
Norme internationale



6602

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

Plastiques — Détermination du fluage en flexion par sollicitation en trois points

Plastics — Determination of flexural creep by three-point loading

Première édition — 1985-07-15

CDU 678.5/.8 : 620.174

Réf. n° : ISO 6602-1985 (F)

Descripteurs : plastique, essai, essai de fluage, matériel d'essai.

Prix basé sur 6 pages

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 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.

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 6602 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 61, *Plastiques*.

Plastiques — Détermination du fluage en flexion par sollicitation en trois points

1 Objet et domaine d'application

1.1 La présente Norme internationale décrit une méthode de détermination du fluage en flexion des plastiques à l'aide d'éprouvettes normalisées, dans des conditions définies, telles que le prétraitement, la température et l'humidité. Elle ne s'applique qu'au cas d'un barreau, reposant librement sur ses appuis et chargé au milieu de sa portée (méthode des trois points).

1.2 La méthode est applicable aux matériaux plastiques rigides et semi-rigides (voir les définitions de l'ISO 472), non renforcés, chargés et renforcés par des fibres, en utilisant des barreaux rectangulaires moulés directement ou prélevés dans des plaques ou des objets moulés.

NOTE — La méthode peut ne pas être applicable à certains matériaux renforcés par des fibres lorsque l'orientation de celles-ci n'est pas symétrique par rapport à la direction de sollicitation.

1.3 La méthode peut ne pas être applicable pour la détermination du fluage en flexion de plastiques cellulaires rigides et l'attention est attirée sur l'ISO 1209.

1.4 La méthode peut fournir des données pour le contrôle de qualité, l'indication de la qualité et pour la recherche et le développement.

1.5 Le fluage en flexion peut varier de façon significative selon la préparation et les dimensions de l'éprouvette et l'environnement au cours de l'essai. Il faut donc soigneusement contrôler ces facteurs lorsque des résultats précis comparables sont désirés.

1.6 Si les caractéristiques en flexion sont destinées à l'établissement de projets industriels, des essais couvrant un large domaine de contraintes, temps et environnement sont nécessaires, compte tenu de la sensibilité des matériaux plastiques.

2 Références

ISO 178, *Plastiques — Détermination des propriétés en flexion des plastiques rigides.*

ISO 291, *Plastiques — Atmosphères normales de conditionnement et d'essai.*

ISO 472, *Plastiques — Vocabulaire.*

ISO 899, *Plastiques — Détermination du fluage en traction.*

ISO 1209, *Matières plastiques alvéolaires rigides — Essai de flexion.*

3 Définitions

Dans le cadre de la présente Norme internationale, les définitions suivantes sont applicables:

3.1 fluage: Accroissement de la déformation au cours du temps sous l'action d'une contrainte constante. Il est caractérisé par la déformation en fonction du temps pour une contrainte constante.

3.2 contrainte en flexion, σ : Contrainte nominale maximale superficielle dans la section de l'éprouvette à égale distance des appuis. Elle est calculée selon l'équation donnée en 7.1.2.

3.3 flèche, $d(t)$: Distance parcourue au cours de l'essai de flexion depuis la position avant application de la charge, par la surface inférieure ou supérieure de l'éprouvette à mi-portée.

3.4 déformation de fluage en flexion, $\varepsilon(t)$: Déformation maximale de la surface de l'éprouvette produite par la contrainte appliquée au cours de l'essai de fluage à un instant donné, calculée selon 7.1.3.

3.5 module de fluage en flexion, $E(t)$: Rapport de la contrainte en flexion appliquée à la déformation de fluage en flexion, calculé selon 7.1.1.

4 Appareillage

L'appareillage d'essai doit comporter les éléments suivants (voir figure 1):

4.1 Dispositif d'essai

Un dispositif rigide approprié, permettant un appui libre des deux extrémités des éprouvettes avec une portée égale à (16 ± 1) fois l'épaisseur (hauteur) de l'éprouvette, doit être utilisé. Il faut prévoir un espace suffisant, au-dessous des éprouvettes, pour permettre de suspendre un poids mort à mi-portée. Le dispositif d'essai doit être de niveau.

NOTE — Dans quelques cas, il peut être nécessaire d'utiliser un montage d'essai avec une distance entre appuis supérieure à 17 fois l'épaisseur (hauteur) de l'éprouvette (voir la note de 6.2).

4.1.1 Le rayon r_1 du poinçon de chargement et le rayon r_2 des supports doivent être conformes au tableau 1.

Tableau 1

Valeurs en millimètres

Épaisseur de l'éprouvette	r_1	r_2
< 3	$5 \pm 0,1$	$2 \pm 0,2$
> 3	$5 \pm 0,1$	$5 \pm 0,2$

4.1.2 La portée L doit être réglable.

4.2 Système de mise en charge

Le système de mise en charge doit être tel que la charge appliquée et maintenue sur l'éprouvette à mi-portée ne diffère pas de plus de $\pm 1\%$ de la charge désirée. Le mécanisme de chargement doit permettre une application de la charge rapide, sans à-coups et reproductible (voir 6.4.2).

4.3 Dispositif de mesurage de la flèche

Tout dispositif capable de mesurer la flèche de l'éprouvette sous charge peut être utilisé à condition qu'il n'influence pas le comportement de l'éprouvette, ni par effets mécaniques (déformations indésirables, entailles, etc.) ni par effets physiques (échauffements de l'éprouvette, etc.), ni par effets chimiques. La justesse du dispositif de mesurage de la flèche doit être de $\pm 1\%$ de la flèche finale à mesurer.

4.4 Dispositif de mesurage du temps

Utiliser un chronomètre moderne ou un appareil similaire.

4.5 Micromètres

4.5.1 Micromètre, précis à 0,01 mm au moins, pour mesurer l'épaisseur et la largeur de l'éprouvette.

4.5.2 Pied à coulisse, précis à 0,1 % de la distance entre appuis au moins, pour déterminer la distance entre appuis.

5 Éprouvettes

5.1 Généralités

L'éprouvette doit avoir une section droite rectangulaire (sans arêtes arrondies). Les variations de largeur et d'épaisseur tout au long de l'éprouvette ne doivent pas dépasser 2 %.

L'éprouvette doit être exempte de torsion et sensiblement plate.

5.2 Éprouvettes normales

Les dimensions normales, en millimètres, doivent être

longueur	$l = 80 \pm 5$
largeur	$b = 10 \pm 0,5$
épaisseur	$h = 4 \pm 0,2$

5.3 Autres éprouvettes

Lorsqu'il n'est pas possible d'utiliser l'éprouvette normale les règles suivantes doivent être observées (mais voir notes 1 et 2):

a) la longueur et l'épaisseur de l'éprouvette doivent être dans le même rapport que pour l'éprouvette normale, à savoir:

$$l = (20 \pm 1,3)h$$

b) la largeur de l'éprouvette doit être celle donnée dans le tableau 2.

Tableau 2

Valeurs en millimètres

Épaisseur nominale	Largeur
h	b
$1 < h < 3$	25
$3 < h < 5$	10
$5 < h < 10$	15
$10 < h < 20$	20
$20 < h < 35$	35
$35 < h < 50$	50

} $\pm 0,5$

NOTES

1 La préparation et les dimensions de l'éprouvette peuvent être définies par la norme du matériau.

2 Lorsque de très gros stratifiés de verre textile ou d'autres charges très grossières sont utilisés, il peut être nécessaire d'augmenter la largeur de l'éprouvette.

5.4 Matériaux anisotropes

Dans le cas de matériaux anisotropes, les éprouvettes doivent être choisies de façon qu'elles soient sollicitées en flexion au cours de l'essai dans la même direction que le sont en service les produits dont elles sont issues (articles moulés, feuilles ou plaques, tubes, etc.), lorsque celle-ci est connue.

Le fait de choisir les éprouvettes en fonction de l'application, déterminera la possibilité ou l'impossibilité d'utiliser des éprouvettes normales et, dans ce dernier cas, conditionnera le choix des dimensions des éprouvettes selon 5.3.

Il est à noter que la position ou l'orientation et les dimensions des éprouvettes ont parfois une influence très significative sur les résultats d'essai. Cela est particulièrement vrai pour les matériaux stratifiés.

NOTE — Lorsque le matériau présente une différence significative des propriétés en flexion dans les deux directions principales, il devra être essayé dans ces deux directions. Si, par suite de l'application envisagée, ce matériau est soumis à une contrainte suivant une orientation spécifique par rapport à la direction principale, il est souhaitable d'essayer ce matériau suivant cette orientation.

5.5 Nombre d'éprouvettes

Le nombre minimal d'éprouvettes pour chaque niveau de contrainte doit normalement être de deux.

5.6 Conditionnement des éprouvettes

Les éprouvettes doivent être conditionnées conformément aux exigences de la Norme internationale concernant la matière. Si cette information n'existe pas, utiliser les conditions normales tolérancées données dans l'ISO 291, à moins que d'autres dispositions n'aient été agréées entre les parties intéressées.

Le conditionnement préférentiel est l'atmosphère 23/50, sauf lorsque les propriétés de fluage en flexion de la matière sont connues pour ne pas dépendre de l'humidité, auquel cas un contrôle de l'humidité n'est pas nécessaire.

6 Mode opératoire

6.1 Atmosphère d'essai

Exécuter l'essai dans l'une des atmosphères normales spécifiées dans l'ISO 291, de préférence dans la même atmosphère que celle utilisée pour le conditionnement.

6.2 Instructions générales

Mesurer la largeur, b , de l'éprouvette à 0,1 mm près et l'épaisseur, h , à 0,02 mm près en trois points du tiers central de l'éprouvette et à la même distance des extrémités. Calculer la largeur et l'épaisseur moyennes.

Ajuster la distance entre appuis, L , à

$$L = (16 \pm 1)h$$

Mesurer la distance entre appuis à moins de 0,5 % près.

NOTE — Pour les éprouvettes très épaisses et renforcées de fibres unidirectionnelles, il peut être nécessaire de prendre une distance entre appuis calculée à partir d'un rapport L/h plus grand, afin d'éviter tout délaminage par cisaillement.

6.3 Mise en place des éprouvettes

L'éprouvette doit être mise en place symétriquement, de façon que son grand axe soit perpendiculaire aux appuis.

6.4 Mode de mise en charge

6.4.1 Préchargement

S'il est nécessaire de précharger l'éprouvette, il faut s'assurer que le préchargement ne causera pas d'effets mesurables. La précharge ne doit pas être appliquée avant que la température et l'humidité de l'éprouvette (à sa position définitive dans l'appareillage d'essai) ne correspondent aux conditions d'essai.

Le dispositif de mesure de la flèche (4.3) doit être mis à zéro après application de la précharge, celle-ci subsistant pendant toute la durée de l'essai. La charge additionnelle ajoutée après préchargement doit être prise comme la charge d'essai.

6.4.2 Chargement de l'éprouvette

Mettre à zéro le dispositif de mesure de la flèche avant d'appliquer la charge d'essai (voir 4.2).

Le chargement de l'éprouvette (dont la température et l'humidité correspondent aux conditions d'essai) doit être effectué de façon régulière. Pour une série d'essais d'un matériau, la vitesse de chargement doit être la même pour chaque essai et doit être notée. Le moment où l'éprouvette est totalement chargée doit être précisément déterminé; cela doit être réalisé, de préférence, en 1 à 5 s et, en tout cas, pas plus de 10 s après le début d'application de la charge.

6.4.3 Niveaux de contraintes

Un minimum de trois niveaux de contraintes doit être sélectionné, de préférence, parmi la liste suivante des contraintes de flexion σ :

$$\sigma: 0,5; 1; 2; 5; 10; 20; 50; \dots \text{ MPa.}$$

NOTE — La contrainte devra être choisie de façon que la flèche ne soit jamais supérieure à 0,1 fois la distance entre appuis.

6.5 Programme des mesurages de la flèche

Le moment où l'éprouvette est totalement chargée doit être considéré comme l'instant $t = 0$. À moins que la flèche ne soit enregistrée automatiquement et/ou de façon continue, les temps de mesures doivent être choisis individuellement en considérant l'allure de la courbe. De préférence, le programme de temps suivant devra être adopté:

$$1, 3, 6, 12 \text{ et } 30 \text{ min; } 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1\ 000 \text{ h...}$$

6.6 Mesure du temps

La justesse de la mesure du temps doit être de ± 1 % du temps écoulé à chaque mesurage de fluage.

6.7 Contrôle de la température et de l'humidité

À moins que la température et l'humidité relative ne soient enregistrées en continu, des relevés des instruments de mesure respectifs doivent être effectués au début de l'essai et, par suite, au moins trois fois par jour. Si l'on est sûr que les conditions sont maintenues dans les limites requises, les relevés des instruments de mesure peuvent être moins fréquents.

7 Expressions des résultats

7.1 Mode de calcul

7.1.1 Le module de fluage en flexion, $E(t)$, exprimé en mégapascals, est donné par l'équation

$$E(t) = \frac{L^3}{4bh^3} \times \frac{F}{d(t)}$$

où

L est la distance entre appuis, en millimètres;

b est la largeur de l'éprouvette, en millimètres;

h est l'épaisseur (hauteur) de l'éprouvette, en millimètres;

F est la charge, en newtons;

$d(t)$ est la flèche à mi-portée, en millimètres, fonction du temps, correspondant à la charge F .

7.1.2 La contrainte en flexion, σ , exprimée en mégapascals, est donnée par l'équation

$$\sigma = \frac{3FL}{2bh^2}$$

où

F est la charge, en newtons;

L est la distance entre appuis, en millimètres;

b est la largeur de l'éprouvette, en millimètres;

h est l'épaisseur (hauteur) de l'éprouvette, en millimètres.

7.1.3 La déformation de fluage en flexion, $\varepsilon(t)$, exprimée en pourcentage, est donnée par l'équation

$$\varepsilon(t) = \frac{600 d(t) h}{L^2}$$

où

$d(t)$ est la flèche à mi-portée, en millimètres, fonction du temps, correspondant à la charge F ;

h est l'épaisseur (hauteur) de l'éprouvette, en millimètres;

L est la distance entre appuis, en millimètres.

7.1.4 Courbes isochrones contrainte-déformation

Les courbes isochrones contrainte-déformation sont des tracés cartésiens de la contrainte de flexion appliquée, utilisée dans l'essai de fluage en flexion, en fonction de la déformation de fluage en flexion, pour une durée d'essai donnée, normalement 1 000 h. Chaque essai de fluage ne donnant qu'un point d'une courbe isochrone, il est habituellement nécessaire d'utiliser au

moins trois niveaux de contraintes, et de préférence davantage, pour obtenir une courbe isochrone (voir figure 2).

7.2 Présentation des résultats

7.2.1 Les résultats originaux (voir figure 2) doivent être habituellement présentés sous forme de courbe de fluage montrant la déformation moyenne en flexion des deux essais en fonction du logarithme du temps à différents niveaux de contraintes, qui peuvent être choisis parmi les valeurs données en 6.4.3.

Ces résultats peuvent être présentés d'autres manières, comme décrit, par exemple, en 7.2.2 et 7.2.3, pour en faciliter l'exploitation dans le cas d'exigences particulières.

7.2.2 Les courbes isochrones contrainte-déformation sont obtenues, soit à partir de l'intersection d'une droite à temps constant avec les courbes de fluage, soit par calcul des valeurs correspondantes de contrainte et déformation, suivant les équations données en 7.1.2 et 7.1.3. Les temps devraient être choisis parmi les valeurs données en 6.5.

7.2.3 Les courbes isométriques contrainte-temps sont obtenues à partir de l'intersection d'une droite à déformation constante avec les courbes de fluage. Les déformations devraient être choisies parmi les valeurs suivantes:

0,1 %, 0,15 %, 0,2 %, 0,3 %, 0,5 %, 1 %, 1,5 %, 2 % et 3 %.

8 Procès-verbal d'essai

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

- a) référence à la présente Norme internationale;
- b) description du matériau étudié, contenant toutes les informations appropriées sur la composition, le fabricant, la désignation commerciale, le numéro de code, la date de fabrication, le mode de moulage, le recuit, etc., lorsque celles-ci sont connues;
- c) dimensions des éprouvettes;
- d) méthode de préparation des éprouvettes, incluant tout traitement thermique ultérieur ou conditionnement;
- e) température et humidité d'essai (s'il y a lieu);
- f) rapport de la distance entre appuis à l'épaisseur (hauteur) de l'éprouvette, s'il diffère de 16 (voir la note de 6.2);
- g) résultats de l'essai de fluage présentés graphiquement suivant les recommandations de 7.2 ou sous forme de tableaux;
- h) direction des axes principaux de l'éprouvette par rapport aux dimensions du produit ou à quelque orientation connue ou supposée de la matière;
- j) face sur laquelle la force est appliquée.

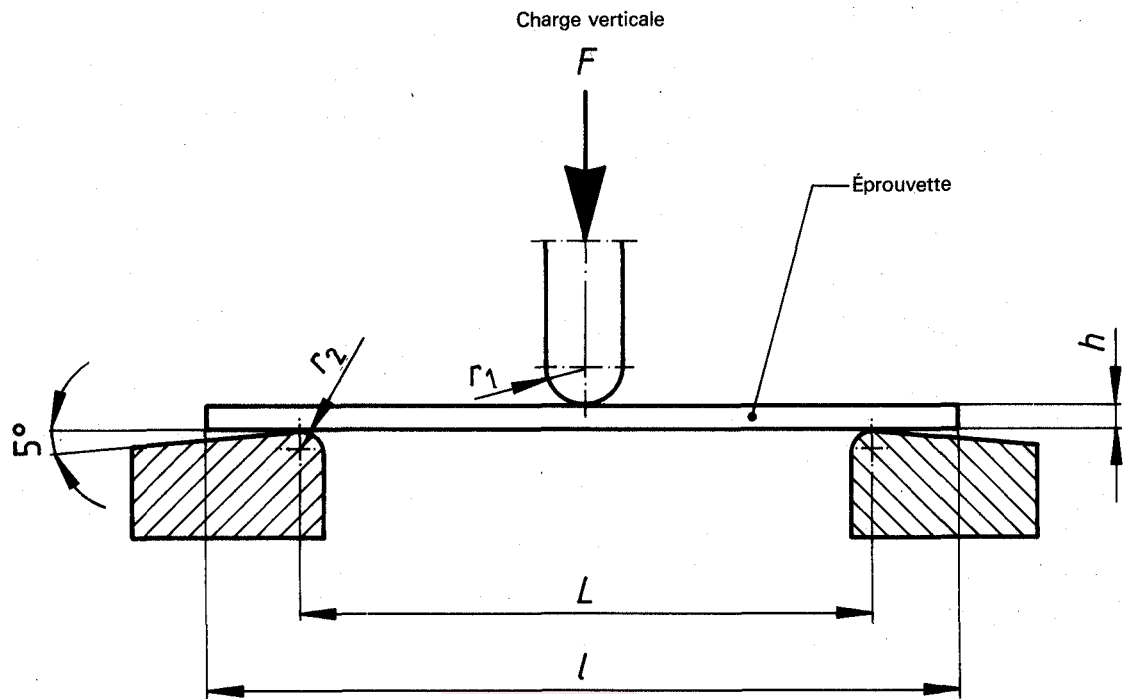


Figure 1 — Caractéristiques de l'appareillage