

3.4 Machines thermiques-Exercice 9

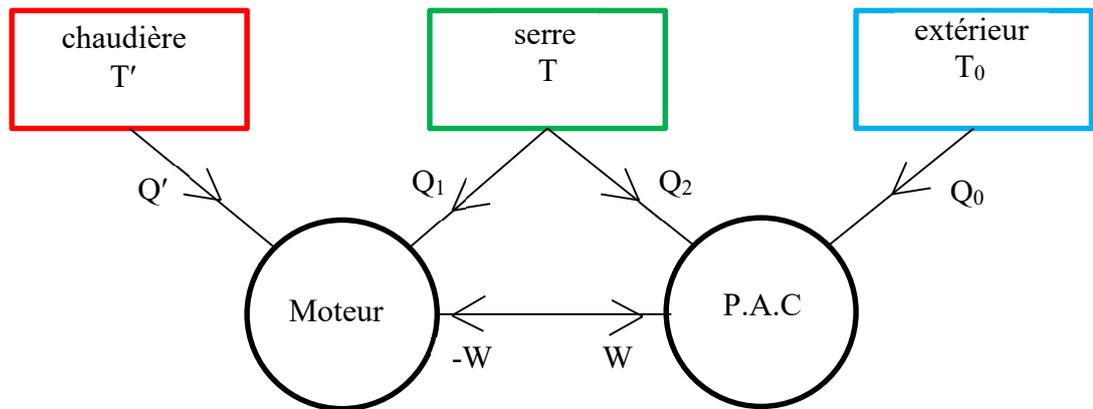
Pour maintenir une serre à une température T constante, on doit lui fournir par jour une quantité de chaleur Q . Au lieu de la chauffer directement avec une chaudière, on choisit de faire fonctionner un moteur entre deux sources : la serre et la chaudière à la température T' . On note Q' le transfert thermique fourni par la chaudière. Une pompe à chaleur reçoit le travail du moteur et fonctionne entre deux sources : l'extérieur à la température T_0 et la serre. On suppose le fonctionnement réversible.

a-Faire un schéma des machines thermiques en précisant les échanges d'énergie.

b-Déterminer toutes les équations vérifiées par le système.

c-Exprimer Q/Q' en fonction des températures. Faire une application numérique en choisissant des valeurs plausibles.

a-



Signes des échanges énergétiques :

- pour le fluide du moteur : $Q' > 0$; $Q_1 < 0$; $-W < 0$
- pour le fluide de la P.A.C : $Q_0 > 0$; $Q_2 < 0$; $W > 0$

b-Premier principe de la thermodynamique :

- pour un cycle du fluide du moteur : $Q' + Q_1 - W = 0$ (1)
- pour un cycle du fluide de la P.A.C : $Q_0 + Q_2 + W = 0$ (2)

Deuxième principe de la thermodynamique :

- pour un cycle (réversible) du fluide du moteur : $\frac{Q'}{T'} + \frac{Q_1}{T} = 0$ (3)
- pour un cycle (réversible) du fluide de la P.A.C : $\frac{Q_0}{T_0} + \frac{Q_2}{T} = 0$ (4)

La chaleur reçue par la serre est : $Q = Q_1 + Q_2$

$$c-(3) \Rightarrow Q_1 = -\frac{TQ'}{T'} \quad (4) \Rightarrow Q_2 = -\frac{TQ_0}{T_0} \quad \text{donc : } Q = -T\left(\frac{Q'}{T'} + \frac{Q_0}{T_0}\right)$$

$$(1) + (2) \Rightarrow Q' + Q + Q_0 = 0 \quad \text{ce qui permet d'éliminer } Q_0. \quad \text{On trouve : } \frac{Q}{Q'} = \frac{T' - T_0}{T_0 - T}$$

$$\text{A.N : } T_0 = 283 \text{ K ; } T = 293 \text{ K ; } T' = 333 \text{ K} \quad \left| \frac{Q}{Q'} \right| = 5$$

On récupère cinq fois la chaleur dépensée.