

164 (26)

# NORME INTERNATIONALE **ISO** 2712



INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

## Cuivre et alliages de cuivre — Essai Rockwell de dureté superficielle (Échelles N et T)

Première édition — 1973-11-01

A 2mm/ker  
(devenir ISO 1024)  
(1988-01-13)

CDU 669.3 : 620.178 : 152.42

Réf. N° : ISO 2712-1973 (F)

**Descripteurs** : cuivre, alliage de cuivre, essai, essai de dureté, dureté Rockwell, dureté Rockwell superficielle.

Prix basé sur 7 pages

## AVANT-PROPOS

ISO (Organisation Internationale de Normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (Comités Membres ISO). L'élaboration de Normes Internationales est confiée aux Comités Techniques ISO. Chaque Comité Membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du Comité Technique correspondant. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

Les Projets de Normes Internationales adoptés par les Comités Techniques sont soumis aux Comités Membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes Internationales par le Conseil de l'ISO.

La Norme Internationale ISO 2712 a été établie par le Comité Technique ISO/TC 26, *Cuivre et alliages de cuivre*, et soumise aux Comités Membres en avril 1972.

Elle a été approuvée par les Comités Membres des pays suivants :

Autriche	Finlande	Royaume-Uni
Belgique	France	Suède
Brésil	Irlande	Suisse
Canada	Italie	Tchécoslovaquie
Chili	Pays-Bas	Thaïlande
Danemark	Pologne	Turquie
Egypte, Rép. arabe d'	Portugal	U.R.S.S.
Espagne	Roumanie	U.S.A.

Aucun Comité Membre n'a désapprouvé le document.

# Cuivre et alliages de cuivre — Essai Rockwell de dureté superficielle (Échelles N et T)

## 1 OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

La présente Norme Internationale spécifie la méthode d'essai Rockwell de dureté superficielle (échelles N et T) pour le cuivre et les alliages de cuivre.

## 2 RÉFÉRENCES

ISO/R 286, *Système ISO de tolérances et d'ajustements — Première partie : Généralités, tolérances et écarts.*

ISO/R 1079, *Contrôle des machines d'essai de dureté Rockwell superficielle (Échelles N et T).*

ISO/R 1355, *Étalonnage des blocs de référence à utiliser pour les machines d'essai de dureté Rockwell superficielle (Échelles N et T).*

## 3 PRINCIPE

L'essai consiste à imprimer, en deux temps, dans la couche superficielle de l'éprouvette, un pénétrateur de type normalisé (cône ou bille), et à mesurer l'accroissement rémanent,  $e$ , de la profondeur de l'empreinte de ce pénétrateur, au moyen d'un indicateur d'enfoncement dans des conditions déterminées.

L'unité de mesure de  $e$  est de 0,001 mm; le nombre représentant la valeur  $e$  est appelé dureté Rockwell superficielle.

4 SYMBOLES ET DÉSIGNATIONS

4.1 Essai au cône de diamant (Rockwell N)

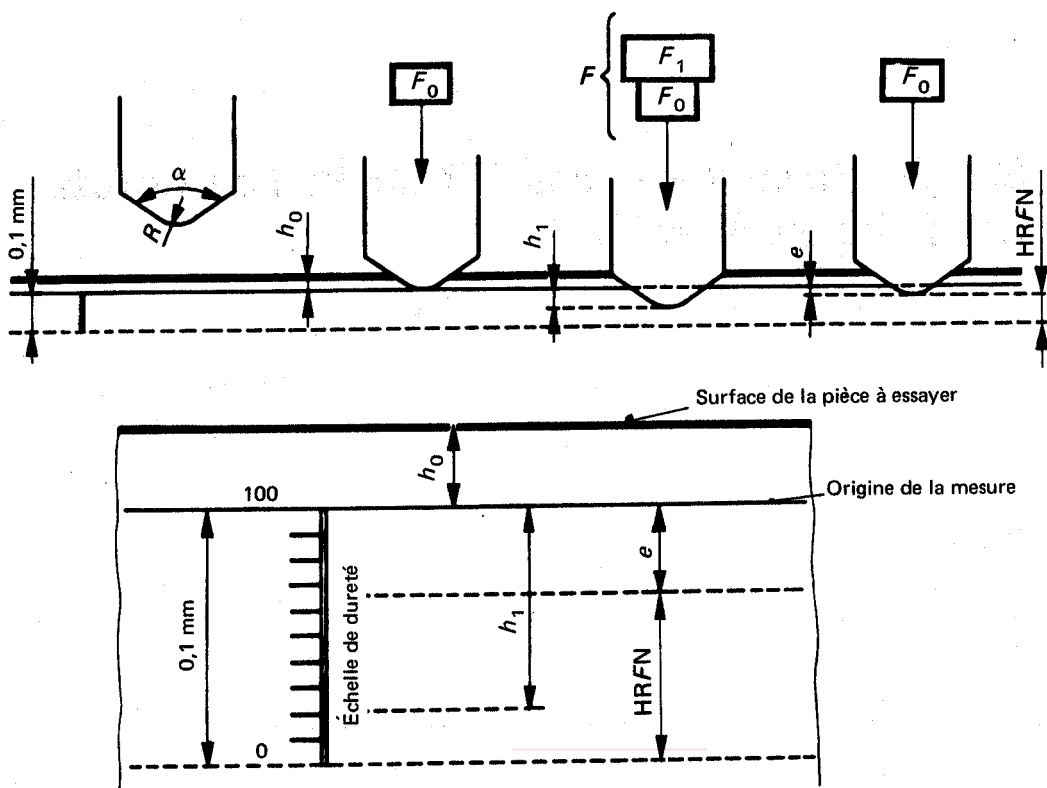


FIGURE 1

Symbole	Désignation
$\alpha$	Angle au sommet du cône du pénétrateur en diamant ( $120^\circ$ )
$R$	Rayon de la calotte sphérique du pénétrateur (0,2 mm)
$F_0$	Charge initiale = 29,42 N ( 3 kgf)
$F_1$	Surcharge = 117,68 N (12 kgf), ou = 264,78 N (27 kgf), ou = 411,88 N ( 42 kgf)
$F$	Charge totale = $F_0 + F_1 = 29,42 \text{ N} + 117,68 \text{ N} = 147,1 \text{ N}$ (15 kgf), ou = $29,42 \text{ N} + 264,78 \text{ N} = 294,2 \text{ N}$ (30 kgf), ou = $29,42 \text{ N} + 411,88 \text{ N} = 441,3 \text{ N}$ (45 kgf)
$h_0$	Profondeur de l'empreinte sous la charge initiale, avant application de la surcharge
$h_1$	Accroissement de la profondeur de l'empreinte sous l'effet de la surcharge
$e$	Accroissement rémanent de la profondeur de l'empreinte sous la charge initiale après retrait de la surcharge, exprimé en unités égales à 0,001 mm
HRFN <sup>1)</sup>	Dureté Rockwell superficielle $FN = 100 - e$

1) Soit : HR 15 N, HR 30 N, HR 45 N.

4.2 Essai à la bille d'acier (Rockwell T)

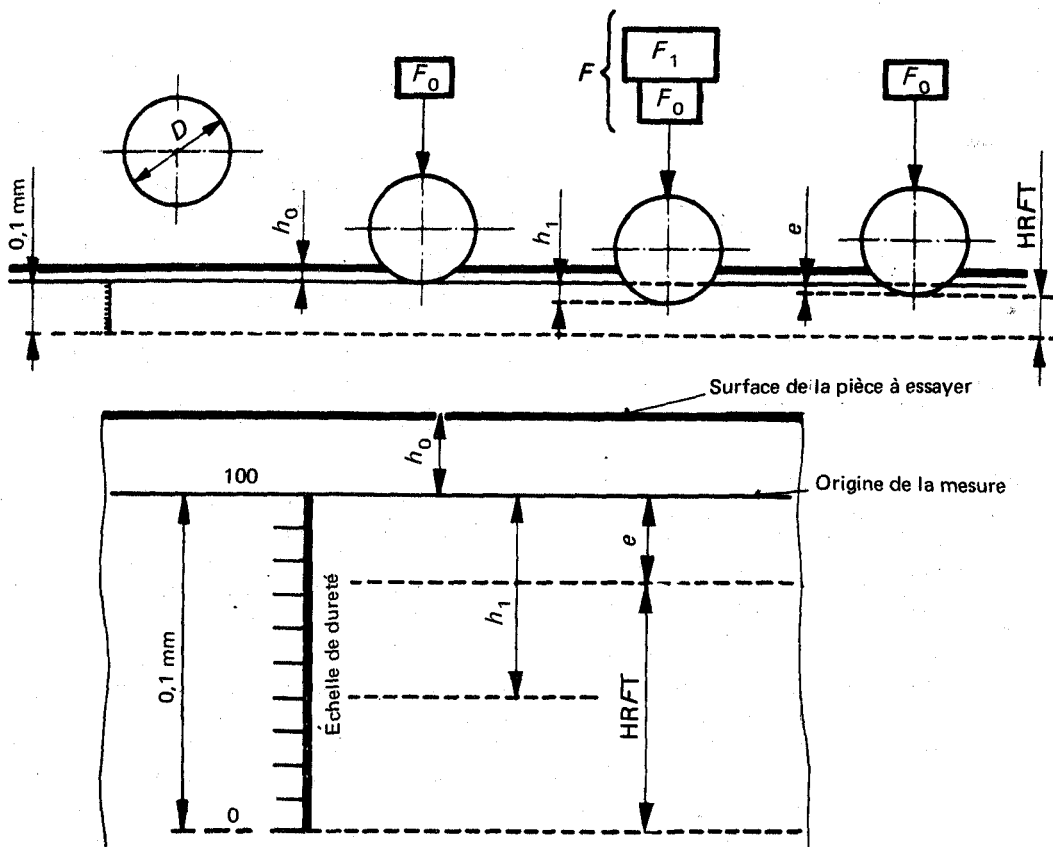


FIGURE 2

Symbole	Désignation
$D$	Diamètre de la bille = 1,587 5 mm (1/16 in)
$F_0$	Charge initiale = 29,42 N ( 3 kgf)
$F_1$	Surcharge = 117,68 N (12 kgf), ou = 264,78 N (27 kgf), ou = 411,88 N (42 kgf)
$F$	Charge totale = $F_0 + F_1 = 29,42 \text{ N} + 117,68 \text{ N} = 147,1 \text{ N}$ (15 kgf), ou = $29,42 \text{ N} + 264,78 \text{ N} = 294,2 \text{ N}$ (30 kgf), ou = $29,42 \text{ N} + 411,88 \text{ N} = 441,3 \text{ N}$ (45 kgf)
$h_0$	Profondeur de l'empreinte sous la charge initiale, avant application de la surcharge
$h_1$	Accroissement de la profondeur de l'empreinte sous l'effet de la surcharge
$e$	Accroissement rémanent de la profondeur de l'empreinte sous la charge initiale après retrait de la surcharge, exprimé en unités égales à 0,001 mm
HRFT <sup>1)</sup>	Dureté Rockwell superficielle $FT = 100 - e$

1) Soit : HR 15 T, HR 30 T, HR 45 T.

NOTE — La dureté Rockwell superficielle est désignée par le symbole HR, précédé par la valeur de la dureté et complété par la charge totale (en kgf) et une lettre indiquant, ensemble, l'échelle particulière.

Exemple : 70 HR 30 N = dureté Rockwell superficielle de 70 sur l'échelle N.

## 5 ÉQUIPEMENT D'ESSAI

### 5.1 Machines d'essai

La machine d'essai doit être contrôlée conformément aux principes de l'ISO/R 1079.

### 5.2 Blocs de référence pour le contrôle des machines d'essai

Les blocs de référence doivent être tarés conformément à l'ISO/R 1355, sauf en cas d'utilisation d'étalons en cuivre ou en alliages de cuivre, auquel cas la durée d'application de la charge additionnelle (chapitre 8 de l'ISO/R 1355) doit être conforme à 6.5 a) de la présente Norme Internationale.

### 5.3 Pénétrateur (échelle N)

Le pénétrateur conique doit être constitué par un diamant en forme de cône circulaire droit à pointe arrondie, monté rigidement sur un support approprié. Le cône doit avoir un angle au sommet de  $120 \pm 0,5^\circ$ , et son axe doit coïncider, à  $0,5^\circ$  près, avec celui du support. Le sommet du cône doit se terminer par une calotte sphérique de rayon 0,2 mm et le profil d'ensemble de cette pointe ne doit pas s'écarter de plus de 0,002 mm du profil théorique. La surface du cône doit se raccorder de manière exactement tangente à la surface de la calotte sphérique. Le pénétrateur doit être exempt de criques ou de tout autre défaut de surface.

### 5.4 Pénétrateur (échelle T)

Le pénétrateur sphérique doit être constitué par une bille en acier de diamètre 1,587 5 mm (1/16 in), montée rigidement sur un support approprié. Aucun diamètre de la bille ne doit différer du diamètre nominal de plus de  $\pm 0,003 5$  mm (0,000 15)<sup>1)</sup>. La bille doit être en acier trempé ayant une dureté d'au moins 850 HV<sub>10</sub><sup>2)</sup>, vérifiée en tenant compte de la courbure de la bille. (La valeur maximale de la diagonale moyenne de l'empreinte obtenue avec un pénétrateur Vickers sous charge de 98 N (10 kgf) est de 0,141 mm.) La bille doit être polie et exempte de défauts de surface.

### 5.5 Indicateur d'enfoncement

L'indicateur doit être gradué en unités de 0,001 mm; les lectures faites sur le cadran doivent être précises à  $\pm 0,5$  unité d'échelle, c'est-à-dire à  $\pm 0,000 5$  mm (voir 6.6 et figure 1).

### 5.6 Support d'éprouvette

L'éprouvette doit reposer sur un support rigide. Les surfaces de contact doivent être propres et exemptes de matières étrangères (calamine, huile, saletés, etc.). Un portage régulier et uniforme de l'éprouvette sur son support est nécessaire, afin d'éviter tout déplacement pendant l'essai.

**5.6.1** Les essais relatifs à l'échelle N doivent être effectués à l'aide d'une enclume-support, en acier trempé, de 4,5 mm (3/16 in) de diamètre.

**5.6.2** Les essais relatifs à l'échelle T sur des matériaux de dureté et d'épaisseurs plus grandes que celles indiquées dans le Tableau 4 de l'Annexe (y compris les blocs étalons) doivent se faire à l'aide d'une enclume analogue à celle prévue en 5.6.1. Pour les matériaux moins durs ou moins épais, l'emploi d'une enclume en diamant ayant environ 4,5 mm de diamètre (3/16 in) est recommandée. En cas d'utilisation d'une enclume, il convient de signaler le fait dans le rapport d'essai sur l'indice de dureté.

## 6 CONDITIONS D'ESSAI

**6.1** L'essai est normalement effectué à la température ambiante. S'il est jugé nécessaire d'effectuer l'essai à une température contrôlée, celle-ci doit être de  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  pour les climats tempérés et de  $27 \pm 2^\circ\text{C}$  pour les climats tropicaux.

**6.2** L'essai doit être effectué sur une surface lisse et plane, exempte de calamine et de matières étrangères. La préparation doit en être faite en prenant les précautions nécessaires pour empêcher toute altération, par exemple, par échauffement ou par écrouissage.

**6.3** Le pénétrateur doit être amené au contact de la surface à essayer, et la charge initiale  $F_0 = 29,42 \pm 0,588$  N ( $3 \pm 0,06$  kgf) doit être appliquée perpendiculairement à cette surface, sans choc ni vibration. Prendre bien soin de ne pas dépasser cette charge.

**6.4** Le cadran de l'indicateur de profondeur doit être ajusté à la position initiale de l'échelle et la charge augmentée, sans choc ni vibration, en 4 à 8 s, de la valeur de la surcharge  $F_1$ , jusqu'à la charge totale :

$$F = F_0 + F_1 = \begin{array}{l} 147,1 \pm 0,98 \text{ N } (15 \pm 0,1 \text{ kgf}) \\ \text{pour les échelles 15 N et 15 T;} \\ 294,2 \pm 1,96 \text{ N } (30 \pm 0,2 \text{ kgf}) \\ \text{pour les échelles 30 N et 30 T;} \\ 441,3 \pm 2,94 \text{ N } (45 \pm 0,3 \text{ kgf}) \\ \text{pour les échelles 45 N et 45 T.} \end{array}$$

**6.5** La charge initiale  $F_0$  étant maintenue, la surcharge  $F_1$  doit être supprimée dans les conditions suivantes :

- a) pour les matériaux qui, dans les conditions de l'essai ne présentent pas de déformation plastique en fonction du temps,  $F_1$  doit être supprimée dans les 2 s qui suivent l'arrêt de l'indicateur;

1) Cette tolérance correspond à la qualité 6 de l'ISO/R 286. Les billes pour roulements à billes satisfont normalement à cette tolérance.

2) Il est également admis d'utiliser une bille en carbure de tungstène; dans ce cas, mention doit en être faite dans le rapport d'essai.

b) dans les cas spéciaux où, dans les conditions d'essai, le matériau présente une déformation plastique en fonction du temps,  $F_1$  doit être supprimée 20 à 25 s après le démarrage de l'indicateur.

**6.6** La dureté Rockwell superficielle est déduite de la profondeur rémanente de l'empreinte  $e$ , soit  $100 - e$ ; elle se lit directement sur le cadran. La déduction de la valeur de la dureté Rockwell superficielle est illustrée par les Figures 1 et 2.

**6.7** L'appareil doit être mis à l'abri de tout choc ou vibration pendant la durée de l'essai.

## 7 CONDITIONS GÉNÉRALES D'ESSAI

**7.1** Les limites d'épaisseur de l'éprouvette ou de la couche superficielle à essayer sont données dans les Tableaux 1 et 2 de l'Annexe. Après l'essai, aucune déformation ne doit être visible sur la face opposée à celle du pénétrateur. Cependant, par accord entre les parties intéressées, des valeurs de dureté obtenues sur certains matériaux présentant une déformation, peuvent être acceptées.

Le pénétrateur à bille ne doit toutefois pas être utilisé pour des essais portant sur un matériau dont la dureté est supérieure à 100 HRB.

**7.2** La distance entre les centres de deux empreintes voisines doit être égale à au moins trois fois le diamètre de l'empreinte et la distance du centre de toute empreinte au bord de l'éprouvette doit être égale à au moins deux fois et demi le diamètre de l'empreinte, sauf spécification contraire.

**7.3** Dans le cas où les essais concernent des surfaces cylindriques, les corrections indiquées dans les Tableaux 3 et 4 doivent être appliquées. En l'absence de corrections pour les surfaces sphériques et les surfaces concaves, les essais correspondants doivent faire l'objet d'accords particuliers.

**7.4** Le bon état du pénétrateur doit être vérifié fréquemment. Des irrégularités affectant le contour des empreintes peuvent indiquer un mauvais état du pénétrateur. Si les vérifications faites sur le pénétrateur le confirment, l'essai correspondant doit être éliminé et le pénétrateur remplacé.

**7.5** Après chaque changement, démontage ou remplacement du pénétrateur ou du support, il y a lieu de vérifier que le nouveau pénétrateur (ou le nouveau support) est correctement bloqué dans son logement.

**7.6** Toute nouvelle bille doit être choisie dans un lot conforme aux spécifications énoncées en 5.4. Il est conseillé de s'assurer que la bille est représentative du lot. Pour ce faire, le diamètre nominal de la bille doit être contrôlé avec une précision de  $\pm 0,01$  mm.

## NOTES

1 La forme du cône et le rayon de la calotte sphérique du pénétrateur conique ont une grande influence sur la dureté Rockwell superficielle obtenue. Toutefois, l'anisotropie du diamant rend difficile la réalisation d'une forme symétrique précise, par usinage de ce pénétrateur. Il est nécessaire, pour cette raison, de comparer les résultats donnés par le pénétrateur avec ceux obtenus avec un pénétrateur agréé, et ceci pour plusieurs niveaux de dureté au moyen de blocs de référence étalonnés.

2 Il n'existe pas de méthode générale précise de conversion de la dureté Rockwell superficielle en d'autres échelles Rockwell ou en l'une des autres échelles de dureté, ou en résistance à la traction. Ces conversions sont donc à éviter, excepté dans des cas particuliers où grâce à des essais comparatifs, on dispose d'une base valable de conversion.

## ANNEXE

TABLEAU 1 — Guide pour le choix des échelles utilisant le pénétrateur en diamant

NOTE — L'essai peut être effectué sur toute éprouvette dont l'épaisseur et la dureté sont supérieures aux valeurs indiquées.

Épaisseur de l'éprouvette		Échelle de dureté Rockwell superficielle					
		15 N		30 N		45 N	
		Lecture sur le cadran	Dureté approximative Échelle C <sup>1)</sup>	Lecture sur le cadran	Dureté approximative Échelle C <sup>1)</sup>	Lecture sur le cadran	Dureté approximative Échelle C <sup>1)</sup>
0,20	0,008	90	60	....	....	....	....
0,25	0,010	88	55	....	....	....	....
0,30	0,012	83	45	....	....	....	....
0,36	0,014	76	32	78,5	61	....	....
0,41	0,016	68	18	74	56	....	....
0,46	0,018	....	....	66	47	68	61
0,51	0,020	....	....	57	37	63	57
0,56	0,022	....	....	47	26	58	52,5
0,61	0,024	....	....	....	....	51	47
0,66	0,026	....	....	....	....	37	35

1) Ces indices de dureté approximatifs ne doivent être utilisés que comme guide du choix de l'échelle appropriée et non en tant que table de conversion des échelles de dureté.

TABLEAU 2 — Guide pour le choix des échelles utilisant le pénétrateur à bille, de diamètre 1,587 5 mm (1/16 in)

NOTE — L'essai peut être effectué sur toute pièce dont l'épaisseur et la dureté sont supérieures aux valeurs indiquées.

Épaisseur		Échelle de dureté Rockwell superficielle					
		15 T		30 T		45 T	
mm	in	Lecture sur le cadran	Dureté approximative Échelle B <sup>1)</sup>	Lecture sur le cadran	Dureté approximative Échelle B <sup>1)</sup>	Lecture sur le cadran	Dureté approximative Échelle B <sup>1)</sup>
0,25	0,010	91	93	....	....	....	....
0,30	0,012	86	78	....	....	....	....
0,36	0,014	81	62	79	95	....	....
0,41	0,016	75	44	73	84	71	99
0,46	0,018	68	24	64	71	62	90
0,51	0,020	....	....	55	58	53	80
0,56	0,022	....	....	45	43	43	70
0,61	0,024	....	....	34	28	31	58
0,66	0,026	....	....	....	....	18	45

1) Ces indices de dureté approximatifs ne doivent être utilisés que comme guide du choix de l'échelle appropriée et non en tant que table de conversion des échelles de dureté.



TABLEAU 3 – Corrections<sup>1)</sup> à ajouter aux valeurs des duretés Rockwell superficielles 15 N, 30 N et 45 N, obtenues sur des éprouvettes cylindriques<sup>2)</sup> de différents diamètres

Lecture sur le cadran	Diamètre de l'éprouvette cylindrique					
	3,2 mm ( <sup>1</sup> / <sub>8</sub> in)	6,4 mm ( <sup>1</sup> / <sub>4</sub> in)	10 mm ( <sup>3</sup> / <sub>8</sub> in)	13 mm ( <sup>1</sup> / <sub>2</sub> in)	19 mm ( <sup>3</sup> / <sub>4</sub> in)	25 mm (1 in)
20	(6,0) <sup>3)</sup>	3,0	2,0	1,5	1,5	1,5
25	(5,5)	3,0	2,0	1,5	1,5	1,0
30	(5,5)	3,0	2,0	1,5	1,0	1,0
35	(5,0)	2,5	2,0	1,5	1,0	1,0
40	(4,5)	2,5	1,5	1,5	1,0	1,0
45	(4,0)	2,0	1,5	1,0	1,0	1,0
50	(3,5)	2,0	1,5	1,0	1,0	0,5
55	(3,5)	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

TABLEAU 4 – Corrections<sup>1)</sup> à ajouter aux valeurs des duretés Rockwell superficielles 15 T, 30 T et 45 T, obtenues sur des éprouvettes cylindriques<sup>2)</sup> de différents diamètres

Lecture sur le cadran	Diamètre de l'éprouvette cylindrique						
	3,2 mm ( <sup>1</sup> / <sub>8</sub> in)	6,4 mm ( <sup>1</sup> / <sub>4</sub> in)	10 mm ( <sup>3</sup> / <sub>8</sub> in)	13 mm ( <sup>1</sup> / <sub>2</sub> in)	16 mm ( <sup>5</sup> / <sub>8</sub> in)	19 mm ( <sup>3</sup> / <sub>4</sub> in)	25 mm (1 in)
20	(13,0) <sup>3)</sup>	(9,0)	(6,0)	(4,5)	(3,5)	3,0	2,0
30	(11,5)	(7,5)	(5,0)	(4,0)	(3,5)	2,5	2,0
40	(10,0)	(6,5)	(4,5)	(3,5)	3,0	2,5	2,0
50	(8,5)	(5,5)	(4,0)	3,0	2,5	2,0	1,5
60	(6,5)	(4,5)	3,0	2,5	2,0	1,5	1,5
70	(5,0)	(3,5)	2,5	2,0	1,5	1,0	1,0
80	3,0	2,0	1,5	1,5	1,0	1,0	0,5
90	1,5	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5

1) Ces corrections sont seulement approximatives. Elles représentent les moyennes, à 0,5 unité près, de nombreuses déterminations effectuées sur des éprouvettes ayant les dimensions en inches figurant au Tableau.

2) Lorsque l'essai est effectué sur des éprouvettes cylindriques, la précision de l'essai est fortement influencée par l'alignement de la vis élévatrice, de l'enclume en V et du pénétrateur, par le fini de surface et par la rectitude du cylindre.

3) Les corrections entre parenthèses ne doivent être utilisées qu'en vertu de conventions particulières.

NOTE – Pour les diamètres autres que ceux figurant ci-dessus, les corrections voulues peuvent être obtenues par interpolation linéaire.

