
**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
force**

ISO 7500-1:2004
Metallic materials — Verification of static uniaxial testing machines —
Part 1. Tension/compression testing machines — Verification and
calibration of the force-measuring system



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 7500-1:2004

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3d589490-9fa2-4e88-a070-be575108e0f4/iso-7500-1-2004>

© ISO 2004

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
Web www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives.....	1
3 Termes et définitions	1
4 Symboles et leur signification	2
5 Inspection générale de la machine d'essai	3
6 Étalonnage du système de mesure de force de la machine d'essai.....	3
6.1 Généralités.....	3
6.2 Détermination de la résolution	4
6.3 Vérification préalable de la résolution relative de l'appareil indicateur de force	4
6.4 Mode opératoire d'étalonnage	5
6.5 Caractérisation de l'appareil indicateur de force.....	8
7 Classe de l'échelle de la machine d'essai	8
8 Rapport de vérification	9
8.1 Généralités.....	9
8.2 Renseignements généraux	9
8.3 Résultats de la vérification.....	9
9 Intervalles entre vérifications	10
Annexe A (normative) Inspection générale de la machine d'essai	11
Annexe B (informative) Inspection des plateaux de chargement des machines d'essai de compression	12
Annexe C (informative) Méthode alternative pour la classification des machines d'essai	13
Annexe D (informative) Incertitude des résultats d'étalonnage du système de mesure de force	14
Bibliographie	18

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 7500-1 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 164, *Essais mécaniques des métaux*, sous-comité SC 1, *Essais uniaxiaux*.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition (ISO 7500-1:1999), dont elle constitue une révision technique.

L'ISO 7500 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *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 force*
- *Partie 2: Machines d'essai de fluage en traction — Vérification de la charge appliquée*

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 force

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 7500 spécifie la vérification des machines d'essai de traction/compression.

La vérification consiste en

- une inspection générale de la machine d'essai, y compris ses accessoires pour l'application des forces;
- un étalonnage du système de mesure de force.

NOTE La présente partie de l'ISO 7500 traite de la vérification statique des systèmes de mesure de force, et les valeurs d'étalonnage ne sont pas nécessairement valables pour les applications d'essais dynamiques ou à grande vitesse. La bibliographie donne des informations complémentaires sur les effets dynamiques.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3d589490-9fa2-4e88-a070-be575108e0f4/iso-7500-1-2004>

2 Références normatives

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

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, le terme et la définition suivants s'appliquent.

3.1

étalonnage

ensemble des opérations établissant, dans des conditions spécifiées, la relation entre les valeurs de grandeurs indiquées par un appareil de mesure ou un système de mesure, ou les valeurs représentées par une mesure matérialisée ou par un matériau de référence, et les valeurs correspondantes réalisées par des étalons

Voir le VIM^[1]

NOTE 1 Le résultat d'un étalonnage permet soit d'attribuer aux indications les valeurs des mesurandes, soit de déterminer les corrections à appliquer aux indications.

NOTE 2 Un étalonnage peut également déterminer d'autres propriétés métrologiques telles que les effets de grandeurs d'influence.

NOTE 3 Le résultat d'un étalonnage peut être consigné dans un document parfois appelé certificat d'étalonnage ou rapport d'étalonnage.

4 Symboles et leur signification

Les symboles et leur signification sont donnés dans le Tableau 1.

Tableau 1 — Symboles et leur signification

Symbole	Unité	Signification
a	%	Résolution relative de l'appareil indicateur de force de la machine d'essai
b	%	Erreur relative de répétabilité du système de mesure de force de la machine d'essai
f_0	%	Erreur relative du zéro du système de mesure de force de la machine d'essai
F	N	Force réelle indiquée par l'instrument de mesure de force, sous force d'essai croissante
F'	N	Force réelle indiquée par l'instrument de mesure de force, sous force d'essai décroissante
F_c	N	Force réelle indiquée par l'instrument de mesure de force, sous force d'essai croissante, pour la série complémentaire de mesures pour la plus petite échelle utilisée
F_i	N	Force lue sur l'appareil indicateur de force de la machine d'essai à vérifier, sous force d'essai croissante
F'_i	N	Force lue sur l'appareil indicateur de force de la machine d'essai à vérifier, sous force d'essai décroissante
$\bar{F}_i, \bar{F}$	N	Moyenne arithmétique de plusieurs mesures de F_i et de F pour le même palier de force
$F_{i \max}, F_{i \min}, F_{\max}, F_{\min}$	N	Plus forte ou plus faible valeur de F_i ou de F pour le même palier de force
F_{ic}	N	Force lue sur l'appareil indicateur de force de la machine d'essai à vérifier, sous force d'essai croissante, pour la série complémentaire de mesures pour la plus petite échelle utilisée
F_{i0}	N	Indication résiduelle de l'appareil indicateur de force de la machine d'essai à vérifier après déchargement
F_N	N	Portée maximale de l'échelle de mesure de l'appareil indicateur de force de la machine d'essai
g_n	m/s ²	Accélération locale due à la pesanteur
q	%	Erreur relative de justesse du système de mesure de force de la machine d'essai
r	N	Résolution de l'appareil indicateur de force de la machine d'essai
v	%	Erreur relative de réversibilité du système de mesure de force de la machine d'essai
ρ_{air}	kg/m ³	Masse volumique de l'air
ρ_m	kg/m ³	Masse volumique des poids morts

5 Inspection générale de la machine d'essai

La vérification de la machine d'essai ne doit être réalisée que si la machine est en bon état de fonctionnement. Dans ce but, une inspection générale de la machine d'essai doit être effectuée avant l'étalonnage du système de mesure de force de la machine (voir Annexe A).

NOTE Les bonnes pratiques métrologiques nécessitent d'effectuer un étalonnage avant toute opération de maintenance ou de réglage de la machine d'essai.

6 Étalonnage du système de mesure de force de la machine d'essai

6.1 Généralités

Cet étalonnage doit être effectué pour chaque échelle de force utilisée et avec tous les appareils indicateurs de force employés. Tous dispositifs accessoires (par exemple aiguille suiveuse, enregistreur) qui peuvent avoir une influence sur le système de mesure de force doivent être vérifiés conformément à 6.4.6, lorsqu'ils sont utilisés.

Lorsque la machine d'essai comporte plusieurs systèmes de mesure de force, chaque système doit être considéré comme une machine d'essai particulière. Le même mode opératoire doit être suivi pour les machines hydrauliques à double piston.

L'étalonnage doit être effectué à l'aide d'instruments de mesure de force, avec l'exception suivante. Lorsque la force à vérifier est inférieure à la limite inférieure du dispositif de mesure de force de plus petite capacité utilisé pour l'étalonnage, utiliser des masses connues.

Lorsqu'on doit utiliser plus d'un instrument de mesure de force pour l'étalonnage d'une échelle de force, la force maximale appliquée au dispositif de plus faible capacité doit être égale à la force minimale appliquée à l'instrument de mesure de force de capacité immédiatement supérieure. Lorsqu'un jeu de masses connues est utilisé pour vérifier les forces, le jeu doit être considéré comme un seul instrument de mesure de force.

Il convient de réaliser l'étalonnage pour des forces indiquées, F_i , constantes. Lorsque cette méthode n'est pas applicable, l'étalonnage peut être fait sous forces réelles constantes.

NOTE 1 L'étalonnage peut être effectué avec une force croissant lentement. Le mot «constante» signifie qu'on utilise la même valeur de F_i (ou de F) pour les trois séries de mesures (voir 6.4.5).

Les instruments utilisés pour l'étalonnage doivent avoir un raccordement certifié au système international d'unités.

L'instrument de mesure de force doit répondre aux prescriptions spécifiées dans l'ISO 376. La classe de l'instrument doit être égale à ou meilleure que la classe pour laquelle la machine doit être étalonnée. Dans le cas des poids morts, l'erreur relative de la force engendrée par ces poids doit être inférieure ou égale à $\pm 0,1$ %.

NOTE 2 L'équation exacte donnant la force, F , en newtons, engendrée par des poids morts de masse m , en kilogrammes, est:

$$F = mg_n \left(1 - \frac{\rho_{\text{air}}}{\rho_m} \right) \quad (1)$$

Cette force peut être calculée à l'aide de la formule approchée suivante:

$$F = m g_n \quad (2)$$

L'erreur relative de la force peut être calculée à l'aide de la formule:

$$\frac{\Delta F}{F} = \frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta g_n}{g_n} \quad (3)$$

6.2 Détermination de la résolution

6.2.1 Échelle analogique

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

La résolution, r , de l'indicateur doit être obtenue à partir du rapport de la largeur de l'aiguille suiveuse à la distance entre centres de deux graduations adjacentes de l'échelle (intervalle d'échelle). Les rapports recommandés sont 1:2, 1:5 ou 1:10, un espacement supérieur ou égal à 2,5 mm étant nécessaire pour la détermination d'un dixième d'une division de l'échelle.

6.2.2 Échelle numérique

La résolution est considérée comme étant un incrément du nombre sur l'indicateur numérique, pour autant que l'indication ne fluctue pas de plus d'un incrément quand l'instrument n'est pas chargé et que les moteurs et le système de commandes fonctionnent.

6.2.3 Fluctuation des indications

Lorsque les indications varient de plus de la valeur précédemment calculée de la résolution (avec l'étalonnage de l'instrument indicateur de force non chargé et le moteur et/ou le mécanisme d'entraînement et les commandes en fonctionnement pour déterminer la somme du bruit électrique total), cette résolution, r , est prise égale à la moitié de l'étendue de la fluctuation plus une unité.

NOTE 1 Ceci ne détermine que la résolution due au bruit du système et ne tient pas compte des erreurs de commande, c'est-à-dire cas des machines hydrauliques.

NOTE 2 Pour les machines à choix automatique d'échelle, la résolution de l'appareil indicateur varie en fonction du changement de la résolution ou du gain du système.

6.2.4 Unité

La résolution, r , doit être exprimée en unités de force.

6.3 Vérification préalable de la résolution relative de l'appareil indicateur de force

La résolution relative, a , de l'appareil indicateur de force est définie par la relation:

$$a = \frac{r}{F} \times 100 \quad (4)$$

où

r est la résolution définie en 6.2;

F est la force au point considéré.

La résolution relative doit être déterminée à chaque point d'étalonnage et ne doit pas dépasser les valeurs données dans le Tableau 2 pour la classe de la machine vérifiée.

6.4 Mode opératoire d'étalonnage

6.4.1 Alignement de l'instrument de mesure de force

Monter les instruments de mesure de force de traction dans la machine de manière à minimiser les effets de flexion (voir ISO 376). Pour l'alignement d'un instrument de mesure de force en compression, monter un plateau avec une embase sphérique sur l'instrument si la machine n'est pas pourvue d'une coupelle sphérique incorporée.

NOTE Si la machine comporte deux zones de travail avec une application commune de la force et un dispositif indicateur commun, un étalonnage peut être réalisé de façon que, par exemple, la compression dans la zone de travail supérieure soit égale à la traction dans la zone de travail inférieure, et vice versa. Il convient que le certificat comporte un commentaire approprié.

6.4.2 Compensation des températures

L'étalonnage doit être réalisé à une température ambiante comprise entre 10 °C et 35 °C. La température à laquelle l'étalonnage est réalisé doit être notée dans le rapport de vérification.

Un temps suffisant doit être alloué pour que l'instrument de mesure de force atteigne une période stable de température. La température de l'instrument de mesure de force doit rester stable à ± 2 °C pendant chaque opération d'étalonnage. Si nécessaire, des corrections de température doivent être appliquées aux lectures (voir ISO 376).

6.4.3 Mise en condition de la machine d'essai

La machine, avec l'instrument de mesure de force mis en place, doit être chargée au moins trois fois entre la force zéro et la force maximale à mesurer.

6.4.4 Mode opératoire

ISO 7500-1:2004

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3d589490-9fa2-4e88-a070-100020000000/iso-7500-1-2004>

Il convient d'utiliser la méthode suivante: on applique à la machine une force donnée, F_i , indiquée par l'appareil indicateur de force de la machine et on note la force réelle, F , indiquée par l'instrument de mesure de force.

Dans le cas où il n'est pas possible d'utiliser cette méthode, on applique à la machine la force réelle, F , indiquée par l'instrument de mesure de force et on note la force, F_i , indiquée par l'appareil indicateur de force de la machine vérifiée.

6.4.5 Application des paliers de force

On doit effectuer trois séries de mesures sous force croissante. Pour les machines appliquant au plus cinq paliers de force, chaque valeur de l'erreur relative ne doit pas dépasser les valeurs données dans le Tableau 2 pour une classe donnée. Pour les machines appliquant plus de cinq paliers de force, chaque série de mesures doit comporter au moins cinq paliers de force à peu près régulièrement espacés entre 20 % et 100 % de l'étendue maximale de l'échelle.

Si l'étalonnage est réalisé à des forces inférieures à 20 % de l'étendue, des mesures supplémentaires de la force doivent être réalisées à environ 10 %, 5 %, 2 %, 1 %, 0,5 %, 0,2 % et 0,1 % de l'échelle en descendant jusqu'à la limite inférieure d'étalonnage.

NOTE 1 La limite inférieure de l'étendue peut être déterminée en multipliant la résolution, r , par:

- 400 pour la classe 0,5;
- 200 pour la classe 1;
- 100 pour la classe 2;
- 67 pour la classe 3.

Pour les machines d'essai munies d'appareils indicateurs à choix automatique d'échelle, au moins deux niveaux de force doivent être appliqués sur chaque partie de l'échelle pour laquelle la résolution ne change pas.

NOTE 2 L'instrument de mesure de force peut être tourné d'un angle de 120° avant que chaque série de mesures et un cycle de préchargement soient entrepris.

Pour chaque palier de force, la moyenne arithmétique des valeurs obtenues pour chaque série de mesures doit être calculée. À partir de ces valeurs moyennes, on doit calculer l'erreur relative de justesse et l'erreur relative de répétabilité du système de mesure de force de la machine d'essai (voir 6.5).

Avant chaque série de mesures, on doit régler l'indication de l'appareil indicateur à zéro. La lecture du zéro doit être prise environ 30 s après que la force a été complètement retirée. Dans le cas d'un appareil indicateur analogique, on doit également vérifier que l'aiguille suiveuse oscille librement autour du zéro et, dans le cas de l'utilisation d'un appareil indicateur numérique, que tout dépassement du zéro vers le bas est immédiatement enregistré, par exemple par un indicateur du signe (+ ou –).

Pour chaque série, on doit noter l'erreur relative du zéro, calculée à l'aide de l'équation suivante:

$$f_0 = \frac{F_{i0}}{F_N} \times 100 \quad (5)$$

6.4.6 Vérification des dispositifs accessoires

On doit vérifier l'état de bon fonctionnement et la résistance due au frottement des dispositifs accessoires mécaniques (aiguille suiveuse, enregistreur) selon l'une des méthodes suivantes, selon que la machine est habituellement utilisée avec ou sans accessoires:

- machine habituellement utilisée avec les accessoires: On doit effectuer trois séries de mesures sous force croissante (voir 6.4.5), avec les accessoires branchés pour chaque échelle de force utilisée, et une série complémentaire de mesures sans accessoires pour au moins la plus petite échelle utilisée;
- machine habituellement utilisée sans accessoires: On doit effectuer trois séries de mesures sous force croissante (voir 6.4.5), avec les accessoires débranchés pour chaque échelle de force utilisée, et une série complémentaire de mesures avec les accessoires branchés pour au moins la plus petite échelle utilisée.

Dans les deux cas, l'erreur relative de justesse, q , doit être calculée pour les trois séries normales de mesures, et l'erreur relative de répétabilité, b , doit être calculée sur l'ensemble des quatre séries. Les valeurs obtenues de b et q doivent être conformes à celles du Tableau 2 pour la classe considérée, et les conditions suivantes doivent, en outre, être satisfaites:

— pour les étalonnages avec force indiquée constante:

$$100 \left| \frac{F_i - F_c}{F_c} \right| < 1,5 |q| \quad (6)$$

— pour les étalonnages avec force réelle constante:

$$100 \left| \frac{F_{ic} - F}{F} \right| < 1,5 |q| \quad (7)$$

NOTE Dans les équations, la valeur de q est la valeur maximale admissible donnée dans le Tableau 2 pour la classe considérée.

6.4.7 Vérification de l'influence des différences de position du piston

Sur les machines hydrauliques, dont la pression hydraulique au niveau du vérin sert pour mesurer la force d'essai, l'influence d'une différence de position du piston doit être vérifiée pour la plus petite échelle utilisée de la machine, au cours des trois séries de mesures (voir 6.4.5). La position du piston doit être différente pour chacune des séries de mesures.

NOTE Dans le cas d'une machine hydraulique à double piston, il est nécessaire de considérer les deux pistons.

6.4.8 Détermination de l'erreur relative de réversibilité

Lorsqu'elle est requise, l'erreur relative de réversibilité, v , doit être déterminée en réalisant, pour les mêmes paliers de force, un étalonnage tout d'abord dans le sens des forces croissantes puis dans le sens des forces décroissantes. Dans ce cas, la machine doit également être étalonnée avec une force décroissante.

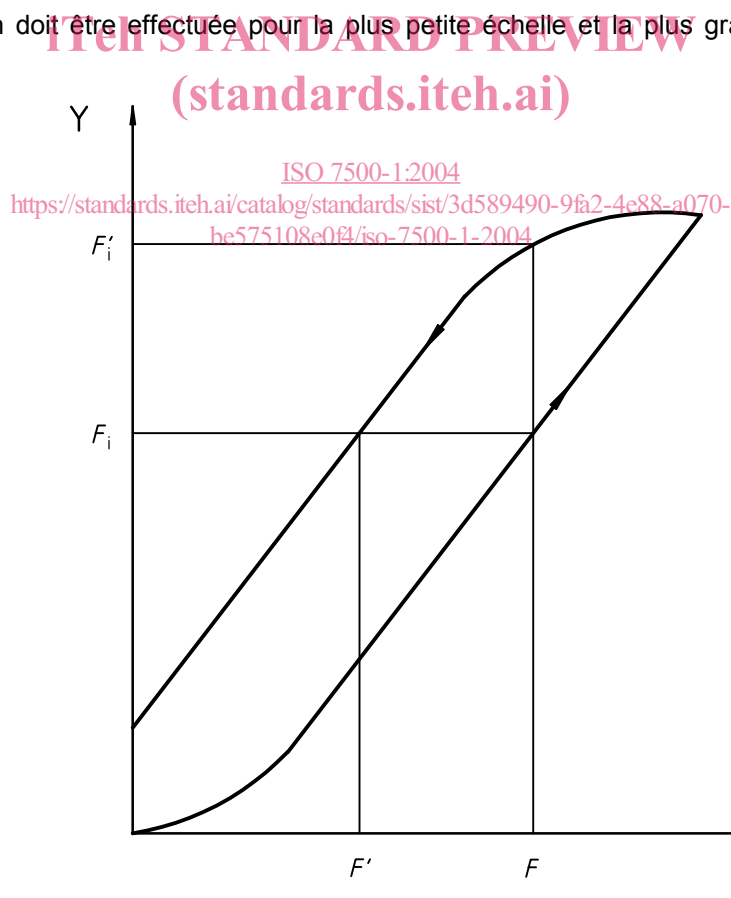
La différence entre les valeurs trouvées avec des forces croissantes et avec des forces décroissantes permet de calculer l'erreur relative de réversibilité (voir Figure 1) à l'aide de l'équation suivante:

$$v = \frac{F - F'}{\bar{F}} \times 100 \quad (8)$$

ou, dans le cas particulier où l'étalonnage est fait sous force réelle constante:

$$v = \frac{F'_i - F_i}{F} \times 100 \quad (9)$$

Cette détermination doit être effectuée pour la plus petite échelle et la plus grande échelle de force de la machine d'essai.



X Force réelle

Y Lecture de la force sur l'appareil indicateur de force

Figure 1 — Schéma représentatif de la détermination de la réversibilité