
**Papier et carton — Essais des mandrins —
Partie 7:
Détermination du module de flexion par la
méthode à trois points**

*Paper and board — Testing of cores —
Part 7: Determination of flexural modulus by the three-point method*
(standards.iteh.ai)

ISO 11093-7:1997

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b7673c14-d271-48f8-e76-1ce6f4ab92f5/iso-11093-7-1997>



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 11093-7 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 6, *Papiers, cartons et pâtes*, sous-comité SC 3, *Dimensions et masse des produits en papiers, cartons et pâtes*.

L'ISO 11093 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Papier et carton — Essais des mandrins*:

- *Partie 1: Échantillonnage*
- *Partie 2: Conditionnement des échantillons pour essai*
- *Partie 3: Détermination de la teneur en eau par séchage à l'étuve*
- *Partie 4: Mesurage des dimensions*
- *Partie 5: Détermination des caractéristiques de rotation*
- *Partie 6: Détermination de la résistance à la flexion par la méthode des trois points*
- *Partie 7: Détermination du module de flexion par la méthode à trois points*
- *Partie 8: Détermination de la fréquence propre et du module de flexion par analyse modale expérimentale*
- *Partie 9: Détermination de la résistance à l'écrasement à plat*

© ISO 1997

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

Papier et carton — Essais des mandrins —

Partie 7:

Détermination du module de flexion par la méthode à trois points

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 11093 prescrit une méthode pour la détermination du module de flexion des mandrins cylindriques de papier et carton, qui respectent les critères suivants:

- diamètre interne: 50 mm à 350 mm;
- épaisseur de paroi minimale: 0,02 fois le diamètre interne ou $\geq 2,0$ mm;
- longueur minimale du mandrin: 8 fois le diamètre interne ou $\geq 1\,000$ mm.

NOTE — Pour la détermination de la fréquence propre et du module de flexion par analyse modale expérimentale, voir l'ISO 11093-8.

[ISO 11093-7:1997](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b7673c14-d271-4f8f-8e76-1ce6f4ab92f5/iso-11093-7-1997)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b7673c14-d271-4f8f-8e76-1ce6f4ab92f5/iso-11093-7-1997>

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 partie de l'ISO 11093. 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 partie de l'ISO 11093 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 11093-1:1994, *Papier et carton — Essais des mandrins — Partie 1: Échantillonnage.*

ISO 11093-2:1994, *Papier et carton — Essais des mandrins — Partie 2: Conditionnement des échantillons pour essais.*

ISO 11093-3:1994, *Papier et carton — Essais des mandrins — Partie 3: Détermination de la teneur en eau par séchage à l'étuve.*

ISO 11093-8:1997, *Papier et carton — Essais des mandrins — Partie 8: Détermination de la fréquence propre et du module de flexion par analyse modale expérimentale.*

3 Définition

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 11093, la définition suivante s'applique.

3.1 module de flexion, E : Propriété du matériau qui, avec les dimensions du mandrin, caractérise la résistance du mandrin à la déformation par flexion.

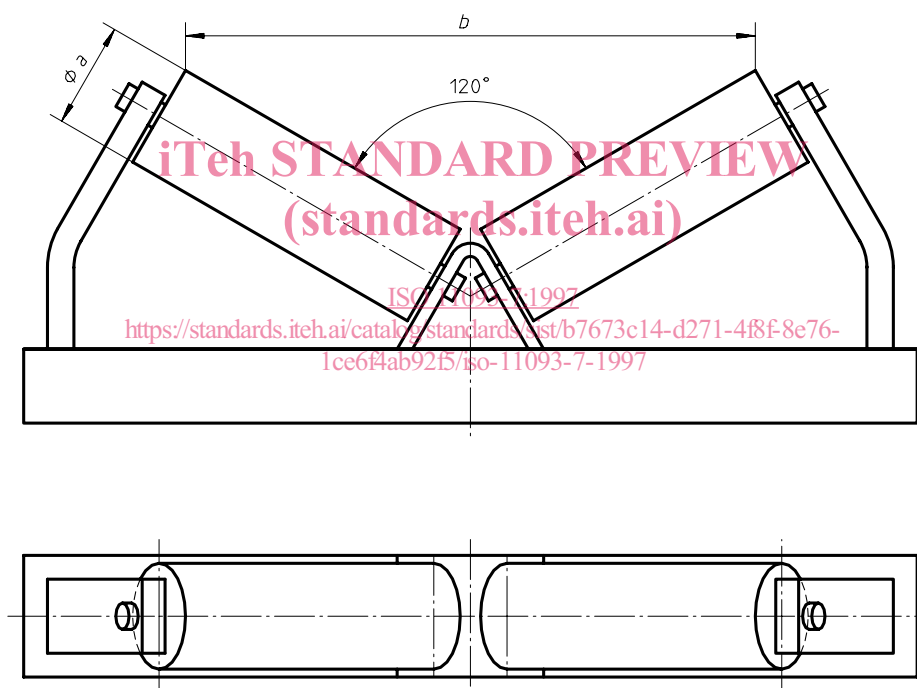
4 Principe

Dans l'essai de flexion, la théorie de la poutre de Timoshenko est utilisée pour calculer les flèches de flexion, l'éprouvette étant considérée comme une «poutre». La théorie tient compte de l'influence des déformations par cisaillement sur la flèche. Pendant l'essai, l'éprouvette est maintenue par ses extrémités et soumise transversalement à une force exercée par un poids suspendu. Des précautions spéciales sont mises en œuvre pour éviter une déformation permanente de l'éprouvette et pour garantir la validité des formules de calcul. Le module de flexion est calculé comme indiqué à l'article 8.

5 Appareillage

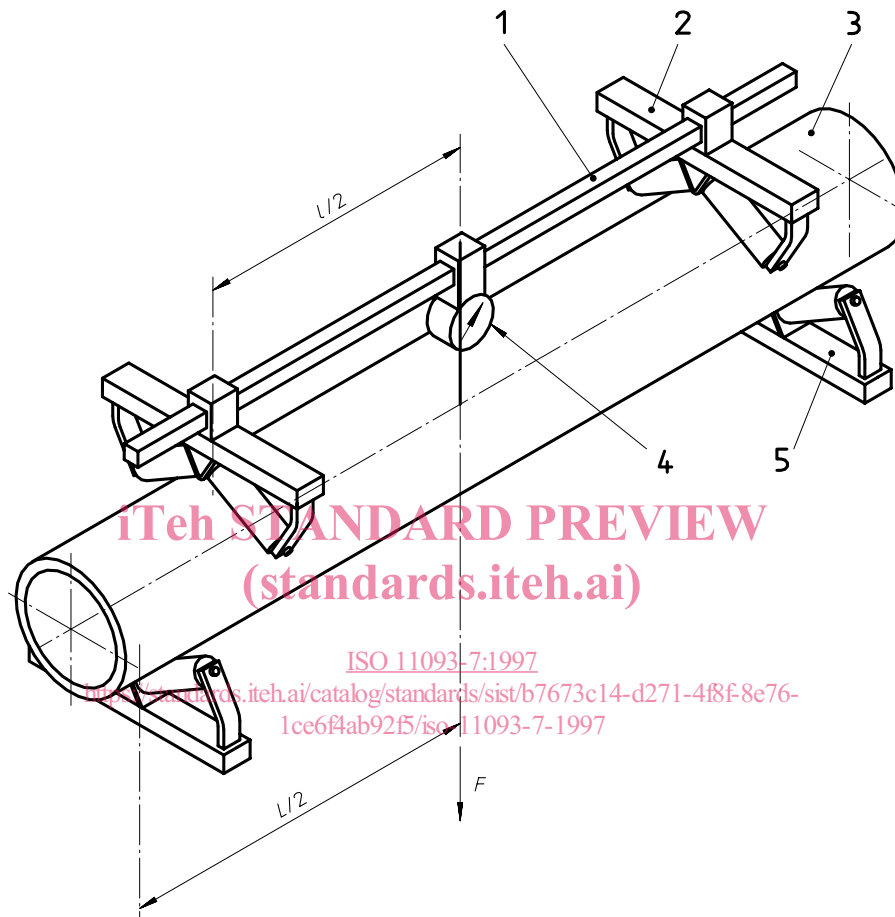
5.1 Support de l'éprouvette

L'éprouvette est maintenue à chaque extrémité par un montage d'appuis prismatiques à deux rouleaux, comme indiqué à la figure 1. L'angle entre les deux rouleaux doit être de $(120 \pm 2)^\circ$. Le diamètre (a) des rouleaux doit être de (30 ± 1) mm. La largeur (b) doit être suffisante pour que l'éprouvette repose sur les surfaces cylindriques des rouleaux.



5.2 Dispositif de mesure

La modification de la flèche f de l'éprouvette est mesurée dans la direction de la force appliquée à l'aide d'un comparateur placé au-dessus de l'éprouvette (voir figure 2). Ce comparateur doit avoir une résolution de 0,01 mm. Le système de mesure est composé de deux appuis prismatiques, d'une barre d'appui et d'un comparateur. Les appuis prismatiques ont la même forme que ceux qui maintiennent l'éprouvette. Il convient de pouvoir régler facilement la distance entre les deux appuis.



Légende

- 1 Barre d'appui
 - 2 Appui prismatique
 - 3 Éprouvette
 - 4 Touche de mesure
 - 5 Appui prismatique à deux rouleaux
- L , l et F sont définies à l'article 8

Figure 2 — Schéma du dispositif de mesure

5.3 Charge

L'importance de la charge à utiliser dans l'essai dépend de la longueur de mesure l et est calculée à l'aide de la formule (5). La charge est appliquée à l'éprouvette par des poids suspendus. La largeur de la courroie doit être d'environ 50 mm (voir figure 3).

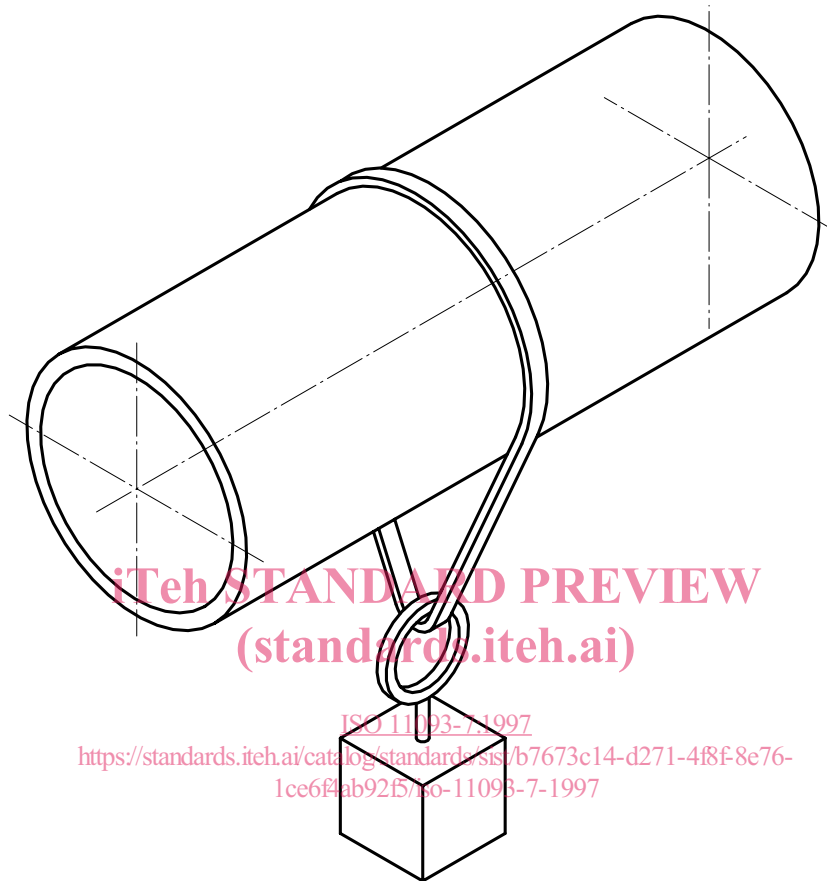


Figure 3 — Schéma du dispositif de charge

6 Éprouvette

6.1 Échantillonnage

Les échantillons doivent être prélevés conformément à l'ISO 11093-1.

6.2 Taille des éprouvettes

La longueur minimale d'une éprouvette doit correspondre à 8 fois le diamètre interne du mandrin ou doit être ≥ 1000 mm.

6.3 Conditionnement

L'éprouvette doit être conditionnée conformément à l'ISO 11093-2. Mesurer la teneur en eau de l'éprouvette conformément à l'ISO 11093-3.

L'éprouvette dans la pratique doit être conditionnée et séchée de façon que sa teneur en eau soit égale à celle spécifiée pour le lot.

7 Mode opératoire

7.1 Généralités

Effectuer l'essai dans les mêmes conditions atmosphériques que celles utilisées pour le conditionnement de l'éprouvette.

7.2 Mise en place des appuis et de l'éprouvette

Placer les appuis prismatiques à deux rouleaux symétriquement par rapport à la force appliquée, F , et de telle sorte que la distance qui sépare leur points centraux soit inférieur de (300 ± 2) mm à la longueur totale de l'éprouvette.

La distance entre les points centraux des rouleaux d'appui est la longueur d'appui, L ; elle doit être déterminée à ± 2 mm.

Centrer l'éprouvette sur les appuis à ± 5 mm.

Placer les appuis prismatiques du dispositif de mesure symétriquement par rapport à la force appliquée, F .

Placer les faces internes des appuis de manière que la distance entre ces derniers soit inférieure de (600 ± 2) mm à la longueur totale de l'éprouvette.

La distance entre les points centraux des appuis prismatiques du dispositif de mesure correspond à la longueur l et doit être déterminée à ± 2 mm.

7.3 Mise en place du comparateur

Monter le comparateur verticalement sur la barre d'appui et le placer au milieu de la longueur de mesure, l , de l'éprouvette, à ± 2 mm, de façon que la flèche transversale soit mesurée à partir du côté supérieur de l'éprouvette.

7.4 Application de la charge

Appliquer la charge à l'aide d'un poids approprié suspendu à une courroie placée au centre de la longueur de mesure, l , de l'éprouvette (voir figure 3).

7.5 Détermination

Après application de la charge, mais sans attendre plus de 2 s, lire la valeur de la flèche indiquée par le comparateur. La valeur obtenue pour f et la valeur de la charge, F , sont introduites dans la formule (1) pour le calcul du module de flexion pour chaque éprouvette.

8 Calcul du module de flexion

Le module de flexion, E , ou module de Young en flexion, est calculé, en newtons par millimètre carré, par la formule

$$E = \frac{Fl^3(1 + C_e + C_s)}{48lf} \quad \dots (1)$$

où

F est la force appliquée transversalement, en newtons;

l est la distance entre les centres des appuis prismatiques du dispositif de mesure, en millimètres;

I est le moment de la superficie d'ordre deux de la section transversale du mandrin, en millimètres à la puissance quatre;

f est la différence, en millimètres, des flèches mesurées dans la direction de la force appliquée, respectivement avec et sans application de la force;

C_e est un coefficient sans dimension, qui prend en compte la différence de longueur de portée;

C_s est un coefficient sans dimension qui prend en compte l'influence de la déformation par cisaillement sur la flèche de flexion.

I est calculé par la formule

$$I = \frac{\pi}{64} (D^4 - d^4) \quad \dots (2)$$

où

D est le diamètre externe du mandrin, en millimètres;

d est le diamètre interne du mandrin, en millimètres.

Le coefficient C_e est calculé par la formule

$$C_e = 1,5 \left(\frac{L}{l} - 1 \right) \quad \dots (3)$$

où L est la différence entre les centres des appuis prismatiques à deux rouleaux, en millimètres.

Le coefficient C_s est calculé par la formule (standards.iteh.ai)

$$C_s = \frac{1,55 (D^4 + d^4) + 7,25 D^2 d^2}{l^2 (D^2 + d^2)} \quad \dots (4)$$

ISO 11093-7:1997
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b7673c14-d271-48f8-8e76-1ce6f4ab92f5/iso-11093-7-1997>

9 Conditions de mesurage

La force nécessaire, F , peut être calculée, en newtons, approximativement par la formule

$$F = \frac{24 \cdot E_{\text{ass}} \cdot I}{l^3 (1 + C_e + C_s)} \quad \dots (5)$$

où

E_{ass} est une valeur supposée du module de flexion, en newtons par millimètre carré;

I , l , C_e et C_s sont définis après la formule (1).

NOTE — En général, la flèche du mandrin est comprise entre 0,2 mm et 0,7 mm.

10 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit comprendre les indications suivantes:

- a) référence de la présente partie de l'ISO 11093;
- b) type et désignation des mandrins essayés;
- c) lieu et date de l'échantillonnage;

- d) lieu et date de l'essai;
- e) nombre d'éprouvettes soumises à essai;
- f) dimensions des mandrins;
- g) teneur en eau mesurée;
- h) l , L , f et F ;
- i) valeurs individuelles et moyennes pour E ;
- j) écarts, s'il y a lieu, par rapport à la présente partie de l'ISO 11093;
- k) date et signature.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 11093-7:1997](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b7673c14-d271-4f8f-8e76-1ce6f4ab92f5/iso-11093-7-1997)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b7673c14-d271-4f8f-8e76-1ce6f4ab92f5/iso-11093-7-1997>