

Séance du 17/02/2026

1- Introduction

L'objectif de cette séance était de comprendre le comportement électrique du panneau solaire lorsque l'intensité lumineuse varie, en particulier le fait que le courant varie immédiatement alors que la tension reste quasi constante.

Cette analyse était nécessaire afin d'intégrer correctement ce phénomène physique dans la conception de l'algorithme de Maximum Power Point Tracking (MPPT).

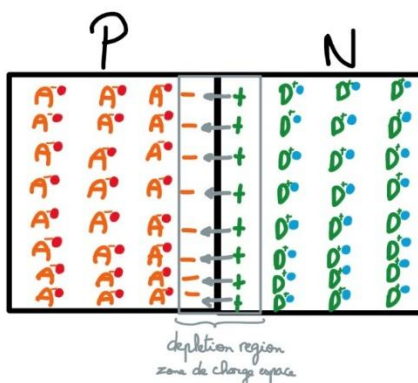
2- Fonctionnement de base des panneaux solaires

Pour comprendre pourquoi la tension ne varie pas fortement avec l'intensité lumineuse, on voulait d'abord se rappeler de comment fonctionne un panneau solaire.

Un panneau solaire est une jonction PN. Lorsqu'on met en contact un matériau de type N avec un matériau de type P, les électrons de la zone N diffusent vers la zone P et les trous de la zone P diffusent vers la zone N à cause du gradient de concentration des porteurs de charge.

Lorsque les électrons quittent leurs atomes pour recombinaison avec des trous, les atomes ayant perdu un électron deviennent positivement chargés (ions positifs). De la même manière, du côté P (ayant perdu un trou), il reste des ions négatifs fixes.

La présence de ces ions positifs et négatifs crée un champ électrique interne, appelé barrière de potentiel. Ce champ s'oppose à la diffusion des porteurs et empêche les électrons et les trous de traverser librement la jonction. Il se forme alors une zone de déplétion appelée ZCE (Zone de Charge d'Espace)



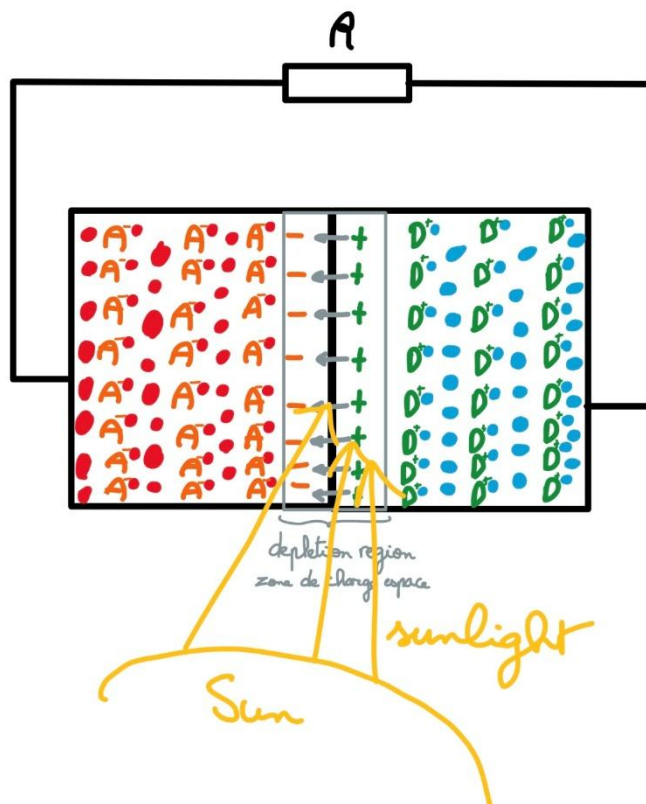
A : atome accepteur, D : atome donneur, Points rouges : trous, Points bleus : électrons quasi libres

Lorsqu'on éclaire la jonction, on illumine la ZCE. Les photons incidents créent alors des paires électron-trou. Sous l'effet du champ électrique interne, les électrons sont immédiatement poussés vers la zone N et les trous sont immédiatement poussés vers la zone P.

On obtient alors un excès d'électrons côté N et un excès de trous côté P. Si on connecte un circuit entre les deux bornes, ces charges vont circuler à travers le fil externe : on obtient ainsi un courant électrique. On comprend donc que les paires électron-trou générées par la lumière sont directement responsables du courant fourni par le panneau.

Moins de lumière signifie :

- moins de photons
- moins d'énergie transmise aux électrons
- moins de paires électron-trou générées
- moins de porteurs de charge circulant dans le circuit
- donc moins de courant.



Ici, on voit qu'on a ajouté des points rouges et des points bleus à cause de la génération de paires électrons-trous par les rayons solaires.

Concernant la tension, le fonctionnement est différent.

La jonction fonctionne correctement uniquement si les électrons et les trous générés dans la ZCE sont immédiatement séparés par le champ électrique interne. La tension maximale que l'on peut mesurer aux bornes correspond à la barrière de potentiel propre au matériau utilisé.

Si cette barrière disparaissait, les porteurs traverseraient directement la jonction (courants de fuite) au lieu de passer par le circuit externe.

Et du coup cette tension correspond à l'attraction entre l'excès d'électrons coté N et l'excès de trous coté P. Cependant, pour atteindre cette tension maximale, on n'a pas besoin d'un grand nombre de paires électron-trou. Il suffit d'une quantité relativement faible pour établir la différence de potentiel. La tension atteint donc rapidement une valeur proche de sa valeur maximale (elle sature). Ainsi, même si l'intensité lumineuse varie, la tension reste pratiquement constante tant que l'éclairement n'est pas extrêmement faible.

Ce phénomène nous a aussi permis de comprendre que lorsqu'on tire trop de courant, on tire des paires électrons qui de base « créent » la tension via leur attraction ; donc c'est pour cela que là, par contre, le potentiel chute.

On peut donc conclure que si la puissance diminue mais que la tension reste quasi constante, c'est du coup l'intensité lumineuse qui a diminué et non pas un problème où l'on tire trop ou pas assez de courant via notre charge.

3- Conclusion :

On a donc compris pourquoi le courant chute beaucoup plus rapidement que la tension lorsque l'intensité lumineuse diminue.

Ce phénomène sera intégré dans l'algorithme MPPT lors de la prochaine séance afin d'optimiser le suivi du point de puissance maximale.