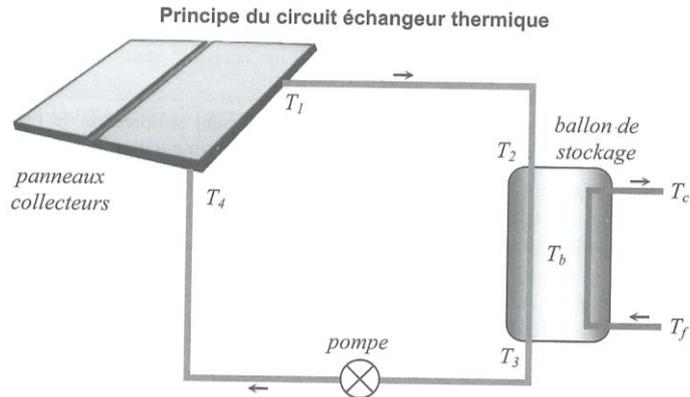


## Etude d'un chauffe-eau solaire

Une méthode économique et écologique pour chauffer de l'eau domestique consiste à utiliser des panneaux solaires. Le rayonnement solaire est capté par un fluide caloporteur antigel qui le transfère à son tour à l'eau sanitaire grâce à un échangeur thermique.



Les panneaux collecteurs ont une surface  $S = 6 \text{ m}^2$  et sont inclinés pour recevoir le rayonnement solaire en incidence normale. Le fluide caloporteur contient un puissant antigel et peut être assimilé à de l'eau. La circulation est imposée par une pompe qui maintient un débit massique constant  $D_m = 180 \text{ kg.h}^{-1}$  en période de chauffe. On mesure les températures suivantes à différents endroits de l'installation :

$T_1$	$T_2$	$T_3$	$T_4$	$T_f$	$T_c$
$75^\circ\text{C}$	$73^\circ\text{C}$	$65^\circ\text{C}$	$63^\circ\text{C}$	$15^\circ\text{C}$	$65^\circ\text{C}$

On rappelle la capacité thermique massique de l'eau  $c = 4,18 \cdot 10^3 \text{ J.K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$  et sa masse volumique  $\rho = 1,0 \cdot 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$ .

1) Déterminer la puissance thermique transmise au fluide caloporteur dans les panneaux collecteurs. Définir et évaluer le rendement de la conversion d'énergie solaire en énergie thermique sachant que le flux surfacique solaire vaut environ  $600 \text{ W.m}^{-2}$ .

Le ballon de stockage contient  $V = 200 \text{ L}$  d'eau à la température initiale  $T_i = 35^\circ\text{C}$ . On appelle  $T(t)$  la température de l'eau dans le ballon, supposée uniforme. Pendant la phase de chauffe, la température  $T_3$  du fluide caloporteur en sortie du ballon vaut  $T(t)$ . On suppose que la température du fluide à l'entrée reste constante, égale à  $T_2 = 73^\circ\text{C}$ . Le ballon est parfaitement calorifugé.

2) A l'aide d'un bilan thermique, établir l'équation différentielle vérifiée par  $T(t)$ . On fera apparaître un temps caractéristique  $\tau$  que l'on calculera.

3) Evaluer le temps au bout duquel la température dans le ballon atteint  $T_b = 65^\circ\text{C}$ .

Une fois que la température  $T_b$  est atteinte dans le ballon, la pompe s'arrête et ne se remet en route que pour maintenir cette température constante. On prélève alors de l'eau chaude sanitaire à la température  $T_c = T_b$  avec le débit massique  $D_{m,eau}$  en la remplaçant par de l'eau froide à la température  $T_f = 15^\circ\text{C}$ .

4) Déterminer le débit massique maximal possible d'eau chaude sanitaire pour que celle-ci garde la même température  $T_b$ .

5) Evaluer les pertes thermiques dans les canalisations de raccordement du fluide caloporteur. Commenter.

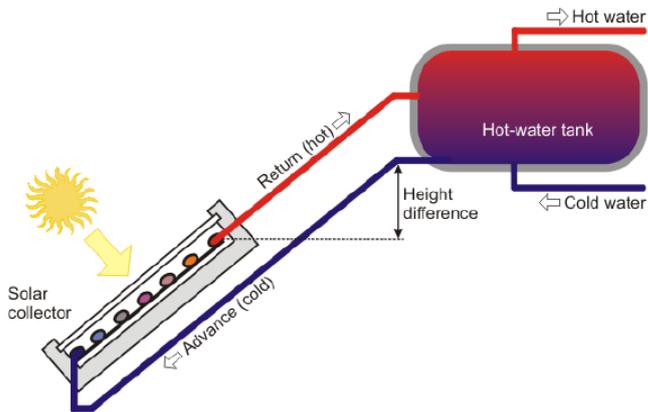
6) Le circuit caloporteur est toujours muni d'une soupape de sécurité. Quel est son rôle ?

Certains dispositifs ne comportent pas de pompe et utilisent simplement le principe du *thermosiphon* : l'eau chaude, moins dense que l'eau froide, monte naturellement.

7) Comment faudrait-il modifier le système pour chauffer le ballon sans l'aide d'une pompe ? Quels sont alors les paramètres qui vont imposer le débit du fluide caloporteur ? Commenter les avantages associés à cette méthode.

## Le cahier des charges des fluides caloporteurs

- Un fluide caloporteur doit être stable jusqu'au niveau de température maximal pendant la stagnation dans le capteur.
- Un fluide caloporteur doit répondre aux conditions de protection antigel si l'installation fonctionne sous des conditions météorologiques incluant le gel.
- Un fluide caloporteur doit protéger le circuit de la corrosion.
- Un fluide caloporteur doit répondre à des normes de chaleur spécifique et de conductivité thermique élevée, permettant le transport efficace de la chaleur du capteur.
- Un fluide caloporteur doit être non toxique et avoir un faible impact sur l'environnement.
- Un fluide caloporteur doit avoir la plus faible viscosité possible pour faciliter la tâche de la pompe de circulation.



Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>- système peu coûteux</li> <li>- fonctionnement du système autonome</li> <li>- risque de panne très faible du fait de l'absence de régulation, de sonde et de besoin d'électricité</li> <li>- système le plus avantageux dans le cas d'un site isolé en électricité</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- obligation de positionner les capteurs plus bas que le ballon de stockage</li> <li>- distance entre les capteurs et le ballon très faible</li> <li>- peu de fabricants proposent ce système</li> </ul>

Très bien adapté aux régions de climats chauds

