Université Abou Bakr Belkaïd
Tlemcen

Faculté de Technologie
Département d'Hydraulique

Résistance des Matériaux

CHAPITRE II

Traction simple / Compression simple

A.N.GHENIM

I. Introduction

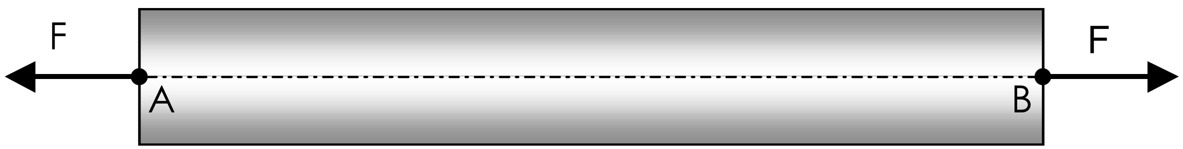
La traction et la compression correspondent à des forces s'exerçant perpendiculairement aux sections des pièces; elle sont dites uni-axiales car les côtés de la pièce ne sont pas contraints, toutes les forces sont sur un même axe.

II. Hypothèses

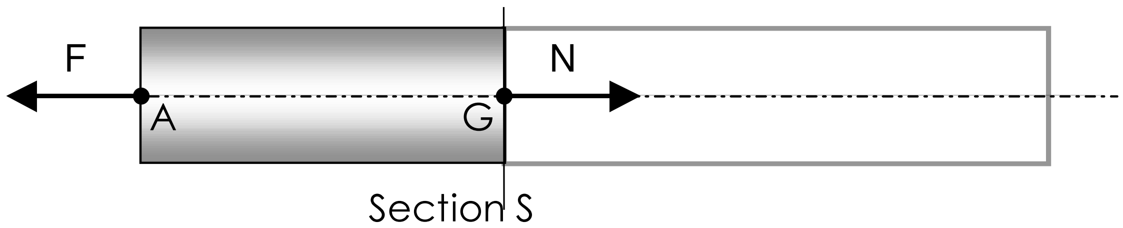
- Le solide est composé d’un matériau homogène et isotrope,
- Sa ligne moyenne est rectiligne,
- La section droite est constante sur toute la longueur,
- La résultante des actions extérieures au c.d.g. des sections extrêmes n’a qu’une composante dirigée selon la ligne moyenne.

III. Définitions

Une poutre est sollicitée à **la traction simple** lorsqu'elle est soumise à deux forces directement opposées qui tendent à l'allonger et appliquées au c.d.g des sections extrêmes.

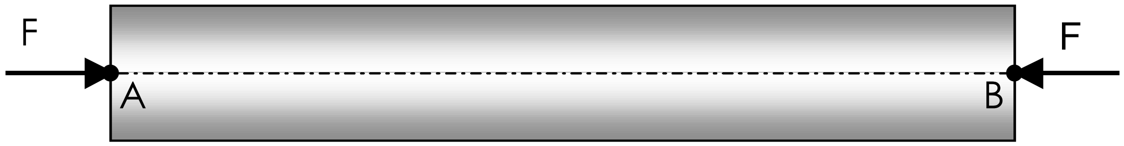


Dans ce cas, les forces de cohésion se réduisent à une composante normale N>0.

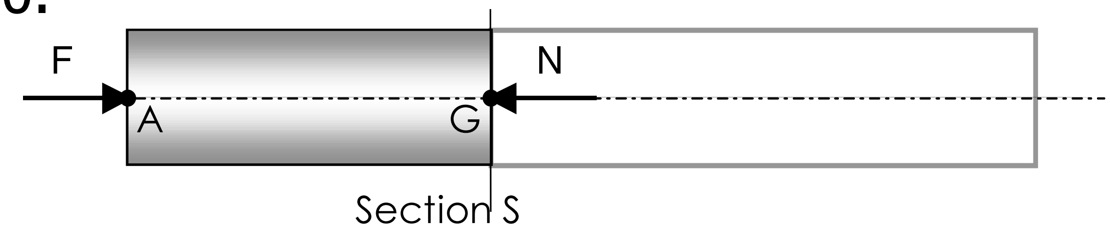


III. Définitions

Une poutre est sollicitée à **la compression simple** lorsqu'elle est soumise à deux forces directement opposées qui tendent à le raccourcir et appliquées au c.d.g des sections extrêmes.



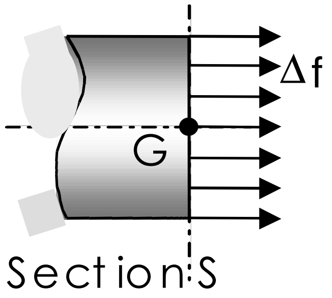
Dans ce cas, les forces de cohésion se réduisent à une composante normale N<0.



NOTA: Dans le cas de la compression, si les dimensions longitudinales sont trop importantes (par rapport aux dimensions transversales), il y a risque de flambement (ou flambage).

IV. Contraintes dans une section droite

Les deux sollicitations, traction et compression, s'expriment de la même façon :



Chaque élément de surface ΔS supporte un effort de traction Δf parallèle à la ligne moyenne.

Il y a répartition uniforme des contraintes dans la section droite. d'où :

$$\boxed{\sigma = \frac{N}{S}}$$

σ : contrainte normale en MPa (N/mm^2)

N : effort normal en N

S : aire de la section droite en mm^2

En traction: $N > 0 \Rightarrow \sigma > 0$. **En compression:** $N<0 \Rightarrow \sigma < 0$.

V. Etude des déformations

V.1 Déformations longitudinales

On se place dans le domaine élastique (petites déformations, réversibles), la loi de Hooke est donc valable : **$\sigma = E.\varepsilon$**

où ε est l'allongement unitaire et vaut: $\boxed{\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}}$

ΔL : allongement de la poutre (mm)

L_0 : longueur initiale de la poutre (mm)

Or on a : $\sigma = \frac{N}{S} = E.\varepsilon = E.\frac{\Delta L}{L_0}$

On obtient donc : $\boxed{\Delta L = \frac{N.L_0}{E.S}}$

σ : contrainte normale (MPa)

N : effort normal en N

S : aire de la section droite en mm^2

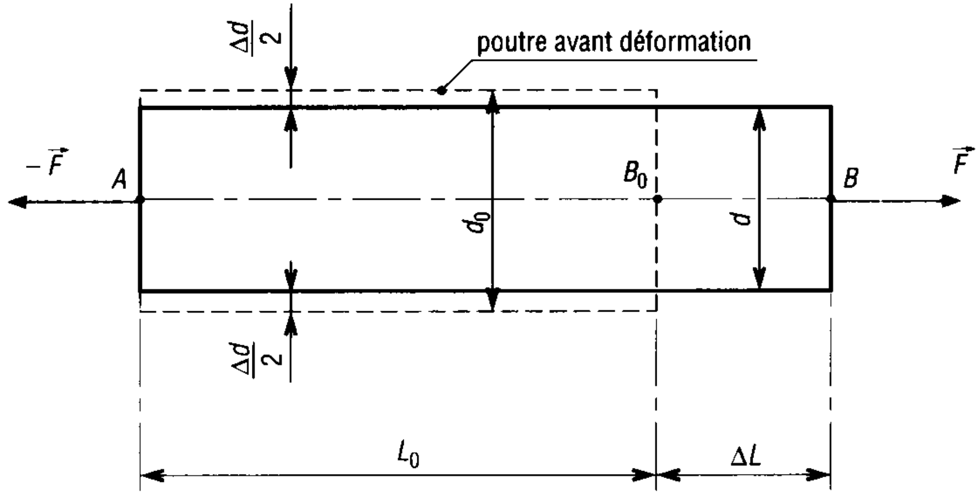
E : module de Young (MPa)

Matériau	Acier	Béton	Aluminium
E (daN/mm²)	21000	2000	7000

V. Etude des déformations

V.2 Déformations transversales

Lorsqu'une poutre s'allonge dans la direction longitudinale sous l'effet de N, on observe une contraction dans la direction transversale.



On a : $$\boxed{\varepsilon_y = \frac{d - d_0}{d_0}}$$

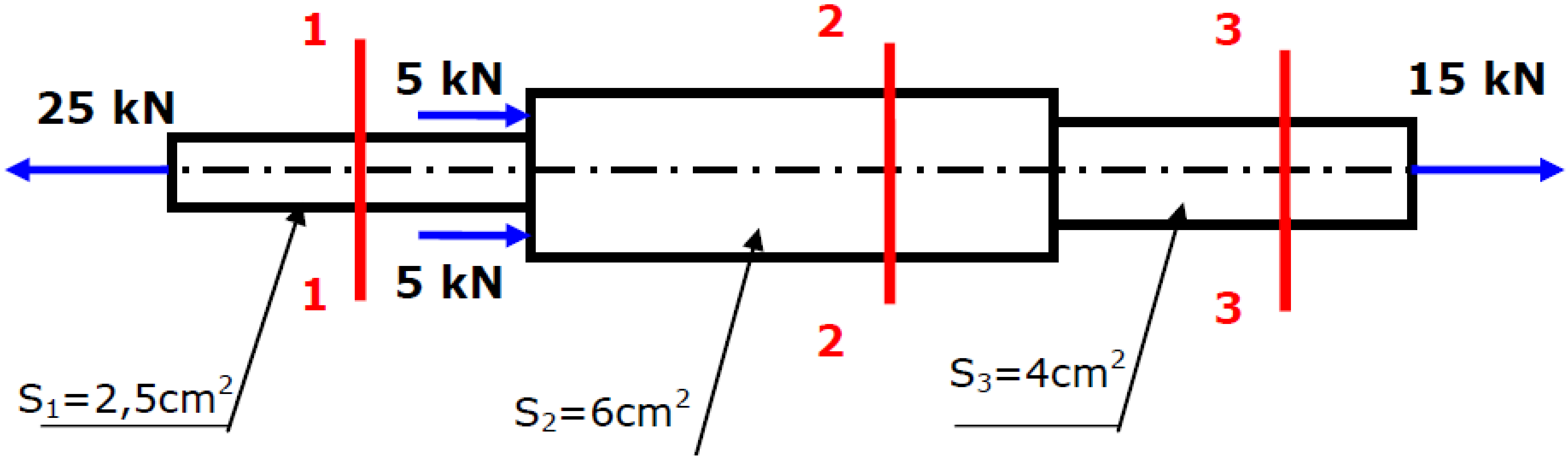
On constate une proportionnalité entre les déformations transversales et les déformations longitudinales.

$$\boxed{\varepsilon_y = -\upsilon . \varepsilon_x}$$

ν : Coefficient de Poisson (entre 0.1 et 0.5, 0.3 pour les aciers)

Exemple 1

Soit la barre schématisée par la figure ci-dessous. Calculer les contraintes au niveau des sections 1-1, 2-2 et 3-3.

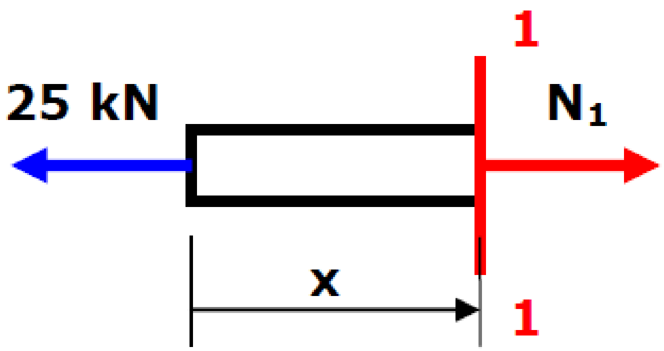


Solution 1

Section 1-1

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow \quad N_1 = 25kN$$

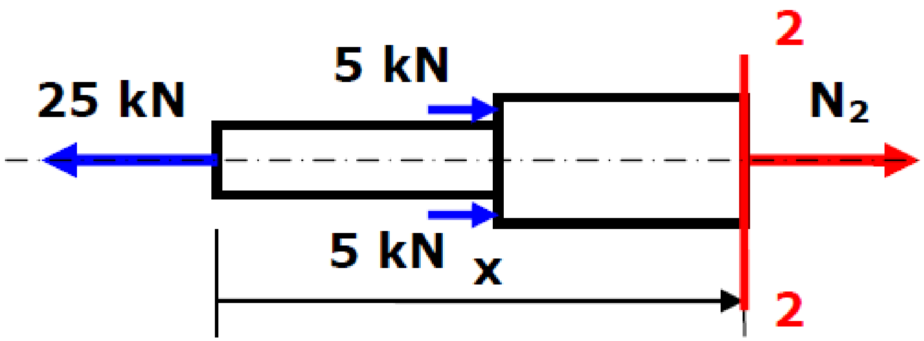
$$\sigma_{1-1} = \frac{N_1}{S_1} = \frac{25}{2{,}5} = 10kN/cm^2 = 100MPa$$



Section 2-2

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow \quad N_2 = 15kN$$

$$\sigma_{2-2} = \frac{N_2}{S_2} = \frac{15}{6} = 2{,}5kN/cm^2 = 25MPa$$

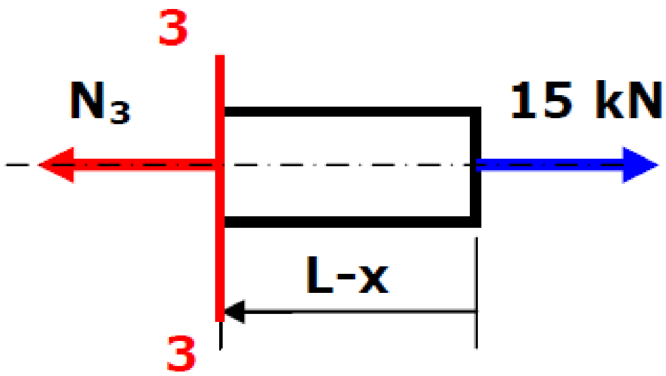


Solution 1

Section 3-3

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow \quad N_3 = 15kN$$

$$\sigma_{3-3} = \frac{N_3}{S_3} = \frac{15}{4} = 3{,}75kN/cm^2 = 37{,}5MPa$$



VI. Diagramme de l’effort normal (DEN)

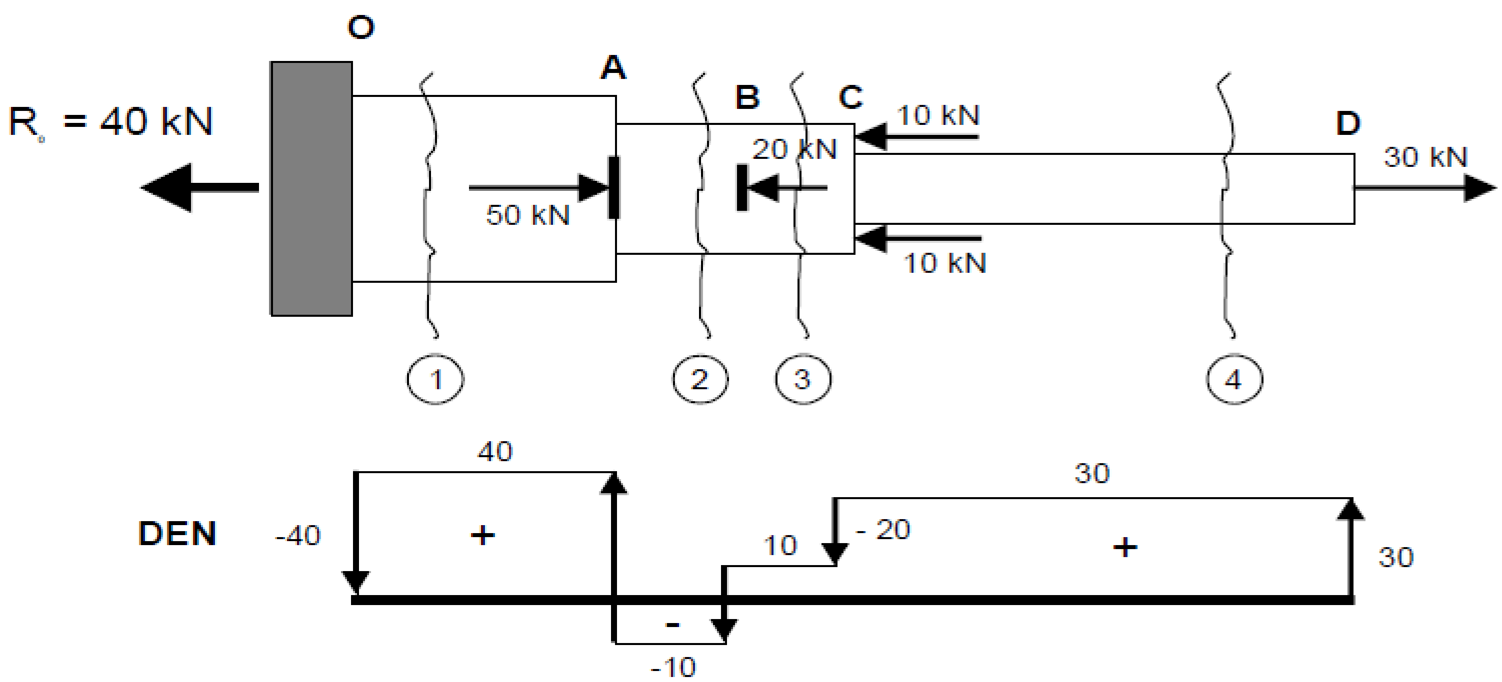
Le digramme de l’effort normal (DEN) donne la valeur de l’effort normal dans toutes les sections perpendiculaires à la membrure à l’étude.

L’effort normal dans une section est la résultante des charges axiales s’exerçant sur la section.

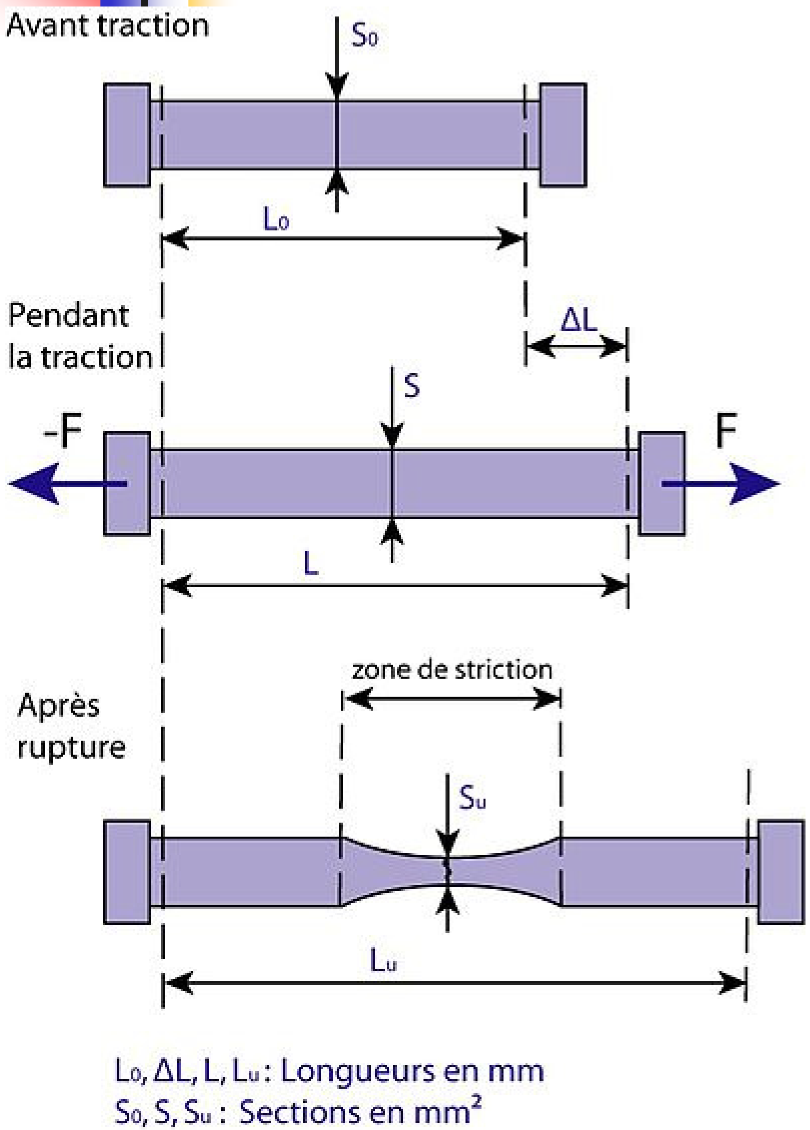
Le DEN est obtenu par la méthode des sections en effectuant une coupe suivant l’entrée de chaque force concentrée, du début à la fin de la poutre.

Exemple avec des forces concentrées

La figure ci-dessous schématise le DEF tout au long d'une barre dans le cas où les efforts axiaux sont concentrés.



Essai de traction

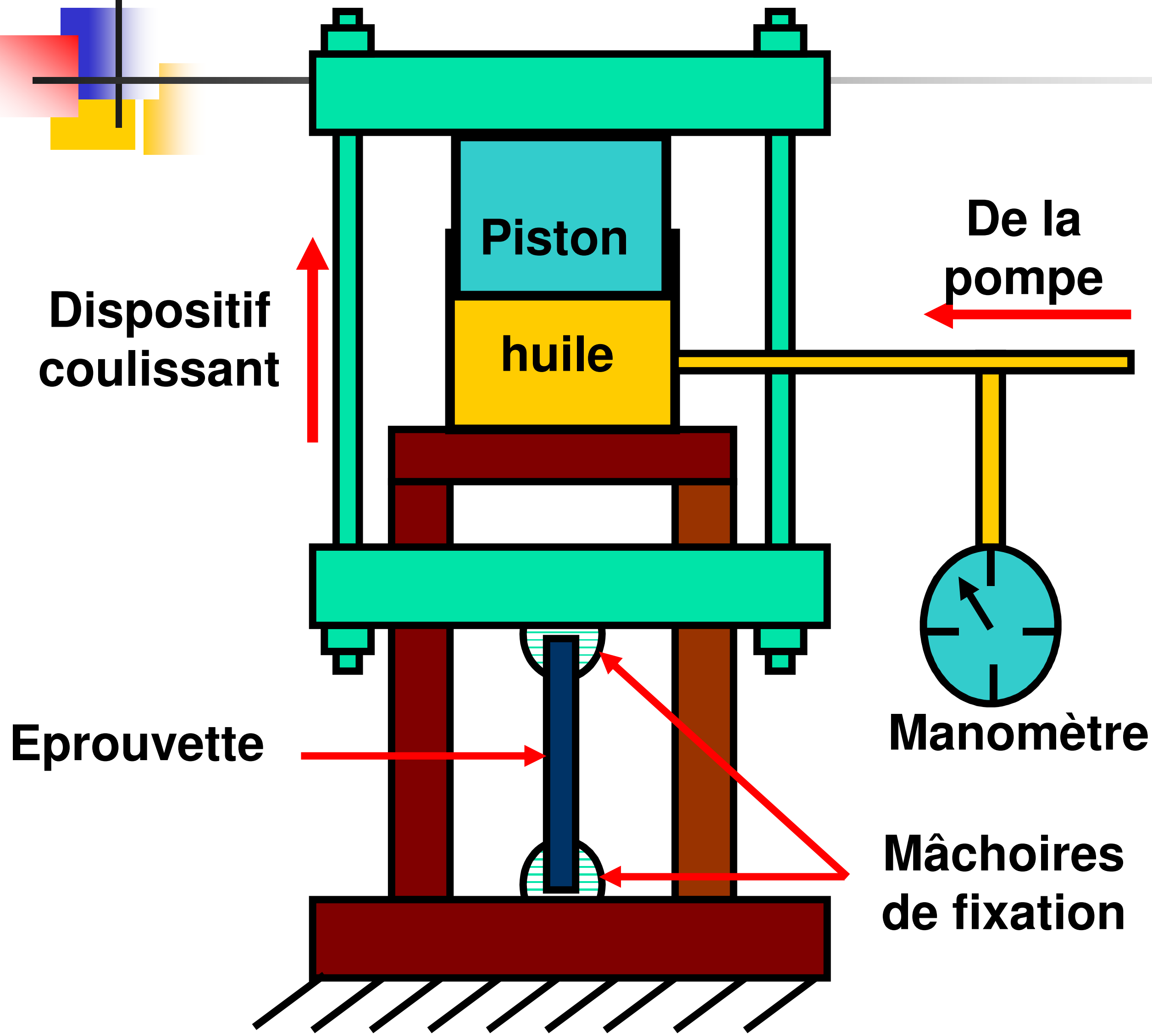


Il consiste à exercer 2 forces égales et opposées sur une éprouvette de forme et dimensions normalisées.

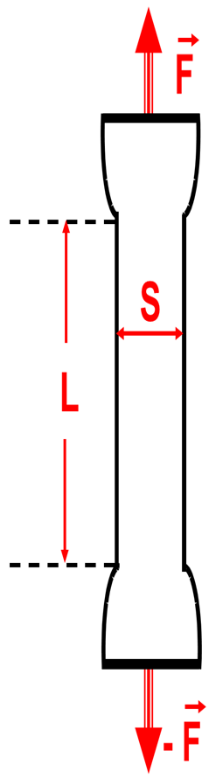
On applique une faible force, on mesure l'allongement, puis on supprime la force.

On recommence avec une force un peu plus importante, et ainsi de suite jusqu'à rupture de l'éprouvette.

On obtient la courbe allongement/force qui met en évidence plusieurs zones :



Machine de traction



Coupe longitudinale d'une éprouvette (courte et épaisse)

Z_1 : zone des déformations élastiques

F < Fe et ΔL proportionnelle à F

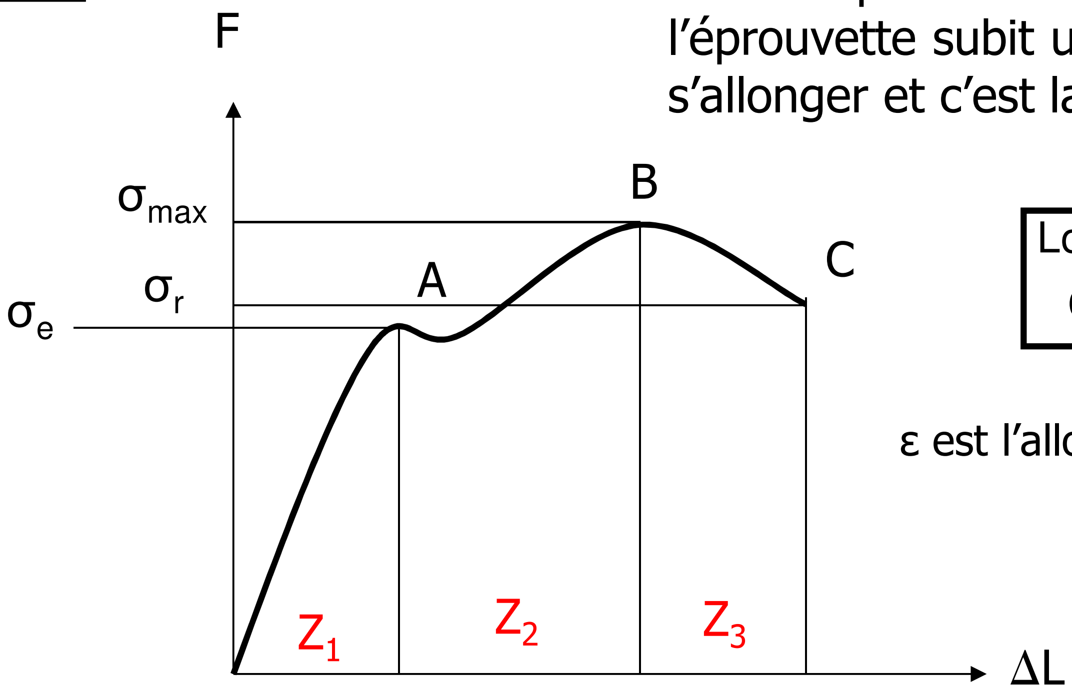
Z_2 : zone des déformations permanentes

F > Fe et ΔL non proportionnelle à F

Z_3 : zone de striction

B est le point de non-retour : une fois atteint, l'éprouvette subit une striction, elle continue de s'allonger et c'est la rupture.

$$\boxed{\sigma = \frac{N}{S}}$$



Courbe Force-déformation

Loi de Hooke :

$$\sigma = E \times \varepsilon$$

ε est l'allongement proportionnel $= \frac{\Delta L}{L}$