

L3 Génie des matériaux

TD Céramiques et verres

Série 03

Exercice 01

Une bulle d'air de rayon $r = 1 \text{ mm}$, est dans un verre liquide à une température de 1400°C . La viscosité dynamique du verre à cette température est $\eta = 10^3 \text{ Pa.s}$ et la densité du verre liquide est $\rho = 2500 \text{ kg/m}^3$. La densité de l'air dans la bulle est négligeable.

- Calculez la vitesse de remontée de la bulle.
- Combien de temps faudra-t-il à cette bulle pour remonter sur une hauteur de 10 cm ?

Exercice 02

Deux échantillons de verre liquide sont étudiés à des températures différentes :

- Échantillon A : $\eta_A = 500 \text{ Pa.s}$,
- Échantillon B : $\eta_B = 2000 \text{ Pa.s}$.

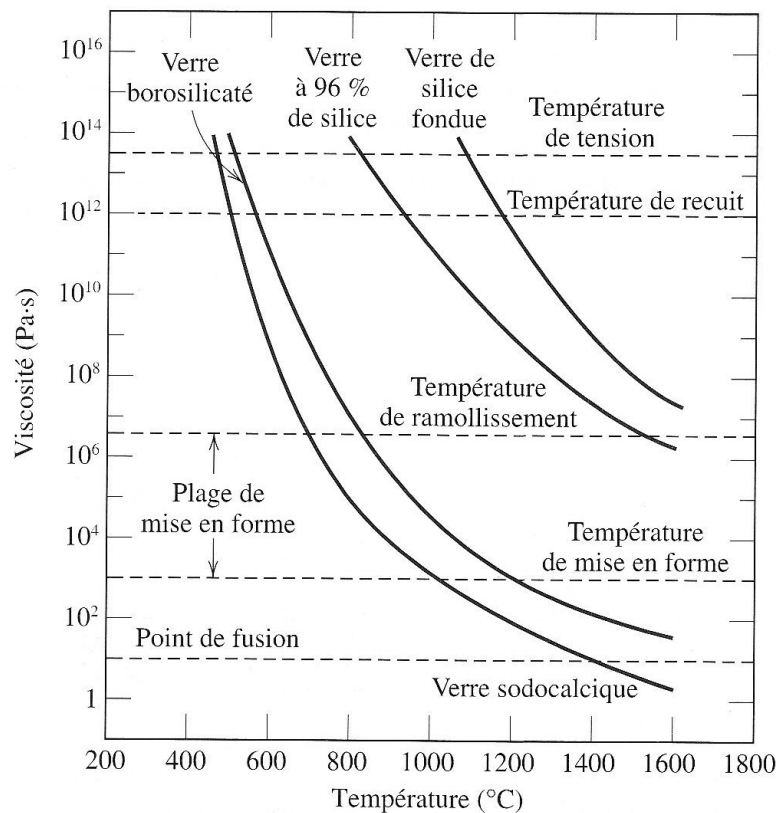
Une bulle de rayon $r = 0,5 \text{ mm}$ remonte dans chacun des échantillons. La densité du verre est $\rho = 2500 \text{ kg/m}^3$.

- Calculez la vitesse de remontée de la bulle dans chaque échantillon.
- Expliquez comment la viscosité influence l'affinage.

Exercice 03

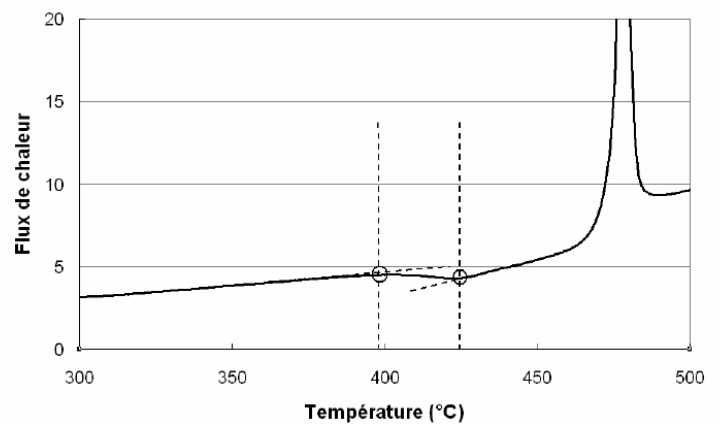
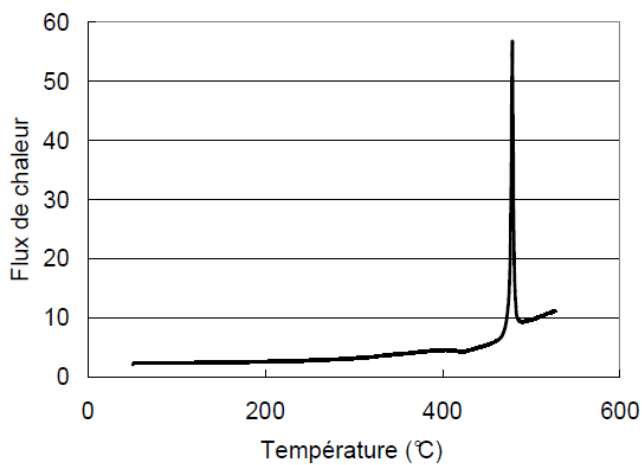
Dans le cas de nombreux matériaux visqueux, la viscosité η peut être définie par l'expression $\eta = \sigma / \dot{\epsilon}$, avec σ la contrainte de traction et $\dot{\epsilon}$ la déformation longitudinale. Une éprouvette cylindrique de verre sodocalcique ayant un diamètre d_0 et une longueur l_0 est soumise à une force de traction F le long de son axe. Si l'allongement subi doit être inférieur à Δl après un temps Δt , déterminer la température maximale à laquelle l'éprouvette pourra être chauffée, à l'aide de la figure ci-dessous.

A.N. : $d_0 = 5 \text{ mm}$, $l_0 = 100 \text{ mm}$, $\Delta l = 1 \text{ mm}$, $F = 1 \text{ N}$ et $\Delta t = 1 \text{ semaine}$.



Exercice 04

- Un échantillon de verre métallique massif est soumis à un chauffage continu (à 8°C/min), au cours duquel on analyse le flux de chaleur nécessaire à faire chauffer l'échantillon. On obtient le thermogramme de la Figure ci-dessous, avec une vue détaillée de ce dernier.



- A quel événement correspond le pic aux alentours de 500°C ?

- Quel événement induit une légère perturbation de la courbe vers 400°C ?
- Donner l'état du matériau pour une température inférieure à 400°C, une température située entre 400 et 425°C, une température située entre 425 et 460°C et une température au-delà de 460°C.
- A quoi correspondent les températures indiquées par les deux droites en pointillés, qui délimitent le domaine où la courbe n'est pas assimilable à une droite ? Indiquer les valeurs de température correspondantes.

2. Domaine de mise en forme du verre métallique massif

Pour obtenir un verre métallique massif, on peut soit directement couler la pièce de la géométrie désirée (c'est-à-dire de faire de la fonderie), soit passer par une étape de mise en forme pour parvenir au produit final.

- Quel est l'avantage, en fonderie, des verres métalliques par rapport aux alliages cristallins ?
- Quel comportement à la rupture imaginez-vous pour un verre métallique à la température ambiante ?
- Ce comportement est-il compatible avec une mise en forme par déformation sévère ?
- Quel domaine de température suggérez-vous pour mettre en forme un verre métallique sans changer radicalement sa microstructure ? On s'aidera ici de la figure ci-dessus.
- Pourquoi l'amplitude de ce domaine de température revêt-elle une grande importance quant au procédé industriel de mise en forme de tels matériaux ?