

EXERCICE 1

IV-A-1  $\mu_{Cu}^{\ell}(x,T) = \mu_{Cu}^{\ell*}(T) + RT \ln(x)$ .

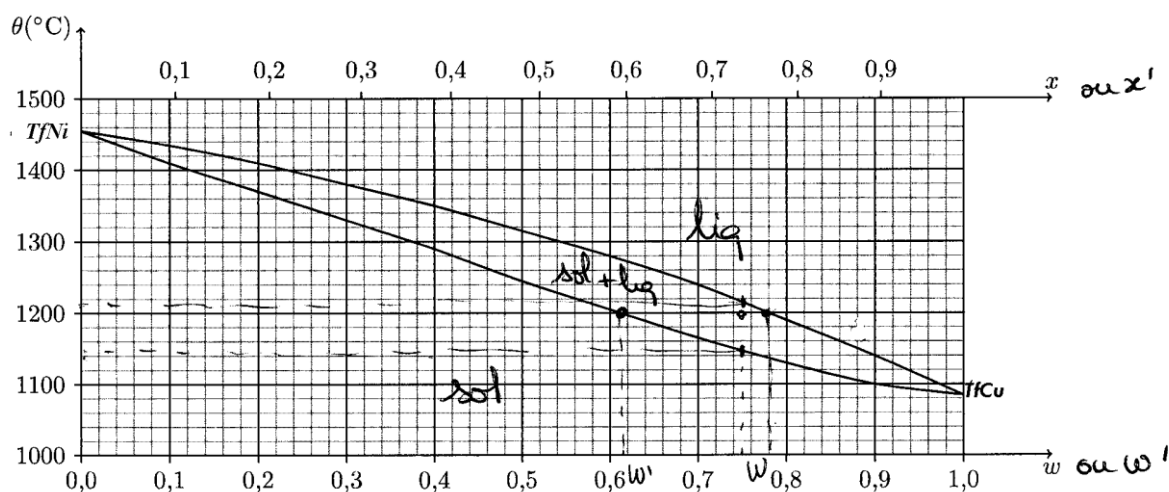
IV-A-2  $x = \frac{n_{Cu}}{n_{tot}} = \frac{m_{Cu}}{M_{Cu} n_{tot}} = \frac{1}{1 + \frac{m_{Ni}}{m_{Cu}} \frac{M_{Cu}}{M_{Ni}}}$  car  $n_{tot} = n_{Cu} + n_{Ni} = \frac{m_{Cu}}{M_{Cu}} + \frac{m_{Ni}}{M_{Ni}}$ .

Comme  $m_{tot} = m_{Cu} + m_{Ni}$  et  $w = \frac{m_{Cu}}{m_{tot}}$ , il vient  $x = \frac{1}{1 + \frac{1-w}{w} \frac{M_{Cu}}{M_{Ni}}}$

D'où :  $\mu_{Cu}^{\ell}(x,T) = \mu_{Cu}^{\ell*}(x,T) - RT \ln\left(1 + \frac{1-w}{w} \frac{M_{Cu}}{M_{Ni}}\right) = \alpha_{\ell}(T) - RT \ln\left(1 + \frac{1}{w} \beta - \beta\right)$ .

Avec  $\beta = \frac{M_{Cu}}{M_{Ni}}$  et  $\alpha_{\ell}(T) = \mu_{Cu}^{\ell*}(T)$ .

IV-B-



IV-B-1 A l'équilibre thermodynamique :  $\mu_{Cu}^{\ell}(w,T) = \mu_{Cu}^s(w',T)$ .

Donc :  $\alpha_{\ell,Cu}(T) - RT \ln\left(1 - \beta + \frac{1}{w} \beta\right) = \alpha_{s,Cu}(T) - RT \ln\left(1 - \beta + \frac{1}{w'} \beta\right)$ .

Attention, les  $\alpha_{\ell,Cu}$  et  $\alpha_{s,Cu}$  les  $w$  et  $w'$  sont différents mais pas  $\beta$ ...

De même pour le nickel (on change simplement  $w$  en  $1-w$  et  $\beta$  en  $\frac{1}{\beta}$ ) :

$\mu_{Ni}^{\ell}(1-w,T) = \mu_{Ni}^s(1-w',T)$

Soit  $\alpha_{\ell,Ni}(T) - RT \ln\left(1 - \frac{1}{\beta} + \frac{1}{1-w} \frac{1}{\beta}\right) = \alpha_{s,Ni}(T) - RT \ln\left(1 - \frac{1}{\beta} + \frac{1}{1-w'} \frac{1}{\beta}\right)$

IV-B-2 Pour  $w = 0,5$ , on lit  $x = 0,48$  et on calcule :  $\frac{M_{Ni}}{M_{Cu}} = \frac{x \left(\frac{1-w}{w}\right)}{1-x} = 0,92$ .

IV-B-3 Pour  $w = 0,75$  on doit avoir un alliage cuivre/nickel et donc la température du mélange doit être comprise entre  $1145\text{ °C}$  et  $1215\text{ °C}$  d'après le diagramme.

Si on choisit une température de  $1200\text{ °C}$ , on lit sur le liquidus et le solidus

$$w_{\text{Cu,sol}} = 0,62 \text{ et } w_{\text{Cu,liq}} = 0,78.$$

D'autre part, on applique le théorème des moments :

$$\frac{m_l}{m_s} = \frac{0,75 - 0,62}{0,78 - 0,75} = 4,33$$

$$\text{et comme } m = m_l + m_s = 100 \text{ g}$$

$$\text{on en déduit } m_l = 81,25 \text{ g et } m_s = 18,75 \text{ g.}$$

Enfin avec les valeurs de  $w_{\text{Cu,sol}}$  et  $w_{\text{Cu,liq}}$  on obtient  $m_{\text{Cu,liq}} = 63,4 \text{ g}$  et  $m_{\text{Cu,sol}} = 11,6 \text{ g}$  d'une part et  $m_{\text{Ni,liq}} = 7,1 \text{ g}$  et  $m_{\text{Ni,sol}} = 17,9 \text{ g}$  d'autre part.

## EXERCICE 2

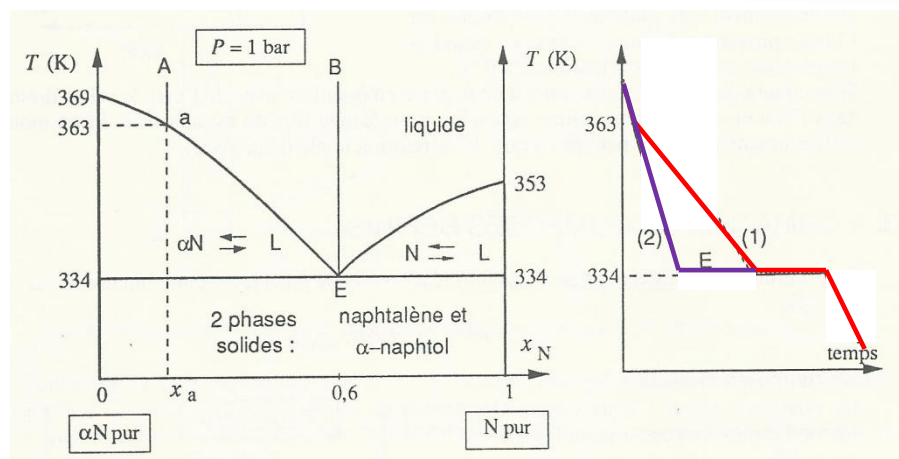
a. Voir diagramme ci-dessous

b. 1 Liquide ; 2  $\alpha$ -N solide et Liquide ; 3 Naphtalène solide et Liquide ; 4  $\alpha$ -N solide et naphtalène solide.

c. Composition du mélange initial :  $x_N = \frac{\frac{m_N}{M_N}}{\frac{m_{\alpha N}}{M_{\alpha N}} + \frac{m_N}{M_N}} = \frac{\frac{10}{128}}{\frac{40}{144} + \frac{10}{128}} = 0,22.$

Courbe de refroidissement

- entre  $100$  et  $87\text{ °C}$ , refroidissement du liquide ;
- entre  $87$  et  $61\text{ °C}$ , précipitation d' $\alpha$ -naphtol pur ;
- $61\text{ °C}$  précipitation du mélange des deux solides purs dans les proportions de l'eutectique ;
- en-dessous de  $61\text{ °C}$ , refroidissement des solides.



La courbe rouge (1) de refroidissement correspond à la question posée ; la courbe (2) violette correspond au refroidissement à la composition de l'eutectique : elle a l'allure de celle d'un corps pur.

**A  $75\text{ °C}$**  : posons  $n_L$  (nombre de moles de liquide) et  $n_{\alpha N}$  (nombre de moles d' $\alpha$ -naphtol solide), on a  $n_L + n_{\alpha N} = \frac{10}{128} + \frac{40}{144} = 0,356 \text{ mol.}$

La règle des moments donne :  $\frac{n_L}{n_{\alpha N}} = \frac{C'C''}{CC''} = \frac{0,22}{0,42 - 0,22} = 1,10.$

On en déduit  $n_{\alpha N} = 0,16 \text{ mol}$ , soit  $m = 23 \text{ g}$  de solide environ et donc  $10 \text{ g}$  de naphthalène et  $17 \text{ g}$  d' $\alpha$ -naphtol dans le liquide.

A  $50\text{ °C}$  les espèces sont liquides et on a  $10 \text{ g}$  de naphthalène et  $40 \text{ g}$  d' $\alpha$ -naphtol.

On peut calculer la composition du mélange lorsqu'on arrive au point eutectique à 61 °C (E) :

On calcule d'abord la quantité d' $\alpha$ -naphthol pur solide par la règle des moments :  $\frac{n_L}{n_{\alpha N}} = \frac{0,22}{0,60 - 0,22} = 0,58$ .

Comme  $n_L + n_{\alpha N} = 0,356$  mol, cela donne :  $n_{\alpha N} = 0,23$  mol donc  $m_{\alpha N} = 32,5$  g. Le liquide restant donne 17,5 g de mélange de composition d'eutectique qui contient tout le naphthalène initial (10 g) et le reste d' $\alpha$ -naphthol soit 7,5 g.

