



Série N° 7 Diagramme binaire liquide- solide

Exercice I :

Les métaux argent et cuivre sont complètement miscibles à l'état liquide et partiellement miscibles à l'état solide. Ils donnent lieu à un eutectique.

1. En exploitant les données ci-dessous, représenter l'allure du diagramme liquide-solide correspondant à ce système.

* Echelle : 1 cm pour 100°C, 1 cm pour un pourcentage massique égal à 10.

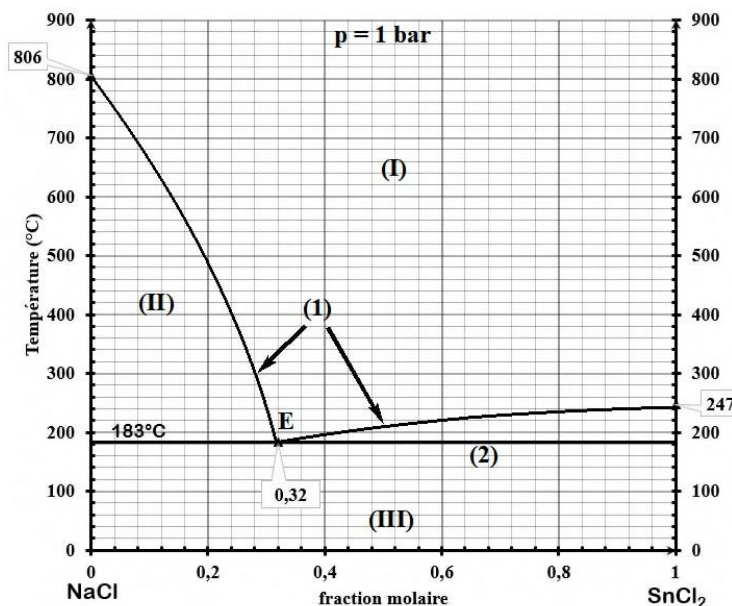
* les températures de fusion des corps purs sont :

$\theta_{\text{fus}}(\text{Cu}) = 1083^\circ\text{C}$; $\theta_{\text{fus}}(\text{Ag}) = 960^\circ\text{C}$.

- Les coordonnées du point eutectique E :
 $\Theta_E = 780^\circ\text{C}$, pourcentage massique en cuivre = 30%.
 - A la température de 780°C, la solubilité du cuivre dans l'argent solide exprimée en pourcentage massique de cuivre est égale à 10%.
 - A la température de 780°C, la solubilité de l'argent dans le cuivre solide exprimée en pourcentage massique d'argent est égale à 10%.
2. Indiquer les phases en présence dans chaque domaine du diagramme proposé.
 3. On refroidit un mélange liquide à 30% en cuivre jusqu'à la température de 500°C
 - a) Donner l'allure de la courbe d'analyse thermique et indiquer sur chaque tronçon de courbe le phénomène observé.
 - b) Quelle est la composition des phases solides obtenues au moment où la dernière goutte de liquide disparaît ?

Exercice II :

Le graphique ci-dessous représente le diagramme d'équilibre solide-liquide du système NaCl-



SnCl₂.

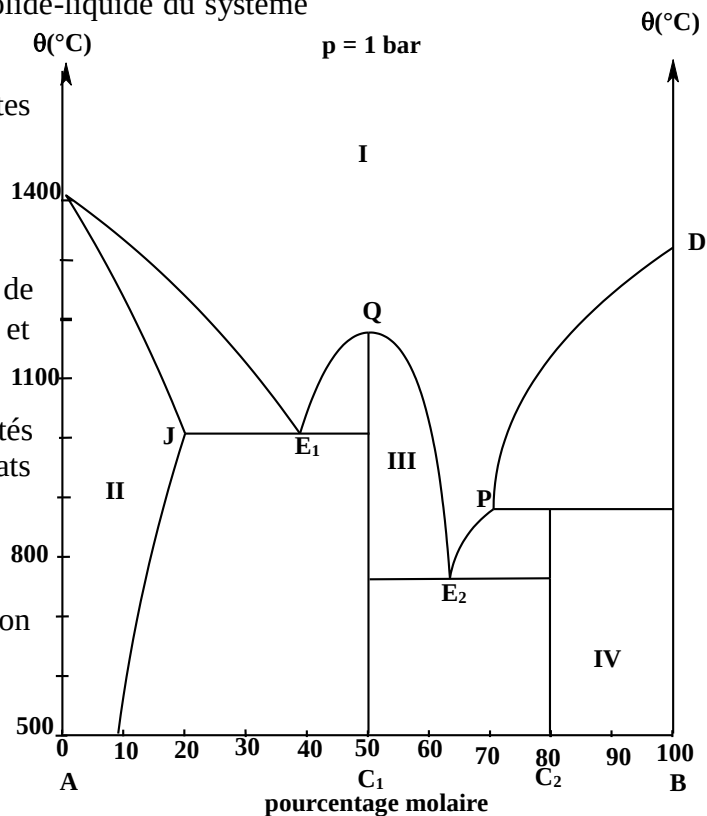
1. Que peut-on dire de la solubilité mutuelle de NaCl et SnCl₂ à l'état solide et à l'état liquide ?

2. Indexer le diagramme en précisant la nature des phases présentes dans les différents domaines numérotés de (I) à (III).
3. Nommer les courbes numérotés (1) et (2) sur le diagramme.
4. Indiquer les phases en équilibre sur le palier de température à 183°C.
5. On refroidit sous pression constante ($p = 1$ bar) jusqu'à la température de 300°C, 5 mol d'un mélange liquide NaCl-SnCl₂ dont la fraction molaire en SnCl₂ est égale à 0,2. Déterminer la quantité (en mol) de chacune des phases présentes à cette température.

Exercice III :

On considère le diagramme isobare solide-liquide du système binaire A-B à $p = 1$ bar.

1. Préciser la nature des phases présentes dans les domaines (I, II, III et IV) du diagramme ci-contre.
2. Donner les noms des points D, Q, J, P et E₁.
3. Déterminer la formule chimique de chacun des composés définis C₁ et C₂ et indiquer leurs types de fusions.
4. Que peut-on dire des miscibilités mutuelles de A et B dans les deux états physiques du diagramme ?
5. a) Préciser les noms, les températures et les limites des domaines des mélanges pour lesquels on a le maximum de phases en équilibre.
- 5-b) Donner les équations de ces équilibres.

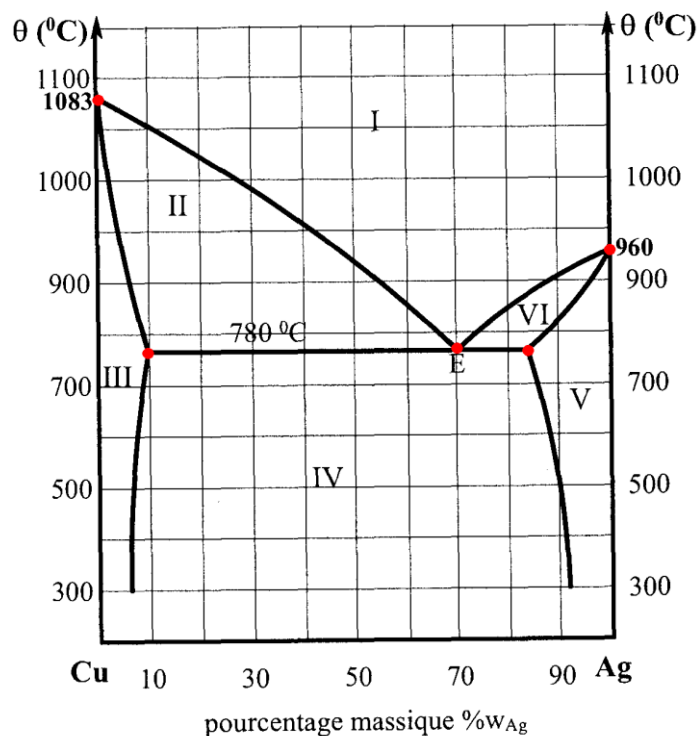


- 5-c) Combien de paramètres intensifs dont dépend le système peut-on varier pour définir l'état d'équilibre dans chacun de ces domaines ?
6. Tracer les courbes de refroidissement des mélanges $\%x_B = 80\%$ et $\%x_B = 100\%$ de la température 1400°C jusqu'à 650°C. Décrire les phénomènes observés sur chaque tronçon de ces courbes.
7. On refroidit un mélange liquide renfermant 2,82 mol de B et 0,94 mol de A jusqu'à la température de 900°C.
 - 7-a) Quelles sont les phases en présence à cette température ?
 - 7-b) Quel est le pourcentage molaire de B dans chacune d'elles ?
 - 7-c) Déterminer la quantité de matière de chacune des phases.
 - 7-d) Déterminer la quantité de matière de B dans chaque phase.
 - 7-e) À quelle température doit-on opérer pour récupérer le maximum de C₂ solide ? Justifier.

Corrigé série diagramme binaire solide liquide -2019-2020

Exercice I

1. Allure du diagramme liquide-solide du système Cu-Ag

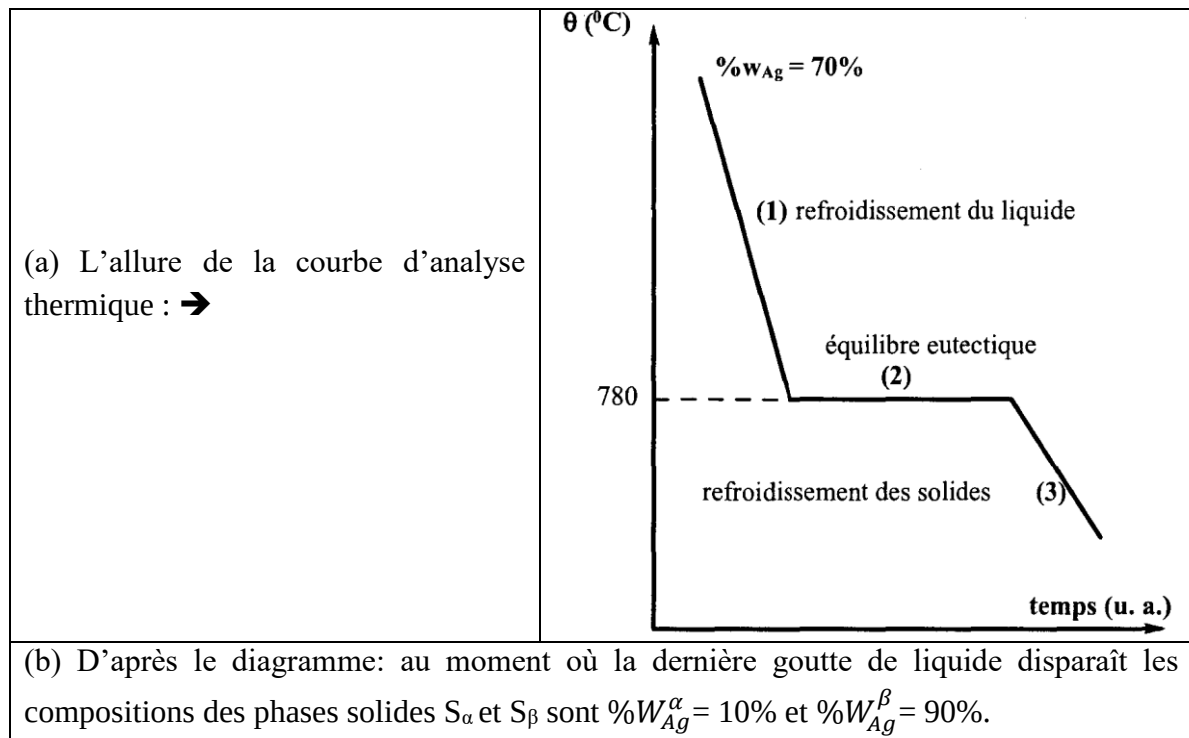


Allure du diagramme d'équilibre liquide-solide du système Cu — Ag à p 1 bar.

2.

* Domaine I : liquide. * Domaine II: S_α et liquide. * Domaine III : S_α. * Domaine IV: S_α et S_β. * Domaine V: S_β * Domaine VI: S_β et liquide	avec S_α est une solution solide de Ag dans Cu. S_β est une solution solide de Cu dans Ag.
---	---

3. D'après l'énoncé %W_{Cu}=30% d'où %W_{Ag} = 100 — %W_{Cu}=100 — 30 = 70%



Exercice II

- NaCl et SnCl_2 sont totalement miscibles à l'état liquide et totalement non soluble à l'état solide.
- Domaine (I) : liquide
Domaine (II) : $\text{NaCl}_{(\text{sd})}$ et liquide
Domaine (III) : $\text{NaCl}_{(\text{sd})}$ et $\text{SnCl}_{2(\text{sd})}$
- La courbe (1) est la courbe liquidus. La courbe (2) est la courbe solidus.
- Sur le palier de température 183°C , il existe 3 phases en équilibre : liquide (E), $\text{NaCl}_{(\text{sd})}$ et $\text{SnCl}_{2(\text{sd})}$
-

$\left\{ \begin{array}{l} n_{\text{NaCl}}^{\text{sd}} = \frac{0,28 - 0,2}{0,2 - 0} = 0,4 \\ n_{\text{NaCl}}^{\text{sd}} + n^{\text{liq}} = 5 \text{ mol} \end{array} \right.$ $n_{\text{NaCl}}^{\text{sd}} = 0,4 \times n^{\text{liq}}$ $0,4 \times n^{\text{liq}} + n^{\text{liq}} = 5 \text{ mol}$	$1,4 \times n^{\text{liq}} = 5 \text{ mol}$ $n^{\text{liq}} = \frac{5}{1,4} = 3,57 \text{ mol}$ $n_{\text{NaCl}}^{\text{sd}} = 5 - n^{\text{liq}} = 5 - 3,57 = 1,43 \text{ mol}$
--	--

Exercice III

- I: liquide.
- II: S_α : solution solide riche en A.
- III: $\text{C1}(\text{sd})$ + liquide

IV : $B_{(sd)} + C_{2(sd)}$

2.. D : température de fusion standard de B.

Q : point de fusion de C_1 .

J : maximum de solubilité de B dans A.

P : point péritectique.

E₁: point Eutectique.

3. Les composés définis ont pour formule A_uB_v :

Par définition : $x_B = \frac{v}{u+v}$

Pour le composé C_1 : $x_B = 0,5 \rightarrow$ on choisit $v = 1$ et $u = 1 \rightarrow C_1$: AB est à fusion congruente.

Pour le composé C_2 : $x_B = 0,8 \rightarrow$ on choisit $v = 4$ et $u = 1 \rightarrow C_2$: AB_4 est à fusion non congruente

4. À l'état liquide : A et B sont totalement miscibles

À l'état solide : A est non miscible dans B. B est miscible dans A.

5. 5-a) À 1000°C , $19\% \leq \%x_B \leq 50\%$, palier eutectique, les phases en présence : $\alpha_{(sd)} + C_{1(sd)} +$ liquide(E₁).

À 871°C , $70\% \leq \%x_B \leq 100\%$, palier péritectique, les phases en présence : $B_{(sd)} + C_{2(sd)} +$ liquide (P).

À 764°C , $50\% \leq \%x_B \leq 80\%$, palier eutectique, les phases en présence : $C_{1(sd)} + C_{2(sd)} +$ liquide(E₂).

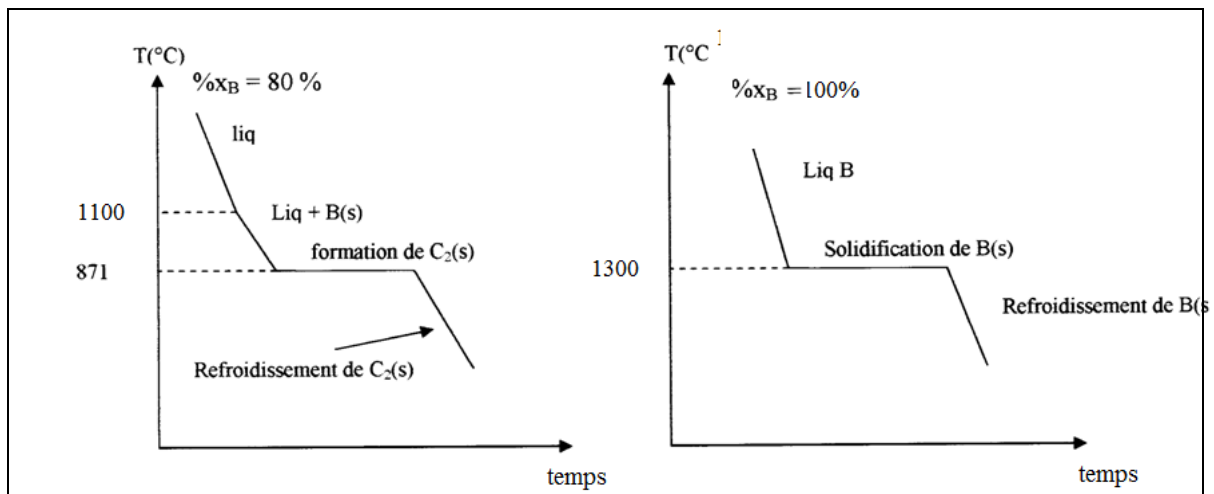
5-b) À 1000°C : $\alpha_{(sd)} + C_{1(sd)} =$ liquide (E₁)

À 871°C : $B_{(sd)} +$ liquide (P) = $C_{2(sd)}$.

À 764°C : $C_{1(sd)} + C_{2(sd)} =$ liquide(E₂)

5-c) On ne peut rien varier pour définir l'état d'équilibre dans chacun de ces domaines car la variance $\varpi' = 0$.

6.



7.

7-a) Le mélange est la composition :

$$x_B = \frac{n_B}{n_A + n_B} = \frac{2,82}{2,82 + 0,94} = 0,75$$

À 950°C , le mélange se trouve dans le domaine où les phases en présence sont $B_{(sd)} +$ liquide:

7-b) Il y a du $B_{(sd)}$ donc 100% de B et la phase liquide de composition 71,4% en B.

7-c) En appliquant la règle des segments inverses :

$$\begin{cases} \frac{n^{liq}}{n^{sd}} = \frac{1-0,75}{0,75-0,714} = 6,94 \\ n^{liq} + n^{sd} = 3,76 \text{ mol} \end{cases}$$

$$n^{sd} = 0,47 \text{ et } n^{liq} = 3,29 \text{ mol.}$$

$$\begin{aligned} 7\text{-d)} \quad n_B^{liq} &= n^{liq} \times x_B = 3,29 \times 0,714 = 2,35 \text{ mol} \\ n_B^{sd} &= n^{sd} = 0,47 \text{ mol} \\ 7\text{-e)} \end{aligned}$$

Pour récupérer le maximum de $C_{2(sd)}$, il faut opérer à une température légèrement supérieure à la température de l'eutectique E_2 , c'est-à-dire à $(764+\varepsilon)^\circ\text{C}$ car le segment relatif à la quantité du liquide reste constant alors que le segment relatif à la quantité de matière du solide C_2 augmente en se rapprochant de 764°C .