

Fiche de TD 2

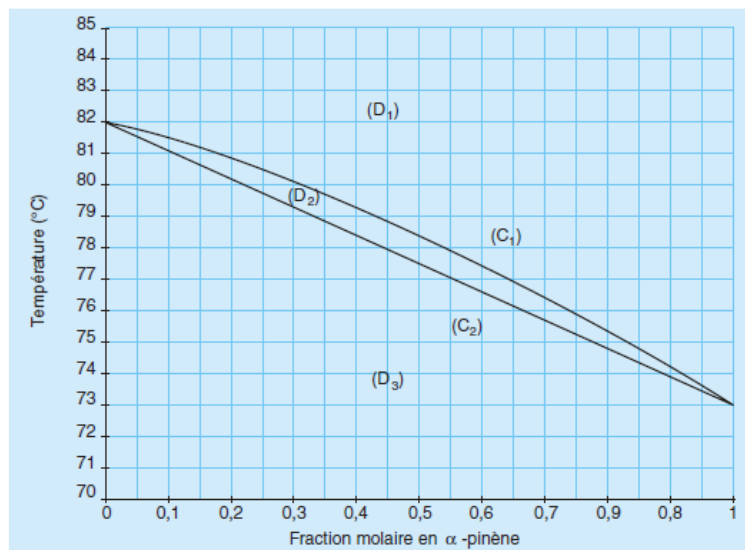
Equilibres liquide – vapeur & Equilibre solide - liquide

Rappel :(Règle des moments chimiques)

Soit un mélange liquide : $n_1 = 7$ moles et $n_2 = 5$ moles. A température et pression données, la fraction molaire du composé (1) vaut **0.4** en phase liquide et **0.7** en phase gaz.
Quelles sont les quantités de matière du composé (1) et (2) chacune des phases ?

Exercice 1 : (mélange idéal)

Le **pinène** est composé d'un mélange de deux isomères : l' **α -pinène** et le **β -pinène** de formule $C_{10}H_{16}$. Le diagramme, isobare tracé à la pression de **73 hPa** présente l'évolution de la température en fonction de la composition molaire en **α -pinène** pour un mélange d' **α -pinène** et de **β -pinène**.



- 1- Préciser la **nature** des **phases** et les **noms** des **courbes** sur le diagramme.
- 2- Quelle est la température d'ébullition de l' **α -pinène** pur t_{eba} et de **β -pinène** pur $t_{eb\beta}$?
- 3- On considère un mélange de **7 moles** d' **α -pinène** et **3 moles** de **β -pinène**. Quelles seront alors les **quantités de matière** des phases en présence, en précisant **leur nature**, si on porte ce mélange à des températures de **75°C**, **76°C** et **77°C** ?
- 4- **Déduire** les quantités de matières des phases en présence, si on porte un mélange de composition $w_{\alpha\text{-pinène}} = 0.7$ à **76°C**.
- 5- Le pinène présente une tension de vapeur **P^*** donnée en hectopascal (**1hPa = 100 Pa**) par la relation : (*réflexion pour étudiant*).

$$\ln(P^*) = 16,048 - \frac{3326,67}{T - 65} \quad (\text{la température est prise en Kelvin})$$

Est-il dangereux de travailler avec un **solvant** contenant le **pinène** dans un **local fermé** à la température **$T = 298K$** sachant que la **concentration limite** à ne pas dépasser en pinène est de **5 g / m³**?. On assimile la vapeur saturante du pinène à un gaz parfait.

Exercice 2 (système homoazéotropique)

Le diagramme isobare liquide-vapeur du système acide nitrique-eau est tracé sous $P = 1 \text{ atm}$.

1. La fraction massique en acide nitrique est portée en abscisse.

- **Nommer** les courbes et les phases correspondant aux différents domaines du diagramme.

- Discuter la **nature** du mélange. Quel est le **type de déviation** constatée ?

- Quelle **propriété** possède le mélange de composition massique **0.68** ?

2. Lors de sa préparation industrielle, l'acide nitrique est obtenu en présence d'eau. Une quantité de **4 moles** du mélange contient $n_2 = 0.3 \text{ mol}$ d'acide nitrique.

- Donner la **nature** et les **masses** des constituants à **100°C** et sa **composition** à **120°C**.

- Quelle est la **fraction massique en acide nitrique** de la première bulle de vapeur et celle de la dernière goutte du liquide ?

3. En opérant en système fermé, on porte le système à **110°C**. Quelles sont alors les **masses des constituants** dans chaque phase ?

Données : HNO_3 ; $M_1 = 63 \text{ g/mol}$; H_2O ; $M_2 = 18 \text{ g/mol}$.

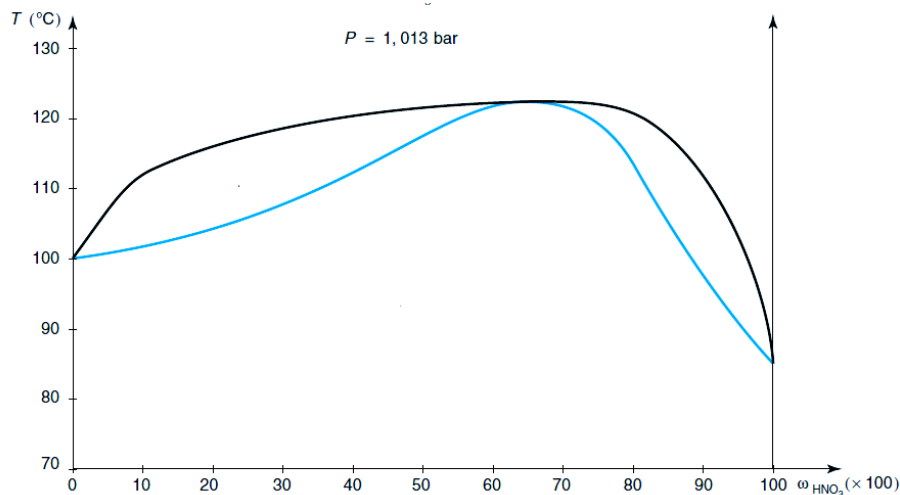


Diagramme isobare liquide-vapeur du système acide nitrique-eau

Exercice 3 : (système hétéroazéotropique)

On se propose d'étudier le diagramme binaire liquide-vapeur : **eau – benzène**.

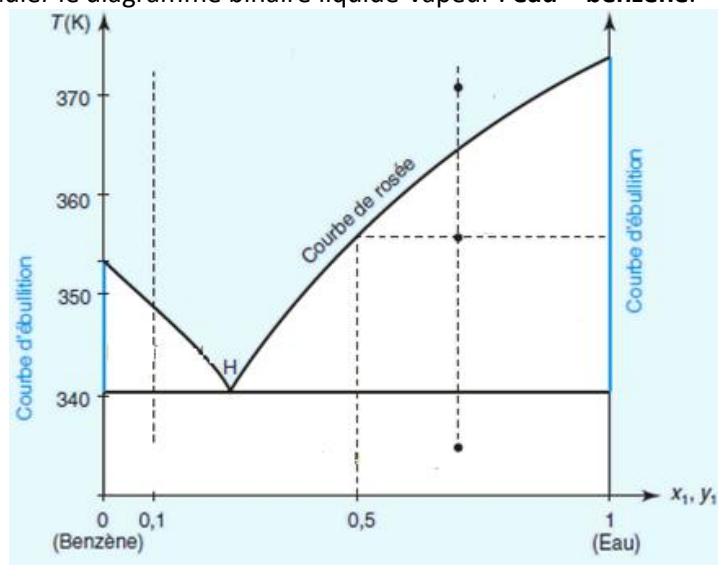


Diagramme binaire eau-benzène

- 1- **Indiquer**, sur ce schéma, la **nature** des **phases** présentes dans les différents domaines.
- 2- **Discuter** la **miscibilité** des deux liquides en comparant les propriétés des deux solvants.
- 3- Comment appelle-t-on le **point** correspondant au mélange $x_1 = 0.26$ à 340.8°C ?
- 4- On refroidit sous **1 bar** un mélange gazeux de fraction molaire en eau $y_1 = 0.1$. **Indiquer** à quelle **température** apparaît la **première** goutte de **liquide** et à quelle température disparaît la **dernière** bulle de **vapeur**.
- 5- On chauffe un mélange liquide équimolaire **eau-benzène** sous **1bar**. A quelle **température** l'**ébullition** commence-t-elle ? Quelle est alors la **composition** de la phase vapeur ?
- 6- On introduit à 25°C , dans un récipient fermé et maintenu à la pression $P^\circ = 1 \text{ bar}$, un mélange constitué de **1.4 mole** d'eau et **0.6 mole** de **benzène**. Indiquer la **composition** du système à l'équilibre pour les températures : **330 K**, **355.6 K** et **370.2 K**.
- 7- Tracer la courbe d'**analyse thermique** (Application pour étudiant).

Exercice 4 : (diagramme binaire solide-liquide)

Le diagramme binaire solide-liquide de l'alliage argent-or sous une pression de **1 bar** est représenté figure suivante. La fraction molaire en argent est représentée en abscisse.

1. Quels sont les **noms des courbes (1) et (2)** de ce diagramme ? A quoi correspondent-elles ?
2. L'argent et l'or sont-ils miscibles à l'état solide ? Justifier.
3. Tracer la courbe d'analyse thermique pour le refroidissement isobare d'un mélange initialement liquide, de fraction molaire en argent égale à **0.5**. Commenter.

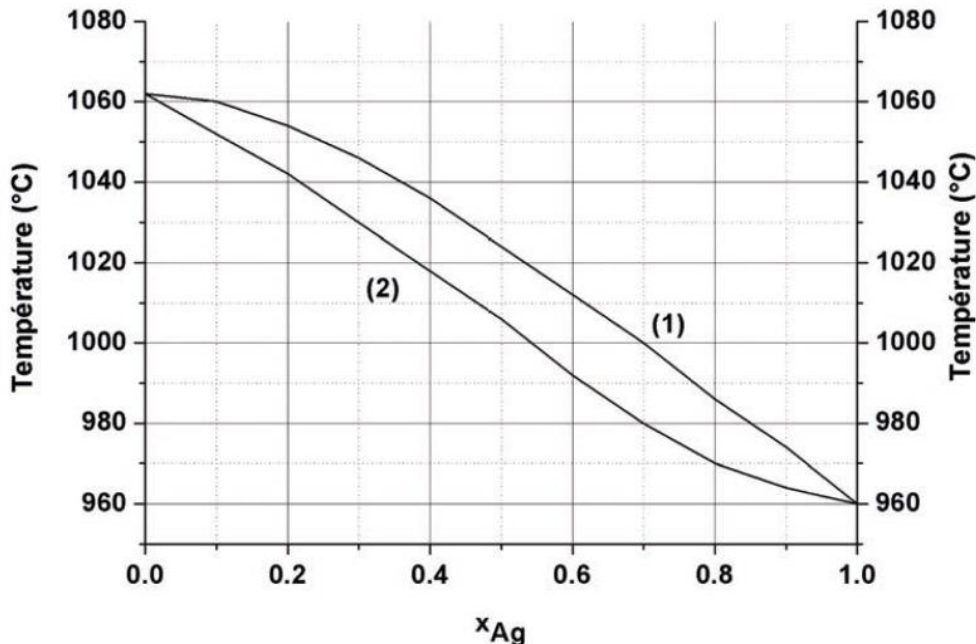


Diagramme binaire solide-liquide de l'alliage argent-or

4. Un mélange initialement solide de fraction molaire $x_{\text{Ag}} = 0.6$ contenant **10 moles** d'argent et d'or est porté à la température de **1000 °C** sous **1 bar**.
 - **Quelle quantité d'argent**, exprimée **en mol**, se trouve sous forme liquide ?
 - **Quelle quantité d'or**, exprimée **en mol**, reste-t-il dans le solide ?

Exercice 5 : (Réflexion pour l'étudiant)

Le diagramme binaire simplifié liquide-solide, sous une pression $P^\circ = 1 \text{ bar}$, d'un mélange éthane-1,2-diol ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$) - eau est représenté à la figure ci-dessous.

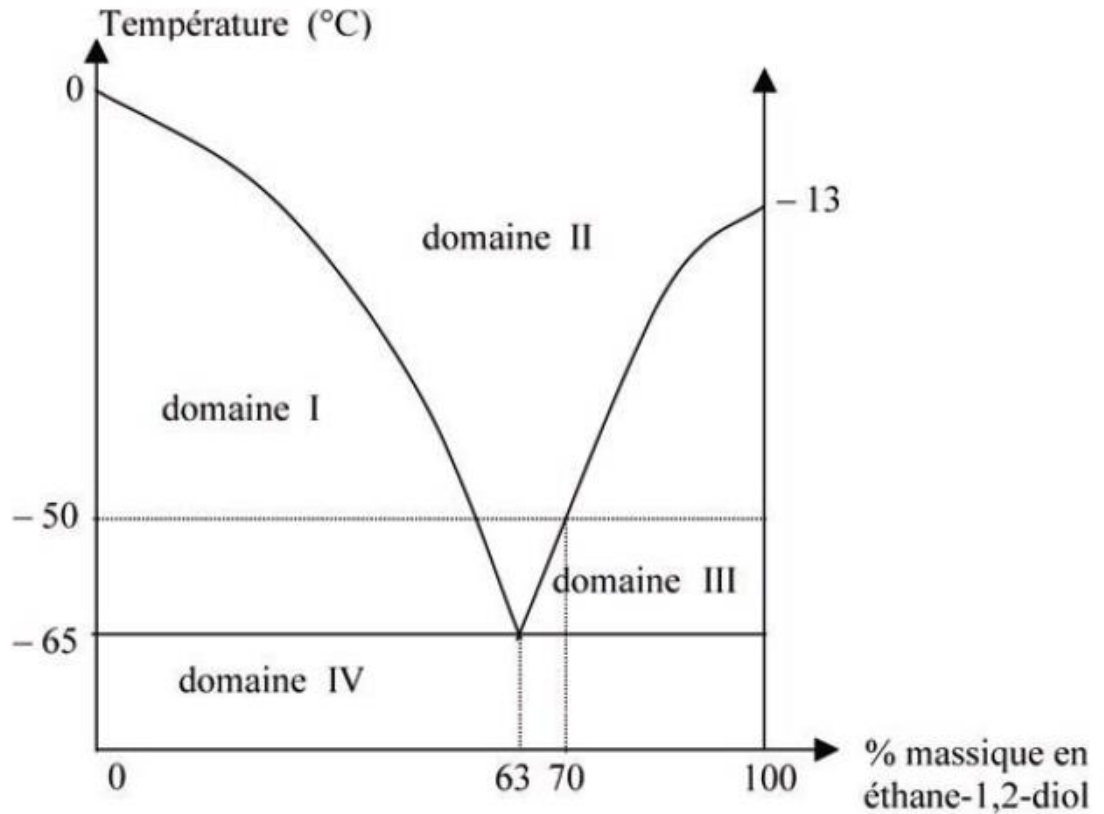


Diagramme binaire solide-liquide du mélange éthane-1,2-diol / eau

- 1) D'après l'allure du diagramme binaire, indiquer si la miscibilité est nulle, partielle ou totale à l'état liquide. Même question à l'état solide.
- 2) Indiquer le nombre et la nature des phases en présence dans les domaines I à IV du diagramme.
- 3) Il apparaît sur le diagramme un point remarquable. Indiquer le nom donné à ce point. Quelle est la propriété physique remarquable du mélange correspondant ?
- 4) On considère à -50°C , sous $P^\circ = 1 \text{ bar}$, un mélange composé de **5 mol** d'eau et **5 mol** d'éthane-1,2-diol. Indiquer dans quel domaine du diagramme se trouve le point représentatif du système.
- 5) Une des principales applications courantes de l'éthane-1,2-diol est de servir d'antigel dans les radiateurs de voiture. Expliquer pourquoi en vous appuyant sur la lecture du diagramme binaire.

Données : $M_H = 1 \text{ g/mol}$; $M_C = 12 \text{ g/mol}$; $M_O = 16 \text{ g/mol}$.