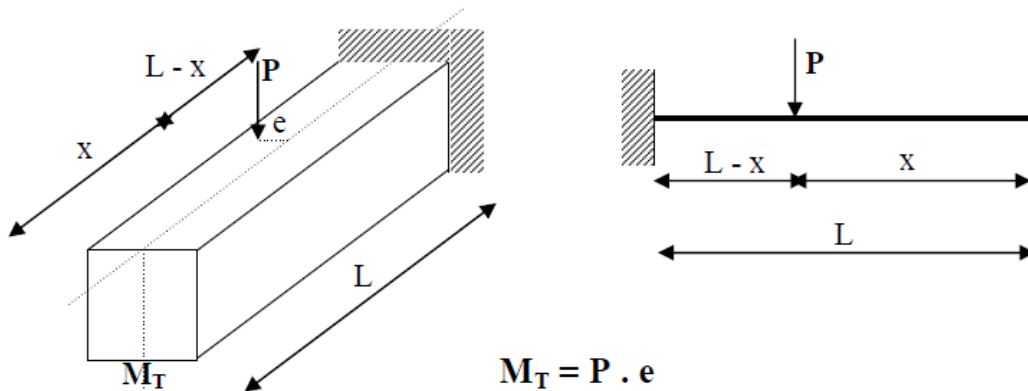


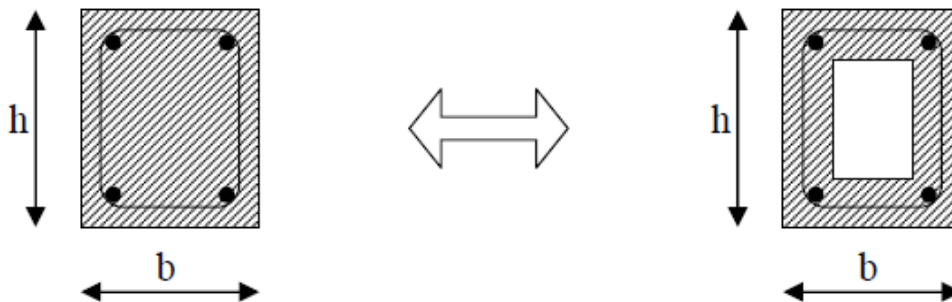
# Chapitre 09 : La torsion

## 9.1. Définition -Généralités :

Une poutre sera soumise à la torsion lorsque les forces appliquées sont excentrées par rapport au plan de symétrie longitudinal.



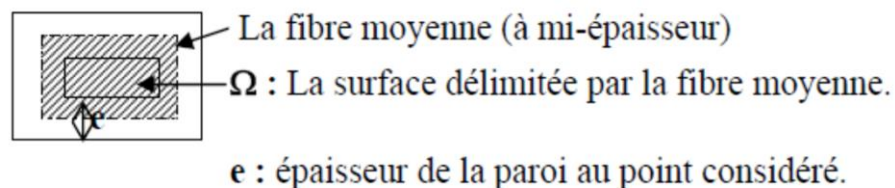
La torsion pure se rencontre que très rarement dans les pièces en béton armé plutôt c'est une flexion plus une torsion en même temps. Des essais effectués sur des poutres armées montrent qu'avec l'accroissement du moment de torsion, il y'a une redistribution des efforts internes vers les bords de la section. Seule une couche de béton peu épaisse contribue à la résistance. On constate que deux sections de même dimensions extérieures et de même ferrailage l'une pleine et l'autre creuse auront un même comportement.



## 9.2. Contraintes tangentes de torsion :

### 9.2.1. Sections creuses (tubulaires) :

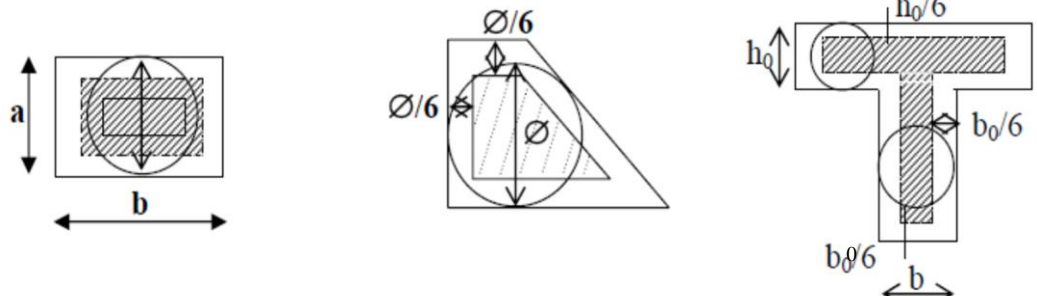
$$\tau_T = \frac{M_T}{2 \times e \times \Omega}$$



### 9.2.2. Sections pleines :

On remplace la section réelle par une section creuse équivalente dont l'épaisseur de la paroi sera égale au 1/6 du diamètre du plus grand cercle qu'il est possible d'inscrire dans le contour extérieur de la section.

$$\tau_T = \frac{M_T}{2 \times e \times \Omega}$$



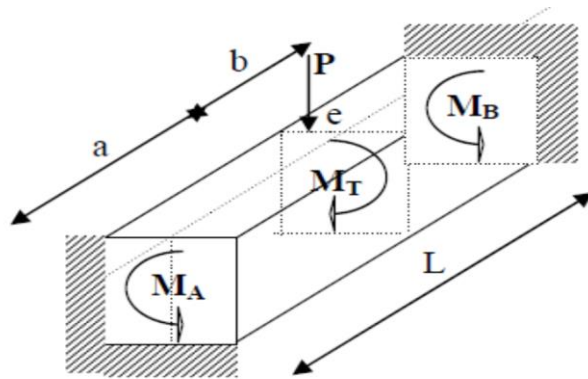
### 9.3. Comportement des poutres soumises à un moment de torsion :

Soit une poutre de longueur L.

$$M_T = P \times e$$

$$M_A = \frac{b}{L} \times M_T$$

$$M_B = \frac{a}{L} \times M_T$$



Les aciers longitudinaux seront tendus. Le schéma de rupture comporte trois éléments suivants :

1. Il y a une compression dans les bielles du béton.
2. Il y a une traction dans les armatures longitudinales.
3. Il y a une traction dans les armatures transversales.

### 9.4. Justification des poutres sous sollicitation de torsion :

#### 9.4.1. Justification du béton :

Les contraintes tangentées seront limitées par les valeurs suivantes :

$$\tau_{uL} \leq \text{Min} \left[ \frac{0,2}{\gamma_b} f_{cj}, 5MPa \right] \text{ Pour une fissuration peu préjudiciable.}$$

$$\tau_{uL} \leq \text{Min} \left[ \frac{0,15}{\gamma_b} f_{cj}, 4MPa \right] \text{ Pour une fissuration préjudiciable ou très préjudiciable.}$$

$$\tau_{uL} \leq \text{Min} \left[ \frac{0,27}{\gamma_b} f_{cj}, 7MPa \right] \text{ Pour une fissuration peu préjudiciable et armatures inclinées à } 45^\circ.$$

Les contraintes tangentielles de torsion et de l'effort tranchant doivent être cumulées. Pour le béton, les contraintes dues à l'effort tranchant et à la torsion doivent être combinées et comparées aux contraintes limites données précédemment.

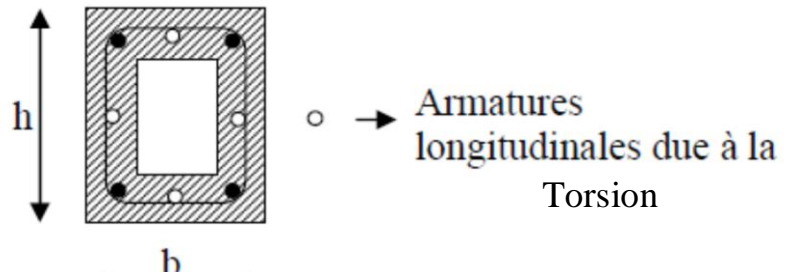
- **Sections creuses :**  $\tau_{\text{tranchant}} + \tau_{\text{torsion}} \leq \tau_{\text{limite}}$
- **Sections pleines :**  $(\tau_{\text{tranchant}})^2 + (\tau_{\text{torsion}})^2 \leq (\tau_{\text{limite}})^2$

#### 9.4.2. Justification des armatures :

On prévoit généralement des systèmes d'armatures longitudinales et transversales qui s'ajoutent aux ferrillages dû au moment fléchissant et à l'effort tranchant. Les armatures longitudinales seront prévues près des parois. Les barres seront réparties et disposées au 4 coins et éventuellement sur les faces. Les deux systèmes d'armatures  $A_l$  et  $A_t$  seront donnés par les équations suivantes:

$$\frac{A_l \times f_e}{U \times \gamma_s} = \frac{M_T}{2 \times \Omega}$$

$$\frac{A_t \times f_e}{S_t \times \gamma_s} = \frac{M_T}{2 \times \Omega}$$



Avec :

$U$  : Le périmètre de la surface  $\Omega$  délimitée par la fibre moyenne.

$M_T$  : Le moment de torsion.

$S_t$  : L'espacement entre les armatures transversales.

#### Application :

Soit une section rectangulaire pleine (20×40) cm<sup>2</sup>, sollicitée par un moment de torsion  $M_T = 10$  KN.m. Si la fissuration est préjudiciable et les cadres sont droits :

1°- Vérifiez la contrainte dans le béton ?

2°- Calculez les sections d'armatures nécessaires ?

Les caractéristiques des matériaux sont :  $f_{c28} = 25$  MPa et Fe E235.