

NORME  
INTERNATIONALE

**ISO**  
**1924-2**

Deuxième édition  
1994-12-15

---

---

**Papier et carton — Détermination des  
propriétés de traction —**

**Partie 2:**

Méthode à gradient d'allongement constant  
(standards.iteh.ai)

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



Numéro de référence  
ISO 1924-2:1994(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 1924-2 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 6, *Papiers, cartons et pâtes*, sous-comité SC 2, *Méthodes d'essais et spécifications de qualité des papiers et cartons*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 1924-2:1985), dont elle constitue une révision technique.

L'ISO 1924 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Papier et carton — Détermination des propriétés de traction*:

- *Partie 1: Méthode à vitesse constante d'application de la charge*
- *Partie 2: Méthode à gradient d'allongement constant*

L'annexe A fait partie intégrante de la présente partie de l'ISO 1924.

© ISO 1994

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

Imprimé en Suisse

## Introduction

La méthode prescrite dans la présente partie de l'ISO 1924 concernant la détermination du comportement à la traction est reliée à la méthode décrite dans l'ISO 1924-1.

La présente méthode utilise un appareil d'essai à gradient d'allongement constant, tandis que, dans la méthode décrite dans l'ISO 1924-1, on applique une force de traction à vitesse constante, qui provoque la rupture en un temps moyen de  $20 \text{ s} \pm 5 \text{ s}$ .

Les principes mis en œuvre étant différents, il est recommandé de ne pas comparer les résultats obtenus à l'aide d'un appareillage conforme à l'ISO 1924-1 et d'un appareillage conforme à la présente partie de l'ISO 1924. Si une telle comparaison est nécessaire, elle ne doit être faite que si le temps de résistance à la rupture est du même ordre que chacun des essais.

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

[ISO 1924-2:1994](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8665be65-d4cc-48d5-90eb-40ee81fb37c3/iso-1924-2-1994)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8665be65-d4cc-48d5-90eb-40ee81fb37c3/iso-1924-2-1994>

Page blanche

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO 1924-2:1994

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8665be65-d4cc-48d5-90eb-40ee81fb37c3/iso-1924-2-1994>

# Papier et carton — Détermination des propriétés de traction —

## Partie 2:

## Méthode à gradient d'allongement constant

### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 1924 prescrit une méthode pour la détermination de la résistance à la rupture, de l'allongement et du travail absorbé au cours de la rupture par traction des papiers et cartons. La méthode repose sur l'utilisation d'un appareil d'essai à gradient d'allongement constant. La présente partie de l'ISO 1924 prescrit également des méthodes de calcul de l'indice de rupture par traction, de l'indice de travail absorbé à la rupture par traction et du module d'élasticité.

Les essais réalisés conformément à la présente partie de l'ISO 1924 comprennent toujours la détermination de la résistance à la rupture par traction. La détermination ou le calcul d'autres propriétés mécaniques et soumis(e) à l'accord des parties concernées.

La présente partie de l'ISO 1924 est applicable à tous les papiers et cartons, y compris aux papiers à fort allongement à la rupture qui correspondent à la capacité de l'appareil d'essai. Elle est également applicable aux composants du carton ondulé mais non au carton ondulé lui-même.

### 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 1924. 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 1924 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 186:1994, *Papier et carton — Échantillonnage pour déterminer la qualité moyenne.*

ISO 187:1990, *Papier, carton et pâtes — Atmosphère normale de conditionnement et d'essai et méthode de surveillance de l'atmosphère et de 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 536:—<sup>1)</sup>, *Papier et carton — Détermination du grammage.*

ISO 5270:1979, *Pâtes — Feuilles de laboratoire — Détermination des propriétés physiques.*

### 3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 1924, les définitions suivantes s'appliquent.

**3.1 résistance à la rupture par traction:** Force de traction maximale par unité de largeur supportée par le papier et le carton avant qu'il se rompe, dans les conditions définies par la méthode d'essai normalisée.

1) À publier. (Révision de l'ISO 536:1976)

**3.2 indice de rupture par traction:** Quotient de la résistance à la rupture par traction (exprimée en kilonewtons par mètre) par le grammage.

**3.3 allongement à la rupture par traction:** 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 exprimé en pourcentage de la longueur initiale.

**3.4 travail absorbé à la rupture par traction:** Travail fourni par unité de surface (longueur d'essai  $\times$  largeur) d'un papier ou d'un carton étiré jusqu'à la rupture.

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

**3.6 module d'élasticité:** Quotient de la force de traction par unité de surface de la section transversale, par unité de longueur.

## 4 Principe

Une éprouvette de dimensions données est étirée 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 et le module d'élasticité peuvent être déterminés.

À partir des résultats obtenus et de la connaissance du grammage de l'échantillon, il est possible de calculer l'indice de rupture par traction et l'indice de travail absorbé à la rupture par traction.

## 5 Appareillage

**5.1 Machine d'essai,** conçue pour étirer une éprouvette de dimensions données à un gradient d'allongement constant approprié et pour mesurer la force de traction ainsi que, si nécessaire, l'allongement produit. La force de traction peut être enregistrée en fonction de l'allongement sur un intégrateur électro-

nique ou sur un dispositif équivalent. La machine comprend les éléments décrits en 5.1.1 et 5.1.2.

**5.1.1 Moyens de mesurer et d'indiquer la force de traction** avec une précision de  $\pm 1\%$  de la force vraie ainsi que l'allongement, si nécessaire, avec une précision de  $\pm 0,1\%$  de l'allongement par traction.

NOTE 1 La précision de mesurage de l'allongement est très importante. Il est recommandé d'utiliser un extensomètre approprié, placé directement sur l'éprouvette, afin de mesurer l'allongement vrai avec précision. Cela évite d'inclure, dans le mesurage, tout allongement apparent pouvant 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 fonction de l'usure des liaisons de l'appareil, si celui-ci est en service depuis quelque temps.

**5.1.2 Mâchoires,** au nombre de deux, pour maintenir une éprouvette de la largeur requise (voir article 8). Chaque mâchoire doit être conçue afin d'être à même de serrer l'éprouvette fermement sans endommagement ni glissement suivant une ligne droite sur toute la largeur de l'éprouvette et doit comporter un dispositif de réglage et de contrôle de la force de serrage.

Les surfaces de serrage des mâchoires doivent se trouver dans le même plan et être alignées de façon à maintenir l'éprouvette dans ce plan pendant toute la durée de l'essai.

NOTE 2 Les mâchoires devraient, 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'application de la charge. De plus, elles doivent demeurer perpendiculaires à la direction d'application de la force de traction et au côté le plus long de l'éprouvette à  $\pm 1^\circ$  pendant l'application de la charge (voir figure 1).

Les distances entre les lignes de serrage doivent être réglables à la longueur d'essai requise, à  $\pm 1$  mm.

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

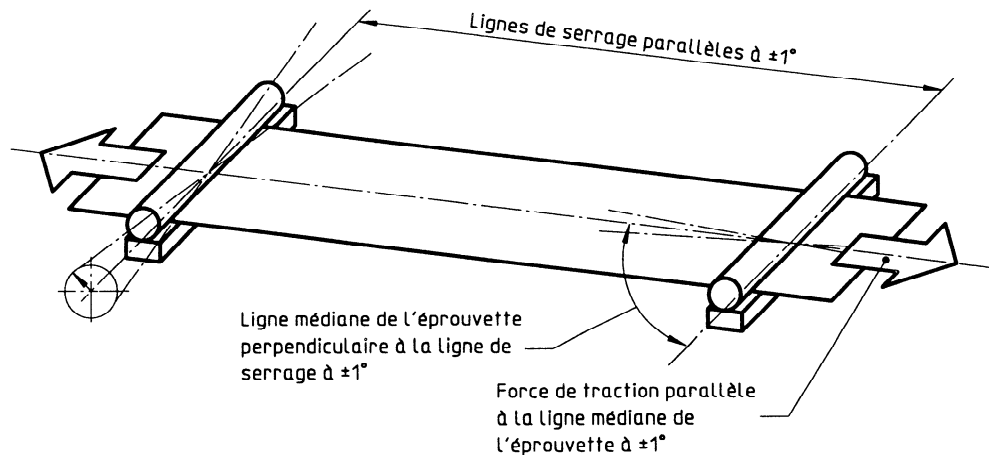


Figure 1 — Relations entre les lignes de serrage et l'éprouvette

**5.3 Moyens de mesurer le travail** fourni lors de l'allongement et de la rupture de l'éprouvette (par exemple intégrateur) ayant une précision de  $\pm 1\%$ . Ce type de dispositif doit pouvoir être programmé pour tenir compte de différentes longueurs initiales d'essai.

La détermination du travail absorbé à la rupture par traction nécessite l'emploi de ce type de dispositif.

**5.4 Moyens de tracer la courbe force de traction/allongement et moyens de mesurer la pente maximale de la courbe.**

Ce type de dispositif n'est nécessaire que si le module d'élasticité doit être déterminé.

## 6 Échantillonnage

Si l'essai est à réaliser sur un lot de papier ou de carton, l'échantillonnage du lot doit être effectué conformément à l'ISO 186.

## 7 Conditionnement

L'échantillon doit être conditionné conformément aux prescriptions de l'ISO 187.

## 8 Préparation des éprouvettes

Effectuer la préparation des éprouvettes dans les mêmes conditions atmosphériques que pour le conditionnement de l'échantillon (voir article 7).

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

Si le module l'élasticité est demandé, déterminer l'épaisseur de l'échantillon conformément à l'ISO 534.

NOTE 3 Pour une détermination précise du module d'élasticité, il est nécessaire de mesurer l'épaisseur de chaque éprouvette, et non l'épaisseur moyenne comme prescrit dans l'ISO 534. Cependant, le diamètre de l'enclume spécifié dans l'ISO 534 est de 16 mm, afin que, pour les éprouvettes de 15 mm de largeur, la pression sur l'éprouvette soit légèrement supérieure à la pression prescrite de 100 kPa. Le module d'élasticité déterminé par la présente méthode n'est donc qu'une approximation.

Préparer les éprouvettes prises au hasard parmi les échantillons sélectionnés conformément aux indications de l'article 6. Aucun faux pli, fêlure apparente ou filigrane ne doit être présent(e) dans la zone 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'une bobine. S'il est nécessaire d'inclure des filigranes, ce fait doit être noté dans le rapport d'essai.

NOTE 4 Cette restriction (pas de portion d'échantillon à moins de 15 mm du bord) ne s'applique pas aux feuilles de laboratoire (voir aussi ISO 5270).

Découper les éprouvettes une à une, en nombre suffisant pour obtenir 10 résultats valables dans chacun des principaux sens requis du papier ou du carton, c'est-à-dire dans le sens machine et dans le sens travers (voir 9.2).

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

NOTE 5 Il est difficile de couper nettement certains papiers, comme le papier mousseline. Dans ce cas, on peut préparer une liasse composée de deux ou trois feuilles de papier mousseline intercalées avec un papier plus dur tel



que le papier écriture, et couper les éprouvettes dans la liasse.

Les éprouvettes doivent avoir les dimensions suivantes:

- a) la largeur doit être de  $15 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$ ;

NOTE 6 Dans certains cas ou pour des papiers tels que le papier mousseline, il est possible d'utiliser des largeurs de  $25 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$  ou de  $50 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$  et il y a lieu de noter cela dans le rapport d'essai. Il convient de ne pas considérer les résultats des essais réalisés dans ces conditions comme identiques à ceux obtenus avec la largeur normalisée.

- b) la longueur doit permettre de fixer l'éprouvette dans les mâchoires sans toucher la partie de cette dernière située entre les lignes de serrage. Pour les essais de feuilles de laboratoire, se reporter à l'ISO 5270.

NOTE 7 Les dimensions de certains produits tels que le papier hygiénique sont inférieures aux 180 mm de la longueur d'essai requise. Dans ce cas, il est de règle d'utiliser l'éprouvette de la plus grande longueur possible compatible avec la note 8 et de noter la longueur dans le rapport d'essai.

## 9 Mode opératoire

### 9.1 Étalonnage et réglage de l'appareil

Mettre en route l'appareil conformément aux instructions du fabricant. Si nécessaire, étalonner les organes de mesurage de la force, ainsi que le mécanisme de mesurage de l'allongement, comme indiqué dans l'annexe A.

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

Positionner les mâchoires de façon que la longueur d'essai (distance moyenne entre les lignes de serrage) soit de  $180 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$  (voir note 8). 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  $20 \text{ mm/min} \pm 5 \text{ mm/min}$ .

#### NOTES

8 Dans certains cas, par exemple pour un papier à fort allongement ou un produit de dimensions réduites, il est

possible d'utiliser une longueur d'essai plus petite. Il est alors recommandé d'ajuster le gradient d'allongement de façon que sa valeur numérique soit égale à  $(10 \pm 2,5) \%$  de la longueur d'essai non soumise à la traction. Il y a lieu de noter la longueur d'essai et le gradient d'allongement utilisés dans le rapport d'essai.

9 Avec 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 ce cas, on peut utiliser un gradient d'allongement différent à condition de le noter dans le rapport d'essai.

### 9.2 Détermination

Effectuer les essais dans les mêmes conditions atmosphériques que pour le conditionnement de l'échantillon (voir article 7).

Vérifier la position zéro des appareils de mesure et, le cas échéant, d'enregistrement.

Régler la distance entre les mâchoires à la longueur initiale d'essai requise et y placer l'éprouvette en veillant à ne pas toucher la zone d'essai entre les mâchoires avec les doigts. Il est recommandé d'utiliser des gants jetables ou des gants légers en coton pour manipuler les éprouvettes. Placer l'éprouvette dans l'axe et bien la serrer de façon à éliminer tout jeu visible sans qu'elle soit soumise à une tension importante. S'assurer que l'éprouvette est parallèle à la direction de l'application de la force de traction (voir figure 1).

#### NOTES

10 Pour les appareils qui maintiennent l'éprouvette en position verticale, il peut s'avérer pratique d'attacher un poids léger, d'une masse de 10 g par exemple pour les papiers de faible grammage, à l'extrémité inférieure de l'éprouvette afin que celle-ci reste tendue pendant qu'on la fixe dans la mâchoire. Cette façon de procéder n'est pas nécessairement pertinente pour les papiers à fort allongement.

11 Pour le papier mousseline, il peut être difficile d'éliminer le « jeu visible » sans faire subir une déformation à l'éprouvette. Dans ce cas, un minimum de flottement peut être laissé dans l'éprouvette.

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 en millimètres ou, pour les instruments à lecture directe, l'allongement à la rupture en pourcentage.

Effectuer l'essai sur au moins 10 éprouvettes, découpées dans chaque sens principal du papier ou du carton, afin d'obtenir 10 résultats valables dans chaque sens requis.



Noter toutes les lectures. Cependant, si plus de 20 % des éprouvettes d'un échantillon se rompent à moins de 10 mm des mâchoires, vérifier que l'appareil d'essai est conforme aux exigences de 5.1 et 9.1. En cas de défaillance de l'appareil, rejeter tous les résultats et prendre les mesures correctives nécessaires. Il convient de noter, dans le rapport d'essai, le nombre d'éprouvettes qui se rompent à moins de 10 mm des mâchoires.

## 10 Expression des résultats

### 10.1 Généralités

Calculer et exprimer séparément les résultats obtenus pour chaque sens principal du papier ou du carton.

Pour le papier ou le carton fabriqué industriellement, 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 équations données en 10.3 à 10.8 sont les suivants:

$t$	est l'épaisseur moyenne, en millimètres, de l'éprouvette (voir note 3);
$E$	est l'équivalent travail, exprimé en joules ou en millijoules, de l'aire située sous la courbe force de traction/allongement;
$E^*$	est le module d'élasticité, exprimé en méganewtons par mètre carré (MPa);
$g$	est le grammage moyen, exprimé 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, en millimètres, entre les mâchoires;
$\Delta l_i$	est la modification choisie de la longueur d'essai, en millimètres (voir figure 2);
$w_i$	est la largeur initiale, en millimètres, de l'éprouvette;
$\bar{F}$	est la force moyenne de traction maximale, en newtons;

$\Delta F$	est la modification de la force, en newtons, correspondant à $\Delta l_i$ (voir figure 2);
$I$	est l'indice de rupture par traction, exprimé en newtons mètres par gramme;
$Z$	est le travail absorbé à la rupture par traction, exprimé en joules par mètre carré;
$\bar{Z}$	est le travail moyen 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 des éprouvettes à l'aide de l'équation

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

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

NOTE 12 Pour le papier de faible grammage (par exemple le 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 Indice de rupture par traction

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

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

Exprimer l'indice de rupture par traction avec trois chiffres significatifs.

On peut aussi calculer  $I$  à l'aide de l'équation

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

NOTE 13 L'indice de rupture par traction est calculé à partir des moyennes des valeurs mesurées pour la résistance à la rupture par traction et le grammage. La détermination du grammage a une variabilité propre, indépendante de la variabilité du mesurage de la force. Le calcul de l'écart-type de l'indice de rupture par traction à partir de la variabilité de la mesure de la force et du grammage moyen entraînerait une sous-estimation de l'écart-type. Il n'est donc pas recommandé de calculer l'écart-type de l'indice de rupture par traction.