

TP 21 : Rendement d'une cellule photovoltaïque

TP INFO

Chapitre 20

MOTS CLES:

Photon – effet photovoltaïque - MPP

PREREQUIS

- Notion de rendement η
- Fonctionnement d'une jonction PN éclairée
- Notions d'électricité

OBJECTIFS

- Déterminer le rendement d'une cellule photovoltaïque.

Introduction

Un panneau photovoltaïque est un dispositif transformant l'énergie lumineuse en énergie électrique. Il est constitué d'une série de cellules photovoltaïques associées en série et en dérivation, formées d'un matériau semi-conducteur dopé le silicium.

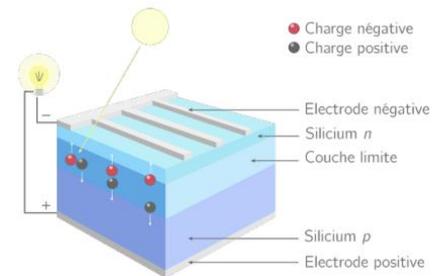
Ces cellules sont caractérisées par plusieurs facteurs notamment leur rendement.

Comment optimiser la production d'énergie électrique d'une cellule photovoltaïque.

I. Les documents du TP

Document 1 : Le rôle du soleil

Les photons du Soleil qui pénètrent dans la cellule photovoltaïque peuvent arracher des électrons aux atomes de silicium présents dans les couches n et p. Le champ électrique interne à la cellule entraîne les électrons libérés vers la cathode \ominus , où ils empruntent un circuit extérieur, générant ainsi un courant électrique qui alimente, par exemple, une ampoule électrique. Les électrons rejoignent ensuite l'anode \oplus , où ils se recombinaient 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 des panneaux solaires. Aujourd'hui, les rendements énergétiques moyens des panneaux solaires sont de l'ordre de 15 %.



Document 2 : Rendement η

Le rendement d'une cellule photovoltaïque est défini comme :

$$\eta = \frac{P_{elec}}{P_{lum}}$$

Avec :

- $P_{elec} = U_c \times I_c$ avec U_c tension aux bornes de la cellule et I_c courant débitée par la cellule

- $P_{lum} = \epsilon S$ avec ϵ éclairement en $W.m^{-2}$. Et S la surface de la cellule en m^2

Document 3 : Mesure de l'éclairement ϵ

Un solarimètre permet de mesurer l'éclairement énergétique ϵ en $W.m^{-2}$. Il s'agit d'une puissance lumineuse reçue par unité de surface.

Au lycée il n'y en a qu'un seul.

On peut aussi utiliser un luxmètre mais celui-ci mesure un éclairement sensoriel, c'est-à-dire suivant la réponse de l'œil humain qui ne voit que dans le visible. La mesure au luxmètre est donc approximative.

On considère grossièrement qu'un éclairement dû au soleil de 100 lx correspond à une puissance surfacique d'environ $1,0 W.m^{-2}$.

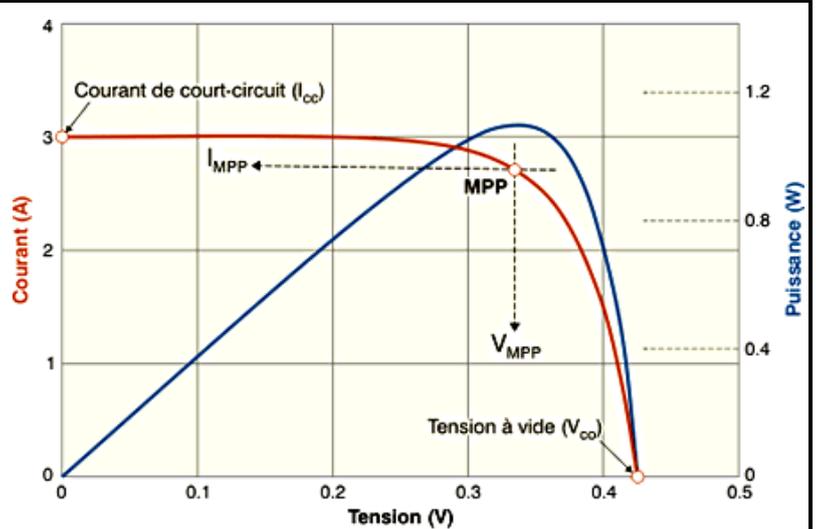
Document 4 : Caractéristique Courant-tension

Sous un éclairage donné, toute cellule photovoltaïque est caractérisée par une courbe Courant-Tension ($U ; I$) ainsi qu'une courbe Puissance-Tension ($U ; P$).

Exemple ci-contre : pour une cellule au silicium de 100 cm^2 .

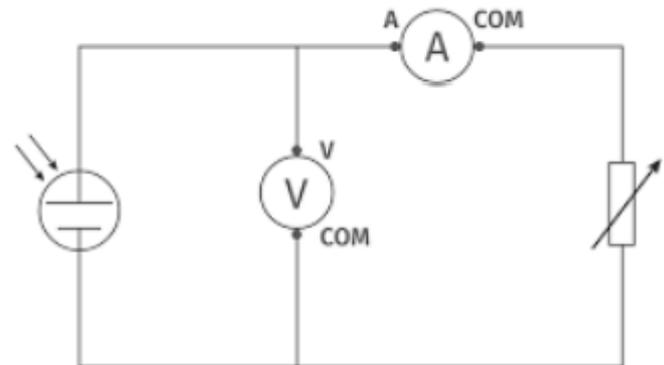
Trois grandeurs physiques importantes :

- La tension à vide : V_{co} . Il s'agit de la tension aux bornes d'une cellule éclairée mais non raccordée.
- Le courant de court-circuit: I_{cc} . Il s'agit du courant débité par une cellule éclairée et raccordée à elle-même par un simple fil.
- Le point de puissance maximal : **MPP** (en anglais : *maximal power point*) est obtenu pour une tension et un courant optimal. Les onduleurs sont équipés d'un MPPT (tracker) pour que les panneaux photovoltaïques débitent toujours leur puissance maximale.



Pour permettre une comparaison de l'efficacité de différentes cellules, on définit les caractéristiques dans des conditions de test bien précises (STC = Standard Test Conditions) : émission lumineuse de $1\,000 \text{ W/m}^2$, température de 25 °C , conditions spectrales Air Mass 1.5 (composition du spectre identique au spectre solaire lorsqu'il traverse une épaisseur et demie d'atmosphère, ce qui correspond à un angle d'incidence de 41.8° par rapport à l'horizontale).

Le circuit pour tracer la caractéristique est donné ci-contre.



II. Questions

1. Mesurer la tension à vide de la cellule présentée lorsque celle-ci ne reçoit aucune lumière.
2. Elaborer un protocole permettant de tracer la caractéristique $I = f(U)$ de la cellule photovoltaïque présente sur la table.

Appel 1

3. Mettre en œuvre le protocole et tracer la caractéristique $I = f(U)$ de la cellule à l'aide d'un tableur
4. Calculer la puissance et tracer la caractéristique $P = f(U)$ sur un autre graphique.
5. Déterminer la tension permettant d'avoir une puissance maximale et donc la valeur de la résistance à brancher à la cellule.

Appel 2

6. Déterminer le rendement de la cellule photovoltaïque et commenter le résultat.

III. Evaluation

Analyser 1 ; Réaliser 3 ; Valider 2