

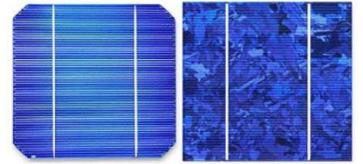
CONTEXTE DU SUJET

Il y a souvent une grande différence entre les performances obtenues avec des appareils mis au point en laboratoire et ce que vous pouvez en attendre lorsqu'ils sont produits en masse pour fonctionner dans le monde réel. Ce constat est particulièrement vrai pour la technologie des cellules solaires photovoltaïques.

Bien que nous lisions souvent des études consacrées à de nouveaux concepts promettant des niveaux record d'efficacité, il n'en reste pas moins qu'au final, le rendement maximal d'une installation utilisant des panneaux solaires se situe en réalité entre 12 et 18 %. Les perfectionnements que permettent certains matériaux ou processus de fabrication des plus exotiques n'ont souvent pas de suites. Pour autant, un système conçu et testé par [Insolight](#), jeune start-up suisse, montre qu'il est possible d'obtenir un rendement record de 29 %. Mais comment mesure-t-on le rendement d'un panneau photovoltaïque ?



Vous êtes technicien dans un laboratoire et on vous fournit un module solaire (petit panneau photovoltaïque) dont on souhaite connaître le rendement. A vous de travailler !

**QUELQUES DOCUMENTS**

Document 1 : Comment les cellules photovoltaïques fonctionnent-elles ?

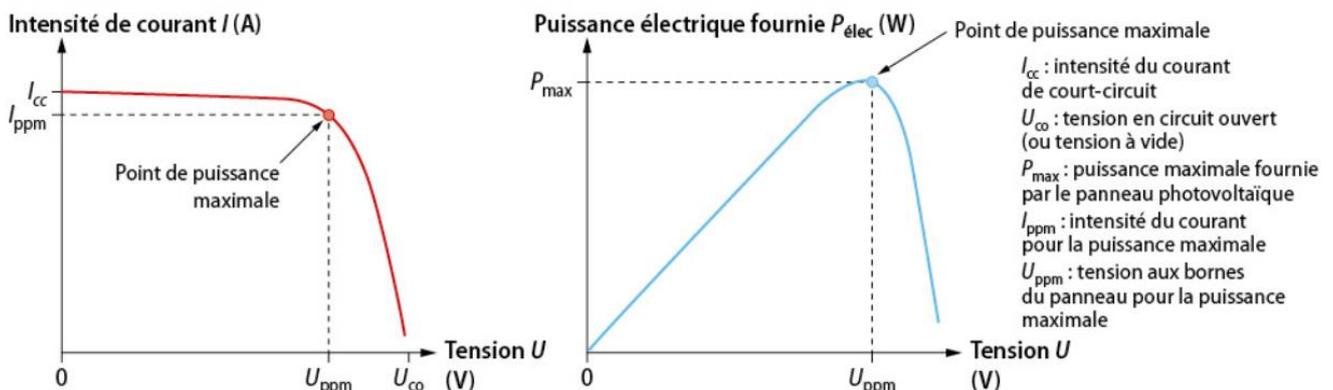
Document 2 : Caractéristiques intensité-tension et calcul de la puissance



[Vidéo 1](#)



[Vidéo 2](#)

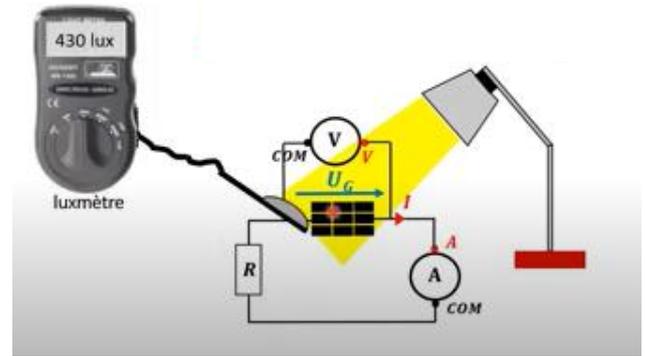


Allure des caractéristiques $I = f(U)$ et $P_{\text{élec}} = f(U)$ d'un panneau photovoltaïque sous un éclairage donné, où $P_{\text{élec}}$ est la puissance électrique fournie par le panneau.

Document 3 : Matériel disponible et schéma du montage à réaliser

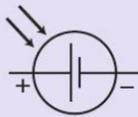
Pour construire la caractéristique $I = f(U)$ d'une cellule photovoltaïque pour un éclairement E , avec I l'intensité du courant dans le circuit qui comprend la cellule et U la tension aux bornes de la cellule, on utilise le matériel suivant :

- une **cellule photovoltaïque** de surface S ;
- un **voltmètre** ;
- un **ampèremètre** ;
- un **luxmètre** qui mesure l'éclairement E reçu par une surface en lux de symbole lx ;
- une **lampe de bureau** ;
- une **résistance** R variable de 0 à 100 k Ω , qui branchée en série avec la cellule, permet de faire varier I .



Document 4 : Puissance lumineuse et rendement d'une cellule photovoltaïque

- La cellule photovoltaïque a pour symbole :



- La puissance lumineuse reçue est le produit de l'éclairement $E_{\text{éclair}}$, exprimé en $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$, par la surface S utile du convertisseur, exprimée en m^2 .

$$P_{\text{lum}} \text{ en W} \rightarrow P_{\text{lum}} = E_{\text{éclair}} \times S \quad \begin{matrix} \leftarrow S \text{ en m}^2 \\ \leftarrow E_{\text{éclair}} \text{ en W} \cdot \text{m}^{-2} \end{matrix}$$

- Le rendement de conversion d'un convertisseur, noté η , est une grandeur sans dimension qui mesure l'efficacité de sa conversion.

Il est défini par :

$$\eta = \frac{P_{\text{exploitable}}}{P_{\text{entrée}}} \quad \begin{matrix} \leftarrow P \text{ en W} \\ \leftarrow P_{\text{entrée}} \end{matrix}$$

Le rendement est toujours inférieur ou égal à 1. Il peut être exprimé en pourcentage.

Plus le rendement se rapproche de 1, plus le convertisseur est efficace.

Dans le cas de la cellule photovoltaïque, $P_{\text{exploitable}}$ correspond à la puissance électrique maximale obtenue et $P_{\text{entrée}}$ est la puissance lumineuse reçue.

RÉALISER

1. Quelle conversion d'énergie effectue une cellule photovoltaïque ?

Energie lumineuse en énergie électrique (plus des pertes thermiques)

On réalise le montage du document 3 afin de tracer la caractéristique intensité – tension de la cellule photovoltaïque.

2. Comment branche-t-on un voltmètre dans un circuit ? Même question pour un ampèremètre.

Voltmètre en dérivation et ampèremètre en série

3. Expliquer la démarche expérimentale pour la conduite des mesures.

Pour un éclairement donné mesuré au luxmètre, on mesure la tension aux bornes du panneau et l'intensité le parcourt pour différentes valeurs de résistances.

Ci-dessous les résultats obtenus :

Manipulation 1

Pour un éclairement $E_{\text{éclair}} = 670 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$:

U(V)	0,71	0,68	0,66	0,62	0,58	0,52	0,43	0,26	0,12	0
I(mA)	0	10	20	30	40	50	60	70	75	78

Manipulation 2

Pour un éclairement $E_{\text{éclair}} = 1300 \text{ W.m}^{-2}$:

U(V)	0,78	0,77	0,76	0,74	0,72	0,69	0,66	0,60	0,46	0,35	0,25	0
I(mA)	0	10	20	30	40,2	61	80	110	140	148	151	155

ANALYSER

- ✚ A l'aide du fichier tableur fourni, calculer la puissance électrique fournie par le panneau pour chacun des points de mesure
 - ✚ Tracer la caractéristique $I = f(U)$ de ce panneau pour les deux éclairements.
 - ✚ Tracer la caractéristique $P_{\text{électrique}} = f(U)$ du panneau pour les deux éclairements.
4. Identifier la puissance maximale pour chaque éclairement.

$E_{\text{éclair}} = 670 \text{ W.m}^{-2}$	$P_{\text{exploitable}} = 0,026 \text{ W}$
$E_{\text{éclair}} = 1300 \text{ W.m}^{-2}$	$P_{\text{exploitable}} = 0,066 \text{ W}$

5. Calculer la valeur du rendement du panneau pour les deux éclairements. Le panneau a pour dimension : 40 mm x 56 mm.

$$\eta = \frac{P_{\text{exploitable}}}{P_{\text{lum}}} = \frac{P_{\text{exploitable}}}{E_{\text{éclair}} \times S}$$

$$E_{\text{éclair}} = 670 \text{ W.m}^{-2} \quad \eta = \frac{P_{\text{exploitable}}}{E_{\text{éclair}} \times S} = \frac{0,026}{670 \times (40 \times 10^{-3} \times 56 \times 10^{-3})} = 0,017 \text{ soit } 1,7\%$$

$$E_{\text{éclair}} = 1300 \text{ W.m}^{-2} \quad \eta = \frac{P_{\text{exploitable}}}{E_{\text{éclair}} \times S} = \frac{0,066}{1300 \times (40 \times 10^{-3} \times 56 \times 10^{-3})} = 0,022 \text{ soit } 2,2\%$$

VALIDER

Le panneau utilisé dans cette activité est-il aussi performant que celui proposé par la startup Insolight ?

Absolument pas !



[Insolight](#)

Visionner la vidéo et expliquer la particularité des panneaux d'Insolight.

➔ système de lentilles qui concentrent les rayons du soleil sur de minuscules cellules solaires.

Objectifs de l'activité	Trop facile	Avec une petite aide	SOS ...
✚ Expliquer qualitativement le fonctionnement d'une cellule photoélectrique.			
✚ Déterminer le rendement d'une cellule photovoltaïque.			