
Norme internationale



1924/2

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

**Papier et carton — Détermination des propriétés
de traction —
Partie 2 : Méthode à gradient d'allongement constant**

Paper and board — Determination of tensile properties — Part 2 : Constant rate of elongation method

Première édition — 1985-08-15

CDU 676.3/.7 : 620.172

Réf. n° : ISO 1924/2-1985 (F)

Descripteurs : papier, carton, essai, essai de traction, détermination, propriété tensorielle, résistance à la traction, préparation de spécimen d'essai, résultats 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 1924/2 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 6, *Papiers, cartons et pâtes*.

Papier et carton — Détermination des propriétés de traction —

Partie 2 : Méthode à gradient d'allongement constant

0 Introduction

La méthode spécifiée dans la présente partie de l'ISO 1924 pour la détermination de la force de rupture est similaire à la méthode spécifiée dans l'ISO 1924/1. La méthode nécessite l'emploi d'un appareil d'essai travaillant à gradient d'allongement constant. La méthode décrite dans l'ISO 1924/1 nécessite une vitesse constante d'application de force de traction telle que la rupture se produise dans un temps moyen de 20 ± 5 s.

À cause des principes différents, la comparaison des résultats obtenus en utilisant un appareil se conformant à l'ISO 1924/1 et à la présente partie de l'ISO 1924 n'est pas recommandée. Lorsqu'une telle comparaison est nécessaire, il faut l'entreprendre seulement si le temps nécessaire à la rupture de l'éprouvette est du même ordre pour les essais respectifs.

1 Objet et domaine d'application

La présente partie de l'ISO 1924 spécifie une méthode de mesurage de la résistance à la rupture par traction, de l'allongement à la rupture et du travail absorbé à la rupture par traction du papier et du carton, en utilisant un appareil d'essai à gradient d'allongement constant. Elle spécifie également des méthodes de calcul de l'indice de traction, de l'indice de travail absorbé à la rupture par traction et de la longueur de rupture.

Elle est applicable à tous les papiers et cartons, à l'exception des papiers à fort allongement et du carton ondulé, mais elle peut être appliquée aux composants de ceux-ci.

2 Références

ISO 186, *Papier et carton — Échantillonnage pour déterminer la qualité moyenne.*¹⁾

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

ISO 536, *Papier et carton — Détermination du grammage.*

ISO 1924/1, *Papier et carton — Détermination des propriétés de traction — Partie 1 : Méthode à vitesse constante d'application de charge.*

ISO 5270, *Pâtes — Feuilles de laboratoire — Détermination des propriétés physiques.*

3 Définitions

Dans le cadre de la présente partie de l'ISO 1924, les définitions suivantes sont applicables.

3.1 résistance à la rupture par traction : Force de traction maximale par unité de largeur que le papier ou le carton peut supporter avant de se rompre dans les conditions définies par la méthode d'essai normalisée.

3.2 longueur de rupture : Longueur limite calculée, au-delà de laquelle une bande de papier ou de carton d'une largeur quelconque mais uniforme, supposée suspendue par l'une de ses extrémités, se rompt sous l'effet de son propre poids.

3.3 indice de traction : Quotient de la résistance à la rupture par traction (exprimée en newtons par mètre) par le grammage.

3.4 allongement à la rupture : Allongement mesuré au moment de la rupture de l'éprouvette de papier ou de carton étirée dans les conditions définies par la méthode d'essai normalisée. Il est généralement exprimé en pourcentage de la longueur initiale.

1) Actuellement au stade de projet. (Révision de l'ISO 186-1977.)

3.5 travail absorbé à la rupture par traction : Travail total fourni par unité de surface d'un papier ou d'un carton allongé jusqu'à la rupture.

3.6 indice de travail absorbé à la rupture par traction : Quotient du travail absorbé à la rupture par traction par le grammage.

4 Principe

Une éprouvette de dimensions données est allongée jusqu'à la rupture à un gradient d'allongement constant à l'aide d'un appareillage d'essai mesurant la force de traction et, si nécessaire, l'allongement de l'éprouvette. La force de traction maximale et, si nécessaire, l'allongement correspondant à cette force sont enregistrés.

Si la force de traction et l'allongement de l'éprouvette sont enregistrés de façon continue, le travail absorbé à la rupture par traction peut être déterminé.

À partir des résultats obtenus et de la connaissance du grammage de l'échantillon, la longueur de rupture, l'indice de traction et l'indice de travail absorbé à la rupture par traction peuvent être calculés.

5 Appareillage

5.1 Machine d'essai, conçue pour tendre une éprouvette de dimensions données à un gradient d'allongement constant approprié et mesurer la force de traction et, si nécessaire, l'allongement produit. La force de traction peut être enregistrée en fonction de l'allongement sur un enregistreur à diagramme en bande ou sur tout autre dispositif. La machine d'essai comprend les éléments suivants.

5.1.1 Moyens de mesurer et, si possible, d'enregistrer la force de traction avec une précision de $\pm 1\%$ de la force vraie et, si nécessaire, l'allongement avec une précision de $\pm 0,1$ mm.

NOTE — La précision de mesurage de l'allongement est très importante. Un extensiomètre approprié, placé directement sur l'éprouvette est recommandé pour le mesurage précis de l'allongement vrai. Ceci évite la possibilité d'inclure, dans le mesurage, tout allongement apparent qui peut résulter d'un glissement non décelé de l'éprouvette dans les mâchoires ou de l'absorption au niveau des liaisons de l'appareil. Cette dernière dépend de la charge appliquée et l'erreur peut augmenter en raison de l'usure des liaisons des appareils en service depuis quelque temps.

5.1.2 Mâchoires, au nombre de deux, pour maintenir une éprouvette de la largeur requise (voir chapitre 8). Chaque mâchoire doit être conçue pour serrer l'éprouvette fermement sur toute sa largeur mais sans l'endommager, suivant une ligne droite, et doit comporter un dispositif de réglage de la force de serrage. Les surfaces de serrage des mâchoires doivent se trouver dans le même plan et être alignées de façon qu'elles maintiennent l'éprouvette dans ce plan au cours de l'essai.

NOTE — Les mâchoires doivent, de préférence, serrer l'éprouvette entre une surface cylindrique et une surface plane, ou entre deux surfaces cylindriques, le plan de l'éprouvette étant tangent à la surface cylindrique.

D'autres types de mâchoires peuvent être utilisés à condition que l'éprouvette ne risque pas de glisser ou d'être détériorée pendant l'essai.

Les lignes de serrage doivent demeurer parallèles à $\pm 1^\circ$ pendant l'essai. De plus, elles doivent demeurer perpendiculaires à la direction d'application de la force de traction et à la longueur de l'éprouvette à $\pm 1^\circ$.

Les distances entre les lignes de serrage doivent être réglables à la longueur exigée par l'essai, à $\pm 1,0$ mm.

5.2 Dispositif de découpage des éprouvettes aux dimensions requises (voir chapitres 8 et 9).

5.3 Calculateur pour obtenir directement le travail à la rupture de l'éprouvette avec une précision de $\pm 2\%$, ou bien **planimètre** ou autre moyen pour mesurer l'aire comprise entre la courbe de traction-allongement et l'axe des allongements. Cela est nécessaire pour déterminer le travail absorbé à la rupture par traction.

6 Échantillonnage

L'échantillonnage doit être effectué conformément à l'ISO 186.

7 Conditionnement

Les échantillons doivent être conditionnés conformément à l'ISO 187.

8 Préparation des éprouvettes

Effectuer la préparation des éprouvettes dans les conditions atmosphériques normalisées utilisées pour le conditionnement de l'échantillon.

Si la longueur de rupture ou l'indice de traction est demandé, déterminer le grammage de l'échantillon conformément à l'ISO 536.

Préparer les éprouvettes à partir d'échantillons pris au hasard parmi ceux sélectionnés conformément au chapitre 6. Aucun(e) pli, fêlure apparente ou filigrane ne doit être présent(e) sur la surface d'essai et les éprouvettes ne doivent pas comporter de portion d'échantillon à moins de 15 mm du bord d'une feuille ou d'un rouleau. Si la nécessité d'inclure des filigranes est prouvée, ce fait doit être noté.

NOTE — La restriction de ne pas prélever à moins de 15 mm des bords ne s'applique pas aux feuilles de laboratoire.

Découper les éprouvettes une à une. Découper suffisamment d'éprouvettes pour obtenir 10 résultats valables dans chaque sens principal du papier ou du carton, c'est-à-dire le sens machine et le sens travers (voir 9.2).

Les bords des côtés les plus longs doivent être droits, parallèles à $\pm 0,1$ mm, coupés nettement et non endommagés.

NOTE — Il existe des papiers, par exemple le papier mousseline, qui sont difficiles à couper nettement. Dans de tels cas, une liasse composée de deux ou trois feuilles de papier mousseline intercalées avec un papier plus dur, tel que le papier écriture, peut être préparée et les éprouvettes peuvent être coupées dans cette tablette.

Les éprouvettes doivent avoir les dimensions suivantes :

- a) la largeur doit être de 15, 25 ou 50 mm, avec une tolérance de $-0,1$ mm et $+0,2$ mm;

NOTE — Toutes les largeurs se valent, le choix d'une largeur dépend de la largeur des mâchoires de l'appareil disponible et/ou du type de papier ou de carton à essayer.

- b) la longueur doit être telle que l'éprouvette puisse être placée dans les pinces sans toucher la section de l'éprouvette située entre les mâchoires; une longueur minimale de 250 mm est généralement suffisante. Lors des essais de feuilles de laboratoire, des instructions spéciales s'appliquent (voir ISO 5270).

NOTE — Certaines dimensions de produits tels que le papier hygiénique sont moindres que la longueur d'essai de 180 mm requise. Dans de tels cas, utiliser la longueur d'essai la plus grande, qui peut être réalisée, et noter la longueur utilisée dans le procès-verbal d'essai.

9 Mode opératoire

9.1 Étalonnage et réglage de l'appareil

Monter l'appareil ainsi qu'il est conseillé par le fabricant. Étalonner les organes de mesurage de la force de l'appareil et, si nécessaire, le mécanisme de mesurage de l'allongement, comme indiqué dans l'annexe.

Vérifier que les mâchoires sont alignées pour satisfaire aux conditions spécifiées en 5.1.2.

Régler la force de serrage de façon qu'aucun(e) glissement ou détérioration de l'éprouvette ne se produise au cours de l'essai.

Mettre en place les mâchoires de façon que la longueur d'essai (la distance entre les points les plus proches où l'éprouvette est fermement fixée) soit de $180 \pm 1,0$ mm (voir note 1). Vérifier que cette longueur d'essai est correcte en mesurant la distance comprise entre les deux traces produites par les mâchoires serrées sur une mince feuille d'aluminium.

Régler la vitesse de séparation des mâchoires, c'est-à-dire le gradient d'allongement de l'éprouvette à celle appropriée à la longueur d'essai utilisée, ainsi qu'il est précisé dans le tableau 1. (Voir note 2.)

Tableau 1 — Gradients d'allongement

Longueur d'essai nominale	Gradient d'allongement
mm	mm/min
180	20 ± 5
100	$10 \pm 2,5$

NOTES

1 Dans certains cas, une longueur d'essai différente peut être requise. Lors des essais du carton, une longueur d'essai de $200 \pm 1,00$ mm peut être requise. Lors des essais de feuilles de laboratoire (voir ISO 5270), il peut être difficile de placer une éprouvette dans une longueur d'essai de 100 mm sans toucher la surface d'essai entre les mâchoires. En ce cas, une longueur d'essai de 90 mm peut être utilisée.

2 Pour certaines qualités de papier et de carton, l'éprouvette peut se rompre rapidement, par exemple en moins de 5 s, ou après un certain temps, par exemple plus de 30 s. Dans de tels cas, un gradient d'allongement constant différent peut être utilisé, mais ce gradient doit être mentionné dans le procès-verbal d'essai.

9.2 Détermination

Effectuer les essais dans les conditions atmosphériques normalisées utilisées pour le conditionnement de l'échantillon.

Vérifier le zéro du dispositif de mesurage et, s'il est utilisé, celui du dispositif d'enregistrement.

Ajuster les mâchoires à la longueur d'essai requise et placer l'éprouvette dans les mâchoires, en s'assurant que les doigts ne touchent pas la surface d'essai entre les mâchoires. Placer dans l'axe et serrer fermement l'éprouvette pour éliminer tout mou visible et pour que l'éprouvette ne soit pas sujette à une tension importante. S'assurer que l'éprouvette est serrée de façon que ses bords soient parallèles à la direction d'application de la force de traction.

NOTE — Il peut s'avérer pratique d'attacher un poids léger, par exemple une masse de 10 g pour du papier léger, à la partie inférieure de l'éprouvette pendant que cette dernière est placée dans les mâchoires, afin d'éliminer le mou.

Commencer l'essai et le poursuivre jusqu'à ce que l'éprouvette se rompe. Noter la force de traction maximale appliquée et, si nécessaire, l'allongement à la rupture, en millimètres, à $\pm 0,1$ mm, et l'équivalent en travail, en joules, à moins de 2 % de l'aire située sous la courbe force de traction-allongement. Les instruments munis d'un calculateur fournissent une lecture directe de l'équivalent en travail.

Essayer au moins 10 éprouvettes découpées dans chaque sens principal du papier ou du carton, afin d'obtenir 10 résultats valables dans chaque sens.

Noter toutes les lectures, sauf celles pour les éprouvettes qui se rompent à moins de 10 mm des lignes de serrage. Cependant, si plus de 20 % des éprouvettes découpées dans un échantillon particulier se rompent à moins de 10 mm des lignes de serrage, rejeter toutes les lectures obtenues pour cet échantillon, examiner la machine d'essai pour voir si elle est conforme aux spécifications données en 5.1 et 9.1, et prendre les mesures appropriées pour y remédier le cas échéant.

10 Expression des résultats

10.1 Généralités

Calculer et exprimer séparément les résultats obtenus pour le sens machine et pour le sens travers s'il y a lieu. Pour le papier

ou le carton fabriqué mécaniquement, ces résultats correspondront respectivement au sens machine et au sens travers. Pour les feuilles de laboratoire, aucune distinction de ce genre ne peut être faite.

10.2 Symboles

Les symboles utilisés dans les formules sont les suivants :

m est la masse moyenne, en milligrammes, de la bande entre mâchoires;

l_B est la longueur de rupture, en kilomètres;

E est l'équivalent en travail, exprimé en joules ou millijoules, de l'aire située sous la courbe force de traction-allongement;

g est le grammage, en grammes par mètre carré;

S est la résistance à la rupture par traction, exprimée en kilonewtons par mètre;

l_i est la longueur initiale d'essai entre mâchoires, en millimètres;

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

\bar{F} est la force moyenne de traction, en newtons;

I est l'indice de traction, exprimé en newtons mètres par gramme;

Z est le travail absorbé à la rupture par traction, exprimé en joules par mètre carré;

I_Z est l'indice de travail absorbé à la rupture par traction, exprimé en millijoules par gramme.

10.3 Résistance à la rupture par traction

10.3.1 Calculer la résistance à la rupture par traction à l'aide de l'équation

$$S = \frac{\bar{F}}{w}$$

Exprimer la résistance à la rupture par traction avec trois chiffres significatifs.

NOTE — Pour du papier léger (par exemple papier mousseline), il peut être préférable d'exprimer la résistance à la rupture par traction en newtons par mètre.

10.3.2 Calculer l'écart-type des résultats.

10.4 Longueur de rupture

Si nécessaire, calculer la longueur de rupture à l'aide de l'équation

$$l_B = \frac{1}{9,8} \times \frac{S}{g} \times 10^3$$

ou

$$l_B = \frac{1}{9,8} \times \frac{\bar{F}}{wg} \times 10^3$$

l_B peut également être calculé à l'aide de l'équation

$$l_B = \frac{\bar{F}l_i}{9,8 m}$$

NOTE — Pour les appareils calibrés en kilogrammes-force, l'équation devient

$$l_B = \frac{\bar{F}l_i}{m}$$

10.5 Indice de traction

Si nécessaire, calculer l'indice de traction à l'aide de l'équation

$$I = \frac{S}{g} \times 10^3$$

Exprimer l'indice de traction avec trois chiffres significatifs.

I peut également être calculé à l'aide de l'équation

$$I = \frac{\bar{F}}{wg} \times 10^3$$

10.6 Allongement à la rupture

10.6.1 Si nécessaire, calculer la moyenne des allongements à la rupture des éprouvettes en millimètres, puis calculer l'allongement à la rupture en pourcentage de la longueur initiale d'essai et exprimer les résultats avec une décimale.

10.6.2 Calculer l'écart-type des résultats.

10.7 Travail absorbé à la rupture par traction

10.7.1 Si nécessaire, déterminer le travail absorbé à la rupture par traction pour chaque éprouvette, soit au moyen d'un calculateur attaché à la machine d'essai, soit à partir de l'aire située sous la courbe force-allongement jusqu'au point correspondant à la force de traction maximale. Si l'aire située sous la courbe force-allongement est utilisée, calculer le travail absorbé à la rupture par traction à l'aide de l'équation

$$Z = \frac{E}{wl_i} \times 10^6 \quad (\text{si } E \text{ est exprimé en joules})$$

ou

$$Z = \frac{E}{wl_i} \times 10^3 \quad (\text{si } E \text{ est exprimé en millijoules})$$

Calculer le travail moyen absorbé à la rupture par traction \bar{Z} et l'exprimer avec trois chiffres significatifs.

10.7.2 Calculer l'écart-type des résultats.

10.8 Indice de travail absorbé à la rupture par traction

Si nécessaire, calculer l'indice de travail absorbé à la rupture par traction à l'aide de l'équation

$$I_Z = \frac{\bar{Z}}{g} \times 10^3$$

Exprimer l'indice de travail absorbé à la rupture par traction avec trois chiffres significatifs.

11 Fidélité

La fidélité de l'essai dépend de la variabilité du papier ou du carton essayé. Les résultats d'essais effectués indépendamment aux Pays-Bas et aux États-Unis ont conduit à fournir les valeurs de répétabilité et de reproductibilité de la méthode, données dans le tableau 2.

Tableau 2 — Répétabilité et reproductibilité

Gamme de valeurs	Méthode	Répétabilité moyenne (%)	Reproductibilité moyenne
0,5 à 1,3 kN/m	Traction	5,8	Non connue
2,9 à 11,5 kN/m	Traction	3,8	12 %
0,7 à 1,9 %	Allongement	9,0	Non connue
1,4 à 2,6 %	Allongement	6,6	30 %
2,3 à 7,0 %	Allongement	4,5	Non connue
30 à 200 J/m ²	Travail absorbé	10	28 %

11.1 Répétabilité

La différence entre deux résultats individuels, obtenus sur un même matériau, par un opérateur utilisant le même appareil, dans un court intervalle de temps, ne doit pas dépasser la répétabilité en moyenne plus d'une fois sur vingt lors de l'application normale et correcte de la méthode.

11.2 Reproductibilité

La différence entre deux résultats individuels, obtenus indépendamment par deux opérateurs travaillant dans deux laboratoires différents sur le même matériau, ne doit pas dépasser la reproductibilité en moyenne plus d'une fois sur vingt lors de l'application normale et correcte de la méthode.

12 Procès-verbal d'essai

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

- a) la référence de la présente partie de l'ISO 1924;
- b) l'identification précise de l'échantillon;
- c) la date et le lieu de l'essai;
- d) l'atmosphère de conditionnement utilisée;
- e) les sens principaux, s'ils existent, du papier ou du carton, dans lesquels la détermination a été faite;
- f) la largeur de l'éprouvette utilisée pour l'essai;
- g) la longueur d'essai utilisée pour l'essai;
- h) le gradient d'allongement utilisé pour l'essai;
- j) le nombre d'éprouvettes utilisées pour l'essai;
- k) le nombre de lectures relevées;
- m) la résistance moyenne à la rupture par traction, avec trois chiffres significatifs;
- n) si nécessaire, la longueur de rupture;
- p) si nécessaire, l'indice de traction, avec trois chiffres significatifs;
- q) si nécessaire, l'allongement moyen à la rupture, exprimé en pourcentage de la longueur initiale d'essai, avec une décimale;
- r) si nécessaire, le travail moyen absorbé à la rupture par traction, avec trois chiffres significatifs;
- s) si nécessaire, l'indice de travail absorbé à la rupture par traction, avec trois chiffres significatifs;
- t) l'écart-type des résultats pour la résistance à la rupture par traction et, si nécessaire, pour l'allongement à la rupture, le travail absorbé à la rupture par traction et la longueur de rupture;
- u) le grammage de l'échantillon, s'il a été déterminé;
- v) tout écart par rapport à la présente partie de l'ISO 1924 et toute circonstance qui peut avoir affecté les résultats.