REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université Ahmed Draya Adrar

FACULTE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT : SCIENCES DE LA MATIERE

Mémoire de Master

Spécialité : Physique Energétique et énergie renouvelable

Présenté par

- M'HAMMEDI RACHIDA
- BEN AMRANI CHEIMA

Thème

ÉTUDE TECHNO-ÉCONOMIQUE D'UN SYSTEME PHOTOVOLTAIQUE (MAISON SOLAIRE) SUR LE SITE D'ADRAR

Encadré par : Pr. Ali BEN ATAILLAH

Année Universitaire 2019/2020

بسم الله الرحمن الرحيم

Résumé

Nous avons fait cette étude afin d'étudier dimensionnement et analyse des performances d'une maison solaire PV sur le site d'Adrar, nous sont intéressé à l'utilisation l'énergie solaire PV pour alimenter une maison de consommation énergétique ou électrique moyenne dans ce site d'Adrar avec les donnée climatique d'Adrar ensuite une dimensionnement simplifier de cette maison pour les **4** saisons de l'année , ensuite une simulation technique et économique avec logiciel RETScreen pour une année des données moyenne de consommation et gisement.

Mots clés : Photovoltaïque, dimensionnement, gisement, logiciel RETScreen, étude économique, maison solaire.

الملخص

قمنا بهذه الدراسة من اجل دراسة أداء وخواص استعمال الطاقة الكهروضوئية لتغذية وتزويد منزل شمسي في منطقة أدرار مع تقدير التكلفة الاقتصادية لاستهلاكها لطاقة في فصول السنة,ودراسة المحطة الشمسية وحجم بطاريات التخزين لهدا المنزل المبسط باستعمال تطبيق RETScreen . للأداء الاقتصادي والتقني لهدا المنزل خلال السنة باستخدام المعطيات المناخية للمنطقة أدرار.

الكلمات المفتاحية : الكهروضوئية ، التحجيم ، الإيداع ، برنامج RETscreen ، الدراسة الاقتصادية ، المنزل الشمسي.

Summary

This work deals with the sizing and analysis study of the performance of a solar house on the adrar site, we are interested in the solar PV use to power a house of average consumption in this adrar site with a simplified sizing. Of this house for the **4** seasons then a given economic technical simulation with RETScreen for an average year

Keywords: Photovoltaic, sizing, deposit, RETScreen software, economic study, solar house.

Remerciements

Le début de l'action de grâce à Dieu Tout-Puissant, à Lui est toute louange et grâce à Lui, c'est tout ce qu'Il nous a aidés et nous a inspiré de la patience avec les difficultés que nous avons affrontées pour accomplir cette humble œuvre, afin que nous en fassions une science qui en bénéficierait.

- Merci également à chaque enseignant qui nous a fait part de ses connaissances depuis les premières étapes de l'étude jusqu'à maintenant.

- Nous remercions également le superviseur du stade **(ALI BENATAILLAH)** pour ses précieux conseils, car il a les plus hautes expressions de gratitude et de gratitude de notre part.

- Nous remercions également tous ceux qui nous ont tendu la main de près et de loin.

En fin de compte, nous ne pouvons nous empêcher de prier Dieu Tout-Puissant de nous donner des conseils pour nous guider et de nous guider.

Cheima et Rachida

Dédicaces

- À qui je le préfère à moi-même, et quand non, vous avez ri pour moi et n'avez épargné aucun effort pour me rendre heureuse, pour toujours réaliser mes vœux pour ma mère bien-aimée **(Fatima Hadj Hamo)** Que Dieu prolonge sa vie.

- Nous marchons dans les chemins de la vie, et il reste quelqu'un qui nous guide dans chaque chemin que nous suivons, avec un bon visage et de bonnes actions. Il ne m'a pas épargné toute sa vie mon cher père **(Mohammed)** que Dieu prolonge sa vie.

- Pour notre pays, ils ont gagné un cadeau du destin, mes frères, et ils connaissaient le sens des frères, et ils ont eu un impact sur de nombreuses difficultés et obstacles, chacun selon son nom et sa position.

- Au compagnon de route, je vous adresse mes salutations et mes vœux que vous restiez mon compagnon dans toutes mes joies et gloires **(Abdullah Baàla).**

- À mes amis **(Cheima, Djamila, Fatima)** et à toute ma famille. Et tous ceux qui ont oublié la plume et le cœur l'ont sauvé. Je vous donne mon mémo, appelant le Dieu Tout-Puissant à prolonger votre vie et à vous bénir par de bonnes actions.

Rachida

Dédicaces

Je dédie ces modes Te travail

Ames très chers parents.

Ames frères et sœurs.

A mon mari et mon bébé chéri.

« Mohamed Wassim »

Atous mes amis.

A tous ceux qui ont contribué de prés ou de loin à la réalisation de ce travail.

Cheima

Sommaire :

Résumé.....i

Remerciements….....ii

Dédicace iii

Sommaire.....v

Nomenclature..... x

Liste des figures.....xiv

Liste des tableaux.....xvi

1.Introduction générale……....1

Chapitre I : généralités sur les énergies solaires photovoltaïque

I.1 Introduction.....4

I.2 Gisement solaire.....4

I.2.1 Soleil.....4

I.2.2 Constante solaire.....5

I.2.3 Mouvement de la Terre autour du Soleil.....5

I.2.4 Position du soleil par rapport à terre.....6

I.2.4.1 Repérage d'un site à la surface de la terre.....6

I.2.4.2 La trajectoire apparente du soleil.....7

I.3 Rayonnement solaire.....10

I.3.1 Composantes du rayonnement solaire.....11

I.3.1.1 Rayonnement direct.....11

I.3.1.2 Rayonnement diffus.....11

I.3.1.3 Rayonnement réfléchi.....11

I.3.1.4 Rayonnement global.....11

I.3.2 Appareils de mesure du rayonnement solaire…….....12

I.3.2.1 Pyrhéliomètres..... ….....12

I.3.2.2 Pyranomètre..... 12

I.3.2.3 Pyrradiomètres..... 12

I.3.2.4 Héliographes..... 12

I.4 Flux solaire dans le sud d'Algérie.....13

I.5 Energie solaire photovoltaïque.....14

I.5.1 Systèmes photovoltaïque.....14

I.5.2 Technologies et types de cellules photovoltaïques 14

I.5.2.1 Caractéristiques du Silicium.....15

I.5.2.2 Cellules mono- cristallines..... 15

I.5.2.3 Cellules poly-cristallines.... 16

I.5.2.4 Cellules amorphes..... 16

I.5.3 Eléments d'un système photovoltaïque..... 17

I.5.3.1 Modules photovoltaïques (générateur).....17

I.5.3.2 Stockage..... 18

I.5.3.3 Régulateur..... 18

I.5.3.4 Batterie solaire …….....18

I.5.4 Panneaux photovoltaïques..... 19

I.5.5 Avantages et inconvénients de l'énergie photovoltaïque.....19

I.5.6 Inconvénients du photovoltaïque..... 19

I.6 Photovoltaïque en l'Algérie. 19

I.7 Domaines d'application de l'énergie photovoltaïque 20

I.8 Conclusion..... 20

Chapitre II: modèle de dimensionnement d'une maison solaire (site d'Adrar).

II.1 Introduction.....22

II.2 Définition et but du dimensionnement.....22

II.3 Les Méthode de dimensionnement.....22

II.3.1 Méthode de la probabilité d'erreur dans la consommation……22

II.3.2 Méthode du pire mois…….22

II.3.3 Méthode de la moyenne annuelle……...23

II.3.4 Méthode LSPS……23

II.3.5 Méthode des heures équivalentes……23

II.3.6 Méthode itérative……23

II.3.7 Méthode utilisabilité solaire……23

II.3.8 Méthodes simplifié (Intuitives)…… ……...23

II.4 Différentes configurations des systèmes photovoltaïques …….24

II.5 Etapes de dimensionnement …….…..24

II.5.1 Etape I. Consommation énergétique d'utilisation ou charge.....24

II.5.2 Etape II. Energie solaire récupérable énergie solaire de générateur.....25

II.5.2.1 Inclinaison et orientation optimales des modules photovoltaïques….....25

II.5.2.2 PRÉSENTATION DU SITE 26

II.5. 2.3 Ombrage ou repérage des masques.. 26

II.5.3 Etape III. Données météorologiques.....27

II.5.4 Etape IV. Dimensionnement du générateur photovoltaïque.....27

II.5.4.1 Calcul de la puissance crête requise par l'installation.....28

II.5.4. 2 Tension de fonctionnement du champ photovoltaïque….....28

II.5.5 Etape V. Nombre du module photovoltaïque.....28

II.5.5.1 La surface du générateur photovoltaïque.....28

II.5.6 Etape VI. Dimensionnement du parc de batteries.....29

II.5.6.1 Nombre des jours d'autonomie.....29

II.5.6. 2 La capacité des Batteries.....29

II.5.6.3 La durée de vie d'une batterie solaire…….....30

II.5.7 Etape VII. Dimensionnement du régulateur de charge.....31

II.5.7.1 Technologies des régulateurs.....32

II.5.8 Etape VIII. Dimensionnement de l'onduleur.....33

II.5.9 Etape IX. Le dimensionnement des câbles électriques solaires.....34

II.6 Application d'une maison solaire dans le site d'adrar.....34

II.7 CONCLUSION.....51

Chapitre III : Analyse techno Économique d'une maison solaire (Application site d'Adrar)

III.1 Introduction……..……..…53

III.2 Presentations de RETSCREEN (RET Screen clean Energy Management Software)…… … ……53

III.2.1 RET Screen Expert …….53

III.2.2 Domaines d'utilisation de logiciel RETscreen……54

III.2.3 But de RETscreen……..54

III.3 Présentation d'une maison solaire……..55

III.3.1 Données climatiques de site d'ADRAR …….55

III.3.2 Étape de choix de l'élément de système photovoltaïque…….…….57

III.3.3 Configuration et consommation de maison solaire…….57

III.3.3.1 Premier cas d'étude en Hiver…….58.

III.3.3.2 Deuxième cas d'étude en Printemps……..58

III.3.3.3 Troisième cas d'étude en été……..59

III.3.3.4 Quatrièmes cas d'étude en Aoutons…….…….59

III.3.4 L'étude performance de la maison solaire ……....60

III.3.4.1 Diagramme de la consommation……..60

III.3.4.2 Diagramme de la puissance……..61

III.3.5 L'étude financière de maison solaire…….62

III.3.5.1 Analyse d'émissions GES…….……62

III.3.5.2 Analyse économique de maison solaire……..63

III.3.6 Conclusion…….65

Conclusion générale ... .67

Références bibliographiques.....69

NOMENCLATURE

Symboles	Définition	Unité *SI*
θ	Latitude	**rad**
δ	Déclinaison	**rad**
ω	L'angle horaire du soleil.	**rad**
ω_s	L'angle horaire du soleil à son coucher.	**rad**
α	Azimut.	**rad**
K	Constante solaire	**(w/m2)**
h	hauteur angulaire du soleil	**m**
φ	Longitude.	**rad**
S	Surface du module photovoltaïque.	**m²**
Ec	énergie consommée	**(Wh)**
P	puissance de fonctionnement de l'appareil	**(W)**
T	temps d'utilisation	**(h)**
Pi	Puissance électrique d'un appareil « *i* » exprimée en Watt.	**Watt (W).**
Ti	Durée d'utilisation de cet appareil « *i* »	**(h/j)**
Ej	l'énergie consommée.	**(Wh/j)**.
η_{PV}	le rendement des modules photovoltaïque.	/
Hb	le rendement des batteries.	/
H	la moyenne de l'irradiation solaire reçue.	/
H_G	le rendement de générateur**.**	/

S(PV)	la surface totale des panneaux PV	**(m^2)**
$S_{panneaux}$	la surface d'un seul panneau.	**(m^2)**
$\boldsymbol{Vch}$	Tension total du champ.	**(V)**
$\boldsymbol{Vn}$	La tension délivrée par un seul panneau photovoltaïque	**(V)**
Nm	nombre total de panneaux photovoltaïques.	/
Ns	nombre de panneaux connectés en série.	/
Cch	capacité du champ de batterie en ampère. Heure	**(Ah)**
Ec	énergie consommée par jour	**(Wh/j)**
N	nombre de jour d'autonomie	/
D	Décharge maximale admissible (0,8 pour les batteries au plomb)	/
U	tension de la batterie	**(V)**
Vch	tension du champ	**(V)**
Vbatterie	la tension de la batterie	**(V)**
Cch	capacité totale du champ de batteries associée à toute l'installation photovoltaïque.	**(Ah)**
Cbatterie	capacité d'une batterie.	**(Ah)**
Np	Nombre de batterie en parallèles	/
Ns	Nombre de batteries en séries	/
R	la résistance	**(Ω)**
P	la résistivité	**(Ω.m)**
L	la longueur du câble	**(m)**
S	la section du câble s	**(mm^2)**
Pch	la puissance crête du champ de photovoltaïque	**(W)**

Abréviations :

Symboles	Définition
Si	Silicium
PV	Photovoltaïque
(Cd Te)	tellurure de cadmium
(GaAs)	l'arséniure de gallium
(CIS)	cuivre et d'indium
TSV	Temps solaire vrai
ΔT	La différence de température entre ces deux surfaces
ASA	L'agence spatiale
SiO_2	Dioxyde de silicium
GES	Gaz effet de serre
LPSP	**L**oss of **P**ower **S**upply **P**robability

Liste des figures et

Liste des tableaux

Liste des figures

Chapitre I

Figure (I.1) : Mouvement de la terre autour du soleil…….6

Figure (I.2) : Les coordonnées terrestres d'un lieu donné……..7

Figure (I.3) : Déclinaison solaire en fonction du jour de l'année……...8

Figure (I.4) : Représentation de la déclinaison et de l'azimut……9

Figure (I.5) : Spectrale du rayonnement solaire……10

Figure (I.6) : Les Composante du rayonnement global sur un plan horizontal……...11

Figure (I.7): Carte de la durée d'ensoleillement moyenne année en heure (1983-2012)……..…14

Chapitre II

Figure (II.1) : Schématisation des angles pour un plan incliné…….25

Figure (II.2) : Batterie solaire gel 12V……..31

Figure (II.3): régulateur de charge……32.

Figure (II.4): le rôle de l'onduleur…….33

Figure (II.5): le câble solaire…….34

Figure (II.6):caractéristique techniques des panneaux PV……...41.

Figure (II.7) : La batterie solaire à utiliser pour l'installation……46

Chapitre III

Figure (III.1) : capture d'écran de logiciel RETscreen Expert……..54

Figure (III.2) : capture d'écran de lieu du la région d'Adrar…….55

Figure (III.3) : capture d'écran des données climatiques……...56

Figure (III.4) : capture d'écran des informations de projet……56

Figure (III.5) : capture d'écran de choix du type PV pour la maison solaire……57

Figure (III.6) : capture d'écran de la consommation journalière en Hiver……58

Figure (III.7) : capture d'écran de la consommation journalière en Printemps……58

Figure (III.8) : capture d'écran de la consommation journalière en été……59

Figure (III.9): capture d'écran de la consommation journalière en L'automne…….59

Figure (III.10): capture d'écran d'un feuil de la consommation de chaque mois…..60

Figure (III.11): capture d'écran de diagramme de la consommation……..…61

Figure (III.12): capture d'écran du diagramme de la puissance……..…61

Figure (III.13): capture d'écran de feuille calcul et analyse des réductions émissions GES…….….62

Figure (III.14): capture d'écran de la feuille de calcul et analyse des coûts…….63

Figure (III.15): capture d'écran de graphe du flux monétaires cumulatifs……64

Liste des tableaux

Chapitre I

Tableau (I.1) : Caractéristiques principales du soleil……5

Tableau (I.2) : potentiel solaire dans l'Algérie…….……13

Tableau (I.3): Caractéristique du silicium……15

Tableau (I.4): Les différents types des cellules……17

Chapitre II

Tableau (II.1) : Relation entre la latitude et l'inclinaison des panneaux pour une Utilisation annuelle……26

Tableau (II.2) : Les tensions correspondantes à chaque intervalle de puissance crête ……..28

Tableau (II.3): les nombre des jours autonomie……..……..29

Tableau (II.4) : la puissance moyenne de chaque appareil……35

Tableau (II.5) : besoin énergétique journalière $\mathbf{Ej_h}$ d'une maison..…….....36

Tableau (II.6) : besoin énergétique journalière $\mathbf{Ej_é}$ d'une maison……36

Tableau (II.7) : besoin énergétique journalière $\mathbf{Ej_p}$ d'une maison…….....37

Tableau (II.8) : besoin énergétique journalière $\mathbf{Ej_A}$ d'une maison…….....37

Tableau (II.9): le besoin énergétique journalière de maison (été)……..39

Tableau (II.10): le besoin énergétique journalière de maison $\mathbf{Ej_H}$ (hiver)…….39

Tableau (II.11): le besoin énergétique journalière de maison (printemps)……..40

Tableau (II .12): le besoin énergétique journalière de maison (L'automne)…….40

Tableau (II.13): le flux solaire moyen journalier pour les **4** saisons d'année (Site d'Adrar)…….41

Tableau (II.14) : Tensions des différentes installations……...43

Tableau (II.15) : Résultats du dimensionnement pour les un seul système……..…50

Introduction générale

Introduction générale

Devant la demande croissante de l'énergie électrique, essentiellement pour les sites isolés (régions sahariennes, régions montagneuses), où le raccordement au réseau électrique public est très couteux, l'énergie solaire photovoltaïque constitue la solution la plus avantageuse. Car elle est inépuisable, propre et offre une grande sécurité d'utilisation. Les systèmes photovoltaïques ne nécessitent aucun apport extérieur de combustible.

De plus, le générateur lui-même ne contient aucune pièce mobile et ne requiert donc pratiquement pas d'entretien. Par conséquent, les coûts d'opération et de maintenance sont relativement faibles. Pour ces raisons, cette source d'énergie convient particulièrement bien pour les utilisations en milieu rural et saharien. Où les populations sont réparties dans de petites communautés et la demande énergétique est relativement faible.

L'Algérie c'est pays de la grande surface **2 milionKm^2** et **44milion** population qui de pace, cette énergie convient pratiquement pour notre pays qui à lancée beaucoup des projets dans ce domaine plus de **30** projets centrale PV dans les trois dernières années.

La wilaya d'Adrar c'est un grand pays du l'Algérie d'un surface plus de **400.000Km^2** et une population qui répartir plus de **300** Ksar (groupement de population) en plus de l'existence de projets modernes de recherche d'agriculture et pétrolienne.

L'alimentions avec les réseaux électrique de ces groupements est très très coûteuse avec des problèmes techniques(le vent, la température,…..etc) et donc l'utilisation de PV est une solution interésence et promoteurs mais néssécite une très bon étude du gisement solaire et les caractéristiques et consommation de l'utilisation.

Notre objective était de faire une étude d'utilisation d'énergie solaire PV pour alimenter une maison d'une consommation électrique moyenne sur une année.

Nous avons fait un pré dimensionnent avec une méthode simple pour estimée la taille des générateur PV et le parc du stockage en fonction des donnée moyenne du flux solaire d'Adrar et la consommation électrique moyenne de cette maison.

Après on analyse les performances techniques et économique par simulation avec un logiciel de cette maison sur une année.

Pour ce but on a divisée notre étude **3** chapitres :

- Le premier chapitre a été consacré aux généralités sur l'énergie solaire, dans ce chapitre, nous présentons tout d'abord, globalement Gisement solaire, puis on mettra l'accent sur l'énergie solaire photovoltaïque qui nous intéresse particulièrement dans cette étude.
- Deuxième chapitre nous présentation des chaque méthodes et étapes de dimensionnement et l'application d'une maison solaire (site d'Adrar) de le chaque saison.
- Enfin, dans le chapitre Troisième, nous présentons l'Analyse techno Économique d'une maison solaire (Application site d'Adrar).

Ce travail sera bien évidement finalisé par une conclusion générale.

Chapitre I : généralités sur les énergies solaires photovoltaïque

I.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous essayons de faire la lumière sur certains des concepts liés au rayonnement solaire, comme les composantes du rayonnement solaire et l'énergie photovoltaïque, les panneaux photovoltaïque……etc.

I.2 Gisement solaire

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.

I.2.1 Soleil

La principale source d'énergie est le soleil, c'est une étoile du système solaire la plus proche de la terre qui est situé à une distance d'environ **$150x10^6$km** de la terre, le soleil libère d'énormes quantités d'énergies qui, après avoir parcouru cette distance atteignent la surface de la terre, il produit un rayonnement qui peut être assimilé, en première approximation, à celui d'un corps noir à **5800°k**.

Ce rayonnement émis par le soleil sous forme d'ondes électromagnétiques, et reste environ **8 min** à nous atteindre. Sa lumière, à une vitesse de **300000 km/s**, Les **98%** de l'énergie émise se situent dans la bande de longueur d'onde comprise entre **0.25** et **3µm**.

Sur le plan humain, le soleil a une importance primordiale car il est à l'origine de la vie sur terre, en lui fournissant d'énormes quantités d'énergie appelé éclairement énergétique, qui permet la présence de l'eau à l'état liquide et la photosynthèse des végétaux. Le rayonnement solaire est aussi responsable du climat et des phénomènes météorologiques.

En va représenter quelques caractéristiques principales du soleil [1]:

Caractéristique Valeur	Valeur
Masse	**$1.989X10^{30}$Kg**
Diamètre	**$1.392X10^{9}$m**
Masse Volumique moyenne	**1410Kg m^{-3}**
Puissance rayonnée	**$3.83X10^{26}$W**
Température Super	**5780K**

Tableau (I.1) : caractéristique principale du soleil.

I.2.2 Constante solaire

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, c'est ce que l'on appelle la constante solaire K. [2]

$$K=1367\ W/m^2.$$

I.2.3 Mouvement de la Terre autour du Soleil

La terre décrit autour du soleil une orbite elliptique quasi-circulaire avec une période de **365,25j**. Le plan de cette orbite est appelé plan de l'écliptique. C'est au solstice d'hiver (21 décembre) que la terre est le plus près du soleil **$147x10^{6}$Km** et au solstice d'été qu'elle en est le plus éloigné **$153x10^{6}$Km**, la distance moyenne étant de **$150x10^{6}$Km**. La terre coupe le petit axe de son orbite aux équinoxes de printemps (21 Mars) et d'automne (21 septembre). Elle tourne sur elle-même avec une période de **24 h**. Son axe de rotation (l'axe des pôles) à une orientation fixe dans l'espace, il fait un angle avec la normale du plan de l'écliptique [3,4].

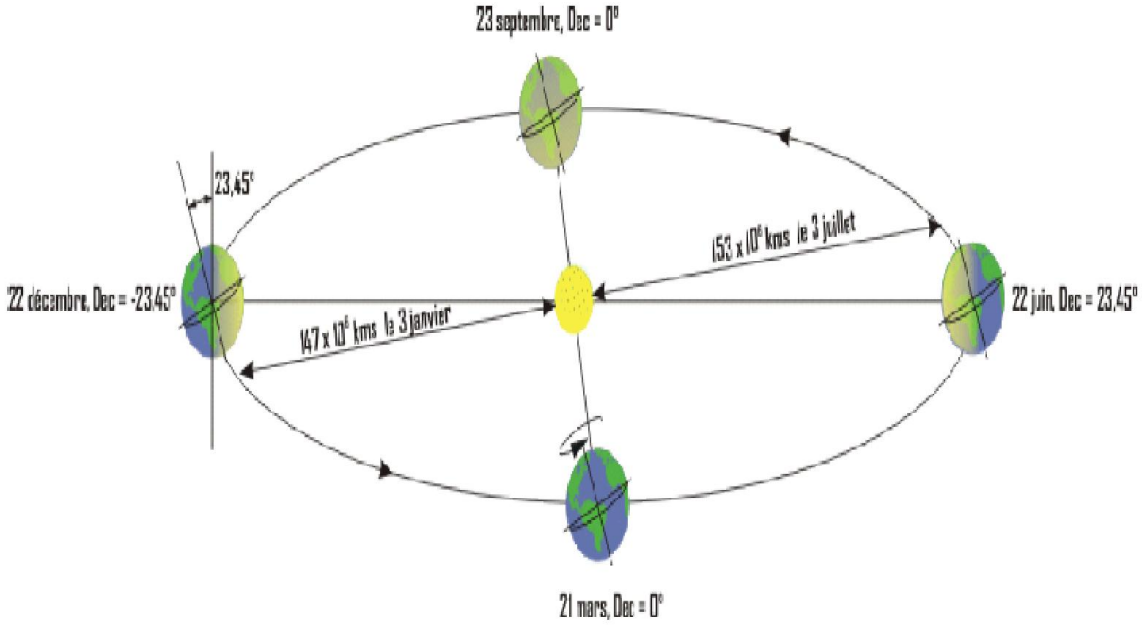

Figure. (I.1): Mouvement de la terre autour du soleil

L'axe de rotation de la Terre sur elle-même est incliné par rapport au plan de l'écliptique céleste. On appelle déclinaison **δ**l'angle formé par l'axe Terre -Soleil avec le plan équatorial. La déclinaison varie de **+23^{0}27** solstice d'été (21 juin), à **-23^{0}27** solstice d'hiver (23 décembre), elle s'annule deux fois par an les 21 mars et 23 septembre (ce sont les équinoxes) et elle est responsable des saisons. Les parties diurnes et nocturnes de la journée ont alors la même durée aux équinoxes la déclinaison passe par **0^0** (**-23^{0}27 <δ< + 23^0 27**) [5].

I.2.4 Position du soleil par rapport à la terre

La position du soleil dans le ciel peut être déterminée comme une référence importante pour le temps et la position de l'observateur sur la terre.

I.2.4.1 Repérage d'un site à la surface de la terre

Pour obtenir les coordonnées d'un emplacement spécifique sur la surface de la terre, les éléments suivants doivent être spécifiés. [2]

a. Latitude θ

C'est l'angle que fait le plan de l'équateur avec la direction reliant le centre de la terre à l'hémisphère sud.

b. Longitude φ

C'est l'angle que fait le méridien local passant par le point considéré avec le méridien d'origine passant par la ville de Greenwich. Sa valeur est positive à l'ouest et négative à l'est de la méridienne origine.

c. Méridien

Grand cercle de la terre passant par les pôles. Tous les points d'un même méridien ont évidemment la même longitude ; le méridien pris pour origine (**0°**) des longitudes est celui de Greenwich. Le plan méridien en un lieu est déterminé par ce lieu et par l'axe des pôles; satrape au sol est parfois dénommée méridienne [4].

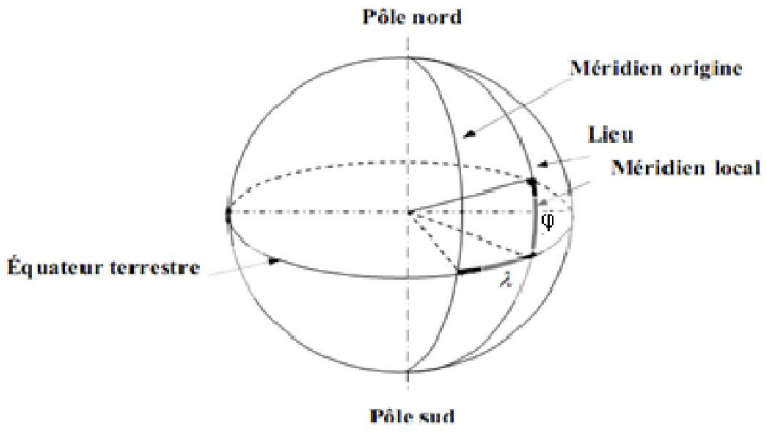

Figure (I.2) : Les coordonnées terrestres d'un lieu donné.

I.2.4.2 La trajectoire apparente du soleil

Pour déterminer la position du soleil dans le sous-sol céleste à tout moment de la journée, en utilisant les deux systèmes de coordonnées : [2]

a) Coordonnées équatoriales

Les coordonnées équatoriales ne sont pas liées à la position de l'observateur à la surface de la Terre, mais elles sont liées au temps d'observation, à travers lequel la position du soleil est exprimée sous deux angles

- **La déclinaison δ**

C'est l'angle formé par le vecteur Soleil-Terre avec le plan équatorial. Elle est due àl'inclinaison de l'axe des pôles terrestre par rapport au plan écliptique, ce qui est traduit par les différentes saisons. Elle varie au cours de l'année entre **-23,27°** et

+23,27°. Elle est nulle aux équinoxes de printemps (**21mars**) et d'automne (**23 septembre**), et maximale aux solstices d'été (**22 juin**) et d'hiver (**22 décembre**).

La variation journalière de la déclinaison est d'environ de **0,5°.** Elle est calculée par une équation simple approximative [5]

$$\boldsymbol{\delta = 23.45 \sin\left[\frac{360}{365}(284 + N)\right]} \qquad (I.1)$$

Avec :

N : c'est le nombre des jours de l'année.

La figure suivant montre le changement de la déclinaison solaire en fonction du jour de l'année

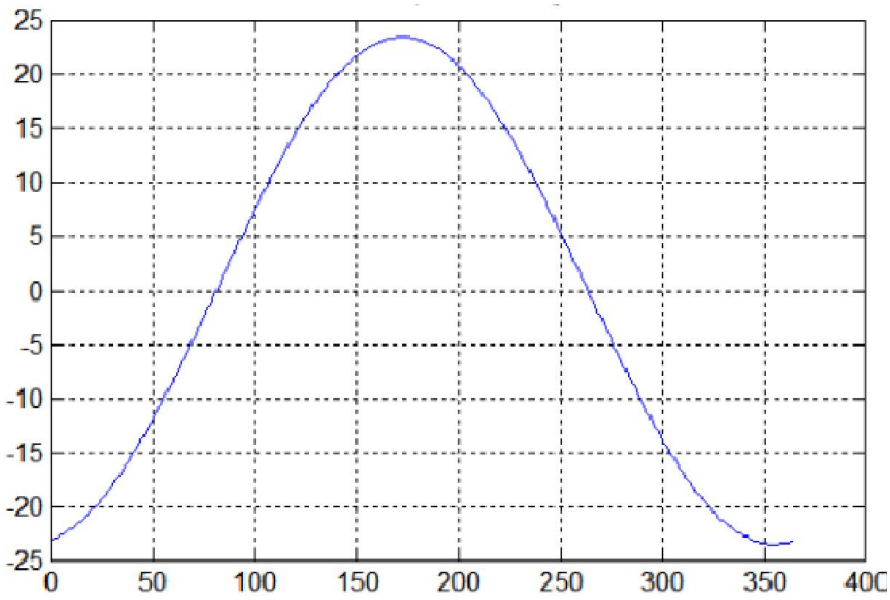

Figure (I.3) : Déclinaison solaire en fonction du jour de l'année.

- **Angle horaire du soleil et angle horaire du soleil à son coucher ω_s**

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 : [2]

$$\omega_s = 15\,(TSV - 12) \qquad (I.2)$$

Ou :

TSV c'est le temps solaire vrai qui sera déterminé par l'équation suivant :

$$TSV = 15 + \omega s/12 \qquad (I.3)$$

b) Les coordonnées horizontales

Le soleil est repéré par les grandeurs suivantes :

- **Azimut α**

C'est l'angle compris entre le méridien du lieu et le plan vertical passant par le soleil, l'azimut nul ne correspond à la direction sud dans l'hémisphère nord et la direction nord dans l'hémisphère sud. L'orientation Est correspond à l'azimut **α = -90°,** et l'orientation Ouest à **α = + 90°.**

$$\cos\alpha = (\sin\gamma \sin\theta - \sin\delta)/ \cos\gamma \cos\theta \qquad (I.4)$$

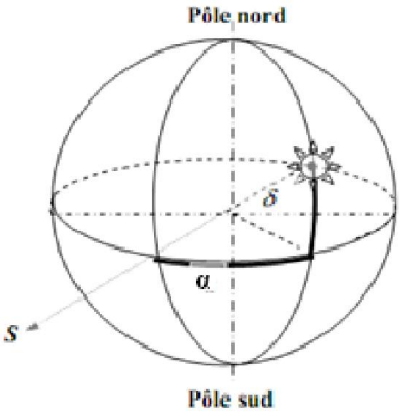

Figure (I.4) : Représentation de la déclinaison et de l'azimut.

- **La hauteur angulaire du soleil h**

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 la relation suivante : [2]

$$\sin h = \sin(\varphi) \times \sin(\delta) + \cos(\varphi) \times \cos(\delta) \times \cos(\omega) \qquad (I.5)$$

I.3 Rayonnement solaire

Le soleil émet un rayonnement électromagnétique compris dans une bande de longueur d'onde variant de **0,22µm** à **10µm**.

La figure (I.4) représente la variation de la répartition spectrale énergétique.

L'énergie associée à ce rayonnement solaire se décompose approximativement a :

- **9%** dans la bande des ultraviolets (**<0,4µm**).
- **47%** dans la bande visible (**0,4 à 0,8µm**).
- **44%** dans la bande des infrarouges (**>0,8µm**).

L'atmosphère terrestre reçoit ce rayonnement à une puissance moyenne de **1,37 kW/m²**, a plus ou moins **3%,** selon que la terre s'éloigne ou se rapproche du soleil dans sa rotation autour de celui-ci. L'atmosphère en absorbe toutefois une partie, de sorte que la quantité d'énergie atteignant la surface terrestre dépasse rarement **1200 W/m²**.

La rotation et l'inclinaison de la terre font également que l'énergie disponible en un point donné varie selon la latitude, l'heure et la saison. Enfin, les nuages, le brouillard, les particules atmosphériques et divers autres phénomènes météorologiques causent des variations horaires et quotidiennes qui tantôt augmentent, tantôt diminuent le rayonnement solaire et le rendent diffus. [7]

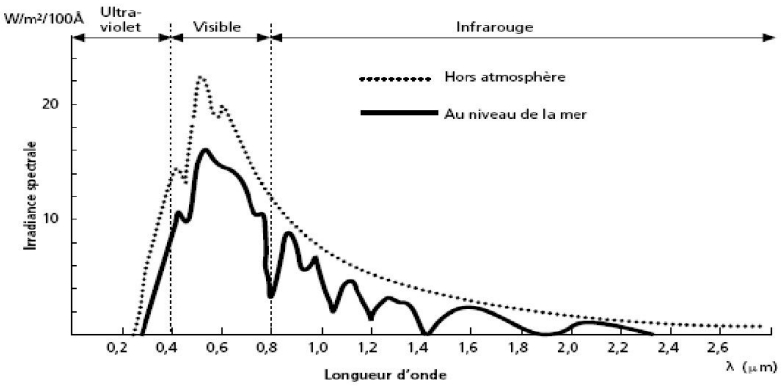

Figure (I.5) : spectre du rayonnement solaire. [7]

I.3.1 Composantes du rayonnement solaire

Lors de la traversée de l'atmosphère, le rayonnement solaire subit diverses déperditions du fait de son absorption par les gaz atmosphériques et la vapeur d'eau. Donc, on distingue trois composantes :

I.3.1.1 Rayonnement direct

Le rayonnement direct c'est le rayonnement reçu directement de soleil sans diffusion par l'atmosphère.

I.3.1.2 Rayonnement diffus

Le rayonnement diffus c'est le rayonnement solaire provenant de toute la voûte céleste, le rayonnement est dû à l'absorption et à la diffusion d'une partie du rayonnement solaire par l'atmosphère (les molécules d'air, les gouttelettes d'eau, les poussières, …) et à sa réflexion par les nuages.

I.3.1.3 Rayonnement réfléchi

Le rayonnement réfléchi c'est le rayonnement solaire qui est réfléchi par le sol ou par des objets se trouvant sur sa surface. Ce rayonnement dépend de l'albédo du sol (environnement du site), et il peut être important lorsque le sol est particulièrement réfléchissant (neiges, eau, etc.). Il faudra en tenir compte pour évaluer le rayonnement sur des plans inclinés. Donc, le rayonnement global est la contribution de diverses composantes du rayonnement solaire.

I.3.1.4 Rayonnement global

Est la somme de tous les rayonnements reçus, y compris le rayonnement réfléchi par le sol et les objets qui se trouvent à sa surface, Il est mesuré par un pyranomètre.

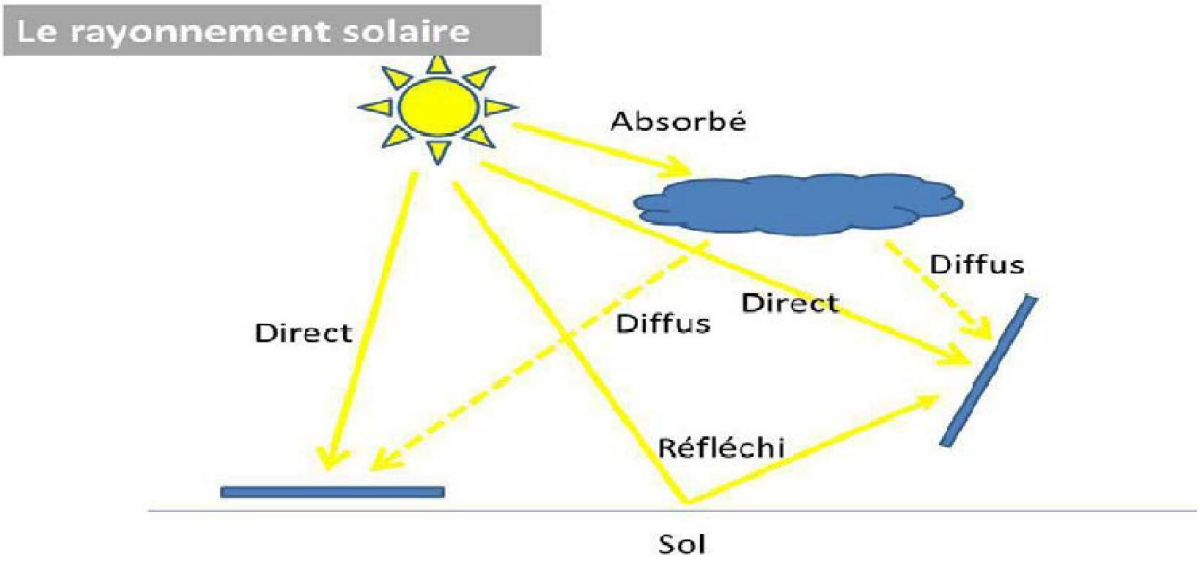

Figure (I.6) : Les composantes du rayonnement global sur un plan horizontal. [8]

I.3.2 Appareils de mesure du rayonnement solaire

Il existe plusieurs appareils de mesure de rayonnement solaire avancée pour obtenir des résultats précis, et sont varié en fonction de son rôle.

I.3.2.1 Pyrhéliomètres

Mesurent le rayonnement solaire direct (c'est-à-dire le rayonnement d'une petite partie du ciel contenant tout le soleil) en incidence normale ; on les appelle aussi actinomètres.

Les pyrhéliomètres sont constitués d'un tube muni de diaphragmes et pointé vers le soleil. Au fond de ce tube, se trouve un récepteur thermique non sélectif qui absorbe le rayonnement et le transforme en chaleur. Cette chaleur sert à élever la température d'un solide ou d'un fluide et on mesure cette élévation de température. [9]

I.3.2.2 Pyranomètre

Sont des capteurs de flux thermique, permet de mesurer le rayonnement global du ciel (sa luminosité), utilisant pour la mesure de la quantité d'énergie solaire .Ils sont parfois appelés solarimètres.

I.3.2.3 Pyrradiomètres

Mesurent le rayonnement total de grande comme de courte longueur d'onde provenant d'un angle solide **2π**. Les pyrradiomètres sont destinés à mesurer le rayonnement total, dans la bande **0.2µm -100µm**, arrivant sur une surface plane à partir d'un angle solide**2π**. Leur surface sensible est noire et elle a une émissivité élevée. Si on connaît la température et l'émissivité de la surface, on peut en déduire le rayonnement total.

Les pyrradiomètres différentiels possèdent deux surfaces sensibles, l'une dirigée vers le sol, l'autre vers le ciel. La différence de température entre ces deux surfaces **ΔT** est généralement très faible. Par ailleurs, elles ont la même émissivité. Leur rayonnement propre s'élimine donc : **ΔT** est proportionnel à la différence entre le rayonnement provenant du ciel et celui provenant du sol [9].

I.3.2.4 L'héliographe

C'est un capteur qui utilisé dans le but de mesurer la valeur journalière de la durée d'ensoleillement en un point de la surface de la terre.

I.4 Flux solaire dans le sud d'Algérie

Suit à une évaluation par satellites, l'Agence Spatiale Allemande (**ASA**) a conclu, que l'Algérie représente le potentiel solaire le plus important de tout le bassin méditerranéen, soit **169.000TWh/an** pour le solaire thermique, **13,9TWh/an** pour le solaire photovoltaïque. Le potentiel solaire Algérien est l'équivalent de **10** grands gisements de gaz naturel qui auraient été découverts à **Hassi R"Mel**.

La répartition du potentiel solaire par région climatique au niveau du territoire Algérien est représentée dans le Tableau (I.2) selon l'ensoleillement reçu annuellement [3].

Régions	Région côtière	Hauts plateaux	Sahara
Superficie(**%**)	**4**	**10**	**86**
Durée moyenne d'ensoleillement (**h/an**)	**2650**	**3000**	**3500**
Energie moyenne reçue (**KWh/m^2/an**)	**1700**	**1900**	**2650**

Tableau (I.2) : potentiel solaire dans l'Algérie.

La durée d'insolation moyenne dans le Sud Algérien est de l'ordre de **3500 h/an** est la plus importante au monde, de l'ordre de **9 h /j**, on constater qu'elle est toujours supérieure à **8 h/j** sur la majorité du territoire. La région du grand Sud en particulier le Sud-est et le Sud-ouest présente le plus grand potentiel de tout le territoire Algérien.

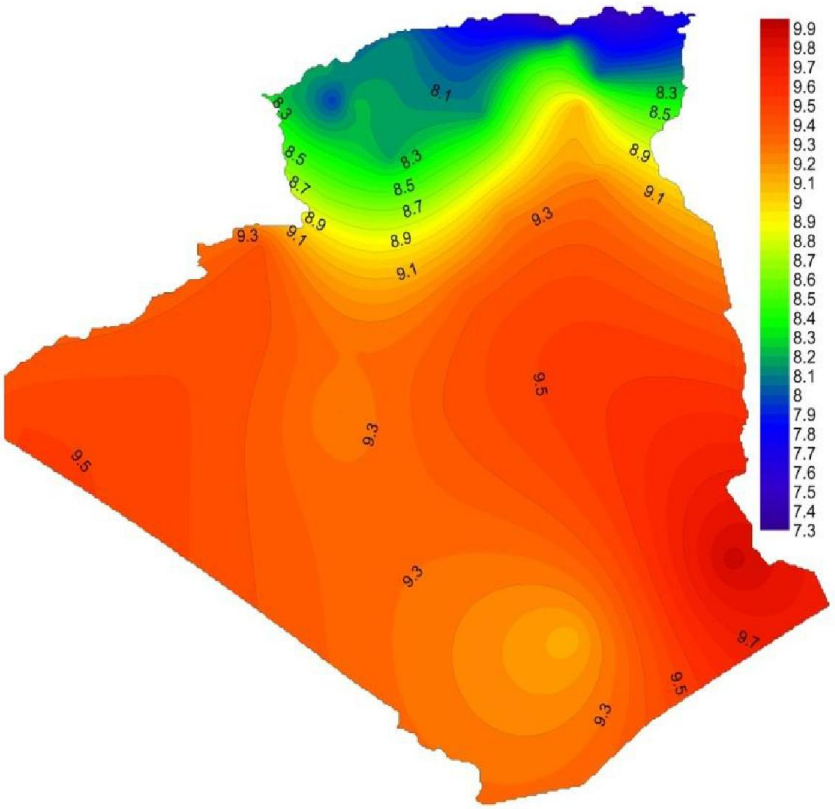

Figure (I.7) : Carte de la durée d'ensoleillent moyen annuel en Heure (1983-2012). [2]

I.5 Energie solaire photovoltaïque

L'énergie solaire photovoltaïque (PV) c'est une action de la conversion directe de l'énergie provenant de photons, compris dans le rayonnement lumineux (solaire ou autre) en énergie électrique. Elle utilise pour ce faire des modules photovoltaïques composés de cellules ou de photopiles fabriqués avec des matériaux sensibles aux longueurs d'ondes du visible comme : Silicium, polycrisallin, monocristallin, qui réalisent cette transformation d'énergie.

I.5.1 Systèmes photovoltaïque

Le système photovoltaïque se compose d'un champ de modules et d'un ensemble de composants qui adaptent l'électricité produite par les modules aux spécifications des récepteurs

I.5.2 Technologies et types de cellules photovoltaïque

Le matériau de base utilisé actuellement est le silicium. Celui-ci se trouve en très grand quantité sur notre planète puisqu'il constitue environ **28%** de l'écorce terrestre.

En fait, on le trouve surtout sous forme de dioxyde de silicium **Sio2** qui est le constituant principal du sable. Il est donc abondant est peu coûteux.

I.5.2.1 Caractéristiques du Silicium

Le silicium est l'élément chimique de numéro atomique**14**, de symbole **Si**. C'est un membre du groupe des cristallogènes. Quelques-unes de ces propriétés sont données au tableau (I.3).

Propriété	Valeur
Nombre atomique	**14**
Masse atomique	**28.086**
Masse volumique	**2330 kg/m^3**
Température de fusion	**1683 k**
Température d'ébullition	**2628 k**
Coefficient de dilatation thermique	**4,2 x10^{-6} k^{-1}**

Tableau (I.3): Caractéristique du silicium.

Cependant, pour être utilisable en électronique, le silicium doit être très pur. Il suffit d'un atome d'impureté sur un million pour multiplier les porteurs de charge par dix millions. Cette pureté coûte très cher à aboutir [10].

En fonction de la structure microscopique du silicium, on trouve des cellules photovoltaïques à base du silicium monocristallin, polycrisallin ou amorphe.

Il existe plusieurs types de cellules en fonction de la structure microscopique du silicium:

a Cellules mono- cristallines

La cellule monocristalline qui s'approche le plus du modèle théorique: cette cellule est effectivement composée d'un seul cristal divisé en deux couches. [11]

Ces cellules souffrent néanmoins des inconvénients:

- Première génération de photopiles.
- Un taux de rendement excellent de **15 %** et jusqu'à **24 %** en labo.

- Méthode de production laborieuse et difficile, et donc, très chère.

b Cellules poly-cristallines

Les cellules poly-cristallines sont composées d'un agglomérat de cristaux. Elles aussi proviennent du sciage de blocs de cristaux, mais ces blocs sont coulés et sont dès lors hétérogènes. [11]

Les cellules poly- cristallines est caractérisées par :

- Coût de production moins élevé.
- Procédé moins gourmand en énergie.
- Rendement de **13 %** et jusqu'à **20 %** en labo. [12]

c Cellules amorphes

Le silicium amorphe, apparu en 1976. Sa structure atomique est désordonnée, non cristallisée, mais il possède un coefficient d'absorption supérieur à celui du silicium cristallin.

Cependant, ce qu'il gagne en pouvoir d'absorption, il le perd en mobilité des charges électriques (rendement de conversion faible). [11]

- Coût de production bien plus bas.
- Rendement de seulement **6 %** par module et de **14 %** en labo.
- Fonctionne sous très faible éclairement. [12]

Grâce à la technologie des nouveaux matériaux le tellurure de cadmium (**Cd Te**), l'arséniure de gallium (**GaAs**) ainsi que le di séléniure de cuivre et d'indium (**CIS**) ont permis d'obtenir des photopiles ayant des rendements **38 %** au laboratoire.[13]

Cellule amorphe	Cellule polycrisallin	Cellule monocristallin

Tableau (I.4) : Différents types des cellules.

I.5.3 Eléments d'un système photovoltaïque

Afin de bien comprendre le fonctionnement d'un système photovoltaïque, il est utile d'analyser les principaux composants. Les éléments d'un système photovoltaïque dépendent de l'application considérée, il existe plusieurs composants d'un système photovoltaïque :

- Modules (générateur).
- Batteries solaire.
- Régulateurs de charge.
- Convertisseurs.
- Les charges (les appareils).
- Stockage.

I.5.3.1 modules photovoltaïques

Un module photovoltaïque est un générateur électrique de courant continu lorsqu'il est exposé à la lumière. Le module photovoltaïque est constitué d'un cadre rigide le plus souvent en aluminium permettant la fixation et d'une vitre transparente en verre trempée sur le dessus.

A l'intérieur se trouve un ensemble de cellules photovoltaïques reliées électriquement entre elles. En effet ceux sont-elles qui génèrent le courant. Elles sont assemblées en série ou en parallèle à l'intérieur du module afin de cumuler leur puissance et de les rendre plus résistantes à l'environnement externe. [14]

I.5.3.2 Stockage

Le stockage assure deux fonctions principales :

- Il permet de satisfaire les besoins en énergie électrique malgré le caractère aléatoire et discontinu de l'énergie solaire (rythme jour/nuit, variation en fonction des heures du jour et des saisons).
- Outre sa fonction de stockage d'énergie, il assure un rôle de tampon, entre la production et l'utilisation en fixant la tension du système. Celle-ci reste dans la zone de fonctionnement optimal (fonction d'adaptation d'impédance).

Les deux principaux types d'accumulateurs utilisables actuellement sont :

- Les accumulateurs au plomb.
- Les accumulateurs au cadmium-nickel (accumulateurs à électrolyte alcalin).
- Les accumulateurs au cadmium-nickel peuvent être utilisés pour des applications de puissance relativement faible.

Le coût élevé de ce type d'accumulateurs (par rapport aux accumulateurs au plomb) en limite l'utilisation pour les mini et micro-puissances. Le stockage est représenté par des batteries, disposées en série dont le nombre définirait la tension de fonctionnement et la capacité de stockage désirées.

La durée de vie des accumulateurs dépend en général de leur condition d'utilisation, pour ces deux types des batteries la durée de vie est de **10** à **15ans**, mais à une condition essentielle, c'est de maintenir leur état de charge supérieur à **50%.**

I.5.3.3 Régulateur

Le régulateur assure deux fonctions principales :

- La protection des batteries contre les surcharges et les décharges profondes.

- L'optimisation du transfert d'énergie du générateur PV à l'utilisation.

I.5.3.4 Batterie solaire

Principe de fonctionnement des batteries

La densité de l'électrolyte de la batterie est théoriquement un excellent indicateur d'état de charge, mais souvent cet indicateur ne prend sa valeur caractéristique que plusieurs jours après sa charge. De plus, il faudrait agiter l'électrolyte pour faire une bonne mesure. Enfin, cette mesure est difficile à automatiser.

Finalement l'indicateur utilisé est la tension aux bornes de la batterie. Cette grandeur est la seule facilement mesurable capable de donner une estimation de l'état de charge. [15]

I.5.4 Panneau photovoltaïque

Le panneau solaire ou (champ solaire) se compose de modules photovoltaïques interconnectés en série et/ou en parallèle afin de produire la puissance requise. Ces modules sont montés sur une armature métallique qui permet de supporter le champ solaire avec un angle d'inclinaison spécifique [16].

Pour chaque panneau on peut avoir autant de sorties que de modules, ce que fait qu'on aura besoin de boite de dérivation qui regroupe le tous, Alors cette boite de dérivation fixée sur une structure du montage a comme rôle d'effectuer les connections entre les modules pour obtenir une puissance optimale en sortie.

I.5.5 Avantage des panneaux photovoltaïques

L'énergie photovoltaïque est une énergie propre, car elle ne libère pas de gaz toxiques ni ne génère de déchets, car elle contribue à la préservation de l'environnement et c'est le dernier des objectifs que toutes les technologies s'efforcent d'atteindre.

Il se classe également premier en Algérie en raison de la vaste région du sud qui a une énorme quantité de rayonnement solaire en plus de la disponibilité de toutes les qualifications.

I.5.6 Inconvénients du photovoltaïque :

Avec tout ce développement et la tendance à la technologie des panneaux photovoltaïques, cependant, il existe certains obstacles aux projets tels que le coût élevé des panneaux solaires en plus de la durée de vie du système photovoltaïque n'est pas éternelle avec le passage du temps, l'efficacité des cellules diminue, par exemple dans les zones désertiques. Les températures élevées entraînent des dommages aux cellules ainsi que la force du vent Ce qui conduit à une baisse de son travail et donc moins rentable dans la production d'électricité.

I.6 Photovoltaïque en l'Algérie

L'Algérie est en effet l'un des plus importants gisements d'énergie solaire au monde avec une durée d'insolation de **2.000** à **3.900 h/an**, et une irradiation journalière de **3.000** à **6.000 Wh/m^2**, soit l'équivalent de **10 fois** la consommation mondiale.

Au vu de ces statistiques, particulièrement favorables au développement du photovoltaïque, le gouvernement algérien a décidé de planifier plusieurs projets photovoltaïques et de lancer en **2011** un programme d'énergies renouvelables à long terme d'une capacité de **22000Mw** de production. Jusqu'à présent, l'électricité dépend d'énormes quantités de gaz. D'autres petits projets ont également été mis en œuvre, notamment par Sone gaz, ainsi entre **1992** et **2005.** [17]

Le gouvernement algérien a récemment annoncé un projet ambitieux des centrales solaires sous le nom de «Excellence 1».L'objectif principal de ce dernier est de construire des centrales solaires photovoltaïques ayant la capacité de se régénérer et de produire; **4000 MW** pendant la période 2020-2024.

I.7 Domaines d'application de l'énergie photovoltaïque

L'énergie photovoltaïque est exploitée dans une large gamme d'applications :

- Électrification rurale (Eclairage, réfrigération…).
- Télécommunications (Relais hertzien, relais T.V., relais radiotéléphone…).
- Pompage.
- Signalisation (Routière, aérienne, maritime…), détection.
- Protection (Commandes de vannes de sécurité, système d'alarme…).
- Stations de mesures (Stations automatiques météorologiques, mesures de débit, de Niveau, comptage de trafic), …etc.

I.8 Conclusion

Dans ce chapitre on a présentée le gisement solaire avec ces désert on paramétrés remarque que l'Algérie possède potentielle solaire très élevée et la wilaya d'Adrar en particule avec une moyenne de flux solaire plus de **7Kwh /m^{2}j** et durée d'insolation du **0.98** une valeur exacte, et on a présenté les éléments du système PV avec les caractéristiques.

Chapitre II: modèle de dimensionnement d'une maison solaire (site d'Adrar).

II .1 Introduction

Pour utilisée cette technologie PV qui resté très couteuse et les éléments des systèmes sensible condition climatique, il est nécessaire de faire une méthode des dimensionnements pour un bonne choix des éléments des systèmes la taille des générateur et stockages, ce ses ne permet nous faire une configuration du réduire coût d'installation et augmenter la performance de système.

II .2 Définition et but du dimensionnement

En construction et dans différents domaines de la mécanique, le dimensionnement est l'étape qui consiste à donner les dimensions physiques les plus appropriées à une chose en considération d'aspects techniques, économiques ou réglementaires (etc.) particuliers.

Le dimensionnement déterminer la puissance-crête du générateur photovoltaïque (PV en série et en parallèle) et la capacité de la batterie de stockage et l'élément électrique qui utiliser cela en fonction des paramètres d'entrée qui sont, d'une part, les données d'ensoleillement du site d'implantation et d'autre part, les besoins électriques demandée par l'utilisateur (profil de charge) [18, 19].

II .3 Les Méthode de dimensionnement

Jusqu'à présent, plusieurs méthodes ont été proposées dans la littérature pour le dimensionnement de systèmes photovoltaïques autonomes, ces méthodes reposent sur les données moyennes mensuelles de l'éclairement solaire et utilisent des calculs simplifiés [20].

II .3.1 Méthode de la probabilité d'erreur dans la consommation

Cette méthode permet d'optimiser le volume du système dans des conditions complexes (fluctuation saisonnières comme les nuages, ect.)[21]

II .3.2 Méthode du pire mois

Dans cette méthode, l'énergie récupérable doit être estimée pour une période critique (un mois) toxique par le mois le plus défavorable car ce mois coïncide avec le mois au cours duquel [22]

II .3.3 Méthode de la moyenne annuelle

Dans la quelle le rayonnement quotidien est utilise pendant une période d'un an. C'est une méthode très proche de celle du pire mois [21]

II .3.4 Méthode LSPS

il s'agit d'une technique probabilité dans le sens de la possibilité que le système soit confronté a une pénurie a un moment donné pendant la période d'analyse, c'est -a-dire une situation dans laquelle le système n'est pas en mesure de fournir l'énergie nécessaire a la charge .par conséquent ,la méthode LPSP est définie comme faisant partie du déficit de puissance que celui requis par les travaux.[23]

II .3.5 Méthode des heures équivalentes

L'intensité fournie par l'unité photovoltaïque est proportionnelle aux rayons du soleil, et le calcul est fait pour les mois le plus défavorables de l'année. [24]

II .3.6 Méthode itérative

Est également connue sous le nom de méthode «ampère heure ».cette méthode vise à déterminer le nombre de panneaux photovoltaïque nécessaire pour répondre à la demande puis à réduire progressivement ce nombre tout en calculant les centages des besoins énergétiques qu'elle fournit. [25]

II .3.7 Méthode utilisabilité solaire

Est un outil très puissant pour le dimensionnement des systèmes photovoltaïques. L'utilisabilité de la radiation solaire est définie comme étant la fraction de la radiation totale incidente sur la surface des panneaux PV, et qui excéderait un niveau spécifique appelé niveau critique [26].

II .3.8 Méthodes simplifié (Intuitives)

Un calcul simplifié de la taille du système est effectué sans établir toute relation entre les différents sous-systèmes ou en tenant compte du hasard de la nature du rayonnement solaire. L'une des approches les plus fréquemment utilisées est le «mauvais mois »méthode. La raison de cette méthode est que si cela fonctionne ce mois-ci, cela fonctionnera pour le reste de l'année [27]. Basée sur les étapes suivant :

- ✓ Détermination des besoins de l'utilisateur (estimation de la consommation).

- ✓ Chiffrage de l'énergie solaire récupérable selon l'emplacement et la situation géographique (estimation de l'énergie solaire reçu).
- ✓ Définition des modules photovoltaïques (Dimensionnement du générateur photovoltaïque).
- ✓ Définition de la capacité de la batterie et choix de la technologie (Dimensionnement de la batterie d'accumulateurs).
- ✓ Choix d'un régulateur (Dimensionnement du régulateur de charge/décharge).
- ✓ Plan de câblage.
- ✓ Estimation de coût du système.

Remarque

Et en choisie la méthode simplifieur puisque un petite système d'un petit tag

II .4 Différentes configurations des systèmes photovoltaïques

Les différentes données de toutes charges à alimenter par le système, permettent de déterminer les différents éléments constitutifs de chaque système PV et le nombre de système PV qu'il faudra.

L'association de ces composants selon leurs fonctions donne la configuration du système PV [28].

II .5 Les étapes de dimennessienement

II .5.1 Etape I. Consommation énergétique d'utilisation ou charge

Un système bien adapté nécessite l'évaluation de la puissance électrique des Applications à alimenter. L'énergie nécessaire s'exprime par :

$$\mathbf{Ec = P \times t} \qquad \textbf{(II.1)}$$

L'énergie **E,** est donc l'énergie électrique consommée en **24 heures** par l'application et s'exprime en Watt heure par jour (Wh/j). On l'appelle aussi consommation journalière**s**.

Pour calculer la consommation totale d'une installation, on calcule d'abord l'énergie électrique consommée en 24 heures par chaque équipement ou chaque fonction électrique et ensuite on les additionne. Elle s'exprime par:

$$\mathbf{Et = \Sigma Pi \times Ti} \qquad \textbf{(II.2)}$$

Lorsque tous les appareils fonctionnent à la même tension, la consommation journalière peut également se chiffrer en Ampère - heure par jour (Ah/j), unité pratique pour tous les systèmes liés à une batterie.

Comme ces équipements fonctionnent en alternatif et que la consommation énergétique passe par un onduleur, il est nécessaire de tenir compte du rendement de l'onduleur pour évaluer la puissance requise, on écrit alors :

Puissance corrigée= puissance des appareils à alimenter × Rendement de l'onduleur [28]

II .5.2 Etape II. Energie solaire récupérable énergie solaire de générateur

II .5.2.1 Inclinaison et orientation optimales du module photovoltaïque

L'énergie fournie par les capteurs photovoltaïques est directement proportionnelle à l'ensoleillement. Afin d'optimiser au mieux l'installation solaire il faut donc tenir compte de ce facteur, qui dépend à son tour du lieu de l'installation, de l'orientation et de l'inclinaison de ces capteurs.

Idéalement, Ils doivent être orientés en plein Sud dans l'hémisphère Nord et en plein Nord dans l'hémisphère Sud, à l'écart des zones ombragées, et inclinés d'un angle qui permet l'optimisation de l'énergie récupérée.

Un plan incliné est caractérisé par son inclinaison β (par rapport à l'horizontale), et son orientation ou azimut χ par rapport au sud [28].

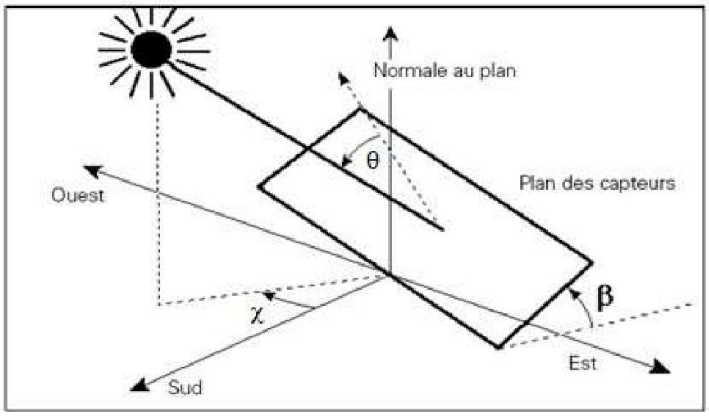

Figure (II.1) : Schématisation des angles pour un plan incliné [28]

Plus les rayons sont proches de la perpendiculaire au plan des panneaux (cos θ1), plus la quantité d'énergie disponible est importante.

- En moyenne, sur l'année, l'inclinaison optimale pour maximiser l'énergie annuelle produite est égale à la latitude du lieu.

-Une inclinaison plus forte que la latitude peut augmenter l'énergie récupérée en hiver (la trajectoire du soleil étant basse dans le ciel), au détriment de celle récupérée en été .L'inverse est réalisé pour une inclinaison plus faible que la latitude.

Ces considérations sont prises en compte lors du dimensionnement d'un système photovoltaïque.

Le tableau suivant donne les valeurs de l'inclinaison recommandée de scapteurs photovoltaïques pour une utilisation annuelle constante en fonction de la latitude. [29]

Latitude φ (°)	Inclination β (°)
φ < 10°	**10°**
10° < φ < 30°	**Φ**
30° < φ < 40°	**φ + 10°**
φ > 40°	**φ + 15°**

Tableau (II.1) : Relation entre la latitude et l'inclinaison des panneaux pour une utilisation annuelle.

II .5.2.2 Présentation du site

L'Université d'Adrar est situé dans la région d'Adrar qui se situe dans le sud-ouest de l'Algérie, Adrar a une latitude de **27.82°N**, d'une longitude de **00.18°W** et d'une altitude de **263.8m**. Elle est parmi les sites les plus intéressants pour les applications solaires avec un gisement qui dépasse le **7 kWh /m^2** et surface de **427 368 km^2**.

II .5.2.3 Ombrage ou repérage des masques

Il arrive que les modules soient placés face à un type d'obstacle comme les bâtiments, montagnes, arbres...etc. qui masqueront le soleil.ces effets d'ombrage sur le rayonnement reçu sont très difficiles à estimer intuitivement ,cependant, il faut faire

attention aux ombrages partiels et même ponctuels puisqu'il s'influent sur la production d'énergie et provoque un déficit de production important dont il faut tenir compte.

Il faut noter que lorsqu'une cellule est ombrée, c'est le courant de toute la chaine des cellules en série qui est limité et cela peut avoir de graves conséquences si les panneaux ne sont pas équipés de diodes anti-retour [30].

II .5.3 Etape III. Données météorologiques

La conception des systèmes photovoltaïques nécessite la connaissance du Rayonnement solaire utile sur le site d'installation. Cette connaissance est l'un des paramètres essentiels de l'étude préalable .pour un besoin électrique donné plus l'énergie solaire reçue est grande, moins est le nombre de panneaux solaires à installer et inversement en traversant l'atmosphère, le rayonnement solaire est absorbé et diffusé au sol.

L'influence de l'atmosphère provoque la diffusion et l'absorption d'une partie du rayonnement incident .La modification par l'atmosphère du rayonnement solaire obéit à des phénomènes assez complexes et surtout en grande partie aléatoires.

Le flux lumineux reçu au niveau du sol à un instant donné dépend d'un grand nombre de paramètres : gaz présents dans l'atmosphère, Nuages, Albédo (réflectivité du sol), Température ambiante, Vent, Humidité relative, etc.

Or tous ces paramètres dépendent du lieu géographique, de la saison, de l'heure de la journée, des conditions météorologiques du moment.

Il est donc important de disposer de données fiables en recourant à des statistiques accumulées sur les années antérieures grâce à un instrument de mesure appelé «héliographe ».grâce à cet instrument de mesure, les stations météorologiques élaborent des statistiques de rayonnement solaire intégré en **(KWh/m^2. J)** à partir de toutes les données récoltées. Ce sont ces données, globales sur une journée, qui servent la plupart du temps au dimensionnement d'un système photovoltaïque [29].

II .5.4 Etape IV. Dimensionnement du générateur photovoltaïque

Cette étape consiste à calculer la quantité de modules photovoltaïques que l'on De vra posséder pour couvrir les besoins en électricité.

II .5.4.1 Calcul de la puissance crête requise par l'installation

Les modules vont produire de l'électricité qui sera stockée dans les batteries pendant toute la durée de la charge. Mais ils vont également en produire durant la décharge. Nous avons calculé la quantité d'énergie que les modules doivent produire chaque jour.

Pour connaître la puissance crête à installer, il ne reste plus qu'à diviser ce nouveau résultat par le coefficient d'ensoleillement.

$$P_C = E_p x 1000 / E_s \qquad \textbf{(II.3)}$$

II .5.4.2 Tension de fonctionnement du champ photovoltaïque

La tension du champ photovoltaïque dépend du type d'application, de la puissance photovoltaïque du système, de la disponibilité des matériels (modules et récepteur), de l'extension géographique du système [31].

Puissances crête(Wc)	**0-500Wc**	**500 Wc- 2K Wc**	**2-10 K Wc**
Tension système	**12V**	**24V**	**48V**

Tableau (II.2) : Les tensions correspondantes à chaque Intervalle de puissance crête [31].

II .5.5 Etape V. Nombre de module photovoltaïque

On va calculer d'abord la surface **S(PV)** des panneaux photovoltaïque nécessaire pour produire cette puissance.

II .5.5.1 la surface du générateur photovoltaïque

La surface **S(PV)** des panneaux photovoltaïque nécessaire pour produire cette puissance peut être calculée par la formule de l'équation suivant [31].

$$S(PV) = Ej / (G.\eta PV.\ \eta_G.\ \eta b) \qquad \textbf{(II .4)}$$

Alors maintenant en va calculée le nombre des panneaux par la formule suivante N_p :

$$N_p = S(PV) / S_{panneaux} \qquad \textbf{(II .5)}$$

La surface d'un seul panneau défini par la relation suivante :

$$S_{panneaux} = \text{longueur x largeurs} \qquad \textbf{(II .6)}$$

- Le nombre de modules connectés en série sera égale à :

$$Ns = Vch / Vn \qquad \textbf{(II.7)}$$

- Le nombre de modules connectés en parallèles s'exprime par :

$$Np = Nm / Ns \qquad \textbf{(II .8)}$$

II.5.6 Etape VI. Dimensionnement du parc de batteries

Pour réaliser le dimensionnement des batteries, on procède de la façon suivante :

- On calcule l'énergie consommée (**Ej**) par les différents récepteurs.
- On détermine le nombre de jours d'autonomie nécessaires(**N**).
- On détermine la profondeur de décharge (**D**) acceptable pour le type de batterie utilisé.
- On calcule la capacité (**C**) de la batterie [31].

II.5.6.1 le nombre des jours d'autonomie

C'est le nombre de jours pendant les quels les batteries initialement chargées peuvent répondre aux besoins en électricité sans faire fonctionner les unités, il faut savoir quand on souhaite se procurer de l'électricité en cas de problèmes (la nuit, coupures de courant ou intempéries ….) les batteries peuvent continuant à fournir cette électricité pendant quelques jours, la durée de vie maximale de la batterie est de 4 jours.

Saison	Le nombre des jours autonomie
Hiver	**3j**
Printemps	**1j**
Eté	**1j**
Aoutons	**2j**

Tableau (II.3): les nombre des jours autonomie [32].

II.5.6.2 la capacité des Batteries

Dimensionner les batteries, c'est choisir un stockage tampon permettant de s'affranchir des variations climatiques temporaires, à l'échelle de l'heure, de la journée et de quelques jours de mauvais temps.

Ainsi après le calcul de l'énergie consommée, on choisit le nombre de jours d'a utonomie dont on souhaite bénéficier, on utilise la profondeur de décharge maximale acceptable par la batterie et on calcule la capacité C de la batterie en appliquant la form ule suivante. [31] :

$$C = Cch = Ec \times N / D \times U \qquad \textbf{(II.9)}$$

- Nombre de batteries en séries :

$$Ns = Vch / Vbatterie \qquad \textbf{(II.10)}$$

- Nombre de batterie en parallèles :

$$Np = Cch / Cbattrie \qquad \textbf{(II.11)}$$

II.5.6.3 La durée de vie d'une batterie solaire

La durée de vie d'une batterie solaire s'évalue selon le nombre de cycles de charge/décharge qu'elle est capable de supporter. Car il s'agit d'une donnée basée sur un niveau de décharge et sur des conditions atmosphériques données.

La durée de vie d'une batterie solaire dépend d'abord de la technologie utilisée : plomb ouvert, AGM, GEL. Ensuite les batteries solaires vieillissent en raison des charges et décharges, le nombre de cycles dépend principalement de la profondeur habituelle de décharge. Pour donner un ordre d'idée, pour des décharges de l'ordre de **40%**, on peut estimer les durées de vie suivantes pour les différents types de batteries à décharge lente :

- Batterie solaire au plomb ouverte : **400** à **500** cycles.
- Batterie solaire AGM (Absorbed Glass Mat) : **600** à **700** cycles.
- Batterie solaire GEL : **800** à **900** cycles.
- batterie solaire GEL Long Life : **600** à **2400** cycles.

La durée de vie en d'une batterie décroit rapidement lorsque la profondeur de décharge augmente. En général, on essaie de limiter la profondeur de décharge à **50%**, c'est-à-dire que l'on utilisera que la moitié de la capacité de batteries [33].

Figure (II.2) : Batterie solaire gel 12V.

II.5.7 Etape VII. Dimensionnement du régulateur de charge

Le régulateur contrôle la charge et la décharge des batteries. Il se Place entre les modules photovoltaïques et les batteries, le régulateur de charge permette contrôler la charge pour éviter tout endommagement du stockage d'énergie (gérer la charge et la décharge de la batterie).

Il permet de stabiliser la tension des modules photovoltaïques et de maintenir la charge des batteries de manière appropriée.

Le régulateur est dimensionné d'après les paramètres suivants : tension, courant D'entée $\mathbf{I_e}$ et courant de sortie **Is**.

- **Tension nominale :** Elle doit être celle du champ photovoltaïque.
- **Courant d'entrée $\mathbf{I_e}$:** C'est le courant de charge maximal que les modules sont susceptibles de débiter. Il doit être supporté sans problème par le régulateur. Pour estimer ce courant, le plus sûr est de prendre **1,5 fois** le courant maximal [34].
- **Courant de sortie Is :** L'intensité du courant de sortie du régulateur doit être supérieure à la valeur maximale que peuvent tirer les récepteurs simultanément. Elle peut être déterminée par la formule suivante :

$$\mathbf{Imax = Pch / u} \qquad \mathbf{(II\ .12)}$$

Avec

Pch : la puissance crête du champ de photovoltaïque qui est calculé comme sui

$$\mathbf{Pch= Pc.Np.Ns} \qquad \mathbf{(II\ .13)}$$

Figure (II.3): régulateur de charge. [30]

II.5.7.1 Technologies des régulateurs

Il existe trois grandes familles de régulateurs de charge utilisant chacune une méthode différente de contrôle de charge :

- **Le type shunt :** le courant de charge des batteries est dévié vers une résistance et un courant-circuit est effectué au niveau des panneaux solaires photovoltaïque ; il convient aux applications de faible puissance.
- **Le type « série » :** le courant de charge des batteries est occasionnellement coupé par l'ouverture d'un circuit entre les panneaux solaires photovoltaïques et les batteries ; il convient aux applications de moyenne puissance.

Ces deux méthodes ont en commun qu'elles utilisent le niveau de tension des batteries pour déterminer le moment où réduire ou stopper complètement la charge des batteries.

- **Le type MPPT (Maximum Power Point Tracker) :** permet d`optimiser en permanence les paramètres électriques de fonctionnement entre les trois systèmes suivants :

Les modules photovoltaïques, les batteries et les récepteurs (moteur, Pompe, éclairage, réfrigérateur, etc.)

Il y parvient en mesurant en permanence la tension et le courant du panneau pour tirer de l'énergie au point de puissance maximale. Sa fonction de balayage lui permet de parcourir la tension du panneau solaire toutes les deux heures en vue de trouver le point de sortie puissance maximale. Ainsi peut-il adapter la tension délivrée par le panneau à

celle que les batteries solaires peuvent absorber. Ce type de régulateur est plutôt réservé aux systèmes de grande puissance en raison de son coût élevé [35].

II.5.8 Etape VIII. Dimensionnement de l'onduleur

L'onduleur est généralement associé à un redresseur qui réalise la transformation du courant alternatif en courant continu et dont le rôle sera de charger les batteries et d'alimenter le circuit en continu de l'installation en cas de longue période sans soleil [35].

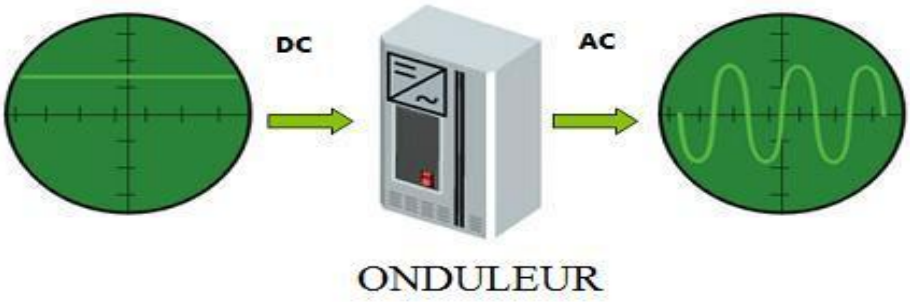

Figure (II.4): le rôle de l'onduleur.

Le convertisseur de courant se dimensionne en fonction de plusieurs critères :

- **La tension d'entrée :** c'est la même que la tension des batteries ou du régulateur (12, 24ou 48V DC).
- **La tension de sortie :** en Algérie nous utilisons du 220/230 V, 50Hz.
- **La puissance nominale :** c'est la puissance que les appareils consomment en électricité pour fonctionner de façon "normale". Pour connaître cette puissance nominale, il suffit de faire la somme des puissances des appareils électriques susceptible d'être utilisés en même temps Il faut toujours choisir un convertisseur dont la puissance est légèrement supérieure à celle des appareils.
- **La puissance maximale :** l'onduleur doit être capable de fournir une grande puissance (généralement 2 ou 3 fois la puissance nominale). Cette particularité est utile pour les appareils qui possèdent un moteur (réfrigérateur, micro-onde, lave-linge, etc), car leur consommation augmente très fortement lors du démarrage. En général, si vous avez correctement dimensionné la puissance nominale, la puissance maximale est prévue parques onduleurs est suffisante.
- **Le rendement :** Une partie de l'électricité transformée est consommée par le convertisseur de courant (entre 80 et 95% de l'énergie est restituée). Il est

important de contrôler ce rendement, sachant qu'un bon produit se situe autour de 90%.De plus, la plupart des convertisseurs consomment de l'énergie même lorsqu'ils ne fonctionnent pas (stand-by). Certains sont équipés d'un système de marche/arrêt qui permet de grandes économies dans les petites installations photovoltaïques [30].

II.5.9 Etape IX. Le dimensionnement des câbles électriques solaires

Pour assurer le transport de l'énergie des modules jusqu'au régulateur de charge, on ne peut pas utiliser n'importe quel câble électrique. Les câbles solaires sont étudiés pour résister aux conditions liées à leur utilisation. Ils sont les seuls à pouvoir assurer une longue durée de vie (supérieure à **30 ans**) tout en minimisant les pertes d'énergie.

La résistance d'un câble électrique ne dépend ni de la tension ni de l'intensité du courant qui le traverse, mais dépend de la résistivité (**ρ**) des matériaux utilisé **(cuivre**, **argent**, **fer**, etc), de la longueur du câble, de sa section, et de sa température .Le cuivre est de loin le conducteur le plus utilisé, et sa résistivité oscille entre **$16x10^{-9}$Ω.m** à**0°C** et **$17x10^{-9}$Ω.m** à **25°C**. L'équation permettant de connaître la résistance est la suivante :

$$R = \rho \times L / S \qquad \textbf{(II.14)}$$

Figure (II.5): le câble solaire [30].

II.6 Application d'une maison solaire dans le site d'adrar

Pour mieux comprend les étapes utiles au de dimensionnement d'une installation photovoltaïque on se propose de faire une application sur une habitation. La figure (II.6) illustre les différents éléments de l'installation photovoltaïque.

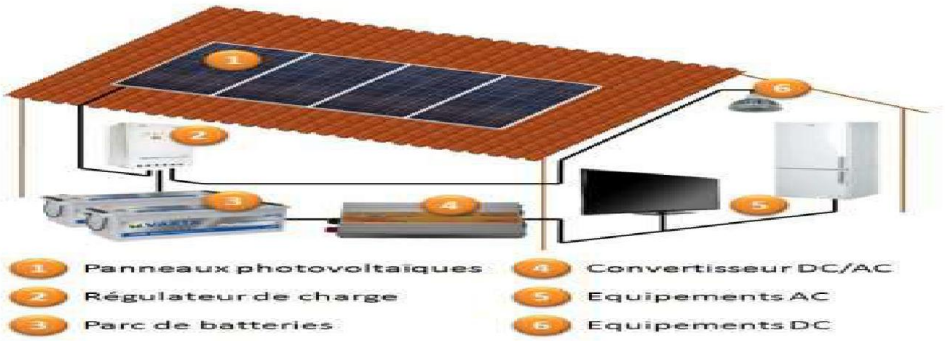

Figure (II.6) : image d'une maison équipée d'une installation photovoltaïque

Les panneaux photovoltaïques (1), disposés sur la toiture de la maison, captent les rayons solaires qu'ils transforment en électricité par effet photovoltaïque. Pour assurer un fonctionnement optimal de ces panneaux, on dispose un régulateur de charge (2) qui assure la charge du parc de batteries (3) et l'alimentation des appareils fonctionnant encourant continus (6). Pour les équipements fonctionnant en courant alternatif (5), on utilise à cet effet, un onduleur (4) qui convertit le courant continu en courant alternatif.

II.6.1 Consommation énergétique d'utilisation ou charge (étape I)

Pour chaque appareille on détermine ensuite la puissance moyenne nécessaire pour alimenter.

Appareil	Puissance
Ampoule	**7W**
Réfrigérateur	**105W**
Tv+démo	**120W+25W**
Pompe	**80W**
Climatisation	**800W**
Ventilateur	**45W**

Tableaux (II .4) : la puissance moyenne de chaque appareil**.**

- **Estimation des pertes électrique**

Toute l'énergie produite par les modules n'est pas disponible pour les charges (lampes).une partie est dissipée par les câbles, les batteries et les régulateurs de charge 0.95.

Remarque

Dans cette étude, nous considérons uniquement les pertes du générateur et négligeons l'énergie du transformateur et les pertes du l'onduleur et les pertes du câbles puisque sont très faibles.

II.6.1.1 La consommation moyenne de la maison dans chaque saison

a.la consommation moyenne journalière Ejh (Hiver)

Appareil	Nombre	Temps(h)	Puissance(W)	Energie (Wh/j)
Ampoule	**10**	**10**	**7**	**700**
Réfrigérateur	**1**	**24**	**105**	**2520**
TV+démo	**2**	**4**	**120+25**	**1160**
Pompe	**1**	**4**	**80**	**320**
			Totale (Ej_h) :	**4700(Wh/j)**

Tableau (II.5) : besoin énergétique journalière **Ej_h** d'une maison.

b.la consommation moyenne journalière $Ej_é$ (été)

Appareil	nombre	Puissance(w)	Temps(h)	Energie (Wh/j)
Ampoule	**7**	**7X7**	**7**	**343**
Réfrigérateur	**1**	**1x105**	**24**	**2520**
TV+démo	**2**	**2x (120+25)**	**4**	**1160**
Climatisation	**2**	**2x800**	**5**	**8000**
Pompe	**1**	**1x80**	**4**	**320**
Ventilateur	**2**	**2x45**	**4**	**360**
			Totale ($Ej_é$) :	**12703(Wh/j)**

Tableau (II .6) : besoin énergétique journalière **$Ej_é$** d'une maison.

c. la consommation moyenne journalière Ej_p(Printemps)

Appareil	Nombre	Puissance(W)	Temps(h)	Energie (Wh/j)
Ampoule	**7**	**7x7**	**7**	**343**
Réfrigérateur	**1**	**1x105**	**24**	**2520**
TV+démo	**2**	**2x (120+25)**	**4**	**1160**
Pompe	**1**	**1x80**	**4**	**320**
			Totale (Ej_p) :	**4343(Wh/j)**

Tableau (II .7) : besoin énergétique journalière **Ej_p** d'une maison.

d. la consommation moyenne journalière Ej_A(Aoutons)

Appareil	Nombre	Puissance(W)	Temps(h)	Energie (Wh/j)
Ampoule	**7**	**7x7**	**7**	**343**
Réfrigérateur	**1**	**1x105**	**24**	**2520**
TV+démo	**2**	**2 x (120+25)**	**4**	**1160**
Pompe	**1**	**1x80**	**3**	**240**
			Totale (Ej_A) :	**4263 (Wh/j)**

Tableau (II.8) : besoin énergétique journalière **Ej_A** d'une maison.

II.6.2. Localisation du site (étape II)

Wilaya ADRAR

Latitude 27.80° Nord

Longitude -0.18° West

Altitude 279 mètres

Température ambiante min +5°C

Température ambiante max +4

D'après le tableau (2.1) on prend l'Inclinaison comme suit :

$$\beta\,(°) = \varphi - 5° \qquad \textbf{(II.15)}$$

Remarque

En utilise cette relation **(II.15)** puisque en favori la saison d'été parce que la consommation est très important dans cette période. Ce qui donne :

$$\boldsymbol{\beta}\ \mathbf{(°)} = 27.80° - 5° = \mathbf{22.80°}$$

II.6.3 Données métrologiques (étape III)

Adrar :

- La durée d'ensoleillement journalière minimale est de : **2 h/jour**
- La durée d'ensoleillement journalière maximale est de : **8h/jour**
- En général on prend la moyenne de : **5 h/jour**

II.6.4 Dimensionnement du générateur photovoltaïque (étapes IV)

Les lampes disponibles sur le marché fonctionnent soit en alternatif, soit en continu Mais avec des tensions inferieures à **24V**.

Afin d'éviter d'ajouter des convertisseurs qui augmentaient la consommation, et Donc les coûts de l'installation, Il est judicieux de repartir les consommateurs en deux Catégories, ceux fonctionnant en continu et ceux fonctionnant en alternatif.

Ensuite, on procède au dimensionnement de chacun d'eux. Leurs besoins sont consignés Dans les tableaux suivants :

- **la consommation moyenne journalière $Ej_é$ (été)**

Appareil	Nombre	Temps(h)	Puissance(w)	Energie (Wh/j)	Rendement De conversion	Energie Corrigée du Rendement
Ampoule	**7**	**7**	**7x7**	**343**	**0.95**	**325.8**
Réfrigérateur	**1**	**24**	**1x105**	**2520**	**0.95**	**2394**
TV+démo	**2**	**4**	**2x (120+25)**	**1160**	**0.95**	**1102**
Climatisation	**2**	**5**	**2x800**	**8000**	**0.95**	**7600**
Pompe	**1**	**4**	**1x80**	**320**	**0.95**	**304**
Ventilateur	**2**	**4**	**2x45**	**360**	**0.95**	**342**
			Totale ($Ej_é$) :	**12703(Wh/j)**	**0.95**	**12067.8(Wh/j)**

Tableau (II.9): le besoin énergétique journalière de maison (été)

- **la consommation moyenne journalière Ej_H (Hiver)**

Appareil	Nombre	Puissance(w)	Temps(h)	Energie (Wh/j)	Rendement De conversion	Energie Corrigée du Rendement
Ampoule	**10**	**7x10**	**10**	**700**	**0.95**	**665**
Réfrigérateur	**1**	**1x105**	**24**	**2520**	**0.95**	**2394**
TV+démo	**2**	**2x (120+25)**	**4**	**1160**	**0.95**	**1102**
Pompe	**1**	**1x80**	**4**	**320**	**0.95**	**304**
			Totale($Ej_é$) :	**4700(Wh/j)**	**0.95**	**4465(Wh/j)**

Tableau (II.10): le besoin énergétique journalière de maison Ej_H (hiver).

❖ **la consommation moyenne journalière Ej_p (Printemps)**

Appareil	nombre	Puissance(w)	Temps(h)	Energie (Wh/j)	Rendement De conversion	Energie Corrigée du Rendement
Ampoule	**7**	**7x7**	**7**	**343**	**0.95**	**325.8**
Réfrigérateur	**1**	**1x105**	**24**	**2520**	**0.95**	**2394**
TV+démo	**2**	**2 x (120+25)**	**4**	**1160**	**0.95**	**1102**
Pompe	**1**	**1x80**	**4**	**320**	**0.95**	**304**
			Totale ($Ej_é$) :	**4343(Wh/j)**	**0.95**	**4125.8**

Tableau (II.11): le besoin énergétique journalière de maison (printemps).

❖ **la consommation moyenne journalière Ej_A (**L'automne**)**

Appareil	nombre	Puissance(w)	Temps(h)	Energie (Wh/j)	Rendement De conversion	Energie Corrigée du Rendement
Ampoule	**7**	**7x7**	**7**	**343**	**0.95**	**325.8**
Réfrigérateur	**1**	**1x105**	**24**	**2520**	**0.95**	**2394**
TV+démo	**2**	**2x (120+25)**	**4**	**1160**	**0.95**	**1102**
Pompe	**1**	**1x80**	**3**	**240**	**0.95**	**228**
			Totale ($Ej_é$) :	**4263 (Wh/j)**	**0.95**	**4049.8**

Tableau (II .12): le besoin énergétique journalière de maison(L'automne).

II.6.5 Dimensionnement d'installation PV d'une maison

II.6.5.1 Ensoleillement sur le plan des modules

- **L'irradiation solaire(G)**

Il existe plusieurs méthodes pour estimer le flux global d'irradiation solaire qui tiennent compte essentiellement des données d'insolation.

Le tableau suivante présenter les différentes valeurs de flux solaire moyenne journalier pour les quatre saisons dans l'année (Site d'Adrar).

les saisons	Le flux global G ($Wh/m^2.j$)
Hiver	**4500**
Printemps	**5500**
Eté	**7500**
Aoutons	**6500**

Tableau (II.13): le flux solaire moyen journalier pour les **4** saisons d'année (Site d'Adrar).

II.6.5.2 les panneaux PV

On utilise dans installation les panneaux poly-cristallins : **module type SS260-60p**Sont consignées dans la figure ci-dessous :

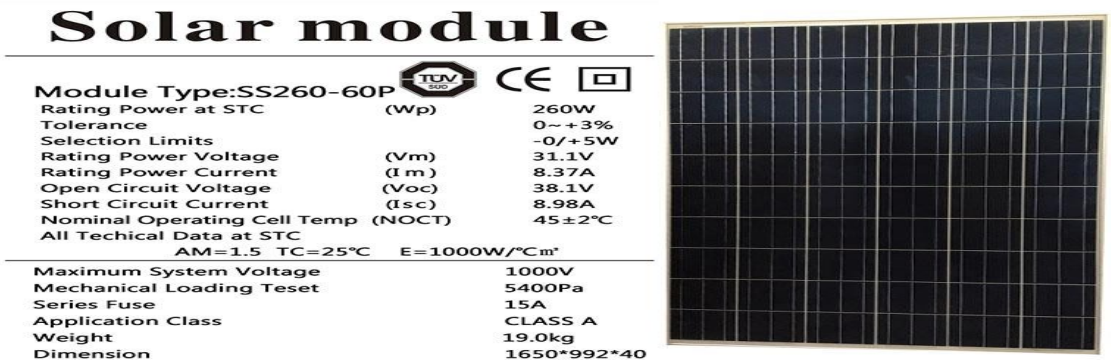

Figure (II.6):caractéristique techniques des panneaux PV.

- **La surface de un seul panneau $S_{panneau}$**

Pour calculer la surface on utilise la formule **(II .6)**

$$S_{panneau} = (1650x992)\ x10^{-6} = \mathbf{1.63m^2}$$

- **La surface totale des panneaux PV**

On calculer la surface S(PV) de chaque saison en utilise la formule **(II.4)**

a) En Hiver

$$\mathbf{S(PV)} = 4465/(4500*0.95*0.85*0.13) = \mathbf{9.45\ m^2}$$

b) En été

S(PV)= 12067.8/(7500*0.95*0.85*0.13)=**15.32 m^2**

c) En printemps

S(PV)= 4125.8 /(5500*0.95*0.85*0.13)= **7.14m^2**

d) En Automne

S(PV)=4049.5 /(6500*0.95*0.85*0.13) =**5.93 m^2**

On calculer le nombre du module **N (PV)** de chaque saison en utilise la formule **(II.5)**

a) En Hiver

N_p =9.45/1.63=5.79=**6panneaux**

b) En été

N_p =15.32/1.63=9.39=**10panneaux**

c) En printemps

N_p =7.14/1.63=4.38 **= 5 panneaux**

d) En Automne

N_p =5.93/1.63=3.30=**4panneaux**

En appliquant l'équation **(II.3)** on va calculer la puissance crête pour les installations.

$$P_C = N_P \times P_{pv}$$

a) En Hiver

P_C= 6x260=**1560 W**

b) En été

P_C =10x260 =**2600 W**

c) En printemps

P_C=4x260 =**1138W**

d) En Automne

P_C= 4x260 =**1040 W**

D'après ces puissances crêtes, en se référant au tableau **(II.2**) on détermine la tension de chaque installation, il vient que :

	Eté	Hiver	Printemps	Aoutons
La puissance crête(WC)	**2600**	**1560**	**1138**	**1040**
Tension de l'installation U (V)	**48**	**24**	**24**	**24**

Tableau (II.14) : Tensions des différentes installations

Alors en calculer le nombre de panneaux connecté en série relation **(II.7)** et le nombre de panneaux connecté en parallèle relation **(II.8)**

a) En Hiver

On utilise 6 panneaux de 260Wc.

- Le nombre de modules connectés en série

  Ns = 24 / 31= 0,77 = **1panneau**

- Le nombre de modules connectés en parallèles

  Np =6 / 1= **6panneaux**

b) En été

On utilise **10 panneaux** de 260Wc.

- Le nombre de modules connectés en série :

  Ns = 48 / 31= 1.55 = **2panneaux**

- Le nombre de modules connectés en parallèles :

  Np =10 / 2= **5panneaux**

c) En printemps

On utilise **4 panneaux** de 260Wc.

- Le nombre de modules connectés en série :

  Ns = 24 / 31= 0,77 = **1panneau**

- Le nombre de modules connectés en parallèles :

  Np =4 / 1= **4panneaux**

d) En Automne

On utilise **4 panneaux** de 260Wc.

- Le nombre de modules connectés en série :

  Ns = 24 / 31= 0,66 = **1panneau**

- Le nombre de modules connectés en parallèles :

  Np =4 / 1= **4panneaux**

II.6.5 Choix des batteries (étape V)

➢ **Capacité totale pour l'installation**

A partir des équations (**II.9**, II.10, **II.11**) on va calculer le nombre total des batteries à utiliser en série et en parallèle. Pour les nombre d'autonomie utilise tableau **(II.3)**, la relation **(II.9)** permet d'évaluer la capacité de charge.

$$\mathbf{Cch = Ec \times N / D \times U}$$

a) En été

$$\mathbf{Cch} = 12067.8 \times 1 / 0{,}8 \times 48 = \mathbf{314.26Ah}$$

Pour calculée le nombre du batterie en série on va utilisée la relation **(II.10)** et le nombre du batterie on utilise la relation **(II.11)**et pour calculée le nombre totale des batteries en utilise la relation suivant $\mathbf{N_{total} = NP \times Ns}$

➢ Nombre de batteries en séries :

$$\mathbf{Ns} = 48 / 12 = \mathbf{4batteries}$$

Donc on utilise 4 batteries de tension 12 V et de capacité 130 Ah

➢ Nombre de batteries en parallèles :

$$Np = 314.26 / 130 = 2.41 = \mathbf{2batteries}$$

Donc en utilise 2 batteries de 12 V et 130 Ah.

➢ Le nombre total de batteries à utiliser pour l'installation en courant alternatif

$$\mathbf{N_{total}} = 2 \times 4 = \mathbf{8batteries}$$

b) En Hiver

$$\mathbf{Cch} = 4465 \times 3 / 0{,}8 \times 24 = \mathbf{697.65Ah}$$

- Nombre de batteries en séries :

Ns = 24 / 12= **2batteries**

Donc on utilise 2 batteries de tension 12 V et de capacité 130 Ah

- Nombre de batteries en parallèles :

Np = 697.65/ 130= 5.36 = **5batteries**

Donc en utilise 5 batteries de 12 V et 130 Ah.

- Le nombre total de batteries à utiliser pour l'installation en courant alternatif

$\mathbf{N_{tatal}}$= 5×2 = **10batteries**

c) En Printemps

Cch= 4125.8×1/ 0,8×24 **= 214.88 Ah**

- Nombre de batteries en séries :

Ns = 24 / 12= **2batteries**

Donc on utilise 2 batteries de tension 12 V et de capacité 130 Ah

- Nombre de batteries en parallèles :

Np = 214.88/ 130= 1.65 = **2batteries**

Donc en utilise 2 batteries de 12 V et 130 Ah.

- Le nombre total de batteries à utiliser pour l'installation en courant alternatif

$\mathbf{N_{total}}$= 2×2 = **4batteries**

d) En Automne

Cch= 4049.5×2/ 0,8×24**= 421.77Ah**

- Nombre de batteries en séries :

Ns = 24 / 12 = **2batteries**

Donc on utilise 2 batteries de tension 12 V et de capacité 130 Ah

- Nombre de batteries en parallèles

Np = 421/ 130 = 3.24 = **3batteries**

Donc en utilise 3 batteries de 12 V et 130 Ah.

- Le nombre total de batteries à utiliser pour l'installation en courant alternatif

N_{total}= 3×2 = **6batteries**

Afin de stocker cette énergie, on utilise des batteries solaires pour l'installation ayant pour tension : 12 V et une capacité : Cbatterie = 130 Ah.

Figure (II.7) : La batterie solaire à utiliser pour l'installation

II.6.7. Choix du régulateur de charge (étape VII)

En appliquant les équations (**II.12, II.13**) ; La régulation de charge sera dimensionnée

a) En été

Pour l'installation de 48V Comme suit :

- La régulation de charge sera dimensionnée pour l'installation de 48V comme suit :

➢ La puissance crête du champ photovoltaïque relation **(II.13)**

Pch=260×2×5 = **2600Wc**

➢ la valeur maximale relation (II.12)

Imax = 2600/48 = **54.16A**

b) En Hiver

- La régulation de charge sera dimensionnée pour l'installation de24 V comme suit :

➢ La puissance crête du champ photovoltaïque

Pch=260×1×6 = **1560Wc**

- la valeur maximale

Imax = 1560/24 = **65A**

c) En Printemps

Pour l'installation de 24V Comme suit :

- La puissance crête du champ photovoltaïque

Pch=260×4×1 =**1040Wc**

- la valeur maximale

Imax = 300/24 = **43.3 A**

d) En Automne

- La régulation de charge sera dimensionnée pour l'installation de 24V comme suit :

- La puissance crête du champ photovoltaïque

Pch=260×4×1 = **1040Wc**

- la valeur maximale

Imax = 1040/24 = **43.3A**

II.6.8. Choix des câbles (étape VIII)

Dans cette partie, on donne un aperçu de calcul des câbles nécessaires à la connexion des différents panneaux photovoltaïques, quant aux autres connexions (régulateur appareils, onduleur) elles restent tributaires des conditions de réalisation sur le site.

La chute de tension admise à travers un câble étant de 2% de la tension appliquée sur le champ de batteries de stockage, il vient que la différence de potentiel admise au bornes d'un câble de connexion correspond à :

$$\Delta U = \text{Tension appliquée} \times 0{,}02 \qquad \textbf{(II.16)}$$

Tenant compte de l'intensité optimale délivrée par un panneau solaire (Figure II.5), soit :

a) En été

Imax = 5,56 A

- Il vient que pour huit panneaux connectés en parallèles, l'intensité totale délivrée sera :

  Imax = 5, 56× 5 = **27.8 A**

  ΔU = 48 × 0,02 = **0,96V**

  R = ΔU / I = 0, 96 / 27.8 = **0,034Ω**

- Considérant que la longueur du câble solaire à utiliser étant égale à la largeur des huit panneaux en parallèles, il vient que :

  L = 0,67 × 5 = **2.01 m**

- Tenant compte de l'équation (II.12), la section des câbles à utiliser se déduit par:

  S = 1,6×10-8 ×2.01/0.034=**0. 94 mm^2**

b) En Hiver

Imax = 5, 56 A

- Il vient que pour huit panneaux connectés en parallèles, l'intensité totale délivrée sera :

  Imax = 5, 56× 6= **33.36 A**

  ΔU = 24× 0,02 = **0,48V**

  R = ΔU / I = 0, 48 / 33.36 = **0.014Ω**

- Considérant que la longueur du câble solaire à utiliser étant égale à la largeur des huit panneaux en parallèles, il vient que :

  L = 0,67 × 6 = **4.02 m**

- Tenant compte de l'équation (II.12), la section des câbles à utiliser se déduit par :

  S = 1,6×10-8 ×4.02/ 0.014= **4.59 mm^2**

c) En Printemps

Imax = 5,56 A

- Il vient que pour huit panneaux connectés en parallèles, l'intensité totale délivrée sera :

  Imax = 5, 56× 4 = **22.24 A**

ΔU = 24× 0,02 = **0,48V**

R = ΔU / I = 0, 48 / 22.24 = **0,021Ω**

- Considérant que la longueur du câble solaire à utiliser étant égale à la largeur des huit panneaux en parallèles, il vient que :

  L = 0,67 × 4 = **2.68 m**

- Tenant compte de l'équation **(II.12)**, la section des câbles à utiliser se déduit par :

  S = 1,6×10-8 ×2.68/ 0.021= **2.04 mm^2**

d) En Automne

Imax = 5,56 A

- Il vient que pour huit panneaux connectés en parallèles, l'intensité totale délivrée sera :

  Imax = 5,56× 4 = **22.24 A**

  ΔU = 24× 0,02 = **0,48V**

  R = ΔU / I = 0,48/ 22.24 = **0.021Ω**

- Considérant que la longueur du câble solaire à utiliser étant égale à la largeur des huit panneaux en parallèles, il vient que :

  L = 0,67 × 4 = **2.68 m**

- Tenant compte de l'équation (2.12), la section des câbles à utiliser se déduit par :

  S = 1,6×10-8 ×2.68/ 0.043= **0.99 mm^2**

Les résultats du dimensionnement pour le système sont résumés dans le tableau suivant

Dimensionnement					
Les saisons de l'année		En Eté	En Hiver	En Printemps	En Automne
Puissance crête à installer (**WC**)		2600	1560	1138	1040
Tension de l'installation (**V**)		48	24		
Nombre de modules	Total	10	6	4	4
	En série	2	1	1	1
	En parallèle	5	6	4	4
Batteries	Capacité Total (**Ah**)	314.26	697.65	214.88	421.77
	Nombre total	8	10	4	6
	Eléments en séries	4	2	2	2
	Eléments en parallèles	2	5	2	3
	Courant de sortie(A)	54.16	65	43.3	43.3
Régulateur de charge		48V/50A	24V/50A		
Type de câble section (mm^2)/ et longueur(m)		$6mm^2$/5,36m			
Puissance de l'onduleur (KVA)		3KVA			

Tableau (II.15) : Résultats du dimensionnement pour le système

II.7 Conclusion

Le dimensionnement de l'installation photovoltaïque est la recherche de l'équilibre entre la satisfaction de la demande énergétique exprimée et la puissance à installer tant de point de vue des modules solaire PV et les batteries solaires.

Le résultat de dimensionnement de cette maison dans le site d'Adrar en fonction de la consommation moyenne estimée le potentielle solaire il nous a donné : **10** panneaux solaires en été et **6** panneaux en Hiver et **4** panneaux en l'autre saison. Le nombre des batteries en besoin est **10** batteries en Hiver et **8** batteries en été et **6** batteries en Automne et **4** batteries en printemps.

Chapitre III : Analyse techno-économique d'une maison solaire (Application sur le site d'Adrar)

III .1 Introduction

Dans ce chapitre nous allons présentée une étude technique et économique pour une maison solaire de consommation moyenne su le site d'Adrar on utilisant un logiciel de simulation très puisant et connait aux niveaux mondial RETscreen, qui permet d'avoir la consommation et la production énergétique avec une estimation économique du système.

III .2 Présentation de RETSCREEN (RETscreen clean Energy Management Software)

Le logiciel de gestion d'énergies propres RETscreen est un logiciel, lié à l'énergie propre, élaboré par le gouvernement du Canada. RETscreen Expert était présenté lors du clean Energy Ministériel, organisé à San Francisco en 2016 [36].

RETscreen est un système logiciel de gestion d'énergies propres pour l'analyse de faisabilité de projets d'efficacité énergies renouvelables et de cogénération ainsi que pour l'analyse de la performance énergétique en continu RETscreen Expert une version avancée du logiciel, est disponible gratuitement en Mode visionnement.

III .2.1 RETscreen Expert

RETscreen Expert est la dernière version du logiciel, et son lancement en 19septembre2016, Il comprend plusieurs bases de données, y compris une base de données globale des conditions climatique provenant de 6700 station au sol et de donnée de produits [37].

Le logiciel comprend également des trousse d'outils en matière de politiques et de droite liés à l'énergie propre, ainsi que du matériel de formation multimédia traduit dans plusieurs longues, dont un manuel électronique[38].

Il peut être utilisé partout à travers le monde pour évaluer la production et les économies d'énergies, le cout, les réductions des émissions de gaz à effet de serre(GES), la viabilité financier et le risque de différentes technologies d'énergies renouvelables et d'efficacité énergétique.

Figure (III .1) : capture d'écran de logiciel RETscreen Expert.

III .2.2 Domaines d'utilisation de logiciel RETscreen

Il est utilisé dans plusieurs domaines pour simplifier l'étude des projets et résoudre des problèmes techniques et donnée bonne résultats. Les types de projets énergétiques que logiciel peut analyser est :

- Les systèmes photovoltaïques
- Les projets Géothermie profond
- Les projets d'énergie éolienne
- Les centrales solaires thermiques
- Les projets d'hydroélectricité
- Les systèmes Courant marins
- L'air comprimé

III .2.3 But de RETscreen

RETscreen permet aux professionnels dé chercheur et aux décideurs d'identifier, d'évaluer et d'optimiser de façon rapide la viabilité technique et économique des projets potentiels en matière d'énergies propres. Cette plate-forme logicielle d'intelligence décisionnelle permet aussi aux gestionnaires réelles de leur installation, ainsi que de trouver des possibilités supplémentaires d'économies et de production d'énergie.

Dans ce travail notre but il est utilise étudie et analyse évaluation un projet du système PV qui à mont de maison solaire du site d'Adrar en des étapes simulation RETscreen.

III .3 Présentation d'une maison solaire

Pour faire cette étude, nous avons choisi une maison composée de trois pièces, une cuisine et une salle de bain, Cette maison elle contant des apparails electrique qui ont estimé leurs consommation d'électricité en fonction du temp et la puissance de chaque apparails.

III .3.1 Données climatiques de site d'ADRAR

Tout d'abord, nous choisissons le site du projet, c'est-à-dire la zone dans laquelle se situe le projet. Nous choisissons Adrar, l'application affiche donc toutes les informations climatiques de la zone sous la forme d'un tableau contenant les informations suivantes: rayonnement solaire, pression atmosphérique, vitesse du vent et température de l'air……etc. pour chaque mois, ou en peut introduire les informations pour le site qui n'est pas dans la basse des donnée.

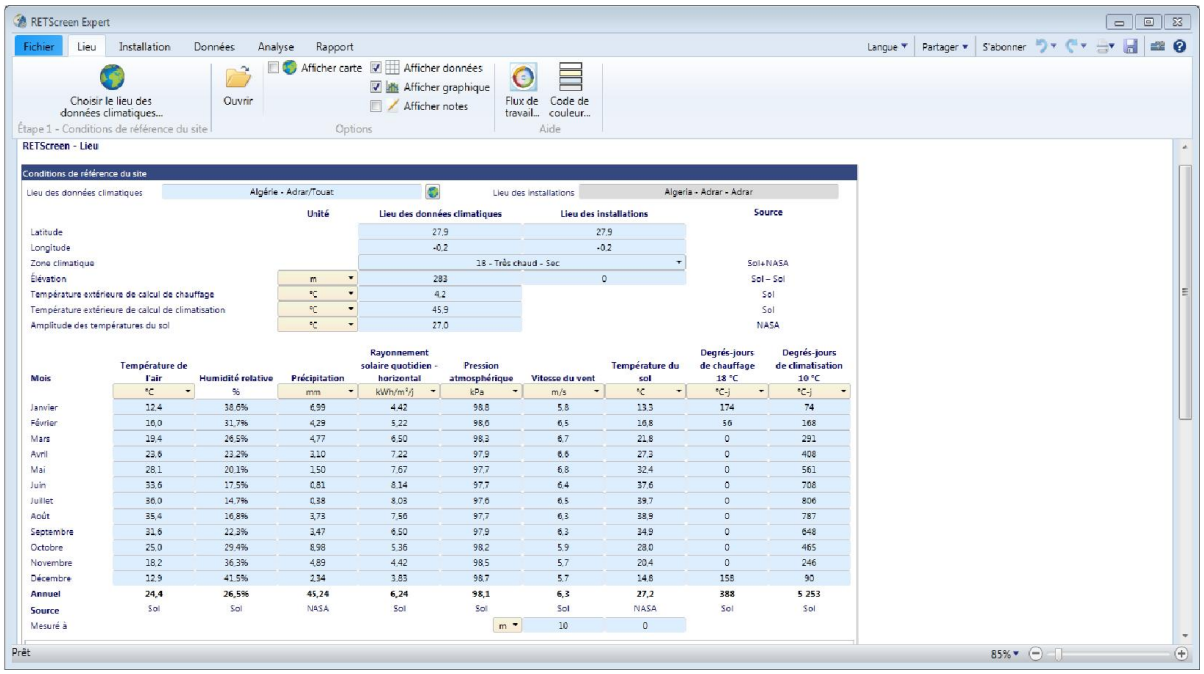

Figure (III .2) : capture des données de la région d'Adrar.

Dans la partie inférieure qui suit, la courbe d'évolution du rayonnement solaire et de la température de l'air en fonction des mois de l'année nous apparaît, car on constate

que la région de l'Adrar a une forte quantité de rayonnement solaire, ce qui explique les températures élevées dans la région.

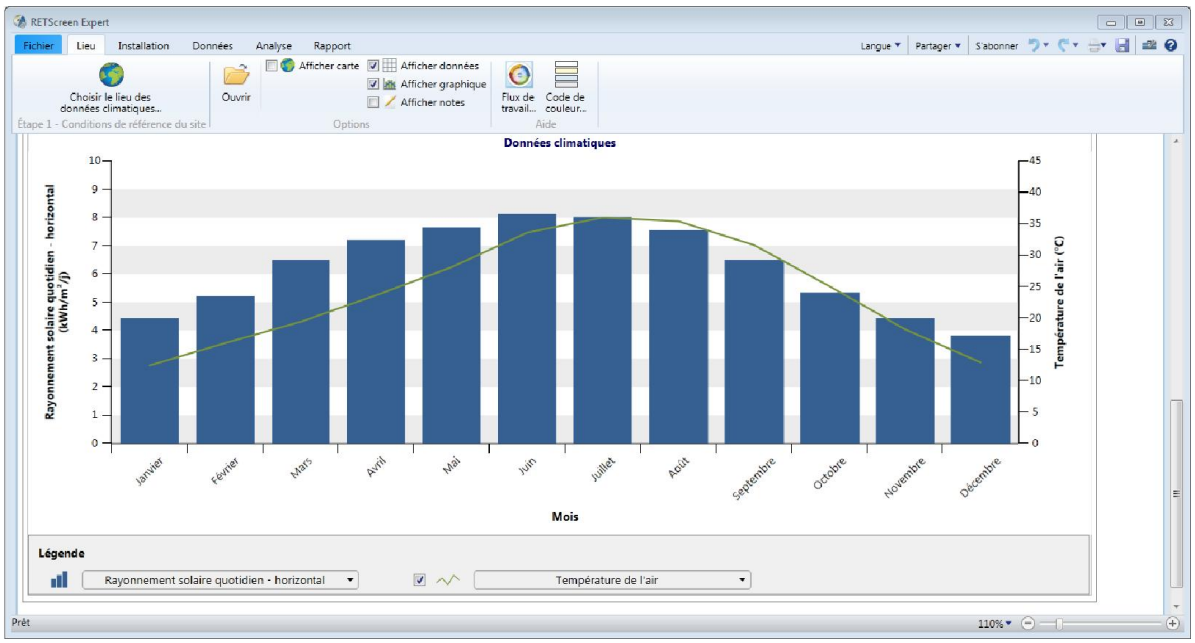

Figure (III .3) : capture d'écran des données rayonnent solaire.

Ou tour la moyenne de rayonnement solaire **7kwh/m2/j**

Après de l'étape on va représenter les informations de projet

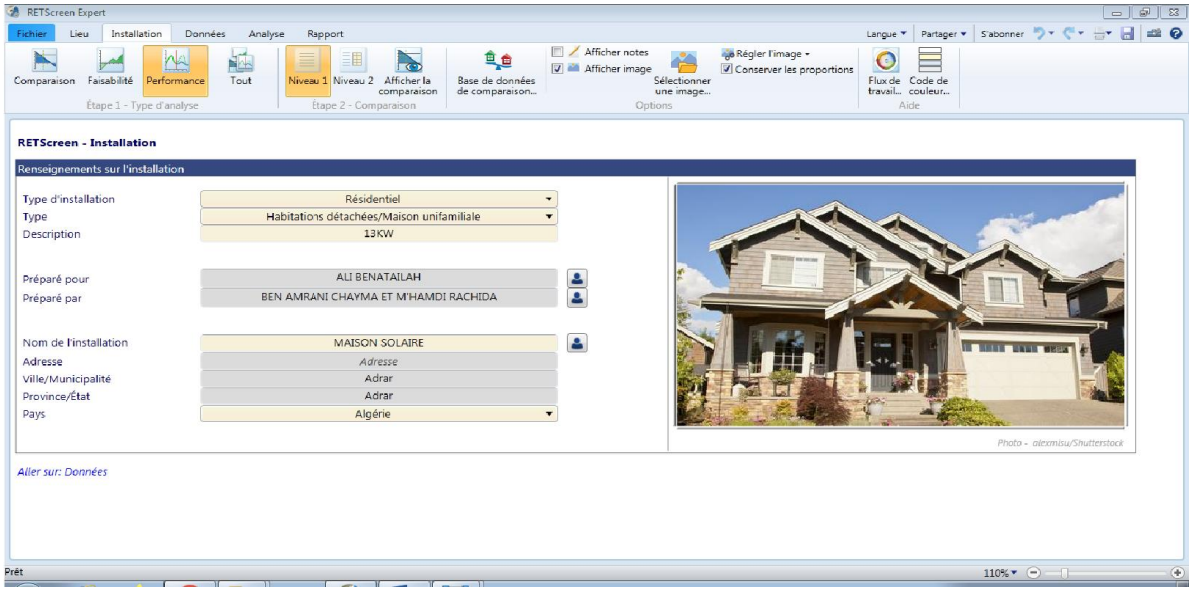

Figure (III .4) : capture d'écran des informations de projet.

III .3.2 Étape de choix des éléments de système photovoltaïque et consommation

Au début nous choisissons le type de panneaux photovoltaïque nous avons choisi les panneaux polycrisallin, en raison de leur disponibilité à des prix raisonnables et ils remplissent toutes les conditions. Après de l'étape de dimensionnement en choisi **10panneaux**.

Rendement : De même manière en choisi le type de l'onduleur et capacité

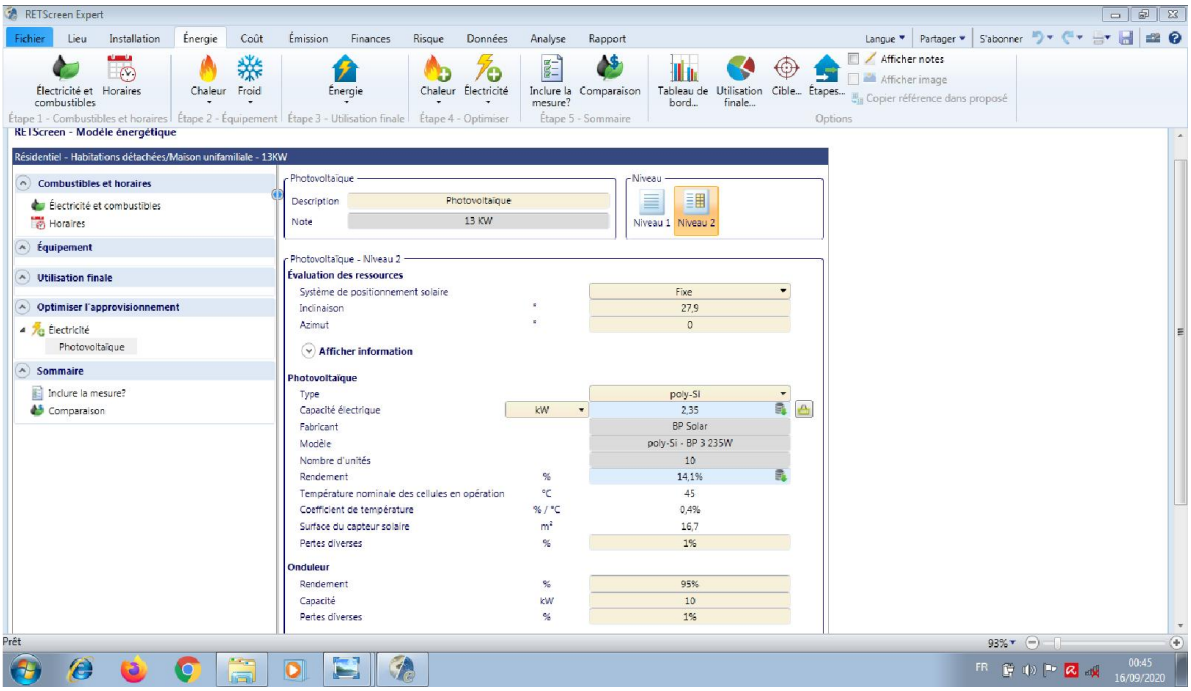

Figure (III .5) : capture d'écran de choix du type PV pour la maison solaire.

III .3.3 Configuration et consommation de maison solaire

Pour calculer la consommation journalière de la maison solaire, il est nécessaire de Calcule la puissance en fonction des heurs de fonction des appareils présents dans la maison.

Le choix de ces appareil est fonction de besoins dans la maison.

Pour appliquer cette étape dans logiciel, nous appuyons sur le bouton d'énergie , un menu avec des nombreuses options nous choisissons les équipements électrique puis nous obtenons une page qui comprend plusieurs casses , comprenant les différents appareil, leur nombre et leur heure du utilisation Pour cette étude nous du vise le travail sur **4** saison car dans la même saison la variation condition climatique et la consommation faible

III .3.3.1 premier cas d'étude en Hiver

Dans la saison d'aviner nous allons présenter le consommation du moyenne estimée dans notre maison solaire figure (III.6) pour la région d'Adrar la consommation importance dans l'éclairage

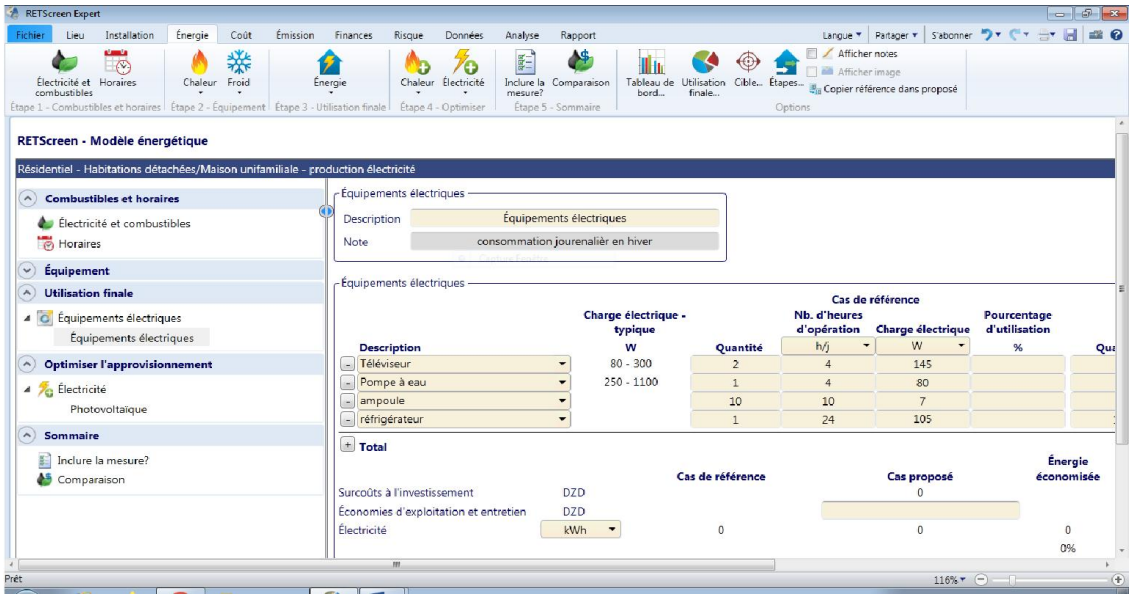

Figure (III .6) : capture d'écran de la consommation journalière en Hiver

III .3.3.2 Deuxième cas d'étude en Printemps

Dans la saison d'aviner nous allons présentée la consommation du moyenne estimée dans notre maison solaire figure (III.7) pour la région d'Adrar la consommation importance dans l'éclairage

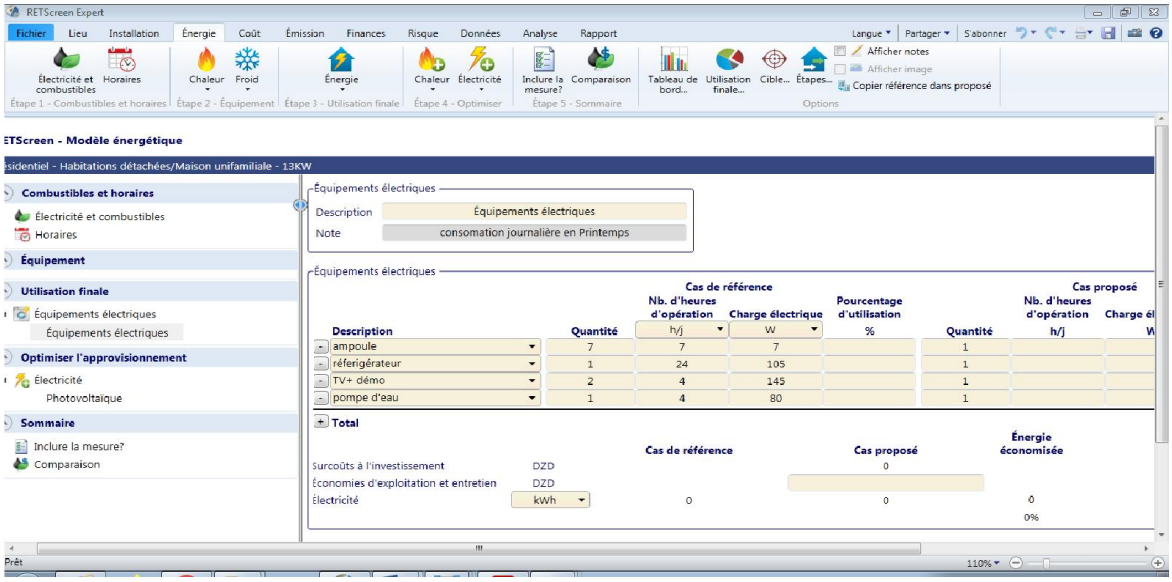

Figure (III .7) : capture d'écran de la consommation journalière en Printemps.

III .3.3.3 Troisième cas d'étude en été

Dans la saison d'aviner nous allons présentée la consommation du moyenne estimée dans notre maison solaire figure (III.8) pour la région d'adrar la consommation importance dans climatiseur et réfrigérateur.

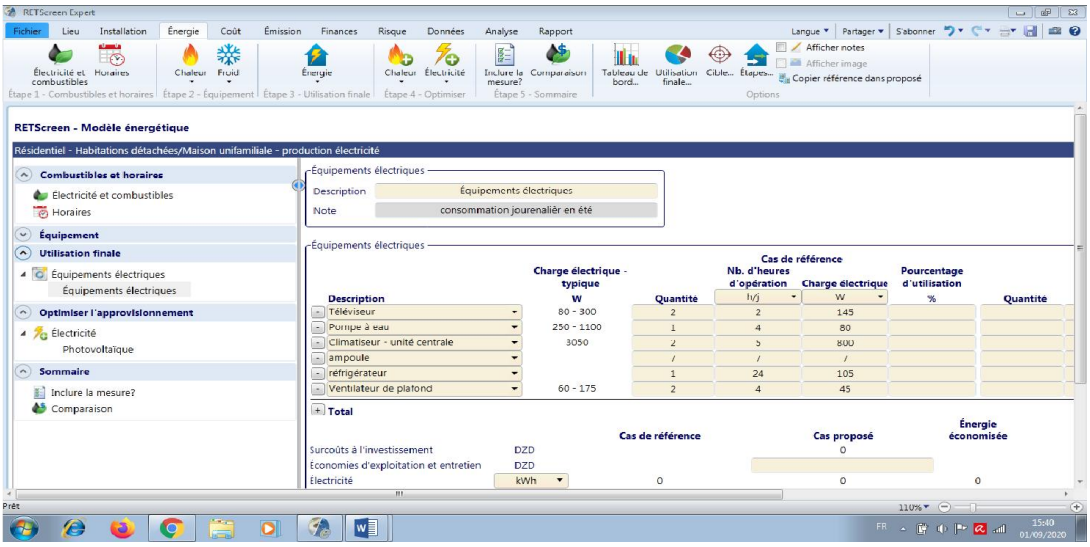

Figure (III .8) : capture d'écran de la consommation journalière en été.

III .3.3.4 Quatrièmes cas d'étude en Aoutons

Dans la saison d'aviner nous allons présenter la consommation du moyenne estimée dans notre maison solaire figure (III.9) pour la région d'Adrar la consommation importance dans l'éclairage

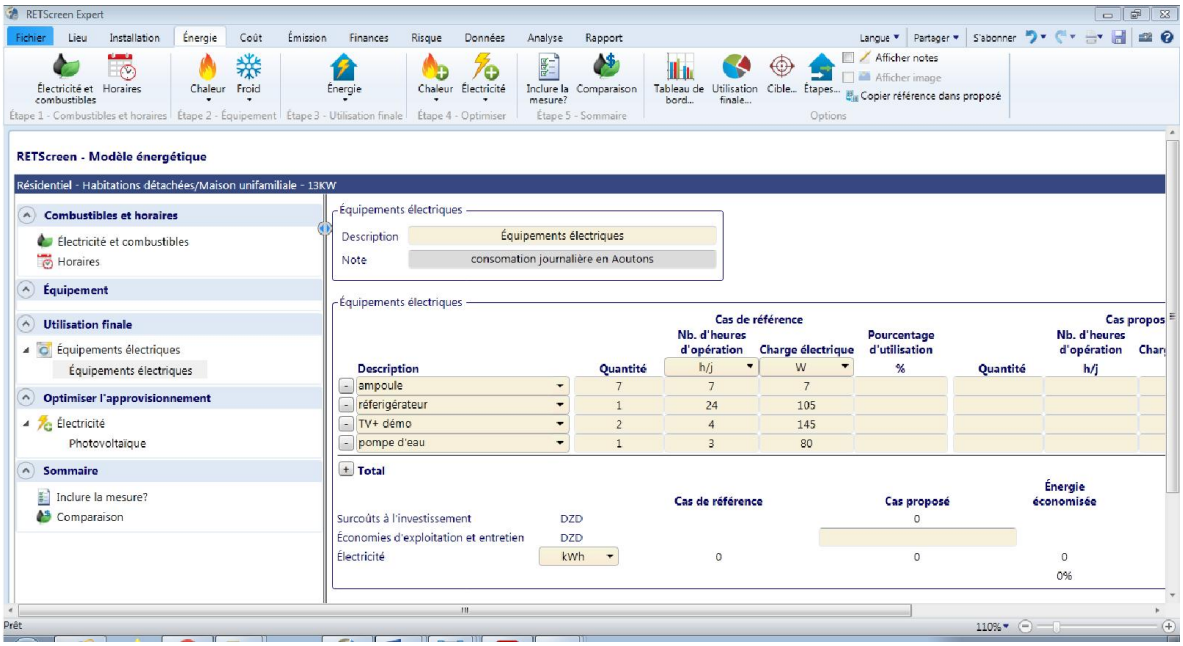

Figure (III .9): capture d'écran de la consommation journalière en Aoutons.

III .3.4 L'étude performance de la maison solaire

Pour connaître les performances de cette maison pendant les quatre saisons de l'année, en suivant la consommation d'électricité au cours de chaque mois, pour cela nous utilisons le champ de performance, nous obtiendrons un tableau.

Premier étape en va remplir les informations de la consommation électrique on crée en voir la figure (III.10).

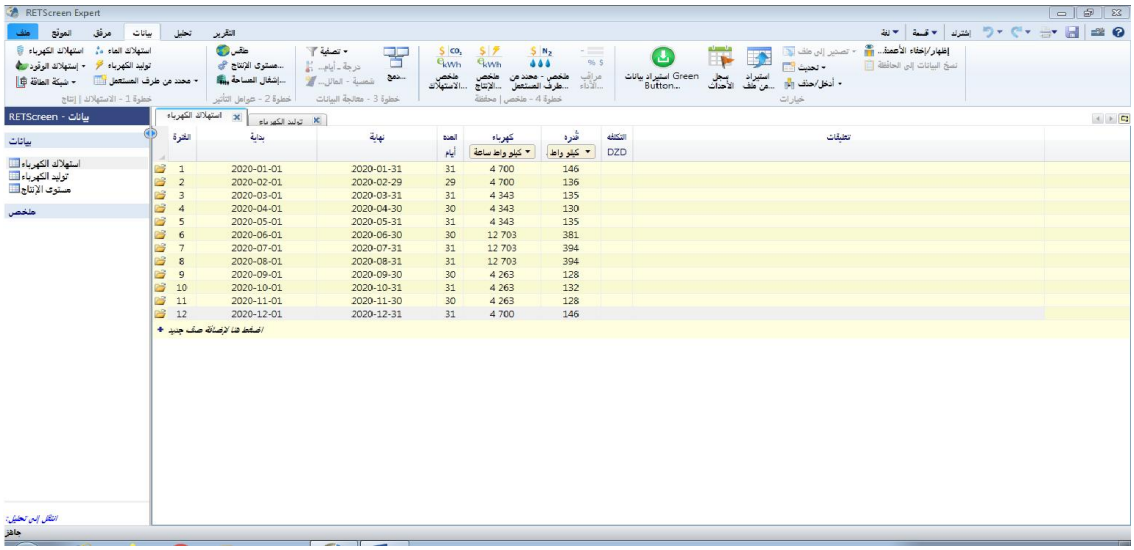

Figure (III .10): capture d'écran d'un feuil de la consommation de chaque mois.

A partir de l'étape estimation consommation électrique des éléments de la maison solaire de chaque mois ne peuvent vois le résultat de la simulation qui ne permet d'avoir les diagrammes suivant :

III .3.4.1 Diagramme de la consommation

Qui donne la variation consommation énergétique de la maison se ferme de courbe et tableaux en fonction des mois, on voir la valeur moyenne de **600 KW**/j le maximum dans la saison d'été il ya le problème de chaleur

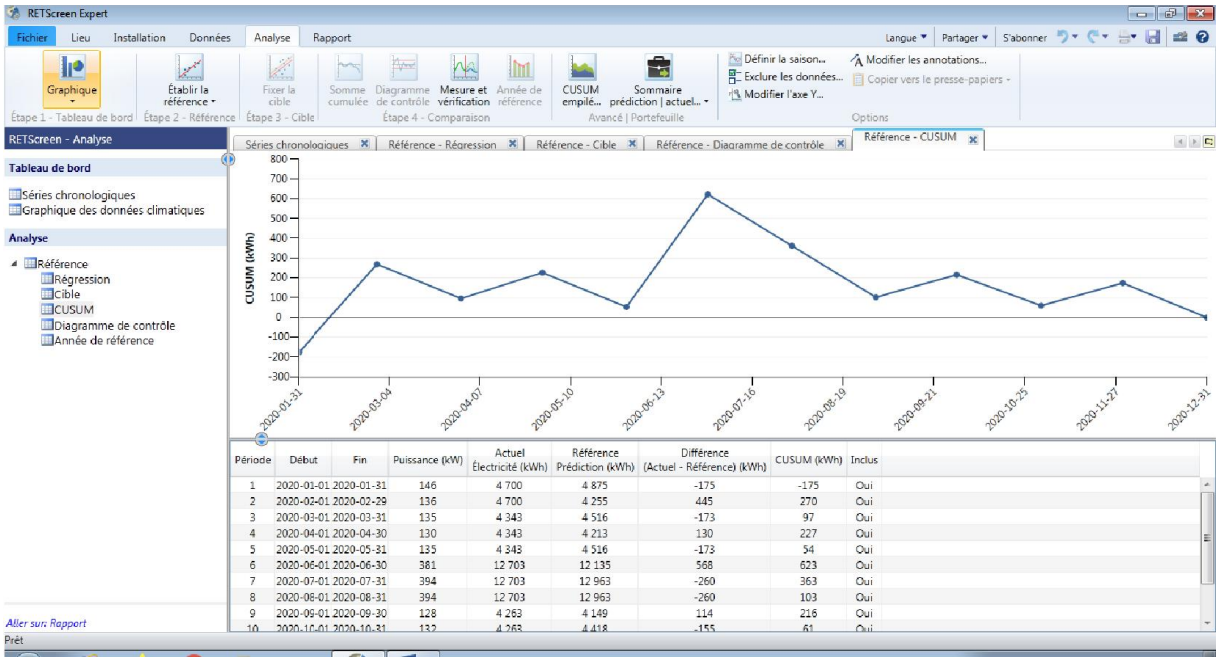

Figure (III .11): capture d'écran de diagramme de la consommation.

III .3.4.2 Diagramme de la puissance

Que le système produire une puissance énergétique varié entre **120kw** à**395kw** elle est très important dans la période d'été puisque le flux solaire très élevée et le besoins sans important.

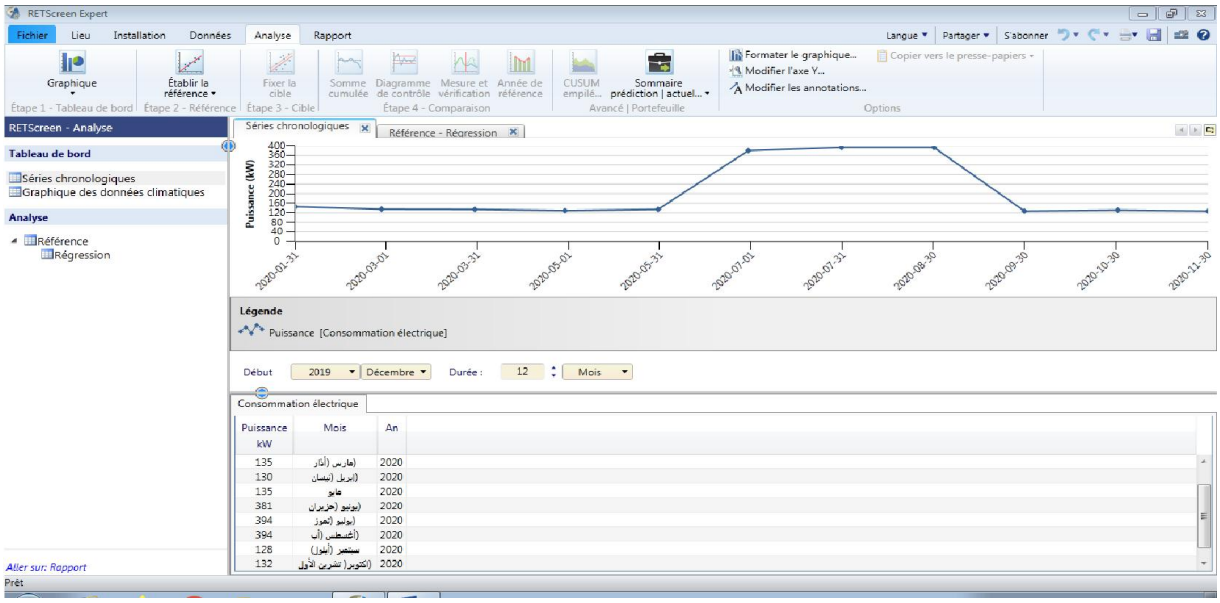

Figure (III .12): capture d'écran diagramme de puissance.

III .3.5 L'étude financière de la maison solaire

Dans cette étape de l'étude du projet, nous allons voir l'estimation économique du système PV utilisée pour notre maison solaire en fonction des coûts et des éléments du système qui sont dans la basse des données de logiciel et sur le quelle en peut changer certain valeur en fonction des spécifiée de notre projet et dans cette partie en voir l'effet de serre de système sur l'environnement et contribution de ce projet réduire à l'effet de serre.

III .3.5.1 Analyse d'émissions GES

Ce point est considéré comme l'un des objectifs essentiels des projets d'énergie propres, car le plus parts des payes et réglementation nationale se battent pour y parvenir et obtenir une énergie propre tout en préservant au maximum l'environnement en réduisant les émissions de gaz toxiques en plus de réduire la quantité de déchets générés également.

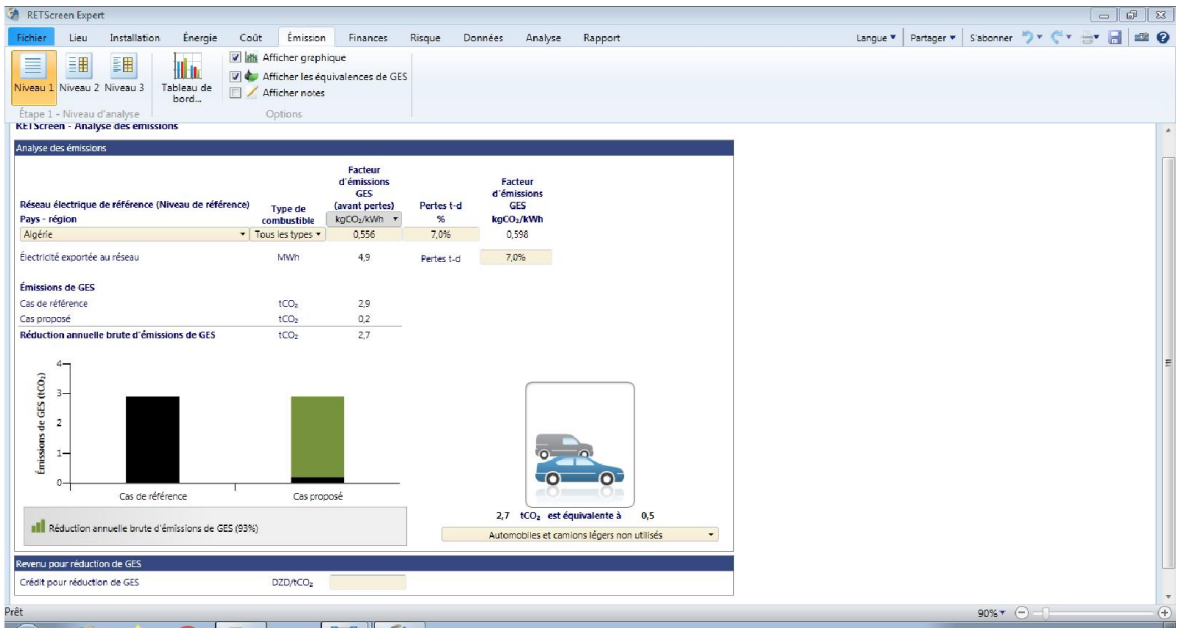

Figure (III .13): capture d'écran de feuille calcul et analyse des réductions émissions GES.

D'après le résultat notre étude sur d'émission GES on remarque que l'utilisation du système PV de notre maison nous permet de réduire ou moyenne l'émission des **co_2** est **2,7Tonne/KWh** ce type de système permet et conservée l'environnement et réduire les gaz toxique.

III .3.5.2 Analyse économique de maison solaire

Dans cette étude nous obtient un analyse économique de note système donc qui contint le cout et le budget de projet Sur la période estime moyenne de fonctionnement de système (20ans), ce qui permet une comparaison équitable entre les technologies d'énergie propre et les correspondants traditionnels. Sur la période estime Les résultats de l'étude économique est cumulée son présenté par la simulation pour les sénaire choisie pour notre projet, sans support et en considérant que le taux d'indice carburant est d'environ **2%**, c'est-à-dire que le prix du carburant n'est pas fixe pour les **20** prochaines années (durée de vie du projet).

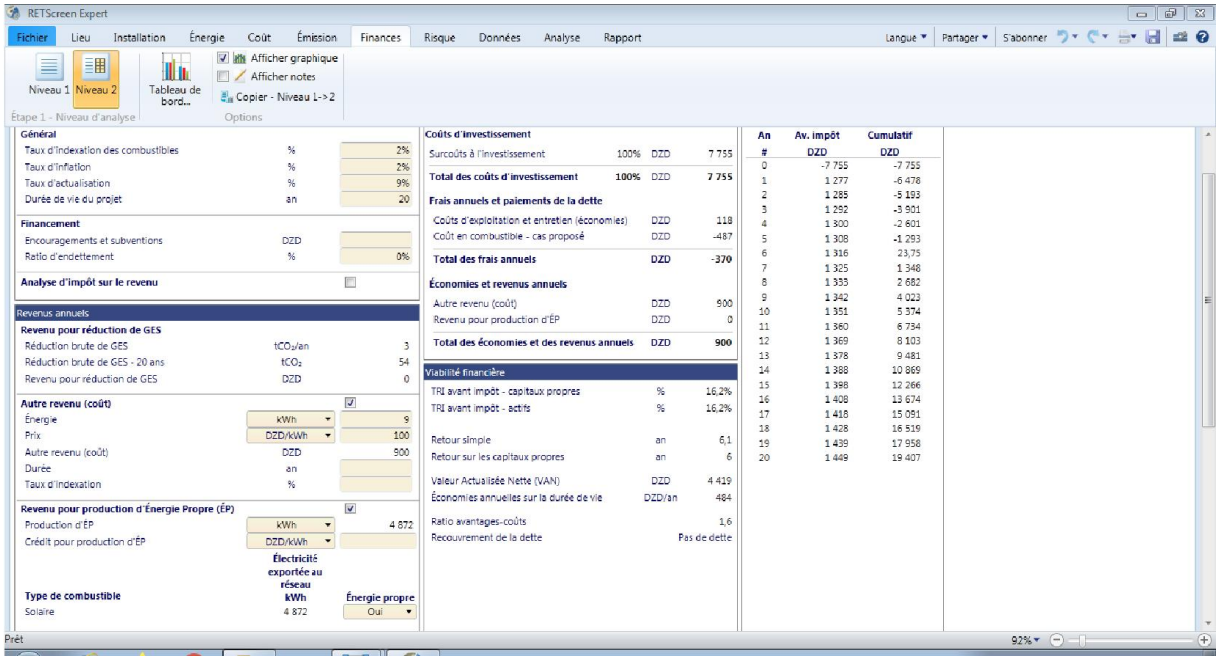

Figure (III .14): capture d'écran de la feuille de calcul et analyse des coûts.

A partir de ses sénaires économique proposée de note projet les choix adaptée nous avons un résultat qui montre la évolution économique de note projet sur la durée estimée (20ans) qui sent présentée dans la figure(III.15)

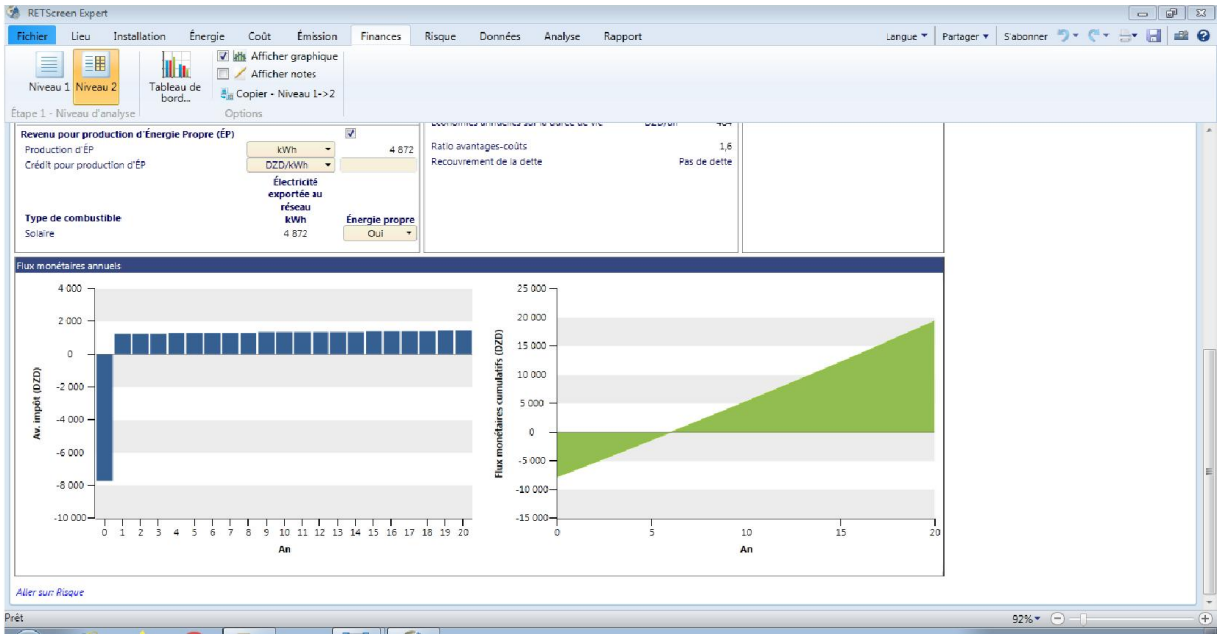

Figure (III .15): capture d'écran d'évolution économique de graphe du flux monétaires Comulatifs.

On remarque a partir le graphique (III.15) il ya un changement dans le graphe négatif a positif à partir la valeur 6 année qui représente la valeur pour le quelle on va retour d'investissement c'est-à-dire pour cette valeur on rééquiper l'argent qui été de pansée dans le projet.

- La première partie (**0 ans** à **6 ans**) :

Dans cette partie le graphique des flux monétaires cumulatifs est négatif parce que les coûts de l'installation de photovoltaïque de la maison solaire sont supérieurs aux bénéfices tirés du projet.

- La deuxième partie (**6 ans** à **20 ans**) :

Dans cette partie le graphique des flux monétaires cumulatifs est positif parce que les bénéfices tirés du projet sont supérieurs aux coûts du projet, où en l'année 6 on récupère le coût initial du projet.

A partir de cette année le projet seulement le bénéfice de projet on obtient de l'électricité gratuite jusqu'à **10000DZD**en l'année **20**

III .3.6 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons mené une étude technique et économique pour le fonctionnement d'une maison à l'énergie solaire photovoltaïque PV, sur le site d'Adrar.

- A partir de cette étude nous avons constaté que le site d'Adrar présentée un potentiel solaire très élevée avec une moyenne **7kwh/m2/j**.
- Que la moyenne de consommation énergétique d'une maison sur le site d'Adrar est très élevée en été de fait de climatisation du à la chaleur élevée de la région d'Adrar été la température de passé **45^0c.**
- L'utilisation de PV en polycristallin est suitable, et cette disponible et le coût résenable.
- cette étude nous a permet d'estimé la contribution de note système pour réduire l'émission du **CO_2** est **2.7 Tonne/kWh.**
- L'évolution économique du système montre il ya un retour d'investissement à partir de **6éme** année d'utilisation (on rééquiper tous l'argent dépones sur le projet) et pour le reste de la durée d'utilisation jusqu'à 20 ans il ya des penifices et utilisation gratuite de l'électricité.

Conclusion Générale

Conclusion générale

Dans ce mémoire en à fait une étude technico-économique d'un maison solaire dans le site d'Adrar, et un pré dimensionnement de l'installation en fonction des valeurs moyenne des gisements solaires et la consommation énergétique d'une maison choisie sur le site d'Adrar pour les **4** saisons.

- nous avons présentée des généralités sur le flux solaire et en particulier la moyenne de flux pour l'Algérie et Adrar et les éléments PV utilisée dans le système avec les caractéristiques techniques et énergétiques.
- nous avons présente une maison solaire dans le site d'Adrar avec les appariale choisie et leurs consomasition.
- nous avons présentée les étapes de dimensionnement avec une méthode simple pour cette maison durant les **4** saisons de l'année.
- nous avons fait une simulation technique économique avec un logiciel très pour voir les performances énergétique de cette maison et ensuit on a présentée une analyse économique pour voir l'évolution des coûts et bénéfices du système période de **20 ans.**
- en fin nous avons présentée une analyse d'émission des gazs toxiques pour voir la contribution de ce système dans la conservation de l'inverennement.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

[1]: Ch. Perrin de Brichambault, Ch. Vauge « Le gisement solaire: évaluation de la ressource énergétique » Technique et Documentation, Lavoisier, Paris, 1982.

[2]: L.MILOUDI, « Etude et simulation de la trajectoire du soleil par un panneau solaire photovoltaïque », Thèse de Magister en automatique, Université Boumer des, 2011.

[3] : M.HAMDANI « Etude et Effet de l'Orientation de deux Pièces d'un Habitat en Pierre Situé à Ghardaïa » thèse de magister option énergie renouvelable Université Tlemcen, 2011.

[4] : S.M.A. Bekkouche « Modélisation du Comportement Thermique de Quelques Dispositifs Solaires » Thèse de Doctorat en Physique Electronique, Université de Tlemcen, Mai 2009.

[5]: J. Bernard« Energie solaire calcul et optimisation » 1ère édition, ELLIPES, Paris, 20 :

[6] : Brochure « Manuel d'installation, d'entretien et de maintenance des systèmes solaires photovoltaïques pour l'éclairage domestique et le pompage d'eau » édition l'UNESCO et l'IEPF Marrakech, 2000.

[7]: F. Darou « Etude et réalisation d'un logiciel de simulation du flux solaire horizontal » mémoire Master, université Adrar 2013

[8]: M. Calais ET J.Myrzik et T.Spooner, et V.G.Agelidis « Inverters for single-phase grid connected photovoltaic systems-An overview » in Proc. IEEE PESC'02, vol. 2, pp. 1995– 2000.

[9] : A. Mehdaoui « Développement de deux modèles neuro-flous pour la poursuite du MPPT des modules photovoltaïques UDTS-50 Application au site d'Adrar » Revue des Energies Renouvelables Vol. 12 N°2, pp 257 – 268 (2009).

[10] : H.BenCheikh " Simulation numérique de modèle collecteur hybride photovoltaïque/ photo thermique "Mémoire de Magister, Université de Constantine 2009.

[11] : R.Maouedj « application de l'énergie photovoltaïque au pompage hydraulique sur les sites de Tlemcen et de Bouzareah » Mémoire de Magister, Université de Abou Bekr Belkaïd, Tlemcen 2005.

[12] : «La cellule photovoltaïque » Centre de recherche de développement de l'ECAM.

[13] : L.Kemmouche « Modèle de fonctionnement d'une station solaire photovoltaïque en prévision de panne » mémoire de magistère, université de Constantine 2002.

[14] : Serge Poignant « L'énergie photovoltaïque » Rapport D'information 2009, Assemblée Nationale Constitution du 4 Octobre 1958 Treizième Législature.

[15] : Dib Wassila « Modélisation des structures photovoltaïque : aspects et fondamentaux et applique», Thèse de Doctorat, Université Abou Bekr Belkaïd Tlemcen 2010

[16] : M.N.Mchalikh et CH.Hmada « Modélisation et simulation d'un système photovoltaïque en fonctionnement autonome et connecté au réseau » Mémoire de Master Université Kasdi Merbah, Ouargla 2013.

[17]: MAKHELOUF MESSAOUD « Modélisation et optimisation de système de production d'énergies renouvelables couple au réseau » Mémoire de magister, Université MENTOURI de CANSTANTINE 2012.

[18] : wikipédia, «éclairage public,». Available: https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89clairage_public. [7 Accès le mars 2018].

[19] : «HISTOIRE DE L'ECLAIRAGE». Disponible. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=9&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjww4C_ocrbAhWHvhQKHcQXCYcQFgiPATAI&url=http%3A%2F%2Fekladata.com %2FDZ7ui60SGCVTQ7OV5FWkLzdLZ_c%2Fistoire-de-leclairage. PDF&usg=AOvVaw2rwok451N64Y-avPgTok2i

[20] : l. massol, «histoire de l'éclairage,». Article de journale.*joomlaArt,* 16 february 2007.

[21] : ZIDANE Ammar, «Etude et dimensionnement d'une installation photovoltaïque au niveau d'un puits de gaz» Mémoire de Master, Université Abderrahmane Mira de Bejaïa (Promotion Juin 2012).

[22] : IAMARENE Samir «Dimensionnement d'une installation photovoltaïque pour un site (BTS, BSC) du réseau télécom watania», Mémoire de Master, Université Abderrahmane Mira de Bejaia (19/09/2012).

[23] : BENCHERIF Mohammed, « Modélisation de systèmes énergétiques photovoltaïques et éoliens intégration dans un système hybride basse tension », Thèse de doctorat, Université Abou-Bakr Belkaide de Tlemcen.

[24] : B.ChIKH-BLED, I.SARI-ALI Et B. BENYOUCEF, Revue Internationale technique, « Méthode de dimensionnement optimal d'une installation photovoltaïque »,N° 41, Université Abou-BakrBelkaïd, Faculté des Sciences 25-30 (2010).

[25] : DHAKER Abbes, « Contribution au dimensionnement et à l'optimisation des systèmes hybrides éoliens-photovoltaïques avec batteries pour l'habitat résidentiel autonome », Thèse de Doctorat, Université de Poitiers (20 juin 2012), Disponible sur Internet <http://theses.univ-poitiers.fr>.

[26] : http://bibfac.univ-tlemcen.dz/bibfs/opac_css/doc_num.php?explnum_id=277

[27]: M. Sidrach-de-Cardona et L. Mora Lo´ pez, «A simple model for sizing stand alone photovoltaic systems,» *Solar Energy Materials and Solar Cells,* n° %10927-0248/98/$, pp. 199-215, 1998.

[28] : Projet développer le Bénin à partir des sources renouvelables, rapport final, juillet 2010PNUD, Ministère de l'énergie et de l'eau Bénin

[29] : R. Rezoug, A. Zaatri, « **Optimisation du rendement d'un système photovoltaïque par poursuite du soleil** », Revue des Energies Renouvelables 12, 299 – 306, 2009.

[30] : S. Brigand, « **Les principes de l'énergie solaire photovoltaïque** », complément technique, Techniques de construction, www.editiondumoniteur.com,Mars-Avril 2008.

[31] : A. Labouret, M. Villoz, **« Energie solaire photovoltaïque »,** 3eme édition, Edition Dunod2005.

[32] : Hamza Bradai « Etude et dimensionnement d'un système d'éclairage solaire pour la faculté des sciences et technologie » Mémoire de Fin D'étude en Vue de L'obtention du Diplôme de Master en Physique à l'université d'Adrar JUIN 2015

[33] : Belhadj Mohammed, « **Modélisation d'un Système de Captage Photovoltaïque**

Autonome », Mémoire de Magister Centre Universitaire de Bechar, Institut des Sciences Exactes, 2008.

[34] : M. J. T. Nkouimi, « **Outil d'aide au dimensionnement des systèmes photovoltaïque domestiques**», Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'ingénieur de conception, Ecole Nationale Supérieure Polytechnique de Yaoundé, ©Mémoire Online 2000-2010.

[35] : Sylvain Brigand « **Installations Solaires Photovoltaïque (dimensionnement de l'installation et mise en oeuvre maintenance) »**, Edition le moniteur (paris), février 2011

[36] : « Le Canada, le Mexique et les Etats-Unis montrent les progrès de la collaboration nord-américaines dans les dossiers énergétiques » Clean Energy Ministériel en 3 juin 2016.

[37] : « NASA-NASA collaboration Benefits International Priorities of Energy Management » archive sur NASA 12 Septembre 2007.

[38] : « analyse de projets d'énergie propres : manuel d'ingénierie et études de cas RETscreen » archive de publication du gouvernement du Canada 24 Février 2016.