DS Comportement des matériaux (HDB - 11/12)

(1 heure 30)

On considère une expérience sur un échantillon parallélépipède rectangle ($l_1*l_2*l_3$) de matériau élastique linéaire isotrope (module « E » et coefficient de Poisson « ν ») (cf figure 1) qui est placé entre deux plaques rigides parfaitement lisses et fixes (cf figure 2). Un écrasement avec une force F est appliqué sur la face supérieure par l'intermédiaire d'une plaque infiniment rigide (cf figure 2). Cette plaque est également soumise à une force « T » dans la direction 2 (cf figure 2).

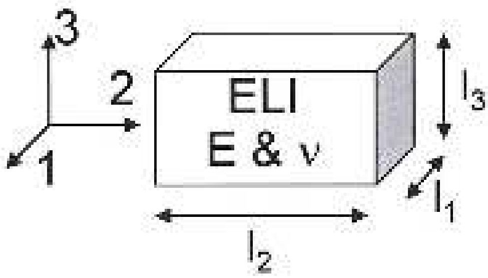


Figure 1: échantillon considéré

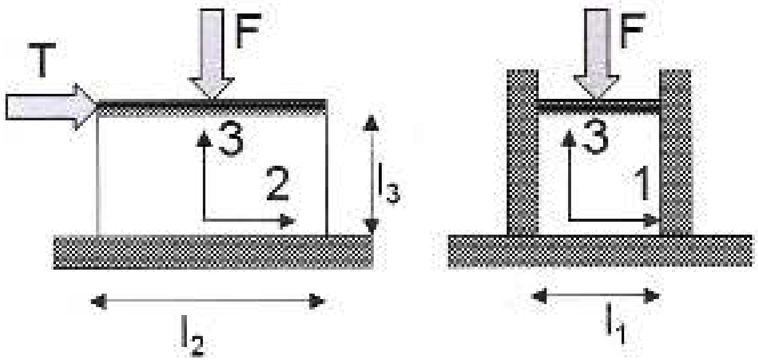


Figure 2: essai réalisé (essai en déformation plane)

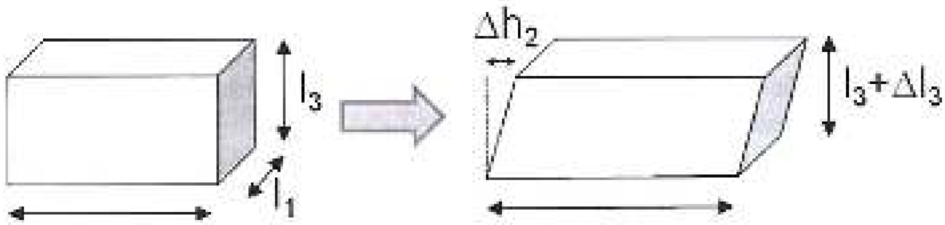


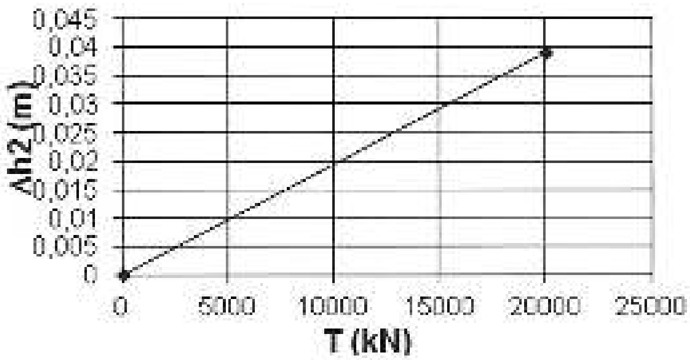
Figure 3: forme prise par l'échantillon

Les forces de gravité sont négligeables. Lors de cet essai on mesure les forces « F » et « T » et les petites variations de longueur « Δl_3 et Δl_2 » ainsi que le petit déplacement de la plaque supérieure « Δh_2 » (cf figure 3).

1) Exprimer, en fonction des valeurs mesurées, les composantes des tenseurs de contraintes « $\underline{\sigma}$ » (sauf σ_{11} noté « σ_{11} ») et de déformations « ε » au sein de l'échantillon qui se déforme de manière homogène (cf figure 3). **Donner uniquement les expressions littérales.**

2) Ecrire la loi de comportement élastique linéaire isotrope avec les paramètres : coefficient de Poisson « ν » et module d'Young « E ». En déduire les valeurs de $\varepsilon_{22}/\varepsilon_{23}$ et $\varepsilon_{33}/\varepsilon_{23}$ en fonction de ν, σ_{33} et σ_{23}. En déduire également la valeur de σ_{11} en fonction de ν et σ_{33}. **Donner uniquement les expressions littérales.**

3) La taille de l'échantillon est telle que $l_2 = 2l_1 = 20$cm et $l_3 = 15$cm. Les courbes obtenues sont tracées figure 4. Quelles sont les valeurs du coefficient de Poisson « ν » et du module d'Young « E » ?



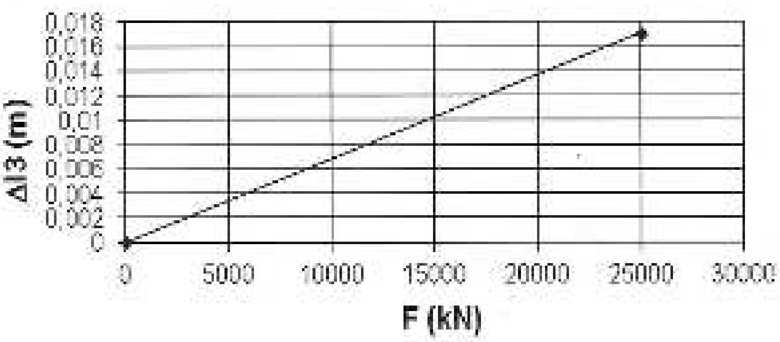


Figure 4: courbes expérimentales obtenues pour le matériau élastique linéaire isotrope

4) Un échantillon viscoélastique linéaire (E(t), ν(t)) de dimension identique au précédent est placé dans le même dispositif expérimental. Il est soumis à une force F nulle (F=0) et une force T constante à partir de t=0 : $T=T_0$

Tracer les évolutions de Δl_3, Δl_2 et Δh_2 avec le temps en sachant que ν=0,25 et

$$E(t) = E_0\, e^{-\frac{tE_0}{\eta}}$$

On montrera auparavant que E(t) est la fonction de relaxation d'un corps de Maxwell.

Application numérique : E_0=20GPa et η=300 GPa.s

5) L'échantillon viscoélastique testé à la question 4 est soumis à une force F nulle (F=0) et une force T sinusoïdale : $T=T_0 \sin(\omega t)$

En déduire que la réponse en ε_{23} est sinusoïdale de la forme : $\varepsilon_{23}(t)= \varepsilon_0 \sin(\omega t-\phi)$.

Donner l'équation du module complexe E*(ω). Quelle sont les valeurs de |E*(ω)| et φ pour ω =0,0666 s^{-1}