

Problème IV : Analyse de quelques opérations courantes en travaux pratiques

Le chlorure de sodium est parfois utilisé pour constituer des mélanges réfrigérants glace-sel. L'annexe présente un réseau de diagrammes d'analyse thermique pour des mélanges eau-NaCl de différentes fractions massiques en sel (masse de NaCl/masse du mélange). 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.

- 1- Grâce à ce réseau, représenter à droite du réseau fourni en annexe le diagramme de cristallisation (binaire liquide-solide) isobare $T = f(w)$ (où w est la fraction massique de NaCl dans le mélange) pour les mélanges eau-NaCl de fraction massique w comprise entre 0 et 0,25. (Echelle : 5 cm pour 10 K et 5 cm pour $w = 0,1$). Une justification très soignée du tracé est attendue.
- 2- Identifier clairement 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 $\text{NaCl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.
- 3- Dans une enceinte supposée adiabatique et maintenue à pression atmosphérique, on introduit 95 g de glace à 0°C et 5 g de NaCl à 0°C . On observe une fusion partielle de la glace et la dissolution de NaCl dans l'eau. Parmi les fonctions d'état suivantes : U , H , F , G et S , laquelle reste constante au cours de la fusion ? Pourquoi ?
- 4- En considérant que la capacité thermique à pression constante C_p du système est constante et vaut $500 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$, en négligeant l'enthalpie standard de dissolution de NaCl dans l'eau et en considérant que l'enthalpie standard de fusion de la glace à 0°C $\Delta_{\text{fusion}}H^\circ$ vaut $6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, déterminer la relation littérale existant entre la température atteinte à l'équilibre dans le système et la masse de solution aqueuse obtenue puis la relation numérique $T = f(w)$ existant entre la température atteinte à l'équilibre et la fraction massique de NaCl dans la phase liquide.
 $M_{\text{H}_2\text{O}} = 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.
- 5- En superposant le graphe de cette fonction $T = f(w)$ au diagramme de cristallisation précédemment établi, en déduire la température d'équilibre T_e du système, la fraction massique de NaCl dans la phase liquide et la masse de glace fondue.

