

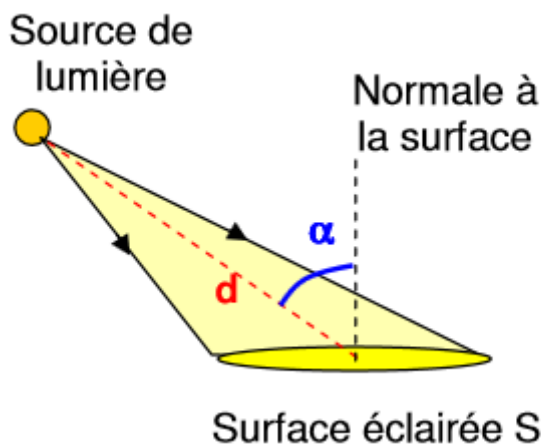
Semi-conducteurs, photovoltaïques

Pratique expérimentale : Rendement d'une cellule photovoltaïque

Lorsqu'elle est éclairée une cellule photovoltaïque génère un courant électrique (I) et une tension électrique (U) apparaît à ses bornes.

Doc.1 : Éclairement énergétique

L'éclairement (ou irradiance) 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.

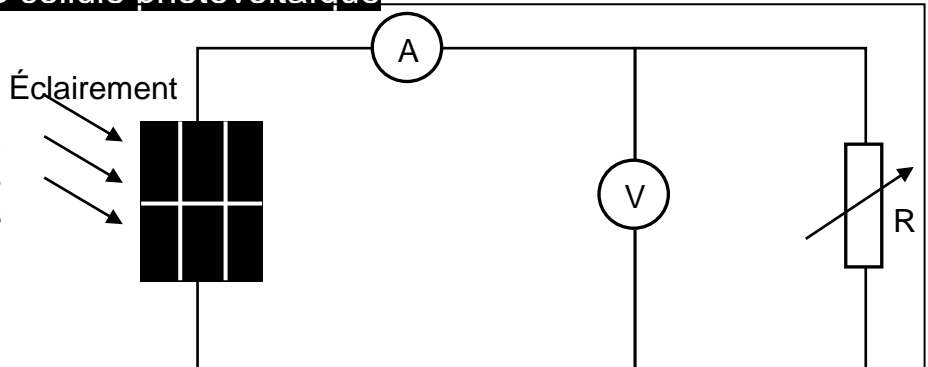


Un solarimètre mesure l'éclairement énergétique (ou irradiance) E exprimé en $W.m^{-2}$.

Doc.2 Caractéristique d'une cellule photovoltaïque

Schéma du montage :

En faisant varier la valeur de la résistance R , on obtient des couples de valeurs différentes (tension U ; intensité I).



Doc.3 Puissances

Puissance électrique : $P_{él} = U.I$ P en W, U en V, et I en A.

Puissance reçue sous forme de lumière : $P_{reçue} = E.S$ éclairement ($W.m^{-2}$) x Surface (m^2)

Doc. 4 Rendement

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

Dans le cas de la cellule photovoltaïque : $\eta = \frac{P_{\text{élmax}}}{P_{\text{reçue}}}$ où $P_{\text{élmax}}$ est la puissance électrique maximale fournie par la cellule et $P_{\text{reçue}}$ est la puissance du rayonnement lumineux reçu.

L'expérience va être réalisée dans la cour du lycée. Il est donc nécessaire de bien l'anticiper.


Les données seront entrées sur tablette, dans l'application SparkVue.



Q1. Mesurer la valeur de l'éclairement et pour cette valeur, réaliser une série de mesures afin d'obtenir la courbe $P_{\text{él}} = f(U)$. Voir notice ci-dessous.

Notice d'utilisation de SparkVue

- Cliquer sur Entrée manuelle (ou sur  puis Construire une nouvelle expérience)



- Sélectionner le modèle 

- Dans une partie de l'écran, choisir le tableau , dans l'autre le graphique 

Créer le tableau de mesures :

- Cliquer sur « Sélectionner une mesure », puis dans « mesure » : « Saisi par utilisateur : Créer une série de données », on crée ainsi la variable tension **U** en volts **V**, puis dans l'autre colonne la variable intensité **I** en milliampères **mA**.

Calculer la puissance :

- Ajouter une colonne, pour P , cliquer sur l'icône tableau en bas à gauche  puis sur 
- Dans la nouvelle colonne, cliquer sur « Sélectionner une mesure », choisir « Saisi par utilisateur : Créer/modifier le calcul »,

Cliquer sur « abc », taper $P =$

Cliquer sur « 123 » puis cliquer sur Mesures>Saisi par l'utilisateur, choisir U multiplier avec *

puis Mesures>Saisi par l'utilisateur, choisir I

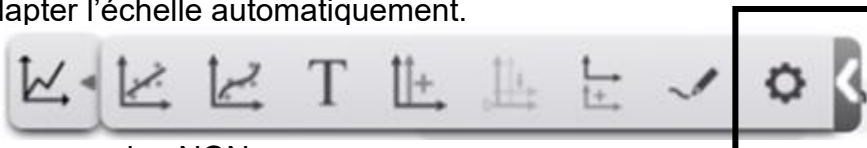
Pour les nombres, il faut utiliser la virgule et non le point.

Obtenir la courbe représentative de $P = f(U)$:

Dans la fenêtre du graphique, cliquer sur les axes afin de mettre P en ordonnées et U en abscisses.

Cliquer sur  permet d'adapter l'échelle automatiquement.

Pour ne pas relier les points :



puis Afficher les lignes de connexion NON

Trouver la valeur maximale de la puissance :

Dans la fenêtre Graphique, cliquer sur « Σ », puis maximum.

Imprimer :

Faire une copie d'écran. L'exporter sur le PC avec Feem ouvert sur le PC et sur la tablette.

Q2. La cellule photovoltaïque est-elle un générateur électrique ou un récepteur électrique ? Justifier brièvement.

Q3. Déterminer le rendement de la cellule photovoltaïque. Porter un regard critique sur le protocole et le résultat.

Analyse de documents scientifiques

Films :

<http://acver.fr/3ni>

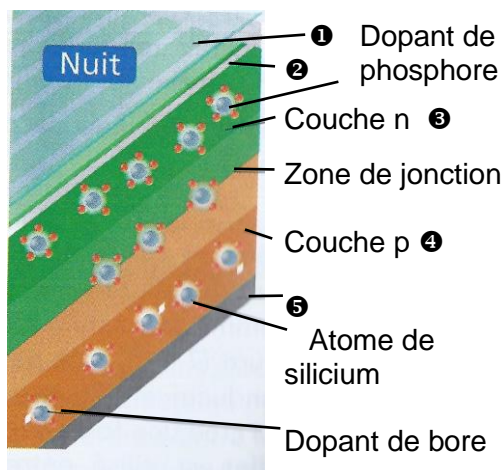


Vidéo n°1 « Le photovoltaïque aujourd'hui et demain » EDF, ENR.
(4 min)

(3 min)

<http://acver.fr/9nn>

Vidéo n°2 « Innovation : improved solar panels » EuroNews.



Document 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 ①, deux couches conductrices (cathode en forme de grille ② et anode compacte ⑤) et deux couches de silicium dopé ③ et ④.

Un atome de silicium compte quatre électrons périphériques. La couche de silicium supérieure ③, 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 ④ 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 ③ est donc excédentaire en électrons et la couche ④ est déficitaire. Lorsque les deux couches sont mises en contact, les électrons en excès de la couche ③ diffusent dans la couche ④. Ainsi, la couche ③ se charge positivement, tandis que la couche ④ 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

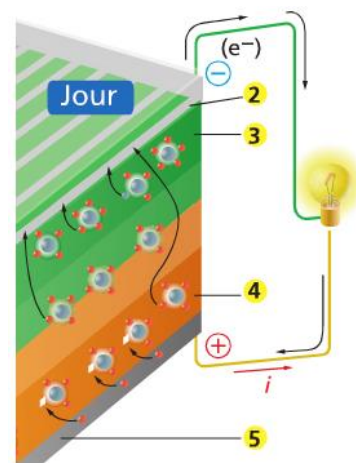
atomes de bore ayant trois électrons périphériques, soit un de moins que les atomes de silicium (présence d'un trou). La couche ③ est donc excédentaire en électrons et la couche ④ est déficitaire. Lorsque les deux couches sont mises en contact, les électrons en excès de la couche ③ diffusent dans la couche ④. Ainsi, la couche ③ se charge positivement, tandis que la couche ④ se charge négativement. Un équilibre se crée et un champ électrique interne apparaît.

Images visibles sur le PC : « Spe3.2.1.CellulePhotovoltaïque.pptx »

Document 6 Le rôle du Soleil

Les photons (d'énergie $E = h.c/\lambda$) du Soleil qui pénètrent dans la cellule photovoltaïque peuvent arracher des électrons aux atomes de silicium présents dans les couches ③ et ④. Le champ électrique interne à la cellule entraîne les électrons libérés vers la cathode ② (-), où ils empruntent un circuit extérieur, générant ainsi un courant électrique qui alimente, par exemple, une ampoule électrique. Les électrons rejoignent ensuite l'anode ⑤ (+), 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

Q4. Comment est généré le champ électrique interne à la cellule ? Quel est le rôle de ce champ électrique interne ?

Q5. De quel(s) paramètre(s) peut dépendre l'intensité du courant électrique débité par la cellule photovoltaïque ?

Q6. Commenter la valeur du rendement énergétique moyen des panneaux solaires. (quelques rendements énergétiques : centrale nucléaire 30%, barrage hydroélectrique 80%, moteur thermique 30%).

Q7. Pourquoi la cathode ② est-elle une grille et non une plaque comme l'anode ⑤ ?