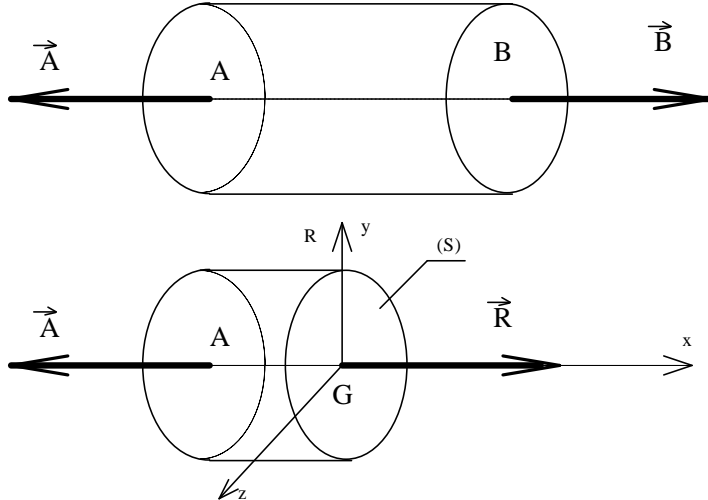


EXTENSION/COMPRESSION

Une poutre est sollicitée en extension simple (ou traction simple) lorsqu'elle est soumise à deux forces directement opposées, appliquées au centre de surface des sections extrêmes et qui tendent à l'allonger.



Les éléments de réduction en G du tenseur des efforts de cohésion s'expriment par :

$$\{\mathfrak{T}_{Cohésion}\}_G = \begin{Bmatrix} N & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z})} \quad \text{avec } N > 0$$

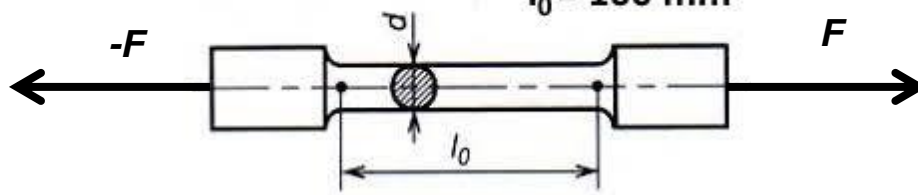


Machine d'essai
de traction

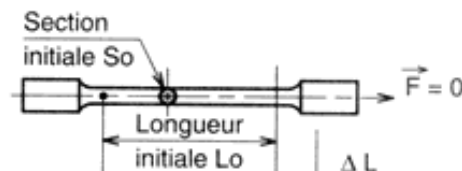
Essai de traction

Une éprouvette en acier est sollicitée à l'extension par une machine d'essai, qui permet de déterminer l'allongement de l'éprouvette en fonction de l'effort qui lui est appliqué. <https://www.youtube.com/watch?v=vXXRqKUOBpE>

Éprouvette cylindrique $d = 20 \text{ mm}$
 $l_0 = 100 \text{ mm}$



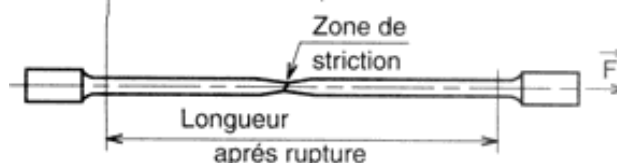
Avant chargement :



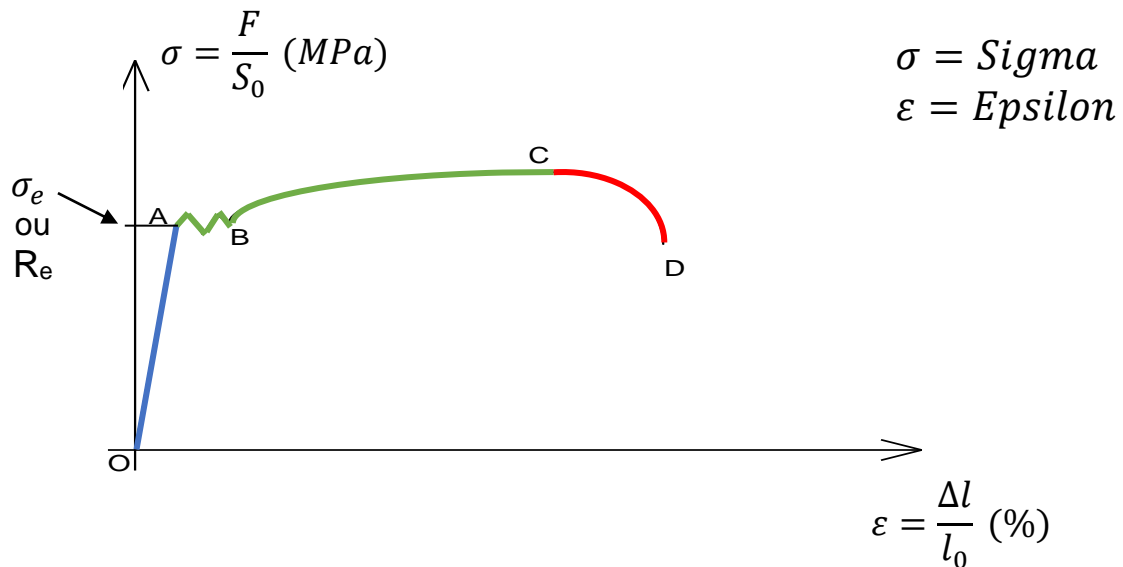
Sous charge :



Fin de l'essai :



On obtient la courbe d'essai ci-dessous :



Analyse de la courbe obtenue

- + **Zone OA** : c'est la zone des **déformations élastiques**. Si l'on réduit la valeur de F jusqu'à une valeur nulle, l'éprouvette retrouve sa longueur initiale.
Dans cette zone, l'allongement est proportionnel à l'effort d'extension.
- + **Zone ABC** : c'est la zone des **déformations plastiques** (ou déformations *permanentes*). Si l'on réduit la valeur de F jusqu'à une valeur nulle, l'éprouvette ne retrouve pas sa longueur initiale.
- + **Zone CD** : c'est la zone de **striction**. Les déformations sont alors localisées

Déformations élastiques

Les essais montrent que pour un même matériau, dans la zone de déformation élastique, l'allongement unitaire ($\Delta l / l_0$) est proportionnel à l'effort unitaire (N / S_0). Cette propriété se traduit par la relation :

$$\frac{N}{S} = E \frac{\Delta l}{l_0}$$

N : effort normal dans l'éprouvette en N
 S : section de l'éprouvette en mm^2
 E : module d'Young en MPa ou N/mm^2
 Δl : allongement de la zone d'éprouvette étudiée en mm
 l_0 : longueur initiale de la zone de l'éprouvette étudiée en mm

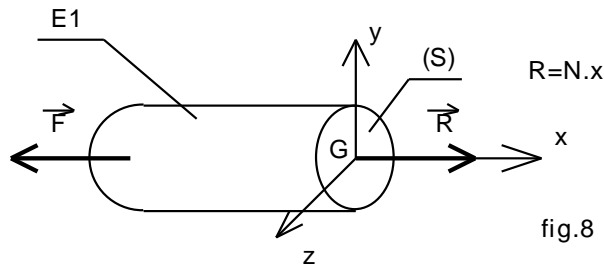
E est une caractéristique essentielle du matériau appelée **module d'élasticité longitudinal** ou **module de Young**.

Exemples d'ordres de grandeur pour matériaux usuels :

Matériau	Fontes	Aciers	Cuivre	Aluminium	Tungstène
$E(\text{MPa})$	60 000 à 160 000	210 000	120 000	70 000	400 000

Contrainte dans une section droite

Soit (E1) le tronçon de la poutre (E) issu de sa coupure par un plan orthogonal à sa ligne moyenne :



On définit la contrainte σ dans la section droite (S) par la relation :

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

σ : contrainte normale d'extension ($\sigma > 0$) en MPa.
 N : effort normal d'extension en Newton.
 S : aire de la section droite (S) en mm².

Loi de HOOKE

Nous avons déjà vu que $\sigma = \frac{N}{S}$ et que $\frac{F}{S} = E \frac{\Delta l}{l_0}$, on peut en déduire que :

$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$ représente l'allongement unitaire
 et s'exprime en % (sans unité).

$$\sigma = E \frac{\Delta l}{l_0} = E \cdot \varepsilon$$

loi de Hooke

ε = Epsilon

Autres caractéristiques mécaniques d'un matériau

- **Contrainte limite élastique en extension R_e (ou σ_e)**
 C'est la valeur limite de la contrainte dans le domaine élastique, appelée aussi limite d'élasticité R_e .
- **Contrainte limite de rupture en extension R_r (ou σ_r)**
 C'est la valeur limite de la contrainte avant rupture de l'éprouvette, appelée aussi résistance à la traction R_m ou R_r .
- **Allongement A%**

$$A\% = \frac{l - l_0}{l_0} \times 100$$

l_0 : longueur initiale de l'éprouvette.
 l : longueur de l'éprouvette à sa rupture.

Condition de résistance

Pour des raisons de sécurité, la contrainte normale σ doit rester inférieure à une valeur limite appelée contrainte pratique à l'extension σ_{pe} . On a :

$$\sigma_{pe} = \frac{R_e}{S}$$

s est un coefficient de sécurité qui varie de 1,1 à 10 selon les domaines. La condition de résistance traduit simplement le fait que la contrainte réelle ne doit pas dépasser le seuil précédent, soit :

$$\sigma_{Réelle} < \sigma_{Pe}$$

Influence des variations de section

Si le solide étudié présente de fortes variations de sections, les relations précédentes ne s'appliquent plus. On dit qu'il y a concentration de contraintes.

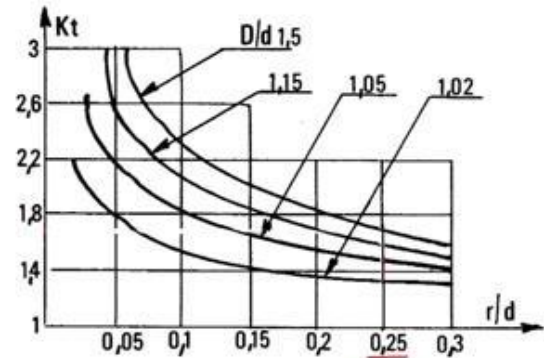
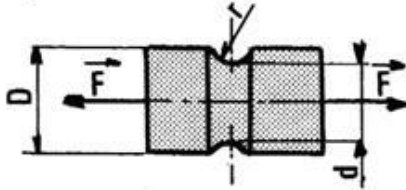
On doit alors pondérer nos résultats à l'aide d'un coefficient K_t , en posant :

$$\sigma_{\max} = K_t \cdot \sigma$$

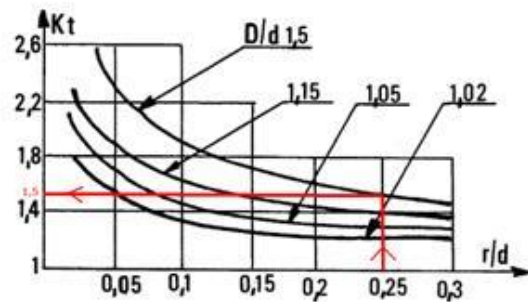
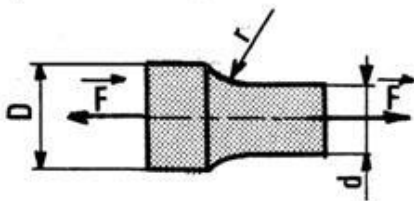
K_t est le coefficient de concentration de contraintes

Exemples de cas de concentration de contraintes :

• Gorge dans un arbre



• Rayon de raccordement



Perçage sur la ligne moyenne

