

TP – BILAN ÉNERGÉTIQUE D'UN CHAUFFE-EAU SOLAIRE

Terminale STI2D – Spécialité EE | Durée : 3 h

Nom : Prénom :

Problématique

Comment évaluer les performances énergétiques d'un chauffe-eau solaire à partir de mesures expérimentales ?

Objectifs

- Découvrir le fonctionnement d'un chauffe-eau solaire.
- Identifier les principaux éléments et les grandeurs mesurées.
- Calculer la puissance solaire reçue et la puissance thermique récupérée.
- Déterminer le rendement du capteur solaire.
- Estimer l'énergie stockée dans le ballon.
- Réaliser un bilan énergétique.

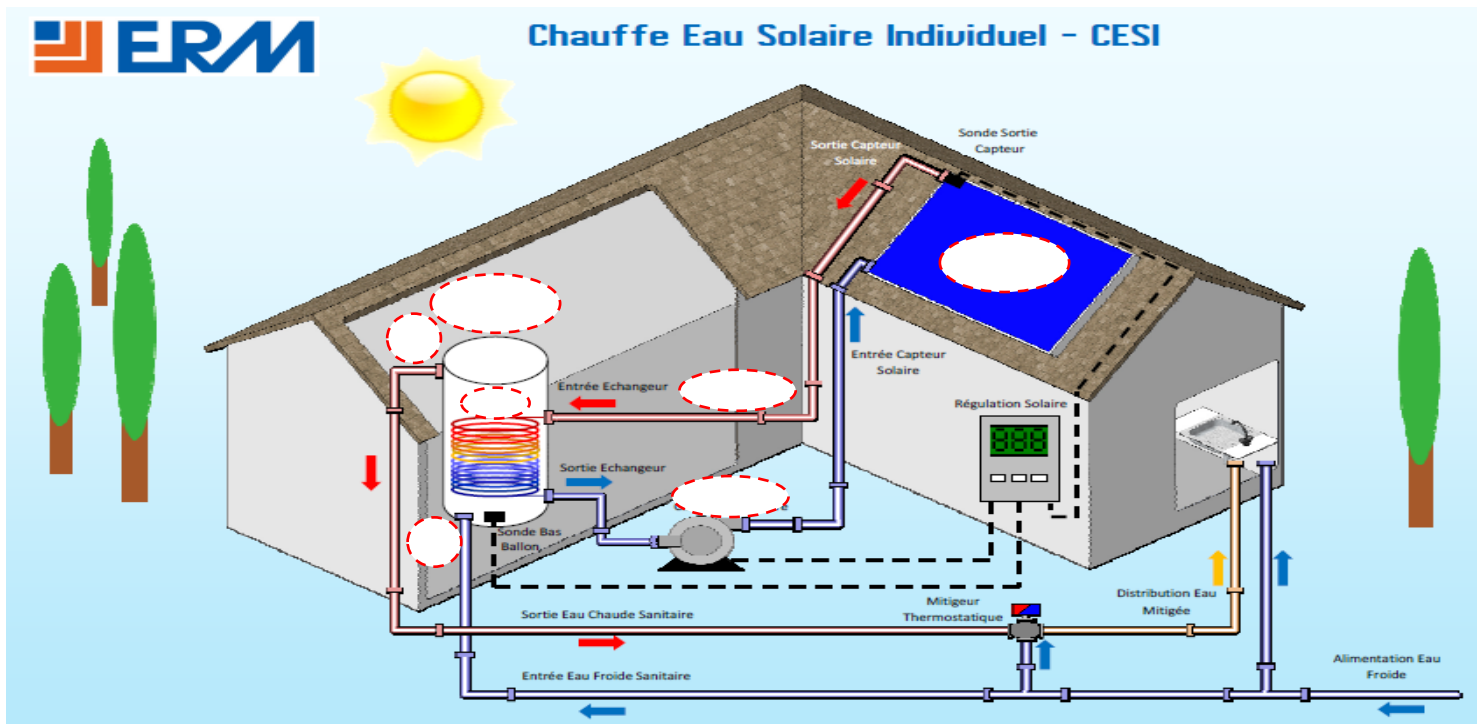
PARTIE 1 – DÉCOUVERTE DU SYSTÈME

Question 1

Observer attentivement la maquette Solerm Thermique Basic AB35 et repérer : capteur solaire, ballon, circulateur, échangeur, débitmètre circuit solaire, sondes de température, capteur d'irradiance et régulateur solaire.

Avant de commencer les calculs, observer le synoptique ci-dessous et repérer les principaux éléments du système :

1-capteur solaire, 2-ballon eau chaude sanitaire, 3-échangeur thermique, 4-circulateur solaire, 5-circuit primaire (fluide caloporteur), 6-entrée d'eau froide ballon, 7-sortie d'eau chaude ballon.



Synoptique de principe du chauffe-eau solaire - retrouver les mêmes éléments sur la maquette AB35.

Question 2

Compléter la chaîne énergétique :

Soleil → Capteur solaire → → Échangeur thermique → Eau du ballon.

Question 3

Le capteur solaire chauffe-t-il directement l'eau sanitaire du ballon ?

☐ Oui ☐ Non

Justifier votre réponse.

.....

.....

Question 4

Quel est le rôle du fluide caloporteur circulant dans le circuit primaire ?

.....

.....

Question 5

Pourquoi utilise-t-on un mélange eau/glycol dans le circuit primaire ?

.....

.....

Question 6

Le fluide caloporteur et l'eau du ballon sont-ils mélangés ?

☐ Oui ☐ Non

Expliquer comment l'énergie thermique passe du fluide caloporteur à l'eau du ballon.

.....

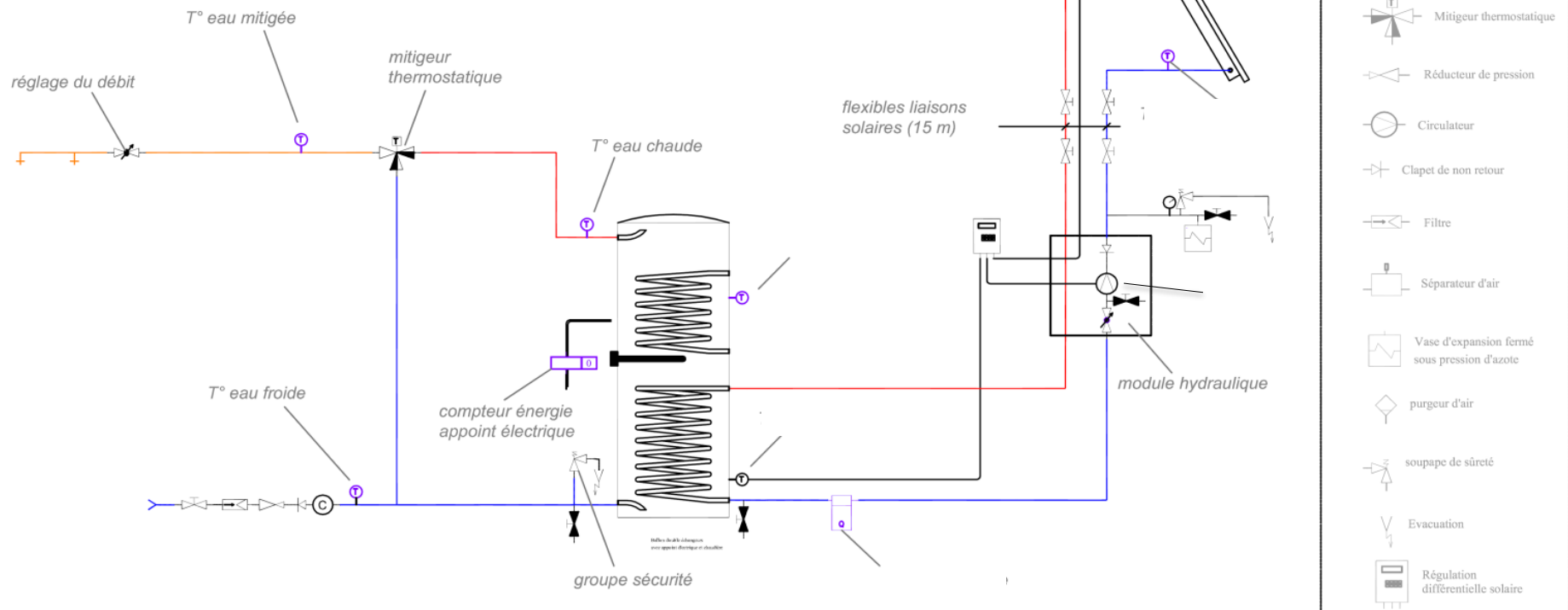
.....

PARTIE 2 – MESURES EXPÉRIMENTALES

Question 1

Repérage des capteurs : sur le schéma hydraulique ci-dessous, repérer :

- 1-circulateur du fluide caloporteur,
- 2-capteur de température sortie capteur Ts,
- 3-capteur de température entrée capteur Te,
- 4-capteur température haut ballon TH,
- 5-capteur de température bas ballon TB,
- 6-capteur d'ensoleillement (irradiance G),
- 7-capteur de débit du fluide caloporteur Qv.



Question 2

A partir du schéma du régulateur solaire et du régulateur solaire, aller dans le menu sonde (touches +/-OK) et relever les valeurs de températures :

- température sortie capteur Ts : ..
- température haut ballon TH : ..
- température entrée capteur Te : ..
- température bas ballon TB : ..

Question 3

Par mesure d'uniformité et en cas de manque d'ensoleillement, vous travaillerez à partir de maintenant avec les mesures déjà prélevées suivantes :

Temps	G (W/m ²)	Te (°C)	Ts (°C)	Qv (L/min)	TH (°C)	TB (°C)
0 min	260	29,0	31,0	1,8	40,0	35,0
10 min	300	29,5	32,5	1,8	40,2	35,1
20 min	340	30,0	34,0	1,9	40,5	35,3
30 min	280	30,5	33,0	1,8	40,7	35,4
40 min	390	31,0	35,5	1,9	41,0	35,6
50 min	420	31,5	36,5	2,0	41,3	35,8
60 min	360	32,0	35,5	1,9	41,5	36,0

Calculer l'écart de température du fluide caloporteur $\Delta T = T_s - T_e$:

Effectuer le calcul pour la première mesure.

$\Delta T =$

Question 4

Pourquoi mesure-t-on la température du ballon en partie haute TH et en partie basse TB ?

.....

.....

PARTIE 3 – BILAN DE PUISSANCE DU CAPTEUR

Données : $S = 2,24 \text{ m}^2$; $\rho = 1035 \text{ kg/m}^3$; $c_p = 3600 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$.

S : surface du capteur solaire ; ρ : masse volumique du fluide caloporteur ; c_p : capacité thermique massique du fluide caloporteur.

Question 1

À partir de la première mesure, calculer la puissance solaire reçue par le capteur.

$$P_{\text{sol}} = G \times S \quad G(\text{W/m}^2) ; S(\text{m}^2)$$

Application :

Résultat : W

Question 2

Convertir le débit mesuré en L/min en m³/s.

Application :

Résultat : m³/s

Question 3

Calculer la puissance thermique récupérée par le fluide caloporteur.

$$P_{th} = \rho \times Q_v \times c_p \times (T_s - T_e) \quad \rho(\text{kg/m}^3) ; Q_v(\text{m}^3/\text{s}) ; c_p[\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})]$$

Application :

Résultat : W

Question 4

Calculer le rendement du capteur solaire.

Application :

Résultat : %

Question 5

Que signifie physiquement le rendement obtenu ?

.....
.....

Question 6

Calculer la puissance non récupérée par le fluide caloporteur.

Application :

Résultat : W

PARTIE 4 – ÉNERGIE STOCKÉE DANS LE BALLON

Données : $V \approx 200 \text{ L}$; $m \approx 200 \text{ kg}$; $c_{eau} = 4180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$.

V : volume du ballon d'eau chaude ; m : masse de l'eau du ballon ; c_{eau} : capacité thermique de l'eau.

Pour simplifier l'étude : $T_{moy,eau} = (T_H + T_B) / 2$

Question 1

Calculer la température moyenne du ballon au début et à la fin de l'expérience.

$T_{moy,i} = \dots\dots\dots$

$T_{moy,f} = \dots\dots\dots$

Question 2

Calculer l'élévation moyenne de température du ballon.

$$\Delta T_{ballon} = T_{moy,f} - T_{moy,i}$$

Résultat : °C

Question 3

Calculer l'énergie thermique apportée à l'eau durant le relevé des mesures, puis convertir le résultat en Wh.
Estockée = $m \times c_{eau} \times \Delta T_{ballon}$ m(kg) ; c_{eau} [J/(kg·K)]

Application :

Résultat : J

Résultat : Wh

PARTIE 5 – EXPLOITATION AVEC LIBREOFFICE CALC

Question 1

Ouvrir le fichier « AB35_Tableur_Bilan_Global_Puissances_Rendements.xlsx ». Dans la colonne ΔT capteur, saisir la formule. Vérifier la première ligne puis recopier.

Question 2

Dans la colonne P_{sol} , saisir une formule utilisant G et la surface S placée dans la zone des constantes. Vérifier le résultat fait à la main puis recopier.

Question 3

Dans la colonne P_{th} , saisir la formule en intégrant la conversion du débit de L/min en m³/s. Vérifier le résultat puis recopier.

Question 4

Dans la colonne « Rendement capteur η », saisir la formule permettant de calculer le rendement pour chaque relevé, puis recopier.

Question 5

Calculer dans Calc la température moyenne du ballon pour chaque relevé : $T_{moy} = (T_H + T_B)/2$.

PARTIE 6 - BILAN GLOBAL DE PUISSANCE ET RENDEMENTS

Question 1

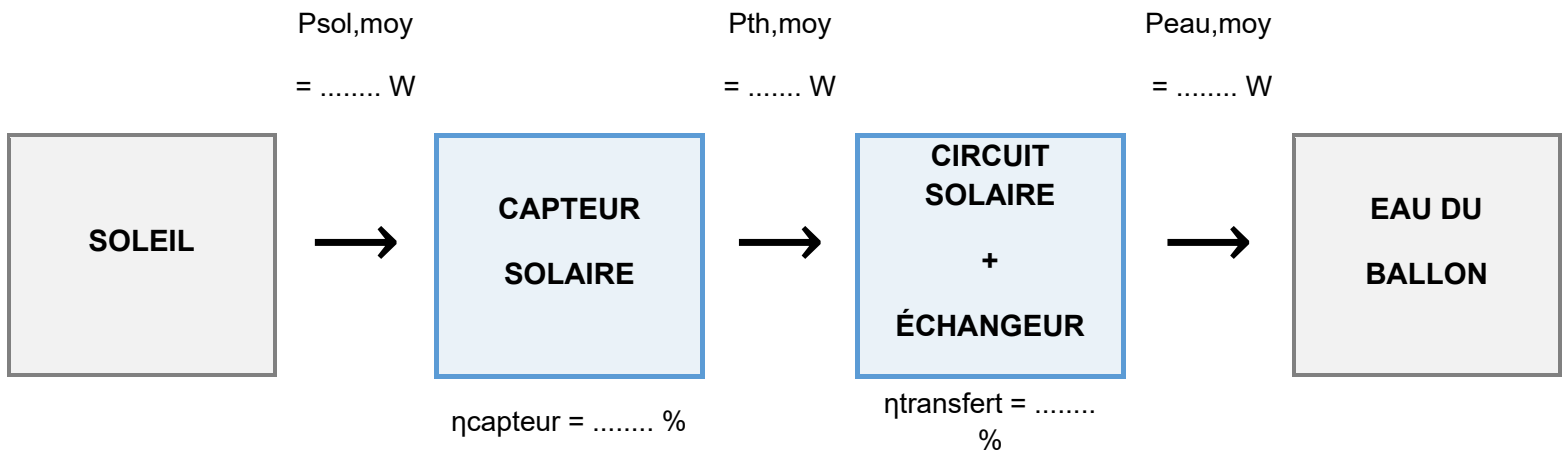
Dans le cadre « Bilan global sur 1 h », calculer la puissance solaire moyenne $P_{sol,moy}$ et la puissance thermique moyenne $P_{th,moy}$ à partir de l'ensemble des relevés. Utiliser la moyenne proposée dans le tableur.

Question 2

Calculer l'énergie totale reçue par l'eau du ballon pendant l'essai : $E_{eau} = m \times c_{eau} \times (T_{moy,f} - T_{moy,i})$. Convertir le résultat en Wh, puis en déduire la puissance moyenne fournie à l'eau $P_{eau,moy} = E_{eau}/\Delta t$.

Question 3

Compléter le bilan global en calculant les trois rendements : $\eta_{cap,moy} = P_{th,moy}/P_{sol,moy}$; $\eta_{transfert} = P_{eau,moy}/P_{th,moy}$; $\eta_{global} = P_{eau,moy}/P_{sol,moy}$ (ou produit des rendements)



Rendement global : $\eta_{global} = P_{eau,moy} / P_{sol,moy} = \dots\dots\dots \%$

Les rectangles représentent les éléments du système ; les puissances sont indiquées sur les flèches.

Question 4

Lister l'ensemble des pertes du système justifiant la valeur des rendements obtenus.

.....

.....

.....

.....