

A) Un échangeur eau/eau est doté d'un produit US de 1000 W/°C. Les températures d'entrée des fluides et leurs débits sont donnés dans le tableau suivant :

	Fluide chaud	Fluide froid
Débit (kg/s)	0.1	0.2
Température d'entrée (°C)	90	20

Dans une configuration co-courant, on rappelle que les températures de sortie sont données par :

$$\begin{cases} T_{cs} = T_{ce} - (T_{ce} - T_{fe}) \frac{\dot{m}_f C_{p_f}}{\dot{m}_c C_{p_c} + \dot{m}_f C_{p_f}} \left[1 - e^{-U \left(\frac{1}{\dot{m}_c C_{p_c}} + \frac{1}{\dot{m}_f C_{p_f}} \right) S(x)} \right] \\ T_{fs} = T_{fe} + (T_{ce} - T_{fe}) \frac{\dot{m}_c C_{p_c}}{\dot{m}_c C_{p_c} + \dot{m}_f C_{p_f}} \left[1 - e^{-U \left(\frac{1}{\dot{m}_c C_{p_c}} + \frac{1}{\dot{m}_f C_{p_f}} \right) S(x)} \right] \end{cases}$$

Calculez ces températures puis les puissances échangées par le fluide chaud et le fluide froid, vérifiez leur égalité.

Dans une configuration contre-courant, on rappelle que les températures de sortie sont données par :

$$\begin{cases} T_{cs} = T_{ce} - \frac{(T_{ce} - T_{fe}) \left(1 - e^{-US \left(\frac{1}{\dot{m}_c C_{p_c}} - \frac{1}{\dot{m}_f C_{p_f}} \right)} \right)}{\left(\frac{1}{\dot{m}_c C_{p_c}} - \frac{1}{\dot{m}_f C_{p_f}} \right) e^{-US \left(\frac{1}{\dot{m}_c C_{p_c}} - \frac{1}{\dot{m}_f C_{p_f}} \right)}} \\ T_{fs} = T_{fe} + \frac{(T_{ce} - T_{fe}) \left(1 - e^{-US \left(\frac{1}{\dot{m}_c C_{p_c}} - \frac{1}{\dot{m}_f C_{p_f}} \right)} \right)}{\left(\frac{1}{\dot{m}_c C_{p_c}} - \frac{1}{\dot{m}_f C_{p_f}} \right) e^{-US \left(\frac{1}{\dot{m}_c C_{p_c}} - \frac{1}{\dot{m}_f C_{p_f}} \right)}} \end{cases}$$

Calculez ces températures puis les puissances échangées par le fluide chaud et le fluide froid, vérifiez leur égalité.

A même design (US identique) quelle configuration préconiseriez vous ?

Traduisez cela en terme d'efficacité (calculez-la dans chaque cas).

B) l'échangeur présenté précédemment a subi des modifications visant à son amélioration. Il est testé en laboratoire dans sa configuration contre-courant et dans les mêmes conditions d'entrée (débit, température) que ci-dessus. La mesure de la température de sortie du fluide froid donne 40 °C, Calculez la puissance transmise dans cet échangeur puis calculez la température de sortie chaude. Quelle est la valeur du ΔT_{LM} correspondant ? Calculez enfin la valeur du produit US que l'on obtient dans ce cas. Quelle est alors la valeur de l'efficacité de l'échangeur ?

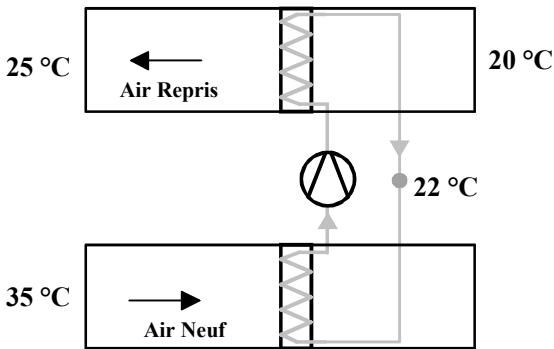
C) Un évaporateur contenant un fluide frigorigène se vaporisant à la température constante de -15°C est traversé par un débit d'eau glycolée ($C_p=3500\text{ J/kg.K}$) de 5 kg/s . La puissance que l'on doit échanger s'élève à 150 kW et la température à l'entrée est de -4°C .

Calculez :

- La température de sortie,
- La valeur du ΔT_{LM} ,
- La valeur de la surface S à mettre en œuvre si $U=1200\text{ W/m}^2.\text{K}$,
- L'efficacité de l'échangeur.

D) Le même débit d'air circule dans deux gaines, l'une d'air neuf, l'autre de reprise. Un système de récupération de chaleur permet de pré-refroidir l'air entrant (neuf) avant son traitement.

En supposant que la capacité calorifique de l'air reste inchangée entre les deux gaines, calculez :

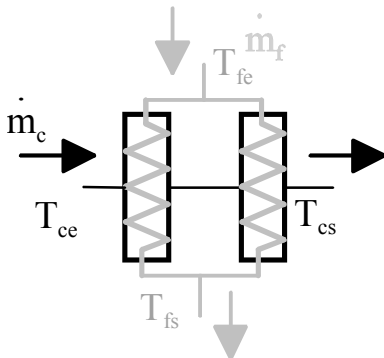


- la température de sortie de l'air neuf.

Les deux échangeurs sont strictement identiques (même produit US) et sont à contre-courant pur. Ils sont parcourus par de l'eau en circulation et dont on connaît une seule température qui est à la fois la sortie de l'un des échangeurs, et l'entrée de l'autre. Calculez :

- L'autre température de la boucle d'eau.
- La puissance échangée sachant que le débit d'eau est de 2 kg/s ,
- La valeur du produit US des échangeurs,
- Le débit d'air ($C_{p_{air}}$ supposé constant et égal à 1000 J/kg),
- L'efficacité des échangeurs.

E) Deux échangeurs en parallèle sur le fluide froid (eau, entrée 5°C , débit 2 kg/s d'eau) sont parcourus par de l'air ($C_p \sim 1000\text{ J/kg}$) avec un débit de 15 kg/s et qui entre à 50°C . Les coefficients d'échange globaux U sont identiques pour les deux échangeurs ($3000\text{ W/m}^2.\text{K}$) mais la surface du premier est de 3 m^2 alors que le second affiche 5 m^2 . Calculez le NUT et l'efficacité de chaque échangeur (tous deux à contre-courant) puis le NUT total et l'efficacité totale. Calculez les deux températures de sortie et la température chaude intermédiaire.



F) On souhaite disposer plusieurs échangeurs à contre-courant en série ceux-ci sont dotés de produit US de 10000 W/K et parcourus d'un côté par de l'air (entrée 50°C et débit 15 kg/s) et de l'autre par de l'eau (entrée 5°C , débit 2 kg/s). Calculez le NUT et l'efficacité de l'échangeur élémentaire. Combien doit-on en mettre en série pour obtenir une efficacité totale d'au moins 80% ? Quelles-sont alors les températures de sortie ?