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

**Partie 3:
Étalonnage des blocs de référence**

Metallic materials — Knoop hardness test —

Part 3: Calibration of reference blocks
iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 4545-3:2017

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d576294a-f4d5-46ad-8776-2adeb1db31a7/iso-4545-3-2017>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 4545-3:2017

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d576294a-f4d5-46ad-8776-2adeb1db31a7/iso-4545-3-2017>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2017, 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 |
| 1 Domaine d'application | 1 |
| 2 Références normatives | 1 |
| 3 Termes et définitions | 1 |
| 4 Fabrication du bloc de référence | 1 |
| 4.1 Généralités..... | 1 |
| 4.2 Épaisseur..... | 1 |
| 4.3 Surface d'essai..... | 2 |
| 4.4 Magnétisme..... | 2 |
| 4.5 Planéité et parallélisme..... | 2 |
| 4.6 Rugosité de surface..... | 2 |
| 4.7 Prévention du repolissage de la surface d'essai..... | 2 |
| 5 Machine d'étalonnage | 2 |
| 5.1 Généralités..... | 2 |
| 5.2 Vérification directe..... | 2 |
| 5.3 Traçabilité des instruments de vérification..... | 3 |
| 5.4 Force d'essai..... | 3 |
| 5.5 Pénétrateur..... | 3 |
| 5.6 Système de mesure de la diagonale..... | 3 |
| 6 Mode opératoire d'étalonnage | 4 |
| 7 Nombre d'empreintes | 4 |
| 8 Uniformité de la dureté | 4 |
| 8.1 Non-uniformité relative..... | 4 |
| 8.2 Incertitude de mesure..... | 5 |
| 9 Marquage | 5 |
| 10 Certificat d'étalonnage | 5 |
| 11 Validité | 5 |
| Annexe A (informative) Réglage des systèmes d'éclairage de Köhler | 6 |
| Annexe B (informative) Incertitude de la valeur de dureté moyenne des blocs de référence de dureté | 7 |
| 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 (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 nature volontaire des normes, 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/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 164, *Essais mécaniques des métaux*, sous-comité SC 3, *Essais de dureté*.

Cette seconde édition annule et remplace la première édition (ISO 4545-3:2005), qui a fait l'objet d'une révision technique.

Le présent document a fait l'objet de modifications importantes du point de vue technique par rapport à l'édition précédente:

- ajout d'exigences concernant la surface d'essai maximale des blocs de référence;
- révision des exigences relatives à l'incertitude maximale des intervalles séparant les graduations de l'échelle du micromètre;
- révision des exigences relatives à l'étalonnage et la vérification du système de mesure, conformément à l'ISO 4545-2;
- révision des exigences concernant l'uniformité de la dureté des blocs de référence pour tenir compte de différents nombres d'empreintes d'étalonnage;
- révision des exigences temporelles concernant la vitesse d'approche de la force d'essai et le temps de maintien de la force d'essai maximale pour indiquer une valeur de temps cible;
- révision de l'[Annexe B](#).

Une liste de toutes les parties de la série ISO 4545 est disponible sur le site Internet de l'ISO.

Matériaux métalliques — Essai de dureté Knoop —

Partie 3: Étalonnage des blocs de référence

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie la méthode pour l'étalonnage des blocs de référence à utiliser pour la vérification indirecte des machines d'essai de dureté Knoop conformément à l'ISO 4545-2.

La méthode s'applique uniquement aux empreintes de longue diagonale supérieure ou égale à 0,020 mm.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte 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 376:2011, *Matériaux métalliques — Étalonnage des instruments de mesure de force utilisés pour la vérification des machines d'essais uniaxiaux*

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*

3 Termes et définitions

Aucun terme ni définition n'est défini dans le présent document.

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>

4 Fabrication du bloc de référence

4.1 Généralités

Le bloc doit être fabriqué spécifiquement en vue d'une utilisation en tant que bloc de référence de dureté à l'aide d'un procédé de fabrication qui assure l'homogénéité, la stabilité de la structure et l'uniformité de la dureté de surface nécessaires.

4.2 Épaisseur

Chaque bloc métallique à étalonner doit avoir une épaisseur supérieure ou égale à 5 mm.

4.3 Surface d'essai

La surface d'essai du bloc de référence ne doit pas dépasser 40 cm².

4.4 Magnétisme

Les blocs de référence ne doivent pas être aimantés. Il est recommandé que le fabricant fasse en sorte que les blocs, s'ils sont faits en acier, aient été démagnétisés à la fin du procédé de fabrication (avant étalonnage).

4.5 Planéité et parallélisme

L'écart maximal de planéité des surfaces d'essai et d'appui ne doit pas dépasser 0,005 mm. L'erreur maximale de parallélisme ne doit pas dépasser 0,010 mm/50 mm.

4.6 Rugosité de surface

La surface d'essai doit être exempte de rayures pouvant interférer avec le mesurage des empreintes. La rugosité de la surface d'essai, *Ra*, ne doit pas dépasser 0,05 µm.^[1] La surface d'appui inférieure doit comporter un fini meulé fin ou mieux.

4.7 Prévention du repolissage de la surface d'essai

Afin de vérifier qu'il n'a pas été enlevé ultérieurement de matière sur le bloc de référence, son épaisseur au moment de l'étalonnage, arrondie à 0,01 mm près, doit y être marquée, ou une marque d'identification doit être apposée sur la surface d'essai [voir 8.2 e)].

5 Machine d'étalonnage

ISO 4545-3:2017

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d576294a-f4d5-46ad-8776-2adeb1db31a7/iso-4545-3-2017>

5.1 Généralités

Outre le respect des exigences générales spécifiées dans l'ISO 4545-2, la machine d'étalonnage doit également satisfaire aux exigences de 5.2 à 5.6.

NOTE Les critères définis dans le présent document pour les performances de la machine d'étalonnage ont été élaborés et affinés sur une longue période. Lors de la détermination d'une tolérance spécifique qu'il est nécessaire que la machine atteigne, cette tolérance intègre l'incertitude liée à l'utilisation du matériel de mesure et/ou les normes de référence; il ne serait donc pas opportun de tenir compte de cette incertitude en incluant une marge supplémentaire, par exemple, en réduisant la tolérance par l'incertitude du mesurage. Cela s'applique à tous les mesurages effectués lors de la réalisation de la vérification directe de la machine d'étalonnage.

5.2 Vérification directe

La machine d'étalonnage doit avoir fait l'objet d'une vérification directe au cours des 12 derniers mois.

La vérification directe comporte:

- l'étalonnage de la force d'essai;
- la vérification du pénétrateur;
- l'étalonnage et la vérification du système de mesure de la diagonale; et
- la vérification du cycle d'essai et, si possible, au moins le comportement de la force en fonction du temps.

5.3 Traçabilité des instruments de vérification

Les instruments utilisés pour la vérification et l'étalonnage doivent pouvoir être tracés jusqu'à des étalons nationaux.

5.4 Force d'essai

Chaque force d'essai doit être vérifiée en trois positions différentes du porte-pénétrateur, espacées d'une façon approximativement égale et couvrant les limites du déplacement utilisées lors de l'essai. À chaque position, la force doit être mesurée trois fois au moyen d'un instrument élastique de mesure de force de classe 0,5 ou supérieure, conformément à l'ISO 376:2011, ou par une autre méthode ayant une exactitude identique ou supérieure. Aucune des valeurs ne doit s'écarter de la valeur nominale de plus de $\pm 0,5\%$.

5.5 Pénétrateur

Le pénétrateur doit respecter l'ISO 4545-2 ainsi que les exigences suivantes:

- les quatre faces de la pyramide à base rhombique doivent être parfaitement polies, exemptes de défauts de surface et planes à $0,000\ 3\ \text{mm}$ près;
- l'angle β (voir l'ISO 4545-1) entre deux faces opposées au sommet de la pyramide en diamant doit être égal à $(130 \pm 0,1)^\circ$;
- l'angle entre l'axe de la pyramide en diamant et l'axe du porte-pénétrateur (perpendiculairement à la face d'appui) doit être inférieur à $0,3^\circ$;
- la pointe du pénétrateur en diamant doit être examinée à l'aide d'un microscope de mesure à haute résolution ou de préférence à l'aide d'un microscope à interférence. Si les quatre faces ne se rejoignent pas en un point, l'arrête commune, telle que décrite dans l'ISO 4545-2 entre les faces opposées doit faire moins de $0,000\ 3\ \text{mm}$.

Un certificat d'étalonnage valable doit être disponible et confirmer les écarts géométriques du pénétrateur.

5.6 Système de mesure de la diagonale

L'échelle du système de mesure de la diagonale doit être graduée pour permettre l'estimation des diagonales de l'empreinte, à $0,000\ 15\ \text{mm}$ près ou $0,25\%$ de la longueur mesurée, la valeur la plus grande étant retenue.

Le système de mesure de la longue diagonale de l'empreinte doit être vérifié à chaque grandissement utilisé et pour chaque échelle de graduation intégrée utilisée selon deux axes de mesure perpendiculaires (le cas échéant), avec un micromètre possédant une échelle linéaire graduée. Les mesurages doivent être effectués en un minimum de cinq intervalles régulièrement espacés, disposés de façon centrale dans le champ de vision et couvrant chaque plage de travail.

L'incertitude élargie maximale de la distance entre les intervalles séparant les graduations de l'échelle du micromètre doit être de $0,000\ 2\ \text{mm}$ ou de $0,04\%$, la plus grande des deux valeurs étant retenue.

Trois mesurages doivent être effectués pour chacun des intervalles régulièrement espacés. L'erreur maximale admissible de chacune des trois mesures de la diagonale sur chaque intervalle doit être égale de $0,000\ 3\ \text{mm}$ ou $0,5\%$ de la longueur mesurée, la plus grande des deux valeurs étant retenue.

NOTE Une technique utile pour régler les systèmes optiques dotés d'un éclairage Köhler figure à l'[Annexe A](#).

6 Mode opératoire d'étalonnage

Les blocs de référence doivent être étalonnés sur une machine d'étalonnage comme décrit dans [l'Article 5](#), à une température de (23 ± 5) °C, en suivant le mode opératoire général spécifié dans l'ISO 4545-1.

Durant l'étalonnage, il convient que la température ne varie pas de plus de 1 °C.

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 vitesse d'approche du pénétrateur doit se situer entre 0,015 et 0,07 mm/s. La durée entre l'application initiale de la force et le moment où la force totale d'essai est atteinte doit être de 7_{-1}^{+1} s. La durée d'application de la force d'essai doit être de 14_{-1}^{+1} s.

L'accélération maximale admissible pour les vibrations atteignant la machine d'étalonnage doit être inférieure à $0,005 g_n$ [g_n étant la valeur conventionnelle de l'accélération due à la pesanteur ($g_n = 9,806 65 \text{ m/s}^2$)].

7 Nombre d'empreintes

Sur chaque bloc de référence, au moins cinq empreintes de référence, uniformément réparties sur toute la surface d'essai, doivent être faites. Au moins l'une des empreintes doit être identifiée en tant qu'empreinte de référence.

Pour réduire l'incertitude de mesure, il convient de réaliser plus de 5 empreintes. Il est recommandé de réaliser 10, 15 ou 25 empreintes réparties en cinq emplacements du bloc de référence.

iTech STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

8 Uniformité de la dureté

[ISO 4545-3:2017](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d576294a-f4d5-46ad-8776-2adeb1db31a7/iso-4545-3-2017>

8.1 Non-uniformité relative

Pour chaque bloc de référence, soient H_1, H_2, \dots, H_n les n valeurs de dureté mesurées ordonnées par ordre croissant correspondant aux diagonales mesurées d_1, d_2, \dots, d_n classées par ordre décroissant. La dureté moyenne, \bar{H} , est calculée selon la [Formule \(1\)](#):

$$\bar{H} = \frac{H_1 + H_2 + \dots + H_n}{n} \quad (1)$$

La non-uniformité relative, r_{rel} , exprimée en pourcentage de \bar{H} , est calculée suivant la [Formule \(2\)](#):

$$r_{\text{rel}} = 100 \times \frac{H_n - H_1}{\bar{H}} \quad (2)$$

L'uniformité du bloc de référence est satisfaisante si $d_1 - d_n \leq 0,001$ mm. Si $d_1 - d_n > 0,001$ mm, l'uniformité du bloc de référence est satisfaisante si r_{rel} est inférieure ou égale aux pourcentages donnés dans le [Tableau 1](#).

Tableau 1 — Non-uniformité maximale admissible

| Dureté du bloc | Valeur de non-uniformité maximale admissible, r_{rel} % HK | | |
|------------------------|---|-------------------|-----------------|
| | de HK 0,001 à HK 0,1 | > HK 0,1 à HK 0,5 | > HK 0,5 à HK 2 |
| $100 \leq HK \leq 200$ | 16 | 14 | 8 |
| $200 < HK \leq 250$ | 10 | 14 | 8 |
| $250 < HK \leq 650$ | 8 | 8 | 6 |
| $HK > 650$ | 6 | 6 | 4 |

8.2 Incertitude de mesure

La détermination de l'incertitude de mesure des blocs de référence de dureté est donnée à l'[Annexe B](#).

9 Marquage

Chaque bloc de référence doit être marqué avec les informations suivantes:

- la moyenne arithmétique des valeurs de dureté trouvées lors de l'essai d'étalonnage, par exemple 249 HK 1;
- le nom ou la marque du fournisseur ou du fabricant;
- le numéro de série;
- le nom ou la marque de l'organisme d'étalonnage;
- l'épaisseur du bloc ou une marque d'identification sur la surface d'essai (voir [4.7](#));
- l'année d'étalonnage si elle n'est pas indiquée dans le numéro de série.

Tous les marquages doivent être situés sur la surface d'essai ou sur le côté du bloc. Toute marque apposée sur le côté du bloc doit être à l'endroit lorsque la surface d'essai est tournée vers le haut.

10 Certificat d'étalonnage

Chaque bloc de référence livré doit être accompagné d'un document donnant au moins les informations suivantes:

- la référence au présent document, c'est-à-dire l'ISO 4545-2;
- le numéro de série du bloc;
- la date d'étalonnage;
- la moyenne arithmétique des valeurs de dureté au format défini dans l'ISO 4545-1 et la valeur caractérisant la non-uniformité du bloc;
- les informations relatives à l'emplacement de chaque empreinte de référence et la longueur de la longue diagonale.

11 Validité

Le bloc de référence n'est valable que pour l'échelle pour laquelle il a été étalonné.

Il convient de limiter à cinq ans la durée de validité de l'étalonnage. L'attention est attirée sur le fait que pour les alliages d'aluminium et de cuivre, il est recommandé de réduire la validité de l'étalonnage à deux ou trois ans.