



Élastomères vulcanisés — Détermination de la dureté (Dureté comprise entre 30 et 85 D.I.D.C.)

Vulcanized rubbers — Determination of hardness (Hardness between 30 and 85 IRHD)

Première édition — 1975-04-01

CDU 678.4/.7 : 539.3

Réf. N° : ISO 48-1975 (F)

Descripteurs : élastomère, élastomère synthétique, caoutchouc naturel, élastomère vulcanisé, essai, essai physique, essai de dureté, appareil de contrôle de la dureté.

Prix basé sur 5 pages

AVANT-PROPOS

L'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.

Avant 1972, les résultats des travaux des Comités Techniques étaient publiés comme Recommandations ISO; maintenant, ces documents sont en cours de transformation en Normes Internationales. Compte tenu de cette procédure, le Comité Technique ISO/TC 45 a examiné la Recommandation ISO/R 48 et est d'avis qu'elle peut, du point de vue technique, être transformée en Norme Internationale. La présente Norme Internationale remplace donc la Recommandation ISO/R 48-1968 à laquelle elle est techniquement identique.

La Recommandation ISO/R 48 avait été approuvée par les Comités Membres des pays suivants :

Afrique du Sud, Rép. d'	France	Pays-Bas
Allemagne	Grèce	Pologne
Australie	Hongrie	Suisse
Autriche	Inde	Tchécoslovaquie
Canada	Iran	Turquie
Chili	Israël	Royaume-Uni
Corée, Rép. de	Italie	Suède
Égypte, Rép. arabe d'	Japon	U.R.S.S.
Espagne	Nouvelle-Zélande	U.S.A.

Aucun Comité Membre n'avait désapprouvé la Recommandation.

Aucun Comité Membre n'a désapprouvé la transformation de la Recommandation ISO/R 48 en Norme Internationale.

Élastomères vulcanisés — Détermination de la dureté (Dureté comprise entre 30 et 85 D.I.D.C.)

0 INTRODUCTION

L'essai de dureté spécifié dans la présente Norme Internationale est basé sur le mesurage de la pénétration d'une bille rigide dans une éprouvette d'élastomère, les conditions d'essai étant fixées. Pour l'essai normal, l'épaisseur de l'éprouvette normalisée est comprise entre 8 et 10 mm, les éprouvettes d'épaisseur inférieure à 8 mm donnant des valeurs de pénétration inférieures à celles obtenues sur l'éprouvette normalisée. Pour cette raison, lorsque l'on doit réaliser des essais sur des éprouvettes de faible épaisseur, on procède donc à une version à échelle réduite (figurant ci-après sous la mention de micro-essai) de l'essai normal, les dimensions de l'appareillage étant réduites dans le rapport de six à un. Lorsque l'on utilise pour celui-ci une éprouvette de 1,6 à 2 mm d'épaisseur, le résultat sera à peu près le même que celui obtenu avec l'essai normal.

Il ne serait pas réaliste de fixer une épaisseur précise au-dessus de laquelle on doit utiliser l'essai normal et au-dessous de laquelle on doit utiliser le micro-essai, mais en général ce dernier essai doit être réalisé sur des éprouvettes d'épaisseur inférieure à environ 4 mm. Il peut y avoir, cependant, des exceptions; par exemple, on doit réaliser de préférence le micro-essai, même sur des éprouvettes d'épaisseur supérieure à 4 mm, lorsque les dimensions latérales de l'éprouvette sont très inférieures à celles spécifiées pour l'essai normal (voir tableau 2), parce que, dans ces conditions, ce dernier essai ne convient pas bien. On doit également réaliser le micro-essai lorsque l'on a affaire à de petits articles en caoutchouc de forme compliquée. La valeur de 4 mm a été choisie pour les raisons suivantes :

a) lorsqu'il est réalisé sur des éprouvettes ayant cette épaisseur, l'essai normal donne des résultats en degrés internationaux de dureté du caoutchouc (D.I.D.C.) supérieurs au résultat «normal» (c'est-à-dire au résultat

relevé sur une épaisseur de 8 à 10 mm), et le micro-essai donne des résultats inférieurs à ce dernier (parce que cet essai donne un résultat «normal» pour une éprouvette ayant une épaisseur de 1,6 à 2,0 mm). Ces deux erreurs sont à peu près égales lorsque l'éprouvette essayée a une épaisseur de 4 mm;

b) 4 mm est l'épaisseur maximale sur laquelle on peut réaliser le micro-essai sans qu'il soit nécessaire d'augmenter les dimensions latérales de l'éprouvette au-dessus de celles spécifiées (c'est-à-dire 2 mm au minimum entre le pénétrateur et le bord de l'éprouvette).

Dans l'essai normal ou dans le micro-essai, la pénétration mesurée est convertie en degrés internationaux de dureté du caoutchouc; l'échelle de dureté est choisie de telle sorte que le degré 0 représente la dureté d'une matière ayant un module d'élasticité nul, le degré 100, la dureté d'une matière ayant un module d'élasticité infini, et que les conditions suivantes soient satisfaites, dans un domaine de dureté aussi étendu que possible, comprenant la plupart des duretés usuelles :

a) un degré international de dureté du caoutchouc correspond, dans tous les cas, à approximativement une même différence proportionnelle dans le module de Young;

b) pour les élastomères ayant une haute élasticité, l'échelle de dureté du caoutchouc internationale et le duromètre Shore Type A sont comparables.

Pour les matériaux isotropes et fortement élastiques, comme les caoutchoucs naturels bien vulcanisés, il existe une relation connue entre la dureté exprimée en degrés internationaux de dureté du caoutchouc et le module de Young; par contre, pour les élastomères anisotropes ou notablement plastiques, cette relation est connue avec moins de précision.

1 OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

La présente Norme Internationale spécifie une méthode de détermination de la dureté des élastomères vulcanisés, de préférence ceux ayant une dureté comprise entre 30 et 85 D.I.D.C.; cependant, cette méthode peut aussi être utilisée pour ceux ayant une dureté comprise entre 30 et 95 D.I.D.C.

Les méthodes concernant les élastomères très durs ou très mous font l'objet, respectivement, de l'ISO 1400 et de l'ISO 1818, et l'étendue de l'application de chacune est indiquée ci-dessous :

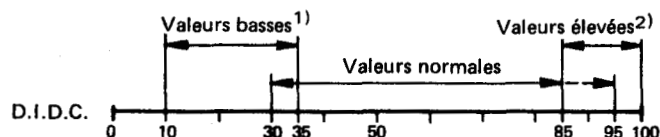


FIGURE 1 — Étendue de l'application des essais de dureté

2 PRINCIPE

Mesurage de la différence entre la profondeur de pénétration d'une bille dans l'élastomère sous une faible force de contact et la profondeur de pénétration sous une force totale élevée. À partir de cette différence, que l'on multiplie par le facteur 6 lorsqu'on réalise le micro-essai, on déduit la dureté en degrés internationaux de dureté du caoutchouc (D.I.D.C.) en utilisant le tableau 3 ou le graphique construit d'après ce tableau, ou bien encore une échelle donnant le résultat directement en degrés internationaux de dureté du caoutchouc, dérivée du tableau et fixée sur l'appareil mesureur de la pénétration.

La relation entre la différence de pénétration et la dureté, exprimée en degrés internationaux de dureté du caoutchouc, est fondée sur

- a) la relation connue, pour une matière isotrope parfaitement élastique, entre la pénétration P , exprimée en centièmes de millimètre, et le module de Young M , exprimé en méganewtons par mètre carré, soit :

$$\frac{F}{M} = 0,0038 R^{0,65} P^{1,35}$$

où

F est la force d'enfoncement, exprimée en newtons;

R est le rayon de la bille, exprimé en millimètres;

- b) l'emploi d'une courbe (erreur normale intégrée) qui établit un rapport entre $\log_{10} M$ et la dureté, en degrés internationaux de dureté du caoutchouc, comme le montre la figure 2. Cette courbe est définie par

- 1) la valeur de $\log_{10} M$ correspondant au point d'inflexion de la courbe
= 0,364 (M étant exprimé en méganewtons par mètre carré)

- 2) la pente maximale
= 57 degrés internationaux de dureté du caoutchouc, pour un accroissement unitaire de $\log_{10} M$.

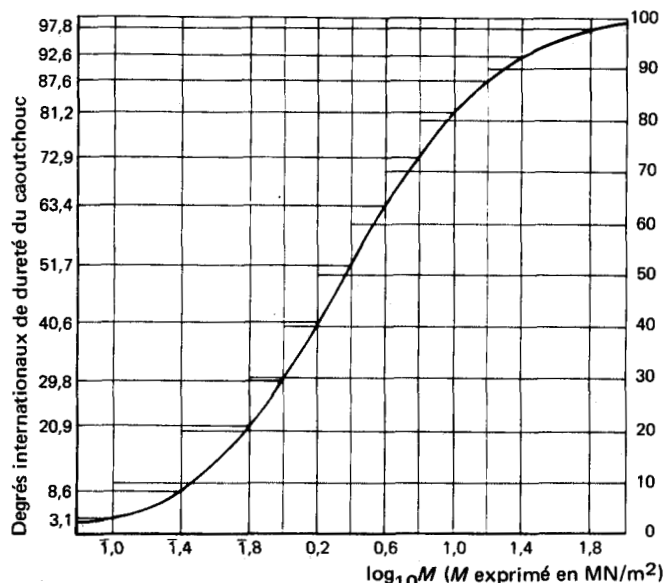


FIGURE 2 — Relation entre $\log_{10} M$ et la dureté en degrés internationaux de dureté du caoutchouc

3 APPAREILLAGE

Les parties essentielles de l'appareillage sont les suivantes, les dimensions et les forces appropriées étant indiquées dans le tableau 1 :

- 3.1 Pénétreur vertical terminé par une bille rigide ou par une surface sphérique à son extrémité la plus basse, et un dispositif pour supporter le pénétreur de façon que l'extrémité sphérique se trouve au-dessus de la surface du pied presseur annulaire avant l'application de la force de contact.

- 3.2 Dispositif permettant d'appliquer sur le pénétreur une force de contact et une charge additionnelle, permettant de tenir compte du poids du pénétreur et de ses accessoires, ainsi que des forces de tout ressort susceptible d'agir sur lui, de façon que les charges réellement appliquées soient celles qui sont spécifiées.

- 3.3 Dispositif pour mesurer l'augmentation de la profondeur de pénétration du pénétreur causée par la force additionnelle, gradué en unités métriques ou donnant le résultat directement en D.I.D.C. Ce dispositif peut être mécanique, optique ou électrique.

1) Voir ISO 1818.

2) Voir ISO 1400.

* Cette formule est approximative et est donnée à titre d'indication.

TABLEAU 1 — Dimensions de l'appareillage et forces appliquées

Essai	Diamètres	Force sur les billes			Force sur le pied
		Contact	Additionnelle	Totale	
Normal	mm	N	N	N	N
	soit				
	bille $2,38 \pm 0,01$	$0,30 \pm 0,02$	$5,23 \pm 0,01$	$5,53 \pm 0,03$	$8,3 \pm 1,5$
	pied 20 ± 1				
	trou 6 ± 1				
	soit				
	bille $2,50 \pm 0,01$	$0,30 \pm 0,02$	$5,40 \pm 0,01$	$5,70 \pm 0,03$	$8,3 \pm 1,5$
	pied 20 ± 1				
	trou 6 ± 1				
Micro	mm	mN	mN	mN	mN ¹⁾
	bille $0,395 \pm 0,005$	$8,3 \pm 0,5$	$145 \pm 0,5$	153 ± 1	235 ± 30
	pied $3,35 \pm 0,15$				
	trou $1,00 \pm 0,15$				

1) Pour le micro-essai, lorsque l'on utilise des instruments dans lesquels le support-éprouvette est pressé vers le haut au moyen d'un ressort (voir Scott et Soden, *Trans I.R.I.*, 1960, 3b, 1, Fig. 8), les valeurs de la pression du pied et de la force sur le pied sont celles intervenant durant la période d'application de la force totale. Avant que la force additionnelle de 145 mN soit appliquée, la force sur le pied est augmentée de cette valeur et par suite égale à 380 ± 30 mN.

3.4 Pied presseur annulaire et plat, normal à l'axe du pénétrateur et comportant, pour permettre le passage du pénétrateur, un trou central. Le pied repose sur l'éprouvette et exerce sur elle une pression de 30 ± 5 kN/m² étant entendu que la charge totale sur le pied ne doit pas s'écarter des valeurs indiquées au tableau 1. Le pied doit être relié d'une façon rigide à l'appareil de mesurage de la pénétration de manière que la mesure obtenue soit celle du déplacement du pénétrateur par rapport au pied presseur (c'est-à-dire par rapport à la surface supérieure de l'éprouvette) et non pas par rapport à la surface qui supporte l'éprouvette.

NOTE — Toutes les combinaisons possibles de dimensions et de forces données dans le tableau 1 peuvent ne pas être en accord avec les spécifications de pression de 3.4.

3.5 Dispositif à vibration légère, par exemple un vibreur électrique, pour neutraliser de légers frottements dans le fonctionnement de l'appareil. (Ce dispositif peut être omis dans les appareils où toute friction est éliminée.)

3.6 Enceinte pour l'éprouvette lorsque les essais doivent être réalisés à une température autre que la température normale de laboratoire. Cette enceinte est munie d'un dispositif permettant de maintenir la température désirée avec une précision de 2 °C. Le pied et le pénétrateur vertical traversent la paroi supérieure de l'enceinte; la partie qui traverse la paroi supérieure doit être réalisée en un matériau ayant une faible conductivité thermique. Un appareil témoin pour mesurer la température doit être logé dans l'enceinte, à côté ou à l'emplacement même de l'éprouvette.

4 ÉPROUVETTE

4.1 Dimensions

L'éprouvette doit avoir ses faces supérieure et inférieure planes, lisses et parallèles l'une à l'autre.

Pour être comparables, les essais doivent être effectués sur des éprouvettes de même épaisseur.

Pour obtenir l'épaisseur nécessaire, il est possible de superposer deux plaquettes d'élastomère (mais pas plus de deux), à condition que leurs faces soient parallèles et planes.

4.1.1 Essai normal

L'éprouvette normalisée doit avoir une épaisseur comprise entre 8 et 10 mm; les éprouvettes non normalisées peuvent avoir une épaisseur supérieure ou inférieure à celle de l'éprouvette normalisée, mais normalement cette épaisseur ne doit pas être inférieure à 4 mm. Les dimensions latérales des éprouvettes normalisées et des éprouvettes non normalisées doivent être telles qu'aucun essai ne puisse être réalisé à une distance du bord de l'éprouvette inférieure aux distances données dans le tableau 2.

TABLEAU 2 — Distance minimale entre le point d'impact et le bord de l'éprouvette

Épaisseur totale de l'éprouvette	Distance minimale entre le point d'impact et le bord de l'éprouvette
mm	mm
4	7,0
6	8,0
8	9,0
10	10,0
15	11,5
25	13,0

4.1.2 Micro-essai

L'éprouvette normalisée doit avoir une épaisseur de $2 \pm 0,5$ mm. En raison des effets variables de durcissement de la surface de l'élastomère et de toute inégalité légère de cette surface (due, par exemple, au polissage), aucune épaisseur normalisée d'éprouvette ne peut donner pour le micro-essai des résultats qui soient toujours en accord avec ceux obtenus, par l'essai normal, sur l'éprouvette normalisée. Avec une éprouvette d'épaisseur comprise entre 1,6 et 2 mm on obtient le plus souvent, mais pas toujours, cette concordance. Des éprouvettes ayant une épaisseur supérieure ou inférieure peuvent être utilisées mais en aucun cas leur épaisseur ne doit être inférieure à 1 mm; sur de telles éprouvettes les valeurs ne concorderont pas en général avec celles obtenues pour l'essai normal. Les dimensions latérales doivent être telles qu'aucun essai ne puisse être réalisé à une distance du bord inférieure à 2 mm.

Lorsque des éprouvettes d'épaisseur supérieure à 4 mm sont essayées en utilisant l'appareillage employé dans le micro-essai, en raison des dimensions latérales ou de la surface plane qui ne permettent pas de réaliser l'essai avec l'appareillage normal, l'essai doit être fait à une distance du bord aussi grande que possible.

Des éprouvettes incurvées, en anneau par exemple, peuvent être essayées avec l'appareillage du micro-essai, mais les valeurs obtenues peuvent ne pas être comparables à celles obtenues sur des éprouvettes plates.

4.2 Conditionnement

Les essais ne doivent pas être réalisés dans un délai inférieur à 16 h après la vulcanisation et, dans les cas d'arbitrage, ce délai ne doit pas être inférieur à 72 h.

Lorsqu'un essai est effectué à une température normale de laboratoire, les éprouvettes doivent être maintenues dans les conditions de l'essai durant au moins 3 h immédiatement avant l'essai.

Lorsque les essais sont effectués à des températures supérieures ou inférieures, les éprouvettes doivent être maintenues dans les conditions de l'essai durant une période suffisante pour qu'elles atteignent une température d'équilibre avec le milieu de l'essai, ou pendant la période de temps fixée par la spécification concernant la matière ou le produit à essayer.

5 TEMPÉRATURE D'ESSAI

L'essai sera généralement effectué à une température normale de laboratoire (c'est-à-dire 20 ± 2 °C, 23 ± 2 °C ou 27 ± 2 °C); la même température doit être utilisée pour un même essai ou pour une série d'essais destinés à la comparaison.

6 MODE OPÉRATOIRE

Conditionner d'abord l'éprouvette de la façon décrite en 4.2. Saupoudrer légèrement les faces supérieure et inférieure avec du talc. Placer l'éprouvette sur une surface horizontale et rigide. Appuyer le pied de l'appareil d'essai

sur la surface de l'éprouvette. Appliquer verticalement le pénétreur et sa bille sur l'élastomère pendant 5 s, la force sur la bille étant la force de contact.

a) Si le cadran est gradué directement en degrés internationaux de dureté du caoutchouc (D.I.D.C.), amener l'aiguille sur la graduation 100 au bout de la période de 5 s. Appliquer ensuite la force additionnelle et la maintenir pendant 30 s; l'indication donnée par le cadran est la dureté en degrés internationaux de dureté du caoutchouc.

b) Si le cadran est divisé en unités métriques, noter la pénétration différentielle D (en centièmes de millimètre) du pénétreur causée par la force additionnelle appliquée pendant 30 s. Convertir celle-ci (après l'avoir multipliée par le facteur 6 lorsqu'on utilise l'appareil pour le micro-essai) en degrés internationaux de dureté du caoutchouc à l'aide du tableau 3 ou du graphique construit à partir de ce tableau.

Durant l'application des forces faire vibrer légèrement l'appareil si ce dernier n'est pas sans frottement.

7 NOMBRE DE LECTURES

Procéder au mesurage en trois ou cinq points différents, répartis sur la surface de l'éprouvette, et prendre la médiane des résultats, c'est-à-dire la valeur milieu lorsque ces résultats sont classés par ordre croissant.

8 EXPRESSION DES RÉSULTATS

La dureté doit être arrondie au nombre entier le plus proche de la médiane des trois ou cinq mesures, exprimées en degrés internationaux de dureté du caoutchouc.

9 PROCÈS-VERBAL D'ESSAI

Le procès-verbal d'essai doit contenir les indications suivantes :

- la dureté exprimée en D.I.D.C.;
- les dimensions de l'éprouvette et si cette éprouvette est constituée par une ou deux plaques;
- la température de l'essai;
- le type de surface essayée (moulée, polie ou ayant subi un autre traitement);
- le type d'appareil (normal ou micro).

Pour les instruments gradués en degrés internationaux de dureté du caoutchouc, la correction suivante est à soustraire des lectures au-dessous de 34,4 D.I.D.C.

Lecture	Correction D.I.D.C.
33,3 à 34,3	0,1
32,3 à 33,2	0,2
31,7 à 32,2	0,3
31,1 à 31,6	0,4
30,7 à 31,0	0,5
30,2 à 30,6	0,6
30,0 à 30,1	0,7

TABLEAU 3 — Conversion des valeurs de D en degrés internationaux de dureté du caoutchouc (D.I.D.C.)

D 0,01 mm	Degrés internationaux de dureté du caoutchouc	D 0,01 mm	Degrés internationaux de dureté du caoutchouc	D 0,01 mm	Degrés internationaux de dureté du caoutchouc	D 0,01 mm	Degrés internationaux de dureté du caoutchouc
0	100	45	73,9	90	52,3	135	38,9
1	100	46	73,3	91	52,0	136	38,7
2	99,9	47	72,7	92	51,6	137	38,4
3	99,8	48	72,2	93	51,2	138	38,2
4	99,6	49	71,6	94	50,9	139	38,0
5	99,3	50	71,0	95	50,5	140	37,8
6	99,0	51	70,4	96	50,2	141	37,5
7	98,6	52	69,8	97	49,8	142	37,3
8	98,1	53	69,3	98	49,5	143	37,1
9	97,7	54	68,7	99	49,1	144	36,9
10	97,1	55	68,2	100	48,8	145	36,7
11	96,5	56	67,6	101	48,5	146	36,5
12	95,9	57	67,1	102	48,1	147	36,2
13	95,3	58	66,6	103	47,8	148	36,0
14	94,7	59	66,0	104	47,5	149	35,8
15	94,0	60	65,5	105	47,1	150	35,6
16	93,4	61	65,0	106	46,8	151	35,4
17	92,7	62	64,5	107	46,5	152	35,2
18	92,0	63	64,0	108	46,2	153	35,0
19	91,3	64	63,5	109	45,9	154	34,8
20	90,6	65	63,0	110	45,6	155	34,6
21	89,8	66	62,5	111	45,3	156	34,4
22	89,2	67	62,0	112	45,0	157	34,2
23	88,5	68	61,5	113	44,7	158	34,0
24	87,8	69	61,1	114	44,4	159	33,8
25	87,1	70	60,6	115	44,1	160	33,6
26	86,4	71	60,1	116	43,8	161	33,4
27	85,7	72	59,7	117	43,5	162	33,2
28	85,0	73	59,2	118	43,3	163	33,0
29	84,3	74	58,8	119	43,0	164	32,8
30	83,6	75	58,3	120	42,7	165	32,6
31	82,9	76	57,9	121	42,5	166	32,4
32	82,2	77	57,5	122	42,2	167	32,3
33	81,5	78	57,0	123	41,9	168	32,1
34	80,9	79	56,6	124	41,7	169	31,9
35	80,2	80	56,2	125	41,4	170	31,7
36	79,5	81	55,8	126	41,1	171	31,6
37	78,9	82	55,4	127	40,9	172	31,4
38	78,2	83	55,0	128	40,6	173	31,2
39	77,6	84	54,6	129	40,4	174	31,1
40	77,0	85	54,2	130	40,1	175	30,9
41	76,4	86	53,8	131	39,9	176	30,7
42	75,8	87	53,4	132	39,6	177	30,5
43	75,2	88	53,0	133	39,4	178	30,4
44	74,5	89	52,7	134	39,1	179	30,2
						180	30,0