# PROBLÈMES SUR L'OBTENTION DES PARAMÈTRES VISCOÉLASTIQUES LINÉAIRES

## Problème 04 – 01

Les données présentées aux fichiers : `04_01_donnes5MPa.xls`, `04_01_donnes10MPa.xls`, `04_01_donnes15MPa.xls`, et `04_01_donnes20MPa.xls` présentent la déformation en fonction du temps pour des essais de fluage–recouvrance à 5, 10, 15 et 20 MPa, respectivement.

1. Tracez graphiquement chaque essai afin de visualiser la réponse du matériau. Il est fortement conseillé d'utiliser un logiciel comme Matlab pour faire cette tâche car cela pourra servir pour les autres exercices.
2. Déterminez le domaine de linéarité du matériau.

**Réponse :** Linéaire jusqu'à 10 MPa et non linéaire à partir de 15 MPa.

## Problème 04 – 02

Un matériau viscoélastique linéaire isotrope est soumis à une contrainte de fluage de 20 MPa. Les déformations $\varepsilon_{11}$ et $\varepsilon_{22}$ durant cet essai sont données en fonction du temps dans le fichier `04_02_données.xls`. En utilisant $\lambda = \{1, \frac{1}{10^{0.5}}, \frac{1}{10^{1}}, \frac{1}{10^{1.5}}, \frac{1}{10^{1.5}}, \frac{1}{10^{2}}, \frac{1}{10^{2.5}}, \frac{1}{10^{3}}, \frac{1}{10^{3.5}}, \frac{1}{10^{4}}, \frac{1}{10^{4.5}}, \frac{1}{10^{5}}\}$, déterminez la souplesse en fluage du matériau.

Tracez le rapport $-\frac{\varepsilon_{22}(t)}{\varepsilon_{11}(t)}$, qui pourrait être assimilé au coefficient de Poisson du matériau viscoélastique (bien que ce soit un gros abus de langage ici). Que remarquez-vous ?

**Réponse :** $\mathbf{S}(t) \approx \alpha(t)\mathbf{J} + \beta(t)\mathbf{K}$ où

$$\begin{aligned}10^3\alpha(t) = 9.92 &+ 1.64\left(1-\exp\left[-\frac{t}{3.16}\right]\right) + 1.64\left(1-\exp\left[-\frac{t}{10}\right]\right)\\ &+ 12.0\left(1-\exp\left[-\frac{t}{316}\right]\right) + 1.08\left(1-\exp\left[-\frac{t}{1000}\right]\right)\\ &+ 4.97\left(1-\exp\left[-\frac{t}{3162}\right]\right) + 13.0\left(1-\exp\left[-\frac{t}{10000}\right]\right)\end{aligned} \tag{1a}$$

$$\begin{aligned}10^3\beta(t) = 59.8 &+ 6.52\left(1-\exp\left[-\frac{t}{31.6}\right]\right) + 8.66\left(1-\exp\left[-\frac{t}{100}\right]\right)\\ &+ 8.44\left(1-\exp\left[-\frac{t}{3162}\right]\right) + 29.1\left(1-\exp\left[-\frac{t}{10000}\right]\right)\end{aligned} \tag{1b}$$

Il est intéressant de remarquer que le matériau utilisé pour générer les données avait comme propriétés :

$$\begin{aligned}10^3\alpha(t) = 10 &+ 3.33\left(1-\exp\left[-\frac{t}{6}\right]\right) + 13.33\left(1-\exp\left[-\frac{t}{358}\right]\right)\\ &+ 16.67\left(1-\exp\left[-\frac{t}{6892}\right]\right)\end{aligned} \tag{2a}$$

$$10^3\beta(t) = 60 + 15\left(1 - \exp\left[-\frac{t}{65}\right]\right) + 35\left(1 - \exp\left[-\frac{t}{6892}\right]\right) \tag{2b}$$

On peut voir que l'algorithme utilisé a retrouvé la partie élastique avec beaucoup de précision. De plus, on peut voir que les temps de retardation obtenus encadrent ceux du matériau utilisé pour générer les données. Une manière de raffiner l'algorithme pour améliorer l'adéquation entre les données expérimentales et la simulation serait de refaire l'optimisation mais en choisissant d'autres $\lambda_i$ distribués entre ceux obtenus à l'étape précédente. On arriverait ainsi à encadrer les « vrais » temps de retardation du matériau.

Il est intéressant de remarquer que la déformation $\varepsilon_{22}$ oscille en fonction du temps. Ce comportement est très peu observé en pratique. Il arrive lorsque les temps de retardation actifs pour $\alpha$ et $\beta$ sont différents. Alors, en pratique, pour éviter ce phénomène, tentera d'obtenir des matériaux où ce sont les mêmes temps de retardation qui soient actifs.