


Innovation technologique, Ingénierie et développement durable		1° STI2D
	Comment décrire un système ?	SÉANCE 4
	Chauffe-eau solaire individuel	Activité 3
Nom :	Prénom :	Date :

**Durée :** 1 H 30

**Objectifs :** O1 O2

**Compétences visées :** CO1.1 CO2.2

**Connaissance visée :** 1.1.2 Communication technique  
1.5.3 Utilisation raisonnée des ressources  
2.3.3 Conversion de puissance

**Matériel nécessaire :** Poste informatique équipé d'internet, dossier ressources



**Objectifs de l'activité :** À partir de documents ressources et des ressources sur internet, l'élève doit capable de vérifier la capacité énergétique et l'efficacité énergétique d'une installation de chauffage d'eau sanitaire par énergie solaire.

## 1) Présentation

Une famille souhaite investir dans la construction de leur nouvelle habitation principale.

Conscients des enjeux liés au développement durable, elle souhaite que son habitat soit respectueux de l'environnement et soit le plus économe possible en énergie.

Son projet d'habitat, situé en bordure d'une route très fréquentée, est organisé sur deux niveaux (RDC + étage). Les futurs propriétaires ont exprimé à l'architecte leur souhait de ne pas avoir d'ouverture en front de rue dans le séjour. Pour satisfaire à cette demande, l'architecte confie à un bureau d'étude technique la conception d'une nouvelle solution d'éclairage naturel du séjour pour maintenir le niveau de confort visuel.

L'agencement intérieur de la maison est organisé de la manière suivante :

- Une cuisine, une entrée, une chambre et un séjour au rez-de-chaussée ;
- Deux chambres, une salle de bain, un WC et un palier à l'étage.

La couverture de la maison est composée d'une toiture terrasse végétalisée et d'une couverture en ardoise.

## 2) Chauffe-eau solaire individuel

Les futurs propriétaires de la maison individuelle, située près de LYON (69), sont soucieux des problèmes environnementaux et économiques actuels. Ils décident d'équiper leur logement d'un chauffe-eau solaire individuel (CESI).

La conception et l'installation d'un CESI doit répondre aux besoins et aux contraintes suivantes :

- Chauffer l'eau sanitaire en utilisant au maximum l'énergie solaire ;
- Garantir un investissement durable (*économique et environnemental*) ;
- Minimiser les pertes thermiques du ballon de stockage ;
- Optimiser les échanges énergétiques et la durée de vie du CESI.

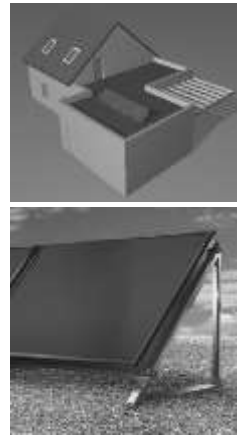
### Présentation du système

Le CESI de type électro-solaire à circulation forcée (de référence EC-300-2-CHA) est fabriquée par la Société Applications Thermiques Européennes (SATE), filiale du groupe Atlantic implantée à Fontaine (Territoire de Belfort).



Il comprend :

- Deux capteurs solaires « Solar Plan 230 H » avec châssis et système de fixation incliné à 45 ;
- Un réservoir de stockage de 300 l en acier émaillé équipé d'un échangeur solaire et d'un appoint intégré électrique ;
- Une pompe de circulation du fluide caloporteur (eau glycolée) constituant avec les capteurs, l'échangeur solaire et les accessoires hydrauliques et de sécurité, le circuit primaire du procédé. Ce circuit permet le transfert du fluide chauffé dans les capteurs solaires vers l'échangeur solaire du réservoir de stockage ;
- Un système de régulation gérant les fonctions chauffage de l'eau chaude sanitaire par l'énergie solaire et par l'appoint.



**Q1 :** À partir du « schéma d'installation » fourni document DT 1, renseignez les « blocks » du diagramme d'exigences représenté sur le document DR 1, avec les noms des composants de l'installation.

**Voir DR 1**

**Q2 :** Sur le schéma fluide DR 2, repérez ces différents composants de l'installation.

- Repassez en vert le circuit de fluide caloporteur (eau glycolée)
- Repassez en rouge le circuit d'eau chaude sanitaire
- Repassez en bleu le circuit d'eau froide sanitaire

**Q3 :** Citez les deux composants assurant un transfert thermique au sein de ce système (exemple : résistance électrique d'appoint permettant le transfert de l'énergie électrique en énergie calorifique).

**- échangeur :** fluide caloporteur → eau sanitaire

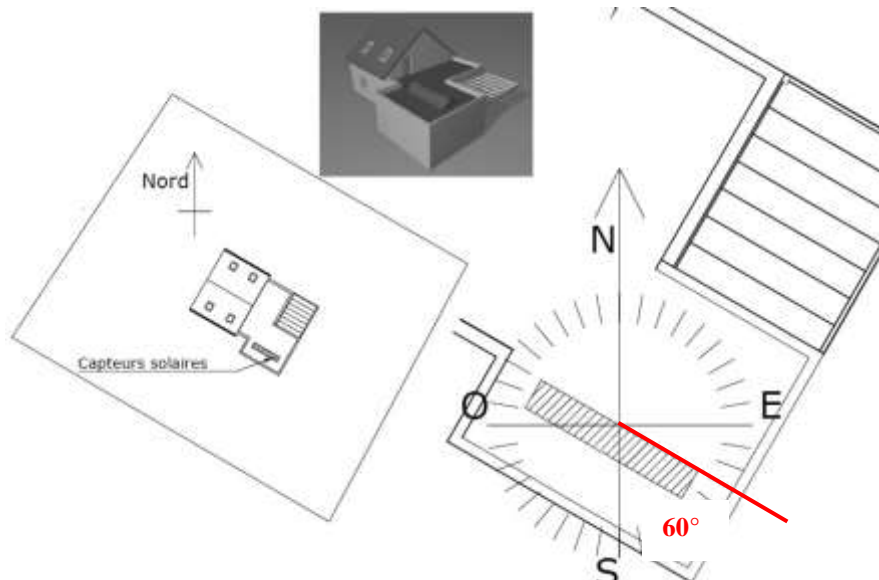
**- panneau solaire :** rayon solaire → fluide caloporteur

L'énergie solaire disponible pour le panneau est fonction de l'énergie solaire reçue, de facteurs de correction, de l'inclinaison du toit et de son orientation par rapport au sud. Elle est obtenue avec la relation :

$$E_s = \frac{1}{2} \cdot E \cdot f_i \cdot f_0 \cdot f_c$$

$E$  : énergie solaire reçue en France par m<sup>2</sup> en fonction de la localisation de l'installation (en kWh.m<sup>-2</sup>.j).  
 $f_c$  : facteur de correction du fluide caloporteur  $f_c = 0,9$ .  
Les coefficients  $f_i$ ,  $f_0$  sont à trouver dans le document technique DT 1.

L'orientation de l'installation du panneau solaire est donnée sur la figure ci-dessous.



**Q4 :** À l'aide du document technique DT 1, relevez la valeur  $E$  énergie solaire reçue pour cette construction.

$E : 3,9$

**Q5 :** À l'aide du document technique DT 1, relevez les valeurs des coefficients  $f_i, f_o$ .

$f_i : 0,99$

$f_o : 0,77$

**Q6 :** Calculez l'énergie solaire  $E_s$  générée par un  $m^2$  d'un capteur solaire de cette construction.

$$E_s = \frac{1}{2} \cdot E \cdot f_i \cdot f_o \cdot f_c = \frac{1}{2} \cdot 3,9 \cdot 0,99 \cdot 0,77 \cdot 0,9 = 1,337 \text{ kWh} \cdot \text{j/m}^2$$

**Q7 :** À l'aide du document technique DT 1, calculez la surface totale  $S_{totale}$  d'absorption des capteurs solaires de cette construction.

$$2 \text{ Capteurs solaires de } 2 \text{ m}^2 \quad S_{totale} = 2 \cdot 2 = 4 \text{ m}^2$$

**Q8 :** Calculez l'énergie solaire totale  $E_{s \text{ totale}}$  générée par les capteurs solaires de cette construction.

$$E_{s \text{ totale}} = 1,337 \cdot 4 = 5,35 \text{ kWh} \cdot \text{j}$$

**Q9 :** Argumentez le choix de l'orientation des capteurs solaires du CESI fait par l'architecte.

**Les capteurs solaires ont été implantés dans l'alignement de l'architecture de la maison**

**Q10 :** Proposez des améliorations afin d'optimiser la puissance de l'installation.

**Afin d'augmenter la puissance solaire, on peut :**

- Prendre un coefficient  $f_i = 1$  : inclinaison du toit d'environ  $40^\circ$
- Prendre un coefficient  $f_o = 1$  : orientation des capteurs vers le Sud
- Mettre plus de capteurs solaires

Le CESI étudié est destiné aux besoins d'une famille de 4 personnes habitant près de LYON. La consommation estimée pour cette famille est de **125 litres** d'eau chaude sanitaire **par jour**. La consigne de température est fixée à  **$60^\circ \text{C}$** .

La quantité de chaleur  $Q$  à fournir en  $J$  pour chauffer de l'eau est obtenue avec la relation :

$$Q = m \cdot C \cdot \Delta t$$

- $C$  : chaleur massique de l'eau =  $4185 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
- $\Delta t$  : écart de température en  $^\circ \text{Celsius}$
- $Q$  : quantité de chaleur en joule ( $J$ )
- $m$  : masse de l'eau

**Q11 :** Calculez l'énergie thermique  $Q$  à fournir pour atteindre la température désirée.

$$Q = m \cdot C \cdot \Delta t = 125 \cdot 4185 \cdot (60 - 15) = 23\,540\,625 \text{ J}$$

**Q12 :** Donnez cette valeur en kWh.

$$1 \text{ Wh} = 3\,600 \text{ J} \quad Q = \frac{23\,540\,625}{3\,600} = 6\,539 \text{ Wh} = 6,539 \text{ kWh}$$

**15 : température eau sortie robinet (à faire mesurer par l'élève)**

**Q13 :** Calculez l'énergie thermique  $Q_{mois}$  à fournir pour un mois de 30 jours.

$$Q_{mois} = Q \cdot 30 = 6,539 \cdot 30 = 196 \text{ kWh par mois}$$

Les calculs précédents ont permis de remplir partiellement le tableau des besoins énergétiques fourni sur document DR 3.

**Q14 :** Complétez sur le tableau DR 3 les valeurs du « *Taux de Couverture Solaire* » et « *Énergie d'appoint nécessaire* » manquantes.

**Q15 :** Commentez les résultats obtenus dans ce tableau.

- **Les besoins des mois d'avril à septembre sont entièrement couverts par l'installation grâce à l'ensoleillement de ces périodes printanières et estivales**
- **L'installation couvre 73% des besoins annuels, d'où une économie non négligeable**
- **Moyenne Énergie solaire fournie :  $\frac{2\,331}{12} = 194 \text{ kWh par mois}$  proche de la valeur trouvée à la question 13**

**Q16 :** En vous aidant du document DT 2 représentant le retour sur investissement du CESI à appoint électrique, commentez la rentabilité du CESI étudié.

- **Le CESI électrique sera plus rentable que le chauffe-eau électrique avant 5 années**
- **Le CESI électrique sera plus rentable que le chauffe-eau à gaz après plus de 15 années**
- **Le CESI électrique restera moins rentable que le CESI gaz**

**Q17 :** À l'aide des graphiques présentés dans le document DT 3, spécifiez quelle est la phase de vie la plus impactante selon les critères « Émissions de CO<sub>2</sub> équivalentes » et « Énergie primaire non renouvelable ».

**La phase d'utilisation est la plus impactante selon ces 2 critères**

**Q18 :** Au vue de l'ensemble de cette étude, dégagez les avantages et inconvénients du CESI étudié d'un point de vue économique et environnemental.

**Le CESI électrique est plus rentable que les CE traditionnels, mais moins que le CESI gaz.**

**Son impact est moindre selon les émissions de CO<sub>2</sub> et reste convenable selon la consommation d'énergie primaire (malgré sa 3<sup>ème</sup> position).**

**Il figure donc parmi les alternatives convenables pour répondre aux besoins d'eau chaude sanitaire dans le contexte actuel.**