

# Mercurie Liquide

① on a  $\underbrace{\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T}_{-\chi_T V} \times \underbrace{\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V}_{\beta P} \times \underbrace{\left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_P}_{\frac{1}{\alpha V}} = -1$  donc  $\alpha = +\chi_T \beta P$

la relation de Mayer generalisée s'écrit alors :

$$C_p - C_v = T \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V \times \left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_P = T \times \beta P \times \alpha v \quad \left( \begin{array}{l} \text{où } v = \frac{v_m}{\rho} \\ \text{et } \beta = \frac{\alpha}{\chi_T P} \end{array} \right)$$

où ici  $v =$  volume molaire

d'où  $C_p - C_v = + \frac{\alpha^2 T v}{\rho \chi_T} = 2,61 \text{ J. mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

donc ici

$$3 \cdot 10^2 = \frac{C_p - C_v}{C_p} \ll \left(\frac{C_p - C_v}{C_p}\right)_{\text{mono.}} = 0.4$$

(pour un gaz parfait on a  $C_p - C_v = R = 8,314 \text{ J. mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$  et  $C_v = \frac{3R}{2}$  pour mono-atomique)

et  $C_v = 25,6 \text{ J. mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

②  $dV = \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P dT + \left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T dP = \alpha V dT - \chi_T V dP$

ici  $dT = 0$  donc  $\frac{dV}{V} = -\chi_T dP$

on n'a pas besoin d'intégrer cette eq. pour évaluer  $\frac{V_1 - V_0}{V_0}$  car

donc  $\frac{V_1 - V_0}{V_0} \approx -\chi_T (P_1 - P_0) = -3,8 \cdot 10^{-3}$  (très faible)

$-\chi_T \Delta P = -3,8 \cdot 10^{-3} \ll 1$

alors  $W = - \int P_{\text{ext}} dV = - \int P dV = \int \chi_T V P dP$

car réversible:  $P_{\text{ext}} = P$

dans cette intégrale on a  $\chi_T = C^{\text{ste}}$  et on approxime  $V = V_0$

donc  $W = \chi_T \frac{V_0}{2} (P_1^2 - P_0^2) = 130 \text{ J}$

$$\textcircled{3} \quad \begin{cases} Tds = \delta Q_{\text{rev}} = n C_p dT + n k dP & \text{donc } k = \frac{T}{n} \left( \frac{\partial S}{\partial P} \right)_T \\ \text{on a également} \\ dG = -SdT + VdP & \text{donc } \left( \frac{\partial S}{\partial P} \right)_T = - \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_P \end{cases}$$

cela donne =  $k = -T \left( \frac{\partial v}{\partial T} \right)_P = -\alpha v T = -\alpha \frac{T v_0}{\rho}$  ( $v = \frac{V}{n}$  = volume molaire)

pour la transf. isotherme qui nous interesse ici on a :

$$Q = \int \delta Q_{\text{rev}} = \int n k dP = -\frac{\alpha T n v_0}{\rho} (P_1 - P_0)$$

↓  
dans cette expression  $n v_0$  = masse totale  
et donc  $\frac{n v_0}{\rho} = V_0$

d'où  $Q = -\alpha T_0 V_0 (P_1 - P_0)$   
 $= -4496 \text{ J}$

$\textcircled{4}$  ~~adiab.~~ adiab. reversible  $\Rightarrow$  isentropique et abus  $\delta Q_{\text{rev}} = 0$  implique :

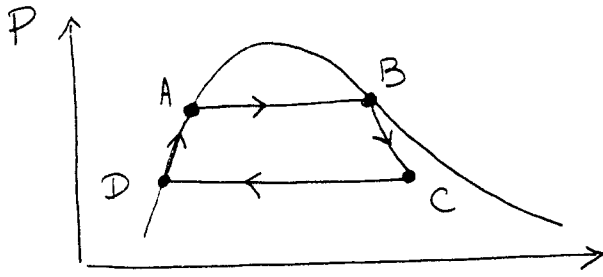
$$C_p dT = -k dP = +\alpha \frac{T v_0}{\rho} dP$$

cela donne immédiatement =  $\ln(T_1/T_0) = \frac{\alpha v_0}{\rho C_p} (P_1 - P_0) = 7,81 \cdot 10^{-3}$

(rien sûr on fait ici l'hyp.  
 $\rho = C^{ste}$  puisque  $V = V_0 = C^{ste}$ )

soit  $T_1 = 302,4 \text{ K}$

# Machine à vapeur



- $D \rightarrow A = \text{reversible}$   $TdS = \delta Q_{rev} \stackrel{ici}{=} mc dT$  soit  $S_A - S_D = mc \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) = 1,038 \text{ kJ.K}^{-1}$

- $A \rightarrow B = TdS = \delta Q_{rev} \stackrel{ici}{=} \delta mL_2$   
soit  $S_B - S_A = \frac{mL_2}{T_2} = 3,897 \text{ kJ.K}^{-1}$

- $S_C = S_B$  (adiabatique réversible)

- $C \rightarrow D$  on a  $S_C - S_D = \frac{x mL_1}{T_1}$   $\left( \begin{array}{l} \text{en C} = \left[ \begin{array}{l} (1-x)m \text{ liquide} \\ x m \text{ gazeux} \end{array} \right] \end{array} \right)$

• le fait que l'on soit sur un cycle se traduit par =

$$S_D = S_A - mc \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) = S_B - \frac{mL_2}{T_2} - mc \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right)$$

et

$$S_D = S_C - \frac{x mL_1}{T_1} = S_B - \frac{x mL_1}{T_1}$$

d'où  $x = \frac{T_1}{T_2} \frac{L_2}{L_1} + \frac{cT_1}{L_1} \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) = 0,824$  ( $1-x = 0,176$ )

③  $Q_2 = mc(T_2 - T_1) + mL_2 = 2358 \text{ kJ}$

$$Q_1 = -x mL_1 = -1862 \text{ kJ}$$

comme entre B et C la chaleur reçue est nulle, au cours du cycle on reçoit  $Q = Q_1 + Q_2$ . D'où  $0 = \Delta U = W + Q$  qui

donne  $W = -Q_1 - Q_2 = -496 \text{ kJ}$

$$\eta = \frac{-W}{Q_2} = 0,21 \quad \text{alors que } \eta_c = 1 - \frac{T_1}{T_2} = 0,23$$