

TD N° 2 DU MODULE : PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DES POLYMERES

Questions de cours :

1°) Les phénomènes de transition vitreuse et de fusion sont des phénomènes réversibles ou irréversibles ?

2°) A une température supérieure à T_g :

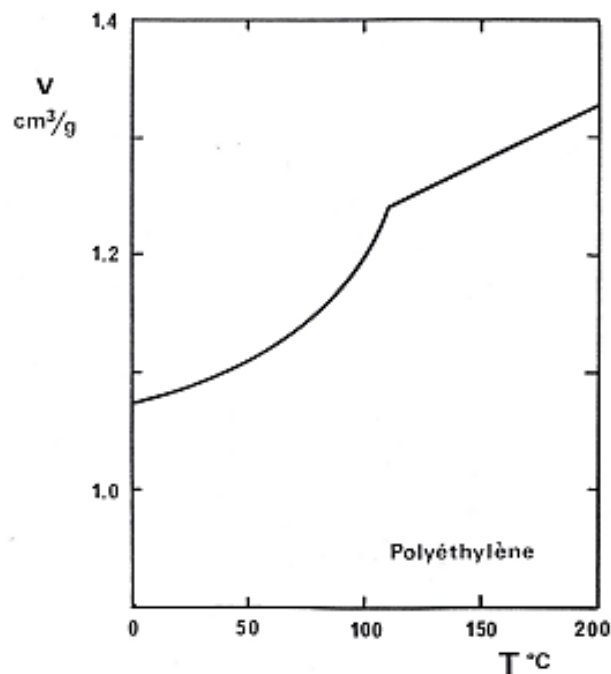
- A)** la viscosité diminue **B)** la viscosité augmente **C)** la viscosité est instable
D) l'élasticité diminue **E)** l'élasticité augmente

3°) Le coefficient de translation horizontal est calculé pour :

- A)** les polymères amorphes seulement **B)** les polymères semi-cristallins seulement
C) les deux types de polymères **D)** les polymères à indice de polymolécularité bas
E) les polymères à structure totalement cristalline

Exo 1 :

Le volume spécifique d'un échantillon de polyéthylène a été mesuré au cours d'un refroidissement très lent de 200 à 0 °C. Les résultats de cette mesure sont présentés sur la Figure ci-dessous sous forme d'une courbe volume spécifique-température. Déterminer le taux de cristallinité (en masse et en volume) de cet échantillon de polyéthylène à 25 °C. On donne $\rho_c = 1,006 \text{ g/cm}^3$.



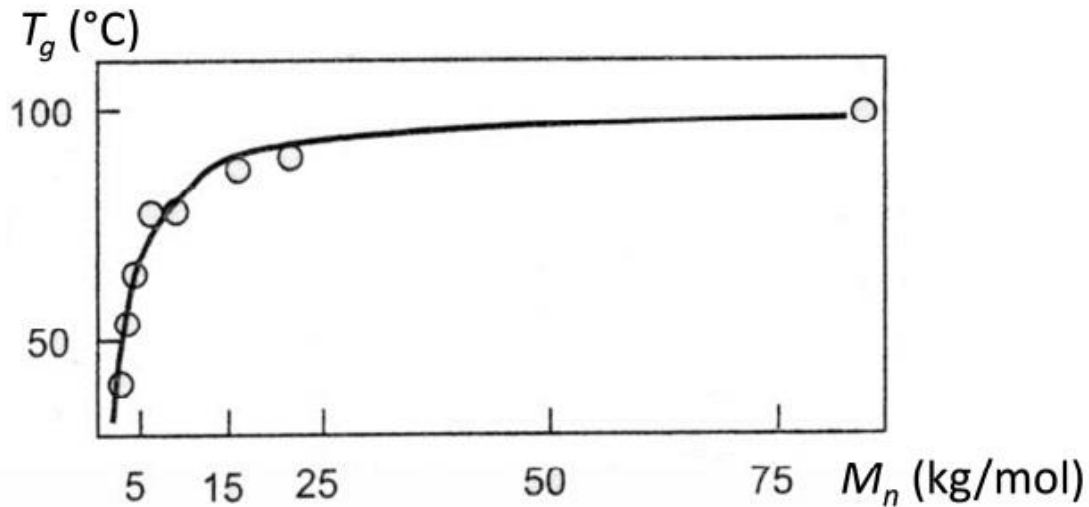
Evolution du volume spécifique du polyéthylène en fonction de la température

Exo 2:

Un industriel produit plusieurs polystyrènes avec des distributions de masse molaire différentes :

- P1 : oligomère de faible masse molaire : 1000 g/mol, supposé mono-moléculaire.
- P2 : polymère de masse molaire moyenne en nombre 30 000 g/mol, avec un indice de polymolécularité $I = 2$.

La température de transition vitreuse de ces matériaux dépend de la masse molaire en nombre suivant la Figure ci-dessous.



1°) Par erreur, il a été introduit 10% en masse de l'oligomère P1 dans le polymère P2. Quelle sera approximativement la température T_g de ce mélange ?

2°) Quel est le nouvel indice de polymolécularité ?

3°) Tracer l'évolution schématique probable du module d'élasticité du polymère de P2 et du mélange entre 60 et 160 °C. On fera l'hypothèse qu'à 60°C les deux matériaux sont vitreux. P2 est un thermoplastique que l'on met en œuvre au-dessus de 150°.

Exo 3 :

Une expérience de relaxation sur un échantillon de polymère, à sa température de transition vitreuse T_g , a permis de déterminer l'évolution du module de relaxation E (en Pa) en fonction du temps d'observation t (en sec). A l'issue de cette expérience, la relation suivante, reliant le module de relaxation au temps, a été établie :

$$E(t, T_g) = E_{01} \cdot \exp\left(-\frac{t}{\tau_1}\right) + E_{02} \cdot \exp\left(-\frac{t}{\tau_2}\right)$$

Avec : $E_{01} = 3 \cdot 10^9$ Pa, $E_{02} = 5 \cdot 10^5$ Pa, $\tau_1 = 1$ sec et $\tau_2 = 10^4$ sec

En utilisant l'équation WLF, déterminer pour un temps d'observation de 10 sec l'évolution du module en fonction de la température. Utiliser les valeurs universelles pour les constantes C_1 et C_2 .