

Partie A : Installation d'un chauffe-eau solaire

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

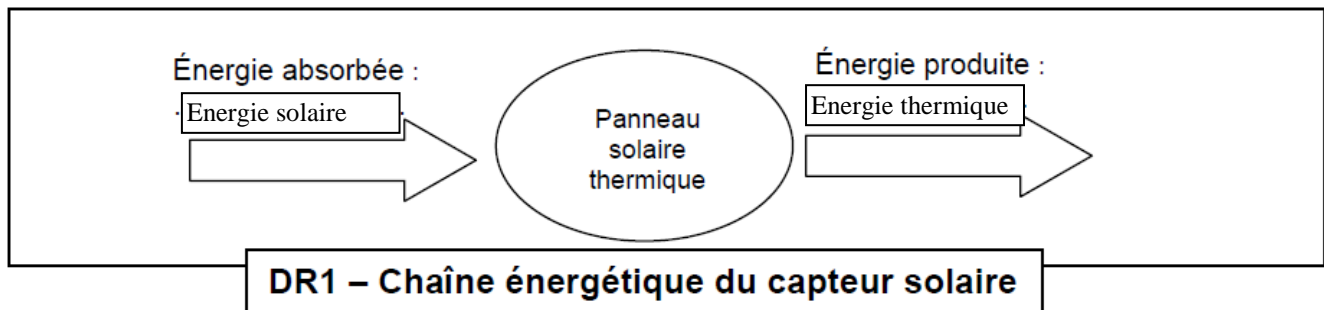
A.1.1 À l'aide du document (A1), répondre aux questions suivantes :

- a. L'absorbeur permet de convertir l'énergie solaire en énergie thermique
- b. La vitre piège le rayonnement IR réémis par l'absorbeur. Le phénomène naturel est l'effet de serre.
- c. On ajoute du glycol dans l'eau du fluide caloporteur pour éviter le gel de ce fluide en hiver en l'absence de soleil.

A.1.2 Mode de transfert d'énergie intervenant :

- entre le soleil et l'absorbeur : rayonnement
- entre le fluide caloporteur et l'eau chaude sanitaire : conduction
- au sein du ballon d'eau chaude : convection

A.1.3



A.2 Choix du matériel

A.2.1 Les deux capteurs à privilégier sont le capteur sous vide et le capteur plan car ils ont des rendements plus élevés à cette température de 40°C.

A.2.2 Inconvénients thermosiphon :

- Plus faible flexibilité d'installation, le ballon doit être au-dessus du capteur.
- Rendement plus faible.

Inconvénients circulation forcée :

- Prix plus élevé.
- Installation plus compliquée (main d'œuvre plus importante, source d'électricité indispensable ...).
- Durée de vie plus courte, certains éléments sont fragiles.

A.2.3 Il doit choisir un chauffe-eau à thermosiphon car son fonctionnement ne nécessite pas d'électricité.

A.2.4 La contrainte technique à prendre en compte est la position du ballon par rapport au capteur. En effet le capteur doit être placé en dessous du ballon donc le ballon doit être placé en hauteur.

A.3 Dimensionnement de la taille du chauffe-eau

A.3.1 L'inclinaison du panneau par rapport aux rayons du soleil qui offre une exposition aux rayonnements optimale pour le mois de février est de 55 °

A.3.2 La valeur « 3440 » associée à la grandeur Hopt correspond à l'énergie solaire pour l'inclinaison optimale par unité de surface et par jour.

$$A.3.3 \quad \eta = \frac{E_{\text{utile}}}{E_{\text{absorbée}}} = \frac{E_{\text{thermique}}}{E_{\text{solaire}}} = \frac{1030}{3440} = 0,30 \text{ soit } 30 \%$$

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. D'après la question précédente, l'énergie thermique Q est de 1030 Wh donc :

$$Q = 1030 \times 3600 = 3,71 \times 10^6 \text{ J}$$

b.

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

$$m_1 = \frac{Q}{C_{\text{eau}} \times \Delta\theta} = \frac{3,71 \times 10^6}{4,18 \times 10^3 \times 30} = 29,6 \text{ kg}$$

c. La masse d'eau pouvant être chauffée pour un panneau de 1 m^2 est de 29,6 kg donc pour 4 panneaux :

$$m = 4 \times 29,6 = 118,4 \text{ kg}$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{118,4}{1,00 \times 10^3} = 0,1184 \text{ m}^3 = 118,4 \text{ L}$$

A.4 Étalonnage de la thermistance

Un chauffe-eau a été dimensionné pour une utilisation en hiver. L'eau risque d'être trop chaude en été. Vous proposez donc d'installer un avertisseur de dépassement de température signalant toute hausse excessive de celle-ci. Pour cela, vous décidez d'utiliser une thermistance avec un amplificateur opérationnel fonctionnant en comparateur. Pour le mettre en place, vous devez déterminer la valeur nominale de la thermistance, c'est-à-dire sa résistance à $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

A.4.1 Une thermistance est un dipôle résistif dont la valeur varie avec la température.

La grandeur d'entrée est la température et la grandeur de sortie est la résistance.

Il s'agit d'un capteur passif car la variation de la grandeur d'entrée produit une variation électrique de la grandeur de sortie (tension, intensité ou charge électrique). La variation de la grandeur d'entrée ne modifie que sa résistance.

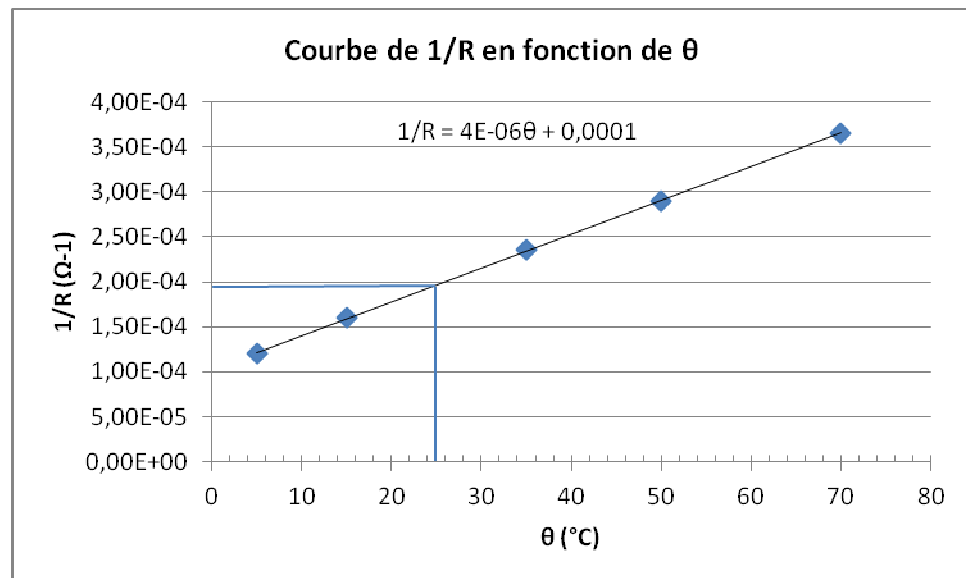
A.4.2 Dans un bécher, mettre moitié de glace et ajouter un peu d'eau. Relier la thermistance à un ohmmètre. Introduire le thermomètre et la thermistance dans le bécher, en les positionnant proches l'un de l'autre. Placer le bécher sur la plaque chauffante. Allumer la plaque chauffante et agiter le contenu du bécher, puis mesurer la résistance de la thermistance pour des valeurs de température variant tous les 5°C jusqu'à $80 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

A.4.3 Les résultats expérimentaux obtenus sont regroupés dans le document (A6). On se propose de les exploiter.

a.

| $\theta \text{ (}^{\circ}\text{C)}$ | 5 | 15 | 35 | 50 | 70 |
|-------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| $R \text{ (}\Omega\text{)}$ | 8,34E+03 | 6,25E+03 | 4,24E+03 | 3,45E+03 | 2,74E+03 |
| $1/R \text{ (}\Omega^{-1}\text{)}$ | 1,20E-04 | 1,60E-04 | 2,36E-04 | 2,90E-04 | 3,65E-04 |

b.



c. L'allure du graphe obtenu est une droite qui ne passe pas par l'origine du repère et de pente positive.

d. D'après le graphique, $1/R = 2 \times 10^{-4}$ donc $R = 5000 \, \Omega = 5 \, k\Omega$
La valeur nominale de la thermistance (résistance à $25 \, ^\circ\text{C}$) est de $5 \, k\Omega$.

Partie B : Perfectionnement de l'entretien du bateau





Votre oncle fait aussi appel à vous pour l'entretien de son bateau. D'une part, il ne sait comment choisir un produit d'entretien pour enlever des taches de résine. D'autre part, il constate que sa coque est abîmée car il n'a pas su prévenir l'apparition de rouille.

Vous vous appuyerez sur les documents de l'annexe B.

B.1. Quel détachant anti-résine choisir ?

Des taches de résine sont visibles sur le pont. Votre oncle souhaite les faire partir. Il hésite entre l'achat de deux produits qui lui semblent « assez naturels » : un détergent estampillé « biodégradable à 80 % » et de l'essence de térébenthine (huile essentielle obtenue à partir d'écorce de pin maritime).

B.1.1

| | | | |
|---|---|---|---|
|  |  |  |  |
| Corrosif .. | Inflammable ... | Danger pour la santé .. | Danger pour l'environnement |
| DR3 – Signification des pictogrammes | | | |

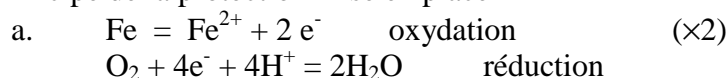
B.1.2 Il est préférable d'utiliser le produit biodégradable car il ne présente pas danger pour l'environnement (le produit doit être utilisé en mer) contrairement à l'essence de térébenthine. Le produit étant irritant, il faudra le manipuler avec des gants, des lunettes et une blouse.

B.1.3 Ce produit est basique car il a un pH de 13,5 donc supérieur à 7. De plus, il contient des ions hydroxyde donc la solution est basique.

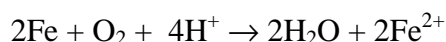
B.1.4 Le détergent biodégradable contient des ions hydroxyde qui réagissent avec la graisse pour former des ions ($R-CO_2^-$) et du glycérol. Ces deux produits sont solubles dans l'eau et peuvent donc être éliminés.

B.2 Comment prévenir l'apparition de rouille ?

B.2.1 Principe de la protection mise en place

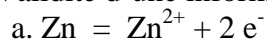


b.



c. Le zinc constitue l'anode de cette pile ainsi réalisée et subit une oxydation à la place de la coque du bateau en fer. Elle protège donc le fer puisqu'elle subit l'oxydation à la place du fer d'où le terme de sacrificielle

B.2.2 Validité d'une information trouvée sur un forum



On sait que :

$$n_{Zn} = \frac{m_{Zn}}{M_{Zn}} = \frac{1000}{65,4} = 15,3 \text{ mol}$$

D'après l'équation bilan $Zn = Zn^{2+} + 2e^-$, on a la relation :

$$\frac{n_{e^-}}{2} = \frac{n_{Zn}}{1} \text{ donc } n_{e^-} = 2n_{Zn} = 2 \times 15,3 = 30,6 \text{ mol}$$

De plus :

$$Q = n_{e^-} \times F = 30,6 \times 96500 = 2,95 \times 10^6 \text{ C}$$

b.

$$W = \frac{Q}{3600} = \frac{2,95 \times 10^6}{3600} = 819,4 \text{ Ah.kg}^{-1}$$

L'information est donc fautive car l'écart est trop important.

B.3.3 Vérification expérimentale

a.

$$W = \frac{I \times \Delta t}{m_2}$$

b.

$$W = \frac{I \times \Delta t}{m_2} = \frac{0,150 \times 2}{0,370 \times 10^{-3}} = 811 \text{ Ah.kg}^{-1}$$

c. La précision de la balance est de 0,01 g d'après le document B6 donc, en utilisant la relation du document B8 : $\Delta m = 1,16 \times 0,01 = 0,0116 \text{ g}$

d. D'après le document B7 la précision est donnée par la relation : $p = 2\% \text{VL} + 1\text{UR}$ avec VL (valeur lue) et UR (unité de résolution)

VL = 0,150 A et UR = 0,001 A donc $p = 0,02 \times 0,150 + 0,001 = 0,004 \text{ A}$

$\Delta I = 1,16 \times 0,004 = 0,005 \text{ A}$

e. À l'aide de la formule suivante, estimez l'incertitude ΔW de votre mesurage.

$$\left(\frac{\Delta W}{W} \right)^2 = \left(\frac{\Delta I}{I} \right)^2 + \left(\frac{\Delta m}{m_2} \right)^2$$

$$\left(\frac{\Delta W}{W} \right)^2 = \left(\frac{0,005}{0,150} \right)^2 + \left(\frac{0,0116}{0,370} \right)^2 = 2,09 \times 10^{-3}$$

$$\Delta W^2 = 2,09 \times 10^{-3} \times W^2$$

$$\Delta W = \sqrt{2,09 \times 10^{-3} \times W^2} = \sqrt{2,09 \times 10^{-3} \times 811^2} = 37,1 \text{ Ah.kg}^{-1}$$

f. $W = 811 \pm 37,1 \text{ Ah.kg}^{-1}$.

La vérification expérimentale et le calcul effectué à la question 1.2.b. sont donc concordants.

B.3.4 À la recherche de la masse de zinc à placer sur la coque

a. D'après le document B9 : $I = 20 \times S = 20 \times 20 = 400 \text{ mA} = 0,4 \text{ A}$

b.

$$I = \frac{Q}{\Delta t}$$

c.

$$I = \frac{Q}{\Delta t}$$

$$\Delta t = \frac{Q}{I} = \frac{820}{0,4} = 2050 \text{ h soit } 85,4 \text{ j}$$

d.

1 kg \rightarrow 85,4 j

m kg \rightarrow 365 j

$$m = 365/85,4 = 4,37 \text{ kg.}$$