



Series N° : 03
 Module: Heat Transfer II

Exercice N° 01 :

On souhaite refroidir 0.1 kg/s d'une huile de 100°C à 60°C. Pour cela, on utilise 0.2 kg/s d'une eau à 30°C. On envisage d'utiliser un échangeur composé de deux tubes concentriques : le diamètre du tube interne, d_i , est de 25 mm alors que celui du tube externe, d_o est de 45 mm (on pourra négliger l'épaisseur du tube interne ainsi que l'encrassement). Déterminer :

- 1- La puissance thermique échangée entre l'huile et l'eau.
- 2- La température de sortie de l'eau.
- 3- La différence de température logarithmique moyenne entre les deux fluides ΔTLM . Sachant qu'elle s'écoule dans l'espace annulaire et que l'on fonctionne à contre-courant ?
- 4- Quelle est la longueur de tubes nécessaire pour refroidir l'huile.
- 5- Quelle serait cette longueur pour un échangeur à co-courant.

On donne les propriétés des fluides :

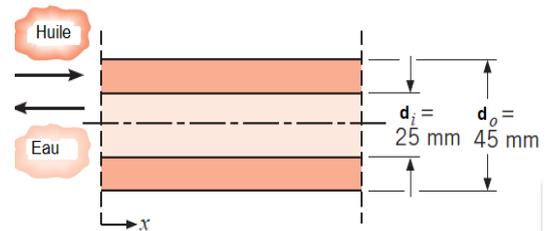
- L'huile : $C_{p_h} = 2131 \text{ J / Kg.K}$, $\mu_h = 3,25 \cdot 10^{-2} \text{ N.s / m}^2$, $\lambda_h = 0,138 \text{ W / mK}$.
- L'eau : $C_{p_e} = 4178 \text{ J / Kg.K}$, $\mu_e = 725 \cdot 10^{-6} \text{ N.s / m}^2$, $\lambda_e = 0,625 \text{ W / mK}$, $P_r = 4,85$.

- Corrélation de Nusselt dans le tube intérieur :

$$N_u = 0,023 R_e^{0,8} P_r^{0,4}$$

- Corrélation de Nusselt dans l'espace annulaire :

$$N_u = 5,56$$



Exercice N° 02 :

Un échangeur de chaleur à courant parallèle est utilisé pour refroidir 4,2 Kg / min d'un liquide chaud à une chaleur spécifique de 3,5 KJ / kgK à une température de 130 °C . L'eau froide à une température de 15 °C , est utilisée comme un fluide de refroidissement avec une chaleur spécifique de 4,18 KJ / kgK s'écoule avec un débit massique de 17 Kg / min . Sachant que cet échangeur donne une efficacité énergétique presque de 64 % , d'un coefficient global de transmission de chaleur à 1100 W / m²K .

Déterminer :

- 1- La température de liquide chaud à la sortie.
- 2- La température de l'eau de refroidissement à la sortie.
- 3- La différence moyenne logarithmique de la température.
- 4- La surface d'échange nécessaire de l'échangeur.

Exercice N° 03 :

Un échangeur de chaleur à contre-courant réchauffe de l'eau de 20°C à 80°C. Celle-ci circule avec un débit massique de 1,2 kg/s. Le chauffage provient d'une source géothermique à un débit de 2 kg/s et à 160°C. Le diamètre de la conduite est de 1,5 cm. Sachant que les chaleurs spécifiques de l'eau et du fluide géothermique à 4,18 et 4,31 KJ / Kg.°C , respectivement, et le coefficient de transmission de chaleur global est de 640 W / m²K.

- 1- Déterminer la température en sortie de l'eau de source géothermique.
- 2- En utilisant la méthode $\varepsilon - NUT$, déterminer la longueur nécessaire de l'échangeur.

☞ Le nombre d'unité de transfert d'un échangeur à contre-courant est donné par la relation suivante :

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

Exercice N° 04 :

Un échangeur de chaleur fonctionne à contre-courant avec une température d'entrée de fluide chaud de $400K$ et une température d'entrée de fluide froid de $300K$. Les fluides chaud et froid à des capacités thermiques sont respectivement égaux $C_c = 100 W / K$ et $C_f = 50 W / K$. La conductance totale de l'échangeur de chaleur est $K_g S = 200 W / K$.

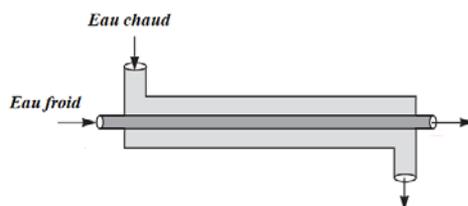
1. Déterminer le flux de transfert de chaleur dans l'échangeur de chaleur, Q .
2. Déterminer la température de sortie du fluide froid, T_{fs} .
3. L'échangeur de chaleur est ré-plombé de sorte que le fluide froid et chaud s'écoulent dans le même sens (c'est-à-dire dans une configuration à écoulement parallèle) et tous les autres aspects du problème restent les mêmes, déterminer la température de sortie du fluide froid, T_{fs} ?

L'efficacité d'un échangeur de chaleur à courant parallèle	L'efficacité d'un échangeur de chaleur à contre courants	Rapport : C_r
$\varepsilon = \frac{1 - \exp[-NUT(1 + C_r)]}{1 + C_r}$	$\varepsilon = \frac{1 - \exp[-NUT(1 - C_r)]}{1 - C_r \exp[-NUT(1 - C_r)]}$	$C_r = C_{\min} / C_{\max}$
Relation de NUT	Relation de NUT	
$NUT = -\frac{\ln[1 - \varepsilon(1 + C_r)]}{1 + C_r}$	$NUT = \frac{1}{C_r - 1} \ln \left(\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon C_r - 1} \right) \quad (C_r < 1)$ $NUT = \frac{\varepsilon}{1 - \varepsilon} \quad (C_r = 1)$	

Exercice N° 05 :

L'eau froide avec un débit-massique de $1495 kg / h$ et à une température de $25^\circ C$ s'écoule à travers un échangeur de chaleur à courant parallèle (voir figure ci-dessous), pour refroidir un débit-massique de $605 kg / h$ d'eau chaude entrant à $70^\circ C$ et sortant à $50^\circ C$.

- 1- Utiliser les méthodes LMTD et NTU, trouver la surface nécessaire de l'échangeur. Sachant que les coefficients de transfert de chaleur des deux côtés (fluide chaud et froid) égale à $1590 W / m^2 K$
- 2- Trouver les températures d'eau chaude et froide à la sortie, si le débit d'eau chaude est doublé. Supposons que le coefficient de transfert de chaleur d'eau chaud est proportionnel à la corrélation: $h_c = 9,4622(\dot{m}_c)^{0,8}$. Pour l'eau la chaleur spécifique égale à $4180 J / kgK$.



Chargé du module : MENECEUR N