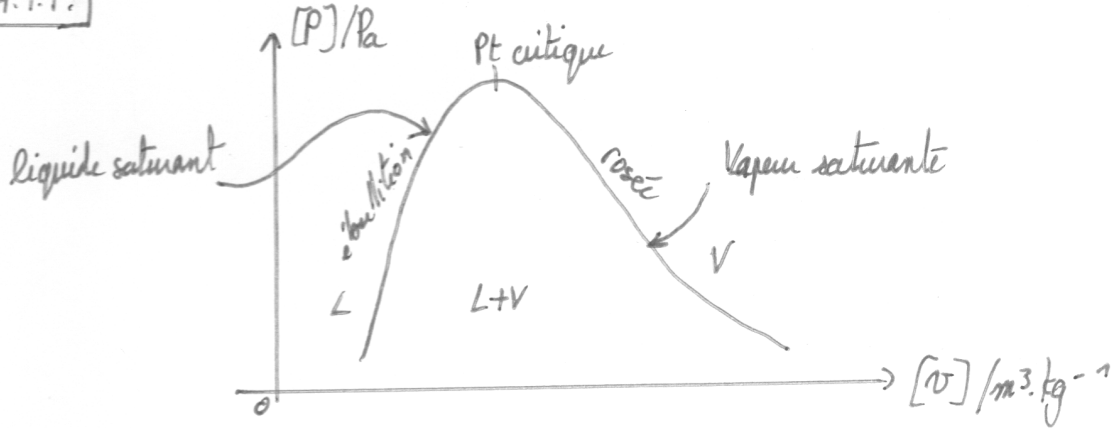
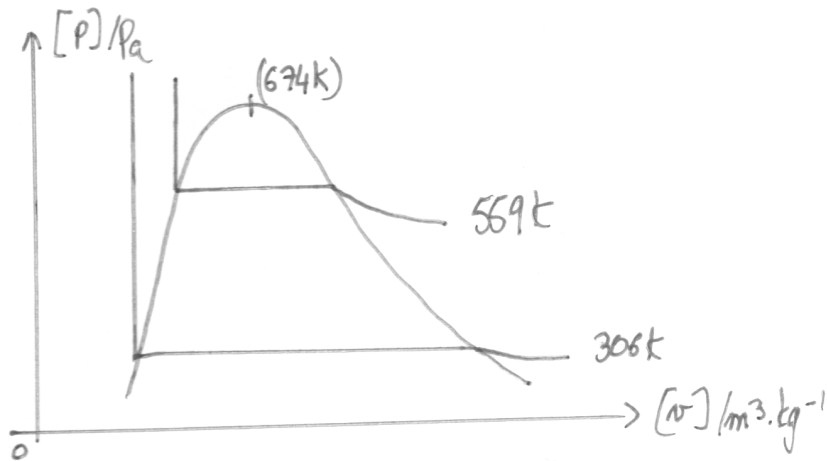


Physique : DM3

A – Réacteur à eau pressurisée (CCP – PC – 2014)

A.1.1.1]A.1.1.2]

- Dans le domaine diphasé, la variance vaut zéro (p fixée) $\Rightarrow$ palier.
- Dans le domaine liquide, si l'eau est incompressible v ne dépend pas de $p \Rightarrow$ droite verticale.
- Dans le domaine vapeur : $pV = nRT \Leftrightarrow p = \frac{RT}{M} \cdot \frac{1}{v}$
 $\Rightarrow$ branche d'hyperbole.

A.1.1.3

$$\text{Soit } dS = \delta S_c + \delta S_e$$

$$\Leftrightarrow dS = \delta S_e \text{ si réversible}$$

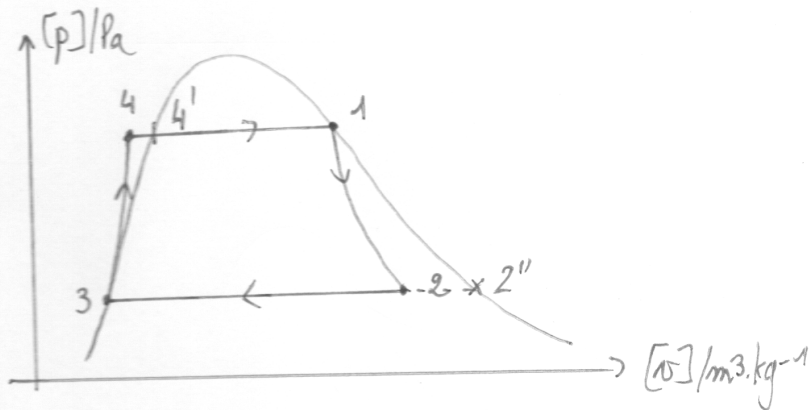
$$= \frac{\delta Q}{T} = 0 \text{ si adiabatique}$$

$$\Rightarrow \underline{\text{isentropique} = \text{adiabatique réversible}}$$

A.1.1.4

$$\text{Pour la pompe: } \begin{cases} \Delta h = w_i + q_e \\ \quad \quad \quad = w_i \\ \text{et} \\ dh = Tds + vdp = vdp \end{cases}$$

$$\text{D'où } \underline{w_{ip} = v \Delta p} = \underline{7 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}}$$

A.1.2.1

A.1.2.2 . D'après le théorème des moments chimiques :

$$x_2 = \frac{s_2 - s_3}{s_2'' - s_3}$$

$$\Leftrightarrow x_2 = \frac{s_1 - s_3}{s_2'' - s_3} = \frac{5,8162 - 0,4763}{8,3960 - 0,4763} = \underline{\underline{0,6743}}$$

$$\cdot \text{ Et } h_2 = h_3 + x_2 h_{vap}$$

$$\Leftrightarrow \underline{h_2 = h_3 + x_2 (h_2'' - h_3)} = 137,8 + 0,6743 (2561,6 - 137,8) = \underline{\underline{1772 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}}}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Or } w_{iT} &= h_2 - h_1 \\
 &= 1772 - 2773 \\
 &= \underline{\underline{-1001 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}}}
 \end{aligned}$$

A.1.2.3 | On sait que $x_3 = 0$ et $T_3 = T_2 = 305 \text{ K}$

• On a $\Delta h = w_i + q_e = q_e$ ici

$$\begin{aligned}
 (\Rightarrow) q_{ec} &= h_3 - h_2 = 137,8 - 1772 \\
 &= \underline{\underline{-1634 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}}}
 \end{aligned}$$

A.1.2.4 | De m : $q_{e,gv} = h_1 - h_4 = (h_1 - h_{4'}) + (h_{4'} - h_4)$

$$\begin{aligned}
 &= (h_1 - h_{4'}) + (h_{4'} - h_3 - \underbrace{w_{ip}}_{=0 \text{ d'après l'énoncé}}) \text{ d'après A.1.1.4} \\
 &= h_1 - h_3 \\
 &= 2773 - 137,8 \\
 &\Rightarrow \underline{\underline{q_{e,gv} = 2636 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}}}
 \end{aligned}$$

A.1.2.5 | Soit

$$\begin{cases}
 \eta_{\text{cycle}} = \left| \frac{w_{iT}}{q_{e,gv}} \right| = \underline{\underline{0,380}} \\
 \text{et} \\
 \eta_{\text{carnot}} = 1 - \frac{T_f}{T_c} = \underline{\underline{0,1453}}
 \end{cases}$$

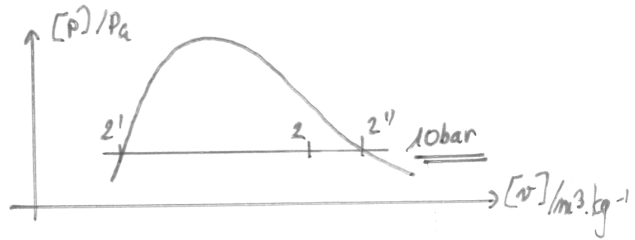
• On étudie un cycle réel qui présente des phénomènes d'irréversibilités d'où :

$$\underline{\underline{\eta_{\text{cycle}} < \eta_{\text{carnot}}}}$$

A.2.1]

On a $s_2 = s_1 = 5,8162 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

Or $x_2 = \frac{s_2 - s_2'}{s_2'' - s_2'}$
 $= \frac{5,8162 - 2,1382}{6,5828 - 2,1382}$
 $= 0,8275$



D'où $h_2 = h_2' + x_2 (h_2'' - h_2') = 2429 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$

Et $W_{ir,HP} = h_2 - h_1$
 $= 2429 - 2773 = -344,6 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$

Or le débit dans THP est $\dot{m}_{m1} - \dot{m}_{m11} = 1400 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$

$\Rightarrow P_{HP} = (\dot{m}_{m1} - \dot{m}_{m11}) |W_{ir,HP}| = 482 \text{ MW}$

A.2.2] Avec un bilan d'énergie : $\dot{m}_2 h_2 = \dot{m}_3 h_3 + \dot{m}_4 h_4$ ①
 de masse : $\dot{m}_2 = \dot{m}_3 + \dot{m}_4$ ②

Donc $\dot{m}_3 = \dot{m}_2 - \dot{m}_4$
 $= \dot{m}_2 - \frac{\dot{m}_2 h_2 - \dot{m}_3 h_3}{h_4}$

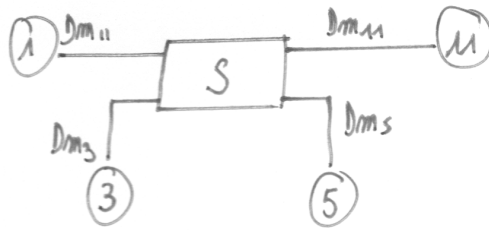
$\Leftrightarrow \dot{m}_3 h_4 - \dot{m}_3 h_3 = \dot{m}_2 h_4 - \dot{m}_2 h_2$

$\Leftrightarrow \dot{m}_3 = \dot{m}_2 \frac{h_4 - h_2}{h_4 - h_3} = 1159 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$

De m : $\dot{m}_4 = \dot{m}_2 \frac{h_3 - h_2}{h_3 - h_4} = 241 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$

ou $\begin{cases} h_3 = 2776 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \\ h_4 = 762,6 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \\ \dot{m}_2 = 1400 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1} \end{cases}$

A.2.3)



$$\text{Soit } Dm_{11} h_1 + Dm_3 h_3 = Dm_5 h_5 + Dm_{11} h_{11} \\ = Dm_3 h_5 + Dm_{11} h_{11} \quad \text{car } Dm_3 = Dm_5$$

$$\Leftrightarrow h_{11} = h_1 + \frac{Dm_3}{Dm_{11}} (h_3 - h_5) \quad \Bigg| = 2773 + \frac{1158}{100} (2776 - 2943) \\ = \underline{\underline{840 \text{ kJ.kg}^{-1}}}$$

A.2.4)

$$\text{Soit } w_{itBP} = - \frac{P_{BP}}{Dm_3} \quad \Bigg| = - \underline{\underline{831 \text{ kJ.kg}^{-1}}}$$

$$\text{On } \begin{cases} w_{itBP} = h_6 - h_5 \\ h_5 = h'_6 + \alpha_6 (h''_6 - h'_6) \end{cases} \quad \Rightarrow w_{itBP} = h'_6 + \alpha_6 (h''_6 - h'_6) - h_5$$

$$\text{Donc } \alpha_6 = \frac{w_{itBP} + h_5 - h'_6}{h''_6 - h'_6} \quad \Bigg| = \frac{-831 + 2943 - 137,8}{2561,6 - 137,8} \\ \approx \underline{\underline{0,814}}$$

A.2.5)

$$\text{Soit } q_{ec} = h_7 - h_6 \\ \Leftrightarrow q_{ec} = h_7 - (w_{itBP} + h_5) \\ = 137,8 - (-831 + 2943) \\ = \underline{\underline{-1975 \text{ kJ.kg}^{-1}}}$$

A.2.6)

$$\text{Vu la définition } \therefore dh = q_e + w_i = 0 \Rightarrow \underline{h = \text{cste}}$$

• c'est une détente de Joule Thomson qui est irréversible par définition

A.2.7 | . Sur le réchauffeur :

$$\dot{m}_4 h_4 + \dot{m}_8 h_8 + \dot{m}_{12} h_{12} = \dot{m}_9 h_9$$

• a) $\left\{ \begin{array}{l} \dot{m}_8 = \dot{m}_3, \dot{m}_{12} = \dot{m}_4 : \dot{m}_9 = \dot{m}_1 \\ h_8 = h_7 \text{ car } W_{\text{pompe}} \text{ négligeable.} \\ h_4 = h_{12} \text{ D.T.} \end{array} \right.$

$$\Rightarrow h_9 = \frac{\dot{m}_4 h_4 + \dot{m}_3 h_7 + \dot{m}_{12} h_{12}}{\dot{m}_1} = \underline{\underline{285 \text{ kJ.kg}^{-1}}}$$

• le but du détenteur est d'équilibrer les pressions afin d'éviter les risques de reflux dans la pompe "alimentaire".

A.2.8 | Pour le GV: $q_{\text{GV}} = h_1 - h_{10}$
 $\Leftrightarrow q_{\text{GV}} = h_1 - h_9$
 $= \underline{\underline{2149 \text{ MJ.kg}^{-1}}}$

Et donc $P_{\text{GV}} = \dot{m}_1 q_{\text{GV}} = \underline{\underline{3735 \text{ MW}}}$

A.2.9 | . Donc $\eta_{\text{cycle}} = \frac{|P_{\text{BP}} + P_{\text{HP}}|}{P_{\text{GV}}} = \frac{963 + 482}{3735} = \underline{\underline{0,387}}$

• $\eta_{\text{cycle réel}} \approx \eta_{\text{cycle simplifié}}$, par contre le titre en vapeur à la sortie des turbines a fortement augmenté ce qui réduit la corrosion et détérioration des turbines