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

*Metallic materials — Calibration of force-proving instruments used for the
verification of uniaxial testing machines*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 376:1999

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1b6eb6c5-3755-4079-a2e2-cfe0992bbb0e/iso-376-1999>



Sommaire	Page
1 Domaine d'application	1
2 Référence normative	1
3 Principe	1
4 Caractéristiques des instruments de mesure de force	2
5 Symboles, unités et désignations	2
6 Étalonnage de l'instrument de mesure de force	3
7 Classement de l'instrument de mesure de force	7
8 Utilisation des instruments de mesure de force étalonnés	9
Annexe A (informative) Exemple de dimensions de capteurs de force et de dispositifs de montage correspondants	10
Annexe B (informative) Informations complémentaires	17
Bibliographie	20

ISO 376:1999
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1b6eb6c5-3755-4079-a2e2-cfe0992bbb0e/iso-376-1999>

© ISO 1999

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'éditeur.

Organisation internationale de normalisation
Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse
Internet iso@iso.ch

Imprimé en Suisse

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.

La Norme internationale ISO 376 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 164 *Essais mécaniques des métaux*, sous-comité SC 1 *Essais uniaxiaux*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 376:1987), dont elle constitue une révision technique.

Les annexes A et B de la présente Norme internationale sont données uniquement à titre d'information.

ITC STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 376:1999

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1b6eb6c5-3755-4079-a2e2-cfe0992bbb0e/iso-376-1999>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 376:1999

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1b6eb6c5-3755-4079-a2e2-cfe0992bbb0e/iso-376-1999>

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

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale traite de l'étalonnage des instruments de mesure de force utilisés pour la vérification statique des machines d'essais uniaxiaux (par exemple machines d'essai de traction/compression), et décrit un mode de classification de ces instruments. L'instrument de mesure de force est défini comme étant l'ensemble allant du capteur de force jusqu'à et y compris l'appareil indicateur. La présente Norme internationale s'applique généralement aux instruments de mesure de force dans lesquels la charge est déterminée par la mesure de la déformation élastique d'un élément chargé ou par la mesure d'une grandeur proportionnelle à celle-ci.

2 Référence normative

Le document normatif suivant contient des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Pour une référence datée, les amendements ultérieurs ou les révisions de la publication 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 une référence non datée, 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 à un moment donné.

ISO 7500-1, *Matériaux métalliques — Vérification des machines pour essais statiques uniaxiaux — Partie 1: Machines d'essai de traction/compression — Vérification et étalonnage du système de mesure de charge.*

3 Principe

L'étalonnage consiste à appliquer des charges connues avec précision à l'élément chargé, et à relever les indications du système de mesure de la déformation, ce dernier étant considéré comme partie intégrante de l'instrument de mesure de force.

Dans le cas d'une mesure électrique, l'appareil indicateur peut être remplacé par un autre indicateur, et il n'est pas nécessaire de réétalonner l'instrument de mesure de force si les conditions suivantes sont remplies.

- a) Les appareils indicateurs initial et de remplacement possèdent des certificats d'étalonnage, raccordés aux étalons nationaux et donnant les résultats de l'étalonnage en termes d'unités électriques de base (volt, ampère). L'appareil indicateur de remplacement doit être étalonné pour au moins le domaine dans lequel il est utilisé avec l'instrument de mesure de force, et sa résolution doit être au moins égale à celle de l'appareil indicateur lorsqu'il est utilisé avec l'instrument de mesure de force.
- b) Il convient que les unités et la source d'alimentation de l'appareil indicateur de remplacement soient respectivement les mêmes (par exemple 5 V, 10 V) et du même type (par exemple courant alternatif, courant continu, fréquence porteuse).
- c) L'incertitude de chaque appareil indicateur (appareils indicateurs initial et de remplacement) ne doit pas influencer l'incertitude de l'ensemble du dispositif de mesure de force. Il est recommandé que l'incertitude de l'appareil indicateur de remplacement ne soit pas supérieure au 1/3 de l'incertitude du système complet.

4 Caractéristiques des instruments de mesure de force

4.1 Identification de l'instrument de mesure de force

Tous les éléments de l'instrument de mesure de force (y compris les câbles de liaison électrique) doivent être identifiés de façon individuelle et spécifique, par exemple par le nom du constructeur, le type et le numéro de série. Pour le capteur de force, la charge maximale d'utilisation doit être mentionnée.

4.2 Application de la charge

Le capteur de force et les dispositifs de montage doivent être conçus de façon à permettre une application axiale de la charge, qu'elle soit de traction ou de compression.

Des exemples de dispositifs de montage sont donnés dans l'annexe A.

4.3 Mesure de la déformation

La mesure de déformation de l'élément chargé du capteur de force peut être faite par des moyens mécaniques, électriques, optiques ou autres, d'une précision et d'une stabilité suffisantes.

Le type et la qualité du système de mesure de la déformation déterminent si l'instrument de mesure de force est classé uniquement pour des charges d'étalonnage spécifiques ou pour l'interpolation (voir article 7).

En général, l'utilisation des instruments de mesure de force à comparateurs pour la mesure de la déformation est limitée aux forces pour lesquelles les instruments ont été étalonnés. Le comparateur utilisé sur un long déplacement peut comporter de grandes erreurs périodiques localisées qui engendrent une incertitude trop grande pour permettre une interpolation entre les charges d'étalonnage. Le comparateur peut être utilisé pour l'interpolation à condition que son erreur périodique ait une influence négligeable sur l'erreur d'interpolation de l'instrument de mesure de force.

[ISO 376:1999](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1b6eb6c5-3755-4079-a2e2-cfe0992bbb0e/iso-376-1999)

5 Symboles, unités et désignations

Dans le cadre de la présente Norme internationale, les symboles, unités et désignations du Tableau 1 sont applicables.

Tableau 1 — Symboles, unités et désignations

Symbole	Unité	Désignation
F_N	N	Portée maximale de l'échelle de mesure
F_f	N	Capacité maximale du capteur
i_o	—	Indication ^a lue sur l'appareil indicateur avant application de la charge
i_f	—	Indication ^a lue sur l'appareil indicateur après suppression de la charge
X	—	Déformation sous charge croissante
X'	—	Déformation sous charge décroissante
\bar{X}_r	—	Valeur moyenne des déformations avec rotation
\bar{X}_{wr}	—	Valeur moyenne des déformations sans rotation
X_{max}	—	Déformation maximale
X_{min}	—	Déformation minimale
X_a	—	Valeur ajustée de la déformation
X_N	—	Déformation correspondant à la portée maximale
b	%	Erreur relative de reproductibilité avec rotation
b'	%	Erreur relative de répétabilité sans rotation
f_o	%	Erreur relative du zéro
f_c	%	Erreur relative d'interpolation
r	—	Résolution de l'appareil indicateur
v	%	Erreur relative de réversibilité de l'instrument de mesure de force

^a Valeur de l'indication correspondant à la déformation.

6 Étalonnage de l'instrument de mesure de force

6.1 Généralités

Avant d'entreprendre l'étalonnage de l'instrument de mesure de force, il y a lieu de s'assurer que cet instrument est apte à être étalonné. Cela peut être réalisé à l'aide d'essais préliminaires tels que ceux définis ci-après et donnés à titre d'exemples.

6.1.1 Essai de surcharge

Cet essai facultatif est décrit à l'article B.1.

6.1.2 Vérification relative à l'application des charges

On doit s'assurer:

- que le système de couplage de l'instrument de mesure de force permet une application axiale de la force dans le cas où l'instrument est utilisé pour des essais de traction;
- qu'il n'y a pas d'interaction entre le capteur de force et son appui sur le banc d'étalonnage dans le cas où l'instrument est utilisé pour des essais de compression.

L'article B.2 donne un exemple de méthode pouvant être utilisée.

NOTE D'autres méthodes peuvent être utilisées, par exemple une méthode utilisant un capteur à base plane avec une rotule ou une surface d'appui supérieur, sphérique.

6.1.3 Essai sous tension variable

Cet essai est laissé à l'initiative du service d'étalonnage. Pour les instruments de mesure de force nécessitant une source d'alimentation électrique, on vérifie qu'une variation de $\pm 10\%$ de la tension nominale du secteur n'a pas d'effet significatif. Cette vérification peut être faite soit à l'aide d'un simulateur du capteur de force, soit par une méthode appropriée.

6.2 Résolution de l'appareil indicateur

6.2.1 Échelle analogique

L'épaisseur des traits de la graduation de l'échelle doit être uniforme et la largeur de l'index doit être approximativement égale à la largeur d'un trait de la graduation.

La résolution (r) de l'appareil indicateur doit être obtenue à partir du rapport entre la largeur de l'index et la distance entre les centres de deux graduations adjacentes d'échelle (intervalle d'échelle), les rapports recommandés sont $1/2$, $1/5$ ou $1/10$, un espacement supérieur ou égal à 1,25 mm étant nécessaire pour l'estimation d'un dixième de division de l'échelle.

Un vernier de dimensions appropriées à l'échelle analogique peut être utilisé pour permettre une lecture directe d'une fraction de division de l'échelle de l'instrument.

6.2.2 Échelle numérique

La résolution est considérée comme étant un incrément du dernier chiffre pouvant varier sur l'indicateur numérique, pour autant que l'indication ne fluctue pas de plus d'un incrément quand aucune force n'est appliquée à l'instrument.

6.2.3 Fluctuation des indications

Lorsque les indications fluctuent de plus de la valeur précédemment calculée de la résolution (avec aucune force appliquée à l'instrument), la résolution doit être prise égale à la moitié de l'étendue de la fluctuation.

6.2.4 Unités

La résolution (r) doit être exprimée en unités de force.

6.3 Charge minimale

En prenant en compte l'exactitude avec laquelle la déformation de l'instrument peut être lue pendant l'étalonnage ou pendant son utilisation ultérieure lors de la vérification des machines, la charge minimale appliquée à un instrument de mesure de force doit satisfaire les deux conditions suivantes:

- a) la charge minimale doit être supérieure ou égale à
 - $4\,000 \times r$ pour la classe 00
 - $2\,000 \times r$ pour la classe 0,5
 - $1\,000 \times r$ pour la classe 1
 - $500 \times r$ pour la classe 2
- b) la charge minimale doit être supérieure ou égale à $0,02F_f$.

6.4 Mode opératoire d'étalonnage

6.4.1 Chargement préalable

Avant l'application des charges d'étalonnage, dans un mode donné (compression ou traction), la charge maximale doit être appliquée trois fois à l'instrument. La durée de chaque précharge doit être comprise entre 1 min et 1,5 min.

6.4.2 Mode opératoire

L'étalonnage doit être effectué en appliquant, à l'instrument de mesure de force, deux séries de charges d'étalonnage par valeurs croissantes uniquement sans démontage du dispositif.

Ensuite au moins deux autres séries avec des valeurs croissantes et décroissantes doivent être appliquées. Entre chacune de ces séries complémentaires, l'instrument de mesure de force doit être tourné autour de son axe de façon à occuper des positions réparties d'une manière uniforme sur 360° (c'est-à-dire 0°, 120°, 240°). Dans le cas où cela n'est pas possible, il est permis d'adopter les positions suivantes: 0°, 180° et 360° (voir Figure 1).

Pour la détermination de la courbe d'interpolation, le nombre de charges ne doit pas être inférieur à huit, et ces charges doivent être distribuées aussi uniformément que possible sur le domaine d'étalonnage.

NOTE 1 Si l'on craint une erreur périodique, il est recommandé d'éviter que les intervalles entre les charges correspondent à la périodicité de cette erreur.

NOTE 2 Cette procédure détermine seulement l'hystérésis maximale du dispositif. Une détermination précise de l'hystérésis ne peut être réalisée que sur des machines à poids morts.

L'instrument de mesure de force doit être préchargé trois fois à la charge maximale dans le sens dans lequel les charges subséquentes doivent être appliquées. Lorsque le sens d'application des charges est changé, la charge maximale doit être appliquée trois fois dans cette nouvelle direction.

Les indications correspondant à une charge nulle doivent être notées après un temps d'attente d'au moins 30 s après libération totale de la charge.

NOTE 3 Entre chaque série de mesures, il convient d'attendre au moins 3 min.

Les instruments avec parties amovibles doivent être démontés, comme pour leur emballage et leur transport, une fois au moins au cours de l'étalonnage. En général, ce démontage doit être effectué entre la deuxième et troisième série de charges d'étalonnage. La charge maximale doit être appliquée à l'instrument de mesure de force au moins trois fois avant d'appliquer la série suivante de charges.

Avant de commencer l'étalonnage d'un instrument de mesure de force, électrique, le zéro du signal peut être noté (voir article B.3).

6.4.3 Conditions de chargement

L'intervalle de temps entre deux chargements successifs doit être aussi uniforme que possible, et aucune lecture ne doit être faite au moins 30 s après le début de la modification de charge. L'étalonnage doit être effectué à une température stable à ± 1 °C, cette température doit être comprise entre 18 °C et 28 °C, et doit être notée. Il faut attendre un temps suffisant pour permettre à l'instrument de mesure de force d'atteindre une température stable.

NOTE Lorsqu'on sait que l'instrument de mesure de force à étalonner n'est pas compensé thermiquement, il convient de prendre soin de s'assurer que les variations de température n'affectent pas l'étalonnage.

La mise sous tension d'un capteur à jauges de déformation doit être effectuée au moins 30 min avant l'étalonnage.

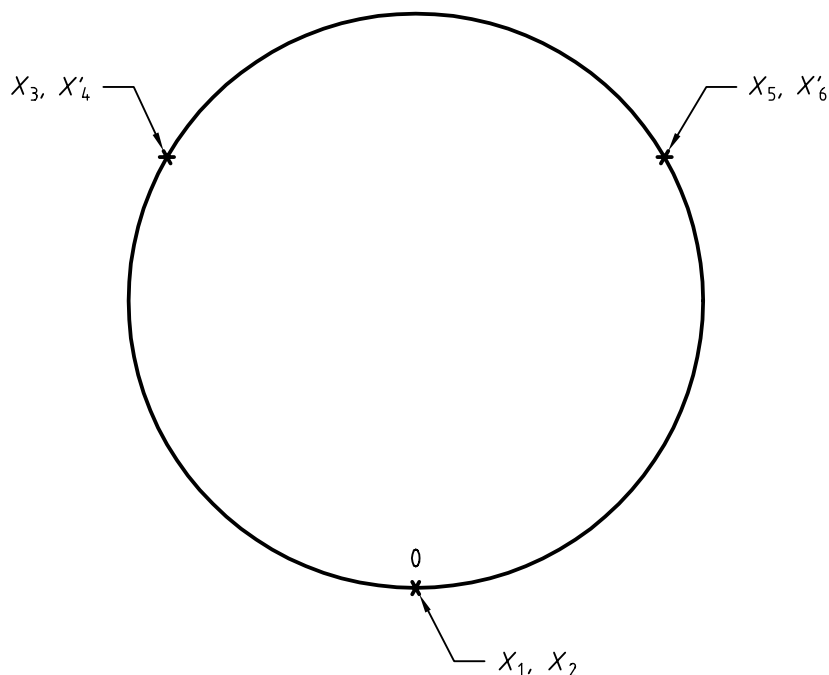


Figure 1 — Figure 2 — Positions de l'instrument de mesure de force

6.4.4 Détermination de la déformation

Une déformation est définie comme étant la différence entre la lecture sous charge et la lecture sans charge.

NOTE Cette définition de la déformation s'applique aux lectures exprimées aussi bien en unités électriques qu'en unités de longueur.

ISO 376:1999

6.5 Caractérisation de l'instrument de mesure de force

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1b6eb6c5-3755-4079-a2e2-c1e09926bb0e/iso-376-1999>

6.5.1 Erreurs relatives de reproductibilité, b , et de répétabilité, b'

Ces erreurs sont calculées pour chaque charge d'étalonnage et dans les deux cas: avec rotation de l'instrument de mesure de force (b) et sans rotation de ce dernier (b'), en utilisant les équations suivantes:

$$b = \left| \frac{X_{\max} - X_{\min}}{\bar{X}_r} \right| \times 100$$

où

$$\bar{X}_r = \frac{X_1 + X_3 + X_5}{3}$$

$$b' = \left| \frac{X_2 - X_1}{\bar{X}_{wr}} \right| \times 100$$

où

$$\bar{X}_{wr} = \frac{X_1 + X_2}{2}$$

6.5.2 Erreur relative d'interpolation, f_c

Cette erreur est déterminée à partir d'une équation du premier, second ou troisième degré donnant la déformation en fonction de la charge d'étalonnage.

NOTE Pour d'autres méthodes de détermination de cette erreur, voir la bibliographie.

L'équation utilisée doit être précisée dans le rapport d'étalonnage. L'erreur relative d'interpolation doit être calculée conformément à la formule suivante:

$$f_c = \frac{\bar{X}_r - X_a}{X_a} \times 100$$

6.5.3 Erreur relative du zéro, f_0

Le zéro doit être ajusté avant et relevé après chaque série d'essais. La lecture du zéro doit être effectuée environ 30 s après déchargement total.

L'erreur relative du zéro est calculée conformément à la formule suivante:

$$f_0 = \frac{i_f - i_0}{X_N} \times 100$$

6.5.4 Erreur relative de réversibilité, v

L'erreur relative de réversibilité est déterminée à chaque étalonnage en faisant une vérification avec des charges croissantes puis avec des charges décroissantes.

NOTE S'il n'est pas pratique de déterminer l'erreur relative de réversibilité, il convient de mentionner dans le certificat d'étalonnage que le dispositif a été étalonné uniquement avec des charges croissantes.

La différence entre les valeurs trouvées pour les deux séries avec charges croissantes et avec charges décroissantes permet de calculer l'erreur relative de réversibilité conformément aux formules suivantes:

$$v_1 = \left| \frac{X'_4 - X_3}{X_3} \right|$$

$$v_2 = \left| \frac{X'_6 - X_5}{X_5} \right|$$

v est calculée comme la valeur moyenne de v_1 et v_2 :

$$v = \frac{v_1 + v_2}{2}$$

7 Classement de l'instrument de mesure de force

7.1 Principe de classement

Le domaine pour lequel l'instrument de mesure de force est classé est déterminé en considérant chaque charge d'étalonnage successivement en commençant par la charge maximale et en diminuant jusqu'à la plus faible charge d'étalonnage. Le domaine de classement cesse à la dernière charge pour laquelle les exigences de classification sont satisfaites.