

Air industriel :  $4 \cdot 10^{-4}$   
Essence :  $2 \cdot 10^{-4}$

(9)

### • Valeurs moyennes des coefficients d'échange

liquide - liquide : 100 à 3000  $W/m^2 \cdot C$

gaz - gaz : 5 à 200 — " —

Changement d'état / liquide : 500 à 10000 — " —

### 1.8 Rapport des capacités thermiques

Connaissant les débits des fluides  $m_1$  et  $m_2$  ainsi que les chaleurs massiques moyennes  $c_{p1}$  et  $c_{p2}$ , on définit les rapports appelés rapports des capacités thermiques :

$$R_1 = \frac{m_1 c_{p1}}{m_2 c_{p2}} ; R_2 = \frac{m_2 c_{p2}}{m_1 c_{p1}} \quad \text{avec } R_2 = \frac{1}{R_1}$$

Parmi ces rapports on choisira souvent celui qui est inférieur à l'unité que l'on notera :

$$R = \min(R_1, R_2) = \frac{(mcp)_{\min}}{(mcp)_{\max}} \leq 1$$

Deux cas particuliers sont à envisager :

- Si  $m_1 c_{p1} = m_2 c_{p2}$ , on obtient la valeur limite supérieure de  $R$ , soit  $R = 1$

- Si l'un des deux fluides change d'état  $(mcp)_{\min} = 0$ , on obtient la valeur limite inférieure

$$R = 0.$$

### 1.9 Efficacité

La puissance maximale qui peut être échangée par les deux fluides s'écrit :

$$Q_{\max} = (mcp)_{\min} (T_{1e} - T_{2e}) = (mcp)_{\min} \Delta T_{\max} (26)$$

$\Delta T_{\max} = T_{1e} - T_{2e}$  correspondant à l'écart maximal

... / ...

de température que puisse subir l'un des deux fluides, la puissance effectivement échangée s'écrivant :

(10)

$$Q = m_1 c_{p1} (T_{1e} - T_{1s}) = m_2 c_{p2} (T_{2s} - T_{2e}) \quad (27)$$

Maintenant, on définit l'efficacité de l'échangeur par :

$$\begin{aligned} \epsilon &= \frac{Q}{Q_{\max}} = \frac{m_1 c_{p1} (T_{1e} - T_{1s})}{(mcp)_{\min} (T_{1e} - T_{2e})} \\ &= \frac{m_2 c_{p2} (T_{2s} - T_{2e})}{(mcp)_{\min} (T_{1e} - T_{2e})} \end{aligned} \quad (28)$$

On peut distinguer trois cas :

$$\left. \begin{array}{l} - \Delta T_1 > \Delta T_2 \\ m_1 c_{p1} < m_2 c_{p2} \end{array} \right\} m_1 c_{p1} = (mcp)_{\min}$$

$$m_1 c_{p1} = (mcp)_{\min} \Rightarrow \epsilon = \epsilon_1 = \frac{T_{1e} - T_{1s}}{T_{1e} - T_{2e}} \quad (29)$$

$\epsilon_1$  est aussi appelée efficacité de refroidissement ;

$$\left. \begin{array}{l} - \Delta T_2 > \Delta T_1 \\ m_2 c_{p2} < m_1 c_{p1} \end{array} \right\} m_2 c_{p2} = (mcp)_{\min}$$

$$m_2 c_{p2} = (mcp)_{\min} \Rightarrow \epsilon = \epsilon_2 = \frac{T_{2s} - T_{2e}}{T_{1e} - T_{2e}} \quad (30)$$

$\epsilon_2$  est aussi appelée efficacité de chauffage ;

$$- m_1 c_{p1} = m_2 c_{p2}$$

$$\epsilon = \epsilon_1 = \epsilon_2 = \frac{\Delta T_1}{\Delta T_{\max}} = \frac{\Delta T_2}{\Delta T_{\max}} \quad (31)$$

On remarque que l'efficacité de l'échangeur

... / ...

est toujours inférieure à 1, la valeur unité ne pouvant être atteinte que pour un échangeur de surface d'échange infinie dans certaines configurations d'écoulement. (11)

$$\epsilon = \max(\epsilon_1, \epsilon_2) \quad (32)$$

$$Q = \epsilon Q_{\max} = (mcp)_{\min} \cdot \Delta T_{\max} \quad (33)$$

1.10 Nombre d'unités de transfert  $N_{ut}$   $\Delta T_{\max} = T_{1e} - T_{2e}$

Le nombre d'unités de transfert  $N_{ut}$  ainsi que le rapport des capacités thermiques  $R$  interviendront dans le calcul de l'efficacité qui sera détaillé plus loin.

$$N_{ut1} = \frac{kA_0}{m_1 c_{p1}} \quad (34)$$

$$N_{ut2} = \frac{kA_0}{m_2 c_{p2}} \quad (35)$$

$$N_{ut} = \max(N_{ut1}, N_{ut2})$$

$$= \frac{kA_0}{(mcp)_{\min}} \quad (36)$$

