

---

---

**Composites plastiques renforcés de  
fibres — Détermination des  
caractéristiques en compression dans  
le plan**

*Fibre-reinforced plastic composites — Determination of compressive  
properties in the in-plane direction*

**(standards.iteh.ai)**

[ISO 14126:1999](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e7310de1-13d0-45f0-a25d-3311298e5569/iso-14126-1999)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e7310de1-13d0-45f0-a25d-3311298e5569/iso-14126-1999>



## Sommaire

1	Domaine d'application .....	1
2	Références normatives .....	2
3	Termes et définitions.....	2
4	Principe.....	3
5	Appareillage .....	4
6	Éprouvettes .....	5
7	Nombre d'éprouvettes.....	6
8	Conditionnement .....	6
9	Mode opératoire.....	7
10	Expression des résultats .....	8
11	Fidélité .....	8
12	Rapport d'essai .....	8
Annexe A	(normative) Préparation des éprouvettes .....	13
Annexe B	(informative) Dispositifs de montage d'un essai de compression selon la méthode 1 .....	15
Annexe C	(informative) Dispositifs de montage d'un essai de compression selon la méthode.....	16
Annexe D	(informative) Critères de gauchissement type Euler.....	18
Bibliographie.....		19

ITeH STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 14126:1999

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c7510de1-15d0-4510-a25d-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c7510de1-15d0-4510-a25d-3311298e5569/iso-14126-1999)

[3311298e5569/iso-14126-1999](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c7510de1-15d0-4510-a25d-3311298e5569/iso-14126-1999)

© ISO 1999

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 iso@iso.ch

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 Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 3.

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 14126 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 61, *Plastiques*, sous-comité SC 13, *Composites et fibres de renforcement*.

Cette première édition annule et remplace l'ISO 8515:1991, qui traitait uniquement des composites plastiques renforcés de fibres de verre.

L'annexe A constitue un élément normatif de la présente Norme internationale. Les annexes B à D sont données uniquement à titre d'information.

ITEH STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

[ISO 14126:1999](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e7310de1-13d0-45f0-a25d-3311298e5569/iso-14126-1999)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e7310de1-13d0-45f0-a25d-3311298e5569/iso-14126-1999>

## Introduction

La présente Norme internationale est basée sur l'ISO 8515, avec un domaine d'application élargi à tous les composites plastiques renforcés de fibres, tels que les composites plus récents renforcés de fibres de carbone et de fibres aramides, mais conserve les conditions d'essai relatives aux systèmes renforcés de fibres de verre. Les autres documents consultés sont les suivants: ASTM D 3410 (critères de flambage, plus grande largeur des éprouvettes et plus grande longueur de référence), ASTM D 695 (version modifiée dans SACMA SRM1), prEN 2850, CRAG 400, DIN 65380, et JIS K 7076 (voir bibliographie).

Ces documents contiennent différents types de montages, de tailles d'éprouvette et de revêtements de matériaux. Le tableau ci-dessous présente des exemples les tailles d'éprouvette étant données comme longueur totale  $\times$  longueur de référence  $\times$  largeur  $\times$  épaisseur, en millimètres.

ISO 8515 (GRP)	Montage de type Célanèse 110 $\times$ 13 $\times$ 6,4 $\times$ 2	Bloc d'extrémité 120 $\times$ 20 $\times$ 10 $\times$ (3 à 10)	
prEN 2850 (CFRP)	Montage de type Célanèse 110 $\times$ 10 $\times$ 10 $\times$ 2	ASTM D 695 80 $\times$ 5 $\times$ 12,5 $\times$ 2	La révision comprend une éprouvette usinée avec des talons co-polymérisés.
JIS 7076 (CFRP)	ASTM D 695 78 $\times$ 8 $\times$ 12,5 $\times$ 2	Montage de type Célanèse ITTRI 134 $\times$ 8 $\times$ 6,5 $\times$ 2	108 $\times$ 8 $\times$ (6 à 12,5) $\times$ (1 à 2)
ASTM D 3410 (toutes fibres)	Montage de type Célanèse ITTRI 140 $\times$ 12 $\times$ 6 $\times$ variable	ITTRI 140 $\times$ (25 à 12) $\times$ (12 ou 25) $\times$ variable	
DIN 65380 (toutes fibres)	Montage de type Célanèse 112 $\times$ 8 $\times$ 6,35 $\times$ 2	ITTRI 112 $\times$ 8 $\times$ 6,35 $\times$ 2	
CRAG 400 (toutes fibres)	Montage de type Célanèse 110 $\times$ 10 $\times$ 10 $\times$ 2		
SACMA SRM1 (toutes fibres)	ASTM D 695 (modifiée) 80,8 $\times$ 12,7 $\times$ 4,8 $\times$ [1 (unidirectionnel) ou 3 (tissu)]		

(les équations/les tableaux donnent l'épaisseur requise pour les modules, la résistance présumée et la longueur de référence)

Ces méthodes d'essai utilisent des rapports d'aspect [hauteur/épaisseur et hauteur/largeur] pour la surface de jauge couvrant une plage de valeurs qui apparaît comme indésirable dans le cadre d'un essai dont on sait qu'il comporte des risques de gauchissement. De plus, de nouveaux montages sont encore en cours de mise au point. La présente Norme internationale harmonise et rationalise la situation actuelle en

- se concentrant sur la qualité de l'essai en limitant la déformation maximale par flexion/gauchissement admissible à la rupture (c'est-à-dire 10 % comme conseillé par l'ASTM — voir également le niveau de 5 % dans le prEN 2850), de sorte qu'il soit possible de justifier une analyse de la charge axiale;
- admettant n'importe quel modèle de montage à utiliser qui soit conforme à l'exigence ci-dessus en utilisant deux méthodes de mise en charge (c'est-à-dire par cisaillement et en bout);
- normalisant deux modèles d'éprouvettes, dont l'un principalement pour les matériaux unidirectionnels et l'autre pour les autres matériaux (l'éprouvette choisie peut être utilisée en mettant en œuvre l'une ou l'autre méthode de mise en charge);
- ajoutant une note informative sous la forme de l'annexe D, proposée par l'ASTM à des fins d'harmonisation, et reprise de l'ASTM D 3410 (sous une forme modifiée).

# Composites plastiques renforcés de fibres — Détermination des caractéristiques en compression dans le plan

## 1 Domaine d'application

1.1 La présente Norme Internationale spécifie deux méthodes pour la détermination de certaines caractéristiques en compression, parallèlement au plan de stratification, de composites plastiques renforcés de fibres.

1.2 Les caractéristiques en compression sont intéressantes pour l'établissement de spécifications et d'essais de qualification.

1.3 Deux méthodes de mise en charge et deux types d'éprouvettes sont décrits, à savoir:

- la méthode 1, qui fournit une charge par cisaillement de l'éprouvette (longueur de référence libre);
- la méthode 2, qui fournit une charge en bout ou une charge mixte de l'éprouvette (longueur de référence libre).

NOTE Dans le cas des éprouvettes à talons chargées en bout selon la méthode 2, une partie de la charge est transférée dans l'éprouvette par cisaillement à travers les talons.

- Éprouvette de type A: éprouvette avec talons, d'épaisseur fixe et à section transversale rectangulaire.
- Éprouvette de type B: éprouvette avec ou sans talons, avec plusieurs épaisseurs possibles et à section transversale rectangulaire (deux tailles disponibles).

Toutes les combinaisons de méthodes d'essai et d'éprouvettes peuvent être utilisées à condition que les exigences de 9.8 soient respectées et que l'éprouvette soit représentative du matériau soumis à l'essai. Ces autres conditions d'essai ne donneront pas nécessairement le même résultat.

L'éprouvette de type A est l'éprouvette recommandée pour les matériaux renforcés unidirectionnellement soumis à l'essai dans le sens des fibres. Pour les autres matériaux, les types A et B d'éprouvettes peuvent être utilisés. L'éprouvette de type B2 est préférable dans le cas des mats, des tissus et d'autres matériaux renforcés multidirectionnellement.

1.4 Les méthodes sont applicables aux composites plastiques thermoplastiques et thermodurcissables renforcés de fibres.

Les plastiques non renforcés, ceux chargés de particules et ceux renforcés de fibres courtes (de longueur inférieure à 1 mm) sont couverts par l'ISO 604 (voir bibliographie).

1.5 Les méthodes sont réalisées à l'aide d'éprouvettes qui peuvent être usinées à partir d'un panneau d'essai fabriqué conformément à l'ISO 1268 ou des méthodes équivalentes, ou à partir de produits finis ou semi-finis.

1.6 Les méthodes spécifient 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, le montage support utilisé et l'aspect des éprouvettes, peuvent avoir une répercussion sur les résultats. En conséquence, lorsque des résultats comparatifs sont nécessaires, ces facteurs doivent être soigneusement contrôlés et enregistrés.

1.7 Les plastiques renforcés de fibres sont généralement anisotropes. Par conséquent, il est souvent utile de couper des éprouvettes selon au moins deux directions principales d'anisotropie, ou selon des directions précédemment définies (par exemple une direction longitudinale associée au procédé de fabrication).

## 2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de l'ISO et de la CEI possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

ISO 291:1997, *Plastiques — Atmosphères normales de conditionnement et d'essai.*

ISO 527-1:1993, *Plastiques — Détermination des propriétés en traction — Partie 1: Principes généraux.*

ISO 527-4:1997, *Plastiques — Détermination des propriétés en traction — Partie 4: Conditions d'essai pour les composites plastiques renforcés de fibres isotropes et orthotropes.*

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

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

ISO 3534-1:1993, *Statistiques — Vocabulaire et symboles — Partie 1: Probabilité et termes statistiques généraux.*

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

ISO 9353:1991, *Plastiques renforcés de fibres de verre — Préparation des plaques à renforts unidirectionnels par moulage au sac.*

[ISO 14126:1999](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e7310de1-13d0-45f0-a25d-3311298e5569/iso-14126-1999)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e7310de1-13d0-45f0-a25d-3311298e5569/iso-14126-1999>

## 3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les termes et définitions suivants s'appliquent.

### 3.1

#### contrainte en compression

$\sigma_c$

force en compression supportée par l'éprouvette à chaque instant, divisée par l'aire de la section transversale initiale dans la partie à bords parallèles de l'éprouvette

Elle est exprimée en mégapascals.

### 3.2

#### résistance ou contrainte en compression à la rupture

$\sigma_{cM}$

contrainte en compression maximale supportée par l'éprouvette

Elle est exprimée en mégapascals.

### 3.3

#### déformation en compression

$\varepsilon_c$

rapport de la diminution de la distance entre les lignes de référence de la partie à bords parallèles de l'éprouvette (due à la force de compression) à la distance initiale entre ces lignes

Elle est exprimée comme un rapport sans dimension ou en pourcentage.

### 3.4 déformation en compression à la rupture

$\varepsilon_{cM}$   
déformation en compression longitudinale à la contrainte en compression à la rupture

Elle est exprimée comme un rapport sans dimension ou en pourcentage.

### 3.5 module d'élasticité en compression

$E_c$   
différence de contrainte ( $\sigma'' - \sigma'$ ) divisée par la différence de déformation correspondante [ $\varepsilon'' (= 0,0025) - \varepsilon' (= 0,0005)$ ] (voir 10.2)

Il est exprimé en mégapascals.

### 3.6 axes de coordonnées de l'éprouvette

axes de coordonnées, pour les matériaux comportant des fibres alignées de préférence dans un seul sens (voir Figure 1)

La direction parallèle au sens des fibres est désignée par la direction «1» et la direction perpendiculaire par la direction «2». Pour les autres matériaux, la direction «1» est généralement désignée selon une caractéristique liée au procédé de fabrication, telle que la direction longitudinale d'un procédé à feuille continue. La direction «2» est perpendiculaire à la direction «1».

Les résultats des éprouvettes coupées parallèlement à la direction «1» sont identifiés par l'indice «11» (par exemple  $E_{c11}$ ). De la même façon, les résultats des éprouvettes coupées parallèlement à la direction «2» sont identifiés par l'indice «22» (par exemple  $E_{c22}$ ).

NOTE La direction «1» est également désignée par direction à 0° ou direction longitudinale, et la direction «2» est désignée par direction à 90° ou direction transversale. Plus généralement, le système de coordonnées X, Y et Z (sur toute l'épaisseur) d'un matériau peut être équivalent aux directions 1, 2 et 3.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c7310de1-13d0-45f0-a25d-3311298e5569/iso-14126-1999>

## 4 Principe

Une force axiale est appliquée à la portion non soutenue d'une éprouvette rectangulaire maintenue en place dans un dispositif de mise en charge, avec contrôle de la charge appliquée et de la déformation dans la surface considérée. La méthode d'essai se concentre sur la qualité de la déformation axiale éprouvée par l'éprouvette. Tout montage d'essai peut être utilisé à condition que la rupture de l'éprouvette ait lieu en dessous d'une déformation en flexion de 10 % dans l'éprouvette.

La charge de compression est appliquée au matériau soit

- par cisaillement par les talons terminaux (méthode 1), soit
- par une charge directe à l'extrémité de l'éprouvette (méthode 2).

Du fait qu'elle utilise une éprouvette à talons, la méthode 2 introduit une charge dans la surface d'essai par la combinaison d'une compression directe et d'un cisaillement par les talons.

NOTE Il est important de se rendre compte que les résultats d'essai obtenus par ces deux méthodes ne sont pas nécessairement comparables.

## 5 Appareillage

### 5.1 Machine d'essai

#### 5.1.1 Généralités

La machine doit être conforme à l'ISO 5893 et répondre aux exigences de 5.1.2 et 5.1.3.

#### 5.1.2 Vitesse d'essai

La machine d'essai doit être capable de maintenir la vitesse d'essai requise (voir 9.5).

#### 5.1.3 Indicateur de charge

L'erreur sur la charge indiquée ne doit pas dépasser  $\pm 1\%$ .

### 5.2 Mesurage de la déformation

La déformation doit être déterminée au moyen d'une jauge de déformation ou au moyen d'extensomètres appropriés. La déformation doit être mesurée sur les deux faces de l'éprouvette. Les éléments de la jauge de déformation doivent avoir une longueur inférieure ou égale à 3 mm. L'erreur sur les déformations indiquées ne doit pas dépasser  $\pm 1\%$  pour les éprouvettes de types A et B1. Les jauges, la préparation des surfaces et les colles doivent être choisies de manière à permettre un déroulement normal de l'essai sur les matériaux examinés, et un équipement approprié de l'enregistrement de la déformation doit être utilisé.

### 5.3 Micromètre

Un micromètre ou équivalent, donnant une lecture à 0,01 mm ou moins près, doit être utilisé 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 mesurées (c'est-à-dire des touches plates pour les surfaces planes et lisses et des touches à profil bombé dans les autres cas).

### 5.4 Montage d'essai

#### 5.4.1 Généralités

Il faut utiliser des montages d'essai appropriés à la méthode de mise en charge choisie. Le montage d'essai de compression doit soumettre l'éprouvette à une charge de manière à ce que l'exigence de 9.8 relative à la flexion admissible de l'éprouvette soit satisfaite. Le montage utilisé doit être identifié dans le rapport d'essai.

#### 5.4.2 Méthode 1: chargement par cisaillement

La charge est appliquée à l'éprouvette par cisaillement par les faces des talons. On peut également utiliser différents types de mâchoires et de manchons (trapézoïdaux, par exemple). Des mâchoires hydrauliques alignées dans des machines d'essai alignées peuvent aussi être utilisées. La Figure 2 représente le schéma d'un montage d'essai de compression pour la charge par cisaillement.

NOTE Certains montages d'essai de la méthode 1, utilisés couramment [par exemple ASTM D 3410: méthode A (Célanèse) et méthode B (ITTRI)] sont représentés dans l'annexe B.

#### 5.4.3 Méthode 2: chargement en bout

La charge est appliquée directement à l'extrémité de l'éprouvette. Pour une éprouvette à talons, la charge est obtenue en associant une charge en bout et une charge par cisaillement à travers le talon. La Figure 3 représente le schéma d'un montage d'essai de compression pour la charge en bout.

NOTE 1 Certains montages d'essai de la méthode 2, utilisés couramment [par exemple ISO 8515:1991 et ASTM D 695 (version modifiée dans le prEN 2850). Le montage de l'ASTM D 695 possède un degré de support d'extrémité d'éprouvette inférieur.

NOTE 2 L'aspect principal concernant la conception du montage pour les deux méthodes de mise en charge est l'alignement (initial et pendant toute la durée de l'essai), et pour la méthode B de l'ASTM D 3410, un autre aspect important est la prévention de toute rupture à l'extrémité de l'éprouvette.

## 6 Éprouvettes

### 6.1 Forme et dimensions

#### 6.1.1 Éprouvette de type A

Les éprouvettes doivent avoir des côtés rectilignes et une section transversale rectangulaire ainsi que les dimensions indiquées dans le Tableau 1 (voir aussi Figure 4).

#### 6.1.2 Éprouvette de type B

Les éprouvettes doivent avoir des côtés rectilignes et une section transversale rectangulaire ainsi que les dimensions indiquées dans le Tableau 1. Les talons doivent être utilisés si besoin est afin d'éviter la rupture aux extrémités de l'éprouvette soumises à une charge.

Tableau 1 — Dimensions des éprouvettes

Dimensions en millimètres

Dimensions	Symbole	Éprouvette de type A	Éprouvette de type B1	Éprouvette de type B2
Longueur totale (minimale)	$l_0$	$110 \pm 1$	$110 \pm 1$	$125 \pm 1$
Épaisseur	$h$	$2 \pm 0,2$	$(2 \text{ à } 10) \pm 0,2$	$\geq 4$
Largeur	$b$	$10 \pm 0,5$	$10 \pm 0,5$	$25 \pm 0,5$
Distance entre talons/mâchoires	$L$	10	10	25
Longueur des talons (minimale)	$l_t$	50	50 (s'il y a lieu)	50 (s'il y a lieu)
Épaisseur des talons	$d_t$	1	0,5 à 2 (s'il y a lieu)	0,5 à 2 (s'il y a lieu)

NOTE Les exigences pour la qualité et le parallélisme des éprouvettes et des talons sont données en 6.3.

### 6.2 Préparation des éprouvettes

#### 6.2.1 Généralités

Un panneau doit être préparé conformément à l'ISO 1268, à l'ISO 9353 ou à tout autre mode opératoire prescrit/approuvé. Les éprouvettes coupées à partir de pièces finies (par exemple pour le contrôle de la qualité en cours de fabrication ou à la livraison) doivent être prélevées dans des zones planes d'épaisseur uniforme.

#### 6.2.2 Matériau des talons

Les extrémités de l'éprouvette doivent être renforcées, s'il y a lieu, par des talons de préférence en stratifié (à base de tissu ou de couches croisées 0°/90°) réalisé en fibre de verre/résine, dont l'axe des fibres forme un angle de  $\pm 45^\circ$  avec l'axe de l'éprouvette. L'épaisseur du talon doit être comprise entre 0,5 mm et 2 mm, et les talons doivent être à bord à angles droits à 90° (c'est-à-dire non biseautés). Si les talons se rompent sous l'effet de charges élevées à l'extrémité, les axes des fibres dans le talon doivent être orientés à 0°/90° par rapport à l'axe de l'éprouvette.

Les variantes, telles que les talons en le matériau en essai, les talons fixés par un moyen mécanique, les talons non collés ou matériaux abrasifs (toile émeri, papier abrasif ou faces de finition fine) doivent permettre d'obtenir des valeurs de résistance au moins égales (voir ISO 527-1:1993, paragraphe 10.5) et un coefficient de variation non supérieur (voir ISO 3534-1) à ceux qui caractérisent le matériau recommandé pour les talons. Lorsque l'essai est

effectué sur des éprouvettes sans talons, la «distance entre talons» doit être prise comme la distance entre talons de l'éprouvette à talons correspondante (voir ISO 527-4:1997, éprouvette de type 3).

### 6.2.3 Fixation des talons

Les talons doivent être collés à l'éprouvette comme indiqué dans l'annexe A.

NOTE Ce mode opératoire peut être utilisé pour des éprouvettes isolées ou pour des groupes d'éprouvettes.

### 6.2.4 Usinage des éprouvettes

**Méthode 1:** Usiner les surfaces des talons s'il y a lieu de façon à garantir que les talons sont symétriques par rapport à l'axe médian de l'éprouvette et parallèles entre eux.

**Méthode 2:** Usiner les surfaces d'appui de chaque éprouvette de façon qu'elles soient parallèles entre elles et perpendiculaires à l'axe longitudinal de l'éprouvette. L'écart de parallélisme autorisé des zones des plaques de chargement en bout en contact avec les extrémités de l'éprouvette est de 0,1 % de la hauteur initiale de l'éprouvette, c'est-à-dire la distance entre les plaques de chargement en bout. En cas d'utilisation, les talons doivent être préparés selon la méthode 1.

Certains paramètres concernant l'usinage sont spécifiés dans l'ISO 2818. Pour les matériaux renforcés unidirectionnellement, l'axe de l'éprouvette doit correspondre à 0,5° près à l'axe de la fibre moyenne.

NOTE Des conseils supplémentaires pour l'usinage sont donnés dans l'annexe A.

## 6.3 Contrôle

Les éprouvettes doivent être exemptes de torsion et doivent avoir des surfaces parallèles symétriques. Les faces et les flancs doivent être exempts de rayures, creux, retassures et de bavures. La conformité de ces éprouvettes aux exigences doit être vérifiée par observation à l'œil nu de la rectitude des bords, de la perpendicularité et de la planéité des plaques, et par mesurage avec des comparateurs micrométriques. Toute éprouvette présentant un manquement observable ou mesurable à une ou plusieurs de ces exigences doit être rejetée ou usinée aux dimensions et à la forme correctes avant d'être soumise à l'essai.

## 7 Nombre d'éprouvettes

7.1 Au moins cinq éprouvettes doivent être soumises à l'essai dans chaque sens. Le nombre de mesurages peut être supérieur à cinq s'il est exigé une précision plus grande sur la valeur moyenne.

Il est possible de calculer cela à l'aide de l'intervalle de confiance (probabilité de 95 %, voir ISO 2602).

7.2 Les résultats obtenus avec des éprouvettes qui se rompent à l'intérieur des mors, aux blocs d'extrémité ou talons doivent être éliminés et de nouvelles éprouvettes doivent être soumises à l'essai à leur place. Des éprouvettes de rechange doivent être utilisées si la flexion de l'éprouvette dépasse la valeur maximale admise en 9.8.

NOTE La présente méthode d'essai peut provoquer des ruptures au bord du montage d'essai de charge ou des talons plutôt qu'au milieu de la longueur entre repères. Ces ruptures sont acceptables, mais il y a lieu de les réduire au minimum en utilisant un type différent de montage d'essai, talon, etc.

## 8 Conditionnement

Conditionner les éprouvettes comme spécifié dans la Norme internationale relative au matériau soumis à l'essai. En l'absence de cette information, choisir l'ensemble de conditions le plus approprié d'après l'ISO 291, sauf accord contraire des parties intéressées, par exemple pour des essais à haute ou basse température.

## 9 Mode opératoire

**9.1** Réaliser l'essai dans l'atmosphère spécifiée dans la Norme internationale relative au matériau soumis à l'essai. En l'absence de cette information, choisir l'ensemble de conditions le plus approprié d'après l'ISO 291, sauf accord contraire des parties intéressées, par exemple pour des essais à haute ou basse température.

**9.2** Mesurer la largeur  $b$  de chaque éprouvette à 0,1 mm près et l'épaisseur  $h$  à 0,02 mm près.

**9.3** Fixer les jauges de contrainte, ou les extensomètres, et monter l'équipement nécessaire d'enregistrement de la déformation. Deux mesurages de la déformation (un sur chaque face de l'éprouvette, c'est-à-dire dos à dos) sont requis de manière à s'assurer qu'il ne se produit pas de flambage. Un gauchissement type Euler est détecté lorsque la déformation sur une face décroît alors que la déformation de l'autre face augmente rapidement.

Les essais peuvent être effectués sans procéder à deux mesurages de la déformation pour les lots de plus de cinq éprouvettes, à condition que

- a) les cinq premières éprouvettes se rompent à une valeur de la déformation en flexion inférieure à la valeur donnée en 9.8 en procédant à des mesurages de la déformation dos à dos;
- b) les conditions d'essai ne subissent pas de variation (c'est-à-dire lot de matériau, type d'éprouvette, conditions d'essai, opérateur, appareillage d'essai, etc.);
- c) les essais soient conduits pendant une courte durée sans modifier l'alignement du montage d'essai.

Dans ces cas, le module, s'il est requis, peut être obtenu à partir d'une seule valeur de mesure de la déformation.

Toute modification du mode opératoire doit être consignée dans le rapport d'essai.

**9.4** Monter l'éprouvette dans le dispositif de compression.

**9.5** Fixer la vitesse de la traverse mobile à 1 mm/min  $\pm$  0,5 mm/min et charger l'éprouvette jusqu'à rupture.

**9.6** Enregistrer la charge et la déformation en continu, si possible, ou au moins noter les résultats à des intervalles réguliers de déformation.

**9.7** Enregistrer la charge maximale supportée par l'éprouvette pendant l'essai.

**9.8** Vérifier que l'essai est satisfaisant (voir 7.2). L'essai est satisfaisant si la rupture se produit dans la longueur de référence de l'éprouvette ou à l'extrémité de cette longueur. Il ne doit pas se produire de rupture (endommagement en pinceau) des extrémités de l'éprouvette lorsqu'elles sont chargées selon la méthode 2.

La flexion est acceptable si la différence entre les déformations enregistrées sur chaque face de l'éprouvette tout au long de l'essai jusqu'à la rupture est telle que

$$\left| \frac{\varepsilon_{11b} - \varepsilon_{11a}}{\varepsilon_{11b} + \varepsilon_{11a}} \right| \leq 0,1$$

où  $\varepsilon_{11a}$  et  $\varepsilon_{11b}$  sont les déformations longitudinales des faces opposées de l'éprouvette.

Si une rupture par gauchissement-flambage de type Euler est suggérée par une différence de déformation importante, l'annexe D peut être utilisée pour calculer une épaisseur révisée des éprouvettes de type B.

**9.9** Consigner le mode de rupture (voir figure 6).