# Travaux Pratiques : Etude de cellules photovoltaïques

**LISTE DU MATERIEL :**

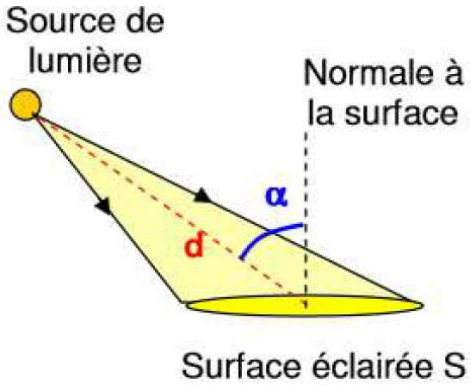
- 1 luxmètre
- 1 cellule photovoltaïque
- 2 multimètres
- Des câbles de connexions
- Un rhéostat (résistance variable)
- Une lampe de bureau

## 1/ Caractéristique d'un cellule photovoltaïque

Lorsqu'elle est éclairée, une cellule photovoltaïque génère un courant électrique (I) et une tension électrique (U) apparaît à ses bornes. On veut déterminer le rendement de la cellule photovoltaïque.

**Document N°1 : Eclairement énergétique**

L'éclairement (ou irradiance) est la puissance reçue par unité de surface et s'exprime en $W.m^{-2}$. Elle dépend de la distance entre la source et la surface éclairée, et de l'angle α entre la direction principale d'émission et la normale à la surface éclairée



Un luxmètre est un capteur permettant de mesurer simplement et rapidement l'éclairement dans le spectre visuel. L'unité de mesure est le lux.
Le **lux** est une unité de mesure de l'éclairement lumineux (symbole : lx). Il caractérise le flux lumineux reçu par unité de surface.

Les ampoules utilisées ont un facteur de conversion de 30 lm/W donc **1 lux = 0,033 $W.m^{-2}$**

- Placer la lampe de bureau au-dessus de la cellule photovoltaïque. Ne plus modifier l'emplacement de la cellule par rapport à la lampe après avoir réalisé les mesures qui suivent.

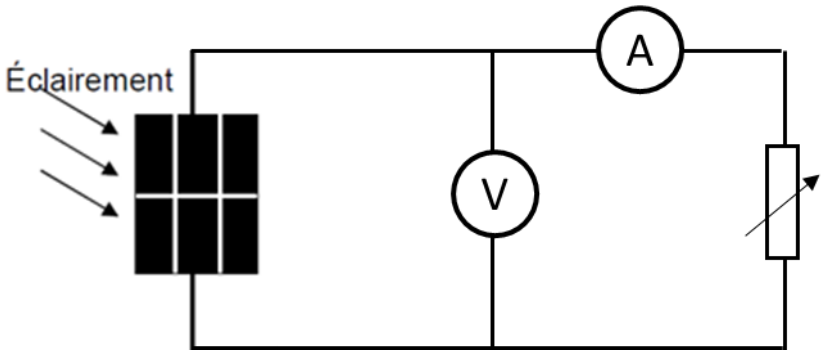
- Brancher le luxmètre sur le voltmètre à l'aide de câbles de connexions et mesurer la tension aux bornes du luxmètre lorsqu'il est posé sur la cellule. (Choisir le calibre « 20000 Lux » sur le luxmètre).
  Noter la tension aux bornes du luxmètre :

  $U_{luxmètre}$ = …… mV

- Sachant que sur le calibre « 20000 Lux » 0,1 mV mesuré correspond à 10 lux, calculer la valeur de l'éclairement au niveau de la cellule photovoltaïque en lux puis en $W.m^{-2}$.

  Eclairement = …… lux
  = …… $W.m^{-2}$

- Réaliser le montage ci-dessous afin de mesurer l'intensité du courant générée par la cellule et la tension aux bornes de celle-ci.




- Faire varier la valeur de la résistance R du rhéostat afin de relever des couples de valeurs (U et I) différents.

| U (en V) | **0,25** | **0,50** | **0,75** | **1,00** | **1,25** | **1,50** | **1,60** | **1,65** | **1,70** | **1,75** | **1,80** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I (en mA) | | | | | | | | | | | |

| U (en V) | **1,85** | **1,90** | **1,95** | **2,00** | **2,05** |
|---|---|---|---|---|---|
| I (en mA) | | | | | |

- Sur Latis Pro, créer les variables dans le tableur : I (en A), U (en V). Tracer la caractéristique I = f(U) de la cellule photovoltaïque.

**1.1/** Décrire la caractéristiques de la cellule photovoltaïque.

……
……
……
……

**1.2/** On appelle courant de court-circuit noté $I_{CC}$ la valeur de l'intensité du courant lorsque la tension aux bornes de la cellule est nulle. Estimer la valeur du courant de cours circuit.

$I_{CC}$ =…….. A

**1.3/** On appelle tension à vide, la tension aux bornes de la cellule lorsque celle-ci ne débite pas de courant c'est-à-dire lorsque I = 0 A. Estimer la valeur de la tension à vide notée $U_0$.

$U_0$ =…….. V

## 2/ Détermination du rendement d'une cellule photovoltaïque

**Document N°2 : Rendement**

Le rendement est le rapport de la puissance utile sur la puissance consommée : $\eta = \frac{P_{utile}}{P_{absorbée}}$

Dans le cas de la cellule photovoltaïque : $\eta = \frac{P_{élec,max}}{P_{lumineuse}}$

où $P_{élec,max}$ est la puissance électrique maximale fournie par la cellule et $P_{lumineuse}$ est la puissance du rayonnement lumineux reçu.

## Document N°3 : Puissances

Puissance électrique : $P_{élec} = U \times I$ P en W, U en V, et I en A.
Puissance reçue sous forme de lumière : $P_{lumineuse} = E \times S$ éclairement ($W.m^{-2}$) × surface ($m^2$)

- Sur Latis Pro, créer une troisième variable dans le tableur $P_{elec}$ (en W).
- Tracer dans la même fenêtre que précédemment la courbe $P_{elec} = f(U)$.

**2.1/** Déterminer graphiquement la valeur de la puissance électrique maximale fournit par la cellule photovoltaïque ainsi que Les valeurs d'intensité I et de tension U pour lesquelles la puissance électrique est maximale.

$P_{elec,max}$ =…….. W
I =…….. A
U =…….. V

**2.2/** Déterminer le rendement de la cellule photovoltaïque. Porter un regard critique sur le résultat.

η =……..
……
……
……
……

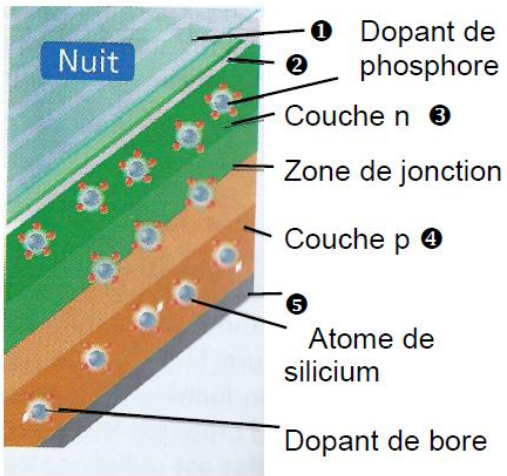
## 3/ Analyse de documents scientifiques

## Document N°4 : Vidéo

Vidéo « Le photovoltaïque aujourd'hui et demain » EDF, ENR. (14 min)
Jamy Gourmaud nous explique le photovoltaïque, aujourd'hui et demain. - YouTube

## Document N°5 : Cellule photovoltaïque

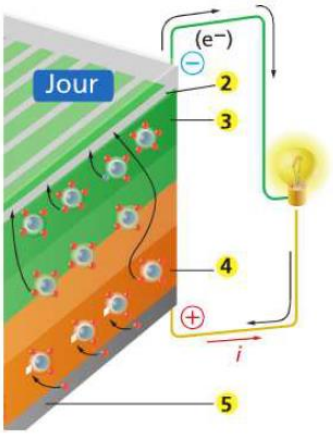
Une cellule photovoltaïque est un composant électronique d'épaisseur comprise entre 0,2 mm et 0,3 mm, et de 10 cm de côté environ. Elle est composée de cinq couches différentes : une couche antireflet ❶, deux couches conductrices (cathode en forme de grille❷ et anode compacte ❺) et deux couches de silicium dopé ❸ et ❹. Un atome de silicium compte quatre électrons périphériques. La couche de silicium supérieure ❸, exposée au Soleil, est dopée avec des atomes de phosphore possédant cinq électrons périphériques, soit un de plus que les atomes de silicium.




La couche de silicium inférieure ❹ est dopée avec des atomes de bore ayant trois électrons périphériques, soit un de moins que les atomes de silicium (présence d'un trou). La couche ❸ est donc excédentaire en électrons et la couche ❹ est déficitaire. Lorsque les deux couches sont mises en contact, les électrons en excès de la couche ❸ diffusent dans la couche ❹. Ainsi, la couche ❸ se charge positivement, tandis que la couche ❹ se charge négativement. Un équilibre se crée et un champ électrique interne apparaît.

D'après F. MATHÉ et A. GANIER, Les défis du CEA, n°131

## Document N°6 : Le rôle du Soleil




Les photons (d'énergie $E = h \times \frac{c}{\lambda}$) du Soleil qui pénètrent dans la cellule photovoltaïque peuvent arracher des électrons aux atomes de silicium présents dans les couches❸ et ❹. Le champ électrique interne à la cellule entraîne les électrons libérés vers la cathode ❷ (–), où ils empruntent un circuit extérieur, générant ainsi un courant électrique qui alimente, par exemple, une ampoule électrique. Les électrons rejoignent ensuite l'anode ❺(+), où ils se recombinent avec des trous.

Plus le nombre de photons absorbés est important, plus le nombre d'électrons libérés, et donc le courant généré, est important. Les cellules sont regroupées en modules formant les panneaux solaires. Aujourd'hui, les rendements énergétiques moyens des panneaux solaires sont de l'ordre de 15%.

D'après F. MATHÉ et A. GANIER, Les défis du CEA, n°131

**3.1/** Comment est généré le champ électrique interne à la cellule ? Quel est son rôle ?

**3.2/** De quel(s) paramètre(s) peut dépendre l'intensité du courant électrique débité par la cellule photovoltaïque ?

**3.3/** Commenter la valeur du rendement énergétique moyen des panneaux solaires. (quelques rendements énergétiques : centrale nucléaire 30%, barrage hydroélectrique 80%, moteur thermique 30%).

**3.4/** Pourquoi la cathode ❷ est-elle une grille et non une plaque comme l'anode❺?