

Procédés de fabrication I - IGI - HEIG-VD
Propriétés Mécanique des Matériaux
Résumé

17 octobre 2025

Théorie de l'expérience de traction

- On appelle **contrainte réelle** et on note σ le rapport entre force et section courantes :

$$F = S\sigma.$$

- Pour un matériau donné, σ ne dépend que du rapport entre la longueur courante l et la longueur initiale l_0 par le biais du taux de déformation réel ε :

$$\varepsilon = \ln \frac{l}{l_0} \quad (1)$$

- La dépendance entre σ et ε est **forcément** linéaire tant que la barre demeure dans le domaine élastique (pas d'effet mémoire dû à une éventuelle précontrainte).

$$\sigma = \begin{cases} E\varepsilon, & \varepsilon \leq \varepsilon_e & \text{(loi de Hooke)} \\ K\varepsilon^n, & \varepsilon \geq \varepsilon_e & \text{(loi de Ludwik)} \end{cases}$$

ε_e : tx de déf. réel en lim. élastique

E : module d'Young,

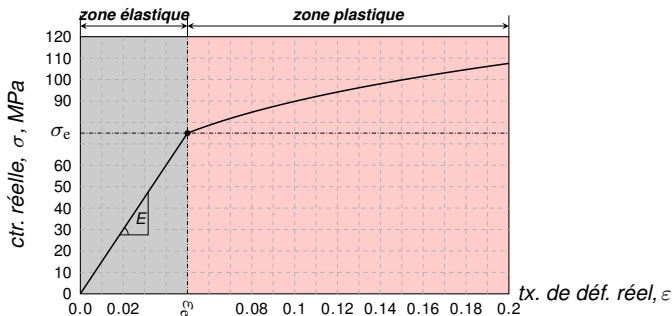
$n \in [0.1)$: coeff. d'écrouissage,

$K = E\varepsilon_e^{1-n}$: module d'écrouissage.

- Dans le domaine plastique on utilise des lois phénoménologiques d'écrouissage, comme la loi de Ludwik (pour les métaux recuits, certains plastiques, etc...)

La contrainte en fonction de l'allongement

Courbe de traction et limite élastique réelles

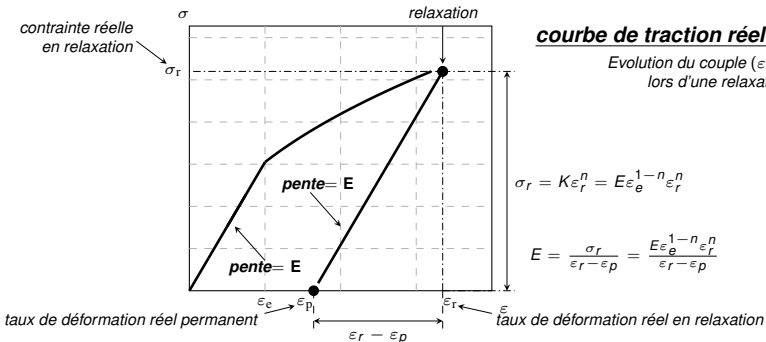


- La quantité $\sigma_e = E\epsilon_e$ est la **limite élastique réelle du matériau**. Si la contrainte de traction appliquée excède cette limite, le matériau subit une déformation permanente. C'est ce niveau de contrainte qui est recherché dans les processus de **formage** (forgeage, laminage, ...).

Relaxation et déformation permanente

- Dans l'exp. de traction, on appelle **relaxation** le fait de laisser revenir la force à zéro. Les taux de déf. réels ε_p et ε_r avant et après relaxation sont liés par :

$$\frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_e} = \frac{\varepsilon_r}{\varepsilon_e} - \left(\frac{\varepsilon_r}{\varepsilon_e} \right)^n \quad \text{(Equation de la déformation permanente)} \quad (2)$$



Lois de Poisson

- Le taux de déformation réel ε est fondamentalement lié fondamentalement aux variations de la dimension **longitudinale** de l'échantillon. Si ε est connu on trouve l en appliquant la formule

$$l = l_0 e^{\varepsilon} \quad \text{car} \quad \varepsilon = \ln \frac{l}{l_0} \text{ par définition.} \quad (3)$$

- Si le taux de déformation réel est connu on peut aussi anticiper les variations des dimensions **latérales**, r et S , de l'échantillon. Dans le domaine élastique on a que

$$r = r_0 e^{-\nu \varepsilon} \quad \text{et} \quad S = S_0 e^{-2\nu \varepsilon} \quad \text{si} \quad 0 \leq \varepsilon \leq \varepsilon_e \quad (4)$$

- En combinant les informations (3) et (4), il est aussi possible de comprendre comment varie le volume de l'échantillon :

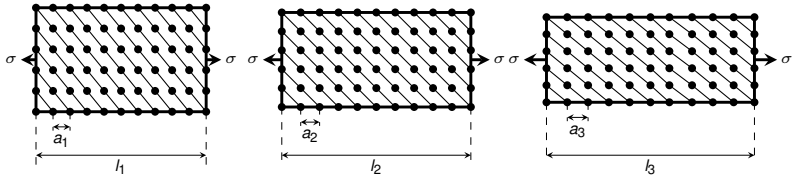
$$V = V_0 = e^{(1-2\nu)\varepsilon} \quad \text{si} \quad 0 \leq \varepsilon \leq \varepsilon_e. \quad (5)$$

- Les trois relations (4)-(5) portent le nom de **lois de Poisson**. Elles ne sont valables que dans le domaine élastique ($0 \leq \varepsilon \leq \varepsilon_e$).
- Comme $\nu < 0.5$, la loi (5) prévoit une augmentation de volume sous la traction $\varepsilon > 0$. Le cas limite $\nu = 0.5$ correspond à un échantillon incompressible : $V = V_0$.

ANNEXES, TABLES ET BIBLIOGRAPHIE

A 1: Mobilisation des dislocations

Elasticité ($\sigma < \sigma_e$) : modification des paramètres de maille



Plasticité ($\sigma > \sigma_e$) : création et mouvement de dislocations

