
**Matériaux métalliques — Essai de
flexion par choc sur éprouvette
Charpy —**

**Partie 2:
Vérification des machines d'essai
(mouton-pendule)**

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

*Metallic materials — Charpy pendulum impact test —
Part 2: Verification of testing machines*

ISO 148-2:2016

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d98e5258-2425-4ea5-bde5-bc2b3458fd46/iso-148-2-2016>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 148-2:2016

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d98e5258-2425-4ea5-bde5-bc2b3458fd46/iso-148-2-2016>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2016, 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
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	2
3 Termes et définitions	2
3.1 Définitions relatives à la machine.....	2
3.2 Définitions relatives à l'énergie.....	3
3.3 Définitions relatives aux éprouvettes.....	4
4 Symboles et abréviations	4
5 Machine d'essai	6
6 Vérification directe	6
6.1 Généralités.....	6
6.2 Fondations/installation.....	7
6.3 Bâti de la machine.....	7
6.4 Pendule.....	8
6.5 Appuis et supports.....	11
6.6 Dispositif indicateur.....	12
7 Vérification indirecte par utilisation d'éprouvettes de référence	13
7.1 Éprouvettes de référence utilisées.....	13
7.2 Niveaux d'énergie absorbée.....	13
7.3 Exigences pour les éprouvettes de référence.....	13
7.4 Vérification directe limitée.....	13
7.5 Erreur et répétabilité.....	14
7.5.1 Répétabilité.....	14
7.5.2 Erreur.....	14
8 Fréquence des vérifications	14
9 Rapport de vérification	15
9.1 Généralités.....	15
9.2 Vérification directe.....	15
9.3 Vérification indirecte.....	15
10 Incertitude	15
Annexe A (informative) Incertitude de mesure du résultat de la vérification indirecte d'une machine d'essai par choc sur éprouvette Charpy (mouton-pendule)	21
Annexe B (informative) Incertitude de mesure des résultats de la vérification directe d'une machine d'essai par choc sur éprouvette Charpy (mouton-pendule)	25
Annexe C (informative) Méthode directe de vérification des caractéristiques géométriques des moutons-pendules au moyen d'un gabarit	32
Bibliographie	38

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.

(standards.iteh.ai)

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/d98e5258-2425-4ea5-bdc5-bc2b3458fd46/iso-148-2-2016).

L'ISO 148-2 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 164, *Essais mécaniques des métaux*, sous-comité SC 4, *Essais de ténacité*.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition (ISO 148-2:2008), qui a fait l'objet d'une révision technique.

L'ISO 148 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Matériaux métalliques — Essai de flexion par choc sur éprouvette Charpy*:

- *Partie 1: Méthode d'essai*
- *Partie 2: Vérification des machines d'essai (mouton-pendule)*
- *Partie 3: Préparation et caractérisation des éprouvettes Charpy à entaille en V pour la vérification indirecte des machines d'essai mouton-pendule*

Introduction

La conformité d'un mouton-pendule pour l'essai de réception de matériaux métalliques était habituellement basée sur l'étalonnage de son échelle et la vérification de la conformité des dimensions spécifiées, telles que la forme et la distance entre les appuis supportant l'éprouvette. L'étalonnage de l'échelle était communément vérifié par le mesurage de la masse du pendule et de sa position pour différentes lectures sur l'échelle. Ce mode opératoire d'évaluation de la machine offrait le net avantage de requérir seulement des mesurages de quantités qui peuvent présenter une traçabilité à des normes nationales. La nature objective de tels mesurages traçables réduit la nécessité d'arbitrage concernant la conformité des machines pour les essais de réception d'un matériau.

Cependant, deux machines qui ont été évaluées par le mode opératoire de vérification directe décrit ci-dessus, et qui ont satisfait toutes deux aux exigences dimensionnelles, peuvent donner quelquefois des valeurs d'énergie de rupture significativement différentes lors d'essais sur des éprouvettes d'un même matériau. Cette différence est importante commercialement lorsque les valeurs obtenues sur une machine répondent à la spécification de matériau alors que celles obtenues sur l'autre machine ne sont pas satisfaisantes. Afin d'éviter de tels désaccords, certains acheteurs de matériaux ajoutent l'exigence que toutes les machines d'essai de flexion utilisées pour l'essai de réception du matériau qui leur est vendu soient vérifiées de façon indirecte par l'utilisation d'éprouvettes de référence fournies par leurs soins. Une machine est considérée comme acceptable uniquement si les valeurs obtenues avec la machine satisfont, dans les limites spécifiées, à la valeur fournie avec les éprouvettes de référence.

Cette norme décrit aussi bien la vérification directe d'origine que les procédures de vérification indirecte.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 148-2:2016](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d98e5258-2425-4ea5-bde5-bc2b3458fd46/iso-148-2-2016)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d98e5258-2425-4ea5-bde5-bc2b3458fd46/iso-148-2-2016>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 148-2:2016

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d98e5258-2425-4ea5-bde5-bc2b3458fd46/iso-148-2-2016>

Matériaux métalliques — Essai de flexion par choc sur éprouvette Charpy —

Partie 2: Vérification des machines d'essai (mouton-pendule)

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 148 traite de la vérification des éléments des machines d'essai de flexion par choc (moutons-pendules) concernant leurs éléments de construction, leur performance globale et la précision des résultats qu'ils produisent. Elle s'applique aux machines ayant des couteaux de 2 mm ou de 8 mm utilisées pour les essais de flexion par choc effectués par exemple conformément à l'ISO 148-1.

Elle peut s'appliquer de manière analogue aux moutons-pendules de capacités ou de conceptions différentes.

Les machines de choc utilisées pour les essais des matériaux métalliques par des laboratoires industriels, généralistes ou de recherche conformément à la présente partie de l'ISO 148 sont qualifiées de machines industrielles. Celles répondant à des exigences plus contraignantes sont qualifiées de machines de référence. Les exigences relatives à la vérification des machines de référence sont fixées dans l'ISO 148-3.

La présente partie de l'ISO 148 décrit deux méthodes de vérification.

- a) La méthode directe, qui est de nature statique, comprend des mesurages sur les parties critiques de la machine pour s'assurer qu'elle satisfait aux exigences de la présente partie de l'ISO 148. Les instruments utilisés pour la vérification et l'étalonnage ont une traçabilité aux étalons nationaux. Les méthodes directes sont utilisées lors de l'installation ou de la réparation de la machine ou lorsque la méthode indirecte donne un résultat non conforme.
- b) La méthode indirecte, qui est de nature dynamique, utilise des éprouvettes de référence afin de vérifier des points sur l'échelle de mesure.

Un mouton-pendule n'est pas conforme à la présente partie de l'ISO 148 tant qu'il n'a pas été vérifié par les deux méthodes, directe et indirecte, et satisfait aux exigences des [Articles 6](#) et [7](#).

La présente partie de l'ISO 148 décrit comment prendre en compte les différentes composantes de l'énergie totale absorbée par la rupture de l'éprouvette au moyen d'une méthode indirecte. Cette énergie totale absorbée consiste en

- l'énergie nécessaire pour rompre l'éprouvette elle-même, et
- les pertes internes d'énergie du mouton-pendule effectuant la première demi-oscillation depuis sa position initiale.

NOTE Les pertes internes d'énergie sont dues:

- à la résistance de l'air, aux frottements des paliers de l'axe de rotation et de l'indicateur du mouton-pendule et peuvent être déterminées par la méthode directe (voir [6.4.5](#)), et
- au choc sur les fondations, aux vibrations du bâti et du pendule, pour lesquelles aucune méthode de mesure et aucun appareillage appropriés n'ont été développés.

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 148-1, *Matériaux métalliques — Essai de flexion par choc sur éprouvette Charpy — Partie 1: Méthode d'essai*

ISO 148-3, *Matériaux métalliques — Essai de flexion par choc sur éprouvette Charpy — Partie 3: Préparation et caractérisation des éprouvettes Charpy à entaille en V pour la vérification indirecte des machines d'essai mouton-pendule*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1 Définitions relatives à la machine

3.1.1

appui

partie de la machine servant à positionner correctement l'éprouvette pour l'impact, par rapport au couteau et aux supports d'éprouvette, et qui supporte l'éprouvette sous la force de l'impact

3.1.2

base du bâti

partie du bâti de la machine située sous le plan horizontal des supports

3.1.3

centre de percussion

point d'un corps où, lorsqu'on frappe un coup, l'action de percussion est la même que si la masse totale du corps était concentrée en ce point

Note 1 à l'article: Lorsqu'un mouton-pendule simple délivre un coup selon une ligne horizontale passant par le centre de percussion, il n'y a aucune réaction résultante sur l'axe de rotation.

Note 2 à l'article: Voir la [Figure 4](#).

3.1.4

point d'impact

point de l'arête du couteau du pendule au niveau duquel l'arête verticale du couteau rencontre le plan horizontal à mi-hauteur de l'éprouvette (c'est-à-dire 5 mm) ou d'une barre équivalente reposant sur les supports de l'éprouvette, lorsque le pendule est libre

Note 1 à l'article: Voir la [Figure 4](#).

3.1.5

machine industrielle

mouton-pendule utilisé pour des essais industriels, généraux ou la plupart des essais de laboratoire effectués sur des matériaux métalliques

Note 1 à l'article: Les machines industrielles ne sont pas utilisées pour la détermination des valeurs de références, sauf si elles remplissent les exigences d'un mouton-pendule de référence (voir ISO 148-3).

Note 2 à l'article: Les machines industrielles sont vérifiées selon les modes opératoires décrits dans la présente partie de l'ISO 148.

3.1.6**machine de référence**

mouton-pendule utilisé pour la détermination des valeurs certifiées de lots d'éprouvettes de référence (3.3.4)

Note 1 à l'article: Les machines de référence sont vérifiées en utilisant les procédures décrites dans l'ISO 148-3.

3.1.7**couteau**

partie du pendule qui sera en contact avec l'éprouvette

Note 1 à l'article: Le bord qui touche l'éprouvette a un rayon de 2 mm (couteau de 2 mm) ou de 8 mm (couteau de 8 mm).

Note 2 à l'article: Voir la [Figure 2](#).

3.1.8**supports d'éprouvette**

partie de la machine servant à positionner correctement l'éprouvette pour l'impact par rapport au centre de percussion (3.1.3) du pendule, du couteau (3.1.7) et des appuis (3.1.1)

Note 1 à l'article: Voir les [Figures 2](#) et [3](#).

3.2 Définitions relatives à l'énergie**3.2.1****énergie totale absorbée** **K_T**

énergie totale absorbée requise pour rompre une éprouvette avec un mouton-pendule qui n'est pas corrigé pour de quelconques pertes d'énergie

Note 1 à l'article: Elle est égale à la différence d'énergie potentielle entre la position initiale du pendule et la position de celui-ci à la fin de la première demi-oscillation pendant laquelle l'éprouvette est rompue (voir [6.3](#)).

3.2.2**énergie potentielle initiale** **K_P**

énergie potentielle du marteau du pendule avant qu'il soit libéré pour l'essai de choc, telle qu'elle est déterminée par vérification directe

Note 1 à l'article: Voir [6.4.2](#).

3.2.3**énergie absorbée** **K**

énergie requise pour rompre une éprouvette avec un mouton-pendule, après correction du frottement comme défini en [6.4.5](#)

Note 1 à l'article: La lettre V ou U est utilisée pour indiquer la géométrie de l'entaille, soit KV ou KU . Le chiffre 2 ou 8 est utilisé comme indice pour indiquer le rayon du couteau, par exemple KV_2 .

3.2.4**énergie calculée** **K_{calc}**

énergie calculée à partir des valeurs d'angle, de longueur et de la force mesurée lors de la vérification directe

3.2.5

énergie potentielle initiale nominale

énergie nominale

K_N

énergie attribuée par le constructeur du mouton-pendule

3.2.6

énergie absorbée indiquée

K_S

énergie donnée par l'indicateur de la machine d'essai, qui peut ou non nécessiter une correction pour les frottements afin de déterminer l'énergie absorbée, K (3.2.3)

3.2.7

énergie absorbée de référence

K_R

valeur certifiée de l'énergie absorbée (3.2.3) associée aux éprouvettes de référence (3.3.4) utilisées pour vérifier les performances des moutons-pendules

3.3 Définitions relatives aux éprouvettes

3.3.1

Largeur

W

distance entre la face entaillée et la face opposée

Note 1 à l'article: Dans les versions antérieures de la série de normes ISO 148 (avant 2016), la distance entre la face entaillée et la face opposée était désignée «hauteur». Le changement de désignation en «largeur» rend l'ISO 148-1 homogène avec la terminologie utilisée dans d'autres normes ISO sur la rupture.

3.3.2

Épaisseur

B

dimension perpendiculaire à la largeur (3.3.1) et parallèle à l'entaille

ISO 148-2:2016
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d98e5258-2425-4ea5-bde5-bc2b3458fd46/iso-148-2-2016>

Note 1 à l'article: Dans les versions antérieures de la série de normes ISO 148 (avant 2016), la distance perpendiculaire à la largeur qui est parallèle à l'entaille était désignée «largeur». Le changement de désignation en «épaisseur» rend l'ISO 148-1 homogène avec la terminologie utilisée dans d'autres normes ISO sur la rupture.

3.3.3

Longueur

L

dimension la plus grande, perpendiculaire à l'entaille

3.3.4

épreuve de référence

épreuve de flexion par choc utilisée pour vérifier la conformité des moutons-pendules par comparaison de l'énergie absorbée indiquée (3.2.3) par la machine avec l'énergie absorbée de référence (3.2.7) associée aux éprouvettes

Note 1 à l'article: Les éprouvettes de référence sont préparées conformément à l'ISO 148-3.

4 Symboles et abréviations

Pour les besoins du présent document, les symboles et abréviations données dans le [Tableau 1](#) s'appliquent.

Tableau 1 — Symboles, abréviations et leur désignation et unité

Symbole/ abréviation ^a	Unité	Désignation
B_V	J	Erreur du mouton-pendule telle que déterminée par la vérification indirecte
b	J	Répétabilité
F	N	Force exercée par le pendule, mesurée à une distance l_2
F_g	N	Force exercée par le pendule due à la pesanteur
g	m/s ²	Accélération due à la pesanteur
GUM	—	Guide ISO pour l'expression de l'incertitude de mesure ^[8]
h	m	Hauteur de chute du pendule
H_1	m	Hauteur de remontée du pendule
K	J	Énergie absorbée (exprimée en KV_2 , KV_8 , KU_2 , KU_8 , pour identifier les géométries spécifiques d'entailles et de rayons de l'arête du couteau)
K_T	J	Énergie totale absorbée
K_S	J	Énergie absorbée indiquée
K_{calc}	J	Énergie calculée
KV_R	J	Valeur KV certifiée du matériau de référence utilisé pour la vérification indirecte
$\overline{KV_V}$	J	Valeur KV moyenne des éprouvettes de référence soumises à essai lors de la vérification indirecte
K_N	J	Énergie potentielle initiale nominale (énergie nominale)
K_R	J	Énergie absorbée de référence d'un jeu d'éprouvettes de référence Charpy
K_P	J	Énergie potentielle initiale (énergie potentielle)
K_1 or β_1	J ou degré	Énergie absorbée indiquée ou angle de remontée lorsque la machine est utilisée de façon normale sans éprouvette en position
K_2 or β_2	J ou degré	Énergie absorbée indiquée ou angle de remontée lorsque la machine est utilisée de façon normale sans éprouvette en position et sans nouveau réglage du mécanisme d'indication
K_3 or β_3	J ou degré	Énergie absorbée indiquée ou angle de remontée après 11 demi-oscillations lorsque la machine est utilisée de façon normale sans éprouvette en position et sans nouveau réglage du mécanisme d'indication
l	m	Distance du centre de l'éprouvette (centre du couteau) à l'axe de rotation (longueur du pendule)
l_1	m	Distance du centre de percussion à l'axe de rotation
l_2	m	Distance du point d'application de la force F à l'axe de rotation
M	N·m	Moment, égal au produit $F \cdot l_2$
n_V	—	Nombre d'éprouvettes de référence soumises à essai pour la vérification indirecte d'un mouton-pendule
p	J	Perte d'énergie absorbée due aux frottements de l'indicateur
p'	J	Perte d'énergie absorbée due aux frottements dans les paliers et à la résistance de l'air
p_β	J	Correction de la perte d'énergie pour un angle de remontée β
r	J	Résolution de l'échelle du pendule
RM	—	Matériau de référence
s_V	J	Écart-type des valeurs KV obtenues sur les n_V éprouvettes de référence
S	J	Erreur du mécanisme de l'échelle
t	s	Période du pendule
T	s	Durée totale de 100 oscillations du pendule
T_{max}	s	Valeur maximale de T
T_{min}	s	Valeur minimale de T

Tableau 1 (suite)

Symbole/ abréviation ^a	Unité	Désignation
u	—	Incertitude-type
$u(KVv)$	J	Incertitude-type de KVv
$u(B_V)$	J	Contribution d'incertitude-type à partir de l'erreur
$u(F)$	J	Incertitude-type de la force mesurée, F
$u(F_{ftd})$	J	Incertitude-type du transducteur de force
$u(r)$	J	Contribution d'incertitude-type à partir de la résolution
u_{RM}	J	Incertitude-type de la valeur certifiée du matériau de référence utilisé pour la vérification indirecte
u_V	J	Incertitude-type du résultat de la vérification indirecte
α	degré	Angle de chute du pendule
β	degré	Angle de remontée du pendule
ν_B	—	Degrés de liberté correspondant à $u(B_V)$
ν_V	—	Degrés de liberté correspondant à u_V
ν_{RM}	—	Degrés de liberté correspondant à u_{RM}

^a Voir la [Figure 4](#).

5 Machine d'essai

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Un mouton-pendule comprend les parties suivantes (voir [Figures 1](#) à [3](#)):

- fondations/installation;
- bâti de la machine: structure supportant le pendule à l'exclusion des fondations;
- pendule, marteau inclus;
- appuis et supports (voir [Figures 2](#) et [3](#));
- indicateur de l'énergie absorbée (par exemple échelle, indicateur ou dispositif électronique).

6 Vérification directe

6.1 Généralités

La vérification directe de la machine comprend la vérification des points a) à e) listés au [paragraphe 5](#).

Les estimations d'incertitude sont exigées dans le présent [Article 6](#) pour les mesures liées à la vérification directe dans le but d'harmoniser la précision des procédures de vérification utilisées. Les estimations d'incertitude exigées dans le présent [Article 6](#) ne sont associées d'aucune façon aux normes de produits ni des bases de données de propriétés de matériaux.

L'incertitude des jauges à cadran, des micromètres, des compas à friction, et des autres instruments utilisés dans les mesures de vérification directe doit être estimée une fois par le producteur.

L'incertitude d'une méthode pour mesurer un paramètre de vérification directe est caractérisée comme partie de la méthode de validation. Dès que la méthode de validation est définie, l'incertitude peut être utilisée de façon routinière (pourvu que la même méthode soit suivie, la même instrumentation utilisée et que les opérateurs soient formés).

6.2 Fondations/installation

6.2.1 Les fondations sur lesquelles la machine est fixée et la ou les méthodes de fixation de la machine sont de la plus grande importance.

6.2.2 Les fondations du mouton-pendule ne peuvent généralement pas être vérifiées après installation. En conséquence, la documentation établie lors de l'installation de la machine doit prouver que la masse des fondations est au moins égale à 40 fois celle du pendule.

6.2.3 La vérification de la machine installée doit comprendre ce qui suit:

- a) s'assurer que le couple de serrage des boulons est conforme à celui indiqué par le constructeur de la machine. Cette valeur de couple doit être indiquée sur le document fourni par le constructeur de la machine (voir [6.2.1](#)). Si d'autres dispositifs de montage sont utilisés ou choisis par un utilisateur final, l'équivalence doit être démontrée;
- b) s'assurer que le mouton-pendule n'est pas sujet à des vibrations externes transmises par les fondations au moment de l'essai de choc.

NOTE Cela peut être réalisé, par exemple, en plaçant un petit récipient rempli d'eau sur le bâti de la machine en tout emplacement convenable. L'absence de rides à la surface de l'eau indique que cette exigence est satisfaite.

6.3 Bâti de la machine

6.3.1 La vérification du bâti de la machine (voir [Figure 1](#)) doit comprendre les points suivants:

- a) position libre du pendule;
- b) position du pendule par rapport aux supports;
- c) jeux transversal et radial des paliers du pendule;
- d) jeu entre le marteau et le bâti.

Les machines fabriquées après 1998 doivent avoir un plan de référence à partir duquel peuvent être réalisés les mesurages.

L'[Annexe C](#) est donnée à titre d'information.

6.3.2 L'axe de rotation du pendule doit être parallèle au plan de référence à 2/1 000 près. Cela doit être certifié par le constructeur de la machine.

6.3.3 La machine doit être installée de façon que le plan de référence soit horizontal à 2/1 000 près.

Pour les machines ne comportant pas de plan de référence, l'axe de rotation doit être horizontal à 4/1 000 près. Cela doit être démontré par une vérification directe ou bien un plan de référence doit être défini pour la vérification de l'horizontalité de l'axe de rotation comme décrit ci-dessus.

6.3.4 En position libre, le pendule doit pendre de façon que l'arête du couteau soit au plus à 2,5 mm de la position où il serait juste en contact avec l'éprouvette.

NOTE Cette condition peut être vérifiée à l'aide d'un barreau d'environ 55 mm de long et de section rectangulaire 7,5 mm et 12,5 mm (voir [Figure 3](#)) pour les petite et grande dimensions de la section.

6.3.5 Le plan d'oscillation du pendule doit être à $90^\circ \pm 0,1^\circ$ de l'axe de rotation. ($u < 0,05^\circ$).