



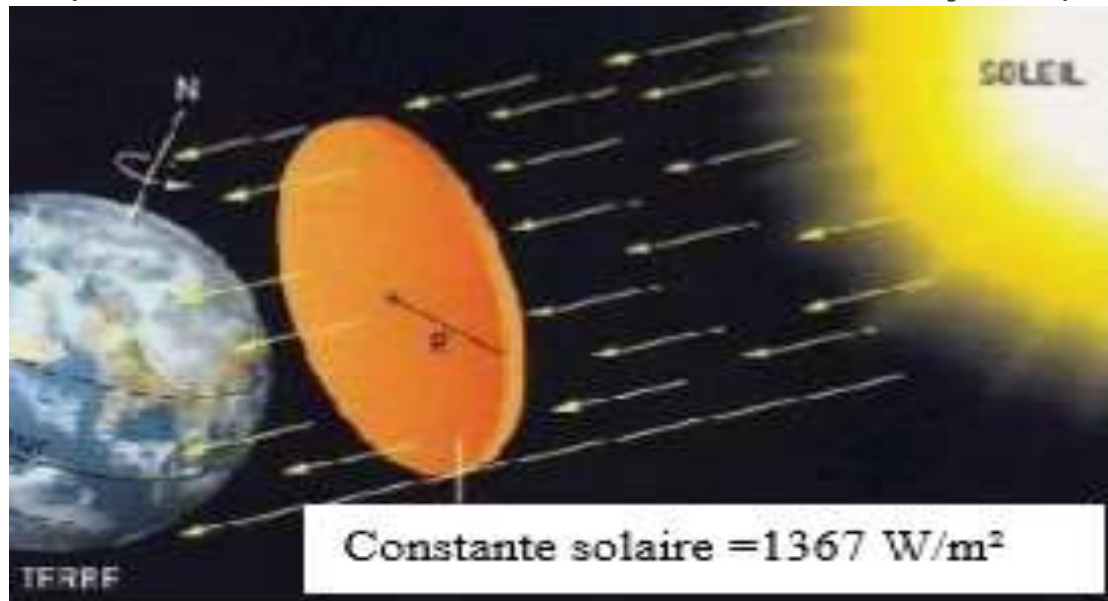
# Modélisation d'un module photovoltaïque en fonction de l'environnement

Objectif : Vers une utilisation plus pratique de l'énergie solaire. Quel impact de l'interaction entre le module photovoltaïque avec les paramètres de son environnement

Thème: Milieux: interactions, interfaces, homogénéité, ruptures

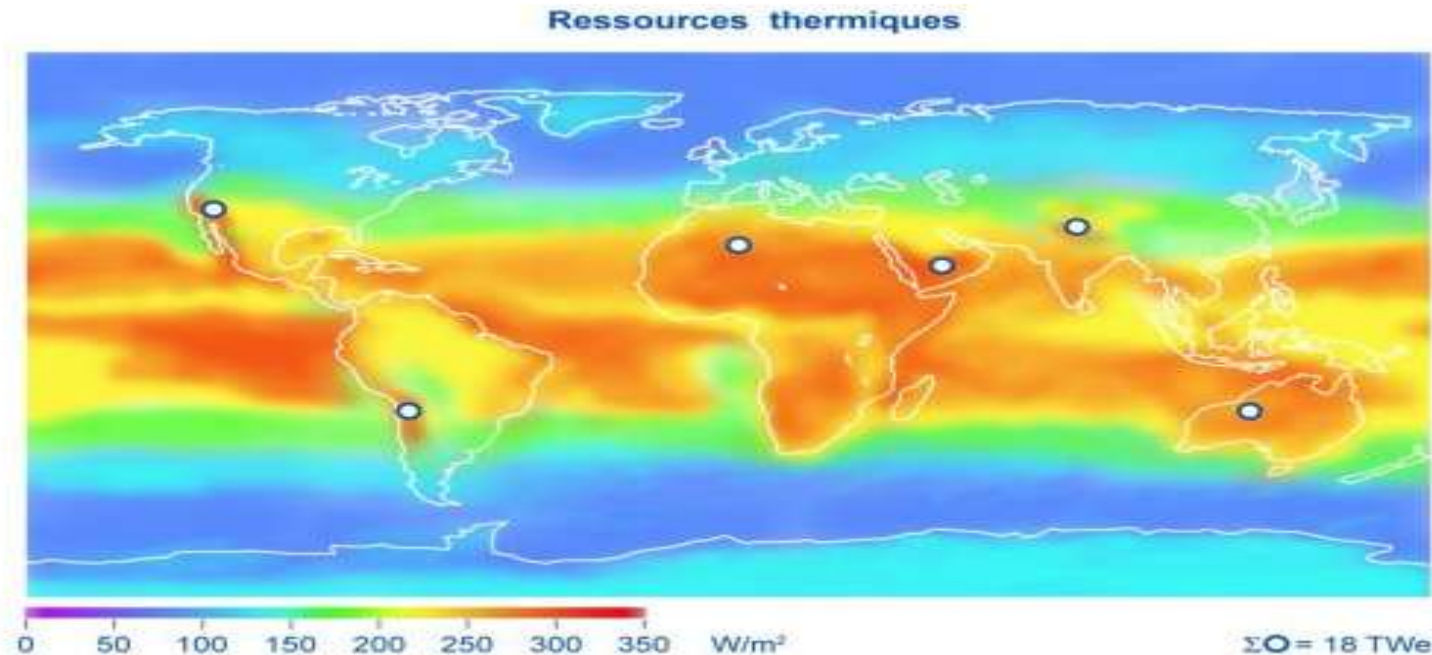
# Vous avez dit énergie solaire?

- ▶ l'énergie solaire est l'énergie transmise par le soleil sous la forme de lumière et de chaleur .
- ▶ Elle délivre de manière continue une énorme quantité d'énergie radiant l'ensemble du système solaire et dont la terre n'en reçoit qu'une partie infime.



# Exposition mondiale au soleil

- ▶ Elle est aussi considérée la source - directement ou indirectement – de la plupart des énergies renouvelables et des fossiles .
- ▶ Cet énergie est considérée comme inépuisable à l'échelle de l'homme .



# Comment peut-on exploiter l'énergie solaire ?

## Cellule photovoltaïque, solution optimale?

- La cellule photovoltaïque est une composante électronique semi-conducteur exposée à la lumière (photons), produit de l'électricité grâce à l'effet photovoltaïque.



cellule photovoltaïque  
(monocristalline)



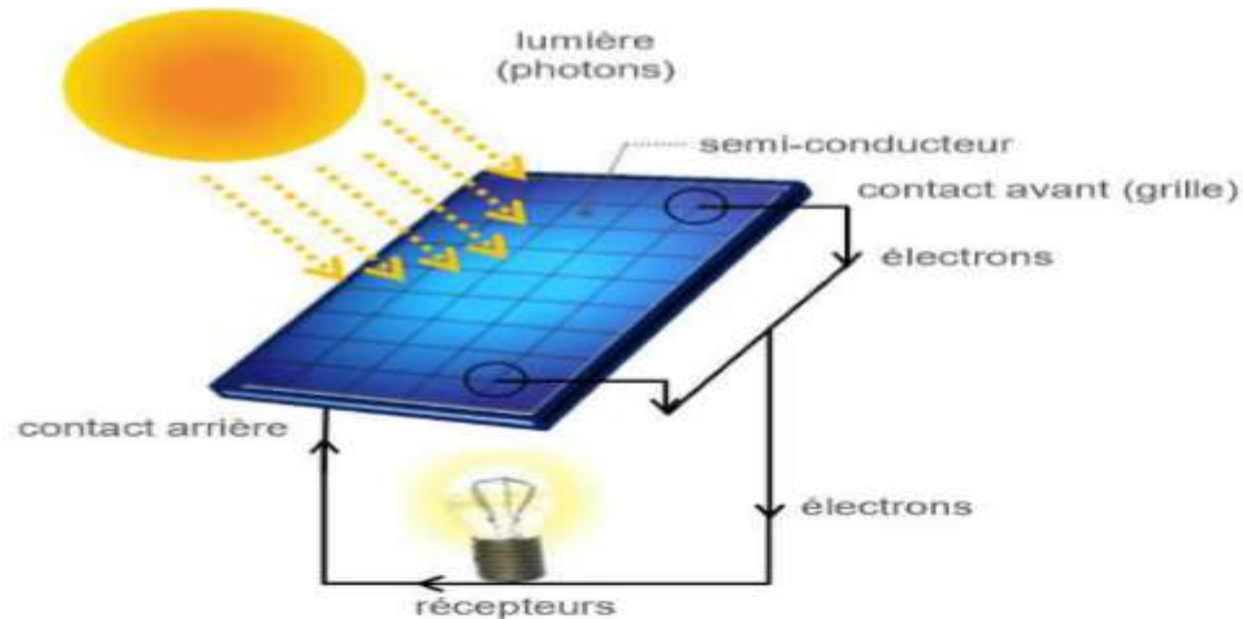
Panneau photovoltaïque



Champ photovoltaïque  
Source : Tenesol

# L'effet photovoltaïque: Mise en œuvre

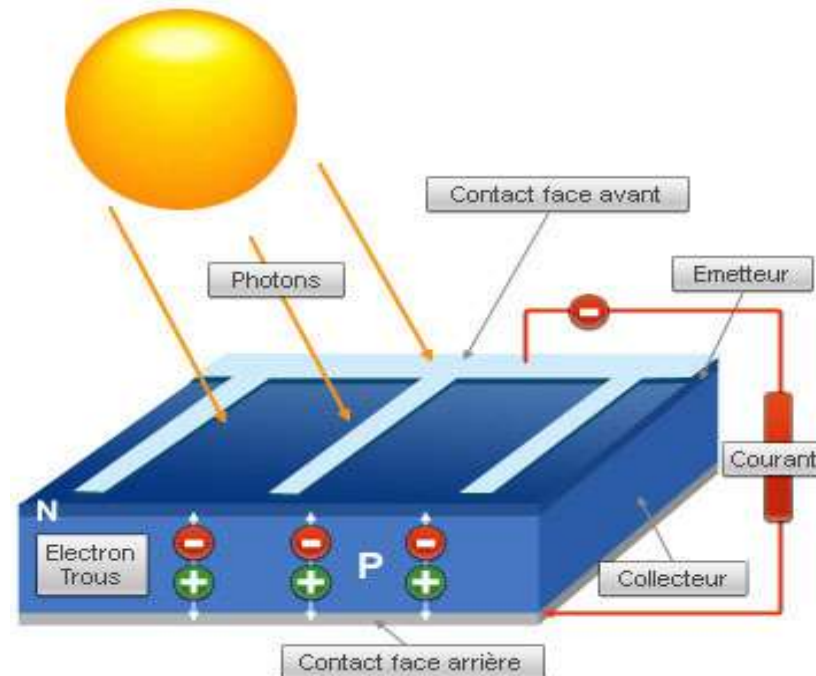
- L'effet photovoltaïque utilisé dans les cellules solaires permet de transformer l'énergie des rayons solaires en électricité par le biais d'un matériau semi-conducteur.





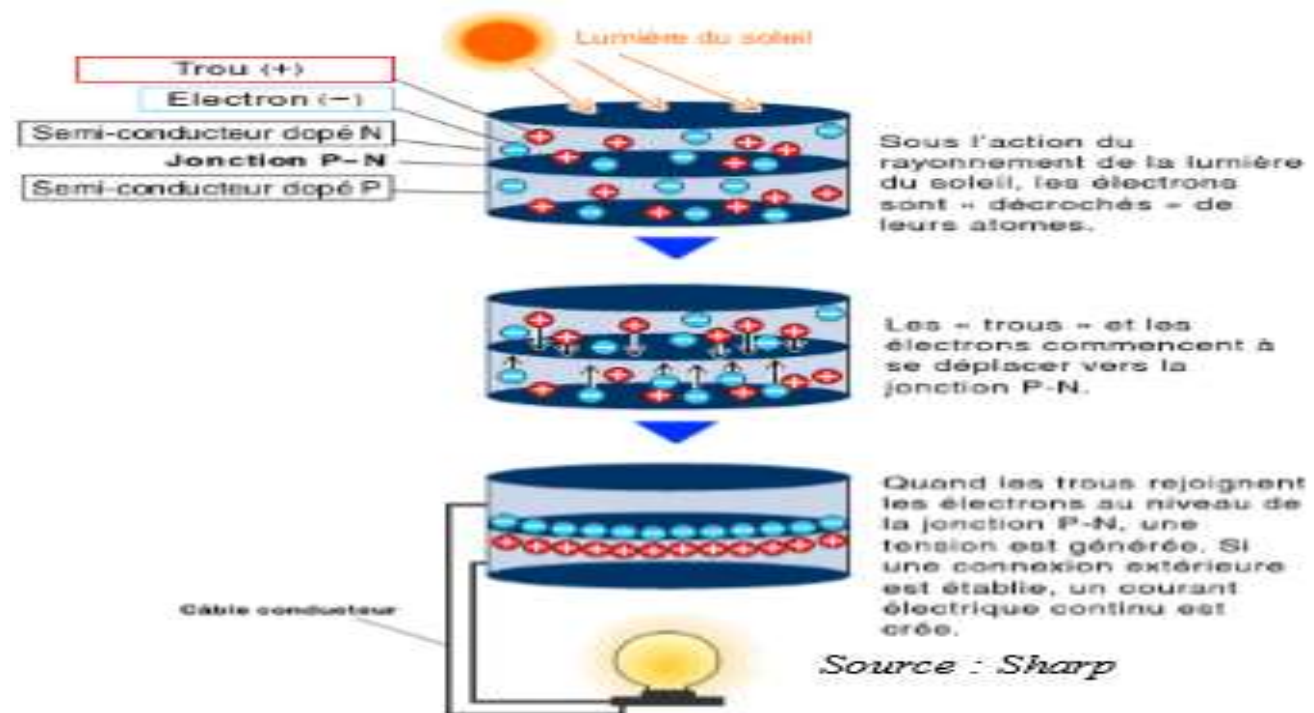
# L'effet photovoltaïque: milieu semi-conducteur

- Ce matériau est composé de deux parties, l'une présentant un excès d'électrons et l'autre un déficit en électrons, dites respectivement dopée de type n et dopée de type p, dénommé comme jonction p-n.



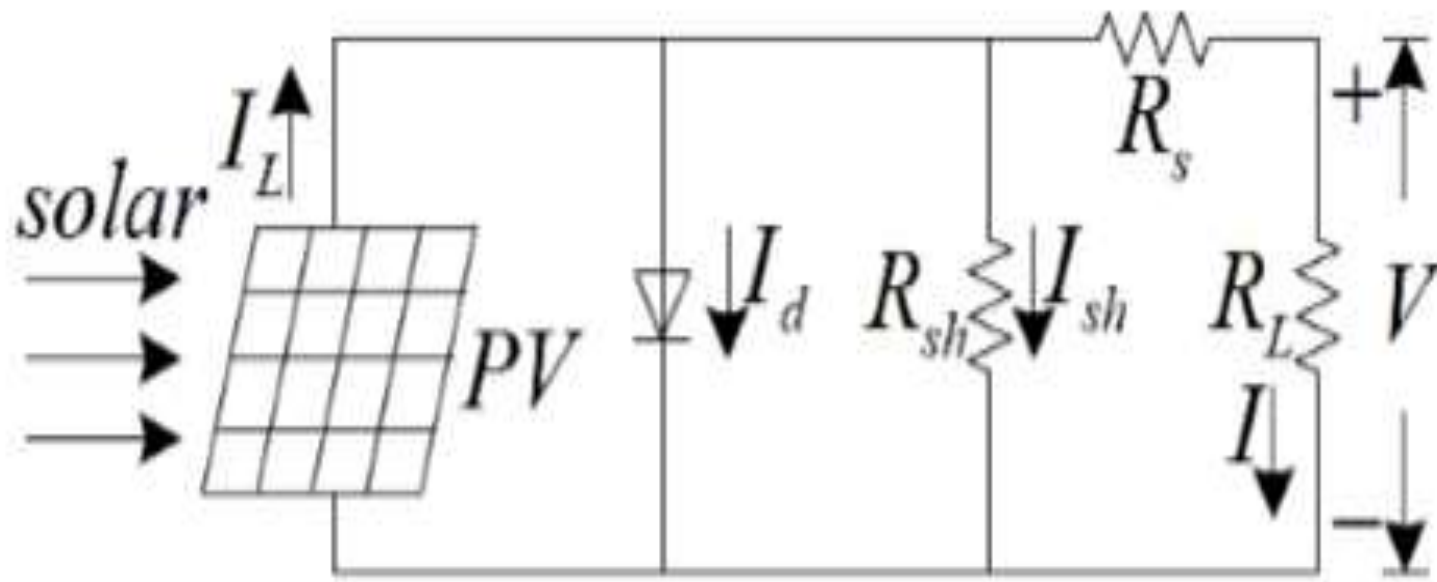
# L'effet photovoltaïque: interaction entre les électrons et les trous

- Lorsque le matériau est exposé à la lumière du soleil, l'énergie apportée par un photon d'énergie :  $E = h \cdot \nu$  va permettre l'arrachement des électrons surnuméraires de la zone N afin de combler les trous de la zone P, créant une tension électrique continue relativement faible.



# Modélisation électrique d'une cellule photovoltaïque (PV)

- Il existe plusieurs façons pour modéliser une cellule PV , dans notre travail on va s'intéresser au schéma équivalent suivant :





# Modèle électrique d'une cellule photovoltaïque : équations physiques

- D'après le schéma équivalent énoncé précédemment et les lois de Kirchhoff on a :

$$I = I_{ph} - I_{sh} - I_d \quad (1)$$

- Avec  $I$  le courant de sortie ,  $I_{ph}$  courant généré par la lumière ,  $I_d$  le courant de diode et  $I_{sh}$  le courant à travers la résistance de shunt.

- Le courant de diode est donnée comme:

$$I_d = I_0 \left( \exp \left( q \frac{(V + R_s I)}{K T_n} \right) - 1 \right)$$

# Modèle électrique d'une cellule photovoltaïque

## équations physiques

- Et on exprime  $I_{sh}$  par la relation suivante :

$$I_{sh} = \frac{V + IR_s}{R_p}$$

- Et finalement en remplaçant les expressions trouvée précédemment dans **(1)** , on trouve :

$$I = I_{ph} - \frac{V + IR_s}{R_p} - I_0 \left( \exp \left( q \frac{(V + R_s I)}{KT_n} \right) - 1 \right)$$

# Simulation d'une cellule photovoltaïque par Matlab Simulink

- Un modèle généralisé d'une cellule photovoltaïque est construit en MATLAB SIMULINK en accordement avec les équations suivants :

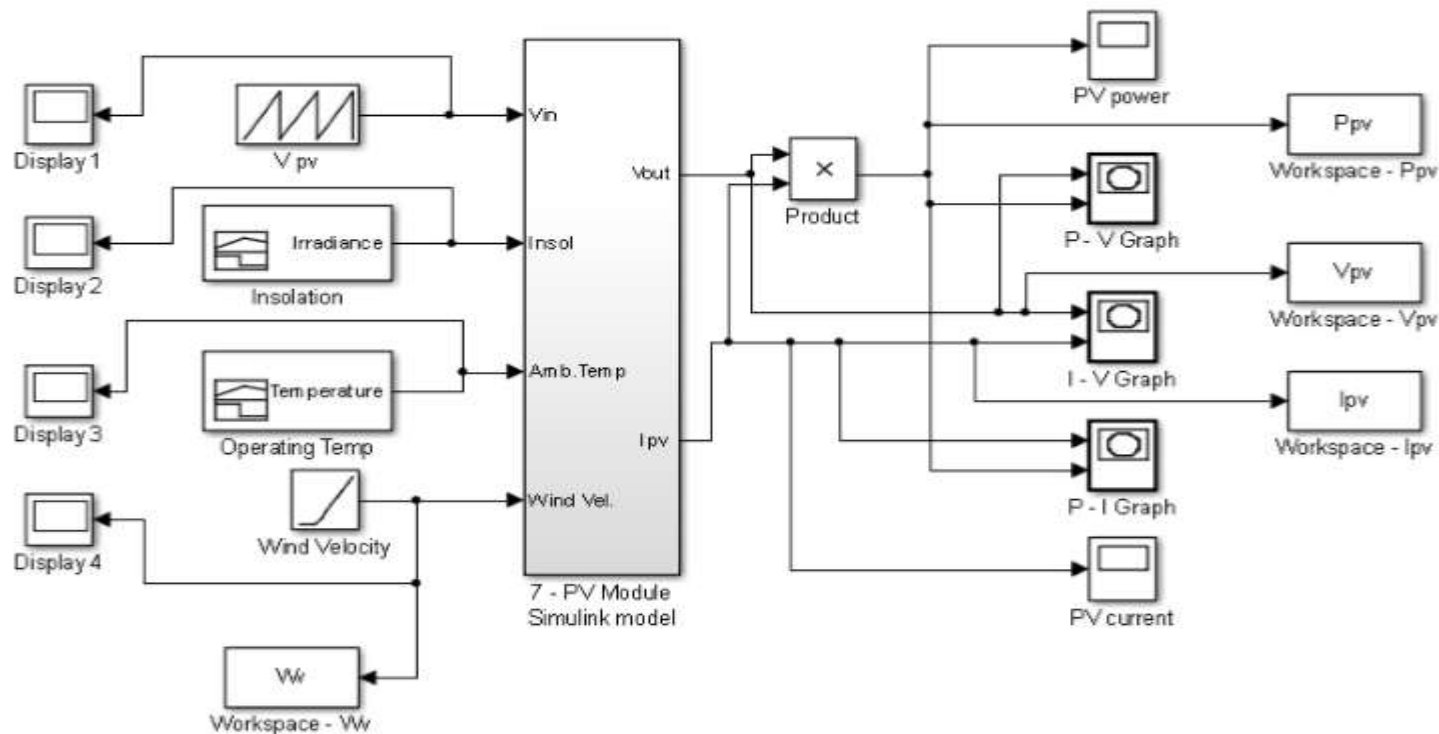
$$I = I_{ph} - \frac{V + IR_s}{R_p} - I_0 \left( \exp \left( q \frac{(V + R_s I)}{KT_n} \right) - 1 \right)$$

ET

$$T_c = T_a + w \left[ \frac{0,32}{8,91 + 2 \frac{v_w}{0,67}} \right] G$$

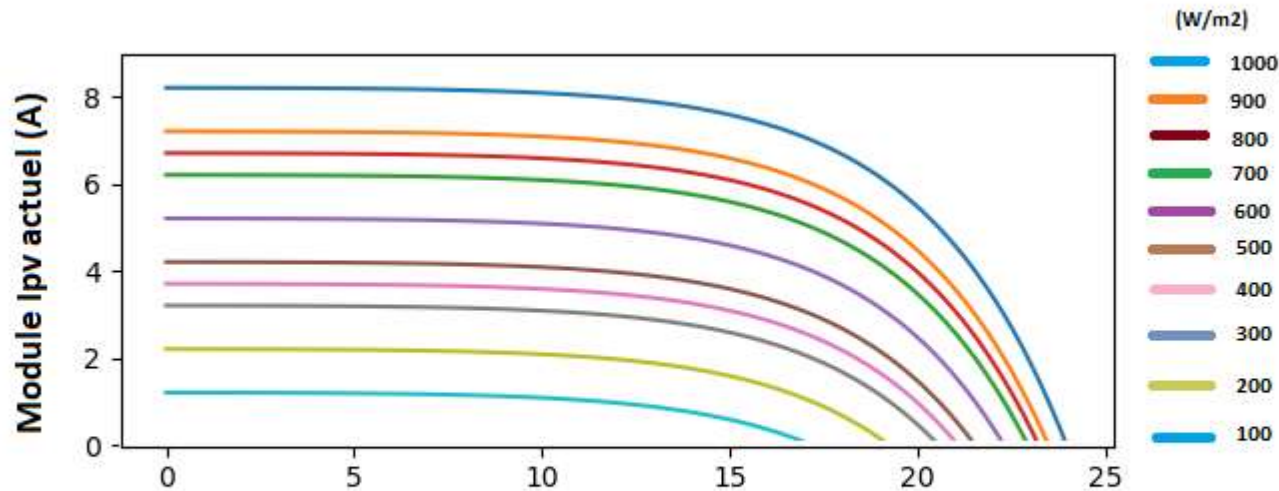
# L'énergie solaire : simulation d'une cellule photovoltaïque par Matlab Simulink

- On abouti en fin au modèle suivant :



# Interaction entre les paramètres de l'environnement : cas de l'irradiation

Variation de l'irradiation solaire:

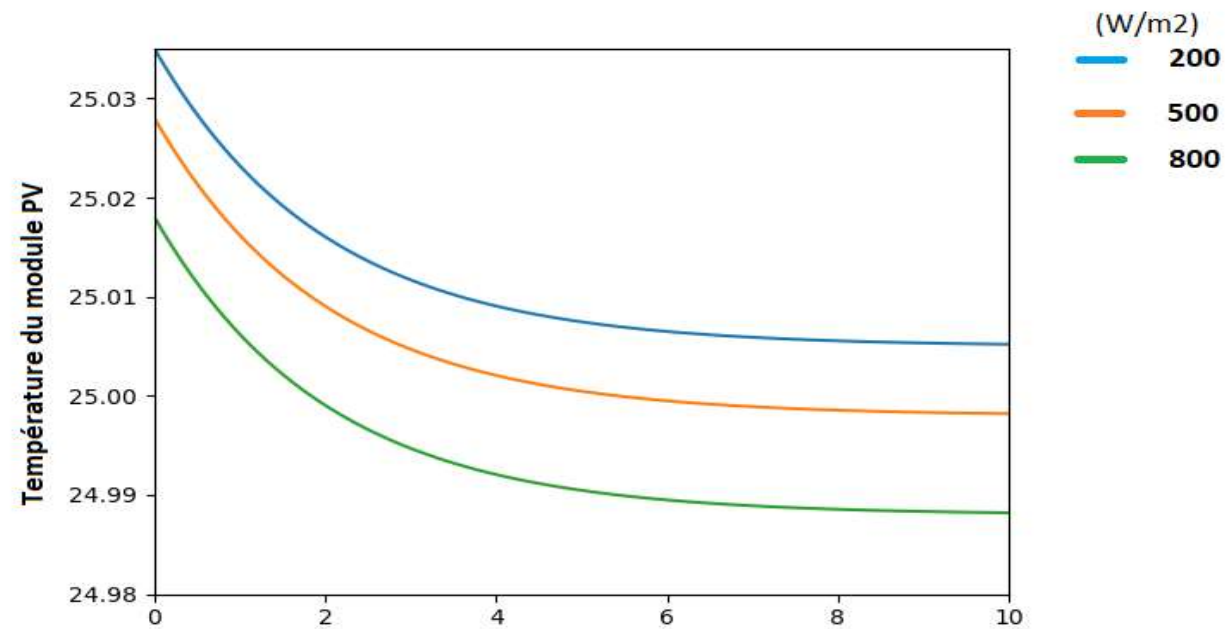


Graphique du module PV à l'irradiation de variation;  
100-1000  $W/m^2$  - Température ambiante constante  $25^\circ C$ .



# Interaction entre les paramètres de l'environnement : cas du vent

Variation de la vitesse du vent :



Effet de la vitesse du vent sur la température du module PV à une irradiation variable et à une température ambiante constante 25 C'

# Conclusions et ouverture vers une étude avancée

Travail fait:

Réalisation d'une série de mesures expérimentales dans le désert de Mauritanie.

Modélisation électrique avec Matlab et Simulink

Axes d'amélioration : Etude de la diffusion thermique à l'aide de l'équation de la chaleur via les différentes interfaces

Conclusions scientifiques

Le rendement augmente avec la température.

Le rendement diminue avec la vitesse des vents.

Le rendement augmente avec la durée d'exposition

La Mauritanie avec 360 jours ensoleillés dispose d'un potentiel infini pour l'énergie solaire (Projet Desertec )

