Chapitre V :

Torsion

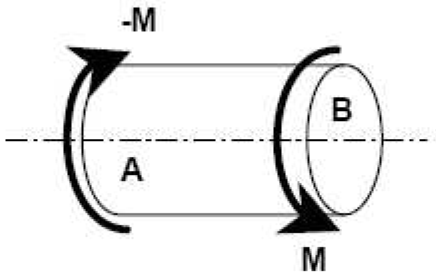
L. DOUADJI
Faculty of Mechanical Engineering & Process Engineering
Department of Materials Science

Sommaire

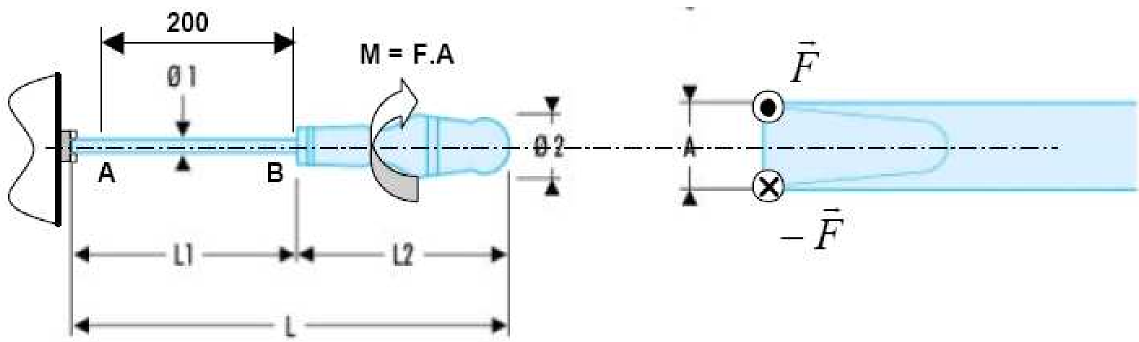
L. DOUADJI
Faculty of Mechanical Engineering & Process Engineering
Department of Materials Science

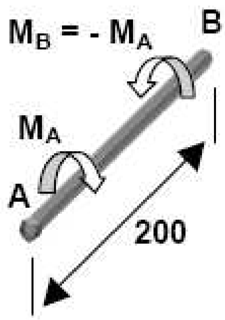
1. Définition

Une poutre droite est sollicitée en torsion chaque fois que les actions aux extrémités (A et B) se réduisent à deux couples M et –M égaux et opposés.



Exemple : Tige de tournevis.





L. DOUADJI
Faculty of Mechanical Engineering & Process Engineering
Department of Materials Science

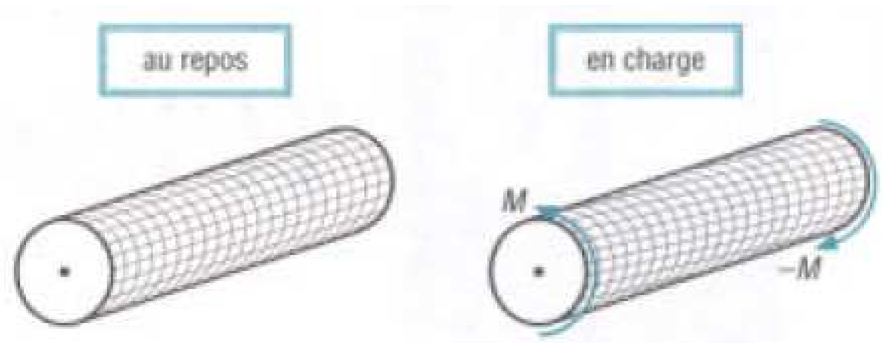
2. Déformations – Angle de torsion θ

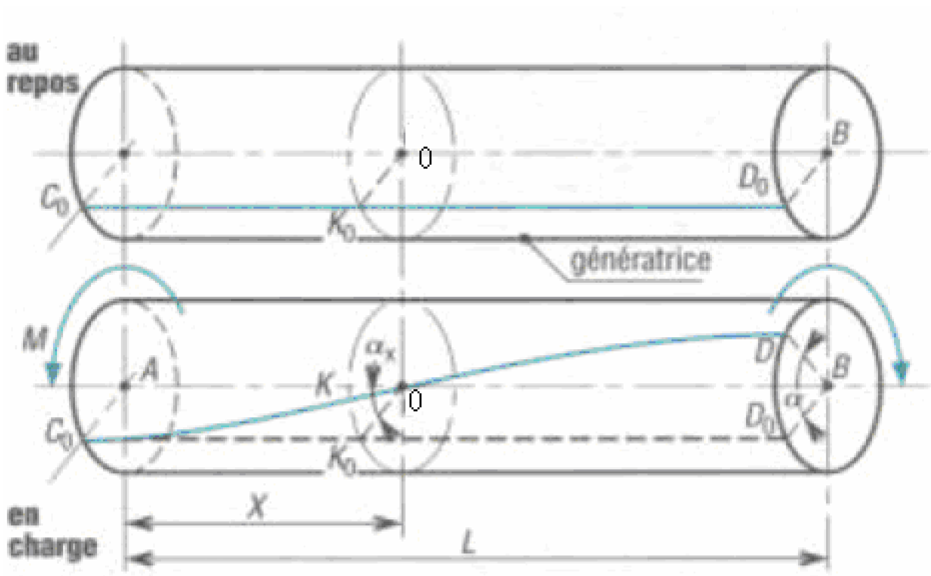
2.1. Constatations expérimentales

Les sections droites avant déformation restent droites après déformation (planes et perpendiculaires à la ligne moyenne).

Les fibres ou génératrices initialement parallèles à la ligne moyenne s'enroulent suivant des hélices autour de cet axe. La longueur des fibres restent sensiblement invariable ou constante (hypothèse des petites déformations).

Les sections droites tournent ou glissent en bloc les unes par rapport aux autres (rotations d'axe le ligne moyenne). Les rayons GK restent droits dans le domaine élastique, mais s'incurvent dans le domaine plastique.





α_x = angle (OK_0, OK) = angle de torsion entre les sections droites A et G
α = angle (BD_0, BD) = angle de torsion de la poutre.

L. DOUADJI
Faculty of Mechanical Engineering & Process Engineering
Department of Materials Science

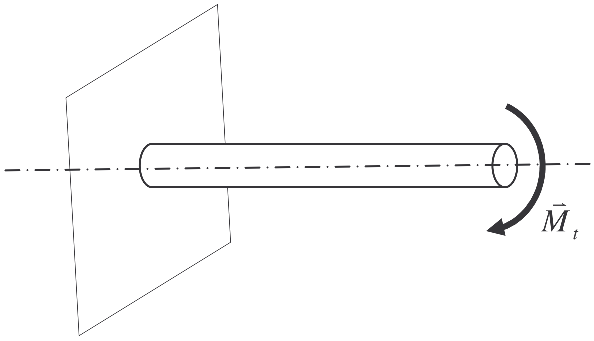
2.2 Angle unitaire de torsion θ

Si on suppose que les sections droites tournent toutes entre elles de la même façon, alors l'angle de torsion entre deux sections droites quelconques est proportionnel à la distance entre celles-ci. Autrement dit :

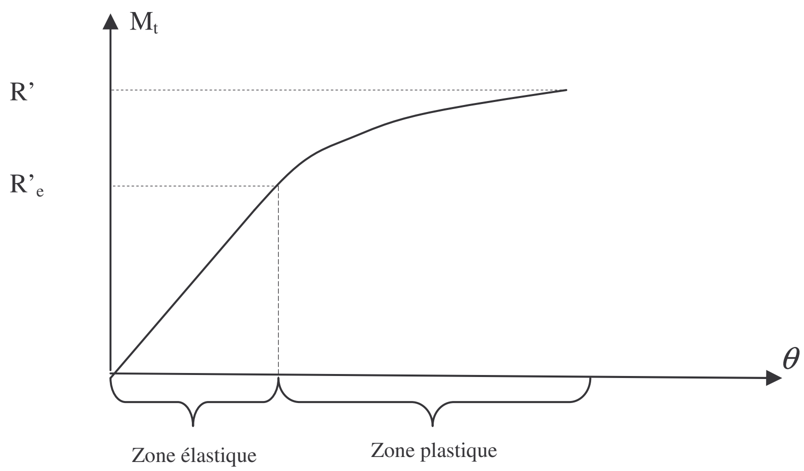
$$\frac{\Delta\alpha}{L} = \frac{\Delta\alpha_x}{X} = \theta = \text{angle unitaire de torsion}$$

3. Essai de torsion

L'essai est réalisé sur une éprouvette cylindrique dont une extrémité est fixe, et sur l'autre extrémité s'exerce un couple de torsion dont le moment de torsion M_t croît lentement.



On trace le diagramme qui permet de voir comment varie, en fonction du moment de torsion, l'ongle θ dont tournent, l'une par rapport à l'autre, les sections extrêmes de l'éprouvette le diagramme obtenu est analogue à celui de l'essai de cisaillement



L. DOUADJI
Faculty of Mechanical Engineering & Process Engineering
Department of Materials Science

La poutre n'ayant subi aucune variation de longueur N=0 $\rightarrow \sigma_n = 0$.

Sur le diagramme nous retrouvons aussi :

R_e' : Limite élastique.
R' : Limite à la rupture.

4. Contrainte tangentielle et angle de torsion

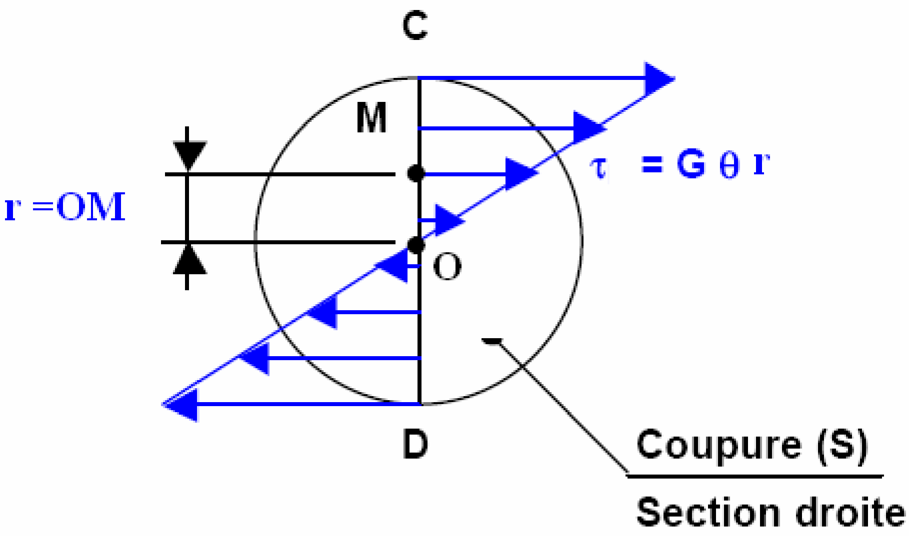
Dans ce qui suit, nous supposons les déformations sont élastiques et par conséquent très petit.

Le glissement, qui n'est qu'un cisaillement de torsion, est caractérisé par l'angle de déviation γ, et lui correspond une contrainte tangentielle.

$$\tau = G.\gamma$$

$$\gamma = r.\frac{\Delta\alpha}{\Delta x}$$

$$\tau = G.r.\theta$$

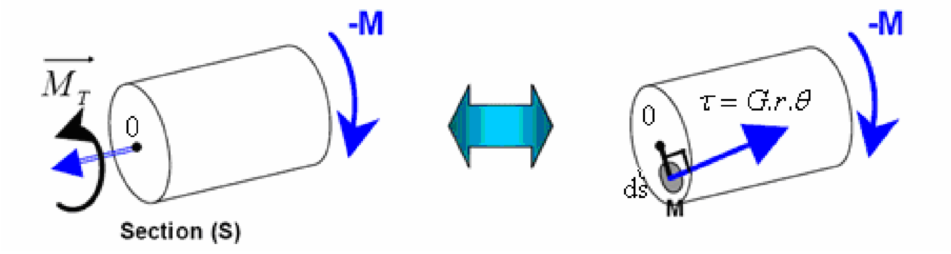


L. DOUADJI
Faculty of Mechanical Engineering & Process Engineering
Department of Materials Science

5. Moment tangentielle M_t et l'angle de torsion θ

Dans l'hypothèse de sections droites, la contrainte tangentielle τ et perpendiculaire au rayon r.

L'équilibre de l'éprouvette décrite dans l'essai de torsion est assuré si :



$$\sum \vec{M}_{ex/0} = \vec{C} + \underbrace{\iint_s r.\vec{\tau}.ds}_{Mt} = \vec{0}$$

Donc : $Mt = \iint rds(Gr\theta) = G.\theta. \underbrace{\iint r^2 ds}_{moment \cdot d'inertie/0}$

D'où l'angle de torsion s'écrit

$$\theta = \frac{1}{G}.\frac{Mt}{I_0}$$

La contrainte tangentielle ou de glissement en un point d'une section droite situé à une distance r de la fibre neutre, a pour expression :

$$\tau = r.\frac{Mt}{I_0}$$

6. Résistance à la torsion

Comme pour la traction et compression, on définit une résistance à la torsion pratique R'_p nettement inférieure à la limite élastique de glissement R'_e.

Pour qu'une pièce sollicitée à la torsion résiste en toute sécurité, il faut que :

$$\tau \leq R'_p$$

7. Application