

Fiche N°3-2-2 TD Photovoltaïque

Partie A : le solaire photovoltaïque (8 points)

A.1. Panneaux solaires photovoltaïques

A.1.1. On estime qu'une maison a besoin d'une installation pouvant fournir 3 kWc (kilowatt crête).

En s'appuyant sur les annexes A1 et A2 page 4, déterminer le nombre de panneaux solaires à installer et leur surface totale.

On a besoin d'une puissance de 3 kWc, soit 3×10^3 Wc.

D'après l'annexe A1, la dimension d'un panneau est de 1677 mm par 990 mm (1,677 m par 0,990 m) et sa puissance est de 250 Wc.

Il faut donc : $\frac{3 \times 10^3}{250} = 12$ panneaux.

La surface totale sera donc $S = 1,677 \times 0,990 \times 12 \approx 20 \text{ m}^2$.

A.1.2. Par ciel bleu et clair, le rayonnement solaire peut atteindre 1000 W.m^{-2} . En s'appuyant sur l'annexe A1 page 4, déterminer la puissance reçue par un panneau photovoltaïque, puis par l'ensemble des panneaux photovoltaïques.

D'après l'annexe A1, la dimension d'un panneau est de 1,677 m par 0,990 m.

Un panneau reçoit donc $1,677 \times 0,990 \times 1000 = 1,66.10^3 \text{ W} = 1,66 \text{ kW}$

Donc les 12 panneaux vont recevoir une puissance $1,66 \times 12 \approx 20 \text{ kW}$

A.1.3. À l'aide de la question précédente et de l'annexe A1 page 4, définir et déterminer le rendement du panneau solaire.

Le panneau solaire délivre une puissance de 250 Wc quand il reçoit une puissance de 1,66 kW.

Son rendement est donc : $\eta = \frac{\text{Puissance délivrée}}{\text{Puissance reçue}} = \frac{0,250}{1,66} = 0,15 = 15\%$

A.1.4. Comparer la valeur trouvée à la question A.1.3. avec la valeur du rendement du module photovoltaïque (module PV) donnée dans l'annexe A1. Ce résultat est-il en accord avec la valeur et la tolérance en % données par le constructeur ?

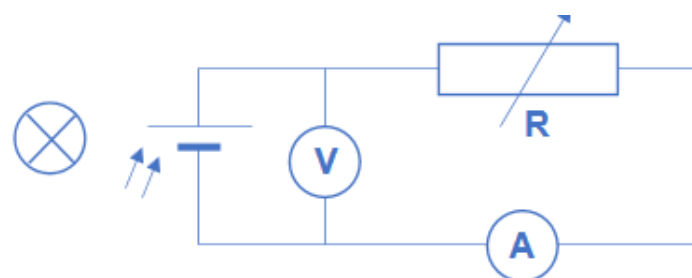
L'annexe A1 annonce un rendement de 15,4 % avec une tolérance de -1% et +3%.

C'est-à-dire un rendement compris entre 14,4 % et 18,4%

La valeur de 15% trouvée dans la question précédente est incluse dans cet intervalle, elle est donc en accord avec les données du constructeur.

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

A.2.1. Faire le schéma électrique associé à ce montage.



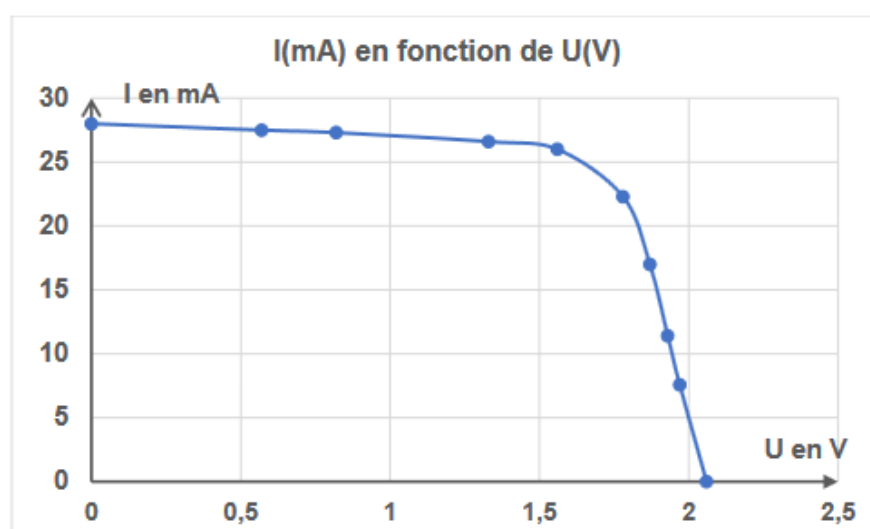
A.2.2. On relève expérimentalement les grandeurs suivantes pour une cellule de surface $26,1 \text{ cm}^2$ et une puissance reçue de $0,75 \text{ W}$ émise par une lampe à incandescence placée à 10 cm de la cellule.

R(Ω)	260	170	110	80	60	50	30	20	0
U(V)	1,97	1,93	1,87	1,78	1,56	1,33	0,82	0,57	0,00
I(mA)	7,58	11,4	17,0	22,3	26,0	26,6	27,3	27,5	28,0
P(W)	0,15	0,22	0,32	0,34	0,41	0,35	0,22	0,16	0,01

En circuit ouvert la tension est de $2,06 \text{ V}$.

Tracer la courbe représentant l'intensité I du courant en fonction de la tension U : $I = f(U)$ sur le document réponse DR1 page 11.

Tracer la courbe représentant l'intensité I du courant en fonction de la tension U : $I = f(U)$ sur le document réponse DR1 page 11.

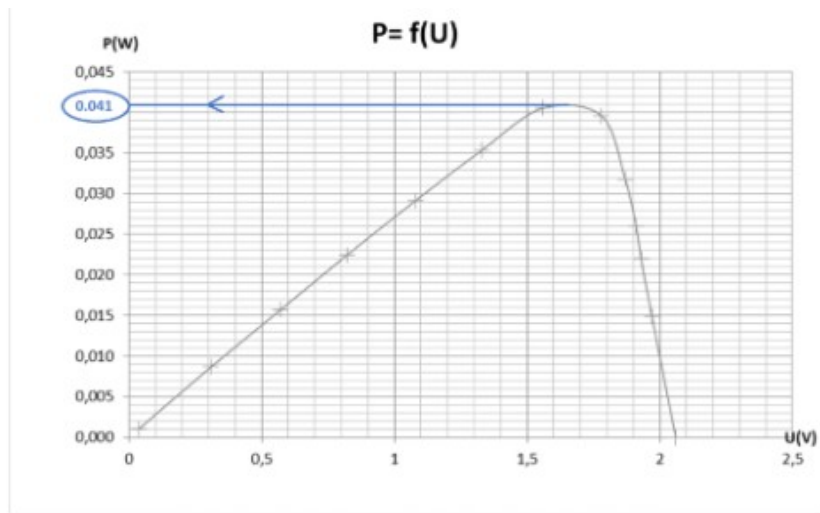


A.2.3. Déterminer et justifier à partir du graphique et de l'annexe A3 page 5 la tension à vide et l'intensité de court-circuit.

La tension à vide est donnée dans l'énoncé de la question A22 : en circuit ouvert la tension est de $2,06 \text{ V}$.

D'après l'annexe A3, l'intensité de court-circuit correspond à l'intensité du courant produite par la cellule quand la tension à ses bornes est nulle : $I_{cc} = 28,0 \text{ mA}$

A.2.4. Déterminer la puissance maximale en utilisant l'annexe A4 page 5. En déduire le rendement de la cellule photovoltaïque du laboratoire.



D'après le document, $P_{max} = 0,041$ W.

D'après la description de l'expérience, la cellule reçoit une puissance de 0,75 W. Le

rendement est donc : $\eta = \frac{\text{Puissance délivrée}}{\text{Puissance reçue}} = \frac{0,041}{0,75} = 0,055 = 5,5\%$

A.2.5. Sachant que le rendement théorique de cette cellule est égal à 15%, proposer des hypothèses permettant d'expliquer l'écart avec la valeur déterminée à la question A.2.4.

Le rendement théorique de 15 % est obtenu dans des conditions normalisées qui ne sont pas réunies ici :

- Éclairement de 1000 W.m^{-2} .
- Lampe avec un spectre différent...

Exercice N°2

A.1. - Le soleil comme source d'énergie :

A.1.1 En utilisant le **document 1 page 8/13**, citer deux modes d'exploitation de l'énergie solaire au service de l'habitat.

Les 2 exploitations possibles du solaire sont:

- Le photovoltaïque: production d'électricité à partir de l'énergie solaire.
- Le solaire thermique: production d'eau chaude à partir de l'électricité

A.1.2 Dans le **document 1 page 8/13** l'auteur parle d' « énergie positive ». Expliquer en maximum 5 lignes ce que cela signifie.

Un bâtiment à énergie positive produit de manière autonome plus d'énergie qu'il en consomme.

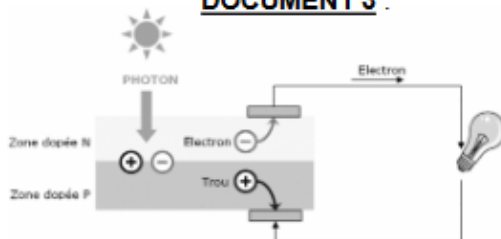
A.1.3 Compléter le **document 2** situé en **annexe page 13/13**, modélisant les transferts et les conversions d'énergie mises en jeu lorsqu'un panneau photovoltaïque fonctionne.



A.1.4 A l'aide des **documents 3 et 4** de la **page 9/13**, interpréter les échanges d'énergies entre lumière et matière.

DOCUMENTS 3 ET 4 RELATIFS A LA QUESTION A.1.4

DOCUMENT 3 :



Lorsque la cellule est éclairée, certains électrons des atomes de silicium des zones N et P sont arrachés et sous l'action du champ électrique de la jonction, vont migrer vers l'extrémité de la zone N. De là, ils empruntent le circuit extérieur ce qui engendre un courant électrique et vont combler les trous de la zone P.

DOCUMENT 4 :

La lumière du Soleil arrivant sur Terre est composée de « grains » d'énergie appelés photons dont le nombre dépend de l'éclairement.

Chaque photon possède une énergie $E = h \cdot \nu$ où h est une constante et ν la fréquence de l'onde lumineuse.

Si l'énergie des photons est suffisante, Les électrons du panneau de la cellules sont mis en mouvement et créent un courant électrique.

A.2. - Les caractéristiques des panneaux photovoltaïques :

Les caractéristiques des panneaux utilisés à puissance maximale sont les suivantes :

P_L : Puissance lumineuse reçue par unité de surface (W.m^{-2})	S : Surface (m^2)	P_E : Puissance électrique restituée par le panneau (W)	Rendement du panneau
1000	1,47	192	0,130

Rappel : rendement = puissance électrique restituée/puissance lumineuse reçue.

- A.2.1** Vérifier la valeur du rendement du panneau annoncé par le constructeur. On justifiera le calcul par une analyse dimensionnelle pour aider M. SOLAIRE, à comprendre le raisonnement.

Puissance reçue par le panneau : $P_s = 1,47 \times 1000 = 1470 \text{ W}$

Puissance électrique : $P_{\text{elec}} = 192 \text{ W}$

Rendement = $P_{\text{elec}}/P_s = 192/1470 = 0,13$

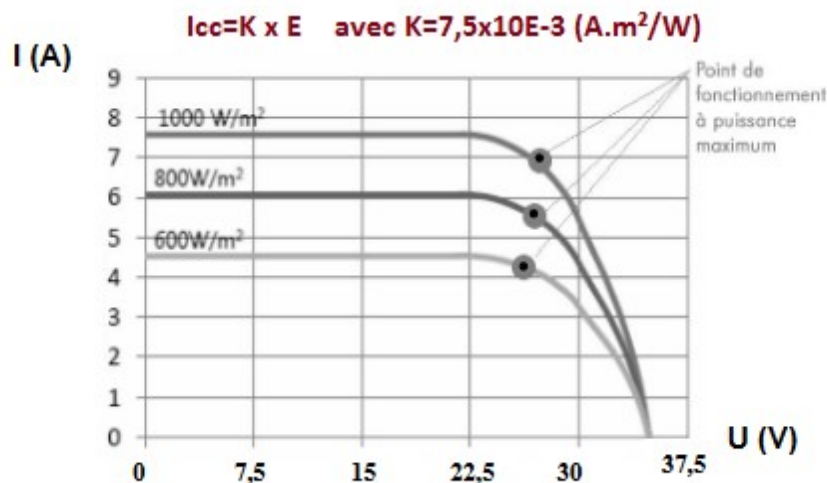
- A.2.2** Sur le **document 5** situé sur l'**annexe page 13/13**, on trouve quelques mesures effectuées en laboratoire.

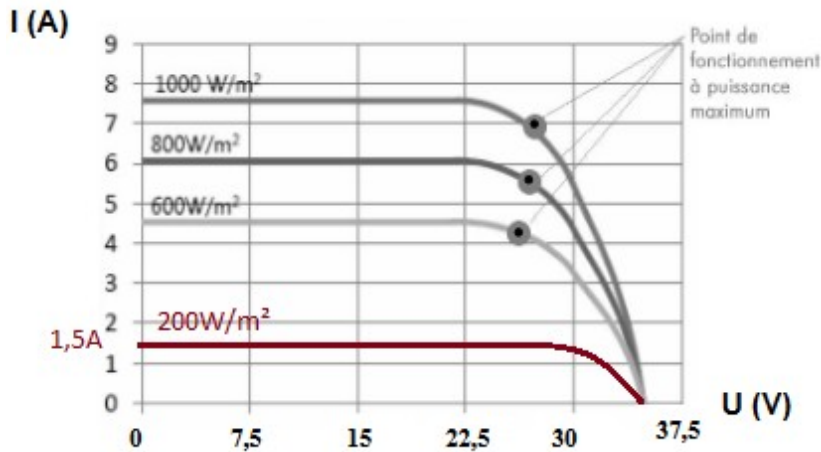
- A.2.2.1** Le courant de court circuit (quand la tension est nulle) produit par le panneau dépend-il de l'éclairement ?

Le courant de court-circuit est proportionnel à l'éclairement.

- A.2.2.2** Au vu des courbes, existe-t-il un lien mathématique simple entre l'éclairement et l'intensité du courant de court circuit ?

DOCUMENT 5 RELATIF AUX QUESTIONS de A.2.2.1 à A.2.2.3





A.2.2.4 M. SOLAIRE souhaiterait connaître la puissance électrique restituée puis le rendement du panneau quand il fonctionne à pleine puissance sous un éclairement de $600 W.m^{-2}$.

Rédiger une réponse détaillée donnant la puissance électrique restituée et le rendement dans les conditions explicitées ci-dessus.

Si $E=600W/m^2$ $I=4,2A$ et $U=25V$ pour les conditions optimales.

Donc $P_{max}=U \times I=105W$ environ

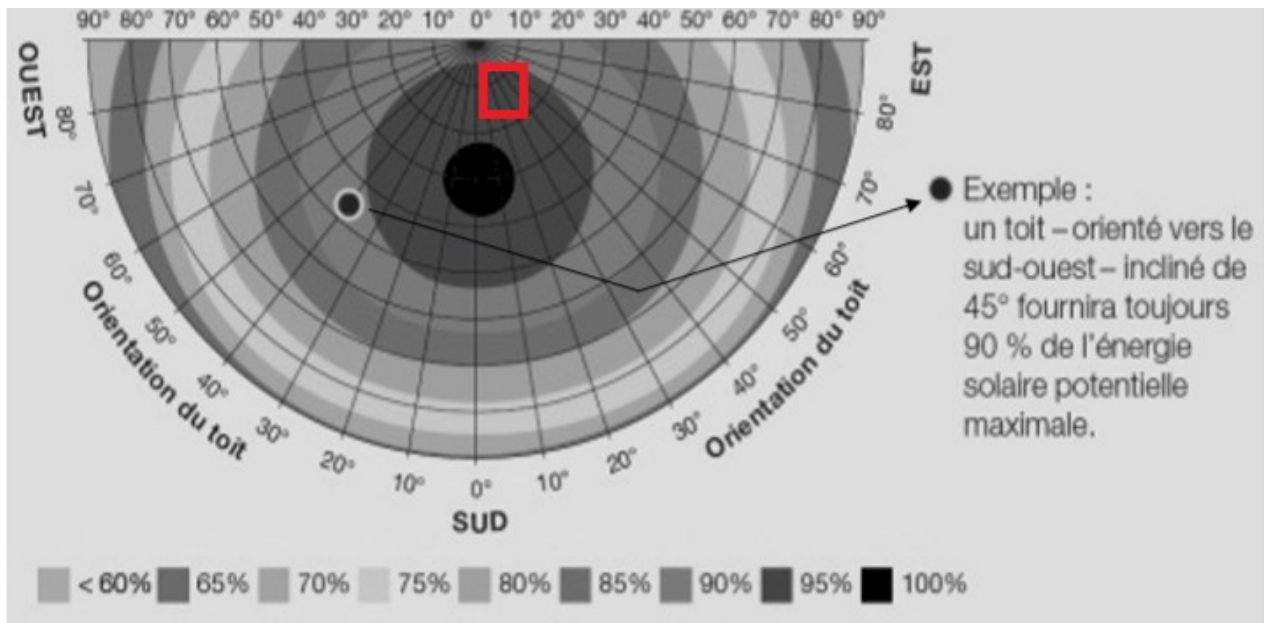
Le rendement panneau= $P_{elec} / P_{solaire}=17,5\%$

A.2.3 M. SOLAIRE se demande quelles sont approximativement les meilleures orientation et inclinaison des panneaux solaires ? Rédiger la réponse à ces questions en utilisant le **document 6 ci-dessous**.

L'orientation optimale est vers le sud à 30° d'inclinaison

A.2.4 Les panneaux utilisés sur le site de l'INES sont orientés dans la direction SUD EST de 30° et sont inclinés à 10° .

A.2.4.1 Montrer que la puissance électrique P réelle fournie par un panneau est voisine de $182 W$ pour un éclairement de $1000 W.m^{-2}$.



A.2.4 Les panneaux utilisés sur le site de l'INES sont orientés dans la direction SUD EST de 30° et sont inclinés à 10°.

A.2.4.1 Montrer que la puissance électrique P réelle fournie par un panneau est voisine de 182 W pour un éclairement de 1000 W.m^{-2} .

D'après l'inclinaison et l'orientation on 95% de l'énergie solaire potentielle.

D'après la courbe pour $E=1000 \text{ W/m}^2$ $I=7 \text{ A}$ $U=26 \text{ V}$ $P=U \times I=26 \times 7=182 \text{ W}$

A.2.4.2 Quelle énergie E_1 , en W.h, fournirait dans les conditions de la question A.2.4.1 un tel panneau pendant 1 heure d'ensoleillement ?

En 1h l'énergie fournie est 182W.h

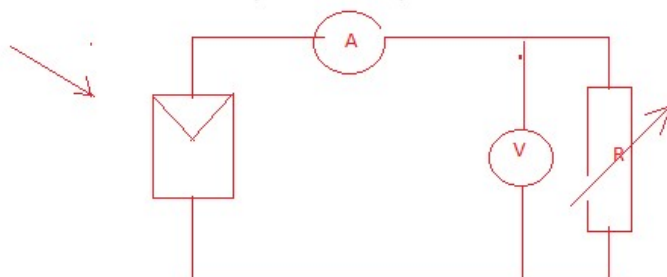
Exercice N°3

Partie C : panneaux solaires

C.2. Pour vérifier les performances des panneaux solaires vendus, le constructeur fournit le réseau de courbes de l'annexe C1.

C.2.1. Proposer un schéma de montage électrique pour tracer une des caractéristiques du panneau données sur l'annexe C1 en utilisant les appareils et les composants dont les symboles sont donnés dans l'annexe C2.

C.2.2. Préciser le protocole expérimental.



On fixe un éclairement donné.
On relève les couples (U, I) pour différentes valeurs de la résistance de charge R

