
NORME INTERNATIONALE



604

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

Matières plastiques — Détermination des caractéristiques en compression

Première édition — 1973-06-01

CDU 678.5/.8 : 678.014 : 539.411

Réf. N° : ISO 604-1973 (F)

Descripteurs : matière plastique, essai, essai de compression, spécimen d'essai, vocabulaire.

AVANT-PROPOS

ISO (Organisation Internationale de Normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (Comités Membres ISO). L'élaboration de Normes Internationales est confiée aux Comités Techniques ISO. Chaque Comité Membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du Comité Technique correspondant. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

Les Projets de Normes Internationales adoptés par les Comités Techniques sont soumis aux Comités Membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes Internationales par le Conseil de l'ISO.

La Norme Internationale ISO 604 (précédemment ISO/DIS 2038) a été établie par le Comité Technique ISO/TC 61, *Matières plastiques*, et soumise aux Comités Membres en septembre 1970.

Elle a été approuvée par les Comités Membres des pays suivants :

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

Aucun Comité Membre n'a désapprouvé le document.

Cette Norme Internationale annule et remplace la Recommandation ISO/R 604-1967.

Matières plastiques — Détermination des caractéristiques en compression

1 OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

La présente Norme Internationale spécifie une méthode de détermination des caractéristiques en compression des matières plastiques sous forme d'éprouvettes normalisées lorsqu'elles sont soumises à l'essai dans des conditions bien définies de traitement préalable, de température, d'humidité et de vitesse de mise en charge.

2 RÉFÉRENCE

ISO/R 291, *Matières plastiques — Atmosphères normales pour le conditionnement et les essais.*

3 DÉFINITIONS

3.1 contrainte en compression (nominale) : Charge de compression par unité de surface de la section droite initiale de l'éprouvette à chaque instant de l'essai de compression. Elle est exprimée en méganewtons par mètre carré.

3.2 déformation en compression : Variation de longueur produite dans une section longitudinale de l'éprouvette par une charge de compression. Elle est exprimée en millimètres.

3.3 déformation relative en compression (déformation unitaire) : Variation de longueur par unité de la longueur initiale. Elle est exprimée par un rapport sans dimension.

3.4 contrainte en compression au seuil d'écoulement : Contrainte en compression (nominale) au premier instant de l'essai de compression où, sur la courbe charge-déformation, survient une augmentation de déformation sans augmentation de la charge de compression. Elle est exprimée en méganewtons par mètre carré.

3.5 contrainte au seuil conventionnel d'écoulement : Contrainte en compression (nominale) de l'essai de compression, où la courbe charge-déformation cesse d'être

linéaire d'un pourcentage spécifié de la déformation (écart conventionnel). Elle est exprimée en méganewtons par mètre carré.

3.6 résistance à la compression : Contrainte de compression (nominale) maximale supportée par l'éprouvette pendant un essai de compression. Elle peut ou non être la contrainte en compression (nominale) supportée par l'éprouvette au moment de la rupture. Elle est exprimée en méganewtons par mètre carré.

3.7 pourcentage de déformation relative en compression : Déformation relative en compression multipliée par cent.

3.8 pourcentage de déformation relative en compression au seuil d'écoulement : Déformation relative en compression au premier instant de l'essai de compression où, sur la courbe charge-déformation, la déformation croît sans augmentation de la charge de compression (nominale). Elle est exprimée en pourcentage de la longueur initiale mesurée de la section comprimée.

3.9 pourcentage de déformation à la rupture : Déformation en compression de l'éprouvette au moment de la rupture, exprimée en pourcentage de la longueur initiale mesurée de la section comprimée.

3.10 contrainte en compression à déformation relative spécifiée : Contrainte en compression (nominale) à l'instant où la déformation relative spécifiée est atteinte. Elle est exprimée en méganewtons par mètre carré.

3.11 déformation relative spécifiée en compression : Déformation relative considérée comme étant le maximum admis afin de ne pas provoquer la rupture au cours de l'essai. Sauf indications contraires dans la spécification de la matière considérée, la valeur de déformation relative spécifiée en compression peut être prise égale à 0,25.

3.12 courbe charge-déformation en compression : Courbe obtenue en portant les charges de compression en ordonnées et les déformations correspondantes en abscisses pour tout le cours d'un essai de compression.

3.13 rapport d'effilement : Rapport de la longueur d'un solide de section droite constante, λ , (colonne), à son plus petit rayon de giration. Le rapport d'effilement est utilisé comme base pour le calcul des dimensions des éprouvettes, de la façon suivante :

$$\lambda = \frac{h}{i}$$

où

h est la hauteur de l'éprouvette;

i est le plus petit rayon de giration.

NOTE — Le plus petit rayon de giration i est donné par la formule

$$i = \sqrt{\frac{I}{F}}$$

où

I est le plus petit moment *principal* de giration de la surface de la section droite;

F est la surface de la section droite.

a) *Pour un prisme droit*

Prisme à base carrée :

$$I = \frac{a^4}{12}$$

$$F = a^2$$

$$i = \sqrt{\frac{I}{F}} = \sqrt{\frac{a^4}{12a^2}} = \frac{a}{3,46}$$

Prisme à base rectangulaire :

$$I = \frac{ab^3}{12}$$

$$F = ab$$

$$i = \sqrt{\frac{ab^3}{12ab}} = \frac{b}{3,46}$$

b) *Pour un cylindre droit :*

$$I = \frac{1}{2} I_p = \frac{\pi d^4}{64}$$

$$F = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$i = \sqrt{\frac{d^2}{16}} = \frac{d}{4}$$

c) *Pour un tube droit à base couronne circulaire*

$$I = \frac{1}{2} I_p = \frac{\pi}{64} (D^4 - d_1^4)$$

$$F = \frac{\pi}{4} (D^2 - d_1^2)$$

$$i = \frac{1}{4} \sqrt{D^2 + d_1^2}$$

où

a est le côté du carré de base (cas du prisme à base carrée), ou la longueur du rectangle de base (cas du prisme à base rectangulaire);

b est la largeur du rectangle de base (cas du prisme à base rectangulaire);

d est le diamètre du cylindre droit;

d_1 est le diamètre intérieur du tube;

D est le diamètre extérieur du tube;

I_p est le moment polaire de giration.

4 SIGNIFICATION DE L'ESSAI

4.1 Les caractéristiques en compression déterminées par la présente méthode comprennent la contrainte en compression au seuil d'écoulement, la résistance à la compression, la contrainte au seuil conventionnel d'écoulement, le pourcentage de déformation en compression au seuil d'écoulement, le pourcentage de déformation en compression à la rupture et la contrainte en compression pour une déformation relative spécifiée.

4.2 Les essais de compression peuvent fournir des données pour la recherche et le développement, les projets et les études, le contrôle de la qualité, l'acceptation ou le rejet d'après des spécifications et pour toutes utilisations spéciales. Ces essais ne peuvent être considérés comme significatifs pour des applications dans lesquelles les régimes de mise en charge diffèrent notablement de ceux qui sont spécifiés dans la présente Norme Internationale. De telles applications nécessitent des essais appropriés tels que choc, fluage et fatigue.

5 APPAREILLAGE

5.1 Machine d'essai, du type à vitesse constante de plateau mobile et composée essentiellement des éléments suivants :

5.1.1 Organe de compression : plateau de compression en acier dur pour appliquer la charge sur l'éprouvette et conçu de telle façon que la charge de compression soit rigoureusement axiale et transmise par l'intermédiaire de surfaces polies, plates et parallèles entre elles. Un dispositif d'auto-alignement doit être placé entre le piston de compression et le plateau de la machine d'essai.

5.1.2 Indicateur de charge : mécanisme capable d'indiquer la charge totale de compression supportée par l'éprouvette. Ce mécanisme doit être pratiquement exempt d'inertie à la vitesse d'essai spécifiée et doit indiquer la valeur de la charge avec une précision minimale de $\pm 1\%$ de la valeur indiquée.

5.1.3 Indicateur de déformation : instrument permettant de déterminer à tout instant de l'essai la distance entre les surfaces de contact de l'organe de compression, ou la distance entre deux points déterminés de l'éprouvette. Il est souhaitable, mais non nécessaire, que cet instrument enregistre automatiquement cette distance (ou ses variations) en fonction de la charge sur l'éprouvette ou du temps écoulé depuis le début de l'essai, ou de l'une et de l'autre. Cet instrument doit être pratiquement exempt d'inertie à la vitesse de mise en charge spécifiée et doit avoir une précision minimale de $\pm 1\%$ de la valeur indiquée.

5.2 Micromètres, convenables pour mesurer les dimensions de l'éprouvette à moins de 0,01 mm près.

6 ÉPROUVETTES

6.1 Forme

L'éprouvette doit avoir la forme d'un prisme droit, d'un cylindre droit ou d'un tube droit. Les extrémités de l'éprouvette, perpendiculaires à la direction d'application de la charge, doivent être parallèles à moins de 0,1 % de la hauteur.

6.2 Dimensions

6.2.1 Calculer les dimensions de l'éprouvette à partir des formules donnant le rapport d'effilement et le plus petit rayon de giration (voir 3.13), de la façon suivante :

a) *Pour un prisme droit à base carrée ou rectangulaire*

$$h = i \lambda = \frac{\lambda}{3,46} a$$

$$\text{ou } h = i \lambda = \frac{\lambda}{3,46} b$$

b) *Pour un cylindre droit*

$$h = i \lambda = \frac{\lambda}{4} d$$

c) *Pour un tube droit à base couronne circulaire*

$$h = i \lambda = \frac{\lambda}{4} \sqrt{D^2 + d_1^2}$$

où

h est la hauteur;

λ est le rapport d'effilement;

a est le côté du carré de base (cas du prisme à base carrée),

ou la longueur du rectangle de base (cas du prisme à base rectangulaire);

b est la largeur du rectangle de base (cas du prisme à base rectangulaire);

d est le diamètre du cylindre droit;

d_1 est le diamètre intérieur du tube;

D est le diamètre extérieur du tube.

6.2.2 La hauteur des éprouvettes peut varier de 10 à 40 mm. La hauteur préférentielle des éprouvettes est de 30 mm.

6.2.3 Le rapport d'effilement de l'éprouvette doit être égal à 10 (sauf spécification contraire concernant la matière essayée).

Lorsqu'il est constaté que l'éprouvette flambe au cours de l'essai le rapport d'effilement doit être réduit à 6.

6.3 Direction des forces

Pour les spécifications de matière, les orientations relatives des directions de la pression de moulage et de l'application de la charge doivent être parfaitement définies.

6.4 Nombre d'éprouvettes

a) Utiliser au moins cinq éprouvettes pour chaque échantillon dans le cas de matières isotropes.

b) Utiliser dix éprouvettes, cinq perpendiculaires et cinq parallèles à l'axe principal d'anisotropie, pour chaque échantillon, dans le cas de matières anisotropes.

c) Supprimer et remplacer les éprouvettes qui cassent par suite d'un défaut manifestement fortuit.

d) Retenir les résultats (sur éprouvettes) qui seraient notablement différents de la valeur moyenne de l'ensemble des essais, sauf si on se trouve dans le cas d'application du paragraphe 6.4 c). Au cas où des essais supplémentaires sont requis, en déterminer le nombre exact par le seuil de signification (statistique) désiré.

6.5 Conditionnement

Sauf spécification contraire concernant la matière essayée, les éprouvettes doivent être conditionnées et soumises à l'essai conformément à ISO/R 291.

7 VITESSE DE DÉFORMATION

Pour la détermination des caractéristiques en compression, la vitesse de déformation dépend de la hauteur de l'éprouvette.

La vitesse de déformation, S , est donnée, en millimètres par minute, par la formule

$$S = 0,3 h$$

où h est la hauteur de l'éprouvette en millimètres.

8 MODE OPÉRATOIRE

8.1 Mesurer la largeur et l'épaisseur ou le diamètre de l'éprouvette à 0,01 mm près et calculer la valeur minimale de l'aire de la section droite.

Mesurer la hauteur de l'éprouvette à 0,01 mm près.

8.2 Placer l'éprouvette entre les plateaux de compression et aligner l'axe principal de l'éprouvette avec l'axe principal des plateaux de compression. Vérifier que les extrémités de l'éprouvette sont parallèles aux surfaces des plateaux de compression et régler la machine pour que les surfaces des extrémités de l'éprouvette et les plateaux de compression soient juste en contact.

8.3 Fixer l'indicateur de déformation.

8.4 Régler la vitesse de la machine à la vitesse spécifiée pour l'essai.

8.5 Mettre la machine en marche et enregistrer :

- a) charges et déformations correspondant à des intervalles appropriés de cette déformation;
- b) charge totale, en newtons, supportée par l'éprouvette au moment de la rupture;
- c) si l'éprouvette ne se rompt pas, la charge totale, en newtons, supportée par l'éprouvette au seuil d'écoulement ou au seuil conventionnel d'écoulement;
- d) résultats obtenus en 8.5 a) sur un graphique et déterminer à partir de ce graphique la déformation au moment de la rupture et, selon le cas, la déformation au seuil d'écoulement à moins de 0,05 mm près.

NOTE – Si un enregistreur automatique charge-déformation est utilisé, la déformation en compression peut être obtenue à moins de 0,05 mm près.

9 CALCUL ET EXPRESSION DES RÉSULTATS

9.1 Résistance à la compression

Calculer la résistance à la compression en divisant la charge maximale, en méganewtons, supportée par l'éprouvette (qui peut être ou non appliquée au moment de la rupture) par la surface de sa section droite minimale initiale en mètres carrés. Noter le résultat avec trois chiffres significatifs.

9.2 Contrainte en compression au seuil d'écoulement

Calculer la contrainte en compression au seuil d'écoulement en divisant la charge totale, en méganewtons, supportée par l'éprouvette au seuil d'écoulement par la surface de la section droite minimale initiale en mètres carrés. Noter le résultat avec trois chiffres significatifs.

9.3 Pourcentage de déformation à la rupture

Calculer le pourcentage de déformation à la rupture en divisant la déformation à la rupture par la hauteur initiale

de l'éprouvette et en multipliant le résultat par cent. Noter les résultats avec deux chiffres significatifs.

9.4 Pourcentage de déformation au seuil d'écoulement

Calculer le pourcentage de déformation au seuil d'écoulement en divisant la déformation au seuil d'écoulement par la hauteur initiale de l'éprouvette et en multipliant le résultat par cent. Noter les résultats avec deux chiffres significatifs.

9.5 Contrainte au seuil conventionnel d'écoulement

Déterminer la contrainte au seuil conventionnel d'écoulement de la façon suivante : sur le diagramme charge-déformation préparé selon 8.5 d), tracer une droite parallèle à la partie rectiligne initiale de la courbe correspondant à une valeur spécifiée de la déformation (par exemple 0,2 %). Le point d'intersection de cette droite avec la courbe charge-déformation donne la valeur de la charge. Cette valeur divisée par la surface de la section droite initiale minimale, en mètres carrés, de l'éprouvette donne la contrainte au seuil conventionnel d'écoulement. Exprimer le résultat en méganewtons par mètre carré et le noter avec trois chiffres significatifs.

9.6 Contrainte en compression à déformation relative spécifiée

Calculer la contrainte en compression à une déformation relative spécifiée en divisant la charge totale, en méganewtons, supportée par l'éprouvette à l'instant où la déformation en compression spécifiée est atteinte par la section droite minimale initiale exprimée en mètres carrés. Noter le résultat avec trois chiffres significatifs.

9.7 Écart-type

Calculer l'écart-type (estimé), s , d'après la formule

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

où

x_i est la valeur d'une mesure;

n est le nombre de mesures;

\bar{x} est la moyenne arithmétique de l'ensemble des mesures.

10 PROCÈS-VERBAL D'ESSAI

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

- a) l'identification complète de la matière soumise à l'essai, y compris l'indication de son type, de son origine, du numéro de code du fabricant, de la forme du produit, de ses dimensions principales, de ses antécédents, etc.;

- b) le mode de préparation des éprouvettes;
- c) le type des éprouvettes et leur dimensions;
- d) si chaque éprouvette provient d'une matière semi-ouvrée ou d'un produit fini;
- e) la position de l'éprouvette par rapport au produit;
- f) le sens d'application de la pression de moulage par rapport à l'éprouvette;
- g) le sens d'application de la contrainte en compression;
- h) le nombre d'éprouvettes essayées;
- i) le mode de conditionnement utilisé;
- j) l'atmosphère du laboratoire d'essai;
- k) la vitesse de déformation;
- l) la valeur moyenne et l'écart-type de la résistance à la compression ou de la contrainte en compression au seuil d'écoulement, ou l'une et l'autre;
- m) la valeur moyenne et l'écart-type de la contrainte en compression à déformation relative spécifiée;
- n) la valeur moyenne et l'écart-type du pourcentage de déformation à la rupture ou du pourcentage de déformation au seuil d'écoulement ou de l'une et de l'autre;
- o) la déformation relative spécifiée;
- p) la date de l'essai.
