
**Composites plastiques renforcés de
fibres — Détermination des propriétés
de flexion**

Fibre-reinforced plastic composites — Determination of flexural properties

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 14125:1998](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9676e0eb-d212-443b-a17b-480578920ee6/iso-14125-1998)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9676e0eb-d212-443b-a17b-480578920ee6/iso-14125-1998>



Sommaire

Page

1	Domaine d'application	1
2	Références normatives	2
3	Principe	2
4	Définitions	3
5	Appareillage	4
6	Éprouvette	6
7	Nombre d'éprouvettes	9
8	Conditionnement	9
9	Mode opératoire	10
10	Calculs et expression des résultats	11
11	Fidélité	14
12	Rapport d'essai	14
Annexe A	(normative) Autres éprouvettes	15
Annexe B	(normative) Corrections pour de grandes	
flèches	— Calcul et expression des résultats	16

© ISO 1998

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'éditeur.

Organisation internationale de normalisation
Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse
Internet central@iso.ch
X.400 c=ch; a=400net; p=iso; o=isocs; s=central

Imprimé en Suisse

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 vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 14125 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 61, *Plastiques*, sous-comité SC 13, *Composites et fibres de renforcement*.

[ISO 14125:1998](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b7f01b-931e-411e-9893-0204306960e4/iso-14125-1998)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b7f01b-931e-411e-9893-0204306960e4/iso-14125-1998> Les annexes A et B font partie intégrante de la présente Norme internationale.

Introduction

La présente Norme internationale est basée sur la dernière version de l'ISO 178 mais ne traite que des composites plastiques renforcés de fibres. Les conditions d'essai sont étendues par rapport à l'ISO 178 afin d'inclure les deux géométries de chargement; celle en trois points (méthode A) et celle en quatre points (méthode B), ainsi que les conditions pour les composites constituées de fibres récentes telles que les fibres de carbone et d'aramide.

Les autres documents sources consultés comprennent l'ASTM D 790 (chargement en quatre points), le prEN 2562 (conditions d'essai), les CRAG 200 et JIS K 7074 (chargement en quatre points, utilisation de cales et figure 6). La longueur totale des éprouvettes pour un chargement en quatre points est la même que pour un chargement en trois points.

Le domaine d'application de l'ISO 178 sera révisé et limité aux plastiques non renforcés et chargés.

L'EN 63:1977, *Plastiques renforcés de fibres de verre — Détermination des propriétés de flexion — Méthode de chargement en trois points*, sera annulée.

Composites plastiques renforcés de fibres — Détermination des propriétés de flexion

1 Domaine d'application

1.1 La présente Norme internationale prescrit une méthode pour la détermination des propriétés en flexion des composites plastiques renforcés de fibres par la méthode de chargement en trois points (méthode A) ou en quatre points (méthode B). Des éprouvettes normalisées sont définies mais des paramètres sont inclus pour d'autres dimensions d'éprouvettes, le cas échéant. Une gamme de vitesses d'essai est incluse.

1.2 La méthode ne convient pas pour la détermination des paramètres de conception, mais peut être utilisée pour sélectionner des matériaux, ou comme essai de contrôle qualité.

NOTE — Par exemple, le module de flexion est seulement une valeur approchée du module d'élasticité de traction parce que l'essai ne prend pas en compte la flexion additionnelle due aux contraintes de cisaillement qui conduisent à une valeur inférieure du module de flexion, mais introduit des rapports portée/épaisseur de l'éprouvette qui minimisent cet effet. Des différences entre les propriétés de traction et de flexion sont aussi causées par la structure du matériau/empilement.

1.3 La méthode est applicable aux matériaux composites renforcés de fibres à matrices thermoplastiques et thermodurcissables.

Les matériaux non renforcés, les matériaux chargés de particules et les matériaux composites renforcés de fibres courtes (c'est-à-dire dont la longueur est inférieure à 1 mm) sont traités dans l'ISO 178.

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

1.5 La méthode recommande certaines dimensions pour les éprouvettes. Des essais réalisés avec des éprouvettes de dimensions différentes ou avec des éprouvettes préparées dans des conditions différentes 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. Pour les matériaux qui ne sont pas homogènes dans leur section, ou au-dessus de leur domaine linéaire élastique, le résultat s'applique uniquement à l'épaisseur et la structure soumises à l'essai. En conséquence, lorsque des résultats comparatifs sont nécessaires, ces facteurs doivent être soigneusement contrôlés et enregistrés.

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 178:1993, *Plastiques — Détermination des propriétés en flexion.*

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 295:1991, *Plastiques — Moulage par compression des éprouvettes en matières thermodurcissables.*

ISO 1268:1974, *Matières plastiques — Préparation de plaques ou de panneaux en stratifiés verre textile-résine basse-pression pour la réalisation d'éprouvettes (en cours de révision).*

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

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

ISO 3167:1993, *Plastiques — Éprouvettes à usages multiples.*

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

3 Principe

L'éprouvette, supportée comme une poutre, est soumise à une flexion, à une vitesse constante, jusqu'à la rupture de l'éprouvette ou jusqu'à ce que la déformation ait atteint une valeur prédéterminée. La force appliquée à l'éprouvette et la flèche sont mesurées pendant l'essai.

La méthode est utilisée pour étudier le comportement en flexion des éprouvettes et pour déterminer la résistance à la flexion, le module de flexion et d'autres aspects du rapport contrainte/déformation en flexion dans les conditions définies. La méthode s'applique à une poutre supportée librement, chargée en trois ou quatre points.

NOTE — La géométrie de chargement en quatre points produit un moment constant de flexion entre les pannes centrales de chargement. Les contraintes de compression dues au contact de ces deux pannes sont comparativement plus faibles que les contraintes induites par l'unique panne centrale de chargement de l'essai de flexion trois points. La géométrie de l'essai de flexion quatre points est choisie de façon à ce que la portée entre les deux pannes centrales soit le tiers de la portée entre les deux supports. La distance entre les deux supports est la même que pour l'essai de flexion en trois points, par conséquent la même éprouvette peut être utilisée.

4 Définitions

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

4.1 vitesse d'essai, v

Taux de mouvement relatif entre les supports et la (les) panne(s), exprimé en millimètres par minute (mm/min).

4.2 contrainte en flexion, σ_f

Contrainte nominale de la surface externe de l'éprouvette au milieu de la portée. Elle est calculée selon la relation donnée dans l'article 10, équations (3) ou (8) et est exprimée en mégapascals (MPa).

4.3 contrainte à la rupture en flexion, σ_{fB}

Contrainte en flexion à la rupture de l'éprouvette (voir figure 1, courbes A et B). Elle est exprimée en mégapascals (MPa).

4.4 résistance à la flexion, σ_{fM}

Contrainte en flexion supportée par l'éprouvette à la force maximale (voir figure 1) pour des modes de rupture acceptables (voir 9.9 et figure 6). Elle est exprimée en mégapascals (MPa).

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9676e0eb-d212-443b-a17b-480578920ee6/iso-14125-1998>

4.5 flèche, s

Distance parcourue durant la flexion, à partir de leur position initiale, par la surface inférieure ou supérieure de l'éprouvette au milieu de la portée. Elle est exprimée en millimètres (mm).

4.6 flèche à la rupture, s_B

Flèche à la rupture de l'éprouvette (voir figure 1, courbes A et B). Elle est exprimée en millimètres (mm).

4.7 flèche à la résistance à la flexion, s_M

Flèche correspondant à la résistance à la flexion (voir 4.4 et figure 1, courbes A et B). Elle est exprimée en millimètres (mm).

4.8 déformation en flexion, ε_f

Variation fractionnaire nominale de la longueur d'un élément de la surface externe de l'éprouvette au milieu de la portée. Elle est utilisée pour le calcul du module en flexion (voir 4.9) et est exprimée comme un rapport sans dimension.

4.9 module d'élasticité en flexion ; module en flexion; corde en flexion, E_f

Rapport de la différence de contrainte, $\sigma'' - \sigma'$, à la différence de déformation correspondante, $\varepsilon_f'' = 0,0025 - \varepsilon_f' = 0,0005$ (voir 10.1.2 et 10.2.2). Il est exprimé en mégapascals (MPa).

NOTE — Quand on utilise un équipement assisté par ordinateur, la détermination du module à partir de deux points distincts contrainte/déformation peut être remplacée par une méthode de régression linéaire appliquée à la partie de la courbe entre ces points.

4.10 module en cisaillement interlaminaire, G_{13}

Module en cisaillement dans le sens de l'épaisseur pour des matériaux stratifiés. Il est exprimé en mégapascals (MPa).

NOTE — Pour les matériaux ayant principalement des renforts dans le plan de cisaillement, le module en cisaillement G_{13} est de l'ordre de 3 000 MPa à 6 000 MPa.

4.11 axes de coordonnées de l'éprouvette (pour des matériaux présentant une orientation)

Axes de coordonnées du matériau soumis à l'essai tels que représentés à la figure 2. La direction parallèle au sens des fibres est désignée par direction «1» et la direction perpendiculaire par direction «2».

Pour les autres matériaux, les directions 1, 2 et 3 correspondent généralement aux axes des x, y et z du système de coordonnées.

NOTES

1 La direction «1» est aussi désignée par direction à 0 degré (0°) ou encore direction longitudinale, et la direction «2» est désignée par direction à 90 degrés (90°) ou direction transversale.

2 Une définition similaire peut être utilisée pour un matériau avec une disposition préférentielle de fibres, ou dans le cas où une direction (par exemple la longueur) peut être fonction du procédé de fabrication.

Pour les matériaux anisotropes, tels que décrits ci-dessus, il convient d'inclure, dans les désignations, un indice supplémentaire «1» ou «2» pour indiquer la direction soumise à l'essai.

5 Appareillage

5.1 Machine d'essai

5.1.1 Généralités

La machine doit être conforme à l'ISO 5893 et répondre aux prescriptions de 5.1.2 à 5.1.4.

5.1.2 Vitesse d'essai

La machine d'essai doit être capable de maintenir la vitesse d'essai (voir 4.1), comme prescrit dans le tableau 1.

Tableau 1 — Valeurs recommandées pour les vitesses d'essai

Vitesse mm/min	Tolérance %
0,5	± 20
1	± 20
2	± 20
5	± 20
10	± 20
20	± 10
50	± 10
100	± 10
200	± 10
500	± 10

La vitesse 0,5 mm/min n'est pas indiquée dans l'ISO 5893. Les tolérances sur les vitesses 1 mm/min et 2 mm/min sont plus faibles que celles indiquées dans l'ISO 5893.

5.1.3 Supports et panne(s) de chargement

Les supports et panne(s) de chargement sont disposés conformément à la figure 3 (trois points) ou à la figure 4 (quatre points). Le rayon R_1 et le rayon R_2 doivent respecter les valeurs données dans le tableau 2. Les axes des supports et panne(s) de chargement doivent être parallèles.

La portée L (distance entre supports) doit être réglable.

Tableau 2 — Dimensions des supports et panne
(h = épaisseur de l'éprouvette)

Dimension	Valeur mm
R_1	$5 \pm 0,2$
R_2 pour $h \leq 3$ mm	$2 \pm 0,2$
R_2 pour $h > 3$ mm	$5 \pm 0,2$

5.1.4 Indicateurs de charge et de flèche

L'erreur, pour la force indiquée, ne doit pas dépasser ± 1 % de la pleine échelle et ± 1 % de la pleine échelle pour la flèche indiquée (voir ISO 5893).

La flèche obtenue à partir du déplacement de la traverse doit être corrigée de la déformation machine de celle du banc de flexion et de l'indentation aux points de chargement.

5.2 Micromètres et comparateurs

5.2.1 Micromètre ou appareil équivalent, ayant une précision d'au moins 0,01 mm, pour le mesurage de l'épaisseur h et de la largeur b de l'éprouvette.

Le micromètre doit être équipé de touches adaptées aux surfaces à mesurer (c'est-à-dire des touches plates pour les surfaces planes et lisses, et des touches hémisphériques dans les autres cas).

5.2.2 Comparateur à vernier ou appareil équivalent, précis à 0,1 % près de la portée L , pour la détermination de la portée (voir 9.2).

6 Éprouvettes

6.1 Forme et dimensions

6.1.1 Généralités

Les dimensions des éprouvettes doivent être conformes à la norme du matériau concerné ou aux dimensions données en 6.1.3. Sinon, le type d'éprouvettes doit faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées.

6.1.2 Direction d'essai

L'axe de l'éprouvette doit être pris selon une direction principale (voir 4.11 et figure 5).

NOTE — Lorsque le matériau soumis à l'essai présente une différence significative de propriétés en flexion selon les deux directions principales (c'est-à-dire 1 et 2), il est recommandé de le tester selon les deux directions.

Si, dans l'application qui en est faite, ce matériau est soumis à une contrainte dont l'orientation est particulière par rapport aux directions principales, le matériau doit être testé selon cette orientation. L'orientation de l'éprouvette par rapport aux directions principales doit être enregistrée.

6.1.3 Type d'éprouvette recommandé

Tableau 3 — Éprouvettes recommandées pour la méthode A: flexion en trois points

Dimensions en millimètres

Matériau	Longueur de l'éprouvette <i>l</i>	Portée <i>L</i>	Largeur <i>b</i>	Épaisseur <i>h</i>
Classe I Thermoplastiques renforcés de fibres discontinues	80	64	10	4
Classe II Plastiques renforcés de mats, mats à fils continus, tissus et renforts mixtes (par exemple DMC, BMC, SMC et GMT)	80	64	15	4
Classe III Composites unidirectionnels transverses (90°) Composites unidirectionnels (0°) et multidirectionnels avec $5 < E_{f1}/G_{13} \leq 15$ (par exemple les systèmes comportant des fibres de verre)	60	40	15	2
Classe IV Composites unidirectionnels (0°) et multidirectionnels avec $15 < E_{f1}/G_{13} \leq 50$ (par exemple les systèmes comportant des fibres de carbone)	100	80	15	2
Tolérances	+ 10 - 0	± 1	± 0,5	± 0,2
NOTE — Pour les éprouvettes de la classe II utilisant des renforts grossiers, on peut utiliser une éprouvette de 25 mm de largeur pour réduire la dispersion.				

Quel que soit l'essai, l'épaisseur de l'éprouvette dans le tiers central de sa longueur ne doit pas varier de plus de 2 % de la valeur moyenne de la partie centrale. 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 de la classe I peut être usinée dans la partie centrale de l'éprouvette à usages multiples de l'ISO 3167.