

## Chapitre 5 – Mélanges et leur comportement

### EXERCICE 5-7

#### a) Solubilité maximale de Mg dans Al :

À 451 °C, l'aluminium (phase  $\alpha$ ) peut dissoudre à l'état solide 15 %m de magnésium.

$$\begin{aligned}\theta &= 451\text{ °C} \\ C_{\max} &= 15\text{ \%m Mg}\end{aligned}$$

#### b) Solubilité maximale de Al dans Mg :

À 437 °C, le magnésium (phase  $\delta$ ) peut dissoudre à l'état solide 12,7 %m d'aluminium.

$$\begin{aligned}\theta &= 437\text{ °C} \\ C_{\max} &= 12,7\text{ \%m Al}\end{aligned}$$

#### c) Nombre de points eutectiques :

Il y a **trois (3)** points eutectiques dans le diagramme Al-Mg. Leurs caractéristiques (coordonnées dans le diagramme) sont les suivantes :

Eutectique	$\theta$ (°C)	%m Mg
E <sub>1</sub>	451	15
E <sub>2</sub>	≈ 445	≈ 40
E <sub>3</sub>	437	67,7

#### d) Composé $\gamma$ :

Le composé  $\gamma$  a une **température de solidification de 462 °C**. Son domaine d'existence sur le diagramme d'équilibre ne se limitant pas seulement à une droite verticale mais ayant une certaine largeur, **ce composé n'est pas stœchiométrique**. En d'autres termes, le composé  $\gamma$  admet des variations de composition autour de sa composition stœchiométrique théorique.

#### e) Composé $\beta$ :

Le composé  $\beta$  a une composition chimique moyenne  $C_{\text{mMg}} \approx 37\text{ \%m}$ . Connaissant la masse molaire  $M_{\text{Mg}}$  (24,31 g/mole) du magnésium et celle  $M_{\text{Al}}$  (26,98 g/mole) de l'aluminium, on peut transformer cette concentration massique  $C_{\text{mMg}}$  en concentration atomique  $C_{\text{aMg}}$ . Voici comment réaliser cette transformation des concentrations massiques en concentrations atomiques :

Pour un alliage donné, on a par définition :

$$C_{\text{mMg}} + C_{\text{mAl}} = 1 \quad (1)$$

La masse de magnésium  $C_{\text{mMg}}$  représente  $n_{\text{Mg}}$  mole de magnésium tel que :  $n_{\text{Mg}} = \frac{C_{\text{mMg}}}{M_{\text{Mg}}} \quad (2)$

La masse d'aluminium  $C_{\text{mAl}}$  représente  $n_{\text{Al}}$  mole d'aluminium tel que :  $n_{\text{Al}} = \frac{C_{\text{mAl}}}{M_{\text{Al}}} \quad (3)$

L'alliage contient donc  $n_{Mg}$  moles de magnésium et  $n_{Al}$  moles d'aluminium; la concentration atomique  $C_{aMg}$  en magnésium est donc, par définition, égale à :

$$C_{aMg} = \frac{n_{Mg}}{n_{Mg} + n_{Al}} \quad (4)$$

En tenant compte des équations (2) et (3), on obtient :

$$C_{aMg} = \frac{C_{mMg} / M_{Mg}}{C_{mMg} / M_{Mg} + C_{mAl} / M_{Al}} \quad (5)$$

Dans le cas du composé  $\beta$ , avec les valeurs numériques données ci-dessus, on obtient  $C_{aMg} = 38,72 \text{ \%at}$ .

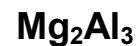
Comme le composé  $\beta$  est un composé de formule chimique  $Mg_xAl_y$ , où  $x$  et  $y$  sont des nombres entiers petits et premiers entre eux, la concentration atomique  $C_{aMg}$  de Mg dans le composé est voisine de :

$$C_{aMg} = \frac{x}{x + y} = 38,78 \text{ \%} \approx 40 \text{ \%}$$

Les valeurs des plus petits nombres entiers  $x$  et  $y$  qui conduisent à cette concentration atomique de 40% sont :

$$\mathbf{x = 2} \quad \text{et} \quad \mathbf{y = 3}$$

Le composé  $\beta$  admet donc pour formule chimique théorique :



Lui aussi, le composé  $\beta$  n'est pas stœchiométrique car il admet des variations légères de composition autour de sa composition stœchiométrique théorique.

Note : la lecture des pages 516-517 du livre *Des Matériaux* (paragraphe **Série 5000 Al-Mg**) permet bien de confirmer que le composé  $\beta$  est le composé **Mg<sub>2</sub>Al<sub>3</sub>**.

**f) Composition  $C_0$  d'un alliage contenant 50% de  $\alpha$  primaire et 50% de constituant eutectique à 450 °C**

Le constituant eutectique ( $\alpha + \beta$ ) se forme à partir du liquide de composition eutectique. Il faut donc trouver la composition  $C_0$  d'un alliage qui, à 452 °C, contient 50% de  $\alpha$  primaire et 50% de liquide eutectique. En appliquant la formule donnée par la règle des bras de leviers pour calculer la fraction massique  $f_{le}$  de liquide eutectique, on obtient l'équation suivante :

$$f_{le} = \frac{C_0 - 15}{35 - 15} = 50\% = 0,5$$

Il est alors aisé d'en déduire la valeur de  $C_0$  :

**$C_0 = 25 \text{ \%m Mg}$**

**g) Composition  $C_0$  d'un alliage contenant 50% de  $\alpha$  et 50% de  $\beta$  à 0 °C :**

On raisonne de façon similaire à celle de la question précédente ; la règle des bras de leviers donne l'équation suivante à 0 °C pour cet alliage :

$$f_{\alpha} \cong \frac{C_0 - 1}{35 - 1} = 50\% = 0,5$$

Il est alors aisé d'en déduire la valeur de  $C_0$  :

**$C_0 \approx 18 \text{ \%m Mg}$**