

NF ISO 7619-1

Mars 2006

www.afnor.org

Ce document est à usage exclusif et non collectif des clients Normes en ligne. Toute mise en réseau, reproduction et rediffusion, sous quelque forme que ce soit, même partielle, sont strictement interdites.

This document is intended for the exclusive and non collective use of AFNOR Webshop (Standards on line) customers. All network exploitation, reproduction and re-dissemination, even partial, whatever the form (hardcopy or other media), is strictly prohibited.



**DOCUMENT PROTÉGÉ
PAR LE DROIT D'AUTEUR**

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 accord formel.

Contacteur :
AFNOR – Norm'Info
11, rue Francis de Pressensé
93571 La Plaine Saint-Denis Cedex
Tél : 01 41 62 76 44
Fax : 01 49 17 92 02
E-mail : norminfo@afnor.org

afnor

Boutique AFNOR

Pour : CEMAGREF

Client 1896102

Commande N-20080505-272182-TA

le 5/5/2008 09:49

Diffusé avec l'autorisation de l'éditeur

Distributed under licence of the publisher

norme française

NF ISO 7619-1
Mars 2006

Indice de classement : T 46-052-1

ICS : 83.060

Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique Détermination de la dureté par pénétration

Partie 1 : Méthode au duromètre (dureté Shore)

E : Rubber, vulcanized or thermoplastic — Determination of indentation hardness — Part 1: Durometer method (Shore hardness)

D : Elastomere oder thermoplastische Elastomere — Bestimmung der Härte — Teil 1: Durometer-Verfahren (Shore- Härte)

Norme française homologuée

par décision du Directeur Général d'AFNOR le 5 février 2006 pour prendre effet le 5 mars 2006.

Avec la norme NF ISO 7619-2, remplace la norme homologuée NF T 46-052, d'octobre 1998.

Correspondance

Le présent document reproduit intégralement la Norme internationale ISO 7619-1:2004.

Analyse

Le présent document spécifie une méthode de détermination de la dureté (Shore) des caoutchoucs vulcanisés ou des caoutchoucs thermoplastiques par pénétration au moyen de duromètres. La méthode au duromètre de poche fait l'objet de la partie 2.

Descripteurs

Thésaurus International Technique : caoutchouc, caoutchouc vulcanisé, thermoplastique, essai de dureté par pénétration, dureté shore, duromètre, étalonnage, spécimen d'essai.

Modifications

Par rapport au document remplacé, la méthode de détermination au duromètre est désormais exclusivement traitée dans la présente partie 1 :

- spécification du temps d'essais ;
- ajout de l'échelle AO (matériaux souples) et de l'échelle AM (échantillons minces).

Corrections



Méthodes d'essais physiques

UNM PNC-MEP

Membres de la commission de normalisation

Président : MME ROUMAGNAC

Secrétariat : M FRUGIER et MME DE LUZE — UNM

M	BERNE	PAULSTRA
M	BERTRAND	UCAPLAST
M	BOCK	SAINT GOBAIN PAM
M	BONNARD	SACRED
M	BOUIX	CAOUTCHOUC VELAY APPLICATIONS
M	BOUTEILLE	SFBT-SEMPERIT
M	BUFFRY	HUTCHINSON
M	CANTALOUBE	MICHELIN
M	CASANA	RESINOPLAST
M	CHALVIN	LANXESS SAS
M	COIFFIER	MULTIBASE
M	COULON	LRCCP
M	DABO	LRCCP
M	DE LIVONNIERE	CIRAD — CP
M	DELOOSE	EXXON MOBIL CHEMICAL FRANCE
M	DOOSTERLINCK	HOZELOCK TRICOFLEX
M	GUERIN	TOPY
M	GUIOT	AVON POLYMERES FRANCE
M	GURDEBEKE	DELTA GOM
M	HARDOUIN-DUPARC	RESINOPLAST
M	LABAIG	BNPP
M	LEHMANN	EXXON MOBIL CHEMICAL FRANCE
M	LEONARD	TRANSCO DE COLMANT CUVELIER
M	MOUREAUX	CF GOMMA
M	NOEL	LE JOINT FRANCAIS
MME	PERRATONE	FREUDENBERG
MME	RAMONET	STACEM
M	RENAUD	MAPA SNC
M	ROSSATO	BNG — BUREAU DE NORMALISATION DU GAZ
MME	ROUMAGNAC	LRCCP
MME	THORAVAL	MICHELIN
MME	VESOUL	IFOCA

Avant-propos national

Références aux normes françaises

La correspondance entre les normes mentionnées à l'article «Références normatives» et les normes françaises identiques est la suivante :

ISO 23529 : prNF ISO 23529 (indice de classement : T 40-025) ¹⁾

Avertissement : au paragraphe 8.2, il convient de remplacer (aux lignes 1, 2, 3) «DIDC» par «Shore».

1) En cours d'élaboration. Remplacera les normes NF T 40-104, NF T 40-101, NF ISO 4648 et NF ISO 4661-1.

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives.....	1
3 Principe et choix du type de duromètre	1
4 Appareillage.....	2
5 Éprouvettes	4
6 Conditionnement.....	5
7 Mode opératoire	5
8 Étalonnage et vérification	6
9 Rapport d'essai	6
Bibliographie	8

ISO 7619-1:2004(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 Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. 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.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

L'ISO 7619-1 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 45, *Élastomères et produits à base d'élastomères*, sous-comité SC 2, *Essais et analyses*.

Cette première édition de l'ISO 7619-1 associée à l'ISO 7619-2, annule et remplace l'ISO 7619:1997, qui a fait l'objet de la révision technique suivante en ce qui concerne la méthode au duromètre désormais exclusivement traitée par la partie 1 de l'ISO 7619:

- une surface de pied presseur spécifique a été ajoutée;
- un temps d'essai de 3 s remplace l'ancien temps spécifié «d'environ 1 s», ce qui fournit une valeur plus précise lorsque la valeur de dureté chute de manière significative au cours des premières secondes;
- un temps d'essai de 15 s a été ajouté pour les matériaux TPE (thermoplastiques) lorsque la valeur de dureté continue à diminuer sur une période plus longue que celle du caoutchouc vulcanisé, ce temps d'essai étant identique à celui spécifié pour les plastiques dans l'ISO 868^[1];
- l'échelle AO applicable aux matériaux souples a été ajoutée;
- l'échelle AM applicable à des échantillons minces a été ajoutée;
- l'utilisation de supports est décrite de manière plus détaillée;
- des modifications ont été apportées aux tolérances, etc. afin d'améliorer la fidélité.

L'ISO 7619 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique — Détermination de la dureté par pénétration*:

- *Partie 1: Méthode au duromètre (dureté Shore)*
- *Partie 2: Méthode au duromètre de poche étalonné en DIDC*

Introduction

La dureté du caoutchouc, déterminée à l'aide d'un duromètre ou d'un duromètre de poche DIDC est une réponse complexe obtenue lors de l'application d'une pénétration. Le mesurage dépendra

- a) du module élastique du caoutchouc,
- b) des propriétés viscoélastiques du caoutchouc,
- c) de l'épaisseur de l'éprouvette,
- d) de la géométrie du pénétrateur,
- e) de la pression exercée,
- f) de la vitesse d'accroissement de la pression, et
- g) de l'intervalle de temps au bout duquel la dureté est notée.

Du fait de tous ces paramètres, les résultats obtenus à l'aide du duromètre ne doivent pas être reliés directement aux valeurs DIDC, bien que la corrélation ait été établie pour certains caoutchoucs ou mélanges particuliers.

NOTE L'ISO 48 ^[2] spécifie des mesurages de dureté permettant de déterminer des valeurs de dureté comprise entre 10 DIDC et 100 DIDC. De plus amples informations sur la relation qui existe entre les valeurs obtenues au moyen du duromètre et les valeurs DIDC sont données dans la littérature ^{[5], [6], [7]}.

Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique — Détermination de la dureté par pénétration —

Partie 1: Méthode au duromètre (dureté Shore)

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 7619 spécifie une méthode de détermination de la dureté (Shore) des caoutchoucs vulcanisés ou des caoutchoucs thermoplastiques par pénétration au moyen de duromètres avec les échelles suivantes:

- l'échelle A pour les caoutchoucs dans la gamme normale de dureté;
- l'échelle D pour les caoutchoucs dans la gamme haute de dureté;
- l'échelle AO pour les caoutchoucs dans la gamme basse de dureté et les caoutchoucs alvéolaires;
- l'échelle AM pour les éprouvettes minces dans la gamme normale de dureté.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence (y compris les éventuels amendements) s'applique.

ISO 23529, *Caoutchouc — Procédures générales pour la préparation et le conditionnement des éprouvettes pour les méthodes d'essais physiques*¹⁾

3 Principe et choix du type de duromètre

La propriété mesurée est l'enfoncement d'un pénétrateur spécifié appliqué par pression sur le matériau dans des conditions spécifiées.

En fonction des duromètres utilisés, il convient de choisir l'échelle comme suit:

- pour des valeurs inférieures à 20 obtenues avec un duromètre de type D: type A;
- pour des valeurs inférieures à 20 obtenues avec un duromètre de type A: type AO;
- pour des valeurs supérieures à 90 obtenues avec un duromètre de type A: type D;
- pour des éprouvettes minces (de moins de 6 mm d'épaisseur): type AM.

1) À publier (Révision de l'ISO 471:1995).

ISO 7619-1:2004(F)

4 Appareillage

4.1 Duromètres de types A, D et AO

Ces duromètres comportent les éléments spécifiés de 4.1.1 à 4.1.5.

4.1.1 Pied presseur

Le pied presseur des duromètres de types A et D doit avoir un diamètre de $18 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$, percé en son centre d'un orifice de diamètre de $3 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$. Pour le duromètre de type AO, le pied presseur doit avoir une surface minimale de 500 mm^2 avec un orifice central de $5,4 \text{ mm} \pm 0,2 \text{ mm}$. Les tolérances sur la dimension de l'orifice central et l'exigence relative à la taille du pied presseur ne s'appliquent qu'aux instruments utilisés sur un support.

4.1.2 Pénétrateur

Le pénétrateur doit être constitué d'une tige d'acier trempé de $1,25 \text{ mm} \pm 0,15 \text{ mm}$ de diamètre, ayant la forme et les dimensions indiquées à la Figure 1 pour les duromètres de type A et à la Figure 2 pour les duromètres de type D. Les duromètres de type AO doivent disposer d'un pénétrateur arrondi d'un rayon de $2,5 \text{ mm} \pm 0,02 \text{ mm}$ conformément à la Figure 3.

4.1.3 Indicateur

Il s'agit d'un dispositif permettant de lire le dépassement de la pointe du pénétrateur au-delà de la base du pied presseur. Le dispositif doit être étalonné directement en unités allant de 0, pour le dépassement maximal de $2,50 \text{ mm} \pm 0,02 \text{ mm}$, à 100 pour le dépassement nul obtenu en plaçant le pied presseur et le pénétrateur en contact ferme avec une surface dure et plane appropriée.

4.1.4 Ressort étalonné

Il doit être utilisé pour appliquer au pénétrateur une force, F , exprimée en millinewtons, conformément à l'une des équations suivantes:

— pour le duromètre de type A:

$$F = 550 + 75 H_A$$

où H_A est la dureté lue sur un duromètre de type A.

— pour le duromètre de type D:

$$F = 445 H_D$$

où H_D est la dureté lue sur un duromètre de type D.

— pour le duromètre de type AO:

$$F = 550 + 75 H_{AO}$$

où H_{AO} est la dureté lue sur un duromètre de type AO.

4.1.5 Chronomètre automatique (facultatif)

Le chronomètre doit se déclencher automatiquement lorsque le pied presseur est en contact avec l'éprouvette et doit indiquer la fin du temps d'essai ou bloquer la valeur au terme de l'essai. L'utilisation d'un chronomètre pour déterminer le temps d'essai améliore la fidélité. Lorsqu'il est utilisé sur un support, la tolérance en termes de temps doit être de $\pm 0,3 \text{ s}$.

4.2 Duromètre de type AM

Ce duromètre comporte les éléments spécifiés de 4.2.1 à 4.2.5.

4.2.1 Pied presseur

Le pied presseur doit avoir un diamètre de $9 \text{ mm} \pm 0,3 \text{ mm}$, percé en son centre d'un orifice de diamètre de $1,19 \text{ mm} \pm 0,03 \text{ mm}$.

4.2.2 Pénétrateur

Le pénétrateur doit être constitué d'une tige d'acier trempé de $0,79 \text{ mm} \pm 0,025 \text{ mm}$ de diamètre, ayant la forme et les dimensions indiquées à la Figure 4.

4.2.3 Indicateur

Il s'agit d'un dispositif permettant de lire le dépassement de la pointe du pénétrateur au-delà de la base du pied presseur. Le dispositif doit être étalonné directement en unités allant de 0, pour le dépassement maximal de $1,25 \text{ mm} \pm 0,01 \text{ mm}$, à 100 pour le dépassement nul obtenu en plaçant le pied presseur et le pénétrateur en contact ferme avec une surface dure et plane appropriée.

4.2.4 Ressort étalonné

Il doit être utilisé pour appliquer au pénétrateur une force, F , exprimée en millinewtons, conformément à l'équation suivante:

$$F = 324 + 4,4 H_{AM}$$

où H_{AM} est la dureté lue sur un duromètre de type AM.

4.2.5 Chronomètre automatique (facultatif)

Le chronomètre doit se déclencher automatiquement lorsque le pied presseur est en contact avec l'éprouvette et doit indiquer la fin du temps d'essai ou bloquer la valeur au terme de l'essai. L'utilisation d'un chronomètre pour déterminer le temps d'essai améliore la fidélité. Lorsqu'il est utilisé sur un support, la tolérance en termes de temps doit être de $\pm 0,3 \text{ s}$.

4.3 Support

On obtient une meilleure fidélité en utilisant un support dont le poids est centré sur l'axe du pénétrateur pour appliquer le pied presseur sur l'éprouvette. Les duromètres de types A, D et AO peuvent être utilisés comme duromètres de poche manuels ou montés sur un support. Le duromètre de type AM doit toujours être monté sur un support.

4.3.1 Généralités

Le support en fonctionnement doit pouvoir maintenir la surface du pied presseur du duromètre parallèle à la table support de l'éprouvette.

4.3.2 Vitesse de fonctionnement

Le support doit pouvoir appliquer l'éprouvette sur le pénétrateur, ou inversement, sans heurt, à une vitesse maximale de $3,2 \text{ mm/s}$.

ISO 7619-1:2004(F)**4.3.3 Masses**

La masse du duromètre et la masse supplémentaire destinée à compenser la force du ressort doivent être égales à une masse totale de

$1_{-0,1}^0$ kg pour les types A et AO,

$5_{+0,5}^0$ kg pour le type D,

$0,25_{+0,05}^0$ kg pour le type AM.

4.4 Étalonage de la force du ressort du duromètre

Les valeurs de force doivent être conformes à celles données dans le Tableau 1.

Tableau 1 — Forces du ressort du duromètre

Valeur indiquée du duromètre	Forces du ressort mN		
	Type AM	Types A et AO	Type D
0	324	550	—
10	368	1 300	4 450
20	412	2 050	8 900
30	456	2 800	13 350
40	500	3 550	17 800
50	544	4 300	22 250
60	588	5 050	26 700
70	632	5 800	31 150
80	676	6 550	35 600
90	720	7 300	40 050
100	764	8 050	44 500
Millinewtons (mN) par unité	4,4	75	445
Tolérance d'étalonnage du ressort	± 8,8	± 37,5	± 222,5

5 Éprouvettes**5.1 Épaisseur**

Pour déterminer la dureté à l'aide de duromètres Shore de types A, D et AO, l'éprouvette doit avoir une épaisseur d'au moins 6 mm.

Pour déterminer la dureté à l'aide de duromètres Shore de type AM, l'éprouvette doit avoir une épaisseur d'au moins 1,5 mm.

Pour des feuilles plus minces que 6 mm et 1,5 mm, une éprouvette ne peut être composée de plus de trois éléments, afin d'obtenir l'épaisseur requise. Cependant, les déterminations effectuées sur de telles

ISO 7619-1:2004(F)

épreuves peuvent ne pas être en accord avec celles effectuées sur une éprouvette ayant une seule épaisseur.

Pour des essais comparatifs, les éprouvettes doivent être similaires.

NOTE Le mesurage sur des éprouvettes minces de caoutchouc souple est influencé par la table support et présente une valeur trop élevée.

5.2 Surface

Les autres dimensions de l'éprouvette doivent être suffisantes pour permettre des mesurages à 12 mm de n'importe quel point du bord pour les types A et D, et à 15 mm et 4,5 mm de n'importe quel point du bord pour les types AO et AM respectivement.

La surface de l'éprouvette doit être plane et parallèle sur une surface de dimension suffisante pour permettre au pied presseur de venir en contact avec l'éprouvette sur une surface d'un rayon distant d'au moins 6 mm de la pointe du pénétrateur pour les types A et D, 9 mm pour le type AO et 2,5 mm pour le type AM.

Il n'est pas possible de déterminer la dureté de façon satisfaisante sur des surfaces arrondies, irrégulières ou rugueuses à l'aide de duromètres de poche. Cependant, leur emploi dans certaines applications particulières est admis, par exemple dans l'ISO 7267-2 ^[3] pour déterminer la dureté de cylindres revêtus de caoutchouc. Dans de telles applications, les limites de leur utilisation doivent être clairement mentionnées.

6 Conditionnement

Si possible, les éprouvettes doivent être conditionnées immédiatement avant l'essai pendant une durée minimale de 1 h à la température normale de laboratoire conformément à l'ISO 23529. La même température doit être utilisée tout au long d'un même essai ou tout au long d'une série d'essais destinés à être comparés.

7 Mode opératoire

7.1 Généralités

Placer l'éprouvette sur une surface plane, dure et rigide. Appliquer le pied presseur sur l'éprouvette ou inversement, aussi rapidement que possible, sans heurt, en maintenant le pied parallèle à la surface de l'éprouvette et en s'assurant que le pénétrateur est perpendiculaire à la surface du caoutchouc. Lorsqu'on utilise un support, la vitesse maximale doit être de 3,2 mm/s.

7.2 Temps d'essai

Appliquer une force, conformément à 4.3.3, qui soit juste suffisante pour obtenir un contact ferme entre le pied presseur et l'éprouvette. Faire la lecture au temps spécifié qui suit la mise en contact ferme du pied presseur et de l'éprouvette. Le temps d'essai normal doit être de 3 s pour un caoutchouc vulcanisé et de 15 s pour un caoutchouc thermoplastique.

D'autres temps d'essai peuvent être utilisés à condition de les spécifier dans le rapport d'essai. Il convient de considérer les caoutchoucs de type inconnu comme des caoutchoucs vulcanisés.

7.3 Nombre de mesurages

Procéder à cinq mesurages de dureté à des points différents de l'éprouvette distants entre eux d'au moins 6 mm pour les types A, D et AO et d'au moins 0,8 mm pour le type AM. Déterminer la valeur médiane.

ISO 7619-1:2004(F)

8 Étalonnage et vérification

8.1 Étalonnage

L'appareil doit être ajusté et étalonné fréquemment en utilisant des instruments appropriés au mesurage de la force et des dimensions.

NOTE Une Norme internationale pour l'étalonnage des duromètres, l'ISO 18898, est en cours d'élaboration [4].

8.2 Vérification à l'aide de blocs de caoutchouc de référence

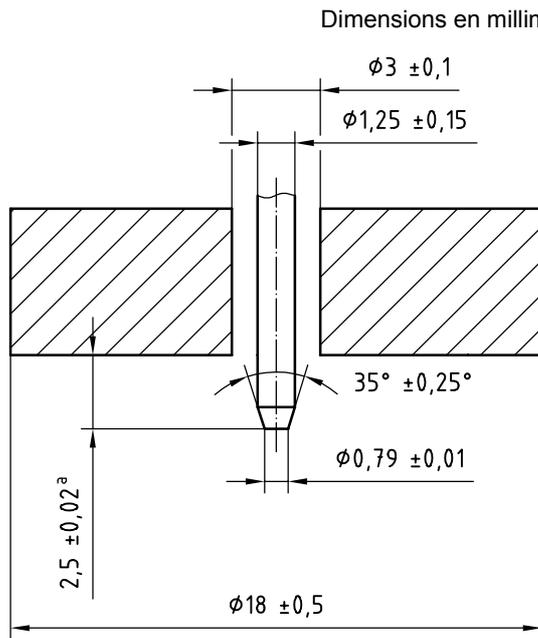
Appliquer l'appareil sur une plaque de verre plane et ajuster la lecture sur l'échelle afin d'obtenir 100 DIDC. Avec une série de blocs de caoutchouc de référence²⁾ s'échelonnant approximativement de 30 DIDC à 90 DIDC, étalonner l'appareil. Tous les ajustements doivent être effectués conformément aux instructions du fabricant. La série de blocs de caoutchouc de référence doit comporter au moins six éprouvettes légèrement talquées, conservées dans un récipient fermé convenablement, à l'abri de la lumière, de la chaleur, des huiles et des graisses. Les caoutchoucs de référence doivent eux-mêmes être étalonnés par rapport au duromètre à poids mort suivant l'une des méthodes prescrites dans l'ISO 48 tous les six mois au minimum. Il est recommandé de vérifier les appareils utilisés régulièrement au moins chaque semaine par rapport aux blocs de caoutchouc de référence.

9 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit comprendre les indications suivantes:

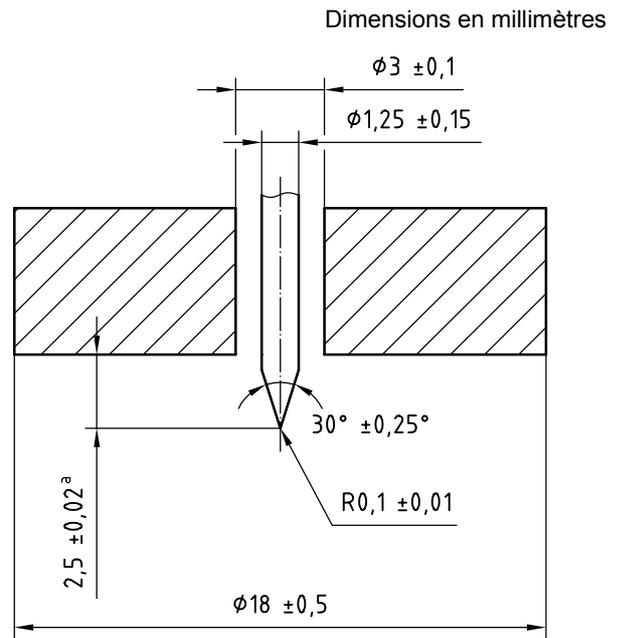
- a) une référence à la présente Norme internationale;
- b) des précisions relatives à l'échantillon:
 - une description complète de l'échantillon et son origine;
 - des précisions sur le mélange et les conditions de la vulcanisation, si elles sont connues;
 - une description de l'éprouvette, y compris son épaisseur et, dans le cas d'une éprouvette composite, le nombre d'éléments;
- c) des précisions relatives à l'essai:
 - la température d'essai, et l'humidité relative lorsque la dureté du matériau dépend de l'humidité;
 - le type d'appareil utilisé;
 - le temps écoulé entre la préparation de l'éprouvette et le mesurage de la dureté;
 - tout écart par rapport au mode opératoire normalisé;
 - des détails relatifs au mode opératoire non spécifiés dans la présente partie de l'ISO 7619 et tout incident susceptible d'avoir eu une influence sur les résultats;
- d) les résultats d'essai — les valeurs individuelles de la dureté par enfoncement et l'intervalle de temps après lequel chaque lecture a été faite s'il diffère de 3 s, plus la valeur médiane et les valeurs maximale et minimale, obtenues aux échelles applicables;
- e) la date de l'essai.

2) Les blocs de caoutchouc de référence sont disponibles auprès de différents fabricants de duromètres.



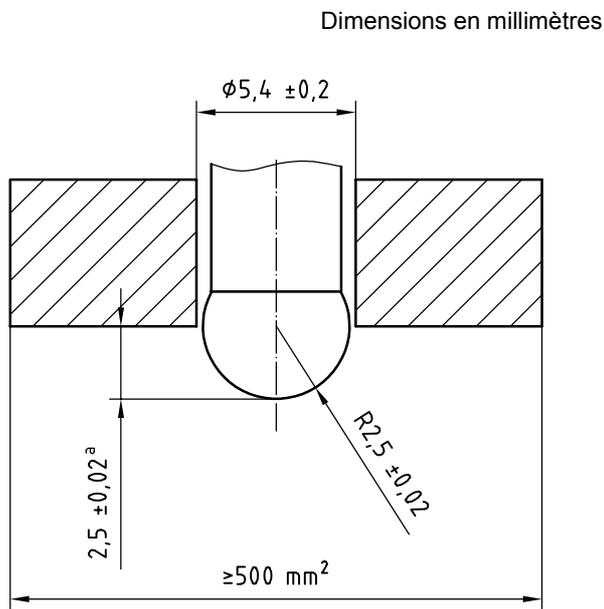
^a Le dépassement indiqué est valide pour une lecture de 0

Figure 1 — Pénétrateur pour le duromètre de type A



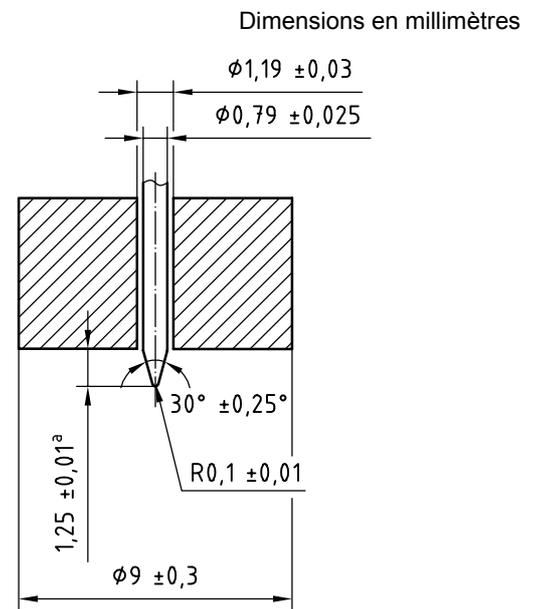
^a Le dépassement indiqué est valide pour une lecture de 0

Figure 2 — Pénétrateur pour le duromètre de type D



^a Le dépassement indiqué est valide pour une lecture de 0

Figure 3 — Pénétrateur pour le duromètre de type AO



^a Le dépassement indiqué est valide pour une lecture de 0

Figure 4 — Pénétrateur pour le duromètre de type AM

ISO 7619-1:2004(F)

Bibliographie

- [1] ISO 868, *Plastiques et ébonite — Détermination de la dureté par pénétration au moyen d'un duromètre (dureté Shore)*
- [2] ISO 48, *Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique — Détermination de la dureté (dureté comprise entre 10 DIDC et 100 DIDC)*
- [3] ISO 7267-2, *Cylindres revêtus de caoutchouc — Détermination de la dureté apparente — Partie 2: Méthode au duromètre type Shore*
- [4] ISO 18898, *Caoutchouc — Étalonnage et vérification des duromètres, des duromètres de poche DIDC et des essayeurs DIDC³⁾*
- [5] BROWN, R.P., *Physical testing of rubber*, Chapman and Hall, London, 1996
- [6] OBERTO S., *Rubber Chemistry Technology*, 1955, 28, 1054
- [7] JUVE A.E., *Rubber chemistry Technology*, 1957, 30, 367

3) En cours d'élaboration.