**MQ51 EXAMEN MEDIAN 7.11.11**

R. HERBACH

*notes de cours et de TD autorisées, durée 2 heures*

*téléphones portables interdits*

**PARTIE A : traction simple** (sur 5 points)**.**

La figure ci-dessous représente schématiquement l’état des contraintes, en traction simple et en petites déformations, sur une éprouvette cylindrique d’un matériau homogène et isotrope de diamètre *d =* 15mm.

**A1)** Que vaut l’effort de traction *F*?

**A2)** Que valent σ et τ (contrainte normale et contrainte tangentielle) sur une section de l’éprouvette dont la normale *n* fait un angle α = -22,5° avec l’axe *x* ?

**A3)** En déduire la valeur de *FN* et *FT* (effort normal et effort tangentiel) dans cette section. Montrer que leur somme vectorielle redonne bien *F*.

**A4)** Que valent σ’ et τ’ sur une facette de normale $\overline{n}'⊥\overline{n}$ ? Représenter schématiquement l’état des contraintes sur un petit élément de matière de normales $\pm \overline{n} et \pm \overline{n}'$ au point *M* comme indiqué sur la figure.



**PARTIE B : exploitation d’un diagramme d’essai de traction** (sur 5 points)**.**

Quelques points relevés sur le domaine plastique d’un diagramme conventionnel d’essai de traction d’un acier doux de module d’Young *E* = 207 GPa sont donnés ci-après :

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| σ0 MPa | 269 | 277 | 293 | 297 | 302,6 | 302,6 |
| ε0 | 0,048 | 0,06 | 0,096 | 0,12 | 0,216 | 0,24 |

En outre, pour $ε\_{Y}\leq ε\_{0}\leq 0,048$ le diagramme conventionnel fait apparaître un palier plastique $σ\_{0}= C^{te}=269 MPa$.

On veut représenter le diagramme rationnel de l’essai par 3 lois valables respectivement pour B3) le domaine élastique linéaire, B2) le palier plastique et B1) le domaine plastique.

**B1)** Le domaine plastique peut être représenté par une loi de Hollomon $σ=Kε^{n} $valable pour$ ε\_{1}\leq ε\leq ε\_{2}$ . En déduire les valeurs de *K, n, ε1* et *ε2*. Vérifier que cette loi convient bien.

**B2)** Donner la loi $σ-ε$ vraies correspondant au palier plastique $σ\_{0}=C^{te} pour ε\_{Y}\leq ε\leq ε\_{1}$.

**B3)** Le domaine élastique linéaire $σ=Eε$ est défini par $0\leq ε\leq ε\_{Y}$. Donner les valeurs aux limites du domaine $ε\_{Y} et σ\_{Y}$ par intersection avec la loi B2). Résumer l’ensemble de ces résultats.

**PARTIE C : viscoélasticité linéaire** (sur 10 points)**.**

Le modèle rhéologique monodimensionnel étudié est constitué d’une branche *Maxwell simple* (un ressort de module *G* et un amortisseur de viscosité η placés en série) en parallèle avec une branche comportant un ressort célibataire de module *G* (même module que celui du *Maxwell*).

**C1)** Donner la fonction de relaxation *r(t)* du modèle.

**C2)** Donner la fonction retard *f(t)* du modèle.

On prend dans la suite *G* = 105 N.m-1 et η = 106 N.m-1.s et on soumet le modèle à deux essais de traction respectivement en déplacement imposé C3) et en effort imposé C4).

**C3)** Calculer et représenter graphiquement *F(t)* pour $0\leq t\leq 40s$ lorsque $δ=\dot{δ}t avec \dot{δ}=10^{-3}m.s^{-1}$. Donner l’équation de l’asymptote. Faire la conversion de *t* en *δ*.

**C4)** Calculer et représenter graphiquement *δ(t)* pour $0\leq t\leq 40s$ lorsque $F=\dot{F}t avec \dot{F}=200 N.s^{-1}$. Donner l’équation de l’asymptote. Faire la conversion de *t* en *F*.