

Exercice 3 (D'après bac STL SPCL Métropole Septembre 2014)

Une pompe à chaleur permet de transférer de l'énergie d'un milieu froid à un milieu chaud, alors que le transfert naturel se fait en sens inverse.

Elle peut aussi bien être utilisée pour chauffer un local que pour le climatiser.

Le schéma du principe de fonctionnement d'une pompe à chaleur du lycée est donné dans le document 1.

· De l'eau est prélevée dans la nappe phréatique grâce à une pompe à une température de 14°C . Elle traverse un échangeur thermique dans lequel elle transfère une partie de son énergie au fluide frigorigène de la pompe à chaleur, avant d'être rejetée dans le puits à la température de 9°C .

· Le fluide frigorigène circule en circuit fermé et subit des transformations en traversant quatre sous-ensembles : l'évaporateur, le compresseur, le condenseur et le détendeur.

Le compresseur consomme une puissance électrique $P_E = 192 \text{ kW}$.

· La puissance P_{TH} transférée thermiquement par la pompe à chaleur au circuit de chauffage vaut 580 kW .

Pour caractériser les performances d'une pompe à chaleur, le constructeur donne la valeur de son Coefficient de Performance (COP) qui est le rapport de la puissance transférée thermiquement par la pompe sur la puissance électrique consommée par le compresseur.

1. Valeur théorique du COP

Calculer la valeur du COP d'une pompe à chaleur du lycée.

Dans le calcul du COP n'est pas prise en compte la puissance fournie par l'eau de la nappe phréatique au fluide frigorigène, ce qui n'est pas le cas dans le calcul du rendement.

2. Valeur théorique du rendement

Le rendement de la pompe à chaleur correspond au rapport de la puissance transférée thermiquement par la pompe sur la puissance totale absorbée par la pompe.

On rappelle que l'énergie Q échangée lors d'un transfert thermique par un corps pur de masse m , de capacité thermique massique c_m , dont la température passe d'une valeur θ_1 à une température θ_2 s'exprime par :

$$Q = m \cdot c_m \cdot |\theta_2 - \theta_1| \text{ avec } Q \text{ en joules, } m \text{ en kg et } c_m \text{ en } \text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1}.$$

Données complémentaires :

· débit de l'eau puisée dans la nappe phréatique : $D = 100 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$

· masse volumique de l'eau : $\rho = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

· capacité thermique massique de l'eau : $c_m = 4180 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1}$

a. Calculer l'énergie Q_1 échangée par l'eau puisée dans la nappe phréatique avec le fluide frigorigène en une heure.

b. En déduire la puissance P_1 échangée par l'eau avec le fluide frigorigène.

c. Montrer que le rendement d'une pompe à chaleur du lycée est de $0,75$

Document 1 : schéma de principe de fonctionnement d'une pompe à chaleur du lycée

