

## TD MA12 - POLYMERES V

J. PLAIN

### Exercice 1.

Un immeuble résidentiel construit en zone sismique est doté d'un système d'appuis déformables en élastomère (néoprène) fretté de type 55 IRHD (International Rubber Hardness Degree, qui varie de 0 à 100). Ce dernier est constitué de plots qui atténuent les actions horizontales sismiques grâce à leur déformabilité mais doivent reprendre les charges verticales de la structure. On s'intéresse au dimensionnement de ces plots, positionnés sur la base de la fondation.

#### Données:

Section horizontale des appuis (rectangulaire):  $A=L \times B = 550\text{mm} \times 450\text{mm}$

Charge maximale de calcul appliquée par appui est de 200 tonnes

Module de Young:  $E_0 = 2,52\text{MPa}$

Facteur empirique  $k$ :  $k = 0,64$

Coefficient de Poisson:  $\nu = 0,5$

Rigidité en cisaillement à 20°C:  $K_s = 2,36\text{ MN/m}$

#### Questions:

- 1) Qu'implique physiquement un coefficient de Poisson  $\nu = 0,5$ ?
- 2) Quelle est l'épaisseur totale  $T$  d'un plot sachant que la rigidité en cisaillement  $K_s = G \times A / T$ ? Combien de couches faut-il prévoir pour limiter la déformation verticale à 7% sous la charge maximale, considérant que celle-ci se répartit intégralement sur la surface d'appui et que le module d'Young en compression d'un élastomère est supérieur à la valeur habituelle ( $E_c = E_0(1 + 2kS^2)$  avec  $S$  un facteur de forme,  $S = BL / (2t(L+B)) = nBL / (2T(L+B))$ )
- 3) Que deviennent les déformations si la température chute à -25° (la rigidité en cisaillement et le facteur  $k$  valent alors respectivement 3,49MN/m et 0.54)?

### Exercice 2. Viscoélasticité linéaire :

Une barre rectiligne de polymère, de longueur 1 m et de diamètre 10mm est suspendue verticalement et supporte une masse de 8 kg. On suppose que le polymère a un comportement viscoélastique linéaire et que sa fonction de complaisance de fluage (inverse du module de relaxation, ici le module de Young) en extension est donnée par :

$J(t) = 2 - e^{-0.1t}$  avec  $J(t)$  en  $\text{GPa}^{-1}$  et  $t$  en heures.

Calculer l'allongement de la barre au bout de 10 heures.

### Exercice 3. Influence de la masse moléculaire sur les propriétés dynamique dans le domaine linéaire :

La viscosité de cisaillement nul d'un polyisobutadiène (PIB) grade L-80 de  $M_p = 80000\text{ g/mole}$  est de  $\eta = 6.67 \cdot 10^5\text{ Pa.s}$  à une température de 176°C. Sachant que ces échantillons sont considérés comme monodisperses et  $\eta \propto M_p^{3.3}$ .

- a) La masse moléculaire du PIB du grade L-120 est de  $M_p = 120000\text{ g/mole}$ . Quelle est sa viscosité  $\eta$  à 176°C ?
- b) Dans quelles proportions massiques devrait on mélanger ces deux grades pour obtenir un matériau dont la viscosité à 176°C serait  $\eta = 8 \cdot 10^5\text{ Pa.s}$  ?

### Exercice 4.

A la température de 420K un polymère de densité 1,06 et de masse molaire 50k a un comportement élastomérique. Son module est égal  $2 \cdot 10^5\text{ Pa}$ . Quelle information concernant l'architecture de la molécule ce résultat indique-t-il? Comment varie le module si la masse molaire est doublée? est divisée par un facteur 5?