

Exercice : Cycle de Hui d'une centrale thermique

Le diagramme entropique est représenté en annexe.

La transformation $1 \rightarrow 2$ est adiabatique réversible donc isentropique. Elle correspond à une verticale du diagramme. Et comme la transformation $3 \rightarrow 4$ la transformation $2 \rightarrow 3$ suit l'isobare $P = 10 \text{ bar}$.

La transformation $4 \rightarrow 5$ est isobare donc isotherme car l'eau est sous forme diphasée.

La transformation $5 \rightarrow 6$ est ~~is~~ adiabatique réversible jusqu'à 100 bar or, du diagramme entropique, les isobares du domaine liquide sont toutes regroupées sur la courbe d'ébullition,

si bien que le passage de la pompe n'est pas visible sur le diagramme.

La transformation $6 \rightarrow 1$ suit l'isobare

$P = 100 \text{ bar}$ en subissant un échauffement de l'eau liquide le long de la courbe d'ébullition puis

une vaporisation isobare donc isotherme puis un échauffement isobare de la vapeur sèche.

On lit donc sur le graphique

5. $T_2 = 210^\circ \text{C}$

que l'eau est sous forme diphasée dans l'état 4 et le titre en vapeur vaut environ 0,95

3. Le diagramme n'a pas suffisamment d'enthalpie pour permettre une lecture précise.

Point	1	2	3	4	5	6
Enthalpie massique ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$)	$3,5 \cdot 10^3$	$2,85 \cdot 10^3$	$3,58 \cdot 10^3$	$2,4 \cdot 10^3$	100	100

D'après le 1^{er} ppe industriel, $h_6 - h_5 = w_{5 \rightarrow 6} + 0$ donc avoir $h_6 = h_5$ signifie $w_{5 \rightarrow 6} \approx 0$ ie le travail fourni par la pompe est négligeable devant les autres échanges énergétiques. En effet, comprimer un liquide incompressible est peu coûteuse en énergie.

4. Le travail massique disponible sur les turbines est l'opposé de la somme des travaux reçus par le fluide pdt les étapes $1 \rightarrow 2$ et $3 \rightarrow 4$.

$$w_{\text{disp}} = (h_3 - h_4) + (h_2 - h_1)$$

$$w_{\text{disp}} = 1,83 \cdot 10^3 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$$

5. La puissance mécanique fournie à l'alternateur est $P_{\text{méca}} = D_m w_{\text{disp}}$.

or la puissance élec s'exprime $P_{\text{elec}} = 0,9 P_{\text{méca}}$

$$\text{donc } P_{\text{elec}} = 0,9 D_m w_{\text{disp}} = 400 \text{ MW}$$

$$\text{donc } D_m = \frac{P_{\text{elec}}}{0,9 w_{\text{disp}}} = 240 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$$

soit environ $240 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$

6. Appliquons le 1^{er} ppe industriel au surchauffeur (qui est la partie mobile)

$$\Delta h = h_3 - h_2 = q_{2 \rightarrow 3} + w_{2 \rightarrow 3}$$

donc $q_{2 \rightarrow 3} = h_3 - h_2 = 730 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ 1

L , chaleur massique dépensée ds le sucheauf.
feu

Pour déterminer le rendement, il faut aussi
déterminer $q_{6 \rightarrow 1} = h_1 - h_6 = 3,4 \cdot 10^3 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ 0,5

(par applica⁰ des 1^{er} ppe index au généra.
teur de vapeur)

$$\eta = \frac{w_{\text{dep}}}{q_{6 \rightarrow 1} + q_{2 \rightarrow 3}} = 0,44 \quad 1 + 0,5 \text{ (AN)}$$

n pratique, ou bien le fluide repasse ds les
fumées d'échappement de la chaudière pour la
surchauffe ou bien de la vapeur est déviée
avant ou pdt son passage ds la turbine haute
pression pour réchauffer la vapeur détendue
de refroidie en sortie de turbine HP (on parle
de soutirage)