
**Matériaux métalliques — Essai de
dureté Leeb —**

**Partie 1:
Méthode d'essai**

Metallic materials — Leeb hardness test —

Part 1: Test method
iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 16859-1:2015

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b0f39948-0cc6-4598-8359-ffa81b95562e/iso-16859-1-2015>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 16859-1:2015](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b0f39948-0cc6-4598-8359-ffa81b95562e/iso-16859-1-2015)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b0f39948-0cc6-4598-8359-ffa81b95562e/iso-16859-1-2015>



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 Principe	1
4 Symboles, abréviations et désignations	2
5 Instrument d'essai	3
6 Éprouvette	3
6.1 Forme	3
6.2 Épaisseur et masse	3
6.3 Préparation de la surface	4
7 Mode opératoire	4
8 Incertitude des résultats	6
9 Rapport d'essai	6
10 Conversions vers d'autres échelles de dureté ou en valeurs de résistance à la traction	6
Annexe A (normative) Tableaux de facteurs de correction pour utilisation pour des essais qui ne sont pas réalisés dans la direction de la pesanteur	7
Annexe B (normative) Procédure de vérification périodique de l'instrument d'essai par l'utilisateur	11
Annexe C (informative) Incertitude des valeurs mesurées de dureté Leeb	12
Annexe D (informative) Instruments d'essai de dureté Leeb	19
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 (CEI) 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/CEI, 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/CEI, 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 sur la liste ISO des déclarations de brevets reçues (voir www.iso.org/brevets).

Les éventuelles appellations commerciales utilisées dans le présent document sont données pour information à l'intention des utilisateurs et ne constituent pas une approbation ou une recommandation.

Pour une explication de la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, aussi bien que pour des informations 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://www.iso.org/standards/information).

Le comité chargé de l'élaboration du présent document est l'ISO/TC 164, *Essais mécaniques des métaux*, sous-comité SC 3, *Essais de dureté*.

L'ISO 16859 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Matériaux métalliques — Essai de dureté Leeb*:

- *Partie 1: Méthode d'essai*
- *Partie 2: Vérification et étalonnage des dispositifs d'essai*
- *Partie 3: Étalonnage des blocs d'essai de référence*

Matériaux métalliques — Essai de dureté Leeb —

Partie 1: Méthode d'essai

1 Domaine d'application

La présente norme couvre la détermination de la dureté Leeb des matériaux métalliques au moyen de sept échelles Leeb différentes (HLD, HLS, HLE, HLDL, HLD+15, HLC, HLG).

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 16859-2, *Matériaux métalliques — Essai de dureté Leeb — Partie 2: Vérification et étalonnage des dispositifs d'essai*

ISO 16859-3, *Matériaux métalliques — Essai de dureté Leeb — Partie 3: Etalonnage des blocs d'essai de référence*

ITeH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

3 Principe

ISO 16859-1:2015

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b0f39948-0cc6-4598-8359->

Lors de la réalisation d'essais de dureté Leeb, une pièce d'impact en mouvement entre en collision avec une surface, avec une incidence normale et rebondit. La vitesse de la pièce d'impact est mesurée avant (v_I) et après impact (v_R). La valeur d'énergie absorbée par l'éprouvette respectivement dissipée lors de l'essai mesure la dureté Leeb dynamique de l'éprouvette. Il est supposé que la pièce d'impact ne se déforme pas de manière permanente.

Le rapport des valeurs de vitesse d'impact et de rebond donne le coefficient de restitution pour la configuration et l'énergie d'impact utilisées. Ce coefficient représente la proportion d'énergie cinétique initiale retournée à la pièce d'impact durant le temps de contact de l'impact.

Le nombre de dureté Leeb, HL, est calculé comme donné dans l'équation (1)

$$HL = \frac{v_R}{v_A} \cdot 1000 \quad (1)$$

où

v_R est la vitesse de rebond;

v_A est la vitesse d'impact.

Par définition, la dureté Leeb est un rapport et ainsi devient une quantité sans dimension.

4 Symboles, abréviations et désignations

4.1 Pour les échelles Leeb et les types de dispositifs d'impact les plus courants, voir [Tableau 1](#).

NOTE D'autres valeurs de paramètres peuvent être utilisées sur la base de l'accord spécifique entre les parties.

Tableau 1 — Symboles, dimensions, désignations et paramètres des échelles Leeb en fonction du type de dispositif d'impact

Symbole	Unité	Désignation	Paramètres des types de dispositifs d'impact						
			D ^a	S	E	DL	D+15	C	G
E _A	mJ	Energie cinétique d'impact ^b	11,5	11,4	11,5	11,95	11,2	3,0	90,0
v _A	m/s	Vitesse d'impact	2,05	2,05	2,05	1,82	1,7	1,4	3,0
v _R	m/s	Vitesse de rebond	0,615 à 1,8245	0,82 à 1,886	0,615 à 1,886	1,1092 à 1,729	0,561 à 1,513	0,49 à 1,344	0,9 à 2,25
	mm	Distance maximale du pénétrateur à bille à la surface de l'éprouvette lors du mesurage de vitesse	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	3,00
M	g	Masse de la pièce d'impact y compris le pénétrateur à bille	5,45	5,40	5,45	7,25	7,75	3,1	20,0
R	mm	Rayon sphérique de la bille du pénétrateur	1,5	1,5	1,5	1,39	1,5	1,5	2,5
		Matériau du pénétrateur	WC-Co ^c	C ^d	PCD ^e	WC-Co ^c	WC-Co ^c	WC-Co ^c	WC-Co ^c
HL		Dureté Leeb	HLD	HLS	HLE	HLDL	HLD+15	HLC	HLG
		Domaine d'application	300 HLD à 890 HLD	400 HLS à 920 HLS	300 HLE à 920 HLE	560 HLDL à 950 HLDL	330 HLD+15 à 890 HLD+15	350 HLC à 960 HLC	300 HLG à 750 HLG

^a désignation commune alternative « DC ».

^b impact vertical vers le bas, dans la direction de la pesanteur, arrondie.

^c carbure de tungstène cobalt.

^d céramique.

^e diamant polycristallin.

4.2 Le nombre de dureté Leeb est suivi par le symbole "HL" et d'un ou plusieurs caractères supplémentaires représentant le type de dispositif d'impact.

EXEMPLE 570 HLD

La dureté Leeb HL mesurée au moyen d'un dispositif d'impact de type D dans la direction de la pesanteur. Des mesurages au moyen d'un type de dispositif d'impact différent donneront un nombre de dureté différent, car le résultat donné par l'équation (1) dépend des paramètres de chaque type de dispositif d'impact.

Pour les essais dans d'autres directions, le nombre de dureté mesuré sera biaisé. Dans de tels cas, une correction doit être appliquée conformément à l'[Annexe A](#). Si l'essai n'est pas réalisé dans la direction

de la pesanteur, la direction d'essai et la correction doivent être enregistrées et le nombre de dureté corrigé doit être donné comme résultat pour la dureté Leeb.

5 Instrument d'essai

5.1 L'instrument utilisé pour les essais de dureté Leeb consiste en un dispositif d'impact (Voir [Annexe D](#) pour un exemple) et une unité électronique de mesure et d'indication pour déterminer les vitesses d'impact et de rebond de la pièce d'impact.

5.2 La pièce d'impact consiste en un pénétrateur sphérique et un porte-pénétrateur, voir [Tableau 1](#).

5.3 L'anneau d'appui doit être fermement fixé à l'arrière du dispositif d'impact. A l'exception du type de dispositif d'impact DL, la surface d'appui doit être conçue pour éviter le mouvement du dispositif d'impact pendant l'essai.

Il convient de vérifier régulièrement l'anneau d'appui, du fait qu'une usure peut influencer sur les lectures. De manière spécifique, il convient de soumettre la face arrière de l'anneau d'appui à un examen visuel. Il convient d'enlever les dépôts et la saleté.

5.4 L'instrument doit satisfaire les spécifications de l'ISO 16859-2:—.

6 Éprouvette

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

6.1 Forme

6.1.1 Les essais de dureté Leeb peuvent être réalisés sur des éprouvettes de diverses formes aussi longtemps que le vecteur vitesse d'impact est normal à la région locale de la surface à soumettre aux essais, et l'anneau d'appui est totalement placé sur la surface de l'éprouvette.

6.1.2 Des éprouvettes avec des surfaces incurvées (concaves ou convexes) peuvent être soumises à essai pour autant que le rayon de courbure de l'emplacement d'essai ne soit pas inférieur à 50 mm pour le type de dispositif d'impact G ou 30 mm pour les autres dispositifs d'impact.

6.1.3 Dans tous les autres cas, des anneaux d'appui spéciaux doivent être utilisés pour une assise stable de l'instrument sur la surface d'essai.

6.2 Épaisseur et masse

La rigidité de l'éprouvette qui est souvent déterminée par l'épaisseur locale et la masse de l'éprouvette doivent être considérées lors du choix du dispositif d'impact à employer, voir [Tableau 2](#).

NOTE 1 Ne pas disposer d'un appui approprié produira des résultats d'essai incorrects.

NOTE 2 Des éprouvettes de masse inférieure à la masse minimale indiquée ou des éprouvettes de masse suffisante avec des sections d'épaisseur inférieure au minimum nécessitent un appui rigide et/ou un couplage avec un support solide. Le couplage se réfère à une méthode où l'éprouvette est fermement connectée à un support bien plus lourd sans entraîner de déformation ou contrainte dans l'éprouvette. Par exemple, un film adhésif peut être appliqué entre la surface de l'éprouvette et le support lourd. Cette combinaison présente une masse plus grande pour résister au contact de la pièce d'impact. La méthode de couplage peut être utilisée après comparaison des résultats avec une éprouvette de référence non couplée de masse et d'épaisseur suffisantes.

NOTE 3 Des géométries particulières de l'éprouvette, par exemple plaques minces ou surfaces tabulaires, peuvent nécessiter un appui complémentaire de l'emplacement d'essai pour permettre également des essais lorsque l'épaisseur de l'éprouvette peut être plus petite que l'épaisseur minimale donnée dans le [Tableau 2](#). Par exemple sur tubes, la spécification relative à l'appui peut être exprimée en termes de rapport de diamètre du tube D à l'épaisseur s (voir Bibliographie, références [2] à [4]), qui est une mesure de la rigidité de l'échantillon. S'il n'est pas possible d'appliquer un support, des facteurs de correction des valeurs mesurées doivent être déterminés en fonction de D/s (voir Bibliographie, référence [4]).

Tableau 2 — Spécifications relatives à la masse et à l'épaisseur de l'éprouvette

Type de dispositifs d'impact	Masse minimale (pas de support rigide) kg	Masse minimale (support rigide) kg	Épaisseur minimale (sans couplage) mm	Épaisseur minimale (avec couplage) mm
D, DL, D+15, S, E	5	2	25	3
G	15	5	70	10
C	1,5	0,5	10	1

6.3 Préparation de la surface

La surface d'essai doit être préparée avec soin pour éviter toute altération de la dureté, causée par un chauffage pendant le meulage ou par écrouissage pendant l'usinage. Il est recommandé que la surface d'essai soit usinée et polie à un fini de surface tel que défini dans le [Tableau 3](#). Tous revêtements, calamine, polluants ou autres irrégularités de surface doivent être complètement enlevés. La surface doit être exempte de lubrifiants. Il convient que les emplacements de la surface à soumettre aux essais présentent une rugosité ne dépassant pas les valeurs R_a moyennes de rugosité (également "moyenne axiale")^[5] données dans le [Tableau 3](#) pour chaque dispositif d'impact, voir [2] ou [4].

Tableau 3 — Fini de surface R_a recommandé

Type de dispositif d'impact	Rugosité moyenne maximale de la surface R_a µm
D, DL, D+15, S, E	2,0
G	7,0
C	0,4

7 Mode opératoire

7.1 La vérification quotidienne définie dans l'[Annexe B](#) doit être réalisée avant le premier essai de chaque jour pour chaque échelle utilisée.

7.2 En général, il convient que l'essai soit réalisé à la température ambiante à l'intérieur des limites de 10 °C à 35 °C. Cependant, comme les variations de température peuvent influencer sur les résultats, les utilisateurs des essais Leeb peuvent choisir de contrôler la température dans un intervalle plus étroit, tel que 23 °C ± 5 °C.

NOTE La température du matériau soumis à l'essai et la température de l'instrument d'essai de dureté peuvent influencer sur les résultats d'essai. La température d'essai peut influencer de manière défavorable sur le mesurage de la dureté.

7.3 Des champs magnétiques au niveau de l'emplacement de l'essai peuvent influencer sur les résultats des essais Leeb et doivent être évités. On peut trouver les essais de dureté Leeb particulièrement sensibles aux champs électromagnétiques ambiants dans la gamme de fréquence de quelques kHz.

7.4 L'éprouvette et le dispositif d'impact ne doivent pas se déplacer pendant un essai. La surface d'appui doit être propre et exempte de polluants (calamine, lubrifiants, saleté etc.).

7.5 Les vibrations et le mouvement relatif de l'éprouvette ou du dispositif d'impact pendant un essai Leeb peuvent influencer sur le résultat d'essai et doivent être évités.

7.6 Un impact est réalisé au mieux lorsque la distance entre le centre d'une empreinte et le bord de l'éprouvette permet le positionnement de la totalité de l'anneau d'appui sur l'éprouvette. En aucun cas, la distance entre le point d'impact et le bord de l'éprouvette ne doit pas être inférieure à 10 mm pour le dispositif d'impact G, et 5 mm pour les dispositifs d'impact D, DL, D+15, C, S et E.

7.7 La distance centre-à-centre entre deux empreintes adjacentes quelconques doit être au moins de trois fois le diamètre de l'empreinte. Le [Tableau 4](#) donne les diamètres typiques d'empreinte à différents niveaux de dureté pour les différents types de dispositif d'impact.

NOTE À titre d'estimation pratique, cette spécification sera remplie si la distance bord à bord entre deux empreintes adjacentes est au moins de deux fois le diamètre de la plus grande empreinte.

Tableau 4 — Exemples de dimensions typiques sur aciers de duretés diverses

Type de dispositifs d'impact	Diamètres approximatifs		
	Dureté faible	Dureté moyenne	Dureté élevée
D	0,54 mm pour ~570 HLD	0,45 mm pour ~760 HLD	0,35 mm pour ~840 HLD
DL	0,54 mm pour ~760 HLDL	0,45 mm pour ~880 HLDL	0,35 mm pour ~925 HLDL
D+15	0,54 mm pour ~585 HLD+15	0,45 mm pour ~765 HLD+15	0,35 mm pour ~845 HLD+15
S	0,54 mm pour ~610 HLS	0,45 mm pour ~800 HLS	0,35 mm pour ~875 HLS
E	0,54 mm pour ~540 HLE	0,45 mm pour ~725 HLE	0,35 mm pour ~805 HLE
G	1,03 mm pour ~535 HLG	0,9 mm pour ~710 HLG	— ^a
C	0,38 mm pour ~635 HLC	0,32 mm pour ~820 HLC	0,3 mm pour ~900 HLC

^a En dehors de la gamme typique d'application.

7.8 Le dispositif d'impact doit être maintenu perpendiculairement à la surface de l'éprouvette.

Avant un essai, le montage correct de l'instrument et les réglages conformes aux instructions du fabricant doivent être vérifiés. Tout écart dépassant 5° par rapport à la direction de la pesanteur occasionne des erreurs de mesure. Pour des directions d'impact autres que la direction de la pesanteur, les valeurs d'essai doivent être corrigées (voir [4.2](#) et [Annexe A](#)).

7.9 Dans son état chargé, le dispositif d'impact doit être délicatement placé sur la surface d'essai préparée, et l'impact déclenché. Les vitesses d'impact et de rebond sont déterminées par l'unité de mesure et d'indication et un nombre de dureté Leeb HL est déduit.

7.10 Pour déterminer la dureté Leeb, la moyenne arithmétique d'au moins trois lectures doit être calculée. Si l'étendue des trois lectures dépasse 5 % de la moyenne arithmétique, alors des mesurages complémentaires doivent être réalisés pour fournir une moyenne d'au moins dix lectures.

8 Incertitude des résultats

L'incertitude des résultats dépend des différentes sources d'incertitude. Celles-ci peuvent être subdivisées en deux catégories:

- sources dépendant de l'instrument d'essai de dureté Leeb (y compris l'incertitude de mesure obtenue lors de l'étalonnage de l'instrument) et de l'étalonnage du bloc d'essai de référence;
- sources dépendant de la méthode d'essai et des variations des conditions d'essai.

L'erreur admissible de l'instrument d'essai par rapport à l'ISO 16859-2:—, [Tableau 3](#), peut être utilisé pour estimer l'incertitude de mesure étendue.

NOTE 1 Il convient de réaliser une évaluation minutieuse de l'incertitude de mesure en suivant.^[6]

NOTE 2 Quelquefois, il n'est pas possible de quantifier chaque contribution à l'incertitude de mesure. Cependant, une estimation de l'incertitude de mesure peut être déduite de l'analyse statistique de multiples mesurages sur l'éprouvette.

Un exemple d'estimation de l'incertitude des mesurages de dureté Leeb est donné à l'[Annexe C](#).

9 Rapport d'essai

Au minimum, le rapport d'essai doit contenir les informations suivantes:

- une référence à la présente norme (ISO 16859-1);
- les détails essentiels pour identifier l'éprouvette;
- la spécification de l'instrument d'essai (type de dispositif d'impact);
- le résultat du mesurage et le nombre de lectures individuelles qui s'y rapportent;
- toutes particularités significatives de l'essai qui ne sont pas déterminées par la présente norme (ISO 16859-1) ou qui ont été appliquées volontairement, par exemple mode de couplage, emplacement d'essai sur l'éprouvette, direction d'impact par rapport à la pesanteur;
- tous évènements ou particularités qui peuvent avoir eu un impact sur le mesurage;
- la température d'essai si elle ne se situe pas à l'intérieur de l'intervalle entre 10 °C et 35 °C.

10 Conversions vers d'autres échelles de dureté ou en valeurs de résistance à la traction

Il n'existe pas de processus général pour convertir avec précision la dureté Leeb en d'autres échelles de dureté Leeb ou d'échelles de dureté autres que Leeb, respectivement, ou la dureté Leeb en résistance à la traction. Il convient donc d'éviter de telles conversions, à moins qu'une base fiable pour la conversion puisse être obtenue par des essais de comparaison.

S'il est nécessaire de vérifier une valeur donnée de dureté Leeb par rapport à une valeur obtenue par une méthode d'essai différente, une conversion d'une valeur de dureté vers une autre, ou d'une valeur de dureté en valeur de résistance à la traction peut être obtenue par une base de données fiable à partir d'essais de comparaison. Les conversions impliquent des incertitudes qui doivent être prises en compte. Cette situation est décrite dans l'ISO 18265.^[7]

L'ASTM-International E140^[8] inclut des conversions de dureté Leeb en d'autres échelles de dureté pour un groupe d'aciers. Il existe également une étude de la relation entre la dureté Leeb et la dureté Vickers.^[9]

Annexe A (normative)

Tableaux de facteurs de correction pour utilisation pour des essais qui ne sont pas réalisés dans la direction de la pesanteur

Les [Tableaux A.1](#) à [A.7](#)^[10] donnent les valeurs de correction lorsque les essais ne sont pas réalisés dans la direction de la pesanteur. Les valeurs de correction sont indiquées dans les tableaux en fonction de l'angle θ . La correction dépend de $\cos \theta$, où θ est l'angle entre la direction d'impact et la direction de la pesanteur, et la valeur de la dureté mesurée.

NOTE Put tout angle donné non indiqué dans le tableau, l'utilisateur peut faire une interpolation pour obtenir la valeur de correction.

EXEMPLE Direction d'impact vers le haut, à un angle $\theta = 135^\circ$ par rapport à la direction de la pesanteur.

Dispositif d'impact, type D

Valeur du mesurage, 725 HLD

Valeur de correction (à partir du [Tableau A.1](#)), -12 HLD

Dureté de l'éprouvette = 725 HLD - 12 HLD = 713 HLD

NOTE Les tableaux donnés dans la présente Annexe ont été initialement protégés par un copyright par Proceq SA en 1985. Les tableaux sont réimprimés ici avec l'autorisation de Proceq SA.

ISO 16859-1:2015

Tableau A.1 — Corrections de direction d'impact, dispositif d'impact, type D

Dureté mesurée HLD	Correction HLD			
	Direction d'impact $\theta = 45^\circ$	Direction d'impact $\theta = 90^\circ$	Direction d'impact $\theta = 135^\circ$	Direction d'impact $\theta = 180^\circ$
$300 \leq \text{HLD} < 350$	-6	-12	-20	-29
$350 \leq \text{HLD} < 400$	-6	-12	-19	-27
$400 \leq \text{HLD} < 450$	-5	-11	-18	-25
$450 \leq \text{HLD} < 500$	-5	-10	-17	-24
$500 \leq \text{HLD} < 550$	-5	-10	-16	-22
$550 \leq \text{HLD} < 600$	-4	-9	-15	-20
$600 \leq \text{HLD} < 650$	-4	-8	-14	-19
$650 \leq \text{HLD} < 700$	-4	-8	-13	-18
$700 \leq \text{HLD} < 750$	-3	-7	-12	-17
$750 \leq \text{HLD} < 800$	-3	-6	-11	-16
$800 \leq \text{HLD} < 850$	-3	-6	-10	-15
$850 \leq \text{HLD} < 890$	-2	-5	-9	-14