

NORME  
INTERNATIONALE

**ISO**  
**48**

Troisième édition  
1994-05-15

---

---

**Caoutchouc vulcanisé ou  
thermoplastique — Détermination de la  
dureté (dureté comprise entre 10 DIDC et  
100 DIDC)**

iTeh STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)

*Rubber, vulcanized or thermoplastic — Determination of hardness  
(hardness between 10 IRHD and 100 IRHD)*

[ISO 48:1994](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/fc3f207-872b-49d2-b8d5-f05d583c88f0/iso-48-1994>



Numéro de référence  
ISO 48:1994(F)

## Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 48 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 45, *Élastomères et produits à base d'élastomères*, sous-comité SC 2, *Essais physiques et de dégradation*. <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/fc3f207-872b-49d2-b8d5-151c88511994>

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition (ISO 48:1979), ainsi que les premières éditions de l'ISO 1400 (ISO 1400:1975) et de l'ISO 1818 (ISO 1818:1975), dont elle constitue une révision technique.

L'annexe A fait partie intégrante de la présente Norme internationale. L'annexe B est donnée uniquement à titre d'information.

© ISO 1994

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

Organisation internationale de normalisation  
Case Postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse

Imprimé en Suisse

## Introduction

L'essai de dureté spécifié dans la présente Norme internationale est destiné à permettre un mesurage rapide de la raideur du caoutchouc, à la différence des essais de dureté sur d'autres matériaux qui mesurent la résistance à une déformation permanente.

La dureté est mesurée à partir de la profondeur de pénétration d'un pénétrateur sphérique appliqué avec une force prescrite sur une éprouvette en caoutchouc. Une relation empirique entre la profondeur de pénétration et le module de Young, pour un matériau isotrope parfaitement élastique, a été utilisée pour établir une échelle de dureté qui convient pour la plupart des caoutchoucs.

Pour déterminer la valeur du module de Young lui-même, une méthode d'essai différente doit être utilisée, par exemple celle qui est décrite dans l'ISO 7743:1989, *Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique — Détermination des propriétés de contrainte-déformation en compression*, pour la détermination des propriétés de contrainte-déformation en compression.

[ISO 48:1994](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/fc3f207-872b-49d2-b8d5-f05d583c88f0/iso-48-1994)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/fc3f207-872b-49d2-b8d5-f05d583c88f0/iso-48-1994>

Page blanche

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

ISO 48:1994

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/fc3f207-872b-49d2-b8d5-f05d583c88f0/iso-48-1994>

# Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique — Détermination de la dureté (dureté comprise entre 10 DIDC et 100 DIDC)

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale prescrit quatre méthodes pour la détermination de la dureté des caoutchoucs vulcanisés ou thermoplastiques sur des surfaces planes:

Méthode N	Essai normal
Méthode H	Essai pour duretés élevées
Méthode L	Essai pour faibles duretés
Méthode M	Micro-essai

et quatre méthodes pour déterminer la dureté apparente sur des surfaces courbes, dérivant respectivement des méthodes N, H, L et M:

Méthodes CN, CH, CL et CM.

Les méthodes diffèrent principalement par le diamètre de la bille du pénétrateur et par la valeur de la force de pénétration, lesquelles sont choisies en fonction

de l'application considérée. Le domaine d'application de chaque méthode est indiqué sur la figure 1.

Méthode N: L'essai normal de dureté est la méthode appropriée pour les éprouvettes d'épaisseur supérieure ou égale à 4 mm et elle est utilisée pour les caoutchoucs dont la dureté est comprise de préférence entre 35 DIDC et 85 DIDC, mais éventuellement entre 30 DIDC et 95 DIDC.

Méthode H: Méthode appropriée pour les éprouvettes d'épaisseur supérieure ou égale à 4 mm et de dureté comprise entre 85 DIDC et 100 DIDC.

Méthode L: Méthode appropriée pour les éprouvettes d'épaisseur supérieure ou égale à 6 mm et de dureté comprise entre 10 DIDC et 35 DIDC.

NOTE 1 Les valeurs de dureté obtenues avec la méthode N dans les intervalles 85 DIDC à 95 DIDC et 30 DIDC à 35 DIDC, peuvent ne pas concorder de manière précise avec celles obtenues respectivement avec la méthode H ou L. La différence est normalement négligeable pour des applications techniques.

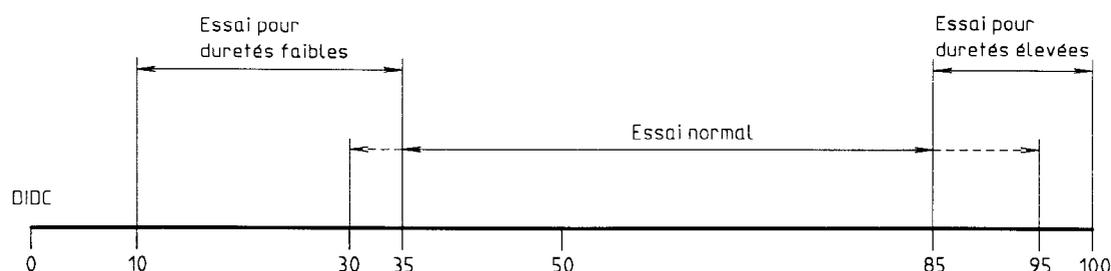


Figure 1 — Domaine d'application

Méthode M: Le micro-essai de dureté est essentiellement une variante à échelle réduite de l'essai normal, méthode N, permettant des essais sur des éprouvettes de plus petites dimensions et d'épaisseur plus faible. C'est la méthode appropriée pour les éprouvettes d'épaisseur inférieure à 4 mm et elle est utilisée pour les caoutchoucs dont la dureté est comprise de préférence entre 35 DIDC et 85 DIDC, mais éventuellement entre 30 DIDC et 95 DIDC.

NOTE 2 En raison de l'influence de l'état de surface du caoutchouc et d'une possible légère rugosité (due, par exemple, au meulage), le micro-essai ne donne pas toujours des résultats en accord avec ceux de l'essai normal.

Méthodes CN, CH, CL et CM: Essais de dureté apparente sur surfaces courbes.

Ces méthodes sont des variantes des méthodes N, H, L et M utilisées lorsque la surface du caoutchouc essayé est courbe. Il existe deux cas, selon que l'éprouvette ou l'article essayé(e) est

- a) suffisamment grand(e) pour que le duromètre puisse être posé dessus;
- b) suffisamment petit(e) pour que l'éprouvette et l'instrument puissent être disposés sur un support commun.

Une variante de b) est le cas où l'éprouvette est placée sur la platine de l'instrument.

Les modes opératoires décrits ne peuvent pas convenir pour toutes les éventualités de forme et de dimensions d'éprouvettes, mais ils sont adaptés à quelques-uns des types les plus courants, par exemple aux joints toriques. La détermination de la dureté apparente des cylindres revêtus de caoutchouc fait l'objet des normes distinctes ISO 7267-1:1986, *Cylindres revêtus de caoutchouc — Détermination de la dureté apparente — Partie 1: Méthode DIDC*, ISO 7267-2:1986, *Cylindres revêtus de caoutchouc — Détermination de la dureté apparente — Partie 2: Méthode au duromètre type Shore* et ISO 7267-3:1988, *Cylindres revêtus de caoutchouc — Détermination de la dureté apparente — Partie 3: Méthode Pusey et Jones*.

## 2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute

norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 471:—<sup>1)</sup>, *Caoutchouc — Températures, humidités et durées pour le conditionnement et l'essai*.

ISO 1826:1981, *Caoutchouc vulcanisé — Délai entre vulcanisation et essai — Spécifications*.

ISO 3383:1985, *Caoutchouc — Directives générales pour l'obtention de températures élevées ou de températures inférieures à la température normale lors des essais*.

ISO 4661-1:1993, *Caoutchouc vulcanisé ou thermo-plastique — Préparation des échantillons et éprouvettes — Partie 1: Essais physiques*.

ISO/TR 9272:1986, *Caoutchouc et produits en caoutchouc — Détermination de la fidélité de méthodes d'essai normalisées*.

## 3 Principe

L'essai de dureté consiste à mesurer la différence entre les profondeurs de pénétration dans le caoutchouc d'une bille appliquée respectivement avec une force de contact faible et une force totale élevée. À partir de cette différence, multipliée par le facteur d'échelle 6 dans le cas du micro-essai, la dureté en degrés internationaux de dureté de caoutchouc (DIDC) est obtenue à l'aide des tableaux 3 à 5 ou de graphiques établis à partir de ces tableaux ou avec une échelle graduée en degrés internationaux de dureté de caoutchouc établie d'après ces tableaux et fixée sur l'appareil de mesure de la pénétration. Ces tableaux et ces courbes dérivent de la relation empirique entre profondeur de pénétration et dureté qui est donnée dans l'annexe A.

## 4 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions suivantes s'appliquent.

**4.1 degrés internationaux de dureté du caoutchouc (DIDC):** Degrés d'une échelle établie de façon que «0» représente la dureté d'un matériau dont le module de Young est égal à zéro et «100» la dureté d'un matériau dont le module de Young est infini, et

1) À publier. (Révision de l'ISO 471:1983)

que les conditions suivantes soient respectées sur presque toute l'étendue des valeurs normales de dureté:

- un degré international de dureté du caoutchouc correspond toujours approximativement à la même variation relative du module de Young;
- pour les caoutchoucs à élasticité élevée, l'échelle en DIDC et l'échelle de dureté Shore A sont comparables.

**4.2 dureté normale** (repérée par la lettre S): Dureté en degrés internationaux de dureté du caoutchouc, arrondie au nombre entier le plus proche, obtenue en suivant les modes opératoires correspondant aux méthodes N, H, L et M sur des éprouvettes d'épaisseur normale dont les dimensions latérales ne sont pas inférieures aux valeurs minimales prescrites.

**4.3 dureté apparente:** Dureté en degrés internationaux de dureté du caoutchouc, arrondie au nombre entier le plus proche, obtenue en suivant les modes opératoires correspondant aux méthodes N, H, L et M sur des éprouvettes n'ayant pas les dimensions normales et obtenue en utilisant les méthodes CN, CH, CL et CM.

NOTE 3 Les valeurs obtenues avec les méthodes CN, CH, CL et CM sont toujours données comme dureté apparente, car les essais sont habituellement faits sur un article entier dont l'épaisseur de caoutchouc est variable et dont les dimensions latérales ne permettent pas, dans de nombreux cas, de respecter la distance minimale entre le pénétrateur et le bord qui est nécessaire pour éviter les effets de bord. De ce fait, les valeurs obtenues ne coïncident généralement pas avec les valeurs obtenues sur les éprouvettes normales qui sont définies pour les méthodes N, H, L et M, ni avec les valeurs obtenues sur une plaque à faces planes et parallèles ayant la même épaisseur que l'article. En outre, les résultats peuvent dépendre de façon appréciable de la méthode de positionnement de l'article du fait que le pied presseur est ou non utilisé.

Il convient donc de considérer que les résultats obtenus sur des surfaces courbes sont des valeurs arbitraires qui ne s'appliquent qu'à des éprouvettes ou à des articles de formes et de dimensions particulières, positionnés de manière particulière et qu'ils peuvent dans des cas extrêmes différer de la dureté normale de plus de 10 DIDC. En outre, les surfaces meulées ou traitées de tout autre façon pour éliminer les empreintes de tissu, etc., donnent des valeurs de dureté légèrement différentes de celles que donne une surface lisse obtenue par moulage.

PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 48:1994

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/fc3f207-872b-49d2-b8d5-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/fc3f207-872b-49d2-b8d5-f05d583c88f0/iso-48-1994)

[f05d583c88f0/iso-48-1994](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/fc3f207-872b-49d2-b8d5-f05d583c88f0/iso-48-1994)

Tableau 1 — Dimensions de l'appareillage et forces appliquées

Essai	Diamètre	Force appliquée sur la bille			Force appliquée sur le pied
		Contact	Pénétration	Totale	
	mm	N	N	N	N
Méthode N (essai normal)	Bille 2,50 ± 0,01 Pied 20 ± 1 Trou 6 ± 1	0,30 ± 0,02	5,40 ± 0,01	5,70 ± 0,03	8,3 ± 1,5
Méthode H (duretés élevées)	Bille 1,00 ± 0,01 Pied 20 ± 1 Trou 6 ± 1	0,30 ± 0,02	5,40 ± 0,01	5,70 ± 0,03	8,3 ± 1,5
Méthode L (duretés faibles)	Bille 5,00 ± 0,01 Pied 22 ± 1 Trou 10 ± 1	0,30 ± 0,02	5,40 ± 0,01	5,70 ± 0,03	8,3 ± 1,5
Méthode M (micro-essai)	mm	mN	mN	mN	mN
	Bille 0,395 ± 0,005 Pied 3,35 ± 0,15 Trou 1,00 ± 0,15	8,3 ± 0,5	145 ± 0,5	153,3 ± 1,0	235 ± 30

## 5 Appareillage

### 5.1 Méthodes N, H, L et M

Les parties essentielles de l'appareillage sont données ci-dessous; les dimensions et les forces correspondant à chacune des méthodes sont indiquées dans le tableau 1.

**5.1.1 Piston vertical**, dont l'extrémité inférieure se termine par une bille ou une surface sphérique rigide, et **dispositif de soutien du piston** pour maintenir légèrement son extrémité sphérique au-dessus de la surface du pied annulaire avant l'application de la force de contact.

**5.1.2 Dispositif d'application de la force de contact et de la force de pénétration additionnelle sur le piston**, tenant compte de la masse du piston, des pièces annexes solidaires et de la force de tout ressort agissant sur lui, pour que les forces effectivement transmises par l'extrémité sphérique du piston soient conformes aux valeurs prescrites.

**5.1.3 Dispositif de mesure de l'augmentation de la profondeur de pénétration du piston produite par la force de pénétration**, gradué en unités métriques ou directement en DIDC. Le dispositif utilisé peut être mécanique, optique ou électrique.

**5.1.4 Pied annulaire plat**, normal à l'axe du piston et comportant un trou central pour le passage du piston. Le pied est appliqué sur l'éprouvette en exerçant une pression de  $30 \text{ kPa} \pm 5 \text{ kPa}^2$ , la force totale appliquée devant respecter les limites données dans le tableau 1. Le pied doit être lié de façon rigide au dispositif de mesure de la pénétration, pour que la mesure de déplacement du piston soit faite par rapport au pied presseur (c'est-à-dire par rapport à la face supérieure de l'éprouvette et non par rapport à la surface qui la supporte).

**5.1.5 Dispositif pour faire vibrer légèrement l'appareil**, par exemple un vibreur électrique, destiné à vaincre les légères frictions. (Ce dispositif n'est pas nécessaire dans le cas d'appareils sans frottement.)

**5.1.6 Enceinte pour l'éprouvette**, dans le cas des essais effectués à des températures autres que la température normale. Cette enceinte doit comporter un moyen permettant de maintenir la température à la valeur désirée, à  $2 \text{ }^\circ\text{C}$  près. Le pied et le piston vertical doivent être allongés pour traverser la paroi supérieure de l'enceinte et leur partie que traverse

cette paroi doit être faite dans un matériau de faible conductibilité thermique. Un thermocouple doit être placé à l'intérieur de l'enceinte, à l'emplacement de l'éprouvette ou à son voisinage, pour mesurer la température (voir ISO 3383).

Avec les appareils pour micro-essai dans lesquels le porte-échantillon est repoussé vers le haut par un ressort, les valeurs définies de pression et de force sur le pied ne s'exercent que pendant la période d'application de la force totale. Avant l'application de la force de pénétration de  $145 \text{ mN}$ , la force sur le pied est plus élevée de cette quantité et donc égale à  $380 \text{ mN} \pm 30 \text{ mN}$ .

NOTE 4 Toutes les combinaisons possibles de dimensions et de forces données dans le tableau 1 ne permettent pas de satisfaire à la définition de la pression donnée en 5.1.4.

### 5.2 Méthodes CN, CH, CL et CM

L'appareillage utilisé doit correspondre essentiellement à celui qui est décrit en 5.1, aux différences près suivantes.

#### 5.2.1 Surfaces cylindriques de rayon supérieur à 50 mm

La base de l'instrument doit comporter un trou au-dessous du piston, permettant un libre passage de pied annulaire, afin que le mesurage puisse être fait au-dessus ou au-dessous de la base.

La face inférieure de la base doit avoir la forme de deux cylindres parallèles entre eux et au plan de la base. Le diamètre des cylindres et leur écartement doivent être tels que l'instrument puisse être appliqué sur la surface courbe à essayer. Une autre solution consiste à équiper la base modifiée avec des pieds fixés par l'intermédiaire de dispositifs à cardan qui leur permettent de s'adapter à la courbure de la surface.

#### 5.2.2 Surfaces à double courbure de grand rayon supérieur à 50 mm

Il faut utiliser l'instrument à pieds réglables décrit en 5.2.1.

#### 5.2.3 Surfaces cylindriques de 4 mm à 50 mm de rayon ou petites éprouvettes à double courbure

Dans le cas de surfaces trop petites pour supporter l'instrument, l'éprouvette ou l'article doit être placé(e) sur un support spécial ou sur une pièce ayant une gorge en V, de façon que le pénétrateur soit en po-

2)  $1 \text{ kPa} = 10^3 \text{ N/m}^2$

sition verticale au-dessus de la surface d'essai. On peut utiliser de la cire pour fixer de petits articles sur le porte-éprouvette.

#### NOTES

5 En général, un instrument correspondant à la méthode M n'est utilisé que lorsque l'épaisseur du caoutchouc essayé est inférieure à 4 mm.

6 Les instruments correspondant à la méthode M dont le porte-éprouvette est repoussé vers le haut par un ressort ne conviennent pas pour les grandes éprouvettes ou les articles à grand rayon de courbure.

#### 5.2.4 Petits joints toriques et articles de rayon de courbure inférieur à 4 mm

Ceux-ci doivent être placés sur des supports spéciaux ou sur des pièces ayant une gorge en V, ou fixés sur la platine de l'instrument avec de la cire. Les mesurages doivent être faits avec l'instrument correspondant à la méthode M. Ne pas faire d'essai si le plus petit rayon est inférieur à 0,8 mm.

## 6 Éprouvettes

Les éprouvettes doivent être préparées conformément à l'ISO 4661-1.

### 6.1 Méthodes N, H, L et M

#### 6.1.1 Généralités

Les faces supérieure et inférieure de l'éprouvette doivent être planes, lisses et parallèles.

Les essais devant être comparés doivent être faits sur des éprouvettes de même épaisseur.

#### 6.1.2 Épaisseur

##### 6.1.2.1 Méthodes N et H

L'éprouvette normale doit avoir de 8 mm à 10 mm d'épaisseur. Elle peut être d'une seule pièce ou constituée de deux ou trois pièces superposées, aucune n'ayant une épaisseur inférieure à 2 mm. Toutes les faces doivent être planes et parallèles. Les éprouvettes non normales peuvent être plus épaisses ou plus minces mais sans avoir moins de 4 mm d'épaisseur.

##### 6.1.2.2 Méthode L

L'éprouvette normale doit avoir de 10 mm à 15 mm d'épaisseur. Elle peut être d'une seule pièce ou constituée de deux ou trois pièces superposées, aucune n'ayant une épaisseur inférieure à 2 mm. Toutes

les faces doivent être planes et parallèles. Les éprouvettes non normales peuvent être plus épaisses ou plus minces mais sans avoir moins de 6 mm d'épaisseur.

##### 6.1.2.3 Méthode M

L'éprouvette normale doit avoir une épaisseur de  $2 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$ . Des éprouvettes plus épaisses ou plus minces peuvent être utilisées, mais sans avoir moins de 1 mm d'épaisseur. Sur ces éprouvettes, les valeurs obtenues ne concordent généralement pas avec celles obtenues sur l'éprouvette normale.

#### 6.1.3 Dimensions latérales

##### 6.1.3.1 Méthodes N, H et L

Les dimensions latérales des éprouvettes normales et non normales doivent être telles qu'aucun essai ne soit fait à une distance du bord de l'éprouvette inférieure à la distance appropriée indiquée dans le tableau 2.

Tableau 2 — Distance minimale entre le point de contact et le bord de l'éprouvette

Dimensions en millimètres

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

##### 6.1.3.2 Méthode M

Les dimensions latérales doivent être telles qu'aucun essai ne soit fait à une distance du bord de l'éprouvette inférieure à 2 mm.

Lorsque des éprouvettes de plus de 4 mm d'épaisseur sont essayées sur l'appareil de micro-essai, leurs dimensions latérales ou leur surface plane ne permettant pas de les essayer avec l'appareil normal, l'essai doit être effectué à une distance du bord aussi grande que possible.

## 6.2 Méthodes CN, CH, CL et CM

L'éprouvette est soit un article entier, soit un morceau découpé dans l'article. La face inférieure du morceau

découpé doit permettre une bonne assise pendant l'essai de dureté. Si la surface destinée à l'essai porte des empreintes de tissu, il est nécessaire de la meuler avant l'essai. Après meulage, les éprouvettes doivent être conservées à température normale (voir ISO 471) durant au moins 16 h et conditionnées conformément à l'article 8. La période de conditionnement peut être comptée dans le temps de 16 h.

## 7 Délai entre vulcanisation et essai

Sauf prescriptions contraires dues à des raisons techniques, les conditions suivantes doivent être observées (voir ISO 1826).

Pour tous les essais, le délai minimal entre la vulcanisation et l'essai doit être de 16 h. En cas de litige, le délai minimal doit être de 72 h.

Pour les essais effectués sur des éprouvettes ne provenant pas des produits manufacturés, le délai maximal entre la vulcanisation et l'essai doit être de 4 semaines, et pour les déterminations devant être comparées, les essais doivent, dans toute la mesure du possible, être effectués après le même intervalle de temps.

Pour les essais effectués sur des produits manufacturés, le délai entre la vulcanisation et l'essai ne doit pas être, chaque fois que cela est possible, supérieur à 3 mois. Dans les autres cas, les essais doivent être effectués dans les 2 mois qui suivent la date de réception du produit par le client.

## 8 Conditionnement des éprouvettes

**8.1** Lorsqu'un essai est effectué à température normale (voir ISO 471), les éprouvettes doivent être maintenues dans les conditions d'essai durant au moins 3 h immédiatement avant l'essai.

**8.2** Lorsque les essais sont effectués à des températures plus élevées ou plus basses, les éprouvettes doivent être maintenues dans les conditions d'essai durant un temps suffisant pour atteindre l'équilibre de température avec l'environnement d'essai, ou bien durant le temps fixé par la spécification concernant le matériau ou le produit à essayer, puis être immédiatement essayées.

## 9 Température d'essai

L'essai doit normalement être effectué à température normale (voir ISO 471). Lorsque d'autres températures sont utilisées, elles doivent être choisies dans

la liste des températures préférentielles prescrites dans l'ISO 471.

## 10 Mode opératoire

Conditionner l'éprouvette comme prescrit dans l'article 8. Talquer légèrement les faces supérieure et inférieure de l'éprouvette. Placer l'éprouvette sur une surface rigide horizontale. Poser le pied sur la surface de l'éprouvette. Appliquer le piston et la bille de pénétration sur le caoutchouc pendant 5 s, la force appliquée sur la bille étant la force de contact.

Si le cadran est gradué en degrés internationaux de dureté du caoutchouc, il doit être ajusté pour indiquer 100 à la fin de la période de 5 s; appliquer alors la force additionnelle et la maintenir pendant 30 s, temps au bout duquel la dureté est lue directement en degrés internationaux de dureté du caoutchouc.

Si le cadran est gradué en unités métriques, noter l'augmentation de pénétration  $D$  (en centièmes de millimètre) provoquée par la force de pénétration additionnelle après un temps d'application de 30 s. Convertir celle-ci (après multiplication par le facteur d'échelle 6 dans le cas où l'appareil de micro-essai est utilisé) en degrés internationaux de dureté du caoutchouc à l'aide des tableaux 3 à 5 ou d'un graphique établi à partir de ces tableaux.

Pendant l'application des forces, faire vibrer légèrement l'appareil, sauf s'il n'y a aucune friction dans l'appareil.

## 11 Nombre de lectures

Procéder au mesurage au minimum en trois points distincts répartis sur l'éprouvette et prendre la médiane des résultats, c'est-à-dire la valeur située au milieu de ces résultats lorsqu'ils sont classés dans un ordre croissant.

## 12 Expression des résultats

La dureté doit être exprimée par la médiane des mesures individuelles en degrés internationaux de dureté du caoutchouc (représentés par le symbole du degré angulaire, °) arrondi au nombre entier le plus proche et suivie.

- a) de la lettre S dans le cas de l'éprouvette normale ou de l'épaisseur et de la plus petite dimension latérale (en millimètres) dans le cas de l'éprouvette non normale (le résultat est alors une «dureté apparente»);

- b) de la lettre-code désignant la méthode: N pour l'essai normal, H pour l'essai pour duretés élevées, L pour l'essai pour faibles duretés et M pour le micro-essai;
- c) de la lettre-préfixe C pour les essais sur surfaces courbes.

## 13 Fidélité

### 13.1 Généralité

Les calculs de fidélité, pour exprimer la répétabilité et la reproductibilité ont été faits conformément à l'ISO/TR 9272. Consulter ce texte pour les concepts de fidélité et pour la nomenclature. L'annexe B donne des orientations sur l'utilisation de la répétabilité et la reproductibilité.

### 13.2 Détails sur l'ITP

**13.2.1** Cinq programmes d'essai interlaboratoires (ITP) ont été organisés et conduits entre 1985 et 1989 par le Statens Provningsstat (Suède). Les éprouvettes vulcanisées étaient préparées par un laboratoire et envoyées à tous les participants. Les détails relatifs à ces cinq ITP sont les suivants:

Caoutchoucs de dureté moyenne, méthode N: Quatre mélanges à base de caoutchouc, de dureté comprise entre 30 DIDC et 85 DIDC, 26 laboratoires. Trois déterminations (mesures) de dureté faites sur chaque mélange, deux jours différents, à une semaine d'intervalle, en utilisant la méthode N. La médiane des trois mesures était retenue comme «résultat d'essai» pour la détermination de la fidélité.

Caoutchoucs de dureté moyenne, méthode M: Quatre mélanges à base de caoutchouc, de dureté comprise entre 30 DIDC et 85 DIDC, 26 laboratoires. Trois déterminations (mesures) de dureté faites sur chaque mélange, deux jours différents, à une semaine d'intervalle, en utilisant la méthode M. La médiane des trois mesures était retenue comme «résultat d'essai» pour la détermination de la fidélité.

Caoutchoucs de dureté élevée méthode N: Trois mélanges à base de caoutchouc, de dureté comprise entre 85 DIDC et 100 DIDC, 12 laboratoires. Cinq déterminations (mesures) de dureté faites sur chaque mélange, deux jours différents, à une semaine d'intervalle, en utilisant la méthode N. La médiane des cinq mesures était retenue comme «résultat d'essai» pour la détermination de la fidélité.

Caoutchoucs de dureté élevée, méthode H: Trois mélanges à base de caoutchouc, de dureté comprise

entre 85 DIDC et 100 DIDC, 12 laboratoires. Trois déterminations (mesures) de dureté faites sur chaque mélange, deux jours différents, à une semaine d'intervalle, en utilisant la méthode H. La médiane des trois mesures était retenue comme «résultat d'essai» pour la détermination de la fidélité.

Caoutchouc de faible dureté, méthode L: Un mélange à base de caoutchouc de faible dureté nominale, cinq laboratoires. Trois déterminations (mesures) de dureté faites, deux jours différents, à une semaine d'intervalle, en utilisant la méthode L. La médiane des trois mesures était retenue comme «résultat d'essai» pour la détermination de la fidélité.

**13.2.2** Une fidélité du type 1 a été déterminée (distributions d'éprouvettes vulcanisées préparées) et répétabilité et reproductibilité ont été estimées sur une période de temps de quelques jours. Pour le caoutchouc de faible dureté, méthode L, en raison du petit nombre de laboratoires ayant participé au programme d'évaluation de la fidélité, les résultats de fidélité donnés dans les tableaux 6 à 10 doivent être utilisés avec circonspection.

### 13.3 Résultats de fidélité

Les résultats de fidélité sont donnés dans le tableau 6 pour les caoutchoucs de dureté moyenne en utilisant la méthode N, le tableau 7 pour les caoutchoucs de dureté moyenne en utilisant la méthode M, le tableau 8 pour les caoutchoucs de dureté élevée en utilisant la méthode N, le tableau 9 pour les caoutchoucs de dureté élevée en utilisant la méthode H et le tableau 10 pour le caoutchouc de faible dureté en utilisant la méthode L.

Les symboles  $r$ ,  $(r)$ ,  $R$  et  $(R)$  utilisés dans les tableaux 6 à 10 ont les significations suivantes:

$r$  = répétabilité, en unités de mesure;

$(r)$  = répétabilité relative, en pourcentage;

$R$  = reproductibilité, en unités de mesure;

$(R)$  = reproductibilité relative, en pourcentage.

## 14 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit contenir les indications suivantes:

- a) référence à la présente Norme internationale et à la méthode utilisée;