

TP n° 4 : Essai de flexion

**Définition :**

L'essai de flexion est un test mécanique quasi statique qui permet de caractériser des propriétés mécaniques du matériau étudié. Il est très facile à mettre en oeuvre (absence de système de fixation d'éprouvette, géométrie simple de l'échantillon), et il reproduit assez bien les sollicitations courantes auxquelles sont soumises les pièces industrielles.

**Principe**

L'essai de flexion détermine l'aptitude à la déformation d'un matériau sur deux appuis (A et B) séparée d'une distance (L) avec une application de l'effort (F) à mi-distance des appuis (figure 1). La charge appliquée provoque la déformation de la poutre. Le déplacement de la ligne médiane se traduit par une courbure avec une déflexion maximale ( f ) à l'endroit d'application de la charge.

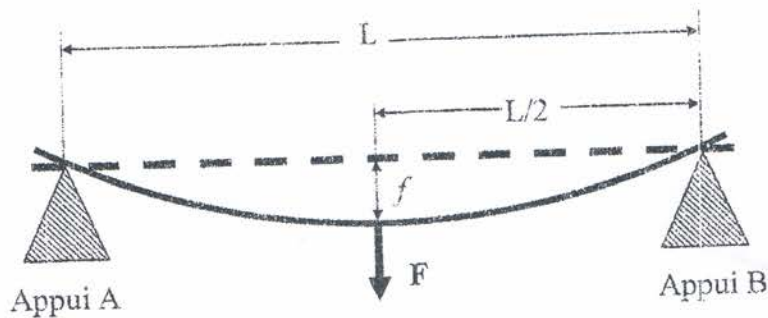


Figure 1 : schéma de principe de l'essai de flexion.

Dans ce cas, la flèche maximale ( f ) (ou déflexion) se calcule comme suit :

$$f = \frac{F.L^3}{48.E.I} \dots\dots\dots(1)$$

où E : module d'élasticité du matériau (N/mm<sup>2</sup>),

$$I = \frac{b.h^3}{12} : \text{moment d'inertie de la section transversale de la poutre}$$

$$\text{d'où : } f = \frac{F.L^3}{4.E.b.h^3} \dots\dots\dots(2)$$

avec b : largeur de la section transversale

et h : la hauteur.

**Dispositif expérimental :**

La figure 2 montre le montage expérimental utilisé dans ce TP.

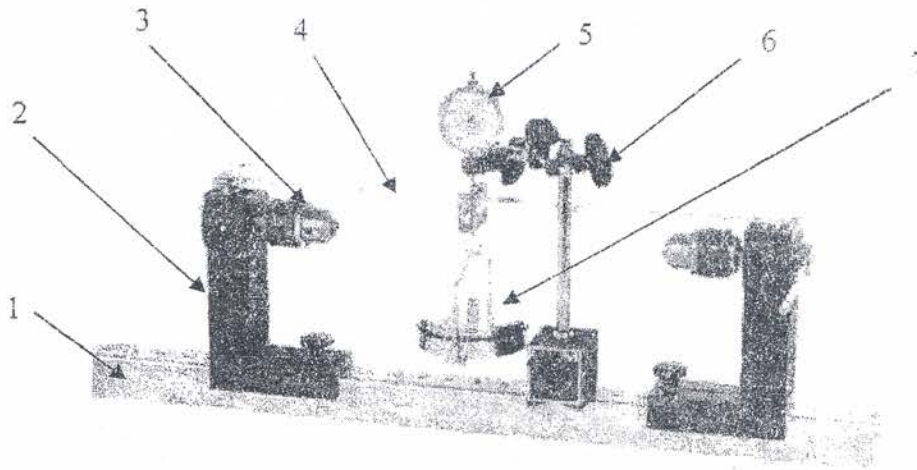


Figure 2 : Dispositif d'essai de flexion

1. bâti,
2. support,
3. mandrin,
4. éprouvette d'essai,
5. comparateur,
6. ensemble de fixation avec base magnétisée,
7. poids.

**Possibilités expérimentales :**

Le dispositif permet de réaliser plusieurs manipulations telle que :

- Etude de la déflexion en fonction de la rigidité du matériau
- Etude de la déflexion en fonction de la hauteur de l'éprouvette,
- Etude de la déflexion en fonction de la largeur de l'éprouvette,
- Etude de la déflexion en fonction de la charge appliquée,
- Etude de la déflexion en fonction de la distance entre les points d'appui.

**Procédure d'essai :**

1. fixer les supports du dispositif d'essai à une distance de 500 mm l'un de l'autre. La longueur de la barre d'essai est égale à 510 mm.
2. avant l'essai, il faut marquer au crayon les distances 500 mm et 250 mm conformément à la figure 3.

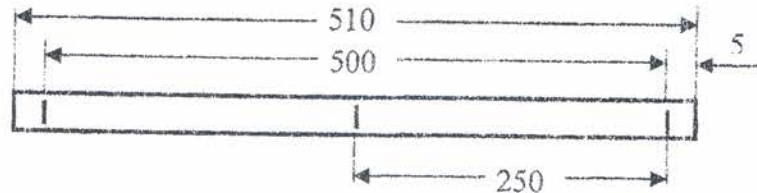


Figure 3 : marquage des repères.

3. poser la barre sur les supports prismatiques en laissant 5 mm de chaque extrémité.
4. fixer le dispositif de mesure en plaçant la surface magnétique sur la face supérieure du bâti.
5. mettre à « zéro » le comparateur.
6. placer lentement la charge (masse de 1 kg) dans le plateau du dispositif de mesure.
7. relever l'indication de la flèche sur le comparateur (rouge).

**Manipulations :****1 : Etude de la déflexion en fonction de la rigidité du matériau**

Les barres d'essai sont de différents matériaux (Al, Cu, Laiton, St). Les éprouvettes sont de même section et la charge appliquée correspond au poids d'une masse de 1kg. La distance entre les appuis est de 500 mm.

Les valeurs de la déflexion pour chaque barre sont portées dans le tableau suivant :

	flèche mesurée sur le comparateur (mm)	module d'élasticité E calculé (N/mm <sup>2</sup> )	module d'élasticité E donné par les tables (N/mm <sup>2</sup> )
Al			70000
Cu			125000
Laiton			80000
St			210000

Les résultats permettent de représenter sur un graphe l'évolution de la valeur de la flèche en fonction de 1/E.

Remarque : on peut déterminer le module d'élasticité en utilisant la formule :

$$E = \frac{FL^3}{48.I.f} \dots\dots\dots (3)$$

sachant que pour les barres prismatiques, le moment d'inertie  $I = \frac{b.h^3}{12}$

**2 : Etude de la déflexion en fonction de la largeur de l'éprouvette.**

Les éprouvettes d'essai sont des barres prismatiques en alliage d'aluminium avec différentes largeurs (b = 10, 15, 20, 25 et 30 mm).

La distance entre les appuis est de 500 mm et la charge appliquée correspond au poids d'une masse de 1kg. (F = 9,81 N) appliquée à mi-distance.

Section de l'éprouvette (bxh)	10x5	15x5	20x5	25x5	30x5
Déflexion f mesurée (mm)					
$\frac{1}{b}$ en $\frac{1}{mm}$					

Tracer le graphe qui montre l'évolution de la flèche ( f ) en fonction du rapport  $\frac{1}{b}$  et tirer la conclusion.



**3 : Etude de la déflexion en fonction de la hauteur de l'éprouvette.**

Les éprouvettes utilisées sont des barres en alliage d'aluminium à section rectangulaire de différentes hauteurs ( $h = 3, 4, 5, 6, 8$  et  $10$  mm) et d'une largeur de  $20$  mm. La distance entre les appuis est de  $500$  mm et la charge appliquée correspond au poids d'une masse de  $1$  kg. ( $F = 9,81$  N) appliquée à mi-distance.

Section (b x h)	20x3	20x4	20x5	20x6	20x8	20x10
Déflexion mesurée (mm)						
$\frac{1}{h^3}$ en $\frac{1}{\text{mm}^3}$						

Tracer le graphe qui montre l'évolution de la flèche ( $f$ ) en fonction du rapport  $\frac{1}{h^3}$  et tirer la conclusion.

**4 : Etude de la déflexion en fonction de la charge appliquée.**

On utilise une barre d'essai en alliage d'aluminium de section transversale  $20 \times 5$  mm. La distance entre les appuis est de  $500$  mm et les charges appliquées correspondent successivement aux poids de masse  $0,5, 1,0, 1,5,$  et  $2,0$  kg.

Masse du poids de chargement (kg)	0.5	1.0	1.5	2.0
Déflexion mesurée au comparateur (mm)				

Tracer le graphe qui montre l'évolution de la flèche ( $f$ ) en fonction de la charge appliquée ( $F$ ) et tirer la conclusion.

**5 : Etude de la déflexion en fonction de la distance entre les appuis.**

On utilise une barre en alliage d'aluminium de section transversale  $20 \times 4$  mm<sup>2</sup>. Les distances entre les appuis seront fixées à :  $L = 20, 30, 40$  et  $50$  mm. La charge appliquée correspond au poids d'une masse de  $1$  kg. ( $F = 9,81$  N) appliquée à mi-distance.

Distances entre les appuis L (cm)	20	30	40	50
Déflexion mesurée sur le comparateur (mm)				
$L^3$ en $\text{cm}^3$				

Tracer le graphe qui montre l'évolution de la flèche ( $f$ ) en fonction de  $L^3$  et tirer la conclusion.