

CHAPITRE II

TRACTION ET COMPRESSION

2.1 Définitions

La section d'une poutre travaille en traction simple quand le torseur des efforts intérieurs se réduit à une composante N , appelée effort normal.

Si N est positif alors on parle de contrainte de traction (la poutre s'allonge).

Si N est négatif alors on parle de contrainte de compression (la poutre se raccourcit).

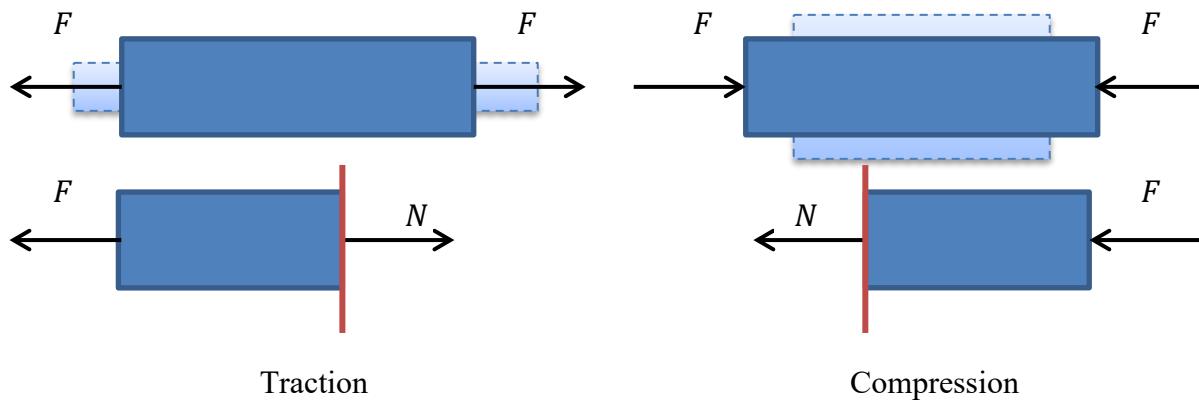


Figure 2.1. Schématisation de la traction/compression

Exemples : Le câble qui soulève la charge d'un ascenseur, la courroie qui transmet le mouvement d'une poulie à une autre, les boulons qui fixent le fond d'un cylindre contenant de la vapeur sous pression sont des corps soumis à des efforts de traction. Un pilier en béton armé, les supports des machines sont des corps soumis à des efforts de compression.

2.2 Contrainte normale de traction et compression

En considérant une barre rectiligne, de section A encastrée à son extrémité droite et soumise à l'autre extrémité à l'action d'une force F suivant son axe.

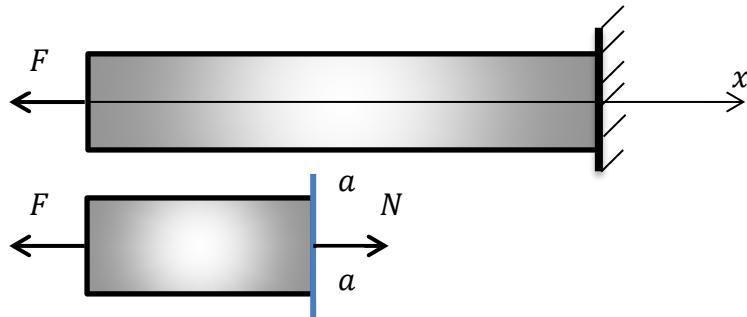


Figure 2.2. Effort normal

En réalisant une coupe suivant $a - a$, l'équilibre de la partie découpée s'exprime par :

$$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow N = F$$

La contrainte normale σ représente l'intensité de l'effort normal N par unité de surface A . Elle se mesure en (N/m^2) ou en Pascal (Pa). Elle s'exprime par :

$$\sigma = N/A$$

2.3 Déformation élastique en traction/compression

II.3.1. Déformation longitudinale et déformation transversale

En soumettant une éprouvette soumise à une contrainte de traction ou de compression, cette dernière induit des déformations axiales et des déformations transversales. Les déformations élastiques sont des déformations réversibles : lorsque la contrainte s'annule, le matériau reprend sa forme initiale.

En considérant une barre de longueur initiale L_0 soumise à un effort normal de traction F , la barre subit une variation de longueur ΔL . La déformation longitudinale est donnée par :

$$\varepsilon_x = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{L - L_0}{L_0}$$

ν étant un coefficient de contraction, dit de Poisson, la déformation transversale est alors

$$\varepsilon_y = -\nu \varepsilon_x$$

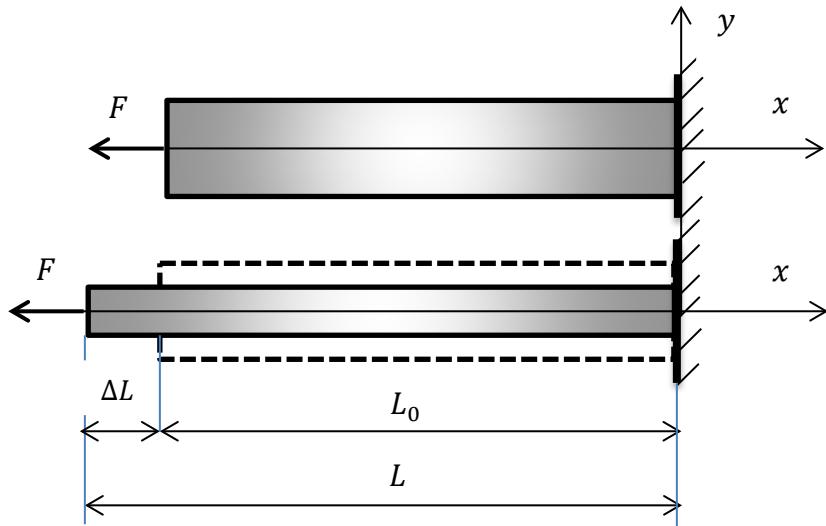


Figure 2.3. Déformation normale

II.3.2. Loi de Hooke

L'essai de traction consiste à soumettre une éprouvette normalisée à un effort de traction progressivement croissant, jusqu'à la rupture de l'éprouvette. La machine mesure les efforts appliqués et les déformations de l'éprouvette. Les courbes ci-dessous représentent le résultat d'un essai de traction sur une éprouvette en acier.

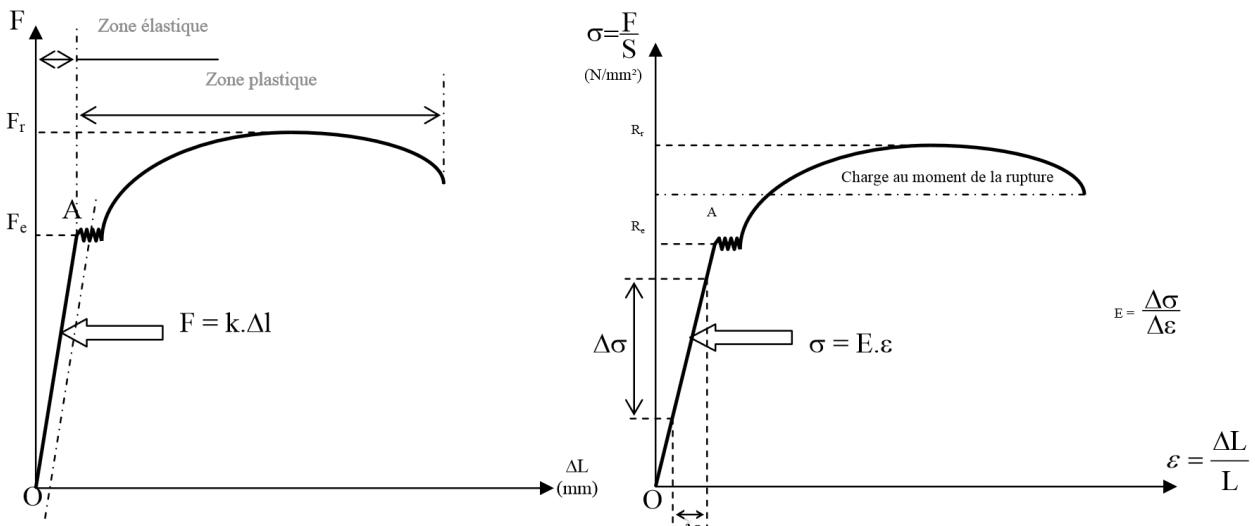


Figure 2.4. Essai de traction. A gauche : courbes forces-déplacements; à droite : courbes contraintes-déformations

Dans le domaine élastique, on constate que la déformation est proportionnelle à la contrainte. Cette relation de proportionnalité est illustrée par la loi de Hooke :

$$\sigma = E \varepsilon_x$$

$$\frac{N}{EA} = \frac{\Delta L}{L_0}$$

E est le module d'élasticité longitudinal du matériau en (GPa). Il correspond à la pente de la droite du domaine élastique. On l'appelle couramment module de Young. Ci-dessous le module de Young de certains matériaux.

Tableau 2.1. Module de Young de quelques matériaux

Matériau	E (GPa)
Diamant	1000
Aciers	200
Cuivre	120
Aluminium	70
Nylon	3

2.4 Condition de résistance à la traction/compression.

Pour qu'une pièce résiste aux efforts de traction /compression sans subir de déformation permanente, il faut que la contrainte générée ne dépasse pas la limite élastique σ_e du matériau.

$$\sigma_{max} \leq \sigma_e$$

Pour des raisons de sécurité et compte tenu des hypothèses simplificatrices faites avec les modélisations, la contrainte normale σ doit rester inférieure à une valeur limite appelée

limite pratique σ_p . On considère que c'est la contrainte maximale admissible. La condition de sécurité s'écrit alors :

$$\sigma_{max} \leq \frac{\sigma_e}{s} = \sigma_p$$

s : coefficient de sécurité

σ_e : résistance élastique du matériau (en MPa)

σ_p : résistance pratique du matériau (en MPa)