

# TIPE : Les cellules photovoltaïques

I. Sujet

II. Problème technique

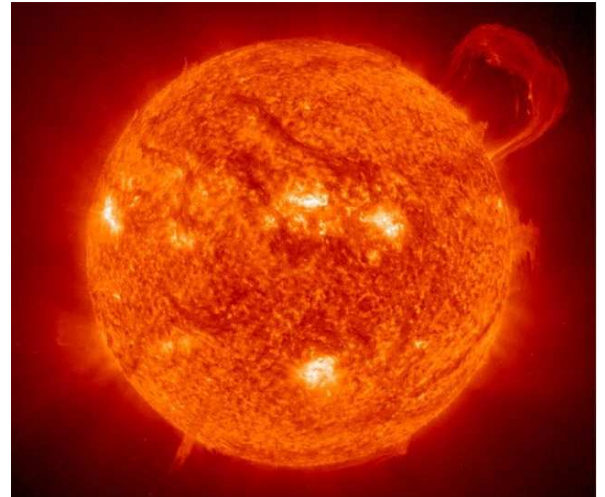
III. Description

IV. Modélisation

V. Expérimentation

VI. Discussion

VII. Conclusion



## I. Sujet

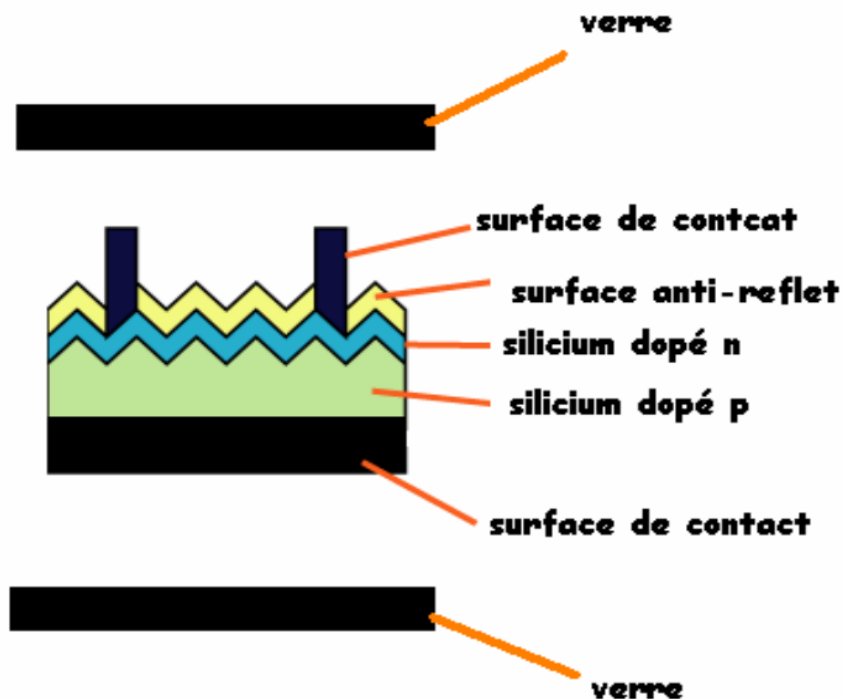
Les cellules photovoltaïques

## II. Problème technique

Les cellules photovoltaïques => production électricité

Problème : le rendement de 15 % => la température, l'inclinaison, le positionnement, les matériaux utilisés

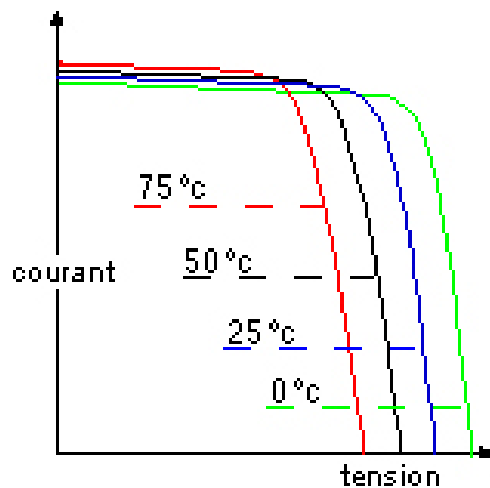
## III. Description



## IV. Modélisation

### *Etude théorique :*

#### Outils nécessaire à la résolution du problème



### Transfert thermique :

Conduction : transmission de proche en proche de l'agitation thermique

$$\vec{\varphi} = -\lambda \overrightarrow{\text{grad}}(T)$$

$$\lambda \Delta T + P = \rho c \frac{\partial T}{\partial t}$$

- $\Delta T$  : laplacien de la température,
- $P$  : l'énergie produite ( $\text{W.m}^{-3}$ )
- $\rho$  : masse volumique ( $\text{kg.m}^{-3}$ )
- $c$  : chaleur spécifique ( $\text{J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ )
- $\lambda$  : conductivité thermique du matériau

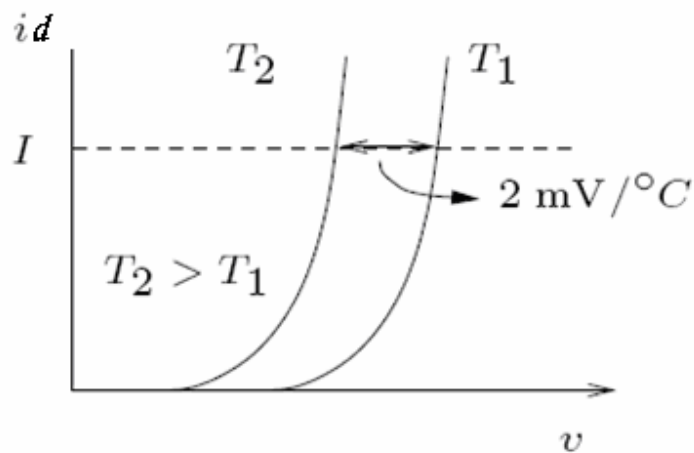
Convection : déplacement de matière dans le milieu

$$\varphi = h \times S \times (t_p - t_f)$$

- $\varphi$  : flux de chaleur ;
- $h$  : coefficient d'échange thermique ;
- $S$  : surface considérée ;
- $t_p$  : température de paroi ;
- $t_f$  : température du fluide.

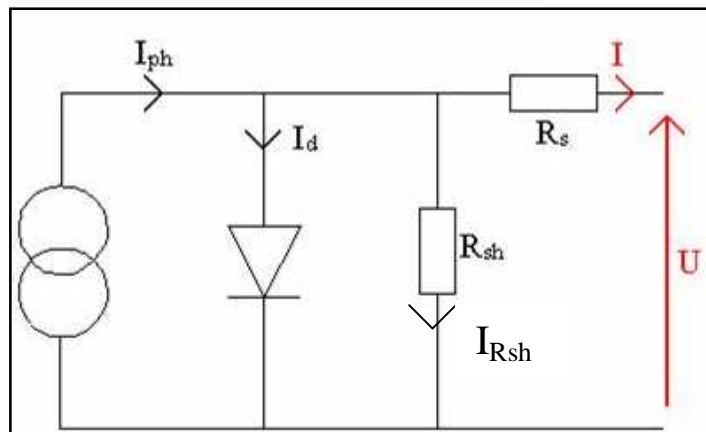
Effet de la température sur une jonction PN :

$$i = I_s \cdot \exp(v/n \cdot (k \cdot T/q))$$



Shéma équivalent  
d'une cellule  
phovoltaïque :

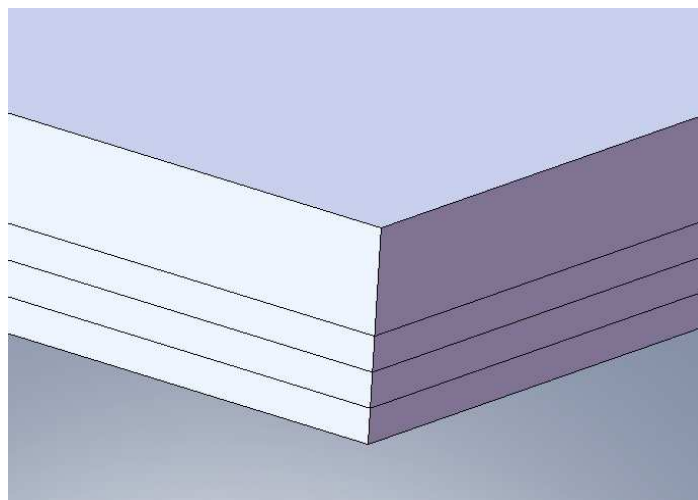
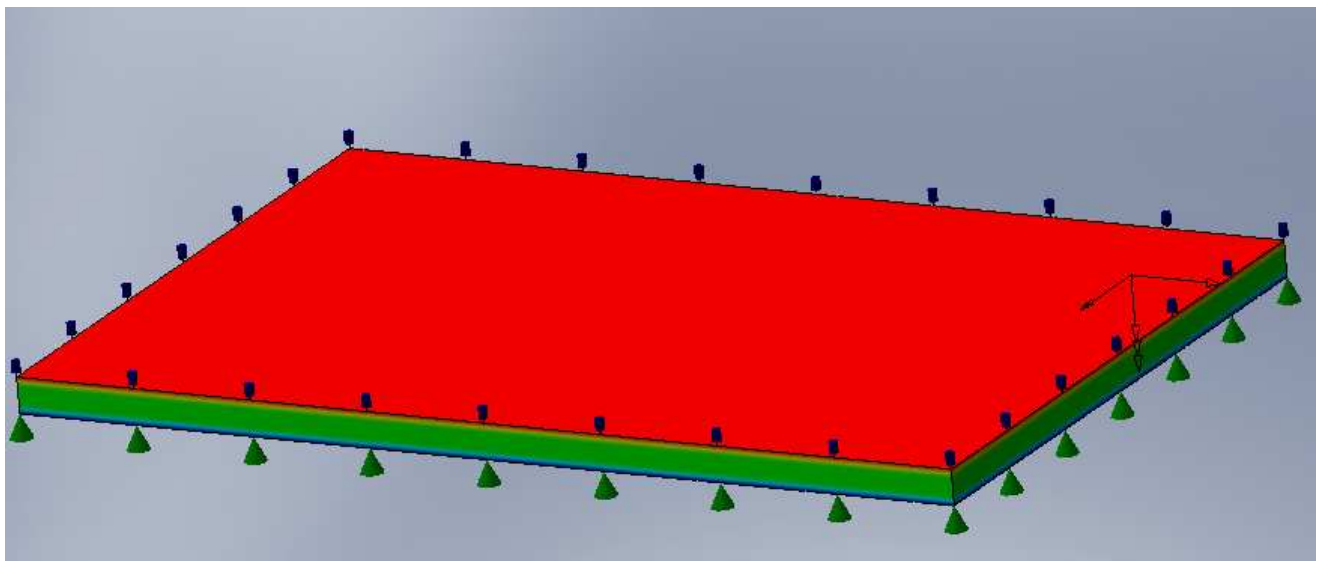
$$I = I_{ph} - I_d - I_{Rsh}$$



## *Etude avec CAO :*

### Simulation :

- conception du panneau
- mise en place de l'ensevelissement
- mise en place de la convection
- observation de la carte de température dans le panneau après calcul du logiciel



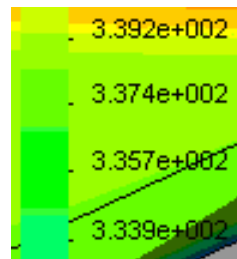
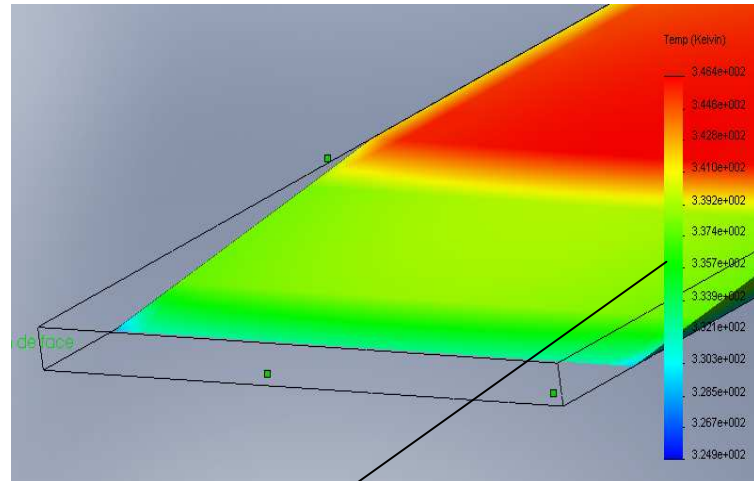
**Fonctionnement normal :**

**Hypothèse :**

- flux solaire :  $1000 \text{ W/m}^2$
- coefficient de convection :  $10 \text{ W.m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$
- température :  $20 \text{ }^\circ\text{C}$

Matériaux :

VERRE
SILICIUM
SILICIUM
VERRE



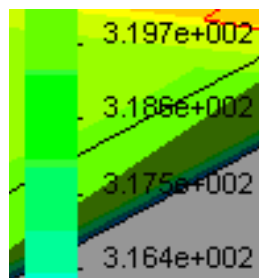
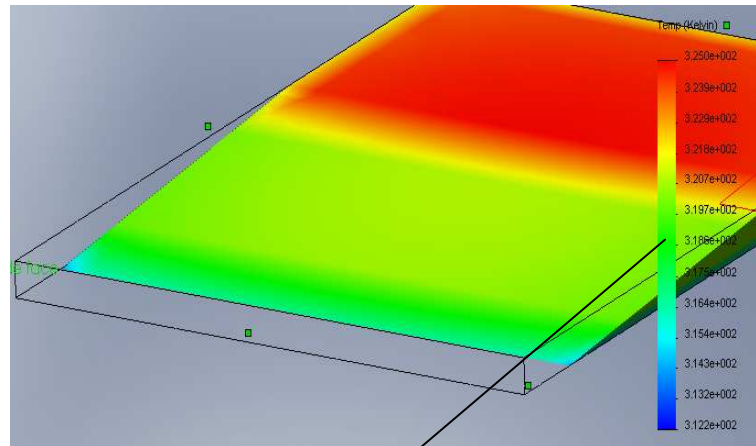
**Fonctionnement avec voile :**

**Hypothèse :**

- flux solaire :  $600 \text{ W/m}^2$
- coefficient de convection :  $10 \text{ W.m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$
- température :  $20 \text{ }^\circ\text{C}$

Matériaux :

VERRE
SILICIUM
SILICIUM
VERRE



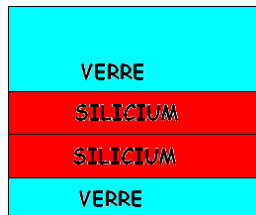
Résultat :  
**- 17 Kelvin**

### Fonctionnement avec vitre plus épaisse :

#### Hypothèse :

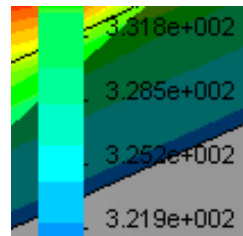
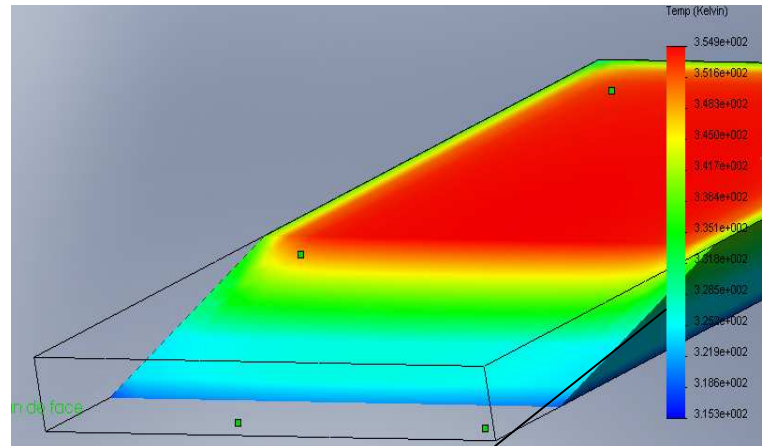
- flux solaire :  $1000 \text{ W/m}^2$
- coefficient de convection :  $10 \text{ W.m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$
- température :  $20 \text{ }^\circ\text{C}$

Matériaux :



Résultat :

**- 8 Kelvin**



### Fonctionnement avec plus de convection :

#### Hypothèse :

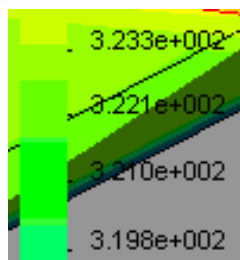
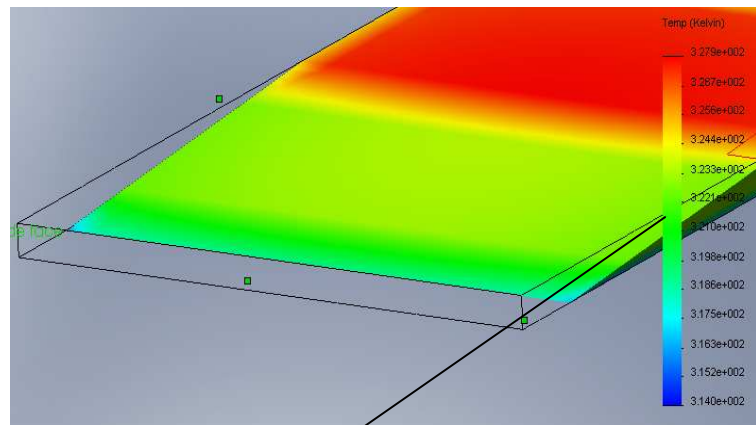
- flux solaire :  $1000 \text{ W/m}^2$
- coefficient de convection :  $20 \text{ W.m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$
- température :  $20 \text{ }^\circ\text{C}$

Matériaux :



Résultat :

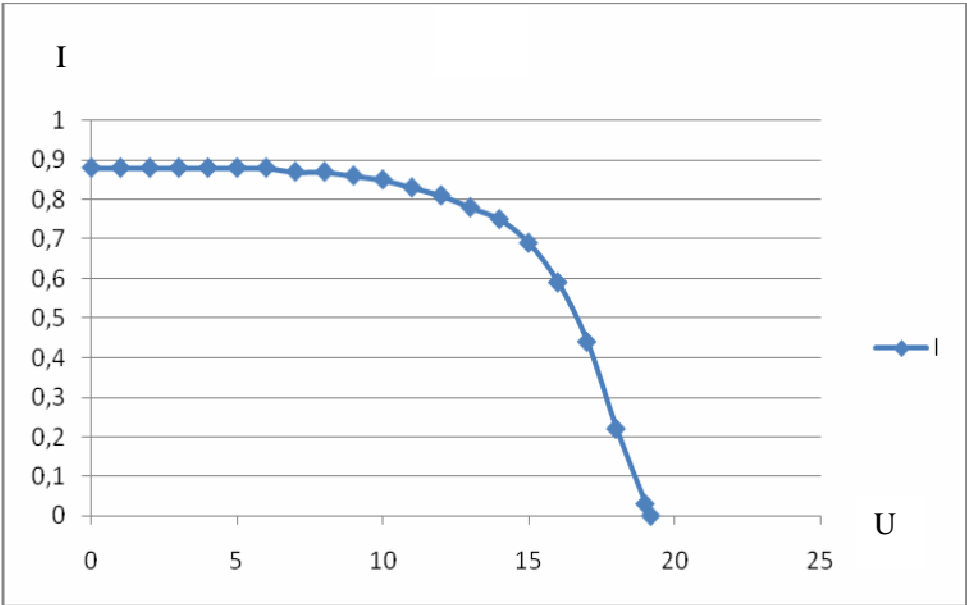
**- 16 Kelvin**



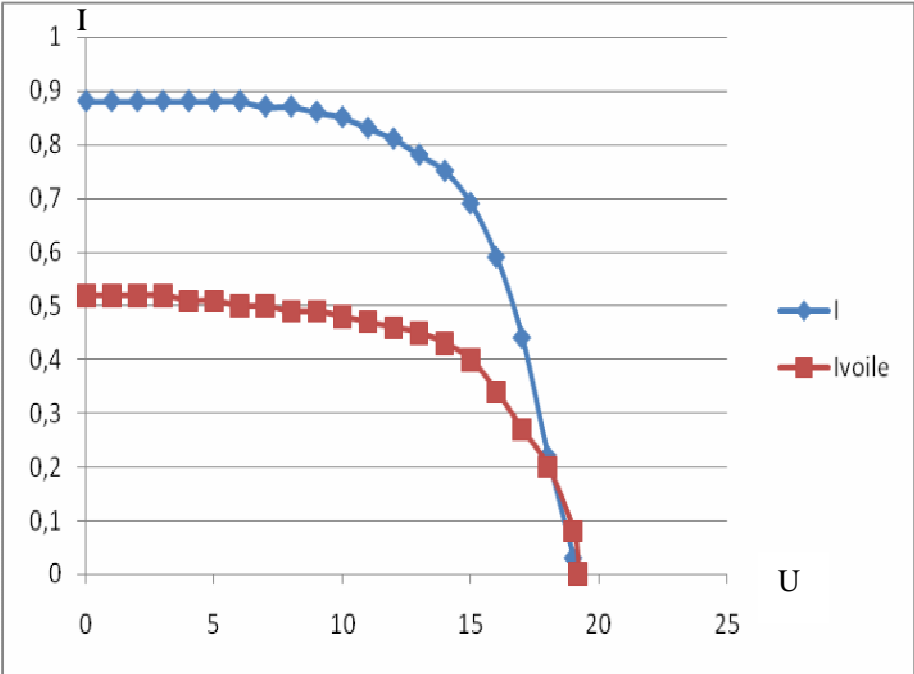
# V. Expérimentation



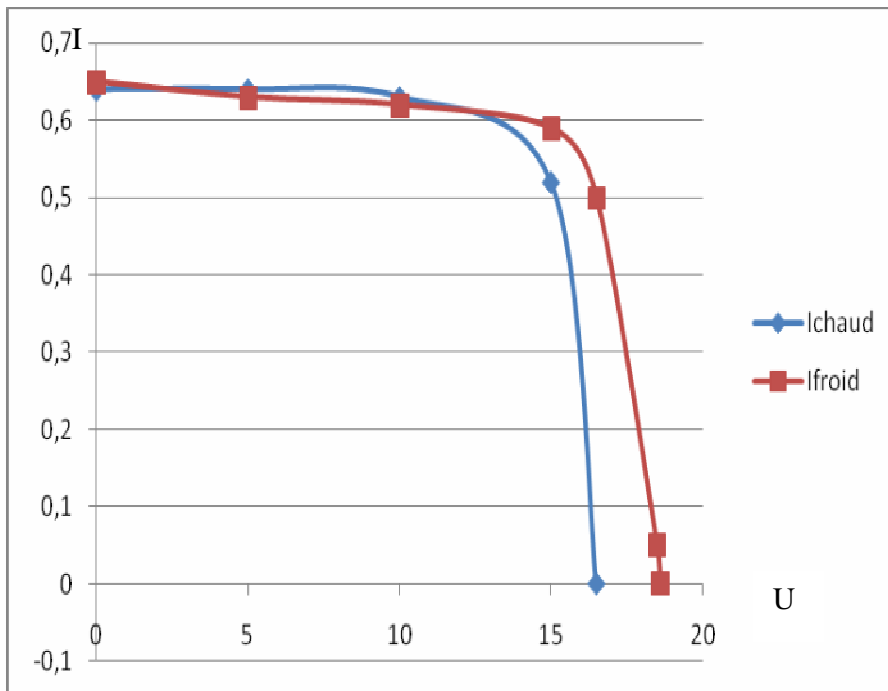
**Fonctionnement normal :**



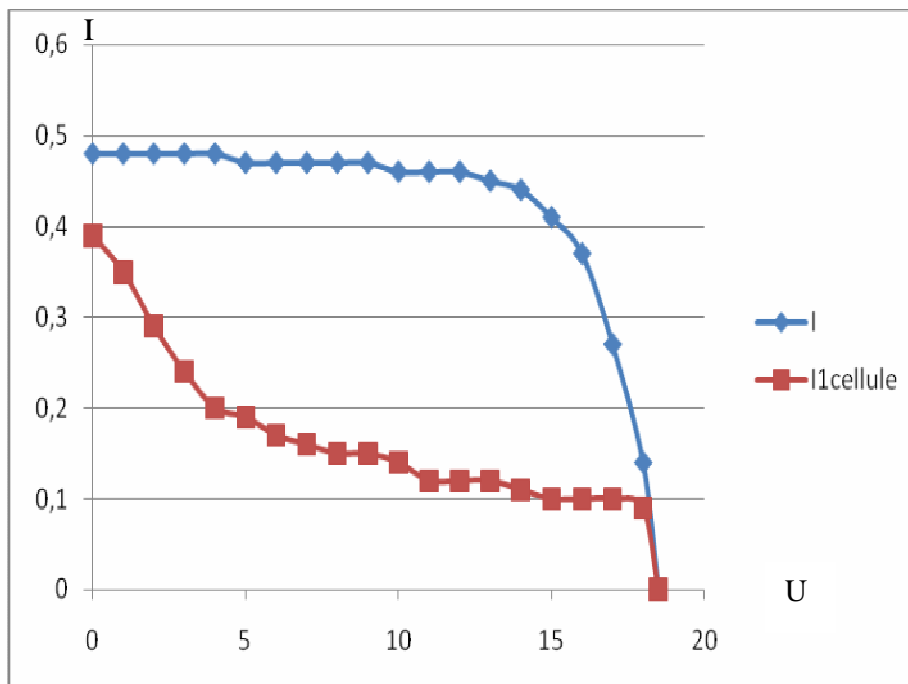
**Fonctionnement avec voile :**



## Fonctionnement avant et après arrosage :



## Fonctionnement avec une cellule cachée :



## VI. Discussion

Ensoleillement => Chaleur

Mais priorité à l'ensoleillement

Système le plus optimisé :

- bonne épaisseur du verre
- bonne aération
- pas d'ombre



## VII. Conclusion

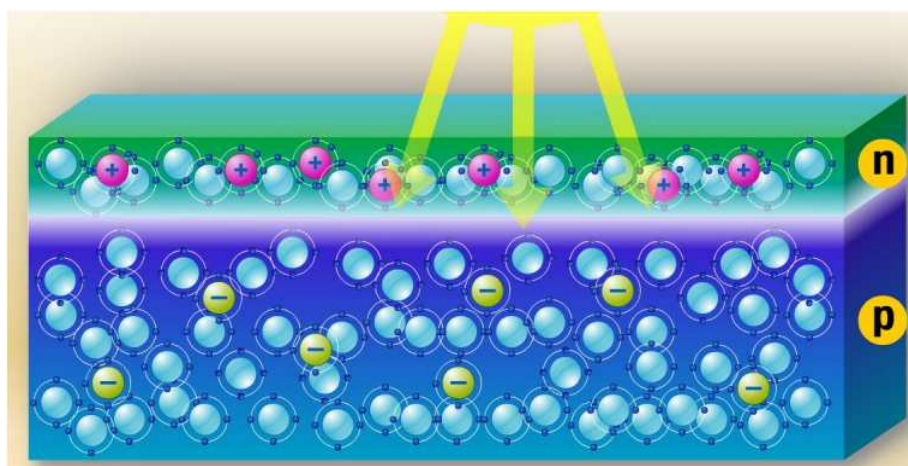
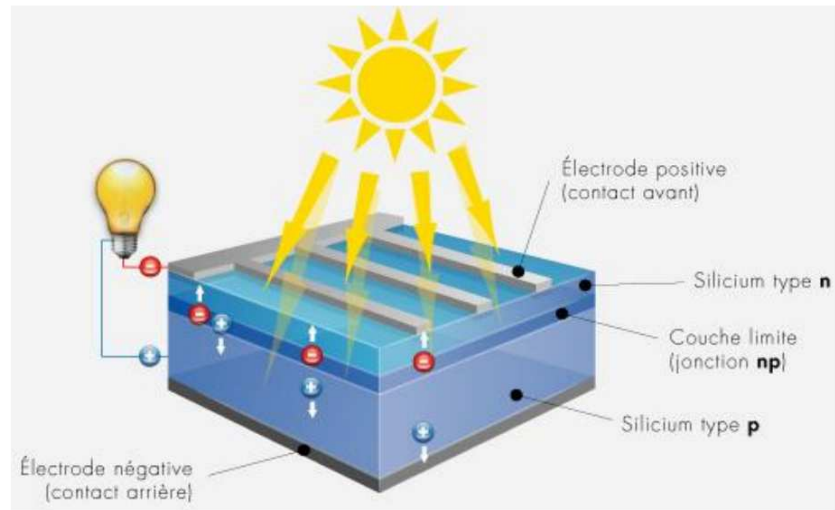
Les solutions mises en place sont :

- Soulèvement du panneau sur le toit : Effet tunnel
- Diode by pass
- Verre ni trop épais ni trop fin (priorité aux effets mécaniques)
- Recherche d'un endroit ensoleillé et sans ombre (utilisation de masque)
- Elaboration de panneau hybride électrique thermique (contestable)



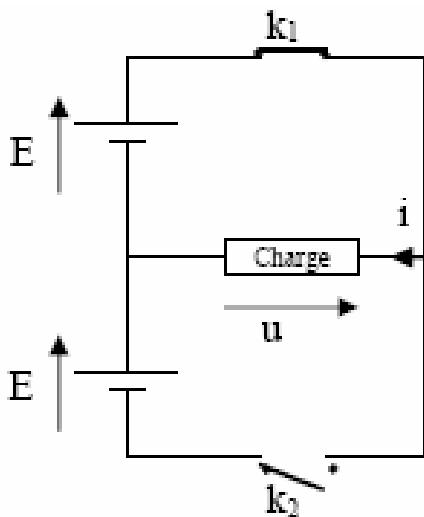
## Annexe :

### Principe de fonctionnement d'une cellule :



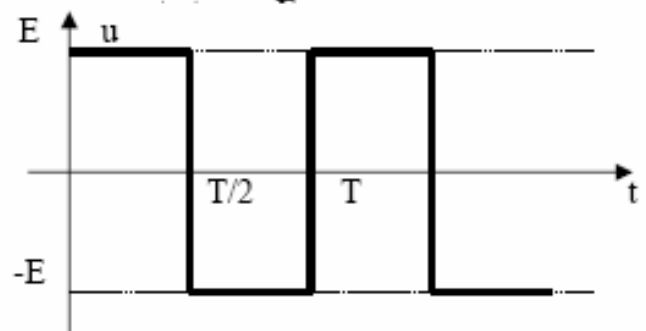
## Principe de fonctionnement d'un onduleur :

Onduleur : conversion continu alternatif



### Commande symétrique :

- Pour  $0 \leq t < \frac{T}{2}$  l'interrupteur électronique  $k_1$  est fermé,  $k_2$  est ouvert et  $u = E$ .
- Pour  $\frac{T}{2} \leq t < T$  l'interrupteur électronique  $k_2$  est fermé,  $k_1$  est ouvert et  $u = -E$ .



## Incertitude expérimentale :

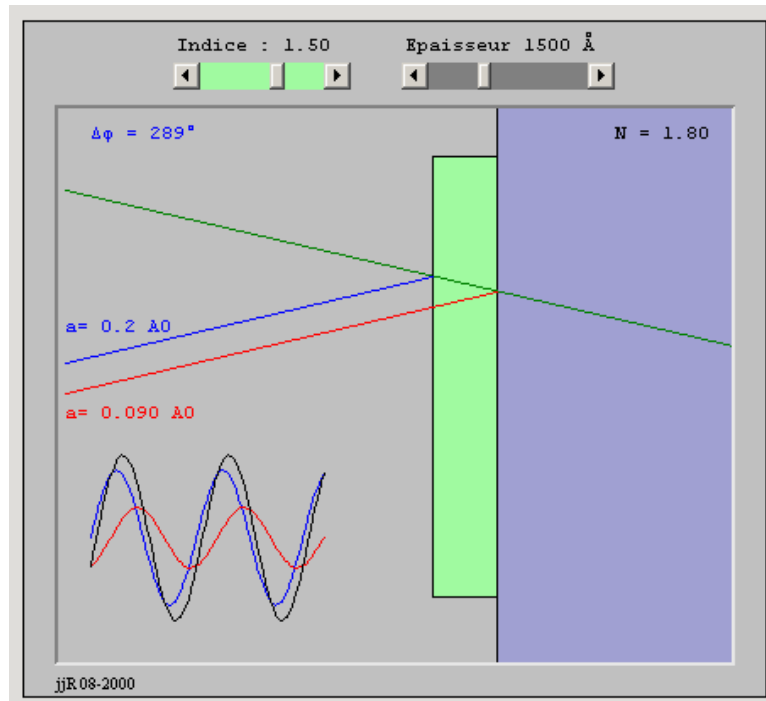
Lecture de la valeur de l'intensité :

Ecart de relevé : + ou - 100 mA

Lecture de la valeur d'une tension :

Ecart de relevé : + ou - 0.01 V

## Principe de la couche antireflet :



But :

Annulation du rayon réfléchi sur la couche par un autre rayon réfléchi sur le verre

Amplitude de l'onde incidente :

$A_0$

$A_1 =$  Amplitude de l'onde réfléchi sur la couche mince :

$A_0 \cdot (n-1) / (n+1)$

$A_2 =$  Amplitude de l'onde réfléchi sur par le dioptre :

$A_0 \cdot (N-n) / (N+n)$

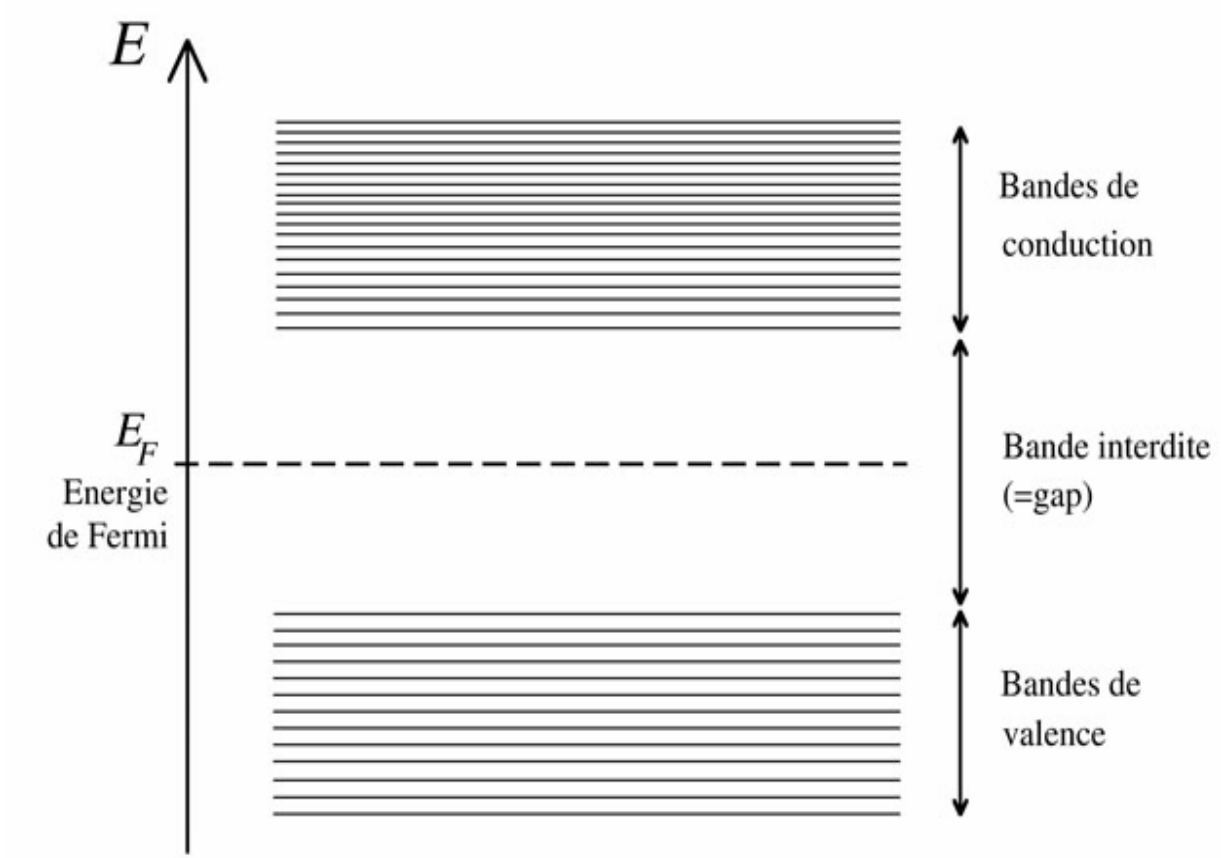
$A_1 = A_2$  si  $n = \sqrt{N}$

Déphasage :  $\delta = 2 \cdot n \cdot e = (2 \cdot n + 1) \lambda$

}

Annulation de l'onde réfléchi

Bande d'énergie d'un semi conducteur :



Principe des diodes by-pass :

