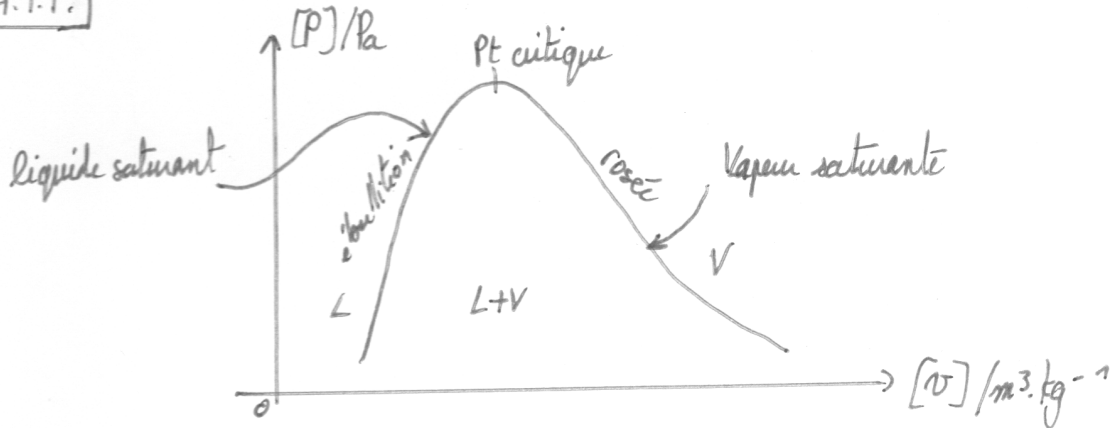


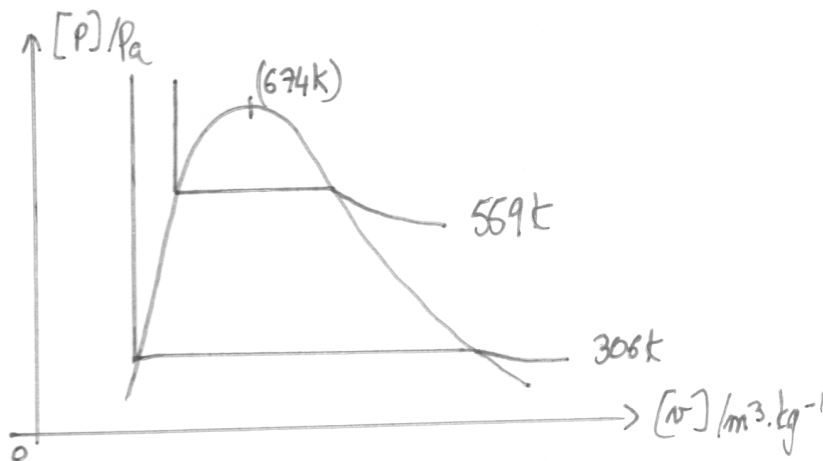
Physique : DM4

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

A.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 : $pV = nRT \Leftrightarrow p = \frac{RT}{M} \cdot \frac{1}{v}$
 \Leftrightarrow branche d'hyperbole.

A.1.1.3 Soit $dS = \delta S_c + \delta S_e$

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

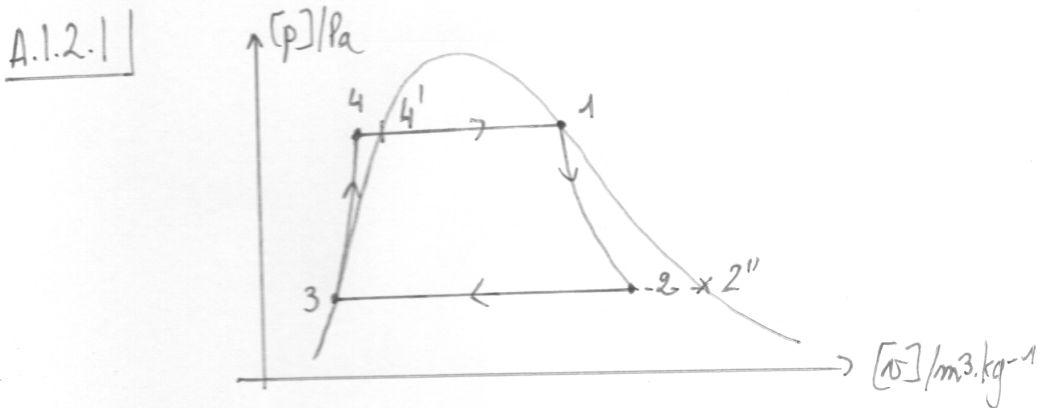
$$= \frac{\delta Q}{T} = 0 \text{ si adiabatique}$$

\Rightarrow isentropique = adiabatique réversible

A.1.1.4 Pour la pompe :

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta h = w_i + q_e \\ \quad = w_i \\ \text{et} \\ dh = Tds + vdp = vdp \end{array} \right.$$

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



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

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

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

Et $h_2 = h_3 + x_2 h_{vap}$

$$\Leftrightarrow \underline{h_2 = h_3 + x_2 (h_2'' - h_3)} = 137,8 + 0,6743 (2561,6 - 137,8)$$

$$\approx \underline{\underline{1772 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}}}$$

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

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

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

A.1.2.4 | Je m' : $\underline{q_{e, CV}} = \underline{h_1 - h_4} = (h_1 - h_4') + (h_4' - h_4)$

$$= (h_1 - h_4') + (h_4' - h_3 - \underbrace{w_{ip}}_{=0 \text{ d'après l'énoncé}})$$

$$= h_1 - h_3$$

$$= 2773 - 137,8$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{q_{e, CV} = 2636 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}}}$$

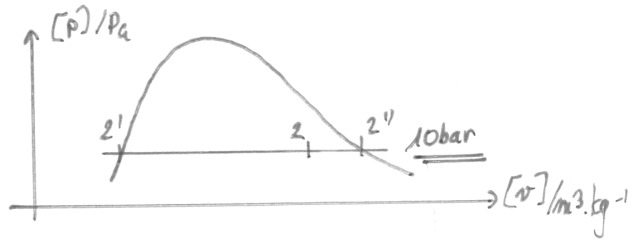
A.1.2.5 | Soit $\left\{ \begin{array}{l} \eta_{\text{cycle}} = \left| \frac{w_{iT}}{q_{e, CV}} \right| = \underline{\underline{0,380}} \\ \text{et} \\ \eta_{\text{Carnot}} = 1 - \frac{T_f}{T_c} = \underline{\underline{0,1453}} \end{array} \right.$

- On étudie un cycle réel qui présente des phénomènes d'irréversibilités d'où :
- $$\underline{\underline{\eta_{\text{cycle}} < \eta_{\text{Carnot}}}}$$

A.2.1)

$$\text{On a } \underline{\alpha_2 = \alpha_1} = \underline{5,8162 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}}$$

$$\begin{aligned} \text{Or } \alpha_2 &= \frac{s_2 - s_2'}{s_2'' - s_2'} \\ &= \frac{5,8162 - 2,1382}{6,5828 - 2,1382} \\ &= \underline{\underline{0,8275}} \end{aligned}$$



$$\text{D'où } h_2 = h_2' + \alpha_2 (h_2'' - h_2') = \underline{\underline{2429 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}}}$$

$$\begin{aligned} \text{Et } \underline{W_{i,HP} = h_2 - h_1} \\ = 2429 - 2773 = \underline{\underline{-344,6 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}}} \end{aligned}$$

$$\text{Or le débit dans THP est } \underline{Dm_1 - Dm_{11} = 1400 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}}$$

$$\Rightarrow P_{HP} = (Dm_1 - Dm_{11}) |W_{i,HP}| = \underline{\underline{482 \text{ MW}}}$$

A.2.2) Avec un bilan d'énergie : $Dm_2 h_2 = Dm_3 h_3 + Dm_4 h_4$ ①

de masse : $Dm_2 = Dm_3 + Dm_4$ ②

$$\begin{aligned} \text{Donc } Dm_3 &= Dm_2 - Dm_4 \\ &= Dm_2 - \frac{Dm_2 h_2 - Dm_3 h_3}{h_4} \end{aligned}$$

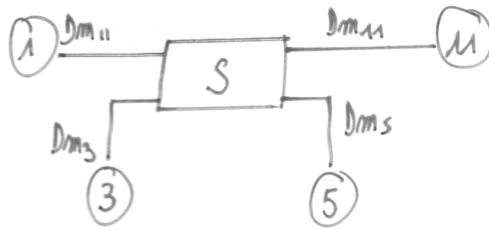
$$\Leftrightarrow Dm_3 h_4 - Dm_3 h_3 = Dm_2 h_4 - Dm_2 h_2$$

$$\Leftrightarrow \underline{\underline{Dm_3 = Dm_2 \frac{h_4 - h_2}{h_4 - h_3} = 1159 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}}}$$

$$\text{De m\^e : } \underline{\underline{Dm_4 = Dm_2 \frac{h_3 - h_2}{h_3 - h_4} = 241 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}}}$$

$$\text{or } \begin{cases} h_3 = 2776 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \\ h_4 = 762,6 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \\ Dm_2 = 1400 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1} \end{cases}$$

A.2.3)



$$\text{Soit } Dm_{11} h_1 + Dm_{33} h_3 = Dm_{55} h_5 + Dm_{21} h_{11} \\ = Dm_{33} h_5 + Dm_{11} h_{11} \quad \text{car } Dm_{33} = Dm_{55}$$

$$\Leftrightarrow h_{11} = h_1 + \frac{Dm_{33}}{Dm_{11}} (h_3 - h_5) \Bigg| = 2773 + \frac{1158}{100} (2776 - 2943) \\ = \underline{\underline{840 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}}}$$

A.2.4)

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

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

$$\text{Donc } \alpha_6 = \frac{w_{\text{ITBP}} + h_5 - h_6'}{h_6'' - h_6'} \Bigg| = \frac{-831 + 2943 - 137,8}{2561,6 - 137,8} \\ \approx \underline{\underline{0,814}}$$

A.2.5)

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

A.2.6)

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

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

A.2.7 | • Sur le réchauffeur :

$$Dm_4 h_4 + Dm_8 h_8 + Dm_{12} h_{12} = Dm_9 h_9$$

$$\bullet \text{ a) } \left\{ \begin{array}{l} Dm_8 = Dm_3, \quad Dm_{12} = Dm_4, \quad Dm_9 = Dm_1 \\ h_8 = h_7 \text{ car } w_{\text{pompe}} \text{ négligeable.} \\ h_{11} = h_{12} \text{ DJT.} \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow h_9 = \frac{Dm_4 h_4 + Dm_3 h_7 + Dm_{11} h_{11}}{Dm_1} = \underline{\underline{285 \text{ kJ.kg}^{-1}}}$$

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

A.2.8 | Pour le GV: $q_{eGV} = h_1 - h_{10}$
 $\Leftrightarrow \underline{\underline{q_{eGV} = h_1 - h_9}}$
 $= \underline{\underline{2,49 \text{ MJ.kg}^{-1}}}$

Et donc $P_{GV} = Dm_1 q_{eGV} = \underline{\underline{3735 \text{ MW}}}$

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

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