

Fiche 3

Le chauffe-eau solaire

DOC1 : Le chauffe-eau solaire

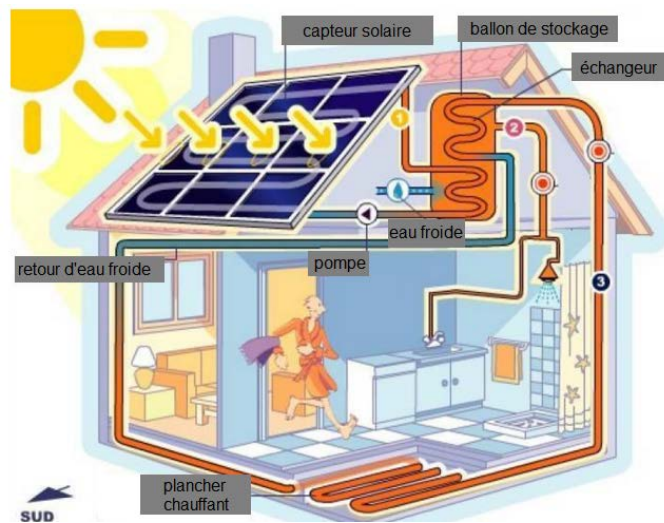
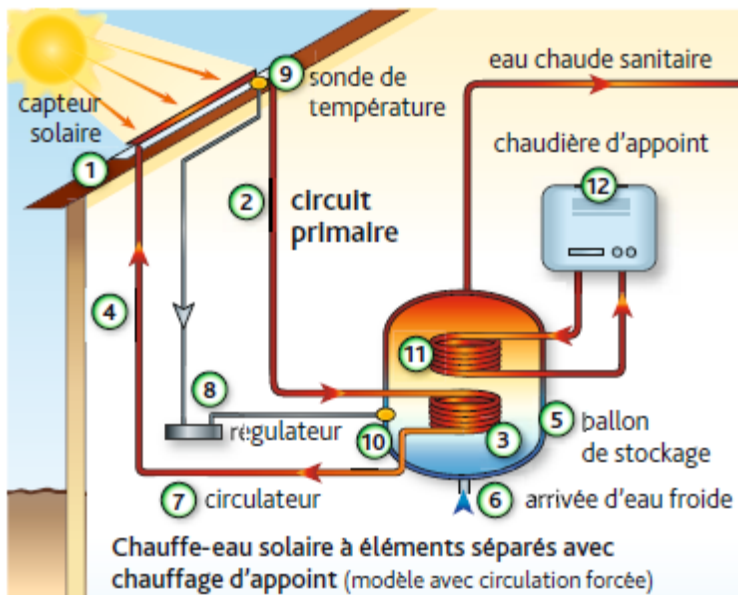


Schéma d'un chauffe-eau solaire (ADEME)

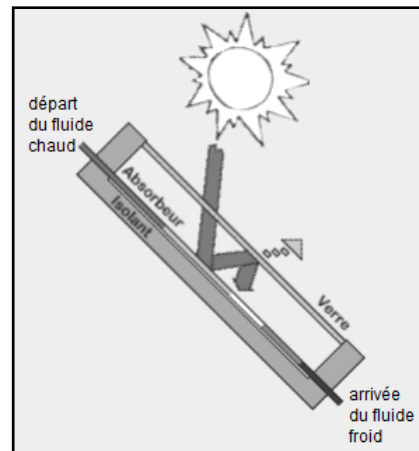
► Un chauffe-eau solaire se compose d'un **capteur solaire thermique (1)**

Le rayonnement solaire traverse la vitre. Dans le caisson du panneau solaire, une surface absorbante capte l'infrarouge du rayonnement. Elle est traitée pour en réémettre le moins possible. Le rayonnement infrarouge est piégé par la vitre. Entre la plaque absorbante et l'isolation arrière du panneau, un circuit d'eau collecte la chaleur. Cette chaleur est ensuite acheminée du capteur au chauffe-eau par un circuit d'eau glycolée (pour éviter le gel en cas de grand froid sans soleil).

► Dans le **circuit primaire (2)** circule un liquide caloporteur (généralement de l'eau avec un antigel). Ce liquide s'échauffe lorsqu'il passe dans les tubes du capteur solaire et se dirige vers le **ballon de stockage (5)** de l'eau sanitaire. Le liquide caloporteur cède sa chaleur à l'eau sanitaire par l'intermédiaire d'un **échangeur thermique (3)**.

► Une fois refroidi, le liquide caloporteur repart vers le capteur solaire où il sera à nouveau chauffé. Une **pompe électrique (7)** met en mouvement le liquide caloporteur lorsque la température de celui-ci est supérieure à celle de l'eau sanitaire du ballon.

► L'énergie solaire ne peut assurer la production d'eau chaude quelle que soit la saison. C'est pourquoi le ballon de stockage est également équipé d'un dispositif de **chauffage d'appoint (ensemble 11 et 12)**



DOC2 : Calorimétrie ou mesure des quantités de chaleur

► La quantité Q de chaleur transférée (en J), lorsque la température d'un solide ou liquide varie d'une valeur initiale θ_i à une valeur θ_f , est donnée par la relation :

$$Q = m \times C \times (\theta_f - \theta_i)$$

m : masse en kg (ou en g)

C : capacité calorifique massique en $\text{J.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$ (ou en $\text{J.g}^{-1}.\text{°C}^{-1}$)

θ : température en $^{\circ}\text{C}$

Applications

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. Calculer la quantité de chaleur absorbée par l'eau circulant dans le capteur pendant **une heure**. Exprimer le résultat en kJ puis en kW.h

Données :

Capacité calorifique massique du fluide caloporteur **$C = 4100 \text{ J.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$**

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

b. En déduire la puissance thermique reçue par le liquide caloporteur et reçue par l'eau du réservoir de stockage

c. Le capteur solaire de surface **2 m²**, reçoit une puissance solaire estimée à **800 W.m²**. Calculer le rendement du capteur solaire.

EX2) Le capteur d'un chauffe-eau solaire reçoit par jour une énergie rayonnée de **16,8 MJ/m²**. 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. Calculer la quantité de chaleur qu'il faut fournir à **200 L** d'eau pour la faire passer de **20°C** à **60°C** (**$C_{\text{eau}} = 4,18 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$**)

b. Calculer l'énergie que doit recevoir le capteur solaire de rendement 50%.

c. Calculer la surface que doit avoir le capteur solaire

EX3) Par ciel bleu et clair, le rayonnement solaire disponible peut atteindre **1000 W/m²**

a. Déterminer la puissance que reçoit un chauffe-eau solaire rectangulaire de dimensions **1,50 m x 1,60 m**

b. Le rendement du chauffe-eau est de **30%**. Montrer que la puissance thermique du chauffe-eau est de **720 W**.

c. Quelle énergie est disponible au bout de **2 heures** de fonctionnement ? Exprimer cette énergie en joule.

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

- Quel volume de fluide circule dans le panneau durant **2 heures** ?

- en déduire la masse de fluide correspondante.

- Déterminer l'élévation de température du fluide au bout de ces 2 heures.

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**.

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

On dispose de **5 m²** de **panneaux solaires**. On estime le rendement à **40%** et on estime un rayonnement de **1000 W/m²**

a. Quelle quantité de chaleur doit-on apporter pour chauffer cette eau ?

b. Quelle durée d'éclairement faut-il pour chauffer cette eau ?

Pour illustrer la consommation énergétique du climatiseur, vous partirez d'un exemple concret :

Vous considérez que les conditions climatiques de la région permettent à une installation bien orientée de couvrir 70 % des besoins en eau chaude en moyenne sur l'année, les 30% restants étant assurés par une résistance électrique d'appoint intégrée dans l'appareil.

Vous calculez, la quantité d'énergie nécessaire pour chauffer quotidiennement la totalité d'un ballon de 300 L. Vous en déduisez l'énergie nécessaire annuellement au chauffage de l'eau chaude.

Vous en déduisez

- *la dépense annuelle correspondant, si cette énergie est apportée par le chauffe-eau électrique.*
- *la dépense annuelle correspondant, si cette énergie est apportée par le CESI.*

Vous montrerez que le CESI commence à être rentable au bout de 6 ans, si on tient compte du montant d'un crédit d'impôt (dans le cadre de l'installation d'un CESI, dans une résidence principale le crédit d'impôt est de 30% des dépenses, hors main-d'œuvre)

Masse volumique de l'eau : 1 kg/L

Température de l'eau froide 12°C, température de l'eau chaude 60°C

Chaleur massique de l'eau : 4,18 kJ.kg⁻¹.°C⁻¹

Tarif électricité en heures creuses : 0,11 € TTC/kW.h

Devis d'installation d'un chauffe-eau électrique 300 L à accumulation :

Matériel 650 € ; main d'œuvre 250 €

Devis d'installation d'un CESI (ballon 300 L + 5 m² de capteurs) :

Matériel 3600 € ; main d'œuvre 1200 €