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

18 octobre 2024

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 :*

$$\varepsilon = \ln \frac{l}{l_0} \tag{1}$$

- *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).*

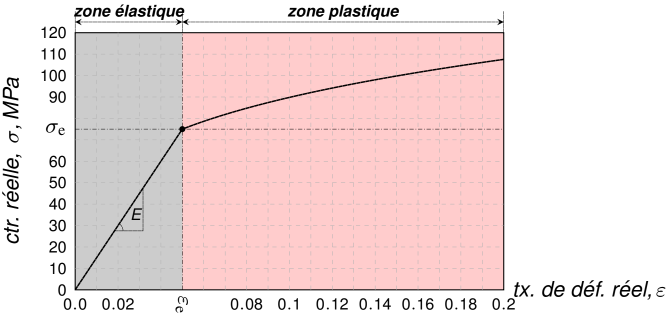
$$\sigma = \begin{cases} E\varepsilon, & \varepsilon \leq \varepsilon_{\mathrm{e}} \quad \textbf{\textit{(loi de Hooke)}} \\ K\varepsilon^n, & \varepsilon \geq \varepsilon_{\mathrm{e}} \quad \textbf{\textit{(loi de Ludwik)}} \end{cases}$$

ε_{e} :	*tx de déf. réel en lim. élastique*
E :	*module d'Young,*
$n \in [0.1)$:	*coeff. d'écrouissage,*
$K = E\varepsilon_{\mathrm{e}}^{1-n}$:	*module d'ecrouissage.*

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

La contrainte en fonction de l'allongement

Courbe de traction et limite élastique réelles

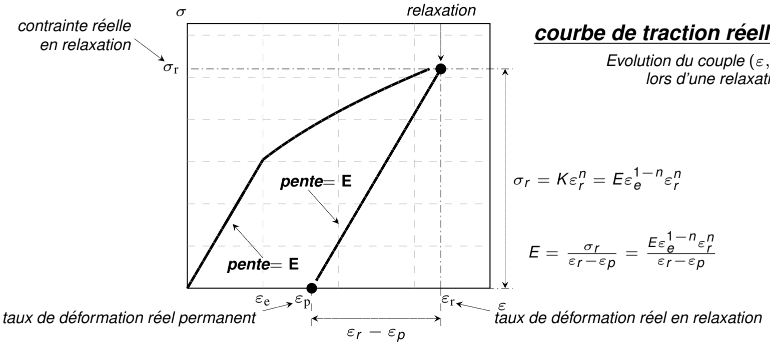


- *La quantité $\sigma_e = E\varepsilon_e$ est la **limite élastique réelle du matériau**. Si la contrainte de traction appliquée excède cette limite, le matériau subit une déformation permanente. C'est ce niveau de contrainte qui est recherché dans les processus de **formage** (forgeage, laminage, ...).*

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 :*

$$\frac{\varepsilon_{\mathrm{p}}}{\varepsilon_{\mathrm{e}}} = \frac{\varepsilon_{\mathrm{r}}}{\varepsilon_{\mathrm{e}}} - \left(\frac{\varepsilon_{\mathrm{r}}}{\varepsilon_{\mathrm{e}}}\right)^{n} \qquad \textit{\textbf{(Equation de la déformation permanente)}} \qquad (2)$$



courbe de traction réelle :

Evolution du couple (ε, σ) lors d'une relaxation.

$$\sigma_r = K\varepsilon_r^n = E\varepsilon_e^{1-n}\varepsilon_r^n$$

$$E = \frac{\sigma_r}{\varepsilon_r - \varepsilon_p} = \frac{E\varepsilon_e^{1-n}\varepsilon_r^n}{\varepsilon_r - \varepsilon_p}$$

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*

$$l = l_0 \mathbf{e}^{\varepsilon} \quad \textit{car} \quad \varepsilon = \ln \frac{l}{l_0} \; \textit{par définition.} \tag{3}$$

- *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*

$$r = r_0 \mathbf{e}^{-\nu\varepsilon} \quad \textit{et} \quad S = S_0 \mathbf{e}^{-2\nu\varepsilon} \quad \textit{si} \quad 0 \leq \varepsilon \leq \varepsilon_{\mathrm{e}} - \tag{4}$$

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

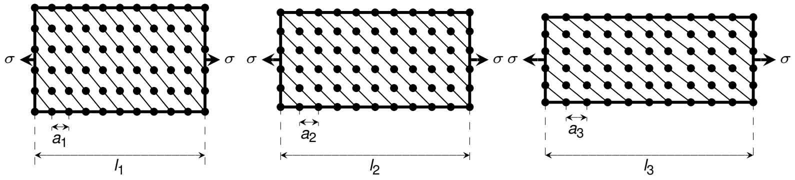
$$V = V_0 = \mathbf{e}^{(1-2\nu)\varepsilon} \quad \textit{si} \quad 0 \leq \varepsilon \leq \varepsilon_{\mathrm{e}}. \tag{5}$$

- *Les trois relations (4)-(5) portent le nom de **lois de Poisson**. Elles ne sont valables que dans le domaine élastique ($0 \leq \varepsilon \leq \varepsilon_{\mathrm{e}}$).*
- *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