



**Norme
internationale**

ISO 14577-2

**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**

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

Part 2: Verification and calibration of testing machines

**Troisième édition
2026-06**

Numéro de référence
ISO 14577-2:2026(fr)

© ISO 2026

Sample Document

get full document from standards.iteh.ai



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2026

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
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Conditions générales	2
4.1 Exigences	2
4.2 Préparation	2
4.3 Installation fonctionnelle	2
4.4 Pénétrateur	2
4.5 Application de la force d'essai	2
5 Vérification directe et étalonnage	2
5.1 Généralités	2
5.2 Étalonnage de la force d'essai	3
5.3 Étalonnage du dispositif de mesure du déplacement	4
5.4 Étalonnage et vérification de la compliance de la machine	4
5.4.1 Généralités	4
5.4.2 Mode opératoire	5
5.5 Étalonnage et vérification du pénétrateur	5
5.5.1 Généralités	5
5.5.2 Pénétrateur Vickers	7
5.5.3 Pénétrateur Berkovich, pénétrateur Berkovich modifié et pénétrateur en forme de trièdre	8
5.5.4 Pénétrateurs à bille	9
5.5.5 Pénétrateurs sphéroconiques	10
5.6 Vérification de la fonction d'aire du pénétrateur	11
5.6.1 Généralités	11
5.6.2 Mode opératoire	11
5.7 Vérification du cycle d'essai	12
6 Vérification indirecte	12
6.1 Généralités	12
6.2 Mode opératoire	13
7 Intervalles entre les étalonnages et les vérifications	15
7.1 Vérification directe et étalonnage	15
7.2 Vérification indirecte	15
7.3 Vérification de routine	15
8 Rapport de vérification/Certificat d'étalonnage	15
Annexe A (informative) Exemple de porte-pénétrateur	17
Annexe B (normative) Modes opératoires pour la détermination de la fonction d'aire du pénétrateur	18
Annexe C (informative) Exemples pour la documentation des résultats de la vérification indirecte	21
Annexe D (normative) Mode opératoire d'étalonnage de la compliance de la machine	24
Bibliographie	28

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 la mise en œuvre du présent document peut impliquer l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'ISO ne prend pas position relativement aux preuves, à la validité ou à la capacité d'application de quelconques droits de propriété revendiqués par ceux-ci. À la date de publication du présent document, l'ISO n'a connaissance d'aucun brevet éventuel pouvant être exigé pour la mise en œuvre du présent document. Les personnes responsables de la mise en œuvre sont toutefois averties que les toutes dernières informations peuvent ne pas être connues; celles-ci peuvent être obtenues dans la base de données de brevets disponible à l'adresse www.iso.org/patents. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié tout ou partie de tels droits de propriété.

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/iso/fr/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*, en collaboration avec le comité technique CEN/TC 459/SC1, *Méthodes d'essai pour l'acier (autres que l'analyse chimique)* du Comité européen de normalisation (CEN) conformément à l'Accord de coopération technique entre l'ISO et le CEN (Accord de Vienne).

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition (ISO 14577-2:2015), qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications sont les suivantes:

- nouveau mode opératoire de vérification indirecte;
- nouvelle méthode 6 pour l'étalonnage de compliance des machines;
- remplacement des billes en carbure de tungstène par des billes en général.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 14577 se trouve sur le site internet de l'ISO.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse www.iso.org/fr/members.html.

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 retrait de la force d'essai. En conséquence, l'effet de la déformation élastique sous le pénétrateur a été ignoré.

L'ISO 14577 (toutes les parties)^[2] 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'augmentation et de retrait de la force d'essai, il est possible de déterminer des valeurs de dureté équivalentes aux valeurs traditionnelles de dureté. Plus important encore, on peut aussi déterminer des caractéristiques supplémentaires 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 les parties) a été rédigée pour permettre une grande diversité d'analyses des données après essai.

La Partie 2 de l'ISO 14577 spécifie les méthodes de vérification et d'étalonnage des machines d'essai de pénétration instrumentée.

Sample Document

get full document from standards.iteh.ai

Sample Document

get full document from standards.iteh.ai

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

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie la méthode de vérification et d'étalonnage des machines d'essai destinées à la réalisation de l'essai de pénétration instrumenté conformément à l'ISO 14577-1.

Il spécifie une méthode de vérification directe pour vérifier et étalonner les fonctions principales de la machine d'essai et une méthode de vérification indirecte appropriée pour la détermination de la répétabilité de la machine d'essai.

Les méthodes de l'ISO 14577 sont applicables à tous les systèmes conformes aux exigences de la présente partie de l'ISO 14577.

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 de la publication à laquelle il est fait référence s'applique (y compris tous les amendements).

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

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

ISO 14577-3, *Matériaux métalliques — Essai de pénétration instrumenté pour la détermination de la dureté et de paramètres des matériaux — Partie 3: Étalonnage des blocs de référence*

3 Termes et définitions

Aucun terme 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:

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <https://www.electropedia.org/>

4 Conditions générales

4.1 Exigences

Il est exigé qu'une méthode de vérification indirecte soit utilisée en plus de la méthode directe et pour le contrôle périodique de routine de la machine d'essai en service.

4.2 Préparation

La machine doit être conçue de manière à ce qu'elle puisse être vérifiée.

Avant vérification et étalonnage de la machine d'essai, elle doit être contrôlée pour s'assurer que les conditions indiquées en [4.3](#) à [4.5](#) sont satisfaites.

4.3 Installation fonctionnelle

La machine d'essai doit être configurée pour fonctionner conformément aux exigences du présent document, ISO 14577-1 et, le cas échéant, de l'ISO 14577-3 et doit être installée dans un environnement qui satisfait ces exigences. La machine d'essai doit être protégée de vibrations qui pourraient affecter les résultats d'essai de manière significative. Pour les essais dans les micro et nano-intervalles, la machine d'essai doit également être protégée des courants d'air et des fluctuations de température (voir l'ISO 14577-1:2026, 8.1).

L'influence de l'environnement sur les données, par exemple, le seuil de bruit, doit être estimé en réalisant une pénétration avec faible force (par exemple équivalente à la force de contact initial courante) sur un matériau de référence certifié (MRC) et en analysant le déplacement en fonction du temps. La variabilité de la force est la rigidité de l'empreinte (obtenue à partir de la courbe de suppression de la force) multipliée par l'écart-type du déplacement une fois que la dérive de fond pour le déplacement moyen a été soustraite. Ces incertitudes doivent ensuite être incluses dans l'incertitude combinée totale telle que calculée dans l'ISO 14577-1:2026, Article 4, Article 9 et Annexe H.

4.4 Pénétrateur

Afin d'obtenir des mesurages répétables de la série de données force/profondeur de pénétration, le porte-pénétrateur doit être solidement fixé à la machine d'essai.

Il convient de concevoir le porte-pénétrateur de manière à ce que sa contribution à la compliance globale soit réduite le plus possible (voir l'[Annexe A](#)).

4.5 Application de la force d'essai

La force d'essai doit être appliquée et supprimée sans choc ou vibration qui pourrait influencer d'une manière significative les résultats d'essai. Il doit être possible de vérifier le processus d'accroissement, de maintien et de suppression de la force d'essai.

5 Vérification directe et étalonnage

5.1 Généralités

5.1.1 L'étalonnage et la vérification directe doivent être effectués à la température d'utilisation, qui est habituellement maintenue à une valeur stable pendant la durée du mesurage comprise entre 10 °C à 35 °C, mais de préférence dans l'intervalle (23 ± 5) °C. Si un intervalle de températures de fonctionnement est requis, il convient alors de procéder à l'étalonnage et à la vérification directe pour des points appropriés dans cet intervalle de température pour déterminer la validité de l'étalonnage en fonction de la température. Si nécessaire, une fonction de correction de l'étalonnage ou un ensemble d'étalonnages valables à des températures de fonctionnement spécifiques peuvent être déterminés.

5.1.2 Les instruments utilisés pour l'étalonnage et la vérification directe doivent pouvoir être raccordés à des normes nationales, pour autant qu'elles soient disponibles.

5.1.3 L'étalonnage et la vérification directe comprennent

- a) l'étalonnage de la force d'essai,
- b) l'étalonnage du dispositif de mesure du déplacement,
- c) l'étalonnage et la vérification de la compliance de la machine,
- d) la vérification du pénétrateur,
- e) l'étalonnage et la vérification de la fonction d'aire du pénétrateur, si la profondeur de contact est inférieure à 6 µm, et
- f) la vérification du cycle d'essai.

5.2 Étalonnage de la force d'essai

5.2.1 Chaque intervalle de force utilisé doit être étalonné sur tout l'intervalle de force pour l'application et la suppression de la force d'essai. Un minimum de 16 points également distribués sur l'étendue de force d'essai doit être étalonné, c'est-à-dire 16 lors de l'application et 16 lors de la suppression de la force d'essai. Le mode opératoire doit être effectué au moins trois fois. La moyenne de toutes les valeurs mesurées à chaque point de force doit être utilisée comme valeur d'étalonnage pour la machine. La différence entre la valeur de la force de la machine d'essai et la valeur de la force du dispositif d'étalonnage ne doit pas dépasser la moitié des tolérances données au [Tableau 1](#).

5.2.2 La force d'essai doit être mesurée par une méthode vérifiée par exemple, l'une des suivantes:

- a) mesure au moyen d'un instrument de mesure de force élastique conforme de classe 1 ou, mieux encore, selon l'ISO 376;
- b) équilibrage par rapport à une force, avec une incertitude $\leq 0,2 \%$, appliquée au moyen de masses étalonnées avec gain mécanique;
- c) équilibrage électronique, avec une incertitude $\leq 0,1 \%$ de la force d'essai minimale étalonnée, ou 10 µg (0,1 µN) pour le nano-intervalle.

Pour chaque point individuel mesuré utilisé pour la valeur d'étalonnage, la différence entre la force d'essai mesurée et la force d'essai nominale doit être dans les tolérances données dans le [Tableau 1](#).

Tableau 1 — Tolérances pour les forces d'essai

Étendue de la force d'essai F N	Tolérances %
$F \geq 2$	1,0
$0,001 \leq F < 2$	1,0
$F < 0,001$	2,5 ^a
^a Pour le nano-intervalle, une tolérance de 1 % est fortement recommandée.	