

## Le chauffe-eau solaire --- correction

**EX1)** Dans un capteur solaire, le fluide caloporteur du circuit primaire avec un débit constant de **20 L/h**. Une sonde de température mesure la température du fluide à l'entrée du capteur (**15°C**), et à la sortie (**40°C**).

**(a) Données :**

Capacité calorifique massique du fluide caloporteur **C = 4100 J.kg<sup>-1</sup>.°C<sup>-1</sup>**

1 L de fluide caloporteur a une masse de **1,02 kg**

Quantité de chaleur absorbée par l'eau circulant dans le capteur pendant **une heure**.

Pendant 1 heure, il circule 20 L de fluide caloporteur

Masse du fluide

$$m_{\text{fluide}} = 20 \times 1,02 = \mathbf{20,4 \text{ kg}}$$

Quantité de chaleur absorbée par le fluide :

$$Q = m \times C \times \Delta\theta = 20,4 \times 4100 \times (40 - 15)$$

$$Q = 2091000 \text{ J} = \mathbf{2 \text{ 091 kJ}} = \mathbf{0,58 \text{ kW.h}} \quad (\mathbf{1 \text{ W.h}} = \mathbf{3600 \text{ J}} = \mathbf{3,6 \text{ kJ}} \quad ; \quad \mathbf{1 \text{ kW.h}} = \mathbf{3,6 \cdot 10^3 \text{ kJ}})$$

**(b)** Une énergie thermique de 0,58 kW.h a été absorbée pendant 1 h

Puissance thermique reçue par le liquide caloporteur et reçue par l'eau du réservoir de stockage

$$E_{\text{thermique}} = P_{\text{thermique}} \times t \rightarrow P_{\text{thermique}} = \frac{E_{\text{thermique}}}{t} = \frac{0,58}{1} = \mathbf{0,58 \text{ kW}}$$

**(c)** Le capteur solaire de surface **2 m<sup>2</sup>**, reçoit une puissance solaire estimée à **800 W.m<sup>-2</sup>**.

Énergie solaire reçue par les 2 m<sup>2</sup> de capteur :

$$E_{\text{solaire}} = 2 \times 800 = 1600 \text{ W}$$

Rendement du capteur :

$$\text{rendement} = \frac{E_{\text{thermique absorbée par le l'eau}}}{E_{\text{solaire reçue par les capteurs}}} = \frac{580}{1600} = 0,36 = \mathbf{36 \%}$$

**EX2)** Le capteur d'un chauffe-eau solaire reçoit par jour une énergie rayonnée de **16,8 MJ/m<sup>2</sup>**. Son rendement est de **50%**.

On désire déterminer la surface du capteur permettant de chauffer quotidiennement l'eau d'un chauffe-eau de **200 L**.

**(a)** Quantité de chaleur qu'il faut fournir à 200 L d'eau pour la faire passer de 20°C à 60°C

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

La masse de 200 L d'eau est de 200 kg

$$Q = m \times C \times \Delta\theta = 200 \times 4,18 \times (60 - 20) = 33440 \text{ kJ} = 3,3.10^4 \text{ kJ} = \mathbf{3,3.10^7 \text{ J}}$$

**(b)** Energie solaire que doit recevoir le capteur solaire de rendement 50%.

Si le rendement est de 50%, l'énergie solaire reçue par le capteur doit être 2 fois plus grande que l'énergie thermique absorbée par l'eau

$$E_{\text{thermique}} = \mathbf{6,6.10^7 \text{ J}}$$

**(c)** 1 m<sup>2</sup> de capteur peut recevoir une énergie solaire de 16,8 MJ = 16,8.10<sup>6</sup> J

Surface de capteur à prévoir :

$$\text{Surface}_{\text{capteur}} = \frac{6,6.10^7}{16,8.10^6} = \mathbf{4 \text{ m}^2 \text{ de capteur}}$$

**EX3)** Par ciel bleu et clair, le rayonnement solaire disponible peut atteindre **1000 W/m<sup>2</sup>**

**(a)** Chauffe-eau solaire rectangulaire de dimensions **1,50 m x 1,60 m**

Surface des panneaux :  $S = 1,50 \times 1,6 = 2,4 \text{ m}^2$

Puissance solaire reçue par les panneaux:  $P_{\text{solaire}} = 1000 \times 2,4 = 2,4 \cdot 10^3 \text{ W} = 2,4 \text{ kW}$

**(b)** Le rendement du chauffe-eau est de **30%**.

Puissance thermique du chauffe-eau :

$$\text{rendement} = \frac{P_{\text{thermique}}}{P_{\text{solaire}}} \rightarrow P_{\text{thermique}} = r \times P_{\text{solaire}} = 0,3 \times 2400 = 720 \text{ W}$$

**(c)** Energie disponible au bout de 2 heures de fonctionnement

$$E = P \times t = 720 \times 2 = 1440 \text{ W.h} = 5\,184\,000 \text{ J} \quad (1 \text{ W.h} = 3600 \text{ J})$$

**(d)** Le débit du fluide caloporteur dans le capteur est de **20L/h**. On considère que le fluide caloporteur est de l'eau.

Volume de fluide circule dans le panneau durant 2 heures

$$V = 20 \times 2 = 40 \text{ L}$$

Masse de fluide correspondante.

On considère que le fluide est de l'eau ; la masse de 40 L d'eau est de **40 kg**

Elévation de température du fluide au bout de ces 2 heures

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

$$Q = m \times C \times \Delta\theta \rightarrow \Delta\theta = \frac{Q}{m \times C} = \frac{5184}{40 \times 4,18} = 31 \text{ °C}$$

**EX4)** On chauffe une cuve de chauffe-eau de **100 litres**. On souhaite que l'eau chaude sorte à une température de **55°C** du chauffe-eau, alors qu'elle y entre à **5°C**.

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

**(a)** Quantité de chaleur à apporter pour chauffer cette eau

On désire chauffer 100 L d'eau soit une masse de 100 kg

$$Q = m \times C \times \Delta\theta = 100 \times 4,18 \times 50 = \mathbf{20\ 900 \text{ kJ}}$$

**b.** Energie solaire que doit recevoir les capteurs

On estime le rendement à 40%

$$\text{rendement} = \frac{E_{\text{thermique absorbée par le l'eau}}}{E_{\text{solaire reçue par les capteurs}}} \rightarrow E_{\text{solaire reçue par les capteurs}} = \frac{E_{\text{thermique absorbée par le l'eau}}}{r}$$

$$E_{\text{solaire}} = \frac{20900}{0,4} = \mathbf{52\ 250 \text{ kJ}}$$

**(c)** Puissance reçue par les capteurs :

On dispose de 5 m<sup>2</sup> de panneaux solaires, et on estime un rayonnement de 1000 W/m<sup>2</sup>

$$P_{\text{solaire}} = 5 \times 1000 = \mathbf{5000 \text{ W}}$$

Durée d'éclairement pour chauffer cette eau

$$E = P \times t \rightarrow t = \frac{E}{P} = \frac{52250000}{5000} = \mathbf{10\ 450 \text{ s} = 2 \text{ heures et } 54 \text{ min } 10 \text{ s}}$$