

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.

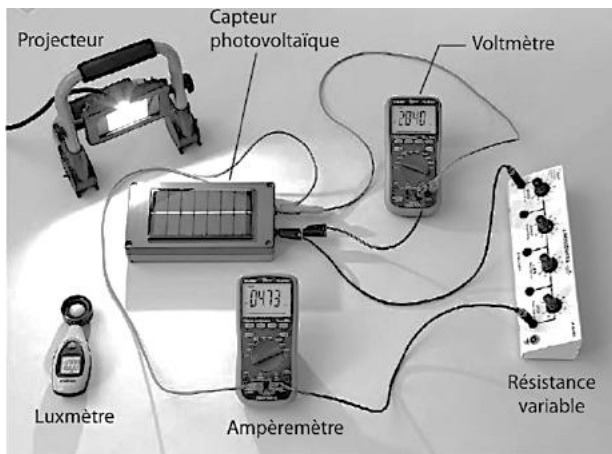
Document 1

 la cellule photovoltaïque

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

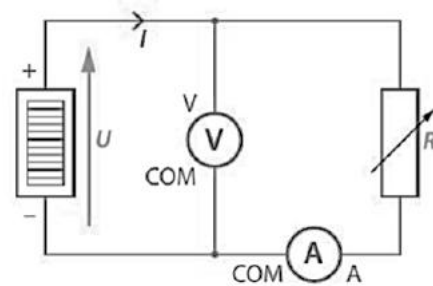
Si l'on branche une résistance variable dans le circuit, on peut faire varier la tension et l'intensité du courant délivré par la cellule.

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  $\varepsilon$  vaut :

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

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

Document 3

 Rendement d'une cellule photovoltaïque

Le rendement  $\eta$  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** Éclairage et luxmètre

L'éclairage de la cellule est mesuré à l'aide d'un luxmètre. L'éclairage 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'éclairage*

## 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'éclairage 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( $\Omega$ )     | 1 | 5 | 10 | 20 | 30 | 50 | 75 | 100 | 120 | 150 | 200 | 250 | 300 | 400 | 500 | 600 | 800 | 1000 |
| U(V)              |   |   |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
| I(A)              |   |   |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
| P <sub>élec</sub> |   |   |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |

**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  $P_{\text{élec}} = f(U)$ . Reproduire l'allure de la courbe ci-contre.
5. Déterminer graphiquement la puissance maximale  $P_{\text{élec,max}}$  fournie par le capteur.
6. Calculer la puissance lumineuse  $P_{\text{lumineuse}}$  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.

