
**Plastiques — Détermination des propriétés
en flexion**

Plastics — Determination of flexural properties

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 178:2001

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6040b948-d230-4ac1-bbd2-8f436562834a/iso-178-2001>



PDF – Exonération de responsabilité

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 178:2001

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6040b948-d230-4ac1-bbd2-8f436562834a/iso-178-2001>

© ISO 2001

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'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax. + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.ch
Web www.iso.ch

Imprimé en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	2
3 Termes et définitions	2
4 Principe	5
5 Machine d'essai	5
6 Éprouvettes	7
7 Conditionnement	9
8 Mode opératoire	10
9 Calcul et expression des résultats	12
10 Fidélité	13
11 Rapport d'essai	13
Annexe A (normative) Correction de la complaisance	15
Bibliographie	16

iTech STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 178:2001
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6040b948-d230-4ac1-bbd2-8f436562834a/iso-178-2001>

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 3.

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 de la présente Norme internationale 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 178 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 61, *Plastiques*, sous-comité SC 2, *Propriétés mécaniques*.

ITEH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition (ISO 178:1993), qui a fait l'objet d'une révision technique pour donner:

ISO 178:2001

- une méthode de correction du pied de la courbe contrainte-déformation (voir 9.2);
- une méthode de correction de la complaisance (voir annexe A).

L'annexe A constitue un élément normatif de la présente Norme internationale.

Plastiques — Détermination des propriétés en flexion

1 Domaine d'application

1.1 La présente Norme internationale spécifie une méthode pour la détermination des propriétés en flexion des plastiques rigides (voir 3.12) et semi-rigides dans des conditions définies. Une éprouvette normalisée est décrite, mais des paramètres sont inclus pour d'autres dimensions d'éprouvettes lorsque l'usage est approprié. Une gamme de vitesses d'essai est incluse.

1.2 La méthode est utilisée pour l'étude du comportement en flexion^[1] des éprouvettes et pour la détermination de la résistance en flexion, du module en flexion et d'autres aspects des relations entre la contrainte et la déformation en flexion dans des conditions définies. Elle s'applique uniquement à une poutre simple, supportée sans contrainte, chargée au milieu de sa portée (méthode des trois points).

1.3 La méthode est applicable à la gamme des matériaux suivants:

- matières thermoplastiques pour moulage et extrusion, y compris les compositions chargées et renforcées en plus des types non chargés; feuilles thermoplastiques rigides;
- matières thermodurcissables pour moulage, y compris les compositions chargées et renforcées; feuilles thermodurcissables.

ISO 178:2001

En accord avec l'ISO 10350-1 et l'ISO 10350-2, cette Norme internationale s'applique aux compositions renforcées avec des fibres dont les longueurs avant mise en œuvre sont de $\leq 7,5$ mm. Pour les matières renforcées fibres longues (stratifiés) avec des longueurs de fibres de $> 7,5$ mm, voir la référence [2] de la bibliographie.

La méthode ne convient normalement pas à l'utilisation de matériaux alvéolaires rigides et de structures sandwichs contenant des matériaux alvéolaires^[3, 4].

NOTE Pour certains types de plastiques renforcés avec des fibres textiles, un essai de flexion en quatre points est recommandé. Cela est décrit dans la référence [2].

1.4 La méthode est adaptée à l'utilisation d'éprouvettes qui sont soit moulées aux dimensions spécifiées, soit usinées à partir de la partie centrale d'une éprouvette à usages multiples (voir ISO 3167) ou usinées à partir de produits finis et semi-finis, tels que pièces moulées, ou feuilles extrudées ou coulées.

1.5 La méthode spécifie les dimensions recommandées pour les éprouvettes. Des essais réalisés avec des éprouvettes de dimensions différentes ou des éprouvettes préparées dans d'autres conditions peuvent donner des résultats qui ne sont pas comparables. D'autres facteurs, tels que la vitesse d'essai et le conditionnement des éprouvettes, peuvent également avoir une répercussion sur les résultats. Les conditions de moulage et l'épaisseur, qui jouent sur l'épaisseur de la couche orientée en peau, affectent les propriétés en flexion, particulièrement pour les polymères semi-cristallins. En conséquence, lorsque des résultats comparables sont nécessaires, ces facteurs devront être soigneusement contrôlés et enregistrés.

1.6 Les propriétés en flexion ne peuvent être utilisées que pour des études d'ingénierie pour les matériaux ayant un comportement contrainte-déformation linéaire. Pour les matériaux à comportement non linéaire, les propriétés en flexion ne sont que nominales. L'essai de flexion devra être utilisé de préférence avec des matériaux fragiles, étant donné qu'ils sont difficiles à soumettre à l'essai de traction.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de l'ISO et de la CEI possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

ISO 291:1997, *Plastiques — Atmosphères normales de conditionnement et d'essai*

ISO 293:1986, *Plastiques — Moulage par compression des éprouvettes en matières thermoplastiques*

ISO 294-1:1996, *Plastiques — Moulage par injection des éprouvettes de matériaux thermoplastiques — Partie 1: Principes généraux, et moulage des éprouvettes à usages multiples et des barreaux*

ISO 295:—¹⁾, *Plastiques — Moulage par compression des éprouvettes en matières thermodurcissables*

ISO 2602:1980, *Interprétation statistique de résultats d'essai — Estimation de la moyenne — Intervalle de confiance*

ISO 2818:1994, *Plastiques — Préparation des éprouvettes par usinage*

ISO 3167:2001, *Plastiques — Éprouvettes à usages multiples*

ISO 5893:1993, *Appareils d'essai du caoutchouc et des plastiques — Types pour traction, flexion et compression (vitesse de translation constante) — Description*

ISO 10724-1:1998, *Plastiques — Moulage par injection d'éprouvettes en compositions de poudre à mouler (PMC) thermodurcissables — Partie 1: Principes généraux et moulage d'éprouvettes à usages multiples*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6040b948-d230-4ac1-bbd2-8f436562834a/iso-178-2001>

3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1 vitesse d'essai

v
taux de mouvement relatif entre les supports et le poinçon de charge

NOTE Elle est exprimée en millimètres par minute (mm/min).

3.2 contrainte en flexion

σ_f
contrainte nominale de la surface externe de l'éprouvette au milieu de la portée

NOTE Elle est calculée conformément à la relation donnée en 9.1, équation (5), et est exprimée en mégapascals (MPa).

3.3 contrainte en flexion à la rupture

σ_{fB}
contrainte en flexion à la rupture de l'éprouvette (voir Figure 1, courbes a et b)

NOTE Elle est exprimée en mégapascals (MPa).

1) À publier. (Révision de l'ISO 295:1991)

3.4 résistance à la flexion

σ_{fM}

contrainte en flexion maximale supportée par l'éprouvette durant un essai de flexion (voir Figure 1, courbes a et b)

NOTE Elle est exprimée en mégapascals (MPa).

3.5 contrainte en flexion à la flèche conventionnelle

σ_{fC}

contrainte à la flèche conventionnelle s_C conformément à 3.7 (voir Figure 1, courbe c)

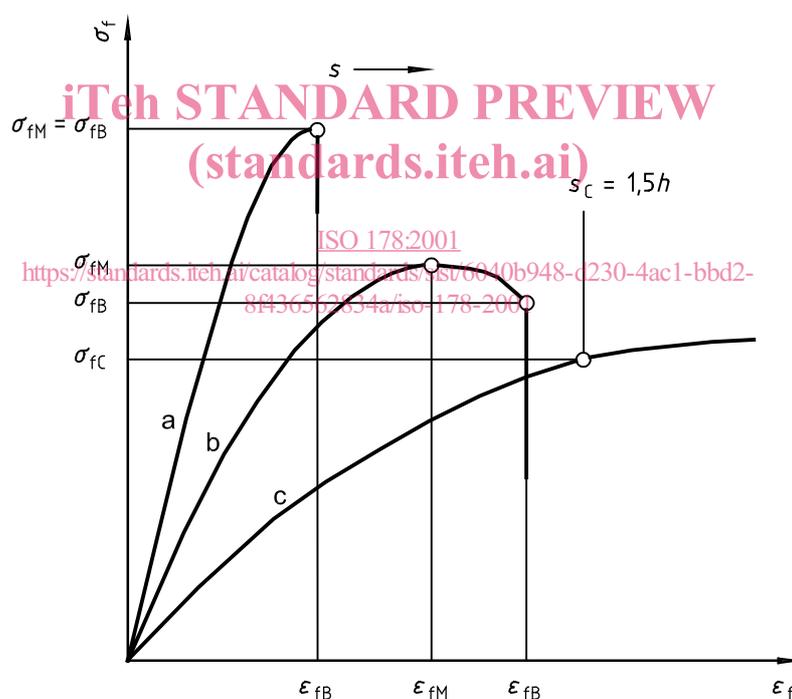
NOTE Elle est exprimée en mégapascals (MPa).

3.6 flèche

s

distance parcourue durant la flexion, à partir de la position initiale, par la surface inférieure ou supérieure de l'éprouvette au milieu de la portée

NOTE Elle est exprimée en millimètres (mm).



Courbe a Éprouvette avec rupture avant le seuil d'écoulement.

Courbe b Éprouvette présentant un maximum puis une rupture avant la flèche conventionnelle s_C .

Courbe c Éprouvette ne présentant ni maximum, ni rupture avant la flèche conventionnelle s_C .

Figure 1 — Courbes types de contrainte en flexion σ_f en fonction de la déformation ε_f et de la flèche s

3.7

flèche conventionnelle

s_C

flèche égale à 1,5 fois l'épaisseur h de l'éprouvette

NOTE 1 Elle est exprimée en millimètres (mm).

NOTE 2 En utilisant une portée L de $16h$, la flèche conventionnelle correspond à une déformation en flexion de 3,5 % (voir 3.8).

3.8

déformation en flexion

ε_f

variation fractionnaire nominale de la longueur d'un élément pris dans la surface externe de l'éprouvette au milieu de la portée

NOTE 1 Elle est exprimée comme un rapport sans dimension ou en pourcentage (%).

NOTE 2 Elle est calculée conformément à la relation donnée en 9.2, équations (6) et (7).

3.9

déformation en flexion à la rupture

ε_{fB}

déformation en flexion à la rupture de l'éprouvette (voir Figure 1, courbes a et b)

NOTE Elle est exprimée comme un rapport sans dimension ou en pourcentage (%).

3.10

déformation en flexion à la résistance en flexion

ε_{fM}

déformation en flexion à la contrainte en flexion maximale (voir Figure 1, courbes a et b)

NOTE Elle est exprimée comme un rapport sans dimension ou en pourcentage (%).

3.11

module d'élasticité en flexion

module en flexion

E_f

rapport de la différence de contrainte $\sigma_{f2} - \sigma_{f1}$ à la différence de déformation correspondante $\varepsilon_{f2} (= 0,0025) - \varepsilon_{f1} (= 0,0005)$ [voir 9.2, équation (9)]

NOTE 1 Il est exprimé en mégapascals (MPa).

NOTE 2 Le module en flexion représente seulement une valeur approximative du module d'élasticité de Young.

NOTE 3 La détermination du module E_f à l'aide d'équipement informatique, en utilisant deux points distincts contrainte/déformation, peut être remplacée par une procédure de régression linéaire appliquée à la partie de la courbe entre ces deux points.

3.12

plastique rigide

plastique possédant un module d'élasticité en flexion, ou, à défaut, en traction, supérieur à 700 MPa dans des conditions déterminées [ISO 472]

4 Principe

L'éprouvette, supportée comme une poutre, est soumise à une flexion, au milieu de la portée, à une vitesse constante, jusqu'à la rupture de l'éprouvette ou jusqu'à ce que la déformation ait atteint une valeur prédéterminée. Durant cet essai, la charge appliquée à l'éprouvette est mesurée.

5 Machine d'essai

5.1 Généralités

La machine doit être conforme à l'ISO 5893 et répondre aux prescriptions données de 5.2 à 5.4.

5.2 Vitesse d'essai

La machine d'essai doit être capable de maintenir la vitesse d'essai (voir 3.1), comme spécifié dans le Tableau 1.

Tableau 1 — Valeurs recommandées pour la vitesse d'essai, v

Vitesse d'essai, v mm/min	Tolérance %
1 ^a	± 20 ^b
2	± 20 ^b
5	± 20
10	± 20
20	± 10
50	± 10
100	± 10
200	± 10
500	± 10

^a La plus petite vitesse est utilisée pour les éprouvettes avec des épaisseurs comprises entre 1 mm et 3,5 mm (voir 8.5).

^b Les tolérances sur les vitesses de 1 mm/min et de 2 mm/min sont inférieures à celles indiquées dans l'ISO 5893.

L'accélération, le positionnement de l'éprouvette et la complaisance de la machine peuvent contribuer à la formation d'un pied au début de la courbe contrainte/déformation. La formation de ce pied de courbe peut être évitée, comme expliqué en 8.4 et en 9.2.

5.3 Supports et poinçon de charge

Deux supports et un poinçon de charge doivent être disposés conformément à la Figure 2. L'alignement des supports et du poinçon de charge doit être parallèle à ± 0,2 mm près sur la largeur de l'éprouvette.

Le rayon R_1 du poinçon de charge et le rayon R_2 des supports doivent être les suivants:

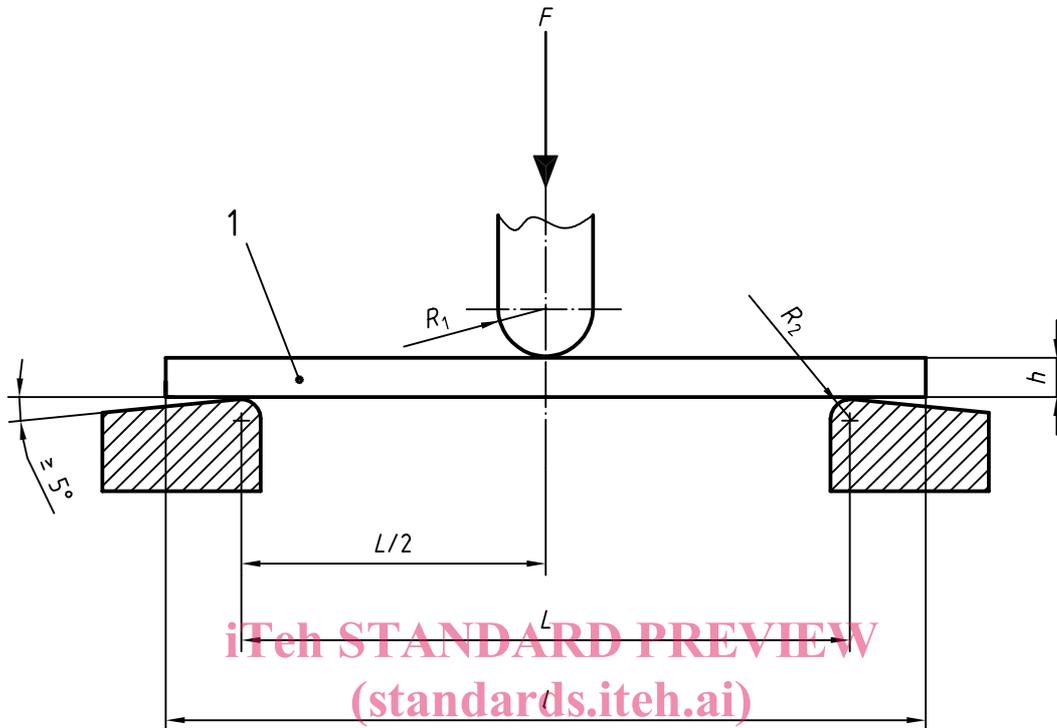
$$R_1 = 5,0 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm};$$

$$R_2 = 2,0 \text{ mm} \pm 0,2 \text{ mm pour des épaisseurs d'éprouvette} \leq 3 \text{ mm};$$

$$R_2 = 5,0 \text{ mm} \pm 0,2 \text{ mm pour des épaisseurs d'éprouvette} > 3 \text{ mm}.$$

La portée L doit être réglable.

NOTE Une précontrainte peut s'avérer nécessaire pour obtenir un alignement et un positionnement de l'éprouvette corrects et pour éviter la formation d'un pied de courbe au début du diagramme contrainte/déformation (voir 8.4).



Légende

- | | | | |
|-------|----------------------------|-----|---------------------------------------|
| 1 | Éprouvette | h | Épaisseur de l'éprouvette |
| F | Charge | l | Longueur de l'éprouvette |
| R_1 | Rayon du poinçon de charge | L | Longueur de portée entre les supports |
| R_2 | Rayon des supports | | |

ISO 178:2001
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6040b948-d230-4ac1-bbd2-8436562834a/iso-178-2001>

Figure 2 — Position de l'éprouvette au départ de l'essai

5.4 Équipement indicateur de charge et de flèche

L'erreur pour la force indiquée ne doit pas dépasser 1 % et, pour la flèche indiquée, ne doit pas dépasser 1 % des valeurs réelles (voir ISO 5893).

NOTE 1 Pour l'essai du module en flexion, les valeurs réelles sont celles correspondant au niveau supérieur de la différence de déformation, soit $\varepsilon_2 = 0,0025$. En adoptant l'épaisseur h de 4 mm du type d'éprouvette recommandé (voir 6.1.2) et une portée L de $16h$ (voir 8.3), par exemple, l'équation (6) donne une flèche correspondante s_2 de 0,43 mm. Dans ce cas, la tolérance du système d'essai de la flèche doit être de $\pm 4,3 \mu\text{m}$.

NOTE 2 Des systèmes aujourd'hui commercialisés utilisent des jauges de contrainte annulaires qui compensent les forces latérales susceptibles d'être engendrées par le désalignement du dispositif d'essai.

6 Éprouvettes

6.1 Formes et dimensions

6.1.1 Généralités

Les dimensions des éprouvettes doivent être conformes à la norme du matériau concerné, et, si applicable, à 6.1.2 ou à 6.1.3. Autrement, le type d'éprouvette doit faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées.

6.1.2 Type d'éprouvette recommandé

Les dimensions, en millimètres, de l'éprouvette recommandée sont

longueur, l : 80 ± 2

largeur, b : $10,0 \pm 0,2$

épaisseur, h : $4,0 \pm 0,2$

Quelle que soit l'éprouvette, l'épaisseur dans la portée centrale sur un tiers de la longueur ne doit pas varier de plus de 2 % de sa valeur moyenne. La variation maximale correspondante pour la largeur est de 3 %. La section transversale doit être rectangulaire et ne pas avoir de bords arrondis.

NOTE L'éprouvette recommandée peut être usinée à partir de la partie centrale de l'éprouvette à usages multiples conformément à l'ISO 3167.

6.1.3 Autres éprouvettes

Lorsqu'il n'est pas possible ou souhaitable d'utiliser l'éprouvette recommandée, les limites suivantes doivent s'appliquer.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6040b948-d230-4ac1-bbd2-8f436562834a/iso-178-2001>

La longueur et l'épaisseur de l'éprouvette doivent être dans le même rapport que celui de l'éprouvette recommandée, c'est-à-dire:

$$\frac{l}{h} = 20 \pm 1 \quad (1)$$

à moins que d'autres dispositions ne soient prévues en 8.3 a), 8.3 b) ou 8.3 c).

NOTE Certaines spécifications exigent que les éprouvettes prélevées dans des feuilles d'épaisseur supérieure à une limite prescrite soient réduites à une épaisseur normalisée par usinage d'une face seulement. Dans ce cas, il est d'usage courant de placer l'éprouvette de façon que la surface d'origine de l'éprouvette soit en contact avec les deux surfaces d'appui et que la force soit appliquée par le poinçon de charge central sur la face usinée de l'éprouvette.

La largeur de l'éprouvette doit être telle que donnée dans le Tableau 2.

6.2 Matériaux anisotropes

6.2.1 Dans le cas de matériaux ayant des propriétés physiques, par exemple l'élasticité, dépendant de la direction, les éprouvettes doivent être choisies de façon que la contrainte en flexion soit appliquée dans une direction identique ou similaire à celle à laquelle les produits (articles moulés, feuilles, tubes, etc.) seront soumis en service, si cette direction est connue. La relation entre l'éprouvette et le produit fini envisagé est déterminante pour la possibilité d'utilisation des éprouvettes normalisées.

NOTE La position ou l'orientation et les dimensions des éprouvettes ont parfois une influence très significative sur les résultats d'essai.