

Essai de torsion

**1. Notions de base**

Dans un repère orthonormé (O, X,Y,Z), considérons une poutre cylindrique de rayon (r) et de longueur (L), articulée à l'une de ses extrémités et libre de l'autre. L'axe de la poutre coïncide avec l'axe (x) de même que l'axe du moment de torsion  $M_t$  (figure 1).

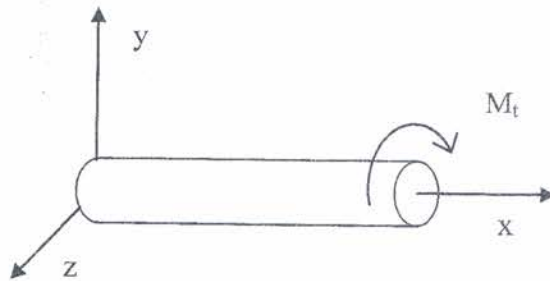


Figure 1 : Schéma de sollicitation en torsion simple

La poutre est dite sollicitée en torsion simple si au centre de gravité de chaque section droite de la poutre, seul le moment de torsion  $M_t$  est différent de zéro.

Sous l'action du couple de torsion  $M_t$  (voir figure 2), les sections transversales adjacentes subissent une rotation l'une par rapport à l'autre. La génératrice AB prend alors la position AB' formant un angle ( $\theta$ ).

Dans ces conditions, l'angle ( $d\alpha$ ) dont tournent l'une par rapport à l'autre deux sections distantes de ( $dx$ ) s'écrit :

$$d\alpha = \theta . dx$$

$$d'où \theta = d\alpha / dx$$

( $\theta$ ) désigne l'angle unitaire de torsion en °/m ou rad/m .

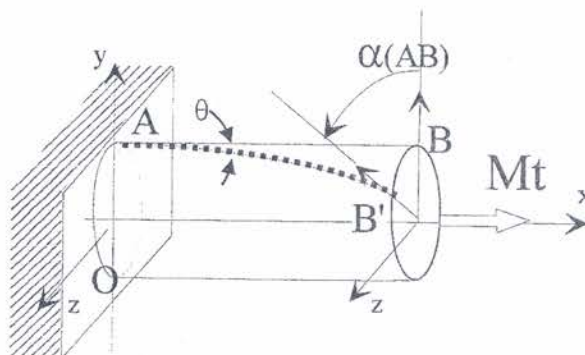


Figure 2 : Déformation en torsion

La contrainte engendrée dans ce cas est une contrainte de tangentielle ( $\tau$ ) dont la valeur en un point quelconque de la pièce est proportionnelle à l'angle de torsion unitaire ( $\theta$ ) et à l'éloignement ( $\rho$ ) de ce point à l'axe (x).

$$\tau = G . \rho . \theta \dots\dots\dots(1)$$

G est une constante caractéristique du matériau (module d'élasticité transversale).

L'équation de déformation dans le cas de la torsion simple s'écrit :

$$M_t = G.\theta.l_0 \dots\dots\dots(2)$$

Où  $I_0$  est le moment quadratique polaire. Pour une section circulaire de diamètre (d), on a :

$$I_0 = \frac{\pi.d^4}{32} \dots\dots\dots(3)$$

la contrainte en un point quelconque est :

$$\tau = \frac{M_t.\rho}{I_0} \dots\dots\dots(4)$$

la contrainte est maximale pour les points de la section les plus éloignés du centre.

$$\tau_{\max} = \frac{M_t}{W_p} \dots\dots\dots(5)$$

où  $W_p = I_0 / r_{\max}$  est le module d'inertie polaire de la section.

$r_{\max}$  étant le rayon de la section circulaire de la poutre

## 2. Principe et but de l'essai de torsion

Dans ce TP, L'essai consiste à appliquer un moment de torsion à l'extrémité libre d'une poutre cylindrique dont la deuxième extrémité est rigidement encastree. Le but étant de déterminer l'effet de la valeur du moment appliqué sur la déformation en torsion.

Le moment de torsion est obtenu en appliquant une force (F) à l'extrémité d'une tige de longueur bien déterminée fixée sur le bout de la partie libre de la poutre (voir figure 3). La force (F) correspond à l'action du poids d'une masse suspendue à l'extrémité de la tige.

La déformation engendrée par le moment de torsion est mesurée à l'aide du comparateur positionné à une distance (s) du centre de torsion.

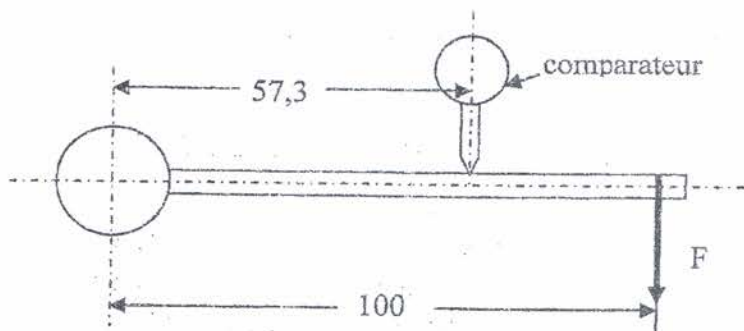


Figure 3 : Schéma de réalisation du moment de torsion.

### 3. Dispositif d'essai et étapes

La figure 4 montre le schéma du dispositif d'essai de torsion utilisé pour ce TP.

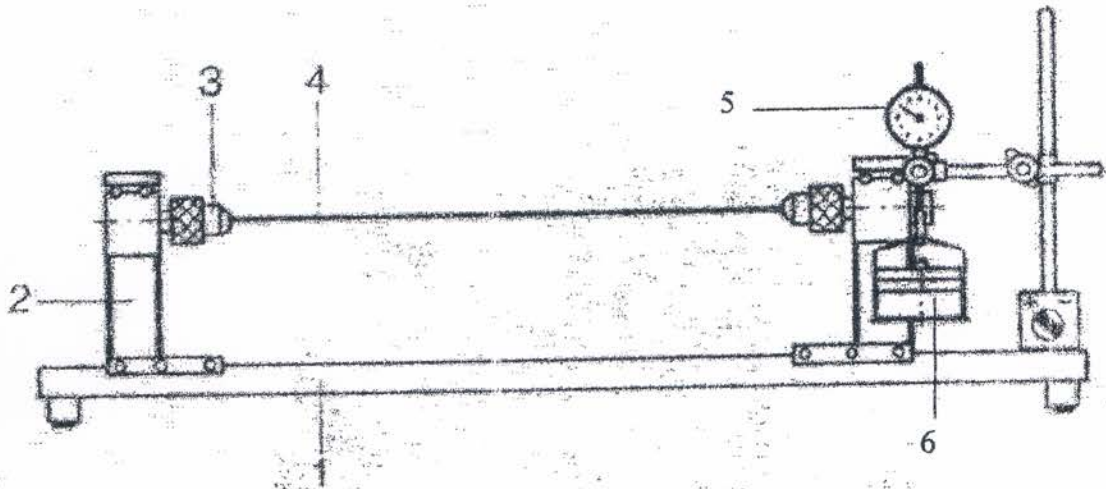


Figure 4 : Banc d'essai de torsion.

1. Bâti
2. Support
3. Mandrin de fixation
4. Barre de torsion
5. Jauge de mesure
6. Poids

Les étapes de réalisation du TP sont les suivantes :

1. Prendre les mesures de longueur et de diamètre de la barre à utiliser pour l'essai. Noter le type d'alliage de la barre.
2. Positionner les supports du dispositif d'essai de sorte à ce que la distance corresponde à la longueur de la barre.
3. Introduire l'une des extrémités de la barre dans le mandrin et serrer à l'aide de la clé spéciale.
4. Monter le dispositif de chargement sur l'autre extrémité de la barre.
5. Mettre en place le dispositif de mesure en utilisant le support à aimant.
6. Mettre à zéro le comparateur de mesure.
7. Placer la masse dans le dispositif de chargement.
8. Relever l'indication de la jauge de mesure.
9. Répéter les opérations 6 et 7 pour différentes valeurs de la masse et porter les valeurs dans un tableau (voir tableau 2 ci-dessous).
10. Représenter graphiquement l'évolution de l'angle de torsion en fonction du moment appliqué.

#### 4. Evolution de l'angle de torsion en fonction du moment

La poutre utilisée pour cet essai est une tige cylindrique en alliage d'aluminium de diamètre 10 mm et d'une longueur de 400 mm.

Les moments de torsion correspondent à l'action des poids de masse  $m = 0,1 - 0,2 - 0,5 - 1,0 - 1,5$  et  $2,0$  kg.

##### Remarques :

1. Les essais préliminaires ont montré que le dispositif d'essai subit une déformation propre qui dépend du couple appliqué. Le tableau suivant donne les valeurs des indications relevées sur le comparateur en fonction de la masse d'essai.

masse de chargement en kg	0,1	0,2	0,5	1,0	1,5	2,0
indicateur de la jauge en mm	0,01	0,02	0,045	0,095	0,155	0,205

Ces valeurs doivent être prises en compte lors des essais sur la barre en alliage d'aluminium.

2. l'emplacement de la jauge de mesure a été choisi de sorte que 1mm sur la jauge de mesure représente un angle de torsion de  $1^\circ$
3. les indications de la jauge de mesure seront portées sur le tableau suivant :

masse de chargement en kg	0,1	0,2	0,5	1,0	1,5	2,0
Moment de torsion appliqué en N.m						
indication de la jauge en mm						
indication corrigée de la jauge en mm						
Angle de torsion de la barre ( $\theta$ )						

4. tracer le diagramme de  $\theta$  en fonction de  $M_t$
5. conclure.