

### 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  $0^\circ\text{C}$  et 5 g de NaCl à  $0^\circ\text{C}$ . 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  $0^\circ\text{C}$   $\Delta_{\text{fusion}} H^\circ$  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.

