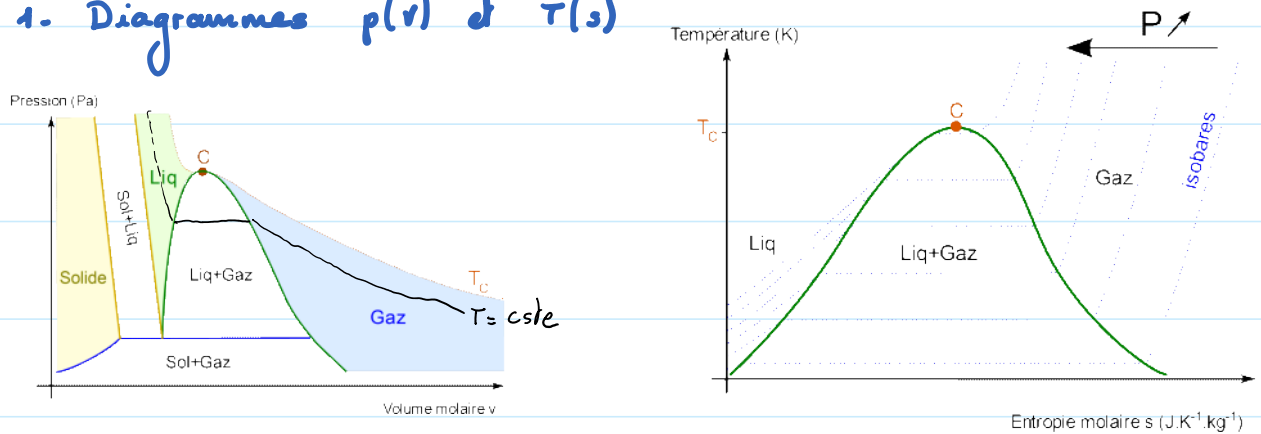


I. Questions préliminaires

1. Diagrammes $p(v)$ et $\tau(s)$



2. $w = w_u + w_p$ où w est le travail total

D'après le 1^{er} principe $\Delta u_{AB} = u_B - u_A = Q + w = Q + w_u + w_p$

sur une transf. réversible + isobare : $w_p = -p_0 (v_B - v_A) = -p_0 v_B + p_0 v_A$

$$u_B - u_A = Q + w_u - p_0 v_B + p_0 v_A$$

$$(u_B + p_0 v_B) - (u_A + p_0 v_A) = Q + w_u$$

$$\Delta H_{AB} = H_B - H_A = Q + w_u$$

Pour une transf. qui est en plus adiabatique $Q=0$ donc

$$\Delta H_{AB} = w_u$$

3. Rendement théorique de Carnot :

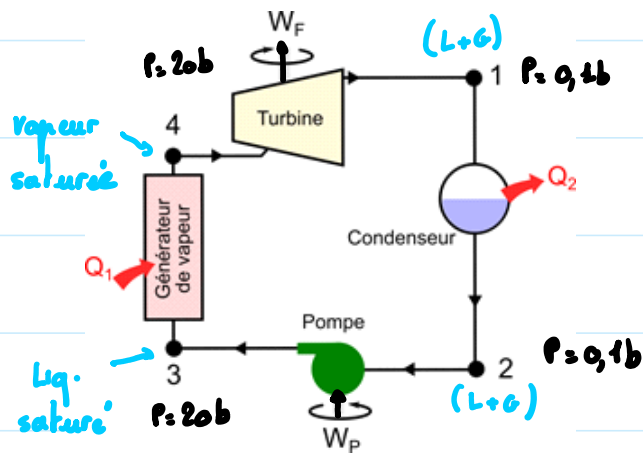
T_1 : temp. de la source chaude

T_2 : temp de la source froide

$$\eta_c = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

II - Machine motrice de Carnot à fluide liquéfiable

II - Machine motrice de Carnot à fluide liquéfiable



$$1 \rightarrow 2: P = \text{cte} (L+G)$$

$$2 \rightarrow 3: V = \text{cte} + \Delta S_{23} = 0$$

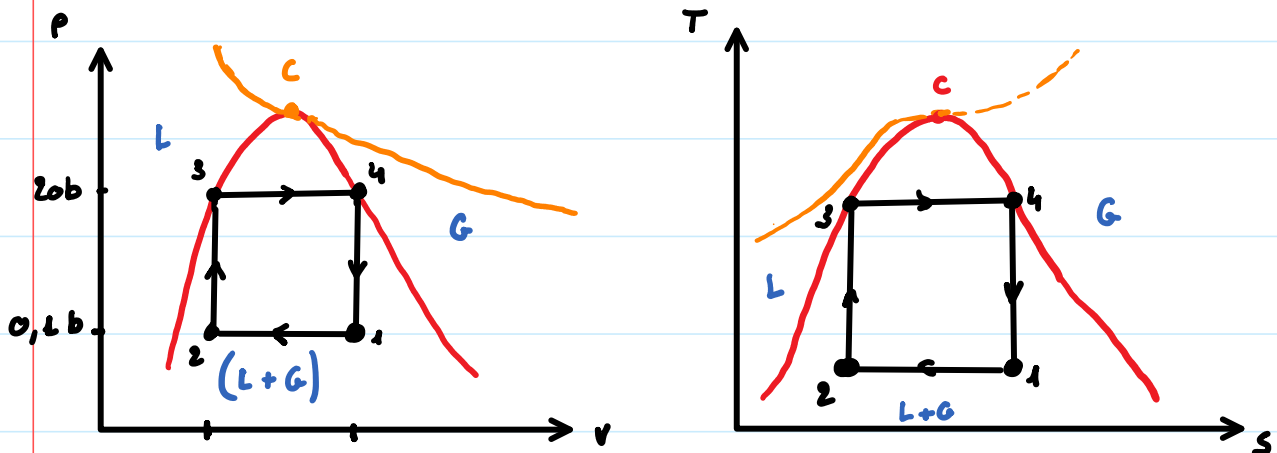
$$3 \rightarrow 4: P = \text{cte} = 20b$$

$$4 \rightarrow 1: V = \text{cte} + \Delta S_{41} = 0$$

Données :

p (bar)	T (°C)	h_L^{sat} (kJ.kg ⁻¹)	h_G^{sat} (kJ.kg ⁻¹)	S_L^{sat} (kJ.K ⁻¹ .kg ⁻¹)	S_G^{sat} (kJ.K ⁻¹ .kg ⁻¹)
0,1	45,81	191,8	2585,0	0,65	8,15
20	212,42	908,8	2799,5	2,45	6,34

1. Diagrammes p(v) et T(s)



Bilans enthalpiques :

2- En 3, on a un liquide saturé donc $H_3 = m \cdot h_L^{\text{sat}}(20b)$

$$\text{donc } H_3 = 1 \times 908,8 = 908,8 \text{ kJ (Table)}$$

En 4, on a une vapeur saturée donc $H_4 = m \cdot h_G^{\text{sat}}(20b)$

donc $H_4 = 1 \times 2799,5 = 2799,5 \text{ kJ}$

3. Titre de vapeur x_1 et x_2 :

Par la règle des moments $x_1 = \frac{s_4 - s_L^{\text{sat}}(0,1b)}{s_6^{\text{sat}}(0,1b) - s_L^{\text{sat}}(0,1b)}$
 or $s_4 = s_6 = s_6^{\text{sat}}(20b)$

$$x_1 = \frac{6,34 - 0,65}{8,15 - 0,65} = 0,759$$

Idem pour $x_2 = \frac{s_2 - s_L^{\text{sat}}(0,1b)}{s_6^{\text{sat}}(0,1b) - s_L^{\text{sat}}(0,1b)}$ or $s_2 = s_3 = s_L^{\text{sat}}(20b)$

$$x_2 = \frac{2,45 - 0,65}{8,15 - 0,65} = 0,24$$

4. Enthalpies des points 1 et 2

la règle des moments peut s'appliquer sur h donc

$$x_1 = \frac{h_4 - h_L^{\text{sat}}(0,1b)}{h_6^{\text{sat}}(0,1b) - h_L^{\text{sat}}(0,1b)} \rightarrow h_1 = h_L^{\text{sat}}(0,1b) + x_1 \cdot (h_6^{\text{sat}}(0,1b) - h_L^{\text{sat}}(0,1b))$$

$$H_1 = [191,8 + 0,76 \times (2585 - 191,8)] \times 1 = 2010,6 \text{ kJ}$$

idem pour $H_2 = [191,8 + 0,24 (2585 - 191,8)] \times 1 = 766,2 \text{ kJ}$

Chaleurs et Travaux :

5. Chaleurs reçues et cédées :

3 → 4 Isobare donc $Q_1 = \Delta H_{3,4} = H_4 - H_3 = 2799,5 - 908,8 = 1890,7 \text{ kJ}$

1 → 2 " donc $Q_2 = \Delta H_{1,2} = H_2 - H_1 = 766,2 - 2016,6 = -1244,4 \text{ kJ}$

6. Travail reçu et fourni :

Dans la pompe : adiabatique + isochore donc $w_p = \Delta H_{2,3}$

$$w_p = H_3 - H_2 = 908,8 - 766,2 = 142,6 \text{ kJ}$$

Dans la turbine : idem $w_F = \Delta H_{4,1} = H_1 - H_4 = 2016,6 - 2799,5 = -788,9 \text{ kJ}$

Le travail net $w_{\text{net}} = w_F + w_p = 142,6 - 788,9 = -646,3 \text{ kJ}$

Rendement $\eta_H = \frac{|w_{\text{net}}|}{Q_1} = \frac{646,3}{1890,7} = 0,34 \text{ soit } 34 \%$

Rendement de Carnot $\eta_c = 1 - \frac{T_F}{T_C} = 1 - \frac{45,81 + 273,15}{212,42 + 273,15} = 0,34 \text{ idem}$

le cycle est un cycle de Carnot.

8. Puissance fournie :

On a raisonné sur $m = 1 \text{ kg}$ donc $w_{\text{net}} = \frac{|w_{\text{net}}|}{m} = + 646,3 \text{ kJ/kg}$

La puissance nette est $P_{\text{net}} = \frac{|w_{\text{net}}|}{m} \times \text{Debit} = 6463 \text{ kJ.s}^{-1}$
(10 kg.s⁻¹)

$$P_{\text{net}} = 6463 \text{ kW} = 6,463 \text{ MW}$$