



Exercice 01 (08,00 pts):

1. Les travaux spécifiques de la turbine et de la pompe.

a. Travail spécifique de la pompe :

A partir du Tableau de vapeur saturée (A-5) et l'interpolation :

$$v_1 = v_{f@20 \text{ kPa}} = 0,001017 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$w_{\text{actuel,pompe}} = \frac{w_{\text{isen,pompe}}}{\eta_{\text{isen,pompe}}} = \frac{v_1(P_2 - P_1)}{\eta_{\text{isen,pompe}}} = \frac{0,001017 \text{ m}^3/\text{kg}(16000 - 20) \text{ kPa}}{0,87} \left(\frac{1 \text{ kJ}}{1 \text{ kPa} \cdot \text{m}^3} \right) = 18,68 \text{ kJ/kg (1,00 pt)}$$

b. Travail spécifique de la turbine :

A partir du Tableau de vapeur surchauffée (A-6):

$$h_5 = h_{\text{vapeur,surchauffée}@15 \text{ MPa et } 600^\circ\text{C}} = 3583,1 \text{ kJ/kg}$$

$$s_5 = s_{\text{vapeur,surchauffée}@15 \text{ MPa et } 600^\circ\text{C}} = 6,6796 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$$

A partir du Tableau de vapeur saturée (A-5)

$$\begin{cases} P_6 = 25 \text{ kPa} \\ s_5 = s_6 = 6,6796 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_6 = \frac{s_6 - s_f}{s_{fg}} = \frac{6,6796 - 0,8932}{6,9370} = 0,8341 \\ h_{6s} = h_f + x_6 h_{fg} = 271,96 + 0,8341 \times 2345,5 = 2228,4 \text{ kJ/kg} \end{cases}$$

$$w_{\text{actuel,turbine}} = \eta_{\text{isen,turb}} \eta_{\text{mec,turb}} w_{\text{isen,turbine}} = \eta_{\text{isen,turb}} \eta_{\text{mec,turb}} (h_5 - h_{6s}) = 0,89 \times 0,9(3583,1 - 2228,4) \text{ kJ/kg} = 1085,11 \text{ kJ/kg (1,00 pt)}$$

2. L'enthalpie de la vapeur surchauffée à la sortie de l'évaporateur

$h_3 = h_{\text{liq,comprimé}@15,9 \text{ MPa et } 35^\circ\text{C}} = ?$ A partir du Tableau de liquide comprimé (A-7) et l'interpolation linéaire :

$$x_a = T_a = 20$$

$$y_a = h_a = 97,93 \text{ kJ/kg}$$

$$x_2 = T_{P=15} = 35$$

$$y_2 = h_{P=15} = ?$$

$$x_b = T_b = 40$$

$$y_b = h_b = 180,77 \text{ kJ/kg}$$

$$h_{P=15} = h_a + (h_b - h_a) \times \frac{T_{P=15} - T_a}{T_b - T_a} = 97,93 + (180,77 - 97,93) \times \frac{35 - 20}{40 - 20} = 160,06 \text{ kJ/kg}$$

$$x_a = T_a = 20$$

$$y_a = h_a = 102,57 \text{ kJ/kg}$$

$$x_2 = T_{P=20} = 35$$

$$y_2 = h_{P=20} = ?$$

$$x_b = T_b = 40$$

$$y_b = h_b = 185,16 \text{ kJ/kg}$$

$$h_{P=20} = h_a + (h_b - h_a) \times \frac{T_{P=20} - T_a}{T_b - T_a} = 102,57 + (185,16 - 102,57) \times \frac{35 - 20}{40 - 20} = 164,51 \text{ kJ/kg}$$

$$x_a = P_a = 15$$

$$y_a = h_a = 160,06 \text{ kJ/kg}$$

$$x_2 = P_3 = 15,9$$

$$y_2 = h_3 = ?$$

$$x_b = P_b = 20$$

$$y_b = h_b = 164,51 \text{ kJ/kg}$$

$$h_3 = h_a + (h_b - h_a) \times \frac{P_3 - P_a}{P_b - P_a} = 160,06 + (164,51 - 160,06) \times \frac{15,9 - 15}{20 - 15} = 160,86 \text{ kJ/kg (1,00 pt)}$$

$$\dot{Q}_{in} = \dot{m}_{\text{gaz}} PC_{\text{gas}} \eta_{\text{comb}} = 14,983 \times 52000 \times 0,95 = 740160 \text{ kJ/s (1,00 pt)}$$

$$\dot{Q}_{in} = \dot{m}_{\text{gaz}} PC_{\text{gas}} = \dot{m}_{\text{eau}} (h_4 - h_3) \Rightarrow h_4 = \frac{\dot{Q}_{in}}{\dot{m}_{\text{eau}}} + h_3 = \frac{740163,6}{219,39} + 160,86 = 3534,6 \text{ kJ/kg (1,00 pt)}$$

3. La puissance nette de la centrale :

$$w_{\text{net}} = w_{\text{actuel,turbine}} - w_{\text{actuel,pompe}} = 1085,11 - 18,68 = 1066,43 \text{ kJ/kg}$$

$$\dot{W}_{\text{nette}} = \dot{m}_{\text{eau}} w_{\text{net}} = 219,39 \times 1187 = 233964 \text{ kW} = 233,964 \text{ MW (1,00 pt)}$$

4. Le rendement global du cycle

$$\eta_{th} = \frac{\dot{W}_{\text{nette}}}{\dot{m}_{\text{gaz}} PC_{\text{gas}}} = \frac{233,964}{14,983 \times 52000} = 0,3003 = 30,03 \% (2,00 \text{ pt})$$



Exercice 02 (05,00 pts):

$$T_4 = T_3 = 27^\circ\text{C} = 300\text{ K}$$

$$T_1 = T_2 = 307^\circ\text{C} = 580\text{ K}$$

$$P_1 = P_4 = 2000\text{ kPa}$$

$$P_2 = P_3 = 100\text{ kPa}$$

$$V = 0,01\text{ m}^3/\text{s}$$

1. Le rendement thermique du cycle.

$$\eta_{th} = 1 - \frac{T_f}{T_c} = 1 - \frac{300}{580} = 0,4827 = \mathbf{48,27\% (1,00\text{ pt})}$$

2. La quantité de chaleur transférée dans le régénérateur.

$$P_1 \dot{V}_1 = \dot{m}_1 RT_1 \Rightarrow \dot{m} = \frac{P_1 V_1}{RT_1} = \frac{20 \cdot 10^5 \times 0,01}{336 \times 580} = \mathbf{0,1026\text{ kg} (1,00\text{ pt})}$$

$$Q_{reg} = Q_{4-1,in} = \dot{m}(h_1 - h_4) = 0,1057 \times (586,04 - 300,19) = \mathbf{29,33\text{ kJ} (1,00\text{ pt})}$$

3. Le travail délivré par le cycle.

$$\eta_{th} = \frac{W_{net}}{Q_c} \Rightarrow W_{net} = Q_c \times \eta_{th}$$

$$W_{12} + Q_{12} = \Delta H_{12} \Rightarrow -W_{12} = Q_{12} \text{ (Transformation isotherme)}$$

$$Q_{12} = \int_1^2 P dV = mRT_1 \ln \frac{V_2}{V_1} = mRT_1 \ln \frac{mRT_1/P_2}{mRT_1/P_1} = mRT_1 \ln \frac{P_1}{P_2} = 0,1057 \times 0,336 \times 580 \ln 20$$

$$= \mathbf{59,89\text{ kJ} (1,00\text{ pt})}$$

$$\eta_{th} = \frac{W_{net}}{Q_c} \Rightarrow W_{net} = Q_c \times \eta_{th} = 61,71 \times 0,4707 = \mathbf{29,79\text{ kJ} (1,00\text{ pt})}$$

Questions cours (07,00 pts):

1. L'efficacité augmente avec une augmentation de la différence de température entre les réservoirs.

(1,00 pt)

2. Des températures de fonctionnement plus élevées conduisent généralement à une efficacité plus élevée pour chaque cycle. **(1,00 pt)**

3. **(0,50 pt) pr chaque étape = (2,00 pt) au total**

$$\eta_{is,turb} = \frac{W_{ac}}{W_{is}} = \frac{h_{2a} - h_1}{h_{2s} - h_1} = \frac{C_p(T_{2a} - T_1)}{C_p(T_{2s} - T_1)} = \frac{T_1 \left(\frac{T_{2a}}{T_1} - 1 \right)}{T_1 \left(\frac{T_{2s}}{T_1} - 1 \right)} = \frac{\left(\frac{T_{2a}}{T_1} - 1 \right)}{\left(\frac{T_{2s}}{T_1} - 1 \right)} = \frac{r_T - 1}{r_p^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} - 1} = \frac{r_T - 1}{r_p^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} - 1} r_p = \frac{P_2}{P_1}, r_T = \frac{T_2}{T_1}$$

4. C'est une recommandation incorrecte **(01,00 pt)**. Il est vrai que la puissance produite par la turbine augmente avec la diminution de la pression de condensation. Cependant, cela ne peut être réalisé que jusqu'à une certaine pression, car la diminution de la pression de condensation diminuera également la qualité de la vapeur **(1,00 pt)**, produisant ainsi plus d'eau à la turbine. Cela expose la turbine au risque de corrosion. **(1,00 pt)**

