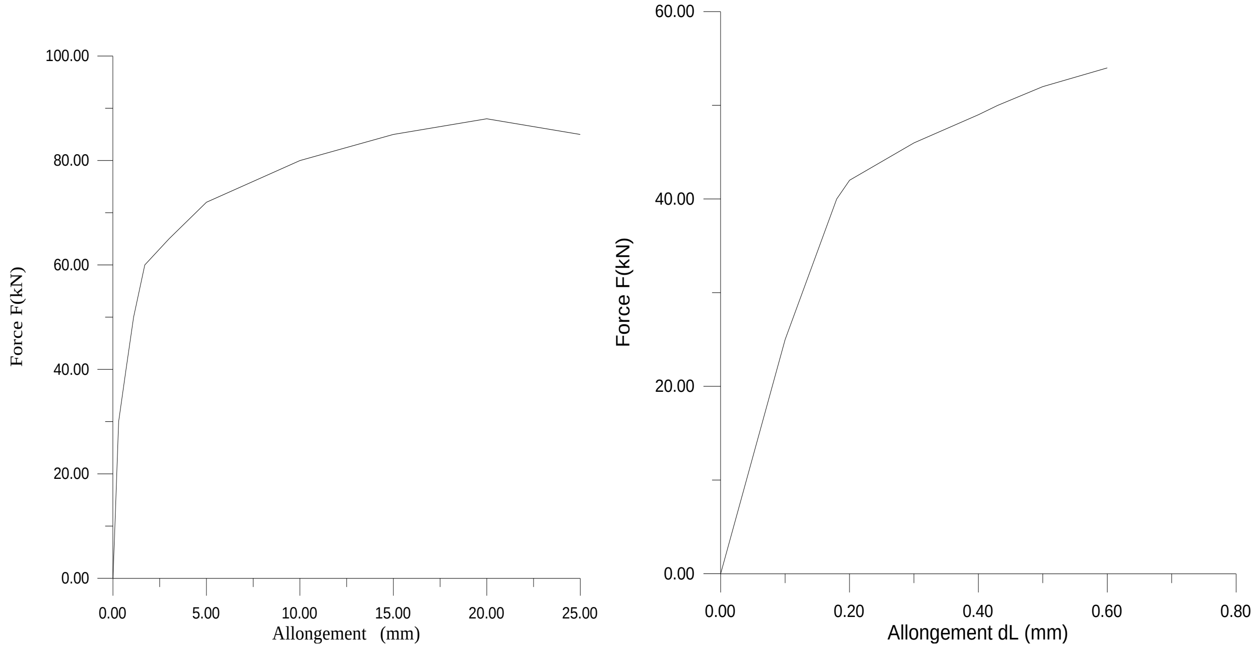
Première série d'exercices (chap 1)

Exo 1:
Lors de l'essai de traction d'un matériau, on a observé que la limite conventionnelle $R_{e0.2}$ correspondait à une déformation relative totale $\varepsilon_t = 0.337$ %.

1) Déterminer le module de Young de ce matériau sachant que $R_{e0.2} = 280$ MPa
2) Calculer l'énergie élastique W_e sous une contrainte de 350 MPa

Exo 2:
On réalise un essai de traction sur une éprouvette d'acier de dimensions: $L_0 = 100$ mm et $D = 12$ mm. Les vues générale et agrandie de la courbe de traction sont données ci-dessous.
On demande de déterminer, pour cet acier:
a) la valeur du module d'Young E (en GPa)
b) la limite conventionnelle d'élasticité $R_{e0,2}$ (en MPa)
c) la résistance à la traction R_m (en MPa)
d) la déformation permanente A (en %) après rupture
e) l'énergie élastique $w_{él}$ (en J) emmagasinée dans l'éprouvette juste avant sa rupture finale.



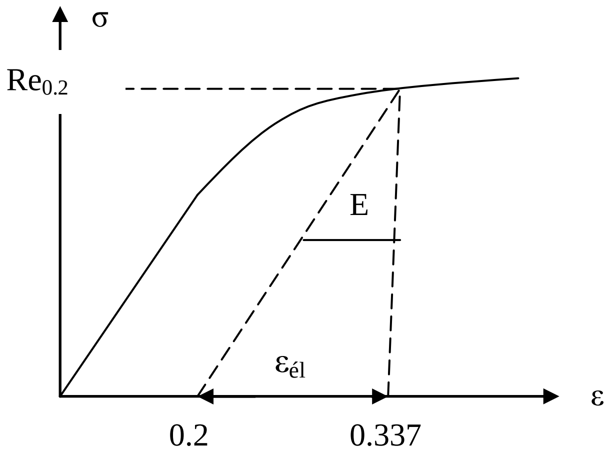
Vue générale Vue agrandie

Solutions

Les solutions reposent essentiellement sur les 2 remarques du paragraphe II.1

Exo 1:

a) La courbe de traction est représentée schématiquement ci-contre.



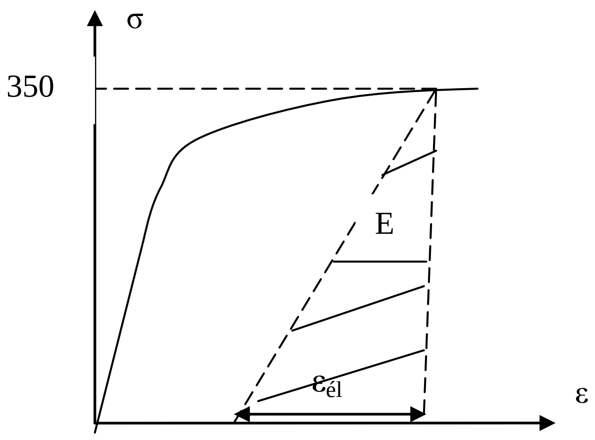
A la limite conventionnelle d'élasticité $R_{e0,2}$, la déformation totale ε_t est égale à 0,337 % et la déformation élastique $\varepsilon_{él}$ est égale à :

$\varepsilon_{él} = (\varepsilon_t - 0,2)\% = 0,137$ %.

Le module d'Young est donc égal à:

$E = R_{e0.2}/ \varepsilon_{él} = 280/ 0,137\% = 204,7$ GPa

b) Énergie élastique $W_{é}l$ sous une contrainte de 350 MPa.



L'énergie élastique $W_{él}$ emmagasinée par unité de volume est égale à l'aire du triangle élastique représenté ci-dessus (zone hachurée).

$W_{él} = ½. \sigma. \varepsilon_{él} = \sigma^2/2E = (350x10^6)^2./(2x204,7x10^9)$ J/m^3.

$W_{él} = 299.2$ kJ/m^3.

Exo 2:

a) $E = \dfrac{\sigma}{\varepsilon} = \dfrac{F}{S_0}.\dfrac{L_0}{\Delta L}$, S_0 et L_0: section et longueur initiales

En prenant les coordonnées ΔL et F d'un des points de la droite élastique, on obtient:
E = 208 GPa

b) La limite conventionnelle d'élasticité Re0,2 correspond à la force $F_{e0,2}$ (= 50 kN) définie par l'intersection de la courbe de traction et de la parallèle à la droite élastique passant par un allongement permanent de 0,2 mm car L_0 = 100 mm.
$R_{e0,2} = F_{e0,2}/S_0$ = 442 MPa

c) La résistance à la traction R_m correspond à F_{max} (= 88 kN) au maximum de la courbe de traction.
La résistance à la traction R_m est égale à F_m/S_0 = 778 MPa

d) Allongement permanent après rupture $A = A_f - A_{él}$, A_f est l'allongement total à l'instant de la rupture et $A_{él}$ est le retour élastique se produisant à la rupture
$A_f = 100(\Delta L_f/L_0)$ $A_{él} = 100(\sigma_f/E) = 100[F_f/(S_0E)]$
où ΔL_f (= 24 mm) et F_f (= 85 kN) sont les coordonnées du dernier point de la courbe de traction
Avec les valeurs numériques trouvées, on obtient:
A_f = 24 % $A_{él}$ = 0,36 % A = 23,64 %   et A = 23,6 %

f) L'énergie élastique $W_{él}$, par unité de volume de matériau, est égale à $W_{él} = ½\sigma_f.A_{él}$

$$W_{él} = \frac{1}{2}.\frac{F_f}{S_0}.\frac{F_f}{S_0.E} = \frac{1}{2E}.\left(\frac{F_f}{S_0}\right)^2$$

L'énergie élastique totale emmagasinée dans l'éprouvette (de volume $V_0 = S_0L_0$) à l'instant de la rupture est égale à: $W_{él}tot = W_{él}.V_0 = \dfrac{1}{2E}.\dfrac{F_f^2.L_0}{S_0}$ = 15,4 J