

1. ✓ La chaudière fournit à la pièce l'énergie $Q_c = e_c \cdot V = 9,96 \cdot 10^3 \cdot 3600 \cdot 10 \cdot 10^{-3} \text{ J} = 358 \text{ kJ}$

✓ La pièce perd une énergie $Q_{perte} = \mathcal{P}_{perte} \cdot \tau_1$

✓ Un bilan thermique pour la pièce donne alors $\tau_1 = \frac{e_c \cdot V}{\mathcal{P}_{perte}} = 119 \text{ s}$

2. ✓ La pompe à chaleur va permettre de prendre de l'énergie à la source extérieure (source froide) pour la transférer à la pièce (source chaude). Le moteur va fournir un travail en fonctionnant entre la chaudière (source chaude) et la pièce (source froide). Ce moteur va fournir à la pompe à chaleur un travail mécanique.

✓ On écrit les équations déduites des bilans énergétiques et entropiques :

$$\begin{array}{l} \times \text{ Moteur} \\ \left\{ \begin{array}{l} W_b + Q_{Cb} + Q_{Fb} = 0 \\ \frac{Q_{Cb}}{T_2} + \frac{Q_{Fb}}{T_1} = 0 \end{array} \right. \end{array} \quad \text{PAC :} \quad \left\{ \begin{array}{l} W_a + Q_{Ca} + Q_{Fa} = 0 \\ \frac{Q_{Ca}}{T_1} + \frac{Q_{Fa}}{T_0} = 0 \end{array} \right.$$

✗ $W_a = -W_b$ car aucune énergie n'est fournie par l'extérieur hormis la combustion du fioul.

✗ Pour la pièce $-Q_{Ca} - Q_{Fb} - Q_{perte} = 0$. Pour la chaudière $+e_c \cdot V - Q_{Cb} = 0$

✓ On peut maintenant résoudre ce système d'équations :

$$Q_{Fb} = -\frac{T_1}{T_2} \cdot Q_{Cb} \text{ donc } W_b = \left(\frac{T_1}{T_2} - 1 \right) \cdot e_c \cdot V$$

$$Q_{Fa} = -\frac{T_0}{T_1} \cdot Q_{Ca} \text{ donc } W_a = \left(\frac{T_0}{T_1} - 1 \right) \cdot Q_{Ca}$$

$$W_a + W_b = 0 \text{ donc } Q_{Ca} = -\frac{\left(\frac{T_1}{T_2} - 1 \right)}{\left(\frac{T_0}{T_1} - 1 \right)} \cdot e_c \cdot V$$

$$\text{Soit } Q_{perte} = \left[-\frac{\left(\frac{T_1}{T_2} - 1 \right)}{\left(\frac{T_0}{T_1} - 1 \right)} + \frac{T_1}{T_2} \right] e_c \cdot V$$

$$\text{Or } Q_{perte} = \mathcal{P}_{perte} \cdot \tau_2 \text{ donc } \tau_2 = \left[-\frac{\left(\frac{T_1}{T_2} - 1 \right)}{\left(\frac{T_0}{T_1} - 1 \right)} + \frac{T_1}{T_2} \right] \frac{e_c \cdot V}{\mathcal{P}_{perte}} = \left[-\frac{\left(\frac{T_1}{T_2} - 1 \right)}{\left(\frac{T_0}{T_1} - 1 \right)} + \frac{T_1}{T_2} \right] \cdot \tau_1 = 3,62 \cdot \tau_1$$

L'efficacité du système ainsi mis en place est donc de 3,61.

Figure a

Figure b

