



A22 – Espèce chimique sous deux phases



- Relier les potentiels chimiques d'une espèce chimique à l'équilibre sous 2 phases.
- Définir la pression de vapeur saturante en termes de potentiels chimiques et établir la loi de Raoult.
- Présenter le phénomène d'osmose et établir l'expression de la pression osmotique.

1 – Condition d'équilibre ou d'évolution d'une espèce chimique sous deux phases

- Montrer que le changement de phase isotherme isobare d'une espèce chimique se produit si le potentiel chimique du constituant n'a pas la même valeur dans les deux phases.
- Établir un critère pour indiquer dans quel sens se produit le changement de phase.
- Indiquer à quelle condition le changement de phase s'interrompt.



Variétés allotropiques du carbone

À 298 K, les potentiels chimiques standard du carbone graphite et du carbone diamant sont tels que $\mu_D^o - \mu_G^o = 2,85 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}$. Le volume molaire du carbone graphite est $V_{m,G} = 5,2 \text{ cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$ et celui du carbone diamant est $V_{m,D} = 3,4 \text{ cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$. Les valeurs de ces volumes molaires sont supposées indépendantes de la pression.

Déterminer la pression à partir de laquelle le carbone graphite se transforme en carbone diamant à 298K.

2 – Relation entre enthalpie et entropie de changement d'état pour le corps pur

- Montrer que, pour un corps pur monophasé (phase φ), le potentiel chimique peut se mettre sous la forme :

$$\mu_\varphi = H_{m,\varphi} - T \cdot S_{m,\varphi}$$

- En déduire que pour un changement d'état « 1 → 2 » isotherme isobare :

$$\Delta_{1 \rightarrow 2} S = \frac{\Delta_{1 \rightarrow 2} H}{T}$$

Hors-programme :

- Montrer la relation de Clapeyron pour le changement d'état « 1 → 2 » :

$$\left(\frac{dP}{dT} \right)_{1 \rightarrow 2} = \frac{\Delta_{1 \rightarrow 2} H}{(V_{m,2} - V_{m,1})T}$$

- Justifier l'allure du diagramme de phases (P, T) du corps pur.

3 – Étude de l'équilibre liquide-vapeur

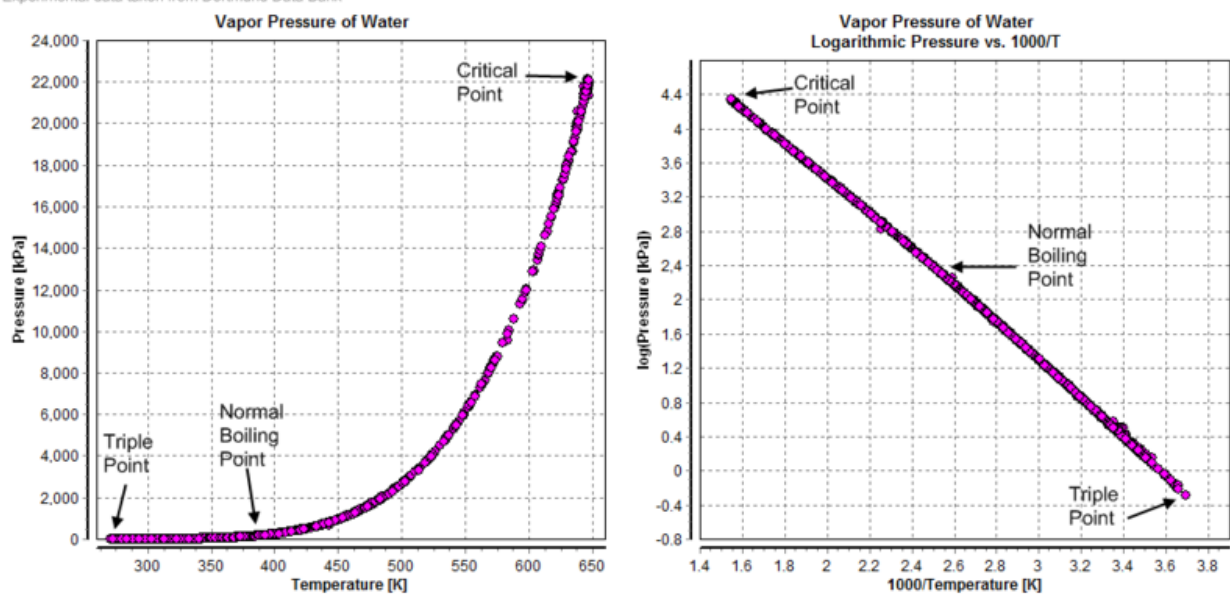
3.1. CAS DU CORPS PUR : NOTION DE PRESSION DE VAPEUR SATURANTE

- Définir la pression de vapeur saturante d'une espèce chimique.
- Établir l'expression de la pression de vapeur saturante en fonction des potentiels chimiques.
- En déduire le sens d'évolution du changement d'état liquide-vapeur en fonction de la pression imposée.

3.2. DEPENDANCE DE LA PRESSION DE VAPEUR SATURANTE AVEC LA TEMPERATURE (HORS-PROGRAMME)

- Montrer que la pression de vapeur saturante dépend de la température.
- Établir une loi de dépendance à partir de la relation de Clapeyron.

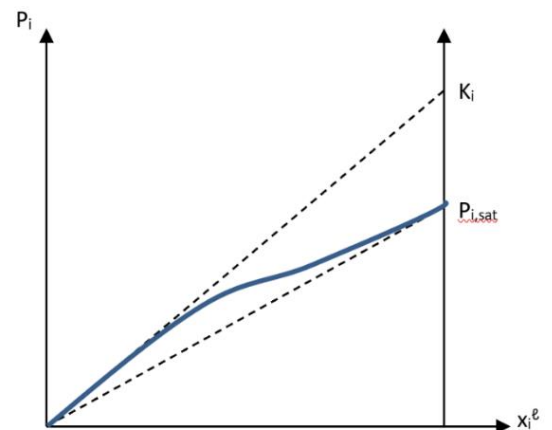
Experimental data taken from Dortmund Data Bank



Pression de vapeur saturante de l'eau en fonction de la température
et tracé $\ln(P_{sat}/P^0) = f(1000/T)$

3.3. EXTENSION AU CAS D'UN MELANGE IDEAL

- Établir la loi de Raoult reliant la pression partielle P_i à l'équilibre liquide-vapeur avec sa fraction en phase liquide x_i^l .
- Critiquer la validité de la loi de Raoult en analysant l'allure de la courbe ci-contre reliant la pression partielle du constituant i en phase vapeur à sa fraction molaire en espèce i au sein de la phase liquide.

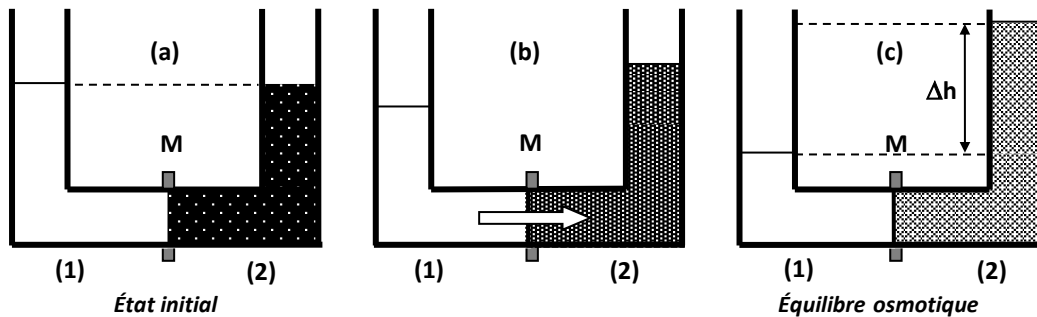


4 – Pression osmotique

Support théorique modèle

On suppose que deux compartiments sont séparés par une membrane semi-perméable ne laissant passer que les molécules de solvant. Le compartiment de gauche contient du solvant pur, alors que celui de droite contient une solution (solvant + soluté).

Le phénomène d'osmose se manifeste par un flux de solvant depuis la zone diluée vers la zone concentrée. Ce flux tend à rapprocher les concentrations en soluté dans les deux compartiments sans toutefois les rendre égales. En effet, le flux de solvant vers la zone concentrée génère une surpression qui s'oppose au flux de solvant. Deux flux se compensent à l'équilibre : un flux « vers la droite » lié à une différence de concentration et un flux « vers la gauche » lié à une différence de pression.



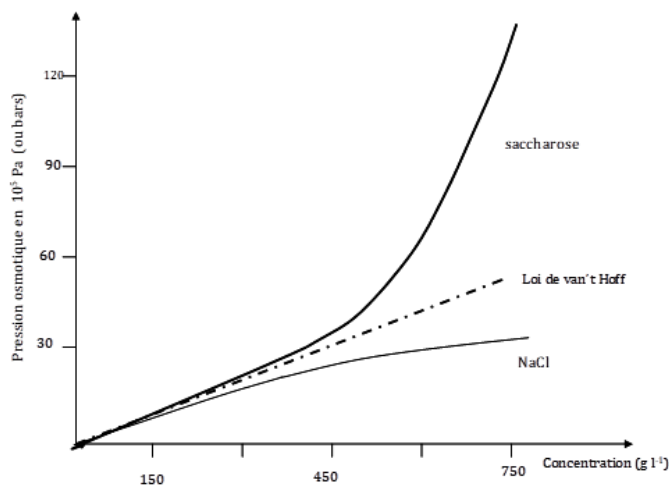
- Proposer des occurrences du phénomène d'osmose.
- Justifier, en utilisant les potentiels chimiques, le sens du transfert de solvant.
- À l'équilibre du solvant, relier la pression osmotique à la concentration du soluté (loi de van't Hoff).



Évaluer la pression osmotique à 25°C :

- d'une solution sucrée à $205 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ de saccharose ($M_{\text{saccharose}} = 342 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$)
- d'une eau de mer à $35 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ ($M_{\text{NaCl}} = 58 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

- En analysant la courbe ci-contre, discuter du domaine de validité de la loi de van't Hoff en lien avec sa démonstration.



(Source : plantes-et-eau.fr)

- Proposer une justification à la stabilité de la cellule animale.
- Proposer un moyen de dessaler l'eau de mer.