

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

UNIVERSITÉ BADJI MOKHTAR-ANNABA BADJI
MOKHTAR- ANNABA UNIVERSITY



جامعة باجي مختار –

عنابة



Faculté : Science de
l'ingénierat
Département :
Electrotechnique
Domaine : Sciences
Techniques Filière :
Electrotechnique



Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de
Licence

Theme:

étude de panneau photovoltaïque

Présentée par:

Amara Mohamed

Mehdi harrat

➤ **Devant le jury:**

Nom et prénom	Grade	Université	Qualité
Adjabi	MCB	Université Badji Mokhtar Annaba	President
Tourabe	Prof	Université Badji Mokhtar Annaba	Encadreur

Année universitaire: 2019/2020

Remerciements

Avant tout, merci pour Dieu qui nous a protégés et permis de succéder dans notre vie.

On veut remercier notre encadreur Professeur

Tous les enseignants et tous ceux à qui nous devons notre formation.

Tous ceux qui, d'une quelconque façon, ont contribué à l'élaboration de ce mémoire.

Et surtout nos PARENTS qui nous ont beaucoup motivés durant les années d'étude.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

à mon cher PAPA

A ma très chère mère qui représente pour moi la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi,

A mon frère et ma sœur et à toute ma famille,

Et à mon collègue du travail.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail,

Qui est le résultat de longue année d'étude

A mes très chers parents,

*à qui je dois le plus grand respect, et qui
représente pour moi l'exemple du sacrifice.*

A mes frères et à toute ma famille,

Et à mon collègue du travail

ملخص

تطرقنا في عملنا هذا إلى موضوع حساس حديث النشأة في مجال الكهرو تقني ألا و هو الطاقة الخضراء أو المتجددة. فبعد بحثنا و معرفتنا لأساليب إنتاج الطاقة الكهربائية بواسطة موارد الأرض كالبتروول و الغاز و الأورانيوم وجدنا أن هذه الموارد ذاهبة إلى طور الزوال و لا بديل لها إلا الطاقة المتجددة تتضمن الطاقة المتجددة الهوائية و الطاقة المائية و أخيرا الطاقة الشمسية التي تطرقنا لها في عملنا هذا حيث تعتبر اللوائح الشمسية الآن و في المستقبل الحل الأمثل للمستهلك و لسلامة الأرض من انبعاث الغازات السامة و التي تؤدي إلى تلوث البيئة

تنتمي أنظمة الخلايا الضوئية إلى ديناميات الطاقات الخضراء التي تعد برنامجا طموحا يعتمد على كفاءة الطاقة و التنمية المستدامة .

وأخيرا سيتم إجراء دراسة عامة حول تركيب الكهروضوئي المستقل. سوف نقدم المكونات المختلفة لهذا التثبيت.

Abstract

In this work we treat a very important and interesting subject, new in electrotechnic theory, it's the green energy. In our research and our discovery of the different types of producing the electrical energy by the earth resources such as: petrol, Gaz, Uranium, etc. so we found that those resources will be gone time by time, so there's no replacement only by solar energy.

We have three green energy: wind energy, water energy and finally solar energy. So the PV cells are the best solution for the users and to protecting our planet from the toxic pollution.

Photovoltaic systems belong to the green energy dynamics which is an ambitious program based on energy efficiency and sustainable development.

Photovoltaic is one of the best ways to produce electricity.

Finally, a general study will be carried out on the autonomous photovoltaic installation. in which we will present the various components of this installation.

Keywords: Photovoltaic System, Stand-alone Installation, Renewable Energy.

Résumé

Nous avons traités dans ce travail un sujet très intéressant et très touchant, nouveau dans le domaine électrotechnique. C'est l'énergie verte ou renouvelable, d'après notre recherche et notre découverte des différents types de production de l'énergie électrique par des ressources terrestres comme : le pétrole, Gaz, Uranium, etc....., nous avons trouvé que ces ressources sont de plus en plus éphémères et épuisables et il n'y a pas de remplacement sauf par l'énergie renouvelable.

L'énergie renouvelable consiste l'énergie éolienne et l'énergie hydraulique et enfin l'énergie solaire. En utilisant les panneaux solaires qui sont considérés dans l'avenir comme meilleure solution pour le consommateur de l'électricité et pour sécuriser la planète des produits toxiques qui résultent de la pollution.

Les systèmes photovoltaïques appartiennent à la dynamique des énergies vertes qui est un programme ambitieux basé sur l'efficacité énergétique et le développement durable. Le photovoltaïque est l'un des meilleurs moyens de produire de l'électricité.

Finalement, une étude générale sera menée sur l'installation photovoltaïque autonome. Nous y présenterons les différents éléments constitutifs de cette installation.

Mots-clés:

Système photovoltaïque, Installation autonome, Énergie renouvelable

TABLE DESMETIERS

Remerciements

Dédicace

Résumé

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Nomenclature

INTRODUCTION GENERALE

CHAPITRE I : GENERALITE SUR LES ENERGIES

RENOUVELABLES.

INTRODUCTION... [1-3]

I.1 Energies renouvelables [4]

I.1.1 La place des énergies renouvelables..... [5]

I.2 Energie Solaire [6]

I.2.1 Energie solaire photovoltaïque [7]

I.2.2 Energie solaire thermique [7]

I.3 Energie de la géothermie [8]

I.3.1 principe de fonctionnement de la géothermie..... [8]

I.4 Energie hydraulique [9]

I.4.1 principe de fonctionnement d'une centrale hydraulique . [9]

I.5 Energie éolienne [10]

I.5.1 principe de fonctionnement [10]

TABLE DESMETIERS

I.6 Energie de la biomasse	[11]
I.6.1 principe de fonctionnement de la biomasse.....	[11]
I.7 Situation de l'Algérie	[12]
Conclusion	[14]

CHAPITRE II : GENERALITE SUR LE SYSTEME PHOTOVOLTAIQUE.

II. Introduction	[15]
II.1 Lesoleil.....	[15]
II. 1.1 Le spectre solaire.....	[16]
II.1.2 Différents types de rayonnement solaire	[17]
II.2 Cellule photovoltaïque	[18]
II.3 l'effet photovoltaïque... ..	[19]
II.3.1 Le semi-conducteur.....	[20]
II.3.1.2 Dopage de type N (négatif).....	[21]
II.3.1.2 Dopage de type P (positif)	[21]
II.4 Type des cellules.....	[22]
II.4.1 Cellule au silicium mono-cristallin.....	[22]
II.4.2 Cellule au silicium poly-cristallin.....	[22]
II.4.2 Cellule au silicium amorphe.....	[22]
II.5 Modèle d'une cellule photovoltaïque	[22]
II.5.1 Les paramètre des cellules photovoltaïques.....	[24]

TABLE DESMETIERS

II.6 Liaison des cellules photovoltaïque.....	[25]
II.6.1Regroupement en série.....	[25]
II.6.2Regroupement en parallèle	[26]
II.6.3 Regroupement mixte (série-parallèle)	[27]
II.7 Caractéristique d'un module solaire.....	[28]
II.7.1 caractéristique courant–tension.....	[28]
II.7.2 caractéristique puissance–tension	[28]
II.8 Influence de l'éclairement et la température	[29]
II.8.1 Influence de l'éclairement.....	[29]
II.8.2 Influence de la température	[30]
II.9 Les avantages et les inconvénients de l'énergie photovoltaïque	[32]
Conclusion	[34]

CHAPITRE III : INSTALLATION AUTONOME D'une MAISON EN PV connecte au réseau.

II. Introduction.....	[35]
III.1 Système photovoltaïque autonome.....	[35]
III.1.1Installation photovoltaïque autonome	[35]
III.1.2 Composants du système photovoltaïque autonome.....	[36]
III.1.2.1 Modules et Panneau.....	[37]
III.1.2.2 Les Batterie au plomb.....	[37]
III.1.2.3 Régulateur.....	[38]

TABLE DESMETIERS

III.3.1.2.4 Onduleur	[39]
III.2 Calcul du stockage d'énergie d'une installation autonome	[40]
III.2.1 Dimensionnement des batteries	[40]
III.2.2.1 durée d'autonomie	[41]
III.2.3.1 capacité des batteries	[41]
III.2.2 Dimensionnement du régulateur.....	[41]
III.2.3 Dimensionnement de l'onduleur	[41]
Conclusion	[42]

Liste de figure

Chapitre I:

La figure	Le titre	La page
Figure(I.1)	La part de l'énergie renouvelable dans la production mondiale	5
Figure(I.2)	Central solaire	7
Figure(I.3)	Système de panneau solaire thermique	7
Figure(I.4)	Schéma de la centrale géothermique de la Bouillante (Guadeloupe) (© geothermieperspectives.fr (ADEME/BRGM).	8
Figure(I.5)	Centrale hydraulique	9
Figure(I.6)	Une Eolienne	10
Figure(I.7)	Centrale biomasse	12
Figure(I.8)	Irradiation solaire globale reçue par l'Algérie : moyenne annuel	13
Figure(I.9)	l'objectif du programme Algérien des énergies renouvelables	13

Chapitre II:

La figure	Le titre	La page
Figure(II.10)	Représentation des spectres solaires	17
Figure(II.11)	Description d'une photopile ou cellule photovoltaïque	19
Figure(II.12)	Coupe schématique d'une cellule photovoltaïque	20
Figure(II.13)	Semi-conducteur de type n	21
Figure(II.14)	Semi-conducteur de type p	22
Figure(II.15)	Cellule au Silicium Monocristallin.	22
Figure(II.16)	Cellule au silicium Poly-cristallin	23
Figure(II.17)	Cellule au silicium amorphe (couche mince)	23
Figure(II.18)	Module d'une cellule PV	24
Figure(II.19)	Caractéristique du groupement en série des cellules identiques	26
Figure(II.20)	Caractéristique du groupement en parallèle de cellules identiques.	27
Figure(II.21)	Caractéristique du groupement (série-parallèle) des cellules identiques	27

Figure(II.22)	Caractéristique I(V) d'un module solaire, T=25°C.	28
Figure(II.23)	Caractéristiques P (V) d'un panneau solaire, T=25°C.	29
Figure(II.24)	L'influence de l'éclairement sur la caractéristique I=f(V)	29
Figure(II.25)	L'influence de l'éclairement sur la caractéristique P=f(V)	30
Figure(II.26)	L'influence de l'éclairement sur la caractéristique P=f(I)	30
Figure(II.27)	L'influence de la température sur la caractéristique I=f(V)	31
Figure(II.28)	L'influence de la température sur la caractéristique P=f(V)	32
Figure(II.29)	L'influence de la température sur la caractéristique P=f(I)	32

Chapitre III

La figure	Le titre	La page
Figure(III.30)	Installation photovoltaïque autonome	36
Figure(III.31)	Composants d'une installation photovoltaïque autonome	36
Figure(III.32)	Batterie au plomb	38
Figure(III.33)	Régulateur PV	39
Figure(III.34)	Onduleur PV	40

Liste des symboles

h	la constante de Planck
c	la vitesse de la lumière
λ	longueur d'onde
B	le bore
ER	énergie renouvelable
GPV	la génératrice photovoltaïque
V_{co}	Tension de circuit ouvert
I_{cc}	Courant de court-circuit
R_s	La résistance série
R_{sh}	La résistance shunt
Si	Le selenium
V_{coN_s}	La somme des tensions en circuit ouvert de (N_s) cellules en série
I_{ccN_s}	Courant de court-circuit de (N_s) cellules en série
I_{ccN_p}	La somme des courants de court-circuit de (N_p) cellule en parallèle
N_s	Nombre des cellules en série
N_p	Nombre des cellules en parallèle
PV	Photovoltaïque
FF	Facteur de forme d'une cellule PV
V_T	Potentiel thermique
P_{max}	Puissance maximale
P_i	La puissance d'éclairement reçue par unité de surface(W)

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

A notre époque, et sans électricité, la vie quotidienne serait difficilement envisageable, Il est donc nécessaire de savoir la produire de manière efficace et continue. Pour répondre à la consommation croissante d'électricité, il fallut inventer et construire Des usines (centrales électriques) capables de produire de l'électricité en grande quantité. Une Fois le courant produit, il doit être amené jusqu'au consommateur. Dans un pays, le Transport et la Distribution Publique assurent le transit de l'énergie Électrique entre les points de production et les points de consommation. La turbine et l'alternateur sont les deux pièces maîtresses de ces générateurs d'électricité.

Le soleil, l'eau, le vent, le bois et les autres produits végétaux sont autant de ressources naturelles capables de générer de l'énergie grâce aux technologies développées par les hommes. Leur relatif faible impact sur l'environnement en fait des énergies d'avenir face au problème de la gestion des déchets du nucléaire et aux émissions de gaz à effet de serre. Les énergies renouvelables représentent par ailleurs une chance pour plus de 2 milliards de personnes isolées d'accéder enfin à l'électricité. Ces atouts, alliés à des technologies de plus en plus performantes, favorisent le développement des énergies renouvelables mais de manière encore très inégale selon le type de ressources considérées. La consommation d'énergie ne cessant d'augmenter, il semble néanmoins peu probable que les énergies renouvelables remplacent les autres ressources énergétiques dans un avenir proche. Aussi est-il important que chacun de nous surveille au plus près sa propre consommation d'énergie.

Tous les jours, le soleil fournit de l'énergie à la Terre. Les électrotechniciens peuvent bénéficier de cette énergie grâce à une technologie appelée photovoltaïque, qui transforme l'énergie solaire en électricité.

Dans nos jours la solution photovoltaïque est la meilleure et elle est en cour de développement dans tout le monde entier. La conversion de la lumière en

INTRODUCTION GENERALE

électricité, appelée effet photovoltaïque, a été découverte par Antoine Becquerel en 1839, mais il faudra attendre près d'un siècle pour que les scientifiques approfondissent et exploitent ce phénomène de la physique.

L'énergie photovoltaïque s'est développée dans les années 50 pour l'équipement de vaisseaux spatiaux et le premier a été lancé dans l'espace en 1958. C'était le seul procédé non-nucléaire d'alimenter des satellites en énergie. Les images satellites reçues par votre téléviseur ne vous parviennent que grâce à l'énergie photovoltaïque.

Pendant les années 70 et 80, des efforts ont été faits pour réduire les coûts de sorte que l'énergie photovoltaïque soit également utilisable pour des applications terrestres. La croissance de l'industrie fut spectaculaire.

Depuis le début des années 80, la quantité de modules photovoltaïques expédiés par an (mesurés en MW-Crêtes) a augmenté et le prix des modules (par Watt-Crête) diminuait au fur et à mesure que le nombre de modules fabriqués augmentent. Bien que le prix se soit quelque peu stabilisé, la quantité de modules photovoltaïques expédiés chaque année continue d'augmenter.

Le rayonnement solaire, aussi bien direct que diffus, peut être converti directement en électricité, sous forme de courant continu au moyen des photopiles, sans avoir ainsi besoin de recourir à un cycle thermodynamique. Les systèmes photovoltaïques, sont donc particulièrement simples, puisque, à l'inverse des centrales électriques thermiques conventionnelles ou solaires, ils ne comportent ni fluides à haute température ou sous pression, ni pièces tournantes, ni la nécessité de la présence d'une « source froide » consommant de l'eau.

Dans le cas de photovoltaïque, l'énergie primaire est le rayonnement solaire. Elle se trouve dans le milieu ambiant, il se fait d'exposer les modules ou les panneaux

INTRODUCTION GENERALE

devant la lumière pour obtenir une puissance électrique, cette énergie est gratuite et disponible pendant toute la journée.

Les systèmes photovoltaïques sont particulièrement bien adaptés à la production décentralisée d'électricité et les sites isolés : électrification rurale (pour les besoins domestiques et les besoins communautaires : centres de santé, écoles, etc.), pompage de l'eau, réfrigération, télécommunications, etc. Ils constituent donc une solution de choix pour les populations rurales qui ne pourront pas être reliées aux réseaux électriques conventionnels, même pour les villes on peut économiser la consommation d'énergie par l'utilisation des panneaux sur le toit ou sur les façades des bâtiments.

Ce travail comporte trois chapitres ainsi qu'une introduction et une conclusion.

- La première partie de ce travail concerne une présentation générale de l'énergie renouvelable et de ses sources. : ainsi qu'une explication des différents types d'énergies renouvelables.
- Dans la deuxième partie sera effectuée une étude générale sur le système photovoltaïque. Nous y présenterons les différents éléments constitutifs de système photovoltaïque, les courbes des caractéristiques courant et puissance de la tension sous l'effet de l'éclairement et de la température, les différents modes de regroupement des cellules photovoltaïques.
- La troisième partie concerne la présentation des composants d'une installation photovoltaïque autonome objet de notre étude.
- Ce travail s'achèvera par une conclusion.

CHAPITRE I : GENERALITE SUR LES ENERGIES RENOUVLABLES

I. Introduction:

Le développement et l'exploitation des énergies renouvelables ont connus une forte croissance des dernières années. D'ici 20 à 30 ans, tout système énergétique durable sera basé sur l'utilisation rationnelle des sources traditionnelles et sur un recours accru aux énergies renouvelables. Naturellement décentralisées, il est intéressant de les mettre en œuvre sur les lieux de consommation en les transformant directement, soit en chaleur, soit en électricité, selon les besoins. La production d'électricité décentralisée à partir d'énergies renouvelables offre une plus grande sûreté d'approvisionnement des consommateurs tout en respectant l'environnement. Cependant, le caractère aléatoire des sources impose des règles particulières de dimensionnement et d'exploitation des systèmes de récupération d'énergie.

Une source d'énergie est renouvelable si le fait d'en consommer ne limite pas son utilisation future. C'est le cas de l'énergie du soleil, du vent, des cours d'eau, de la terre, de la biomasse humide ou sèche à une échelle de temps compatible avec l'histoire de l'humanité. Ce n'est pas le cas des combustibles fossiles et nucléaires

I.1 Les énergies renouvelables:

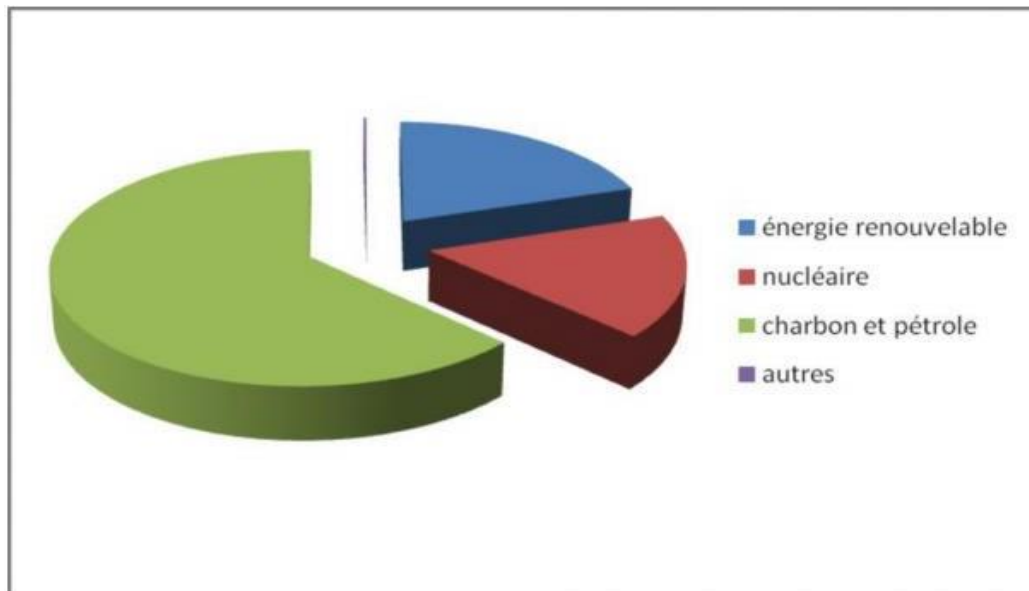
Les énergies renouvelables (soleil, vent, eau, biomasse) sont des sources d'énergie qui se renouvelle assez rapidement pour être considérées comme inépuisables à l'échelle de l'homme. D'une façon générale, les énergies renouvelables sont des modes de production d'énergie utilisant des forces ou des ressources dont les stocks sont illimités, constituent un don divin, sont naturels et en général amis de la nature. On peut dire alors qu'une source d'énergie est renouvelable si le fait d'en consommer ne limite pas son utilisation future.

En plus de leur caractère illimité, ces sources d'énergie sont peu ou pas polluantes.

Le solaire, l'éolien, l'eau, et la biomasse génère certains gaz polluants, mais en bien moindre quantité que des carburants fossiles. [5]

I.1.1 La place des énergies renouvelables:

Globalement, la part des énergies renouvelables dans la production d'électricité reste encore faible. Selon le dernier " Inventaire sur la production d'électricité d'origine renouvelable dans le monde ", 20 % du courant produit sur la planète est d'origine renouvelable. L'essentiel étant toujours issu des combustibles fossiles, tels que le pétrole ou le charbon (62,7 %) et par l'énergie nucléaire (17,1 %). [6]



Figure(I.1) : La part de l'énergie renouvelable dans la production mondiale

Qu'un électron sur cinq soit " propre ", cela n'est déjà pas si mal. Mais ce chiffre encourageant masque une grande disparité entre les sources d'énergies renouvelables. À elle seule, l'hydroélectricité génère 92,5 % de l'électricité issue des ER. Les utilisations de la biomasse produisent 5,5 % du courant mondial " vert ", la géothermie 1,5 %, l'éolien 0,5 % et les techniques solaires y contribuent seulement pour 0,05 %. Toutefois, ces grandes masses sont extrêmement variables d'un pays à l'autre.

I.2 Energie solaire:

Le rayonnement solaire constitue la ressource énergétique la mieux partagée sur la terre et la plus abondante. La quantité d'énergie libérée par le soleil et captée par la planète terre pendant une heure et pourrait suffire à couvrir les besoins énergétiques mondiaux pendant un an. Le soleil décharge continuellement une énorme quantité d'énergie radiante dans le système solaire, la terre intercepte une toute petite partie de l'énergie solaire rayonnée dans l'espace. Une moyenne de 1367 Watts atteint chaque mètre carré du bord externe de l'atmosphère terrestre pour une distance moyenne terre-soleil de 150 Millions de km, c'est ce que l'on appelle la constante solaire qui est égale à 1367W/m^2 . La partie d'énergie reçue sur la surface de la terre dépend de l'épaisseur de l'atmosphère à traverser. Celle-ci est caractérisée par le nombre de masse d'air (AM) [2]. Le rayonnement qui atteint le niveau de la mer à midi dans un ciel clair est de 1000W/m^2 et est décrit en tant que rayonnement de la masse d'air "1" (ou AM1). Lorsque le soleil se déplace plus bas dans le ciel, la lumière traverse une plus grande épaisseur d'air, et perdant plus d'énergie. Puisque le soleil n'est au zénith que durant peu de temps, la masse d'air est donc plus grande en permanence et l'énergie disponible est donc inférieure à 1000W/m^2 [4]. Alors on distingue deux types de l'énergie solaire : l'énergie à effet thermique, et à l'effet photovoltaïque.

I.2.1 Energie Solaire photovoltaïque:

L'énergie solaire photovoltaïque (ou énergie photovoltaïque ou EPV) est une énergie électrique produite à partir du rayonnement solaire grâce à des panneaux ou des centrales solaires photovoltaïques. Elle est dite renouvelable, car sa source (le Soleil) est considérée comme inépuisable à l'échelle du temps humain. En fin de vie, le panneau photovoltaïque aura produit 20 à 40 fois l'énergie nécessaire à sa fabrication et à son recyclage.



Figure (I.2) : Central solaire

I.2.2 Energie solaire thermique:

A la différence du solaire photovoltaïque, on désigne par énergie solaire thermique la transformation du rayonnement solaire en énergie thermique. La production de cette énergie peut être soit utilisée directement (pour chauffer un bâtiment par exemple) ou indirectement (comme la production de vapeur d'eau pour entraîner des alternateurs et ainsi obtenir une énergie électrique).

Le principe général de concentrer les rayons solaires en un seul endroit. Le solaire thermique se Décline de différentes façons : centrales solaires thermodynamiques, chauffe-eau solaire, cuisinières et sécheurs solaires. [5]

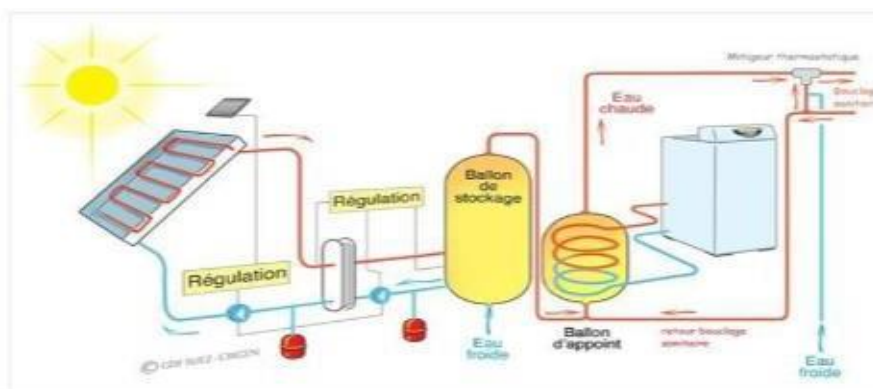


Figure (I.3) : Système de panneau solaire thermique

I.3 Energie de la géothermie:

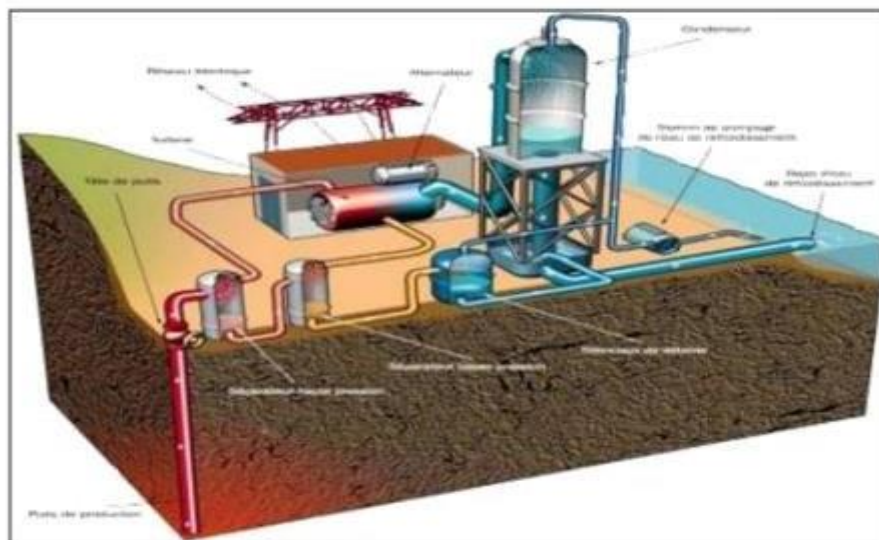
L'énergie géothermique est une source d'énergie qui dépend de la chaleur de la terre. Elle provient principalement de la désintégration des éléments radioactifs naturellement présents dans les roches du sous-sol, Dans certaines roches et à certaines profondeurs circule, sous forme de vapeur et d'eaux chaudes.

La température Desroches augmente en moyenne de (1°C) tous les (30m) de profondeur. En certains points du globe, en particulier dans les régions volcaniques, qui correspondent à des intrusions de magma dans la croûte terrestre, cela peut aller jusqu'à 100 °C par 100m, A la surface de la terre, cette énergie est en moyenne (10000) fois plus faible que l'énergie fournie par le soleil.

L'énergie géothermique n'est donc utilisable que dans des zones particulières où elle s'est accumulée. [5]

I.3.1 Principe de fonctionnement de la géothermie:

Une centrale géothermique produit de l'électricité grâce à la chaleur de la Terre qui transforme l'eau contenue dans les nappes souterraines en vapeur et permet de faire tourner une turbine et un alternateur. [10]



Figure(I.4) : Schéma de la centrale géothermique de la Bouillante (Guadeloupe) (© geothermieperspectives.fr (ADEME/BRGM).

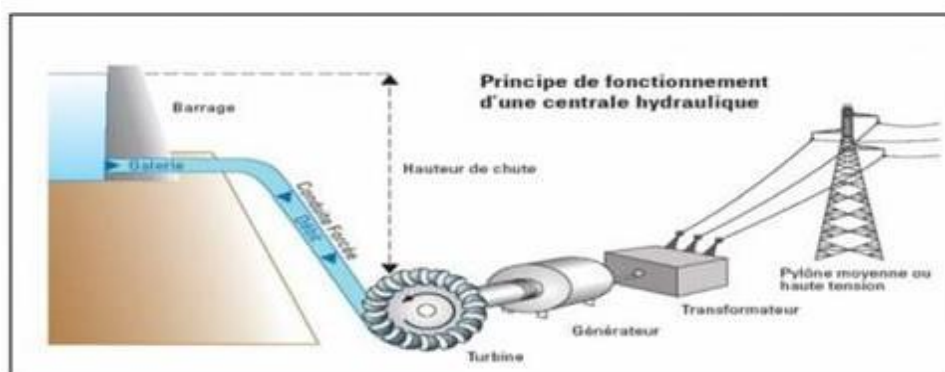
I.4 Energie hydraulique:

L'énergie hydraulique est une énergie renouvelable très faiblement émettrice de gaz à effet de serre. Cette source d'énergie renouvelable exploite les mouvements de l'eau actionnés par le Soleil et la gravité à travers le cycle de l'eau, les marées et les courants marins.

Qu'elles utilisent les chutes d'eau naturelles (cascades) ou artificielles (barrages hydroélectriques), le débit des cours d'eau ou les courants marins (marée, circulation thermo haline, etc.), les centrales hydrauliques produisent de l'énergie mécanique convertie la plupart du temps en électricité (hydroélectricité). [1]

I.4.1 Fonctionnement d'une centrale hydraulique:

Le fonctionnement d'une centrale hydraulique ou barrage consiste à utiliser l'énergie donnée par une quantité d'eau en mouvement pour pouvoir produire de l'énergie électrique. Un barrage est donc utilisé pour retenir une grande quantité d'eau sous la forme d'un lac de retenue. Quand on veut produire de l'électricité, on ouvre les vannes du barrage, l'eau rentre par ces vannes et passe par une conduite dans le barrage qui va lui permettre d'augmenter sa vitesse. Après cette conduite, l'eau, grâce à cette vitesse va faire tourner une turbine qui est reliée à un alternateur qui va produire de l'électricité. L'eau est ensuite libérée au pied du barrage et reprend son cours normal.[7]



Figure(I.5) : Centrale hydraulique

I.5 Energie éolienne:

L'énergie éolienne est une source d'énergie qui dépend du vent. Le soleil chauffe inégalement la Terre, ce qui crée des zones de températures et de pression atmosphérique différentes tout autour du globe. De ces différences de pression naissent des mouvements d'air, appelés vent. Cette énergie permet de fabriquer de l'électricité dans des éoliennes, appelées aussi aérogénérateurs, grâce à la force du vent [20]

I.5.1 Principe du fonctionnement:

- La rotation des pales : sous l'effet du vent, L'hélice se mette en marche.
- La production d'électricité : l'hélice entraîne un axe dans la nacelle, relié à un alternateur. L'alternateur produit de l'électricité.
- L'adaptation de la tension : un transformateur situé à l'intérieur du mât élevé la tension du courant électrique produit par l'alternateur.

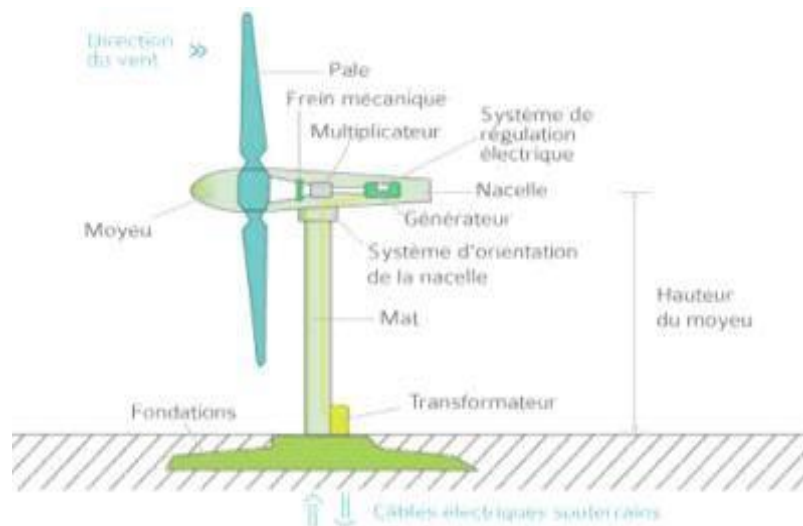


Figure (I.6): Une Eolienne

I.6 Energie de la biomasse:

Dans le domaine de l'énergie, et plus particulièrement des bioénergies, le terme de biomasse désigne l'ensemble des matières organiques d'origine végétale (algues incluses), animale ou fongique (champignons) pouvant devenir source d'énergie par combustion (ex : bois énergie), après méthanisation (biogaz) ou après de nouvelles transformations chimiques (agro carburant).

L'énergie tirée de la biomasse est considérée comme une énergie renouvelable et soutenable tant qu'il n'y a pas surexploitation de la ressource, mise en péril de la fertilité du sol et tant qu'il n'y a pas de compétition excessive pour l'usage des ressources (terres arables, eau, etc.), ni d'impacts excessifs sur la biodiversité, etc. De plus, bien que présentant de nombreux avantages sur le plan écologique et du développement local, elle peut être polluante (CO, CO₂, fumées, goudrons) si mal utilisée ou si la biomasse utilisée est polluée par des métaux lourds, radionucléides, etc. (sachant que les ressources fossiles sont également naturellement contaminées par des métaux, souvent plus que le bois). [20]

I.6.1 Principe de fonctionnement:

Le fonctionnement d'une centrale biomasse classique, l'énergie de la biomasse est transformée en énergie thermique par combustion. Cette énergie transforme de l'eau en vapeur, qui actionne ensuite une turbine à vapeur accouplée à un alternateur, qui transforme enfin l'énergie mécanique en énergie électrique. Une partie de la vapeur ou énergie thermique restante peut être utilisée, par exemple, pour alimenter un circuit de chauffage. Il s'agit alors de cogénération. [21]

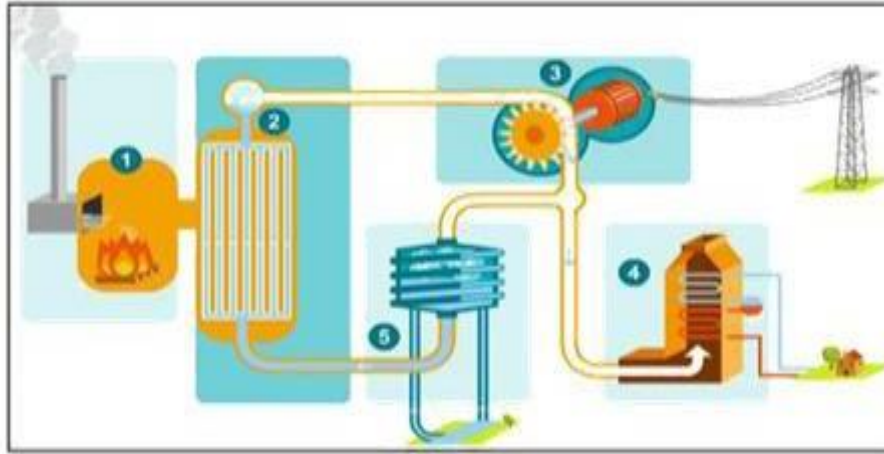


Figure (I.7) : Centrale biomasse

I.7 Situation de l'Algérie:

L'énergie solaire participe pour une très faible part dans le bilan énergétique national, soit seulement 0,02% de la consommation nationale d'électricité (5 GWH). Le pays est qualifié de très en retard en matière d'investissement dans le domaine des énergies renouvelables. Pourtant, l'Algérie dispose de l'un des gisements solaires les plus importants au monde. Lors d'un séminaire organisé à Alger, par la Chambre algéro-allemande de l'industrie et du commerce, l'intention de concrétiser le vœu algérien a été clairement affichée par les Allemands.

A travers le programme algérien des énergies renouvelables EnR, l'Algérie compte se positionner environ 40% de la production d'électricité à partir du solaire photovoltaïque et du solaire thermique.

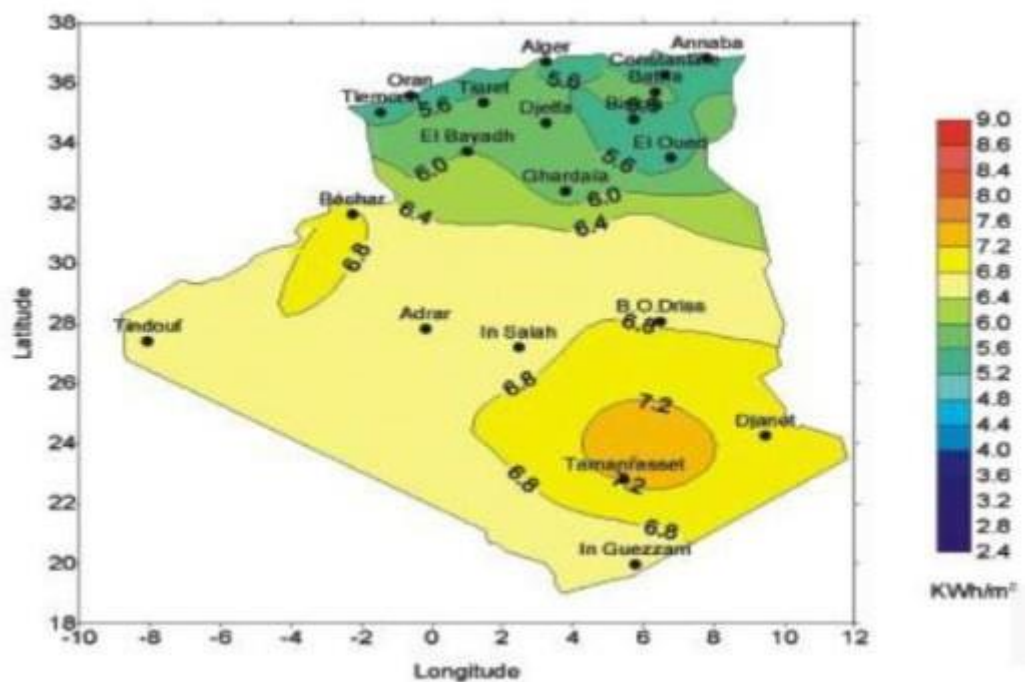
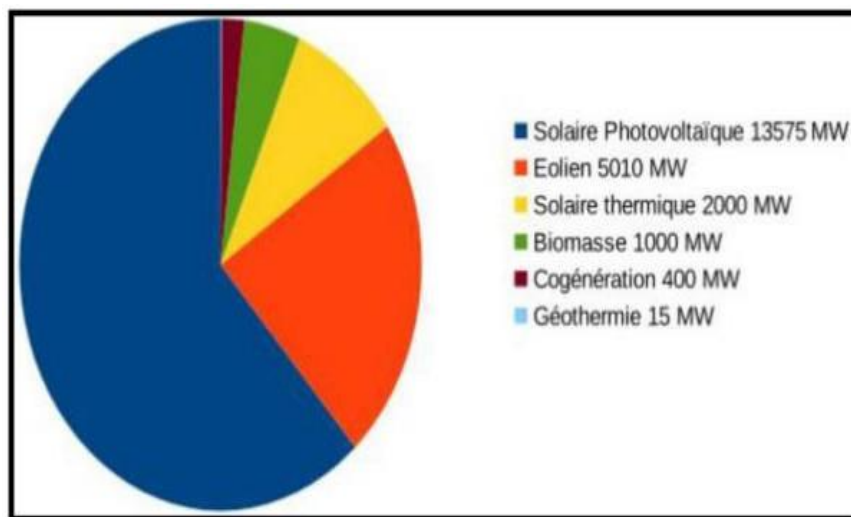


Figure (I.8) : Irradiation solaire globale reçue par l'Algérie : moyenne annuel



Figure(I.9) : l'objectif du programme Algérien des énergies renouvelables

Conclusion :

On a vu dans ce chapitre que l'énergie renouvelable est de plus en plus très répondeuse dans la production mondiale de l'électricité. L'Algérie comme on a vu précédemment est parmi les pays avantageux qui puissent utiliser l'énergie solaire comme solution de future pour remplacer l'énergie fossile, et pour cela il faut que tous les électrotechniciens orientent leurs perspectives vers l'énergie vert et solaire précisément en Algérie parce qu'il est non polluant est renouvelable.

CHAPITRE II :
GENERALITE SUR
LES SYSTEMES
PHOTOVOLTAÏQUE

II. Introduction:

« Nous ne vivons pas d'autre chose que d'énergie solaire ; nous la mangeons, et c'est elle qui nous maintient debout, qui fait mouvoir nos muscles, qui corporellement opère en nous tous nos actes. Elle est peut-être, sous des formes diverses, la seule chose qui constitue une force antagoniste à la pesanteur ; c'est elle qui monte dans les arbres, qui par nos bras soulève des fardeaux, qui meut nos moteurs. Elle procède d'une source inaccessible et dont nous ne pouvons pas nous rapprocher même d'un pas. Elle descend continuellement sur nous. »

Simone Weil - La condition ouvrière

II.1 Le soleil:

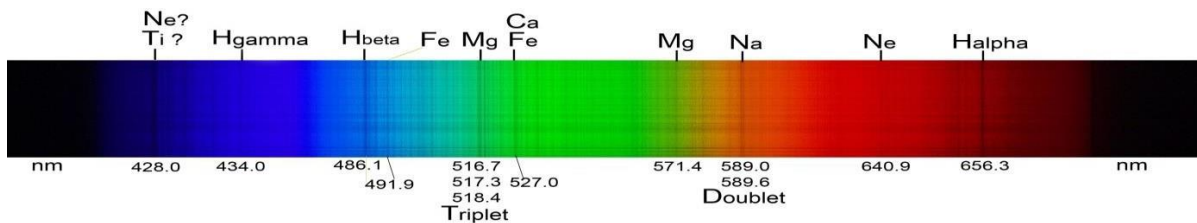
Le soleil est une « petite » étoile, une boule de gaz, dont le diamètre est de 1 391 000 km, et qui est placée à 150 000 000 km de nous (périhélie ; 147,1 millions de km et aphélie : 152,1 millions de km). Cette distance est si grande que sa lumière nous parvient 8 minutes après avoir été émise. N'oublie pas qu'elle voyage à la vitesse de 300 000 km/s, s'est-il dit qu'elle fait 7 fois le tour de la terre en 1 seconde.

Quant à son volume, il pourrait contenir 1 300 000 Terres. Avec une densité de 1,41 (contre 5,5 pour la Terre), sa masse est de 330 000 fois celle de la Terre (1,99.10³⁰ kg ou 2 milliards de milliards de milliards de tonnes). Il représente 99,867% de la masse totale du système solaire, c'est-à-dire que l'ensemble de toutes les planètes et comètes ne représente que le millième du soleil. Il a déjà effectué 20 tours de la Galaxie en traversant des densités variables de poussières qui interceptent une partie du rayonnement qu'il nous envoie. Cela a dû certainement avoir des conséquences sur le climat terrestre.

Notre soleil est donc une énorme boule de gaz composée de 70% d'hydrogène et de 28% d'hélium, les 2% restants représentent la plupart des autres atomes

CHAPITRE II : généralité sur les systèmes photovoltaïque

présents dans l'univers. Il ne faut pas oublier non plus que les étoiles sont les usines qui créent tous les matériaux existant dans l'univers, à partir de l'hydrogène. Plus de 60 éléments chimiques furent identifiés, tel OH (radical hydroxyle), CH (radical méthylique) et aussi du titane, du plomb, du mercure, du chlore, du silicium, cuivre, calcium, indium, antimoine, zirconium, rhodium, etc....On trouve, par exemple 9 atomes d'or pour 1 000 milliards d'atomes d'hydrogène, soit la bagatelle de 10 millions de milliards de tonnes d'or. Outre les atomes, l'analyse du spectre solaire a permis de découvrir des molécules complexes.[8]



II.1.1 Le spectre solaire:

La physique atomique nous montre que les variations d'énergie dans les atomes ne se font pas de façons continues, mais sont quantifiées. Un ensemble de nombres quantiques définit l'état initial d'énergie de l'atome, et un autre ensemble définit l'état final. Ce passage d'un état à un autre s'appelle une transition. Il s'accompagne soit de l'absorption d'énergie à une longueur d'onde précise si l'état final est plus énergétique, soit de l'émission d'énergie à une longueur d'onde précise si l'état final est moins énergétique. Un atome excité de cette façon a toujours tendance, au bout d'un temps plus au moins long, à revenir à son état le plus stable, directement ou non, appelé état fondamentale relation entre cette variation d'énergie et la longueur d'onde de l'émission ou de l'absorption est[9]:

$$E_{ph} = h \frac{c}{\lambda}$$

CHAPITRE II : généralité sur les systèmes photovoltaïque

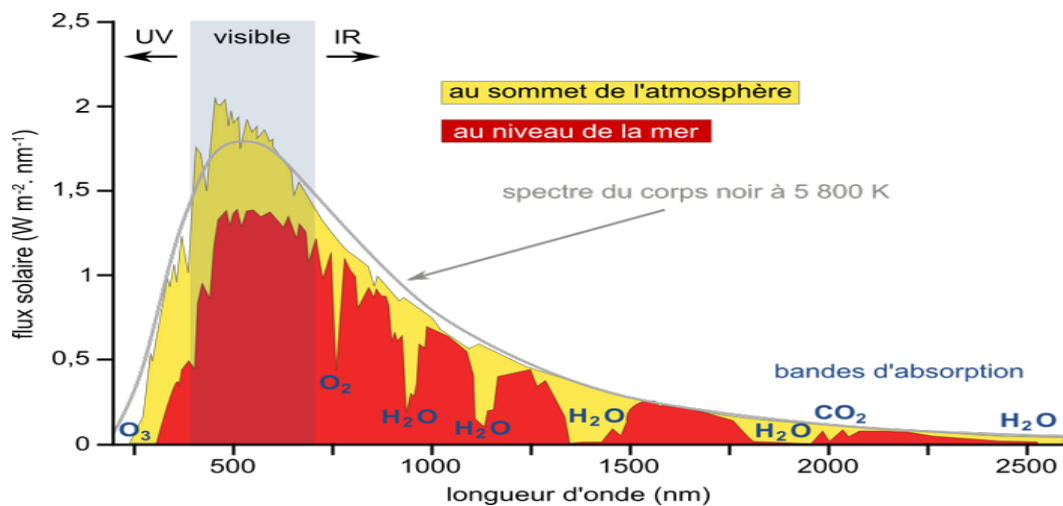
Où

h : est la constante de Planck ($6,63 \cdot 10^{-34} \text{J}\cdot\text{s}$)

λ = longueur d'onde

c : la vitesse de la lumière

Dans laquelle λ représente la longueur d'onde, h la constante de Planck et c la vitesse de la lumière. La distribution des radiations lumineuses émises par le soleil est déterminée par la température de la surface de ce dernier, à savoir 5800 K environ.



Figure(II.10) : Représentation des spectres solaires

II.1.2 Différents types de rayonnement solaire:

L'insolation correspond à l'intensité du rayonnement solaire reçu sur un plan à un moment donné. Il s'exprime habituellement en watts par mètre carré (W/m^2). L'insolation varie de zéro, au lever du Soleil, à sa valeur maximale, typiquement au midi solaire. En traversant l'atmosphère, le rayonnement solaire est absorbé et diffusé. Au sol, on distingue plusieurs composantes:

a) Rayonnement direct:

Le rayonnement direct est le rayonnement reçu directement du soleil. Il peut être mesuré par un pyréliomètre. [13]

b) Rayonnement diffus:

Le rayonnement diffus est le rayonnement émis par des obstacles (nuages, sol, bâtiments) et provient de toutes les directions, Il peut être mesuré par un pyranomètre avec écran masquant le soleil. [14]

c) L'albédo ou réfléchi:

L'albédo du sol et le rayonnement qui est réfléchi par le sol ou par des objets se trouvant à sa surface .Cet albédo peut être important lorsque le sol est particulièrement réfléchissant (eau, neige).[14]

d) Rayonnement global:

Le rayonnement global est le rayonnement émis par le soleil incident sur un plan donné, et c'est la somme du rayonnement direct et diffus, il est mesuré par un pyranomètre ou un Solari mètre sans écran. [14]

II.2 cellule photovoltaïque:

La cellule PV ou encore photopile est le plus petit élément d'une installation photovoltaïque. Elle est composée des matériaux semi-conducteurs et transforme directement l'énergie lumineuse en énergie électrique. Une cellule photovoltaïque est un composant électronique qui, exposé à la lumière (photons), produit de l'électricité grâce à l'effet photovoltaïque qui est à l'origine du phénomène. Les cellules photovoltaïques les plus répandues sont constituées de semi-conducteurs, principalement à base de silicium (Si) et plus rarement d'autres semi-conducteurs:

CHAPITRE II : généralité sur les systèmes photovoltaïque

- Sélénure de cuivre et d'indium [CuIn(Se)₂ ou CuInGa(Se)₂ etc.

Elles se présentent généralement sous la forme de fines plaques d'une dizaine de centimètres de côté, prises en sandwich entre deux contacts métalliques, pour une épaisseur de l'ordre du millimètre. Une cellule photovoltaïque est basée sur le phénomène physique appelé effet photovoltaïque qui consiste à établir une force électromotrice lorsque la surface de cette cellule est exposée à la lumière.

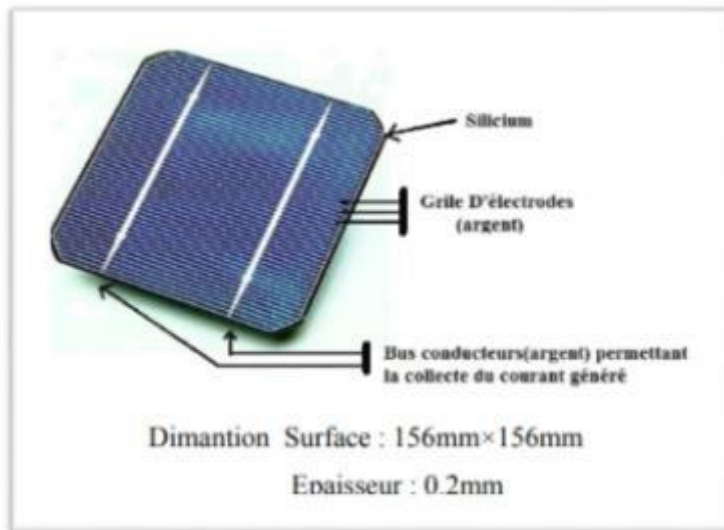


Figure (II.11) : Description d'une photopile ou cellule photovoltaïque

II.3 L'effet photovoltaïque:

L'effet photovoltaïque est un processus de transformation de l'énergie émise par le soleil, sous forme de photons, en énergie électrique à l'aide de composant semi-conducteur appelé cellule solaire. L'effet photovoltaïque ne peut se produire que s'il existe une barrière de potentiel dans le semi-conducteur avant qu'il ne soit éclairé.

CHAPITRE II : généralité sur les systèmes photovoltaïque

Une telle barrière existe, par exemple, à l'interface entre deux volumes dopés différemment c'est à dire où l'on a introduit deux types différents d'impuretés à concentration différente, par exemple de type P-N. Si ce matériau est éclairé, les charges électriques, rendus mobiles par la lumière (l'effet photoélectrique), seront séparées par la barrière avec d'un côté les charges positives et de l'autre côté les charges négatives.[16]

Parmi les matériaux semi-conducteurs les plus utilisés on trouve le silicium, le germanium, le sulfure de Gallium et l'arséniure de Gallium.

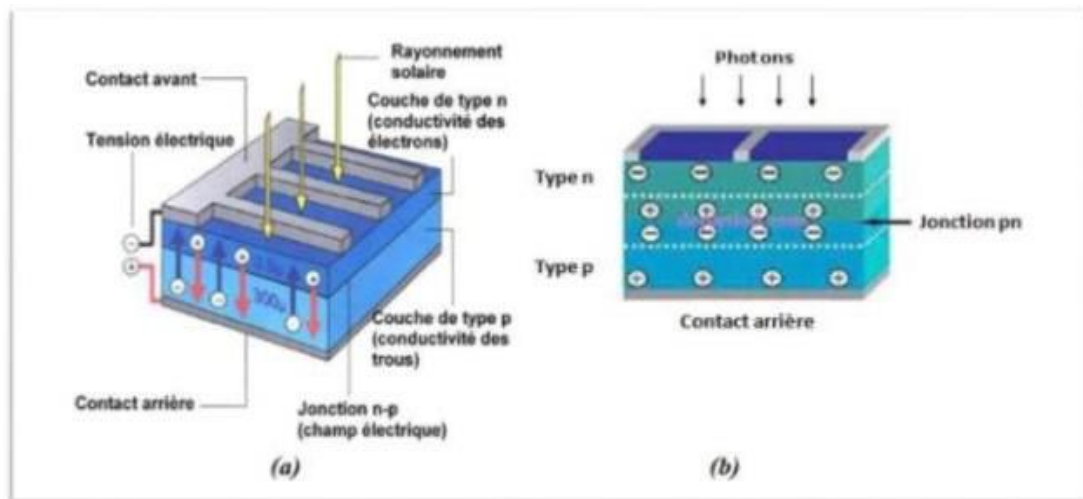


Figure (II.12) : Coupe schématique d'une cellule photovoltaïque

II.3.1 Le semi-conducteur:

Un semi-conducteur est un matériau qui a les caractéristiques électriques d'un isolant, mais pour lequel la probabilité qu'un électron puisse contribuer à un courant électrique, quoique faible, est suffisamment importante. En d'autres termes, la conductivité électrique d'un semi-conducteur est intermédiaire entre celle des métaux et celle des isolants.

- ✓ En à Deux types de dopage sont possibles:

II.3.1.1 dopage de type N (négatif):

Consiste à introduire dans la structure cristalline semi-conductrice des atomes étrangers qui ont la propriété de donner chacun un électron excédentaire (charge négative), libre de se mouvoir Dans le cristal. C'est le cas du phosphore (P) dans le silicium (Si). Dans un matériau de type n, on augmente fortement la concentration en électrons libres

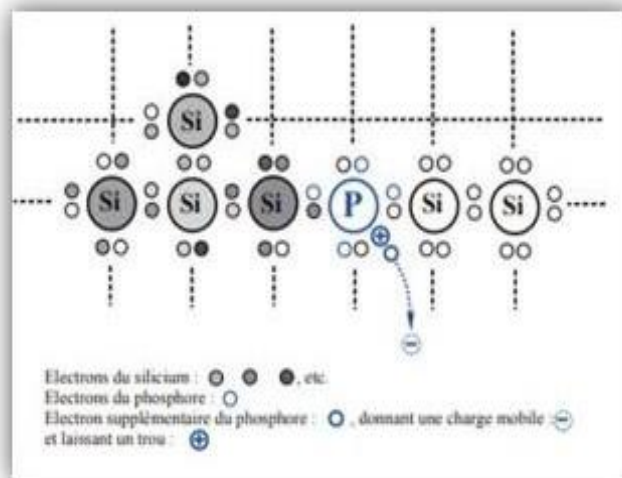


Figure (II.13) :Semi-conducteur de type n

II.3.1.2 Le dopage de type P (positif):

Utilise des atomes dont l'insertion dans le réseau cristallin donnera un trou excédentaire. Le bore (B) est le dopant de type p le plus couramment utilisé pour le silicium. Lorsque l'on effectue deux dopages différents (type n et type p) de part et d'autre de la cellule, il en résulte, après recombinaison des charges libres (électrons et trous), Un champ électrique constant créé par la présence d'ions fixes positifs et négatifs. Les charges électriques générées par l'absorption du rayonnement pourront contribuer au courant de la cellule photovoltaïque.

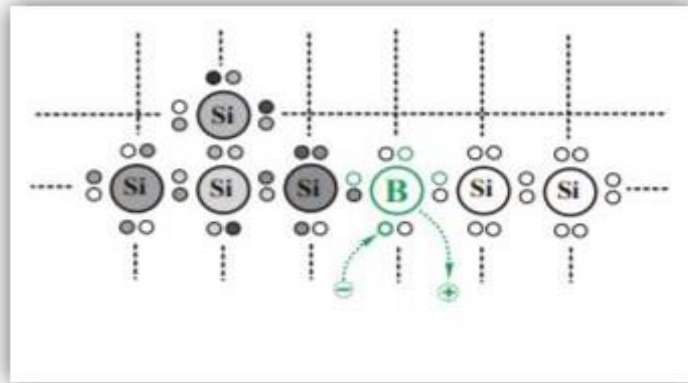


Figure (II.14) :Semi-conducteur de type p

II.4 Type des cellules:

II.4.1 Cellule au silicium mono- cristallin:

Pour ce genre d'application technologique, le silicium pur est obtenu à partir de la silice de quartz ou de sable par transformation chimique métallurgique.

Le silicium a un rendement électrique et une durée de vie de l'ordre de deux fois celle du silicium amorphe mais, il est nettement plus cher.

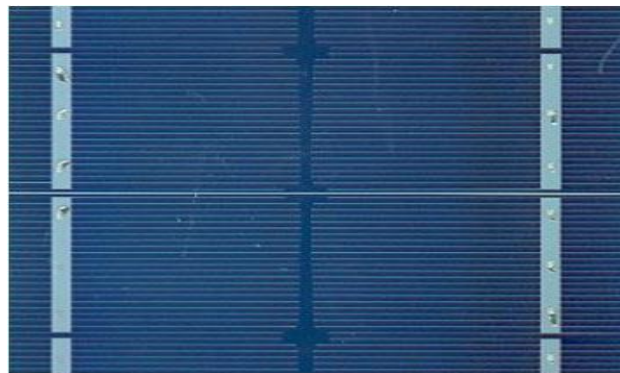


Figure (II.15) : Cellule au Silicium Monocristallin.

II.4.2 Cellule au silicium poly-cristallin:

Le silicium poly-cristallin est un matériau composé de cristaux juxtaposés obtenus par moulage.

CHAPITRE II : généralité sur les systèmes photovoltaïque

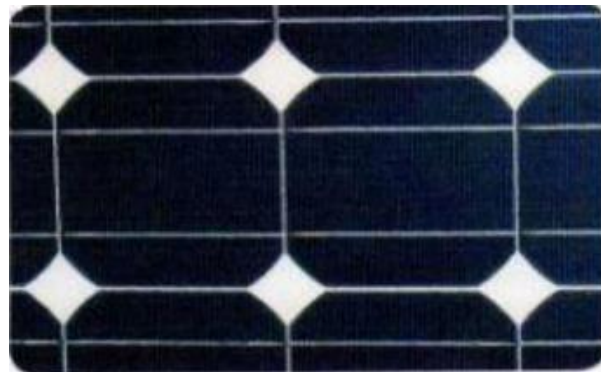
Ce matériau est moins coûteux (que le monocristallin). Les cellules carrées ou rectangulaires sont faciles à utiliser.



Figure(II.16) : Cellule au silicium Poly-cristallin

II.4.3 Cellule au silicium amorphe:

Le silicium absorbe le rayonnement solaire jusqu'à 100 fois mieux qu'en état cristallin ; les cellules sont constituées par des couches très minces.

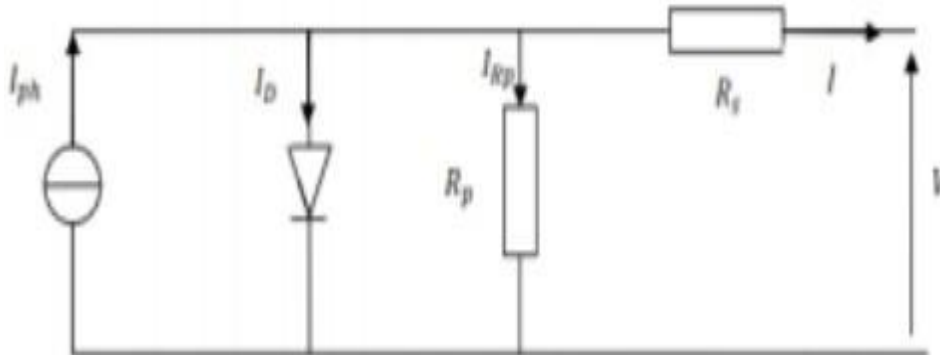


Figure(II.17) : Cellule au silicium amorphe (couche mince)

II.5 Modèle d'une cellule photovoltaïque:

Ce modèle représente la cellule solaire comme source de courant qui modélise la conversion du flux lumineux en énergie électrique. La résistance montée en série représente la résistance de contact et de connexion, une autre résistance en parallèle dite la résistance shunt représente le courant de fuite. Une diode en

parallèle qui modélise la jonction PN.



Figure(II.18) : Modèle d'une cellule PV

II.5.1 Les paramètres des cellules photovoltaïques:

Ces paramètres peuvent être déterminés à partir des courbes courant-tension, ou de l'équation Caractéristique. [18]

➤ Les plus usuels sont les suivantes:

- **Courant de court-circuit I_{cc} :**

C'est le courant pour lequel la tension aux bornes de la cellule ou du générateur PV est nulle. Dans le cas idéal (R_s nulle et R_{sh} infinie), ce courant se confond avec le photo-courant I_{ph} .

$$I_{cc} = I_{ph} \quad [5]$$

- **Tension à circuit ouvert V_{co} :**

C'est la tension pour laquelle le courant débité par le générateur photovoltaïque est nul (c'est la tension maximale d'une photopile ou d'un générateur photovoltaïque).

$$V_{co} = V_T \cdot \ln \left(\frac{I_{ph}}{I_{sat}} + 1 \right) \quad [6]$$

- **Le rendement :**

CHAPITRE II : généralité sur les systèmes photovoltaïque

Le rendement, des cellules PV désigne le rendement de conversion en puissance. Il est défini comme étant le rapport entre la puissance maximale délivrée par la cellule et la puissance lumineuse incidente, P_{in} .

$$\eta = \frac{P_{max}}{P_{in}} \quad [7]$$

- **Facteur de forme FF:**

Un paramètre important est souvent utilisé à partir de la caractéristique I(V) pour qualifier la qualité d'une cellule ou d'un générateur PV : c'est le facteur de remplissage ou fill factor (FF). Ce coefficient représente le rapport entre la puissance maximale que peut délivrer la cellule notée P_{max} et la puissance formée par le rectangle $I_{cc} \cdot V_{oc}$. Plus la valeur de ce facteur sera grande, plus la puissance exploitable le sera également. Les meilleures cellules auront donc fait l'objet de compromis technologiques pour atteindre le plus possible les caractéristiques idéales. Il est défini par la relation suivante.

$$FF = \frac{P_{max}}{V_{oc} \cdot I_{cc}} \quad [8]$$

II.6 Liaison des cellules photovoltaïque:

II.6.1 Regroupement en série:

Dans un groupement en série, les cellules sont traversées par le même courant et la

Caractéristique résultante du groupement en série est obtenue par l'addition des tensions à

Courant donné .L'équation résumée les caractéristique électrique d'une association série de(N_s) cellules.

Avec :

$I_{sc} = I_{cc}$: le courant de court-circuit.

$V_{sco} = n_s \cdot V_{co}$: la tension de circuit ouvert

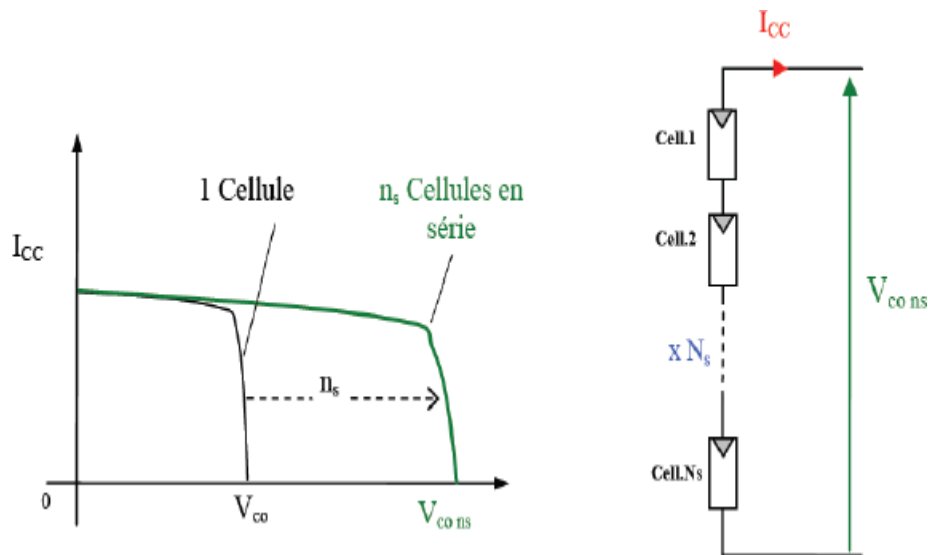


Figure (II.19) : Caractéristique du groupement en série des cellules identiques

II.6.2 Regroupement en parallèle:

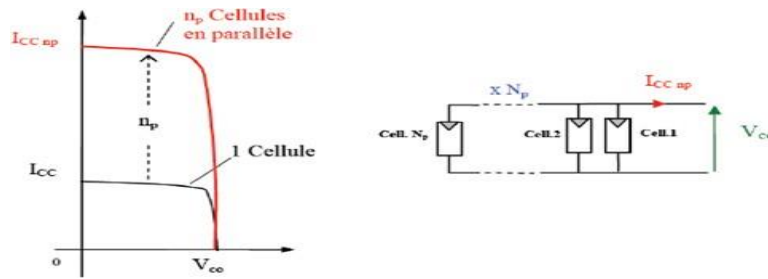
Dans un groupement de cellules connectées en parallèle, les cellules étant soumises à la même

Tension, les intensités s'additionnent : la caractéristique résultante est obtenue par addition de

Courants à tension donnée. La figure suivante montre la caractéristique résultante (I_{pcc} , V_{pco}) Obtenue en association en parallèle (indice p) n_p cellules identiques (I_{cc} , V_{co}).

$I_{CC} = N_p \cdot I_{cc}$: le courant de court-circuit.

$V_{pco} = V_{co}$: la tension de circuit ouvert



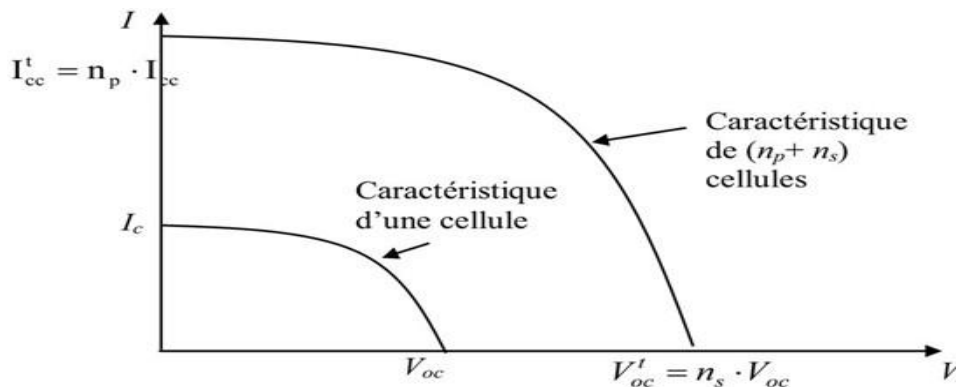
Figure(II.20) : Caractéristique du groupement en parallèle de cellules identiques.

II.6.3 Regroupement mixte (série- parallèle) :

Le générateur photovoltaïque est constitué d'un réseau série-parallèle de nombreux modules photovoltaïques regroupés par panneaux photovoltaïques. La caractéristique électrique globale courant /tension du GPV se déduit donc théoriquement de la combinaison des caractéristiques des cellules élémentaires supposées identiques qui le composent par deux affinités de rapports parallèlement à l'axe des tensions et de rapport n_p parallèlement à l'axe des courants, n_s et n_p étant respectivement les nombres totaux de cellules en série et en parallèle .

$$I'_{cc} = n_p \cdot I_{cc}$$

$$V'_{co} = n_s \cdot V_{co}$$

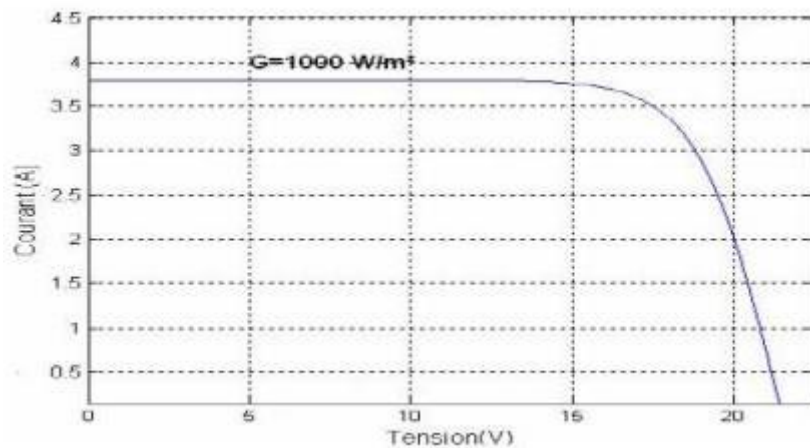


Figure(II.21) : Caractéristique du groupement (série-parallèle) des cellules identiques

II.7 Caractéristique d'un module solaire :

II.7.1 Caractéristique courant-tension I(V):

C'est une caractéristique fondamentale du module solaire type MSX62 d'un nombre de cellule (NS=36) définissant cet élément comme générateur. Elle est identique à celle d'une jonction P- N avec un sens bloqué, mais décalé le long de l'axe du courant d'une quantité directement proportionnelle à l'éclairement. Elle se trace sous un éclairement fixe et une température constante :



Figure(II.22) : Caractéristique I(V) d'un module solaire, $T=25^\circ\text{C}$.

II.7.2 Caractéristique puissance-tension P(V):

La puissance débitée par le module photovoltaïque dépend du point de fonctionnement de cette dernière ; c'est le produit de l'intensité de courant et de la tension entre ses bornes. Le point «M » représente la puissance maximale débitée par le module.

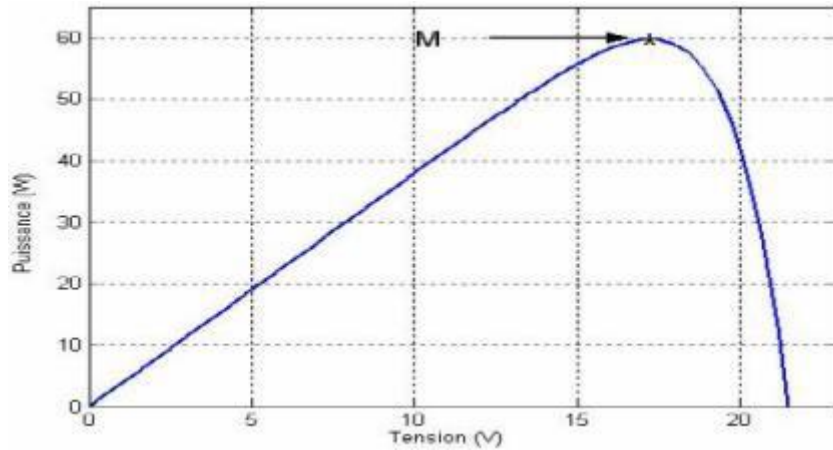


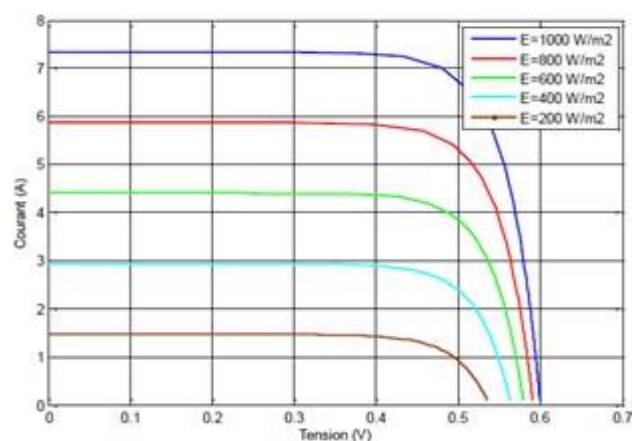
Figure (II.23) : Caractéristiques P (V) d'un panneau solaire, T=25°C.

II.8 Influence de l'éclairement et la température:

II.8.1 Influence de l'éclairement:

L'énergie électrique produite par une cellule dépend de l'éclairement qu'elle reçoit sur sa surface. La figure montre l'influence de l'éclairement sur la caractéristique $I = f(V)$.

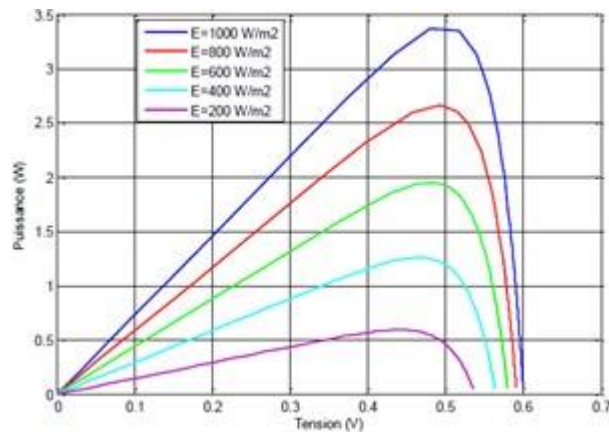
A une température constante, on constate que le courant subit une variation importante, mais par Contre la tension varie légèrement. Car le courant de court-circuit est une fonction linéaire de L'éclairement alors que la tension de circuit ouvert est une fonction logarithmique.



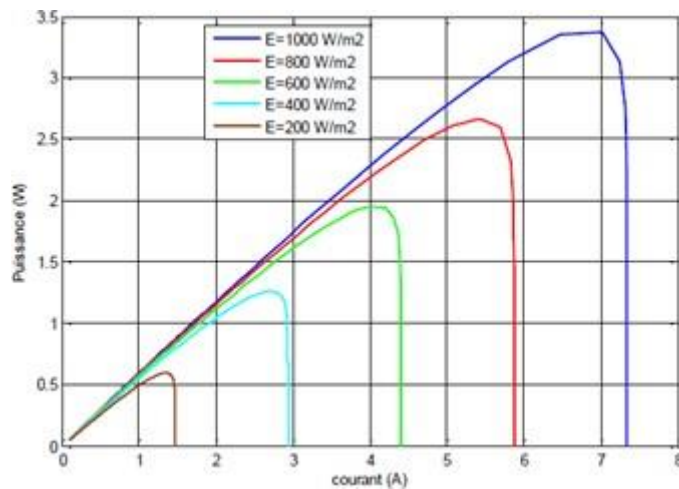
CHAPITRE II : généralité sur les systèmes photovoltaïque

Figure(II.24) : L'influence de l'éclairement sur la caractéristique $I=f(V)$

La figure illustre la variation de la puissance délivrée par le générateur en fonction de la tension pour différentes valeurs d'éclairement, ce qui nous permet de déduire l'influence de l'éclairement sur la caractéristique $P(V)$.



Figure(II.25) : L'influence de l'éclairement sur la caractéristique $P=f(V)$



Figure(II.26) : L'influence de l'éclairement sur la caractéristique $P=f(I)$

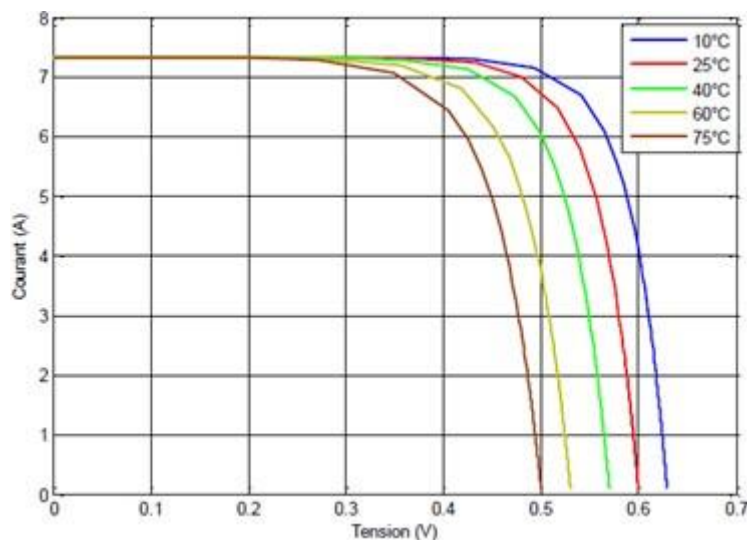
I.8.2 Influence de la température:

L'influence de la température est importante et à des conséquences pour la conception des panneaux et des systèmes photovoltaïques. La température est un paramètre essentiel puisque les cellules sont exposées aux rayonnements solaires, susceptibles de les échauffer. De plus, une partie du rayonnement absorbé n'est pas

CHAPITRE II : généralité sur les systèmes photovoltaïques

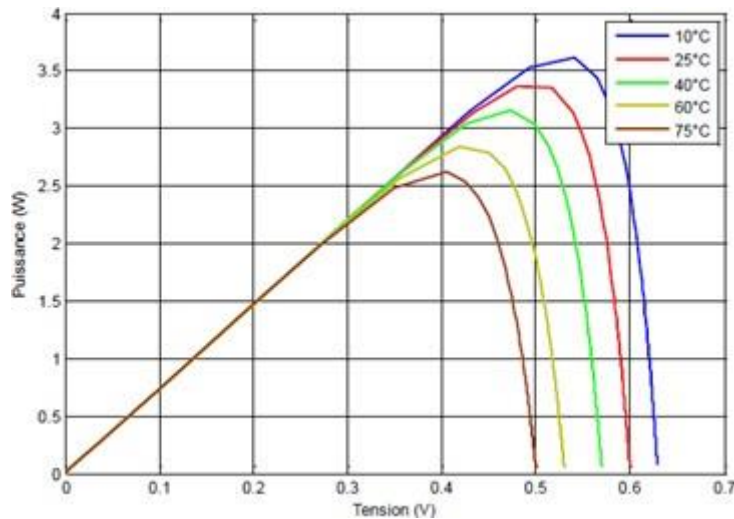
Convertie en énergie électrique il se dissipe sous forme de chaleur ; c'est pourquoi la température, de la cellule (T_c) est toujours plus élevée que la température ambiante (T_a).

La figure montre l'influence de la température sur la caractéristique $I=f(V)$. Le courant dépend de la température puisque le courant augmente légèrement à mesure que la température augmente, mais la température influe négativement sur la tension de circuit ouvert. Quand la température augmente la tension de circuit ouvert diminue. Par conséquent la puissance maximale du générateur subit une diminution.

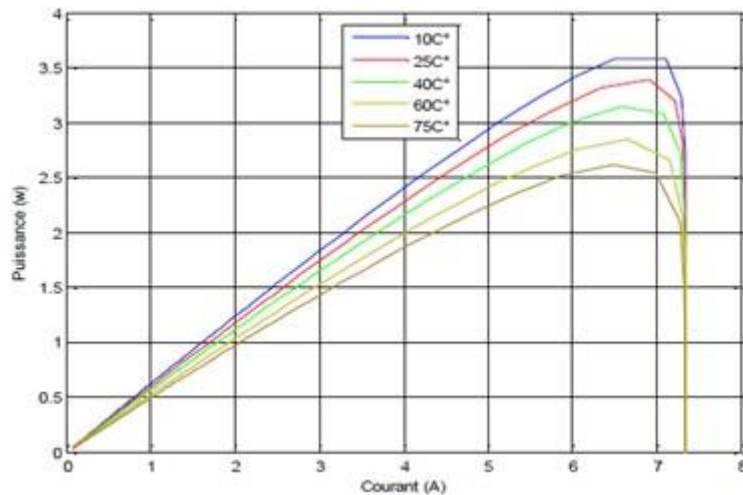


Figure(II.27) : L'influence de la température sur la caractéristique $I=f(V)$

La figure illustre la variation de la puissance délivrée par le générateur en fonction de la tension pour différentes valeurs de la température, ce qui nous permet de déduire l'influence de la température sur la caractéristique $P=f(V)$.



Figure(II.28):L'influence de la température sur la caractéristique $P=f(V)$



Figure(II.29) :L'influence de la température sur la caractéristique $P=f(I)$

II.9 Les inconvénients et les avantages de l'énergie photovoltaïque:

1. Inconvénient:

- Fabrication du module photovoltaïque relève de la haute technologie et requiert des investissements d'un coût élevé.
- Le rendement réel de conversion d'un module est faible, de l'ordre de 10-15 % avec une limite théorique pour une cellule de 28%. Les générateurs

CHAPITRE II : généralité sur les systèmes photovoltaïque

photovoltaïques ne sont compétitifs par rapport aux générateurs diesel que pour des faibles demandes d'énergie en régions isolées.

- L'installation ne comporte pas de pièces mobiles qui la rend particulièrement appropriée aux régions isolées. C'est la raison de son utilisation sur les engins spatiaux.
- Lorsque le stockage de l'énergie électrique sous forme chimique (batterie) est nécessaire, le coût du générateur est accru.
- Le stockage de l'énergie électrique pose encore de nombreux problèmes.

2. Avantage:

- D'abord une haute fiabilité.
- Ensuite le caractère modulaire des panneaux photovoltaïques permet un montage simple et adaptable à des besoins énergétiques divers. Les systèmes peuvent être dimensionnés pour des applications de puissances allant du milliwatt au Mégawatt.
- Le coût de fonctionnement est très faible vu les entretiens réduits et il ne nécessite ni combustible, ni son transport, ni personnel hautement spécialisé.
- La technologie photovoltaïque présente des qualités sur le plan écologique car le produit fini est non polluant, silencieux et n'entraîne aucune perturbation du milieu, si ce n'est par l'occupation de l'espace pour
- Les installations de grandes dimensions.

Conclusion:

L'énergie solaire photovoltaïque est une énergie renouvelable qui provient de la conversion de la lumière du soleil en électricité au sein des matériaux bien

CHAPITRE II : généralité sur les systèmes photovoltaïque

particulière tels que les semi-conducteur (le silicium, le Germanium, L'Arséniure des galium,...).et dans ce chapitre, nous avons étudié les caractéristiques $I(V)$, $P(V)$, le principe d'une cellule photovoltaïque, les différents types d'une cellule, et les modes de groupement des générateurs photovoltaïque.

CHAPITRE III :
INSTALATION
AUTONOME DUNE
MAISON EN PV

III. Introduction:

Les systèmes PV autonomes jouent un rôle très important en apportant une solution réellement économique pour couvrir les besoins de base en électricité. Une installation photovoltaïque autonome est une installation qui produit de l'électricité grâce au soleil, mais qui fonctionne indépendamment du réseau électrique, doit être capable de fournir de l'énergie, y compris lorsqu'il n'y a plus de soleil (la nuit ou en cas de mauvais temps). Il faut donc qu'une partie de la production journalière des modules photovoltaïques soit stockée.

II.1 Système photovoltaïque autonome:

C'est un système dont l'énergie produite est utilisée dans un site isolé et ayant un système de stockage d'énergie. L'énergie produite par les modules est en courant continu et comme on touche à l'habitat où la plus part d'appareils fonctionnent en courant alternatif, il y a nécessité de la convertir. La batterie servant de stockage, se charge le jour. L'alimentation des applications par la batterie se fait par l'intermédiaire d'un régulateur de charge pour éviter qu'elle souffre de surcharge et d'un onduleur (convertisseur du courant continu à celui alternatif).

- Augmentation du coût et l'encombrement de l'installation
- Réduction du rendement énergétique ;
- Augmentation du coût et l'encombrement de l'installation ;
- Réduction du rendement énergétique ;
- Risque de panne complète en cas de problème sur l'onduleur.

III.1.1 Installation photovoltaïque autonome:

Les installations photovoltaïques autonomes ont pour rôle d'alimenter des récepteurs électriques de façon fiable. Compte-tenu du caractère fluctuant du

CHAPITRE III : Installation autonome d'une maison enPV

rayonnement solaire, il est nécessaire de mettre en place une batterie assurant la continuité de l'alimentation électrique (notamment la nuit). Ainsi, une installation photovoltaïque autonome est composée des éléments suivants:

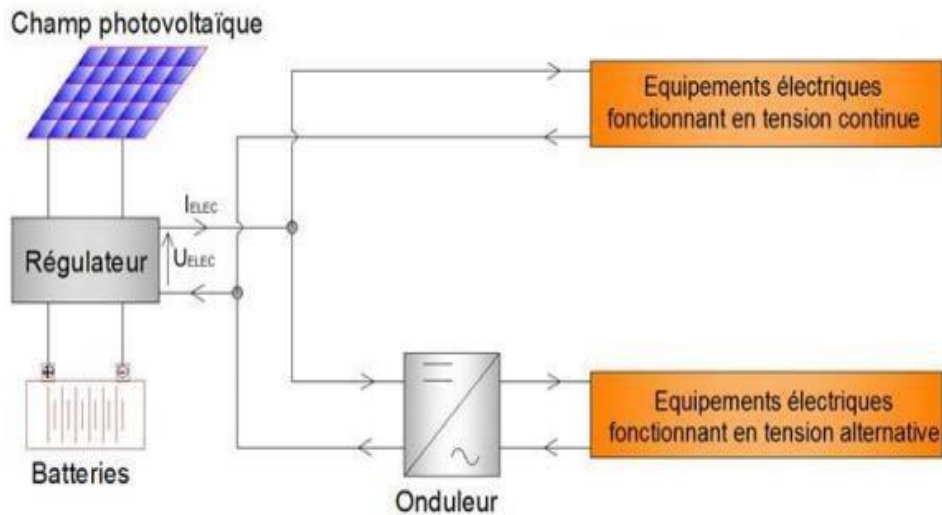


Figure (III.30) : Installation photovoltaïque autonome

III.1.2 Composants du système photovoltaïque autonome:

Une installation photovoltaïque autonome se compose d'un ou plusieurs modules photovoltaïques, d'un régulateur de charge, d'une ou plusieurs batteries, et éventuellement d'un onduleur.



Figure(III.31): Composants d'une installation photovoltaïque autonome

III.1.2.1 Modules et Panneau:

Les modules sont obtenus en assemblant les cellules pour générer une puissance exploitable lors de l'exposition à la lumière puisqu'une cellule élémentaire ne génère qu'une tension allant de 0.5 à 1.5 Volt. Il faut donc plusieurs cellules pour générer une tension utilisable. Montage des cellules. Pour obtenir une tension utilisable, il est indispensable de faire la mise en série des cellules (photopiles).

Lorsque les cellules sont en série, les tensions de toutes les cellules s'ajoutent alors que le courant lui, reste le même que celui d'une seule cellule. Il faut donc des cellules de même courant pour les mettre en série.

On réalise donc des modules de diverse puissance selon la surface mise en œuvre, capable de générer du courant continu en basse tension lorsqu'ils sont exposés à la lumière. En conclusion le montage des cellules en série constitue le module. Le stockage d'énergie dans les systèmes photovoltaïques autonomes est assuré par des batteries. Les batteries les plus utilisées pour des générateurs autonomes sont en générale de type au plomb-acide (Pb). Celles de type au nickel-Cadmium (NiCd) sont parfois Préférées pour les petites applications.

III.1.2.2 Les Batterie au plomb :

Ce composant a une électrode de plomb et celle d'oxyde de plomb, toutes plongées dans un électrolyse composé d'acide sulfurique dilué en reliant les deux électrodes à un récepteur externe consommant du courant . Une électrode se transforme en sulfate de plomb et l'acide se dilue, phénomène qui permet d'évaluer l'état de charge de la batterie en mesurant la densité d'acide. En fournissant un courant opposé au système, l'acide se concentre et les deux électrodes retrouvent leurs états initiaux, la tension nominale est la somme des

équilibres aux deux électrodes soit 2.08 volts. Cependant cette batterie a une durée de vie variant entre 10 à 15 ans si elle est entretenue régulièrement.



Figure(III.32) : Batterie au plomb

Montage :

Le montage en série de plusieurs batteries est fréquent pour augmenter la tension, mais le couplage de des batteries en parallèle augmente la capacité de stockage, ce qui est délicat.

III.1.2.3 Régulateur:

La batterie est l'élément le plus délicat du système et la qualité de son contrôle et son entretien influent grandement sa durée de vie d'où le rôle du régulateur.

Le régulateur est l'élément central d'un système photovoltaïque autonome car contrôlant les flux d'énergie et protège la batterie contre les surcharges et décharges profondes dues à l'utilisation.

Dans les systèmes plus élaborés, il commande la recharge de la batterie d'autres sources d'énergie et accessoirement il affichera les indications concernant l'état de la charge des batteries et les paramètres de fonctionnement du système. Pour les systèmes photovoltaïques, on distingue:

- Les régulateurs Série : Qui incorporent un interrupteur entre le générateur et l'accumulateur pour arrêter la charge.

- Les régulateurs Shunt : dont l'interrupteur court-circuite le générateur solaires fin décharge ; Les régulateurs à recherche de point de puissance maximale qui utilise un circuit électronique spécial permettant de soutirer en permanence du champ des capteurs.



Figure(III.33): Régulateur PV

III.1.2.4 Onduleur:

Les onduleurs sont des appareils servant à convertir la tension continue fournie par les panneaux ou batteries pour l'adapter à des récepteurs fonctionnant avec une tension alternative. Il existe des onduleurs dits à:

- Onde sinusoïdale
- Onde carrée
- Onde pseudo-sinusoïdale



Figure (III.34) : Onduleur PV

- **Critère de choix d'un onduleur:**

Avant de faire le choix d'un onduleur, Il faut s'assurer que l'onduleur peut démarrer le récepteur (seul un essai est vraiment relevant), Son rendement est suffisant au point de fonctionnement de la charge ;

- La charge tolère la distorsion de l'onduleur (forme de l'onde).
- Les variations de la tension de sortie sont acceptées par la charge (récepteur).
- L'onduleur protège contre la surcharge.
- L'onduleur coupe l'utilisateur en cas de basse tension (protection de la batterie).

III.2 Calcul du stockage d'énergie d'une installation autonome:

III.2.1 Dimensionnement des batteries:

Le rôle des batteries est de stocker une quantité d'énergie suffisante pour subvenir à l'absence d'ensoleillement temporaire pendant quelques heures ou quelques jours. La capacité des batteries dépend des besoins énergétiques et de l'autonomie sans apport solaire (jours d'autonomie).

III.2.1.1 Durée d'autonomie:

La durée d'autonomie de stockage à déterminer correspond à la période au cours de laquelle les batteries doivent alimenter seules l'installation. Elle varie en fonction des conditions météorologiques du site.

Généralement, la valeur retenue en pays tempérés est comprise entre 5 à 8 jours et 15 jours pour les installations plus sensibles. [23]

III.2.1.2 Capacité des batteries:

Le calcul de la capacité nominale des batteries tiens compte des besoins énergétiques et des jours d'autonomie d'une part et de la profondeur de décharge, d'autre part).[23]

III.2.2 Dimensionnement du régulateur:

Le dimensionnement du régulateur est défini une fois que le type de régulateur est retenu.

Le régulateur sera dimensionné d'après les paramètres suivants : tension, courant d'entrée et Courant de sortie.

III.2.3 Dimensionnement de l'onduleur :

Lorsque l'application contient d'appareils fonctionnant en alternatif (AC), il faut convertir l'électricité continue que produisent les capteurs photovoltaïques en électricité alternative utilisable par ses appareils. [31]

Le dimensionnement d'un onduleur se base sur la somme des puissances maximales de Chaque équipement à connecter au courant alternatif.

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons donné un aperçu général sur l'installation autonome. Nous avons vu aussi les types des systèmes photovoltaïques autonomes connectés au réseau de distribution électrique. Ainsi les composants d'une installation autonome.

CONCLUSION GÉNÉRAL

Conclusion :

Les travaux présentés dans ce projet sont basées sur l'optimisation de la production d'énergie électrique photovoltaïque ainsi que son mode de fabrication et son avantage d'utilisation dans le future comme un remplaceant pour les autres modes de production.

A la fin de ce travail en peut résumer notre travail par les points suivants :

-Il existe plusieurs ressources en énergies renouvelables : l'énergie hydraulique, l'énergie éolienne, l'énergie solaire thermique et photovoltaïque, l'énergie produite par les vagues et la houle, la géothermie et la biomasse. Ces ressources sont pratiquement inépuisables et propres et s'opposent à cet effet aux énergies fossiles.

- Aujourd'hui, l'énergie photovoltaïque devient progressivement une source d'énergie à part entière, de plus en plus sollicitée pour produire de l'énergie électrique allant du domestique à de grandes centrales connectées au réseau.

- plusieurs étapes sont nécessaires pour la fabrication d'une cellule PV et leurs influences sur le prix de ces modules puisque le dopage et la purification possèdent des laboratoires à haute technologie et ça exigent les fabricants à faire augmenter le prix. Les panneaux solaires sont de plusieurs types mono et polycristalline et amorphe à une jonction ou à hétérojonction, généralement la cellule est une diode a jonction PN a des caractéristique (rendement, facteur de forme, le courant, la tension, etc....) sont généralement constantes pour chaque cellule.

On a vue aussi les caractéristiques I-V et le mode de connexion des cellules PV (série, parallèle).

- Nous avons montré que la température et l'éclairement sont des facteurs influant sur le rendement PV.

Enfin, Nous présentons l'installation photovoltaïque autonome, ensuite ces composants en expliquant le dimensionnement de chaque élément : onduleur, batteries et régulateur.

**RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES**

Références bibliographiques :

[2] Tetsuya Taima, Susumu Toyoshima, Kohjiro Hara, Kiyoshi Yase « Control of measurement environment for high-efficiency organic photovoltaic cells » Japanese Journal of applied physics vol. 45 n° 8-2006.

[4] F.Lasnier, T.G.Ang, "Photovoltaic Engineering Handbook" IOP Publishing Ltd. 1980.
ISBN 0- 85274-311-4

[5] Dr. Benseghier Kada, Boutiba Attaouia, Amara Amira Mokhtaria, « L'alimentation d'une charge à courant continu Par une source d'énergie éolienne » Algérie: unv saida-Dr Moulay Tahar, 2017

[6] Zerguine Bilal « Modélisation d'un système de production électrique par la cellule photovoltaïque » Thèse de Magister, Université Badji Mokhtar Annaba 2010

[7] « 20th World Energy Congress – Rome, November 11th – 15th, 2007 ». Projet Maghreb Europe : Production d'Hydrogène Solaire Phase I : Etude d'Opportunité et de Faisabilité du Projet. Bouziane MAHMAH, Maïouf BELHAMEL, Samira CHADER, Abdelhamid M'raoui, Farid Harouadi, Claude Etievant, Stève Lechevalier, Abdel-Nasser Cherigui.

[8] « réalisation et caractérisation de cellules photovoltaïques organiques obtenues par dépôt physique ». Benoit BROUSSE. Thèse doctorat 2004 UNIVERSITE DELIMOGES.

[9] « développement de cellules photovoltaïques à hétérojonctions silicium contact et en face arrière ». Thèse doctorat Thibaut Desruse 2009 l'institut national des sciences appliquées de Lyon.

[16] HAMMOUDI LOQMAN, « Réalésions pratique d'un système photovoltaïque relie par un hacheur », Mémoire Master, Université Constantine I 2013/2014.

[18] Ayyoub ABID et Yassine BECHLAGHEM, « Etude et dimensionnement d'un convertisseur SEPIC pour une application photovoltaïque » ». Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de Master, Université Abou Bekr Belkaïd de Tlemcen, Faculté de Technologie, 2017.

[23] M. Adouane, « Etude et conception d'une stratégie de commande d'un Onduleur connecté au réseau électrique », mémoire de magister, Polytechnique, Alger, Ecole Nationale Algérie 2008

[31] Systèmes solaires, l'observateur des énergies renouvelables, Ed.Observ'ER, revue d'actualité des énergies renouvelables consultable sur le site : www.energiesrenouvelables.org.

Les liens :

[1] <http://www.futura-sciences.com/>

[10] <http://fr.wikipedia.org/>

[20] <http://jeunes.edf.com/>

[21] http://www.volta19+ia.com/fr/biomasse/presentation_88.html

