

Contrôle de dureté des métaux et élastomères



Rugosimètres, Vidéo 2D
Projecteurs de profils



Microscope loupes
systèmes optiques



Mesure des forces
Pesage



Instrumentation
Mesure à main
Niveaux électroniques



Contrôle de dureté

Principes de base





Définition d'un essai de dureté.

Le contrôle de dureté peut paraître pour certains comme abstrait et d'un abord difficile. Maîtriser le vocabulaire et savoir lire une valeur de dureté permet de démystifier le sujet.

Avant de développer les différents principes d'essai, ROCKWELL, BRINELL, VICKERS, SHORE et LEEB, il est important de savoir définir un essai de dureté pour comprendre et être compris de son interlocuteur.

NOTION IMPORTANT : IL N'Y A PAS DE RELATION ENTRE LES DIFFERENTES ECHELLES DE DURETE.

50HRC ≠ 50HRB ≠ 50HV10

L'essai de dureté est défini par 3 critères, des lettres et des chiffres. La valeur de dureté est toujours placée avant les critères de l'essai.

1^{er} critère

H = Hardness (dureté en anglais)

2nd critère

Une seconde lettre indiquant le type d'essai de dureté

H **R** (Rockwell)

H **B** (Brinell)

H **V** (Vickers)

H **S** (Shore)

H **L** (Leeb)

H **K** (knoop)

3^{ème} critère

1 lettre ou un nombre, défini par les normes ISO 6506-Brinell, 6507-Vickers, 6508-Rockwell

ROCKWELL (ISO 6508-ASTM E18)

Dans le cas de l'essai ROCKWELL, la norme 6508 précise que la 3^{ème} lettre définit le pénétrateur utilisé et la charge. Le pénétrateur peut être conique à 120° en diamant ou à bille.

H **R** (Rockwell) **C** (Pénétrateur diamant conique 120° et charge 150 kg)

B (Pénétrateur bille Ø1/16^{ème} et charge 100 kg)

A (Pénétrateur diamant conique 120° et charge 60 kg)

etc... se reporter à la norme 6508

Exemple de définition d'essai ROCKWELL :

50 **HRC**

80 **HRB**

Valeur de dureté

Depuis 1967, SOMEKO commercialise une gamme complète de duromètres ROCKWELL ERNST. Le NR3 est un modèle digital simple et intuitif. L'AT250 à affichage digital permet d'assurer une excellente traçabilité de la production.

BRINELL (ISO 6506-ASTM E10)

Le 3^{ème} critère de l'essai BRINELL est le rapport entre la charge utilisée et le diamètre du pénétrateur au carré. Exemple charge 3000 kg avec pénétrateur Ø10 = $3000/(10 \times 10) = 3000/100 = 30$ donc HB30. IL EST IMPERATIF D'INDIQUER A LA SUITE LE DIAMETRE DU PENETRATEUR, LA CHARGE UTILISEE (bien que cela soit rarement fait, le temps d'application de la charge devrait également être précisé).

Le pénétrateur utilisé pour l'essai BRINELL est toujours un pénétrateur à bille

H B (Brinell) 05/5-125
10/10-1000 ou 10/2.5-62.5 ou 10/5-250
30/10-3000 ou 30/5-750 ou 30/2.5-187.5.5

Exemple de définition d'essai BRINELL :

250 HB30-2.5/187.5-15s autre exemple 350 HB10-10/1000-10s

Valeur de dureté

Temps application de la charge

Une billeuse du type DHB3000-D, qui est équipé d'un système optique pour la mesure de l'empreinte permet de réaliser une large gamme d'essais BRINELL. La lecture d'empreinte BRINELL peut également être faite grâce au système e-Brio. Le e-Brio de ERNST permet une lecture rapide et fiable de l'empreinte et garantie une très bonne traçabilité de la production.

Les duromètres ROCKWELL/BRINELL ERNST permet de faire un essai de dureté BRINELL sans mesure de l'empreinte, par mesure de profondeur de pénétration (principe Rockwell)

VICKERS (ISO 6507-ASTM E92 et ASTM E384)

Le 3^{ème} critère de l'essai VICKERS est un nombre qui indique la charge utilisée exprimée en kg.

Il faut distinguer l'essai MICRO-VICKERS charge jusqu'à 1 kg (ou Vickers faible charge), de l'essai MACRO-VICKERS 1 kg et plus (ou Vickers). Comme pour l'essai BRINELL, si l'on veut être parfaitement rigoureux, le temps d'application de la charge doit-être précisé. Si le temps de charge n'est pas préciser, la valeur par défaut sera 15 secondes.

Le pénétrateur VICKERS est toujours un pénétrateur diamant de forme pyramidale à 136°

H V (Vickers) 0.2 (micro-Vickers charge 0.2 kg)
H V (Vickers) 5 (Vickers charge 5 kg)

Exemple de définition d'essai VICKERS :

550 HV0.5-10s autre exemple 700 HV10-15s

Valeur de dureté

Temps application de la charge

L'essai micro-Vickers peut-être réalisé avec les instruments des gammes AMV et SMV

Une dureté Vickers peut-être mesurée avec les duromètres des gammes SCH et AMH.

Tous ces duromètres sont équipés d'un système optique permettant de valider les diagonales D1 et D2

SHORE (ISO 868-ASTM D2240)

Le 3^{ème} critère de l'essai SHORE est une lettre qui exprime la force du ressort, force appliquée sur l'échantillon et forme du pénétrateur. Vous trouverez plus de détails dans notre catalogue et sur notre site internet, www.someco.fr

H **S** (Shore) **A** (Pénétrateur conique 35°, force ressort 8.065N, force contact 12.5N)
D (Pénétrateur conique 30°, force ressort 44.5N, force contact 50N)
DO (Pénétrateur hémisphérique Ø3.32", force ressort 44.5N, force contact 50N)

Exemple de définition d'essai SHORE :

SOMEKO propose une gamme complète de duromètres SHORE analogiques et numériques pour le contrôle des caoutchoucs et des élastomères.

LEEB (essai non défini par une norme)

Le 3^{ème} critère de l'essai LEEB est une lettre qui précise la sonde utilisée pour appliquer la charge

H L (Leeb) D
H L (Leeb) DC

Exemple de définition d'essai SHORE :

Exemple de domination d'un CHD sur un CHD :

Le modèle AH200T est un duromètre portable à rebonds simple et compact. Les HT1000-A et HT2000-A avec leur écran digital intégré, ont un encombrement particulièrement réduit.





Généralité essai de dureté :

Contrôler la dureté des matériaux qu'ils soient métalliques ou non n'est pas si simple. Plusieurs méthodes sont pratiquées : Brinell, Rockwell, Vickers, Knoop, Shore (et quelques autres moins utilisées). Il s'agit de choisir la plus adaptée pour obtenir un résultat correct.

En règle générale, la charge doit être choisie de telle sorte que la profondeur de l'empreinte soit inférieure au 10ème de l'épaisseur de la pièce ou de la couche d'un traitement superficiel.

Tout en respectant cette règle, il est conseillé d'appliquer sur le pénétrateur, la charge la plus élevée possible.

Plus la charge est faible, plus l'état de surface de l'endroit mesuré doit être poli.

Principe ROCKWELL et ROCKWELL SUPERFICIEL

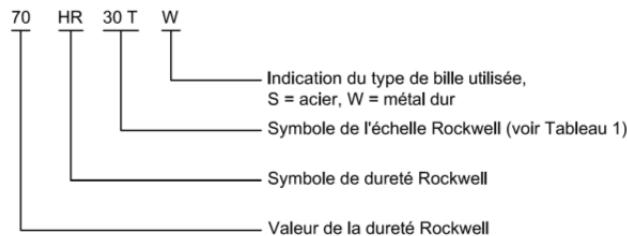
Charges : 15 à 150 Kgf (147 à 1471 N) – Norme DIN EN ISO 6508.- ASTM E18

C'est l'essai le plus utilisé car le plus simple à mettre en œuvre.

Il s'agit de mesurer à l'aide d'un comparateur analogique ou à lecture digitale, la différence de pénétration entre une précharge et une charge d'un pénétrateur en diamant cône à 120° ou d'une bille diamètre : 1/16" – 1/8" – 1/4".

Echelles Rockwell (précharge 10 Kgf)

Charge kgf	Echelle HR				
	C	G	K	P	V
150					
100	D	B	E	M	S
60	A	F	H	L	R
Pénétrateur	Diamant	Bille 1/16"	Bille 1/8"	Bille 1/4"	Bille 1/2"



NOTE Les nombres représentant les forces d'essai ont été initialement basés sur des valeurs exprimées en kgf. Par exemple, la force d'essai de 30 kgf a été convertie en 294,2 N.

Epaisseur minimum des pièces pour les essais Rockwell avec pénétrateur diamant

Charge kgf	Echelle HR					
	20	30	40	50	60	70
15	0,41	0,33	0,26	0,19	0,14	0,09
30	0,69	0,58	0,47	0,36	0,26	0,17
45	0,91	0,77	0,63	0,50	0,37	0,25
60	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
150	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8

Extrait de la norme 6508-1

ISO 6508-1:2005(F)

Annexe C (normative)

Corrections à ajouter aux valeurs de dureté Rockwell obtenues sur des surfaces convexes cylindriques

Pour les essais sur des surfaces convexes cylindriques, les corrections données dans les Tableaux C.1, C.2, C.3 ou C.4 doivent être appliquées.

Tableau C.1 — Essai avec un pénétrateur conique en diamant (échelles A, C et D)

Dureté Rockwell lue	Rayon de courbure								
	mm								
	3	5	6,5	8	9,5	11	12,5	16	19
20				2,5	2,0	1,5	1,5	1,0	1,0
25			3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	1,0	1,0
30			2,5	2,0	1,5	1,5	1,0	1,0	0,5
35		3,0	2,0	1,5	1,5	1,0	1,0	0,5	0,5
40		2,5	2,0	1,5	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5
45	3,0	2,0	1,5	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5
50	2,5	2,0	1,5	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5
55	2,0	1,5	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0
60	1,5	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0
65	1,5	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0
70	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0
75	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0	0
80	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0	0	0
85	0,5	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0
90	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0

NOTE Des corrections supérieures à 3 HRA, HRC et HRD ne sont pas considérées comme acceptables et ne sont donc pas incluses dans le tableau ci-dessus.

Corrections à ajouter aux valeurs de dureté Rockwell obtenues sur des surfaces convexes cylindriques (suite)

Tableau C.2 — Essais avec pénétrateur à bille de 1,587 5 mm (échelles B, F et G)

Dureté Rockwell lue	Rayon de courbure						
	mm						
	3	5	6,5	8	9,5	11	12,5
20				4,5	4,0	3,5	3,0
30			5,0	4,5	3,5	3,0	2,5
40			4,5	4,0	3,0	2,5	2,5
50			4,0	3,5	3,0	2,5	2,0
60		5,0	3,5	3,0	2,5	2,0	2,0
70		4,0	3,0	2,5	2,0	2,0	1,5
80	5,0	3,5	2,5	2,0	1,5	1,5	1,5
90	4,0	3,0	2,0	1,5	1,5	1,5	1,0
100	3,5	2,5	1,5	1,5	1,0	1,0	0,5

NOTE Des corrections supérieures à 5 HRB, HRF et HRG ne sont pas considérées comme acceptables et ne sont donc pas incluses dans le tableau ci-dessus.

Tableau C.3 — Essai de dureté superficielle Rockwell (échelle N) ^{a, b}

Dureté superficielle Rockwell lue	Rayon de courbure ^c					
	mm					
	1,6	3,2	5	6,5	9,5	12,5
20	(6,0) ^d	3,0	2,0	1,5	1,5	1,5
25	(5,5) ^d	3,0	2,0	1,5	1,5	1,0
30	(5,5) ^d	3,0	2,0	1,5	1,0	1,0
35	(5,0) ^d	2,5	2,0	1,5	1,0	1,0
40	(4,5) ^d	2,5	1,5	1,5	1,0	1,0
45	(4,0) ^d	2,0	1,5	1,0	1,0	1,0
50	(3,5) ^d	2,0	1,5	1,0	1,0	1,0
55	(3,5) ^d	2,0	1,5	1,0	0,5	0,5
60	3,0	1,5	1,0	1,0	0,5	0,5
65	2,5	1,5	1,0	0,5	0,5	0,5
70	2,0	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5
75	1,5	1,0	0,5	0,5	0,5	0
80	1,0	0,5	0,5	0,5	0	0
85	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0
90	0	0	0	0	0	0

^a Ces corrections sont seulement approximatives et représentent des moyennes, arrondies à 0,5 unité de dureté superficielle Rockwell près, de nombreuses observations effectives sur des surfaces d'essai ayant les rayons de courbure donnés dans ce tableau.

^b Lors des essais de surfaces cylindriques convexes, l'exactitude de l'essai sera sérieusement affectée par un défaut d'alignement du dispositif de montée, de l'enclume en V et du pénétrateur, et par des imperfections du fini de surface et de la rectitude du cylindre.

^c Pour des rayons autres que ceux donnés dans ce tableau, des corrections peuvent être déduites par interpolation linéaire.

^d Les corrections données entre parenthèses ne doivent pas être utilisées, sauf par accord.

Extrait de la norme 6508-1

Procédure pour les contrôles périodiques de la machine d'essai par l'utilisateur

Il convient de réaliser un contrôle de la machine, chaque jour où la machine est utilisée, approximativement à chaque niveau de dureté et pour chaque domaine ou échelle qui doit être utilisé.

Avant de réaliser le contrôle, il convient de vérifier de manière indirecte le système de mesure (pour chaque domaine/échelle et chaque niveau de dureté) au moyen d'une empreinte de référence sur un bloc de référence de dureté, étalonné conformément à l'ISO 6508-3. Il convient que la dimension mesurée soit en accord avec la valeur certifiée, à l'erreur maximale admissible près donnée dans l'ISO 6508-2:2005, Tableau 5.

Si le système de mesure ne passe pas cet essai, il convient d'entreprendre une action appropriée. Le contrôle comporte au moins une empreinte réalisée sur un bloc de référence de dureté, étalonné conformément à l'ISO 6508-3. Si la différence entre la dureté moyenne mesurée et la valeur certifiée du bloc se trouve dans les limites de l'erreur admissible, indiquées dans l'ISO 6508-2:2005, Tableau 5, la machine peut être considérée comme satisfaisante. Sinon, il convient de procéder à une vérification indirecte. Il convient de conserver un enregistrement de ces résultats sur une période de temps et de l'utiliser pour mesurer la reproductibilité et pour maîtriser la dérive de la machine.

Extrait de la norme 6508-1

Éprouvette

1 L'essai doit être effectué sur une surface lisse et plane, exempte de calamine et de matières étrangères et, en particulier, exempte de lubrifiants, sauf spécification contraire dans les normes de produits ou de matériaux. Une exception est faite pour les métaux réactifs, tels que le titane, qui peuvent coller au pénétrateur. Dans de telles situations, un lubrifiant adapté tel que le kérósène peut être utilisé. L'utilisation d'un lubrifiant doit être consignée dans le rapport d'essai.

2 La préparation doit être effectuée de manière que toute altération de la dureté de la surface, due par exemple à un échauffement ou à un écrouissage excessif, soit minimisée. Cela doit être pris en compte, en particulier, dans le cas d'empreintes de faible profondeur.

3 Après l'essai, aucune déformation ne doit être visible sur la surface de l'éprouvette à l'opposé de l'empreinte, excepté dans le cas de HR30Tm (dans ce cas, l'essai doit être réalisé conformément à l'Annexe A).

L'épaisseur de l'éprouvette ou de la couche soumise à essai (valeurs minimales données dans l'Annexe B) doit être au moins égale à dix fois la profondeur de pénétration rémanente pour les pénétrateurs coniques et à quinze fois la profondeur de pénétration rémanente pour les pénétrateurs à bille, sauf s'il peut être démontré que l'utilisation d'une éprouvette moins épaisse n'affecte pas la valeur de la dureté mesurée.

4 Pour les essais sur des surfaces cylindriques et des surfaces sphériques convexes, les corrections données dans l'Annexe C (Tableaux C.1, C.2, C.3 ou C.4) et dans l'Annexe D (Tableau D.1) doivent être appliquées.

En l'absence de corrections pour les essais sur des surfaces concaves, il convient que les essais sur de telles surfaces fassent l'objet d'un accord particulier.

Extrait de la norme 6508-2

Tableau 5 — Répétabilité et erreur admises de la machine d'essai

Échelle de dureté Rockwell	Intervalle de dureté des blocs de référence	Erreur admise Unités Rockwell	Répétabilité admise de la machine d'essai ^a
A	20 à \leq 75 HRA > 75 à \leq 88 HRA	± 2 HRA $\pm 1,5$ HRA	$\leq 0,02 (100 - \bar{H})$ ou 0,8 unité Rockwell ^b
B	20 à \leq 45 HRB > 45 à \leq 80 HRB > 80 à \leq 100 HRB	± 4 HRB ± 3 HRB ± 2 HRB	$\leq 0,04 (130 - \bar{H})$ ou 1,2 unité Rockwell ^b
C	20 à \leq 70 HRC	$\pm 1,5$ HRC	$\leq 0,02 (100 - \bar{H})$ ou 0,8 unité Rockwell ^b
D	40 à \leq 70 HRD > 70 à \leq 77 HRD	± 2 HRD $\pm 1,5$ HRD	$\leq 0,02 (100 - \bar{H})$ ou 0,8 unité Rockwell ^b
E	70 à \leq 90 HRE > 90 à \leq 100 HRE	$\pm 2,5$ HRE ± 2 HRE	$\leq 0,04 (130 - \bar{H})$ ou 1,2 unité Rockwell ^b
F	60 à \leq 90 HRF > 90 à \leq 100 HRF	± 3 HRF ± 2 HRF	$\leq 0,04 (130 - \bar{H})$ ou 1,2 unité Rockwell ^b
G	30 à \leq 50 HRG > 50 à \leq 75 HRG > 75 à \leq 94 HRG	± 6 HRG $\pm 4,5$ HRG ± 3 HRG	$\leq 0,04 (130 - \bar{H})$ ou 1,2 unité Rockwell ^b
H	80 à \leq 100 HRH	± 2 HRH	$\leq 0,04 (130 - \bar{H})$ ou 1,2 unité Rockwell ^b
K	40 à \leq 60 HRK > 60 à \leq 80 HRK > 80 à \leq 100 HRK	± 4 HRK ± 3 HRK ± 2 HRK	$\leq 0,04 (130 - \bar{H})$ ou 1,2 unité Rockwell ^b
N		± 2 HRN	$\leq 0,04 (100 - \bar{H})$ ou 1,2 unité Rockwell ^b
T		± 3 HRT	$\leq 0,06 (100 - \bar{H})$ ou 2,4 unités Rockwell ^b

^a où \bar{H} est la valeur moyenne de dureté.

^b La plus grande valeur étant déterminante.

Principe BRINELL

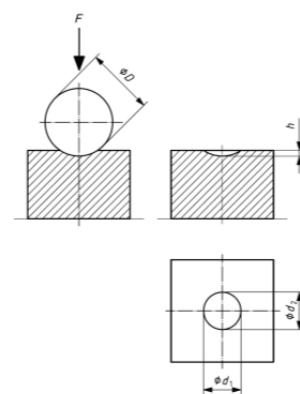
Charges les plus courantes : 15.6 à 3000 Kgf (153.2 à 29430 N) - Norme DIN EN ISO 6506.

L'essai Brinell est principalement utilisé pour contrôler la dureté des aciers non traités, les fontes, l'aluminium, le cuivre, etc...

L'essai consiste à appliquer une charge pendant un temps déterminé sur une bille, et de mesurer à l'aide d'une loupe graduée le diamètre de l'empreinte. Le nombre Brinell est le résultat du rapport de la charge appliquée et de la surface de la calotte sphérique de l'empreinte. Les diamètres des billes les plus utilisées sont 2.5 – 5 – 10 mm.

Des tables de conversion entre le diamètre de la bille, le diamètre de l'empreinte, et la charge, permettent de déterminer directement la dureté Brinell.

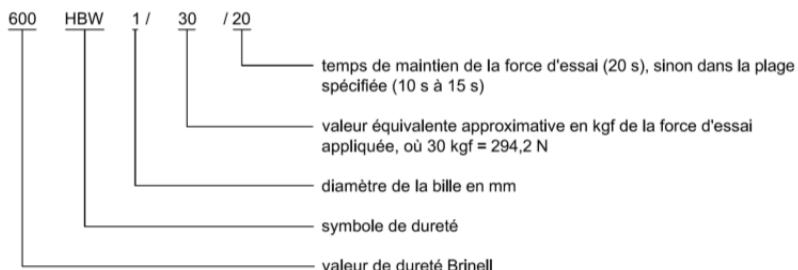
Ces tables sont généralement fournies avec l'appareil.



Essai Brinell, rapport F/D^2

\varnothing	(F) charge kgf			
	10	3000	1000	500
5	750		250	125
2,5	187,5		62,5	31,2
Rapport	HB30		HB10	HB5
				HB2,5

Désignation de l'essai : exemple



NOTE Dans des normes antérieures, dans les cas où une bille en acier avait été utilisée, la dureté Brinell était désignée par HB ou HBS.

Epaisseur minimum des pièces pour l'essai Brinell

\varnothing bille	Charge kgf	HB								
		40	60	80	100	150	200	300	400	500
2,5	187,5		HB30	→	2,40	1,60	1,20	0,80	0,60	0,48
5	125	2,0	1,3	1,0	0,80	0,53		← HB5		
10	1000	8,0	5,3	4,0	3,2	2,1	1,6	← HB10		
10	3000	HB30	→		9,6	6,3	4,8	3,2	2,4	

Extrait de la norme 6506-1

Mode opératoire de vérification périodique de la machine d'essai par l'utilisateur

Il convient de réaliser une vérification de la machine d'essai, chaque jour où elle est utilisée, approximativement à chaque niveau de dureté et pour chaque domaine ou échelle qui doit être utilisé. Avant de réaliser la vérification, il convient de vérifier de manière indirecte le système de mesure (pour chaque domaine/échelle et niveau de dureté) au moyen d'une empreinte de référence sur un bloc de référence de dureté, étalonné conformément à l'ISO 6506-3. Il convient que la dimension mesurée soit en accord avec la valeur certifiée à 0,5 % près. Si le système de mesure ne passe pas cet essai, il convient d'entreprendre une action appropriée.

La vérification comporte au moins une empreinte réalisée sur un bloc de référence de dureté, étalonné conformément à l'ISO 6506-3. Si la différence entre la dureté moyenne mesurée et la valeur certifiée du bloc se trouve dans les limites de l'erreur admissible, indiquées dans l'ISO 6506-2:2005, Tableau 2, la machine peut être considérée comme satisfaisante. Sinon, il convient de procéder à une vérification indirecte.

Il convient de conserver un enregistrement de ces résultats sur une période de temps et de l'utiliser pour mesurer la reproductibilité et maîtriser la dérive de la machine.

Éprouvette

1 L'essai doit être effectué sur une surface lisse et plane, exempte de calamine et de matières étrangères et, en particulier, exempte de lubrifiants. L'éprouvette doit présenter un fini de surface qui permettra un mesurage précis du diamètre de l'empreinte.

2 La préparation doit être effectuée de telle manière que toute altération de la surface, due par exemple à un échauffement ou à un écrouissage excessif, soit minimisée.

3 L'épaisseur de l'éprouvette doit être au moins égale à huit fois la profondeur de l'empreinte. Les valeurs de l'épaisseur minimale de l'éprouvette en fonction du diamètre moyen de l'empreinte sont données à l'Annexe B.

Une déformation visible sur la face opposée de l'éprouvette peut indiquer que l'éprouvette est trop mince.

Extrait de la norme 6506-2

Tableau 2 — Répétabilité et erreur de la machine d'essai

Dureté du bloc de référence HBW	Répétabilité admissible, r_{rel}^* de la machine d'essai %	Erreur admissible, E_{rel}^* de la machine d'essai % de H
≤ 125	3,0	$\pm 3,0$
$125 < \text{HBW} \leq 225$	2,5	$\pm 2,5$
> 225	2,0	$\pm 2,0$

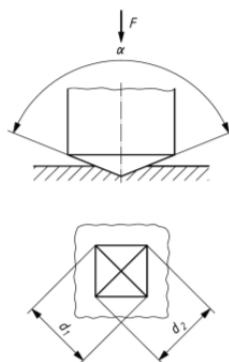
Principe Vickers

Charges : quelques grammes à 120 Kgf (1177 N) – Norme DIN EN ISO 6507.

Comme pour l'essai Brinell on calcule la surface de l'empreinte.

Dans le cas de l'essai Vickers on utilise un seul pénétrateur en diamant de forme pyramidale avec un angle de 136°. Il s'agit après application d'une charge, de mesurer à l'aide d'un microscope gradué les deux diagonales de l'empreinte et d'en faire la moyenne, ensuite on se rapporte à une table de conversion. La méthode Vickers peut être utilisée pour contrôler tous les métaux, des plus durs aux plus tendres, et grâce aux très faibles charges possibles, c'est la seule méthode qui permet de contrôler des échantillons très minces ou de très petites tailles.

C'est à notre avis l'essai le plus précis.



Désignation de l'essai : exemple

640	HV	30	/ 20
			Temps de maintien de la force d'essai (20s) si elle n'est pas dans la plage spécifiée (10 s à 15 s)
			Valeur équivalente approximative en kgf de la force d'essai appliquée où 30 kgf = 294,2N
			Symbol de dureté
			Valeur de la dureté Vickers

Epaisseur minimum des pièces pour l'essai Vickers

Charge kgf	HV								
	20	50	100	200	300	400	600	800	1000
0,200	0,19	0,12	0,09	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03
1	0,43	0,28	0,19	0,14	0,12	0,10	0,08	0,07	0,06
2	0,62	0,39	0,28	0,19	0,16	0,14	0,12	0,10	0,09
5	1,0	0,62	0,44	0,31	0,25	0,22	0,18	0,15	0,14
10	1,4	0,87	0,62	0,43	0,36	0,31	0,25	0,22	0,19

Knoop - charges : quelques grammes.

Similaire à l'essai Vickers, mais avec un pénétrateur diamant de forme pyramidale dont le rapport des diagonales est de 1 :7.

Méthode principalement utilisée en laboratoire.

Extrait de la norme 6507-1

Mode opératoire de contrôle périodique de la machine d'essai par l'utilisateur

Il convient de réaliser un contrôle de la machine, chaque jour où la machine est utilisée, approximativement à chaque niveau de dureté et pour chaque domaine ou échelle qui doit être utilisé. Avant de réaliser le contrôle, il convient de vérifier de manière indirecte le système de mesure (pour chaque domaine/échelle et chaque niveau de dureté) au moyen d'une empreinte de référence sur un bloc de référence de dureté, étalonné conformément à l'ISO 6507-3. Il convient que la dimension mesurée soit en accord avec la valeur certifiée de l'erreur maximale admissible donnée dans l'ISO 6507-2:2005, Tableau 3.

Si le système de mesure ne passe pas cet essai, il convient d'entreprendre une action appropriée. Le contrôle comporte au moins une empreinte réalisée sur un bloc de référence de dureté, étalonné conformément à l'ISO 6507-3. Si la différence entre la dureté moyenne mesurée et la valeur certifiée du bloc se trouve dans les limites de l'erreur admissible indiquées dans l'ISO 6507-2:2005, Tableau 5, la machine peut être considérée comme satisfaisante. Sinon, il convient de procéder à une vérification indirecte.

Il convient de conserver un enregistrement de ces résultats sur une période de temps et de l'utiliser pour mesurer la reproductibilité et pour maîtriser la dérive de la machine.

Éprouvette

1 L'éprouvette doit être placée sur un support rigide. Les surfaces d'appui doivent être propres et exemptes de corps étrangers (calamine, huile, saleté, etc.). Il est important que l'éprouvette soit maintenue fermement sur le support de façon qu'il n'y ait pas de déplacement pendant l'essai.

2 Amener le pénétrateur en contact avec la surface d'essai et appliquer la force d'essai dans une direction perpendiculaire à la surface, sans choc ni vibration, jusqu'à ce que la force appliquée atteigne la valeur spécifiée. Le temps entre l'application initiale de la force et la force totale d'essai doit être compris entre 2 s et 8 s. Pour les essais sous force réduite et les essais de microdureté, ce temps ne doit pas dépasser 10 s.

La durée de la force d'essai doit être maintenue entre 10 s et 15 s, excepté pour les essais sur les matériaux dont les propriétés dépendant du temps feraient de cela une plage non adaptée. Pour ces essais un temps plus long est autorisé et cette durée doit être spécifiée comme partie de la désignation de la durée

3 Durant tout l'essai, la machine d'essai doit être protégée contre les chocs ou les vibrations.

4 La distance du centre de toute empreinte au bord de l'éprouvette doit être au moins égale à 2,5 fois la longueur moyenne de la diagonale de l'empreinte dans le cas de l'acier, du cuivre et des alliages de cuivre, et au moins égale à trois fois la longueur moyenne de la diagonale de l'empreinte dans le cas des métaux légers, du plomb, de l'étain et de leurs alliages.

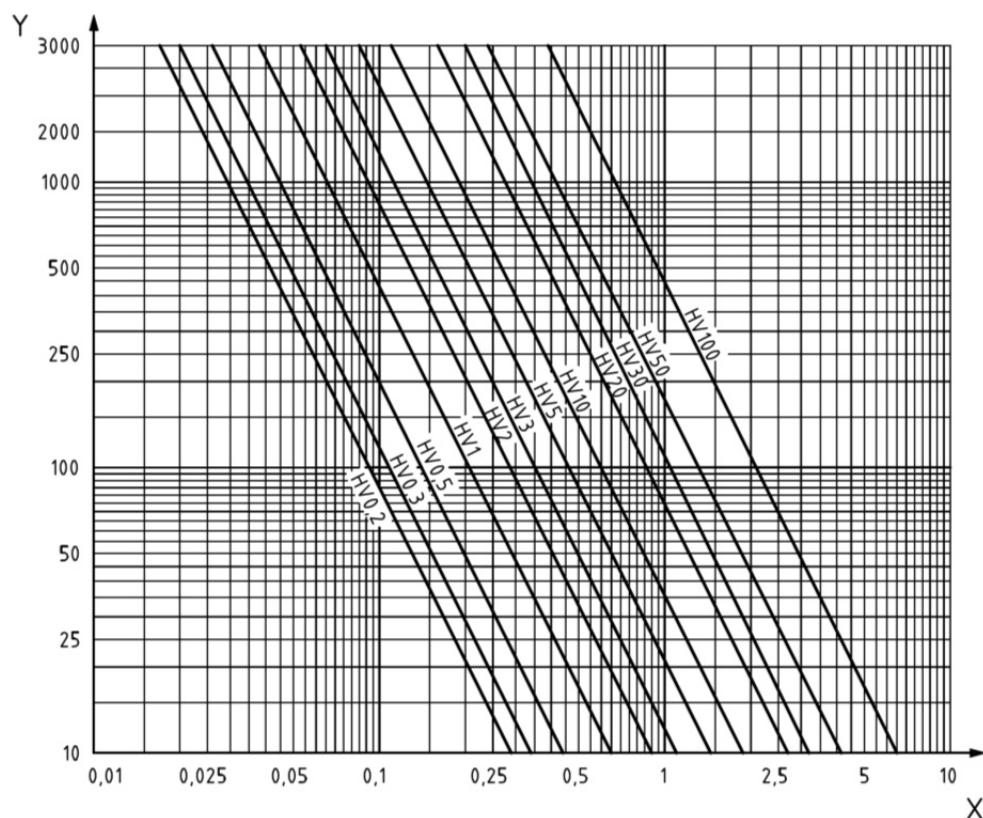
La distance entre les centres de deux empreintes adjacentes doit être au moins égale à trois fois la longueur moyenne de la diagonale de l'empreinte dans le cas de l'acier, du cuivre et des alliages de cuivre, et au moins égale à six fois la longueur moyenne de la diagonale de l'empreinte dans le cas des métaux légers, du plomb, de l'étain et de leurs alliages. Si deux empreintes adjacentes présentent des tailles différentes, l'espacement doit être basé sur la longueur moyenne de la diagonale de l'empreinte la plus grande.

5 Mesurer les longueurs des deux diagonales. La moyenne arithmétique des deux lectures doit être prise pour le calcul de la dureté Vickers.

Pour les surfaces planes, il convient que la différence de longueur des deux diagonales de l'empreinte ne soit pas supérieure à 5 %. Si cette différence est plus grande, cela doit être indiqué dans le rapport d'essai. Il convient que des grossissements soient fournis de façon que les diagonales puissent être agrandies à plus que 25 % mais à moins de 75 % du champs de vue.

Extrait de la norme 6507-1

Epaisseur minium de l'éprouvette



Légende

X épaisseur de l'éprouvette, mm

Y dureté, HV

Extrait de la norme 6507-1

Tableau B.3 — Surfaces cylindriques convexes — Diagonales à 45° par rapport à l'axe

d/D	Coefficient de correction	d/D	Coefficient de correction
0,009	0,995	0,119	0,935
0,017	0,990	0,129	0,930
0,026	0,985	0,139	0,925
0,035	0,980	0,149	0,920
0,044	0,975	0,159	0,915
0,053	0,970	0,169	0,910
0,062	0,965	0,179	0,095
0,071	0,960	0,189	0,900
0,081	0,955	0,200	0,895
0,090	0,950		
0,100	0,945		
0,109	0,940		

Tableau B.4 — Surfaces cylindriques concaves — Diagonales à 45° par rapport à l'axe

d/D	Coefficient de correction	d/D	Coefficient de correction
0,009	1,005	0,127	1,080
0,017	1,010	0,134	1,085
0,025	1,015	0,141	1,090
0,034	1,020	0,148	1,095
0,042	1,025	0,155	1,100
0,050	1,030	0,162	1,105
0,058	1,035	0,169	1,110
0,066	1,040	0,176	1,115
0,074	1,045	0,183	1,120
0,082	1,050	0,189	1,125
0,089	1,055	0,196	1,130
0,097	1,060	0,203	1,135
0,104	1,065	0,209	1,140
0,112	1,070	0,216	1,145
0,119	1,075	0,222	1,150

Tableau B.5 — Surfaces cylindriques convexes — Une diagonale parallèle à l'axe

d/D	Coefficient de correction	d/D	Coefficient de correction
0,009	0,995	0,085	0,965
0,019	0,990	0,104	0,960
0,029	0,985	0,126	0,955
0,041	0,980	0,153	0,950
0,054	0,975	0,189	0,945
0,068	0,970	0,243	0,940

Tableau B.6 — Surfaces cylindriques concaves — Une diagonale parallèle à l'axe

d/D	Coefficient de correction	d/D	Coefficient de correction
0,008	1,005	0,087	1,080
0,016	1,010	0,090	1,085
0,023	1,015	0,093	1,090
0,030	1,020	0,097	1,095
0,036	1,025	1,100	1,100
0,042	1,030	0,103	1,105
0,048	1,035	0,105	1,110
0,053	1,040	0,108	1,115
0,058	1,045	0,111	1,120
0,063	1,050	0,113	1,125
0,067	1,055	0,116	1,130
0,071	1,060	0,118	1,135
0,076	1,065	0,120	1,140
0,079	1,070	0,123	1,145
0,083	1,075	0,125	1,150

Extrait de la norme 6507-2

Répétabilité et erreur de la machine d'essai.

Symbole de dureté	Erreur maximale admissible, E_{rel} , en pour cent de la machine d'essai de dureté															
	Dureté, HV															
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1 000	1 500
HV 0,01																
HV 0,015	10															
HV 0,02	8															
HV 0,025	8	10														
HV 0,05	6	8	9	10												
HV 0,1	5	6	7	8	8	9	10	10	11							
HV 0,2		4		6		8		9		10	11	11	12	12		
HV 0,3		4		5		6		7		8	9	10	10	11	11	
HV 0,5		3		5		5		6		6	7	7	8	8	9	11
HV 1		3		4		4		4		5	5	5	6	6	6	8
HV 2		3		3		3		4		4	4	4	4	5	5	6
HV 3		3		3		3		3		3	4	4	4	4	4	5
HV 5		3		3		3		3		3	3	3	3	3	4	4
HV 10		3		3		3		3		3	3	3	3	3	3	3
HV 20		3		3		3		3		3	3	3	3	3	3	3
HV 30		3		3		2		2		2	2	2	2	2	2	2
HV 50		3		3		2		2		2	2	2	2	2	2	2
HV 100				3		2		2		2	2	2	2	2	2	2

NOTE 1 Aucune valeur n'est donnée lorsque la diagonale de l'empreinte est inférieure à 0,020 mm.

NOTE 2 Pour les valeurs intermédiaires, l'erreur maximale admissible peut être obtenue par interpolation.

NOTE 3 Les valeurs pour les machines de microdureté sont basées sur une erreur maximale admissible égale à la plus grande des valeurs entre 0,001 mm et 2 % de la longueur moyenne de la diagonale de l'empreinte.

Principe SHORE

Généralités :

Dureté SHORE, pour contrôle des Caoutchoucs, Néoprènes, Plastiques etc...

Généralités :

Essais de dureté Shore selon les normes ISO 868 - DIN 53505 - ASTM D 2240

Graduation 0-100 Shore - domaine de mesure 10-90. Résolution 1 Shore

Epaisseur min de l'échantillon à mesurer: 6 mm

Si nécessaire on peut superposer les échantillons (par exemple 3 fois 2mm)

Utilisation :

La pièce à contrôler doit être placée sur une surface plane et rigide.

Appliquer le pénétrateur en évitant d'être près du bord. La pression doit être suffisante de manière à ce que la base du duromètre soit bien au contact de la pièce. Attende environ 15 secondes puis lire le résultat. Toutefois en lecture instantanée, il suffit d'attendre 1 seconde. Pour plus de précision et si la forme de la pièce à contrôler le permet, il est préférable d'utiliser un bâti.

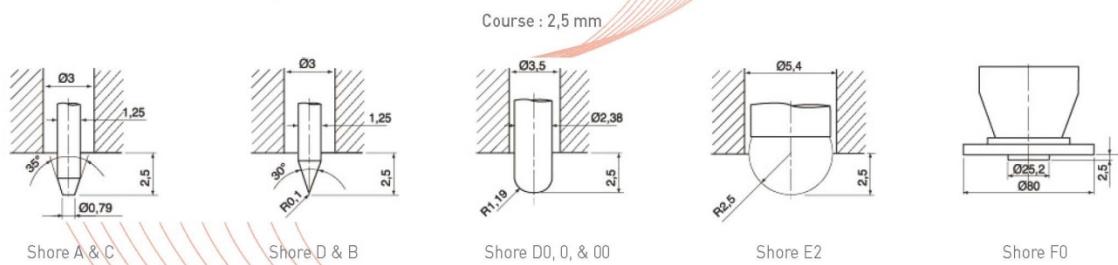
De préférence, utiliser le shore A lorsque des valeurs inférieures à 20 sont obtenues avec le Shore D.

De même utiliser le Shore D lorsque des valeurs supérieures à 90 sont obtenues avec le Shore A.



Positionnement correct des mains et du duromètre pour une mesure SHORE

Pénétrateurs SHORE, formes et dimensions en fonction des essais



Domaine d'application et caractéristiques en fonction des essais

Essai shore	Domaine d'application	Normes	Force du ressort sur le pénétrateur	Force de contact de la base pendant l'essai	Pénétrateur (voir dessins)	Référence des duromètres
A	Caoutchoucs, élastomères, en général tous les produits souples	ISO 868 DIN 53505 ASTM D 2240	8,065N	12,5 N	Cône 35° tronqué Ø 0,79 mm	GS 709 N GS 709 G GSD 719j2 HD 3000 - HDD-2
D	Caoutchoucs durs, matières plastiques dures, résines etc..	ISO 868 DIN 53505 ASTM D 2240	44,5N	50 N	Cône 30° Rayon 0,1 mm	GS 702 N GS 702 G GSD 720j2 HD 3000 - HDD-2
B	Matériaux mi-durs	ASTM D 2240	8,065 N	12,5 N	Cône 30° Rayon 0,1 mm	HD 3000 - HDD-2 seulement sur demande
C	Plastiques mi-durs	ASTM D 2240	44,5 N	50 N	Cône 35° tronqué Ø 0,79 mm	HD 3000 - HDD-2
D0	Caoutchoucs 1/2 durs, matières plastiques	ASTM D 2240	44,5 N	50 N	Demi-sphère Ø 3,32" Rayon 1,19 mm	GS 752 G GSD 752j2 HD 3000
0	Matières molles	ASTM D 2240	8,065 N	12,5 N	Demi-sphère Ø 3,32" Rayon 1,19 mm	GS 753 G GSD 753j2 HD 3000 - HDD-2
00	Caoutchoucs mous	ASTM D 2240	1,108N	3,925 N	Demi-sphère Ø 3,32" Rayon 1,19 mm	GS 754 G GS 754j2
E2	Caoutchoucs mous, gommes	HORS NORMES	4,3 N	-	Demi-sphère Ø 5 mm Rayon 2,5 mm	GS 743 G
F0	Matières très molles	HORS NORMES	4,3 N	-	Plat Ø 25,2 mm Embase Ø 80 mm	GS 744 G

Blocs étalons certifiés pour contrôle de dureté des métaux

Pour vérification du bon fonctionnement des machines d'essai de dureté des métaux, contrôle indirect, en conformité avec les normes.

Blocs étalons de dureté ROCKWELL, ROCKWELL SUPERFICIEL, BRINELL, VICKERS, MICROVICKERS, HLD, KNOOP avec certificat d'étalonnage UKAS



Normes des certifications

Rockwell	ISO 6508-3	ASTM E18
Vickers	ISO 6507-3	ASTM E92
Micro-Vickers	ISO 6507-3	ASTM E384
Brinell	ISO 6506-3	ASTM E10
Knoop		ASTM E384
HLD		Calibré en HV30

✓ Chaque étalon est numéroté, certifié, livré en coffret.

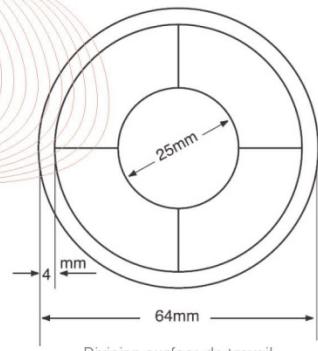
Nombre d'essais possible sur un bloc étalon Ø 64 mm

A cause du durcissement fonctionnel à proximité et autour des périmetres des empreintes, les normes limitent la surface d'essai utilisable.

L'espace entre 2 empreintes doit-être égal à $4d$ ($d = \text{Ø}$ de l'empreinte).

Voir exemple d'une division de la surface de travail en 5 parties ($n = 5$).

Dureté	HRC 60	HRC 30	HRB 90	HRB 60
Nombre approximatif d'essais	500	260	260	200



Division surface de travail

Blocs étalons ROCKWELL certifiés UKAS / Ø 64 x ép.15 mm

Code	Échelle	Pénétrateur	Charge kgf	Gamme de dureté
14 78 00020 à 14 78 00031	HRC	Diamant 120°	150	20 à 67
14 78 00050 à 14 78 00059	HRB (S)	Bille 1/16" acier	100	30 à 100
14 78 00060 à 14 78 00069	HRB (W)	Bille 1/16" carbure	100	30 à 100
14 78 00080 à 14 78 00091	HRA	Diamant 120°	60	22 à 85
14 78 00110 à 14 78 00116	HRE (S)	Bille 1/8" acier	100	75 à 100
14 78 00120 à 14 78 00126	HRE (W)	Bille 1/8" carbure	100	75 à 100
14 78 00130 à 14 78 00136	HRF (S)	Bille 1/16" acier	60	74 à 100
14 78 00140 à 14 78 00146	HRF (W)	Bille 1/16" carbure	60	74 à 100

Blocs étalons BRINELL certifiés UKAS / Ø 64 x ép.15 mm

Code	Échelle	Pénétrateur	Charge kgf	Gamme de dureté
14 78 00390 à 14 78 00396	HB5	Ø 5	125	100 à 400
14 78 00330 à 14 78 00336	HB10	Ø 2,5	62,5	100 à 400
14 78 00430 à 14 78 00432	HB10*	Ø 5	250	100 à 300
14 78 00480	HB10*	Ø 10	1000	100 (aluminium)
14 78 00360 à 14 78 00366	HB30	Ø 2,5	187,5	100 à 400
14 78 00460 à 14 78 00465	HB30*	Ø 5	750	130 à 400
14 78 00500 à 14 78 00506	HB30*	Ø 10	3000	130 à 450

*150 x 125 x ép.16 mm

Blocs étalons SUPER ROCKWELL (Rockwell superficiel) certifiés UKAS / Ø 64 x ép.15 mm

Code	Échelle	Pénétrateur	Charge kgf	Gamme de dureté
14 78 00230 à 14 78 00241	HR15N	Diamant 120°	15	69 à 93
14 78 00280 à 14 78 00287	HR15T (S)	Bille 1/16" acier	15	70 à 93
14 78 00290 à 14 78 00297	HR15T(W)	Bille 1/16" carbure	15	70 à 93
14 78 00260 à 14 78 00271	HR30N	Diamant 120°	30	41 à 83
14 78 00300 à 14 78 00309	HR30T (S)	Bille 1/16" acier	30	36 à 83
14 78 00310 à 14 78 00319	HR30T(W)	Bille 1/16" carbure	30	36 à 83

Blocs étalons HLD certifiés UKAS (certification en HV30) Ø 100 x ép.60 mm

Code	Échelle	Masse de rebond	Gamme de dureté
14 78 01350 à 14 78 01352	HLD	Hémisphérique acier trempé	560, 830, 880

Blocs étalons certifiés pour contrôle de dureté des métaux

Blocs étalons VICKERS certifiés UKAS / Ø 64 x ép.15 mm

Code	Échelle	Pénétrateur	Charge kgf	Gamme de dureté
14 78 00550 à 14 78 00567	HV 2	Diamant 136°	2	80 à 900
14 78 00620 à 14 78 00637	HV 3	Diamant 136°	3	80 à 900
14 78 00660 à 14 78 00677	HV 5	Diamant 136°	5	80 à 900
14 78 00700 à 14 78 00717	HV 10	Diamant 136°	10	80 à 900
14 78 00740 à 14 78 00757	HV 20	Diamant 136°	20	80 à 900
14 78 00780 à 14 78 00797	HV 30	Diamant 136°	30	80 à 900
14 78 00820 à 14 78 00837	HV 50	Diamant 136°	50	80 à 900

Blocs étalons MICRO-VICKERS (Vickers faibles charges) certifiés UKAS / Ø 30 x ép.10 mm

Code	Échelle	Pénétrateur	Charge grammes	Gamme de dureté
14 78 00860 à 14 78 00877	HMV 0,01	Diamant 136°	10	80 à 900
14 78 00900 à 14 78 00917	HMV 0,025	Diamant 136°	25w	80 à 900
14 78 00940 à 14 78 00957	HMV 0,05	Diamant 136°	50	80 à 900
14 78 00980 à 14 78 00997	HMV 0,1	Diamant 136°	100	80 à 900
14 78 01020 à 14 78 01037	HMV 0,2	Diamant 136°	200	80 à 900
14 78 01060 à 14 78 01077	HMV 0,3	Diamant 136°	300	80 à 900
14 78 01100 à 14 78 01117	HMV 0,5	Diamant 136°	500	80 à 900
14 78 01140 à 14 78 01157	HMV 1	Diamant 136°	1000	80 à 900

Blocs étalons KNOOP et MICRO KNOOP certifiés UKAS / Ø 30 x ép.10 mm

Code	Échelle	Pénétrateur	Charge grammes	Gamme de dureté
14 78 01160 à 14 78 01179	HK 0,01	Diamant Knoop	10	40 à 950
14 78 01180 à 14 78 01199	HK 0,025	Diamant Knoop	25	40 à 950
14 78 01200 à 14 78 01219	HK 0,05	Diamant Knoop	50	40 à 950
14 78 01220 à 14 78 01239	HK 0,1	Diamant Knoop	100	40 à 950
14 78 01240 à 14 78 01259	HK 0,2	Diamant Knoop	200	40 à 950
14 78 01260 à 14 78 01279	HK 0,3	Diamant Knoop	300	40 à 950
14 78 01280 à 14 78 01299	HK 0,5	Diamant Knoop	500	40 à 950
14 78 01300 à 14 78 01319	HK 1	Diamant Knoop	1000	40 à 950

ERNST

Blocs étalons "de travail" ROCKWELL, SUPER ROCKWELL, BRINELL, VICKERS SANS certificat d'étalonnage 50 x 40 x ép.6 mm

Code	Échelle	Pénétrateur	Charge kgf	Valeur de dureté
14 01 14000	HRC	Diamant 120°	150	± 60
14 01 14010	HRB	Bille 1/16"	100	± 80 (non ferreux)
14 01 14060	HR30N	Diamant 120°	30	± 79
14 01 14065	HR30T	Bille 1/16"	30	± 71 (non ferreux)
14 01 14105	HB5	Bille Ø5	125	± 95 (aluminium)
14 01 14110	HB10	Bille Ø2,5	62,5	± 95 (aluminium)
14 01 14115	HB30	Bille Ø2,5	187,5	± 200
14 01 14205	HV10	Diamant 136°	10	± 200
14 01 14210	HV30	Diamant 136°	30	± 700
14 01 14400		Etalon gravé en kg/mm ²		± 70



SOMEKO

6 avenue Charles DE GAULLE
ZA LES MERISIERS
93421 VILLEPINTE Cedex

Tel : 01 49 63 16 30 – someko@someko.fr
www.someko.fr