

## CHAPITRE 3 : TRACTION ET COMPRESSION SIMPLES

### 1. DÉFINITION

Une poutre ou un tronçon de poutre est dit soumis à la traction (ou compression) simple si le torseur des efforts intérieurs se résume à :

$$\{\tau_i\} = \begin{Bmatrix} N & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix} \text{ avec } N : \text{l'effort normal dans la section droite.}$$

$N > 0 \rightarrow$  Traction

$N < 0 \rightarrow$  Compression

### 2. RELATION CONTRAINTE/EFFORT NORMAL

La seule contrainte non nulle dans la section droite est la contrainte normale  $\sigma$  telle

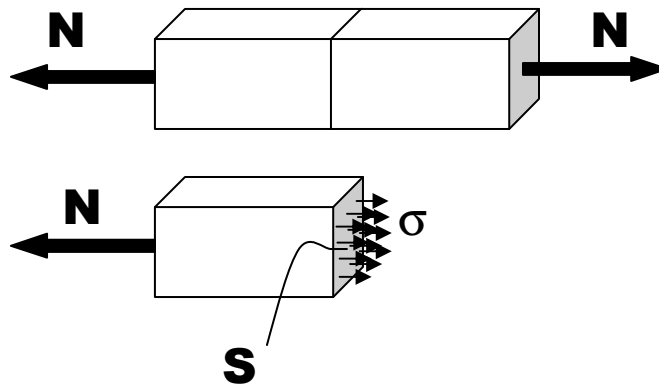
$$\text{que : } \sigma = \frac{N}{S}$$

Avec :  $N$  : effort normal. Unité : le Newton (N)

$S$  : surface de la section droite. Unité : le mètre carré ( $m^2$ )

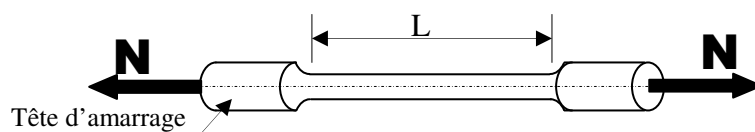
$\sigma$  : contrainte normale. Unité le Pascal (Pa),  $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$

$\sigma$  est distribuée uniformément sur la section  $S$



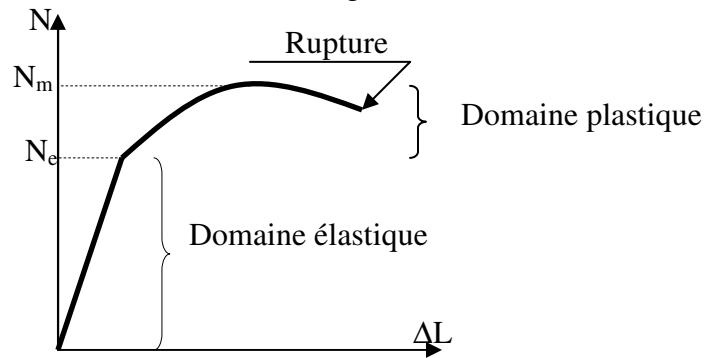
### 3. ESSAI DE TRACTION

L'essai de traction est effectué sur des éprouvettes normalisées en général cylindriques ou prismatique selon la norme et le matériau testé.



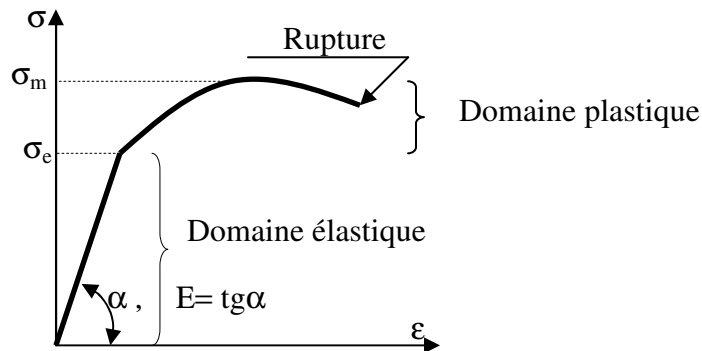
L'éprouvette est soumise à un effort de traction progressif au moyen d'une machine. Au cours de l'essai on mesure l'effort de traction  $N$  ainsi que l'allongement  $\Delta L$  de l'éprouvette, l'essai est conduit jusqu'à la rupture totale.

Le graphe N- $\Delta L$  est plus au moins différent d'un matériau à un autre. Pour un acier, le graphe typique est celui schématisé sur la figure suivante :



Ce graphe n'est pas pratique car la force et l'allongement sont spécifiques à l'éprouvette utilisée, on obtient un autre graphe plus pratique en remplaçant N par  $\sigma$  et  $\Delta L$  par  $\varepsilon$ . Avec  $\sigma = \frac{N}{S}$  et  $\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$ .

$\varepsilon$  est l'allongement relatif ou la déformation axiale de l'éprouvette et peut être calculée à partir de la mesure de  $\Delta L$  ou mesurée directement au moyen d'appareils appelés extensomètres ou autres moyens comme les jauges de déformation. C'est une valeur sans unité donnée généralement en pourcentage (%)



Ce graphe est caractérisé par deux domaines :

Domaine élastique : le graphe est une droite et à la suppression du chargement l'éprouvette reprend ses dimensions initiales.

Domaine plastique : le graphe est une courbe et à la suppression du chargement l'éprouvette ne reprend pas ses dimensions initiales, elle est déformée d'une façon permanente.

Le domaine élastique est limité par une valeur de  $\sigma$  appelée limite d'élasticité :  $\sigma_e$  c'est une caractéristique importante du matériau. La valeur maximale que peut atteindre  $\sigma$  est aussi une caractéristique du matériau elle est appelée Résistance à la traction  $\sigma_m$ .

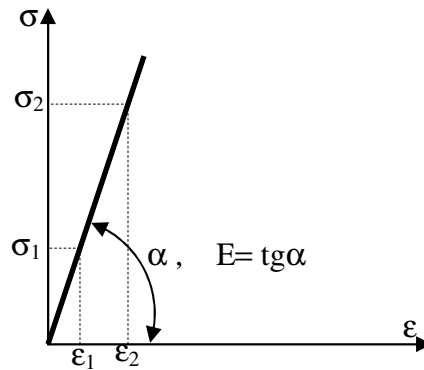
#### 4. RELATION CONTRAINTE-DÉFORMATION

Comme on a vu sur le graphe  $\sigma$ - $\varepsilon$ , dans le domaine élastique la relation entre la contrainte normale  $\sigma$  et la déformation axiale  $\varepsilon$  est linéaire (droite) cela se traduit par la relation :  $\sigma = E \cdot \varepsilon$

Elle est appelée loi de Hook. E est l'inclinaison (pente) de la droite élastique c'est aussi une caractéristique importante du matériau appelé : module d'élasticité ou module de Young.

E peut être calculé par la formule :

$$E = \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{\epsilon_2 - \epsilon_1}$$



## 5. CRITÈRES DE DIMENSIONNEMENT

Pour dimensionner une poutre (calculer ses dimensions transversales, sa section), on peut utiliser deux critères : Le critère de contrainte ou le critère de déformation.

Le critère de contrainte se résume à dire que le matériau doit rester (avec un coefficient de sécurité s) dans le domaine élastique donc :

$$\sigma \leq \frac{\sigma_e}{s}$$

Avec  $\sigma$  : contrainte réelle appliquée

$\sigma_e$  : limite d'élasticité du matériau

s : coefficient de sécurité ( $\geq 1$ )