
**Matériaux métalliques — Essai de
pénétration instrumenté pour la
détermination de la dureté et de
paramètres des matériaux —**

Partie 3:

Étalonnage des blocs de référence

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

*Metallic materials — Instrumented indentation test for hardness and
materials parameters —*

Part 3: Calibration of reference blocks

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ea64d62b-8386-4700-9643-2e3e322fa8da/iso-14577-3-2015>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 14577-3:2015

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ea64d62b-8386-4700-9643-2e3e322fa8da/iso-14577-3-2015>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2015, 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	v
Introduction	vi
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Fabrication des blocs de référence	1
4 Machine d'étalonnage	2
4.1 Généralités.....	2
4.2 Étalonnage de la force d'essai.....	2
4.3 Vérification du pénétrateur.....	3
4.3.1 Généralités.....	3
4.3.2 Pénétrateur Vickers.....	3
4.3.3 Pénétrateurs Berkovich, Berkovich modifié, pénétrateur en forme de trièdre, pénétrateur à bille carbure et pénétrateur de forme conique à pointe sphérique.....	4
4.4 Étalonnage du dispositif de mesure du déplacement.....	4
4.5 Vérification du cycle d'essai.....	5
5 Mode opératoire d'étalonnage	5
6 Nombre d'empreintes	5
7 Uniformité des blocs de référence	6
8 Marquage	6
9 Validité	7
Bibliographie	8

ISO 14577-3:2015

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ea64d62b-8386-4700-9643-2e3e322fa8da/iso-14577-3-2015>

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 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. 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: [Avant-propos — Informations supplémentaires](http://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/cab-4d62b-8386-4700-9643-2e3e322fa8da/iso-14577-3-2015).

L'ISO 14577-3 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 164, *Essais mécaniques des matériaux métalliques*, sous-comité SC 3, *Essais de dureté*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 14577-3:2002), qui a fait l'objet d'une révision technique.

L'ISO 14577 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Matériaux métalliques — Essai de pénétration instrumenté pour la détermination de la dureté et de paramètres des matériaux*:

- Partie 1: Méthode d'essai
- Partie 2: Vérification et étalonnage des machines d'essai
- *Partie 3: Etalonnage des blocs de référence*
- *Partie 4: Méthode d'essai pour les revêtements métalliques et non métalliques*

Introduction

La dureté a été typiquement définie comme la résistance d'un matériau à la pénétration rémanente par un autre matériau plus dur. Les résultats obtenus lors d'essais Rockwell, Vickers et Brinell sont déterminés après enlèvement de la force d'essai. En conséquence, l'effet de la déformation élastique sous le pénétrateur a été ignoré.

L'ISO 14577 (toutes parties) a été préparée pour permettre à l'utilisateur d'évaluer la pénétration des matériaux en prenant en compte la force et le déplacement pendant les déformations plastique et élastique. En suivant le cycle complet d'accroissement et de suppression de la force d'essai, on peut déterminer des valeurs de dureté équivalentes aux valeurs traditionnelles de dureté. Plus important encore, on peut aussi déterminer des caractéristiques complémentaires du matériau telles que son module de pénétration et sa dureté élastoplastique. Toutes ces valeurs peuvent être calculées sans qu'il y ait à mesurer l'empreinte par des moyens optiques. De plus, l'essai de pénétration instrumenté permet d'enregistrer des profils de dureté et de module en fonction de la profondeur, par une variété de techniques, lors d'un cycle de pénétration (probablement complexe).

L'ISO 14577 (toutes parties) a été rédigée pour permettre une grande diversité d'analyses des données après essai.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 14577-3:2015](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ea64d62b-8386-4700-9643-2e3e322fa8da/iso-14577-3-2015)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ea64d62b-8386-4700-9643-2e3e322fa8da/iso-14577-3-2015>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 14577-3:2015

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ea64d62b-8386-4700-9643-2e3e322fa8da/iso-14577-3-2015>

Matériaux métalliques — Essai de pénétration instrumenté pour la détermination de la dureté et de paramètres des matériaux —

Partie 3: Étalonnage des blocs de référence

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 14577 spécifie une méthode pour l'étalonnage des blocs de référence à utiliser pour la vérification indirecte des machines d'essai pour l'essai de pénétration instrumenté, telle que spécifiée dans l'ISO 14577-2:2015.

NOTE Les blocs de référence peuvent être étalonnés conformément au domaine d'application de la machine d'essai ou aux paramètres des matériaux qui sont à déterminer.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants, en tout ou partie, 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, *Matériaux métalliques — Étalonnage des instruments de mesure de force utilisés pour la vérification des machines d'essais uniaxiaux*

ISO 4287, *Spécification géométrique des produits (GPS) — État de surface: Méthode du profil — Termes, définitions et paramètres d'état de surface*

ISO 14577-1:2015, *Matériaux métalliques — Essai de pénétration instrumenté pour la détermination de la dureté et de paramètres des matériaux — Partie 1: Méthode d'essai*

ISO 14577-2:2015, *Matériaux métalliques — Essai de pénétration instrumenté pour la détermination de la dureté et de paramètres des matériaux — Partie 2: Vérification et étalonnage des machines d'essai*

3 Fabrication des blocs de référence

3.1 Le bloc doit être préparé spécialement et le fabricant doit être attentif à la nécessité d'utiliser un procédé de fabrication qui donne l'homogénéité, l'uniformité et la stabilité de structure nécessaires.

3.2 Chaque bloc à étalonner doit avoir une épaisseur au moins égale à 2 mm pour le nano-intervalle, à 5 mm pour la micro-intervalle et à 16 mm pour le macro-intervalle.

Si le procédé de fabrication l'exige, l'épaisseur des blocs de référence peut être inférieure.

3.3 Les blocs de référence doivent être exempts de forces magnétiques. Il est recommandé que les fabricants s'assurent que les blocs, s'ils sont en acier, ont été désaimantés à la fin du procédé de fabrication.

3.4 Le bloc de référence doit être fabriqué de telle façon qu'il puisse être monté sur la machine d'essai en respectant les limites de pente spécifiées dans l'ISO 14577-1:2015.

NOTE Si le bloc de référence est monté sur sa face d'appui, cette condition est remplie si l'écart maximal de planéité de la surface d'essai et des faces d'appui ne dépasse pas 5 µm sur 50 mm et si l'erreur maximale de parallélisme ne dépasse pas 10 µm sur 50 mm.

3.5 La surface d'essai doit être exempte de rayures qui perturbent le mesurage des empreintes. Des empreintes entre des rayures sont admises.

Pour les macro- et micro-intervalles, la rugosité de surface, R_a , ne doit pas dépasser 50 nm et 10 nm respectivement pour la surface d'essai et 0,8 µm pour la face d'appui; la longueur d'échantillonnage, l , doit être de 0,80 mm (voir ISO 4287).

Pour le nano-intervalle, la rugosité de surface, R_a , ne doit pas dépasser 10 nm. Il est recommandé que le R_a soit inférieur à 1 µm afin d'être d'utilisation pratique à des fins d'étalonnage. Si elle est mesurée à l'aide d'un microscope à force atomique (AMF), la longueur d'échantillonnage, l , doit être de 10 µm.

NOTE Pour le nano-intervalle, il est important de considérer la longueur d'onde spatiale de la rugosité au même titre que l'amplitude.

3.6 Afin de vérifier qu'aucun matériau n'a été enlevé ultérieurement du bloc de référence, son épaisseur, au moment de l'étalonnage, doit y être marquée à 10 µm près, ou une marque d'identification doit être faite sur la surface d'essai (voir [Article 8](#)).

Pour certains matériaux de référence pour le nano-intervalle, il peut être nécessaire de préparer une surface avant essai de manière à enlever des couches superficielles. Dans ce cas, il convient qu'une méthode, telle qu'une marque de profondeur déterminée, soit utilisée pour mettre en évidence l'enlèvement d'une quantité significative de matériau. La certification pour les empreintes de le nano-intervalle peut concerner des profondeurs du bloc de référence bien inférieures à 10 µm.

4 Machine d'étalonnage

ISO 14577-3:2015

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ea64d62b-8386-4700-9643-2e3e322fa8da/iso-14577-3-2015>

4.1 Généralités

En sus de répondre aux conditions générales spécifiées dans l'ISO 14577-2:2015, la machine d'étalonnage doit également satisfaire aux exigences des [4.2](#) à [4.5](#). La machine d'étalonnage doit être étalonnée et vérifiée par la méthode directe à des intervalles ne dépassant pas 24 mois. L'étalonnage et la vérification impliquent:

- a) l'étalonnage de la force d'essai;
- b) la vérification du pénétrateur;
- c) l'étalonnage du système de mesure du déplacement;
- d) la vérification du cycle d'essai.

Les instruments utilisés pour la vérification et l'étalonnage doivent pouvoir être raccordés à des étalons nationaux pour autant qu'ils soient disponibles.

4.2 Étalonnage de la force d'essai

La force d'essai doit être étalonnée conformément au [4.2](#) de l'ISO 14577-2:2015, avec une tolérance donnée ci-après:

- a) ± 0,25 % pour le macro-intervalle,
- b) ± 0,5 % pour la micro-intervalle,
- c) la plus grande des valeurs entre ± 0,5 % ou ± 10 µN pour le nano-intervalle.

La force doit être mesurée à l'aide d'instruments de mesure de force de classe 0,5 conformément à l'ISO 376 ou par une autre méthode ayant la même exactitude.

4.3 Vérification du pénétrateur

4.3.1 Généralités

Les valeurs mesurées certifiées (par exemple angle, rayon, etc.) du pénétrateur doivent être utilisées dans tous les calculs et, dans le cas où la profondeur de pénétration est $\leq 6 \mu\text{m}$, la fonction d'aire du pénétrateur certifiée avec une incertitude relative inférieure à 5 % doit être utilisée.

Dans le nano-intervalle et le bas de la micro-intervalle ($h < 1\,000 \text{ nm}$), les tolérances sur les angles du pénétrateur ne sont généralement pas respectées. L'acuité de la pointe est susceptible d'avoir l'influence la plus significative sur le mesurage. Il est difficile de déterminer le rayon de courbure d'un pénétrateur à mieux que $\pm 10 \text{ nm}$ étant donné que cela correspond au rayon courant des témoins d'un AFM. Les méthodes de pénétration utilisant des blocs de référence certifiés du module de pénétration sont plus faciles d'utilisation mais donnent seulement une valeur de l'aire projetée et ainsi sont ambiguës en ce qui concerne la forme. Du fait que l'incertitude de la fonction d'aire mesurée soit basse constitue une exigence importante, il est recommandé de considérer avec soin le type de pénétrateur et le paramètre de matériau utilisé pour l'étalonnage des blocs de référence dans le nano-intervalle et le bas de la micro-intervalle.

4.3.2 Pénétrateur Vickers

4.3.2.1 Les quatre faces de la pyramide en diamant à base carrée doivent présenter un haut degré de poli, être exemptes de défauts de surface et être planes à $0,000\,3 \text{ mm}$ près.

4.3.2.2 L'angle dièdre entre deux faces opposées de la pyramide en diamant doit être de $(136 \pm 0,1)$ (voir Figure 2 de l'ISO 14577-2:2015). L'incertitude maximale sur l'angle certifié doit être de $\pm 0,15^\circ$ au niveau de confiance de 95 %.

L'inclinaison de l'axe de la pyramide en diamant par rapport à l'axe du porte-pénétrateur (perpendiculairement à la face d'appui) doit être inférieure à $0,3^\circ$.

Il convient d'examiner la pointe du pénétrateur en diamant avec un microscope de mesure de forte puissance ou, de préférence, avec un microscope interférentiel ou un microscope à force atomique.

4.3.2.3 Si les quatre faces ne concourent pas en un point, l'arête commune à deux faces opposées doit avoir une longueur inférieure à $0,001 \text{ mm}$. Pour les pénétrateurs utilisés dans les micro et nano-intervalles, la longueur ne doit pas dépasser $0,000\,25 \text{ mm}$.

4.3.2.4 On doit vérifier que les angles du quadrilatère formé par l'intersection des faces avec un plan perpendiculaire à l'axe de la pyramide en diamant sont de $(90 \pm 0,4)^\circ$ (voir [Figure 1](#)).