

Chapitre II: Traction et compression

II.1 Définition

On dit qu'une pièce est soumise à un effet de traction ou de compression si elle est soumise à ses deux extrémités à deux forces axiales et opposées qui tendent à l'allonger ou à la rétrécir.

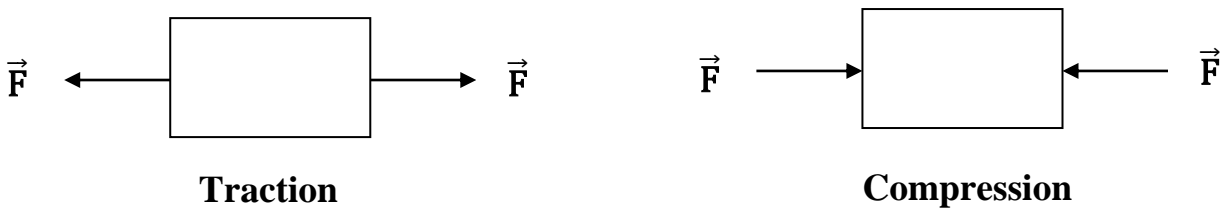
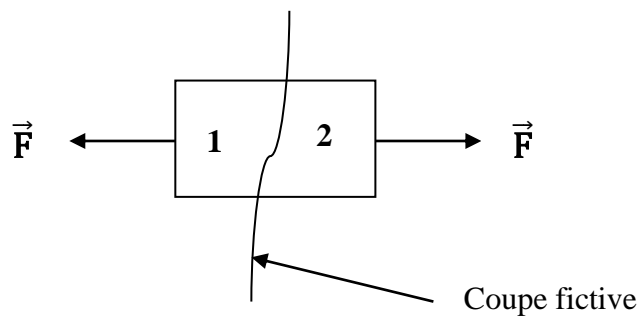


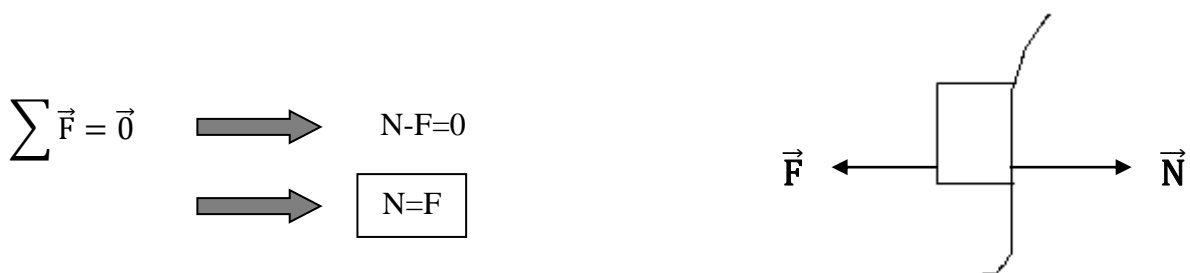
Figure (II.1): Traction et compression d'une pièce

II.2 Effort interne normal N

Sous la traction ou la compression, une force intérieure ou effort interne N apparait dans la pièce. Pour déterminer cet effort, on utilise la méthode des sections (on fait une coupe fictive).



Dans ce cas, on prend le 1^{er} tronçon ou le 2^{ème} tronçon, on trouve:



Remarque:

- $N > 0$, on a une Traction
- $N < 0$, on a une Compression

II.3 Contrainte normale σ

C'est l'intensité de l'effort interne normal N dans une section A de la pièce. Elle est donnée par la formule suivante:

$$\sigma = \frac{N}{A} \dots\dots\dots(II.1)$$

II.4 Diagramme des efforts internes

Les efforts internes varient le long de la poutre $N=f(x)$. Cette variation est représentée dans un diagramme qu'on l'appelle le diagramme des efforts internes. On note aussi l'existence des diagrammes des contraintes $\sigma=f(x)$. L'intérêt de ces diagrammes est de localiser ou de connaître la partie la plus sollicitée de la poutre.

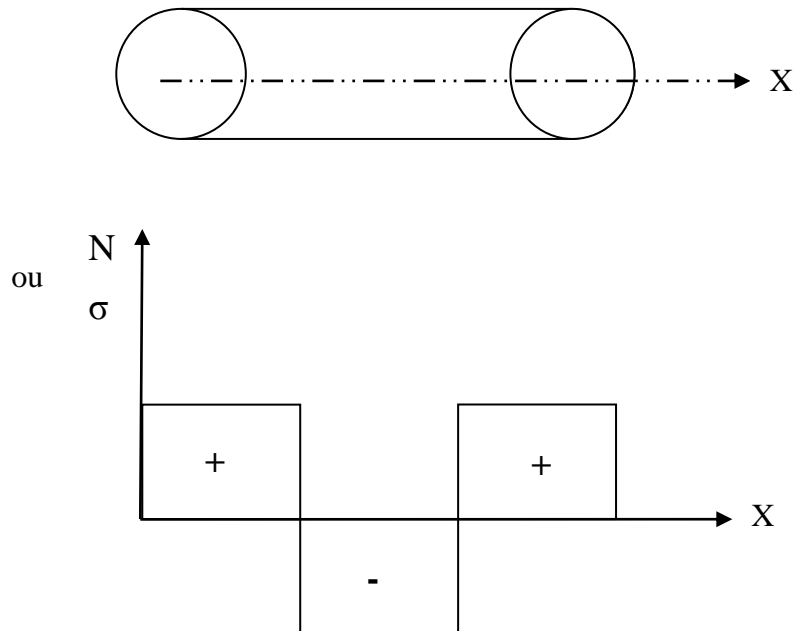
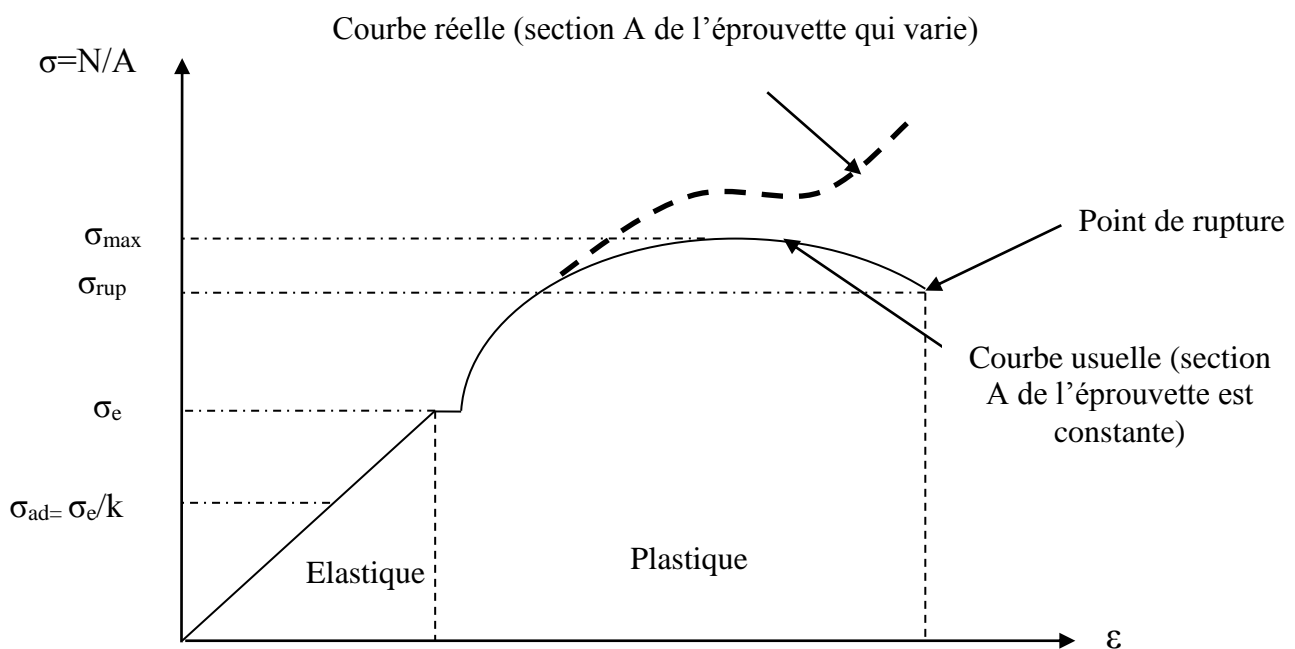
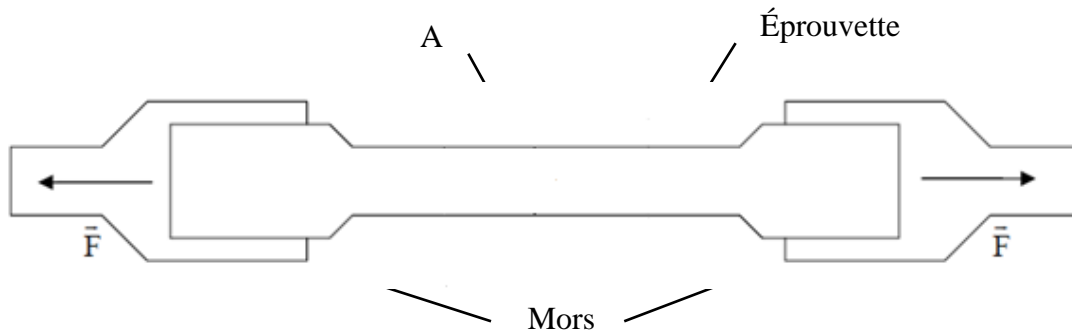


Figure (II.2): Diagramme des efforts internes et des contraintes

II.5 Essai de traction

L'essai de traction est réalisé sur une éprouvette normalisée. Une éprouvette est souvent de forme cylindrique avec des extrémités qui permettent l'accrochage des mors.



Avec:

σ_e : Contrainte élastique

σ_{ad} : Contrainte pratique ou admissible

σ_{max} : Contrainte maximale

σ_{rup} : Contrainte de rupture

k: Coefficient de sécurité

La partie élastique: La barre reprend sa forme initiale si l'expérience est interrompue dans cette zone. Dans cette partie, la variation est linéaire (une droite) de pente E appelée module d'élasticité longitudinal ou module de YOUNG ($\sigma=E.\epsilon$).

La partie plastique: La limite élastique est dépassée si l'expérience est interrompue, la barre ne reprend pas sa forme initiale.

Figure (II.3): Essai de traction

II.5.1 Déformation absolue ΔL et déformation relative ε

La déformation absolue ΔL est définie par:

$$\Delta L = L_f - L_i \dots\dots\dots(II.2)$$

La déformation relative ε est définie par:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_i} = \frac{L_f - L_i}{L_i} \dots\dots\dots(II.3)$$

Avec: L_i : longueur initiale de la pièce
 L_f : longueur finale de la pièce

II.5.2 Loi de HOOK et module d'élasticité longitudinal E (module de YOUNG)

D'après le graphe $\sigma=f(\varepsilon)$ et dans le domaine élastique, on obtient la loi de HOOK:

$$\sigma = E \cdot \varepsilon \dots\dots\dots(II.4)$$

De la loi de HOOK:

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E}$$

On constate quand $E \nearrow$ augmente, la déformation relative $\varepsilon \searrow$ diminue.

Le module E appelé module d'élasticité longitudinal ou module de YOUNG est une propriété du matériau et représente une résistance à la déformation.

On donne quelques valeurs de E :

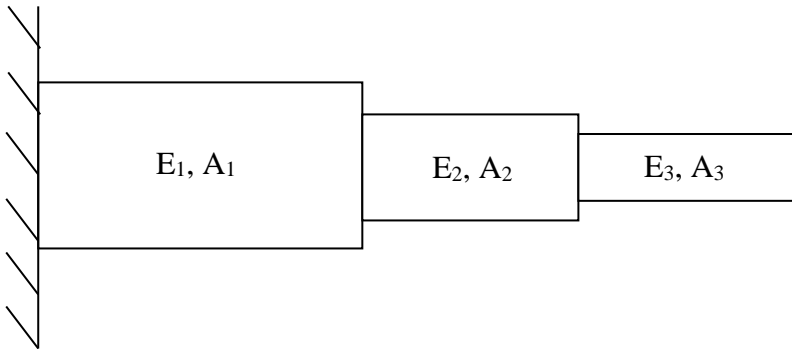
Matériau	Caoutchouc	Bois	Aluminium	Cuivre	Acier
E [MPa]	8	$1.4 \cdot 10^4$	$7 \cdot 10^4$	$12 \cdot 10^4$	$21 \cdot 10^4$

Tableau (II.1): Valeurs du module d'élasticité longitudinal E

De (II.3) et (II.4), on obtient une autre formule de la déformation absolue:

$$\Delta L = \frac{N \cdot L}{E \cdot A} \dots\dots\dots(II.5)$$

- Pour une barre composée:



La déformation absolue totale de la barre composée est:

$$\Delta L = \frac{N_1 \cdot L_1}{E_1 \cdot A_1} + \frac{N_2 \cdot L_2}{E_2 \cdot A_2} + \frac{N_3 \cdot L_3}{E_3 \cdot A_3}$$

En général:

$$\Delta L = \sum_{i=1}^n \frac{N_i \cdot L_i}{E_i \cdot A_i} \dots\dots\dots(II.6)$$

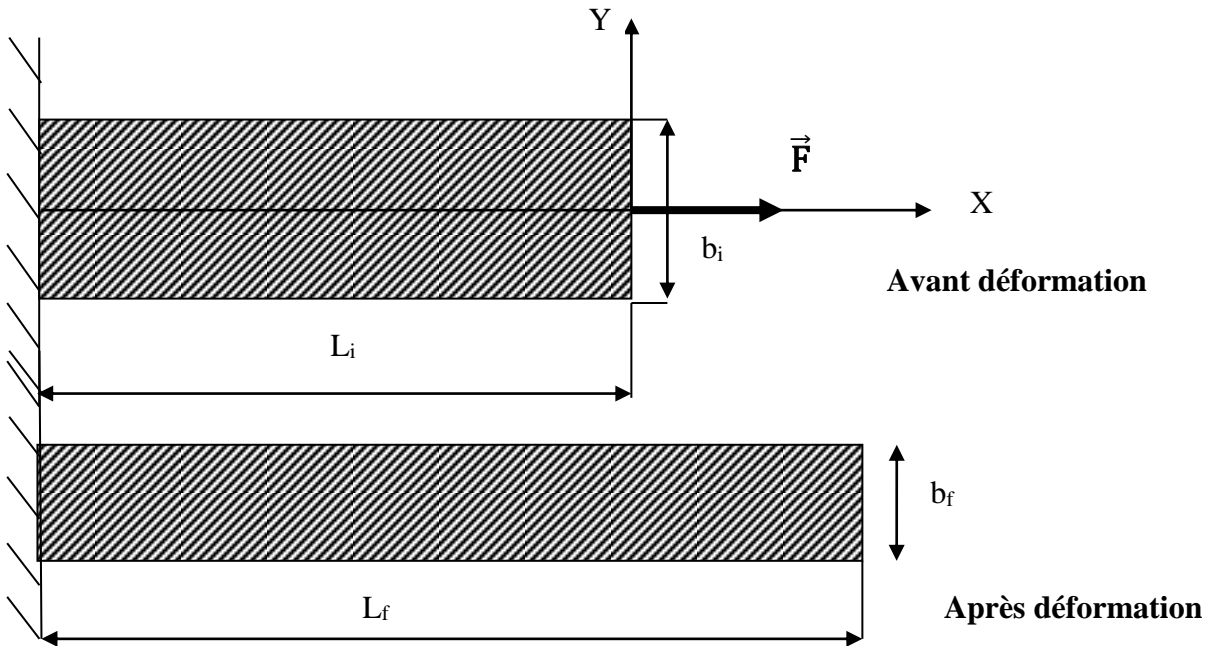
- Pour une barre à section variable A(x) ou un effort interne variable N(x):

La déformation absolue sera calculée par la formule suivante:

$$\Delta L = \int_0^L \frac{N(x)}{E_i \cdot A(x)} dx \dots\dots\dots(II.7)$$

II.5.3 Relation entre la déformation longitudinale et la déformation transversale (coefficient de POISSON)

Soit une barre de longueur L_i et de largeur b_i sollicitée en traction.



Avec: $\Delta L = L_f - L_i$ et $\Delta b = b_f - b_i$

Figure (II.4): Déformation longitudinale et transversale d'une barre

Il existe une relation entre la déformation longitudinale et la déformation transversale:

$$\epsilon_x = \frac{\Delta L}{L_i} \quad \epsilon_y = \frac{\Delta b}{b_i}$$

qui est:

$$\mu = - \frac{\epsilon_y}{\epsilon_x} \dots\dots\dots(II.8)$$

Avec μ : Coefficient de POISSON

On donne quelques valeurs du coefficient de Poisson:

Matériau	Acier	Verre	Béton	Aluminium
μ	0,27 – 0,31	0,25	0,20	0,31

Tableau (II.2): valeurs du coefficient de Poisson

II.5.4 Critère de résistance

Pour qu'une pièce sollicitée en traction ou en compression résiste en toute sécurité, il faut que:

$$\sigma_{\max} \leq \sigma_{\text{ad}} = \frac{\sigma_e}{k} \dots\dots\dots(\text{II.9})$$

Avec:

σ_{\max} : Contrainte maximale

σ_{ad} : Contrainte pratique ou admissible

σ_e : Contrainte élastique

k: Coefficient de sécurité