

Ch.14. TRANSFERTS MACROSCOPIQUES D'ENERGIE.

EXERCICES CORRIGES p : 369 n°32 –p : 370 n°33.

Ch.14. POUR ALLER PLUS LOIN.

p : 369 n°32. Récupérer de l'énergie gratuite dans la nature **Compétences : Mobiliser ses connaissances; faire preuve d'esprit critique.**

L'installation de pompes à chaleur (PAC) pour chauffer des habitations individuelles ou collectives est encouragée par l'ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie). Ce type de machine thermique permet d'exploiter l'énergie thermique de l'air environnant (aérothermie), du sous-sol (géothermie) ou de nappes d'eau souterraines (hydrothermie).

On souhaite chauffer, à l'aide d'une pompe à chaleur aérothermique, une habitation qui, en trois heures, perd 874 J par transfert thermique avec l'extérieur.

Au cours d'un cycle de fonctionnement, la pompe à chaleur est alimentée par le biais d'une prise de courant et reçoit un travail W . L'air extérieur est à la température T_{ext} , la pompe à chaleur y puise une énergie thermique Q_{ext} . L'intérieur de l'habitation, que l'on souhaite maintenir à la température T_{int} , reçoit de la part de la pompe à chaleur un transfert thermique Q_{int} .

1. Pour le système {pompe à chaleur}, établir le bilan énergétique durant un cycle de fonctionnement.
2. Le coefficient de performance (COP) de la pompe à chaleur est défini comme la valeur absolue du rapport de la puissance thermique fournie par la machine et de la puissance électrique nécessaire à son alimentation. Exprimer le coefficient de performance de la pompe à chaleur en fonction des différentes grandeurs apparues dans le bilan énergétique.
3. Quelle énergie électrique consomme une pompe à chaleur dont le coefficient de performance vaut 4 lors du chauffage pendant 3 heures de l'habitation décrite ?
4. Pourquoi l'ADEME encourage-t-elle l'installation de pompes à chaleur ?



1. Durant un cycle de fonctionnement, le système PAC :

- reçoit un travail électrique W qui est compté positivement ;
- reçoit, de la part de l'extérieur, le transfert thermique Q_{ext} qui est compté positivement ;
- fournit, à l'intérieur de l'habitation, un transfert thermique Q_{int} qui est compté négativement.

2. Par définition, et puisque la relation puissance énergie s'écrit $\mathcal{P} = E / \Delta t$, le coefficient de performance de la pompe à chaleur s'exprime par : $\text{COP} = - \frac{Q_{\text{int}} \cdot \Delta t}{\Delta t \cdot W} = - \frac{Q_{\text{int}}}{W}$ qui est bien positif puisque $Q_{\text{int}} < 0$ et $W > 0$.

3. On cherche la valeur de W : $W = \frac{Q_{\text{int}}}{\text{COP}}$ Or, pour chauffer cette habitation et la maintenir à T_{int} , il faut compenser les pertes

thermiques qui ont été évaluées à $Q_{\text{pertes}} = -874 \text{ kJ}$ pour le système habitation pendant 3 heures. Il faut donc que $Q_{\text{int}} = Q_{\text{pertes}}$.

Il vient donc : $W = \frac{Q_{\text{pertes}}}{\text{COP}} = - \frac{-874}{4} \approx 218.5 \text{ kJ}$.

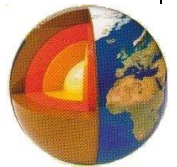
Pour maintenir la température intérieure à T_{int} pendant 3 heures, cette PAC consomme environ $2,2 \times 10^2 \text{ kJ}$.

4. Un COP supérieur à 1 montre que l'on récupère plus d'énergie (ici Q_{int} en valeur absolue) que ce que l'on consomme pour faire fonctionner la machine. Grâce à l'énergie gratuite fournie par l'air extérieur, ce genre de machine permet de réaliser des économies d'énergie.

p : 370 n°33. SVT. Convection in Earth's mantle **Compétences : Extraire des informations.**

Contained fluids heated from below spontaneously organize into convection cells when sufficiently far from conductive equilibrium. [...] At mantle conditions rocks are generally treated as fluids. [...]

Mantle convection is quite different from the usual pot-on-a-stove metaphor. [...] The missing element in laboratory and kitchen experiments, and most computer simulations, is pressure. The mantle is heated from within, cooled from above. [...] All of these effects drive convective motions. Extrait de <http://www.mandeplumes.org/Convection.html>



Donnée : Vocabulaire : stove : cuisinière.

1. Quels sont les différents modes de transfert thermique ?
2. Lequel de ces modes est principalement mis en jeu dans le cas d'une casserole pleine d'eau chauffée et dans celui du manteau terrestre ?
3. Quel phénomène physique est à l'origine du chauffage interne des roches mantelliennes ?
4. Le modèle du fluide chauffé dans une casserole est-il adapté à la description des transferts thermiques dans le manteau terrestre ?

Traduction du texte :

« Des fluides chauffés par le bas du récipient et loin des conditions d'équilibre de la conduction s'organisent en cellules de convection. Dans les conditions du manteau terrestre, les roches sont généralement considérées comme des fluides. La convection mantellique est assez différente de la métaphore habituelle du pot posé sur une cuisinière. Le paramètre manquant dans les expériences de laboratoire et à la cuisine, dans la plupart des simulations informatiques, est la pression. Le manteau est chauffé par l'intérieur, se refroidit par-dessus et latéralement. Tous ces effets sont le moteur des mouvements de convection. »

1. Différents modes de transfert thermique :

Les trois modes de transfert thermique sont la conduction thermique, la convection thermique et le rayonnement.

2. Lequel de ces modes est principalement mis en jeu dans le cas d'une casserole pleine d'eau chauffée et dans celui du manteau terrestre

C'est la convection thermique qui est principalement mise en jeu au sein d'un fluide dans une casserole et au sein du manteau terrestre.

3. Phénomène physique est à l'origine du chauffage interne des roches mantelliennes ?

La décroissance radioactive est responsable du chauffage interne des roches mantelliennes.

4. Le modèle du fluide chauffé dans une casserole est-il adapté à la description des transferts thermiques dans le manteau terrestre :

Le modèle du fluide chauffé dans une casserole est trop simpliste. Si on retrouve bien le gradient de température à l'origine du mouvement de convection, il faut aussi tenir compte de la pression (facteur très important).