

NORME
INTERNATIONALE

ISO
5628

Première édition
1990-11-15

**Papier et carton — Détermination de la
résistance à la flexion par des méthodes
statiques — Principes généraux**

iTeh STANDARD PREVIEW

*Paper and board — Determination of bending stiffness by static
methods — General principles*

ISO 5628:1990

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/dac2332d-3215-470d-a7fa-e4b5b43109e1/iso-5628-1990>



Numéro de référence
ISO 5628:1990(F)

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 5628 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 6, *Papiers, cartons et pâtes*.

[ISO 5628:1990](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/dac2332d-3215-470d-a7fa-e4b5b43109e1/iso-5628-1990>

© ISO 1990

Droits de reproduction réservés. 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

Imprimé en Suisse

Introduction

La résistance à la flexion est considérée comme une propriété importante du papier et du carton, et un grand nombre de méthodes d'essai ont été utilisées pour sa détermination. Cela est dû, en partie du moins, à la gamme étendue des valeurs obtenues. Pour les papiers et cartons dont les valeurs de grammage sont dans la plage 50 g/m² à 500 g/m², la résistance à la flexion pourrait varier de 1 à plus de 1 000. Cette très importante variation se reflète dans la conception des instruments prévus pour le mesurage de cette propriété.

Un second facteur à prendre en compte est que, d'une manière générale, la résistance à la flexion (telle qu'elle est déterminée ici) ne peut être déterminée avec précision que dans certaines limites eu égard au degré de déformation imposé à l'éprouvette. Ces limites dépendent, en effet, des dimensions de l'éprouvette et de la méthode d'essai utilisée.

La présente Norme internationale est prévue pour permettre de mesurer et de décrire la résistance à la flexion (telle qu'elle est définie ici) de façon convenable malgré les variations du type de matériau et de conception de l'instrument. On s'apercevra que de nombreux instruments disponibles dans le commerce peuvent être considérés comme donnant des résultats conformes à la présente Norme internationale seulement dans une partie de la plage de résistance à la flexion, ou pour seulement certains des matériaux pour lesquels ils ont été conçus originellement. Il est donc prévu que la présente Norme internationale sera utilisée comme base pour la préparation des méthodes détaillées permettant de déterminer la résistance à la flexion, à l'aide d'instruments particuliers.

Il convient d'attirer l'attention sur l'ISO 5629:1983, *Papier et carton — Détermination de la résistance à la flexion — Méthode par résonance*, qui traite d'une méthode dynamique (par résonance) de mesurage de la résistance à la flexion.

Page blanche

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 5628:1990

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/dac2332d-3215-470d-a7fa-e4b5b43109e1/iso-5628-1990>

Papier et carton — Détermination de la résistance à la flexion par des méthodes statiques — Principes généraux

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale fixe les principes généraux à suivre pour la préparation des méthodes d'essai permettant de déterminer la résistance à la flexion de tous types de papier et de carton à l'aide de méthodes statiques, en appliquant une charge linéaire dans laquelle la masse de l'éprouvette a une importance négligeable.

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 186:1985, *Papier et carton — Échantillonnage pour déterminer la qualité moyenne.*

ISO 187:1977, *Papier et carton — Conditionnement des échantillons.*

ISO 534:1988, *Papier et carton — Détermination de l'épaisseur et de la masse volumique des feuilles uniques ou des feuilles en liasses.*

ISO 2493:1973, *Papier et carton — Détermination de la rigidité — Méthode par flexion statique.*

3 Définition

Pour les besoins de la présente Norme internationale, la définition suivante s'applique.

résistance à la flexion, R : Moment de la résistance par unité de largeur qu'un papier ou un carton offre à une flexion, dans les limites de déformation élastique. Elle peut être définie mathématiquement par

$$\frac{EI}{b}$$

où

E est le module d'élasticité, c'est-à-dire le module de Young;

I est le moment quadratique d'aire plane (moment d'inertie) de la section transversale par rapport à un axe passant par le centre de cette section, dans son plan, et perpendiculaire à la direction de la flexion;

b est la largeur de la section transversale considérée.

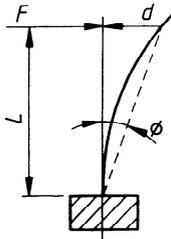
NOTE 1 Il est à noter que, dans le cas de structures multijets, cette définition manque de précision mais, pour la présente Norme internationale, elle est suffisante pour permettre d'effectuer des mesurages.

4 Principe

La résistance à la flexion d'un matériau, qui est proportionnelle au produit de son module d'élasticité (E) dans la direction appropriée par son moment d'inertie (I), peut, en pratique, être plus directement déterminée comme étant le rapport de la force par unité de largeur, appliquée à angle droit sur l'éprouvette, à la flexion linéaire qui résulte de l'application de cette force. On peut envisager trois méthodes différentes de charge qui sont présentées sous forme de schémas de la figure 1 à la figure 3. La charge en deux points convient aux matériaux légers et la charge en trois ou quatre points est recommandée pour les matériaux plus lourds.

Il convient d'effectuer l'essai de papiers très flexibles avec la partie plane de l'éprouvette en position verticale.

4.1 Charge en deux points



La force est appliquée à l'éprouvette par le mouvement de la tige de flexion.

L est la longueur d'essai (longueur de flexion), c'est-à-dire la distance entre le haut de la pince et la tige de flexion;

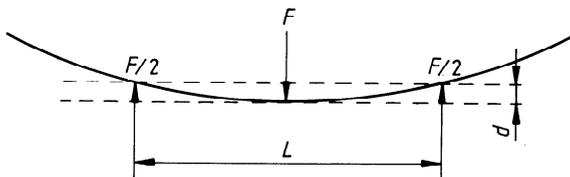
F est la force de flexion appliquée à l'éprouvette via la tige de flexion;

d est la flexion et le mouvement de la tige de flexion;

ϕ est arctan (d/L), c'est-à-dire la flexion angulaire.

Figure 1

4.2 Charge en trois points



La force est appliquée par un mouvement des supports par rapport à une tige placée entre eux, au centre.

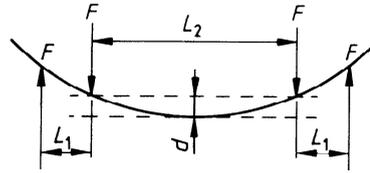
L est la distance entre les deux supports;

F est la force de flexion appliquée à angle droit à l'éprouvette et mesurée par l'intermédiaire de la tige;

d est la flexion de l'éprouvette à mi-distance des supports.

Figure 2

4.3 Charge en quatre points



La force est appliquée par le mouvement de la paire de supports externes par rapport à la paire de supports internes.

L_1 est la distance entre chaque support externe et le support interne le plus proche;

L_2 est la distance entre les deux supports internes;

F est la force au niveau des supports dans une direction perpendiculaire à l'éprouvette non fléchie (sur la plupart des instruments, la force mesurée sera $2F$);

d est la flexion de l'éprouvette à mi-distance des supports internes, mesurée à partir de la ligne passant par les points de contact des supports internes et de l'échantillon.

Figure 3

5 Appareillage

Tout appareillage conforme à la présente Norme internationale doit satisfaire aux exigences suivantes.

ISO 5628:1990

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/23343215-470d-478e-e4b5b43109e1/iso-5628-1990>

NOTE 2 L'appareillage peut consister en un instrument spécifiquement conçu pour mesurer la résistance à la flexion, ou une fixation, ou encore un berceau utilisé en même temps qu'un appareil approprié pour les essais de traction ou de compression.

Il devrait être de préférence d'un type permettant l'enregistrement continu de la courbe force/flexion.

Avec certains instruments à charge en deux points, on peut mesurer l'angle de flexion plutôt que la flexion linéaire de l'éprouvette, ou on peut utiliser un angle de flexion constant.

Dans certains instruments à charge en deux points, on mesure plutôt le moment de force ($M = FL$) que la force (F).

5.1 Mesurage de la force de flexion

La force de flexion appliquée doit être mesurable avec une précision de lecture de $\pm 2\%$.

5.2 Mesurage de la flexion

La flexion obtenue doit être mesurable avec une précision de lecture de $\pm 2\%$ et ne doit pas comprendre de distorsion de l'applicateur de force.

Lorsqu'il est séparé de l'applicateur de force, l'indicateur de flexion ne doit pas imprimer à l'éprouvette

une force de flexion supérieure à 1 % de la force de flexion.

5.3 Mesurage des longueurs d'essai

Les longueurs d'essai L , L_1 et L_2 doivent être connues avec une précision de $\pm 1\%$ au moins car cette valeur apparaît au cube dans le calcul des résultats.

5.4 Taux d'application de la force de flexion

Le taux d'application de la force de flexion (vitesse d'application de la charge) ne doit pas varier de plus de 25 % par rapport à sa valeur maximale pendant un essai.

5.5 Pincés pour l'éprouvette

Les pincés (à charge en deux points) doivent maintenir solidement l'éprouvette, sans trop la comprimer, sur toute sa largeur, et elles doivent être à angle droit par rapport à la longueur de l'éprouvette.

5.6 Supports et tiges d'essai pour l'éprouvette

Les supports et tiges d'essai devraient de préférence assurer un contact linéaire effectif avec l'éprouvette et doivent être à angle droit par rapport à l'éprouvette. La zone en contact avec l'éprouvette doit être arrondie et avoir un rayon nettement inférieur au rayon de courbure minimal de l'éprouvette pendant un essai. Dans le cas de supports, le rayon de courbure de la surface de contact doit être tel que la longueur d'essai ne change pas de plus de 1 % de la longueur non fléchie de l'éprouvette pendant un essai.

NOTE 3 Dans certains instruments, la tige n'entre pas en contact linéaire avec l'éprouvette.

6 Limites d'utilisation des instruments

Il convient d'effectuer les mesurages de la résistance à la flexion sur la plage limitée de flexion pour laquelle la relation charge-extension du matériau est principalement linéaire. Avec les instruments qui permettent de tracer le diagramme de la force appliquée par rapport à la flexion, on peut utiliser la pente initiale de la courbe pour obtenir le terme F/d utilisé pour calculer les résultats. Lorsqu'on effectue l'essai, soit en appliquant une force déterminée et en mesurant la flexion, soit en mesurant la force nécessaire pour produire une flexion déterminée, il faut veiller à ne pas dépasser les limites de linéarité. Ces limites varieront d'un matériau à l'autre. Les limites suivantes ont été évaluées en supposant que la linéarité peut être acceptée jusqu'à 0,2% de déformation. La limite imposée à d_a , flexion maximale admise, est directement proportionnelle à cette valeur de limitation de la défor-

mation et peut être ainsi facilement ajustée pour les matériaux qui ont une valeur différente.

a) Charge en deux points

$$d_a = \frac{1,3L^2}{t}; \Phi_a = \frac{76L}{t}$$

b) Charge en trois points

$$d_a = \frac{0,33L^2}{t}$$

c) Charge en quatre points

$$d_a = \frac{0,5L^2}{t}$$

où

d_a est la flexion maximale admissible, en millimètres;

L est la longueur d'essai, en millimètres;

t est l'épaisseur, en micromètres, de l'éprouvette;

Φ_a est la flexion angulaire maximale admissible, en degrés.

Deux autres limites doivent être considérées dans le cas de charge en deux points et en trois points.

En effet:

1) La théorie de la flexion simple utilisée pour le calcul des résultats suppose que la dérivée première de la flexion par position est zéro à tous les points de l'éprouvette. Ceci n'est pas rigoureusement exact et pour continuer à limiter les erreurs à moins de 5 %, il faut appliquer les limites suivantes:

1) charge en deux points

$$d_a \nlessdot 0,132L; \Phi_a \nlessdot 7,5^\circ$$

2) charge en trois points

$$d_a \nlessdot 0,067L$$

2) L'effet de cisaillement de l'éprouvette peut invalider la théorie de flexion simple. Afin de maintenir le taux d'erreurs dues à cet effet en dessous de 5 % pour la charge en deux points et la charge en trois points, il convient que la longueur de flexion soit au moins égale à 40 fois l'épaisseur t de l'éprouvette.

D'autres informations portant sur les limites de flexion, les taux de flexion et les dimensions de l'éprouvette seront incluses dans les normes pour les essais spécifiques.

NOTE 4 L'origine des valeurs limites données ci-dessus est indiquée dans le *Manuel des essais physiques et mécaniques du papier et du carton*, vol. 1, chapitre 7, pp. 323-347, Ed. R.E. Mark (Dekker).

7 Échantillonnage

Échantillonner conformément à l'ISO 186.

8 Conditionnement

Conditionner les échantillons conformément à l'ISO 187.

9 Préparations des éprouvettes

Effectuer la préparation des éprouvettes dans les conditions atmosphériques utilisées pour conditionner l'échantillon.

Préparer les éprouvettes conformément à l'article 6 à partir d'échantillons pris au hasard parmi ceux choisis. Il ne doit y avoir aucune fronce, aucune défectuosité apparente ni chaînette dans la zone d'essai et les éprouvettes ne doivent pas avoir de partie d'échantillon à 15 mm de l'arête d'une tôle ou d'un rouleau. S'il s'avère nécessaire d'inclure des chaînettes, cela doit être mentionné dans le rapport d'essai.

Découper une éprouvette à la fois. Les arêtes des éprouvettes doivent être droites, parallèles, découpées proprement et intactes. Marquer les éprouvettes afin d'indiquer le sens de l'essai et la surface appropriée (voir 10.5).

Il faut veiller à ce que les éprouvettes ne soient pas endommagées pendant la préparation ou la manipulation ultérieure. On mesure la résistance dans le sens machine lorsque la cote L est dans le sens machine. Il faut découper au moins 10 éprouvettes dans chaque sens.

10 Mode opératoire

10.1 Généralités

Le mode opératoire utilisé dépend, d'une certaine façon, de la conception de l'instrument d'essai et de l'éventuelle obtention d'un enregistrement continu de la force et de la flexion pendant l'essai. Effectuer l'essais dans l'atmosphère normale dans laquelle l'échantillon a été conditionné.

Mesurer l'épaisseur de l'éprouvette à l'aide d'un instrument conformément à l'ISO 534.

S'assurer que les résultats ne sont pas affectés par le gondolage de l'éprouvette, surtout lorsque l'axe de courbure de la bande d'essai est dans le sens dans lequel on veut mesurer la résistance à la flexion.

NOTE 5 Lorsqu'un réglage de l'instrument ne compense pas le gondolage de l'éprouvette et qu'on ne dispose pas d'éprouvettes plates, il peut s'avérer nécessaire d'avoir un résultat pour l'essai de résistance à la flexion, même au prix d'une précision moindre. Dans ces cas-là, passer l'éprouvette délicatement sur une arête lisse, appliquée à l'extérieur de la feuille gondolée, de préférence avant le découpage et le conditionnement des éprouvettes. Cette opération peut cependant provoquer une perte de résistance et, si cela a été mis à exécution, il y a lieu de le préciser clairement dans le rapport d'essai.

10.2 Charge en deux points

Choisir la longueur d'essai la plus appropriée (longueur de flexion) et régler l'instrument en conséquence.

Fixer l'éprouvette et régler l'instrument de façon que la tige de flexion vienne juste en contact avec l'éprouvette. Il ne devrait alors y avoir aucune force de flexion.

10.3 Charge en trois points

Choisir la longueur d'essai la plus appropriée et régler l'instrument en conséquence.

Poser l'éprouvette sur les supports extrêmes et régler l'appui central juste au contact de l'éprouvette. Il ne devrait alors y avoir aucune force de flexion.

10.4 Charge en quatre points

Choisir la longueur d'essai la plus appropriée et régler l'instrument en conséquence. Les points d'application sont normalement disposés de façon que $2L_1$ et L_2 soient pratiquement égales.

Poser l'éprouvette sur la paire de supports inférieure et, si possible, régler la paire de supports supérieure (interne) de façon à toucher à peine l'éprouvette. Il ne devrait alors y avoir aucune force de flexion.

10.5 Toutes méthodes

Si l'instrument est équipé d'un système permettant d'obtenir un enregistrement continu de la force et de la flexion, effectuer l'essai jusqu'à ce qu'apparaisse une nette divergence par rapport à la linéarité dans la relation entre ces deux quantités. Si l'on ne dispose d'aucun système d'enregistrement, effectuer l'essai jusqu'à ce que l'on obtienne la valeur de force enregistrée et enregistrer la force et la flexion finales.

Effectuer cinq essais, chaque surface du matériau formant l'extérieur de la courbure, et enregistrer les résultats séparément. Si la différence entre les valeurs moyennes pour chaque surface est significa-

tive, rapporter séparément la valeur moyenne et le coefficient de variation pour chaque surface.

Vérifier que les limites de flexion et les longueurs d'essai prescrites dans l'article 6 ainsi que les limites d'élasticité n'ont pas été dépassées. Pour cela, la valeur de la flexion doit être la somme de la flexion de l'éprouvette de par son poids et de celle induite pendant l'essai.

Pour le calcul des résultats, utiliser la flexion induite pendant l'essai.

Effectuer les essais avec des éprouvettes découpées dans les deux sens principaux de l'échantillon si cela est requis.

11 Expression des résultats

11.1 Diagramme force-flexion

Si, pendant l'essai, on enregistre un diagramme force-flexion, déterminer la pente de la portion droite de la relation et donc déterminer F/d , F/Φ ou M/Φ , selon le cas.

11.2 Charge en deux points

11.2.1 Lorsqu'on mesure la flexion d de l'éprouvette

$$S = \frac{FL^3}{3db}$$

où

- S est la résistance à la flexion, en millinewtons mètres;
- F est la force de flexion, en newtons;
- L est la longueur d'essai (longueur de flexion), en millimètres;
- b est la largeur d'essai, en millimètres;
- d est la flexion, en millimètres.

11.2.2 Lorsque la flexion angulaire Φ de l'éprouvette est constante et connue ou lorsqu'on la mesure

$$S = \frac{19,1FL^2}{\Phi b}$$

où Φ est la flexion angulaire, en degrés.

NOTE 6 Pour les instruments avec lesquels on mesure le moment de force (M) sur la pince, il convient de calculer F à partir de

$$F = \frac{M}{L}$$

et d'explicitier les unités.

11.3 Charge en trois points

$$S = \frac{FL^3}{48db}$$

11.4 Charge en quatre points

$$S = \frac{FL_1L_2^2}{8db}$$

où

L_1 est la distance, en millimètres, entre le support externe et le support interne le plus proche;

L_2 est la distance, en millimètres, entre les supports internes.

NOTE 7 Il convient de veiller à ce que la valeur de la force, F , figurant dans cette équation, soit telle qu'elle est définie en 4.3. Pour de nombreux instruments, F est la moitié de la force indiquée.

11.5 Unités à utiliser

Il y a lieu d'exprimer les valeurs en micronewtons mètres ($\mu\text{N}\cdot\text{m}$), millinewtons mètres ($\text{mN}\cdot\text{m}$), newtons mètres ($\text{N}\cdot\text{m}$) ou kilonewtons mètres ($\text{kN}\cdot\text{m}$), selon le cas.

12 Fidélité

Aucune instruction générale n'est possible quant à la fidélité du présent essai étant donné qu'elle variera selon le type particulier d'instrument utilisé et selon le papier ou le carton soumis aux essais.

13 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit contenir les indications suivantes:

- a) la référence à la présente Norme internationale;
- b) la date et le lieu de l'essai;
- c) le principe de la méthode utilisée (c'est-à-dire la charge en deux, trois ou quatre points) et, pour les instruments qui sont disponibles dans le commerce, le fabricant et le type de l'instrument;
- d) l'atmosphère de conditionnement utilisée;