

TP : Rendement d'une cellule photovoltaïque

Une cellule photovoltaïque convertit une partie de l'énergie lumineuse reçue en énergie électrique. Son fonctionnement dépend notamment :

- de l'éclairement reçu ;
- de la surface de la cellule ;
- et des caractéristiques électriques du circuit auquel elle est reliée.

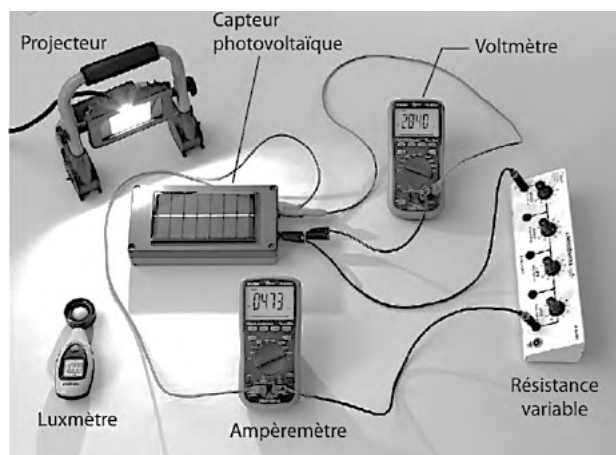
L'objectif de ce TP est de mesurer les caractéristiques électriques d'une cellule photovoltaïque et d'estimer son rendement énergétique.

Document 1 la cellule photovoltaïque

Lorsqu'elle est éclairée par une source lumineuse, une cellule photovoltaïque produit une tension électrique à ses bornes.

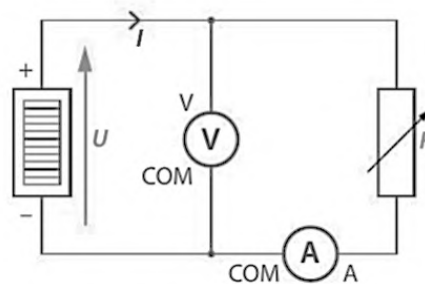
Si l'on branche une résistance variable dans le circuit, on peut faire varier la tension et l'intensité du courant délivré par la cellule.

Le montage ci-dessous permet de réaliser cette étude :



La tension U aux bornes de la cellule est mesurée avec un voltmètre et l'intensité I du courant avec un ampèremètre.

L'intensité du courant délivré par la cellule dépend de la tension à ses bornes. En faisant varier la résistance R , on peut modifier les valeurs de U et I afin d'étudier le fonctionnement de la cellule photovoltaïque.



Document 2 Puissances électrique et lumineuse

La puissance électrique fournie par la cellule photovoltaïque est donnée par :

$P_{\text{élec}} = U \times I$ avec :

- $P_{\text{élec}}$ en watt (W),
- U la tension en volt (V),
- I l'intensité du courant en ampère (A).

La puissance lumineuse reçue par une cellule de surface S soumise à un éclairement ε vaut :

$P_{\text{lum}} = \varepsilon \times S$ avec :

- P_{lum} en watt (W),
- ε l'éclairement en W.m^{-2} ,
- S la surface de la cellule en m^2 .

Document 3 Rendement d'une cellule photovoltaïque

Le rendement η d'un dispositif correspond au rapport entre la puissance utile obtenue et la puissance reçue :

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

Dans le cas d'une cellule photovoltaïque :

- la puissance utile est la puissance électrique maximale fournie par la cellule ;
- la puissance reçue correspond à la puissance lumineuse reçue.

On obtient donc :

$$\eta = \frac{P_{\text{élec,max}}}{P_{\text{lum}}}$$

Document 4 Éclairement et luxmètre

L'éclairement de la cellule est mesuré à l'aide d'un luxmètre. L'éclairement s'exprime en lux (lx).

Dans ce TP, on utilisera l'approximation suivante : $100 \text{ lx} \approx 1 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$

Cette relation permettra d'estimer la puissance lumineuse reçue par la cellule photovoltaïque.

Mesures*A - Mesure de l'éclairement*

Protocole

- Placer le capteur photovoltaïque sur un support élévateur de laboratoire afin de l'éclairer avec la lampe.
 - Retirer ensuite le capteur photovoltaïque et placer le luxmètre exactement à la même position et à la même hauteur.
1. Mesurer l'éclairement reçu au niveau du capteur photovoltaïque. La valeur est exprimée en lux (lx).

B – Mesure des tensions et de courants

Réaliser le montage décrit dans le document 1.

Pour différentes valeurs de la résistance R :

- mesurer la tension U aux bornes du capteur photovoltaïque ;
- mesurer l'intensité du courant I dans le circuit ;
- reporter les valeurs dans le tableau ci-dessous.

À l'aide du document 2, calculer ensuite la puissance électrique fournie par le capteur et compléter la dernière ligne du tableau.

R(Ω)	1	5	10	20	30	50	75	100	120	150	200	250	300	400	500	600	800	1000
U(V)																		
I(A)																		
P _{élec}																		

Exploitation des mesures

2. À l'aide du logiciel Regressi, tracer le graphe $I = f(U)$.

On remarque que lorsque la résistance devient très grande, le courant devient nul ($I = 0 \text{ A}$). La tension mesurée correspond alors à la tension maximale fournie par le capteur photovoltaïque lorsque le circuit est ouvert, c'est-à-dire lorsqu'aucun courant ne circule. Cette tension est appelée tension de circuit ouvert et est notée U_{oc} .

3. Déterminer la tension circuit ouvert U_{oc} du capteur photovoltaïque.
4. À l'aide de Regressi, tracer $P_{élec} = f(U)$. Reproduire l'allure de la courbe ci-contre.
5. Déterminer graphiquement la puissance maximale $P_{élec,max}$ fournie par le capteur.
6. Calculer la puissance lumineuse $P_{lumineuse}$ reçue sachant que le capteur photoélectrique. Le capteur est constitué de quatre secteurs rectangulaires de dimension $0,7 \text{ cm} \times 3,8 \text{ cm}$.
7. Calculer le rendement du capteur photovoltaïque étudiée.

