

Etude d'une chaudière: Cycle de HIRN

I) Calcul de la quantité de chaleur nécessaire pour vaporiser 1 kg d'eau liquide en vapeur surchauffée

1) La transformation BC étant isobare sans changement d'état: $Q_{BC} = m c (t_C - t_B)$

Et donc: $Q_{BC} = 1 * 4180 * (236 - 70)$

$$Q_{BC} = 694 \text{ kJ}$$

2) La transformation CD' est un changement d'état: $Q_{CD'} = m L_v$

Et donc: $Q_{BC} = 1 * 1800 * 10^3$

$$Q_{CD'} = 1800 \text{ kJ}$$

3)

3.1) D' se situe sur la courbe de saturation, à une pression de 30 bar

$$H_{D'} = 2810 \text{ kJ/kg}$$

3.2) D se situe sur l'isobare 30 bar et sur l'isotherme 400°C

$$H_D = 3220 \text{ kJ/kg}$$

3.3) La transformation D'D étant isobare: $Q_{D'D} = H_D - H_{D'}$

$$Q_{D'D} = 410 \text{ kJ}$$

4) La quantité de chaleur totale recherchée vaut: $Q_T = Q_{BD} = Q_{BC} + Q_{CD'} + Q_{D'D}$

$$Q_T = 694 + 1800 + 410$$

$$Q_T = 2900 \text{ kJ}$$

5) • La quantité de chaleur nécessaire pour vaporiser 20 tonnes d'eau est:

$$Q = m Q_T$$

$$Q = 20000 * 2900$$

$$Q = 58 \text{ GJ}$$

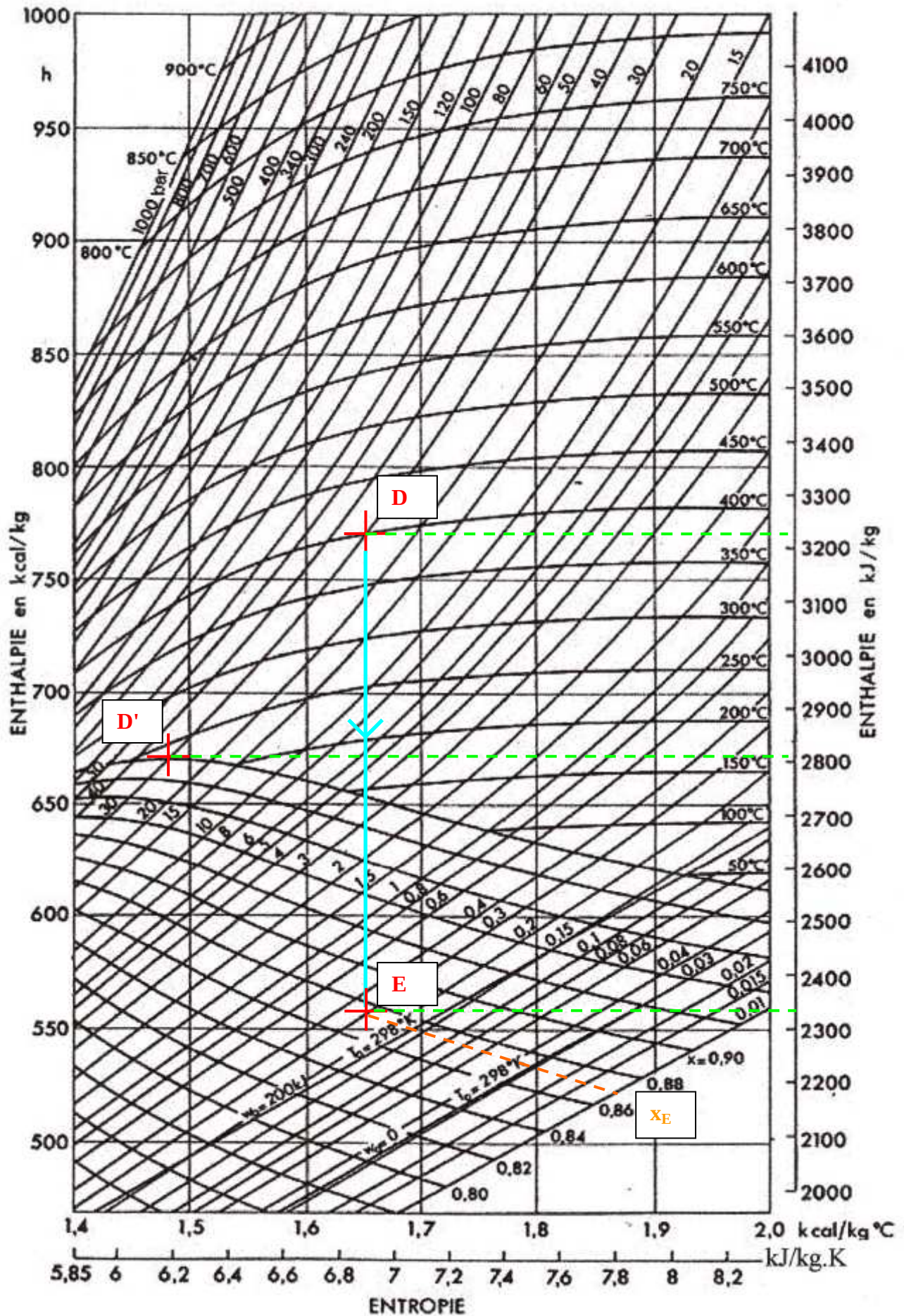
• Ceci réclame la combustion d'un volume horaire de gaz de:

$$q_{V(\text{mélange})} = \frac{Q}{PCI}$$

$$q_{V(\text{mélange})} = \frac{58 \cdot 10^9}{20000 \cdot 10^3}$$

$$q_{V(\text{mélange})} = 2900 \text{ m}^3/\text{h}$$

Diagramme de Mollier de la vapeur d'eau



II) Etude de la turbine

1) * La transformation DE est adiabatique réversible, donc isentropique. Elle correspond à un segment vertical dans le diagramme.

E se situe donc sur la verticale passant par D et sur l'isobare 0,3 bar

$$H_E = 2330 \text{ kJ/kg}$$

* Au point E, l'eau est un mélange (liquide + vapeur)

* Le taux de vapeur en E est de 87%, le diagramme donnant:

$$x_E = 0,87$$

2) Le Premier Principe appliqué à la transformation DE s'écrit: $\Delta H_{DE} = W_{DE} + Q_{DE}$

La détente DE étant adiabatique, on a: $Q_{DE} = 0$, et donc $W_{DE} = \Delta H_{DE} = H_E - H_D$

$$W_{DE} = 2330 - 3220$$

$$W_{DE} = - 890 \text{ kJ/kg}$$

3) La puissance totale échangée se calcule par: $P_{\text{mécanique}} = q_m (\text{eau}) \cdot |W_{DE}|$

$$P_{\text{mécanique}} = \frac{20000 \text{ kg}}{3600 \text{ s}} \cdot 890 \text{ kJ / kg}$$

$$P_{\text{mécanique}} = 4940 \text{ kW}$$

III) Etude de l'économiseur

1) La puissance thermique se calcule par: $P_{\text{thermique}} = q_m (\text{eau}) \cdot Q_{BC}$

$$P_{\text{thermique}} = \frac{20000 \text{ kg}}{3600 \text{ s}} \cdot 700 \text{ kJ / kg}$$

$$P_{\text{thermique}} = 3890 \text{ kW}$$

2) * Schéma simplifié de l'échangeur co-courant: voir page suivante

$$* \quad \Delta T_{\text{entrée}} = 300 \text{ }^{\circ}\text{C} - 70 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad \Delta T_{\text{entrée}} = 230 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T_{\text{sortie}} = 300 \text{ }^{\circ}\text{C} - 236 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad \Delta T_{\text{sortie}} = 64 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Et donc:} \quad \Delta T = \frac{(230 - 64)}{\ln\left(\frac{230}{64}\right)}$$

$$\Delta T = 130 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

* La surface S de l'échangeur se calcule par: $S = \frac{P_{thermique}}{K \Delta T}$

$$S = \frac{3890.10^3}{560 \cdot 130}$$

$$S = 53,5 \text{ m}^2$$

3) * La surface externe d'un tube est donnée par: $S_{un \text{ tube}} = \pi d L$

$$S_{un \text{ tube}} = \pi \cdot 0,1 \cdot 10$$

$$S_{un \text{ tube}} = 3,14 \text{ m}^2$$

* Le nombre de tubes est: $n_{tubes} = \frac{S}{S_{un \text{ tube}}}$

$$n_{tubes} = 17 \text{ tubes}$$

Schéma de l'économiseur

