

4. Premier principe appliqué au fluide sur le cycle : $\Delta U_{cycle} = W + Q_c + Q_f = 0$
 Second principe appliqué au fluide sur le cycle (considéré réversible dans le cas de l'efficacité de Carnot) :

$$\Delta S_{cycle} = S_e + S_c = \sum_i \frac{Q_i}{T_i} = \frac{Q_f}{T_f} + \frac{Q_c}{T_c} \text{ et } \Delta S_{cycle} = 0 \Rightarrow \frac{Q_f}{T_f} + \frac{Q_c}{T_c} = 0$$

On en déduit pour l'efficacité de Carnot :

$$e_c = -\frac{Q_f}{Q_c + Q_f} = -\frac{1}{\frac{Q_c}{Q_f} + 1} = -\frac{1}{1 - \frac{T_c}{T_f}} = \frac{T_f}{T_c - T_f}$$

Remarque : l'efficacité réelle est toujours inférieure à celle de Carnot qui correspond à l'efficacité maximale que l'on peut atteindre, $e \leq e_c$. C'est la conséquence du 2nd principe $S_c \geq 0$.

5. Application numérique :

$$e_c = \frac{273 + 3}{45 - 3} = 6,6$$

Interpréter le résultat : c'est donc l'efficacité maximale que l'on peut atteindre. C'est une efficacité et pas un rendement, donc il n'est pas surprenant qu'elle soit supérieure à 1.

6.

ANNEXE

Diagramme de la pression en fonction de l'enthalpie massique pour le R134a

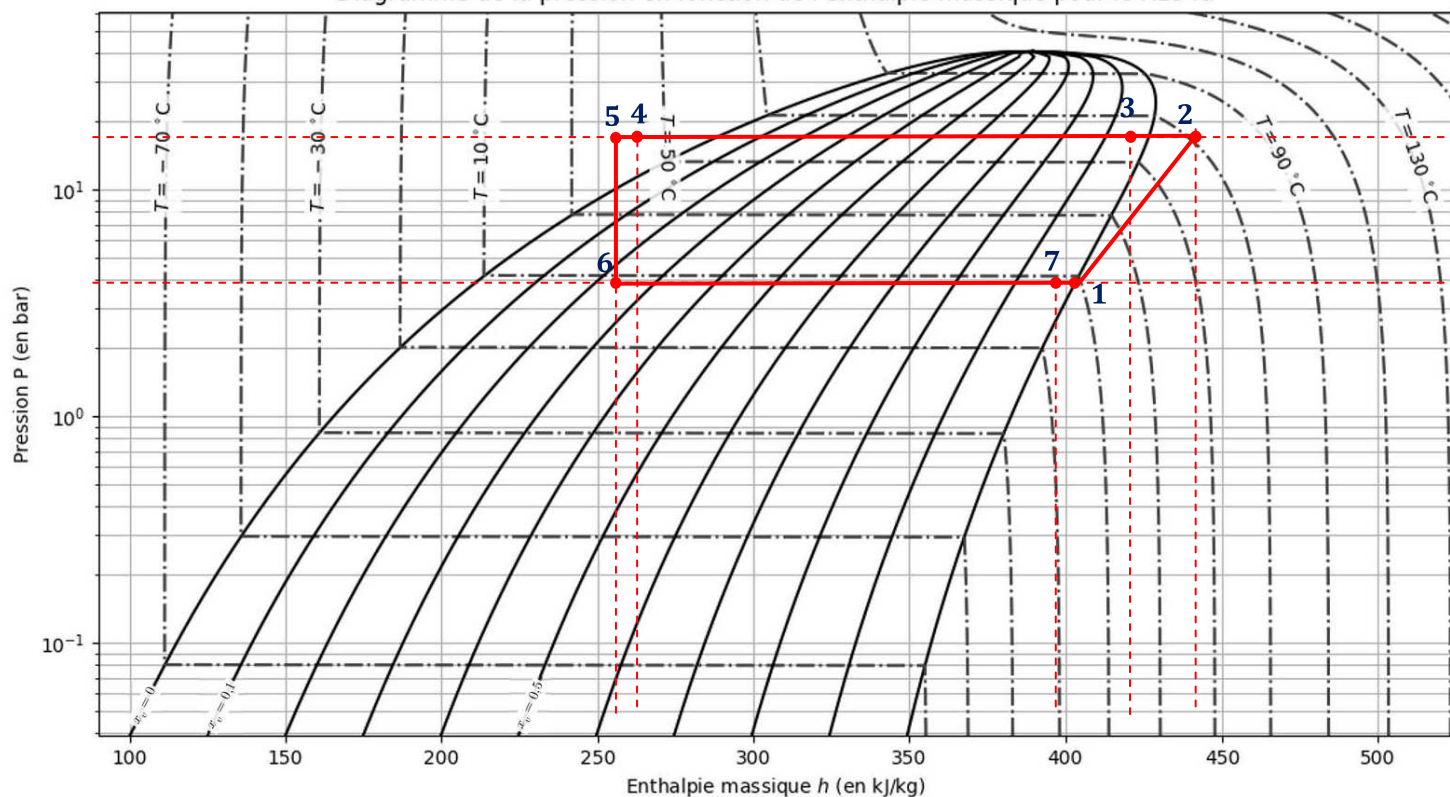


Figure A

7. Au point 3, le fluide est sous forme de vapeur saturée (que de la vapeur avec la dernière goutte de liquide) au point 4, il n'y a que du liquide avec la dernière bulle de vapeur (liquide saturé).

8. Au point 6, on lit graphiquement $x_{v6} \approx 0,3$. Il y a environ 30 % de vapeur. On pourrait vérifier la valeur à l'aide du théorème des moments.

9. Premier principe pour un fluide en écoulement stationnaire (dit principe industriel) :

$$\Delta(h + e_c + e_p) = w_i + q$$

Dans le cas où $\Delta h \gg \Delta e_c$ et Δe_p , on a : $\Delta h = w_i + q$ où w_i est le travail massique indiqué et q le transfert thermique massique reçus par le fluide. Toutes les grandeurs sont exprimées en J/kg.

10. Au contact de la source froide, dans l'évaporateur (sans partie mobile $w_i = 0$, ou isobare), entre les points 6 et 1 :

$$q_f = \Delta h_{6 \rightarrow 1} = h_1 - h_6 = 146 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$$

11. Au contact de la source chaude, dans le condenseur (sans partie mobile $w_i = 0$, ou isobare), entre les points 2 et 5 :

$$q_c = h_5 - h_2 = -186 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$$