

Pompe à chaleur et climatiseur --- correction

EX1)

Après remplissage d'une piscine de volume $V = 560 \text{ m}^3$ avec une eau initialement prise à une température de 17°C , on souhaite augmenter la température de l'eau de piscine jusqu'à 28°C . On considérera que le transfert thermique depuis la PAC sert intégralement à chauffer l'eau de la piscine sans déperdition.

Rappel :

Energie transférée par chauffage lorsque la température d'un liquide passe d'une température θ_i à une valeur θ_f : $E = m \times C_{\text{eau}} \times (\theta_f - \theta_i)$

m : masse de l'eau

$$C_{\text{eau}} = 4,18 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1} = 4,18 \text{ J.g}^{-1}.\text{°C}^{-1}$$

$$1 \text{ m}^3 = 10^3 \text{ L}$$

La masse de 1 L d'eau est de 1 kg ($=10^3 \text{ g}$)

Si m est en kg, E est en kJ ; si m est en g, E est en J

(a) Energie à apporter à l'eau de la piscine pour la chauffer de 17 à 28 °C

La piscine contient 560 m^3 d'eau soit 560.10^3 L d'eau ; la masse d'eau à chauffer est donc de 560.10^3 kg

$$E = m \times C_{\text{eau}} \times (\theta_f - \theta_i) = 560.10^3 \times 4,18 \times (28 - 17) = \mathbf{2,6.10^7 \text{ kJ}} = \mathbf{2,6.10^{10} \text{ J}}$$

(b) Valeur de l'énergie transférée par l'air extérieur

L'eau a consommé une énergie de $2,6.10^{10} \text{ J}$ pour chauffer ; Cette énergie a été apportée par de l'énergie électrique facturée de $8,0.10^9 \text{ J}$ et par de l'énergie thermique récupérée par la PAC dans le milieu extérieur de : $2,6.10^{10} - 8,0.10^9 = \mathbf{1,8.10^{10} \text{ J}}$

(c) Coefficient de performance COP de la PAC

La PAC consomme une énergie électrique de $8,0.10^9 \text{ J}$ et produit une énergie thermique de $2,6.10^{10} \text{ J}$; son COP est :

$$\text{COP} = \frac{\text{énergie thermique produite}}{\text{énergie électrique consommée}} = \frac{E_{\text{thermique produite}}}{E_{\text{électrique consommée}}} = \frac{2,6.10^{10}}{8,0.10^9} = \mathbf{3,25}$$

(d) Réduction de la facture :

Avec la PAC, l'énergie électrique consommée est de $8,0.10^9 \text{ J}$; sans la PAC, il aurait fallu consommer une énergie électrique de $2,6.10^{10} \text{ J}$.

L'économie réalisée est de $2,6.10^{10} - 8,0.10^9 = 1,8.10^{10} \text{ J}$

$$\text{Soit } \frac{1,8.10^{10}}{2,6.10^{10}} \times 100 = \mathbf{69\% \text{ d'économie}}$$

EX2)

(a) Consommation énergétique pour les deux PAC

$$\text{COP} = \frac{\text{énergie thermique produite}}{\text{énergie électrique consommée}} = \frac{E_{\text{thermique produite}}}{E_{\text{électrique consommée}}} \rightarrow E_{\text{électrique consommée}} = \frac{E_{\text{thermique produite}}}{\text{COP}}$$

Les deux PACs doivent fournir une énergie thermique de 18 900 kW.h (énergie thermique fournie par la chaudière au gaz qu'elles doivent remplacer). Elles doivent consommer une énergie électrique :

- Pour la PAC aérothermique de COP 2,5 : $E_{\text{électrique consommée}} = \frac{E_{\text{thermique produite}}}{\text{COP}} = \frac{18900}{2,5} = \mathbf{7560 \text{ kW.h}}$

- Pour la PAC géothermique de COP 5 : $E_{\text{électrique consommée}} = \frac{E_{\text{thermique produite}}}{\text{COP}} = \frac{18900}{5} = \mathbf{3780 \text{ kW.h}}$

(b) Prix de la consommation énergétique pour les 2 PAC (0,11 euro pour le prix d'1 kW.h)

- Pour la PAC aérothermique de COP 2,5 : $7560 \times 0,11 = \mathbf{831,6 \text{ euros}}$

Soit une baisse de : $\frac{1032 - 831,6}{1032} \times 100 = \mathbf{19,4 \%}$ par rapport au gaz

- Pour la PAC géothermique de COP 5 : $3780 \times 0,11 = \mathbf{415,8 \text{ euros}}$

Soit une baisse de : $\frac{1032 - 415,8}{1032} \times 100 = \mathbf{59,7 \%}$ par rapport au gaz