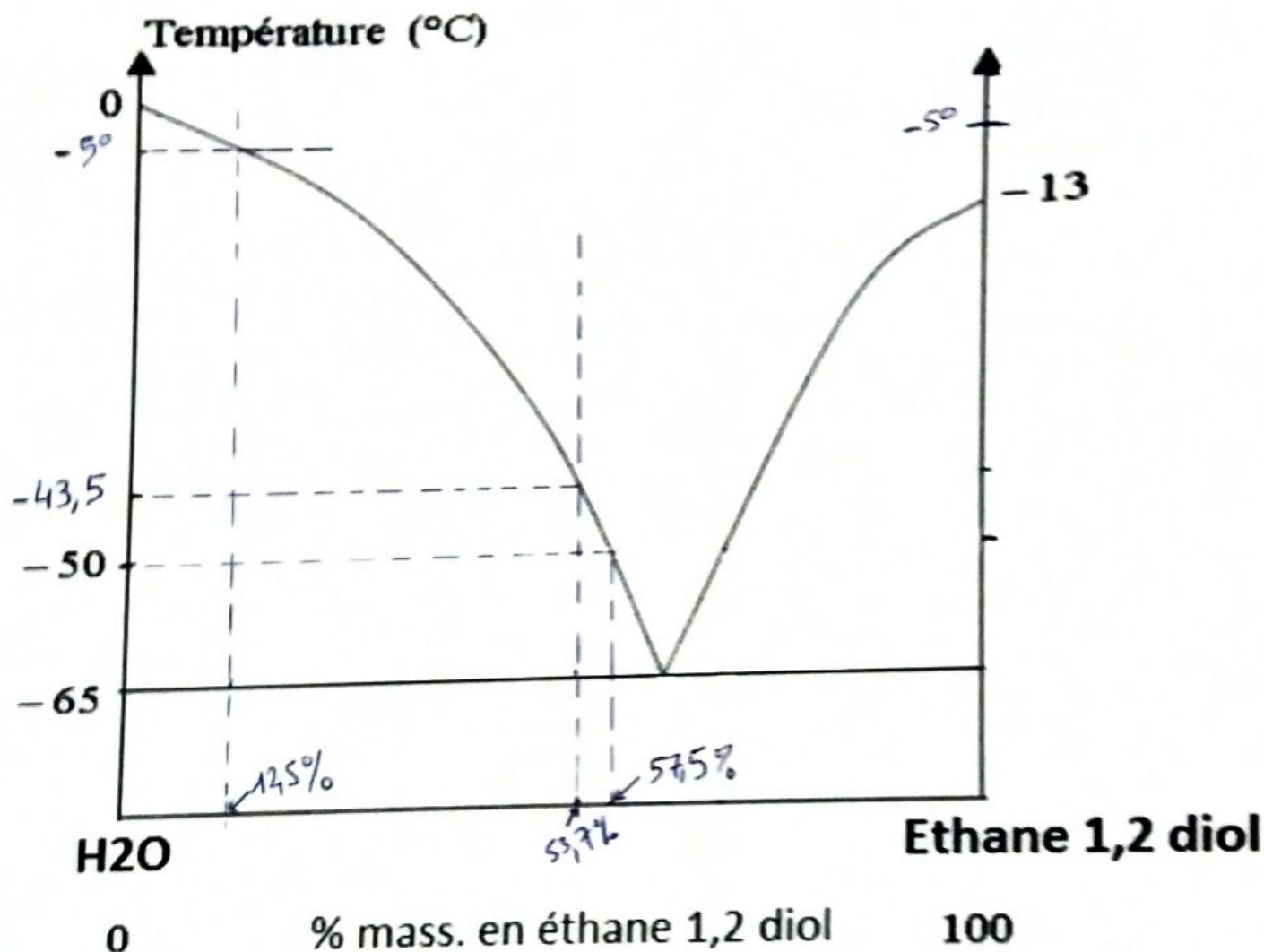


II- Diagramme H₂O - Glycol

La figure ci-dessous représente le diagramme d'équilibre du mélange H₂O - Glycol (éthylène 1,2 diol = C₂H₆O₂) réalisé sous une pression d'une atmosphère (les compositions sont exprimées en fraction molaire de LiCl). Données : H₂O : 18 g/mol C₂H₆O₂ : 62,07 g/mol



1°) Préciser la nature des phases en présence dans les différents domaines

2°) Donner les coordonnées du mélange eutectique (%m glycol, T°C). Préciser la réaction mise en jeu.

4°) Examinons le refroidissement d'un mélange liquide (2,16 moles) de composition 53,7 % *mass* en glycol.

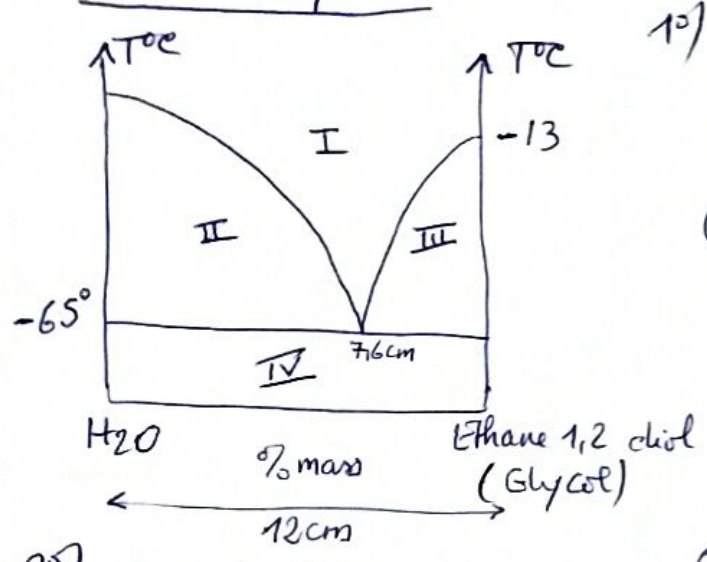
a - A quelle température apparaît le premier cristal? Quelle est sa nature ?

b- Quelle est la nature des phases à T= -50°C?

c- Quelle est la quantité (en moles) de liquide à T= -50°C?

d- Quelle est la quantité minimale (g) de glycol qu'il faut ajouter à l'eau pour maintenir un litre de mélange à l'état liquide à -5°C.

H₂O - Glycol



- 1°)
- (I) liq
 - (II) H₂O_{glace(s)}} + liq
 - (III) Glycol_{(s)}} + liq
 - (IV) H₂O_{glace(s)}} + Glycol_{(s)}}

2°) Eutectique → { 63,33 % mass glycol
 T = -65°C.
 liq_{63,33%} ⇌ H₂O_{glace} + Glycol_(s)

3°) Mélange 2,16 moles de composition 53,7 % mass glycol.

a) Les premiers cristaux apparaissent à -43,5°C,
 Nature des cristaux = H₂O(glace)

b) à -50°C, il y a un mélange "H₂O_{glace} + liq"
 ↳ H₂O_{glace} + liq_{57,5% glycol}
max



$$\frac{m_{\text{H}_2\text{O}_{\text{(glace)}}}}{ML} = \frac{m_{\text{liq}}}{S\pi} = \frac{m_{\text{tot}}}{SL}$$

$$\frac{m_{\text{H}_2\text{O}_{\text{(s)}}}}{57,5 - 53,7} = \frac{m_{\text{liq}}}{53,7 - 0} = \frac{m_{\text{tot}}}{57,5 - 0} \Rightarrow \boxed{m_{\text{liq}} = \frac{53,7}{57,5} \times m_{\text{tot}}}$$

$$m_{\text{tot}} = n_{\text{tot}} \times M_{\text{tot}} = 2,16 \times \left[X_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{mol}} \cdot M_{\text{H}_2\text{O}} + X_{\text{glycol}}^{\text{mol}} \cdot M_{\text{glycol}} \right]$$

Calculons $X_{\text{glycérol}}^{\text{mol}} = f(X_{\text{glyce}}^{\text{mass}})$

$$\begin{aligned}
 X_{\text{glyc}}^{\text{mol}} &= \frac{n_{\text{glyc}}}{n_{\text{glyc}} + n_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{\frac{m_{\text{glyc}}}{M_{\text{glyc}}} / m_{\text{tot}}}{\frac{m_{\text{glyc}}}{M_{\text{glyc}}} / m_{\text{tot}} + \frac{m_{\text{H}_2\text{O}}}{M_{\text{H}_2\text{O}}} / m_{\text{tot}}} \\
 &= \frac{\frac{X_{\text{glyc}}^{\text{mass}}}{M_{\text{glyc}}}}{\frac{X_{\text{glyc}}^{\text{mass}}}{M_{\text{glyc}}} + \frac{X_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{mass}}}{M_{\text{H}_2\text{O}}}} = \frac{\frac{X_{\text{glyc}}^{\text{mass}}}{M_{\text{glyc}}}}{\frac{\Pi_{\text{H}_2\text{O}} \cdot X_{\text{glyc}}^{\text{mass}} + \Pi_{\text{glyc}} \cdot X_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{mass}}}{\Pi_{\text{glyc}} \cdot \Pi_{\text{H}_2\text{O}}}} \\
 &= \frac{X_{\text{glyc}}^{\text{mass}} \cdot \Pi_{\text{H}_2\text{O}}}{\Pi_{\text{H}_2\text{O}} \cdot X_{\text{glyc}}^{\text{mass}} + M_{\text{glyc}} \cdot X_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{mass}}} = \frac{X_{\text{glyc}}^{\text{mass}} \cdot \Pi_{\text{H}_2\text{O}}}{\Pi_{\text{H}_2\text{O}} \cdot X_{\text{glyc}}^{\text{mass}} + \Pi_{\text{glyc}} \cdot (1 - X_{\text{glyc}}^{\text{mass}})}
 \end{aligned}$$

Donc

$$X_{\text{glyc}}^{\text{mol}} = \frac{X_{\text{glyc}}^{\text{mass}} \cdot M_{\text{H}_2\text{O}}}{\Pi_{\text{glyc}} + (\Pi_{\text{H}_2\text{O}} - \Pi_{\text{glyc}}) X_{\text{glyc}}^{\text{mass}}}$$

$$\begin{cases}
 \text{au pt M: } X_{\text{glyc}}^{\text{mass}} = 0,537 \rightarrow X_{\text{glyc}}^{\text{mol}} = 0,251689 \\
 \text{au pt L: } X_{\text{glyc}}^{\text{mass}} = 0,575 \rightarrow X_{\text{glyc}}^{\text{mol}} = 0,281788
 \end{cases}$$

$$\begin{aligned}
 \Rightarrow m_{\text{tot}}^{\text{M}} &= 2,16 \times [X_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{mol}} \cdot 18 + 0,2517 \times 62,07] \\
 &= 2,16 [(1 - 0,2517) \times 18 + 0,2517 \times 62,07] \\
 m_{\text{tot}} &= 2,16 [13,4694 + 15,6230] = 62,839 \text{ g} \\
 \Rightarrow \tilde{m}_{\text{liq}}^{50^\circ\text{C}} &= \frac{53,7}{575} \times m_{\text{tot}} = \frac{53,7}{575} \times 62,839 = 58,687 \text{ g}
 \end{aligned}$$

$$m_{\text{liq}} = 58,687 \text{ g} \Rightarrow m_{\text{liq}} = \frac{m_{\text{liq}}}{\Pi_{\text{liq}}}$$

$$\text{au pt L: liq} \rightarrow X_{\text{liq}}^{\text{mol}} = 0,281788 = (X_{\text{glyc}}^{\text{mol}})_{\text{liq}}$$

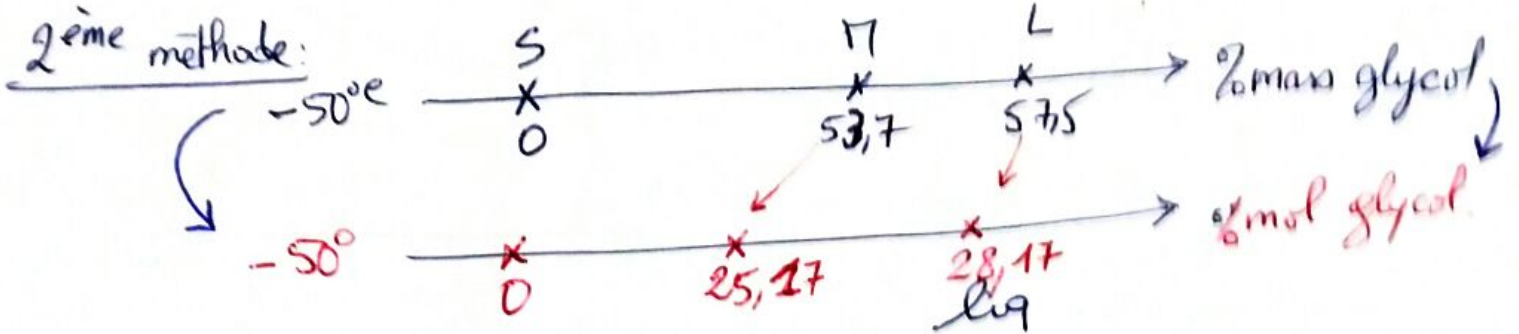
$$\begin{aligned}
 \Rightarrow M_{\text{liq}} &= X_{\text{liq}}^{\text{mol}} \times \Pi_{\text{glyc}} + X_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{mol}} \times \Pi_{\text{H}_2\text{O}} \\
 &= (0,2818 \times 62,07) + (1 - 0,2818) \times 18 = 30,4189 \text{ g/mol}
 \end{aligned}$$

$$m_{\text{liq}}^{-50^\circ\text{C}} = 58,687 \text{ g}$$

$$M_{\text{liq}} = 30,4189 \text{ g/mole}$$

$$M_{\text{liq}}^{-50^\circ\text{C}} = \frac{m}{M} = \frac{58,687}{30,4189} = 1,9293 \text{ moles} \quad (3)$$

2ème méthode:



$$\frac{n_{\text{H}_2\text{O}(\text{glace})}}{28,17 - 25,17} = \frac{n_{\text{liq}}}{25,17 - 0} = \frac{n_{\text{tot}}}{28,17 - 0} \Rightarrow n_{\text{liq}} = 1,9299 \text{ moles}$$

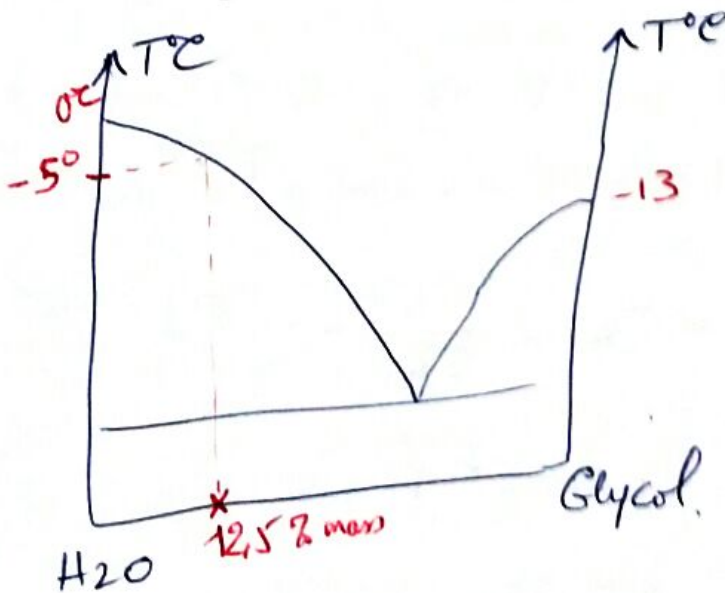
$$n_{\text{H}_2\text{O}(\text{glace})} = 0,230 \text{ mole}$$

$$\Sigma = 2,1599 \text{ moles}$$

$$\sim 2,16 \text{ moles}$$

d) Pour maintenir un mélange à l'état liquide à $T = -5^\circ\text{C} \Rightarrow$ il faut mélanger min. 12,5% mass glycol.

c.à.dire : 125 g glycol
 $(1000 - 125) = 875 \text{ g H}_2\text{O} (\sim 875 \text{ ml})$



On suppose que la densité H_2O est = 1.

Si on veut prendre le glycol en solution, il faut penser à introduire sa masse volumique ρ_{glyc}

$$\rho_{\text{glyc}} = \frac{m}{V} = \frac{125}{V}$$

$$\Rightarrow V_{\text{glyc}} = \frac{125}{\rho_{\text{glyc}}}$$