérification/certificat d'étalonnage doit contenir les informations suivantes:

- la référence à la présente partie de l'ISO 4545;
- la méthode de vérification (directe et/ou indirecte);
- les données d'identification de la machine d'essai de dureté;
- les moyens de vérification (blocs de référence, instruments élastiques de mesure de force, etc.);
- la ou les forces d'essai utilisées;
- les valeurs de dureté des blocs étalonnés utilisés;
- la température de vérification, si elle est en dehors de l'intervalle spécifié dans l'Article 4;
- le résultat obtenu;
- la date de la vérification et la référence de l'instance de vérification;
- l'incertitude du résultat de la vérification.

## Annexe A (informative)

### Notes sur les pénétrateurs en diamant

L'expérience a montré que de nombreux pénétrateurs initialement satisfaisants pouvaient devenir défectueux après avoir été utilisés pendant un temps relativement court. Cela est dû à de petites fissures, piqûres ou autres défauts de surface. Si de tels défauts sont détectés à temps, de nombreux pénétrateurs peuvent être récupérés par un nouveau polissage. Sinon, tout petit défaut de surface s'aggrave rapidement et rend le pénétrateur inutilisable.

En conséquence

- il convient que l'état des pénétrateurs soit surveillé par un examen visuel de l'aspect de l'empreinte sur un bloc de référence, chaque jour où la machine est utilisée;
- la vérification d'un pénétrateur cesse d'être valide dès que le pénétrateur présente des défauts;
- il convient que les pénétrateurs ayant été polis à nouveau ou réparés d'une autre manière respectent toutes les exigences de 4.3.

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

[ISO 4545-2:2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4b55d4a-d9b0-417a-a7e6-2bb07e5266d9/iso-4545-2-2005)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4b55d4a-d9b0-417a-a7e6-2bb07e5266d9/iso-4545-2-2005>