1 Le grand dauphin

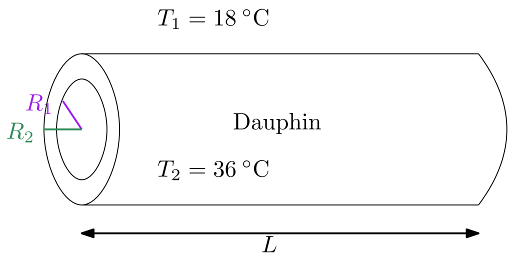

FIGURE 1 – Système étudiée : dauphin

On peut supposer que le dauphin ne se déplace pas, et donc l'entièreté de son apport énergétique est consacré à réguler sa température. D'où, le flux est donc de

$$\varPhi = 150 \times 100 \times 4{,}18 \times 10^3\ \mathrm{J}/24\,\mathrm{h}.$$

Ainsi, après application numérique, on trouve $\varPhi = 7{,}3 \times 10^3$ J/s. Dans l'ARQS, on a donc

$$\varPhi = \mathrm{cte} = j_Q \cdot S = -\lambda_{\mathrm{g}} \frac{\mathrm{d}T}{\mathrm{d}r} \cdot 2\pi r L,$$

d'après la loi de FOURIER. D'où, par intégration, on a donc

$$\varPhi \cdot \int_{R_1}^{R_2} \frac{\mathrm{d}r}{r} = -\lambda_{\mathrm{g}} \cdot 2\pi L \int_{T_1}^{T_2} \mathrm{d}T$$

ce qui donne ainsi

$$\varPhi \cdot \ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right) = -\lambda_{\mathrm{g}} \cdot 2\pi L \cdot (T_2 - T_1).$$

On en déduit que $R_2/R_1 = \exp(\lambda_{\mathrm{g}} \cdot 2\pi L \cdot (T_2 - T_1)/\varPhi)$. Après application numérique, on trouve que $R_2/R_1 \simeq 1{,}1$ avec $T_2 \simeq 18\,°C$. On en déduit que $e = R_2 - R_1 = 2$ cm.

2 Congélateur

1. D'après le théorème de CARNOT, on a

$$e_{\mathrm{Carnot}} = \frac{T_{\mathrm{F}}}{T_{\mathrm{C}} - T_{\mathrm{F}}}.$$

En effet, d'après le premier principe appliqué à la machine thermique « congélateur », on a

$$\Delta U = 0 = W + Q \text{ d'où } W = -Q_{\mathrm{C}} - Q_{\mathrm{F}}.$$

Ainsi, l'efficacité est donc

$$e_{\mathrm{Carnot}} = \frac{Q_{\mathrm{F}}}{W} = \frac{Q_{\mathrm{F}}}{-Q_{\mathrm{C}} - Q_{\mathrm{F}}} = \frac{-1}{\dfrac{Q_{\mathrm{C}}}{Q_{\mathrm{F}}} - 1}.$$

Et, d'après l'inégalité de CLAUSIUS, on a

$$\frac{Q_{\mathrm{C}}}{T_{\mathrm{C}}} + \frac{Q_{\mathrm{F}}}{T_{\mathrm{F}}} \leqslant 0 \text{ d'où } \frac{Q_{\mathrm{C}}}{Q_{\mathrm{F}}} \leqslant -\frac{T_{\mathrm{C}}}{T_{\mathrm{F}}},$$

on en conclut que

$$e \leqslant \frac{1}{\dfrac{T_{\mathrm{C}}}{T_{\mathrm{F}}} - 1}.$$

<u>AN.</u> $e_{\mathrm{Carnot}} = 6{,}7$, d'où $e = 3{,}4$.

2. On sait que $\Delta T = R_{\mathrm{th}} \cdot \varPhi$. On pose $\alpha = 8/60$ (c'est le « ratio de fonctionnement »), et donc $\varPhi = \alpha P e$. On a donc

$$R_{\mathrm{th}} = \frac{\Delta T}{\alpha P e}$$

où $\Delta T = T_{\mathrm{C}} - T_{\mathrm{F}}$.

<u>AN.</u> $R_{\mathrm{th}} = 0{,}53$ K/W.

3. On place, en parallèle, les résistances thermiques de chacune des parois. On suppose l'épaisseur ε identique sur chacune des faces du congélateur. Chaque paroi i a une résistance $R_{\mathrm{th},i} = \varepsilon/\lambda S_i$. Et, ces resistances étant en parallèle, on a donc

$$R_{\mathrm{th,tot}} = \left(\sum_{i=1}^{6} \frac{1}{R_{\mathrm{th},i}}\right)^{-1} = \frac{\Delta T}{\alpha P e}.$$

D'où,

$$R_{\mathrm{tot}} = \frac{\varepsilon}{2\lambda(L \cdot H + H \cdot P + L \cdot P)}.$$

<u>AN.</u> $R_{\mathrm{tot}} = 40$ cm. C'est beaucoup trop !