

TD bilans

Principes « industriels »

4 — Navire brise-glace

1. Le point A correspond à un liquide saturant à 0,5 bar = 50 kPa, ce qui permet de le positionner.

La compression AB est isenthalpique jusqu'à 30 bar = 3 MPa, ce qui permet de tracer le segment vertical correspondant.

L'évolution dans la chaudière est isobare, jusqu'à 300 °C : on trace BC.

L'évolution dans la turbine est isentropique, jusqu'à la pression 0,5 bar, ce qui permet de tracer la courbe suivant l'isentropique.

2. On relève les grandeurs pour chaque point du cycle.

point	P (bar)	T °C	x	h (kJ·kg ⁻¹)
A	0,5	85	0	350
B	30	85	0	350
C	30	300	1	3000
D	0,5	85	0,83	2200

On interpole T_A , x_D et h_D .

Les isothermes sont verticales dans la zone liquide, l'évolution isenthalpique est donc aussi isotherme, d'où $T_B = T_A$.

3. L'efficacité est définie par

$$\eta = \frac{-w_u}{q_c} = \frac{h_C - h_D}{h_C - h_B} = \frac{3000 - 2200}{3000 - 350}$$

soit $\eta = 0,30 = 30\%$.

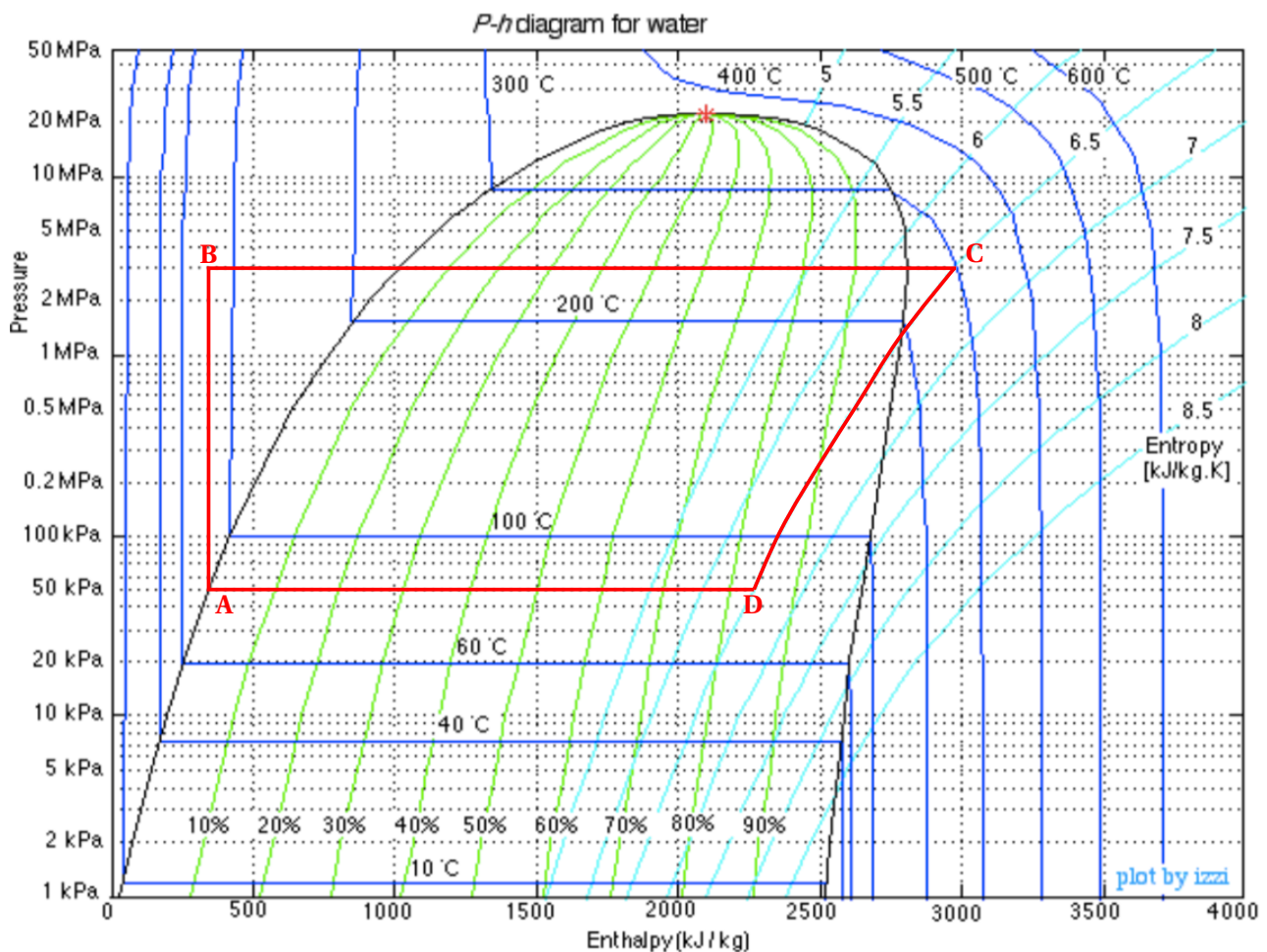
4. L'énergie mécanique indiquée (ou utile) et donnée par

$$W_u = m w_u = m(h_C - h_D)$$

d'où comme $1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3600 \text{ W} \cdot \text{s}$

$$m = \frac{W_u}{h_C - h_D} = \frac{3600}{3000 - 2200}$$

soit $m = 4,5 \text{ kg}$.



6 — Réfrigérateur à ammoniac

1. On analyse chaque étape :

1 → 2 : compression adiabatique et réversible, donc isentropique (on peut demander une justification précise du « donc »).

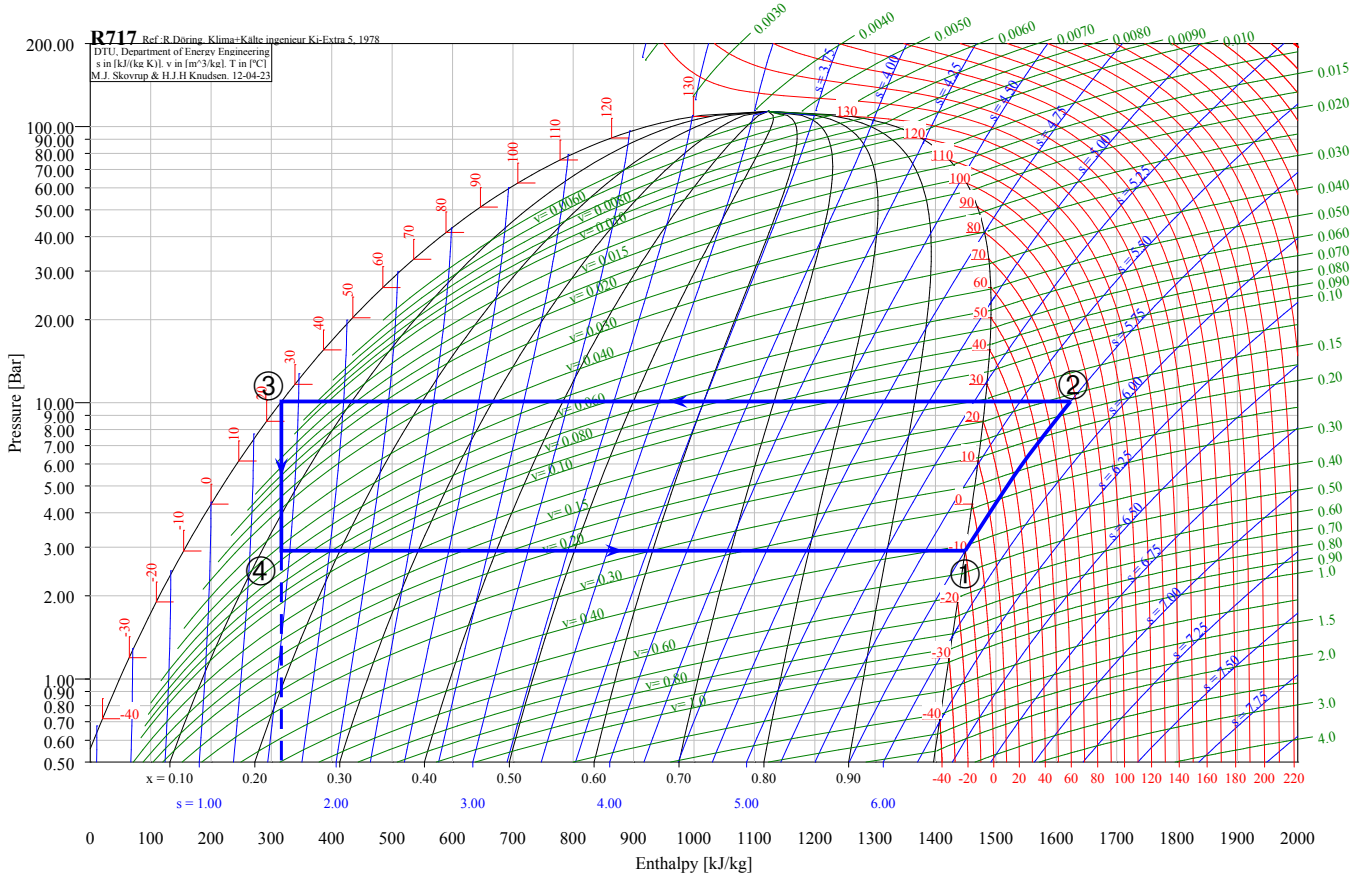
2 → 3 : isobare jusqu'à la courbe d'ébullition.

3 → 4 : détenteur adiabatique, donc isenthalpique (demander la démonstration) jusqu'à 2,9 bar.

4 → 1 : isobare.

On lit $T_2 = 75\text{ °C}$ et $T_3 = 25\text{ °C}$ (on peut admettre une marge d'erreur sur la lecture de T_3 !).

On lit $x = 0,23$.



2. Efficacité : $e = \frac{q_{4 \rightarrow 1}}{w_{1 \rightarrow 2}} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} = \frac{1450 - 316}{1620 - 1450}$ soit

$e = 6,7$.

Cycle de Carnot : on a $Q_f + Q_c + W = 0$ et $\frac{Q_f}{T_1} + \frac{Q_c}{T_3} = 0$.

Efficacité : $e_C = \frac{Q_f}{W} = -\frac{Q_f}{Q_f + Q_c} = -\frac{1}{1 + \frac{Q_f}{Q_c}} = -\frac{1}{1 - \frac{T_3}{T_1}}$

soit $e_C = \frac{T_1}{T_3 - T_1}$. On calcule $e_C = 7,5$.

Le rendement est défini par $\eta = \frac{e}{e_C} = \frac{6,7}{8,8}$ soit

$\eta = 89\%$.

3. Compresseur adiabatique : $q = 0$. Irréversible : $s_{\text{créé}} > 0$. Donc $\Delta s = s_2 - s_1 > 0$: la compression fait arriver en 2' « à droite » de 2, donc $h_{2'} > h_2$. On en déduit une diminution de l'efficacité.

4. Le transfert thermique entre le fluide et les thermostats est spontané, donc de T élevée vers T faible.

Phase 2 → 3 : le fluide cède un transfert thermique au thermostat, donc $T_{\text{source chaude}} < T_3$.

Phase 4 → 1 : le fluide reçoit un transfert thermique du thermostat, donc $T_{\text{source froide}} > T_1$.