

NORME
INTERNATIONALE

ISO
7743

Première édition
1989-06-15

**Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique —
Détermination des propriétés de
contrainte/déformation en compression**

iTeh STANDARD PREVIEW

*Rubber, vulcanized or thermoplastic — Determination of compression stress-strain
properties*

(standards.iteh.ai)

ISO 7743:1989

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ec157a4c-5517-4c88-8295-
d96834c377af/iso-7743-1989](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ec157a4c-5517-4c88-8295-d96834c377af/iso-7743-1989)



Numéro de référence
ISO 7743 : 1989 (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 approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO. Les Normes internationales sont approuvées conformément aux procédures de l'ISO qui requièrent l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 7743 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 45, *Élastomères et produits à base d'élastomères*.

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

Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique — Détermination des propriétés de contrainte/déformation en compression

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale prescrit une méthode pour la détermination des propriétés de contrainte/déformation du caoutchouc vulcanisé ou du caoutchouc thermoplastique, à l'aide d'une éprouvette prescrite. Deux techniques sont indiquées :

- A: les plaques métalliques, auxquelles est appliquée la force de compression, sont lubrifiées;
- B: les plaques métalliques auxquelles est appliquée la force de compression, sont collées à l'éprouvette.

Les deux techniques ne donnent pas les mêmes résultats. Avec les éprouvettes lubrifiées, les résultats ne dépendent que du module du caoutchouc et sont indépendants de la forme de l'éprouvette pourvu que le glissement soit total. Il est parfois difficile d'effectuer une lubrification efficace et il est prudent d'examiner la variance des résultats d'essai sur plusieurs éprouvettes identiques pour voir si les conditions de glissement sont erronées. Avec les éprouvettes collées, les résultats dépendent à la fois du module du caoutchouc et de la forme de l'éprouvette. L'influence de la forme de l'éprouvette est importante et par conséquent les résultats sont nettement différents de ceux obtenus avec les éprouvettes lubrifiées.

On peut utiliser des éprouvettes dont la taille et/ou la forme diffèrent de celles de l'éprouvette prescrite, mais il se peut que l'extrapolation des résultats obtenus à d'autres tailles et formes ne soit pas possible.

Des indications relatives à l'influence de la taille et de la forme de l'éprouvette, et à celle du collage ou de la lubrification sont données dans l'annexe A.

La méthode ne convient pas à des matériaux ayant une rémanence élevée.

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 468: 1982, *Rugosité de surface — Paramètres, leurs valeurs et les règles générales de la détermination des spécifications.*

ISO 471: 1983, *Caoutchouc — Températures, humidités et durées normales pour le conditionnement et l'essai des éprouvettes.*

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 4648: 1978, *Caoutchouc vulcanisé — Détermination des dimensions des éprouvettes et des produits en vue des essais.*

ISO 4661-1: 1986, *Caoutchouc vulcanisé — Préparation des échantillons et éprouvettes — Partie 1: Essais physiques.*

ISO 5893: 1985, *Appareils d'essai du caoutchouc et des plastiques — Types pour traction, flexion et compression (vitesse de translation constante) — Description.*

3 Définitions

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

3.1 contrainte en compression: Contrainte appliquée de manière à provoquer une déformation de l'éprouvette dans la direction de la contrainte appliquée, exprimée par la force divisée par la superficie initiale de la section transversale perpendiculaire à la direction d'application de la force.

3.2 déformation en compression: Déformation de l'éprouvette dans la direction de la contrainte appliquée divisée par la dimension initiale dans cette direction. La déformation en compression est habituellement exprimée en pourcentage de la dimension initiale de l'éprouvette.

3.3 module en compression (module sécant): Contrainte appliquée, calculée par rapport à la superficie initiale de la section transversale divisée par la déformation résultante dans la direction d'application de la contrainte.

4 Principe

Une éprouvette (lubrifiée ou collée) est comprimée à vitesse constante entre les plaques de compression jusqu'à obtention d'une déformation prédéterminée.

5 Appareillage et produit

5.1 Plaques métalliques planes, d'épaisseur uniforme et ayant des dimensions latérales supérieures ou égales à celles des éprouvettes pour collage ou supérieures d'au moins 20 mm à celles des éprouvettes pour lubrification. Pour la technique A, l'une des surfaces de chaque plaque doit être hautement polie jusqu'à un fini de surface dont l'écart moyen arithmétique R_a , déterminé conformément à l'ISO 468, n'est pas supérieur à 0,4 μm . Pour la technique B, l'une des surfaces de chaque plaque doit être préparée de manière appropriée au système adhésif utilisé.

5.2 Emporte-pièce et outils à découper (le cas échéant), pour préparer les éprouvettes, remplissant les conditions correspondantes de l'ISO 4661-1.

5.3 Jauge d'épaisseur, remplissant les conditions correspondantes de l'ISO 4648.

5.4 Machine d'essai en compression, remplissant les conditions de l'ISO 5893, équipée de moyens d'enregistrement autographique de la relation force/déformation avec une précision correspondant à la classe B au point de vue des deux mesurages. La machine doit être munie de plateaux de compression parallèles au moins aussi grands que les plaques métalliques, et doit être capable de fonctionner à une vitesse nominale de 10 mm/min.

NOTES

1 Les machines avec enregistreurs y -temps peuvent donner des résultats erronés en raison de

- l'influence de l'inertie;
- la déflexion due à la complaisance dans la cellule de mesure ou le bâti de la machine.

C'est pourquoi il est préférable d'utiliser les machines à enregistreurs x - y .

2 Pour les essais sur éprouvettes lubrifiées, il y a lieu d'équiper la machine d'une protection appropriée afin d'éviter dommage ou blessure si le caoutchouc était éjecté lors de la déformation.

5.5 Lubrifiant, sans effet significatif sur le caoutchouc à l'essai, pour la technique A. Dans la plupart des cas, un fluide de silicone ou de fluorosilicone ayant une viscosité cinématique de 0,01 m^2/s convient.

6 Éprouvettes

L'éprouvette normalisée pour les deux techniques A et B est un cylindre de 29 mm \pm 0,5 mm de diamètre et de 12,5 mm \pm 0,5 mm de hauteur. Les éprouvettes peuvent être découpées ou moulées. Les éprouvettes découpées doivent être préparées conformément à l'ISO 4661-1.

D'autres éprouvettes peuvent être utilisées, mais il se peut que l'extrapolation des résultats ne soit pas possible (voir annexe A).

Pour la technique B, les éprouvettes peuvent être directement moulées sur les plaques métalliques avec un moule et un système d'adhésion appropriés ou bien collées sur les plaques à l'aide des systèmes adhésifs sans solvant, appropriés.

Il est essentiel d'avoir des éprouvettes ayant des faces planes et parallèles. En outre, la hauteur doit être mesurée avec une précision de \pm 0,01 mm de sorte que la déformation soit estimée avec une précision de \pm 1 %.

7 Nombre d'éprouvettes

Au moins trois éprouvettes doivent être soumises à l'essai.

8 Délai entre vulcanisation et essai

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

Pour tous les essais, le délai minimum entre la vulcanisation et l'essai doit être de 16 h.

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

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

9 Conditionnement

Les échantillons et éprouvettes doivent être protégés de la lumière le plus complètement possible pendant l'intervalle entre vulcanisation et essai.

Les échantillons, après toute préparation nécessaire, doivent être conditionnés à une température normale (voir ISO 471) durant au moins 3 h avant le découpage des éprouvettes. Les éprouvettes peuvent être marquées, si nécessaire, mesurées et essayées immédiatement. Si elles ne sont pas essayées immédiatement, elles doivent être conservées à la température normale jusqu'à l'essai. Si la préparation comporte un meulage, l'intervalle entre meulage et essai ne doit pas dépasser 72 h.

Les éprouvettes moulées doivent être conditionnées à la température normale durant au moins 3 h juste avant d'être mesurées et essayées.

Si l'essai doit être effectué à une température autre que la température normale, les éprouvettes doivent être conditionnées à la température de l'essai, immédiatement avant essai, durant un temps suffisant pour être sûr qu'elles ont atteint la température de l'essai (voir ISO 3383).

10 Température d'essai

L'essai doit normalement être effectué à une température normale (voir ISO 471). Si une autre température est utilisée, ce doit être de préférence l'une des températures suivantes :

- 75 °C, - 55 °C, - 40 °C, - 25 °C, - 10 °C, 0 °C, 40 °C, 55 °C, 70 °C, 85 °C, 100 °C, 125 °C, 150 °C, 175 °C, 200 °C ou 225 °C,

avec une tolérance de \pm 2 °C jusqu'à 150 °C et de \pm 3 °C aux températures plus élevées.

11 Mode opératoire

11.1 Mesurage des éprouvettes

Déterminer les dimensions des éprouvettes par les méthodes appropriées prescrites dans l'ISO 4648. Pour les éprouvettes collées par vulcanisation, mesurer l'épaisseur de l'assemblage collé et déterminer l'épaisseur du caoutchouc en soustrayant la somme des épaisseurs des plaques métalliques.

11.2 Détermination des propriétés de contrainte/déformation

Pour les éprouvettes lubrifiées (technique A), enduire légèrement les surfaces polies des plaques métalliques d'une pellicule de lubrifiant.

Placer l'assemblage (lubrifié ou collé) en le centrant dans la machine de compression et mettre la machine en marche à une vitesse de 10 mm/min jusqu'à obtention d'une déformation de 25 %. Relâcher la déformation à la même vitesse de 10 mm/min, répéter la compression et répéter le cycle encore trois fois, les quatre cycles de compression se succédant sans interruption.

12 Expression des résultats

Les résultats doivent être déduits des diagrammes force/déformation enregistrés (voir figure 1) et être exprimés en mégapascals par les modules à une compression donnée à 10 % et 20 % de déformation, la déformation étant mesurée depuis le point où la courbe du dernier cycle rencontre l'axe de déformation. Les propriétés de force/déformation en compression doivent être déterminées à partir des mesures de force/déformation obtenues pendant la phase de compression du dernier cycle. La médiane et les valeurs individuelles, à une compression de 10 % et 20 % pour toutes les éprouvettes, doivent être notées.

Le module en compression, exprimé en mégapascals, est donné par la formule

$$\frac{F}{A}$$

c'est-à-dire

$$\frac{F}{A_{\epsilon_{0,1}}}$$
 pour le module en compression à 10 % de déformation

et

$$\frac{F}{A_{\epsilon_{0,2}}}$$
 pour le module en compression à 20 % de déformation

où

F est la force, en newtons, appliquée pour obtenir la déformation donnée (10 % ou 20 %);

A est la superficie initiale, en millimètres carrés, de la section transversale des éprouvettes;

ϵ est la déformation en compression, exprimée en pourcentage de la hauteur de l'éprouvette.

13 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit contenir les indications suivantes:

- identification de l'échantillon;
- référence à la présente Norme internationale;
- technique (A ou B) utilisée;
- nombre d'éprouvettes utilisées;
- dimensions des éprouvettes, si elles diffèrent de celles qui sont prescrites;
- méthode de préparation des éprouvettes;
- type d'agent lubrifiant ou liant;
- température d'essai;
- médianes et valeurs individuelles des modules en compression, exprimées en mégapascals, à des déformations de 10 % et 20 %;
- tout écart par rapport au mode opératoire prescrit.

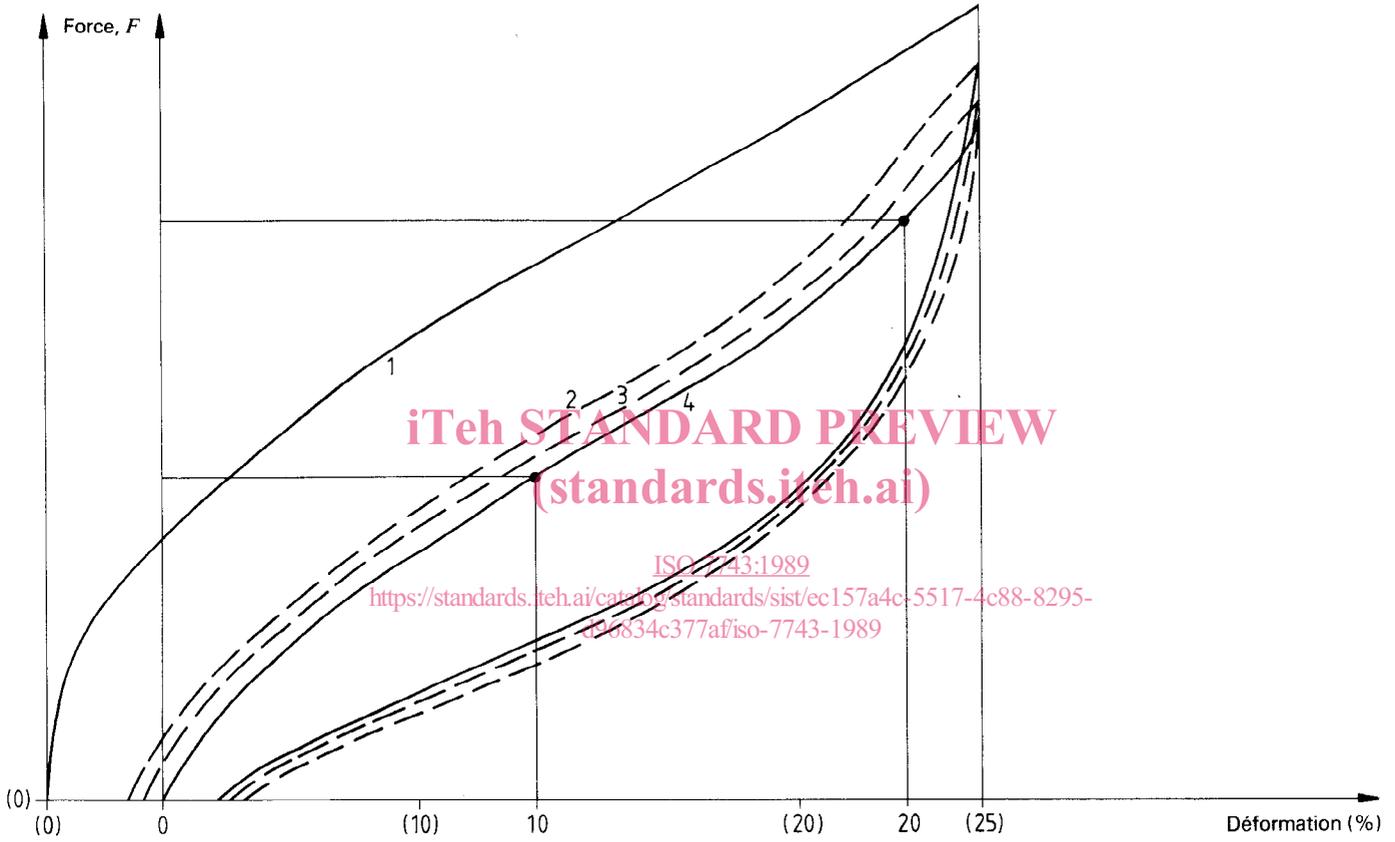


Figure 1 – Calcul du module en compression

Annexe A (informative)

Extrapolation des résultats aux éprouvettes non normalisées

L'influence du facteur de forme et du degré de glissement au niveau des faces comprimées sur la propriété de contrainte/déformation en compression du caoutchouc est très complexe et il convient normalement de considérer les résultats d'essai comme uniquement applicables à la forme spécifique d'éprouvettes utilisées et aux conditions de l'essai.

Cependant, la présente annexe est destinée à donner quelques indications sur les facteurs à considérer pour le cas où l'on tenterait de comparer les résultats obtenus sur des éprouvettes différentes ou d'extrapoler des éprouvettes aux produits, et à indiquer la différence de comportement entre les éprouvettes lubrifiées et collées. Il y a lieu de souligner que les relations données sont approximatives et de confirmer par des moyens expérimentaux toute extrapolation des résultats qui les utilise.

Les symboles suivants sont utilisés d'un bout à l'autre de la présente annexe :

- E_0 Module d'Young
- E_c Module effectif en compression
- ε Déformation en compression, exprimée par une fraction de la dimension initiale dans la direction de la déformation
- G Module de cisaillement
- K Module volumique
- S Facteur de forme
- λ Rapport de compression ($\lambda = 1 - \varepsilon$)
- σ Contrainte en compression moyenne
- k Facteur dépendant de la dureté¹⁾

Les caoutchoucs ont un module volumique très élevé et, pour la plupart des cas, peuvent être considérés comme incompressibles.

Ainsi

$$E_0 = 3 G$$

Pour l'état lubrifié (technique A), en supposant un glissement total, la compression est homogène et la relation contrainte/déformation prévue par la théorie de Gauss est applicable :

$$\begin{aligned} \sigma &= G (\lambda^{-2} - \lambda) \\ &= \frac{E_0 (\lambda^{-2} - \lambda)}{3} \end{aligned} \quad \dots (A.1)$$

Pour de petites déformations, jusqu'à environ 5 %, les puissances deux et supérieure de ε peuvent être négligées pour donner l'approximation

$$\sigma = E_0 \varepsilon \quad \dots (A.2)$$

Pour des déformations plus élevées, jusqu'à environ 30 %, les puissances trois et supérieure de ε peuvent être négligées et l'équation devient

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{E_0 \varepsilon}{1 - \varepsilon} \\ &= 3 G (\lambda^{-1} - 1) \end{aligned} \quad \dots (A.3)$$

À l'état collé (technique B), il se produit une distribution non uniforme de la déformation en cisaillement du fait des contraintes au niveau des surfaces collées et la déformation en compression devient fonction de la forme et de la dureté du matériau :

$$E_c = E_0 (A + BS^n) \quad \dots (A.4)$$

NOTE — Dans le cas du caoutchouc naturel, $n = 2$.

S est le rapport de la surface à laquelle est appliquée la force à la surface non soumise à la force, par exemple pour un disque

$$S = \frac{\text{diamètre}}{4 \times \text{épaisseur}}$$

Pour des disques

$$A = 1 \text{ et } B = 2 k$$

Pour des rectangles

$$1,0 < A < 1,3$$

$$1,3 < B < 2,2$$

selon la dureté.

La valeur de E_c déduite de l'équation (A.4) peut être substituée à E_0 dans l'équation (A.1), (A.2) ou (A.3) qui convient, selon le niveau de déformation.

Aux déformations très élevées, ou lorsque S devient important, il peut être nécessaire de tenir compte du module volumique. On a approximativement

$$\frac{1}{E_c} = \frac{1}{E_0 (A + BS^n)} + \frac{1}{K} \quad \dots (A.5)$$

1) Voir FREAKLEY, P.K., and PAYNE, A.R., *Theory and practice of engineering with rubber*, published by Applied Science Publishers Ltd., 1978, pp. 113-118.

Le caoutchouc contenant des charges se comporte de façon non linéaire en cisaillement, ce qui peut avoir une influence importante sur le composant facteur de forme de E_c , et également en compression homogène.

Lorsqu'on n'utilise ni lubrification, ni collage, le frottement ne va normalement pas empêcher totalement le glissement et l'importance de ce dernier sera variable selon l'état de surface, le niveau de déformation, etc. Il peut aussi dépendre du temps et augmenter en présence de vibrations.

Pour le calcul d'éléments, le module d'Young a plus d'intérêt que le module sécant. Pour déterminer le module d'Young à partir des mesures expérimentales à 10 % et 20 % de déformation, utiliser l'équation (A.3), modifiée si nécessaire par l'équation (A.4).

Le module sécant SM est alors donné par

$$\begin{aligned} SM &= \frac{\sigma}{\varepsilon} \\ &= \frac{E_o}{1 - \varepsilon} \text{ pour les éprouvettes lubrifiées} \\ &= \frac{E_o (A + BS^n)}{1 - \varepsilon} \text{ pour les éprouvettes collées} \end{aligned}$$

Partant de ces équations, le module d'Young est donné par

$$\begin{aligned} E_o &= SM (1 - \varepsilon) \text{ pour les éprouvettes lubrifiées} \\ &= \frac{SM (1 - \varepsilon)}{A + BS^n} \text{ pour les éprouvettes collées} \end{aligned}$$

Il est de règle que la valeur à prendre soit la valeur moyenne de E_o déterminée à partir des modules sécants pour des déformations de 10 % et 20 %.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 7743:1989](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ec157a4c-5517-4c88-8295-d96834c377af/iso-7743-1989)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ec157a4c-5517-4c88-8295-d96834c377af/iso-7743-1989>

CDU [678.4 + .7] : 620.173.2

Descripteurs : caoutchouc, caoutchouc vulcanisé, caoutchouc brut, essai, essai de compression, contrainte de compression, effort, mesurage de déformation.

Prix basé sur 6 pages
