



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



UNIVERSITE BADJI MOKHTAR -ANNABA

جامعة باجي مختار عنابة

Faculté des Science de L'ingénieur

Département d'Electrotechnique

3ème année licence

L'ENERGIE SOLAIRE

Les panneaux photovoltaïques

Préparée par :

- Bedoui Selmane

- Derradji Skander

Examinatrice ; kelaiaia samia

Année :2020\2021

Sommaire

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE.....4

CHAPITRE I

LES ENERGIES RENOUVELABLES ET FOSSILE

I.1. les différent type d'énergie fossile.....5

I.2.les différents types d'énergie renouvelables7

I.3. CONCLUSION10

CHAPITRE II

L'ENERGIE SOLAIRE

INTRODUCTION

II.1. Généralités :.....12

II.2. potentiel solaire en Algérie.....12

II.3. l'énergie solaire et l'effet photovoltaïque13

II.4.Lacellule photovoltaïque.....14

II.4.1. Définition :.....14

II.4.2. Type de cellule :.....15

II.4.4. Structure d'une cellule photovoltaïque
.....15

II.5. avantage ou l'inconvénient de l'énergie solaire.....16

II.5. domaine de l'utilisation de l'énergie solaire17

Conclusion

CHAPITRE III

Modélisation d'un panneau

Introduction.....	21
III.1.Modélisation d'une cellule photovoltaïque.....	21
III.1.1.modèle mathématique.....	22
III.2.Modélisation d'un panneau photovoltaïque	23
III.2.1.caractéristique d'un panneau photovoltaïque.....	23
II.5.1.1 Groupement en série	24
II.5.1.2 Groupement en parallèle	25
II.5.1.3 Le Générateur PV (Groupement mixte).....	26
III.1 : Simulation	27
III.1.2 Influence de la température	27
III.1.3 : Influence de l'éclairement	28
Conclusion.....	29

CONCLUSION GENERALE

Introduction

La production d'énergie est un défi de grande importance pour les années à venir effet, les besoin énergétique des sociétés industrialisées ne cessent d'augmenter , par ailleurs, les pays en voie de developpement , un grand partie de la production mondiale d'énergie est assurer a partir des sources fossiles.

La consommation mondiale de l'électricité observée durant ces dernières décennies est fortement liée au développement de l'industrie, du transport et des moyens de communications. De nos jours, une grande partie de la production électrique est produite à partir de ressources non renouvelable comme le charbon, le gaz naturel, le pétrole et l'uranium. Leur vitesse de régénération est extrêmes lente à l'échelle humaine. Ce qui entrainera a plus ou moins courte échéance un ne risque non nul d'épuisement de ces ressources. D'autant plus que la demande ne cesse de croitre et dés à présent à être supérieure à l'offre, se traduisant par exemple par une forte fluctuation du prix mondiale du pétrole.

L'énergie est essentielle au bon fonctionnement de l'activité économique, puisque toute transformation de matière première, tout travail et mouvement requièrent de l'énergie.

Comme nous le savons tous le pétrole est un source d'énergie épuisable (un jour ou l'autre va disparaître) cela nous pousse à interroger de plus en plus sur la nécessité de s'intéresser à d'autres types d'énergies.

En effet, ces énergies ne sont autres que les énergies renouvelables, telles que l'énergie du vent, des cours d'eau, de la biomasse et du soleil.

La conversion de la lumière en électricité est appelée effet photovoltaïque l'énergie, l'énergie photovoltaïques est obtenue directement à partir du rayonnement solaire ,Les panneaux photovoltaïques composés de cellules photovoltaïques à base de silicium ont la capacité de transformer les photons en énergie électrique.

CHAPITRE I

les différents types de l'énergie fossile et renouvelables

les différents types de l'énergie fossile

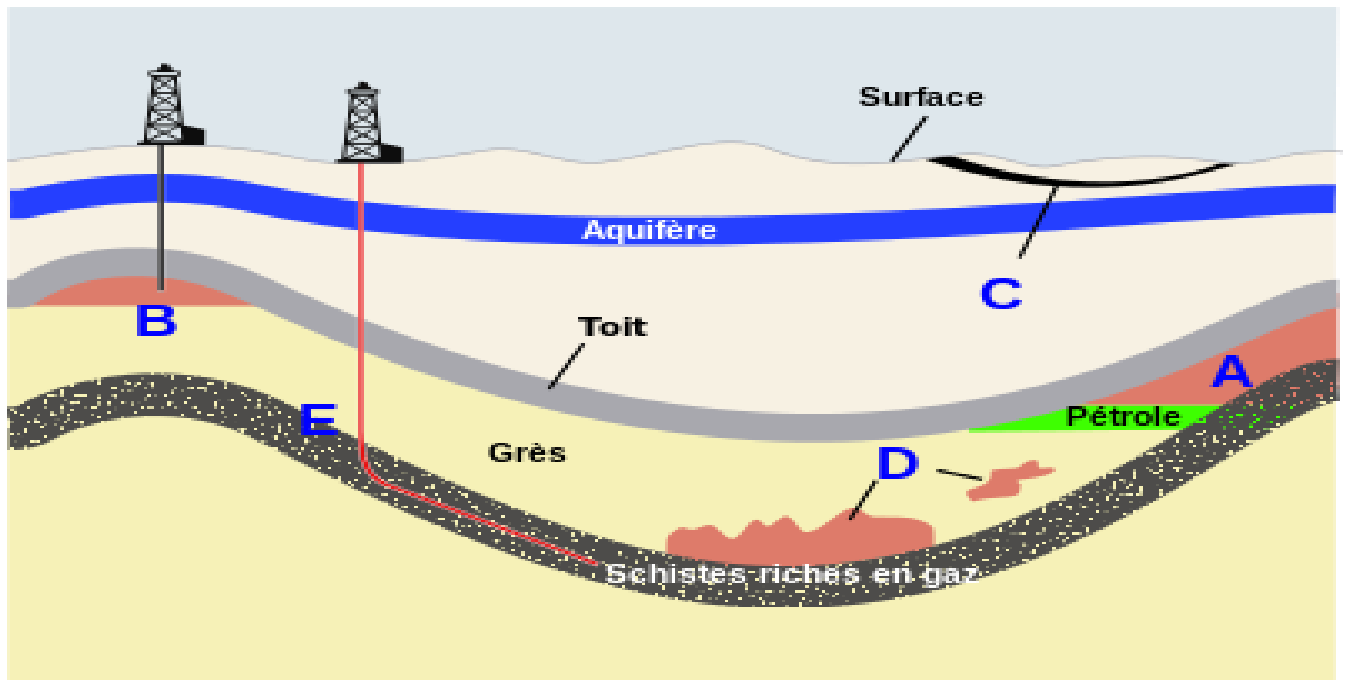
- Le pétrole :Le pétrole est la principale source d'énergie (40% de la consommation énergétique mondiale). Il se présente sous la forme d'une huile minérale provenant de la décomposition sédimentaire de composés organiques contenant du carbone. Le pétrole est utilisé principalement en carburant pour les transports (essence, gazole, kérosène) et dans la pétrochimie (fabrication de plastiques). Les énergies fossiles :Les énergies fossiles sont issues de la décomposition de la matière organique enfouies, depuis plusieurs millions d'années, dans le sous-sol de la Terre.



- Le charbon :Le charbon est la deuxième source d'énergie la plus utilisée au monde (25% de la consommation énergétique mondiale). On appelle charbon des roches sédimentaires d'origine organique contenant au moins 50% de carbone. Le charbon est principalement utilisé dans la sidérurgie et dans les centrales thermiques pour produire de l'électricité. On peut trouver du charbon un peu partout dans le monde.

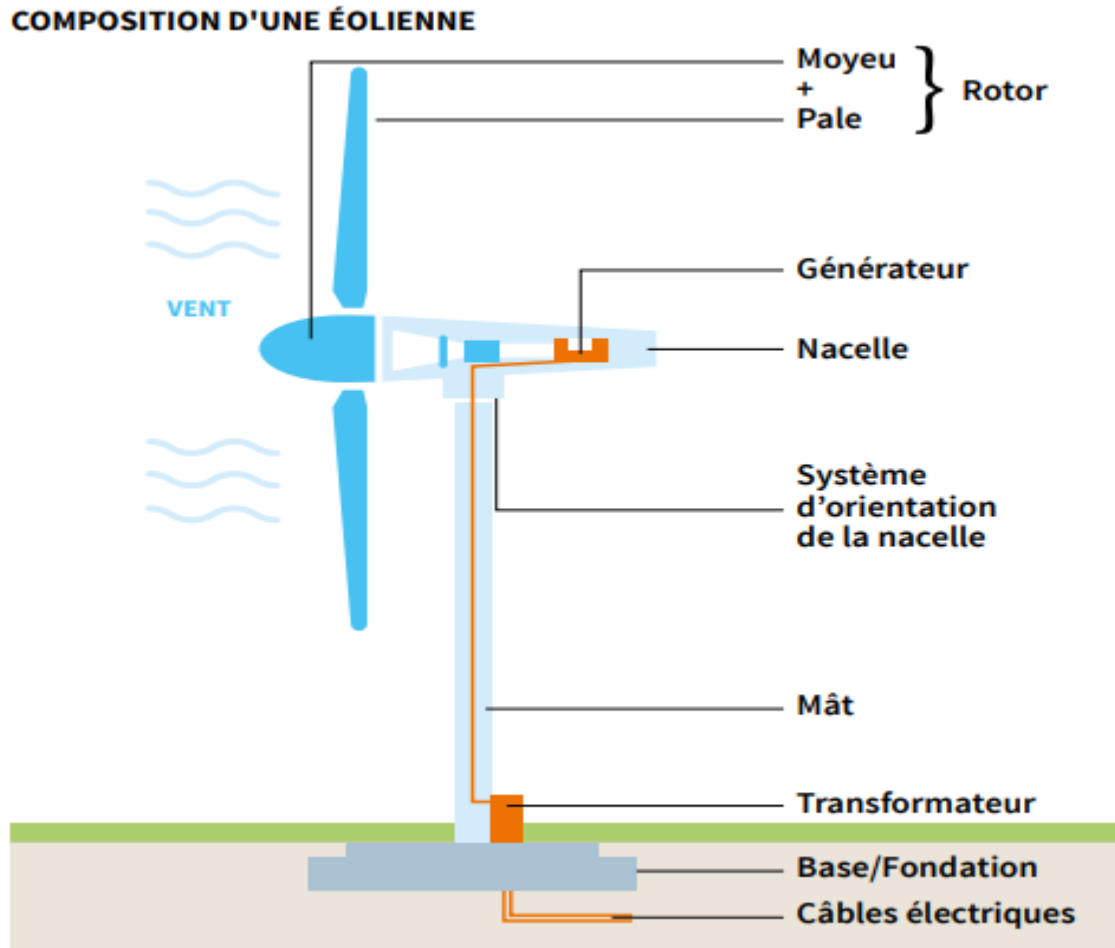


- Le gaz naturel :Le gaz naturel est la troisième source d'énergie la plus utilisée au monde (21% de la consommation énergétique mondiale). Il est composé essentiellement de méthane et issu de la dégradation d'anciens organismes vivants, il est souvent présent dans les mêmes zones de production que le pétrole (en Russie, en Iran et au Qatar). Il est principalement utilisé pour produire de la chaleur (cuisson, chauffage), mais aussi pour produire de l'électricité dans les centrales thermiques.

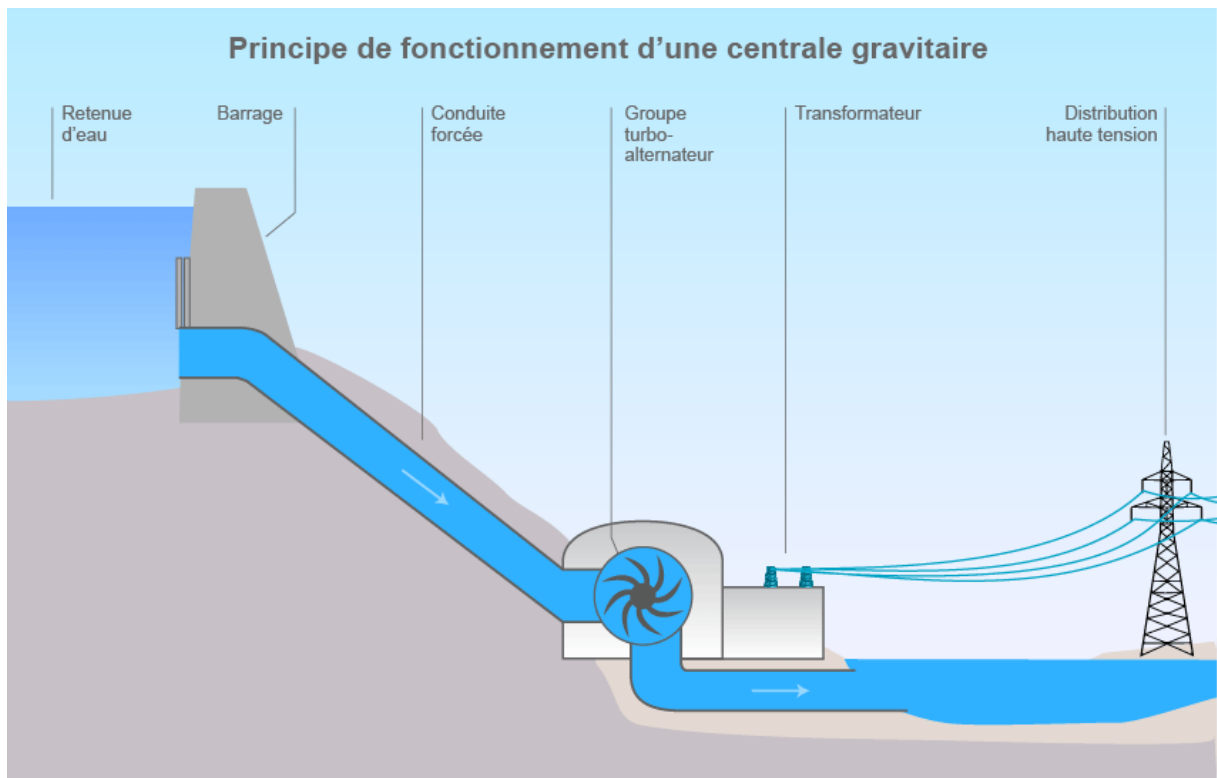


les différents types de l'énergie renouvelable ;

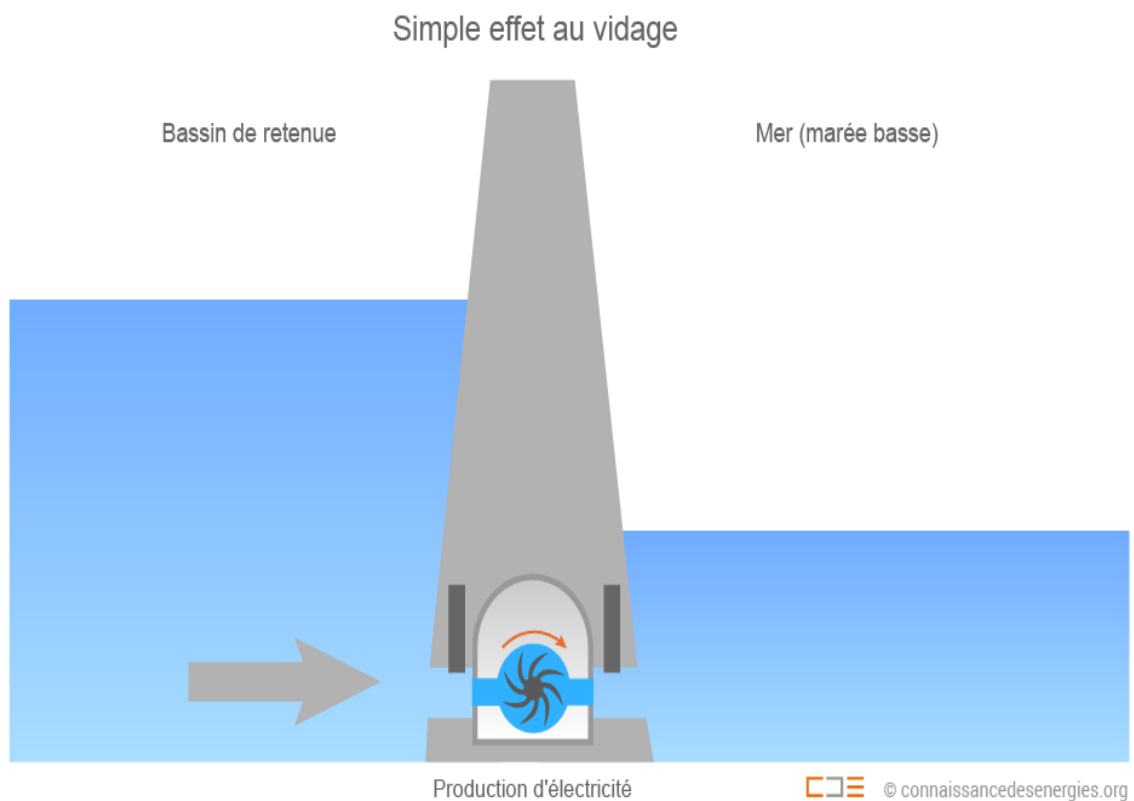
- L'énergie éolienne :Le vent est aussi une énergie renouvelable. Il peut faire tourner les pales d'une éolienne qui entraînent à leur tour un multiplicateur (système d'engrenage) et ensuite l'alternateur transforme cette énergie en énergie électrique.



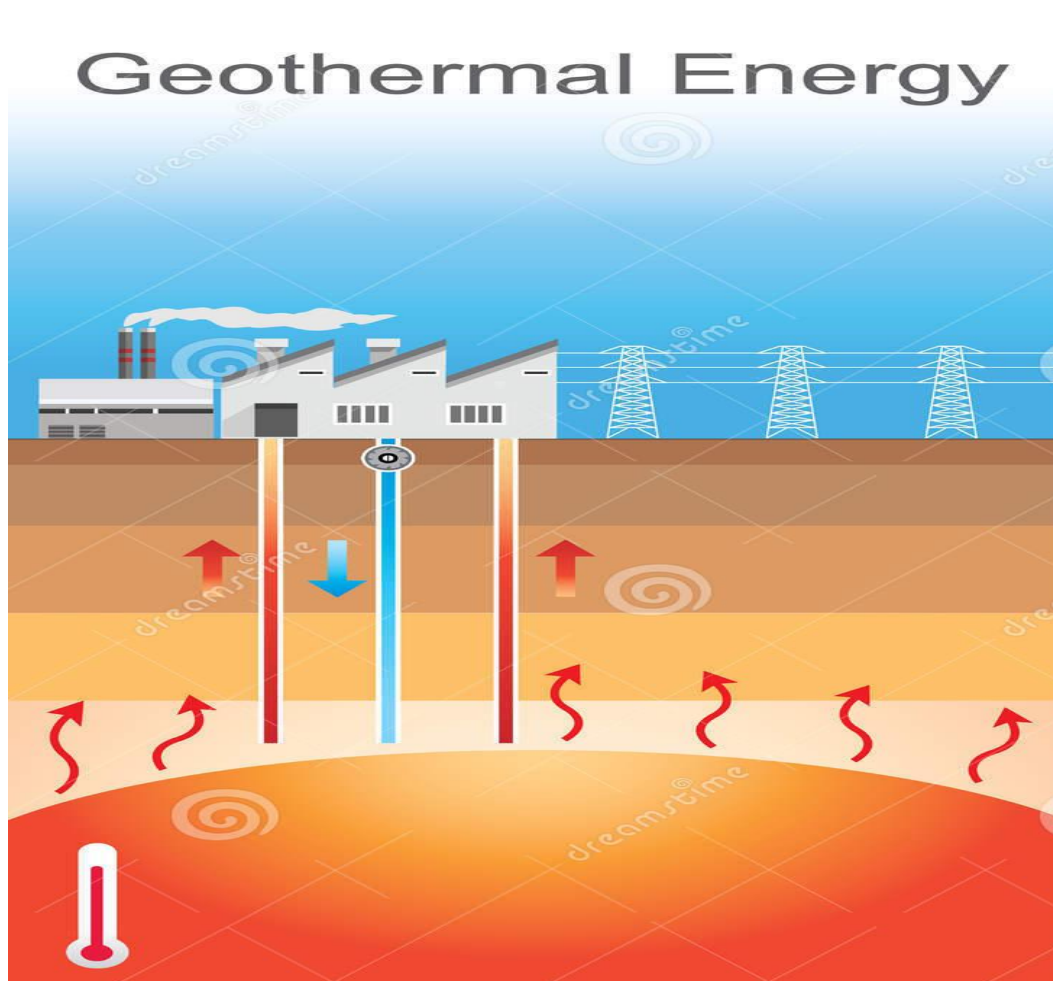
- L'énergie hydraulique : la force de l'eau en mouvement peut faire tourner des turbines et produire de l'électricité grâce à des barrages.



- L'énergie marémotrice : la force des marées est aussi une énergie renouvelable, elle peut faire tourner des éoliennes sous-marines.



- L'énergie géothermique : Dans les centrales géothermiques, on utilise la chaleur du sous-sol terrestre pour produire de la vapeur d'eau sous pression. Celle-ci est utilisée pour mettre en mouvement la turbine d'un alternateur.



- La biomasse : Certaines centrales thermiques à flamme utilisent la combustion de déchets organiques (copeaux de bois, résidus agricoles ...) L'ensemble de ces combustibles constituent



chapitre II
l'énergie solaire

dans ces énergie renouvelable on trouve ; **l'énergie solaire** qui a un potentiel et un avenir immense en Algérie puisque l'Algérie est une terre de soleil par excellence, dispose d'un nombre d'heures d'ensoleillement de plus de 3300 heures par an.

Le potentiel photovoltaïque de l'Algérie est estimé à près de 2,6 millions de térawatts/heure (TW/h) par an, soit 10 fois la consommation mondiale d'électricité .

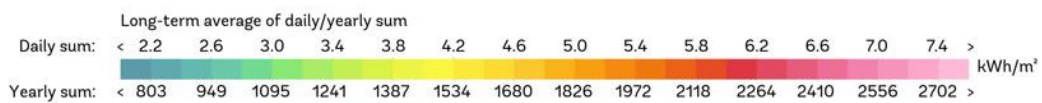
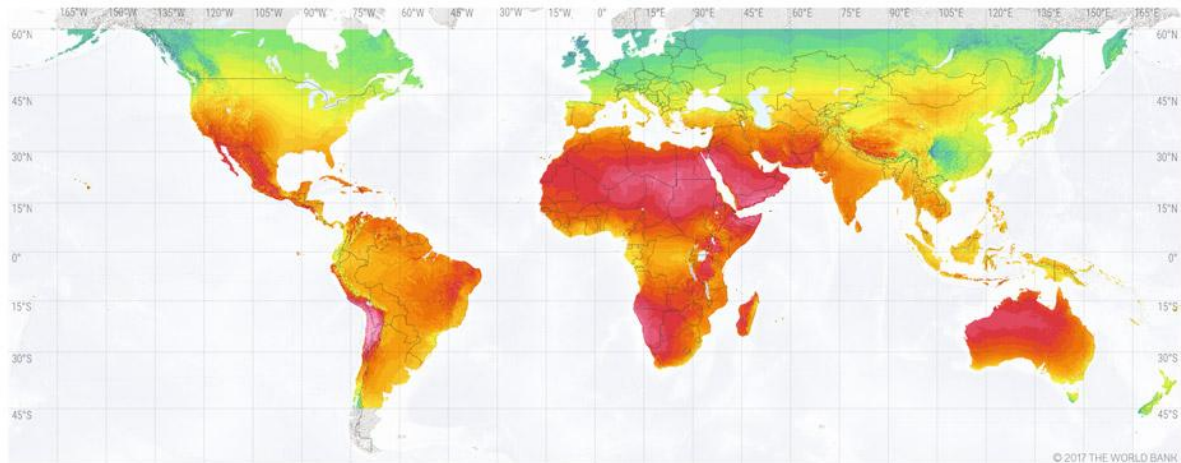
les wilayas du sud sont celles qui contribuer le plus dans la production de l'énergie solaire au vu de la surface disponible et du taux d'ensoleillement.

Ces wilayas étant Tamanrasset avec un potentiel de contribution à la production photovoltaïque nationale de 28%, Adrar avec 21%, Illizi avec 14% puis Tindouf, Bechar et Ouargla avec 7,5% chacune.

Une petite illustration ;

Régions	Région côtière	Hauts plateaux	Sahara
Superficie (%)	4	10	86
Durée moyenne d'ensoleillement (heures/an)	2650	3000	3500
Energie Moyenne reçue (Kwh/m2/an)	1700	1900	2650

SOLAR RESOURCE MAP GLOBAL HORIZONTAL IRRADIATION

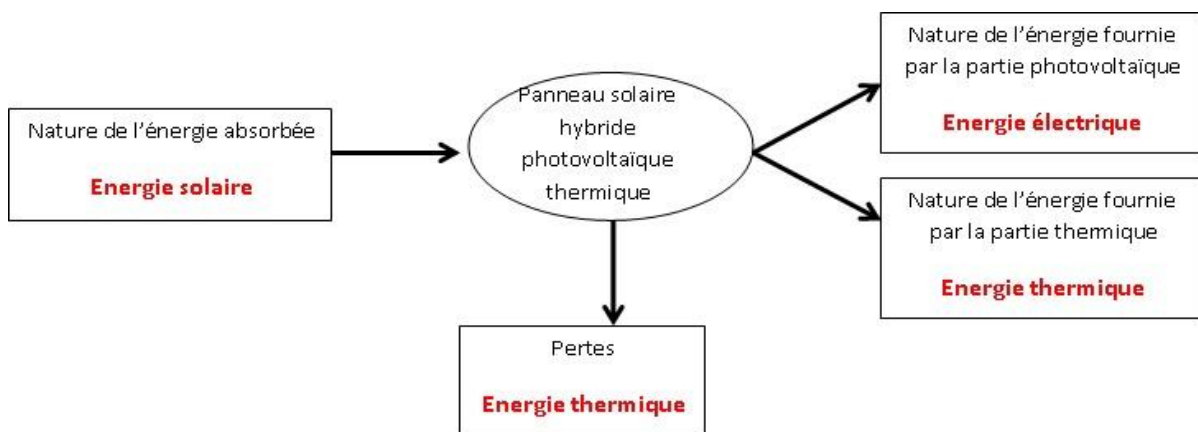


This map is published by the World Bank Group, funded by ESMAP, and prepared by Solargis. For more information and terms of use, please visit <http://globalsolaratlas.info>.

1) l'énergie solaire

L'énergie solaire est une source d'énergie qui dépend du soleil. Cette énergie permet de fabriquer de l'électricité à partir de panneaux photovoltaïques ou des centrales solaires thermiques, grâce à la lumière du soleil captée par des panneaux solaires.

Voici un schéma qui traduit cette définition :



2\ un panneau solaire

Un panneau solaire est un dispositif convertissant une partie du rayonnement solaire en énergie thermique ou électrique, grâce à des capteurs solaires thermiques ou photovoltaïques respectivement

Le silicium est la matière essentiel dans la fabrication des panneaux solaire



On a trois types de panneaux solaires :

- les panneaux solaires thermiques piègent la chaleur du rayonnement solaire et la transfèrent à un fluide caloporteur. La version la plus puissante est dénommée centrale solaire thermodynamique.

(Un fluide caloporteur est un fluide chargé de transporter la chaleur entre plusieurs sources de température)

- les panneaux solaires photovoltaïques convertissent une partie du rayonnement solaire en électricité. Le regroupement de nombreux panneaux solaires à un même endroit est dénommée centrale solaire photovoltaïque.

- les panneaux photovoltaïques hybrides qui combinent les deux technologies précédentes et produisent à la fois de l'électricité et de la chaleur tout en améliorant le rendement des panneaux solaires photovoltaïques en évitant la surchauffe des modules

13

Dans les trois cas, les panneaux sont habituellement plats, d'une surface plus ou moins 1 m² pour faciliter et optimiser la pose. Les panneaux solaires sont les composants de base de la plupart des installations de captation d'énergie solaire.

3\ Rentabilité et rendement des panneaux solaire

Les panneaux solaires photovoltaïques sont plus rentables dans les régions très ensoleillées. Le rendement des panneaux solaires photovoltaïques est défini comme la part du rayonnement solaire transformée en électricité. Il varie de 6 à 8 % pour les panneaux en silicium amorphe² et atteint 46 % pour les cellules les plus performantes obtenues en laboratoire

. La moyenne se situe actuellement à 14,5 %

4\La cellule photovoltaïque

1_Définition ;

Une cellule photovoltaïque est un composant électronique qui, exposé à la lumière, génère de l'électricité.

C'est l'effet photovoltaïque qui est à l'origine du phénomène. Le courant obtenu est fonction de la lumière incidente.

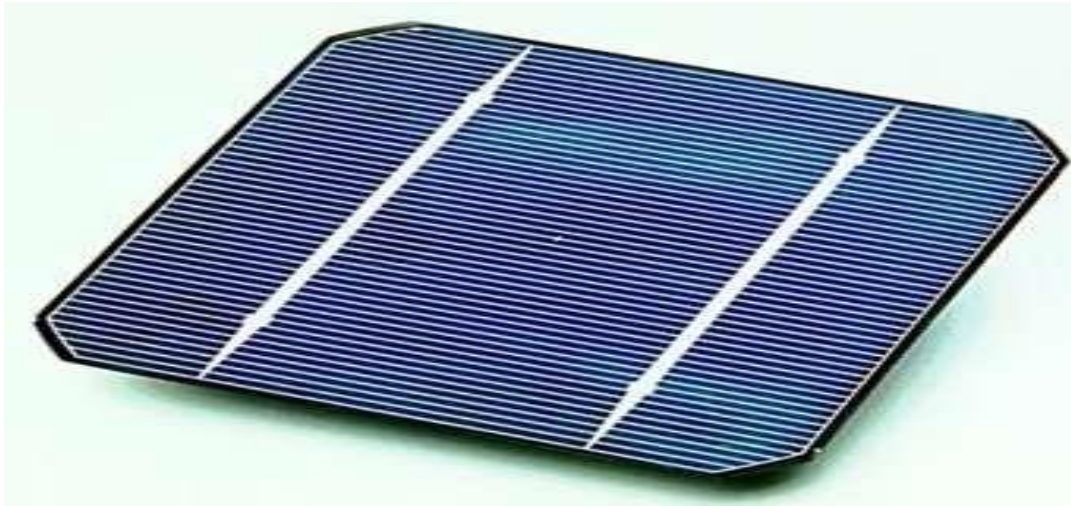
L'électricité produite est fonction de l'éclairement, la cellule photovoltaïque produit un courant continu

2_Type de cellule ;

Il existe un grand nombre de technologies mettant en œuvre l'effet photovoltaïque.

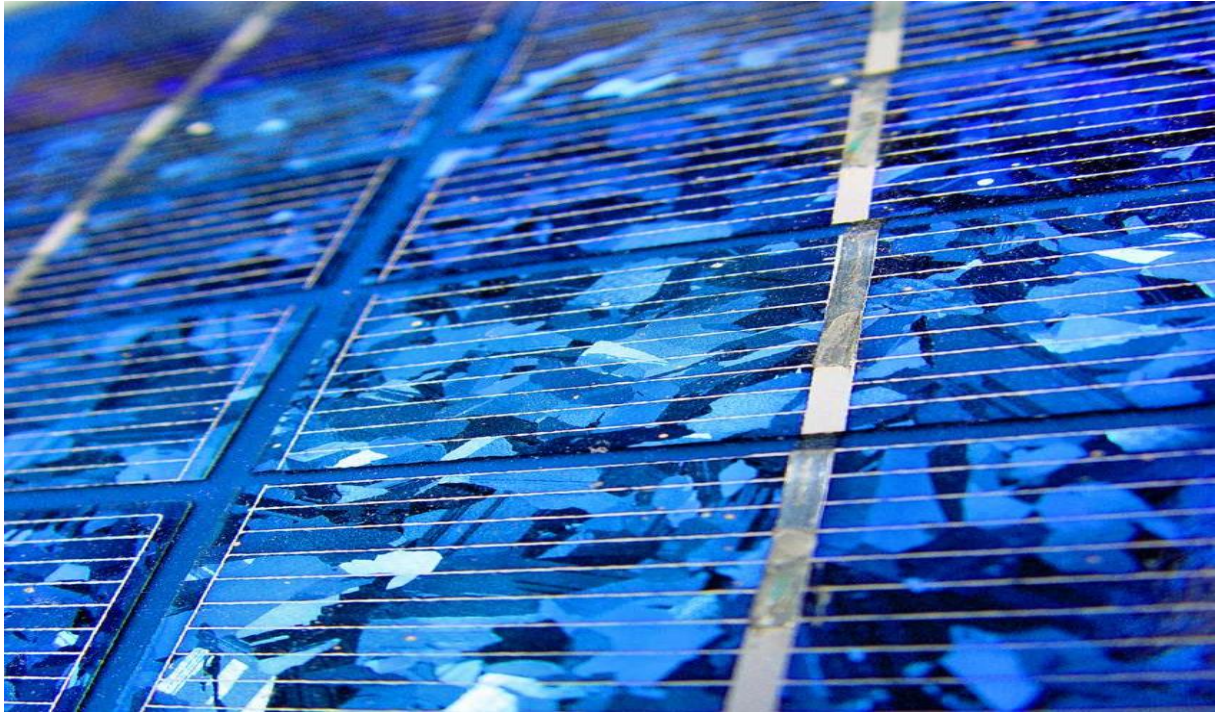
Beaucoup sont encore en phase de recherche développement. Les principales technologies industrialisées en quantité à ce jour sont : le silicium mono ou poly cristallin (plus de 80% de la production mondiale) et le silicium en couche mince à base de silicium amorphe ou (cuivre indium sélénium).

*Les cellules mono-cristallines : Sont les photopiles de la première génération, elles sont élaborées à partir d'un bloc de silicium cristallisé en un seul cristal. Son procédé de fabrication est long et exigeant



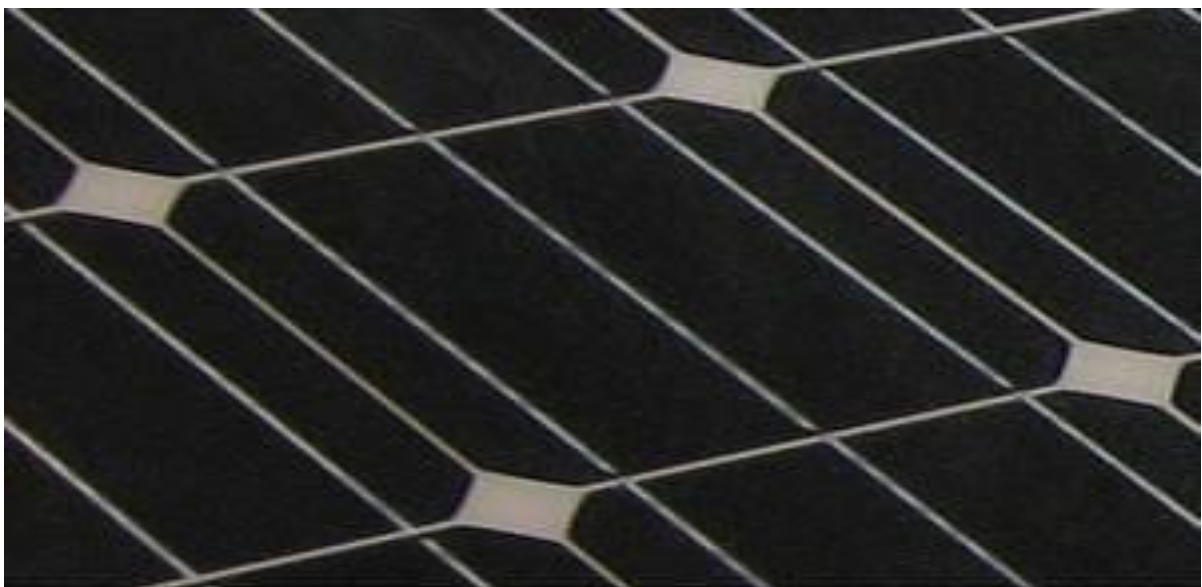
*les cellules poly-cristallines : Sont élaborés à partir d'un bloc de silicium cristallise en forme de cristaux multiples. Vu de près, on peut voir les orientations différentes des cristaux (Tonalités différentes). Elle ont un rendement de 11 à 15 % , mais leur coût de production est moins élève que les cellule mono-cristallines .

Ces cellules, grâce à leur potentiel de gain de productivité, se sont aujourd'hui imposées. L'avantage de ces cellules par rapport au silicium monocristallin est qu'elles produisent peu de déchets de coupe et qu'elles nécessitent 2 à 3 fois moins d'énergie pour leur fabrication



*Les cellules amorphes : Ont un cout de production bien plus bas, mais malheureusement leur rendement n'est que 6 à 8 % actuellement. Cette technologie permet d'utiliser des couches très minces de silicium qui sont appliquées sur du verre, du plastique souple ou du métal, par un procédé de vaporisation sous vide. Le rendement de ces panneaux est moins bon que celui des technologies poly cristallines ou monocristallines .

cependant, le silicium amorphe permet de produire des panneaux de grande surface à bas coût en utilisant peu de matière première.



*les cellules nanocristallines : une des dernières génération de photopiles ; fonctionnent selon un principe qui différencie les fonctions d'absorption de la lumière et de séparation des charges électrique ; rendement global de 10 ,4% , confirmé par des mesures au laboratoire ; procédé et coût de production encore plus bas .



5\ avantage ou l'inconvénient de l'énergie solaire

Comme n'importe quel autre source d'énergie elle a des points forts et des points faibles

Les Avantages	Les Inconvénients
---------------	-------------------

-Une bonne source d'énergie renouvelable.	-Il n'y a pas de lumière la nuit.
-Une énergie non-polluante.	-A besoin de beaucoup d'espace.
-La lumière ne coute rien.	-Panneau fragile et chère
- idéal pour les sites isolés	

6\domaine de l'utilisation de l'énergie solaire

De nos jours l'énergie solaire est presque introduite dans tout les domaines (usine , maison , hôtel...)

Mais le point fort qu' elle a cette énergie est quelle peut être utiliser dans n'importe quelle surface

Voici quelque utilisations insolites pour produire de l'énergie solaire ;



Sur le sac à dos



Parasol à l'énergie solaire



Sur un toit de van, camion ou camping car



Sur un bateau



Dans un parking



Sur un avion

chapitre III

modélisation des panneaux solaires

1\modélisation des panneaux

1-Modèle d'une cellule photovoltaïque :

Le circuit équivalent d'une cellule photovoltaïque est présenté dans la figure . Il inclut une source de courant, une diode, une résistance série et une résistance shunt

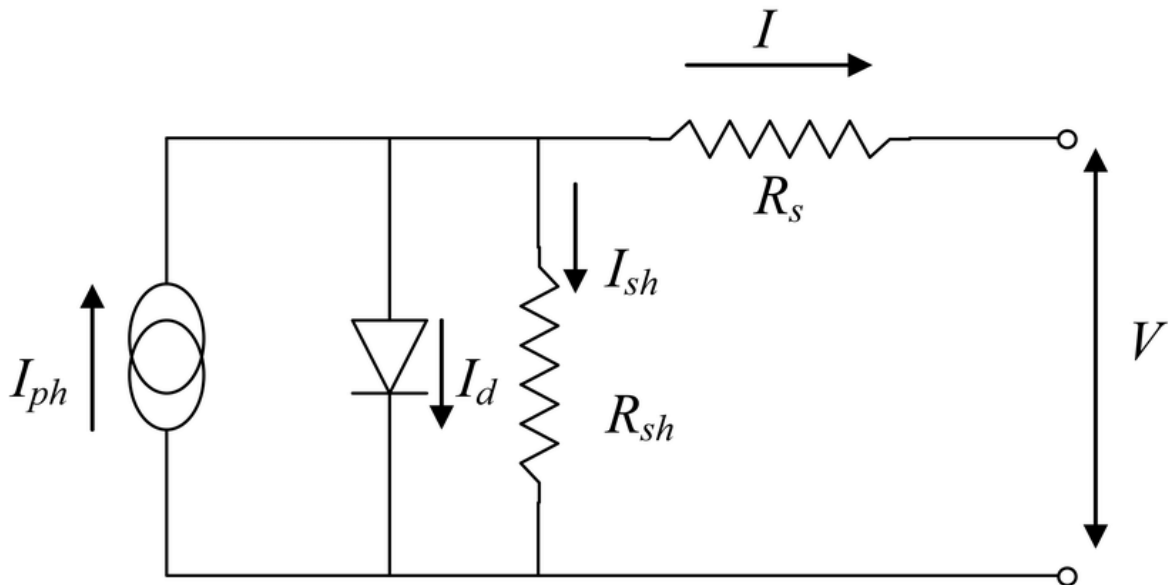


Schéma équivalent d'une cellule photovoltaïque réelle

le courant généré par la cellule pourra être présenté par l'équation suivante ;

$$I = I_{ph} - I_0 \left(\exp \left(\frac{V + R_s I}{aKT} \right) - 1 \right) - \frac{V + R_s I}{R_{sh}}$$

Dans cette équation, I_{ph} est le photo-courant d'une cellule, I_0 est le courant de saturation inverse de la diode d'une cellule, q et a et K et T désignent respectivement la charge de l'électron, facteur d'idéalité de la diode, Constante de Boltzmann et la température de la cellule, V est la tension aux bornes de la cellule, I est le courant de la cellule, R_s et R_{sh} sont les résistances série et shunt de la cellule.

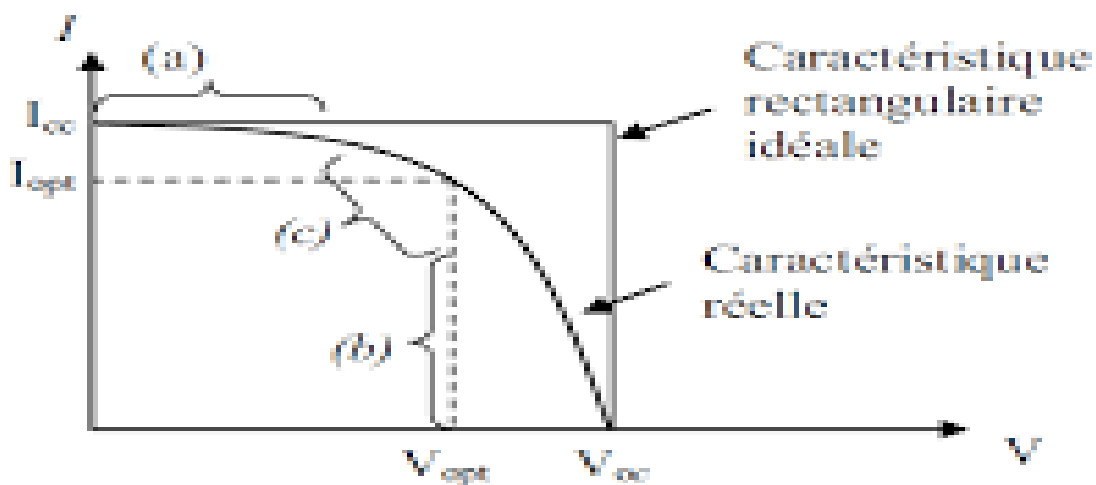
Avec :

K : la constante de Boltzmann ($k=1.38 \cdot 10^{-23} \text{ (j /}^\circ\text{k)}$)

q : la charge de l'électron ($q=1.6 \cdot 10^{-19} \text{ (c)}$)

a : le facteur d'idéalité ($1 \leq a \leq 2$, $a=2$ pour une diode en silicium)

2-les différentes zones de la Caractéristique d'une cellule photovoltaïque réelle



La caractéristique se divise en trois parties :

- La zone (a) : où le courant reste constant quelle que soit la tension, pour cette région, le générateur photovoltaïque fonctionne comme un générateur de courant.
- La zone (b) : correspondant au coude de la caractéristique, la région intermédiaire entre les deux zones, représente la région préférée pour le fonctionnement du générateur, où le point optimal (caractérisé par une puissance maximale) peut être déterminé.

- La zone (c) : qui se distingue par une variation de courant correspondant à une tension presque constante, dans ce cas le générateur est assimilable à un générateur de tension

La diode modélise le comportement de la cellule dans l'obscurité. Le générateur de courant modélise le courant I_{pv} .

Enfin les deux résistances modélisent les pertes internes :

RS (résistance série) : modélise les pertes ohmiques du matériau.

RP (résistance parallèle) : modélise les courants parasites qui traversent la cellule.

2\Installation photovoltaïque

1-Branchement en série des panneaux solaires ;

Un branchement en série n'offre qu'une seule voie pour le passage du courant. Ainsi le courant du circuit doit traverser tous les panneaux de l'installation : c'est une boucle fermée. Ce qui implique que si le circuit est défaillant en un point, tout le fonctionnement de la série est stoppé.

Cependant ce montage a un énorme avantage : il permet d'additionner les tensions délivrées par chacun des panneaux entre eux, sans que l'intensité ne change.

Par exemple, le montage en série de 4 panneaux solaires de 12 V et 5 A permet d'obtenir en sortie un courant de 48 V et 5 A.

Pour effectuer ce montage en série des panneaux solaires, il suffit tout simplement de brancher la borne positive d'un panneau à la borne négative du panneau suivant.



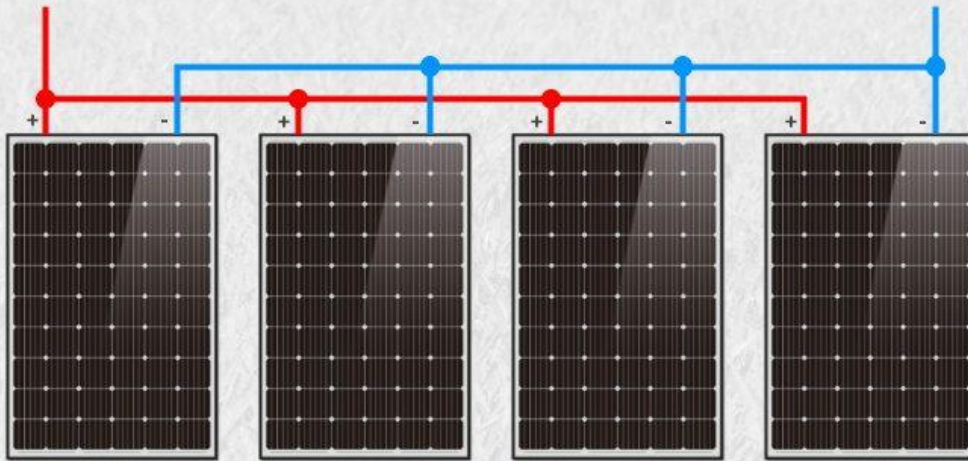
2-Branchement en parallèle des panneaux solaires ;

Dans un branchement en parallèle, le courant du circuit parcourt de multiples voies. Ce qui a l'énorme avantage de permettre un fonctionnement de l'installation, même si un panneau est défaillant.

De plus, le branchement en parallèle des panneaux solaires permet d'additionner les intensités sans que la tension ne change.

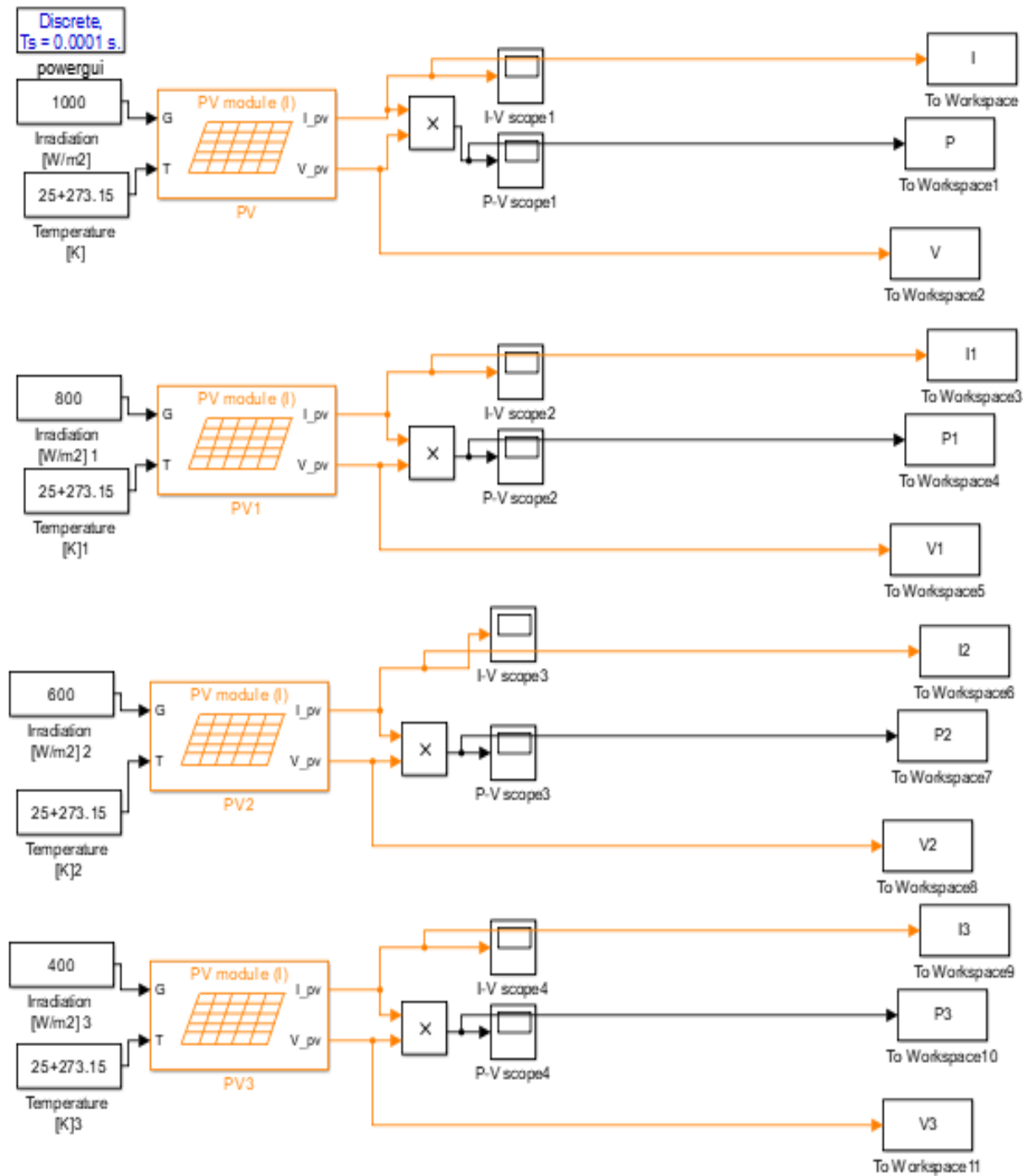
Ainsi, si on connecte 4 panneaux solaires en parallèle de 12 volts et 5 ampères, l'ensemble du réseau serait alors de 12 volts, cela ne change pas, et de 20 ampères, car les intensités sont additionnées.

Dans la pratique, le câblage en parallèle est un peu plus complexe que le câblage en série. En effet, les panneaux ne sont pas connectés entre eux, mais à un des deux fils centralisés. Il y a donc un fil pour les bornes positives et un fil pour les bornes négatives.



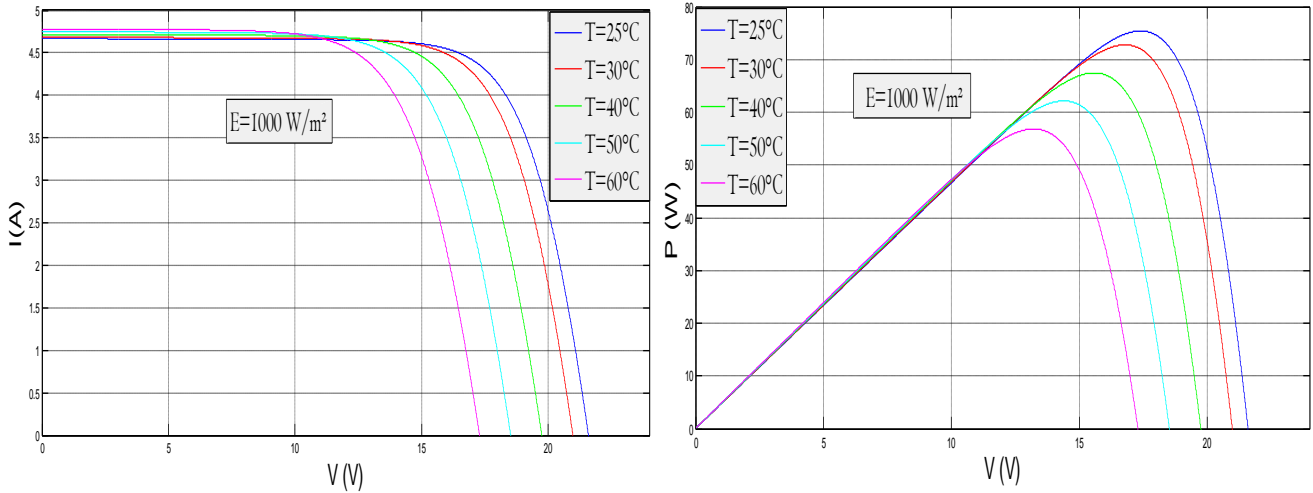
Montage en PARALLÈLE

3\ modèle de simulation :



modèle de simulation par Matlab Simulink

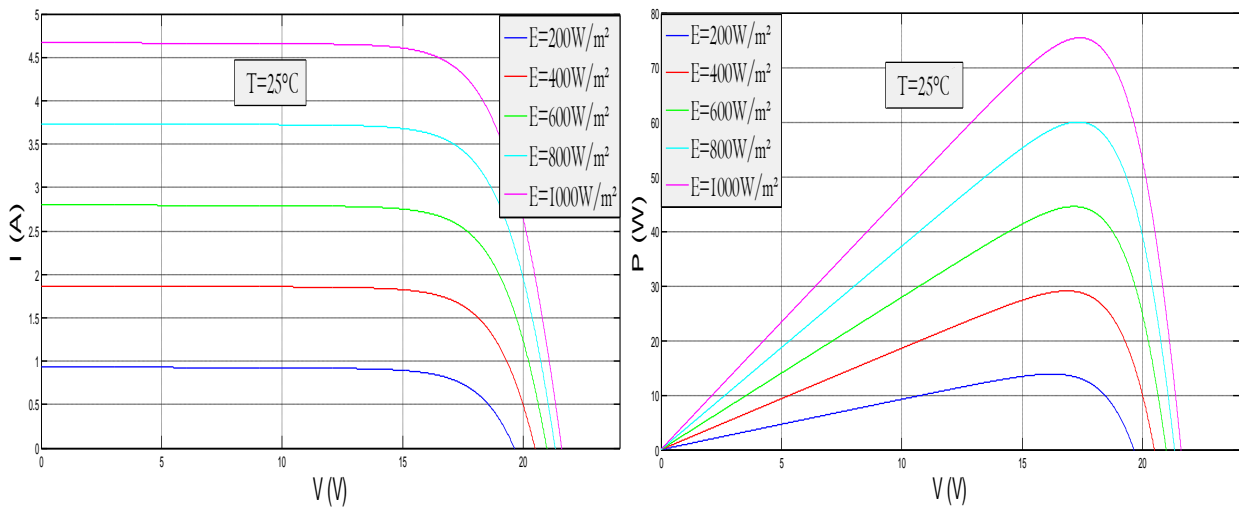
4\ variation éclairement et température ;



La Figure nous montre la baisse du rendement d'un module PV à cause d'une augmentation de température.

Caractéristiques $I(V)$ $P(V)$ pour différentes valeurs de température.

On constate que la température des cellules est toujours supérieure à la température ambiante, car les modules PV ne fournissent qu'une petite partie de la puissance absorbée et la différence entre ces deux puissances (absorbée et fournie) correspond à un dégagement d'énergie sous forme chaleur.



La figure: Caractéristiques $I(V)$ $P(V)$ pour différentes valeurs du rayonnement

La Figure nous montre la variation de la caractéristique $I(V)$ d'une cellule du commerce en fonction de l'éclairement. Le courant de court-circuit est pratiquement proportionnel à l'éclairement alors que la tension de circuit ouvert ne diminue que très légèrement.

La puissance optimale fournie par la photopile est donc pratiquement proportionnelle à l'éclairement

Conclusion :

Les résultats de simulation montrent que les performances du panneau PV sont fortement influencées par les conditions climatiques, particulièrement l'éclairement solaire et la température. Quand l'ensoleillement augmente, l'intensité du courant croît ce qui permet au module de produire une puissance électrique plus importante.

L'évolution de la caractéristique $I=f(V)$ en fonction de la température montre que le courant augmente lorsque la température s'élève.

Et que les performances d'un panneau PV sont d'autant plus dégradées que R_S est grande, cette influence se traduit par une diminution du point de puissance maximum. La caractéristique $P=f(V)$ comporte un point de puissance maximal (PPM).

Le raccordement direct du générateur PV ne permet de transmettre une puissance maximale que dans des conditions restreintes. C'est l'inconvénient majeur des générateurs PV