

Exercice Série 6

1. Dendrites

On considère le diagramme de phase Al-Zn ci-dessous. On considèrera aussi (en faisant une grosse approximation) que Al et Zn ont le même volume molaire.

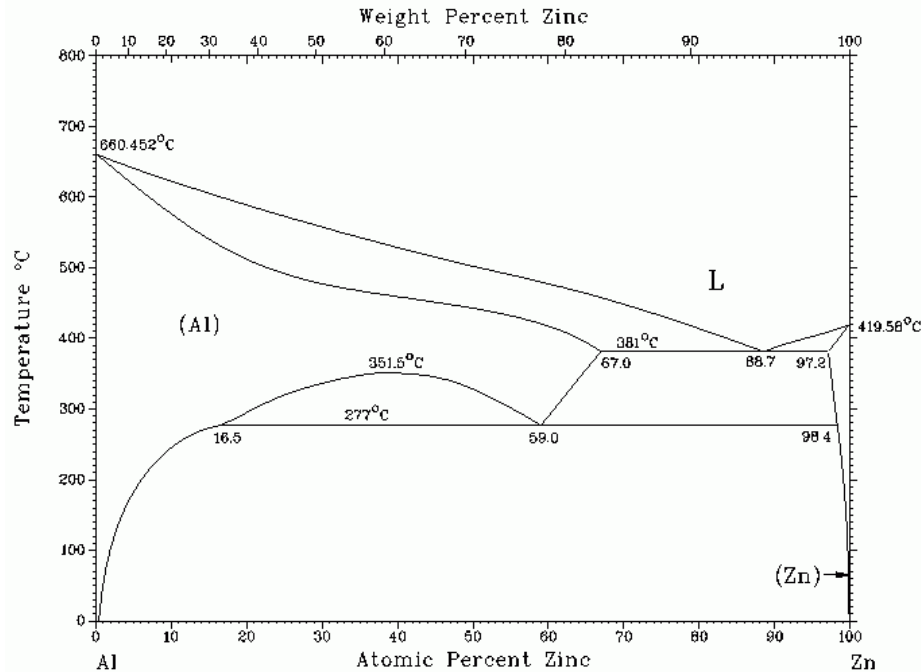
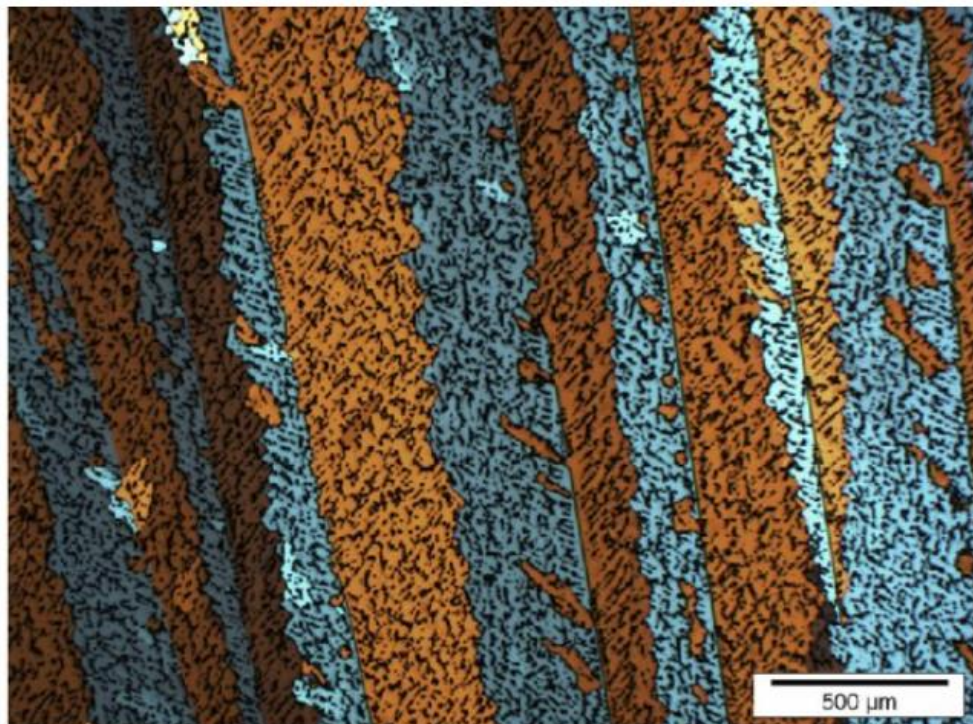


Diagramme de phase Al-Zn

Les dendrites d'aluminium riches en Zn se forment dans l'alliage Al-20%-wt Zn. Une métallographie est montrée ci-dessous.



Dendrites d'un alliage Al-20 wt-% Zn solidifié dans un four Bridgman. Elles ont la particularité d'être maculées sur leur longueur au niveau du tronc, ce qui permet d'obtenir un bon contraste optique et mesurer facilement leur espacement.

- a) Mesurez approximativement λ_1 l'espacement moyen entre le troncs de dendrites.

La vitesse de déplacement du creuset et le gradient thermique imposés dans le four Bridgman sont de 1 mm/s et 70 K/cm. L'alliage Al-Zn a pour chaleur latente de solidification $L = 111$ J/g; la densité du liquide ou du solide est la même (on néglige le changement de volume) $\rho = 7.11$ g/cm³. Le coefficient de diffusion de Zn dans Al liquide est $D_l = 3 \cdot 10^{-9}$ m²/s. L'énergie d'interface solide-liquide est $\gamma_{sl} = 0.1$ J/m². On fait l'hypothèse que les dendrites ont une forme elliptique et que $\Delta T^* \ll \Delta T_0$ et $m_l G_c \gg G_{th}$.

- b) D'après les formules du cours, calculez la surfusion, le rayon de courbure en pointe de dendrite et l'espacement entre dendrites. Comparez la valeur λ_1 calculée à celle mesurée sur la métallographie.

2. Fusion zonale (exercice assez difficile)

La fusion de zone est une méthode de purification. Elle a été inventée dans les années 1950 par W. G. Pfann. La méthode est principalement appliquée aux métaux, semi-conducteurs, ou autres composés inorganiques (oxydes, intermétalliques, etc.). Le matériau à épurer a une composition en impureté c_0 dont le coefficient de partition est $k < 1$. Le solide est mis sous forme d'un cylindre de surface A et longueur L et dans un tube en quartz, et est déplacé de droite à gauche à une vitesse v au travers une boucle de courant inductive de largeur l induisant une fusion dans cette zone. Le matériau se re-solidifie en sortie de boucle à gauche (Fig.1). On suppose que la vitesse est telle que le front de solidification reste toujours planaire et que l'équilibre local entre le solide et le liquide est toujours obtenu. On suppose aussi que la diffusion est totale dans le liquide et est nulle dans le solide.

- a) Calculez le profil de concentration dans le solide généré par une passe en fusion de zone.
- b) Quelle valeur de k est souhaitable pour obtenir une bonne efficacité ?
- c) Comparez le profil en concentration en fusion zonale avec $l/L=0.05$ à celle qui serait obtenu dans un four Bridgman (avec les mêmes hypothèses de solidification). Comment expliquer cette différence ? Imaginer des solutions techniques qui pourraient rendre la fusion zonale plus efficace.

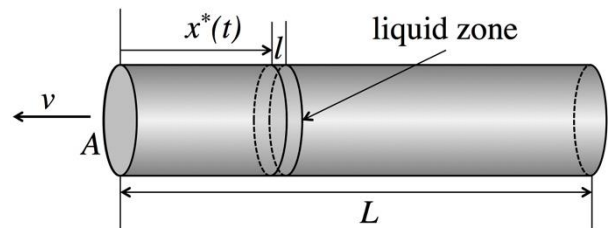


Fig. 1: Fusion zonale