

# ISO

ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

## RECOMMANDATION ISO R 48

DÉTERMINATION DE LA DURETÉ  
DU CAOUTCHOUC VULCANISÉ

2<sup>ème</sup> ÉDITION

Septembre 1968

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition

### REPRODUCTION INTERDITE

Le droit de reproduction des Recommandations ISO et des Normes ISO est la propriété des Comités Membres de l'ISO. En conséquence, dans chaque pays, la reproduction de ces documents ne peut être autorisée que par l'organisation nationale de normalisation de ce pays, membre de l'ISO.

Seules les normes nationales sont valables dans leurs pays respectifs.

Imprimé en Suisse

Ce document est également édité en anglais et en russe. Il peut être obtenu auprès des organisations nationales de normalisation.

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO/R 48:1968

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/61d18f51-c879-4c50-adde-0a009fdb2910/iso-r-48-1968>

## HISTORIQUE

La Recommandation ISO/R 48, *Détermination de la dureté du caoutchouc vulcanisé naturel ou synthétique*, a été élaborée par le Comité Technique ISO/TC 45, *Caoutchouc*, dont le Secrétariat est assuré par la British Standards Institution (BSI).

Les travaux relatifs à cette question furent entrepris par le Comité Technique en 1948 et aboutirent, en 1953, à l'adoption d'un Projet de Recommandation ISO.

En août 1954, ce Projet de Recommandation ISO (N° 50) fut soumis à l'enquête de tous les Comités Membres de l'ISO. Il fut approuvé par 26 Comités Membres. Aucun Comité Membre ne se déclara opposé à l'approbation du Projet.

Le Projet de Recommandation fut alors soumis par correspondance au Conseil de l'ISO qui décida, en juillet 1957, de l'accepter comme RECOMMANDATION ISO.

## HISTORIQUE RELATIF À LA 2<sup>e</sup> ÉDITION

Les travaux pour la révision de la Recommandation ISO/R 48-1957 furent entrepris ultérieurement et, en 1963, un avant-projet fut adopté par les Membres du Comité Technique ISO/TC 45 comme Projet de Revision.

En novembre 1964, ce Projet de Revision (N° 742) fut soumis à l'enquête de tous les Comités Membres de l'ISO. Il fut approuvé, sous réserve de quelques modifications d'ordre rédactionnel, par les Comités Membres suivants :

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

Aucun Comité Membre ne se déclara opposé à l'approbation du Projet.

Le Projet de Revision fut alors soumis par correspondance au Conseil de l'ISO qui décida, en septembre 1968, de l'accepter.

Le titre de la Recommandation ISO/R 48-1957 a été modifié comme suit : *Détermination de la dureté du caoutchouc vulcanisé*.

La présente édition (2<sup>e</sup> édition) annule et remplace la première édition de la Recommandation ISO/R 48-1957.



\_\_\_\_\_



## DÉTERMINATION DE LA DURETÉ DU CAOUTCHOUC VULCANISÉ

### INTRODUCTION

L'essai de dureté est basé sur la mesure de la pénétration d'une bille rigide dans une éprouvette de caoutchouc, 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 1,6 à 2 mm d'épaisseur, le résultat sera à peu près le même que celui obtenu avec l'essai normal.

Ce ne serait pas tenir compte de la réalité que 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 une série de duretés aussi étendue 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 caoutchoucs ayant une haute élasticité, l'échelle de dureté du caoutchouc internationale et le duromètre Shore Type A sont comparables.

Pour les matériaux isotropiques 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 caoutchoucs anisotropiques ou notablement plastiques, cette relation est connue avec moins de précision.

## 1. OBJET

La méthode décrite dans la présente Recommandation ISO doit être utilisée de préférence pour les caoutchoucs ayant une dureté comprise entre 30 et 85 D.I.D.C mais peut être utilisée pour ceux ayant une dureté comprise entre 30 et 95 D.I.D.C.

Les méthodes concernant les caoutchoucs très durs ou très mous doivent faire l'objet de Recommandations ISO séparées, et l'étendue de l'application de chacune est indiquée ci-dessous :

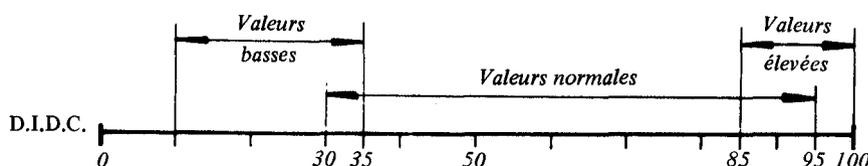


FIGURE - Etendue de l'application des essais de dureté

## 2. PRINCIPE DE LA MÉTHODE

L'essai de dureté consiste à mesurer la différence entre la profondeur de pénétration de la bille dans le caoutchouc sous une faible force de contact et la profondeur de pénétration sous une forte force totale. A 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 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

- 1) la relation connue, pour une matière isotropique parfaitement élastique, entre la pénétration  $P$ , exprimée en centièmes de millimètres), et le module de Young  $M$ , soit :

$$F/M = 0,00038 R^{0,65} p^{1,35} *$$

où

- $F$  est la force d'enfoncement, en newtons,
- $R$  est le rayon de la bille, en millimètres;

- 2) l'emploi d'une courbe (tenant compte de l'erreur normale) qui établit un rapport entre  $\log_{10} M$  et la dureté en degrés internationaux de dureté du caoutchouc, comme le montre le graphique de la Figure page 9. Cette courbe est définie par

- a) la valeur de  $\log_{10} M$  correspondant au point d'inflexion de la courbe = 1,364 ( $M$  étant exprimé en bar)
- b) la pente maximale = 57 degrés internationaux de dureté du caoutchouc pour un accroissement unitaire de  $\log_{10} M$ .

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

## 3. APPAREILLAGE

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

- a) Un pénétreur vertical terminé par une bille rigide ou ayant une surface sphérique à son extrémité la plus basse pour supporter le pénétreur de façon que l'extrémité sphérique reste légèrement au-dessus de la surface du pied presseur annulaire avant l'application de la force de contact.
- b) Un dispositif permettant d'appliquer sur la bille une force de contact et une force additionnelle permettant de tenir compte du poids du pénétreur et de ses accessoires, ainsi que des forces de tout ressort susceptibles d'agir sur lui, de façon que les forces réellement appliquées soient celles qui sont spécifiées.
- c) Un dispositif qui peut être mécanique, optique ou électrique, 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 degrés internationaux de dureté du caoutchouc.
- d) Un pied presseur et plat, normal à l'axe du pénétrateur et portant, pour permettre le passage du pénétreur, un trou central. Le pied repose sur l'éprouvette et exerce sur elle une pression de  $0,3 \pm 0,05$  bar, étant entendu que la force totale sur le pied ne doit pas s'écarter des valeurs indiquées au Tableau 1. Le pied est relié par un dispositif rigide à l'appareil mesureur de la pénétration de manière que la mesure réalisée soit celle du déplacement du pénétreur 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.
- e) Un dispositif à vibration légère, par exemple un vibreur électrique, pour neutraliser des légers frottements dans le fonctionnement de l'appareil (ce dispositif peut être omis dans les appareils d'où tout frottement est éliminé).
- f) Une 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  $\pm 2$  degC. Le pied et le pénétreur vertical passent par le sommet de l'enceinte; cette partie de l'appareillage doit être construite avec un matériel ayant une basse conductibilité thermique. Un appareil témoin pour mesurer la température est logé dans l'enceinte, à côté ou à l'emplacement même de l'éprouvette.

TABLEAU 1 - Dimension de l'appareillage et forces

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

NOTE. - Toutes les combinaisons qui sont possibles avec les dimensions et les forces du Tableau 1 ne satisferont pas aux conditions de pression du chapitre 3 d).

\* 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 sur le pied et de la force sur le pied sont celles intervenant durant la période d'application de la force totale. Avant que la force d'empreinte de 145 mN soit appliquée, la force sur le pied est augmentée de ce poids et par suite égale à  $380 \pm 30$  mN.

## 4. ÉPROUVETTE

### 4.1 Dimensions de l'éprouvette

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 faits sur des éprouvettes de même épaisseur. On peut, pour obtenir l'épaisseur nécessaire, superposer deux plaquettes de caoutchouc (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

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  $2,0 \pm 0,5$  mm. En raison des effets variables de durcissement de la surface du caoutchouc 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 en accord avec ceux obtenus, par l'essai normal, sur l'éprouvette normalisée. Avec une éprouvette d'épaisseur comprise entre 1,6 et 2,0 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 par 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 de l'éprouvette

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

Lorsque l'essai doit être réalisé à une température normale de laboratoire, les éprouvettes sont conditionnées pendant au moins 3 heures immédiatement avant l'essai. Lorsque les essais doivent être réalisés à des températures supérieures ou inférieures, les éprouvettes sont conditionnées pendant une durée de temps suffisante pour atteindre 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 DE L'ESSAI

L'essai sera généralement réalisé à la température normale de laboratoire. La température normale de laboratoire est de  $20 \pm 2$  °C,  $23 \pm 2$  °C ou  $27 \pm 2$  °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 au paragraphe 4.2. Talquer légèrement les faces supérieure et inférieure, placer l'éprouvette sur une surface horizontale et rigide. Appuyer ensuite le pied sur la surface de l'éprouvette. Appliquer verticalement le pénétreur et sa bille sur le caoutchouc pendant 5 secondes, la charge sur la bille étant la charge de contact.

- a) Dans le cas où le cadran est gradué directement en degrés internationaux de dureté du caoutchouc, l'aiguille doit alors indiquer le point 100 au bout de la période de 5 secondes. Appliquer ensuite la charge additionnelle et la maintenir pendant 30 secondes. 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 ou en inches, noter la pénétration différentielle *D* (en centième de millimètres) du pénétreur causée par la charge additionnelle appliquée pendant 30 secondes. Convertir celle-ci (après l'avoir multipliée par le facteur 6,0 lorsqu'on utilise l'appareil pour le micro-essai), en degrés internationaux de dureté de caoutchouc à l'aide du Tableau 3 ou du graphique construit à partir de ce tableau.

Durant l'application des charges faire vibrer légèrement l'appareil pour neutraliser tout frottement.

## 7. NOMBRE DE LECTURES

Faire la mesure en trois ou cinq points différents répartis sur la surface de l'éprouvette et prendre la moyenne des résultats, c'est-à-dire la valeur médiane 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 moyenne des trois ou cinq mesures exprimées en degrés internationaux de dureté du caoutchouc.

## 9. PROCÈS-VERBAL D'ESSAI

Le procès-verbal d'essai comportera les indications suivantes :

- a) les dimensions de l'éprouvette et si cette éprouvette est constituée par une ou deux plaquettes;
- b) la température de l'essai;
- c) le type de surface essayée, c'est-à-dire, moulée, polie ou autre;
- d) le type d'appareil, c'est-à-dire, normal ou micro.

TABLEAU 3. - Conversion en 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