

### 3.3 Second principe-Exercice 5

On considère un récipient vide, de volume  $V_0 = 100$  litres, thermostaté à  $T_0 = 100^\circ\text{C}$ .  
On y place une ampoule (type ampoule de médicament qui se casse des deux cotés) qui contient 10 g d'eau liquide à  $T_0 = 100^\circ\text{C}$  et  $P_0 = 1$  bar. On casse l'ampoule.

1-Déterminer l'état final du système.

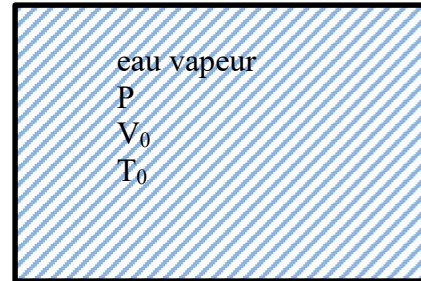
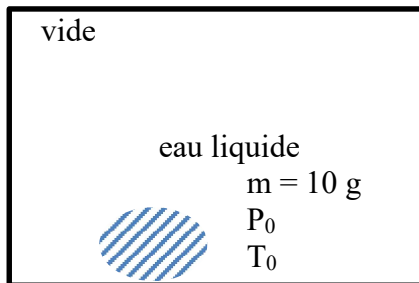
2-Faire un bilan entropique.

On donne :  $M = 18 \text{ g.mol}^{-1}$  ;  $P_{\text{sat}}(T_0) = 1 \text{ bar}$  ;  $L_{\text{vap}} = 22,6.10^5 \text{ J.kg}^{-1}$

Variation d'entropie entre un état initial i et un état final f :

$$\bullet \Delta S_{\text{gaz parfait}} = nC_{\text{vmolaire}} \ln\left(\frac{T_f}{T_i}\right) + nR \ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right) = nC_{\text{pmolaire}} \ln\left(\frac{T_f}{T_i}\right) - nR \ln\left(\frac{P_f}{P_i}\right)$$

$$\bullet \Delta S_{\text{phase condensée}} = mc \ln\left(\frac{T_f}{T_i}\right)$$



1-Hypothèse : Toute l'eau se vaporise Validité :  $P < P_{\text{sat}}(T_0)$   
Hypothèse : La vapeur d'eau est un gaz parfait

$$PV_0 = \frac{m}{M} RT_0 \Rightarrow P = \frac{mRT_0}{MV_0} \quad \text{A.N : } P = 1,7.10^4 \text{ Pa} < P_{\text{sat}} \quad \text{Hypothèse valable}$$

2-Pour calculer la variation d'entropie entre l'état initial et l'état final, on décompose la transformation en :  
eau liquide ( $P_0, T_0$ )  $\rightarrow$  eau vapeur ( $P_0, T_0$ )  $\rightarrow$  eau vapeur ( $P, T_0$ )

$$\text{Pour l'étape 1 : } \Delta S_1 = \frac{mL_{\text{vap}}}{T_0} \quad \text{Pour l'étape 2 : } \Delta S_2 = -\frac{m}{M} R \ln \frac{P}{P_0}$$

$$\text{Donc : } \Delta S_{\text{eau}} = \frac{mL_{\text{vap}}}{T_0} - \frac{m}{M} R \ln \frac{P}{P_0} \quad \text{A.N : } \Delta S_{\text{eau}} = 69 \text{ J.K}^{-1}$$

Premier principe à l'eau :  $Q_{\text{thermostat} \rightarrow \text{eau}} = \Delta U_{\text{eau}} = \Delta H_{\text{eau}} - \Delta(PV)$

On peut négliger le volume de la phase liquide devant celui de la vapeur. Donc  $\Delta(PV) \approx PV_0$

$$\text{D'où : } Q_{\text{thermostat} \rightarrow \text{eau}} = mL_{\text{vap}} - PV_0$$

$$\text{On en déduit l'entropie échangée : } S_{\text{ech}} = \frac{Q_{\text{thermostat} \rightarrow \text{eau}}}{T_0} \quad \text{A.N : } S_{\text{ech}} = 56 \text{ J.K}^{-1}$$

Le deuxième principe de la thermodynamique donne :  $S_{\text{création}} = \Delta S - S_{\text{ech}}$

A.N :  $S_{\text{création}} = 13 \text{ J.K}^{-1} > 0$  donc la transformation est irréversible, ce qui est logique.