



UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA

FACULTÉ DES HYDROCARBURES, DES ÉNERGIES
RENOUVELABLES ET DESSCIENCES DE LA TERRE ET DE
L'UNIVERS

Département des énergies renouvelables



Mémoire de Master énergies renouvelables

Domaine : Sciences et technique

Filière : Génie mécanique

Spécialité : Energies renouvelables en mécanique

THEME

Etude comparative entre un système PV avec stockage et un
Système PV connecté au réseau électrique pour alimenter une maison

Présenté par :

- BEN YAHIA SALMANE
- HAMEL SOUHEIB

Encadreur :

- MAAMMEUR.H

Année Universitaire : 2020/2021

Remerciement

En préambule de ce mémoire, nous remercions ALLAH. Qui nous a aidés et nous a donné patience et courage durant ces longues années d'études. Deuxièmement, nous remercions notre professeur. Monsieur MAAMEUR Hocine, d'avoir accepté de bien diriger ces travaux et d'avoir mis à notre disposition tous les moyens qui nous ont permis de mener à bien cette étude et ses précieux conseils et ses encouragements et son assistance tout au long de la durée de la tâche.

Nous remercions également le jury, les professeurs Ammar Rouag et Dernouni Mohamed.

Enfin, à tous les étudiants de notre promotion et nous leur souhaitons de tout cœur ; bon courage à tous les collègues pour leurs fin d'études, et à tous les enseignants de l'université KASDI MERBAH D'OUARGLA.

Sommer :

I.1.Introduction :	3
I.2. Caractéristiques du soleil :	3
I.2.1.Le soleil :	3
I.2.2.Origine de l'énergie solaire :	4
I.2.3.le rayonnement solaire :	5
I..2.4.Répartition spectrale du rayonnement solaire :	6
I.3.La constante solaire :	7
I.3.1Influence des constituants atmosphériques sur lerayonnement solaire :	7
I.3.2.Influence de l'atmosphère sur le rayonnement solaire :	8
I.3.3Effet de l'atmosphère sur le spectre solaire :	9
I.4.Composante du rayonnement solaire :	10
.....	10
I.4.1.Rayonnement solaire au sol :	10
I.4.1.1.Rayonnement direct :	10
I.4.1.2.Rayonnement diffus :	11
I.4.1.3.Rayonnement global :	11
I.5.Système terre-soleil :	11
I.5.1.Le Mouvement Terre-Soleil :	11
I.6.Paramètres de position du soleil (hauteur du soleil, Azimut) :	12
I.6.1.Repérage d'un site à la surface de la terre (coordonnées géographiques) :	12
I.6.2.La trajectoire apparente du soleil :	13
I.6.2.1.Coordonnées équatoriales :	13
I.6.2.2.Les coordonnées horizontales :	14
I.7.Potentiel solaire en Algérie :	15
I.8.Présentation du site :	16
I.7.1.Les donnée géographique :	17
I.7.2.le rayonnement mensuel moyen et et l'inclinaison optimale de site :	17
I.7.3.la température mensuelle moyenne de site :	18
II.1.Introduction :	19
II.2.Dates importantes dans l'histoire du photovoltaïque :	19
II.3.Système photovoltaïque :	20
II.3.1.Cellule photovoltaïque :	20
II.4.Principe de fonctionnement :	21
II.5.Les différents types de cellules solaires :	22

II.6. Modèles électriques d'une cellule photovoltaïque :	23
II.7. Caractéristiques électriques d'une cellule photovoltaïque :	24
II.7.1. Courant de Court-circuit (I_{cc}) :	25
II.7.2. Tension en circuit ouvert (V_{co}) :	25
II.7.3. Influence d'éclairement et de la température :	27
II.7.3.1. Influence d'éclairement :	27
II.7.3.2. Influence de la température :	27
II.8. Association des cellules :	28
II.8.1. Association série :	28
II.8.2. Association en parallèle :	29
II.8.3. Association en série- parallèle :	29
II.9. Association de modules photovoltaïques :	29
II.9.1. Raccordement des modules solaires en série :	30
II.9.2. Raccordement des modules solaires en parallèle :	30
II.9.2. Raccordement des modules solaires en série/parallèle :	31
III.1. Introduction :	32
III.2. Identification du site géographique et Angle d'inclinaison :	32
III.2.1. Les données géographique :	32
III.2.2. Données générales concernant le cas d'étude :	33
III.2.2.1. le rayonnement mensuel moyen et l'inclinaison optimale de site:	33
III.2.2.2. la température mensuelle moyenne de site :	34
III.2.2.3. Présentation de la maison :	35
III.3. Dimensionnement de la maison :	35
III.3.1. Calcul de l'énergie électrique journalière en Wattheure (Wh) :	35
III.3.2. Calcul de la puissance crête du système PV :	35
III.3.3. Calcul de stockage et choix de batterie :	36
III.3.4. Le choix de l'onduleur :	37
III.3.5. Montage de modules PV: série, parallèle ou série-parallèle :	38
III.3.5.1. Nombre de série en parallèle :	38
III.3.5.2. nombre de modules PV de chaque série :	38
III.3.6. Choix des câbles :	38
III.3.6.1. Enter onduleur et système pv :	38
III.3.6.2. Batterie et onduleur :	39
III.3.7. Analyse économique :	39
IV.1. Introduction Logiciel Homer :	40
IV.2. LES Résultats DE HOMER :	40

IV.2.1.Résultats énergétique système pv avec stokage :	40
IV.2.1.2.Résultat économique :	41
IV.2.1.3.Résultats environnemental :	42
IV.2.2.Résultats énergétique système pv connectée ou réseau :	42
IV.2.2.1.Résultats énergétique :	42
IV.2.2.2.Résultats économique :	43
IV.2.2.3.Résultats environnemental :	43
IV.2.3.Comparative entre le système PV connecté au réseau électrique et système PV avec estockage et un générateur diesel :	44
IV.2.3.1.Comparative énergétique :	44
IV.2.3.2. Comparative économique :	45
IV.2.3.3. Comparative environnementale :	45

Liste de figures :

Année Universitaire : 2020/2021	1
Figure I-1 :Structure du Soleil	4
Figure I-2 : Rayonnement Électromagnétiques REM	5
Figure I-3 : Le spectre solaire [16].	6
Figure I-4 : les différentes masses d'air optiques.	9
Figure I-5 : Effet de l'atmosphère sur le spectre solaire.....	10
Figure I-6 : Distribution du rayonnement solaire par l'atmosphère.	10
Figure I-7 : Composantes du rayonnement solaire: extraterrestre.....	11
Figure I-8 : Le mouvement terre-soleil	11
Figure I-9 : Les variations saisonnières	12
Figure I-10 : Coordonnées terrestres.....	13
Figure I-11 : Système de coordonnées horaires.	14
Figure I-12 : Coordonnées selon le repère horizontal.	15
Figure I-13 : Irradiation solaire globale reçue sur plan incliné.	16
Figure I-14 : Site de la ville de ouargla	17
Figure I-15 : rayonnement mensuel moyen et et l'inclinaison optimale de site[14]:.....	17
Tableau I.3: rayonnement mensuel moyen et et l'inclinaison optimale de site[14].....	18
Figure I-16 : la température mensuelle moyenne de site[14].	18
Figure II.1: Schéma simplifié d'un système PV.....	20
Figure II.2 :Principe de fonctionnement d'une cellule photovoltaïque.....	22
Figure II.3: Circuit équivalent d'une cellule photovoltaïque	23
Figure II.4: Circuit équivalent d'une cellule photovoltaïque.	24
Figure II.5: Caractéristiques courant-tension - puissance-tension d'une cellule photovoltaïque	25
Figure II.7: Evolution de la caractéristique (I-V) (P-V) en fonction de la température [14] ...	28
Figure II.8: associations en série des cellules PV	28
Figure II.9: Associations en parallèle des cellules PV [22].....	29
Figure II.10: Raccordement en série.....	30
Figure II.11: Raccordement en parallèle.....	31
Figure II.12: Raccordement en série/parallèle	31
Figure III.1 : Site de la ville de ouargla	32

Figure III.2 : le rayonnement mensuel moyen	33
Figure IV.3 : température moyenne mensuelle	34
Figure IV.1 : Schéma du système PV avec un générateur et batterie	40
Figure IV.2 : Production électrique du système PV avec un générateur et batterie.	41
Figure IV.3 : générale cash système PV avec un générateur et batterie	41
Figure IV.4 : Schéma du système PV connectée ou réseau	42
Figure IV.3 : Production électrique du système PV connectée ou réseau.....	43

Liste des tableaux :

Tableau I.1: Tableau Potentiel solaire en Algérie	16
Tableau I.2: Les coordonnées géographiques de Ouargla.....	17
Tableau III.1: Les coordonnées géographiques de Ouargla.....	32
Tableau III.2: le rayonnement mensuel moyen et l'inclinaison optimale de Ouargla.....	33
Tableau III.3 : la température mensuelle moyenne de Ouargla.	34
Tableau III.4 : affiche les caractéristiques techniques du type de modules PV choisi.	36
Tableau III.5 : Analyse économique.....	39
Tableau IV.1 : Résultats énergétiques du système PV avec un générateur et batterie	40
Tableau IV.2 : Résultats économiques du système PV avec un générateur et batterie...	41
Le tableau IV.3 : affiche les résultats environnementaux du système PV avec un générateur diesel.	42
Tableau IV.4 : Résultats énergétiques du système PV connecté au réseau.	42
Tableau IV.5: Résultats économiques du système PV connecté au réseau électrique.....	43
Tableau IV.6: Résultats environnementaux du système PV connecté au réseau électrique.	43
Tableau IV.7: Comparative énergétique.....	44
Tableau IV.8 : Comparaison économique.....	45
Tableau IV.9 : Comparative environnementale.....	45

Des Symboles et des abréviations	Désignation	Unité
E	L'énergie, exprimée	J
C	La vitesse de la lumière en	m/s
H	Constante de Planck	J/s
F	La fréquence	/
N	Longueur d'onde	/
θ	La latitude	[°]
φ	La longitude	[°]
δ	La déclinaison	[°]
ω	L'angle horaire	[°]
\dagger	L'azimut	[°]
γ	L'angle de la hauteur solaire (h s)	[°]
λ	Le pic d'émission	[°]
Z	La distance zénithale	[°]
GMT	Greenwich Mean Time	/
TU	Le temps universel	S
TSM	Le temps solaire moyen	S
TSV	Le temps solaire vrai	S
Et	Equation du temps	/
Mh	La masse atmosphérique	/
E	Directement réfléchi vers l'espace la terre	/
D	La terre	/
R	Réflexions	/
RA	les radiations absorbées	/

I gl	Rayonnement globale	/
Idi	Rayonnement direct	/
I dif	Rayonnement diffus	/
Hh	Irradiation sur un plan horizontal	Wh/m ² /jour
Hopt	Irradiation sur un plan avec l'inclinaison optimale	Wh/m ² /jour
HD	Irradiation sur un plan incliné:90deg	Wh/m ² /jour
GPV	Générateur photovoltaïque	/
ICC	Le courant de court circuit correspondant au courant	/
VCO	La tension du circuit correspondant à la tension maximale (V)	V
V m	Tension maximale	V
Im	Un courant maximal (A)	A
δ	Rendement	
FF	Facteur de forme	
V coNs	La somme de la tension en circuit ouvert de Ns cellules en série	V
I ccNs	Courant de court-circuit de Ns cellules en série	A
<i>Iccnp</i>	La somme des courant de court-circuit de cellules parallèle.	A
<i>Vccnp</i>	La tension du circuit ouvert de cellules en parallèle.	V
Ns	Cellule en sérié	/

N p	Cellule en parallèle	/
I pv	Courant – circuit du module photovoltaïque	A
V pv	Tensions du module photovoltaïque	V
DC	Courant continu	
AC	Courant alternatif	
MPP T	Point de puissance maximale	
Pc	Puissance crête du générateur PV	KW
PV	Photovoltaïque	/
Ec	Energie électrique	KWh
Pi	Cte	KW
Ir	l'irradiation moyenne journalière	KWh/m ² /j
K	Rendement la conversion 0.85	/
Nm	Nombre de modules	/
Pm	Puissance de module PV	KWh
Vm	La tension maximale du module	V

Introduction générale:

De nos jours, la plus grande partie de production mondiale est assurée par les sources fossiles. Mais aux jours le jour nous voyons plus de pays en voie de développement surpasser leur besoin en énergie ; ce qui demandera une production abondante de l'énergie dans les années avenir.[1] [2]

Parlant de ces sources fossiles, le rendement est peut-être bon du point de vue industriel mais pour l'environnement, elle laisse de nombreuses conséquences. La consommation de ces sources donne lieu à des émissions de gaz à effet de serre et donc une augmentation de la pollution. En plus la consommation excessive de stocks de ressources naturelles réduit les réserves de ce type d'énergie de façon dangereuse pour les générations futures.[2] [3][4]

Pour concurrencer les sources d'énergies de masse telle que l'énergie fossile et nucléaire, Les énergies renouvelables telles que l'énergie éolienne, l'énergie solaire, l'énergie biomasse et l'énergie hydroélectrique, sont des solutions prometteuses. A la différence des énergies fossiles, On entend par énergies renouvelables des énergies à ressource inépuisable tels que des énergies issues du soleil, du vent, de la chaleur de la terre, de l'eau ou encore de la biomasse[1] [3][4].

L'objectif principal de ce travail est d'étudier une comparaison entre le système d'énergie photovoltaïque avec stockage et le système d'énergie photovoltaïque raccordé au réseau électrique pour faire fonctionner la maison.

notre projet de fin d'études est divisé en quatre chapitres dont le contenu est résumé dans les lignes suivantes.

Le premier chapitre comporte une étude bibliographique sur le gisement solaire et spécifications de la région étudiée (ouargla) .

Dans le deuxième chapitre nous avons discuté les concepts de base de l'énergie photovoltaïque et ses principe .

Le troisième chapitre, comporte une présentation de la maison étudiée dans notre travail et une recherche dans l'appropriée dimensionnement d'un système photovoltaïque avec stockage.

Dans le quatrième chapitre, commence par une utilisation du logiciel HOMER. Nous avons conclu ce chapitre avec une présentation et analyse des résultats obtenus, suivie d'une comparaison entre les deux systèmes système PV avec stockage et un système PV connecté au réseau électrique (énergétique, économique et environnementale).

Finalement une conclusion générale donnera un résumé des travaux réalisés.

Chapitre I :

Gisement Solaire

I.1.Introduction :

Le gisement solaire est un ensemble de données décrivant l'évolution du rayonnement Solaire disponible au cours d'une période donnée. Il est utilisé pour simuler le fonctionnement d'un système énergétique solaire et faire un dimensionnement le plus exact possible compte tenu de la demande à satisfaire. Il est utilisé dans des domaines aussi variés que l'agriculture, la météorologie, les applications énergétiques et la sécurité publique. Dans les systèmes d'exploitation de l'énergie solaire, le besoin de données d'insolation est d'une importance capitale aussi bien dans la conception et le développement de ces systèmes que dans l'évaluation de leurs performances. L'existence d'une solide et fiable base de données est une nécessité pour au moins la survie économique des installations de collection et de conversion de l'énergie solaire [5].

I.2. Caractéristiques du soleil :

I.2.1.Le soleil :

Le soleil est une étoile autour de laquelle gravite la terre. Son énergie provient des réactions thermonucléaires de fusion de l'hydrogène en hélium. Sa température superficielle moyenne est estimée à 5800K. La surface lumineuse habituellement visible, ou photosphère, est d'environ 100 km d'épaisseur. La chromosphère est la couche inférieure de l'atmosphère solaire, entre la photosphère et la couronne. Les taches solaires sont des taches sombres sur la surface de la photosphère qui correspondent à des zones plus froides, elles ont une très grande diversité de forme et d'étendue. Les observateurs comme Galilée, ont vu que les taches se déplaçaient au fil du temps, toujours dans le même sens, ainsi montrant la rotation du soleil. Le globe solaire limité par la photosphère à un rayon égal à 696000km, soit environ 109 fois le rayon équatorial de la terre. Sa densité moyenne n'est que de 1,41 de sorte que sa masse est seulement 333.000 fois celle de la terre, pour un volume 1300000 fois plus important. La distance moyenne de la terre au soleil est voisine de 150 millions de km. Le rayonnement solaire met environ 8 minutes pour nous parvenir [6].

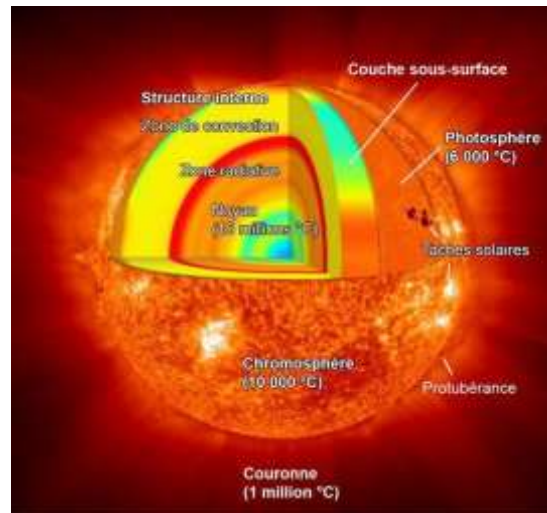
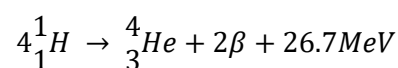


Figure I-1 : Structure du Soleil

I.2.2. Origine de l'énergie solaire :

Le soleil tire son énergie des réactions thermonucléaires se produisant en permanence dans son noyau, dont la température atteint 15 millions de degrés. Compte tenu des températures et des pressions énormes qui y règnent, toute la matière se trouve à l'état gazeux ou sous forme de plasma. La couche externe du soleil, le photosphère, celle qui est visible de la terre, a une température considérablement plus faible qui décroît vers l'extérieur, jusqu'à environ 5 800°K.

Les réactions thermonucléaires qui se produisent dans le noyau du soleil transforment chaque seconde, 564 millions de tonnes d'hydrogène en 560 millions de tonnes d'hélium selon l'équation suivante.



L'hydrogène qui représente 71 % de la masse dans la photosphère n'est plus présent qu'à 34 % dans la partie centrale du soleil, du fait de cette transformation permanente engagée Il y a 4,5 milliards d'années. Et les 4 millions de tonnes manquantes volatilisées désintégrées dans de gigantesques explosions nucléaires, Le processus mis en jeu est bien compris depuis la célèbre relation d'Albert Einstein ($E = mc^2$) qui montre que toute disparition de masse (m) entraîne une production d'énergie égale au produit de cette masse par le carré de la vitesse de la lumière. La perte de masse du soleil par unité de temps vaut $4,28 \cdot 10^9$ kg /s ; et l'énergie émise par seconde par le

Le soleil est donc d'environ $3,85 \cdot 10^{20}$ MW. Sur le plan énergétique un réacteur de centrale nucléaire produit typiquement 1000 MW. Le Soleil fournit donc une puissance équivalente à celle de $4 \cdot 10^{17}$ réacteurs nucléaires, un chiffre véritablement astronomique. Cependant, seule une petite partie de cette puissance est reçue par la terre du fait du faible angle solide sous lequel est vue notre planète à partir du soleil, environ deux milliards de fois moins, ce qui donne un chiffre qui reste fort respectable (environ $1,9 \cdot 10^{11}$ MW). Le système terre atmosphère réfléchit environ 30 % de l'énergie solaire interceptée et absorbe les 70 % restants qui sont presque intégralement transformés en chaleur [7, 8, 9].

I.2.3. le rayonnement solaire :

Le soleil émet d'énormes quantités d'énergie dans l'espace dont la puissance est estimée à $64 \cdot 10^3$ KW/m². Cette énergie est émise dans l'espace sous forme de rayonnement notamment d'ondes électromagnétiques (lumière).

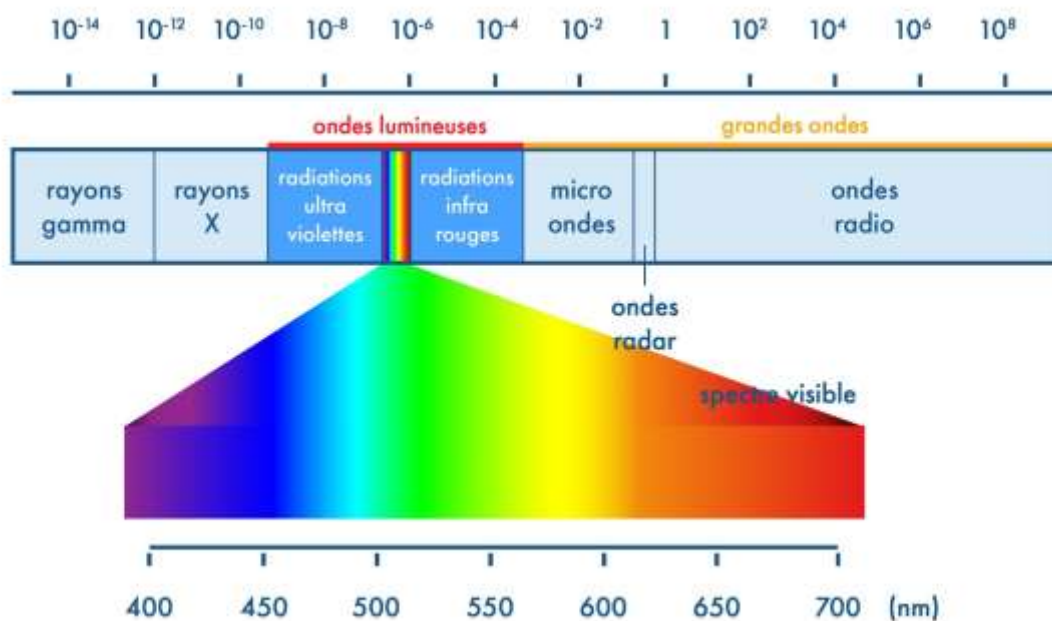


Figure I-2 : Rayonnement Électromagnétiques REM

Ces rayonnements s'échappent dans toutes les directions et voyagent à travers l'espace, sous forme de faisceaux parallèles, à la vitesse constante de 300000 km à la seconde, dénommée vitesse de la lumière.

L'ensemble de ces radiations ou rayonnements parcourt une distance d'environ 150 millions de kilomètres, pour arriver à l'extérieur de l'atmosphère de la Terre avec une puissance de l'ordre de 1367 W/m^2 , qu'on appelle la constante solaire.

- On appelle ensoleillement ou rayonnement la puissance du rayonnement solaire reçue par une unité de surface : Ensoleillement moyen annuel. Il s'exprime en Watt par mètre carré [W/m^2].
- On appelle **irradiation** l'énergie reçue pendant un intervalle de temps. Si cet intervalle de temps est le jour, elle s'exprime en Wattheure par mètre carré par jour [$\text{Wh/m}^2/\text{j}$] [9].

I..2.4.Répartition spectrale du rayonnement solaire :

Les photons ne sont pas émis en même quantité par le soleil quelle que soit la longueur d'onde. Si l'on mesure l'énergie associée à chaque gamme de longueurs d'onde dans le rayonnement solaire, on observe que celle-ci est très faible pour des longueurs d'onde inférieures à $0,2 \mu\text{m}$ et pour des longueurs d'onde supérieures à $4 \mu\text{m}$, mais aussi qu'elle passe par un maximum autour de $0,5 \mu\text{m}$ correspondant au jaune (qui est bien la couleur dominante de l'astre solaire) (figure I.1).

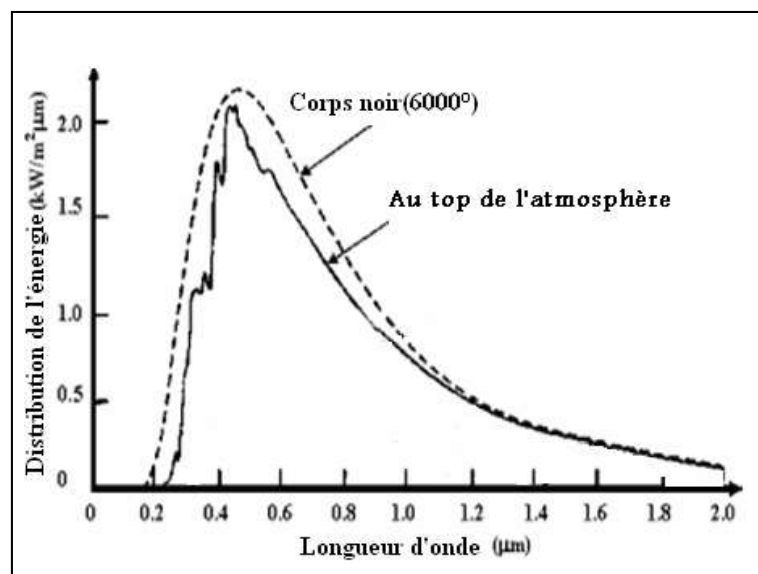


Figure I-3 : Le spectre solaire [16].

Il est intéressant de remarquer que, sur le plan d'émission du rayonnement, le soleil se comporte de façon similaire à un corps noir à une température de presque 6000°K . La terre

et son atmosphère jouent un rôle de transformateurs de l'énergie solaire, qu'elles reçoivent principalement sous forme de rayonnement de courtes longueurs d'ondes et qu'elles réémettent vers l'espace essentiellement sous forme de rayonnement infrarouge [6, 7].

I.3.La constante solaire :

La terre reçoit pratiquement toute son énergie du soleil, sous la forme d'un rayonnement électromagnétique. Son contenu total de chaleur ne change significativement pas avec le temps, indiquant en général un équilibre entre le rayonnement solaire absorbé et le flux de rayonnement diffus émis par la planète. À l'extérieur de l'atmosphère terrestre il n'y a pas de composante diffuse du rayonnement solaire mais seulement la composante directe. Pour une distance moyenne entre la terre et le soleil. L'irradiation émise par le soleil à la terre aboutit à une intensité presque fixe dite constante solaire qui est de 1360w/m^2 (Monteith 1962) [6].

La constante solaire est l'énergie solaire reçue par unité de temps et par unité de surface d'une superficie perpendiculaire à la direction de propagation du rayonnement solaire. Les mesures faites avec une variété d'instruments ont donné la valeur 1353w/m^2 estimée avec une erreur de $\pm 1.5\%$. La commission des instruments et des méthodes d'observation (CIMO) de l'Organisation météorologique mondiale (OMM) a adopté en octobre 1981 la valeur 1367w/m^2 avec une incertitude de 1%. À présent la meilleure valeur disponible de la constante solaire est 1360w/m^2 (Frochlich et 1981 Werhli) [6].

I.3.1Influence des constituants atmosphériques sur lerayonnement solaire :

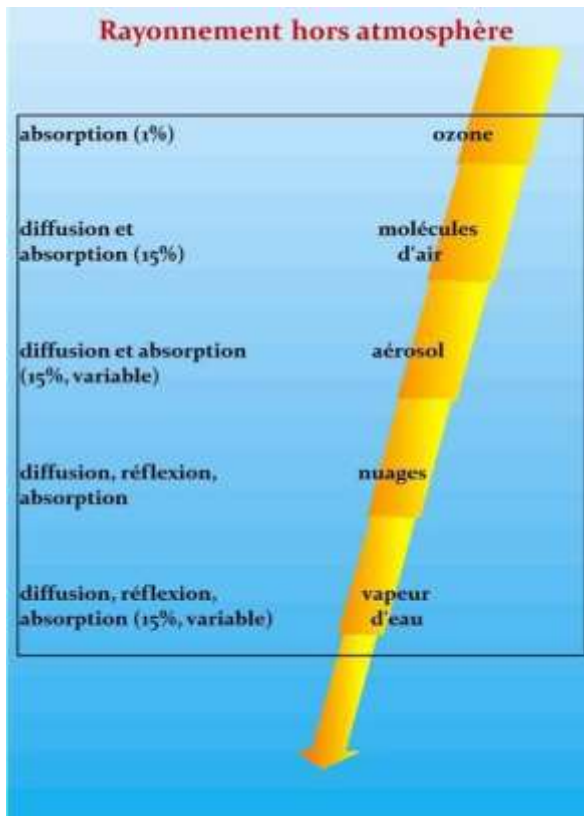
Au moins 35 % du rayonnement solaire intercepté par la Terre et son atmosphère sont réfléchis vers l'espace.

Une partie du rayonnement qui atteint la Terre a été diffusée dans toutes les directions au cours de la traversée de l'atmosphère, en rencontrant des molécules d'air, des aérosols et des particules de poussière (c'est ce rayonnement diffus, appartenant notamment à la frange bleue du spectre visible qui est responsable de la couleur bleue du ciel clair).

D'autre part, la vapeur d'eau, le gaz carbonique et l'ozone de l'atmosphère absorbent 10 à 15 % du rayonnement solaire. Le reste du rayonnement atteint directement la surface de la terre.

- L'absorption : se fait principalement en présence de gaz comme la vapeur d'eau (H₂O), l'Ozone (O₃), l'Oxygène (O₂) et le dioxyde de carbone (CO₂).

- La diffusion : se produit avec les molécules d'air, celles de la vapeur d'eau et les particules en suspension.
- La réflexion : se fait par l'atmosphère et par la surface terrestre.



I.3.2. Influence de l'atmosphère sur le rayonnement solaire :

La masse d'air optique :

Outre la composition de l'atmosphère, le facteur le plus important pour évaluer la quantité du rayonnement solaire qui atteint la surface de la Terre est l'épaisseur d'atmosphère que le rayonnement doit traverser.

Au milieu du jour, le Soleil est au-dessus de nos têtes, et ses rayons ont à traverser une épaisseur d'air moindre avant d'arriver sur Terre. Mais au début et à la fin de la journée, le Soleil est bas sur l'horizon ; la traversée de l'atmosphère se fait alors plus longue. Plus grand est ce trajet, plus grandes sont les atténuations du rayonnement solaire avant d'atteindre le sol. L'épaisseur d'atmosphère traversée influence donc le spectre lumineux reçu. Les normes internationales définissent différents types de spectre, selon l'équation suivante :

Équation de la masse d'air :

$$AM = \frac{1}{\cos \theta_z}$$

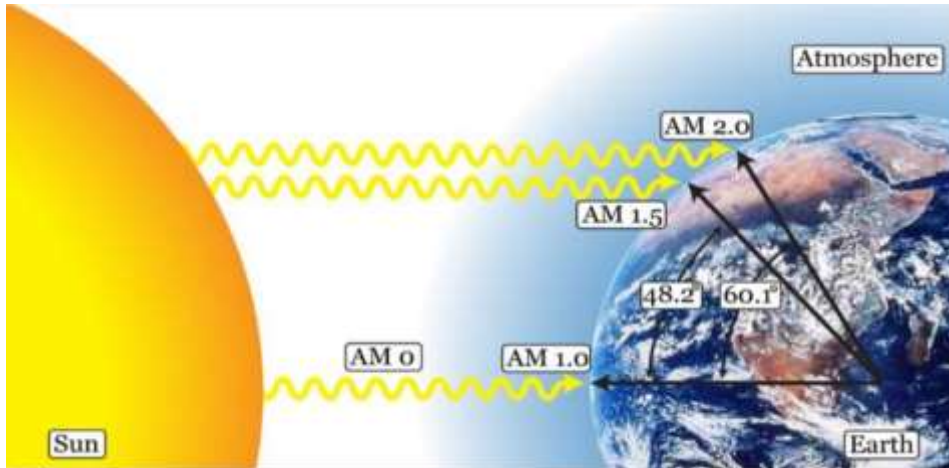


Figure I-4 : les différentes masses d'air optiques.

I.3.3 Effet de l'atmosphère sur le spectre solaire :

Lors de la traversée de l'atmosphère, le rayonnement solaire est réduit, ce qui explique la déformation du spectre solaire représenté par la couleur **orange** au spectre représenté par la couleur **rose**, dont certaines longueurs d'ondes sont absorbées, réfléchies, ou diffusées partiellement ou totalement par l'atmosphère.

- Spectre de couleur orange représente le spectre solaire extraterrestre.
- Spectre de couleur rose représente le spectre solaire au-dessous de l'atmosphère[9].

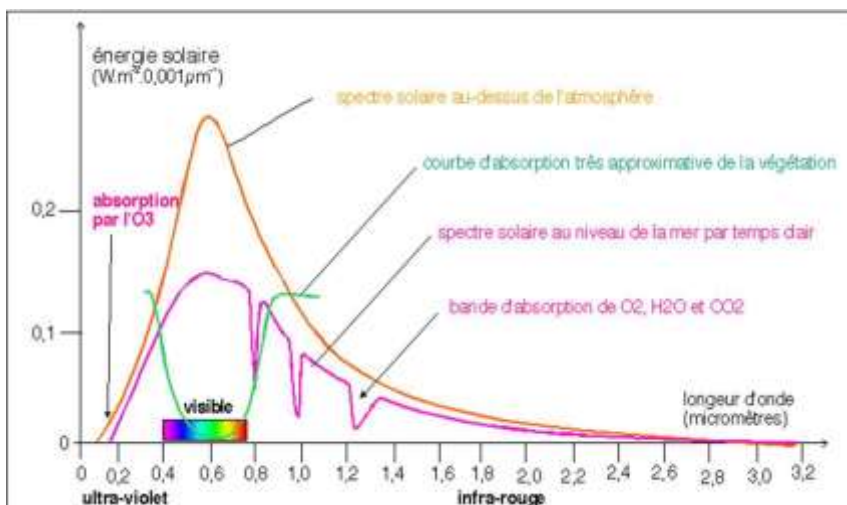


Figure I-5 : Effet de l'atmosphère sur le spectre solaire

I.4.Composante du rayonnement solaire :

Les radiations solaires arrivant au sommet de l'atmosphère sous forme d'ondes électromagnétiques se répartissent premièrement en deux parties : L'une (E) est directement réfléchie vers l'espace avant de s'enfoncer dans l'atmosphère. L'autre partie (R), en pénétrant dans l'atmosphère subit des réflexions et des diffractions pour être à son tour, soit renvoyée vers l'espace (Ra) soit dirigée vers la terre (D).

Dans l'atmosphère la vapeur d'eau et de multiples gaz absorbent de façon très irrégulière certaines radiations caractérisées par leurs longueurs d'ondes, les radiations (RA) absorbées par les composantes de l'atmosphère sont ensuite émises. Une fois ces Radiations arrivées au sol, une fraction est réfléchie directement vers le ciel, l'autre est gagnée par la terre, pour être à son tour émise par le sol sous forme de chaleur latente et chaleur. La figure 1.6 ci-dessous présente la distribution du rayonnement solaire par l'atmosphère [10].

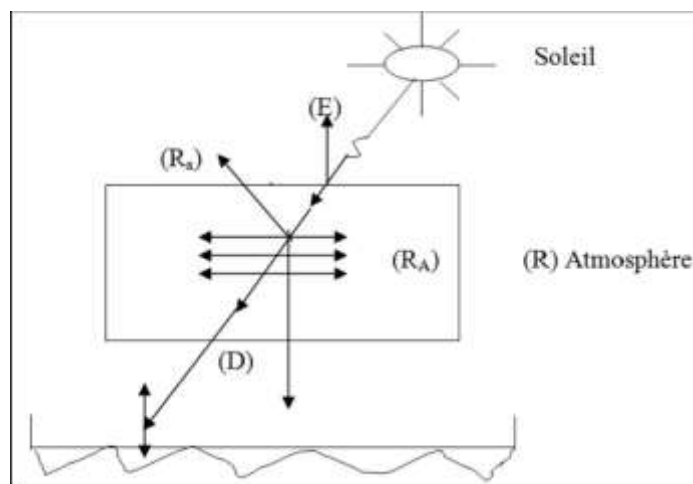


Figure I-6 : Distribution du rayonnement solaire par l'atmosphère.

I.4.1.Rayonnement solaire au sol :

En traversant l'atmosphère, le rayonnement solaire est absorbé et diffusé. Au sol, on distingue plusieurs composantes.

I.4.1.1.Rayonnement direct :

C'est le rayonnement qui traverse l'atmosphère sans subir de modifications, il est reçu directement du soleil, sans diffusion par l'atmosphère, ses rayons sont parallèles entre eux.

I.4.1.2. Rayonnement diffus :

C'est la part du rayonnement solaire diffusé par les particules solides ou liquides en Suspension dans l'atmosphère (air, nébulosité, aérosols,...). Il n'a pas de direction Privilégiée.

I.4.1.3. Rayonnement global :

C'est la somme des rayonnements direct et diffus[11]

$$I_{gl} = I_{dir} + I_{dif} \quad (I.1)$$

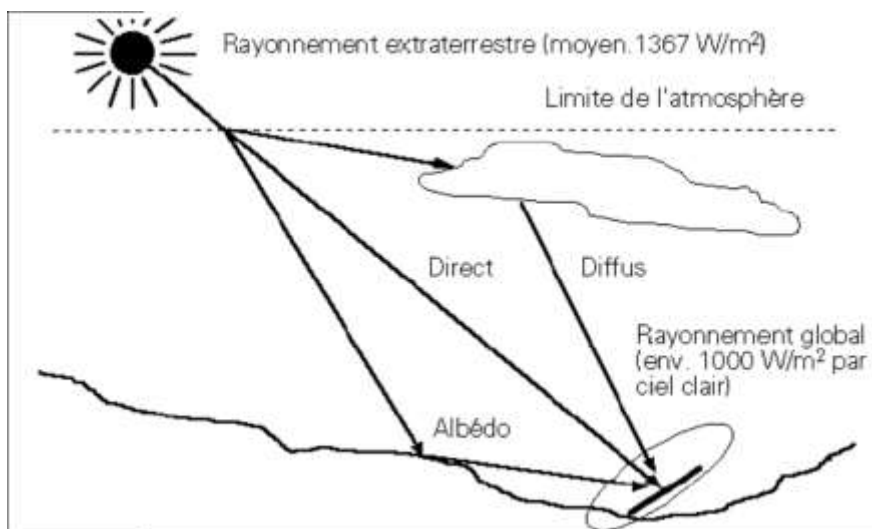


Figure I-7 : Composantes du rayonnement solaire: extraterrestre

I.5. Système terre-soleil :

I.5.1. Le Mouvement Terre-Soleil :



Figure I-8 : Le mouvement terre-soleil

La course de la Terre autour du Soleil décrit une ellipse légèrement aplatie. Dans cette ronde annuelle autour du Soleil, la Terre effectue un tour complet sur elle-même en 24 heures autour de l'axe des pôles. Cet axe nord - sud fait un angle de $23^{\circ}27'$ (23.27°) avec la direction perpendiculaire au plan de l'orbite terrestre autour du Soleil.

Cette inclinaison est constante tout au long de la course autour du Soleil et est responsable des variations saisonnières. Ainsi pendant nos mois d'hiver, en hémisphère nord la durée d'insolation est relativement courte et le Soleil ne monte pas très haut dans le ciel, tandis que l'été règne sur l'hémisphère sud. Pendant nos mois d'été, la situation est inversée, l'hémisphère nord est tourné vers le Soleil. Les jours sont alors plus longs que les nuits dans l'hémisphère nord et le rayonnement incident se rapproche de la verticale. Les variations saisonnières [9].

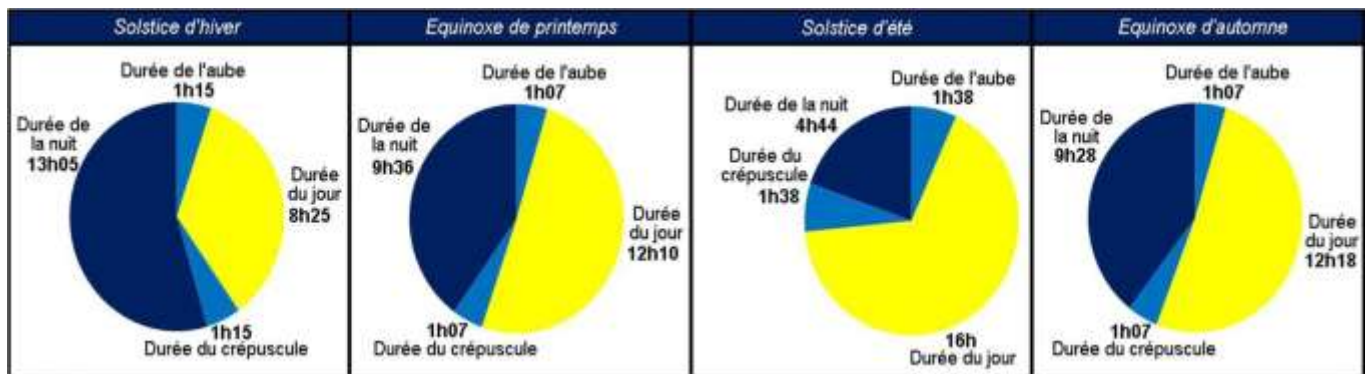


Figure I-9 : Les variations saisonnières

I.6. Paramètres de position du soleil (hauteur du soleil, Azimut) :

Il est possible de déterminer la position du soleil dans la voûte céleste en fonction du temps et de la position de l'observateur sur la terre.

I.6.1. Repérage d'un site à la surface de la terre (coordonnées géographiques) :

Pour repérer un site donné à la surface terrestre, on définit les grandeurs suivantes :

- La latitude θ** : C'est l'angle θ que fait la verticale du lieu avec le plan équatorial. Si $\theta > 0$, le site se trouve dans l'hémisphère nord, sinon le site est dans l'hémisphère sud.
- La longitude φ** : C'est l'angle φ formé par le méridien de Greenwich et le méridien du lieu considéré. La longitude est comprise entre -180 (vers l'ouest) et $+180$ (vers l'est). Comme la terre met 24 heures pour faire un tour sur elle-même (360°), chaque heure représente 15° d'écart de longitude et donc, chaque degré de longitude représente 4 minutes.

- c) **L'altitude** : C'est la distance verticale exprimé en mètres, séparant le point considéré du relief terrestre du niveau de la mer, pris comme surface de référence[12].

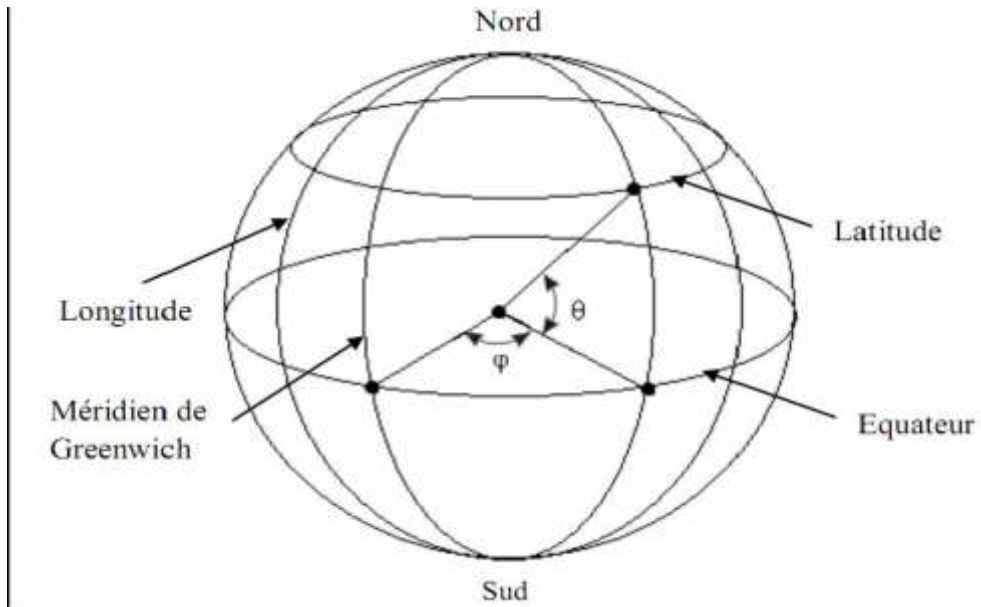


Figure I-10 : Coordonnées terrestres.

I.6.2. La trajectoire apparente du soleil :

La position du soleil dans la voûte céleste est repérée à tout instant de la journée par deux systèmes de coordonnées :

I.6.2.1. Coordonnées équatoriales :

Les coordonnées équatoriales sont indépendantes de la position de l'observateur sur la terre, mais elles sont liées à l'heure de l'observation. La position du soleil est exprimée par deux angles qui sont :

- **La déclinaison δ :**

C'est l'angle que forme la direction du soleil et le plan équatorial. La déclinaison varie de façon sinusoïdale au cours de l'année : elle vaut 0 aux équinoxes et atteint ses deux valeurs extrêmes au solstice d'hiver ($-23^{\circ},27'$) et au solstice d'été ($+23^{\circ},27'$). Plusieurs expressions ont été développées pour évaluer la déclinaison, la plus simple est celle Utilisée par Cooper [13].

$$\Delta = 23.45 \sin[360/365(j - 284)](I - 2) \quad (I.2)$$

• **L'angle horaire ω (ah)**

L'angle horaire mesure le mouvement du soleil par rapport à midi qui est l'instant où le soleil passe au plan méridien du lieu zénith. Cet angle est formé entre la projection du soleil sur le plan équatorial à un moment donné et la projection du Soleil sur ce même plan au midi vrai. L'angle horaire est donné par la relation suivante [13].

$$\omega = 15(TSV - 12) \quad (I.3)$$

Où TSV est le temps solaire vrai qui sera décrit dans les paragraphes suivants.

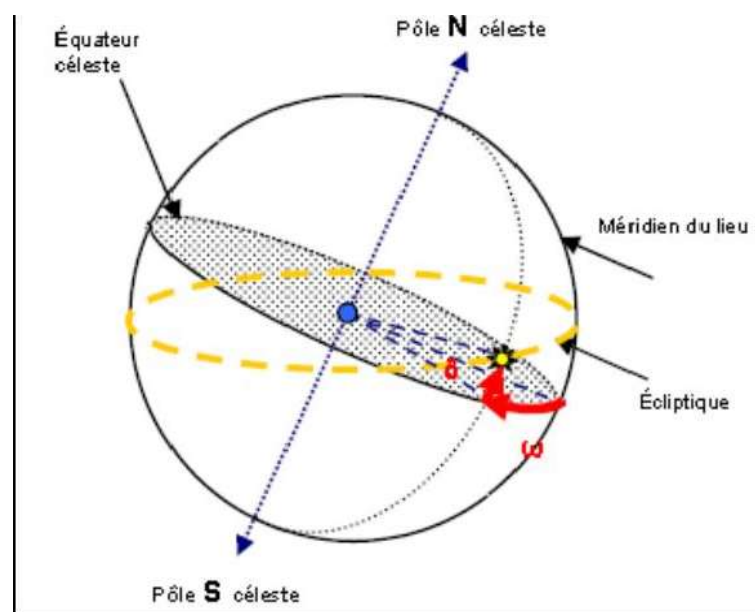


Figure I-11 : Système de coordonnées horaires.

I.6.2.2. Les coordonnées horizontales :

Le soleil est repéré par les grandeurs suivantes :

• **l'azimut ψ :**

L'azimut est l'angle entre le plan vertical contenant le rayon solaire et la direction sud. Il se compte de 0° à 360° à partir du sud dans le sens rétrograde. La relation qui donne l'azimut est donnée ci-dessous [13].

$$\cos\psi = (\sin\gamma \times \sin\theta - \sin\delta \gamma \cos\theta) \quad (I-4)$$

• **L'angle de la hauteur solaire γ (h s)**

C'est l'angle compris entre la direction du soleil et le plan horizontal. γ varie de 0° à 90° vers le zénith et de 0° vers -90° vers le nadir. L'angle de la hauteur solaire est donné par [13].

$$\sin \gamma = \sin \delta + \cos \theta \cos \delta \cos \omega \quad (I.4)$$

• **La distance zénithale z**

C'est l'angle entre la direction du soleil et la verticale du lieu (zénith) [13].

$$\cos z = \sin \delta \sin \theta + \cos \delta \cos \theta \cos \omega \quad (I.5)$$

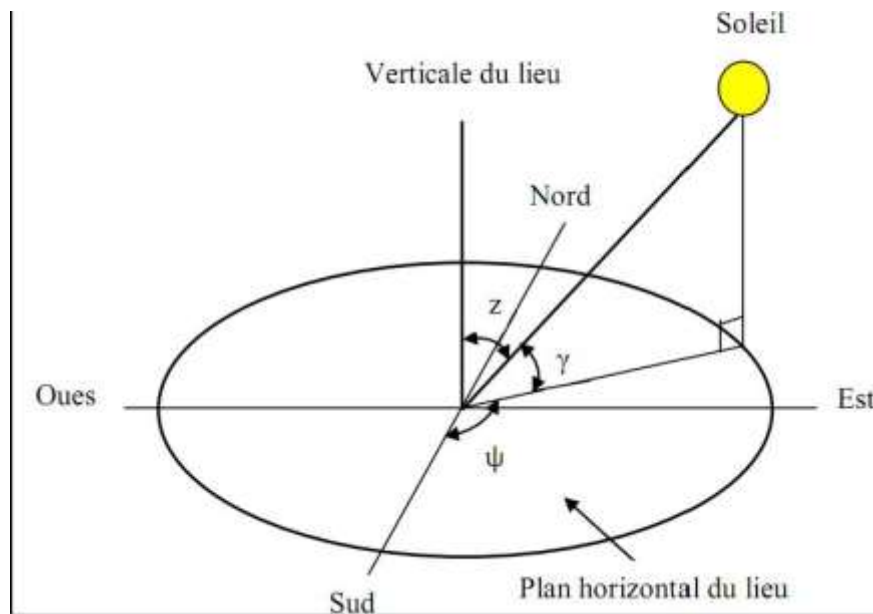


Figure I-12 : Coordonnées selon le repère horizontal.

I.7.Potentiel solaire en Algérie :

L'Algérie possède un gisement solaire parmi les gisements plus élevés dans le monde. La durée moyenne d'ensoleillement dans le Sahara algérien est de 3500 heures. Ce potentiel peut constituer un facteur important de développement durable dans cette région s'il est exploité de manière économique. Le tableau dessous indique le taux d'ensoleillement pour chaque région de l'Algérie. Le volet de l'énergie solaire le plus utilisé dans notre pays est le solaire photovoltaïque mais les autres volets solaires thermiques et thermodynamiques restent toujours au stade d'expériences [10].

Tableau I.1: Tableau Potentiel solaire en Algérie

Régions	Régions côtières	Hauts plateaux	Sahara
Superficie	0.04	0.1	0.86
Durée moyenne d'ensoleillement hours/ans	2650	3000	3500
Energie moyenne reçue $\frac{kwh}{m^2an}$	1700	1900	2650

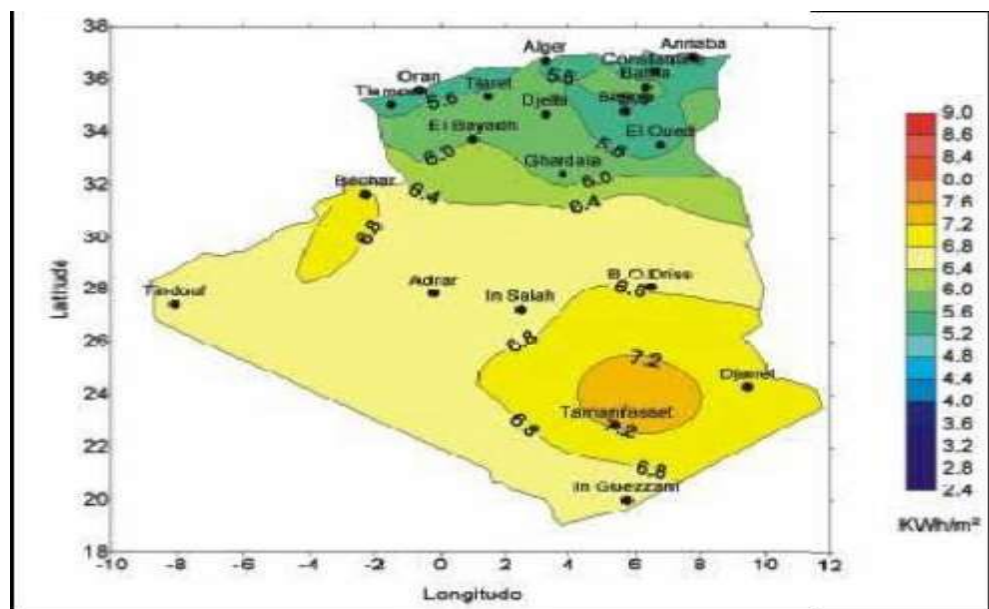


Figure I-13 : Irradiation solaire globale reçue sur plan incliné.

I.8.Présentation du site :

Ouargla est située dans le Nord-Est de l'Algérie, plus précisément dans la partie septentrionale du Sahara algérien. Elle se situe à 190 km à l'est de Ghardaïa, 160 km au sud-ouest de Touggourt, 388 km au sud de Biskra, à 800 km d'Alger et à 618 km de Constantine.



Figure I-14 : Site de la ville de ouargla

I.7.1. Les données géographiques :

Tableau I.2: Les coordonnées géographiques de ouargla.

Altitude : 123 m	Latitude : 31.967° 16 Nord
31°	Longitude : 5.288° Est

I.7.2. le rayonnement mensuel moyen et l'inclinaison optimale de site :

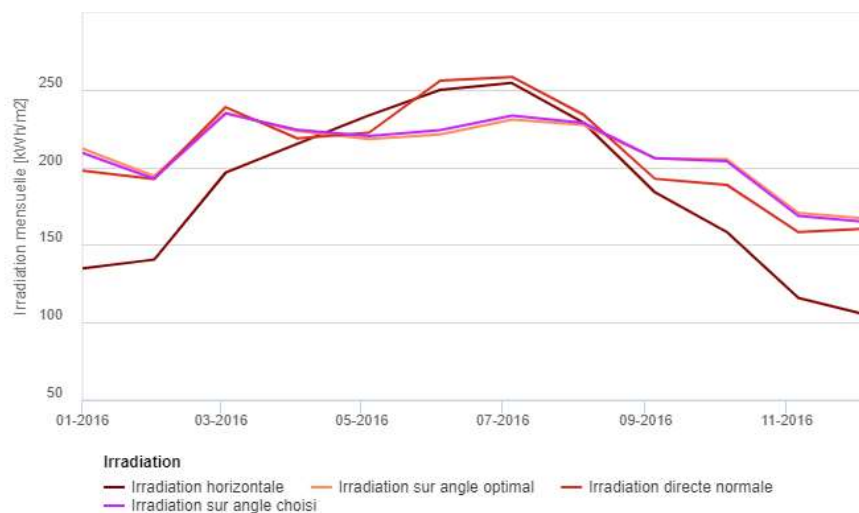


Figure I-15 : rayonnement mensuel moyen et l'inclinaison optimale de site [14].

Irradiation globale horizontale		Direct Normal irradiation		Global irradiation optimum angle		Global at user angle	
Mois	2016	Mois	2016	Mois	2016	Mois	2016
Janvier	134.8	Janvier	197.71	Janvier	211.95	Janvier	209.21
Février	140.46	Février	192.43	Février	194.32	Février	192.69
Mars	196.59	Mars	238.74	Mars	235.23	Mars	234.62
Avril	215.13	Avril	218.56	Avril	223.2	Avril	224.06
Mai	233.36	Mai	222.19	Mai	218.14	Mai	220.13
Juin	249.93	Juin	255.8	Juin	221.18	Juin	223.86
Juillet	254.21	Juillet	258.16	Juillet	230.69	Juillet	233.18
Août	228.71	Août	233.89	Août	227.2	Août	228.58
Septembre	183.79	Septembre	192.54	Septembre	205.7	Septembre	205.75
Octobre	158.34	Octobre	188.67	Octobre	205.12	Octobre	203.89
Novembre	115.82	Novembre	158.25	Novembre	170.5	Novembre	168.66
Décembre	104.38	Décembre	160.51	Décembre	166.75	Décembre	164.51

Tableau I.3: rayonnement mensuel moyen et l'inclinaison optimale de site [14].

I.7.3. la température mensuelle moyenne de site :

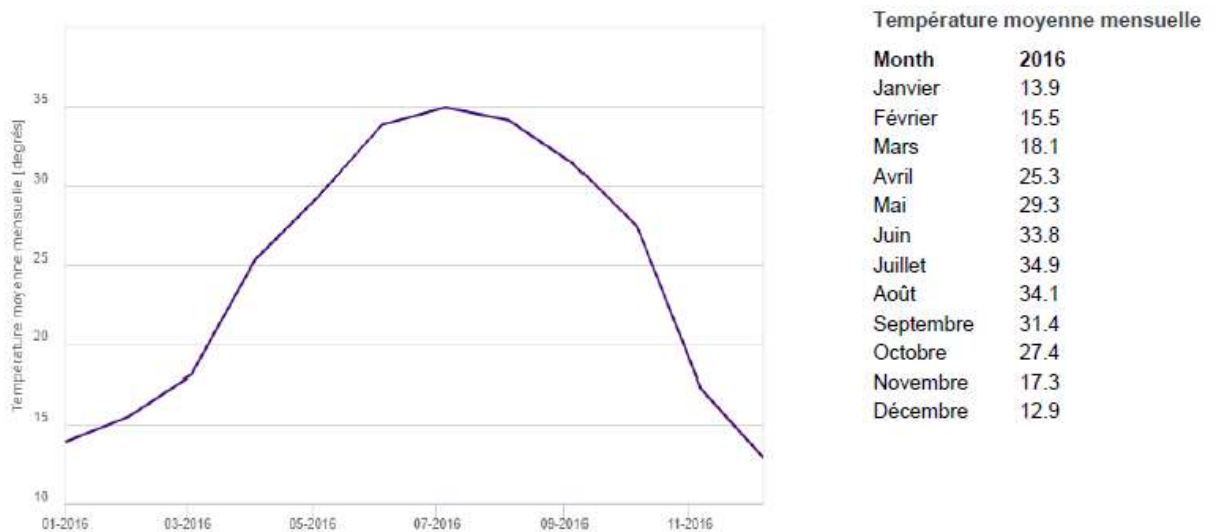


Figure I-16 : la température mensuelle moyenne de site [14].

Chapitre II :
Généralités sur les
systemes PV

III. Introduction :

L'énergie solaire photovoltaïque provient de la conversion directe de l'énergie des photons, compris dans le rayonnement solaire, en énergie électrique, par le biais de capteurs fabriqués avec des matériaux sensibles aux longueurs d'ondes du visible (cellules photovoltaïque PV) [15].

II.2. Dates importantes dans l'histoire du photovoltaïque :

1839 : le physicien français Edmonde Becquerel découvre le processus de l'utilisation de l'ensoleillement pour produire du courant électrique dans un matériau solide. C'est l'effet photovoltaïque.

1875 : Werner Von Siemens expose devant l'académie des sciences de Berlin un article sur l'effet photovoltaïque dans les semi-conducteurs. Mais jusqu'à la seconde guerre mondiale, le phénomène reste encore une curiosité de laboratoire.

1954 : trois chercheurs américains, Chapin, Pearson et Prince, mettent au point une cellule photovoltaïque à haut rendement au moment où l'industrie spatiale naissante cherche des solutions nouvelles pour alimenter ses satellites.

1958 : une cellule avec un rendement de 9% est mise au point. Les premiers satellites alimentés par des cellules solaires sont envoyés dans l'espace.

1973 : la première maison alimentée par énergie photovoltaïque est construite à l'Université de Delaware.

1983 : la première voiture alimentée par énergie photovoltaïque parcourt une distance de 4000Km en Australie[16].

La première cellule photovoltaïque a été développée aux Etats-Unis en **1954** par les chercheurs des laboratoires, qui ont découvert que la photosensibilité du silicium pouvait être augmentée en ajoutant des « impuretés ». C'est une technique appelée le « dopage » qui est utilisée pour tous les semi-conducteurs.

Mais en dépit de l'intérêt des scientifiques au cours des années, ce n'est que lors de la course vers l'espace que les cellules ont quitté les laboratoires. En effet, les photopiles représentent la solution idéale pour satisfaire les besoins en électricité à bord des satellites, ainsi que dans tout site isolé.

II.3. Système photovoltaïque :

Le système photovoltaïque se compose d'un champ de modules et d'une ensemble de composantes qui adaptent l'électricité produite par les modules aux spécifications des récepteurs. La figure suivante représente le schéma synoptique d'un système photovoltaïque autonome [17].

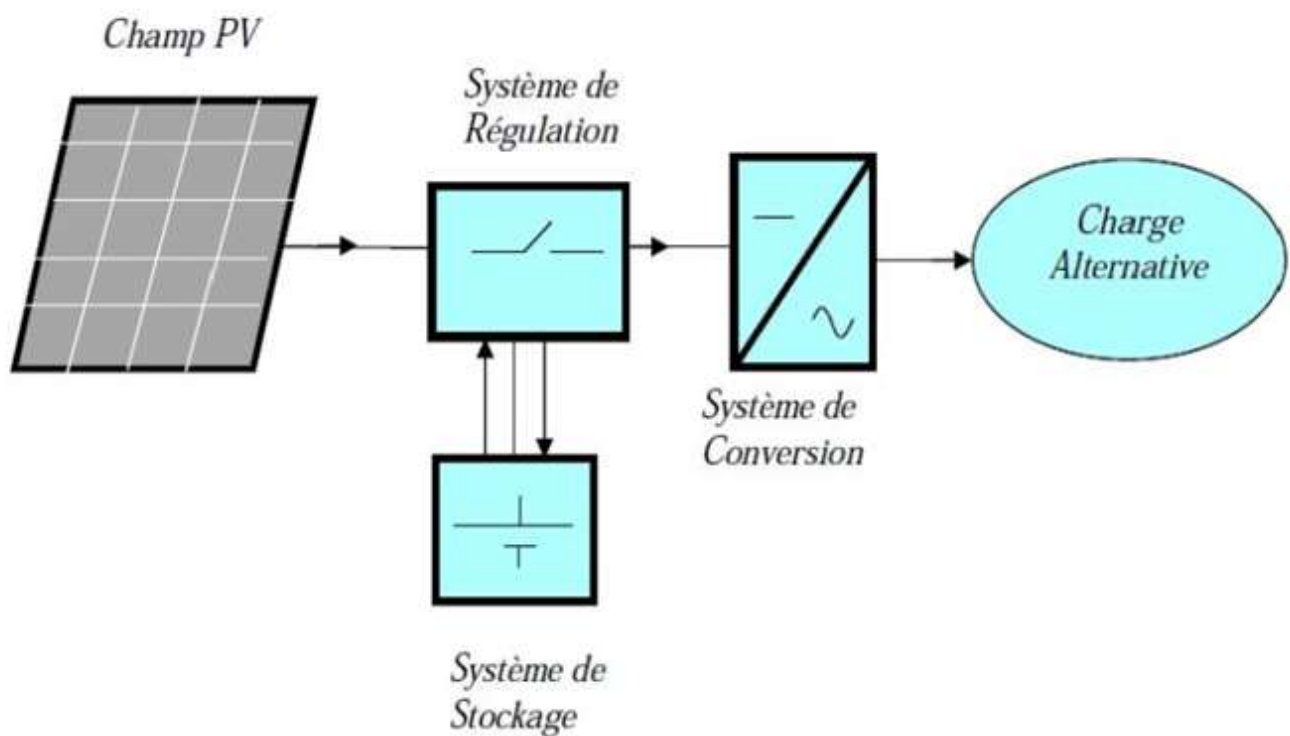


Figure II.1: Schéma simplifié d'un système PV.

II.3.1. Cellule photovoltaïque :

La cellule PV encore appelé photopile est le plus petit élément d'une installation photovoltaïque. Elle est constituée de matériaux semi-conducteurs et convertit directement l'énergie solaire en énergie électrique. Elle peut générer une tension variante entre 0.3 V et 0.7 V en fonction du matériau utilisé et de sa disposition ainsi que de la température et du vieillissement de la cellule.

Les différents constituants d'une cellule photovoltaïque sont :

- Une fine couche semi-conductrice (matériau possédant une bande interdite, qui joue le rôle de barrière d'énergie que les électrons ne peuvent franchir sans une excitation extérieure, et

dont il est possible de faire varier les propriétés électroniques) tel que le silicium, qui est un matériau présentant une conductivité électrique relativement bonne.

- Une couche anti-reflet permettant une pénétration maximale des rayons solaires.
- Une grille conductrice sur le dessus ou cathode et d'un métal conducteur sur le dessous ou anode.
- Les plus récentes possèdent même une nouvelle combinaison de multicouches réfléchissants justes en dessous du semi-conducteur, permettant à la lumière de rebondir plus longtemps dans celui-ci pour améliorer le rendement[18].

II.4.Principe de fonctionnement :

La conversion photovoltaïque, c'est à dire la conversion directe de la lumière en électricité, est effectué à l'aide des matériaux semi-conducteurs. Parmi ces matériaux semi-conducteurs, on peut citer : le silicium (Si), le germanium (Ge), le sélénium (Se) ou les composés semi-conducteurs tels que l'arséniure de gallium (GaAs), le tellure de cadmium (Cpte). De nos jours la plupart des cellules solaires utilisées sont celles fabriquées à partir du silicium cristallin, car il permet d'atteindre des efficacités de conversion remarquables et possède la caractéristique d'être non toxique contrairement au cadmium ou au sélénium.

Il constitue environ 28% de l'écorce terrestre sous forme de composés (silicates, silice). Ce qui en fait une source quasi inépuisable. Le fonctionnement de la cellule solaire est basé sur les propriétés électroniques acquises par le silicium quand des atomes étrangers en petit nombre (des impuretés) sont substitués dans un réseau cristallin. Cette action est appelée dopage. Si l'atome d'impureté contient plus d'électrons que le silicium, le matériau contiendra des électrons libres en excès : il sera dit de type N (exemple : silicium dopé au phosphore). Si au contraire, l'atome d'impureté contient moins d'électrons que le silicium, le matériau sera déficitaire en électrons : il sera dit de type P (exemple : silicium dopé au bore). Une cellule solaire est alors obtenue en constituant une jonction de deux zones de type opposé (jonction PN). Au voisinage de la jonction apparaît un champ électrique qui maintient la séparation des charges positives et négatives. Des contacts métalliques en formes de grille, contacts avant et arrière, sont déposés. [1]

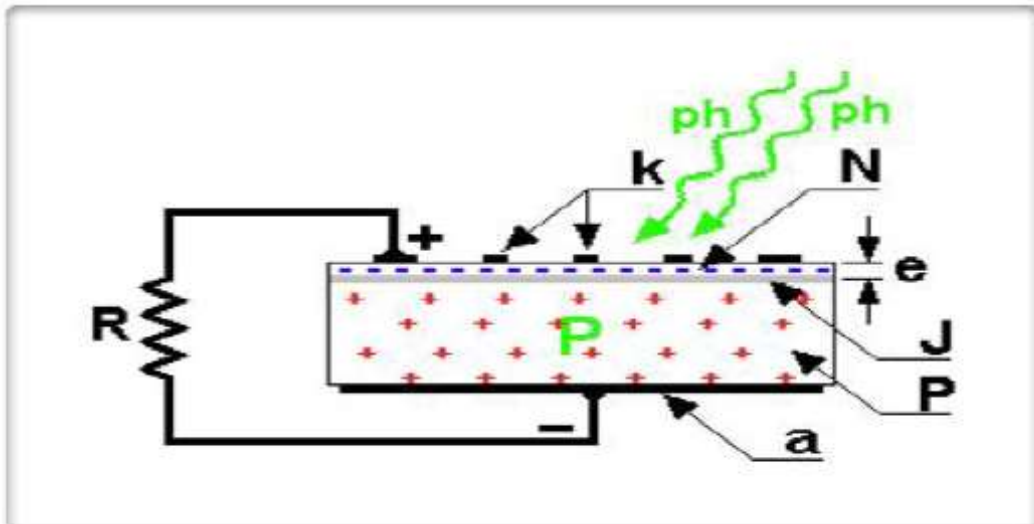


Figure II.2 :Principe de fonctionnement d'une cellule photovoltaïque.

II.5. Les différents types de cellules solaires :

Il existe différents types de cellules solaires à base de silicium : monocristallin, polycristallin, amorphe et nanocristallin [18][20] :

A. Les cellules monocristallines :

La première génération de photopiles :

- Un taux de rendement excellent (12-16%) (23% en Laboratoire)
- Une méthode de fabrication laborieuse et difficile, donc très chère ;
- Il faut une grande quantité d'énergie pour obtenir du cristal pur. ;

B. Les cellules poly-cristallines

- Coût de production moins élevé ;
- Procédé nécessitant moins d'énergie ;
- Rendement 11-13% (18% en Labo) ;

C. Les cellules amorphes (cellules de calculatrices par exemple)

C'est le silicium amorphe que l'on trouve le plus souvent dans les produits de consommation comme les calculatrices, les montres etc... Toutefois, ils réagissent mieux à des températures élevées ou à une lumière diffuse. De plus, les cellules mono et poly-cristallines sont les types

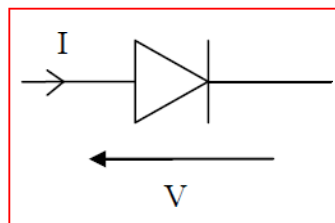
de cellules les plus répandues sur le marché du photovoltaïque (environ 60% de la production).

- Coût de production bien plus bas ;
- Rendement plus bas : 8-10% (13% en labo) ;
- Durée de vie plus faible ;

II.6. Modèle électriques d'une cellule photovoltaïque :

Une cellule photovoltaïque dans l'obscurité est une diode. Dans le cas idéal, le courant circulant dans une cellule est donc donné par la relation de Shockley [9] :

$$I = I_s \cdot \left[\exp\left(\frac{q \cdot v}{k \cdot t}\right) - 1 \right] \quad (\text{II.1})$$



Lorsque la cellule est éclairée, le courant circulant dans celle-ci devient :

$$I = I_s \cdot \left[\exp\left(\frac{q \cdot v}{k \cdot t}\right) - 1 \right] - I_{ph} \quad (\text{II.2})$$

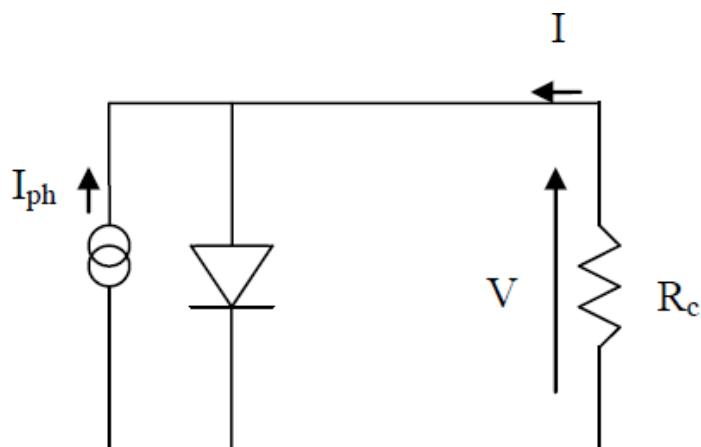


Figure II.3: Circuit équivalent d'une cellule photovoltaïque.

R_c : résistance de la charge connectée à la cellule.

Dans la réalité, on doit ajouter une résistance série R_s pour tenir compte des résistances des électrodes et de celles induites par les interfaces électrode-semi conducteur. On doit également ajouter une résistance parallèle R_p (résistance shunt en anglais) qui prend en compte les courts-circuits dans la cellule (figure I.19). Ces courts-circuits dans la cellule sont dus à l'organisation des matériaux (dans un mélange de matériaux, il existe des chemins favorables à la recombinaison des charges), à la présence d'aluminium dans la couche active (diffusion d'aluminium lors de la réalisation de l'électrode) et aux charges au voisinage des interfaces de séparation des excitons qui ont tendances à recombinaison des charges séparées.

Le courant est alors donné par la relation :

$$I = \frac{R_p}{R_s R_p} \left[I_s \cdot \exp\left(\frac{q(V - I R_s)}{n k t}\right) - 1 \right] + \frac{V}{R_p} - I_{ph} \quad (II.3)$$

n : facteur d'idéalité de la diode.

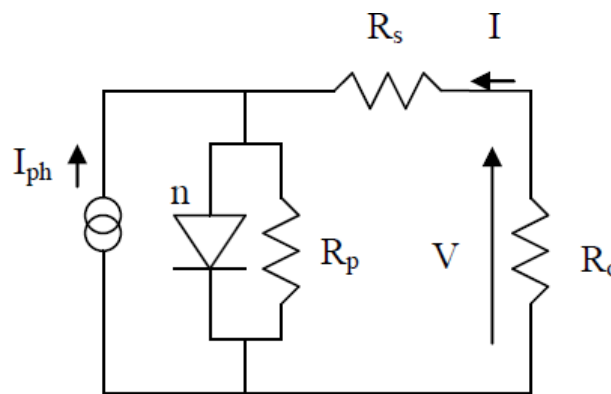


Figure II.4: Circuit équivalent d'une cellule photovoltaïque.

II.7. Caractéristiques électriques d'une cellule photovoltaïque :

La puissance électrique délivrée par une cellule photovoltaïque est le produit de la tension par le courant qu'elle génère. Ces deux grandeurs, courant et tension, dépendent à la fois des propriétés électriques de la cellule mais aussi de la charge électrique à ses bornes.

Les propriétés électriques de la cellule sont synthétisées dans un graphe qu'on appelle caractéristique courant-tension. Tout dipôle électrique est entièrement défini par sa caractéristique courant-tension, qui lui est propre.

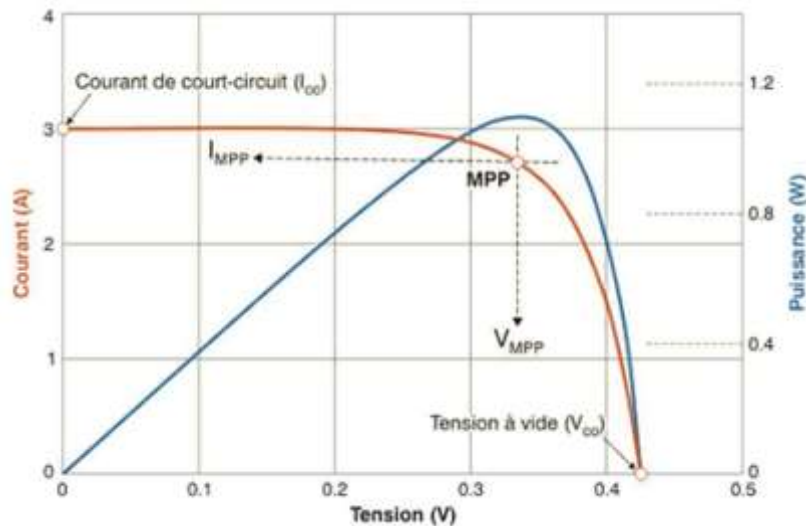


Figure II.5: Caractéristiques courant-tension - puissance-tension d'une cellule photovoltaïque

La caractéristique courant-tension (courbe rouge) est une relation entre la tension et le courant délivrés par la cellule photovoltaïque.

Deux données importantes sont à relever :

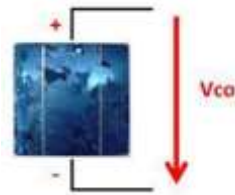
II.7.1. Courant de Court-circuit (I_{cc}) :

Il s'agit du courant qui traverse la cellule photovoltaïque lorsque celle-ci est court-circuit, c'est-à-dire lorsque le pôle + est relié au pôle - (la tension à ses bornes est alors nulle). Dans ce cas, la puissance fournie par la cellule $P = V \cdot I$ est nulle.



II.7.2. Tension en circuit ouvert (V_{co}) :

Il s'agit de la tension aux bornes de la cellule lorsque celle-ci est encircuit ouvert, c'est-à-dire lorsque le pôle + et le pôle - sont isolés électriquement de tout autre circuit électrique (le courant la traversant est alors nul). Dans ce cas, la puissance fournie par la cellule $P = V \cdot I$ est nulle.



La puissance fournie par la cellule est tout simplement le produit du courant et de la tension. A partir de la caractéristique courant-tension, il est intéressant de dessiner le graphe de la puissance ($P = V \cdot I$) en fonction de la tension V , qu'on appelle aussi caractéristique puissance-tension (courbe bleu) :

On retrouve bien les deux cas énoncés précédemment (cellule en court-circuit et cellule en circuit ouvert) pour lesquels la puissance fournie est nulle.

Par ailleurs, la caractéristique courant-tension d'une cellule photovoltaïque met en évidence un point de puissance maximum PMPP (MPP signifie en anglais Maximal Power Point, soit Point de Puissance Maximum).

Ce point de puissance maximum est le produit d'un courant et d'une tension donnés.

On appelle respectivement I_{MPP} et U_{MPP} le courant et la tension correspondant au point de puissance maximum, c'est-à-dire tel que

$$I_{MPP} \cdot U_{MPP} = P_{MPP} \quad (\text{II.4})$$

- Le facteur de forme FF :

C'est le rapport entre la puissance maximale que peut fournir une cellule et la puissance qu'il est théoriquement possible d'obtenir (puissance optimale) [21].

$$FF = \frac{P_{MAX}}{V_{CO} \cdot I_{CC}} \quad (\text{II.5})$$

- Le rendement η :

Le rendement de la cellule qui correspond au rapport entre la puissance électrique maximale fournie par la cellule et la puissance solaire incidente [21].

Où

S : Surface de cellule solaire.

E : Flux incident.

$$\eta = \frac{V_{MAX} \cdot I_{MAX}}{P_{incidente}} \quad (II.6)$$

II.7.3. Influence d'éclairement et de la température :

II.7.3.1. Influence d'éclairement :

La figure (I.5) présente les caractéristiques $I=f(V)$ et $P=f(V)$ d'un module photovoltaïque pour différents ensoleillements à la température fixe. Comme on peut voir sur la figure, le courant du module est proportionnel à l'ensoleillement, tandis que la tension change légèrement avec l'ensoleillement [21].

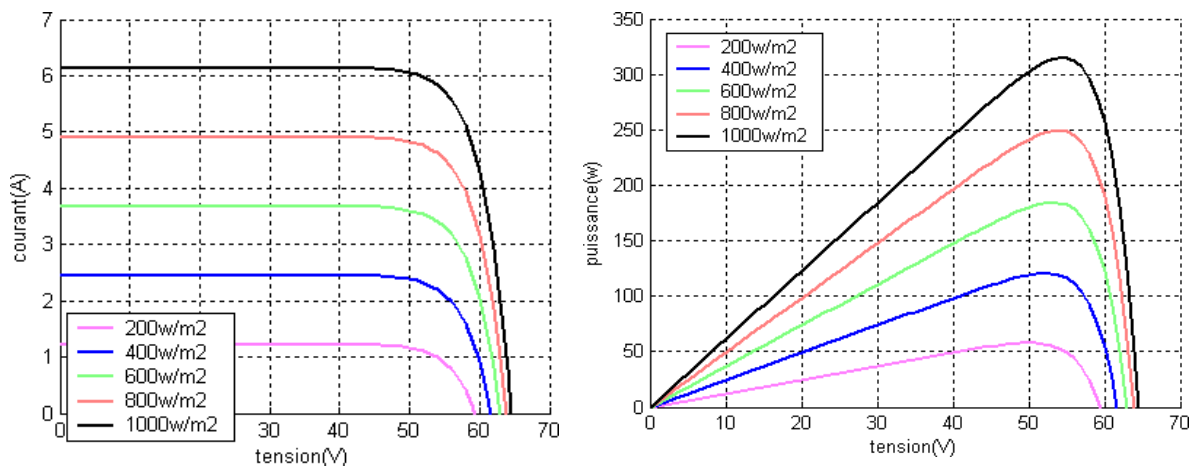


Figure II.6: Evolution de la caractéristique (I-V) (P-V) en fonction de l'éclairement .

II.7.3.2. Influence de la température :

On peut observer l'effet de la température sur la caractéristique $I(V)$.Comme le montre la figure (II.7), la température a un léger effet sur le courant, mais une augmentation de la température cause une diminution apparente sur la tension [21]

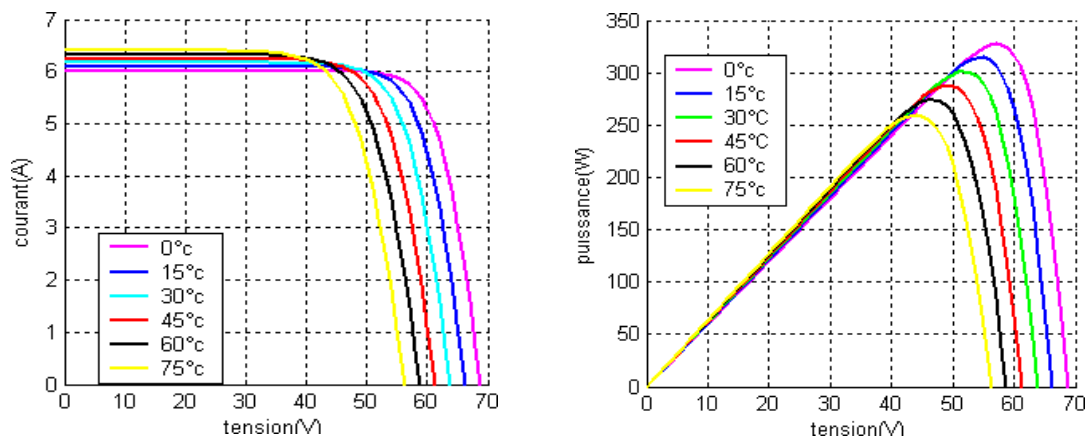


Figure II.7: Evolution de la caractéristique (I-V) (P-V) en fonction de la température
[14]

II.8.Association des cellules :

Les cellules produisent une très faible puissance électrique (1 à 3 W) avec une tension continue de moins de 1 V. Ces cellules sont disposées en série et en parallèle pour former un module ou un panneau permettant de produire une puissance plus élevée. Les panneaux sont finalement interconnectés entre eux (en série et/ou en parallèle) pour obtenir un champ photovoltaïque [21].

II.8.1.Association série :

Pour augmenter la tension du générateur PV, en disposent d'un nombre (N_s) de cellules en série. Les cellules sont alors traversées par le même courant et la caractéristique résultant du groupement série est obtenues par addition des tensions élémentaires de chaque cellule.

L'équation suivante résume les caractéristique électriques d'une association série de (N_s) cellules [22]

$$V_{cos} = N_s * V_{co} \quad (II.7)$$

$$I_{ccs} = I_{cc} \quad (II.8)$$

- ✓ **V_{cos}**: la somme des tensions en circuit ouvert de N_s cellules en série.
- ✓ **I_{ccs}**: courant de court-circuit de N_s cellules en série.

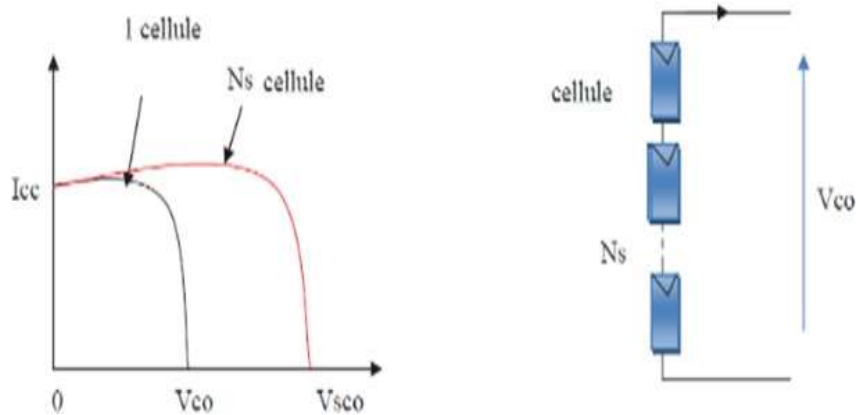


Figure II.8: associations en série des cellules PV .

II.8.2. Association en parallèle :

Pour faire augmenter le courant du générateur PV, on dispose d'un nombre (N_p) de cellules en parallèle. Les cellules sont soumises à la même tension et la caractéristique résultante du groupement est obtenue par addition des courants.

L'équation suivante résume les caractéristiques électriques d'une association parallèle de (N_p) cellules : [22]

$$I_{ccp} = N_p * I_{cc} \quad (II.9)$$

$$V_{co} = V_{cop} \quad (II.10)$$

- ✓ **I_{ccp}**: la somme des courants de court circuit de (N_p) cellule en parallèle
- ✓ **V_{cop}**: la tension du circuit ouvert de (N_p) cellules en parallèle.

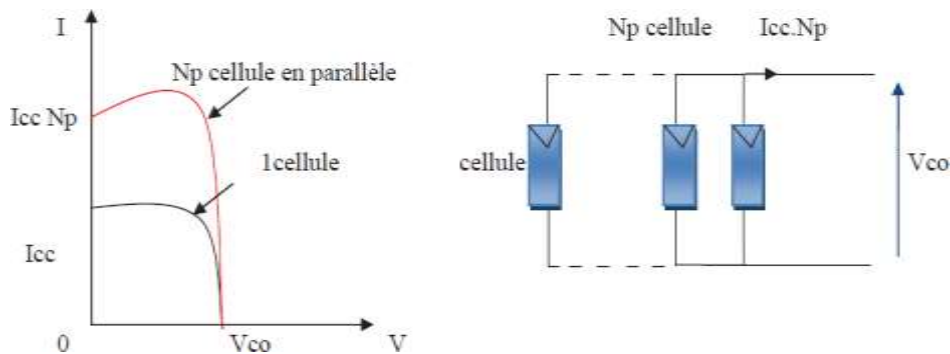


Figure II.9: Associations en parallèle des cellules PV [22].

II.8.3. Association en série- parallèle :

La connexion en série de plusieurs cellules forme une branche de cellules où on a une augmentation de tension pour même courant, un assemblage de plusieurs branches de cellules en parallèle forme un module où on a un accroissement du courant et une conservation de tension [23]

II.9. Association de modules photovoltaïques :

La connexion en série de plusieurs cellules forme une branche de cellules où on a une augmentation de tension pour même courant, un assemblage de plusieurs branches

de cellules en parallèle forme un module où on a un accroissement du courant et une conservation de tension [17].

II.9.1. Raccordement des modules solaires en série :

Quand des panneaux solaires sont montés en série, tous les panneaux doivent avoir le même courant. Ce branchement permet d'additionner les tensions, l'intensité en Ampères n'est pas modifiée. Dans cette configuration la borne (+) du panneau solaire est branchée sur la borne (-) du panneau suivant, etc

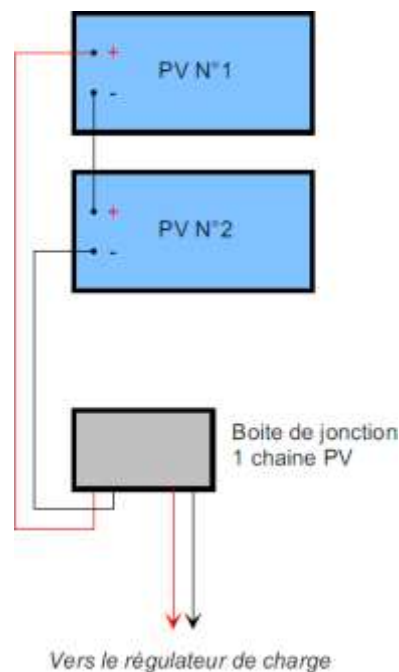


Figure II.10: Raccordement en série

II.9.2. Raccordement des modules solaires en parallèle :

Quand des panneaux solaires sont montés en parallèles, tous les panneaux doivent avoir la même tension. Ce branchement permet d'additionner les intensités, la tension en Volts n'est pas modifiée. Dans cette configuration toutes les bornes (+) de tous les panneaux solaires sont reliées entre elles, ainsi que toutes les bornes (-). Le montage en parallèle nécessite l'utilisation d'une boîte de jonction.

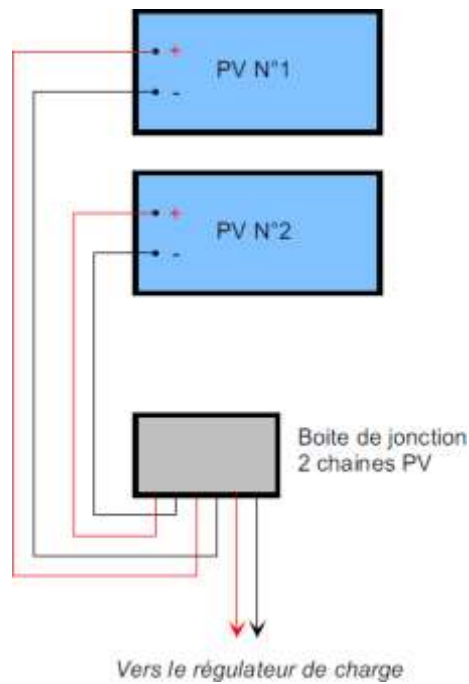


Figure II.11: Raccordement en parallèle.

II.9.2. Raccordement des modules solaires en série/parallèle :

C'est le branchement qui s'impose lorsque l'on a besoin d'une certaine puissance à une tension voulue, les règles du montage en série et celles du montage en parallèle s'appliquent dans le cas du montage en série/parallèle.

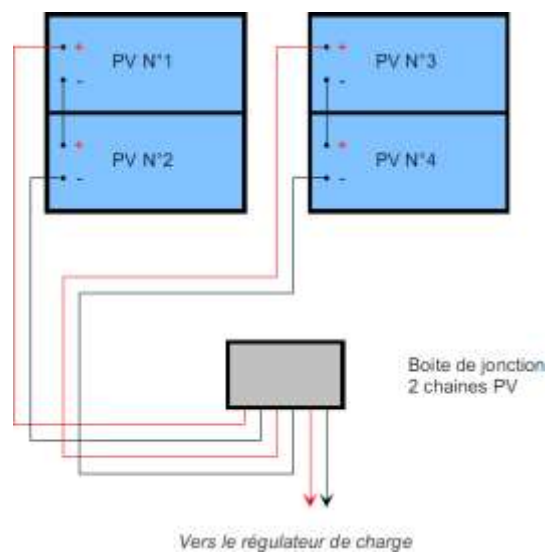


Figure II.12: Raccordement en série/parallèle .

Chapitre III :
Dimensionnement
d'un système avec
stockage

III.1.Introduction :

Dans ce chapitre, il a présenté la maison considérée et les étapes à suivre pour déterminer la taille du système PV avec, et pour choisir ses différents éléments : modules PV et onduleur. Enfin, nous avons calculé le coût de ce système PV.

Identification du site géographique et Angle d'inclinaison

Données générales concernant le cas d'étude

Identification du site géographique et Angle d'inclinaison

III.2.Identification du site géographique et Angle d'inclinaison :

Ouargla est située dans le Nord-Est de l'Algérie, plus précisément dans la partie septentrionale du Sahara algérien. Elle se situe à 190 km à l'est de Ghardaïa, 160 km au sud-ouest de Touggourt, 388 km au sud de Biskra, à 800 km d'Alger et à 618 km de Constantine



Figure III.1 : Site de la ville de ouargla

III.2.1.Les donnée géographique :

Altitude : 55 m	Latitude : 31.967° 16 Nord
31°	Longitude : 5.288° Est

Tableau III.1: Les coordonnées géographique de ouargla.

III.2.2. Données générales concernant le cas d'étude :

III.2.2.1. le rayonnement mensuel moyen et et l'inclinaison optimale de site:

mois	H_h	H-D	H-optimal
janvier	134,8	197,71	211,95
février	140,46	192,43	194,32
mars	196,59	238,74	235,23
avril	215,13	218,56	223,2
mai	233,36	222,19	218,14
juin	249,93	255,8	221,18
juillet	254,21	258,16	230,69
août	228,71	233,89	227,2
septembre	183,79	192,54	205,7
octobre	158,34	188,67	205,12
novembre	115,52	158,25	170,5
décembre	104,38	160,51	66,75
Année	2215,22	2517,45	2409,98

Tableau III.2: le rayonnement mensuel moyen et et l'inclinaison optimale de ouargla.

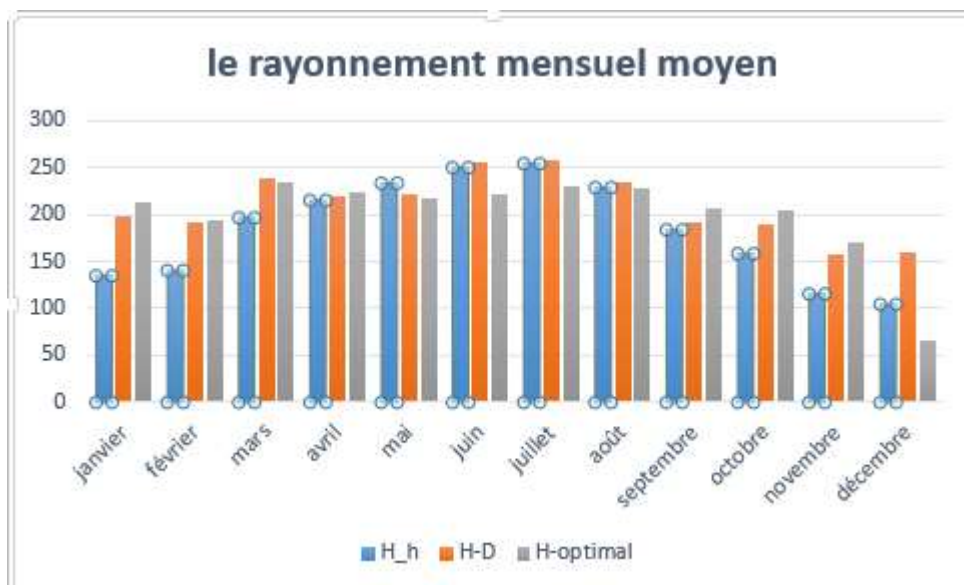


Figure III.2 : le rayonnement mensuel moyen

III.2.2.2.la température mensuelle moyenne de site :

mois	T °
janvier	13,9
février	15,5
mars	18,1
avril	25,3
mai	29,3
juin	33,8
juillet	34,9
août	34,1
septembre	31,4
octobre	27,4
novembre	17,3
décembre	12,9
année	

Tableau III.3 :la température mensuelle moyenne de ouargla.

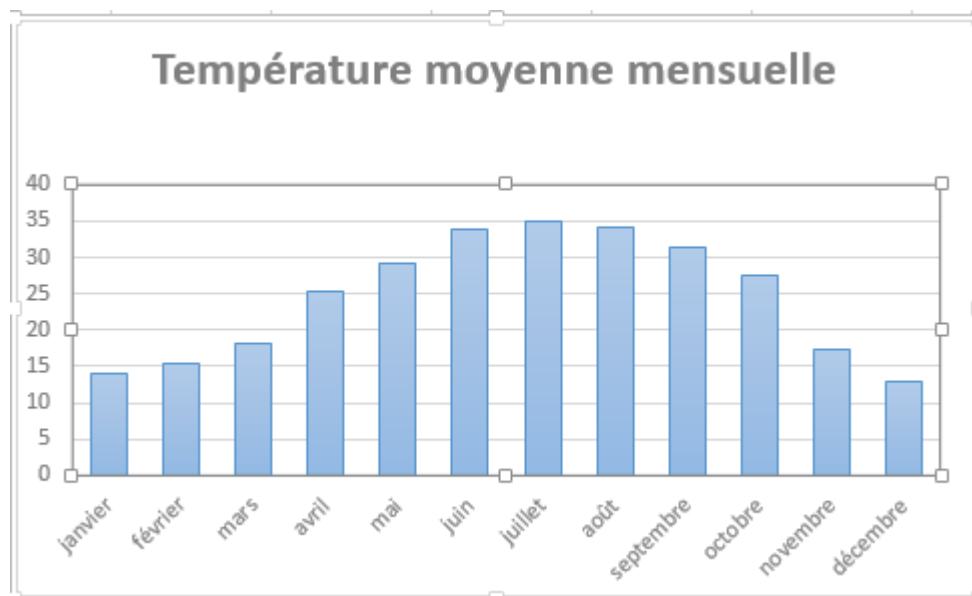


Figure IV.3 : température moyenne mensuelle

III.2.2.3.Présentation de la maison :

L'installation étudiée est une maison simple qui contient trois pièces, une cuisine, une salle de bain et un petit espace avec une plante

III.3.Dimensionnement de la maison :

III .3.1.Calcul de l'énergie électrique journalière en Wattheure (Wh) :

Dans ce travail, nous avons pris la facture d'électricité au printemps pour la maison de l'étudiant Puisque la facture représente la consommation de trois mois, nous allons diviser la consommation par le nombre De Jours pour trouver la consommation quotidienne (C'est en considérant la consommation journalière comme constante sur les trois mois)

Nous divisons la consommation sur la facture par 92jours

Donc

$$E_c = 2369$$

$$E_c = \frac{2369}{92} = 25.75\text{kwh/j}$$

III.3.2.Calcul de la puissance crête du système PV :

$$G=7.016\text{kwh/m}^2.\text{j}$$

$$K=0.85$$

$$P_c = \frac{E_c \times P_I}{G \times K} \quad (\text{III.1})$$

$$P_c = \frac{25.75 \times 1}{7.016 \times 0.85}$$

$$P_c = 4.32 \text{ KW}$$

Choix du module PV et calcul le nombre de module PV

Tableau III.4 :affiche les caractéristiques techniques du type de modules PV choisi.

Puissance du module (Pmax)	280 W
Tension en circuit ouvert (Voc)	38.70 V
Courant de court-circuit (Isc)	8.99 A
Tension à puissance max (Vmpp)	32.82 V
Courant à puissance max (Impp)	8.54 A
Courant inverse max	16 A
Tension max du système	1500 V
Température nominale de fonctionnement (NMOT)	45 °C
Température nominale de fonctionnement	-40 à +85 °C

$$N_{\text{module pv}} = \frac{P_c}{P_{\text{modulepv}}} \quad (\text{III.2})$$

$$N_{\text{module pv}} = \frac{4.32 \times 10^3}{280} = 15.422$$

Nous allons donc utiliser 16 panneaux

III.3.3. Calcul de stockage et choix de batterie :

Batterie a GEL 12V 200AH

La batterie a été choisie en raison des économies de coûts

$$C = \frac{E \times N}{D \times U} \quad (\text{III.3})$$

C: capacité de la batterie en ampère heure

N : nombre de jour d'outonmie.

D : Décharge maximal admissible

U : tension de la batterie

$$C = \frac{25750 \times 1}{0.85 \times 12}$$

$$C = 2524.5Ah$$

Nombre de batterie :

$$N = \frac{C}{C_{un\ batterie}}$$

$$N = \frac{2524.5}{200}$$

$$N = 8.09$$

Nombre de batterie est : 8

Puor l'entrée du onduleur (48V) :

deux chaine en parallèle dans la chaine 4 Batterie en série

III.3.4. Le choix de l'onduleur :

- Puissance de l'onduleur doit être supérieure ou égale la puissance du systèmePV.

$$P_{ond} \geq 1.1 P_{sys\ PV}$$

(III.4)

$$P_{ond} \geq 4.32 \times 1.1 = 4.75\ Kw$$

Le choix de ondulrur est :

Onduleur Hybride 6kW _Growatt	
Input Voltage Range(MPPT, full power)	150 -550VDC
Maximum Input Courant	12ADC
Nominal Output Voltage	230V / 180V - 280V

Onduleur Hybride 6kW - Double MPPT - SPH6000 - Growatt

III.3.5.Montage de modules PV: série, parallèle ou série-parallèle :

III.3.5.1.Nombre de série en parallèle :

$$n_p \leq \frac{\text{courant max accepté par l onduleur}}{\text{courant max d un module pv}} \quad (\text{III.5})$$

$$n_p = \frac{12}{8.54}$$

$$n_p \leq 1.4$$

Donc nombre de série en parallèle est : 1

III.3.5.2.nombre de modules PV de chaque série :

$$n_s \geq \frac{N_{\text{module}}}{n_p} \quad (\text{III.6})$$

$$n_s \geq \frac{16}{1}$$

$$n_s = 16$$

Donc nombre de modules PV de chaque série :16

III.3.6.Choix des câbles :

III.3.6.1.Enter onduleur et système pv :

$$R(\Omega) = \frac{\Delta U}{\text{Courant sorti}} = \frac{U_s \times 0.02}{I_s} = \frac{525.12 \times 0.02}{8.54} \quad (\text{III.7})$$

$$R(\Omega) = 1.229 \Omega$$

$$S(m^2) = \frac{p \times 2 \times l}{R} \quad (\text{III.8})$$

$$S(m^2) = \frac{1.6 \times 2 \times 15}{R}$$

$$S(m^2) = 0.395 mm^2$$

Choix de câble est : 1.5 mm²

III.3.6.2. Batterie et onduleur :

$$R(\Omega) = \frac{\Delta U}{\text{Courant sorti}} = \frac{U_s \times 0.02}{I_s} = \frac{48 \times 0.02}{12}$$

$$R(\Omega) = 0.08 \Omega$$

$$S(m^2) = \frac{1.6 \times 2 \times 3}{R}$$

$$S (mm^2) = 0.1 m m^2$$

Choix de câble est : 1.5 m m²

III.3.7. Analyse économique :

	Prix unité(DA)	Nombre	Prix total(DA)
Onduleur	279997.31	1	27999.31
Batterie	57000	8	456000
câble	65	35	2340
Module PV	16800	16	268800
			755139.31

Tableau III.5 : Analyse économique

Chapitre IV :
Etude de l'impact
énergétique,
économique et
environnemental

IV.1.Introduction Logiciel Homer :

Étant donné les différents efforts des dernières années à travers le monde pour diminuer la dépendance au pétrole, beaucoup de ressources ont été mises de l'avant pour développer les énergies renouvelables et principalement, l'énergie éolienne et l'énergie solaire photovoltaïque. Ces énergies sont en forte croissance partout à travers le monde. Les outils comme les logiciels font partie des grandes réalisations concernant ces énergies à promouvoir. De nombreux logiciels existent maintenant pour modéliser, optimiser ou dimensionner les différents systèmes conçus à partir de l'énergie renouvelable. Beaucoup de ces logiciels sont spécialisés pour un type d'énergie particulier. Il en existe un bon nombre pour le solaire photovoltaïque ainsi que pour l'énergie éolienne.

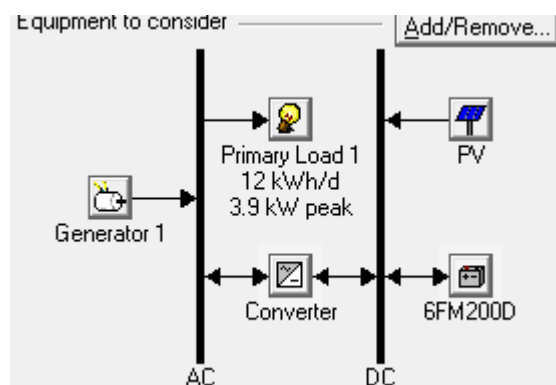


Figure IV.1 : Schéma du système PV avec un générateur et batterie.

IV.2.LES Résultats DE HOMER :

IV.2.1.Résultats énergétique système pv avec stockage :

Production	kWh/yr	%
PV array	8,211	89
Generator 1	979	11
Total	9,190	100

Consumption	kWh/yr	%
AC primary load	4,343	100
Total	4,343	100

Tableau IV.1 : Résultats énergétique du système PV avec un générateur et batterie .

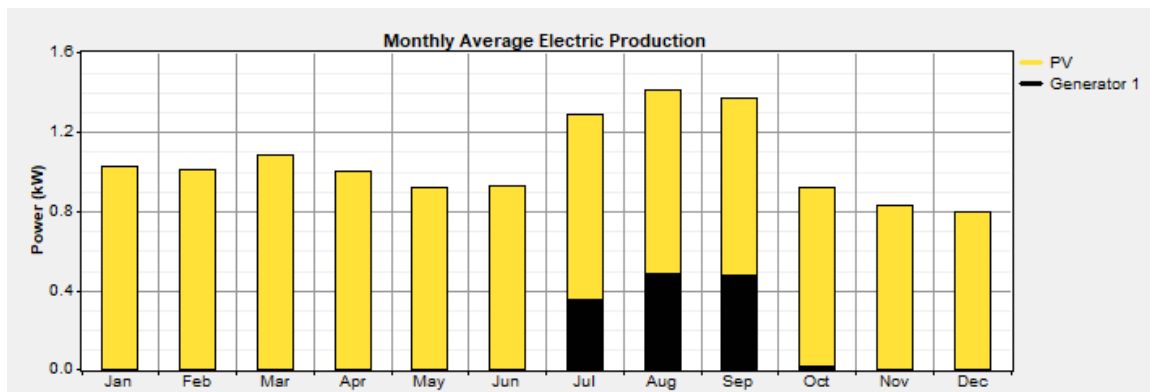


Figure IV.2 : Production électrique du système PV avec un générateur et batterie.

Ces résultats montrent la consommation énergétique d'une maison qui a un taux de consommation élevé durant les mois de juillet, août et septembre. On note également que la production d'énergie des panneaux solaires était supérieure à celle du générateur diesel.

IV.2.1.2. Résultat économique :

Le tableau (IV.2) affiche les résultats économiques du système PV avec un générateur.

Component	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$)	Fuel (\$)	Salvage (\$)	Total (\$)
PV	270,750	0	50,000	0	0	320,750
Generator 1	300,000	0	122,500,000	234,341	-28,813	123,005,544
Vision 6FM200D	600,000	2,750,000	0	0	-507,623	2,842,378
Converter	279,990	200,000	125,000	0	-66,667	538,323
System	1,450,740	2,950,000	122,675,000	234,341	-603,102	126,706,992

Tableau IV.2 : Résultats économique du système PV avec un générateur et batterie.

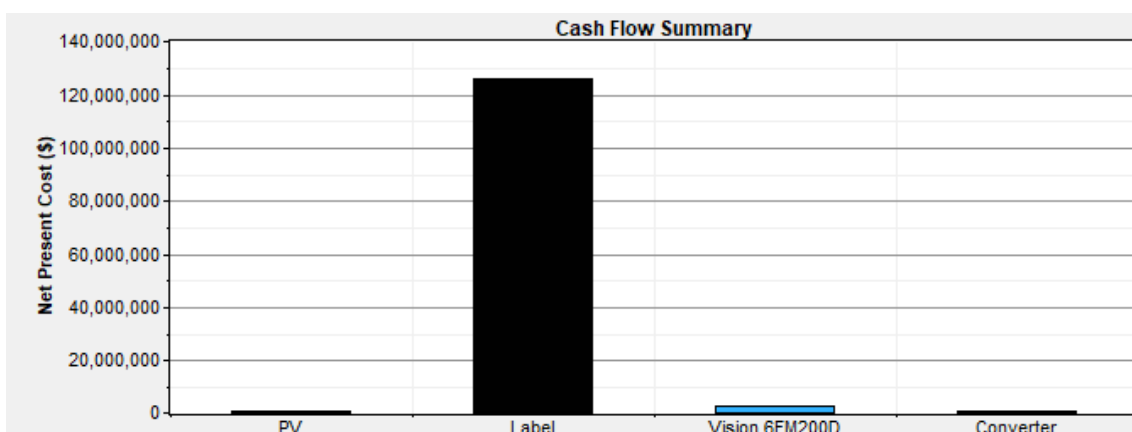


Figure IV.3 : générale cash système PV avec un générateur et batterie .

IV.2.1.3. Résultats environnemental :

Le tableau IV.3 : affiche les résultats environnementaux du système PV avec un générateur diesel.

Pollutant	Emissions (kg/yr)
Carbon dioxide	851
Carbon monoxide	2.1
Unburned hydrocarbons	0.233
Particulate matter	0.158
Sulfur dioxide	1.71
Nitrogen oxides	18.7

IV.2.2. Résultats énergétique système pv connectée ou réseau :

IV.2.2.1. Résultats énergétique :

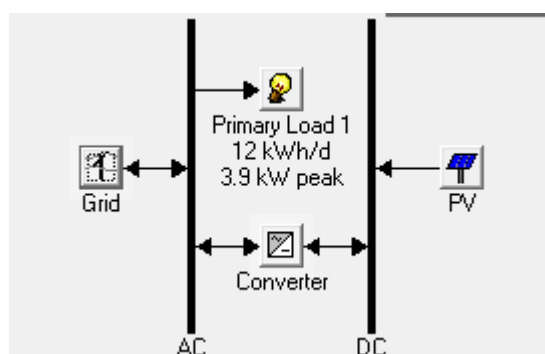


Figure IV.4 : Schéma du système PV connectée au réseau

Tableau IV.4 : Résultats énergétique du système PV connectée au réseau.

Production			Consumption		
	kWh/yr	%		kWh/yr	%
PV array	8,211	80	AC primary load	4,343	46
Grid purchases	2,054	20	Grid sales	5,100	54
Total	10,264	100	Total	9,443	100

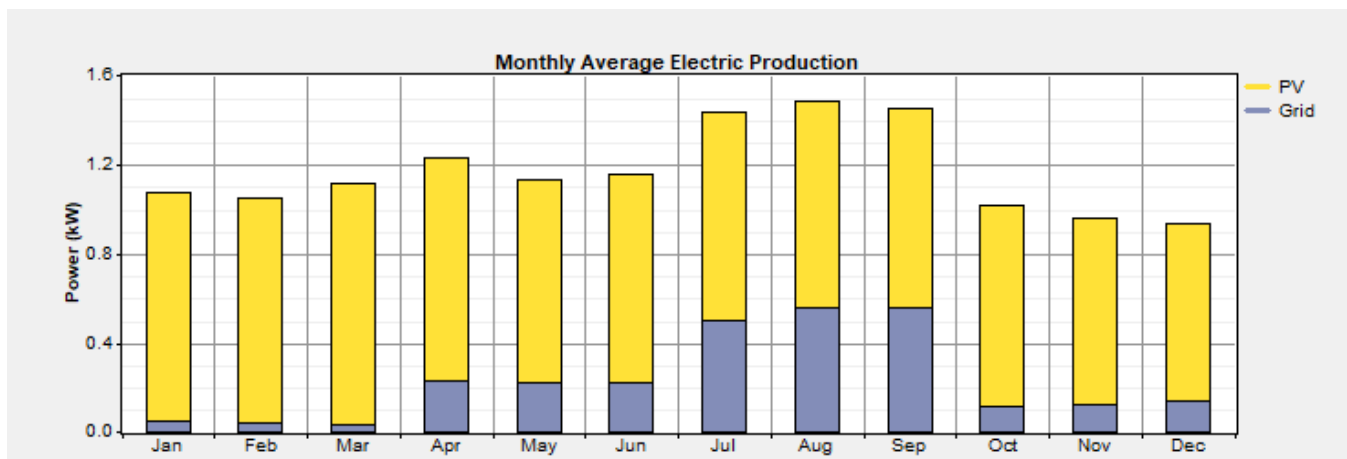


Figure IV.3 : Production électrique du système PV connectée au réseau.

IV.2.2.2. Résultats économique :

Le tableau (IV.5) affiche les résultats économiques du système PV connecté au réseau électrique.

Tableau IV.5: Résultats économique du système PV connecté au réseau électrique.

Component	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$)	Fuel (\$)	Salvage (\$)	Total (\$)
PV	270,750	0	250,000	0	0	520,750
Grid	5	0	-1,115,644	0	0	-1,115,638
Converter	27,999	200,000	0	0	-66,667	161,333
System	298,755	200,000	-865,644	0	-66,667	-433,556

IV.2.2.3. Résultats environnemental :

Le tableau (IV.6) affiche les résultats environnementaux du système PV connecté au réseau électrique.

Tableau IV.6: Résultats environnementaux du système PV connecté au réseau électrique.

Pollutant	Emissions (kg/yr)
Carbon dioxide	-1.925
Carbon monoxide	0
Unburned hydrocarbons	0
Particulate matter	0
Sulfur dioxide	-8.35
Nitrogen oxides	-4.08

IV.2.3. Comparative entre le système PV connecté au réseau électrique et système PV avec stockage et un générateur diesel :

IV.2.3.1. Comparative énergétique :

	Consommation (kWh/an)	Production PV (kWh/an)	Production Générateur diesel (kWh/an)	Production Réseau électrique (kW)	Perte d'énergie (kWh/an)
Système PV (kW) Avec stockage Générateur diesel	4343	8211	979		3841
Système PV (kW) connecté au Réseau électrique	9443	8211		2054	0

Tableau IV.7: Comparative énergétique.

Selon le tableau (IV.7), la comparaison énergétique entre le système PV avec stockage et un générateur diesel et le système PV connecté au réseau a montré que la perte de puissance est nulle lors de l'utilisation du système PV connecté au réseau. C'est beaucoup de perte d'énergie si vous utilisez un système PV avec stockage et un générateur diesel.

IV.2.3.2. Comparative économique :

	Total NPC (DA)
Système PV (kW) avec stockage et Générateur diesel	1,267,069
Système PV (kW) connecté Réseau électrique	-433,556

Tableau IV.8 : Comparaison économique.

Selon le tableau (IV.8), la comparaison économique après 25 ans entre le système PV avec stockage et générateur diesel et le système PV connecté au réseau a montré que le système PV connecté au réseau est beaucoup plus rentable que le PV. Avec le système de générateur diesel.

IV.2.3.3. Comparative environnementale :

Tableau IV.9 : Comparative environnementale.

Emission (kg/an)	Gaz carbonique	Monoxyde Carbone	Hydrocarbures non brûlés	Affaire particulière	Dioxyde de soufre	Oxydes d'azote
Système PV (kW) avec Générateur Diesel	2,546	6.29	0.696	0.474	5.11	56.1
Système PV (kW) connecté au Réseau électrique	-1,925	0	0	0	-8.35	-4.08

Selon le tableau n° (IV.9), la comparaison environnementale entre le système photovoltaïque avec

Un générateur diesel et un système photovoltaïque connecté au réseau ont montré que le système photovoltaïque connecté au réseau est beaucoup moins polluant que le système photovoltaïque avec générateur diesel.

Conclusion générale :

Le travail présenté dans ce mémoire concerne une application des plus actuelles des énergies renouvelables, celle de l'utilisation de l'énergie solaire photovoltaïque. Dans ce travail, on a traité une étude comparative entre un système PV stockage et système PV connecté au réseau électrique pour fournir l'électricité nécessaire à l'une maison.

Ainsi, à la fin de ce travail, nous sommes arrivés aux points suivants :

- Nous avons constaté que l'utilisation du système PV avec stockage est plus chère et moins efficace que le système PV connecté au réseau.
- Après avoir utilisé le programme HOMER, nous avons pu observer l'effet des conditions extérieures sur le fonctionnement du système photovoltaïque (température, éclairage).
- Le système PV connecté au réseau électrique est meilleure énergétique et économique et environnementale

Au final, cette étude a montré le grand avantage d'équiper une maison connectée au réseau électrique d'un système PV. Ou tout autre établissement.

- [1] Hananou Fatiha et Rouabah Aicha « Modélisation et simulation d'un système photovoltaïque » Mémoire de master, Université des sciences appliquées de Ouargla Kasdi Merbah, Algérie, 2014
- [2] Abbassen Lyes « Etude de la connexion au réseau électrique d'une centrale photovoltaïque » Mémoire de master, Université de génie électrique et d'informatique de Tizi Ouzou Mouloud Mammeri, Algérie, 2011
- [3] Bensaci Wafa « Modélisation et simulation d'un système photovoltaïque adapté par une commande MPPT » Mémoire de master, Université des sciences et technologie et sciences de la matière de Ouargla Kasdi Merbah, Algérie, 2012
- [4] Tarek Bouguerra « Optimisation d'un système photovoltaïque : application en continu et en alternatif » Mémoire de master, Université des sciences de la technologie de Constantine1 Mentouri, Algérie, 2014
- [5] Géométrie solaire sur site Internet.[http://www.outilssolaires.com/Glossaire/spin geometrie.htm](http://www.outilssolaires.com/Glossaire/spin_geometrie.htm)(consulté le 22/05/2009).
- [6] P. Bessemoulin, J. Oliiviéri. Le rayonnement solaire et sa composante ultraviolette. La météorologie 8e série n° 31 septembre (2000), 42-59
- [7] Zekai ,Sen. Solar Energy Fundamentals and Modeling Techniques, Springer 2008
- [8] Bent Sørensen. Renewable energy its physics, engineering, use, environmental impacts, economy and planning aspects. (3rd ed), Elsevier 2004
- [9] [9]Formateur Concepteur : SOUILAMAS Nesrine Copyright © IFEG/ ETB/DPF/Laboratoire ENR Développement : Laboratoire e-learning
- [10] V. Etienne, Physique de l'atmosphère; Phénomènes d'absorption et de diffusion dans l'atmosphère. Gautier Villard, Tome 3, Paris (1966).
- [11] S. KARROUT, « Etude théoriques et numériques des systèmes couples : distillateur plan-capteur et distillateur HOT BOX – capteur », mémoire Magister, Université de CONSTANTINE, 2009, pages 12-13.
- [12] F.MEZIANI, "Détermination du gisement solaire par traitement d'image MSG ", Mémoire de Magister, Université Mouloud Mammeri de TIZI-OUZOU, pages 3-4/7-8.

- [13] F.MERAD, "Conception d'un programme de calcul du rayonnement Solaire cas particulier de la région de Mostaganem", Mémoire Magister, Université ABDE Hamid Ibn BADI, 2013, pages 17-19-48-49-50.
- [14] site : <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php?map=africa&lang=fr>
- [15] DJOUNAIDI Karim 'Mémoire de fin d'étude master : Etude d'un système photovoltaïque autonome', université de Biskra 2013.
- [16] H.GHERDINE, B.YAH«Etude d'un système autonome d'énergie photovoltaïque Application au pompage hydraulique», Mémoire de Master, UNIVERSITÉ DE TLEMCEM, 2017, Page 4-32.
- [17] F. TRAHI," Prédiction de l'irradiation solaire globale pour la région de Tizi-Ouzou par les réseaux de neurones artificiels. Application pour le Dimensionnement d'une installation photovoltaïque pour l'alimentation de laboratoire de recherche LAMPA."Mémoire Magister, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 20, Pages 11
- [18] Angel Cid Pastor « Conception et réalisation de modules photovoltaïques électroniques ».Thèse de Doctorat. Institut National des Sciences Appliquées de Toulouse, 2006.
- [19] Djaafri Houssin « Etude et simulation d'un système photovoltaïque appliqué machineasynchrone » Mémoire de master, Université des sciences et de la technologie Ahmed Daria,
- [20] Adrar, Algérie, 2018
- [21] Benlahreche HOUSSEM Eddine « ETUDE ET optimisation d'un système de pompage Photovoltaïque » Mémoire de master en électrotechnique-Université de ConstantineMENTOURI, Algérie, 2012
- [22] Narimen Debili, « Etude et optimisation en environnement Matlab/Simulink d'un système de pompage photovoltaïque », mémoire de magister, université Constantine 1, 2015
- [23] Othmane Benseddik, Fathi Djaloud, « Etude et optimisation du fonctionnement d'un système photovoltaïque », mémoire de master, université Kasdi Marbah- Ouargala, 2012

- [24] Salaheddine Bensalem, « Effets de la température sur les paramètres et caractéristiques des cellules solaires », université Farhat Abbas- Setif, mémoire de magister, 2011.

ANNEXES

Annexes 1 : Facture d'électricité de polyclinique 2019.

رقم التعريف التجاري : 00100946030030029052 رقم التعريف الإحصائي : 000609019000163 بيان التعريف البريدي : 00799999000024036321 بيان التعريف البنكي : 00100946030030029052 الفاكس : العنوان : CHORFA العنوان : ROUTE DE GHARDAIA الهاتف : 029702732 الهاتف : 029702732 (مصلح الكهرباء : (مصلح الغاز :	Référence : 309026835005174 Nom et Prénom : MOUAFKI KHADIDJA Adresse : 004 CITE 40LOGTS BANIEHOIL/ N°RC : N°IS : Tel : : الهاتف Fax : Destinataire de facture :																					
Periode: Janv Trimestre 2019																						
الإستهلاك Consommation	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>التعرفة Tarif</th> <th>رقم العداد N° Compteur</th> <th>البيان الجديد Index nouveau</th> <th>البيان السابق Index ancien</th> <th>الفرق Difference</th> <th>معامل Coef.</th> <th>الإستهلاك Consommation (kwh)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ELEC. PMD= 6 Kw</td> <td>54 n 030155</td> <td>29502 R</td> <td>27133 R</td> <td>2369</td> <td>1.00</td> <td>2369.00</td> </tr> <tr> <td>GAZ.</td> <td>23 n 032084</td> <td>3538 R</td> <td>2535 R</td> <td>1003</td> <td>11.40</td> <td>11434.20</td> </tr> </tbody> </table>	التعرفة Tarif	رقم العداد N° Compteur	البيان الجديد Index nouveau	البيان السابق Index ancien	الفرق Difference	معامل Coef.	الإستهلاك Consommation (kwh)	ELEC. PMD= 6 Kw	54 n 030155	29502 R	27133 R	2369	1.00	2369.00	GAZ.	23 n 032084	3538 R	2535 R	1003	11.40	11434.20
التعرفة Tarif	رقم العداد N° Compteur	البيان الجديد Index nouveau	البيان السابق Index ancien	الفرق Difference	معامل Coef.	الإستهلاك Consommation (kwh)																
ELEC. PMD= 6 Kw	54 n 030155	29502 R	27133 R	2369	1.00	2369.00																
GAZ.	23 n 032084	3538 R	2535 R	1003	11.40	11434.20																
ملاحظات																						
التعرفة Tarif	رقم العداد N° Compteur	الإستهلاك / الشطر Consommation / tranche	سعر الوحدة Prix unitaire	المجموع (بدون) Montant HT	معدلة القيمة المضافة TVA	المجموع كامل الرسوم Montant TTC																
54 n	030155	Tranche 1	125.00	1.7787	744.70 09%	811.72																
		Tranche 2	125.00	4.1789	11110.57 19%	13221.58																
		Tranche 3	750.00	4.8120																		
		Tranche 4	1369.00	5.4796	78.66 09%	85.7																
(1)	54 n		2369.00	11933.93	2185.11	14119.0																
23 n	032084	Tranche 1	1125.00	0.1682	635.42 09%	692.4																
		Tranche 2	1375.00	0.3245	3821.84 19%	4547.																
		Tranche 3	5000.00	0.4025																		

Annexes 02 : affiche les caractéristiques techniques du type de panneau solaire choisi..

المستورد: ش.م.ل. اوزاق ارباب توابل الاستيراد.
العنوان: حي قوس 03

IFRI-SOL

Product Code
280020004021

Photovoltaic Module **IF-P280-60**

Rated Power (Pmpp)	280 Wp
Power Tolerance Range	(0~5) Wp
Open Circuit Voltage (Voc)	38.70 V
Max Power Voltage (Vmpp)	32.82 V
Short circuit current (Isc)	8.99 A
Max. Power Current (Impp)	8.54 A
Mechanical Load Test	5400 Pa
Max. System Voltage	1500 VDC
Max. Series Fuse Rating	16 A
Weight	19.5 Kg
Dimensions	1647 x 999 x 35 mm
Module Application	Class A

All technical data at standard test condition: Am 1.5, E=1000W/m², Tc=25°C

Warning / Electrical Hazard
Do not disconnect under load
This module produces electricity when exposed to light
Follow all applicable electrical safety precautions
Only qualified personal should install and perform maintenance work on
Be aware of high dangerous DC voltage when connecting modules
Do not damage or scratch the rear surface of the modules

MADE IN TUNISIA     

www.ifrisol.com

Annexes 03 : Affiche les caractéristiques techniques du type d'onduleur choisi.

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

Type de onduleur	Hybride	Marque	Growatt
Dimensions (H x L x P)	516 x 547 x 170 mm	Poids net	26
Plage de température de fonctionnement	-25°C ~ +60°C	Émission sonore, typique	< 25dB (A)
Autoconsommation (nuit)	< 3W	Topologie	Sans transformateur
Système de refroidissement	Natural	Indice de protection (selon IEC 60529)	IP65
Max. d'humidité (sans condensation)	100%	Garantie Distributeur	5 ans
Garantie Magasin	2 ans	Certificats	CE, GB3/GB9, CEI 0-21, AS 4777, VDE0126-1-1, IEB2109, AS/NZS 3100

ENTRÉE (DC)

Puissance PV max.	8000W	Plage de tension MPP	150V - 550V / 360V
Tension d'entrée min.	120V	Tension de démarrage	150V
Courant d'entrée max par MPP	12A / 12A	Nombre d'entrées MPP	2
Strings par entrée MPP	1		

SORTIE (AC)

Puissance sortie AC	6000W	Puissance apparente AC max.	4800W
Tension nominale AC / plage	230V / 180V - 280V	Fréquence du réseau AC	50Hz +/- 5Hz
Courant de sortie max.	27A	Facteur de puissance	0,8 capacitif - 0,8 inductif
Phases	Monophasé	Rendement max.	97,8%

SORTIE DC (BATTERIE)

Type de batterie	Batterie aux ions lithium, Batterie au plomb	Plage de tension	42V - 59V
Courant de charge max.	66A		

DISPOSITIFS DE PROTECTION

Déconnexion DC	Oui	Surveillance du défaut à la terre	Oui
Surveillance du réseau	Oui	Protection inversion de polarité DC	Oui
Résistance aux courts-circuits AC	Oui	Unité de surveillance du courant de défaut	Oui

Résumé :

Une comparaison entre le système d'énergie photovoltaïque avec stockage et le système d'énergie photovoltaïque raccordé au réseau électrique pour faire fonctionner la maison.

Ce travail présente l'échelle du système photovoltaïque avec stockage et à l'aide du programme HOMER, les résultats obtenus sont visualisés et analysés, suivis d'une comparaison des deux systèmes photovoltaïques avec le système de stockage et photovoltaïque connecté au réseau électrique en termes d'énergie, d'environnement et d'économie.

Le but de ce travail est de comparer le système photovoltaïque avec stockage, et le système photovoltaïque raccordé au réseau de production d'électricité à domicile à Ouargla. Après avoir utilisé le programme Homer.

Les résultats ont montré que le système photovoltaïque connecté au réseau est le meilleur pour la maison en termes d'énergie, d'économie et d'environnement.

يعرض هذا العمل النظام الكهروضوئي مع التخزين و يتم عرض النتائج التي تم الحصول عليها باستخدام برنامج (homer) وتحليلها ، تليها مقارنة بين نظامي الخلايا الكهروضوئية مع نظام التخزين والطاقة الكهروضوئية المتصل بشبكة الكهرباء من حيث الطاقة والبيئة والاقتصاد.

الهدف من هذا العمل هو مقارنة النظام الكهروضوئي مع التخزين ، والنظام الكهروضوئي المتصل بشبكة إنتاج الكهرباء المنزلية في ورقلة. بعد استخدام برنامج Homer.

أظهرت النتائج أن النظام الكهروضوئي المتصل بالشبكة هو الأفضل للمنزل من حيث الطاقة والاقتصاد والبيئة.

This work presents the scale of the photovoltaic system with storage and using the HOMER program, the results obtained are visualized and analyzed, followed by a comparison of the two photovoltaic systems with the storage and photovoltaic system connected to the electricity grid in terms of energy, environment and economy.

The aim of this work is to compare the photovoltaic system with storage, and the photovoltaic system connected to the home electricity production network in Ouargla. After using the Homer program.

The results showed that the grid-connected photovoltaic system is the best for the home in terms of energy, economy and the environment..

Les mots clés:

Le système photovoltaïque, connecté au réseau, Batterie, Onduleur, logiciel Homer, dimensionnement.