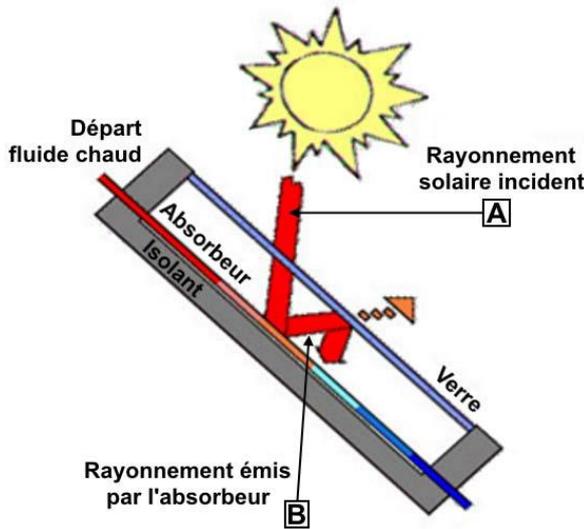


Figure 1



Fonctionnement :

[...] des tuyauteries de couleur sombre (absorbeur), intégrées dans des panneaux emprisonnant l'énergie grâce à un vitrage et une isolation adaptés, transmettent à l'eau (circuit direct) ou au liquide caloporteur (circuit à échangeur) qu'elles contiennent la chaleur absorbée. Le vitrage laisse pénétrer la lumière solaire et minimise les pertes par rayonnement infrarouge de l'absorbeur en utilisant l'effet de serre tout en limitant les pertes de chaleur avec l'air ambiant. Le capteur solaire est d'autant plus performant que le revêtement de l'absorbeur aura un coefficient d'absorption élevé et un coefficient d'émission faible. Les matériaux qui présentent ces

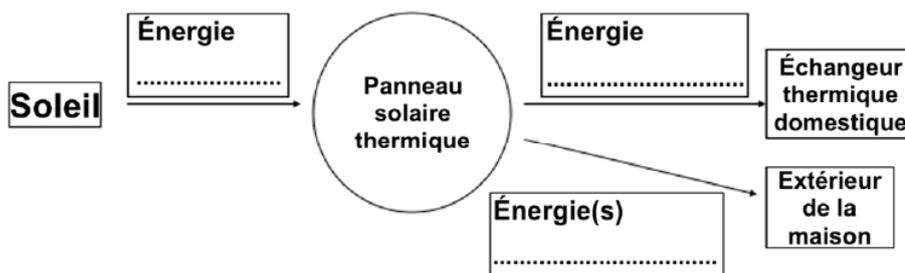
caractéristiques sont dits « sélectifs ». Les performances du capteur sont encore améliorées en isolant la face arrière du module. [...] Un ballon d'eau chaude accumule et préserve cette eau chaude puis la restitue à la demande. Une pompe/ circulateur et un système de vannes assurent la régulation de l'installation et l'optimisation de la production de chaleur selon l'ensoleillement. On s'intéresse dans cette partie à la production d'eau chaude par un panneau solaire thermique. Description du panneau thermique : Simplement décrit, un panneau solaire thermique est une boîte noire mate isolée, coiffée d'une vitre. À l'intérieur se trouve un serpentin de même couleur à travers lequel circule un fluide caloporteur avec un débit modulable. Le rayonnement solaire absorbé par le panneau chauffe le liquide caloporteur.

- 1) À l'aide de l'Annexe A expliquer pourquoi le corps du panneau est noir mat.
- 2) Justifier la nécessité de la vitre transparente. Préciser la nature du rayonnement piégé par l'absorbeur.
- 3) Quel est l'intérêt d'un circuit en serpentin pour le fluide caloporteur?

Fonctionnement du panneau thermique

Dans les conditions d'étude, la puissance solaire surfacique P_s reçue au niveau du sol est de $P_s = 800 \text{ W/m}^2$

- 4) Compléter le schéma suivant



- 5) Dans une première approche théorique, on suppose que le fond noir du panneau absorbe toute la puissance solaire reçue au niveau du sol, puis qu'il la restitue. Que vaut alors la valeur de cette puissance surfacique en watt/m^2 ,

notée P_{fond} ?

- 6) En supposant que le fond rayonne en respectant la loi de Stefan, calculer la température théorique, du fond du panneau, en kelvins, notée T puis en degrés

Celsius notée θ .

$$\text{Loi de Stéphan : } T = \left(\frac{P_s}{5,67 \times 10^{-8}} \right)^{0,25}$$

P_s : puissance surfacique en W/m^2

T : température en Kelvin (K)

On rappelle que $T(\text{K}) = \theta(^{\circ}\text{C}) + 273$

Ex 2

Un four-grill de puissance $P = 1500\text{W}$ (en fonctionnement grill) permet de cuire un poulet en 1h.30 minutes.

- 1) Rappeler la relation qui permet de calculer l'énergie E consommée par un appareil à partir de sa puissance P et de la durée d'utilisation t , en indiquant les unités du système international à utiliser.
- 2) Déterminer l'énergie électrique E_e nécessaire pour la cuisson de ce poulet, dans l'unité internationale puis en kWh.
- 3) Hors abonnement, le prix TTC du kWh d'électricité est voisin de 0,13 euro. Quel est le coût de l'énergie électrique pour la cuisson du poulet ?

Ex 3

Un chauffe-eau électrique à un volume $V = 150\text{L}$.

- 1) que signifie que la capacité thermique massique de l'eau vaut $c(\text{eau}) = 4,2 \times 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$?
- 2) A quel type d'énergie correspond l'énergie utile E_u et l'énergie consommée E_c par le chauffe-eau électrique ?
- 3) Donner la définition du rendement du chauffe-eau électrique
- 4) Calculer la variation d'énergie interne $\Delta U = Q$ de l'eau lorsqu'elle est chauffé de la température $t_1 = 10^{\circ}\text{C}$ à $t_2 = 40^{\circ}\text{C}$.
- 5) Sachant que le rendement $r = 0,8$, calculer en joule puis en kWh l'énergie électrique E_e nécessaire pour chauffer l'eau du chauffe-eau (plein !).

Données : masse volumique de l'eau : $1,0 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1}$

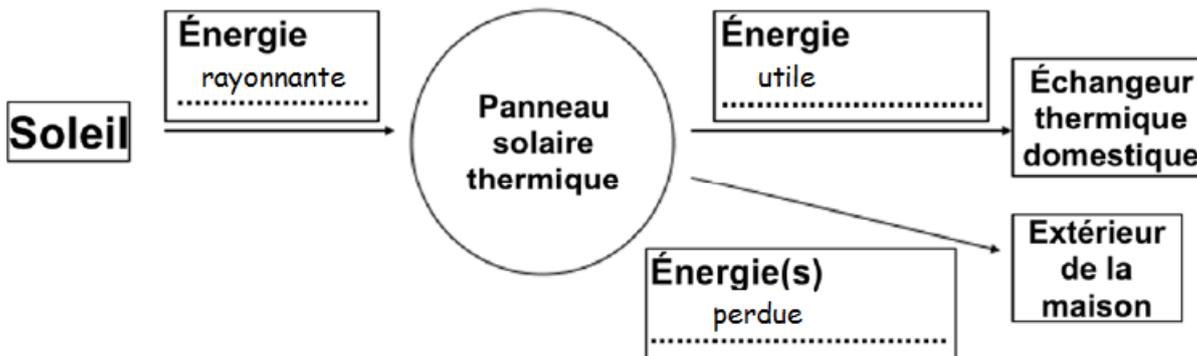
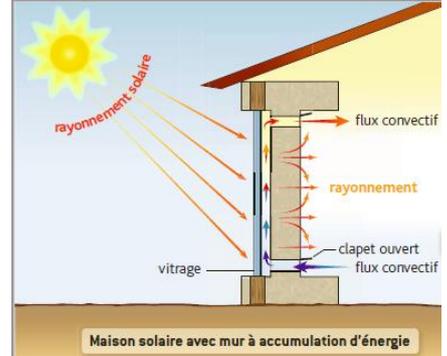
Ex 4

- 1) La température d'un mur de briques pleines exposé au soleil passe de $t_1 = 14^{\circ}\text{C}$ à $t_2 = 35^{\circ}\text{C}$.
 - a. Sous quelle forme le mur emmagasine-t-il de l'énergie ?
 - b. La masse du mur étant de $m = 13\,000 \text{ kg}$, calculer sa variation d'énergie interne ($\Delta U = Q$).
 - 2) La nuit la température du mur passe de $t_1 = 35^{\circ}\text{C}$ à $t_2 = 12^{\circ}\text{C}$ en $\Delta t = 12$ heures.
 - a. Calculer l'énergie Q cédée par le mur. (Réaliser/1)
 - b. Calculer la puissance moyenne P transférée.
- Données : $c_{\text{brique}} = 840 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1}$
- 3) Rappeler les définitions des 3 modes de transferts de chaleur. Donner pour chacun des modes un exemple d'appareil produisant ce type de chaleur.

Correction

ex 1

- 1) le corps est mat de manière à absorber un max de rayonnement solaire.
- 2) Le vitrage laisse pénétrer la lumière solaire et minimise les pertes par rayonnement infrarouge de l'absorbeur en utilisant l'effet de serre tout en limitant les pertes de chaleur avec l'air ambiant.
- 3) Plus la longueur est importante plus la quantité de chaleur captée par le fluide est importante.
- 4)



5) $P_{\text{fond}} = P_S = 800 \text{ W/m}^2$

6)

$$T = \left(\frac{P_S}{5,67 \times 10^{-8}} \right)^{0,25}$$

$$T = \left(\frac{800}{5,67 \times 10^{-8}} \right)^{0,25} = 345 \text{ K}$$

$$T(\text{K}) = \theta(^{\circ}\text{C}) + 273$$

$$\theta(^{\circ}\text{C}) = T - 273 = 345 - 273 = 72^{\circ}\text{C}$$

Ex 2 :

1) $E = P \times t$

2) $E = P \cdot t = 1500 \text{ W} \cdot (3600 + 1800) \text{ s} = 8,1 \times 10^6 \text{ J}$

$$E = 1,5 \text{ kW} \cdot 1,5 \text{ h} = 2,25 \text{ kWh}$$

3) Comme le prix TTC du kWh d'électricité est voisin de 0,13 euro, il suffit de faire un produit en croix ou une multiplication : $1 \text{ kWh} \leftrightarrow 0,13 \text{ euro}$

$$2,25 \text{ kWh} \leftrightarrow \text{Prix}$$

$$\text{Prix} = 2,25 \times 0,13 / 1 = 0,29 \text{ euro}$$

Ex 3

1) il faut une énergie de $4,2 \times 10^3 \text{ J}$ pour élever de 1°C une masse $m = 1 \text{ kg}$ d'eau.

2) L'énergie utile est l'énergie thermique Q , l'énergie consommée E_c est l'énergie électrique.

3) le rendement est le rapport de l'énergie utile sur l'énergie consommée $r = E_u / E_c = Q / E_e$

$$4) \Delta U = Q = m \cdot c(\text{eau}) \cdot (t_2 - t_1) = 150 \times 4,2 \times 10^3 \times (40 - 10) = 1,9 \times 10^7 \text{ J}$$

$$5) E_e = Q / r = 1,9 \times 10^7 / 0,8 = 2,4 \times 10^7 \text{ J}$$

$$E_e = 2,4 \times 10^7 / 3,6 \times 10^6 = 6,7 \text{ kWh}$$

ex 4

1. a. Le mur emmagasine l'énergie sous forme d'énergie interne.

b. La variation d'énergie interne du mur est : $\Delta U = Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta$; $\Delta U = 141 \text{ MJ}$.

2. a. L'énergie cédée par le mur $\Delta U' = Q' = m \cdot c \cdot \Delta\theta'$; $\Delta U' = 128 \text{ MJ}$.

b. $P = 1.28 \times 10^8 / (12 \times 3\,600) = 2,96 \text{ kW}$.