

I.A)
1) $\eta = \frac{-Q_c}{W}$; $W > 0$; $Q_c < 0$; $Q_f > 0$.

2) Bilan énergétique : $W + Q_c + Q_f = 0$
Bilan entropique : $\frac{Q_c}{T_c} + \frac{Q_f}{T_f} = 0$ (cycle réversible)

on en déduit $\eta = \frac{T_c}{T_c - T_f}$

3) $\eta \approx 10$: système 10 fois moins coûteux qu'un chauffage par résistance électrique.

En pratique, l'efficacité sera inférieure car les cycles réversibles n'existent que sur le papier...

I.B)

4) cf. cours. $D_m \cdot \Delta_{ess} (h + e + ep) = \dot{Q}_u + \dot{Q}_m$

dans la suite e_c et e_p sont constantes.

- 5) 1 → 2 : Compression AB ; elle est isentropique
2 → 5 : condensation BC ; isobare.
5 → 6 : détente CD ; isenthalpe.
6 → 1 : évaporation DA ; isobare.

6) Protection du compresseur : toute phase liquide pourrait l'endommager.
On s'assure donc d'avoir une vapeur totalement sèche...

7) Meilleur rendement car augmente Q_c comme on le verra plus loin.

8) Étudions la transp D → A.

$D_m (h_1 - h_6) = \dot{Q}_f$ (pas de partie mobile)

donc $D_m = 0,44 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$

$\left| \begin{array}{l} h_1 \approx 405 \text{ kJ/kg} \\ h_6 \approx 270 \text{ kJ/kg} \end{array} \right.$

9) Transformation BC :

(2)

$$D_m(h_5 - h_2) = \dot{Q}_c \quad \text{donc} \quad \dot{Q}_c = -73 \text{ kW}$$

$$\text{On en déduit } P_u = -\dot{Q}_c - \dot{Q}_f = 13 \text{ kW}$$

$$\text{et } \underline{\eta_{th} = \frac{-\dot{Q}_c}{P_u} = 5,5.}$$

10) $P = 13 \text{ kW}$ donc $\eta = 3,9$.

P est ce que le compresseur consomme ; P_u est ce qu'il fournit.
Le rendement du compresseur est donc 68%.

I.C.1)

11) 1^{er} principe système en écoulement, entre x et $x+dx$:

$$D_m \cdot c_p (T(x+dx) - T(x)) = \alpha (T_c - T(x)) dx$$

$$\text{donc } \underline{\frac{dT}{dx} + \frac{\alpha}{D_m c_p} (T - T_c) = 0}$$

si on néglige la conduction au sein du fluide.

12) $T(x) = T_c + A \cdot e^{-x/l_c}$ avec $\left| \begin{array}{l} l_c = \frac{D_m \cdot c_p}{\alpha} \\ A = T_i - T_c \end{array} \right.$

13) l_c est la longueur caractéristique de cet échangeur.

. Si $4l_c \ll l$, l'échangeur ne sert à rien.

. Si $4l_c \gg l$, les derniers tranches n'apportent rien.

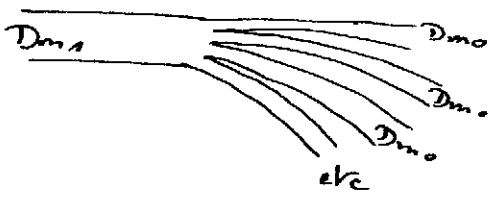
I.C.2)

14) 1^{er} principe écoulement stationnaire entre E_1 et S_1 :

$$D_{m1} \cdot c_p (T_{S_1} - T_{E_1}) = -\dot{Q}_f$$

$$\text{donc } \underline{D_{m1} = \frac{\dot{Q}_f}{c_p (T_{E_1} - T_{S_1})} = 7,18 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}}$$

15)



$$D_{m,i} = N_m \cdot D_{m,o} \quad (\text{conservation de la masse}) \quad (3)$$

donc
$$D_{m,o} = \frac{D_{m,i}}{N_m}$$

16)

$$L = N_m \cdot L_o$$

et
$$T_f = T_e + (T_i - T_e) \cdot e^{-4L_o/lc} \quad (\text{cf. Q12})$$

donc

$$L = \frac{1}{4} N_m \cdot lc \cdot \ln \left(\frac{T_i - T_e}{T_f - T_e} \right)$$

17)

$$L = 102 \text{ m}$$

$$(lc \approx 4,7 \text{ m})$$

(réaliste).

18)

Robustesse en cas de défaut sur un des modules ...

II

19)

$$R = \frac{e}{\lambda \cdot S}$$

20)

$$R' = \frac{1}{h \cdot S}$$

21)

Sans couverture thermique :

$$\dot{Q}_{\text{conv}} = h \cdot S (T_e - T_a)$$

et
$$\dot{Q}_{\text{conv}} = 0,3 \cdot \dot{Q}_{\text{radia}}$$

$$T_a = 11,8^\circ\text{C} \text{ moyenne}; T_e = 27^\circ\text{C}$$

donc

$$\dot{Q}_{\text{sans}} \approx 2,6 \text{ MW}$$

• Avec couverture thermique :

Je suppose que le coefficient de transfert thermique convectif est inchangé.

Abs
$$\dot{Q}_{\text{conv}} = \frac{T_e - T_a}{R + R'} \quad (\text{asso. série})$$

Par ailleurs, il n'y a pas de rayonnement.

Je ne trouve rien dans les documents concernant l'évaporation: je suppose qu'en présence de la couverture elle est négligeable.

Alors $P_{\text{avec}} = P_{\text{sans}}$

donc $P_{\text{avec}} \approx 26 \text{ kW}$. $(P_{\text{avec}} = \frac{P_{\text{sans}}}{100})$

Sur une semaine, la piscine est découverte 90^{h}
et couverte 78^{h} .

donc $P_{\text{effective avec dispositif}} = \frac{78 P_{\text{avec}} + 90 P_{\text{sans}}}{168}$

i.e

$P_{\text{effectif avec dispositif}} \approx 1,4 \text{ MW}$

et

$P_{\text{effectif sans dispositif}} \approx 2,6 \text{ MW}$

ait une réduction des pertes de 46%.

Objectif atteint.

On demandait d'évaluer les pertes énergétiques annuelles: $E = P \cdot \Delta t$
avec $\Delta t = (365 - 14) \text{ jans} \dots$

$E_{\text{avec}} = 4,18 \cdot 10^{13} \text{ J}$

$E_{\text{sans}} = 7,9 \cdot 10^{13} \text{ J}$

) gain de 47%.

III. A)

22) $V_1 = \frac{R_0}{R_0 + R(T)} V_0$ car l'ALI ne "prête" pas de courant.

23) $b = 0,093 \text{ V/}^\circ\text{C}$

$a = 2,66 \text{ V}$

corrélation: 0,999