

---

---

**Plastiques — Détermination des  
propriétés en flexion**

*Plastics — Determination of flexural properties*

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

ISO 178:2010

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/878bfl33-069f4128-8861-72a43378bde0/iso-178-2010>



**PDF – Exonération de responsabilité**

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

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

ISO 178:2010

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/878bfl33-069f4128-8861-72a43378bde0/iso-178-2010>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2010

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'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20  
Tel. + 41 22 749 01 11  
Fax + 41 22 749 09 47  
E-mail [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

Avant-propos .....	iv
<b>1</b> <b>Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b> <b>Références normatives</b> .....	<b>2</b>
<b>3</b> <b>Termes et définitions</b> .....	<b>3</b>
<b>4</b> <b>Principe</b> .....	<b>5</b>
<b>5</b> <b>Machine d'essai</b> .....	<b>5</b>
<b>5.1</b> <b>Généralités</b> .....	<b>5</b>
<b>5.2</b> <b>Vitesse d'essai</b> .....	<b>5</b>
<b>5.3</b> <b>Supports et poinçon de charge</b> .....	<b>6</b>
<b>5.4</b> <b>Indicateurs de charge et de flèche</b> .....	<b>6</b>
<b>5.5</b> <b>Dispositifs de mesurage de la largeur et de l'épaisseur des éprouvettes</b> .....	<b>8</b>
<b>6</b> <b>Éprouvettes</b> .....	<b>8</b>
<b>6.1</b> <b>Forme et dimensions</b> .....	<b>8</b>
<b>6.2</b> <b>Matériaux anisotropes</b> .....	<b>9</b>
<b>6.3</b> <b>Préparation des éprouvettes</b> .....	<b>10</b>
<b>6.4</b> <b>Contrôle des éprouvettes</b> .....	<b>11</b>
<b>6.5</b> <b>Nombre d'éprouvettes</b> .....	<b>11</b>
<b>7</b> <b>Atmosphère de conditionnement et d'essai</b> .....	<b>11</b>
<b>8</b> <b>Mode opératoire</b> .....	<b>11</b>
<b>9</b> <b>Calcul et expression des résultats</b> .....	<b>14</b>
<b>9.1</b> <b>Contrainte en flexion</b> .....	<b>14</b>
<b>9.2</b> <b>Déformation en flexion</b> .....	<b>15</b>
<b>9.3</b> <b>Module en flexion</b> .....	<b>15</b>
<b>9.4</b> <b>Paramètres statistiques</b> .....	<b>16</b>
<b>9.5</b> <b>Chiffres significatifs</b> .....	<b>16</b>
<b>10</b> <b>Fidélité</b> .....	<b>16</b>
<b>11</b> <b>Rapport d'essai</b> .....	<b>16</b>
<b>Annexe A (informative) Déclaration de fidélité</b> .....	<b>17</b>
<b>Annexe B (informative) Influence d'un changement de la vitesse d'essai sur les valeurs mesurées des propriétés en flexion</b> .....	<b>19</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>20</b>

## 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 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. 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.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

L'ISO 178 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 61, *Plastiques*, sous-comité SC 2, *Propriétés mécaniques*.

Cette cinquième édition annule et remplace la quatrième édition (ISO 178:2001), qui a fait l'objet d'une révision technique afin de l'harmoniser avec l'ISO 527-2<sup>1</sup> quant à l'utilisation de différentes vitesses d'essai pour la détermination du module en flexion et des autres caractéristiques de flexion. Cela a été réalisé en spécifiant deux méthodes, la méthode A et la méthode B. La méthode A est identique à la méthode spécifiée dans les éditions précédentes de l'ISO 178, c'est-à-dire qu'elle utilise le même taux de déformation durant tout l'essai, alors que la méthode B utilise deux taux de déformation différents (pour plus de détails, voir 1.8).

Elle incorpore également l'Amendement ISO 178:2001/Amd.1:2004.

# Plastiques — Détermination des propriétés en flexion

## 1 Domaine d'application

**1.1** La présente Norme internationale spécifie une méthode pour la détermination des propriétés en flexion des plastiques rigides (voir 3.12) et semi-rigides dans des conditions définies. Une éprouvette normalisée est définie, mais des paramètres sont inclus pour d'autres dimensions d'éprouvettes lorsque l'usage est approprié. Une gamme de vitesses d'essai est incluse.

**1.2** La méthode est utilisée pour l'étude du comportement en flexion des éprouvettes et pour la détermination de la résistance en flexion, du module en flexion et d'autres aspects des relations entre la contrainte et la déformation en flexion dans les conditions définies. Elle s'applique à une poutre supportée sans contrainte, chargée au milieu de sa portée (essai de chargement en trois points).

**1.3** La méthode est adaptée à la gamme de matériaux suivants:

- matériaux thermoplastiques pour moulage, extrusion et coulée, y compris les compositions chargées et renforcées en plus des types non chargés; feuilles thermoplastiques rigides;
- matériaux thermodurcissables pour moulage, y compris les compositions chargées et renforcées; feuilles thermodurcissables.

En accord avec l'ISO 10350-1<sup>[5]</sup> et l'ISO 10350-2<sup>[6]</sup>, la présente Norme internationale s'applique aux compositions renforcées avec des fibres dont les longueurs avant mise en œuvre sont inférieures ou égales à 7,5 mm. Pour les matériaux renforcés de fibres longues (stratifiés) avec des longueurs de fibres supérieures à 7,5 mm, voir l'ISO 14125<sup>[7]</sup>.

La méthode n'est normalement pas adaptée à l'utilisation de matériaux alvéolaires rigides et de structures sandwichs contenant des matériaux alvéolaires. Dans ces cas, l'ISO 1209-1<sup>[3]</sup> et/ou l'ISO 1209-2<sup>[4]</sup> peuvent être utilisées.

**NOTE** Pour certains types de plastiques renforcés avec des fibres textiles, un essai de flexion en quatre points est recommandé. Ce dernier est décrit dans l'ISO 14125.

**1.4** La méthode est réalisée à l'aide d'éprouvettes qui peuvent être soit moulées aux dimensions spécifiées, soit usinées à partir de la partie centrale d'une éprouvette normalisée à usages multiples (voir l'ISO 20753) ou usinées à partir de produits finis et semi-finis, tels que des pièces moulées, des stratifiés ou des feuilles extrudées ou coulées.

**1.5** La méthode spécifie les dimensions recommandées pour les éprouvettes. Des essais réalisés avec des éprouvettes de dimensions différentes ou avec des éprouvettes préparées dans d'autres conditions peuvent donner des résultats qui ne sont pas comparables. D'autres facteurs, tels que la vitesse d'essai et le conditionnement des éprouvettes, peuvent également influencer sur les résultats.

**NOTE** En fonction des conditions de moulage, pour les polymères semi-cristallins en particulier, l'épaisseur de la couche (peau) orientée affecte les propriétés en flexion.

**1.6** La méthode n'est pas adaptée pour la détermination des paramètres de calcul mais elle peut être utilisée pour les essais des matériaux et comme un essai dans un contrôle qualité.

**1.7** Pour les matériaux à comportement contrainte/déformation non linéaire, les propriétés en flexion ne sont que nominales. Les équations indiquées ont été définies dans l'hypothèse d'un comportement élastique

linéaire et sont valables lorsque la flèche de l'éprouvette est petite comparée à l'épaisseur de celle-ci. La déformation est de  $1,5h$  pour l'éprouvette recommandée (qui mesure  $80\text{ mm} \times 10\text{ mm} \times 4\text{ mm}$ ), à la déformation en flexion conventionnelle de 3,5 % et pour un rapport portée sur épaisseur,  $L/h$ , de 16. Les essais de flexion sont donc plus adaptés aux matériaux rigides et fragiles qui présentent de faibles déformations à la rupture que pour des matériaux très souples et ductiles.

**1.8** Contrairement aux éditions précédentes de la présente Norme internationale, la présente édition spécifie deux méthodes, la méthode A et la méthode B. La méthode A est identique à la méthode des éditions précédentes de la présente Norme internationale, c'est-à-dire qu'elle utilise un taux de déformation de 1 %/min durant tout l'essai. La méthode B utilise deux taux de déformation différents, 1 %/min pour la détermination du module en flexion et 5 %/min ou 50 %/min, en fonction de la ductilité du matériau, pour la détermination du reste de la courbe contrainte en flexion-déformation.

## 2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

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

ISO 293, *Plastiques — Moulage par compression des éprouvettes en matières thermoplastiques*

ISO 294-1:1996, *Plastiques — Moulage par injection des éprouvettes de matériaux thermoplastiques — Partie 1: Principes généraux, et moulage des éprouvettes à usages multiples et des barreaux*

ISO 295, *Plastiques — Moulage par compression des éprouvettes de matériaux thermodurcissables*

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

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/878bfl33-069f4128-8861-72a43378bde0/iso-178-2010>

ISO 2818, *Plastiques — Préparation des éprouvettes par usinage*

ISO 7500-1, *Matériaux métalliques — Vérification des machines pour essais statiques uniaxiaux — Partie 1: Machines d'essai de traction/compression — Vérification et étalonnage du système de mesure de force*

ISO 9513, *Matériaux métalliques — Étalonnage des extensomètres utilisés lors d'essais uniaxiaux*

ISO 10724-1, *Plastiques — Moulage par injection d'éprouvettes en compositions de poudre à mouler (PMC) thermodurcissables — Partie 1: Principes généraux et moulage d'éprouvettes à usages multiples*

ISO 16012, *Plastiques — Détermination des dimensions linéaires des éprouvettes*

ISO 20753, *Plastiques — Éprouvettes*

ISO 23529, *Caoutchouc — Procédures générales pour la préparation et le conditionnement des éprouvettes pour les méthodes d'essais physiques*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

#### 3.1

##### vitesse d'essai

$v$

vitesse de déplacement relatif entre les supports et le poinçon de charge

NOTE Elle est exprimée en millimètres par minute (mm/min).

#### 3.2

##### contrainte en flexion

$\sigma_f$

contrainte nominale de la surface externe de l'éprouvette au milieu de la portée

NOTE Elle est calculée à partir de la relation donnée en 9.1, Équation (5) et est exprimée en mégapascals (MPa).

#### 3.3

##### contrainte en flexion à la rupture

$\sigma_{fB}$

contrainte en flexion à la rupture de l'éprouvette (voir Figure 1, courbes a et b)

NOTE Elle est exprimée en mégapascals (MPa).

#### 3.4

##### résistance à la flexion

$\sigma_{fM}$

contrainte maximale en flexion supportée par l'éprouvette durant un essai de flexion (voir Figure 1, courbes a et b)

NOTE Elle est exprimée en mégapascals (MPa).

#### 3.5

##### contrainte en flexion à la flèche conventionnelle

$\sigma_{fc}$

contrainte à la flèche conventionnelle,  $s_C$ , définie en 3.7 (voir également Figure 1, courbe c)

NOTE Elle est exprimée en mégapascals (MPa).

#### 3.6

##### flèche

$s$

distance parcourue durant la flexion, à partir de la position initiale, par la surface inférieure ou supérieure de l'éprouvette au milieu de la portée

NOTE Elle est exprimée en millimètres (mm).

#### 3.7

##### flèche conventionnelle

$s_C$

flèche égale à 1,5 fois l'épaisseur,  $h$ , de l'éprouvette

NOTE 1 Elle est exprimée en millimètres (mm).

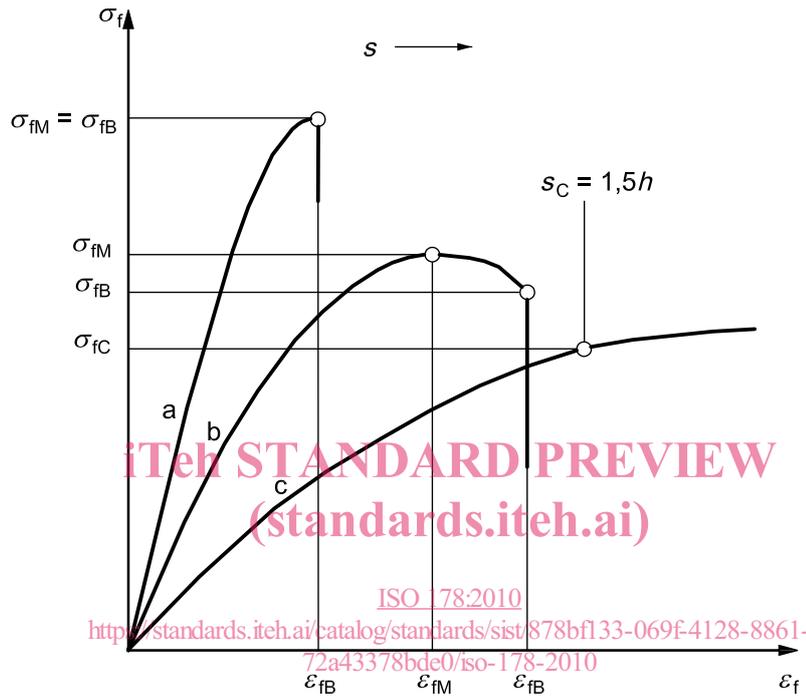
NOTE 2 En utilisant une portée,  $L$ , de  $16h$ , la flèche conventionnelle correspond à une déformation en flexion (voir 3.8) de 3,5 %.

**3.8**  
**déformation en flexion**

$\epsilon_f$   
variation fractionnaire nominale de la longueur d'un élément pris dans la surface externe de l'éprouvette au milieu de la portée

NOTE 1 Elle est exprimée comme un rapport sans dimension ou en pourcentage (%).

NOTE 2 Elle est calculée à partir de la relation donnée en 9.2, Équations (6) et (7).



- Courbe a Éprouvette avec rupture avant le seuil d'écoulement.
- Courbe b Éprouvette présentant un maximum puis une rupture avant la flèche conventionnelle,  $s_C$ .
- Courbe c Éprouvette ne présentant ni maximum, ni rupture avant la flèche conventionnelle,  $s_C$ .

**Figure 1 — Courbes types de la contrainte en flexion,  $\sigma_f$ , par rapport à la déformation en flexion,  $\epsilon_f$ , et la flèche,  $s$**

**3.9**  
**déformation en flexion à la rupture**

$\epsilon_{fB}$   
déformation en flexion à la rupture de l'éprouvette (voir Figure 1, courbes a et b)

NOTE Elle est exprimée comme un rapport sans dimension ou en pourcentage (%).

**3.10**  
**déformation en flexion à la résistance en flexion**

$\epsilon_{fM}$   
déformation en flexion à la contrainte maximale en flexion (voir Figure 1, courbes a et b)

NOTE Elle est exprimée comme un rapport sans dimension ou en pourcentage (%).

**3.11****module d'élasticité en flexion  
module en flexion** $E_f$ 

rapport de la différence de contrainte  $\sigma_{f2} - \sigma_{f1}$  à la différence de déformation correspondante  $\varepsilon_{f2} (= 0,0025) - \varepsilon_{f1} (= 0,0005)$  [voir 9.3, Équation (9)]

NOTE 1 Il est exprimé en mégapascals (MPa).

NOTE 2 Le module en flexion représente seulement une valeur approximative du module d'élasticité de Young.

**3.12****plastique rigide**

plastique possédant un module d'élasticité en flexion, ou, à défaut, en traction, supérieur à 700 MPa

[ISO 472<sup>[1]</sup>]

**3.13****portée entre supports** $L$ 

distance entre les points de contact de l'éprouvette avec les supports (voir Figure 2)

NOTE Elle est exprimée en millimètres (mm).

**3.14****taux de déformation en flexion** $r$ 

vitesse à laquelle la déformation en flexion (voir 3.8) augmente durant un essai

NOTE Il est exprimé en inverse de secondes ( $s^{-1}$ ) ou en pourcentage par seconde, ( $\% \cdot s^{-1}$ ).

[ISO 178:2010](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/878bfl33-069f4128-8861-72a43378bde0/iso-178-2010)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/878bfl33-069f4128-8861-72a43378bde0/iso-178-2010>

**4 Principe**

Une éprouvette de section transversale rectangulaire, reposant sur deux supports, est soumise à une flexion au moyen d'un poinçon de charge agissant sur l'éprouvette à mi-chemin entre les supports. L'éprouvette est soumise à flexion à vitesse constante à mi-portée jusqu'à rupture sur la face externe de l'éprouvette ou jusqu'à ce que la déformation atteigne une valeur maximale de 5 % (voir 3.8), selon ce qui se produit en premier. Durant cet essai, la charge appliquée à l'éprouvette et la flèche qui en résulte à mi-portée sont mesurées.

**5 Machine d'essai****5.1 Généralités**

La machine doit être conforme à l'ISO 7500-1 et l'ISO 9513 et répondre aux exigences énoncées de 5.2 à 5.4.

**5.2 Vitesse d'essai**

La machine d'essai doit être capable de maintenir la vitesse d'essai (voir 3.1), comme spécifié dans le Tableau 1.

Tableau 1 — Valeurs recommandées pour la vitesse d'essai,  $v$ 

Vitesse d'essai, $v$ mm/min	Tolérance %
1 <sup>a</sup>	±20
2	±20
5	±20
10	±20
20	±10
50	±10
100	±10
200	±10
500	±10

<sup>a</sup> La plus petite vitesse est utilisée pour les éprouvettes présentant des épaisseurs comprises entre 1 mm et 3,5 mm (voir également 8.5).

### 5.3 Supports et poinçon de charge

Deux supports et un poinçon de charge doivent être disposés comme illustré à la Figure 2. Les supports et le poinçon de charge doivent être parallèles à  $\pm 0,2$  mm près sur la largeur de l'éprouvette.

Le rayon,  $R_1$ , du poinçon de charge et le rayon,  $R_2$ , des supports doivent être comme suit:

$$R_1 = 5,0 \text{ mm} \pm 0,2 \text{ mm}; \text{ } \text{https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/878bfl33-069f4128-8861-72a43378bde0/iso-178-2010}$$

$$R_2 = 2,0 \text{ mm} \pm 0,2 \text{ mm pour des épaisseurs d'éprouvette} \leq 3 \text{ mm};$$

$$R_2 = 5,0 \text{ mm} \pm 0,2 \text{ mm pour des épaisseurs d'éprouvette} > 3 \text{ mm}.$$

La portée,  $L$ , doit être réglable.

### 5.4 Indicateurs de charge et de flèche

#### 5.4.1 Indicateur de charge

Le système de mesurage de la charge doit répondre aux exigences de la classe 1, telle que définie dans l'ISO 7500-1.

#### 5.4.2 Indicateur de flèche

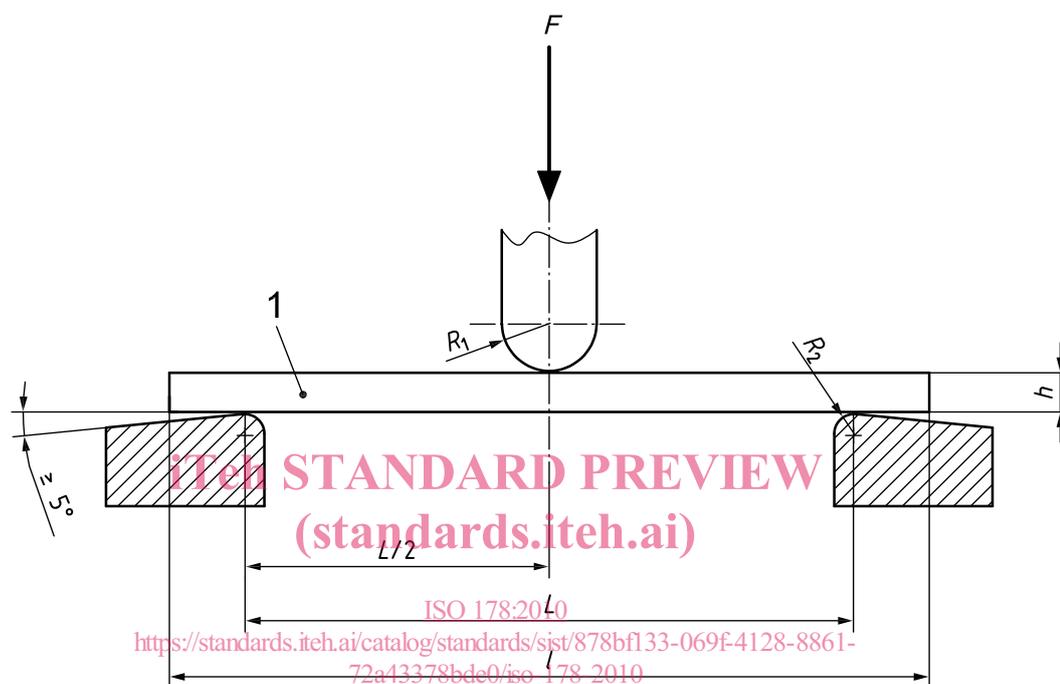
Le système de mesurage de la flèche doit répondre aux exigences de la classe 1, telle que définie dans l'ISO 9513. Cela doit être valide sur la totalité de la plage de valeurs de flèche à mesurer. Des systèmes sans contact peuvent être utilisés à condition de satisfaire aux exigences d'exactitude indiquées ci-dessus. Le système de mesurage ne doit pas être influencé par la complaisance de la machine.

Pour la détermination du module en flexion, l'indicateur de flèche doit être capable de mesurer la variation de la flèche avec une exactitude de 1 % de la valeur correspondante ou mieux, correspondant à  $\pm 3,4 \mu\text{m}$ , pour une portée entre supports,  $L$ , de 64 mm et une épaisseur d'éprouvette,  $h$ , de 4,0 mm (voir Figure 3). D'autres portées et épaisseurs d'éprouvette conduisent à des exigences différentes relatives à l'exactitude de l'indicateur de flèche.

Tout indicateur de flèche capable de mesurer la flèche avec l'exactitude spécifiée ci-dessus convient.

NOTE Le déplacement de la traverse mobile englobe non seulement la flèche de l'éprouvette mais également l'indentation de la tête du poinçon et des supports dans l'éprouvette ainsi que la déformation de la machine. Cette dernière dépend de la machine ainsi que de la charge. Les résultats obtenus sur différents types de machines ne sont donc pas comparables.

En général, le déplacement de la traverse mobile n'est pas adapté pour la détermination du module sauf si une correction de la complaisance est appliquée.



#### Légende

- 1 éprouvette
- $F$  force appliquée
- $R_1$  rayon du poinçon de charge
- $R_2$  rayon des supports
- $h$  épaisseur de l'éprouvette
- $l$  longueur de l'éprouvette
- $L$  portée entre supports

Figure 2 — Position de l'éprouvette au départ de l'essai