

# Diagrammes binaires, changement d'état liquide - solide

## 1 Mélanges binaires vanadium - titane

Les alliages de titane et de vanadium sont utilisés dans le secteur aéronautique pour la réalisation des réacteurs et des trains d'atterrissage. A l'état solide, le vanadium et le titane forment une solution homogène en toutes proportions. Le diagramme binaire, isobare, solide - liquide (simplifié) correspondant est représenté figure 1. La pression d'étude est  $p^\circ = 1$  bar, avec, en abscisse, la fraction **massique** en vanadium.

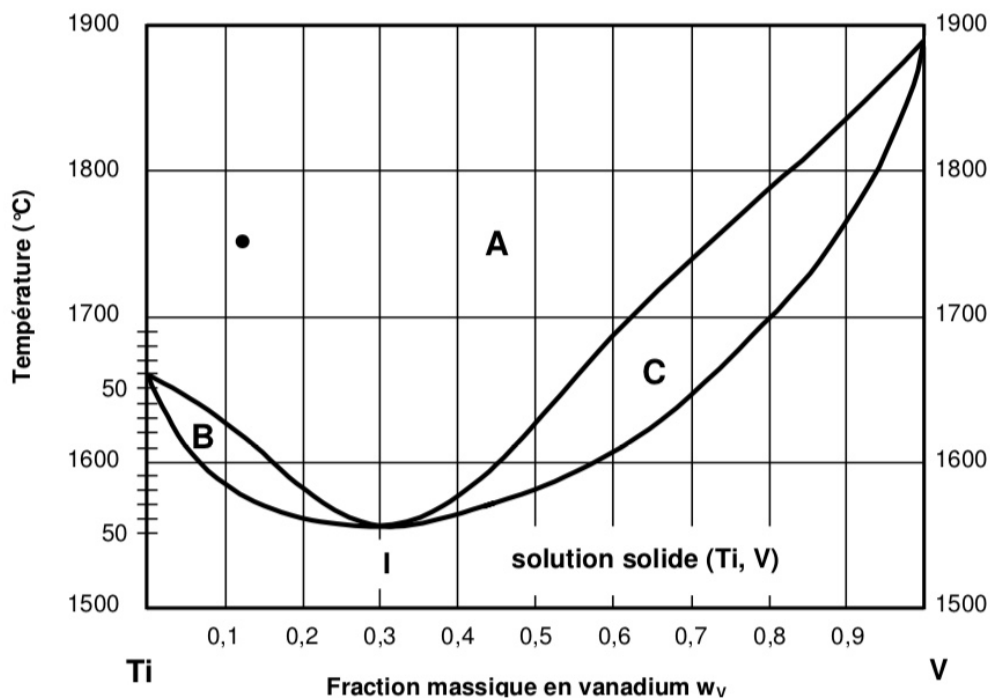


FIGURE 1: Diagramme de phases simplifié pour le système vanadium - titane

1. Indiquer le nombre et la nature des phases dans les domaines A, B et C.
2. Un point I, remarquable, apparaît sur ce diagramme pour une fraction massique en vanadium égale à 0,3. Nommer ce point. Préciser la propriété physique remarquable du mélange correspondant.
3. Représenter l'allure des courbes d'analyse thermique isobare de refroidissement pour des liquides de fraction massique en vanadium respectivement de 1,0; 0,1 et 0,3. Justifier soigneusement les courbes<sup>1</sup>.
4. On effectue un refroidissement, débuté à 1750 °C, du mélange représenté sur le diagramme par le point noir. Donner la température d'apparition du premier cristal de solide, et déterminer sa composition.
5. Un mélange liquide titane - vanadium est préparé avec une masse  $m_V = 100$  kg de vanadium, et  $m_{Ti} = 900$  kg de titane. Ce mélange est porté à 1600 °C. Calculer les masses de titane et de vanadium dans chacune des phases. On donne :  $M(Ti) = 47,9$  g/mol et  $M(V) = 50,9$  g/mol

1. On attend un calcul de nombre de degrés de liberté.

## 2 Les mélanges réfrigérant glace - sel

Le chlorure de sodium est souvent utilisé pour constituer des mélanges réfrigérant glace - sel. La figure 2 propose un réseau de diagrammes d'analyse thermique pour des mélanges eau - NaCl de différentes fractions massiques en sel. Chaque courbe est obtenue en représentant l'évolution, au cours du temps, lors d'un refroidissement isobare, de la température d'un système eau - NaCl dont la fraction massique en NaCl est indiquée en haut de la courbe.<sup>2</sup>

1. Grâce à ce réseau, représenter à droite du réseau fourni en annexe le diagramme de cristallisation  $T = f(w)$  (binaire liquide-solide) isobare (où  $w$  est la fraction massique de NaCl dans le mélange) pour les mélanges de fraction massique en NaCl respectivement de 0; 0,05; 0,10; 0,15; 0,20; 0,23 et 0,25 (de gauche à droite).
2. Identifier sur le diagramme précédent les différents domaines limités par les courbes sachant que l'eau et le chlorure de sodium forment un hydrate de formule  $[\text{NaCl}, 2 \text{H}_2\text{O}]$ .
3. Expliquer l'allure de la courbe de refroidissement tracée pour le mélange de fraction massique  $w = 0,20$ .
4. On introduit dans un système une masse  $m = 95,0 \text{ g}$  d'eau, à  $\theta = 0 \text{ }^\circ\text{C}$  et une masse  $m' = 5,0 \text{ g}$  de chlorure de sodium à  $\theta = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ . On observe une fusion partielle de la glace et la dissolution de NaCl dans l'eau. En considérant que la capacité thermique du système dans lequel on met les constituants vaut  $C_p = 0,50 \text{ kJ/K}$  (de sorte à ce qu'en considérant cette capacité thermique, la transformation puisse être considérée comme adiabatique), en négligeant l'enthalpie standard de dissolution de NaCl dans l'eau, et en considérant que l'enthalpie molaire de fusion de la glace à  $\theta = 0 \text{ }^\circ\text{C}$  est égale à  $\Delta_{\text{fus}}H = 6,0 \text{ kJ/mol}$ , déterminer la relation littérale  $T / \text{K} = f(w)$  existant entre la température  $T$  atteinte à l'équilibre et  $w$  la fraction massique en NaCl dans la phase liquide.

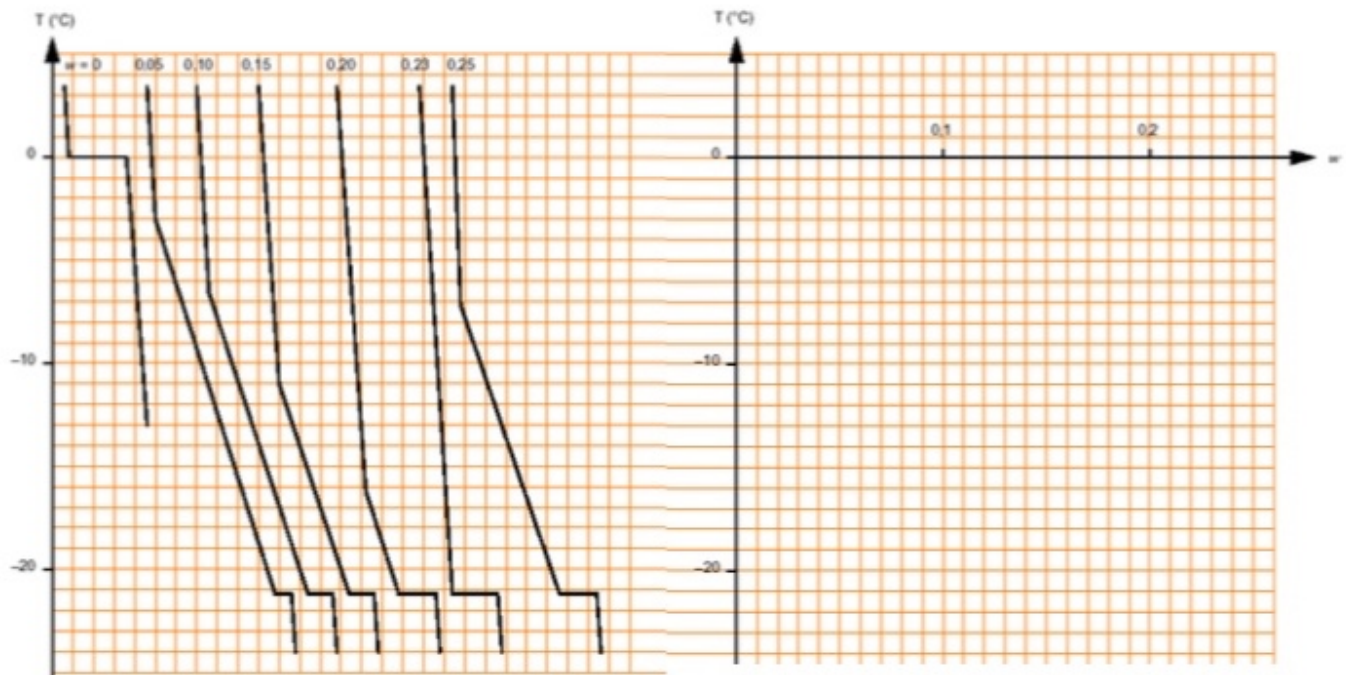


FIGURE 2: Courbes de refroidissement

2. D'après Centrale PC 1999