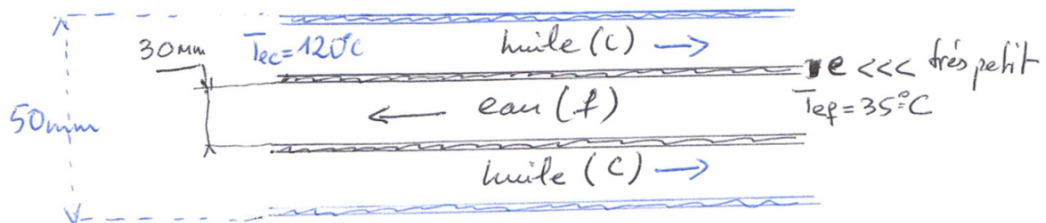


(*) Corrigé d'Examen de [Echangeurs de chaleur
avec Barème (II Energétique)]

Exercice (1):



eau (fluide froid): $T_{ef} = 35^\circ\text{C}$ $\dot{m}_f = 0,2 \text{ kg/s}$ $T_{sf} = ?$
 huile (fluide chaud): $T_{ec} = 120^\circ\text{C}$ $\dot{m}_c = 0,1 \text{ kg/s}$ $T_{sc} = 50^\circ\text{C}$ (maintenue)

$$K = 70 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

- ① Déterminer le Φ (flux thermique) échangé et T_{sf} :
 le flux thermique est celui produit par le fluide chaud (Huile)

$$\Phi = \Phi_c = \Phi_f = \dot{m}_c \cdot C_{p,c} (\Delta T_c) = 0,1 \times 1900 \cdot (120 - 50) \\ = 13.300 \text{ W} = 13,3 \text{ kW} \quad (2)$$

$$\Phi_f = \dot{m}_f \cdot C_{p,f} (T_{sf} - T_{ef}) = \dot{m}_f \cdot C_{p,f} \cdot T_{sf} - \dot{m}_f \cdot C_{p,f} \cdot T_{ef}$$

$$\Leftrightarrow \Phi_f + \dot{m}_f \cdot C_{p,f} \cdot T_{ef} = \dot{m}_f \cdot C_{p,f} \cdot T_{sf}$$

$$\Leftrightarrow T_{sf} = \frac{\Phi_f}{\dot{m}_f \cdot C_{p,f}} + T_{ef} = \frac{13300}{0,2 \times 4200} + 35 = 15,83 + 35 \\ = 50,83^\circ\text{C} \approx 51^\circ\text{C} \quad (2)$$

- ② Déterminer la longueur de l'Echangeur:

Pour cela, il faut calculer la surface d'échange thermique entre les 2 fluides d'oi:

la surface notée (Σ), est donnée dans plusieurs formulations de calcul, parmi lesquelles on a :

$$NUT = \frac{K \cdot \Sigma}{C_{min}}$$

$$C_f = \dot{m}_f \cdot C_{pf} = 0,1 \times 1900 = 190 \text{ W/K}$$

$$C_c = \dot{m}_c \cdot C_{pc} = 0,2 \times 4200 = 840 \text{ W/K} \quad \text{d'où on note pr:}$$

$$C_f = C_{min} = 190 \text{ W/K} \quad \text{et} \quad C_c = C_{max} = 840 \text{ W/K}$$

NUT est aussi égal à :

$$NUT = \frac{1}{1-C} \cdot \ln \left(\frac{1-C\varepsilon}{1-\varepsilon} \right)$$

$$C = \frac{C_{min}}{C_{max}} = \frac{190}{840} = 0,226 \quad (0,5)$$

$$\varepsilon = \frac{T_{ec} - T_{sc}}{T_{ec} - T_{ef}} = \frac{120 - 50}{120 - 35} = 0,88 \quad (0,5)$$

$$NUT = \frac{1}{1-0,22} \cdot \ln \left(\frac{1-0,22 \times 0,88}{1-0,88} \right) = 1,282 \cdot \ln \left(\frac{1-0,1936}{+0,12} \right)$$

$$= 1,282 \cdot \ln \left(\frac{0,8064}{0,12} \right) = 1,282 \cdot \ln (+6,72)$$

$$= 1,282 \times 0,658 = 0,843 \quad (0,5)$$

$$\Sigma = \frac{NUT \cdot C_{min}}{K} = \frac{0,843 \cdot 190}{70} = 2,243 \text{ m}^2 \quad (0,5)$$

$$\Sigma = \pi d_i l$$

d_i = est le diamètre Interieur du Tube Interieur et dont l'épaisseur est considérée faible. d'où ---- (2)

le diamètre extérieur du Tube Intérieur est assimilé au son.
diamètre Intérieur. donc pour le Tube Intérieur il est
assimilé à d_i ($d_e = d_i$ vu que $e \ll \ll$ très petit)

donc $l = \frac{\Sigma}{\pi d}$ (car l'échangeur est constitué
de 2 tubes concentriques de
même longueur.)

$$l = \frac{5,243}{3,14 \times 30 \times 10^{-3}} = \frac{5,243 \times 10^3}{3,14 \times 30} = \frac{5243}{94,2} = 55,7 \text{ m.} \quad (2)$$

Exercice (2) : on veut refroidir l'huile d'une Turbine
à gaz.

l'échangeur utilisé est sous forme de 2 Tubes coaxiaux.

$T_{ef}(\text{eau}) = 30^\circ\text{C}$ $D_i = 25 \text{ mm}$ $T_{sf} = 40,2^\circ\text{C}$
avec un débit massique $\dot{m}_e$ (kg/s)

$T_{ec}(\text{huile}) = 100^\circ\text{C}$ $D_e = 45 \text{ mm.}$ avec un débit $\dot{m}_h$.

Pour l'écoulement du Circuit Intérieur on suppose que :

$$Nu_{Di} = \frac{h_i D_i}{\lambda} = 0,023 Re_D^{4/5} Pr^{0,4}$$

On suppose que e (épaisseur du tube Intérieur) $\ll \ll D$ (diamètre Intérieur
du Tube.

$$h = \frac{1}{\left(\frac{1}{h_i}\right) + \left(\frac{1}{h_e}\right)}$$

h_i : coeff. moyen d'échange thermique du
circuit Intérieur.

h_e : " " du circuit extérieur

h : coeff global d'échange thermique.

$$T_{sc}(\text{huile}) = 60^\circ\text{C.}$$

① Déterminer le débit massique d'eau $\dot{m}_e$ si $\dot{m}_h = 0,1 \text{ kg/s}$.

$$\phi_h = \phi_e = \phi_r = \underbrace{\dot{m}_e c_{pe} (T_{es} - T_{ee})}_{\text{eau}} = \underbrace{\dot{m}_h c_{ph} (T_{eh} - T_{sh})}_{\text{huile}}$$

$$\Rightarrow \dot{m}_e = \frac{\dot{m}_h \cdot c_{ph} (T_{eh} - T_{sh})}{c_{pe} (T_{es} - T_{ee})}$$

$$= \frac{0,1 \times 2131 (100 - 60)}{4178 (40,2 - 30)} = \frac{8524}{4178 \times 10,2} = 0,2 \text{ kg/s} \quad (2)$$

② le flux ~~total~~ Φ :

le flux maximale: le flux $\phi_{\max}$ st: $C_{\min} (T_{ee} - T_{ef})$

$$\phi_{\max} =$$

$$\begin{cases} C_{\text{eau}} = 0,2 \times 4178 = 835,6 \text{ W/}^\circ\text{K} = C_{\max} \\ C_{\text{huile}} = 0,1 \times 2131 = 213,1 \text{ W/}^\circ\text{K} = C_{\min} \end{cases}$$

$$\phi_{\max} = 213,1 (100 - 30) = 14917 \text{ W.} \quad (2)$$

$$\epsilon = \frac{T_{ec} - T_{sc}}{T_{ec} - T_{ef}} = \frac{100 - 60}{100 - 30} = 0,57.$$

$$\Phi = \epsilon \phi_{\max} = 14917 \times 0,57 = 8524 \text{ W} \quad (2)$$