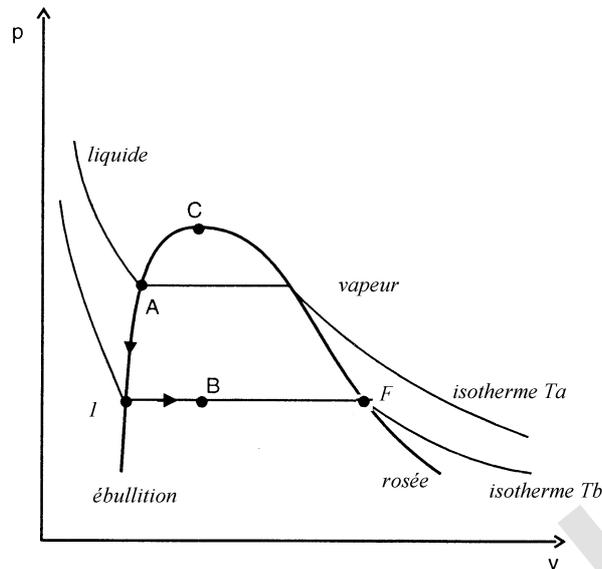


T6.6. Détente de Joule-Kelvin d'un fréon dans une machine frigorifique.

1. Diagramme de Clapeyron.

Allure du diagramme :



Le point I correspond à l'apparition de la première bulle de vapeur lors d'une évolution sur cette isotherme de la gauche vers la droite. Le lieu de ces points I lorsque la température varie est appelé la *courbe d'ébullition*.

Le point F correspond à la disparition de la dernière goutte de liquide lors d'une évolution sur cette isotherme de la gauche vers la droite, ou à l'apparition de la première goutte de liquide lors d'une évolution dans le sens contraire, le lieu des points F lorsque la température varie est appelé la *courbe de rosée*.

La réunion de la courbe de rosée et de la courbe d'ébullition est la *courbe de saturation* qui limite l'existence d'une vapeur saturante.

Remarque importante : On ne peut faire figurer dans ce diagramme l'évolution conduisant de A à B car les états intermédiaires ne sont pas des états d'équilibre thermodynamique et sont donc non connus car l'évolution n'est ni mécaniquement et thermiquement réversible.

2. Points A et B .

On suppose que la pression indiquée pour le point A est la pression de vapeur saturation et comme $x_A = 0$, le point A fait partie de la courbe d'ébullition.

Compte tenu du chapitre (!) et de la question suivante, on peut supposer un équilibre diphasé pour lequel on a donc : $0 \leq x_B \leq 1$. Le point B est situé sur l'isotherme T_B entre les points I et F .

3. Détermination de x vapeur au point B .

L'évolution AB est une détente de Joule-Kelvin donc isenthalpique. On exprime le caractère particulier de cette transformation en déterminant $h_B - h_A$.

Comme l'enthalpie est une fonction d'état, sa variation entre les états A et B ne dépend pas du chemin suivi entre ces deux états. On considère alors le chemin particulier AIB où AI est une évolution le long de la courbe d'ébullition sur laquelle on suppose le fréon dans l'état liquide et IB une évolution isotherme à la température T_B et isobare à la pression p_B (transformations mécaniquement réversibles).

On a alors :

$$h_B - h_A = 0 = (h_B - h_I) + (h_I - h_A)$$

$$h_I - h_A = c(T_B - T_A) \text{ en supposant le fluide fréon incompressible}$$

$$h_B - h_I = l_{263} x_B$$

$$c(T_B - T_A) + l_{263} x_B = 0$$

$$x_B = \frac{c(T_A - T_B)}{l_{263}}$$

$$x_B = 0,24$$

4. Variations d'entropie.

On utilise le même chemin pour effectuer la détermination de cette variation d'entropie :

$$s_B - s_A = (s_B - s_I) + (s_I - s_A)$$

$$s_I - s_A = \int_A^I \frac{cdT}{T} = c \ln \frac{T_B}{T_A}$$

$$s_B - s_I = \int_A^I \frac{l_{263}}{T_B} dx = x_B \frac{l_{263}}{T_B}$$

$$s_B - s_A = c \ln \frac{T_B}{T_A} + \frac{c(T_A - T_B)}{l_{263}} \frac{l_{263}}{T_B}$$

$$s_B - s_A = c \ln \frac{T_B}{T_A} + \frac{c(T_A - T_B)}{T_B} = c \left(\ln \frac{T_B}{T_A} + \left(\frac{T_A}{T_B} - 1 \right) \right)$$

$$s_B - s_A = 10,1 \text{ J.K}^{-1}\text{kg}^{-1}$$