

Td 2

Influence de la température sur les polymères

Exercice 1 :

Un ingénieur travaille sur trois pièces en plastique différentes. À l'aide du tableau des températures de transition ci-dessous, déterminez dans quel **état physique** (vitreux, caoutchoutique ou fondu) se trouve chaque pièce :

N°	Polymères	Formulations chimiques	T _g (°C)	T _{fus} (°C)	Température de l'utilisation (°C)
A	Polyéthylène (PEBD)	$(C_2H_4)_n$ $-(CH_2-CH_2-)_n$	-110	115	20 température ambiante
B	Polystyrène(Ps)	$(C_8H_8)_n$ $-(CH_2-CH(C_6H_5)-)_n$	100	240	80 (l'intérieur d'une voiture)
C	PET	$(C_{10}H_8O_4)$	70	260	280 (buse d'une imprimante)

Questions : précisez l'état pour les polymères A, B et C.

Exercice 2 :

On étudie l'évolution du **Module de Young (E)** d'un polymère amorphe en fonction de la température. On observe les données suivantes :

- A 20°C , E = 3000 MPa
- A 105 °C, E = 2500 MPa.
- A 120 °C, E = 2MPa.

Questions

1. Que s'est-il passé entre 105°C et 120°C ? comment appelle-t-on ce seuil ?
2. Pourquoi ne parle-t-on pas de fusion dans ce cas précis ?
3. Si ce polymère était utilisé pour fabriquer un tableau de bord d'une voiture, quelle serait la température maximale de sécurité conseillée ?

Exercice 3 :

Vous devez concevoir un joint d'étanchéité pour un congélateur industriel fonctionnant à **-40 °C**. Le joint doit rester souple et déformable pour assurer l'étanchéité.

On vous propose deux matériaux :

1. **Matériau X** : T_g = -60°C
2. **Matériau Y** : T_g = -10°C

Question : Quel matériau choisissez-vous ? Justifiez votre réponse en expliquant le comportement des chaînes moléculaires par rapport à la T_g.

Td 2 Solution

Influence de la température sur les polymères

Exercice 1 :

Un ingénieur travaille sur trois pièces en plastique différentes. À l'aide du tableau des températures de transition ci-dessous, déterminez dans quel **état physique** (vitreux, caoutchoutique ou fondu) se trouve chaque pièce.

On compare la température d'utilisation aux seuils T_g et T_{fus}

A. Le PEBD est caoutchoutique ou le polymère est souple.

Puisque :

$$T_{fus} (115\text{ °C}) > T_{utilisation} (20\text{ °C}) > T_g (-110\text{ °C})$$

B. Le Ps reste dur et rigide mais il peut être cassable

$$T_{utilisation} (80\text{ °C}) < T_g (100\text{ °C})$$

C. Le PET est dans un état liquide, les cristaux ont fondu.

$$T_{utilisation} (280\text{ °C}) > T_{fus} (260\text{ °C})$$

Exercice 2 :

On étudie l'évolution du **Module de Young (E)** d'un polymère amorphe en fonction de la température. On observe les données suivantes :

- A 20 °C , E = 3000 MPa
 - A 105 °C, E = 2500 MPa.
 - A 120 °C, E = 2MPa
-
- **Le phénomène :** Entre 105 °C et 120 °C, le matériau a subi la **transition vitreuse**. La chute brutale du module de Young (divisé par plus de 1000) indique le passage de l'état vitreux à l'état caoutchoutique. Le seuil est la T_g .
 - **Pourquoi pas "fusion" ?** On précise que le polymère est **amorphe**. Un polymère amorphe n'a pas de structure cristalline organisée ; il ne "fond" donc pas au sens strict (pas de T_{fus}), il s'amollit simplement jusqu'à devenir un liquide visqueux.
 - **Sécurité :** Pour un tableau de bord, le matériau doit rester rigide. La température de sécurité doit être **inférieure à la T_g** (ici < 105 °C), idéalement avec une marge de sécurité (ex: max 80-90 °C).

Exercice 3 :

Justification :

- Pour qu'un joint reste souple à $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, il doit impérativement être dans son **état caoutchoutique**.
- Cela signifie que sa température de transition vitreuse (T_g) doit être **inférieure** à la température d'utilisation.
- **Matériau X ($T_g = -60\text{ }^{\circ}\text{C}$)** : À $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, les chaînes moléculaires ont encore assez d'énergie thermique pour glisser les unes sur les autres. Le joint reste flexible.
- **Matériau Y ($T_g = -10\text{ }^{\circ}\text{C}$)** : À $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, le matériau est passé sous sa T_g . Les chaînes sont "gelées", le joint devient dur et cassant comme du verre, perdant son pouvoir d'étanchéité.