

Exercice 3 (D'après bac STL Biotechnologie Martinique Juin 2013)

Votre oncle navigue sur les côtes corses tout au long de l'année, y compris en fin d'hiver. Son embarcation ne dispose pas d'électricité utilisable, en dehors des appareils de navigation et d'éclairage. Il souhaiterait disposer d'eau chaude à une température voisine de 40 °C, idéale pour se doucher. Il envisage donc d'installer un chauffe-eau solaire.

Vos objectifs :

- Choisir le matériel constituant le chauffe-eau solaire.
- Dimensionner le ballon d'eau chaude en fonction des souhaits de votre oncle et des contraintes imposées par le bateau.

Vous vous appuyerez sur les documents de l'annexe A

A.1 Principe de la production d'eau chaude à l'aide d'un panneau solaire thermique

A.1.1 À l'aide du document (A1), répondre aux questions suivantes :

- a. Citer la fonction principale de l'absorbeur.
- b. Quel est le rôle du vitrage situé à l'extrémité du panneau ? À quel phénomène naturel cela fait-il penser ?
- c. Pourquoi ajoute-t-on du glycol dans l'eau du fluide caloporteur ?

A.1.2 En vous appuyant sur le document (A2), indiquer quel mode de transfert d'énergie intervient :

- entre le soleil et l'absorbeur ;
- entre le fluide caloporteur et l'eau chaude sanitaire ;
- au sein du ballon d'eau chaude.

A.1.3 Compléter le document réponse DR1, présentant la chaîne énergétique du panneau solaire thermique, en précisant les types d'énergie mis en jeu.

A.2 Choix du matériel

A.2.1 Votre oncle souhaite disposer d'eau chaude à une température voisine de 40 °C. Il existe trois grandes familles de capteurs. D'après le document (A3), justifier quels sont les deux capteurs à privilégier.

A.2.2 À l'aide du document (A4), dégager les inconvénients des deux types de chauffe-eau comparés.

A.2.3 Sachant que cette embarcation ne dispose pas d'électricité pour cet usage, quel chauffe-eau solaire doit-il choisir ?

A.2.4 Au moment du montage du chauffe-eau choisi sur le bateau, quelle est la contrainte technique à prendre en compte ?

A.3 Dimensionnement de la taille du chauffe-eau

Pour réaliser cette étape, vous trouvez sur internet un logiciel qui met à disposition les données sur l'ensoleillement de n'importe quel lieu d'Afrique ou d'Europe. Le document (A5) correspond à celles des côtes corses, où votre oncle a prévu de naviguer.

La nécessité d'eau chaude se fait surtout ressentir en hiver où les conditions de vie sur le bateau sont les plus difficiles. Vous choisissez donc de dimensionner le chauffe-eau à partir des informations sur le mois de février.

A.3.1 Selon le document (A5), quelle inclinaison du panneau par rapport aux rayons du soleil offre une exposition aux rayonnements optimale pour le mois de février ?

A.3.2 En vous appuyant sur les unités indiquées sous le tableau, préciser à quoi correspond la valeur « 3440 » associée à la grandeur H_{opt} ?

A.3.3 Au mois de février, dans les conditions optimales H_{opt} définies précédemment, un panneau solaire d'un mètre carré est capable de fournir une énergie $Q = 1,03 \times 10^3$ Wh par jour. En utilisant le document (A5), calculer le rendement d'un tel panneau.

On donne :

$$Q = m_1 \cdot C_{\text{eau}} \cdot \Delta\theta$$

Où Q : énergie thermique emmagasinée par l'eau contenue dans le ballon (en J)

C_{eau} : capacité thermique massique de l'eau (en $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$)

$\Delta\theta$: variation de température de l'eau suite à l'échange thermique (en $^\circ\text{C}$)

$C_{\text{eau}} = 4,18 \times 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$; $1 \text{ Wh} = 3,60 \times 10^3 \text{ J}$

Masse volumique de l'eau $\rho_{\text{eau}} = 1,00 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

A.3.4 Votre oncle souhaite élever la température de l'eau du ballon de $\Delta\theta = 30,0 \text{ }^\circ\text{C}$ dans les conditions envisagées ci-dessus.

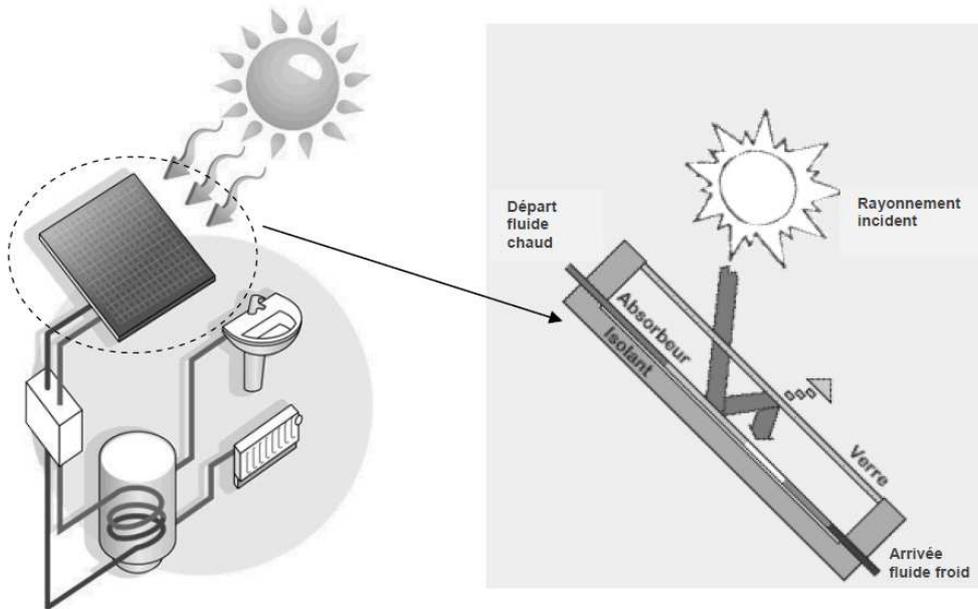
a. Déterminer la valeur de l'énergie Q en joules.

b. Déterminer la valeur de la masse m_1 d'eau pouvant être chauffée par un panneau d'un mètre carré.

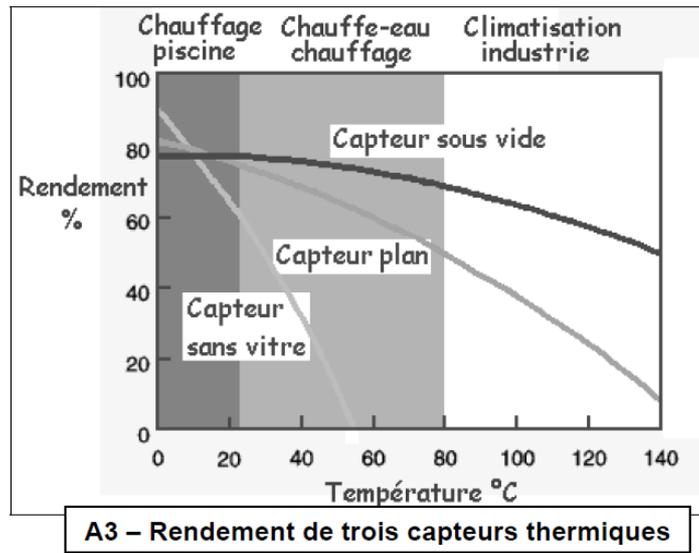
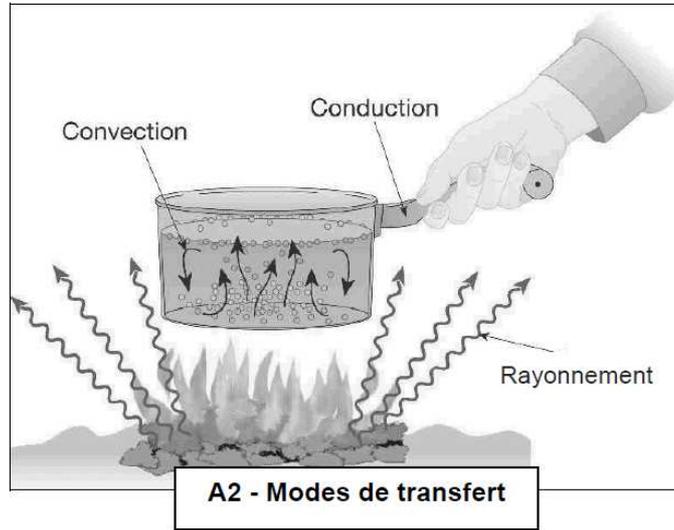
c. Calculer le volume maximum du ballon d'eau chaude, sachant que seuls quatre panneaux d'un mètre carré peuvent être installés sur le pont. Exprimer le résultat en m^3 puis en L.

ANNEXE A - Installation d'un chauffe-eau solaire

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).



A1 - Principe d'un chauffe-eau solaire



Voilà un comparatif des deux systèmes de chauffe-eau solaires :

Prix du chauffe-eau solaire : AVANTAGE THERMOSIPHON

Le chauffe-eau solaire en thermosiphon fonctionnant tout seul sans pompe ni régulateur, il est le moins cher des deux systèmes.

Installation du chauffe-eau solaire : AVANTAGE THERMOSIPHON

L'installation d'un chauffe-eau solaire en thermosiphon est plus simple qu'un chauffe-eau solaire en circulation forcée (pas de régulateurs, ni de pompe, ni de vase d'expansion à poser) et nécessite donc moins de main d'œuvre et aucune source d'électricité.

Durée de vie du chauffe-eau solaire : AVANTAGE THERMOSIPHON

Le régulateur et la pompe d'un système à circulation forcée sont les premières causes de panne. Sans ces éléments "fragiles", le chauffe-eau solaire à thermosiphon simplifie grandement la maintenance et améliore nettement la durée de vie du système solaire.

Flexibilité d'installation : AVANTAGE CIRCULATION FORCÉE

C'est le gros point fort du chauffe-eau solaire en circulation forcée par rapport au chauffe-eau solaire en thermosiphon, le ballon solaire pouvant se positionner (presque) partout, particulièrement en-dessous des capteurs (contrairement au chauffe-eau solaire en thermosiphon pour lequel le ballon doit être placé en hauteur par rapport au capteur).

Rendement : AVANTAGE CIRCULATION FORCÉE

Léger avantage du chauffe-eau solaire en circulation forcée, surtout dans les zones à faible ensoleillement.

Esthétique : ÉGALITE

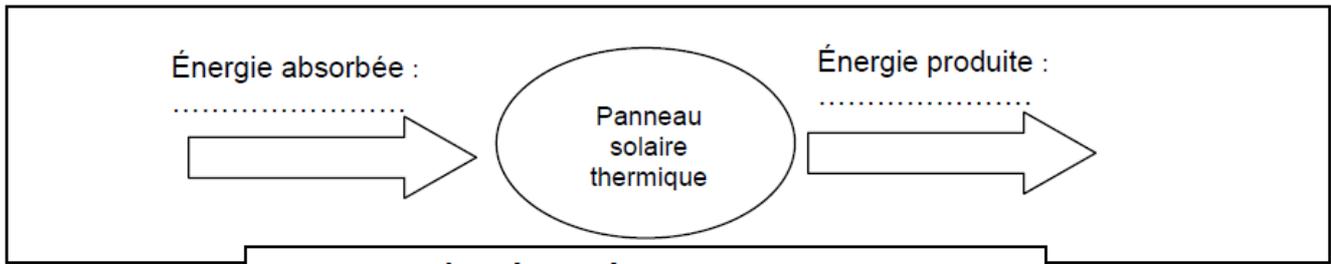
Considérant que le ballon du thermosiphon sera installé dans les combles et sachant que les fixations des capteurs sont les mêmes, il n'y a pas d'avantage en terme d'esthétique entre ces deux systèmes.

A4 - Comparaison de deux chauffe-eaux solaires

Month	H_h	H_{opt}	$H(90)$	I_{opt}	T_{24h}
Jan	1710	2840	2850	63	9.6
Feb	2400	3440	3050	55	9.7
Mar	3690	4610	3440	43	11.3
Apr	4960	5400	3180	28	13.4
May	6000	5870	2770	15	17.5
Jun	6900	6430	2610	8	21.3
Jul	6910	6610	2800	12	23.8
Aug	6040	6380	3370	24	24.2
Sep	4660	5670	3910	39	20.9
Oct	3120	4390	3730	52	18.0
Nov	2000	3250	3190	61	13.7
Dec	1540	2690	2800	65	10.8
Year	4170	4800	3140	35	16.2

H_h : Irradiation on horizontal plane ($Wh/m^2/day$)
 H_{opt} : Irradiation on optimally inclined plane ($Wh/m^2/day$)
 $H(90)$: Irradiation on plane at angle: 90deg. ($Wh/m^2/day$)
 I_{opt} : Optimal inclination (deg.)
 T_{24h} : 24 hour average of temperature ($^{\circ}C$)

A5 – Extrait de données sur l'ensoleillement des côtes corses



DR1 – Chaîne énergétique du capteur solaire