

Université Kasdi Merbah Ouargla



Faculté des Sciences appliquées

Département: Génie des procédés



## Mémoire De fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme master académique

Option: Génie chimique

Présenté Par

BENSARRI Halima - BENTARFA Djehad

-Thème-

---

# L'autoconsommation domestique dans la région de Ouargla par les panneaux photovoltaïques

---

Soutenu publiquement le 29 /05/2017 devant le jury:

Mr : CHAOUKI	Mourad	MCA	Président
Mr : KAHOUL	Fares	MCA	Examineur
Mr : BAAMEUR	Lotfi	MCB	Examineur
Mr : CHENNOUF	Nasreddine	MCA	Encadreur

Année Universitaire : 2016/2017

## **Remerciement**

Il est venu le temps de mettre un point final à ce travail et à toutes ces années effectuées de recherche au sein de l'université Kasdi Merbah.

Nous remercions Mr. CHENNOUF Nasreddine pour la confiance dont il a toujours fait preuve à notre égard et pour ses perpétuels encouragements

Nous tenons à remercier Mr. CHAOUKI Mourad, pour l'honneur qu'il nous a fait en acceptant de présider le jury de cette thèse. Nous présentons également notre profonde reconnaissance à Mr. KAHOUL Fares ET Mr. BAAMEUR Lotfi, qui a accepté d'examiner notre travail.

Nous remercions également à Mr. AHMED Baba Hanni, M<sup>elle</sup> NASSIMA Temmar.

Enfin, dans les dernières lignes, nous tenons à remercier nos parents, nos frères et sœurs, et de fournir des conseils et des encouragements qu'ils nous ont apporté un soutien moral et financier toujours. Sans eux, nous ne serions pas là où nous sommes et ce que nous sommes. Merci à tous ....

**Halima Bensari**

**Et**

**Djehad Bentarfa**

# Dédicace

*Je dédie mon travail à ma grands-parents ; que DIEU le tout puissant ait leur âmes et les accueille en son vaste paradis ;*

*- Je dédie mon travail à mes grands-parents ; que DIEU le tout puissant ait leur âmes et les accueille en son vaste paradis ;*

*- à mon cher père Mohamed Bentarfa, à qui je souhaite une très longue vie, pleine de joie, de bonheur et de prospérité.*

*- A à ma très chère mère Khadidja Temmar à qui, je devrai toute la reconnaissance, pour tout ce qu'elle a fait et donné pour moi, depuis mon naissance, jusqu'à ce que je puisais atteindre ce niveau-là, mes sœurs «Meriem, Imane, Ikram, Chifaa, Inasse» et frères « Islam , Laid ». Et tous les membres des familles« Bentarfa» et « Temmar » sans oublier les amies et camarades avec lesquels j'avais partagés des moments inoubliables.*

**Djehad Bentarfa**



# Dédicace

*Je dédie mon travail à ma grands-parents ; que DIEU le tout puissant ait leur âmes et les accueille en son vaste paradis ;*

*- Je dédie mon travail à mes grands-parents ; que DIEU le tout puissant ait leur âmes et les accueille en son vaste paradis ;*

*- à mon cher père, à qui je souhaite une très longue vie, pleine de joie, de bonheur et de prospérité.*

*- A à ma très chère mère à qui, je devrai toute la reconnaissance, pour tout ce qu'elle a fait et donné pour moi, depuis mon naissance, jusqu'à ce que je puisais atteindre ce niveau-là, mes sœurs et frères Et tous les membres des familles «Bensari » et « Khaouni » sans oublier les amies et camarades avec lesquels j'avais partagés des moments inoubliables.*

**Halima Bensari**



## Table de matière

Remerciement .....	I
Dédicace .....	II
Table de matière .....	IV
Liste des figure .....	VII
Listes des tableaux .....	VIII
Liste des symboles et abréviations .....	IX
Introduction générale .....	1
<b>Chapiter I      Présentation de la région d'étude (Ouargla)</b>	
I.1. Introduction .....	3
I.2. Spécification de la région de Ouargla .....	3
I.2.1.Présentation du site .....	3
I.2.2.Les données géographiques .....	4
I.3. Données climatiques de la ville de Ouargla.....	4
I.4. Le rayonnement solaire.....	6
I.4.1.Les composantes du rayonnement solaire .....	6
I.4.1.1. Rayonnement direct .....	6
I.4.1.2. Rayonnement diffuse.....	6
I.4.1.3. Rayonnement global .....	6
I.4.2.L'irradiation solaire .....	7
<b>Chapiter II      Étude du Système photovoltaïque</b>	
II.1. Introduction.....	8
II.2. Conversion de l'énergie solaire en énergie électrique.....	8
II.3. Les différentes installations photovoltaïques.....	9
II.3.1. Les installations isolées .....	9
II.3.2. Les installations raccordées au réseau de distribution public .....	9
II.3.2.1. Solution avec injection totale .....	9

II.3.2.2. Solution avec injection de surplus .....	10
II.4. Technologie des cellules photovoltaïque .....	10
II.4.1. Les différents types de cellules solaires.....	10
II.4.2. Principe de fonctionnement .....	12
II.5. Description des éléments du système photovoltaïque .....	13
II.5.1. Le générateur photovoltaïque.....	14
II.5.2. Les batteries .....	14
II.5.3. Régulateur .....	15
II.5.4. Convecteur .....	16
<b>Chapiter III      Conception du système photovoltaïque autonome</b>	
III.1. Introduction .....	17
III.2. Petits rappels en électricité .....	17
III.3. Le dimensionnement du système photovoltaïque isolé.....	18
III.4. Dimensionnement des modules solaires .....	18
III.4.1. la consommation journalière ( $E_{cons}$ ) .....	18
III.4.2. Le Choix de modules photovoltaïques .....	26
III.4.3. L'ensoleillement .....	27
III.4.4. Calcul de la puissance crête .....	28
III.4.5. calcul de la taille de générateur à installer .....	29
III.5. La Dimensionnement des batteries solaire.....	31
III.5.1. Le choix de la batterie .....	31
III.5.2. Autonomie.....	31
III.5.3. Profondeur de décharge.....	32
III.5.4. la capacité de stockage.....	32
III.5.5. Le nombre de batterie .....	33
III.6. Dimensionnement du régulateur.....	34
III.7. Dimensionnement de l'onduleur .....	35

<b>III.8. Mise en place du système .....</b>	<b>35</b>
<b>III.9. Conclusion.....</b>	<b>36</b>
<b>Chapiter IV      Étude économique</b>	
<b>IV.1. Introduction .....</b>	<b>37</b>
<b>IV.2. Le coût des appareils utilisés .....</b>	<b>37</b>
<b>IV.3. Coût de l'installation totale.....</b>	<b>39</b>
<b>IV.4. L'investissement initial total.....</b>	<b>39</b>
<b>IV.5. L'amortissement total .....</b>	<b>40</b>
<b>IV.6. Les résultats comparatifs .....</b>	<b>41</b>
<b>IV.7. La courbe.....</b>	<b>45</b>
<b>IV.8. Interprétation des résultats.....</b>	<b>46</b>
<b>Conclusion générale .....</b>	<b>47</b>
<b>Bibliographies.....</b>	<b>48</b>
<b>Annexes .....</b>	<b>52</b>

## Liste des figure

<b>Figure I-1: Situation de la Wilaya de Ouargla (Ismail, 2014).....</b>	<b>3</b>
<b>Figure I-2: La température moyenne mensuelle (ONM Ouargla, 2016) .....</b>	<b>4</b>
<b>Figure I-3 : Force moyenne mensuelle du vent (ONM Ouargla, 2016).....</b>	<b>5</b>
<b>Figure I-4: Insolation moyenne mensuelle (ONM Ouargla, 2016) .....</b>	<b>5</b>
<b>Figure I-5: Absorption et réflexion du rayonnement solaire par l'atmosphère terrestre ..</b>	<b>6</b>
<b>Figure I-6: Irradiation solaire globale horizontale. ....</b>	<b>7</b>
<b>Figure II-1: installation sur site isolé.....</b>	<b>9</b>
<b>Figure II-2: les technologies de cellules existent.....</b>	<b>10</b>
<b>Figure II-3: La composition d'une cellule photovoltaïque (dena, s.d.) .....</b>	<b>12</b>
<b>Figure II-4: le déplacement des électrons (MANSOUR, 2014) .....</b>	<b>13</b>
<b>Figure II-5: Les batteries.....</b>	<b>15</b>
<b>Figure II-6: Le Régulateur .....</b>	<b>16</b>
<b>Figure II-7: le Convecteur .....</b>	<b>16</b>
<b>Figure IV-1: Le montant d'énergie par trimestre.....</b>	<b>41</b>
<b>Figure IV-2 : La variation de coût d'énergie par trimestre .....</b>	<b>42</b>
<b>Figure IV-3 : Coût de KWh par jour (DA).....</b>	<b>43</b>
<b>Figure IV-4 : la variation de coût d'énergie par jour .....</b>	<b>45</b>

## Listes des tableaux

Tableau I-1: les coordonnées géographiques de Ouargla (Ismail, 2014).....	4
Tableau II-1: les caractéristiques des différents types de cellules et modules (L'ENERGIE SOLAIRE PV, 2013) .....	11
Tableau III-1: Estimation de la consommation des appareils disponibles dans la maison .....	19
Tableau III-2: Consommation moyenne des appareils électriques de la maison en été ..	23
Tableau III-3: Consommation moyenne des appareils électriques de la maison en hiver .....	24
Tableau III-4: La consommation d'énergie par fourniture d'énergie Electricité et Gaz	25
Tableau III-5: la consommation journalière par saison.....	25
Tableau III-6: les caractéristiques du panneau utilisé .....	26
Tableau III-7: Irradiation annuelle perdue à cause des ombres (horizontale): 0.0 % (JRS, 2001-2012).....	27
Tableau III-8: La puissance crête .....	29
Tableau III-9: le nombre de panneaux solaires .....	30
Tableau III-10: Le champ de stockage.....	33
Tableau III-11: Le nombre de batteries .....	33
Tableau IV-1: Prix des panneaux solaires (alibaba.com, 1999-2017) .....	37
Tableau IV-7: Prix de régulateur (AliExpress, s.d.) .....	38
Tableau IV-8: Prix des autres équipements (AliExpress, s.d.) .....	38
Tableau IV-10: les prix avec DZD .....	39
Tableau IV-11: Nombre de dispositifs utilisés.....	39
Tableau IV-12: La durée de vie des équipements .....	41
Tableau IV-13: Montant de la consommation d'énergie par trimestre (DA).....	41
Tableau IV-14: Coût de KWh par trimestre (DA).....	42
Tableau IV-15: Coût de KWh par jour (DA) .....	43
Tableau IV-16 : Le coût de KWh/j produit en Algérie avec et sans soutien de l'état .....	43
Tableau IV-17: le coût d'énergie (prix du kilowatt) par filière .....	44

## Liste des symboles et abréviations

<b>Nom</b>	<b>Définition</b>	<b>Unité</b>
<b>a</b>	Azimut	[°]
<b>A<sub>Acc</sub></b>	Amortissement des accessoires	[DA]
<b>A<sub>Bat</sub></b>	Amortissement des batteries	[DA]
<b>AC</b>	Courant alternatif	[V]
<b>AGPV</b>	Amortissement du générateur	[DA]
<b>A<sub>Ond</sub></b>	Amortissement des onduleurs	[DA]
<b>A<sub>Ré</sub></b>	Amortissement des régulateurs	[DA]
<b>A<sub>Tot</sub></b>	L'amortissement annuel total	[DA]
<b>B<sub>j</sub></b>	besoin journalier	[Ah/jour]
<b>C<sub>Acc</sub></b>	Le coût des accessoires	[DA]
<b>C<sub>b</sub></b>	Capacité de la batterie	[Ah]
<b>C<sub>Bat</sub></b>	Le coût des batteries	[DA]
<b>C<sub>GPV</sub></b>	Le coût du générateur	[DA]
<b>C<sub>Ond</sub></b>	Le coût des onduleurs	[DA]
<b>C<sub>p</sub></b>	coefficient de pertes	[%]
<b>C<sub>R</sub></b>	Capacité du régulateur	[A]
<b>C<sub>Ré</sub></b>	Le coût des régulateurs	[DA]
<b>C<sub>tev</sub></b>	Puissance maximale Tension V	[W]
<b>D/G</b>	Proportion entre l'irradiation diffuse et la globale	-
<b>DC</b>	Courant continu	[V]
<b>DNI</b>	Irradiation directe	[Wh/m <sup>2</sup> /jour]
<b>DZD</b>	Algerian Dinar	
<b>E</b>	Efficacité de batterie	[%]
<b>E-A</b>	L'été -l'automne	
<b>E<sub>cons</sub></b>	la consommation journalière	[Wh/m <sup>2</sup> /jour]
<b>FOB</b>	Free on board	
<b>H<sub>(32)</sub></b>	Irradiation sur un plan incliné : 32°	[Wh/m <sup>2</sup> /jour]
<b>H<sub>h</sub></b>	Irradiation sur un plan horizontal	[Wh/m <sup>2</sup> /jour]
<b>H<sub>opt</sub></b>	Irradiation sur un plan avec l'inclinaison optimale	[Wh/m <sup>2</sup> /jour]
<b>H-P</b>	L'hiver-le printemps	
<b>I<sub>mp</sub></b>	Courant correspondant au point Puissance maximale A	[A]
<b>I<sub>opt</sub></b>	Inclinaison optimale (°)	[A]
<b>I<sub>sc</sub></b>	Court-Circuit	[Wh/m <sup>2</sup> ]
<b>I<sub>Tot</sub></b>	L'investissement initial total	[DA]
<b>kWh</b>	Killo wattheure	
<b>LCD</b>	liquid crystal display	
<b>MPPT</b>	Maximum Power Point Tracking	
<b>N</b>	Nombre d'heures	[h]
<b>N<sub>B</sub></b>	Le nombre des batteries	-
<b>N<sub>e</sub></b>	Nombre d'heures équivalentes	[h/jour]
<b>N<sub>i</sub></b>	Nombre des années	-
<b>N<sub>ja</sub></b>	le nombre de jours autonome	[j]
<b>N<sub>M</sub></b>	Nombre de modules	-
<b>NOCT</b>	Température nominale de fonctionnement de la cellulaire	[°]
<b>N<sub>p</sub></b>	Le nombre des panneaux photovoltaïque	-

<b>ONM</b>	Office national de la météorologie	
<b>P</b>	la puissance électrique	[W]
<b>P<sub>c</sub></b>	la puissance crête d'un générateur photovoltaïque	[W <sub>c</sub> ]
<b>P<sub>D</sub></b>	la profondeur de décharge maximum des batteries	[%]
<b>P<sub>M</sub></b>	Prix du module	[DA]
<b>P<sub>max</sub></b>	Puissance maximale	[W]
<b>PV</b>	Photovoltaïque	
<b>PWM</b>	Pulse With Modulation	
<b>Si</b>	silicium	
<b>STC</b>	Conditions de Test Standard	
<b>T<sub>max</sub></b>	Température maximale journalière	[°]
<b>T<sub>min</sub></b>	Température minimale journalière	[°]
<b>T<sub>moy</sub></b>	Température moyenne journalière	[°]
<b>UPS</b>	United Parcel Service	
<b>US</b>	United States	
<b>USB</b>	Universal Serial Bus	
<b>V<sub>oc</sub></b>	Tension en Circuit ouvert V	[V]
<b>W<sub>c</sub></b>	Watt crêt	
<b>z</b>	Altitude du lieu	[Km]
<b>β</b>	Angle d'inclinaison optimale des panneaux solaire	[°]
<b>λ</b>	longitude du lieu	[°]
<b>ρ</b>	Albédo	[°]
<b>ψ</b>	Latitude du lieu	[°]



# Introduction



Introduction



### Introduction générale

L'énergie est l'une des causes du développement d'un pays car elle reflète son progrès technologique dans tous les domaines.

Toute la consommation d'énergie destinée à satisfaire les divers besoins de l'homme est issue de formes d'énergies dites primaires qui sont soit épuisables (énergies fossiles comme le charbon, le pétrole, le gaz naturel, mais aussi l'uranium), soit renouvelables (énergies hydraulique, éolienne, marines, géothermique et solaire...).

Aujourd'hui, les énergies renouvelables ou énergies vertes s'imposent comme une solution efficace. On appelle « énergie renouvelable » (d'énergie alternative ou douce), une énergie obtenue via une ressource quasi inépuisable, soit par l'immense quantité d'énergie qu'elle contient soit parce qu'elle est capable de se régénérer naturellement. (ompe, 2017)

Ce source serait donc une alternative aux procédés traditionnels et permettraient de réduire l'impact environnemental.

L'énergie solaire photovoltaïque est obtenue en convertissant une partie de l'énergie du rayonnement solaire en électricité. Cette opération se fait par le biais d'installations photovoltaïques. Il s'agit d'une énergie renouvelable.

De nos jours, de plus en plus d'installations et de produits innovants deviennent autonomes grâce à l'utilisation de panneaux solaires dans : Les Satellites, Les Voitures et Avions, L'usage domestique et Entreprises ...etc.

Les panneaux solaires est influé par les conditions géométrique de lieu ou installé, telle que (L'ensoleillement, le nuage, l'humidité, le vent...etc.), cette étude saura sur la région de Ouargla (l'Algérie).

L'Algérie possédant un gisement solaire important, de par son climat, la puissance solaire maximale en tout point de notre pays est d'environ 1 kW/m<sup>2</sup> (soleil au zénith). L'énergie journalière maximale (ciel clair mois de juillet) dépasse les 6 kWh/m<sup>2</sup> et l'énergie annuelle maximale en Algérie dépasse 2500 kWh/m<sup>2</sup>, La zone de Ouargla particulièrement est un gisement solaire important, La durée d'insolation peut atteindre les 3900 h/an sur le Sahara. L'énergie acquise quotidiennement sur une surface horizontale de 1 m<sup>2</sup> est de l'ordre de 5 KWh, soit près de 2263 kWh/m<sup>2</sup>/an au sud du pays. (CDER, 2003)

Dans cette recherche, nous nous sommes concentrés par l'énergie solaire photovoltaïque avec comme application, L'étude sera dans une maison simple : notre maison dans la région Ouargla « LOGT CEM BOUR EL HAICHA OGX/36/ ».

On va déterminer les besoin d'énergie dans une maison puis les nombres des panneaux solaires et les batteries nécessaires pour une installation photovoltaïque autonome, et on fait l'étude économique.

Ce mémoire est divisé en quatre chapitres principaux qui se répartissent comme suit :

- Le premier chapitre, est consacré à la présentation du site de Ouargla (les caractéristiques thermique et les données géométriques), et suivie une rappel de sens du rayonnement solaire et les différents types de rayonnement et l'ensoleillement.
- on représente dans le deuxième chapitre une étude descriptive générale du système photovoltaïque autonome. Cette étude comprend : la conception du système photovoltaïque, leur composition et leur principe de fonction et les critères de choix des équipements constituant.
- Le 3<sup>ème</sup> chapitre, est consacré à présentation du dimensionnement de l'installation photovoltaïque autonome dans la maison (la taille du générateur photovoltaïque et le nombre des batteries et les autres équipements utilisé) avec une consommation réel et consommation calculé.
- Dans le quatrième chapitre on présente une analyse économique des coûts liés à la réalisation de système proposé ainsi qu'une discussion de faisabilité et rentabilité de système.

# Chapitre

**I**

**Présentation de la région d'étude (Ouargla)**

## I.1. Introduction

La région c'est le paramètre important pour une étude d'application photovoltaïque, donc il faut définir la région dans laquelle nous réalisons cette étude.

On appelle le gisement solaire l'ensemble des caractéristiques de la ressource locale en énergie solaire, c'est-à-dire ces fluctuations temporelles. (K.Ismail, 2014)

Dans ce chapitre, nous commençons par la présentation du site de Ouargla (les caractéristiques thermiques et les données géométriques), et nous rappelons le sens du rayonnement solaire et les différents types de rayonnement d'ensoleillement.

## I.2. Spécification de la région de Ouargla

### I.2.1. Présentation du site

La wilaya d'Ouargla est le cœur économique et pulmon de l'Algérie grâce au pétrole de Hassi Messaoud. Sa superficie est de 211 980 km<sup>2</sup>, et sa population est estimée à 633 967 habitants. (Wikipedia, 2017)

La wilaya d'Ouargla est caractérisée par un climat saharien, avec une pluviométrie très réduite et des températures élevées, notamment en été.

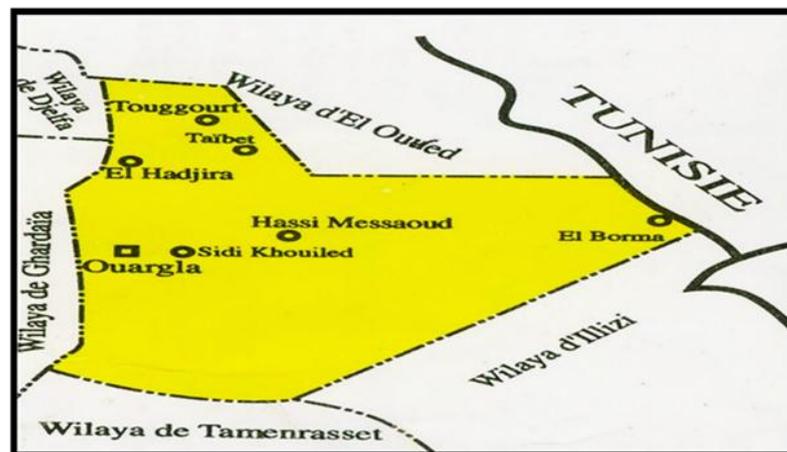


Figure I-1: Situation de la Wilaya de Ouargla (Ismail, 2014)

Elle est limitée (Figure I-1):

- au Nord par les wilayas de Djelfa, El Oued et Biskra.
- à l'Est par la Tunisie.
- à l'Ouest par la wilaya de Ghardaïa.
- au Sud par les wilayas de Tamanrasset et Illizi.

### I.2.2. Les données géographiques

Les coordonnées géographiques d'Ouargla sont données par le tableau (Tableau I-1) suivant :

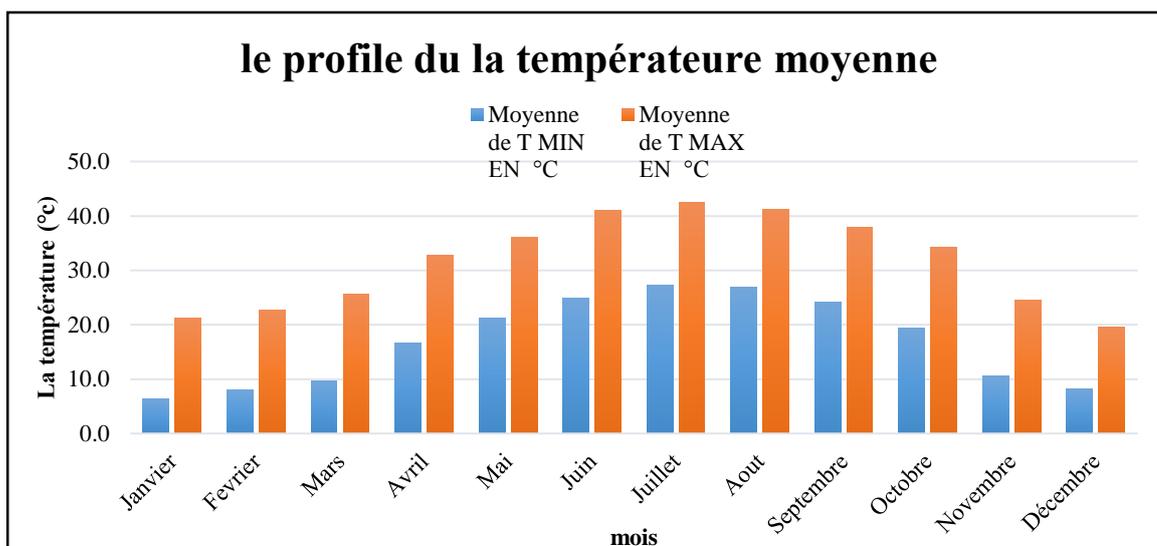
**Tableau I-1: les coordonnées géographiques de Ouargla (Ismail, 2014)**

<b>Altitude (z): 241m</b>	<b>Latitude (<math>\psi</math>): 32° 10 Nord</b>
<b>Albédo (<math>\rho</math>) : 0.35</b>	<b>Longitude(<math>\lambda</math>) : 4°58 Est</b>

### I.3. Données climatiques de la ville de Ouargla

- **La température :**

La température est le facteur le plus important dans le climat à cause de sa liaison directe ou indirecte avec les autres facteurs climatiques. Comme elle a une grande influence sur la vie humaine et végétale. (K.Ismail, 2014)



**Figure I-2: La température moyenne mensuelle (ONM Ouargla, 2016)**

D'après le (Figure I-2) nous constatons que dans la saison d'été (juin-juillet-aout) il y a une température plus élevée par rapport aux autres saisons de l'année.

- **Le vent :**

Nous pouvons dire que le vent c'est le paramètre climatique le plus régulier dans la région de Ouargla. Il est déterminé par sa direction et sa vitesse. (Mahdi, BOUGUEDAH, & MEROUANI, 2012-2013)

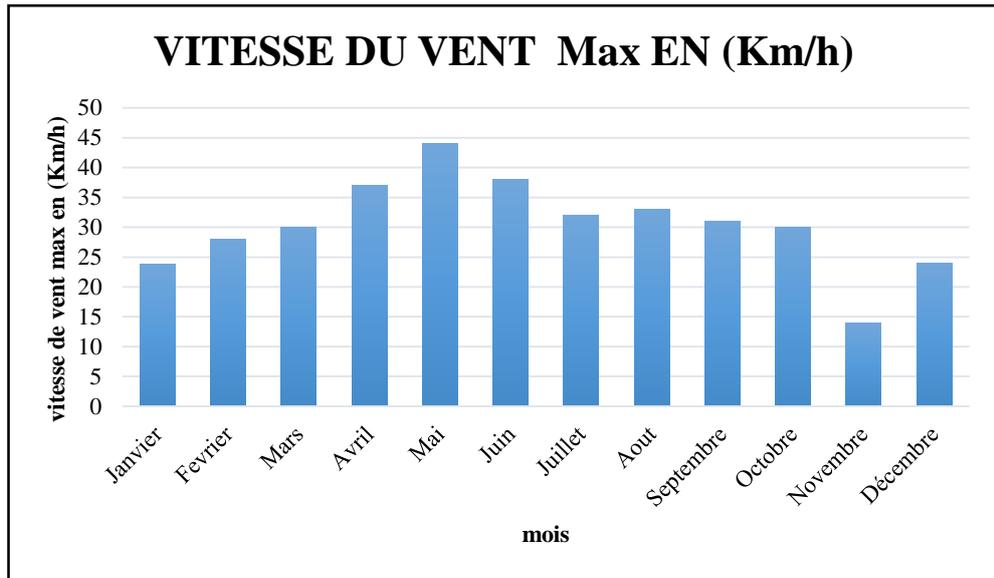


Figure I-3 : Force moyenne mensuelle du vent (ONM Ouargla, 2016)

D'après (Figure I-3) le maximum vitesse de vent est marque dans le mois mai par rapport aux autre mois.

- **L'insolation :**

Il s'agit de l'insolation effective c'est -à-dire de la période en heures durant laquelle le soleil à briller.

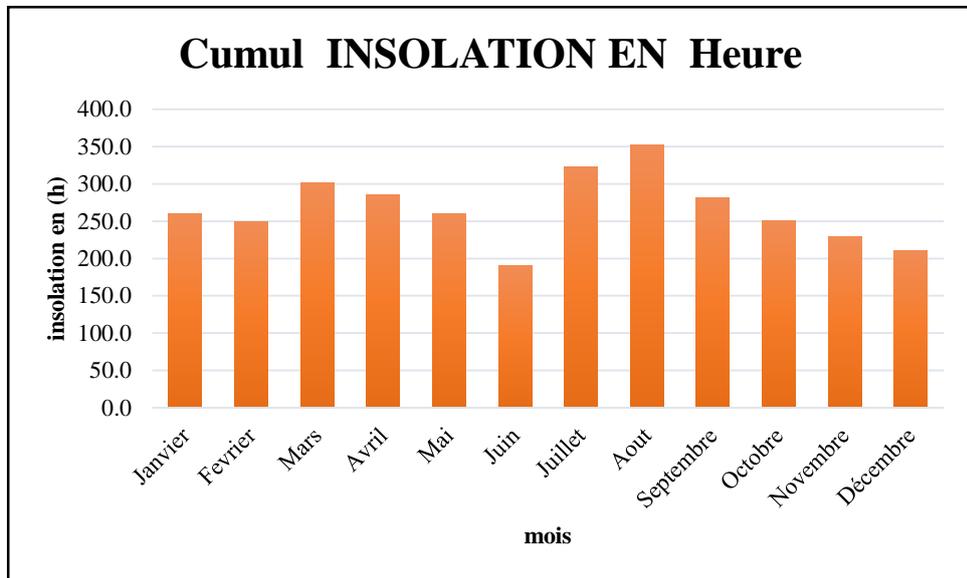


Figure I-4: Insolation moyenne mensuelle (ONM Ouargla, 2016)

On remarque le mois de juin est le mois de faible d'insolation parce que l'ONM mesurer le nombre des heures quand le solaire est claire; grâce à le nuage et l'humidité lesquelles influé sur cette paramètre.

### **I.4. Le rayonnement solaire**

Le soleil émet un rayonnement composé de millions de particules à haute énergie appelées photon transporte une quantité fixes d'énergie « sous la forme d'onde électromagnétique ».

En dehors de l'atmosphère terrestre, il donne un éclairage énergétique à peu près constant et égal à  $1367 \text{ W/m}^2$ , appelé de ce fait « constante solaire ».

La totalité de cette énergie ne parvient pas de la terre. L'atmosphère en absorbe et réfléchit une part importante et la part atteignant effectivement la surface de la terre ne dépasse pas environ  $1\,000 \text{ W/m}^2$ . (M.Hankins, 2012)

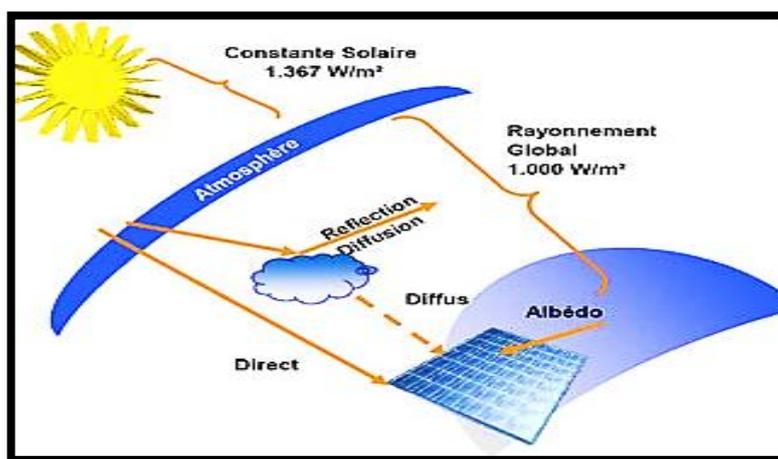


Figure I-5: Absorption et réflexion du rayonnement solaire par l'atmosphère terrestre

#### **I.4.1. Les composantes du rayonnement solaire**

##### **I.4.1.1. Rayonnement direct**

Se définit comme étant le rayonnement provenant du seul disque solaire, il est donc nul lorsque le soleil est occulté par les nuages

##### **I.4.1.2. Rayonnement diffuse**

Dans sa traversée de l'atmosphère, le rayonnement solaire est diffusé par les molécules de l'air et les particules en suspension. Le rayonnement solaire diffus n'est donc nul que la nuit.

##### **I.4.1.3. Rayonnement global**

C'est la somme des deux types de rayonnements direct et Diffus. (K.Ismail, 2014)

### I.4.2. L'irradiation solaire

L'irradiation solaire est la quantité d'énergie radiative du soleil atteignant effectivement une surface ou la quantité d'énergie solaire reçue par unité de surface. Elle se mesure en Watts par mètre carré ( $W/m^2$ ) ou Kilowatts par mètre carré ( $KW/m^2$ ). Si un module solaire photovoltaïque fait directement face au soleil (s'il est perpendiculaire aux rayons du soleil) l'irradiation est bien plus forte que si le module fait un angle avec les rayons du soleil. (M.Hankins, 2012)

L'irradiation solaire globale horizontale de l'Algérie est représenté dans la (Figure I-6).

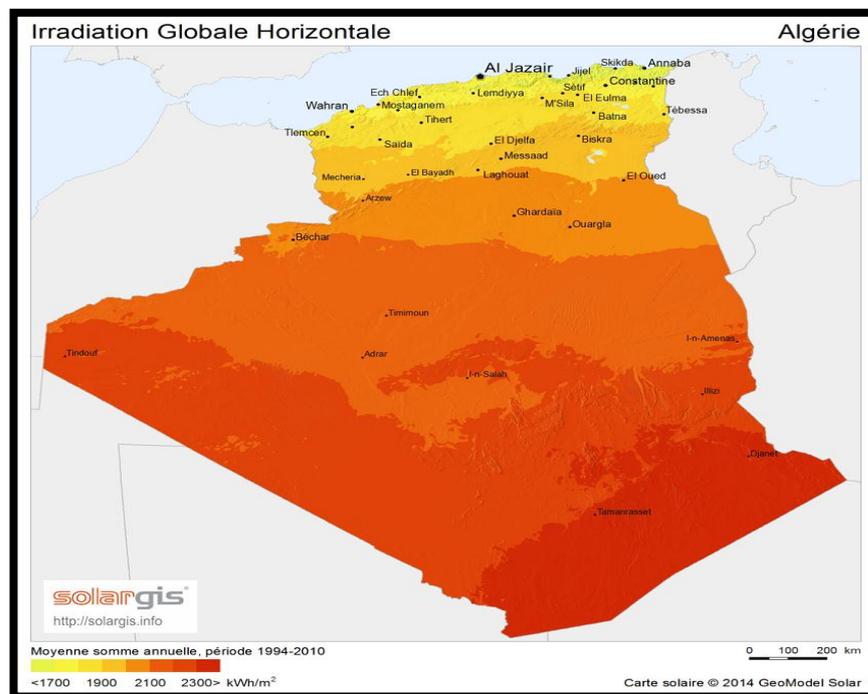


Figure I-6: Irradiation solaire globale horizontale.

# Chapitre

**II**

**Étude du Système photovoltaïque**

### **II.1. Introduction**

L'énergie solaire correspond au type d'énergie que le soleil diffuse dans l'atmosphère par son rayonnement. Elle est obtenue grâce à des panneaux solaires et est utilisée par les humains sous deux formes différentes : électrique et thermique.

L'énergie solaire photovoltaïque permet de transformer les rayons du soleil en électricité, par une réaction photovoltaïque par l'utilisation des cellules solaires photovoltaïque.

➤ **Avantage :**

- La source d'énergie solaire (soleil) est une source naturelle.
- Le système est silencieux et sans danger pour les humains.

➤ **Inconvénients:**

- Les prix de fabrication et d'installation des panneaux sont assez élevés.
- Il est impossible d'obtenir une autonomie énergétique complète par le biais de panneaux solaires seulement.
- Le rendement énergétique est plutôt faible (300 W maximum pour un panneau solaire domestique). (K.Ismail, 2014)

Dans ce chapitre, une étude descriptive générale du système photovoltaïque autonome est présentée. Cette étude comprend : la conception du système photovoltaïque, leur composition et leur principe de fonction et les critères de choix des équipements constituant.

### **II.2. Conversion de l'énergie solaire en énergie électrique**

Les équipements photovoltaïques convertissent l'énergie solaire en énergie électrique utilisé directement pour actionner des équipements comme des pompes ou des ventilateurs ou stockée dans les batteries pour alimenter généralement après le coucher du soleil, éclairages, téléviseurs, réfrigérateurs et autres équipements. (M.Hankins, 2012)

Il existe différents installations photovoltaïques dépende sur l'existence du réseau ou non :

- L'installation hors réseau appeler installation autonome : est Les installations isolées.
- L'installation avec réseau : est Les installations raccordées au réseau de distribution public, Il existe deux types d'injection (totale et surplus).

### II.3. Les différentes installations photovoltaïques

#### II.3.1. Les installations isolées

Ce type de montage est adapté aux installations ne pouvant être raccordées au réseau (Figure II-1).

L'énergie produite doit être directement consommée et/ou stockée dans des accumulateurs pour permettre de répondre à la totalité des besoins. (L'ENERGIE SOLAIRE PV, 2013)

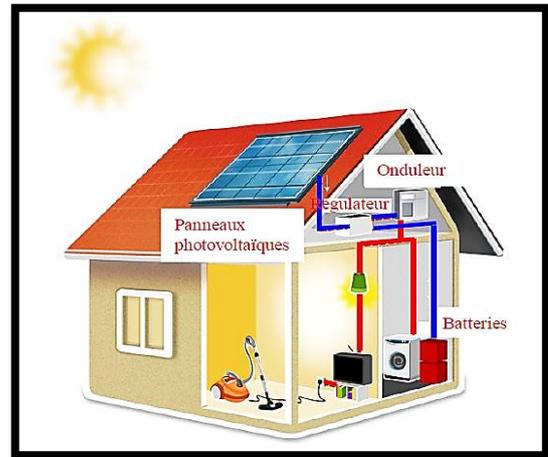


Figure II-1: installation sur site isolé

- **Les panneaux photovoltaïques** produisent un courant électrique continu.
- **Le régulateur** optimise la charge et la décharge de la batterie suivant sa capacité et assure sa protection.
- **L'onduleur** transforme le courant continu en alternatif pour alimenter les récepteur AC.
- **Les batteries** sont chargées de jour pour pouvoir alimenter la nuit ou les jours de mauvais temps.
- **Des récepteurs DC** spécifiques sont utilisables. Ces appareils sont particulièrement économes.

#### II.3.2. Les installations raccordées au réseau de distribution public

##### II.3.2.1. Solution avec injection totale

Toute l'énergie électrique produite par les capteurs photovoltaïques est envoyée pour être revendue sur le réseau de distribution.

Cette solution est réalisée avec le raccordement au réseau public **en deux points** :

- le raccordement du consommateur qui reste identique avec **son compteur de consommation** (on ne peut pas utiliser sa propre production),
- le nouveau branchement permettant d'injecter l'intégralité de la production dans le réseau, dispose de **deux compteurs** :
  - l'un pour **la production**,

- l'autre pour **la non-consommation** (permet de vérifier qu'aucun soutirage frauduleux n'est réalisé).

**II.3.2.2. Solution avec injection de surplus**

Cette solution est réalisée avec le raccordement au réseau public en un point : l'utilisateur consomme l'énergie qu'il produit avec le système solaire et l'excédent est injecté dans le réseau.

Quand la production photovoltaïque est insuffisante, le réseau fournit l'énergie nécessaire.

Un seul compteur supplémentaire est ajouté au compteur existant.

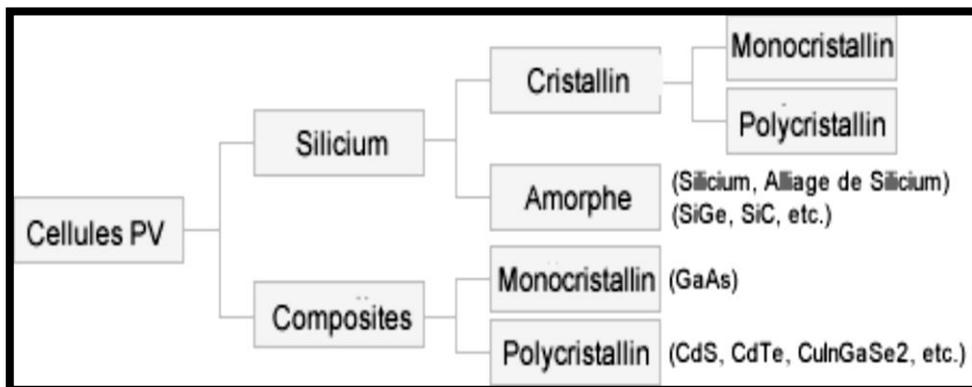
**II.4. Technologie des cellules photovoltaïque**

**II.4.1. Les différents types de cellules solaires**

Une cellule photovoltaïque est un composant électronique qui lorsqu'il est exposé au spectre solaire génère une tension électrique par **effet photovoltaïque**. Toutes les cellules sont créées à partir de matériaux semi-conducteurs. (énergie +, s.d.)

On utilise actuellement avant tout du silicium pour la fabrication des cellules photovoltaïques car c'est le second élément le plus courant sur terre et son obtention est donc peu chère. En plus du silicium, d'autres éléments, comme le cuivre, le gallium ou le cadmium, sont utilisés en photovoltaïque (dena, s.d.). On distingue généralement les trois technologies de cellules (Figure II-2) existant suivant leur mode de production:

- **1<sup>ère</sup> génération : cellules cristallines**
- **2<sup>ème</sup> génération : couches minces**
- **3<sup>ème</sup> génération : multijonction, concentration, ...**



**Figure II-2:les technologies de cellules existent**

Les caractéristiques des différents types des cellules représentent dans le (Tableau II-1).

Tableau II-1: les caractéristiques des différents types des cellules et module (L'ENERGIE SOLAIRE PV, 2013)

Technologie	Monocristallin	Polychristallin	Amorphe
Cellule et module			
Caractéristiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Très bon rendement : <b>14 à 20 %.</b></li> <li>• Durée de vie : <b>importante (30 ans)</b></li> <li>• Coût de fabrication : élevé.</li> <li>• Puissance : <b>100 à 150 Wc/m<sup>2</sup>.</b></li> <li>• 7 m<sup>2</sup>/KWc.</li> <li>• Rendement faible sous un faible éclairement.</li> <li>• perte de rendement avec l'élévation de la température.</li> <li>• Fabrication : élaborés à partir d'un bloc de silicium fondu qui s'est solidifié en formant un seul cristal</li> <li>• Couleur bleue uniforme.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bon rendement : <b>11 à 15 %.</b></li> <li>• Durée de vie : <b>importante (30 ans)</b></li> <li>• Coût de fabrication : <b>meilleur marché que les panneaux monocristallins</b></li> <li>• Puissance : <b>100 Wc/m<sup>2</sup>.</b></li> <li>• 8 m<sup>2</sup>/KWc.</li> <li>• Rendement faible sous un faible éclairement.</li> <li>• perte de rendement avec l'élévation de la température.</li> <li>• Fabrication : élaborés à partir de silicium de qualité électronique qui en se refroidissant forme plusieurs cristaux.</li> <li>• Ces cellules sont bleues, mais non uniforme : on distingue des motifs créés par les différents cristaux.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rendement faible : <b>5 à 9 %.</b></li> <li>• Durée de vie : <b>assez importante (20 ans)</b></li> <li>• Coût de fabrication : <b>peu onéreux par rapport aux autres technologies</b></li> <li>• Puissance : <b>50 Wc/m<sup>2</sup>.</b></li> <li>• 16 m<sup>2</sup>/KWc.</li> <li>• Fonctionnement correct avec un éclairement faible.</li> <li>• Peu sensible aux températures élevées.</li> <li>• Utilisables en panneaux souples.</li> <li>• Surface de panneaux plus importante que pour les autres panneaux au silicium.</li> <li>• Rendement faible en plein soleil.</li> <li>• Performances diminuant avec le temps.</li> <li>• Fabrication : couches très minces de silicium qui sont appliquées sur du verre, du plastique souple ou du métal, par un procédé de vaporisation sous vide.</li> </ul>

### II.4.2. Principe de fonctionnement

Les cellules photovoltaïques sont fabriquées à partir d'une jonction **P-N** au silicium (diode). (K.Ismail, 2014)

La méthode utilisée pour créer ce champ est celle du "dopage" par des impuretés. Deux types de dopage sont possibles pour le silicium. (S.MANSOUR, 2014)

Représentation graphique d'une cellule solaire (Figure II-3):

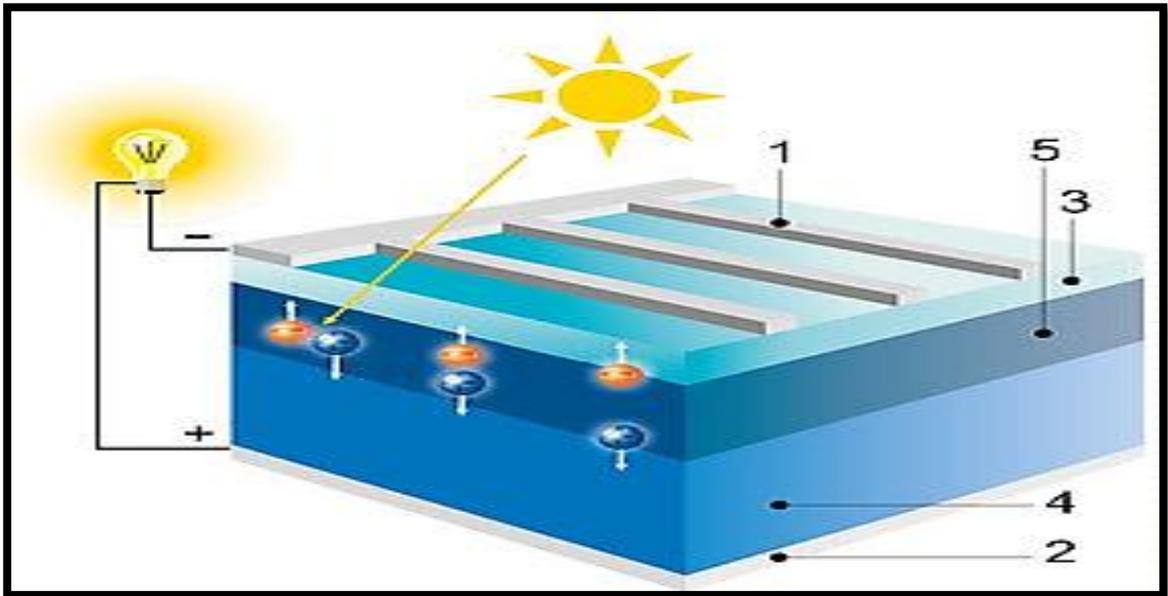


Figure II-3: La composition d'une cellule photovoltaïque (dena, s.d.)

1) électrode négative, 2) électrode positive, 3) silicium dopé n, 4) silicium dopé p, 5) couche protectrice.

**Le silicium de type N :** On réalise un *dopage* de type N en injectant dans le cristal de silicium des atomes possédant cinq électrons de valence (en utilise par ex ; le phosphore ou l'arsenic). Quatre électrons de valence de chaque atome Pentavalent servent à établir des liaisons covalentes avec les atomes de silicium voisins; le cinquième électron qui est un électron libre est rejeté dans la bande de conduction et laisse derrière lui un ion positif (atome étranger ayant perdu un électron) et c'est cet électron libre qui participe au phénomène de transport électrique dans le semi-conducteur dopé N. (S.MANSOUR, 2014)

A chaque atome d'impureté correspond donc

- Une charge négative mobile,
- Une charge positive fixe.

**Le silicium de type P :** Le dopage de type P s'obtient en injectant dans le cristal de silicium des atomes étrangers possédant trois électrons périphériques soit donc des trivalents (en utilise par exemple ; le Bore ou l'indium). Chacun de ces atomes doit capturer un électron du réseau cristallin pour établir des liaisons de valence avec les quatre atomes de silicium qui l'entourent. Cela transforme l'atome étranger en un ion négatif et fait apparaître un trou dans le réseau cristallin le transport électrique se fait alors par le mouvement des trous libres. (S.MANSOUR, 2014)

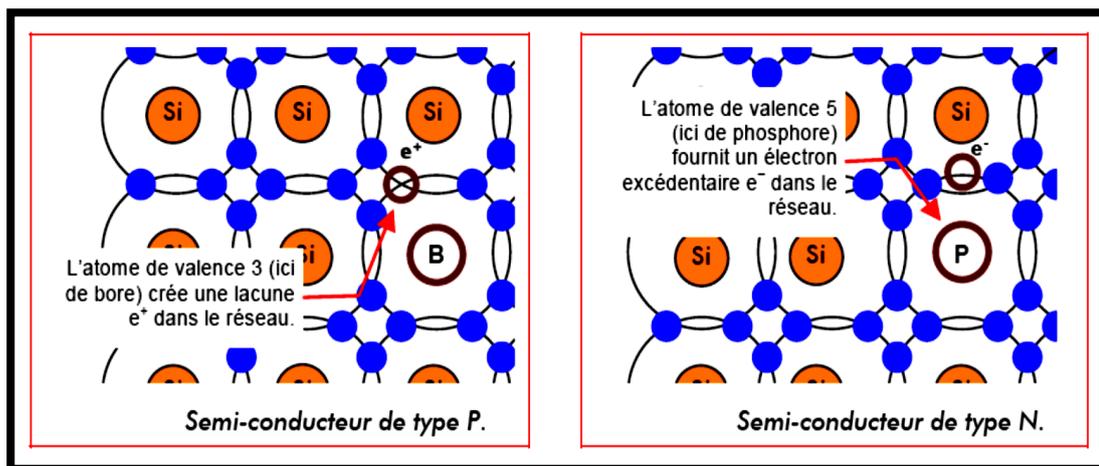


Figure II-4: le déplacement des électrons (S.MANSOUR, 2014)

La structure la plus simple d'une cellule photovoltaïque comporte une jonction entre deux zones dopées différemment d'un même matériau (homo-jonction p-n) où entre deux matériaux différents (hétérojonction). La moins épaisse étant soumise au flux lumineux. Chacune des régions est reliée à une électrode métallique au moyen d'un contact ohmique de faible résistance. Le principe de fonctionnement peut être décomposé en trois parties:

- l'absorption de photons,
- La conversion de l'énergie absorbée en charges électriques libres,
- la collecte des porteurs de charges créés. (S.MANSOUR, 2014)

## II.5. Description des éléments du système photovoltaïque

Photovoltaïque signifie électricité à partir de lumière. Les systèmes photovoltaïques emploient la lumière du jour pour actionner des appareils électriques, comme par exemple les appareils électroménagers, ordinateurs ou éclairage. Le phénomène photovoltaïque (PV) convertit l'énergie solaire libre, la source d'énergie la plus abondante sur la planète, directement en électricité, construire de:

- ✓ Le générateur photovoltaïque (Panneaux Solaires);
- ✓ Système stockage (batteries);
- ✓ Régulateurs;
- ✓ Les convecteurs de puissance.

### II.5.1. Le générateur photovoltaïque

- Le générateur photovoltaïque est composé particulièrement par :
  - **Les cellules solaires**

Une cellule solaire photovoltaïque est une plaquette de silicium (semi-conducteur), capable de convertir directement la lumière en électricité. Cet effet est appelé l'effet photovoltaïque. Le courant obtenu est un courant continu et la valeur de la tension obtenue est de l'ordre de 0,5 V. (M.LOUAZENE, 2008)

- **Les modules (ou panneaux)**

La cellule individuelle, unité de base d'un system photovoltaïque, ne produit qu'une très faible puissance électrique, typiquement de 1 à 3 W avec une tension de moins d'un volt. Pour produire plus de puissance, les cellules sont assemblées pour former un module (ou panneau). Les connections en série de plusieurs cellules augmentent la tension pour un même courant, tandis que la mise en parallèle accroît le courant en conservant la tension. La puissance crête, obtenue sous un éclairage maximal sera proportionnelle à la surface du module. La rigidité de la face avant (vitre) et l'étanchéité sous vide offerte par la face arrière soudée sous vide confèrent à l'ensemble sa durabilité. (M.LOUAZENE, 2008)

- **Le générateur photovoltaïque**

L'interconnexion des modules entre eux, en série ou en parallèle, pour obtenir une puissance plus grande, définit la notion de générateur photovoltaïque. Le générateur photovoltaïque se compose de plusieurs modules et d'un ensemble de composants qui adapte l'électricité produite par les modules aux spécifications des récepteurs. (M.LOUAZENE, 2008)

### II.5.2. Les batteries

L'énergie produite par les panneaux photovoltaïques est stockée dans les batteries solaires. Ces batteries permettent ainsi d'assurer l'alimentation électrique en toutes circonstances (jour, nuit, ciel couvert). Les batteries utilisées avec des panneaux solaires ou une éolienne, appelées batteries à décharge lente n'ont pas les mêmes caractéristiques qu'une batterie de voiture. La

batterie solaire se décharge progressivement et supporte bien les décharges fréquentes peu profondes.

Il est risqué de brancher une batterie solaire directement sur un panneau solaire, car vous risquez d'endommager la batterie si son niveau de charge dépasse les 90%. En installant un régulateur entre le panneau et la batterie, celle-ci est protégée entre autre contre la surcharge.

En effet, le niveau de charge des batteries solaires ne doit être ni trop bas (pas en dessous de 40%) ni trop haut (ne pas dépasser 95%). Dans les deux cas, la batterie se détériore et sa durée de vie baisse beaucoup.

Le cyclage (nombre de cycles complets de charge - décharge de la batterie, indiqué par le fabricant sur la batterie) situe la durée de vie de la batterie solaire. On estime que les batteries solaires de qualité ont une durée de vie de plus de 500 cycles, soit de 7 ans à 15 ans.

Les batteries solaires (Figure II-5) sont couramment utilisées dans les installations solaire en site isolé, les camping-cars, le caravaning, le nautisme.



Figure II-5: Les batteries

- Définir la capacité de stockage

Exprimée en Ampères Heure (Ah), la capacité d'une batterie solaire désigne le débit total d'énergie de la batterie dans des conditions données (10 heures, 20 heures, ...).

### II.5.3. Régulateur

Le régulateur de charge solaire (Figure II-6) est l'élément central d'une installation solaire. Il contrôle la production des panneaux tout en optimisant la durée de vie des batteries. Un régulateur de charge solaire adapté doit donc être soigneusement sélectionné.

Lors de la sélection d'un régulateur de charge, le courant de court-circuit ( $I_{sc}$ ) des panneaux solaires est la caractéristique essentielle.

Nous proposons les deux familles de régulateurs : **PWM** (régulateurs classiques) et les **MPPT** (régulateurs qui optimisent le courant sortant des panneaux pour charger les batteries).

Pour les régulateurs de charge MPPT, deux critères sont essentiels : d'une part, la somme de la puissance en  $W_c$  de tous les panneaux solaires raccordés, ne doit pas dépasser la puissance d'entrée maximale du régulateur de charge solaire.



Figure II-6: Le Régulateur

D'autre part, la tension à vide de tous les panneaux solaires éventuellement montés en série, ne doit jamais dépasser la tension d'entrée maximale du régulateur de charge solaire. (SINES France, 2016)

#### II.5.4. Convecteur

Un convertisseur de tension (Figure II-7) permet de transformer la tension continue des batteries en tension alternative (220 V).

Il calcule en permanence le point de fonctionnement (tension-courant) qui produit la puissance maximale à injecter au réseau : c'est la **MPPT** (Maximum Power Point Tracking). Ce fonctionnement dépend de l'ensoleillement et de la température.



Figure II-7: le Convecteur

Un onduleur possède un **rendement supérieur à 94 %**. Son remplacement est à prévoir tous les 10 ans environ. (L'ENERGIE SOLAIRE PV, 2013)

# Chapitre

**III**

**Conception du système photovoltaïque autonome**

### **III.1. Introduction**

Il existe deux types d'installations photovoltaïques qui s'appuient sur un générateur photovoltaïque qui convertit la radiation solaire incidente en puissance électrique, on distingue alors :

- les installations non autonomes
- Autonomes

Les systèmes photovoltaïques autonomes offrent une option très intéressante dans ce domaine et peuvent aussi servir de complément aux technologies plus anciennes.

Ils sont largement utilisés dans des petites installations, et sont de plus en plus utilisés dans de grandes installations.

Dans ce chapitre, on va présenter les systèmes photovoltaïques autonomes dans une maison après avoir déterminé leur besoins électriques.

### **III.2. Petits rappels en électricité**

Puissance et taux de consommation, les deux termes suivants sont utilisés pour caractériser la consommation d'électricité :

- la puissance ou « électricité instantanée requise »;
- « le taux de consommation sur une période donnée ».

La puissance dont vous avez besoin constitue l'intensité instantanée d'électricité qui est nécessaire pour alimenter les appareils utilisés. Plus vous utilisez d'appareils au même moment, plus vous avez besoin de puissance. La puissance s'exprime en watts (W). Le watt est une unité du SI pratique : il est le produit du courant, en ampères (A), et de la tension, en volts (V). (Teisseire, 2003)

$$1 W = 1 A \times 1 V \quad \text{(III-1)}$$

Cette formule toute simple indique, par exemple, qu'une lampe fluorescente compacte de 12 W requiert 1 A lorsqu'elle est connectée à une source d'alimentation de 12 V c.c. (volts en courant continu).

Le taux de consommation dépend non seulement de la puissance requise par les appareils, mais aussi de la durée et de la fréquence d'utilisation. Il s'exprime en wattheures (Wh) pour une

---

période donnée (par jour, mois ou année). On le définit comme étant la puissance multipliée par le nombre d'heures durant lequel l'appareil est utilisé au cours de cette même période. (Teisseire, 2003)

$$1 Wh = 1 W \times 1 h \quad (III-2)$$

### **III.3. Le dimensionnement du système photovoltaïque isolé**

L'étude sera au cours de l'année, nous déterminerons la consommation d'électricité par jour dans une maison pendant l'année « l'été avec l'automne, et l'hiver avec le printemps »).

Le dimensionnement du système photovoltaïque suit une démarche suivant :

➤ **Dimensionnement les modules solaires**

Pour dimensionnement les modules solaires, on procède en trois étapes :

- Calcule l'énergie qui sera consommée par jour ( $E_{cons}$ ).
- Le choix de panneau.
- Recherche d'ensoleillement.
- Calcule de puissance crête.
- Calcule de la taille de générateur à installer.

➤ **Dimensionnement des batteries**

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

- Le choix de la batterie.
- Détermination du nombre de jours d'autonomie (N) dont on souhaite bénéficier.
- Détermination de la profondeur de décharge maximale acceptable par la batterie (D) d'après le type de batterie utilise.
- Calcul de la capacité ( $C_b$ ) de la batterie.
- Calcule du nombre de batterie à installer.

### **III.4. Dimensionnement des modules solaires**

#### **III.4.1. la consommation journalière ( $E_{cons}$ )**

L'évaluation des besoins électriques est une étape primordiale. Elle va permettre de dimensionnement au plus juste la puissance du champ photovoltaïque et la capacité du parc de batteries.

L'objectif de cette étape est de connaître la consommation électrique journalière du site, exprimée en kWh/jour. La méthodologie consiste, dans un premier temps, à effectuer un inventaire des appareils électriques, puis dans un deuxième temps, à estimer leur durée journalière d'utilisation.

Cette étape est néanmoins très délicate car il convient de connaître les habitudes de consommation électrique des utilisateurs.

L'installation photovoltaïque autonome permettra d'alimenter plusieurs appareils de la maison, la consommation de ces appareils représentée dans la documentation technique dans le (Tableau III-1) suivant:

**Tableau III-1: Estimation de la consommation des appareils disponibles dans la maison**

<b>appareil ou charge</b>	<b>puissance nominale « W »</b>
chauffage électrique	1200
Climatiseur	1250
Congélateur	100
Démo	25
Frigo	90
Lampes	75
machine à laver	1500
Modem	12
ordinateur fixe	171
Ordinateur portable	100
pompe à eau	72
sèche-cheveux	1600
Télévision	60
Téléphone	12
Ventilateur	40

- **Chauffage électrique**

L'utilisation du chauffage électrique limitée uniquement en hiver, l'appareil qui on va utiliser avec une puissance 1200 W, Il est possible de dire que l'utilisation sera pendant 6h par jour, le chauffage électrique consommé :

$$1 \text{ chauffage électrique} \times 1200 \text{ W} \times 6 \text{ h} = 7.200 \text{ kWh/j.}$$

- **Climatiseur**

Il doit être pris en considération que le climatiseur est un appareil électrique fonctionne à travers le thermostat (qui arrête le fonctionnement du dispositif quand il atteint la température dans la chambre au niveau souhaité, et dans ce cas, le dispositif fonctionne de façon intermittente) de sorte que la consommation d'électricité peut être inférieure à la fois le produit de la capacité lorsque le travail du conditionneur.

Les climatiseurs fonctionnent selon un cycle marche/arrêt ( $\approx 5$  minutes / 15 minutes). (GUIDEnR PV, 2010)

On suppose que le travail de le climatiseur 1250 W est de 20 heures par jour uniquement en été, sa consommation globale est :

$$2 \text{ climatiseurs} \times 1250 \text{ W} \times (1 \div 3 \times 20) \text{ h} = 16.67 \text{ kWh/j}$$

- **Congélateur**

Un congélateur d'une capacité de 350 L, il fonctionnera continuellement. D'après la fiche technique, la puissance électrique est  $P = 100 \text{ W}$ . Les congélateurs fonctionnent selon un cycle marche/arrêt ( $\approx 5$  minutes / 15 minutes) Au démarrage de chaque cycle. (GUIDEnR PV, 2010)

**La consommation est : 800 Wh/jour**

$$1 \text{ congélateur} \times 100 \text{ W} \times (1 \div 3 \times 24) \text{ h} = 0.8 \text{ kWh /j}$$

- **Réfrigérateur**

Un réfrigérateur d'une capacité de 300L, il fonctionnera continuellement. D'après la fiche technique, la puissance électrique est de  $P = 90\text{W}$ . Les réfrigérateurs fonctionnent selon un cycle marche/arrêt ( $\approx 5$  minutes / 15 minutes).

Le Même principe que le congélateur. (GUIDEnR PV, 2010)  
La consommation est : 720 Wh/jour

$$1 \text{ réfrigérateur} \times 90 \text{ W} \times (1 \div 3 \times 24)h = 0.72 \text{ kWh/j.}$$

- **Eclairage**

Nous avons 11 lampes 75 W dans la maison, on peut cependant dire qu'elles sont utilisées en moyenne 10 h dans l'été et 16 h dans l'hiver. La consommation globale en éclairage est alors calculée de la façon suivante:

**En été**  $8 \text{ ampoules} \times 75 \text{ W} \times 10 \text{ h} = 6 \text{ kWh.}$

En hiver  $8 \text{ ampoules} \times 75 \text{ W} \times 16 \text{ h} = 9.6 \text{ kWh.}$

- **Machine à laver**

Il y aura une machine à laver d'une capacité de 6 kg. Son profil de puissance présente un pic à 2 200 W.

La principale consommation d'énergie étant due au chauffage de l'eau par résistance électrique, il a été décidé de raccorder la machine à laver au réseau d'eau chaude solaire. Cela permet de baisser la consommation électrique de la machine à laver de près de 50%. Il s'agit d'une machine à laver de classe A. Sa consommation d'énergie pour un cycle de lavage complet est finalement de 800 Wh/cycles. Il est prévu de réaliser un cycle de lavage par jour au maximum. (GUIDEnR PV, 2010) La Consommation est : 800 Wh/jour

- **Ordinateur fixe**

L'ordinateur avec tous accessoires a une puissance 171 W est utilisé 3 h par jour. Les besoins en électricité totale par jour sont:

$$1 \text{ ordinateur} \times 171 \text{ W} \times 3 \text{ h} = 0.513 \text{ kWh/j.}$$

- **Ordinateur portable**

La recharge micro portable soit 4 heures au cours de la journée.

$$1 \text{ micro portable} \times 100 \text{ W} \times 4 \text{ h} = 0.4 \text{ kWh/j.}$$

- **Pompe à eau**

On va utiliser une pompe pour mettre en pression de l'eau courante. Pour un débit de 10 l/min, la pompe consomme 6A sous 12 V. comme il y a 11 personne et que l'on compte 100 l pour chacun et par jour (pour le lavage, la cuisson...). Le besoin est de 1100 l/jour. Pour 110 min d'utilisation par jour, la pompe consomme:

$$6 A \times 110/60 = 11 Ah \text{ sous } 12V. \text{ donc } 0.132 kWh/j.$$

- **Télévision**

Deux télévisions seront utilisées d'une puissance de 60 W, Pour un usage prévu de 10 h/j, la consommation est:

$$2 \text{ télévisions} \times 60 W \times 10 h = 0.7kWh.$$

Les deux démos utilisées de 25 W :

$$2 \text{ démo} \times 25 W \times 10 h = 0.2 kWh/j$$

- **L'équipement électronique**

La recharge des 5 équipements électronique, telle que « téléphone, tablette ... » avec un chargeur consommé 5 W sera dans 2 h par jour.

$$5 \times 5 W \times 2 h = 0.08 kWh/j$$

- **Ventilateur**

Nous l'utilisons seulement en été pendant 4 heures, La ventilateur de puissance 40 W.

$$2 \text{ ventilateur} \times 40 W \times 4 h = 0.32 kWh/j$$

- **Autres équipement électrique**

- **Modem**

Modem de puissance 12 W utilisé dans 24 h.  $1 \text{ modem} \times 12 W \times 24 h = 0.29 kWh/j.$

- **Sèche-cheveux**

L'utilisation du sèche-cheveux est au total 4 heures par semaine, Sa puissance 1600 W seulement en hiver.

$$1 \text{ sèche - cheveux } 1600 W \times (4/7) h = 0.91 kWh/j.$$

La puissance à souscrire s’obtient en faisant la somme des puissances des appareils installés. Comme ils ne sont pas tous utilisés en même temps, on applique un coefficient de foisonnement qui est généralement de 75%. (cannelle.com, 2012)

**Synthèse des consommations :**

**Tableau III-2: Consommation moyenne des appareils électriques de la maison en été**

<b>Été</b>				
<b>appareil ou charge</b>	<b>nombre</b>	<b>(A) puissance nominale (W)</b>	<b>(B) Heures d'utilisation par jour</b>	<b>(C) Taux de consommation (kWh/j) (A)*(B)</b>
chauffage électrique	1	1200	0	0.00
climatiseur	2	1250	20*(1/3)	16.67
congélateur	1	75	8	1.80
Démo	2	10	10	0.20
frigo	1	170	8	1.68
Lampes	8	75	10	6.00
machine à laver	1	-	-	0.8
Modem	1	12	24	0.29
ordinateur fixe	1	171	3	0.51
Ordinateur portable	1	100	4	0.40
pompe à eau	1	72	1.833	0.13
télévision	2	35	10	0.70
L'équipement électronique	5	12	2	0.12
ventilateur	2	40	4	0.32
coefficient de foisonnement	27.09 *0.75			
La consommation totale	20.32 kWh/j			

Tableau III-3: Consommation moyenne des appareils électriques de la maison en hiver

Hiver				
appareil ou charge	nombre	(A) puissance nominale (W)	(B) Heures d'utilisation par jour	(C) Taux de consommation (kWh/j) (A)*(B)
chauffage électrique	1	1200	6	7.20
climatiseur	2	1250	0	0.00
congélateur	1	400	8	1.8
Démo	2	10	10	0.2
frigo	1	70	8	1.68
Lampes	8	75	16	9.6
machine à laver	1	-	-	0.8
Modem	1	12	24	0.288
ordinateur fixe	1	171	3	0.51
Ordinateur portable	1	100	4	0.40
pompe à eau	1	48	1.833	0.288
sèche-cheveux	1	1600	0.57	0.91
télévision	2	35	10	0.7
L'équipement électronique	5	12	2	0.12
ventilateur	2	40	0	0.00
coefficient de foisonnement	21.82*0.75			
La consommation totale	16.37 kWh/j			

On va prendre la facture d'électricité de noter maison afin d'assurer le compte obtenu, on va étudier les deux cas pour obtenir un meilleur résultat (Tableau III-4).

**Tableau III-4: La consommation d'énergie par fourniture d'énergie Electricité et Gaz**

saison	N° de Trimestre	période	N° de jour	Consommation (KWh/trimestre)	par jour KWh/j	consommation saisonner par jour
hiver	1 <sup>er</sup> Trimestre 2016	26.12.2015-20.03.2016	86	1131	13.15	13.15
été	2 <sup>ème</sup> Trimestre 2016	21.03.2016-21.06.2016	93	781	8.40	18.87
	3 <sup>ème</sup> Trimestre 2016	22.06.2016-21.09.2016	92	3353	36.45	
	4 <sup>ème</sup> Trimestre 2016	22.09.2016-25.12.2016	95	1118	11.77	
total			366	6383 KWh/an		

**En résumé que:**

**Tableau III-5: la consommation journalière par saison**

Cas	saison	Consommation (kWh/j)
<b>La consommation calculée</b>	<b>H-P</b>	16.37
	<b>E-A</b>	20.32
<b>La consommation réelle</b>	<b>H-P</b>	13.15
	<b>E-A</b>	18.87

**Remarque**

La consommation moyenne des abonne de Ouargla est 5675 kWh pour chaque logements pendant l'année. (SDC)

### III.4.2. Le Choix de modules photovoltaïques

On va choisir un module des panneaux ayons les caractéristique suivant :

**300 W Mono Panneau Solaire/300 watt monocristallin solaire PV Module Vente chaude Et Un Grade Panneau Solaire 300 W mono Pour un Usage Domestique**

Tableau III-6: les caractéristiques du panneau utilisé

modèle	PMS300M-72	
<b>garantie</b>		
Garantie du produit	10 ans de garantie limitée	
puissance Garantie	15 ans à 90% de la puissance minimale 25 ans à 80% de la puissance minimale	
<b>Données électriques</b>		
	STC	NOCT
Puissance maximale (Pmax)	300Wp	222Wp
Puissance maximale Tension (Ctcv)	37.0 V	35.1 V
Courant Puissance maximale (Impp)	8.11A	6.32A
Tension en Circuit ouvert (Voc)	45.5 V	42.8 V
court-Circuit (Isc)	8.64A	6.96A
Tolérance de puissance (Positive)	5%	
L'efficacité du module STC	15.62%	
Température de fonctionnement Gamme	-40 °C à + 85 °C	
Tension maximale Du Système	1000VCC (CEI)	
série Fusible	15A	
Coefficient de température de Pmax	-0.41%/°C	
Coefficient de température de Voc	-0.29%/°C	
Coefficient de température de Isc	0.05%/°C	
nominale Température De Fonctionnement Cellulaire (NOCT)	45±2°C	
<b>Caractéristiques mécaniques</b>		
Type De cellules	monocristallin 156x156mm	
Numéro de cellulaire	72 (6x12)	
Dimensions (mm)	990x1940x45	
poids (Kg)	22.00	
avant En Verre	3.2mm, haute Transmission, faible teneur En Fer, En Verre Trempé	
Type De trame	anodisé En Alliage D'aluminium	
Boîte de jonction Classe De Protection	IP 67 Nominale	
Type De connecteur	MC4	
Câbles de sortie	4mm <sup>2</sup> , longueur: 900mm	
des Conditions de Test Standard (STC): Irradiance 1000 W/m <sup>2</sup> , SUIS 1.5, Cellulaire température 25 °C		
nominale Température De Fonctionnement Cellulaire (NOCT): Irradiance 800 W/m <sup>2</sup> , SUIS 1.5, Vitesse Du Vent 1 m/s, Ambiante température 20 °C		



### III.4.3. L'enseillement

Pour donner un bon rendement (un coût réduit) les panneaux solaires sont généralement orientés avec une inclinaison fixe  $\beta = \text{Latitude}$ . (M.LOUAZENE, 2008)

Dans la région de Ouargla l'angle d'inclinaison optimale des panneaux solaire est  $\beta = 32^\circ$

L'enseillement varie selon la région et l'époque de l'année. Vous devez localiser votre installation sur les cartes suivantes afin de savoir quelle quantité d'électricité vos modules peuvent produire. Une fois localisée, il suffit de relever le coefficient d'enseillement correspondant.

- l'irradiation journalière (en Wh/j/m<sup>2</sup>)

A l'aide de (JRS, 2001-2012), on peut déterminer l'irradiation journalière estimée en fonction de l'inclinaison (horizontal, vertical, 30°, ...etc.) et l'orientation (sud, sud-est, ...etc.) des panneaux photovoltaïques repèrent dans le (Tableau III-7).

Site: 32°10'4" Nord, 4°58'35" Est, Élévation: 241 m.s.n.m, L'angle d'inclinaison optimale est: 32 degrés.

**Tableau III-7: Irradiation annuelle perdue à cause des ombres (horizontale): 0.0 % (JRS, 2001-2012)**

Mois	H <sub>h</sub>	H <sub>opt</sub>	H <sub>(32)</sub>	DI	I <sub>opt</sub>	D/G
Jan	3610	5700	5700	5690	59	0.29
Fev	4660	6520	6520	6540	50	0.27
Mar	6110	7250	7250	6710	37	0.34
Avr	6750	6960	6960	6920	20	0.31
Mai	7330	6800	6800	6960	5	0.32
Juin	7890	6940	6940	7860	-1	0.28
Jui	7780	7010	7010	7760	2	0.28
Aug	7140	7050	7050	7400	14	0.27
Sep	5740	6420	6420	5930	30	0.34
Oct	4910	6380	6380	5910	45	0.32
Nov	3970	6030	6030	5980	56	0.29
Dec	3280	5370	5370	5320	61	0.31
Année	5770	6530	6530	6580	32	0.3

**H<sub>h</sub>**: Irradiation sur un plan horizontal (Wh/m<sup>2</sup>/jour).

**H<sub>opt</sub>**: Irradiation sur un plan avec l'inclinaison optimale (Wh/m<sup>2</sup>/jour).

**H<sub>(32)</sub>**: Irradiation sur un plan incliné:32°. (Wh/m<sup>2</sup>/jour).

**DNI**: Irradiation directe (Wh/m<sup>2</sup>/jour).

**I<sub>opt</sub>**: Inclinaison optimale (°).

**D/G**: Proportion entre l'irradiation diffuse et la globale (-).

Il faut ensuite identifier le mois le plus faible d'irradiation optimale, qui devient le mois de référence pour la conception et sert de référence pour le dimensionnement des panneaux solaires photovoltaïques des systèmes autonomes. (M.Hankins, 2012)

Le mois de référence est le mois de décembre (5.37 kWh/m<sup>2</sup>.j) en hiver et le mois de novembre (6.03 kWh/m<sup>2</sup>.j) en été, qui sera référence pour dimensionnement de notre système.

#### **III.4.4. Calcul de la puissance crête**

Un module photovoltaïque se caractérise avant tout par sa puissance crête  $P_c$  (W), puissance dans les conditions STC (Standard Test Conditions, 1000 W/m<sup>2</sup> à 25°C) soit des valeurs issues d'une mesure du module, si le module est exposé dans ces conditions STC, il va produire à un instant donné une puissance électrique égale à cette puissance crête, et si cela dure  $N$  heures, il aura produit pendant ce laps de temps une énergie électrique.

$$E_{cons} = N \times P_c \quad \text{(III-3)}$$

Mais le rayonnement n'est pas constant pendant une journée d'ensoleillement, donc on ne peut pas appliquer strictement cette loi. Il y a une valeur normalisée de 1000 W/m<sup>2</sup> correspond un rayonnement solaire intense. (A.LABOURET & M.VILLOZ, 2009)

Afin de calculer la puissance crête d'un générateur photovoltaïque pendant une journée d'ensoleillement caractérisée par un facteur d'ensoleillement en (Wh/m<sup>2</sup>.jour), on va assimiler cette énergie solaire au produit du rayonnement instantané 1000 Wh/m<sup>2</sup> par un certain nombre d'heure que l'on appelle nombre d'heures équivalentes :

$$E_{sol} = N_e \times 1000 \quad \text{(III-4)}$$

**E<sub>sol</sub>** : Ensoleillement journalier (KWh/m<sup>2</sup>.jour).

**N<sub>e</sub>** : Nombre d'heures équivalentes (h/jour).

Donc, pour obtenir la puissance crête d'un générateur on va deviser la consommation d'énergie pendant une journée, par le nombre d'heures équivalente de cette journée :

$$P_c = E_{cons} \div N_e \quad \text{(III-5)}$$

$E_{cons}$  : Energie électrique consommé dans la journée (KWh/jour).

$P_c$ : Puissance crête (W).

Puisque  $N_e = E_{sol} / 1000$  on peut ainsi la puissance crête d'un générateur:

$$P_c = E_{cons} \div \left( \frac{E_{sol}}{1000} \right) \quad \text{(III-6)}$$

Appliquons simplement la formule précédente dans le (Tableau III-8):

**Tableau III-8: La puissance crête**

	saïson	$E_{cons}$	STC	$E_{sol}$	$P_c$ (W)
<b>La consommation calculée</b>	<b>H-P</b>	<b>16.37</b>	<b>1000</b>	<b>5.37</b>	<b>3047.80</b>
	<b>E-O</b>	<b>20.32</b>	<b>1000</b>	<b>6.03</b>	<b>3369.98</b>
<b>La consommation réelle</b>	<b>H-P</b>	<b>13.15</b>	<b>1000</b>	<b>5.37</b>	<b>2449.01</b>
	<b>E-O</b>	<b>18.87</b>	<b>1000</b>	<b>6.03</b>	<b>3129.46</b>

La puissance crête à installer n'est plus la même dans les deux saisons, puisqu'il s'agit des consommations différentes et d'intensités de rayonnement solaire reçue sur notre capteur différente aussi. (C'est évident que l'ensoleillement d'hivers doit être inférieur à celui d'été).

#### **III.4.5. Calcul de la taille de générateur à installer**

Le nombre des panneaux à installer égale le rapport entre la puissance crête d'un générateur et la puissance crête d'un panneau solaire.

Mais le calcul qu'on vient de faire n'est vrai que pour des panneaux isolé, dans des conditions idéales. Il ne tient pas compte des pertes inévitables d'un système complet dans les conditions réelles. Il convient d'ajouter un coefficient de pertes  $C_p$  celui-ci varie entre 0,65 et 0,9 selon les cas. (A.LABOURET & M.VILLOZ, 2009)

##### **➤ Estimation des pertes électriques**

Toute l'énergie produite par les modules n'est pas disponible pour les charges. Une partie est dissipée par les câbles, les batteries, les régulateurs de charge et l'onduleur. La méthode de planification utilisée (Ah) reposant sur la quantité d'énergie fournie par les modules, ceci pose la question de l'efficacité énergétique:

- **Efficacité énergétique globale de l'installation** : efficacité énergétique des câbles, de la batterie et du régulateur de charge. On peut considérer qu'elle est de 80% (20% de l'énergie est perdue) ;
- **Efficacité énergétique de l'onduleur** : avec des charges moyennes, un bon onduleur, conçu pour les installations solaires photovoltaïques non raccordées au réseau, par exemple, a une efficacité énergétique d'environ 90%. La déperdition d'énergie à l'onduleur s'ajoute aux pertes de telle sorte que l'efficacité énergétique de l'installation tombe autour de **72%** (**80% × 90%**). Cela signifie que 28% de l'électricité fournie à la batterie par le panneau solaire photovoltaïque puis convertie en courant alternatif par l'onduleur est « perdue ». (M.Hankins, 2012)

Le nombre des panneaux photovoltaïque devient donc en termes:

$$N_p = P_c (\text{générateur}) / (P_c (\text{panneau}) \times C_p) \quad \text{(III-7)}$$

$C_p$  : Coefficient de pertes en courant.

Appliquons simplement la formule précédente dans le (Tableau III-9):

**Tableau III-9: les nombre des panneaux solaire**

	saïson	$P_c (\text{générateur})$	$(P_c (\text{panneau}))$	$C_p$	$N_p$
<b>La consommation calculée</b>	<b>H-P</b>	<b>3047.80</b>	<b>300</b>	<b>0.72</b>	<b>14.11</b>
	<b>E-O</b>	<b>3369.98</b>	<b>300</b>	<b>0.72</b>	<b>15.60</b>
<b>La consommation réelle</b>	<b>H-P</b>	<b>2449.01</b>	<b>300</b>	<b>0.72</b>	<b>11.34</b>
	<b>E-O</b>	<b>3129.46</b>	<b>300</b>	<b>0.72</b>	<b>14.49</b>

La différence de charge entre les deux saisons nous a conduits à l'obtention (par calcul) : avec La consommation calculée on a 14 panneaux solaires en hiver. Tandis qu'en été, on a besoin de 16 panneaux solaire pour satisfaire la charge demandée.

D'autre part, avec La consommation réelle on a 12 panneaux solaires en hiver. Tandis qu'en été, on a besoin de 15 panneaux solaire pour satisfaire la charge demandée.

Pour l'installation on séré et on parelle on a un nombre des modules corrigée (2 on parelle et 8 ont séré).

Donc avec La consommation calculée et réelle on a 16 panneaux solaires.

### III.5. La Dimensionnement des batteries solaire

#### III.5.1. Le choix de la batterie

##### **12 V 260Ah cycle profond batterie de stockage de l'énergie solaire pour UPS système**

- 1) 10-12 ans flottant service vie à 20 °C/68° F
- 2) jusqu'à 5 ans de vie de conception à l'énergie renouvelable applications selon IEC61427
- 3) large température de fonctionnement gamme de -15 °C à 60 °C
- 4) deep cycle Supérieur conception avec pourcentage élevé d'étain
- 5) Aller-retour d'efficacité aussi élevé que 85%.
- 6) Épais positive plat plaque conception avec haute Étain faible Calcium alliage et haute densité pâte.
- 7) Faible taux d'autodécharge et longue durée de vie (9 mois à 25 °C).
- 8) excellente profonde décharge capacité de récupération.

#### **Un avantage**

tension couvre: 6 V, 8 V, 12 V

capacité: De 24ah à 260ah



- 50% DOD peut atteindre 700-800 temps de cycle
- Deep Cycle supérieur Conception avec pourcentage élevé d'étain
- Épais Plaques et Haute-densité
- Performances à Cycle Profond
- Longue Durée de Vie

#### III.5.2. Autonomie

C'est la **durée** pendant laquelle le stockage assure le fonctionnement du récepteur **sans recevoir aucune charge** de la part du photo-générateur. Elle dépend de la capacité de l'accumulateur et de l'énergie requise par le récepteur, indépendamment du photo-générateur. (LABOURET, CUMUNEL, BRAUN, & FARAGGI, 2010)

Votre nombre de jour d'autonomie correspond au nombre de jours pendant lesquels vos batteries n'ont pas besoin d'être rechargées tout en conservant une consommation d'énergie normale. Ce nombre de jours doit correspondre au nombre de jours consécutifs sans soleil auquel vous risquez de faire face.

En Algérie, l'autonomie moyenne des installations en site isolé est de 1 à 2 jours.

### III.5.3. Profondeur de décharge

Pour déterminer la profondeur de décharge que l'on veut imposer à sa batterie, il faut arbitrer entre deux facteurs :

Tout d'abord, plus on permet aux batteries de se décharger profondément, plus on réduit le nombre de batteries nécessaires. En effet, une batterie que l'on décharge à 100% fournit autant d'énergie que deux batteries identiques que l'on décharge à 50%. On économise donc sur le coût initial de l'installation.

Cependant, la durée de vie d'une batterie est directement proportionnelle à sa profondeur de décharge. Ainsi, une batterie que l'on décharge à 100% vivra deux fois moins longtemps qu'une batterie que l'on décharge à 50%.

Autonomie de réserve ( $N_J \leq 2$  jours).

Lorsque l'autonomie de réserve est de courte durée, il est fort probable que les batteries subissent des décharges profondes assez régulièrement au cours de l'année. En ce sens, il est conseillé de diminuer davantage le paramètre  $P_D$ .  $50\% \leq P_D \leq 80\%$ . (GUIDEnR PV, 2010)

### III.5.4. la capacité de stockage

Le calcul de la capacité  $C$  du parc des batteries dépend de plusieurs données :

- $N_{ja}$  : le nombre de jours avec un ensoleillement insuffisant.
- $E_{cons}$  : la demande énergétique quotidienne exprimée en Wh/jour. Il s'agit de l'énergie nécessaire pour alimenter vos appareils électriques. D s'obtient en multipliant la puissance de chacun de vos appareils par leur durée d'utilisation quotidienne en heures.
- $U$  : la tension en Volt sous laquelle est installée le parc de batteries (12 V, 24 V, 48 V...).
- $B_j$  : besoin journalier (Ah/jour)

$$B_j = E_{cons} \div U \quad \text{(III-8)}$$

- $P_D$  : la profondeur de décharge maximum des batteries.
- $E$  : L'efficacité de la batterie 80 %.

Pour tenir compte à la fois des phénomènes de température et de profondeur de décharge maximale, on calcule la capacité nominale comme suit: (M.Hankins, 2012)

$$C(Ah) = [N_{ja} \times B_j] / [P_D \times E] \quad (III-9)$$

Puisque la valeur de la puissance crête à installer est comprise entre >2 KWc (Annexe B :) on compte pour une tension du système de 48 V. (M.Hankins, 2012)

Appliquons simplement la formule précédente dans le (Tableau III-10):

**Tableau III-10: Le champ de stockage**

	saison	N <sub>ja</sub>	E <sub>cons</sub> (W)	U	E	P <sub>D</sub>	C (Ah)
<b>La consommation calculée</b>	H-P	2	16370	48	0.8	0.8	1065.54
	E-O	1	20320	48	0.8	0.8	661.490
<b>La consommation réelle</b>	H-P	2	13150	48	0.8	0.8	856.20
	E-O	1	18870	48	0.8	0.8	614.28

La capacité de stockage est proportionnelle à la consommation électrique, plus la consommation augmente, plus la capacité de stockage augmente. La profondeur de décharge, ainsi que la tension de recommandation du système sont des coefficients constants.

### III.5.5. Le nombre de batterie

Le nombre des batteries à installer égale le rapport entre la capacité des batteries et la capacité de batterie utilisée dans l'installation.

$$N_b = C_{\text{champ de stockage}} \div C_{\text{capacité d'un batterie}} \quad (III-10)$$

**Tableau III-11: Le nombre des batteries**

	saison	C <sub>champ de stockage</sub>	C <sub>champ de stockage</sub>	N <sub>B</sub>
<b>La consommation calculée</b>	H-P	1065.54	260	4.10
	E-O	661.490	260	2.54
<b>La consommation réelle</b>	H-P	856.20	260	3.29
	E-O	614.28	260	2.36

Nous disposons même d'un excédent d'énergie, autrement dit une batterie suffit largement pour notre consommation dans les deux saisons.

Notre maison a besoin pour une tension en 48V ( $N_B$  fois 4):

Avec un calcul 11 batteries solaires en été. Tandis qu'en hiver, on a besoin de 16 batteries solaires pour stocker l'énergie électrique fournie par les panneaux solaires.

D'autre part, avec un calcul réel 14 batteries solaires en hiver Tandis qu'en été, on a besoin de 10 batteries solaires pour stocker l'énergie électrique fournie par les panneaux solaires.

Pour l'installation on séré et on pabelle on a un nombre des batteries corrigée (4 on pabelle et 4 ont séré).

### **III.6. Dimensionnement du régulateur**

#### **➤ Choix d'une technologie**

Un régulateur de charge fait en sorte que la batterie soit bien chargée et la protège contre la surcharge, mais il ne gère pas les problèmes de décharge éventuels. Ce type de régulateur est donc généralement suffisant dans les cas où il n'y a pas de risque de décharge accidentelle.

Un régulateur charge-décharge est très souvent requis pour les applications domestiques, car les utilisateurs peuvent dépasser les consommations prévues. Il est alors utile de couper l'utilisation d'une partie au moins des récepteurs pour permettre à la batterie de se recharger.

Le choix de la technologie du régulateur, shunt, série ou MPPT, est d'abord guidé par la puissance du système photovoltaïque et par le type de batterie à charger. Le régulateur shunt qui dissipe la puissance des panneaux en cas de surcharge de la batterie est mieux adapté aux petits systèmes, et le régulateur série aux plus gros systèmes. (e-LEE, 2005)

#### **➤ Dimensionnement**

$$C_R = N_B \times I_{SC} = 8 \times 8.64 = 69.12 A \approx 70 A \quad \text{(III-11)}$$

$C_R$  : Capacité du régulateur

$N_B$  : Nombre des batteries

$I_{SC}$  : Court-Circuit

Pour l'excellent travail que nous avons besoin un régulateur de bon travail, on a choisis un régulateur de 80A- 1.5A 5 V Sortie 12 V 24 V LCD. Annexe C :

**III.7. Dimensionnement de l'onduleur**

Le ou les onduleurs sont dimensionnés en fonction du champ de modules correspondant de façon à ce que :

La plage de tension d'entrée de l'onduleur soit compatible avec les tensions en circuit ouvert et les tensions MPP du champ de modules tout au long de l'année (de 1000 W/m<sup>2</sup> et -10°C à 200 W/m<sup>2</sup> et 70°C).

Le courant d'entrée admissible de l'onduleur soit supérieur au courant maximum délivré par le champ de modules sous 1000 W/m<sup>2</sup> et 70°C.

Le rapport entre la puissance nominale de l'onduleur et la puissance crête du champ de modules correspondant soit compris entre 0,7 et 1.

La puissance active maximale prise en compte pour le dimensionnement des protections du système doit être égale à la somme algébrique des puissances actives maximales unitaires des onduleurs.

La puissance totale des appareils de la maison est 5225 W avec les pertes presque 5500 W.

Dons, Nous avons besoin un onduleur de bon travail, on a choisis un onduleur de 1kw 2kw 3kw 4kw 5kw 6kw pour maison solaire/système d'énergie solaire onduleur. Annexe D :

Spécification de l'onduleur

**III.8. Mise en place du système**

Pour l'installation proprement dite, il faudra quelques composants complémentaires, quelle que soit l'option choisie :

- Un châssis mural inclinable pour les modules ;
- Un bac pour la batterie ;
- Une boîte de raccordement pour monter les modules en parallèle, avec des diodes anti-retour, des câbles, des interrupteurs, et quelques fusibles et coupe-circuits

### **III.9. Conclusion**

Au cours de ce chapitre, une étude de dimensionnement d'une installation photovoltaïque pour notre maison nous a donné les résultats suivant :

Pour avoir une puissance de 20.32 KWh/j, il nous faut 16 Panneaux solaire de (Mono Panneau Solaire/300W<sub>c</sub> monocristallin solaire) et 16 batteries de (12V-260Ah cycle profond batterie de stockage de l'énergie solaire pour UPS système), un convecteur de (1kw 2kw 3kw 4kw 5kw 6kw pour maison solaire) et un régulateur de (80A- 1.5A 5V Sortie 12V-24V LCD), les panneaux doivent être inclinés avec un angle optimal égal 32 °C pour une puissance optimal.

# Chapitre

**IV**

**Étude économique**

### IV.1. Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons, une étude économiques concernent le coût total du système sur un nombre d'années défini, ce coût comprend le coût d'investissement initial, le coût de maintenance et le coût de remplacement de chaque composant du système sur la période considérée. Nous utilisons une méthode permettant d'estimer le coût de kWh produit à partir de l'utilisation des panneaux solaires, afin de faire une comparaison entre les différents couts de l'électricité produite en standard international et l'électricité produit en actuel algérien.

### IV.2. Le coût des appareils utilisés

- **Les Panneaux Solaires :** Vente chaude Et Un Grade Panneau Solaire 300 W mono Pour un Usage Domestique de prix existe dans le (Tableau IV-1) suivant:

**Tableau IV-1: Prix des panneaux solaires (alibaba.com, 1999-2017)**

<b>Prix de FOB:</b>	<b>US \$ 0.35 - 0.45 / Watt</b>
<b>Port:</b>	Foshan/Guangzhou/Shenzhen
<b>Totale</b>	US \$ 105 - 135

- **Les batteries :** de 12 V 260 Ah cycle profond batterie de stockage de l'énergie solaire pour UPS système de prix existe dans le (Tableau IV-2) suivant:

**Tableau IV-3: Prix des batteries (alibaba.com, 1999-2017)**

<b>Prix de FOB:</b>	<b>US \$ 100-130</b>
<b>Port:</b>	Shenzhen/Guangzhou

- **L'Onduleur :** de 5 KW pour maison solaire/système d'énergie solaire onduleur de prix existe dans le (Tableau IV-4) suivant:

**Tableau IV-5: Prix de l'onduleur (alibaba.com, 1999-2017)**

<b>Prix de FOB:</b>	<b>US \$ 35-600</b>
<b>Termes de paiement:</b>	L/C,D/P,T/T,Western Union,MoneyGram,paypal Escrow

- **Le Régulateur :** de 80A Chargeur Solaire Contrôleur USB 1.5A 5 V Sortie 12 V 24 V LCD Panneau solaire Régulateur avec Charge Minuterie et Contrôle de La Lumière pour L'éclairage de prix existe dans le (Tableau IV-6) suivant:

**Tableau IV-7: Prix de régulateur (AliExpress, s.d.)**

Prix : US \$88.00 / pièce
Prix réduit : US \$79.20 / pièce 10% off 4 jours restants
Livraison : US \$7.47 vers Alegria via Singapore Post
Montant total : US \$86.67

- **Les autres équipements**

**Tableau IV-8: Prix des autres équipements (AliExpress, s.d.)**

nom	prix	photo
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Étanche câble d'entrée pour installer en plastique panneau solaire de montage.</li> </ul>	US \$16.80	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 Paires/lot MC4 Panneau Solaire Connecteurs Câble PV Installer Extérieure TF0160.</li> </ul>	US \$14.67	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Photovoltaïque câble, 4mm<sup>2</sup> PV câble pour panneau solaire installer, 100m noyau de cuivre solaire câble relier le panneau solaire pour PV projet.</li> </ul>	US \$320.91	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• le prix de l'installation</li> </ul>	US \$47.61	
<b>Montant total :</b>	399.98 \$	
	43710.00DA	

- On a un 1 \$ = 109.07 DA en (15/05/2017) donc le cout total des différents équipements avec DA algérien existe dans le (Tableau IV-9) suivant:

Tableau IV-10: les prix avec DZD

Les équipements	Le prix (DA)
Les panneaux	14724.45
Les batteries	14179.10
L'onduleur	65442.00
Régulateur	9449.82
le prix des accessoires	43625.82

2

### IV.3. Coût de l'installation totale

Pour calculer le montant total de l'installation (Tableau IV-11) on fait l'addition du prix de chaque appareil utilisé multiplié par leur nombre.

Tableau IV-11: Nombre de dispositifs utilisés

L'équipement	N°
Les panneaux	16
Les batteries	16
Les convecteurs	1
Les régulateurs	1

### IV.4. L'investissement initial total

L'investissement initial permet à l'utilisateur de savoir quel est le prix qu'il va devoir payer lors de l'installation de son système. Le coût total  $I_{Tot}$  est calculé par l'expression suivante : (M.LOUAZENE, 2008)

$$I_{Tot} = C_{GPV} + C_{Bat} + C_{Ond} + C_{Re} + C_{Acc} \quad (IV-1)$$

Sachant que :

- $C_{GPV}$ : Le coût du générateur PV est calculé par:

$$C_{GPV} = P_M \times N_M \quad (\text{IV-2})$$

- $P_M$  : Prix du module, -  $N_M$  : Nombre de modules
- $C_{Bat}$ ,  $C_{Ond}$ ,  $C_{Ré}$ ,  $C_{Acc}$  : Sont respectivement coût des batteries, les onduleurs, les régulateurs, et les accessoires.

Donc l'investissement initial total de l'installation est :  $I_{Tot} = 595153.54 \text{ DA}$

#### **IV.5. L'amortissement total**

Pour calculer le coût de l'énergie en tenant compte de l'amortissement sur le temps, on prend en compte dans nos calculs, la durée de vie des composants ainsi que les profits réalisés sur toute la durée active du système : (M.LOUAZENE, 2008)

L'amortissement annuel total du système  $A_{Tot}$  est donné par la formule :

$$A_{Tot} = A_{GPV} + A_{Bat} + A_{Ond} + A_{Ré} + A_{Acc} \quad (\text{IV-3})$$

Pour chaque composant, l'amortissement est calculé de la façon suivante :

- Amortissement du générateur :

$$A_{GPV} = C_{GPV} \div N_1 \quad (\text{IV-4})$$

- Amortissement des batteries:

$$A_{Bat} = C_{GPV} \div N_2 \quad (\text{IV-5})$$

- Amortissement des onduleurs:

$$A_{Ond} = C_{GPV} \div N_3 \quad (\text{IV-6})$$

- Amortissement des régulateurs:

$$A_{Ré} = C_{GPV} \div N_4 \quad (\text{IV-7})$$

- Amortissement des accessoires:

$$A_{Acc} = C_{GPV} \div N_5 \quad (\text{IV-8})$$

Nous remarquons que l'amortissement de chaque composant est de la forme :

$$A = C \div N_i \quad (\text{IV-9})$$

Avec : C : le coût de l'investissement initial de chaque composant, N : Durée de vie active du composant, i: indice.

On note que les hypothèses retenues, relatives à la durée de vie pour chacun des éléments du système (représenté dans le Tableau IV-12) :

Tableau IV-12: La durée de vie des équipements

Equipements	Panneau	Batterie	Onduleur	Régulateur	Accessoires
Durée de vie (an)	25-30	15	15	15	25-30

#### IV.6. Les résultats comparatifs

On va calculer le cout de KWh dans un jour pendant 5, 10, 15, 20, 25, 30 années.

Dans l'année (2016) on a 366 jours, La consommation avec calcule estime 18.82 KWh/j et 18.87 KWh/j avec calcule réel.

➤ Le montant d'énergie par trimestre est :

$$\text{Montant par trimestre} = A_{Tot} \div 4 \quad (\text{IV-30})$$

Tableau IV-13: Montant de la consommation d'énergie par trimestre (DA)

Les années l'installation	5 ans	10 ans	15 ans	20 ans	25 ans	30 ans
Le Montant par trimestre (DA)	29757.68	14878.84	9919.23	8755.82	8057.78	7592.42

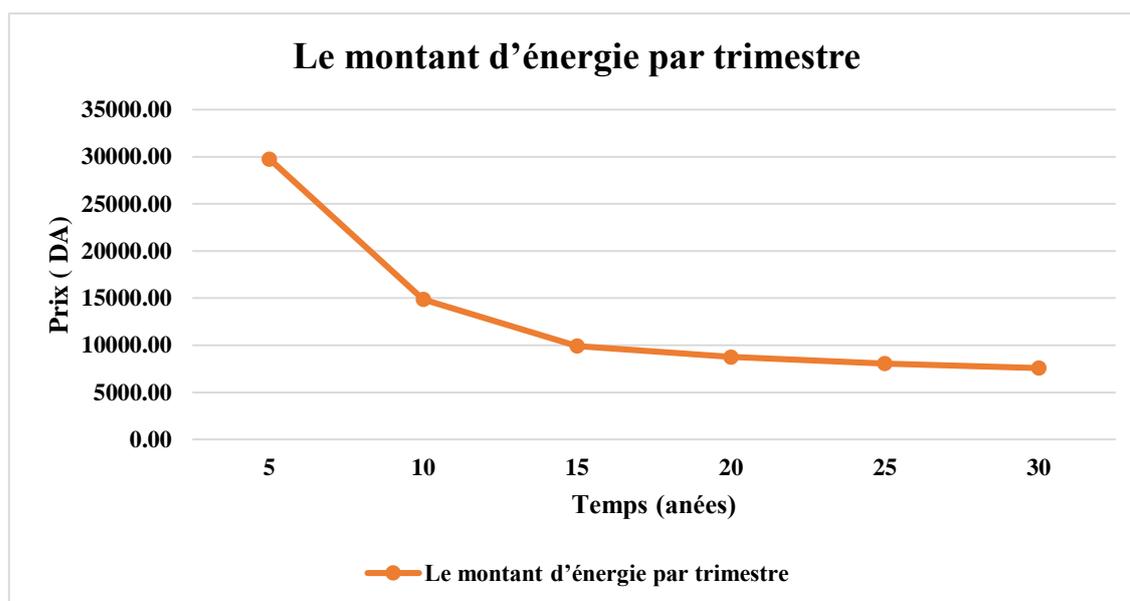


Figure IV-1: Le montant d'énergie par trimestre

D’après le graphe ci-dessus on remarque la baisse de montant d’énergie par trimestre pendant les années de 29757.68 DA à 7592.42 DA (de 5 à 30 années).

➤ le cout de KWh/trimestre (Unité = Dinars) est :

$$\text{le coût de KWh/trimestre} = (\text{Montant par trimestre}) \div E_{con} \quad (\text{IV11})$$

Tableau IV-14: Coût de KWh par trimestre (DA)

Les années l'installation	5 ans	10 ans	15 ans	20 ans	25 ans	30 ans
Coût de KWh par trimestre (DA)	1464.38	732.19	488.13	430.88	396.53	373.62

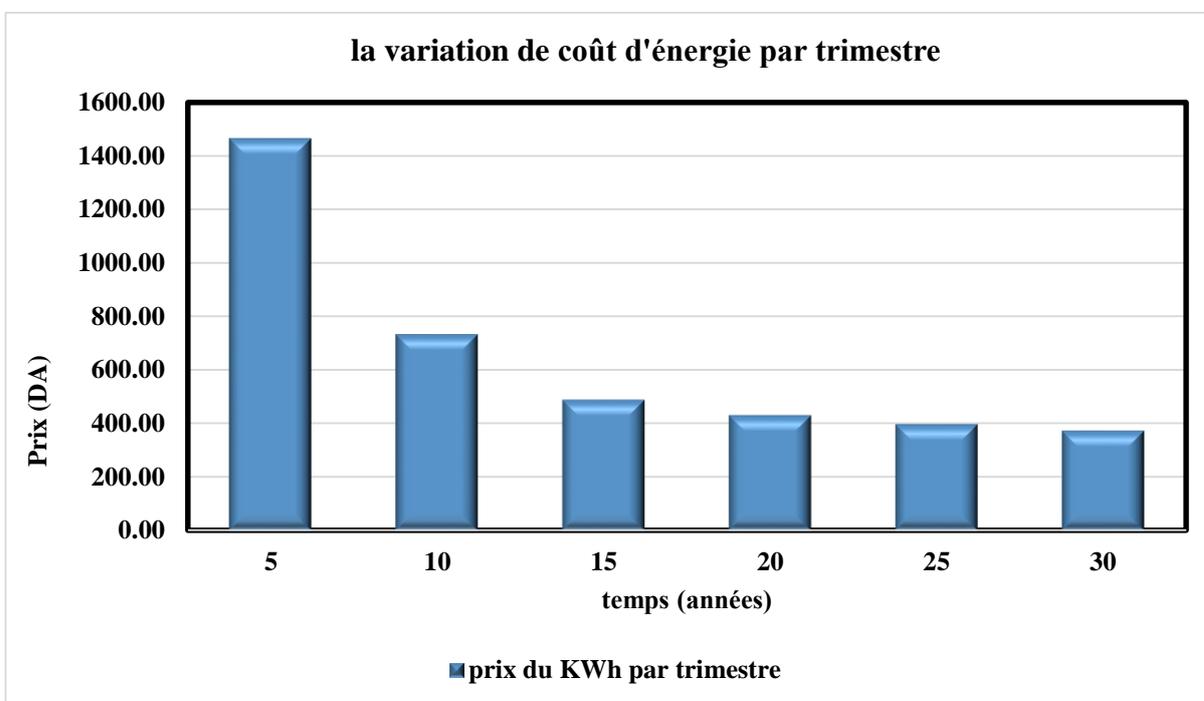


Figure IV-2 : La variation de coût d’énergie par trimestre

D’après le graphe ci-dessus on ne constate que le coût d’énergie par trimestre décroissant (de 1464.38 à 373.62 AD) avec l’augmentation de temps années.

➤ le cout de KWh/j (Unité = Dinars) est :

$$\text{le coût de KWh/j} = \text{l'amortissement total} \div 366 \div E_{con} \quad (\text{IV-12})$$

Tableau IV-15: Coût de KWh par jour (DA)

Les années l'installation	5 ans	10 ans	15 ans	20 ans	25 ans	30 ans
Coût de KWh par jour (DA)	16.00	8.00	5.33	4.71	4.33	4.08

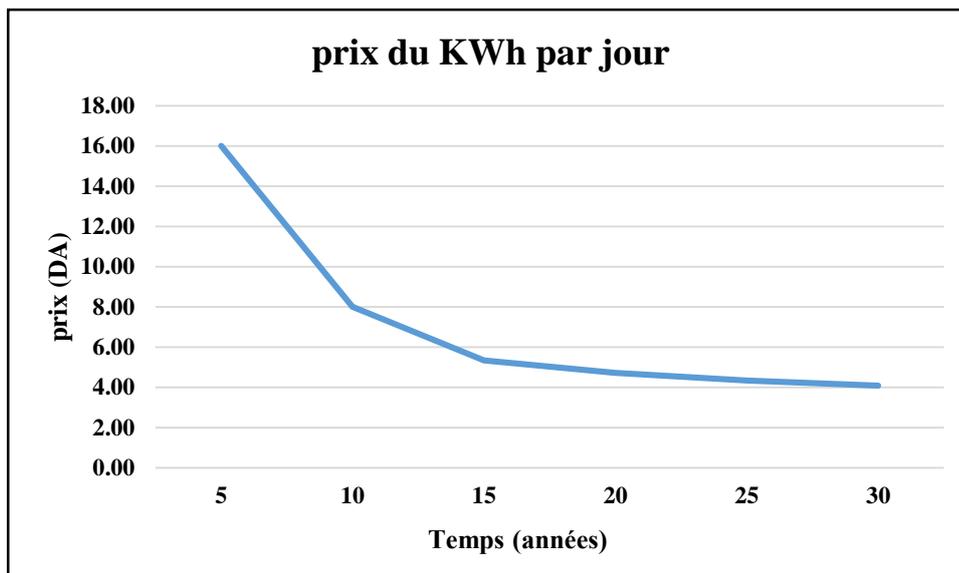


Figure IV-3 : Coût de KWh par jour (DA)

D'après le graphe ci-dessus on ne constate que le coût d'énergie par jour diminué (de 16.00 à 4.08 DA) avec l'augmentation de temps (de 5 à 30 années).

Tableau IV-16 : Le coût de KWh/j produit en actuel algérien avec et sans soutien de l'état

saison	N° de Trimestre	La Consommation d'énergie (KWh/trimestre) A	le montant d'énergie produit en actuel algérien	
			(avec soutien de l'état) (DA) B	(sans soutien de l'état) (DA) C
hiver	1 <sup>er</sup>	1131	2894.80	5116.49
été	2 <sup>ème</sup>	781	2456.28	4120.55
	3 <sup>ème</sup>	3353	11894.00	20438.93
	4 <sup>ème</sup>	1118	3606.56	6110.04
Total dans l'année	-	6383 KWh/an	20851.64 DA	35786.01 DA
Le coût de KWh/j	-	-	B/A = 3.27 DA	C/A = 5.61 DA

- D’après le (Tableau IV-16), Le coût de kWh produit en actuel algérien avec soutien état est 3.27 DA et sans soutien d’état est 5.61 DA.
- Le coût de kWh produit en standard international est 0.12 \$ = 13.11 DA (Annexe E :), On considère que les coûts de kWh d’Algérie et standard international est constant pendant les années.

Donc on obtenir le (Tableau IV-17) suivant (Unité = Dinars):

**Tableau IV-17: le coût d’énergie (prix du kilowatt) par filière**

<b>année</b>	<b>le coût de kWh produit en panneaux solaire (consommation calculé)</b>	<b>le coût de kWh produit en actuel algérien (avec soutien de l'état)</b>	<b>le coût de kWh produit en actuel algérien (sans soutien de l'état)</b>	<b>le coût de kWh produit en standard international</b>
<b>5</b>	16.00	3.27	5.61	13.08
<b>10</b>	8.00	3.27	5.61	13.08
<b>15</b>	5.33	3.27	5.61	13.08
<b>20</b>	4.71	3.27	5.61	13.08
<b>25</b>	4.33	3.27	5.61	13.08
<b>30</b>	4.08	3.27	5.61	13.08

IV.7. La courbe

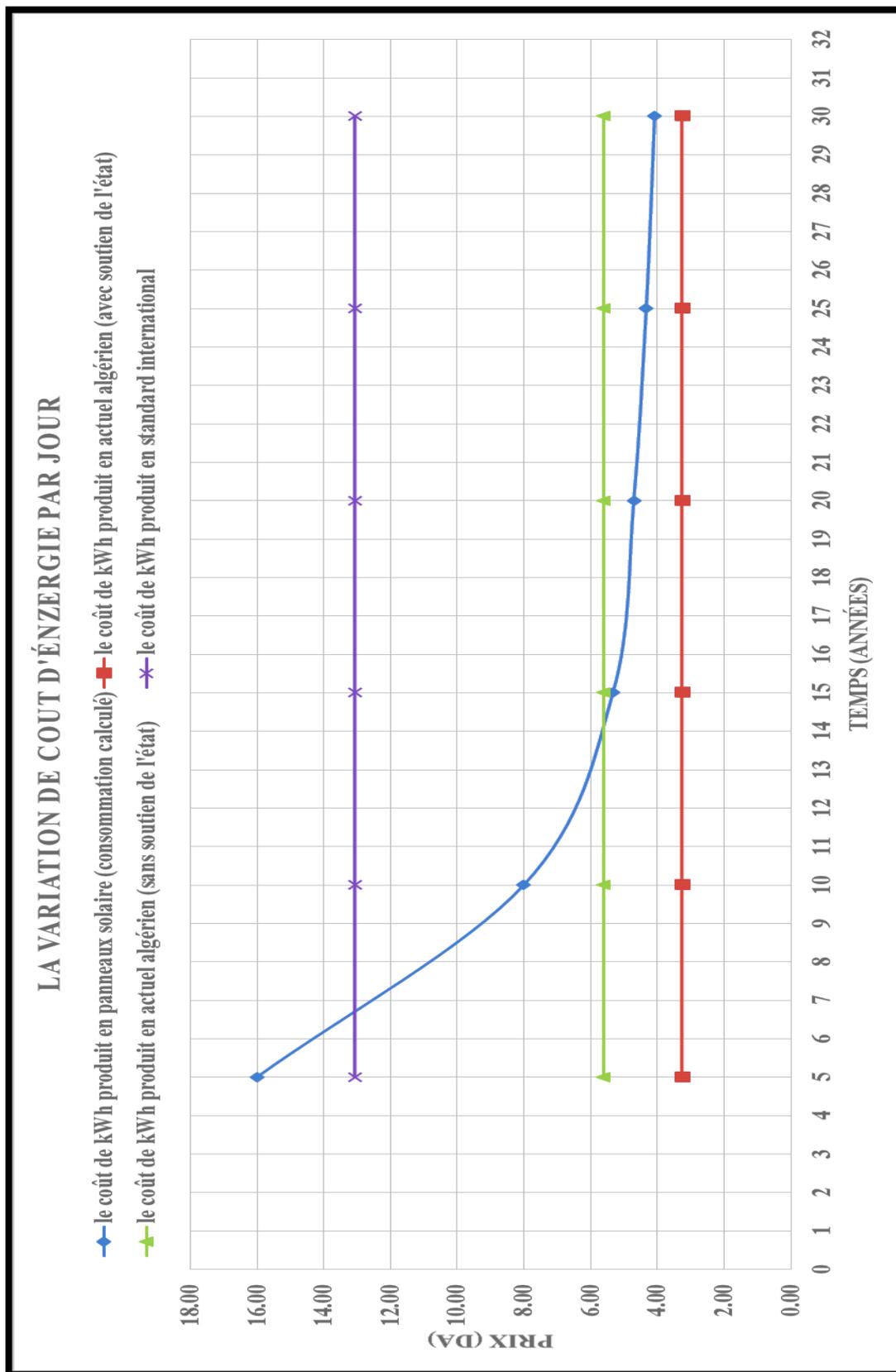


Figure IV-4 : la variation de coût d'énergie par jour

### **IV.8. Interprétation des résultats**

L'objectif de notre étude est la comparaison entre les énergies existantes et les énergies renouvelables (l'énergie solaire).

Le graphe (Figure IV-3) représente la variation de coût d'énergie (prix du kilowattheure) par filière en fonction de temps (années), le coût de kWh produit en panneaux solaires et le coût de kWh produit en Algérie (avec soutien de l'état et sans soutien de l'état) et le coût de kWh produit en standard international.

- La courbe d'énergie solaire à la forme hyperbolique, Nous avons remarqué trois parties dans la courbe.
- **La première partie à partir de 5 à 6.5 années:**

Notez que le prix de kilowatt d'énergie solaire diminué de 16 DA à 13.08 DA égale le prix de l'électricité produit en standard international de 5 à 6.5 années.

- **Partie II de 6.5 à 14 années :**

On a remarqué une diminution de prix de l'énergie solaire de 16.00 DA à 5.61 DA.

Dans le point de 14 années, le prix de l'énergie solaire égal le prix de l'électricité d'Algérie (sans soutien d'état).

Cette partie illustre que l'énergie solaire est un bon choix pour les domaines industrielles.

- **Partie III :** On note la continuité de diminutions du prix de l'énergie solaire de 5.61 DA à 3.96 AD de 14 jusqu'à 30 année.

Cette partie illustre que l'énergie solaire est un bon choix pour les secteurs commerciaux qui dépendent de l'électricité sans soutien d'état en Algérie.

Le coût de kWh produit en Algérie (avec soutien de l'état) reste le meilleur au cours de cette étude.

L'énergie solaire est une énergie permanente et sans coupures d'électricité.

#### **Recommandations:**

Il est préférable de faire l'étude des installations connectées au réseau ; pour les meilleurs résultats.

**Conclusion**

**Conclusion**

### Conclusion générale

L'étude se concentre sur l'utilisation d'énergie solaire comme une solution pour compenser les sources d'énergie non renouvelables.

Grâce à ce travail on peut conclure plusieurs résultats pour les panneaux solaires.

Le fonctionnement des panneaux solaires dépend de plusieurs conditions telles que leur position au soleil, la quantité d'ensoleillement et la météo de la région...

L'installation photovoltaïque autonome consiste l'ensemble des panneaux solaires, les batteries, l'onduleur et le régulateur. Connecté grâce des câbles, Ce système d'autoconsommation peut être mis en application aussi bien par les maisons (isolé), les magasins, et les entreprises, les collectivités territoriales..., comme est une solution pour couvrir l'augmentation des besoins énergétiques.

Le besoin énergétique de notre maison est de 20.32 KWh/j, après notre dimensionnement la maison est alimentée par un générateur photovoltaïque de 16 panneaux solaires monocristallin de puissance 300 watt crête avec 16 batteries de 12V-260 Ah, via un onduleur 5500W et un régulateur 80A, l'autonomie de cette installation de notre cas est 2 jours.

L'étude économique a donné une idée sur le coût d'investissement initial et l'amortissement annuel total du système, on a fait une comparaison entre les différents coûts de l'électricité produite en panneaux solaire et en standard international et l'électricité produite en Algérie.

A travers de cette étude, nous avons constaté le coût de l'électricité produite par l'énergie solaire tant à diminuer, et nous pouvons rattraper le coût d'investissement à partir des 14 années d'installation.

# **Bibliographies**

**Bibliographie**

---

### Bibliographies

- A.LABOURET, & M.VILLOZ. (2009). Energie solaire photovoltaïque (éd. 4). Paris: Dunod,P15-20.
- K.Ismail, K. (2014). Etude d'un système de poursuite solaire pour les panneaux photovoltaïques . OUARGLA, Mémoire De fin d'études, UNIVERSITE KASDI MERBAH,P15-23.
- L'ENERGIE SOLAIRE PV. (2013). Consulté le 4 18, 2017, sur LYCEE DES METIERS.
- LABOURET, A., CUMUNEL, P., BRAUN, J.-P., & FARAGGI, B. (2010). Cellules solaires Les bases de l'énergie photovoltaïque (éd. 5). Dunod, Paris, 1998, 2001, 2005, 2010.
- M.Hankins. (2012). installations solaires photovoltaïques autonomes conception et installation d'unités non raccordées au réseau. Paris: Dunod,P16.
- M.LOUAZENE, L. (2008). Etude technico-économique d'un système de pompage photovoltaïque sur le site d'Ouargla. mémoire de magister, UNIVERSITE EL HADJ LAKHDAR - BATNA,P64-68.
- Mahdi, M., BOUGUEDAH, A. e., & MEROUANI , M. (2012-2013). Etude de la pollution chimique et la vulnérabilité à la pollution des eaux Souterraines de la cuvette de Ouargla. Ouargla: Département de Génie des Procédés ,Mémoire ,Spécialité Génie de l'environnement,P15-20.
- ompe. (2017). Consulté le 5 15, 2017, sur Organisation Mondiale pour la Protection de l'Environnement - L'ÉNERGIE: <http://www.ompe.org/theme/lenergie/>
- ONM Ouargla. (2016). Récupéré sur Office national de la météorologie ouargla.
- S.MANSOUR, S. (2014). Etude de Dimensionnement optimal d'une station solaire autonome en site isolé. Mémoire du fin d'étude, Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen,P20-38.
- SDC. (s.d.). Consulté le 2017, sur Société de Distribution de l'Electricité et du Gaz du Centre.
- Teisseire, P. (2003). Petit Guide pour étudier un projet d'installation photovoltaïque Dimensionner un parc de batteries,P1-12.

---

### Sites de référence

- alibaba.com. (1999-2017). Consulté le 5 17, 2017, sur Appareillage et approvisionnements électriques-Batterie -Cellules solaires, panneaux solaires (250812):  
<https://french.alibaba.com/>
- AliExpress. (s.d.). Consulté le 5 17, 2017, sur Toutes catégories- Amélioration de l'habitat - Electrical Equipment & Supplies-Alimentations-Onduleurs et Convertisseurs:  
<https://fr.aliexpress.com/>
- cannelle.com. (2012). (l'INBP ) Consulté le 4 30, 2017, sur Au labo-Matériel-les fiches techniques du lempa-L'installation électrique:  
[http://www.cannelle.com/LABO/materiel/fiches/installation\\_electrique.shtml](http://www.cannelle.com/LABO/materiel/fiches/installation_electrique.shtml)
- CDER. (2003, Décembre 2). Consulté le 4 9, 2017, sur Centre de Développement des Energies Renouvelables: <http://www.cder.dz/spip.php?article150>
- dena. (s.d.). (renewables-made-in-germany) Consulté le 4 8, 2017, sur Technologies et applications: <http://www.renewables-made-in-germany.com/fr/renewables-made-in-germany/technologies/energie-photovoltaique/energie-photovoltaique/technologies-et-applications.html>
- e-LEE. (2005, 9 30). Consulté le 4 29, 2017, sur Renewable energies-Solar generation: <http://www.em.ucv.ro/elee/en/realisations/EnergiesRenouvelables/FiliereSolaire/Dimensionnement/Dimensionnementstockregul/regulateur.htm>
- énergie +. (s.d.). Consulté le 4 9, 2017, sur Outil d'aide à la décision ,les types des cellules: <https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=16678#c20442+c20440+c20441>
- GUIDEnR PV. (2010). Consulté le 4 29, 2017, sur l'information photovoltaïque-Etape N°3 - Dimensionner le parc de batteries: <http://www.photovoltaique.guidenr.fr/cours-photovoltaique-autonome-1/dimensionner-parc-batteries.php>
- JRS. (2001-2012). Consulté le 6 5, 2017, sur European Commission Joint Research Centre Ispra, Italy - Système d'information géographique photovoltaïque - carte interactive: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>
- ompe. (2017). Consulté le 5 15, 2017, sur Organisation Mondiale pour la Protection de l'Environnement - L'ÉNERGIE: <http://www.ompe.org/theme/lenergie/>

SINES France. (2016). Consulté le 4 9, 2017, sur RÉGULATEUR DE CHARGE SOLAIRE -  
CONTRÔLEUR DE CHARGE: [http://www.sines.fr/Regulateur\\_charge\\_solaire.html](http://www.sines.fr/Regulateur_charge_solaire.html)

Teisseire, P. (2003). Petit Guide pour étudier un projet d'installation photovoltaïque  
Dimensionner un parc de batteries.

Wikipedia. (2017, 2 22). Consulté le 4 28, 2017, sur Wilaya d'Ouargla:  
[https://fr.wikipedia.org/wiki/Wilaya\\_d%27Ouargla](https://fr.wikipedia.org/wiki/Wilaya_d%27Ouargla)

# **Annexes**

**Annexes**

**Annexes**

## Annexe A :

<b><u>DONNEES CLIMATOLOGIQUES DE LA REGION DE OUARGLA</u></b>									
<b>PERIODE : 2016</b>									
<b>ANNEE</b>	<b>Mois</b>	<b>Moyenne de T MIN EN °C</b>	<b>Moyenne de T MAX EN °C</b>	<b>Moyenne HUMIDITE MIN EN %</b>	<b>Moyenne HUMIDITE MAX EN %</b>	<b>FORCE DU VENT Max EN KM/H</b>	<b>Cumul PRECIPITATIONS EN MM</b>	<b>Cumul EVAPORATION EN MM</b>	<b>Cumul INSOLATION EN Heure</b>
<b>2016</b>	<b>Janvier</b>	6.5	21.2	25	63	24	Trace	135.8	259.8
	<b>Février</b>	8.1	22.7	20	57	28	0.0	187.0	249.0
	<b>Mars</b>	9.7	25.7	14	45	30	2.0	259.4	302.0
	<b>Avril</b>	16.7	32.8	14	49	37	1.0	288.6	285.6
	<b>Mai</b>	21.3	36.0	11	35	44	0.0	388.3	259.8
	<b>Juin</b>	24.9	41.0	11	32	38	0.0	479.6	190.7
	<b>Juillet</b>	27.4	42.6	10	30	32	0.0	486.1	322.1
	<b>Aout</b>	26.9	41.3	12	32	33	0.0	473.1	352.1
	<b>Septembre</b>	24.3	38.0	17	49	31	4.6	301.9	282.0
	<b>Octobre</b>	19.4	34.2	19	56	30	4.3	278.9	251.0
	<b>Novembre</b>	10.5	24.5	25	67	14	0.7	157.7	228.8
	<b>Décembre</b>	8.1	19.5	41	87	24	4.5	85.3	211.0

**Annexe B : (M.Hankins, 2012)**

Tension recommandée pour les systèmes photovoltaïques en fonction de leur puissance

<b>Puissance crête (WC)</b>	<b>&lt; 500 WC</b>	<b>500Wc - 2KWc</b>	<b>&gt;2KWc</b>
<b>Tension du système (V)</b>	12 VDC	24 VDC	48 VDC

## Annexe C :

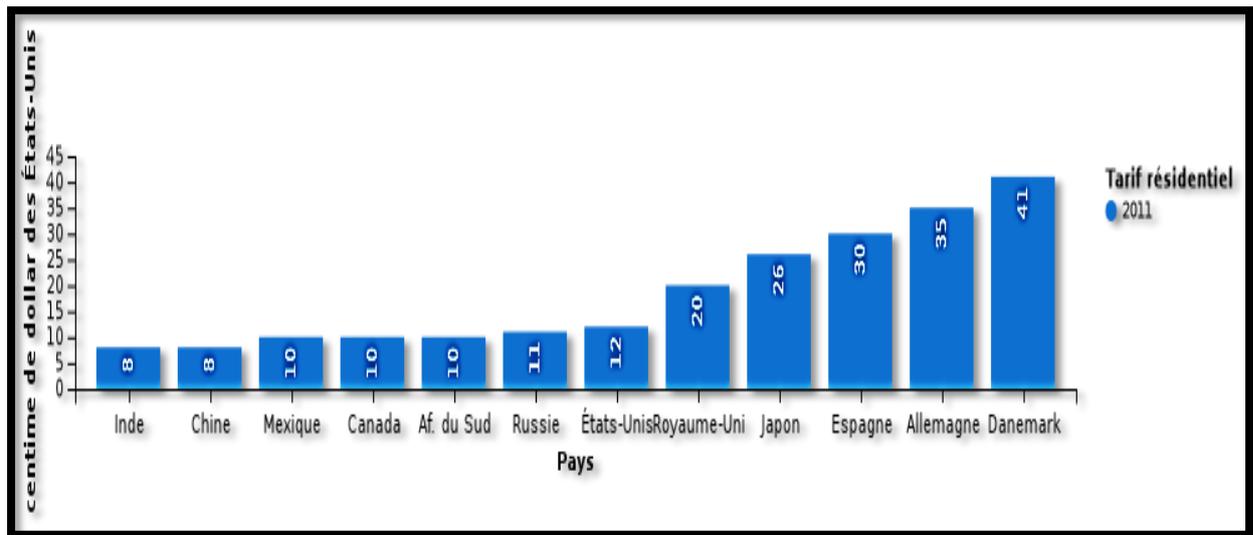
Nom de la marque:Y-SOLAR	
Personnalisé: Oui	
Application: Système de contrôleur solaire	
Courant Maximum:80A	
Numéro du modèle: MPPT L80	
Voltage classé:12v 24v	
Maximum Power Current :80A	
Installation Lin (mm2):20 mm2	
Installation Lin(AWG):2#(AWG)	
Weight:900g	
Peak power of solar cell panel (Max Wp):Max1000W(12V System) 2000W(24V system)	
Battery float voltage:13.8V(12V system) 27.6V(24V system)	
Battery (under voltage) protection :10.6V(12V system) 21.2V(24V system)	
Battery(under voltage) recovery voltage :12.6V(12V system) 25.2V(24V system)	
Item:Solar Battery Charge Controller LCD solar regulator	

## Annexe D :

## Spécification de l'onduleur

Puissance nominale	1kw 2kw 3kw 4kw 5kw 6kw		
AC Tension de Sortie	100 V, 110 V, 120 V, 220 V, 230 V ou 240 V		
DC Tension D'entrée	12 V 24 V ou 48 V		
AC Fréquence de Sortie	60Hz/50Hz		
AC Sortie de Forme D'onde	sinusoïdale Pure vague		
forme d'onde Distorsion	THD < 3% (charge Linéaire)		
Efficacité à pleine Charge	> 86%		
Protection	Alarme de basse Tension	DC10.5 ± 3 V/21±0. 6 V/41.8 ± 2 V	
	basse Tension Arrêté	DC9.5 ± 2 V/19±0. 3 V/38±0. 4 V	
	faible volatge récupération	DC11.8 ± 3 V/23.6 ± 4 V/47.2 ± 8 V	
	sur tension de récupération	15.7 ± 3 V/31.8 ± 4 V/63±1V	
	protection contre les surtensions	16±0. 5 V/31±1V/65±2V	
	protection contre les surcharges	111%-113%, Coupez le Rendement	
environnement	Température de fonctionnement	-10Celsius-+ 50 Celsius	
	Humidité de fonctionnement	20%-90% RH sans condensation	
	Température de stockage	-30Celsius-+ 70 Celsius	
	travail altitude	dans les 1200 m	

Annexe E :



### Notions

- **Ampèreheure (Ah)** : Courant d'un ampère pendant une heure.
- **Autres composants du système** : Éléments du système photovoltaïque autres que les modules et les accumulateurs. Englobe notamment les interrupteurs, les contrôleurs, les compteurs, le matériel de conditionnement d'énergie, les dispositifs de poursuite solaire et la structure qui supporte le champ de modules photovoltaïques.
- **Cellule photovoltaïque** : Dispositif convertissant directement la lumière en électricité. Élément fondamental du module photovoltaïque.
- **Champ de modules photovoltaïques** : Ensemble de modules photovoltaïques interconnectés et fonctionnant comme une seule unité de production d'électricité. Les modules sont assemblés sur un support ou bâti commun. Dans le cas d'un système de dimension réduite, il peut s'agir d'un ensemble de deux modules sur leur support ou bâti.
- **Charge** : Tout ce qui, dans un circuit électrique, tire de l'énergie du circuit, lorsque celui-ci est sous tension (lampes, appareils, outils, pompes, etc.).
- **Connexion en parallèle** : Méthode d'interconnexion de dispositifs de génération ou de consommation d'électricité, selon laquelle la tension produite ou requise demeure la même alors que le courant des dispositifs s'additionne. Contraire de « connexion en série ».
- **Connexion en série** : Méthode d'interconnexion de dispositifs de génération ou de consommation d'électricité, selon laquelle la tension des dispositifs s'additionne alors que le courant demeure le même. Contraire de « connexion en parallèle ».
- **Courant de court-circuit** : Courant circulant librement d'une cellule photovoltaïque dans un circuit externe sans charge ni résistance; courant maximal possible.
- **Kilowattheure (kWh)** : Quantité d'énergie équivalant à mille watts de puissance pendant une heure.
- **Module photovoltaïque** : Cellules photovoltaïques interconnectées (en série ou en parallèle) montées habituellement en une unité étanche de dimension pratique pour l'expédition, la manipulation et l'assemblage en champs de modules. Synonyme de « panneau photovoltaïque ».
- **Optimiseur de puissance fournie (MPPT)** : Contrôleur de la charge qui surveille en continu le point de puissance maximale fournie d'un module ou d'un champ de modules photovoltaïques dans le but d'en augmenter le rendement.

Le point de puissance maximale, sur la courbe courant-tension (I-U) d'un système photovoltaïque, est celui où la puissance maximale est produite.

- **Système photovoltaïque** : Ensemble complet d'éléments de conversion de la lumière solaire en électricité utilisable par processus photovoltaïque, comprenant les modules photovoltaïques et les autres composants du système.
- **Système photovoltaïque autonome** : Système photovoltaïque non connecté à un réseau de distribution d'électricité ne comportant pas de source d'appoint et dépendant uniquement de l'énergie solaire pour répondre à la demande d'électricité. Il peut ou non être complété d'accumulateurs.
- **Système photovoltaïque non connecté au réseau** : Système PV qui n'est pas connecté à un réseau de distribution d'électricité. Il peut être autonome ou hybride. Il peut aussi comporter ou non des accumulateurs (un réservoir d'eau pompée, par exemple), bien qu'il doive comprendre le plus souvent des accumulateurs.
- **Tension en circuit ouvert** : Tension présente aux bornes d'une cellule photovoltaïque exposée à l'ensoleillement maximal, lorsqu'il ne circule aucun courant; tension maximale possible.
- **Wattheure (Wh)** : Quantité d'électricité égale à un watt de puissance consommée pendant une heure.
- **FOB** : est un incoterm qui signifie « Free on board », soit littéralement « sans frais à bord ». En français, on dit Franco à bord (abrégié en FAB). Une marchandise est achetée ou vendue « FOB » quand celle-ci est achetée sans les frais de transport et autres frais et taxes y afférents et sans les assurances.

## Abstract

The use of solar energy in sunny countries, is the effective solution to cover the lack of energy, its need not only lies in economic, but also to protect the environment.

That is why we discussed this topic.

This research aims at theoretically studying the use of solar panels, to realize it one takes as model a house of average consumption.

- First, determines the autonomous photovoltaic installation work from the « estimated and real» energy requirements
- Then we make an economic comparison between the two.

## Résumé

L'utilisation de l'énergie solaire dans les pays ensoleillés, est une solution efficace pour couvrir le manque d'énergie, sa nécessité ne réside pas seulement dans des économies, mais aussi pour protéger l'environnement.

C'est la raison pour laquelle on a abordé ce thème.

Cette recherche vise à étudier théoriquement l'utilisation des panneaux solaires, pour la réaliser on prend comme modèle une maison de consommation moyenne.

- Tout d'abord, détermine la travaille d'installation photovoltaïque autonome à partir des besoins énergétiques « estimés et réels »
- Ensuite, on fait une comparaison économique entre les deux.

Les mots clé : panneaux solaires, photovoltaïque, autoconsommation, énergie, soleil.

## ملخص:

إن استخدام الطاقة الشمسية في البلدان المشمسة، هو الحل الفعال لتغطية النقص في الطاقة، إذ لا تقتصر فوائدها فقط لفوائدها الاقتصادية ولكن لها دور في حماية البيئة.

بسبب كثرة احتياجات الطاقة المستهلكة نستعين بالطاقة الشمسية لتغطية هذه الاحتياجات.

في هذا العمل نقوم بدراسة نظرية لعمل الألواح الشمسية.

- أولاً نحدد احتياجاتنا اللازمة لتكوين الألواح الشمسية في منزل مستقل « احتياجات مقدره واحتياجات حقيقية »
- ثم نقوم بمقارنة اقتصادية للحالتين.

الكلمات المفتاحية : الألواح الشمسية، والضوئية، والاستهلاك، والطاقة، الشمس.