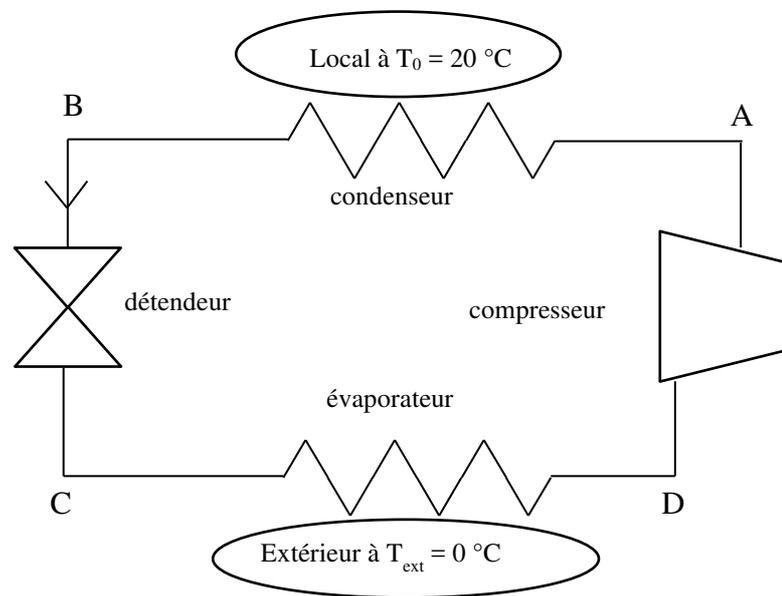


3.1 Systèmes ouverts-Exercice 15

Une pompe à chaleur permet de maintenir une température constante $T_0 = 20^\circ\text{C}$ alors que la température extérieure est $T_{\text{ext}} = 0^\circ\text{C}$.

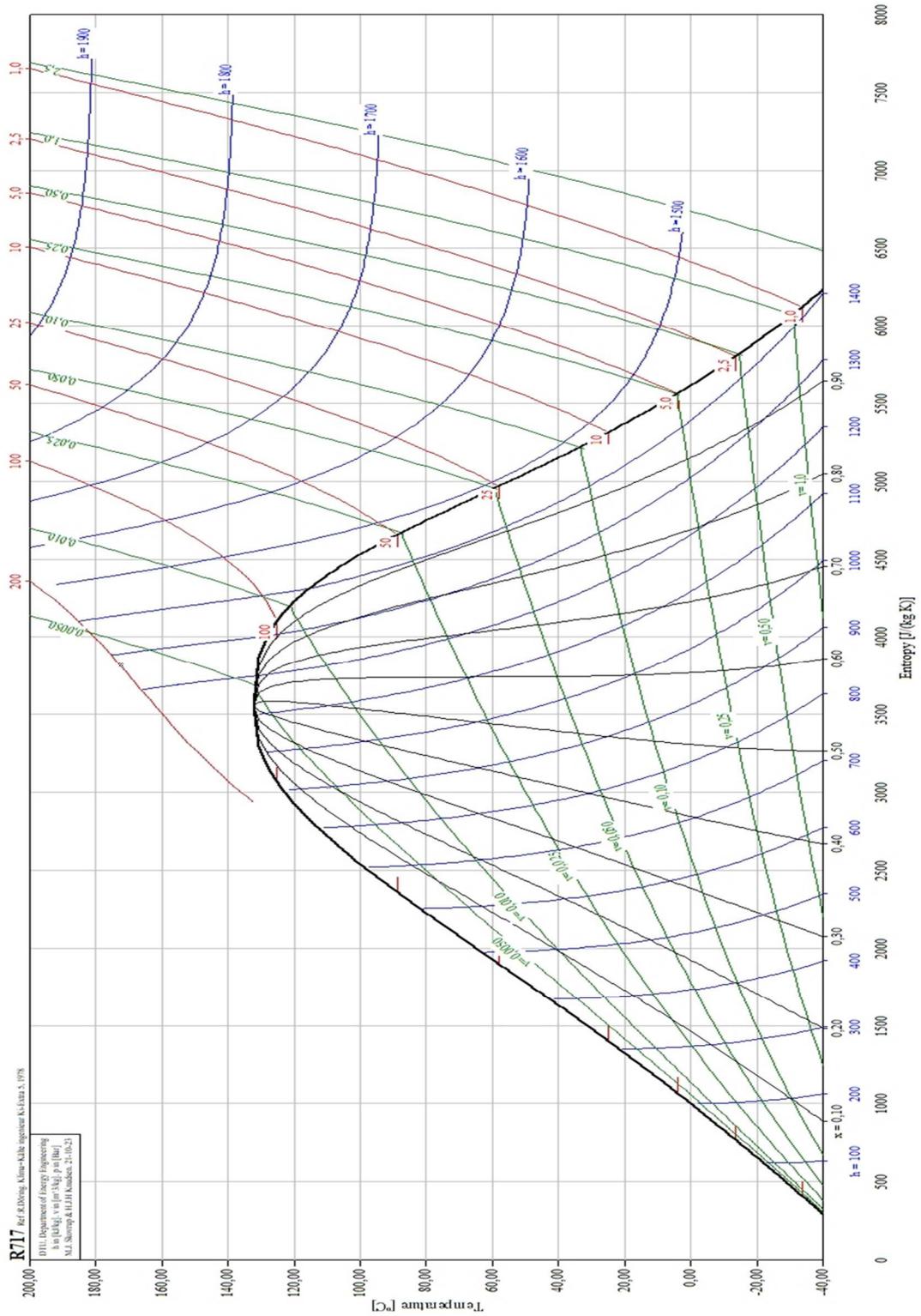
Le fluide circulant dans la pompe est l'ammoniac (R717) dont le diagramme (T,s) est donné.

- Dans les états A et B la pression vaut $P_{\text{sat}}(T_0)$ et dans les états C et D elle vaut $P_{\text{sat}}(T_{\text{ext}})$.
- Dans l'état B le fluide est à l'état de liquide saturant à la température T_0 .
- Dans l'état D le fluide est à l'état de vapeur saturante à la température T_{ext} .
- Dans le compresseur le fluide subit une transformation adiabatique réversible au cours de laquelle il reçoit le travail utile massique w .
- Dans le détendeur le fluide ne reçoit ni travail utile ni transfert thermique.
- Dans le condenseur (resp. l'évaporateur) sans parties mobiles, le fluide est en contact thermique avec le local (resp. l'extérieur) et suit une évolution isobare au cours de laquelle il échange avec le local (resp. l'extérieur) un transfert thermique massique q_0 (resp. q_{ext}).



- Par lecture graphique déterminer :
 - la valeur de la pression de vapeur saturante à 0°C et 20°C .
 - la valeur de l'enthalpie massique de vaporisation à 0°C et 20°C .
- Reproduire l'allure du diagramme et placer les points correspondant au fluide dans les états A, B, C et D. En déduire la température dans l'état A et le titre massique de vapeur dans l'état C.
- Déterminer les valeurs de w , q_0 et q_{ext} . Définir et calculer le coefficient de performance (COP) de la pompe à chaleur. Le comparer à l'efficacité de Carnot.
- Calculer l'entropie créée par unité de masse dans chacun des éléments de la machine. Commenter.

3.1 Systèmes ouverts-Exercice 15



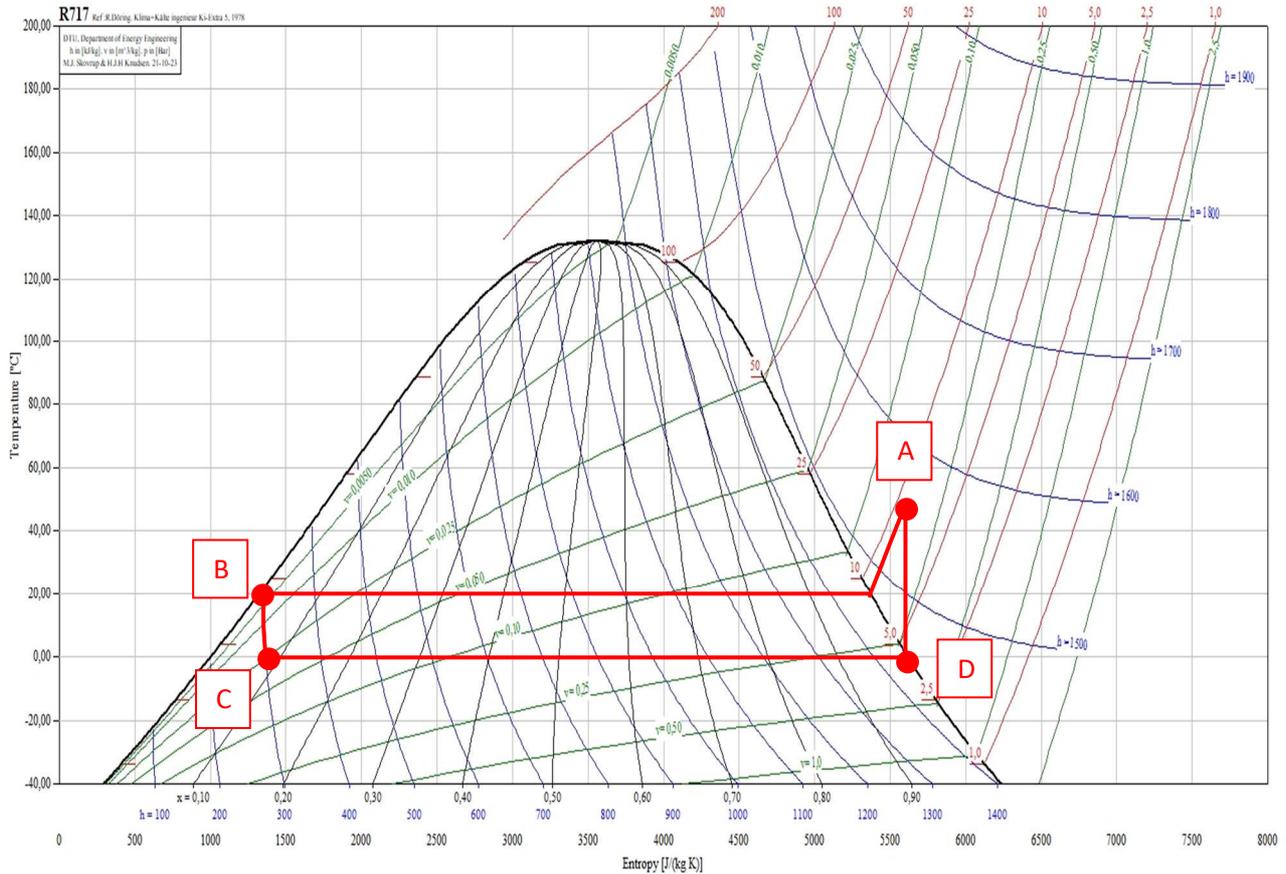
3.1 Systèmes ouverts-Exercice 15

a-On lit : $P_{\text{sat}}(T_{\text{ext}}) \approx 4 \text{ bar}$ et $P_{\text{sat}}(T_0) \approx 8 \text{ bar}$

$$\Delta h_{\text{vap}}(T_{\text{ext}}) = h_V(T_{\text{ext}}) - h_L(T_{\text{ext}}) \approx 1430 - 200 = \underline{1230 \text{ kJ.kg}^{-1}}$$

$$\Delta h_{\text{vap}}(T_0) = h_V(T_0) - h_L(T_0) \approx 1460 - 300 = \underline{1160 \text{ kJ.kg}^{-1}}$$

b-B et C sont sur une isenthalpique. D et A sont sur une isentropique.



On lit $T_A \approx 45^\circ\text{C}$ et $x_C \approx 0,08$

c-D'après le premier principe industriel : $w = h_A - h_D = 1550 - 1430 = \underline{120 \text{ kJ.kg}^{-1}}$

$$q_0 = h_B - h_A = 300 - 1550 = \underline{-1250 \text{ kJ.kg}^{-1}}$$

$$q_{\text{ext}} = h_D - h_C = 1430 - 300 = \underline{1130 \text{ kJ.kg}^{-1}}$$

La grandeur coûteuse est w . La grandeur utile est le transfert thermique donné au local q_0 .

Donc : $\boxed{\text{COP} = \frac{|q_0|}{w}}$ A.N : $\underline{\text{COP} = 10,4}$

L'efficacité de Carnot de la pompe à chaleur est : $\boxed{e_{\text{Carnot}} = \frac{T_0}{T_0 - T_{\text{ext}}}}$ A.N : $\underline{e_{\text{Carnot}} = 14,6}$

$\text{COP} < e_{\text{Carnot}}$ donc le cycle est irréversible

d-Deuxième principe industriel : $\Delta s = s_{\text{échange}} + s_{\text{créée}}$

DA : $s_{\text{créée}} = 0$ car compression réversible

AB : $s_{\text{créée}} = s_B - s_A - \frac{q_0}{T_0}$ A.N : $s_{\text{créée}} = 1300 - 5550 - (-1250 \cdot 10^3)/293 = 16 \text{ J.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$

BC : $s_{\text{créée}} = s_C - s_B$ A.N : $s_{\text{créée}} = 1350 - 1300 = 50 \text{ J.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$

CD : $s_{\text{créée}} = 0$ car vaporisation isotherme et isobare

L'entropie est créée dans le condenseur et le détendeur où les transformations sont irréversibles.