
**Matériaux métalliques — Essai de
flexion par choc sur éprouvette
Charpy à entaille en V — Méthode
d'essai instrumenté**

*Metallic materials — Charpy V-notch pendulum impact test —
Instrumented test method*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 14556:2015](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bce11a98-7b7f-4e1b-811b-17bdcc712af5/iso-14556-2015)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bce11a98-7b7f-4e1b-811b-17bdcc712af5/iso-14556-2015>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 14556:2015

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bce11a98-7b7f-4e1b-811b-17bdcc712af5/iso-14556-2015>



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	iv
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
3.1 Valeurs caractéristiques de force.....	1
3.2 Valeurs caractéristiques de déplacement.....	2
3.3 Valeurs caractéristiques d'énergie.....	2
4 Symboles et termes abrégés	3
5 Principe	3
6 Appareillage	4
6.1 Machine d'essai.....	4
6.2 Instrumentation et étalonnage.....	4
6.2.1 Mesures raccordées.....	4
6.2.2 Mesure de la force.....	4
6.2.3 Étalonnage.....	5
6.2.4 Mesure du déplacement.....	6
6.2.5 Enregistreur.....	6
6.2.6 Intervalle entre étalonnages.....	6
7 Éprouvette	6
8 Mode opératoire	6
9 Expression des résultats	7
9.1 Généralités.....	7
9.2 Évaluation de la courbe force-déplacement.....	7
9.3 Détermination des valeurs caractéristiques de force.....	7
9.4 Détermination des valeurs caractéristiques de déplacement.....	8
9.5 Détermination des valeurs caractéristiques d'énergie.....	10
10 Rapport d'essai	11
Annexe A (informative) Conceptions de couteaux instrumentés	12
Annexe B (informative) Exemple de bloc support pour l'étalonnage d'un couteau de 2 mm	13
Annexe C (informative) Formules pour l'estimation de la proportion de surface de rupture ductile	14
Annexe D (normative) Essai de flexion par choc instrumenté sur éprouvettes Charpy à entaille en V de dimensions réduites	15
Bibliographie	21

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/bcc11a98-7b71-4e1b-811b-17bdcc712af5/iso-14556-2015).

L'ISO 14556 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 164, *Essais mécaniques des métaux*, sous-comité SC 4, *Essais de ténacité*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première (ISO 14556:2000), qui a fait l'objet d'une révision technique.

Matériaux métalliques — Essai de flexion par choc sur éprouvette Charpy à entaille en V — Méthode d'essai instrumenté

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie une méthode d'essai instrumenté de flexion par choc sur éprouvette Charpy à entaille en V pour les produits métalliques ainsi que les prescriptions concernant le dispositif de mesure et d'enregistrement.

Par rapport à l'essai de flexion par choc sur éprouvette Charpy décrit dans la norme ISO 148-1, le présent essai fournit des informations supplémentaires sur le comportement à la rupture du produit soumis à des conditions d'essai de choc.

Des informations à caractère général sur la méthode d'essai instrumenté de flexion par choc peuvent être trouvées dans les références[1] à [5].

2 Références normatives

Les documents ci-après, en tout ou partie, sont des références normatives dans le présent document et sont indispensables à son application. 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 148-2, *Matériaux métalliques — Essai de flexion par choc sur éprouvette Charpy — Partie 2: Vérification 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 Valeurs caractéristiques de force

3.1.1

force d'écoulement généralisé

F_{gy}

force au point de transition entre la partie linéaire croissante et la partie incurvée de la courbe force-déplacement.

Note 1 à l'article: Elle représente une première approximation de la force pour laquelle survient la plastification sur la totalité du ligament de l'éprouvette non (voir 9.3).

3.1.2

force maximale

F_m

force maximale de la courbe force-déplacement.

3.1.3

force à l'amorçage de la fissure instable

F_{iu}
force qui se situe au début de la chute brutale dans la courbe force-déplacement (amorçage de la fissure instable).

3.1.4

force à l'arrêt de la fissure

F_a
force à la fin (à l'arrêt) de la propagation de la fissure instable.

3.2 Valeurs caractéristiques de déplacement

3.2.1

déplacement d'écoulement généralisé

S_{gy}
déplacement correspondant à la force d'écoulement généralisé, F_{gy}

3.2.2

déplacement à la force maximale

S_m
déplacement correspondant à la force maximale, F_m

3.2.3

déplacement à l'amorçage de la fissure

S_{iu}
déplacement correspondant à l'amorçage de la fissure instable, F_{iu}

3.2.4

déplacement à l'arrêt de la fissure

S_a
déplacement associé à la force correspondant à la fin (à l'arrêt) de la propagation de la fissure instable, F_a

3.2.5

déplacement total

S_t
déplacement à l'extrémité de la courbe force-déplacement.

3.3 Valeurs caractéristiques d'énergie

3.3.1

énergie à la force maximale

W_m
énergie partielle de $s = 0$ à $s = s_m$

3.3.2

énergie à l'amorçage de la fissure instable

W_{iu}
énergie partielle de $s = 0$ à $s = s_{iu}$

3.3.3

énergie à l'arrêt de la fissure

W_a
énergie partielle de $s = 0$ à $s = s_a$

3.3.4 énergie totale

 W_t

énergie absorbée par l'éprouvette pendant l'essai

Note 1 à l'article: calculée à partir de l'aire sous la courbe force-déplacement de $s = 0$ to $s = s_t$.

4 Symboles et termes abrégés

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les symboles donnés dans le [Tableau 1](#) s'appliquent (voir également [Figures 2](#) et [3](#)).

Tableau 1 — Symboles et leur signification

Symbole	Signification	Unité
f_g	Limite de la fréquence de sortie	Hz
F	Force	N
F_a	Force à l'arrêt de la fissure	N
F_{gy}	Force d'écoulement généralisé	N
F_{iu}	Force à l'amorçage de la fissure instable	N
F_m	Force maximale	N
g_n	Accélération due à la pesanteur	m/s ²
h	Hauteur de chute du centre du couteau du mouton-pendule (voir ISO 148-2)	m
KV	Energie absorbée comme défini dans l'ISO 148-1	J
m	Masse effective du pendule correspondant à son poids effectif (voir ISO 148-2)	kg
s	Déplacement	m
s_a	Déplacement à l'arrêt de la fissure	m
s_{gy}	Déplacement d'écoulement généralisé	m
s_{iu}	Déplacement à l'amorçage de la fissure instable	m
s_m	Déplacement à la force maximale	m
s_t	Déplacement total	m
t	Temps	s
t_o	Temps au début de la déformation de l'éprouvette	s
t_r	Temps de montée du signal	s
v_o	Vitesse initiale d'impact du couteau	m/s
v_t	Vitesse d'impact du couteau à l'instant t	m/s
W_a	Energie à l'arrêt de la fissure	J
W_{iu}	Energie à l'amorçage de la fissure instable	J
W_m	Energie à la force maximale	J
W_t	Energie totale	J

5 Principe

5.1 Le présent essai consiste à mesurer la force d'impact, en fonction du déplacement en flexion de l'éprouvette, pendant un essai de flexion par choc réalisé conformément à l'ISO 148-1. L'aire sous la courbe force-déplacement définit l'énergie absorbée par l'éprouvette.

5.2 Les courbes force-déplacement pour différents produits en acier et différentes températures peuvent être très différentes, même si les aires sous les courbes et les énergies absorbées sont identiques. Si l'on subdivise les courbes force-déplacement en zones caractéristiques, les différentes phases de l'essai peuvent en être déduites, ce qui fournit des renseignements importants sur le comportement de l'éprouvette sollicitée à des vitesses de chargement correspondant aux chocs.

NOTE La courbe force-déplacement ne peut pas être utilisée dans les calculs de résistance des structures. Il n'est pas possible de déterminer directement la plus faible température de service admissible pour un matériau utilisé dans une construction.

6 Appareillage

6.1 Machine d'essai

Un mouton-pendule, conforme à l'ISO 148-2 et instrumenté de façon à déterminer la courbe force-temps ou la courbe force-déplacement, doit être utilisé.

Des comparaisons entre l'énergie totale, W_t , donnée par l'instrumentation et l'énergie absorbée KV indiquée par le cadran de la machine ou un système d'enregistrement approprié, doivent être réalisées.

NOTE 1 L'instrumentation et le cadran ou le système d'enregistrement mesurent des quantités similaires mais différentes. On peut s'attendre à des différences notables (voir Référence [6]).

Si l'écart entre les valeurs KV et W_t dépasse ± 5 J, il convient d'examiner les points suivants:

- le frottement de la machine;
- l'étalonnage du système de mesure de la force;
- le logiciel utilisé pour l'étalonnage.

ITeH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 14556:2015
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bce11a98-7b7f-4e1b-811b-17bdcc712af5/iso-14556-2015>

6.2 Instrumentation et étalonnage

6.2.1 Mesures raccordées

L'équipement utilisé pour tous les mesures d'étalonnage doit être raccordé à des étalons nationaux ou internationaux de mesure.

6.2.2 Mesure de la force

La mesure de la force est habituellement effectuée en utilisant deux jauges de déformation à résistance électrique liées au couteau standard pour former un capteur de force. Des conceptions appropriées sont données dans l'[annexe A](#).

Un circuit en pont complet est constitué par deux jauges de déformation soumises à la même sollicitation (actives) collées sur les deux faces opposées du couteau et deux jauges de déformation de compensation (passives) ou des résistances électriques s'y substituant. Les jauges de déformation de compensation ne doivent être reliées à aucune partie de la machine soumise aux effets du choc ou à des vibrations.

NOTE 1 De manière alternative, toute autre instrumentation pour constituer un capteur de force, qui répond aux niveaux de performance requis, peut être utilisée.

Le système de mesure de force (couteau instrumenté, amplificateur, système d'enregistrement) doit avoir une réponse d'au moins 100 kHz, ce qui correspond à un temps de montée, t , d'au plus 3,5 μ s.

Une caractérisation dynamique simple de la chaîne de mesure de force peut être réalisée en mesurant la valeur du premier pic d'inertie. Par expérience, la dynamique d'une chaîne de mesure peut être considérée comme satisfaisante, si une éprouvette à entaille en V en acier indique un pic initial supérieur à 8 kN, lorsqu'on utilise une vitesse d'impact comprise entre 5 m/s et 5,5 m/s. Ceci est valable si les centres des jauges de déformation actives sont situés de 11 mm à 15 mm du point de contact du couteau.

Il convient que l'instrumentation du couteau soit telle qu'elle donne l'étendue requise de force nominale. Le couteau instrumenté doit être conçu de façon à minimiser sa sensibilité à un chargement non symétrique.

NOTE 2 L'expérience montre qu'avec l'éprouvette à entaille en V, des forces nominales d'impact supérieures à 40 kN peuvent être obtenues pour tous les types d'acier.

6.2.3 Étalonnage

L'étalonnage du système de mesure et de l'enregistreur peut en pratique être réalisé, de manière statique, conformément aux exigences de précision données ci-après et en 6.2.4.

Il est recommandé que l'étalonnage de la force soit réalisé avec le couteau monté dans le marteau.

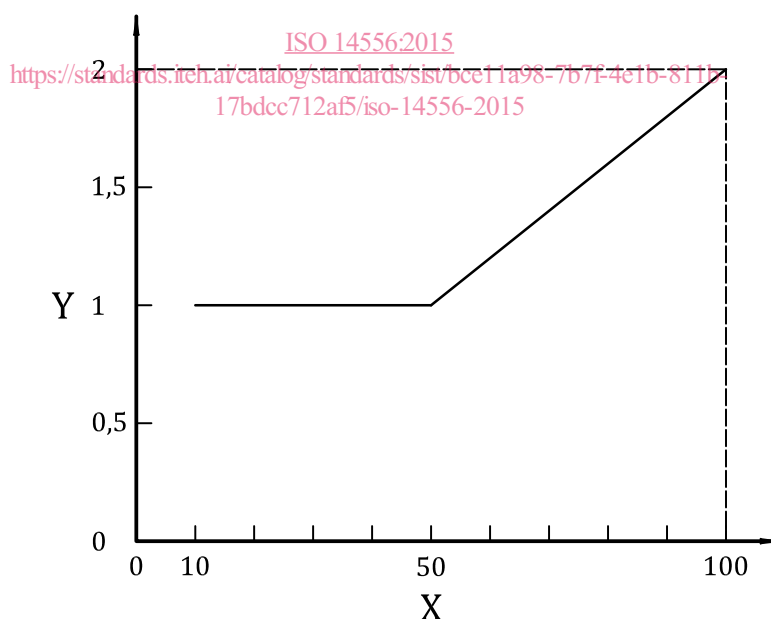
La force est appliquée au couteau à l'aide d'un bâti spécial équipé d'une cellule de mesure de force étalonnée et en utilisant un bloc support spécial à la place de l'éprouvette.

Ce bloc support doit avoir une rigidité élevée et ses paramètres caractéristiques doivent correspondre à ceux de l'éprouvette Charpy à entaille en V. Les conditions de contact doivent être approximativement celles de l'essai et doivent donner des résultats reproductibles.

NOTE 1 Un exemple de bloc support pour l'étalonnage d'un couteau de 2 mm est donné dans l'annexe B.

La linéarité statique et l'erreur de réversibilité du couteau instrumenté, incluant toutes les parties du système de mesure jusqu'à l'enregistreur (imprimante, enregistreur graphique, etc.) doivent être à $\pm 2\%$ de la force enregistrée, entre 50 % et 100 % de l'étendue de force nominale, et à $\pm 1\%$ de la force pleine échelle entre 10 % et 50 % de l'étendue de force nominale (voir Figure 1).

Pour le couteau instrumenté seul, il est recommandé que la précision soit de $\pm 1\%$ de la valeur enregistrée entre 10 % et 100 % de l'étendue nominale.



Légende

- X valeur enregistrée en pourcentage de l'étendue de force nominale
 Y erreur absolue en pourcentage de l'étendue de force nominale

Figure 1 — Erreur maximale admissible des valeurs enregistrées dans l'étendue de force nominale

6.2.4 Mesure du déplacement

Le déplacement est normalement déterminé à partir des mesures force-temps. Voir [article 9](#).

Le déplacement peut également être déterminé par une mesure sans contact du déplacement du couteau par rapport à l'enclume, en utilisant des méthodes optique, inductive ou capacitive. Les caractéristiques du transfert du signal du système de mesure du déplacement doivent correspondre à celles du système de mesure de la force de façon à rendre synchrones les deux systèmes d'enregistrement.

Le système de mesure de déplacement doit être conçu pour des valeurs nominales allant jusqu'à 30 mm; les erreurs de linéarité du système de mesure doivent donner des valeurs mesurées à $\pm 2\%$ dans la gamme 1 mm à 30 mm. Un étalonnage dynamique du système de mesure du déplacement peut être obtenu en libérant le pendule sans éprouvette mise en place lorsque la vitesse est déterminée par:

$$v_0 = \sqrt{2g_n h}$$

Il convient que le signal de la vitesse enregistré lorsque le pendule passe par la position la plus basse corresponde à la vitesse v_0 .

Il est recommandé que les déplacements compris entre 0 et 1 mm soient déterminés à partir des mesures du temps et de la vitesse d'impact du couteau en utilisant une double intégration comme décrit au [9.1](#).

6.2.5 Enregistreur

L'enregistrement des signaux dynamiques est préférentiellement obtenu par des enregistreurs numériques à mémoire avec sortie des résultats d'essais sur une imprimante ou une table traçante X-Y. Afin de satisfaire les précisions prescrites en [6.2.3](#) et [6.2.4](#) avec des systèmes de mesure et d'enregistrement numériques, un convertisseur analogique-numérique à 8 bits avec une fréquence d'échantillonnage de 250 kHz (4 μ s) est au moins nécessaire; cependant, il est recommandé d'en utiliser un à 12 bits et 1 MHz. Une capacité de stockage de 2 000 points expérimentaux est prescrite pour chaque signal sur une durée de 8 ms si l'on veut un enregistrement adéquat. Cependant il est recommandé d'utiliser 8000 points expérimentaux. Pour des signaux de durée inférieure à 8 ms, la capacité de stockage peut être réduite proportionnellement.

Lorsque les valeurs sont déterminées à partir de diagrammes force-déplacement, une précision suffisante est obtenue par la production de diagrammes ayant une hauteur et une largeur d'au moins 100 mm.

6.2.6 Intervalle entre étalonnages

Il est recommandé que l'étalonnage de l'instrumentation soit réalisé à intervalles ne dépassant pas 12 mois, ou lorsque le mouton pendule ou l'instrumentation ont été démontés, déplacés, réparés ou adaptés. Dans le cas d'un remplacement du couteau, il est recommandé d'effectuer un étalonnage à moins qu'il puisse être démontré que cela n'est pas nécessaire.

7 Éprouvette

L'éprouvette est une éprouvette Charpy avec entaille en V qui doit être conforme à l'ISO 148-1.

8 Mode opératoire

Réaliser l'essai de flexion par choc Charpy V conformément à l'ISO 148-1. De plus, la courbe force-déplacement est déterminée et évaluée pour les phases caractéristiques des étapes de déformation et de rupture.

9 Expression des résultats

9.1 Généralités

Si le déplacement n'est pas mesuré directement, calculer la courbe force-déplacement comme suit. La relation force-temps mesurée sur le couteau est proportionnelle à la caractéristique d'accélération. Étant donné un pendule supposé rigide de masse effective, m , la vitesse initiale d'impact, v_0 , et le temps, t , suivant le début de la déformation à t_0 , le déplacement en flexion de l'éprouvette est calculé par double intégration numérique:

$$v(t) = v_0 - \frac{1}{m} \int_{t_0}^t F(t) dt$$

$$s(t) = \int_{t_0}^t v(t) dt$$

9.2 Évaluation de la courbe force-déplacement

Des courbes caractéristiques force-déplacement de différents types sont données à la [Figure 2](#) de façon à simplifier l'évaluation et l'établissement du rapport. Celles-ci peuvent être approximativement classées dans les catégories suivantes :

- Type A and B domaine fragile
- Type C, D, and E domaine de transition
- Type F domaine ductile

Pour les courbes force-déplacement de type A, seule se produit la propagation d'une fissure instable. Pour les types B, C, D et E, des proportions variables de propagation de fissures stable et instable peuvent apparaître. Pour les courbes de type F, seule une propagation de fissure stable se produit.

Déterminer le type de la courbe force-déplacement par comparaison avec les représentations schématiques données à la [Figure 2](#) (colonne 2). Pour les courbes force-déplacement de type A, seule peut être déterminée F_{iu} . Pour les courbes force-déplacement de type B, seules peuvent être déterminées F_{iu} et F_a .

Dans les paragraphes suivants, l'évaluation des courbes force-déplacement est expliquée. Il convient de noter que les vibrations résultant de l'interaction entre le couteau instrumenté et l'éprouvette se superposent au signal force-déplacement. Généralement, une courbe obtenue après lissage des oscillations comme indiqué à la [Figure 3](#) donne des valeurs caractéristiques reproductibles.

9.3 Détermination des valeurs caractéristiques de force

Déterminer la force d'écoulement généralisé, F_{gy} , comme la force correspondant à l'intersection entre la partie linéaire élastique de la courbe force-déplacement, en négligeant le pic initial d'inertie, et la courbe obtenue après lissage des oscillations de la courbe force-déplacement après le début d'écoulement plastique du ligament entier ([Figure 2](#): courbes force-déplacement des types C à F).

Déterminer la force maximale, F_m , comme étant le maximum de la courbe obtenue après lissage des oscillations.

Déterminer la force correspondant à l'amorçage de la fissure instable, F_{iu} , comme étant la force à l'intersection entre la courbe obtenue après lissage des oscillations, après que l'écoulement généralisé se soit produit, et la partie de la courbe force-déplacement chutant rapidement. Si la chute rapide coïncide avec la force maximale enregistrée, alors $F_{iu} = F_m$ (courbes force-déplacement de types C ou D).