

TP N 3 : Torsion

(Licence N1 / Durée 3H)

Objectifs :

- Se familiariser avec le stand (les pièces constitutives, mode d'emploi ...)
- Bien maîtriser les étapes qui mènent à l'élaboration des différents essais
- Savoir exploiter les connaissances théoriques acquises

Conditions de réalisation :

- Banc d'essai de torsion
- Trois éprouvettes d'essais (1 en acier et 2 en laitons)
- Règle
- Pied à coulisse
- Clé à mandrin

Pré requis :

- Connaissances de base en RDM (sollicitations simples)
- Techniques de mesures

Evaluation :

- Motivation, travail réalisé 50 %.
- Entretien et compte rendu 50%.

Dossier Technique

Ce fascicule décrit comment installer et assurer des expériences de torsion des sections circulaires dont le but est d'apprécier les connaissances théoriques requises.

1-Description du matériel :

La figure 1 montre le module d'étude de la torsion de barre STR6. Il est composé d'une plaque-support avec deux mors de serrage pour pincer à ses deux extrémités une barre à tester. Le mors de serrage de droite est relié à une cellule de charge qui utilise un bras de levier pour mesurer le couple. Un rapporteur placé sur le mors de gauche mesure la rotation de la barre. Une molette placée sous le rapporteur permet d'appliquer la torsion aux barres. Le mors de gauche est placé sur un système permettant de la déplacer latéralement afin de s'adapter à la longueur de la barre à tester. Sur la plaque support sont notées des formules et des données qui vous seront utiles ultérieurement.

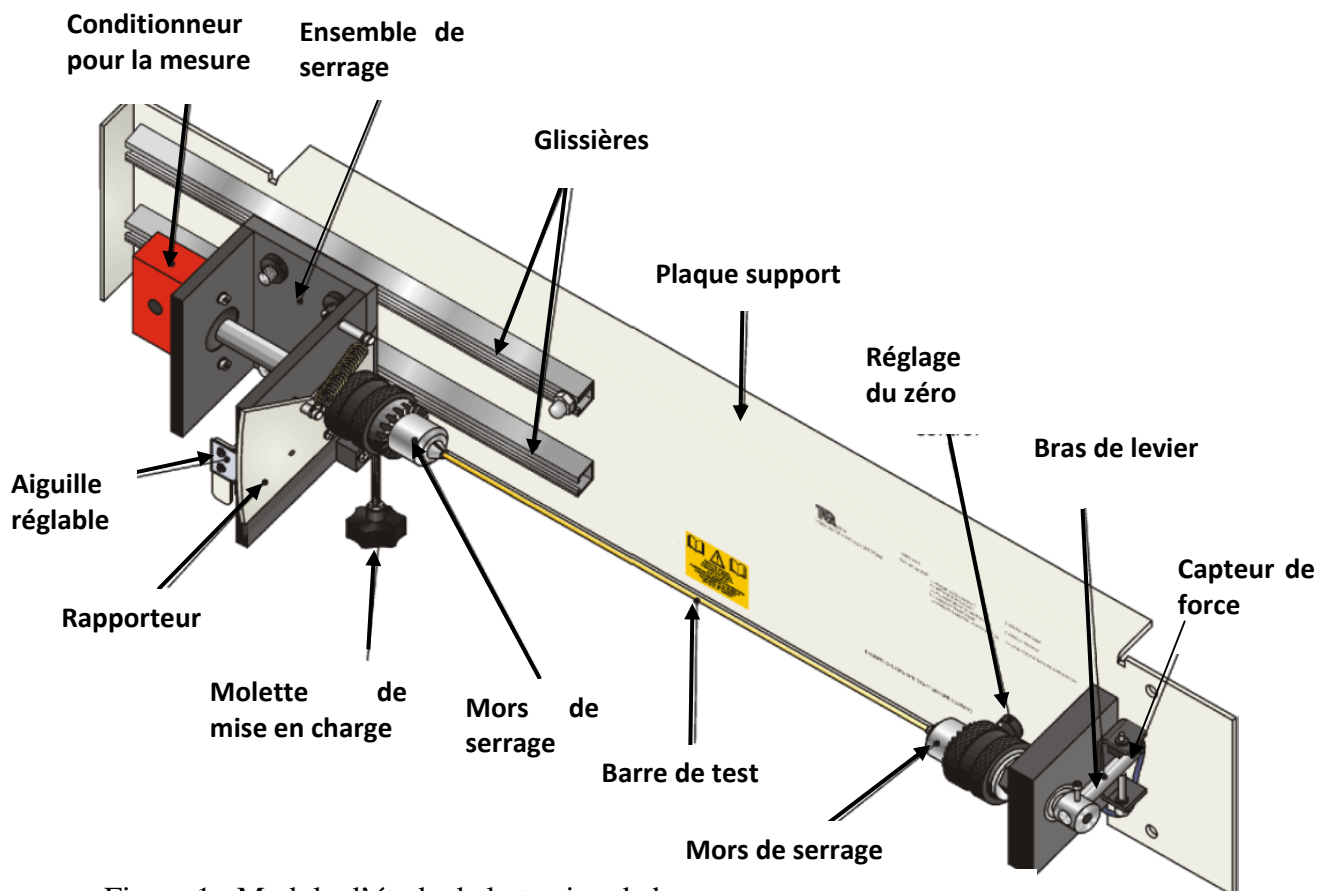


Figure 1 : Module d'étude de la torsion de barre

2-Mise en place du module :

Le module d'étude de la torsion de barre s'utilise en le plaçant sur le châssis universel STR1 et connecté à l'afficheur numérique STR1A (Voir figure 2).

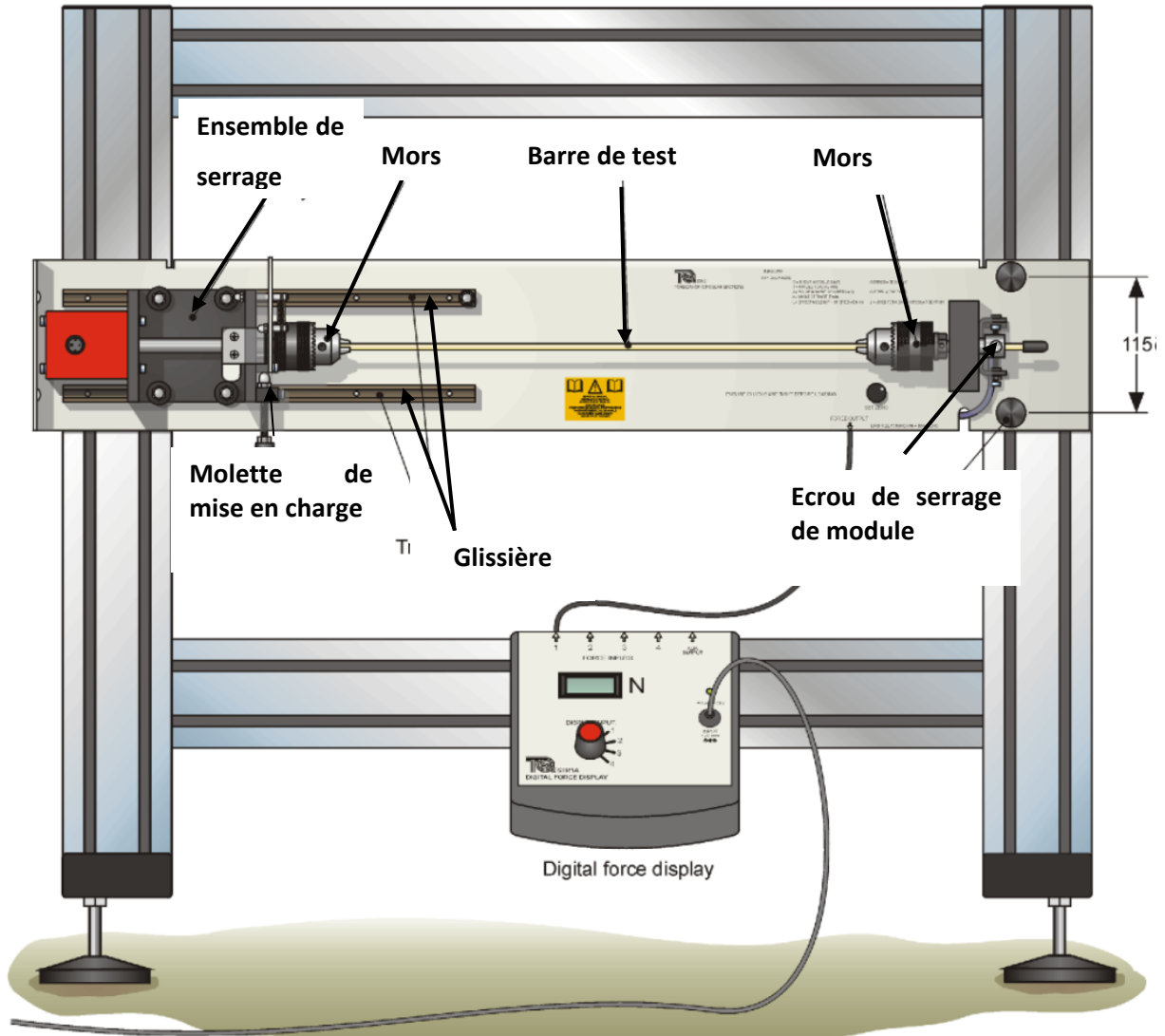


Figure 2 : Module STR6 monté sur le châssis universel STR1

Avant de mettre en place le module et de l'utiliser, il est nécessaire de toujours :

- ✚ Contrôler visuellement toutes les pièces, y compris les câbles électriques, afin de
- ✚ Vérifier qu'elles ne sont pas endommagées ou usées.
- ✚ Vérifier que tous les raccordements électriques sont corrects et sécurisés.
- ✚ Vérifier que tous les composants sont sécurisés et que les fixations sont suffisamment serrées.
- ✚ Vérifier que le châssis universel STR1 sur lequel le module STR6 se monte est positionné correctement, sur une surface plane, stable et facile d'accès

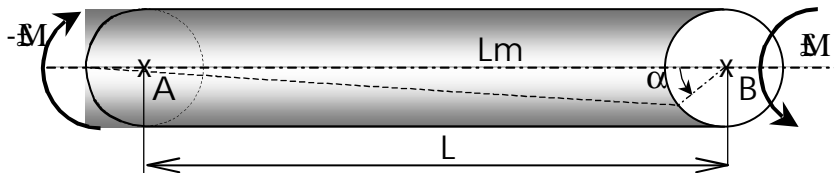
Dossier de référence

TORSION SIMPLE :

1-Définition :

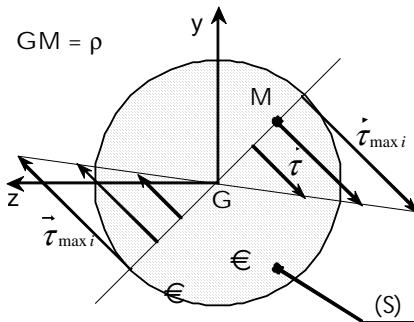
Une poutre est sollicitée en torsion simple lorsque le torseur de cohésion s'écrit sous la

$$\text{forme : } \{\tau_{Coh}\}_G = \begin{Bmatrix} 0 & M_t \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_G$$



Soit α l'angle de rotation entre les deux extrémités de la poutre.

2-Contrainte tangentielle de torsion :



Soit $\theta = \frac{\alpha}{L}$: angle unitaire de torsion en rad/mm.

τ : Contrainte tangentielle en N/mm^2

G : module d'élasticité transversal en Mpa

θ : Angle unitaire de torsion en rad/mm

M_t : Moment de torsion en N.mm

G : module d'élasticité transversal en Mpa

θ : angle unitaire de torsion en rad/mm

I_0 : moment quadratique par rapport au point G en mm^4

$$M_t = G \cdot \theta \cdot I_0$$

$$\tau = \frac{M_t}{\frac{I_0}{\rho}}$$

D'où :

G (acier)	G (Laiton)	G (aluminium)	G (cuivre)	G (bronze)
80 000 MPa	34 000 MPa	7000 MPa	11 000 MPa	6000 MPa

Dossier pédagogique

On va essayer dans ce qui suit de décrire le mode d'élaboration des différentes expériences ainsi que les résultats et les interprétations à exploiter.

EXPERIENCE 1 : DETERMINATION D'ANGLE DE ROTATION DE SECTION POUR UNE CHARGE VARIABLE.

1-But :



Le but de cette expérience est d'examiner le rapport entre le moment de torsion (M_t) et l'angle de rotation de la section (α) d'une section circulaire de deux éprouvettes (l'une en acier et l'autre en laiton). Un travail avancé sera élaboré par la suite montre l'influence des propriétés du matériau sur ce rapport.

2-Mode opératoire :

Avec un stylo et une règle, marquez les distances suivantes sur l'extrémité gauche des tiges en acier et en laiton (notez que le bout en caoutchouc est sur l'extrémité droite).

- 15 mm
- 315 mm
- 365 mm
- 415 mm
- 465 mm
- 515 mm

Suivre les instructions suivantes lors d'élaboration de cette manipulation :

-  Tourner la vis de mise en charge (dans le sens de déchargement) jusqu' à son arrêt.
-  Placer la tige en acier dans le mandrin coté droite avec son bout en caoutchouc dépasse l'extrémité du mandrin, aligner par la suite l'autre extrémité de la tige avec le mandrin situé à gauche. bien serrer ensuite la tige en utilisant la clé de mandrin.

- ✚ Ouvrir les quatre écrous qui empêchent le mandrin de glisser. Glisser le mandrin jusqu'à ce que la dernière marque (515 mm) s'aligne avec le mandrin droit. Cette procédure met la longueur de la tige à 500 mm. Bien serrer le mandrin droit en utilisant la clé du mandrin dans chacun des trois trous.
- ✚ Tourner la vis de mise en charge jusqu'à ce que l'indicateur de force affiche une valeur entre 0.3 N et 0.5 N. Mettre à zéro l'indicateur de force et la graduation d'angle en utilisant le bras mouvant de la flèche. Tourner la vis de mise en charge pour que l'indicateur de force lise 5N et ensuite remettre à zéro. Si la lecture de l'angle n'est pas zéro, vérifier si les mandrins sont serrés et recommencer.
- ✚ Lire l'angle à chaque force de 1N. Enregistrer les valeurs de force jusqu'à un maximum égal à 5N. Entrer tous les enregistrements dans le tableau 1. Transformer les lectures de la charge en moment de torsion (M_t) en multipliant par la longueur du bras la valeur de la charge : ($l = 0,05 m$).
- ✚ Répéter la même procédure pour la tige en laiton et entrer les résultats dans le tableau 2.

3-Travail demandé :

1. Dans ce qui suit on vous demande de :
2. Remplir les deux tableaux ci- dessous
3. Tracer sur le même graphique pour les deux éprouvettes, la variation du moment de torsion (M_t) en fonction de l'angle de rotation de la section(α).
4. Interpréter le résultat obtenu (Déterminer l'allure des courbes obtenues, décrire comment varie le moment de torsion avec l'angle de rotation de la section(α) , comparer les deux courbes c'est-à-dire évoquer l'influence du matériau)

Force (N)	Moment de torsion M_t (N.m)	Angle de rotation de la section α (°)
0		
1		
2		
3		
4		
5		

Tableau 1 : Résultat pour une éprouvette en acier

Force (N)	Moment de torsion M_t (N.m)	Angle de rotation de la section α (°)
0		
1		
2		
3		
4		
5		

Tableau 2 : Résultat pour une éprouvette en laiton

4-Travail avancé :

- Mesurez avec précision le diamètre des deux tiges avec un pied à coulisse et calculez par la suite la valeur du moment quadratique I_0
- Compléter les **tableaux 3 et 4** à partir des résultats expérimentaux obtenus.
NB : Se rappeler bien que vous devez convertir les mesures d'angle des degrés aux radians
- Tracer les courbes $M_t L = f(I_0 \theta)$ respectivement pour les deux nuances de matériaux utilisés.
- Calculer les pentes des deux droites obtenues, les comparer avec les résultats théoriques (En utilisant le dossier de référence) et conclure.

Diamètre de section en acier : d	mm
Moment polaire de l'inertie : I_0	$\times 10^{-12} \text{ m}^4$
Longueur : L	0.5 m

Moment de torsion (N.m)	Angle de rotation de la section θ (rad)	$M_t L$	$I_0 \theta \times 10^{-13}$
0			
0.05			
0.1			
0.15			
0.2			
0.25			

Tableau 3 : Valeurs calculées pour une éprouvette en acier

Diamètre de section en acier : d	mm
Moment polaire de l'inertie : I_0	$\times 10^{-12} \text{ m}^4$
Longueur : L	0.5 m

Moment de torsion (N.m)	Déflexion angulaire θ (rad)	$M_t L$	$J \theta \times 10^{-13}$
0			
0.05			
0.1			
0.15			
0.2			
0.25			

Tableau 4 : Valeurs calculées pour une éprouvette en laiton

EXPERIENCE 2: LES EFFETS DE LA LONGUEUR D'UNE EPROUVETTE SUR L'ANGLE DE ROTATION DE LA SECTION :

1-But :

Le but de cette manipulation est d'examiner le rapport entre l'angle de rotation de la section et la longueur d'une tige à un moment de torsion constant.

2-Principe :

- ✚ Refaire les 4 premières instructions décrites dans l'expérience 1.
- ✚ Tourner la vis de mise en charge jusqu'à ce que le moment de torsion soit de 0.15 Nm (une lecture de 3N) et noter l'angle dans le tableau 5. Réduire la longueur de la tige à la marque suivante (450mm) et remettre à zéro.
- ✚ Lire l'angle au même moment de torsion (0.15 Nm) et enregistrez. Répéter cette procédure pour les longueurs décrites dans le tableau 5.

3-Travail demandé :

1. Remplir de tableau ci-dessous.
2. Tracer la courbe décrivant la variation de l'angle de rotation de la section en fonction de la longueur de l'éprouvette: $\alpha = f(L)$.
3. Commenter la forme de la courbe.

NB : cette expérience sera réalisée pour une poutre en acier ou en laiton, le choix sera fixé par l'enseignant du TP.

Diamètre de l'éprouvette mm	Moment torsion	0.15Nm
--------------------------	----------	----------------	--------

Longueur (m)	Angle de rotation de la section (°)
0.30	
0.35	
0.40	
0.45	
0.50	

Tableau 5 : Résultats d'une éprouvette en laiton ou en acier

EXPERIENCE 3 : COMPARAISON ENTRE UNE EPROUVETTE D'ESSAI DE SECTION PLEINE ET D'UNE AUTRE TUBULAIRE :

1-But :

Le but de cette expérience est de comparer la variation de l'angle de rotation de la section d'une poutre pleine et d'une autre tubulaire ayant les mêmes diamètres.

2-Principe :

Reprendre le résultat de l'expérience 1 pour une poutre en laiton dans le tableau 6. Puis refaire la même expérience pour un tube en laiton .

3-Travail demandé :

1. Compléter le tableau ci-dessus
2. Calculer la valeur du moment quadratique pour les deux poutres étudiées et en déduire son effet sur l'angle de rotation de la section.
3. Sachant que la masse volumique du laiton est 8450 kg.m^{-3} , calculer la masse par unité de longueur du tube et de l'éprouvette pleine.
4. Déduire alors quand est ce que le forme tubulaire est recherchée pour les pièces sollicitées en torsion.

Force (N)	Moment de Torsion (Nm)	Angle de rotation de la section d'une éprouvette de section pleine (°)	Angle de rotation de la section d'une éprouvette tubulaire (°)
0			
1			
2			
3			
4			
5			

Tableau 6 : Résultats d'une éprouvette de section pleine et d'un tube en laiton

CONCLUSION GENERALE :

Rédigez une petite synthèse dans lequel vous exprimez les intérêts acquises de cette manipulation, les obstacles rencontrés et la précision des résultats obtenus.