

Des panneaux solaires hybrides

PARTIE A - Le solaire photovoltaïque

A.1. Panneaux solaires photovoltaïques

A.1.1 Calcul du nombre de panneaux solaires à installer et leur surface totale.

La maison a besoin d'une installation pouvant fournir 3 kWc c'est-à-dire 3000 Wc. D'après le document A1, la puissance fournie par un panneau est de 250 Wc donc le nombre N de panneaux est de :

$$N = \frac{3000}{250} = 12$$

D'après le document A1, la longueur d'un panneau est de 1677 mm et sa largeur est de 990 mm donc la surface totale est de :

$$S = L \times l \times 12 = 1,677 \times 0,99 \times 12 = 20 \text{ m}^2$$

A.1.2 Calcul de la puissance reçue par un panneau photovoltaïque, puis par l'ensemble des panneaux photovoltaïques.

D'après le document A1, la longueur d'un panneau est de 1677 mm et sa largeur est de 990 mm. On a la relation :

$$P = E \times S = E \times L \times l = 1000 \times 1,677 \times 0,99 = 1660 \text{ W} = 1,66 \text{ kW}$$

Donc pour l'ensemble des panneaux, la puissance reçue est de :

$$P_{\text{reçue}} = P \times 12 = 1,66 \times 12 = 20 \text{ kW}$$

A.1.3 Calcul du rendement du panneau solaire.

Le rendement est défini par la relation :

$$\eta = \frac{P_{\text{utile}}}{P_{\text{reçue}}} = \frac{P_{\text{elec}}}{P_{\text{solaire}}}$$

La puissance électrique maximale correspond à la valeur de la puissance crête, c'est à dire 250 W

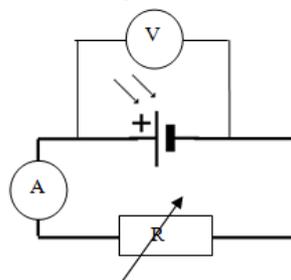
$$\eta = \frac{P_{\text{elec}}}{P_{\text{solaire}}} = \frac{250}{1660} = 0,15 \text{ soit } 15\%$$

A.1.4 D'après le document A1, le rendement du module PV est de 15,4 %. Cette valeur est un peu plus grande que la valeur calculée à la question A.1.3.

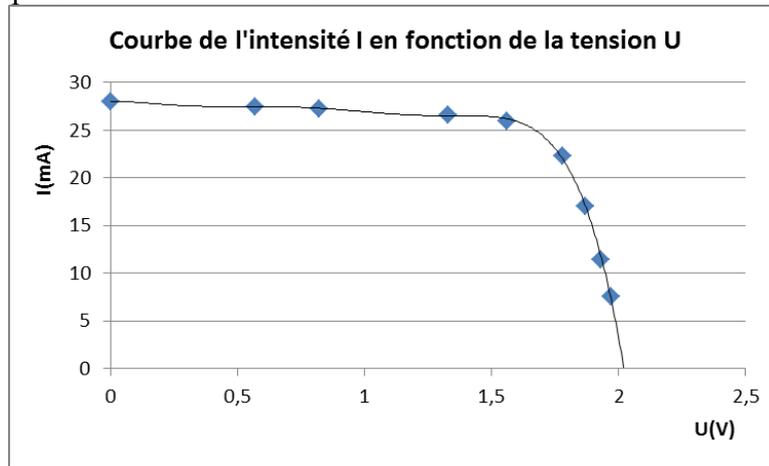
D'après le document A1, la tolérance est de -1%/+3% sur la valeur donnée. Donc le rendement est compris entre 14,4 % et 18,4 %. Donc la valeur calculer en A.1.3 est bien comprise dans l'intervalle précédent. Ce résultat est en accord avec la valeur et la tolérance en % données par le constructeur.

A.2. Étude d'une cellule photovoltaïque au laboratoire

A.2.1. Schéma électrique associé à ce montage.



A.2.2. Courbe représentant l'intensité I du courant en fonction de la tension U : $I = f(U)$

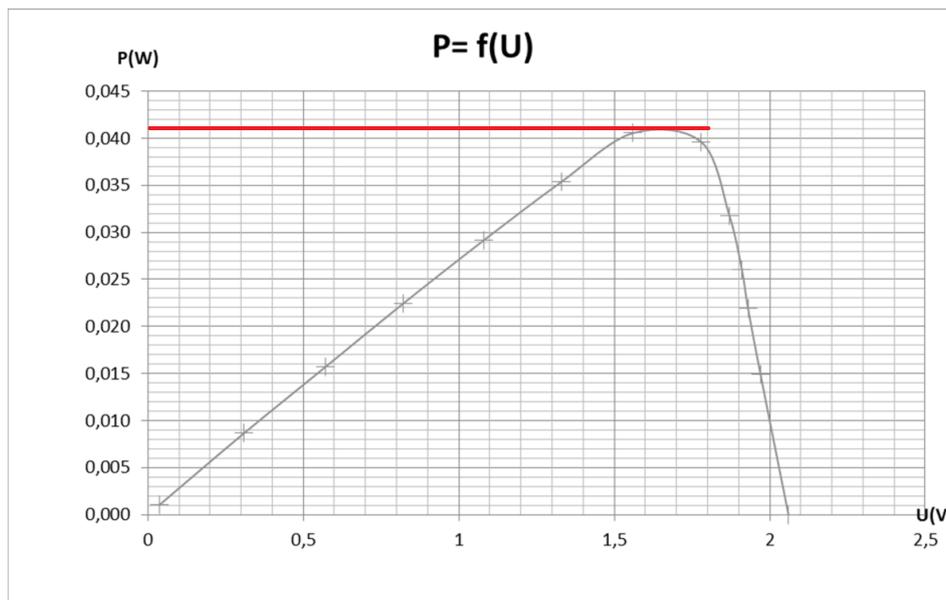


A.2.3 Détermination de la tension à vide et l'intensité de court-circuit.

La tension à vide ou tension de circuit ouvert correspond à la valeur de la tension lorsque l'intensité est nulle c'est-à-dire $U_0 = 2,06 \text{ V}$

L'intensité de court-circuit est la valeur de l'intensité lorsque la tension est nulle c'est-à-dire $I_{CC} = 28 \text{ mA}$.

A.2.4 Détermination de la puissance maximale et du rendement de la cellule photovoltaïque du laboratoire.



D'après le document A4, la puissance maximale est de 0,041 W.

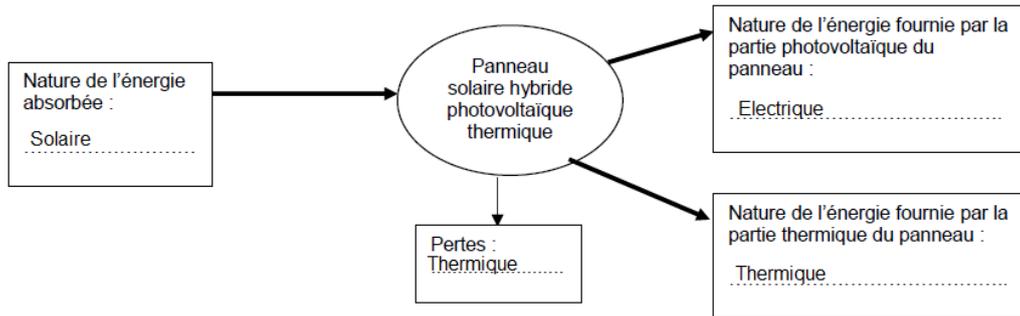
La puissance reçue est de 0,75 W. Le rendement de cette cellule est donc de :

$$\eta = \frac{P_{elec}}{P_{reçue}} = \frac{0,041}{0,75} = 0,055 \text{ soit } 5,5\%$$

A.2.5 Le rendement théorique de cette cellule est égal à 15%, l'écart avec la valeur déterminée à la question A.2.4 peut s'expliquer par un éclairage beaucoup plus faible. Il est de 1000 W.m^{-2} dans les tests réalisés avec le panneau solaire photovoltaïque. La structure de la cellule solaire n'est peut-être pas la même. Il ne s'agit pas d'une structure monocristalline à haut rendement.

PARTIE B - Le solaire thermique

B.1. Schéma du bilan énergétique sur le document réponse DR2



B.2 Calcul de l'énergie reçue en wattheure pendant une heure de fonctionnement pour le même rayonnement solaire.

D'après l'énoncé, la puissance reçue par le panneau est de 1660 W. Donc l'énergie reçue est de : $E = P \times t = 1660 \times 1 = 1660 \text{ W.h}$

On sait que $1 \text{ W.h} = 3600 \text{ J}$ donc $E = 1660 \times 3600 = 5,98 \times 10^6 \text{ J}$

B.3 Calcul du volume en litres de fluide circulant dans le panneau durant une heure.

D'après l'énoncé, la surface est de $1,66 \text{ m}^2$ et le débit par unité de surface dans le panneau thermique est de $70 \text{ L.h}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$

Donc :

$$V = D \times t \times S = 70 \times 1 \times 1,66 = 116,2 \text{ L} = 0,1162 \text{ m}^3$$

B.4 Calcul de la masse de ce volume de fluide.

On a la relation :

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{donc} \quad m = \rho \times V = 1000 \times 0,1162 = 116,2 \text{ kg}$$

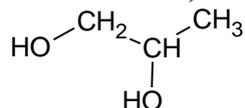
B.5 Calcul de l'élévation de température du fluide provoquée par l'exposition au soleil de ce panneau durant une heure.

D'après la question B.2, l'énergie reçue par le panneau est de $5,98 \times 10^6 \text{ J}$. On a la relation :

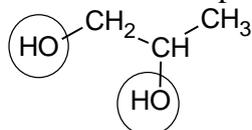
$$Q = m \times C_{\text{eau}} \times \Delta\theta \quad \text{donc} \quad \Delta\theta = \frac{Q}{m \times C_{\text{eau}}} = \frac{5,98 \times 10^6}{116,2 \times 4180} = 12,3 \text{ }^\circ\text{C}$$

B.6 On ne peut pas utiliser directement l'eau comme fluide caloporteur car elle peut geler en hiver. Et on utilise un mélange eau / propylène-glycol car sa température de fusion est très basse (-60°C). Ce mélange ne pourra donc pas geler en hiver.

B.7 D'après le document B2, la formule semi-développée du propylèneglycol est :



B.8 Groupements fonctionnels présents dans cette molécule.



Il s'agit de groupements hydroxyles.

B.9 Le pictogramme de sécurité associé au propylène-glycol indique que celui-ci est nocif et irritant.

PARTIE C - Stockage de l'énergie photovoltaïque

C.1. Dimensionnement du stockage

C.1.1 Calcul de la demande énergétique quotidienne D d'un foyer français.

D'après le document C1, la consommation moyenne annuelle en 2015 pour un foyer français est donc de 4 763 kWh. Donc la consommation quotidienne est de :

$$D = \frac{4763}{365} = 13 \text{ kWh}$$

C.1.2 Calcul de la capacité C du parc de batteries à installer.

D'après le document C3, on a la relation :

$$C = \frac{D \times N}{L \times U} = \frac{13000 \times 5}{0,5 \times 12} = 1,08 \times 10^4 \text{ Ah}$$

D'après les documents C2 et C3, $N = 5$ et $U = 12 \text{ V}$. D'après l'énoncé, $L = 50 \%$.

C.1.3 D'après le document C2, la capacité d'une batterie Rolls est de 503 Ah. Donc le nombre de batteries nécessaires pour assurer 5 jours de réserve est de :

$$n = \frac{1,08 \times 10^4}{503} = 21,47 \text{ soit } 22 \text{ batteries}$$

C.2. Décharge d'une batterie au plomb

C.2.1 À la borne négative le plomb réagit selon l'équation suivante : $\text{Pb} = \text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^-$ donc il se produit une oxydation car on observe une perte d'électrons.

À la borne positive l'oxyde de plomb réagit selon l'équation suivante :

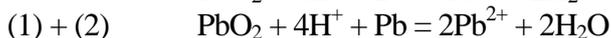
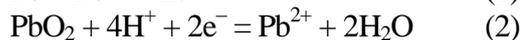


Donc il s'agit d'une réduction car on observe un gain d'électrons.

L'anode correspond à la borne négative car il s'y produit une oxydation.

C.2.2 Equation de fonctionnement de cette batterie.

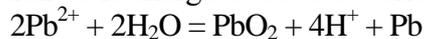
On a les demi-équations suivantes :



C.3 Charge d'une batterie au plomb

C.3.1 Equation de la charge de cette batterie

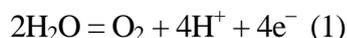
L'équation de la charge de cette batterie est l'opposé de celle de la décharge :



C.3.2 Lors de la décharge, l'électrode de plomb était le siège d'une oxydation. Donc lors de la charge, l'électrode de plomb est le siège d'une réduction.

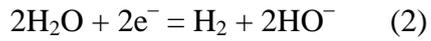
C.3.3 Demi-équation électronique se produisant à l'électrode reliée à la borne positive du générateur.

L'électrode reliée à la borne positive du générateur est l'électrode d'où partent des électrons. Il se produit donc une oxydation. L'eau est donc un réducteur. Il s'agit alors du couple $\text{O}_2 / \text{H}_2\text{O}$. La demi-équation est donc :



C.3.4 Demi-équation électronique se produisant à l'électrode reliée à la borne négative du générateur.

L'électrode reliée à la borne négative du générateur est l'électrode d'où arrivent des électrons. Il se produit donc une réduction. L'eau est donc un oxydant. Il s'agit alors du couple $\text{H}_2\text{O} / \text{H}_2$. La demi-équation est donc :



C.3.5 Réaction d'électrolyse de l'eau :



C.3.6 Le dihydrogène formé est un gaz inflammable. Cela peut donc provoquer un incendie ou une explosion.