

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche scientifique



Université Mohamed Kheider Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie Electrique
Filière : Electrotechnique
Option : Energie renouvelable

Réf :.....

Mémoire de Fin d'Etudes
En vue de l'obtention du diplôme:

MASTER

Thème

**Etude de faisabilité et d'installation
d'un système photovoltaïque autonome**

Présenté par :
Ksouri Sliman
Soutenu en : Juin 2014

Membres de jury :
MAA. Derghal Hamid
Pr Mubarak Bahri
MAA. Saadi Aicha.

Présidente
Encadreur
Examinatrice

Année universitaire : 2013 / 2014

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la recherche scientifique



Université Mohamed Khider Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie Electrique
Filière : Electrotechnique
Option : **Energie Renouvelable**

Mémoire de Fin d'Etudes
En vue de l'obtention du diplôme:

MASTER

Thème

**Etude de faisabilité et d'installation
d'un système photovoltaïque autonome**

Présenté par :

Ksouri Sliman

Avis favorable de l'encadreur :

Pr. Mubarak BAHRI signature :

Avis des membres du Jury :

MAA. Saadi Aicha

signature :

MAA. Derghal Hamid

signature :

Cachet et signature

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche scientifique



Université Mohamed Khider Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie Electrique
Filière : Electrotechnique
Option : Energie Renouvelable

Thème :

Étude de faisabilité et d'installation d'un système photovoltaïque autonome

Proposé par : Mubarak Bahri.

Dirigé par : Mubarak Bahri.

Résumé :

Le précède de distribution d'énergie électrique à des zones d'isolement est très coûteux. Pour cette raison pourrait dire que la meilleure solution à ce problème est le système photovoltaïque autonome, dans ce mémoire, une étude théorique sur l'énergie solaire photovoltaïque, et la conception de système photovoltaïque autonome, dans la deuxième partie. Étudier et expliquer comment installer le système, et dans ce dernier. L'application de toutes les études que nous avons faites dans la deuxième partie sur un projet réel

المخلص:

إن عملية توصيل الشبكة الكهربائية للمناطق المعزولة أو النائية مكلف للغاية لهذا فانه أفضل حل لهذه المشكلة هو استخدام النظام الفوتوضوئي المستقل لتجنب هذه المشكلة وفي دراستنا هته سنقوم بدراسة النظام الفوتوضوئي بمختلف عناصره وندرس كيفية تركيبه وصيانته وسنحاول أيضا تطبيق كل هذه الدراسات على مشروع حقيقي

Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail
Particulièrement à ceux qui m'ont
Apprise le sens de la vie ; m'ont
encouragé, m'ont Soutenu durant
mes études;*

Mon très cher père :Mohamed

Ma chère mère :Horia

A mes frères.

A toute la famille Ksouri

Je tiens à remercier tous (tes)

Mes amis(es) qui m'ont aidé de loin

Ou De Près dans la réalisation

de ce travail.

K.Sliman

Remerciement :

*Je remercie ALLAH tout puissant de m'avoir
Accordé La volaté et le courage pour réaliser ma
thèse.*

*Je veux lieu remercié très chaleureusement Mr
Mubarak BARRI Professeur à l'université de
Mohammed Kheider Biskra.*

*Mon enseignante qui ma dirigé pour arriver à
faire ce travail*

Sommaire

| | |
|--|------------|
| INTRODUCTION GENERALE..... | (1) |
| CHAPITRE I : SYSTEME PHOTOVOLTAÏQUE AUTONOME | |
| I-1- INTRODUCTION..... | (3) |
| I-2- PRESENTATION DU GISEMENT..... | (4) |
| I-2-1- Rayonnement solaire..... | (4) |
| I-2-2- Spectre du rayonnement..... | (4) |
| I-2-3- Types de rayonnements..... | (4) |
| a) Le rayonnement direct..... | (4) |
| b) Le rayonnement diffus..... | (5) |
| c) L'albédo..... | (5) |
| I-2-4- Positionnement du panneau..... | (5) |
| I-3-DISPOSITIF PHOTOVOLTAÏQUE AUTONOME..... | (6) |
| I-3-1- Générateur photovoltaïque (panneaux solaires) | (6) |
| I-3-2- Les convertisseurs..... | (6) |
| I-3-3- Les batteries..... | (7) |
| I-4-GENERATEUR PHOTOVOLTAÏQUE..... | (7) |
| I-4-1- généralité..... | (7) |
| I-4-2- Les cellules photovoltaïques..... | (8) |
| a) Présentation..... | (8) |
| b) Le principe de fonctionnement..... | (9) |
| c) Les principaux types des cellules photovoltaïques..... | (9) |
| I-4-3- Assemblage des cellules photovoltaïques..... | (12) |
| I-5-LES CONVERTISSEURS..... | (13) |
| I-5-1- convertisseurs DC/DC (Hacheur) | (13) |
| I-5-2- convertisseurs DC/AC (Onduleur..... | (13) |
| I-6- LES BATTERIES..... | (14) |
| I-6-1- Généralités | (14) |
| I-6-2- les principales caractéristiques..... | (14) |
| I-6-3- Les types d'accumulateurs..... | (15) |
| I-6-4- Les accumulateurs au Plomb | (16) |
| a) Historique..... | (16) |
| b) Éléments constitutifs des accumulateurs plomb- acide..... | (17) |

| | |
|--|------|
| c) Principe de fonctionnement..... | (18) |
| d) Caractéristiques techniques..... | (18) |
| I-7- CONCLUSION..... | (20) |
| CHAPITRE II : L'INSTALLATION DU SYSTEME PHOTOVOLTAÏQUE AUTONOME | |
| II-1- INTRODUCTION..... | (21) |
| II-2-LES DIFFERENTES TYPES DES G.PV AUTONOMIE..... | (21) |
| II-2-1- L'éclairage public..... | (21) |
| • Présentation | (21) |
| • Structure..... | (22) |
| • le principe de fonctionnement..... | (22) |
| • Les avantages | (22) |
| • Les inconvénients..... | (23) |
| II-2-2- pompage photovoltaïque..... | (23) |
| • Présentation..... | (23) |
| • Structure..... | (23) |
| • Stockage d'énergie électrique..... | (24) |
| • Stockage de l'eau..... | (25) |
| • Les avantages et les inconvénients..... | (25) |
| II-2-3- Les domiciles..... | (26) |
| • Présentation..... | (26) |
| • Structure..... | (26) |
| • Les avantages et les inconvénients..... | (27) |
| II-3- L'INSTALLATION DE SYSTEME PHOTOVOLTAÏQUE AUTONOME..... | (28) |
| II.3.1. Étude préliminaire avant l'installation..... | (28) |
| • L'étude de l'éclairage pour cette zone..... | (28) |
| • La quantité d'énergie consommée..... | (28) |
| • Dimensionnement des panneaux..... | (29) |
| II.3.2. Groupement des modules et des batteries..... | (29) |
| • Montage des modules en série..... | (29) |
| • Montage des modules en parallèle..... | (30) |
| • Montage des modules en série parallèle..... | (30) |
| • Montage des batteries en série..... | (31) |
| • Montage des batteries en parallèle..... | (31) |

| | |
|--|------|
| • Montage des batteries en série-parallèle..... | (32) |
| II.3.2. L'installation des panneaux solaire..... | (33) |
| • Le choix de la place..... | (33) |
| • Orientation et inclinaison du module et Orientation du module..... | (33) |
| • Avant l'installation du panneau..... | (33) |
| • Fixation des modules PV..... | (34) |
| II-3-3- Installation du régulateur de charge..... | (35) |
| II-3-4- Installation de la batterie..... | (35) |
| II-3-5- Installations intérieures (câblage)..... | (36) |
| II-3-6- Installation onduleur..... | (36) |
| II-4-ENTRETIEN ET MAINTENANCE..... | (37) |
| II-4-1- Entretien Trimestriel..... | (37) |
| II-4-2- Entretien annuel..... | (40) |
| II.5.CONCLUSION..... | (42) |
| CHAPITRE III : ETUDE D'UN PROJET | |
| III-1- INTRODUCTION..... | (43) |
| III-2- DESCRIPTION DE LA ZONE DU PROJET..... | (43) |
| III-2-1- Description la ferme..... | (43) |
| III-2-2- La maison..... | (44) |
| III-3-LES ELEMENTS ELECTRIQUES..... | (45) |
| III-4- LE MECANISME DES SYSTEMES..... | (47) |
| III-4-1- La pompe eau..... | (47) |
| III-4-2- La maison..... | (47) |
| III-5- ÉTUDE PRELIMINAIRE | (48) |
| III-5-1- L'étude de l'éclairage. | (48) |
| III-5-2- La quantité d'énergie consommée..... | (51) |
| III-5-3- Dimensionnement des panneaux. | (52) |
| III-5-4- Dimensionnement des batteries..... | (53) |
| III-5-5- Le choix de l'onduleur | (54) |
| III-5-6- Le choix de régulateur de charge..... | (55) |
| III-6- L'INSTALLATION DU SYSTEME..... | (56) |
| III-6-1- Le choix de l'emplacement..... | (56) |
| III-6-2- L'orientation et l'inclinaison du module..... | (57) |
| III-6-3- Groupement des modules..... | (57) |

| | |
|---|-------------|
| III-6-4- Groupement des batteries..... | (58) |
| III-6-5- La connexion de tous les éléments..... | (59) |
| III-7- LE FONCTIONNEMENT DE SYSTEME | (60) |
| III-8- COMPARAISON..... | (63) |
| III-8-1- Le prix de l'installation..... | (63) |
| III-8-2- Le coût de chez SONELGAZ..... | (63) |
| III-8-3- la comparaison entre les deux | (64) |
| III-9- CONCLUSION | (65) |
| CONCLUSION GENERALE..... | (66) |
| BIBLIOGRAPHIE..... | (68) |

Liste des Tableaux.

| | |
|---|----|
| Tableau (I-1) : L'orientation et l'inclinaison des panneaux solaires..... | 06 |
| Tableau (I-2) : Les types de batteries..... | 16 |
| Tableau (II-1) : Calculer La quantité d'énergie consommée..... | 29 |
| Tableau (III-1) : Les résultats du rayonnement solaire..... | 50 |
| Tableau (III-2) : La consommation d'électricité..... | 51 |
| Tableau (III-3) : Le prix de panneaux solaire (monocristallin)..... | 52 |
| Tableau (III-4) : Le prix de panneaux solaire (polycristallins)..... | 53 |
| Tableau (III-5) : Le fonctionnement du système..... | 60 |
| Tableau (III-6) : Le prix de l'installation..... | 63 |
| Tableau (III-7) : Le calculer du facteur de SONELGAZ..... | 63 |

Liste des abréviations

| abréviations | explication |
|---------------------|---|
| kg | Kilogramme |
| K | Kelvin (unité de mesurer la température) |
| km | kilomètre |
| E | l'énergie de photon |
| H | constante de Planck |
| f | fréquence de l'onde portant le photon |
| q | quantité de mouvement du photon |
| J | moment cinétique intrinsèque du photon |
| w | vitesse angulaire |
| DC | Courant continue |
| AC | Courant alternatif |
| W | Watt (unité de mesurer la puissance électrique) |
| PV | Photovoltaïque |
| Wc/m ² | L'éclairage dans mètre carré |
| CIS | cuivre-indium-sélénium |
| A | Ampère (unité de mesurer la courant électrique) |
| Ah | Ampère pendant une heure |
| MW | Mégawatt |
| Wh | Watt pendant une heure |
| F | Fahrenheit (unité de mesurer la température) |
| C | Celsius (unité de mesurer la température) |
| q | quantité d'énergie dans le batterie |
| MPPT | Commande (Maximum power point tracker) |
| PSH | Pic Heures de soleil |
| Wh/m ² . | Watt pendant une heure dans mètre carré |
| Wh/jour | Watt pendant une heure dans jour |
| h | heure |

| | |
|-------------------|---|
| kWh | Kilowatt pendant une heure |
| U (t, 1,2,....) | La tension (total, 1, 2,.....) |
| I (t, 1,2,....) | Le courant (total, 1, 2,.....) |
| UM (1, 2,....) | tension module (1,2,....) |
| Im (1, 2,....) | Courant module (1,2,....) |
| UB (1,2,...) | Tension batterie (1,2,...) |
| CB (1,2,...) | La capacité en Ah de batterie (1,2,...) |
| Ct | La capacité en Ah de batterie totale |
| V | volte |
| mm | Millimètre |
| m | mètre |
| cm | Centimètre |
| A | surface des ouvertures en cm ² |
| m ³ /h | Mètre-cube |
| Q | volume d'air en m ³ /h |
| tr/min | vitesse de rotation tour par minute |
| hz | Hertz (unité de fréquence) |
| Pj | la quantité de production d'électricité moyenne dans la Journée |
| Pm | la quantité de production d'électricité moyenne dans le mois |
| Ej | la quantité de rayonnement moyen dans la Journée |
| Em | la quantité de rayonnement moyen dans le mois |
| P.U. HT | prix initial |
| P.U. TTC | Le prix avec taxes |
| DA | Diner Algérie (devise d'Algérie) |

Liste des figures

CHAPITRE I SYSTEME PHOTOVOLTAÏQUE AUTONOME

| | |
|---|------|
| Fig. (I -1) : Système photovoltaïque autonome | (03) |
| Fig. (I -2) : composants du rayonnement solaire : extraterrestre | (05) |
| Fig. (I -3) : Des panneaux solaires..... | (06) |
| Fig. (I -4a) : Deux convertisseurs électriques (DC/DC , DC/AC)..... | (07) |
| Fig. (I -4b) : Des batteries électrique..... | (07) |
| Fig. (I -5) : Le principe fonctionnement de l'énergie photovoltaïque..... | (8) |
| Fig. (I -6) : Une cellule photovoltaïque..... | (8) |
| Fig. (I -7) : Coupe de la cellule PV..... | (9) |
| Fig. (I -8) : Le principe de fonctionnement de cellule PV..... | (9) |
| Fig. (I -9) : Cellule multifonction..... | (10) |
| Fig. (I -10) : Cellule en silicium monocristallin..... | (10) |
| Fig. (I -11) : Cellule en silicium poly cristallin..... | (11) |
| Fig. (I -12) : Cellule sans silicium en couche mince CIS..... | (11) |
| Fig. (I -13) : Cellule silicium amorphe en couche mince..... | (12) |
| Fig. (I -14) : L'assemblage des cellules photovoltaïques..... | (13) |
| Fig. (I -15): convertisseurs DC/DC (Survolteur&dévolteur)..... | (13) |
| Fig. (I -16): convertisseurs DC/AC (triphase&monophasé)..... | (14) |
| Fig. (I -17): Première batterie d'accumulateurs conçue par Gaston Planté..... | (17) |
| Fig. (I -18): Éléments constitutifs des accumulateurs plomb- acide..... | (17) |
| CHAPITRE II : L'INSTALLATION DU SYSTEME PHOTOVOLTAÏQUE AUTONOME | |
| Fig. (II -1) : l'éclairage public..... | (22) |

| | |
|---|------|
| Fig. (II -2) : Conception de l'éclairage public..... | (22) |
| Fig. (II -3) : Pompage photovoltaïque..... | (23) |
| Fig. (II -4) : Pompage solaire avec batteries..... | (24) |
| Fig. (II -5) : Pompage au fil su soleil..... | (25) |
| Fig. (II -6) : Système photovoltaïque dans des habitations..... | (26) |
| Fig. (II -7) : Structure de système PV dans des habitations..... | (27) |
| Fig. (II -8) : Deux modules en série..... | (30) |
| Fig. (II -9) : Deux modules en parallèle..... | (30) |
| Fig. (II -10) : Deux modules en série et Deux module en parallèle..... | (31) |
| Fig. (II -11) : Deux batteries en série..... | (31) |
| Fig. (II -12) : Deux batteries en parallèle..... | (32) |
| Fig. (II -13) : Deux batteries en parallèle et deux batteries en parallèle série..... | (33) |
| Fig. (II -14) : Fixation des modules..... | (34) |
| CHAPITRE III : ETUDE D'UN PROJET | |
| Fig. (III -1) : Site de la ferme..... | (43) |
| Fig. (III -2) : La maison..... | (44) |
| Fig. (III -3) : Le dimensionnement de cette maison..... | (44) |
| Fig. (III -4) : Groupe de pompage (moteur + pompe)..... | (45) |
| Fig. (III -5) : Les éléments électriques dans la maison..... | (46) |
| Fig. (III -6) : Le fonctionnement de la pompe eau dans la journée (4 h)..... | (47) |
| Fig. (III -7) : Le fonctionnement de la pompe eau dans le mois | (47) |
| Fig. (III -8) : Le fonctionnement des appareils électriques de la maison dans la journée..... | (47) |
| Fig. (III -9) : Programme online pour calcule de l'éclairement..... | (48) |
| Fig. (III -10) : Le choix de la zone de mon projet..... | (49) |
| Fig. (III -11) : Variation du rayonnement et la production d'énergie en l'année..... | (51) |
| Fig. (III -12) : Consommation électrique par jour..... | (52) |

| | |
|---|------|
| Fig. (III -13) : Le convertisseur DC/AC (onduleur) 3- phase..... | (54) |
| Fig. (III -14) : Le régulateur de charge..... | (55) |
| Fig. (III -15) : Le lieu de l'installation..... | (56) |
| Fig. (III -16) : La position de module..... | (57) |
| Fig. (III -17) : Groupement des 8 modules (4 série × 2 parallèle)..... | (57) |
| Fig. (III -18) : Groupement des 12 batteries (4 série × 3 parallèle)..... | (58) |
| Fig. (III -19) : La connexion de régulateur avec les autres éléments..... | (59) |
| Fig. (III -20) : L'assemblage de ce système en globale..... | (59) |
| Fig. (III -21) : La production de l'énergie par jour..... | (61) |
| Fig. (III -22) : Le fonctionnement de la batterie dans le premier jour (Samedi)..... | (61) |
| Fig. (III -23) : Le fonctionnement de la batterie dans le deuxième jour (Dimanche)..... | (61) |
| Fig. (III -24) : Le fonctionnement de la batterie dans le troisième jour (Lundi)..... | (62) |
| Fig. (III -25) : Le fonctionnement de la batterie dans les 3 jours..... | (62) |

المخلص:

إن عملية توصيل الشبكة الكهربائية للمناطق المعزولة أو النائية مكلف للغاية لهذا فانه أفضل حل لهذه المشكلة هو استخدام النظام الفوتوضوئي المستقل لتجنب هذه المشكلة وفي دراستنا هته سنقوم بدراسة النظام الفوتوضوئي بمختلف عناصره وندرس كيفية تركيبه وصيانته وسنحاول أيضا تطبيق كل هذه الدراسات على مشروع حقيقي

Résumé:

Le précède de distribution d'énergie électrique à des zones d'isolement est très coûteux. Pour cette raison portrait dire que la meilleure solution à ce problème est le système photovoltaïque autonome, dans ce mémoire, une étude théorique sur l'énergie solaire photovoltaïque, et la conception de système photovoltaïque autonome, dans la deuxième partie. Étudier et expliquer comment installer le système, et dans ce dernier. L'application de toutes les études que nous avons faites dans la deuxième partie sur un projet réel

INTRODUCTION GENERALE

Le réchauffement climatique, également appelé réchauffement planétaire, ou réchauffement global, est un phénomène d'augmentation de la température moyenne des océans et de l'atmosphère, mesuré à l'échelle mondiale sur plusieurs décennies, et qui traduit une augmentation de la quantité de chaleur de la surface terrestre. Dans son acception commune, ce terme est appliqué à une tendance au réchauffement global observé depuis le début du XXe siècle [1].

Les énergies renouvelables se manifestent comme une solution potentielle à la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Parmi les moyens de production prometteurs (micro éolien, micro hydraulique...), le photovoltaïque (PV) apparaît aujourd'hui comme le plus approprié et le plus abouti à la production d'électricité d'origine renouvelable pour l'habitat[2]

Il existe de nombreux sites isolés dans le monde, alimentés par des systèmes autonomes de génération d'électricité. Ces générateurs utilisent les sources renouvelables locales. On y trouve des panneaux photovoltaïques, des éoliennes et des micro turbines. L'électricité provenant des sources renouvelables est intermittente, et dépendante des conditions climatiques.

Ces générateurs renouvelables sont couplés généralement à un système de stockage assurant une disponibilité en continue d'énergie.

Le générateur renouvelable sélectionné pour notre étude est un champ photovoltaïque (PV) avec un système de stockage, le stockage est assuré par des batteries. Ce système, appelé systèmes PV-Batteries.

Le type de stockage généralement utilisé dans ce système est la batterie au plomb. La maturité dont cette technologie fait preuve et son faible coût en sont les raisons principales. L'utilisation de ces batteries à l'échelle saisonnière est inenvisageable. Elles ne peuvent rester longtemps inutilisées sans conséquences néfastes sur leur durée de vie. Leur fonctionnement journalier (décharge et recharge complètes sur quelques jours) permet d'installer une faible capacité de stockage. Mais l'état de charge maximal des batteries est atteint d'autant plus rapidement que cette capacité installée est faible. Afin de protéger les batteries contre une recharge excessive, on doit les déconnecter de l'installation. Il est alors impossible d'utiliser la totalité de la ressource renouvelable. Finalement, le

dimensionnement du champ photovoltaïque est surestimé par rapport aux besoins réels de l'utilisateur final.

Le dimensionnement de stockage optimal basé sur la partie de modélisation des composants constituant ce système et la charge de l'utilisation.

A cet effet nous nous intéressons aux modèles de ces composants, c'est à dire à la modélisation du champ photovoltaïque, des batteries, du régulateur et du convertisseur [3]

Dans ce mémoire nous étudions et représentons le système photovoltaïque et nous montrons comment installer ce système.

Au premier chapitre, on présente une description générale, et nous décrivons la conception du système photovoltaïque autonome, ses différents types et le principe de fonctionnement de chaque élément.

Au second chapitre, nous allons Étudier les différents types de ce système, puis comment installer le système photovoltaïque autonome avec son entretien périodique.

Au troisième chapitre nous appliquons les études que nous avons présentées au deuxième chapitre sur un projet réel.

Finalement, nous terminerons ce mémoire par une conclusion générale qui résume notre travail.

I-1-INTRODUCTION

Les énergies renouvelables comme son nom l'indique montre la durabilité de cette énergie par rapport à d'autres sources d'énergie (Pétrole, gaz). Cette énergie est divisé en plusieurs types : l'énergie hydroélectrique, l'énergie éolienne, l'énergie de la biomasse et l'énergie photovoltaïque). Cette dernière est l'objet de cette étude.

L'énergie photovoltaïque basée sur la conversion de rayonnement solaire en énergie électrique par un système photovoltaïque. Le système photovoltaïque est divisé en deux types (système Connecté au réseau, système Autonome).

Dans ce chapitre nous décrivons la conception d'un système photovoltaïque autonome et le principe de fonctionnement de chaque élément.

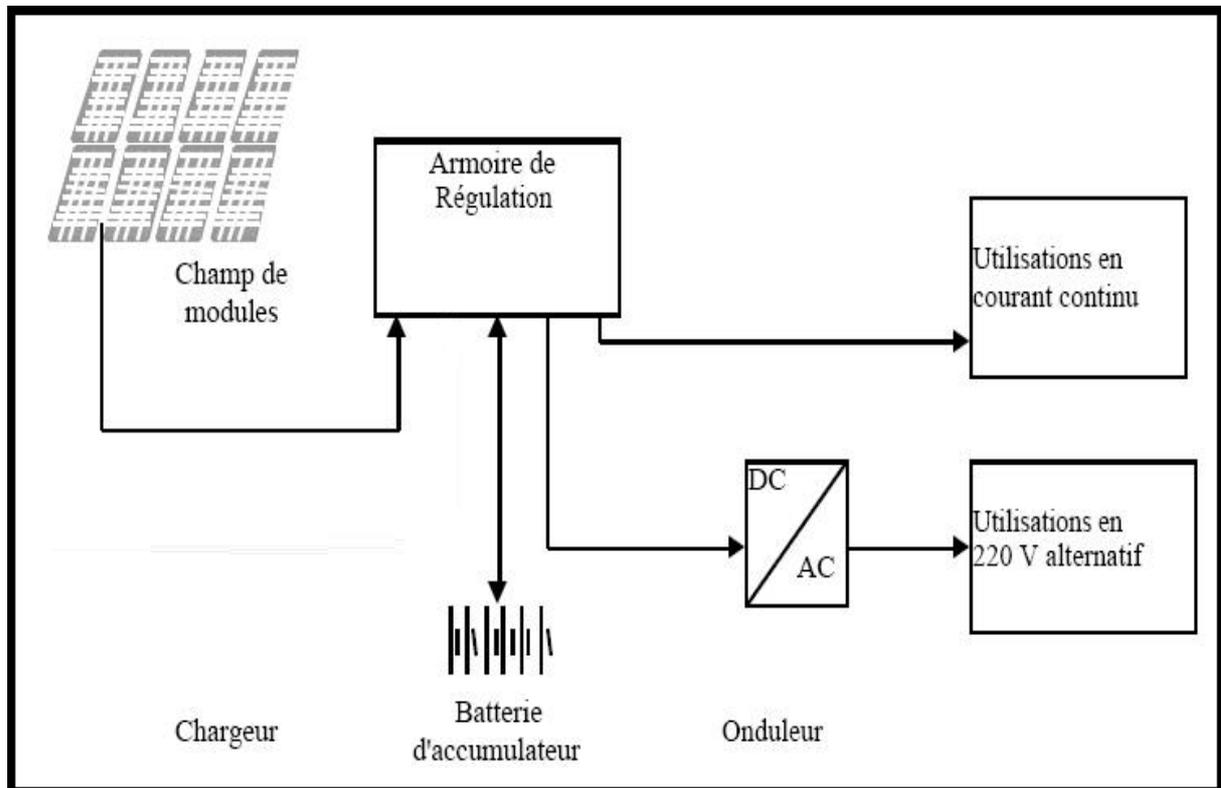


Fig. (I -1) : Système photovoltaïque autonome [1]

I-2- PRESENTATION DU GISEMENT

I-2-1- Rayonnement solaire

Soleil. Est une grande étoile avec un diamètre de 1392684 km ce qui équivaut à 109 de diamètre de la terre, Et une masse de $(2 \cdot 10^{30})$ kg est équivalent à 330 000 à partir de la masse de la Terre, Et la température de surface de 5778K.

Loin de la terre, à une distance estimée à 149.600.000km, Lumière passe cette distance en 00:08:09.

I-2-2- Spectre du rayonnement

Le rayonnement électromagnétique se compose de photons, L'énergie de chaque photon est directement liée à la longueur d'onde.

La formule suivante représenté l'énergie de chaque photon :

$$E = h \cdot f \quad \text{ou} \quad E = q \cdot v \quad \text{ou} \quad E = J \cdot \omega$$

$h(\text{j-s})$: constante de Planck = $6,626068 \cdot 10^{-34}$ J-s

$f(\text{Hz})$: fréquence de l'onde portant le photon

$q(\text{kg-m/s})$: quantité de mouvement du photon

$J(\text{j})$: moment cinétique intrinsèque du photon

$\omega(\text{rad/s})$: vitesse angulaire

Le rayonnement solaire se compose de 3 éléments

- **Ultraviolet** 6.4%
- **Visible** 48.0%
- **Infrarouge** 45.6%

Parmi les trois types. Il n'existe qu'un seul type pénètre l'atmosphère (**visible**).

I-2-3- Types de rayonnements

En traversant l'atmosphère, le rayonnement solaire est absorbé et diffusé. Au sol, on distingue plusieurs composantes:[2]

a) **Le rayonnement direct :**

Est le rayonnement, qui est reçu directement du soleil

b) Le rayonnement diffus :

Le rayonnement est réfléchi par les composants de l'atmosphère (air, nébulosité, aérosols), modifier la structure de ce rayonnement par l'évolution des conditions météorologiques (clair ou voilé).

c) L'albédo :

Le rayonnement est produit par la réflexion du rayonnement solaire sur le niveau (Gravel. Eau. Etc.).

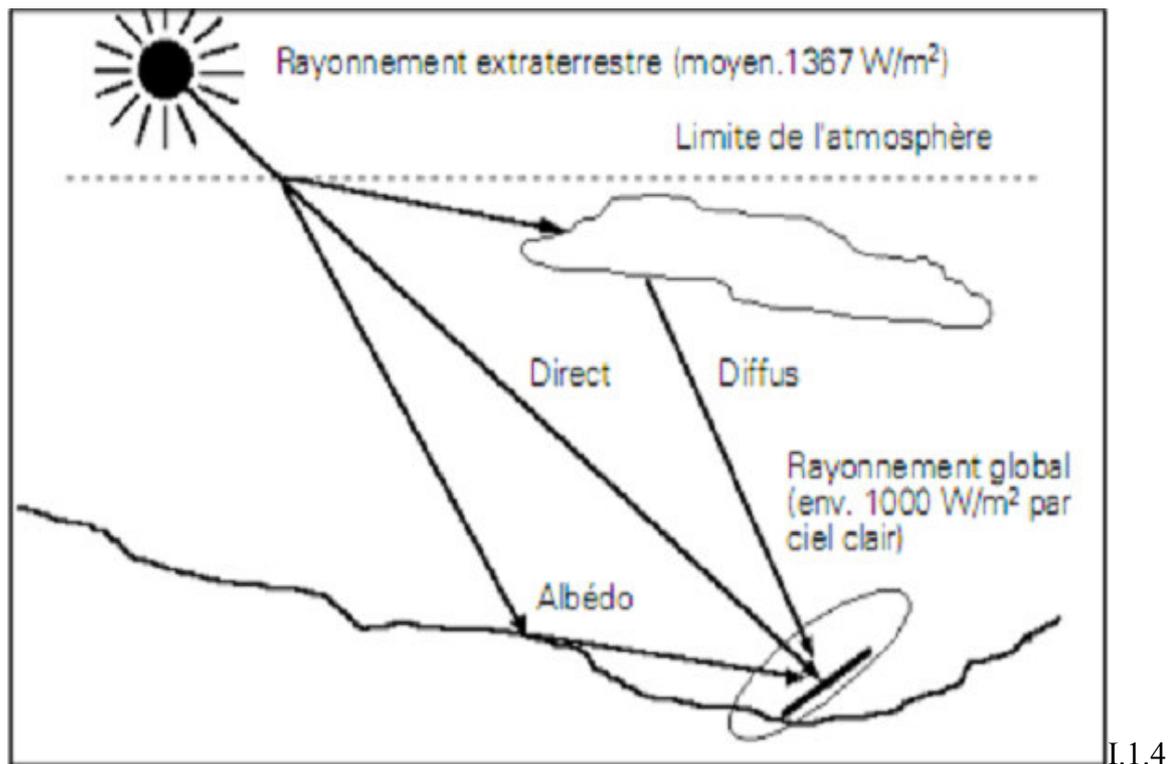


Fig. (I -2) : composants du rayonnement solaire : extraterrestre.[3]

I-2-4- Positionnement du panneau:

L'installation de panneaux solaires, il ya plusieurs méthodes pour installer. Ces méthodes diffèrent en fonction de la direction et l'angle d'inclinaison.

- direction (**Est, Ouest, Nord, Sud**).
- l'angle d'inclinaison (0° , 30° , 60° , 90°).

Le tableau ci-dessous donne le pourcentage approximatif de fonctionnement des panneaux solaires par rapport à leur orientation et à leur inclinaison. L'orientation idéale est plein sud, à 30 degrés d'inclinaison. [4]

| INCLINAISON | | 0° | 30° | 60° | 90° |
|-------------|--|------|-------|------|------|
| ORIENTATION | | | | | |
| EST | | 93 % | 90 % | 78 % | 55 % |
| SUD-EST | | 93 % | 96 % | 88 % | 66 % |
| SUD | | 93 % | 100 % | 91 % | 68 % |
| SUD-OUEST | | 93 % | 96 % | 88 % | 66 % |
| OUEST | | 93 % | 90 % | 78 % | 55 % |

Tableau (I-1) : L'orientation et l'inclinaison des panneaux solaires

I-3- DISPOSITIF PHOTOVOLTAÏQUE AUTONOME

Dispositif photovoltaïque se compose de trois éléments de base:

I-3-1- Générateur photovoltaïque (panneaux solaires).

Est un ensemble de panneaux solaires. Produire de l'énergie électrique.



Fig. (I -3) : Des panneaux solaires

I-3-2- Les convertisseurs

Ici, il ya deux types de convertisseurs électriques **DC/DC**, **DC/AC**.

DC/DC : Est un hacheur, Utilisé pour l'optimisation.

DC/AC : est un onduleur, Utilisé pour conversion du continu à alternatif



Fig. (I -4a) : Deux convertisseurs électriques (DC/DC, DC/AC).

I-3-3- Les batteries

Utilisé pour le stockage de l'énergie électrique



Fig. (I -4b) : Des batteries électrique

I-4- GENERATEUR PHOTOVOLTAÏQUE

I-4-1- généralité

Le générateur photovoltaïque qui convertir les rayons lumineux en énergie électrique continue, Et ne nécessite pas que cette lumière vient du soleil seulement, Quelle que soit la source

de lumière peut être convertie en énergie électrique mais, la lumière du soleil est le meilleur choix. Parce que c'est une permanente et gratuite et couvre grands zones.

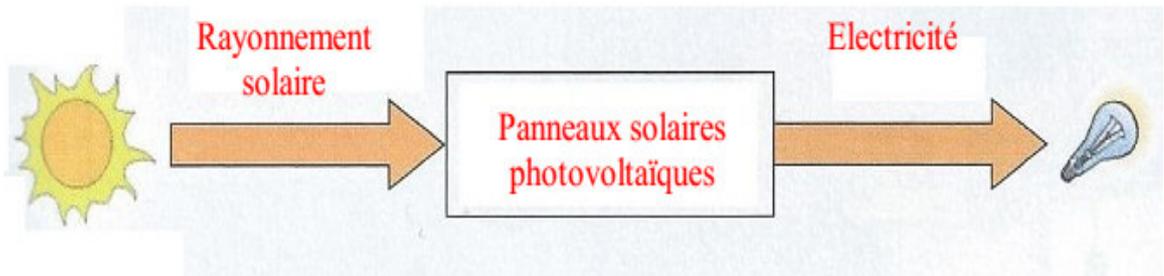


Fig. (I -5) : Le principe fonctionnement de l'énergie photovoltaïque

I-4-2- Les cellules photovoltaïques

a) présentation

Une cellule individuelle, unité de base d'un système 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).

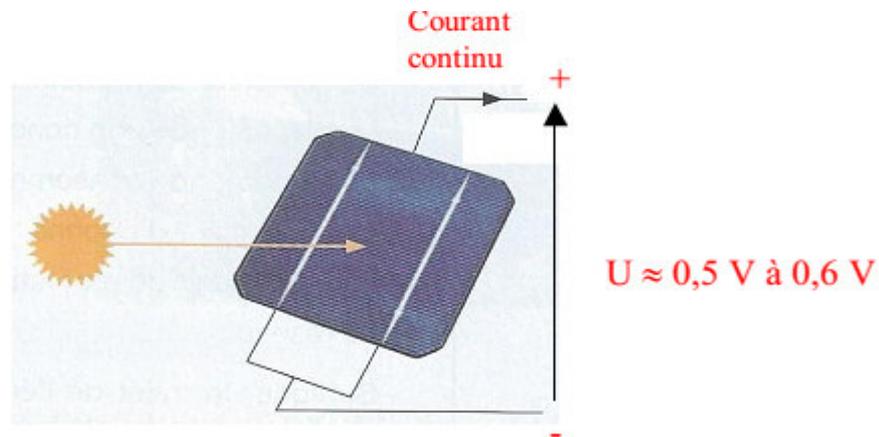


Fig. (I -6) : Une cellule photovoltaïque. [5]

La cellule photovoltaïque est composée de deux couches de silicium (matériau semi conducteur) :

- une couche dopée avec du bore qui possède moins d'électrons que le silicium, cette zone est donc dopée positivement (zone P),
- une couche dopée avec du phosphore qui possède plus d'électrons que le silicium, cette zone est donc dopée négativement (zone N). [6]

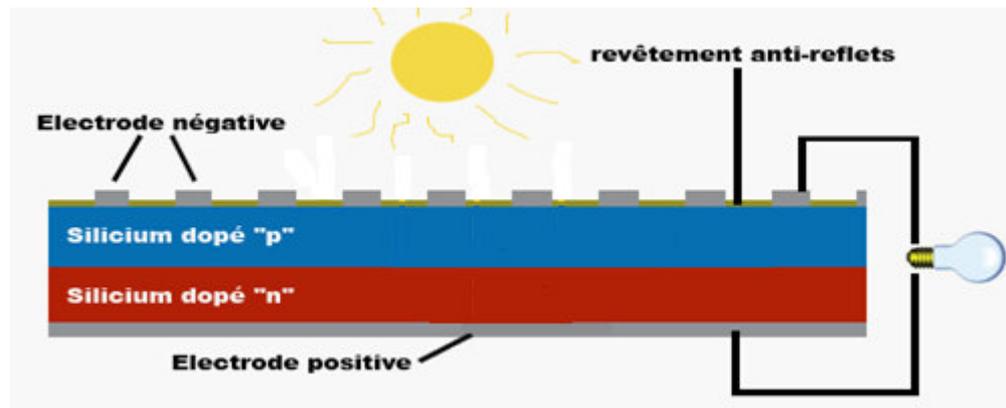


Fig. (I -7) : Coupe de la cellule PV

b) Le principe de fonctionnement

Lorsqu'un photon de la lumière arrive, son énergie crée une rupture entre un atome de silicium et un électron, créant des charges électriques. Les atomes, chargés positivement, restent dans la zone P et les électrons, chargés négativement, migrent dans la zone N. Une différence de potentiel électrique, c'est-à-dire une tension électrique, est ainsi créée. C'est ce qu'on appelle l'effet photovoltaïque.

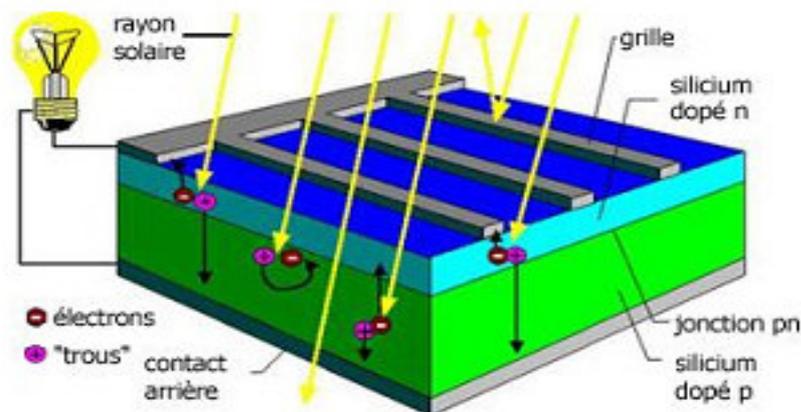


Fig. (I -8) : Le principe de fonctionnement de cellule PV. [7]

c) Les principaux types des cellules photovoltaïques

- **Cellule multi-jonction:**

Les cellules multi-jonction sont composées de différentes couches qui permettent de convertir différentes parties du spectre solaire et ainsi d'obtenir les meilleurs rendements de conversion.

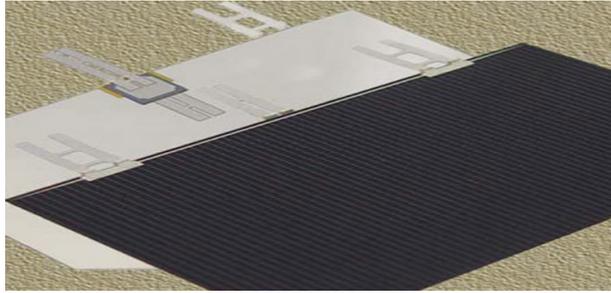


Fig. (I -9) : Cellule multi-jonction [8]

➤ **Avantage :**

Rendement inégalé

➤ **Inconvénients :**

Pas d'application commerciale

• **Cellule en silicium monocristallin**

Lors du refroidissement, le silicium fondu se solidifie en ne formant qu'un seul cristal de grande dimension. On découpe ensuite le cristal en fines tranches qui donneront les cellules. Ces cellules sont en général d'un bleu uniforme.

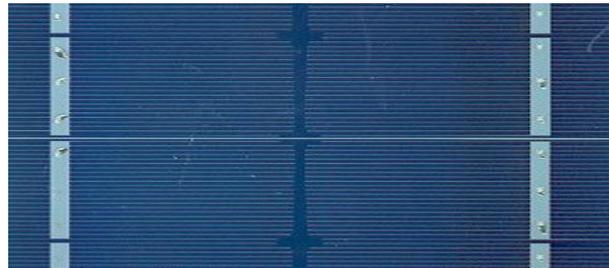


Fig. (I -10) : Cellule en silicium monocristallin.[9]

➤ **Avantage :**

Très bon rendement (environ 150 Wc/m²)

Durée de vie importante (+/- 30 ans)

➤ **Inconvénients :**

Coût élevé

Rendement faible sous un faible éclairement

• **Cellule en silicium poly cristallin:**

Pendant le refroidissement du silicium, il se forme plusieurs cristaux. Ce genre de cellule est également bleu, mais pas uniforme, on distingue des motifs créés par les différents cristaux

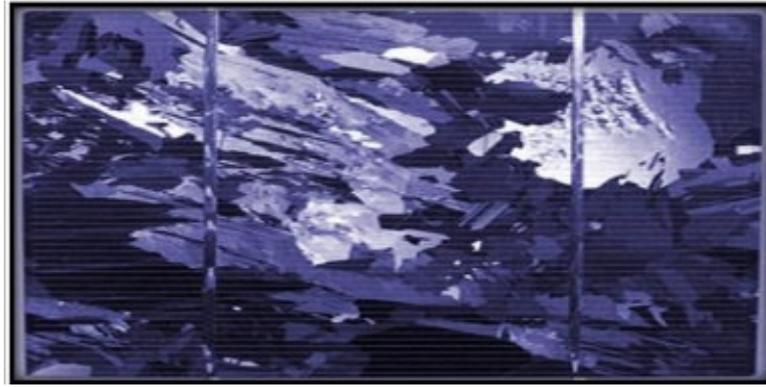


Fig. (I -11) : Cellule en silicium poly cristallin.[10]

➤ **Avantage :**

- Bon rendement (environ 100 Wc/m²)
- Durée de vie importante (+/- 30 ans)
- Meilleur marché que le monocristallin

➤ **Inconvénients :**

- Rendement faible sous un faible éclairement.

• **Cellule sans silicium en couche mince CIS**

Les cellules CIS représentent la nouvelle génération de cellules solaires sous forme de films minces, de type cuivre-indium-sélénium (CIS). Les matières premières nécessaires à la fabrication des cellules CIS sont plus faciles à se procurer que le silicium utilisé dans les cellules photovoltaïques classiques. De plus, leur efficacité de conversion énergétique est la plus élevée à ce jour pour des cellules photovoltaïques en couche mince.

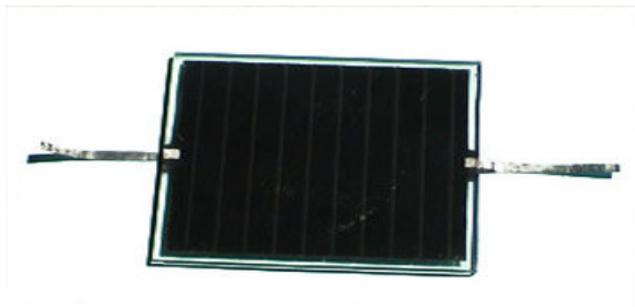


Fig. (I -12) : Cellule sans silicium en couche mince CIS.[11]

➤ **Avantage :**

- Permet d'obtenir les meilleurs rendements par rapport aux autres cellules photovoltaïques en couche mince
- Permet de s'affranchir du silicium

Les matériaux utilisés ne causent pas de problème de toxicité

La cellule peut être construite sur un substrat flexible

➤ **Inconvénients :**

Les cellules en couche mince nécessitent une surface plus importante pour atteindre les mêmes rendements que les cellules épaisses

• **Cellule silicium amorphe en couche mince**

Le silicium lors de sa transformation, produit un gaz, qui est projeté sur une feuille de verre. La cellule est gris très foncé ou marron. C'est la cellule des calculatrices et des montres dites "solaires".

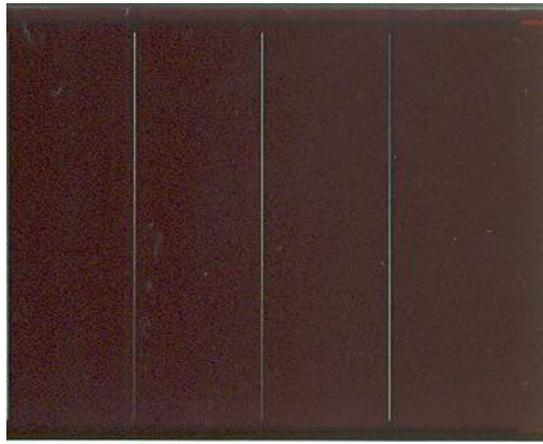


Fig. (I -13) : Cellule silicium amorphe en couche mince.[12]

➤ **Avantage :**

Fonctionnent avec un éclairage faible

Bon marché par rapport aux autres types de cellules

Moins sensible aux températures élevées

➤ **Inconvénients :**

Rendement faible en plein soleil (environ 60 Wc/m^2), les cellules en couche mince nécessite une surface plus importante pour atteindre les mêmes rendements que les cellules épaisses

Durée de vie courte (+/- 10 ans), performances qui diminuent sensiblement avec le temps

I-4-3- Assemblage des cellules photovoltaïques

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. Le courant de sortie, et donc la puissance, sera proportionnelle à la surface du module.

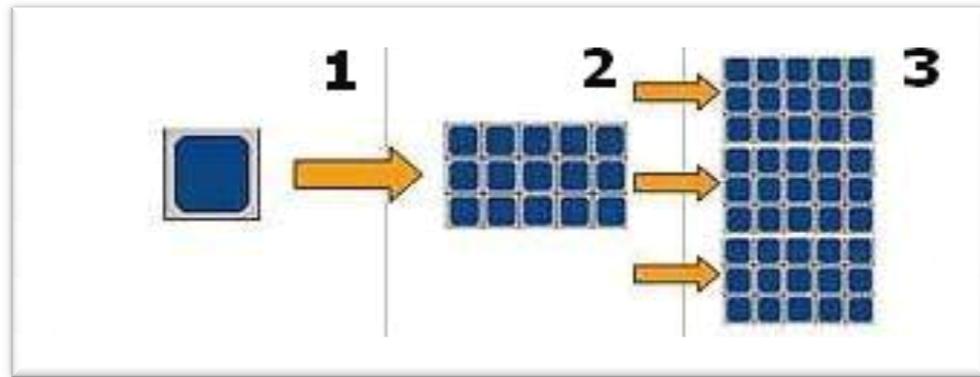


Fig. (I -14) : L'assemblage des cellules photovoltaïques.[13]

(1): Cellules photovoltaïques

(2): Connectées en série forment un module photovoltaïque

(3): Plusieurs modules assemblés constituent une installation photovoltaïque

I-5- LES CONVERTISSEURS

I-5-1- convertisseurs DC/DC (Hacheur)

L'utilisation de ce type de convertisseurs Pour l'optimisation la puissance a produite par le générateur photovoltaïque, Il existe deux types de ce convertisseur (dévolteur et survolteur).

Et les choix entre les deux types en fonction de la charge ou de la puissance que nous voulons

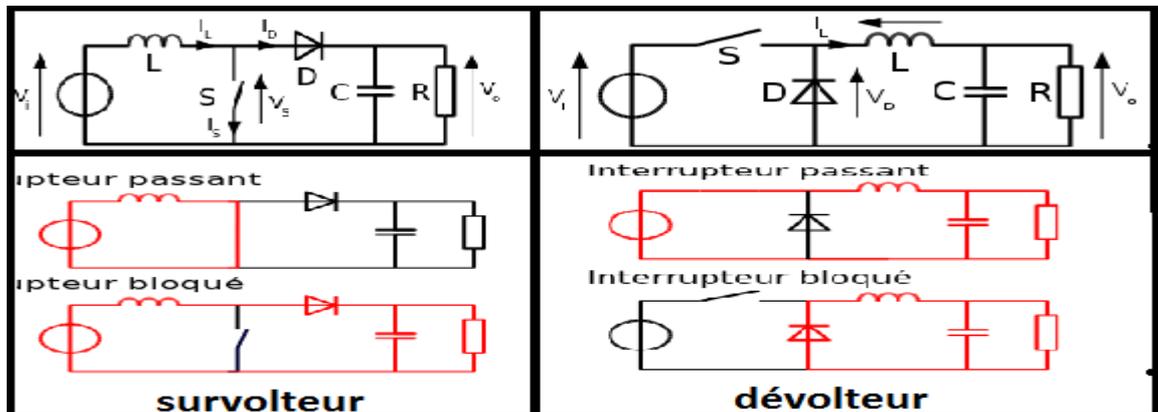


Fig. (I -15): convertisseurs DC/DC (Survolteur&dévolteur).

I-5-2- convertisseurs DC/AC (Onduleur)

L'onduleur permet de convertir le courant continu produit par les panneaux photovoltaïques en courant alternatif, Et il existe deux types de ce convertisseur

- Onduleur monophasé
- Onduleur triphasé

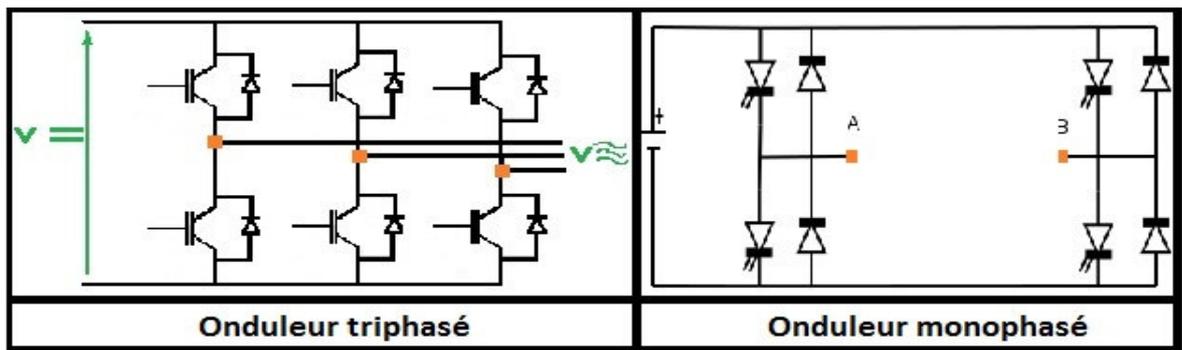


Fig. (I -16): convertisseurs DC/AC (triphase&monophasé).

I-6- LES BATTERIES

I-6-1- Généralités

Nous savons que Dispositif photovoltaïque fonctionne pendant la journée et ne fonctionne pas dans la nuit, Et aussi dans la journée ne fonctionne pas toujours bien. Parce que parfois le temps est nuageux. En d'autres termes, nous pouvons dire que le processus de production d'énergie n'a pas de permanente Donc, nous devons stocker cette énergie pour l'utiliser un autre temps.

Pour nous stockons l'énergie électrique nous avons besoin des batteries électrochimiques.

Les accumulateurs électrochimiques sont des générateurs "réversibles" c'est -à-dire pouvant stocker l'énergie électrique sous forme chimique puis la restituer à tout moment sur demande grâce à la réversibilité de la transformation. Contrairement aux photopile où il n'y a qu'un transport d'électron ne donnant lieu à aucune « usure », dans les accumulateurs électrochimiques il y a transfert de matière de l'électrolyte vers les électrodes et par conséquent une « usure » incontournable qui limite leur durée de vie.[14]

I-6-2- les principales caractéristiques:

Les batteries électrochimiques, elle basé sur l'oxydation chimique pour convertir l'énergie électrique comme énergie chimique, puis la restituer à tout moment sur demande grâce à la réversibilité de la transformation.

Et les principales caractéristiques des ces batteries sont :

- Capacité en Ampère heure :

Les Ampères heure d'une batterie sont simplement le nombre d'Ampères qu'elle fournit multiplié par le nombre d'heures pendant lesquelles circule ce courant.

Exemple:

Batterie de 300 Ah peut fournir.

- 300 A pendant une heure
- 100 A pendant 3 heures

- 30 A pendant 10 heures.

Et il ya plusieurs facteurs qui peuvent affecter la capacité de la batterie

- **Rapports de chargement et déchargement:**

la capacité de batterie disponible peut augmenter ou diminuer, Cela est dû à chargée ou déchargée à un rythme différent que celui spécifié.

par exemple

la batterie est déchargée à un rythme plus lent, sa capacité augmentera légèrement.

la batterie est déchargée à un rythme plus rapide, la capacité sera réduite. [15]

- **Température :**

La capacité d'une batterie augmente avec la température, par contre l'effet est inverse concernant la durée de vie, elle diminue avec l'augmentation de la température.

- **La durée de vie :**

La durée de vie ou nombre de cycles, Représente le nombre de fois que charge et décharge la batterie, avant que ces caractéristiques ne se détériorent.

- **Profondeur de décharge :**

La profondeur de décharge est le pourcentage de la capacité totale de la batterie qui est utilisé pendant un cycle de charge/décharge.

- **La tension d'utilisation :**

C'est la tension à laquelle l'énergie stockée est restituée normalement à la charge.

- **Le rendement :**

C'est le rapport entre l'énergie électrique restituée par l'accumulateur et l'énergie fournie à l'accumulateur. [16]

- **Le taux d'autodécharge :**

L'autodécharge est la perte de capacité en laissant L'accumulateur au repos (sans charge) pendant un temps donné. [17]

I-6-3- Les types d'accumulateurs :

Il existe plusieurs types de stockage dans le système PV, les puissances rencontrées sont inférieures au MW, le seul stockage d'énergie électrique possible est le stockage électrochimique. Les deux principaux types d'accumulateurs utilisés actuellement dans le système photovoltaïque sont. [18]

Types de batterie existant actuellement sur le marché.[19]

| Type de batterie | Propriétés | Puissance Inférieur Wh / kg | Coût |
|------------------------|---|-----------------------------------|----------------|
| Plomb-acide | Fiable, recyclable, avec entretien | 35 | Pas trop chère |
| Scellée plomb-acide | Entretien nul, utilisable dans toutes positions | 39 | Pas trop chère |
| Bipolaire plomb-acide | Recharge rapide permise, durable | 50 | Très chère |
| Nickel-Cadmium | Toxique, effet de mémoire | 45 | Très chère |
| Nickel – Fer | Non toxique, durable | 55 | Très chère |
| Nickel – Métal hydrure | Non toxique, durable | 90 | Très chère |
| Zinc – Bromure | Très toxique, durable | 90 | Très chère |
| Sodium – Sulfure | Fonctionne à 300 °C(danger d'incendie) | 110 | Très chère |
| Lithium – Ion (SAFT) | Sûre, puissante, formes diverses | 150 | Très chère |

Tableau (I-2) : Les types de batteries

La plupart des utilisateurs de générateurs d'électricité en sites isolés utilisent des batteries (photovoltaïque, éolienne, etc.). La batterie au plomb - acide est la forme de stockage de l'énergie électrique la plus couramment utilisée, en raison de son coût relativement faible et de sa large disponibilité. Les batteries Nickel-Cadmium, plus chères, sont utilisés dans les applications où la fiabilité est vitale. [20]

I-6-4- Les accumulateurs au Plomb

a) Historique

L'accumulateur au plomb a été inventé en 1859 par le français Gaston Planté. Il a été en effet le premier à avoir mis au point la première batterie rechargeable. À l'origine, les accumulateurs étaient situés dans des cuves en verre. Par la suite, on a systématisé l'emploi des cuves en plastique, qui résiste mieux aux chocs.[21]



Fig. (I -17): Première batterie d'accumulateurs conçue par Gaston Planté. [22]

Aujourd'hui, plus du tiers de la production mondiale de plomb est utilisée par la fabrication d'accumulateurs (60% à 65% du marché des batteries concernent la vente d'accumulateurs au plomb).

b) Éléments constitutifs des accumulateurs plomb- acide.[23]

Pour la fabrication de la batterie nous avons besoin plusieurs éléments.

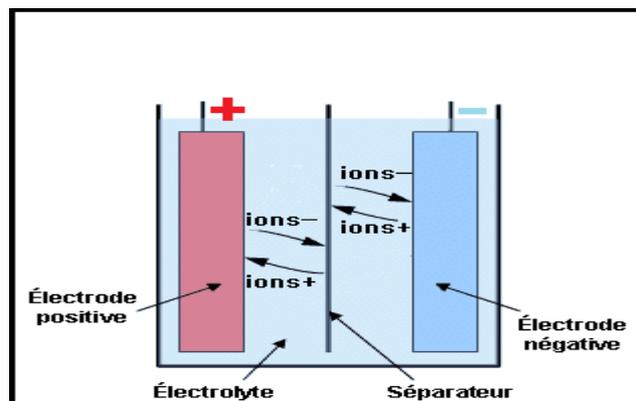


Fig. (I -18): Éléments constitutifs des accumulateurs plomb- acide.

- **Cellule élémentaire ou élément :**

Association d'électrodes positives, négatives et d'électrolyte dont l'ensemble a une différence de potentiel entre les bornes positives et négatives d'environ deux volts.

- **Les électrodes :**

- a) L'électrode positive:

Elle est constituée d'une couche poreuse de dioxyde de plomb (PbO_2) déposée sur un support en alliage de plomb qui assure à la fois la collection des charges et la tenue mécanique de la plaque.

b) L'électrode négative:

La matière active est en plomb spongieux. Comme pour l'électrode positive, elle est rapportée sur un support en alliage rigide de plomb.

- **Électrolyte :**

Un électrolyte est une substance conductrice, car elle contient des ions mobiles. Il existe des électrolytes liquides et solides. Les électrolytes liquides sont les électrolytes aqueux dans lesquels les ions proviennent d'un sel soluble et les sels fondus qui ne sont constitués que d'ions.

- **Séparateurs poreux :**

Pour des raisons d'encombrement et de réduction de la résistance interne, les plaques positives et négatives d'un accumulateur au plomb sont proches les unes des autres. Dans ces conditions, un contact direct entre deux électrodes de polarités opposées serait possible et provoquerait un court - circuit interne. Afin d'éviter cette éventualité, on dispose entre les électrodes un élément, appelé séparateur, constitué d'une matière poreuse et isolante électrique. Cette dernière doit présenter une bonne résistance chimique à l'acide sulfurique.

c) Principe de fonctionnement

L'accumulateur au plomb est le siège de réactions complexes. Le principe de transformation, très simplifié, est loin de rendre compte de toutes les observations courantes. En fait, pendant la décharge, le PbO_2 de l'anode est réduit, et se transforme en Sulfate de Plomb; partie de l'acide sulfurique étant consommé, la concentration de l'acide sulfurique décroît. A la cathode on observe une oxydation du Pb qui se transforme aussi en Sulfate de Pb. La sulfatation est donc le résultat normal de la décharge d'un accumulateur au Pb-acide. A ne pas confondre avec la sulfatation « dure » formée à partir de gros cristaux de sulfate de Pb difficilement solubles qui peut fortement diminuer la capacité. Inversement pendant la charge, à l'électrode positive, le dioxyde de plomb se reforme ainsi que le Pb spongieux au niveau de la plaque négative et de l'acide sulfurique se reformant, l'électrolyte voit sa densité augmenter. Le moyen le plus sûr de vérifier l'état de charge est de mesurer et la tension et la densité de l'électrolyte, ce qui permet de connaître la concentration en acide.[24]

d) Caractéristiques techniques. [25]

- **La tension nominale :**

Qui dépend du nombre d'éléments, la tension nominale U est égale au nombre d'éléments multiplié par $2,1 \text{ V}$. Généralement on considère qu'un accumulateur au plomb est déchargé

lorsqu'il atteint la tension de **1,8 V** par élément, donc une batterie de 6 éléments ou **12 V** est déchargée, lorsqu'elle atteint la tension de **10,8V**.

- **La capacité de stockage :**

Notée **Q**, représente la quantité d'énergie disponible (ne pas confondre avec la capacité électrique). Elle s'exprime en ampère.

- **Le courant maximal :**

Qu'elle peut fournir pendant quelques instants, ou courant de crête en ampères CCA (jusqu'à une température de 0°F soit -17,78°C).

- **Rendement:**

Le rendement faradique du Pb est de l'ordre de 90%. Le rendement énergétique est de l'ordre de 70 à 80%.

- **Durée de vie :**

En limitant la profondeur de décharge journalière (< 15%) et la profondeur de décharge saisonnière (< 60%), on estime la durée de vie des accumulateurs au Pb à 6 ou 7 ans, ceux-ci étant protégés contre la surcharge.

I-7- CONCLUSION

Dans ce chapitre, nous avons présenté Dispositif photovoltaïque autonome et tous ses composants.

Dans le premier Nous avons rappelé quelques notions sur le rayonnement solaire, leurs différents types et leur application dans le domaine photovoltaïque.

Et nous avons aussi étudié le générateur en termes de le Principe de fonctionnement et la structure et aussi sur les avantages et les incontinents.

Nous avons ensuite expliqué Les convertisseurs et de leur rôle, Enfin, nous avons étudié les batterie en termes de principe de fonctionnement et les principales caractéristiques et nous avons concentré l'étude sur les accumulateurs au Plomb parce que cela est meilleur pour nous.

II-1- INTRODUCTION

Avant l'installation, Nous allons d'abord parler sur les types de système photovoltaïque autonome, il existe plusieurs types de système photovoltaïque autonome et la différence entre ces types se trouve dans plusieurs des points.

L'installation de système photovoltaïque (PV) autonome, Pour commencer à ce projet nous devons faire beaucoup d'études, Nous devons d'abord étudier la zone du projet en termes de lumière, Et les dimensionner de système, Et la quantité de courant nécessaire fournie etc. ...

Après l'installation de système et assurez-vous qu'il fonctionne bien, donc La première étape est terminée. La deuxième étape est la surveillance et l'entretien périodique du système. Et cette étape est très importante pour assurer un bon fonctionnement du system

Dans ce chapitre Nous allons Étudier l'installer du système photovoltaïque autonome avec l'entretien périodique du système, et les différents types de ce système.

II-2- LES DIFFERENTES TYPES DES G.PV AUTONOMIE

Comme nous l'avons dit dans le premier chapitre, il existe deux types de systèmes photovoltaïque (connecté au réseau et non connecté au réseau).

Et ce dernier contient plusieurs types.

II-2-1- L'éclairage public

- **Présentation**

Les lampadaires solaires publics participent non seulement à l'éclairage des villes et des routes, mais offrent aussi un moyen de réduire le coût énergétique des zones urbaines ou rurales. Grâce à leurs panneaux solaires photovoltaïques, ces lampadaires d'extérieur représentent en effet une alternative plus économique et écologique que les lampadaires urbains classiques.[1]



Fig. (II -1) : l'éclairage public

- **structure**

La taille d'un système d'éclairage public en site isolé est comparable à la taille d'un générateur individuel. Généralement, un système pour l'éclairage public est composé de modules photovoltaïques, contrôleur de charge MPPT, de batteries et d'ampoules DC. Les ampoules sont en général des ampoules sodium basse tension (SOX) ou des diodes électroluminescentes (LED). [2]

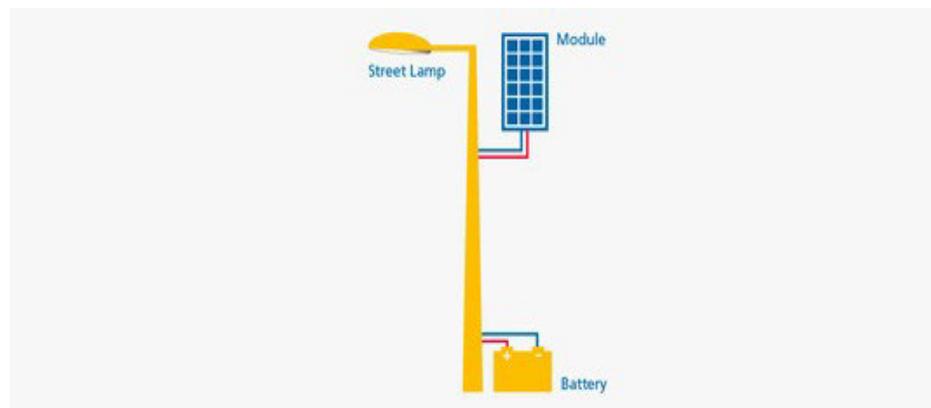


Fig. (II -2) : conception de l'éclairage public

- **le principe de fonctionnement**

Le panneau solaire recharge en électricité une batterie électrique lorsqu'elle reçoit de la lumière, en l'occurrence le jour. Lorsque la luminosité diminue à la tombée de la nuit, un appareil de commande de l'éclairage allume la lampe reliée à la batterie électrique. [3]

- **Les avantages :**

- chaque lampadaire est une entité indépendante

- Pas de dépenses supplémentaires pour du câblage souterrain
- Fonctionnement entièrement automatisé
- Des bénéfices environnementaux (énergie propre)

- **Les inconvénients**

- Le site d'implantation doit être correctement ensoleillé
- Surcoût par rapport à un lampadaire classique (Module PV / régulateur / batterie)
- Les batteries doivent être changées environ tous les 5 ans

II-2-2- pompage photovoltaïque

- **Présentation :** Lancé début 2002, le programme d'installation de Pompes photovoltaïques et de systèmes de potabilisation s'est déroulé sur les 3 pays du Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie) dans le cadre de la coopération européenne. Il a permis l'accès à l'eau potable de plus de 50 000 personnes.

Ce système est très utilisé dans les zones rurales et sites isolés pour le pompage de l'eau. L'installation ainsi définie est soumise aux impératifs suivants:

Un bon rendement,

Une excellente fiabilité et

Une autonomie de fonctionnement.



Fig. (II -3) : pompage photovoltaïque

- **structure**

Le système de pompage photovoltaïque est constitué généralement par:

1. le générateur photovoltaïque (panneaux solaires).

Pour la production de l'énergie électrique

2. l'électronique de commande et de contrôle

Pour l'optimisation du fonctionnement

3. le groupe moteur –pompe.

Pour convertir l'énergie électrique en énergie mécanique Puis en énergie hydraulique

4. la partie stockage

Stockage de l'énergie pour une utilisation en cas de besoin, il existe deux types de stockage

- **Stockage de l'énergie électrique**

Dans ce cas, l'utilisation de batteries électrochimiques pour le stockage de l'énergie électrique, Pour être utilisé en cas de besoin.

Ce système est appelé pompage solaire avec batteries

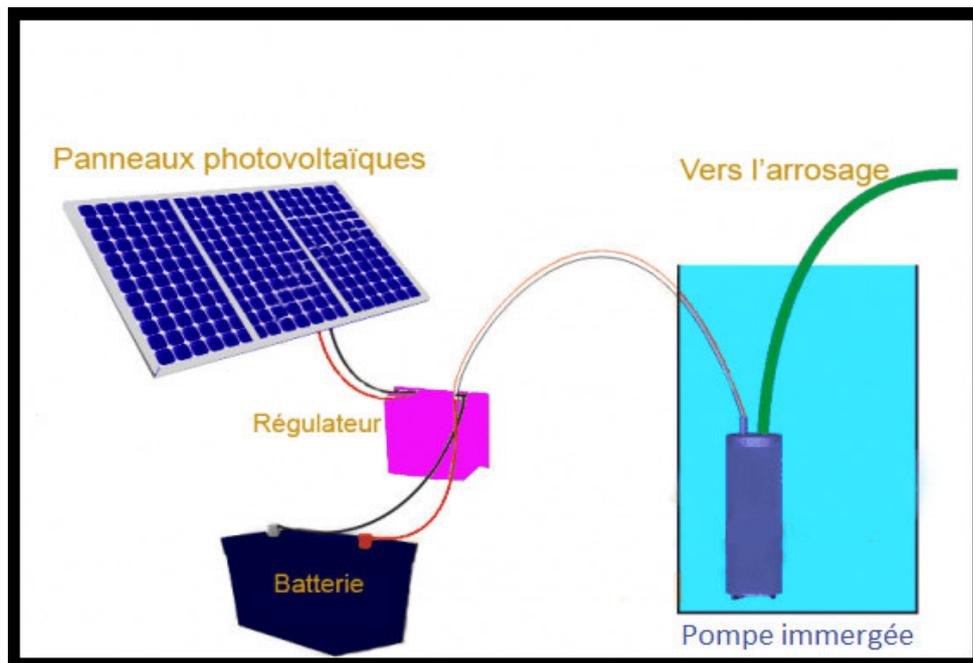


Fig. (II -4) : pompage photovoltaïque avec batteries

- **Stockage de l'eau**

Dans ce cas, au lieu de stocker l'énergie électrique, nous stocke l'eau dans le réservoir
Pour être utilisé en cas de besoin

Ce système est appelé pompage au fil su soleil

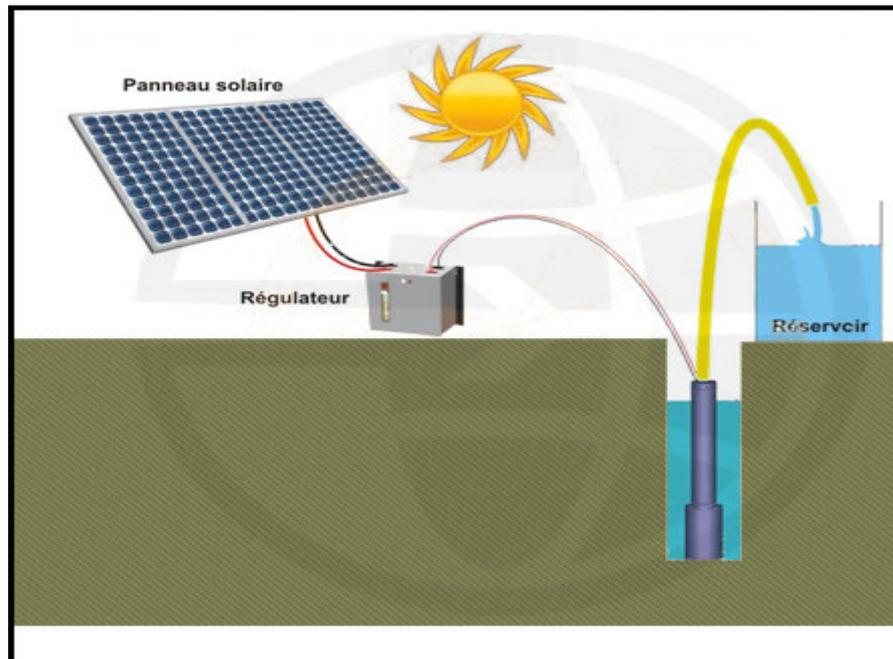


Fig. (II -5) : pompage au fil su soleil

- **Les avantages et les inconvénients**

a) Les avantages :

- Faible maintenance
- Propre
- Pas de carburant
- Installation facile
- Fiable sur le long terme
- Faible coût périodique
- Système modulable

b) Les inconvénients :

- Coût important d'investissement
- Le rendement baisse en fonction des irradiances
- Sensible au taux d'actualisation
- Sensible au taux d'utilisation du système

II-2-3- Les domiciles

- **Présentation**

Les systèmes photovoltaïques autonomes aussi utilisé pour fournir de l'électricité dans des habitations sur site isolé, ces installations nécessitent le plus souvent un stockage de l'électricité à l'aide d'une batterie. Cette idée est venue de résoudre le problème de reliant le réseau dans les régions éloignées et isolées pour quelques consommateurs.



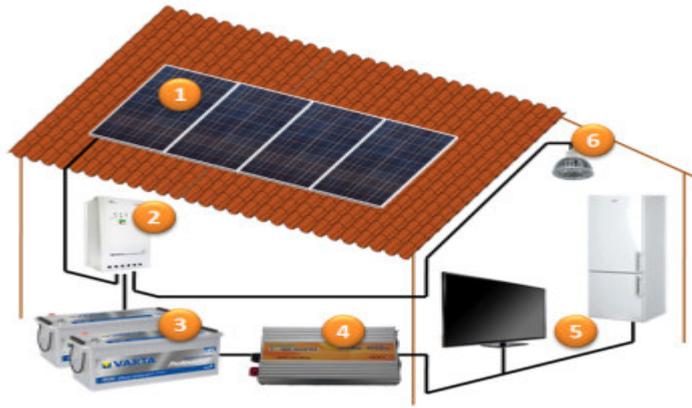
Fig. (II -6) : système photovoltaïque dans des habitations

- **Structure**

La structure du système photovoltaïque dans des habitations est presque la même structure de moteur pompe solaire avec batteries, La seule différence réside dans le type de la charge

Dans le système pompe solaire il existe une seule type, mai dans le système de habitations il existe Plusieurs types de charge (continu, alternatif, monophasé, triphasé).

La figure suivante représente la structure du système photovoltaïque dans des habitations:



• **Fig. (II -7) : Structure de système PV dans des habitations**

1. panneaux solaires
2. Régulateur de charge
3. Parc de batteries
4. Convertisseur DC/AC
5. Equipements AC
6. Equipements DC

• **Les avantages et les inconvénients**

a) Les avantages :

- peut être installée partout (toit, fenêtres....)
- La durée de vie presque 20 ans
- résistent aux conditions météorologiques extrêmes
- ne pas de bruit
- La taille des installations peut aussi être augmentée
- Le coût de fonctionnement des panneaux photovoltaïques est très faible car

leur entretien est très réduit

- ne nécessitent ni combustible
- ni personnel hautement spécialisé

b) Les inconvénients

- Le coût d'investissement des panneaux photovoltaïques est élevé
- Le rendement réel de conversion d'un module est faible
- Les panneaux contiennent des produits toxiques et la filière de recyclage n'est pas encore existante
- Le rendement électrique diminue avec le temps

II-3- L'INSTALLATION DE SYSTEME PHOTOVOLTAÏQUE (PV) AUTONOME

La conception d'un projet photovoltaïque exige une analyse précise et rigoureuse de la situation et des données. Les étapes ci-dessous vous présentent de façon globale la démarche à suivre pour concevoir un système photovoltaïque autonome.

II.3.1. Étude préliminaire avant l'installation

- **L'étude de l'éclairement pour cette zone**

On peut calculer la production journalière moyenne d'un panneau à partir des données météorologiques d'ensoleillement. On se base souvent sur le nombre d'heures équivalent plein soleil (ou PSH pour "Peak Sun Hours" en anglais), qui correspond au nombre d'heures par jour où le soleil est rayonné à 1000W/m^2 (valeur d'ensoleillement servant à calculer la puissance nominale des panneaux). Un ensoleillement de 5 PSH par jour signifie donc que l'énergie reçue tout au long de la journée vaut environ 5000Wh/m^2 .

On multiplie le nombre de PSH par la puissance de(s) panneau(x) pour obtenir la production photovoltaïque moyenne par jour.

Exemple:

Que produit un panneau de 100W installé en Bretagne un jour de juin?

Les données météorologiques indiquent que le nombre d'heures équivalent plein soleil, pour cette région et cette période de l'année, est d'environ 5.7 PSH.

La production journalière du panneau sera donc de $5.7\text{h/jour} \times 100\text{W} = 570\text{Wh/jour}$.

On remarquera que cette valeur est une moyenne pour le mois (elle varie selon la présence ou non de nuages) et est valide pour une inclinaison de panneau donnée (horizontale dans l'exemple). [4]

- **La quantité d'énergie consommée**

La deuxième étape dans la démarche d'installation d'un kit autonome consiste à estimer la quantité d'énergie électrique consommée par vos équipements.

En premier lieu, il faut faire l'inventaire de tous les équipements électriques qui seront alimentés par l'installation photovoltaïque : éclairage, appareils électro-ménagers, téléviseur, chargeurs divers...

Pour chaque équipement, il faut estimer sa durée d'utilisation journalière moyenne et la multiplier par la puissance de l'équipement en question (en Watts). On obtient alors la quantité d'énergie consommée par cet appareil pendant une journée, en Wattheures ou kilowattheures (kWh).

Selon que vous utilisiez votre installation pendant les mois d'été ou d'hiver, votre consommation peut varier. On allume plus longtemps des lumières en hiver par exemple !

Pour cela, il faut donc calculer la consommation pour le "pire mois" d'utilisation.

Exemple de calcul pour une maison isolée

| Application | Puissance électrique (W) | Durée d'emploi sur un jour (h) | Nombre d'unités | Consommation (Wh) |
|--------------------|---------------------------------|---------------------------------------|------------------------|--------------------------|
| Ordinateur | 30 W | 6 h | 1 | 180 Wh |
| Télévision | 80 W | 3 h | 1 | 240 Wh |
| Frigo | 120 W | Toute la journée (= 16 h) | 1 | 1920 Wh |
| Lampes | 11 W | 3 h | 3 | 99 Wh |

Tableau (II-1) : Calculer La quantité d'énergie consommée

Par ce tableau, nous pouvons savoir ou calculer la quantité d'énergie dont nous avons besoin en une seule journée

$$180 \text{ Wh} + 240 \text{ Wh} + 1920 \text{ Wh} + 99 \text{ Wh} = 2439 \text{ Wh/jour}$$

Après nous savons que la quantité d'énergie que nous avons besoin, nous devons calculer le nombre de panneaux solaires qui fournissent cette quantité d'énergie

- **Dimensionnement des panneaux**

Une fois que la consommation électrique journalière moyenne est connue, on peut définir quelle puissance électrique doit-on installer, en fonction de l'ensoleillement de la région d'installation.

II.3.2. Groupement des modules et des batteries

Pour obtenir une tension et une puissance suffisante, il est nécessaire de connecter plusieurs modules entre eux. Dans ce cas, plusieurs batteries doivent être aussi connectées entre elles.

- **Montage des modules en série**

Pour obtenir une tension plus élevée que celle d'un seul module, on connecte deux ou plusieurs modules en série. Dans le cas de la connexion de deux modules en série, la borne positive (+) du premier module est connectée à la borne négative (-) du deuxième module.

Ainsi, la tension totale est :

$$U_t = U_1 + U_2$$

Le courant total est:

$$I_t = I_1 = I_2$$

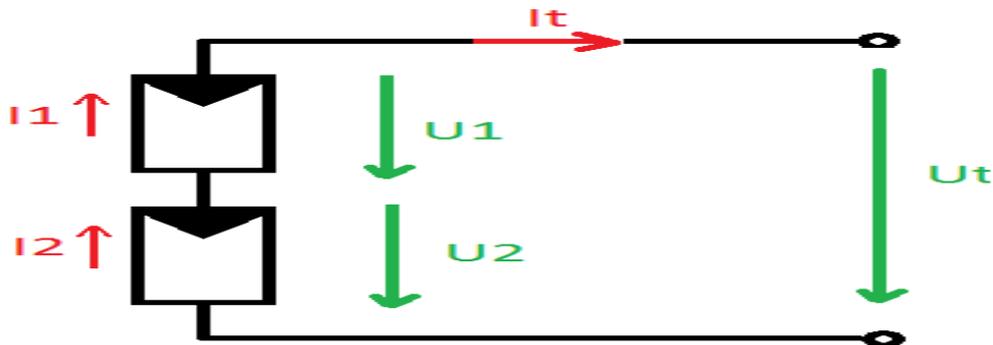


Fig. (II -8) : Deux modules en série

- **Montage des modules en parallèle**

Pour obtenir une puissance (un courant) plus élevée que celle d'un module, il faut brancher deux ou plusieurs modules en parallèle. Dans le cas de la connexion de deux modules en parallèle, la borne positive (+) du premier module est connectée à la borne positive (+) du deuxième module. Les bornes négatives (-) sont reliées entre elles.

La tension totale du branchement est égale à la tension d'un module :

$$U_t = U_{m1} = U_{m2}$$

Le courant total est égal à la somme des courants des deux modules :

$$I_t = I_{m1} + I_{m2}$$

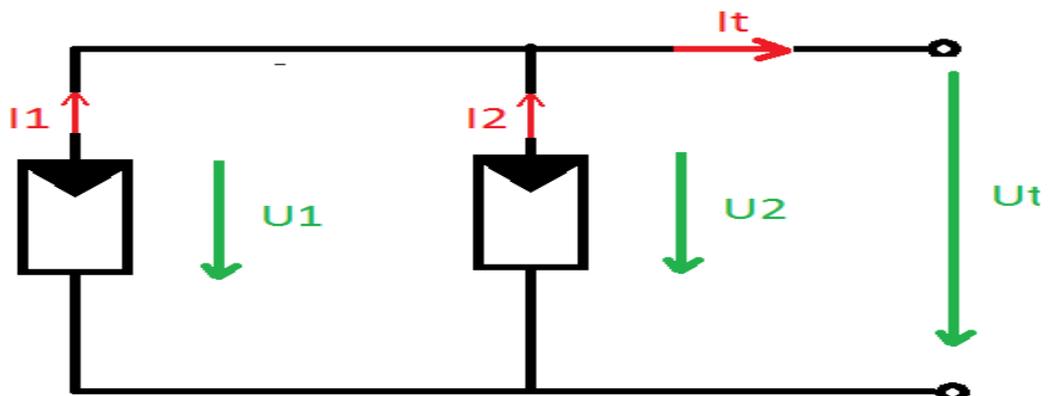


Fig. (II -9) : Deux modules en parallèle

- **Montage des modules en série parallèle**

Les modules peuvent être aussi connectés en série et les séries connectées en parallèle.

$$U_t = U_{m1} + U_{m2} = U_{m3} + U_{m4} \quad I_t = I_{m12} + I_{m34}$$

Avec :

U_t = tension totale

U_{m1} = tension module 1

U_{m2} = tension module 2

I_t = courant total

I_{m1} = courant module 1

I_{m2} = courant module 2

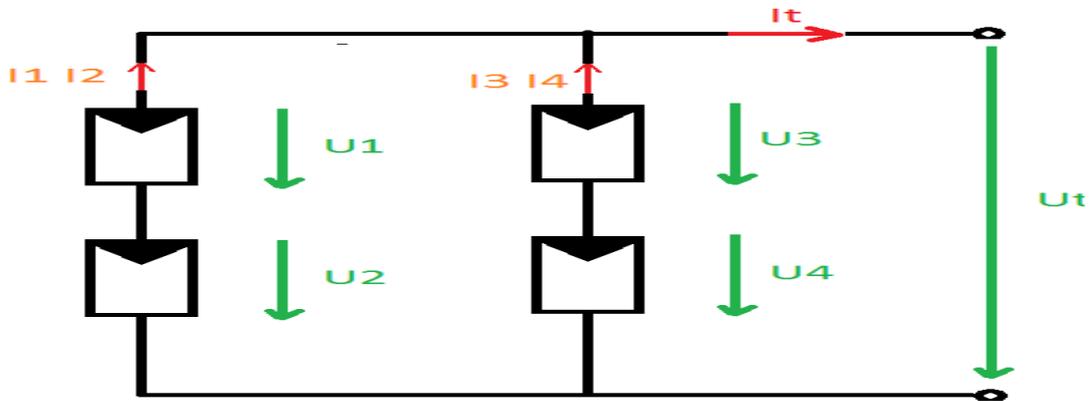


Fig. (II -10) : Deux modules en série et Deux module en parallèle

- **Montage des batteries en série**

Pour augmenter la tension des batteries, une ou plusieurs batteries doivent être montées en série. Dans le cas de deux batteries, la borne positive (+) de la première batterie est connectée avec la borne négative (-) de la deuxième batterie.

La tension totale U_t est égale à $U_{B1} + U_{B2}$.

La capacité en Ah reste la même : $C_t = C_{B1} = C_{B2}$

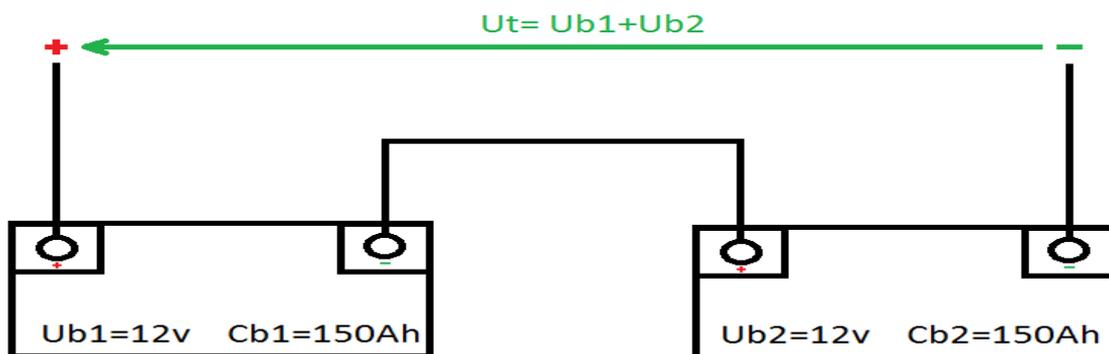


Fig. (II -11) :Deux batteries en série

- **Montage des batteries en parallèle**

Pour augmenter la capacité Ah de deux ou plusieurs batteries, on les monte en parallèle. Dans le cas de deux batteries, la borne positive (+) de la première batterie est

connectée avec la borne positive (+) de la deuxième batterie. La borne négative (-) de la première batterie est connectée avec la borne négative (-) de la deuxième batterie.

La tension reste la même : $U_t = U_{B1} = U_{B2}$

La capacité totale devient : $C_t = C_{B1} + C_{B2}$

Exemple :

Monter en parallèle deux batteries de 12 V de capacité de 150 Ah.

$U_t = U_{B1} = U_{B2}$

$U_t = 12 \text{ V}$

$C_t = C_{B1} + C_{B2}$

$C_t = 150 \text{ Ah} + 150 \text{ Ah} = 300 \text{ Ah}$

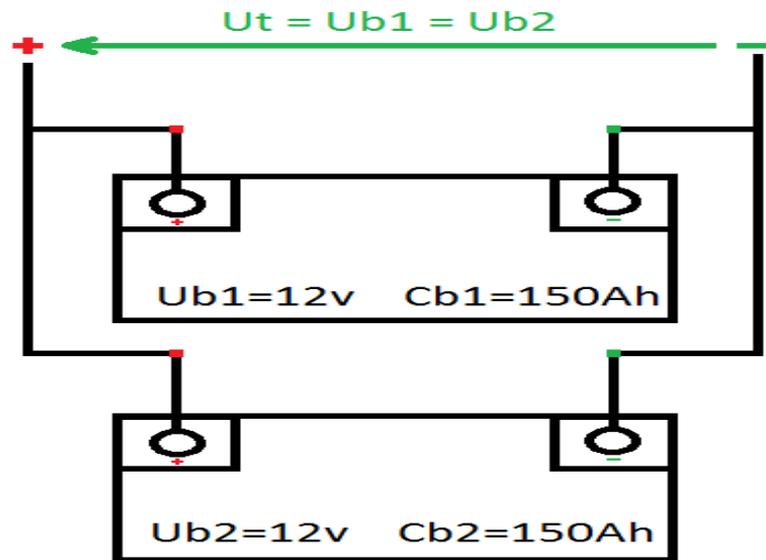


Fig. (II -12) :Deux batteries en parallèle

- **Montage des batteries en série-parallèle**

Plusieurs batteries peuvent être montées en série parallèle.

Dans le cas de 4 batteries montées en série-parallèle, la tension totale est la tension obtenue par la mise en série des batteries ; la capacité totale est la capacité des batteries en parallèle.

Exemple :

4 batteries 12 V de capacité de 150 Ah chacune.

$U_t = U_{B1} + U_{B2}$

$U_t = U_{B3} + U_{B4}$

$U_t = 12 \text{ V} + 12 \text{ V} = 24 \text{ V}$

$$C_t = C_{B1,B2} + C_{B3,B4}$$

$$C_t = 150 \text{ Ah} + 150 \text{ Ah} = 330 \text{ Ah}$$

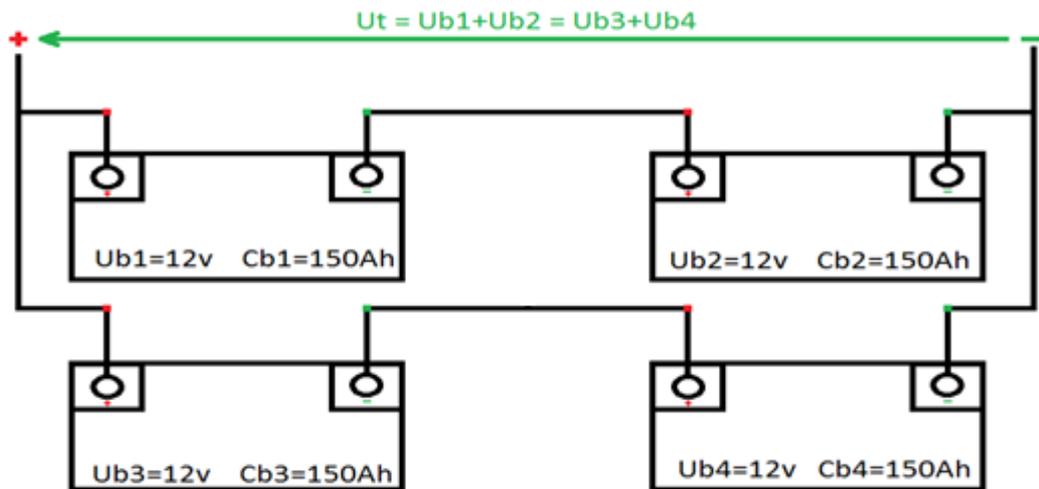


Fig. (II -13) : Deux batteries en parallèle et deux batteries en parallèle série

II.3.2. L'installation des panneaux solaire

- **Le choix de la place**

Pour installer les panneaux solaires, il faut choisir la bonne place. Qui permet aux panneaux solaires de recevoir la lumière du soleil toute la journée. Il faut donc éviter que le panneau reçoive l'ombre portée d'un obstacle quelconque (bâtiment ou arbre).

- **Orientation et inclinaison du module et Orientation du module.**

L'orientation du module est la direction vers laquelle il est situé. Elle doit être en plein Sud pour les sites de l'hémisphère Nord et en plein Nord pour les sites de l'hémisphère Sud. L'inclinaison (ou la pente) est l'angle que fait le module avec l'horizontale. Elle doit être égale à la latitude du site à 5° près.

- **Avant l'installation du panneau**

Vérifier que les diodes by-pass et anti-retour sont bien installées. Si elles ne sont pas installées, vérifier qu'elles se trouvent sur la face intérieure du couvercle de la boîte de jonction. Si elles y sont, les installer en suivant le schéma, soit sur la notice d'utilisation, soit sur la face interne du couvercle de la boîte de jonction.

- **Fixation des modules PV**

En cas de montage sur toiture, une distance minimale de 0,1m doit être respectée entre la face arrière du module et la toiture. La structure support du module doit être fixée sur le corps de charpente ou du bâtiment, et non sur la toiture elle-même. Un système de haubanage doit être prévu si nécessaire.

En cas de fixation murale, le support de modules doit être fixé au minimum en 2 points avec un système de fixation traversant le mur (goujons et platine de serrage).

En cas de structure au sol, le support doit être installé dans un lieu à l'écart des zones de passage ; le(s) module(s) et le câblage doivent être placés hors de portée des enfants.

Les pieds de la structure support doivent être boulonnés ou scellés dans des ancrages en béton coulés dans le sol. Les dimensions minimales de ces plots en béton armé seront de 300 mm x 300 mm x 300 mm. Une dalle unique en béton armé de section 250mm x 250 mm chaînés sur sa longueur est une autre option pouvant être envisagée.

Quel que soit le cas, le béton devra être dosé au moins à 350 Kg. La hauteur du générateur par rapport au sol devra être réglée de sorte que le point le plus bas soit au moins à 3 m du niveau du sol. Les câbles seront fixés à la structure au moyen de brides en plastique livrées à cet effet.

Les bornes + et - de la boîte de jonction doivent être reliées aux bornes + et - du régulateur de charge avec un câble résistant aux rayonnements ultraviolets 1 x 4 mm², pour une distance module-batterie n'excédant pas 5 mètres.

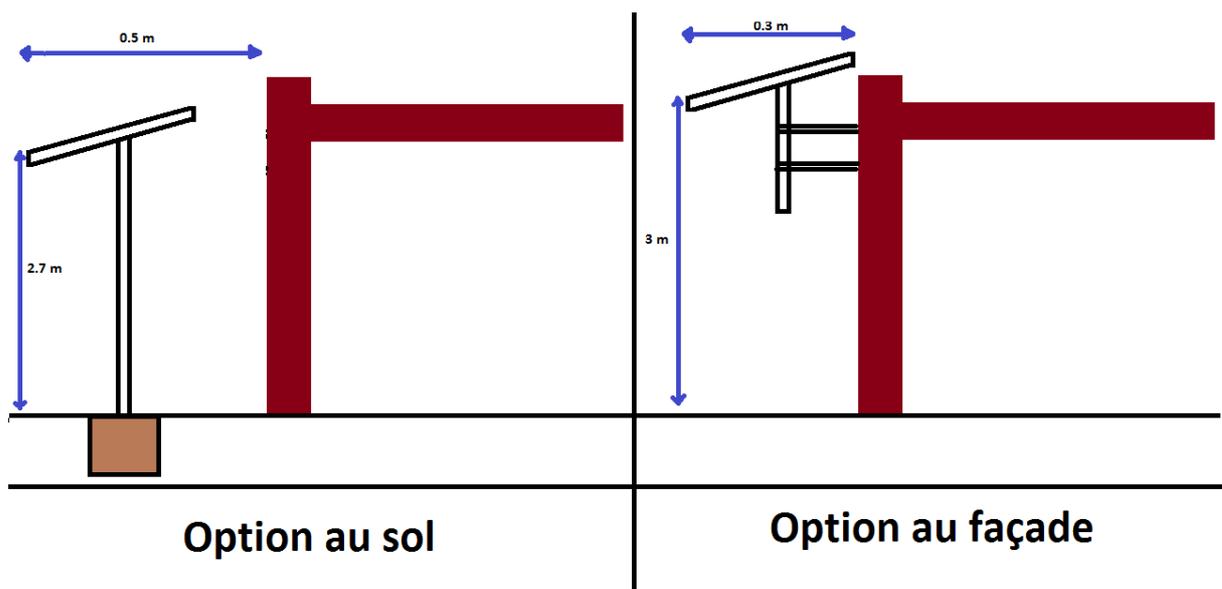


Fig. (II -14) : Fixation des modules

II-3-3- Installation du régulateur de charge

Le régulateur doit être installé à hauteur des yeux, soit à peu près 1,50 m du sol afin que l'utilisateur puisse bien voir les indications lumineuses (exemple : «batterie déchargée»)..

- Le régulateur de charge doit être installé le plus près possible de la batterie et du panneau afin d'éviter des pertes inutiles (voir tableau de chute de tension).
- Il doit être protégé du rayonnement direct du soleil et, bien entendu, de la pluie.
- La polarité doit être respectée lors du branchement des différentes composantes.

Les différentes composantes seront branchées aux bornes du régulateur dans l'ordre suivant :

- 1) Batterie
- 2) Module
- 3) Utilisation (charge)

Les différentes composantes doivent être débranchées dans l'ordre suivant

- 1) Utilisation (charge)
- 2) Module
- 3) Batterie

Après la connexion, vérifier les indicateurs de régulateur de charges afin d'identifier les anomalies possibles dans le fonctionnement.

Si aucune indication ne confirme le fonctionnement du Régulateur de charge , vérifier que les connexions ont été bien réalisées : inversion de polarité probable.

II-3-4- Installation de la batterie

Les batteries seront placées dans un local aéré en dehors des locaux où des personnes sont susceptibles de séjourner (bureaux, chambres à coucher, etc.) à l'abri des enfants. La batterie sera installée sur un support (en bois si possible enduit d'une protection contre l'agression de l'acide)

La batterie sera installée assez proche du régulateur de charge.

La batterie sera connectée au régulateur de charge avec un câble de section adéquate.

Les cosses des batteries seront protégées par des capots les protégeant contre toutes manipulations étrangères.

Une charge préalable sera réalisée conformément à la procédure de la fiche en annexe 5 avant la mise en service des batteries.

L'aération du local devra être telle que les ouvertures du local assurent une ventilation naturelle présente une superficie égale :

A : surface des ouvertures en cm^2

Q : volume d'air en m^3/h

Pour la batterie de 75 Ah à installer, Q doit être égal à 15 m^3/h

La surface des ouvertures du local doit être \geq à 420 cm^2

II-3-5- Installations intérieures (câblage)

Les câbles seront posés apparents le long des murs ou des structures des charpentes de toiture.

Les câbles seront fixés au mur au moyen d'attaches adéquates. On disposera 3 fixations par mètre. La connexion dans les boîtes de dérivation se fera au moyen de bornes.

Les fixations murales de câbles seront disposées à intervalles égaux d'environ 35 cm.

II-3-6- Installation onduleur

Comme nous l'avons dit dans le premier chapitre nous avons besoin deux types de convertisseurs (DC/DC 'Hacheur' DC/AC 'Onduleur').

Le hacheur pour l'optimisation et L'onduleur pour la conversion

Sont utilisés ensemble pour faciliter la commande (en l'étude), Mais dans la pratique, nous utilisons un seul convertisseur (Onduleur) pour diminuer le coût.

Pour l'installé de l'onduleur on respectera les prescriptions ci-après

- L'onduleur doit être installé dans un lieu sec et protégé du rayonnement direct du soleil des sources de chaleur et d'humidité.
- L'onduleur doit être installé dans un lieu assez aéré.
- L'onduleur doit être installé à une distance minimale de la batterie afin d'éviter des chutes de tension excessives
- L'onduleur doit être si possible installé dans un local différent du local des batteries car le dégagement gazeux provenant des batteries peut avoir des effets explosifs de corrosion
- L'onduleur doit être installé en position verticale et fixé au mur avec les dispositifs prévus à cet effet.

- Les câbles de raccordement doivent être fixés au mur à l'aide d'attaches adéquates
- Les câbles + et – doivent être clairement marqués

II-4- ENTRETIEN ET MAINTENANCE

Deux types d'entretien seront réalisés dans le cadre de l'exploitation des équipements installés :

- **L'entretien trimestriel**

L'entretien trimestriel s'effectue tous les trois mois et a pour but de vérifier le bon fonctionnement des équipements et de prendre des mesures pouvant assurer leur bon fonctionnement. Cet entretien consiste principalement à des actions de contrôle visuels et des mesures légères.

- **L'entretien annuel**

L'entretien annuel consiste en un entretien plus approfondi. Il couvre les actions menées au cours des entretiens trimestriels mais aussi des actions de mesures approfondies permettant d'apprécier de façon plus précise l'état de fonctionnement des équipements

II.4.1 Entretien Trimestriel

- **Champ photovoltaïque**

L'entretien du champ consiste principalement en la vérification visuelle du champ:

- a) **Contrôle visuel**

Contrôle de vue de la propreté des modules : nettoyage fréquent des modules « renouveler les consignes au responsable du système nettoyage des modules tôt le matin ou tard le soir ».

- b) **Contrôles des fixations des modules :**

Vérification de la visserie antivol en cas de corrosion ou d'infraction : resserrer si possible et les enduire ci nécessaire de dégrippant.

c) Contrôle des boîtiers de jonction :

Présence d'eau, ou d'insectes, vérifier l'étanchéité des boîtiers si nécessaire resserrer les presse-étoupe ou les remplacer.

• Batterie**a) Fuites d'électrolyte**

Avec un chiffon, nettoyer les dépôts d'électrolyte sur les bacs des éléments. Pour ce faire, utiliser uniquement de l'eau propre exempte de tout additif. Les fuites d'électrolyte peuvent causer des défaillances massives de batterie lorsque le courant sortant d'un élément passe dans l'électrolyte d'un autre. La formation de dépôts de matériaux conducteurs peut également causer des arcs électriques et des explosions d'éléments

b) Corrosion des bornes et des connexions

Une des principales causes de la mauvaise performance des batteries est la corrosion des bornes et des connexions. La corrosion des connexions peut être suivie de la défaillance des bornes ou d'une rupture d'éléments.

• Contrôle du niveau d'électrolyte

Dans chacun des éléments. Si le niveau de l'électrolyte dans un élément n'est pas au bon niveau, ajouter de l'eau distillée jusqu'au niveau haut du marquage de niveau

Comment ajouter l'eau distillée :

- A l'aide d'un équipement propre (entonnoir), ajouter lentement de l'eau distillée dans l'élément jusqu'au niveau haut du marquage.
- Enregistrer le numéro de l'élément ainsi que la quantité d'eau ajoutée.

• Vérifier la densité de l'électrolyte

La densité de l'électrolyte d'un accumulateur au plomb donne une bonne idée de son état de charge. Ainsi pour apprécier l'évolution de l'état de charge des batteries, on effectuera des mesures trimestrielles précises de la densité des batteries.

Procédure de mesure de la densité d'électrolyte :

- Arrêter le système afin d'éviter une décharge.
- Débrancher les modules.

- Laisser reposer les batteries pendant une à deux heures.
- Mesurer la densité de chaque élément.
- Mesurer simultanément la température de l'électrolyte de chaque élément.
- Mesurer la tension de chaque élément.
- Inscire les résultats dans la fiche en annexe.

Mesure de la densité de l'électrolyte

- 1) Introduire le densimètre dans l'électrolyte d'un élément. Presser la poire et aspirer assez d'électrolyte pour que l'index flotte librement.
- 2) Noter la densité lue au moyen du flotteur et de l'échelle graduée.
- 3) Remettre l'électrolyte dans l'élément où on l'a prélevée en faisant attention de ne pas en verser hors de la batterie.

Répéter la même opération pour chaque élément et inscrire les résultats sur la fiche disponible en annexe (ANNEXE 1)

- **Entretien du régulateur de charge**

Le régulateur de charge est un équipement qui nécessite peu d'entretien. On effectuera trimestriellement les opérations suivantes:

- Vérification de la propreté du régulateur de charge
- Vérification de l'aération du régulateur de charge.
- Vérification des connexions aux bornes du régulateur.
- Observation du bon fonctionnement des différents indicateurs du régulateur de charge.

- **Entretien de l'onduleur**

Comme le régulateur de charge l'onduleur nécessite peu d'entretien. Les opérations de vérifications suivantes se feront trimestriellement :

- Vérification de la propreté de l'onduleur : présence de poussière, présence d'insectes.
- Vérification de l'aération de l'onduleur.

- **Inspection des câbles électriques**

On inspectera ces câbles à chaque visite d'entretien pour être sûr qu'ils sont en bon état

- Contrôle des connexions aux bornes des batteries.

- Suivre le câble de bout en bout chercher les détériorations suivantes : coupure, isolant usé ou mangé dénudant l'âme des conducteurs. Tout câble endommagé doit être remplacé.
- Si on constate que les câbles sont rongés par des animaux, il faudra envisager de les protéger par un fourreau.

II-4-2- Entretien annuel

a) Champ photovoltaïque

- **Mesure de la tension de circuit ouvert**

On fera la mesure vers midi un jour ensoleillé

- La tension de circuit ouvert est celle qui règne entre les deux bornes de sortie lorsque le panneau (module) ne débite pas, on devra donc débrancher les panneaux (modules).
- Après avoir débranché les panneaux, on exécute la mesure au niveau des bornes de sortie correspondante
- Les mesures effectuées, on refait le branchement.
- Pour effectuer la mesure de la tension de circuit ouvert on utilisera un multimètre ou un voltmètre en courant continu. Mettre le multimètre sur mesure de tension continue (DC)
- Noter la température des modules : la tension de circuit-ouvert diminue quand la température augmente.
- Comparer la valeur obtenue à la valeur de la fiche technique des modules.

- **Mesure du courant de court-circuit :**

- Le courant de court-circuit est celui débité au niveau des bornes de sortie lorsque celles-ci sont reliées par le multimètre.
- On fera la mesure vers midi, un jour bien ensoleillé et cours d'une longue période d'ensoleillement non fluctuante.
- Pour faire la mesure on débranche les modules du régulateur de charge.
- Après avoir débranché les modules on effectue la mesure au niveau des bornes correspondantes
- La mesure effectuée, on refait les branchements
- On utilise un multimètre ou un ampèremètre pour mesurer le courant de court-circuit.

- ATTENTION : pour les systèmes composés de 4 modules de courant de court-circuit de 5A branchés en parallèle. Le courant total peut atteindre 20 A.

b) Batteries

Les contrôles et opérations suivantes déjà décrites pour l'entretien trimestriel seront réalisés :

II-5- CONCLUSION

Dans ce chapitre, nous avons étudié les types et les applications du système photovoltaïque autonome.

Ensuite, nous avons donné une idée générale sur l'étude préliminaire et les étapes les plus importantes que nous suivons pour l'installation de ce système (l'étude de l'éclairement et la quantité d'énergie consommée et dimensionnement des panneaux)

Et le point le plus important (L'installation du système), dans ce point Nous avons étudié comment assembler les panneaux solaires et les batteries, et nous avons parlé de la façon d'installer tous les éléments du système (les panneaux solaire et les batteries, régulateur, l'onduleur et câblage).

Enfin, nous expliquons les opérations de maintenance autant que possible (entretien trimestriel et entretien annuel),

III-1- INTRODUCTION

L'installation de système PV dans zone isolée, Ce procédé est l'éliminé beaucoup de problèmes liés à la distribution d'énergie, Et le problème le plus important est le coût de connexion de réseau.

Et l'installation de ce système est devenu facile pour le public et le coût est maintenant acceptable, Parce que le prix des panneaux solaires diminué et il existe des spécialistes dans ce domaine

Dans ce chapitre, nous allons étudier un projet d'installation de système PV à la maison dans ferme

III-2- DESCRIPTION DE LA ZONE DU PROJET

La zone du projet est une ferme de taille moyenne et une maison.

III-2-1- Description la ferme

C'est une ferme de moyenne taille (0.5 Hectare) Situé dans une zone connue sous le nom mokhrif à côté du village de Lichena (**Biskra**), Il existe dans cette ferme d'environ 130 Palmiers.

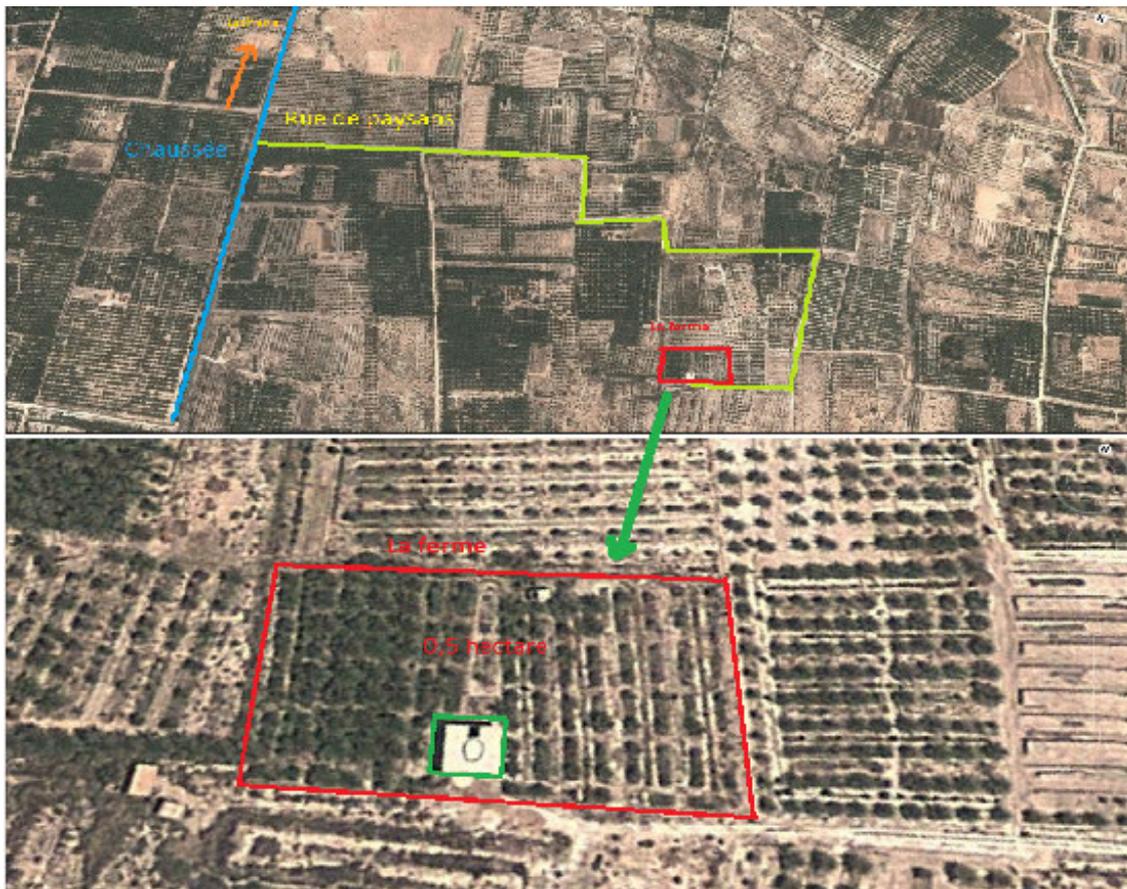


Fig. (III -1) : Site de la ferme

III-2-2- La maison.

Est une maison de campagne. Une superficie de (13m ×15m), situé à l'entrée de la ferme Comme montré dans le figure 1

Et la figure suivante il représenté la maison :



Fig. (III -2) : La maison

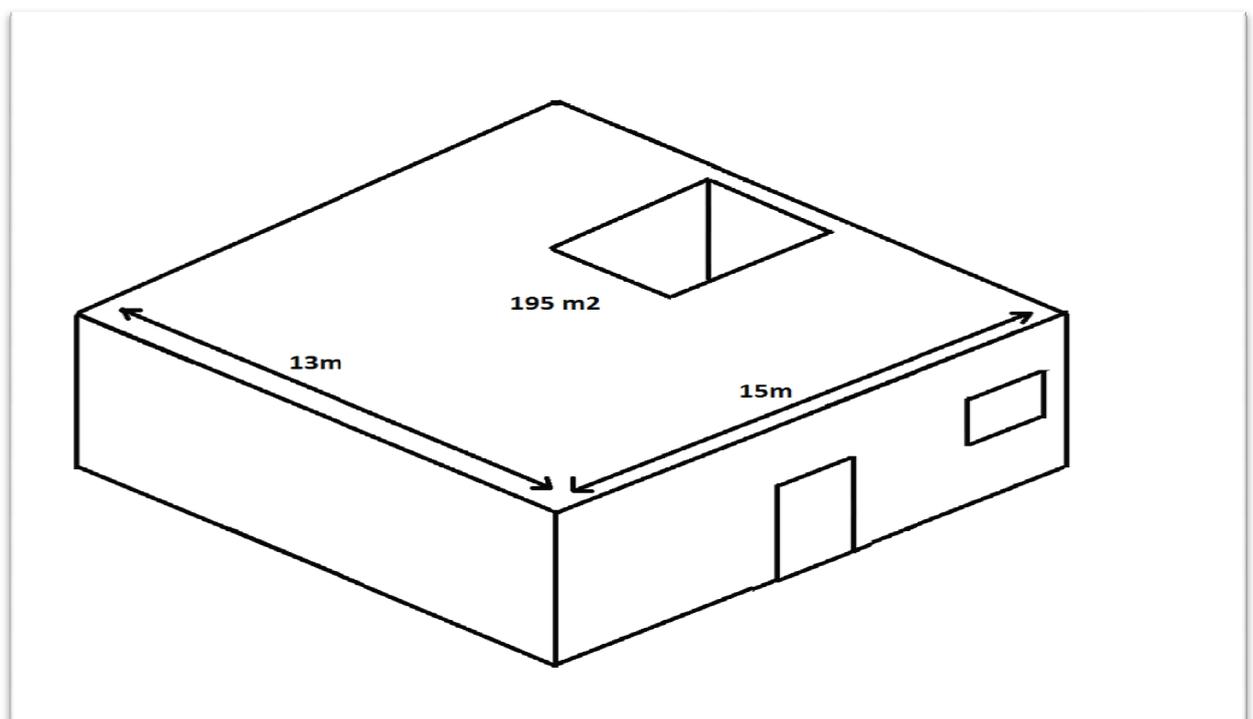


Fig. (III -3) : Le dimensionnement de cette maison**III-3-LES ELEMENTS ELECTRIQUES**

Pour irriguer 130 Palm utiliser Une source d'eau. Commune chez les paysans de cette région 3 fois dans le mois (4 , 14 ; 24)

Et plus de ca utilisé un réservoir d'eau pour irriguer les autre arbres (pommes et oranges ...) et certains implants. Tous ces implants besoin d'un arrosage jour par deux jours

Et pour cela, utiliser un moteur électrique pour remplir le réservoir d'eau.

Les caractéristiques de ce moteur comme suivant

**Fig. (III -4) : Groupe de pompage (moteur + pompe)**

Les caractéristiques de ce moteur comme suit

Moteur + Pompe centrifuge

Model Nimber: IS65-50-160

Débit : 12,5 m³/h

Refoulement : 8 m

vitesse de rotation : 1450 tr/min

Puissance du moteur : 0.75 kw/h

Source de tension : 3-phase (380v)

La pompe tourne 4 heures chaque jour

Et dans la maison il y a plusieurs d'éléments électriques



Fig. (III -5) : Les éléments électriques dans la maison

1 5 lampes chaque lampe consomme 11w (Lampes à économie d'énergie)

2 Télévision condor, les caractéristiques du ce téléviseur sont les suivants

TV couleur 55cm

Modèle : jf2108us

Source d'énergie (150v-260v ; 50hz)

Consommation : 65w

3 Récepteur satellite (démon)

Source d'énergie (100v-240v ; 50hz)

Consommation : 25w

4 Machine à laver

Source d'énergie (220 ; 50hz)

Consommation

360w pour laver

160w pour séchage

5 Frigo

Source d'énergie (220 ; 50hz)

Consommation 1kwh/jour

6 ordinateur portable

Source d'énergie (220 ; 50hz)

Consommation : 30w

III-4- LE MECANISME DES SYSTEMES

Après la production de l'énergie électrique à partir de panneaux solaires et stockée dans des batteries, Utilisée par le consommateur.

Il y a deux consommateurs (la pompe et la maison), Chaque consommateur indépendamment de l'autre.

III-4-1- La pompe eau:

La pompe fonctionne 20 jours par mois. Pour irriguer la ferme, chaque jour elle tourne 4heures

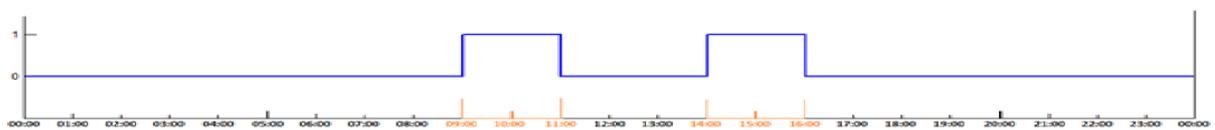


Fig. (III -6) : Le fonctionnement de la pompe eau dans la journée (4 h).

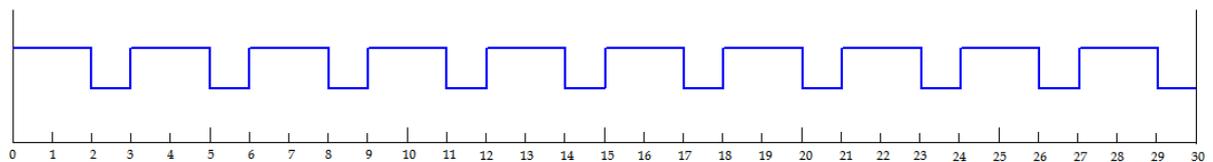


Fig. (III -7) : Le fonctionnement de la pompe eau dans le mois

III-4-2- La maison :

Le début de fonctionnement de tous les appareils électriques de la maison est à 16h30, par ce que la matinée, les parents vont au travail et les enfants à l'école, Le seul dispositif qui fonctionne un jour complet est le Frigo (16 h)



Fig. (III -8) : Le fonctionnement des appareils électriques de la maison dans la journée**III-5- ÉTUDE PRELIMINAIRE**

Comme nous l'avons dans le chapitre 2, Nous devons faire plusieurs études avant l'installation. Et ces les études sont les suivants

III-5-1- L'étude de l'éclaircissement.

Pour faire cette étude nous devons surveiller le rayonnement solaire dans cette zone depuis longtemps.

Mais après la recherches sur Internet j'ai trouvé un programme de mesure du rayonnement solaire pour toute les zones dans le monde (programme online)

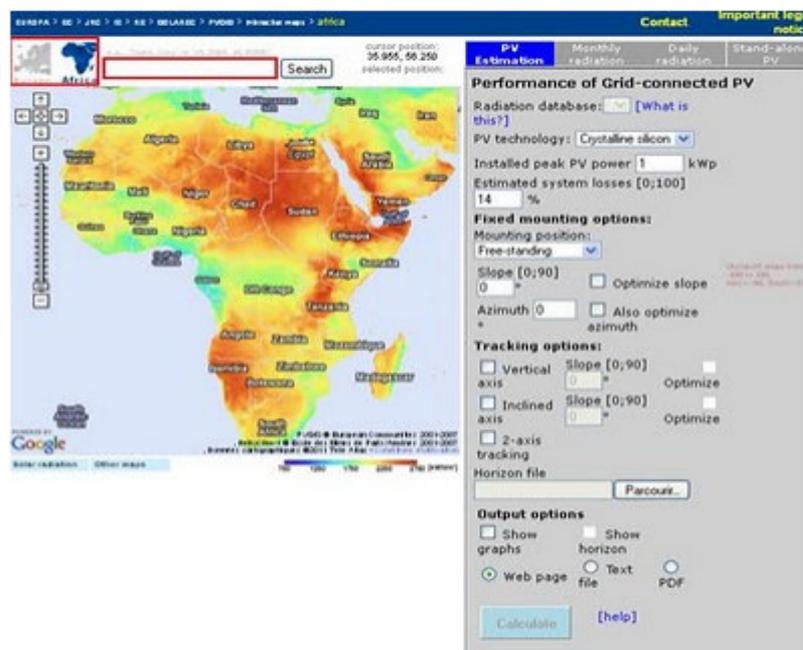


Fig. (III -9) : programme online pour calcul de l'éclaircissement

Comment ça marche

- 1 Commencez par sélectionner le continent qui vous intéresse (en haut à gauche). Ensuite recherchez le lieu où se trouvera votre installation solaire
- 2 Si elle est disponible pour le lieu sélectionné, choisissez la base de données "Climat-SAF PVGIS". Sinon choisissez "PVGIS-Heliosclim" (moins précise),
- 3 Si l'inclinaison et/ou l'orientation de vos panneaux solaires vous est imposée
- 4 Cliquez sur le bouton "Calculate"

The screenshot displays the PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System) web interface. On the left, a satellite map shows a field with a red location pin. The map includes a search bar with the text "e.g., 'Ispra, Italy' or '45.256N, 16.9589E'", a search button, and a "Go to lat/lon" button. The map also shows a compass and a person icon. The right side of the interface is a configuration panel titled "Performance of Grid-connected PV". It includes tabs for "PV Estimation", "Monthly radiation", "Daily radiation", and "Stand-alone PV". The "PV Estimation" tab is active. The panel contains several input fields and options: "Radiation database" set to "Climate-SAF PVGIS", "PV technology" set to "Crystalline silicon", "Installed peak PV power" set to "1.4 kWp", and "Estimated system losses" set to "0%". Under "Fixed mounting options", "Mounting position" is "Free-standing", "Slope" is "41°", and "Azimuth" is "0°". Under "Tracking options", "Vertical axis", "Inclined axis", and "2-axis tracking" are all unchecked. The "Horizon" section has a file selection button. The "Output options" section has "Web page" selected. A "Calculate" button is at the bottom of the panel.

Fig. (III -10) : Le choix de la zone de mon projet

Après la sélection de la zone, nous entré les données suivantes :

Climat : climat clair (Climate-SAF PVGIS)

La puissance du générateur : 1.6 kw

L'inclinaison : 41°

Orientation : 0°

Maintenant, et après que nous avons placé les données, et Cliquer sur le bouton "Calculate"

Nous avons obtenu les résultats suivants :

L'ensoleillement de chaque jour

L'ensoleillement de chaque mois

La puissance de chaque jour

La puissance de chaque mois.

Et le tableau suivant représenter tous les résultats :

| Système fixe: inclinaison = 41 °, orientation = 0 ° | | | | |
|---|------|-----|------|-----|
| Mois | Pj | Pm | Ej | Em |
| Jan | 8.08 | 250 | 5.48 | 170 |
| Février | 9.07 | 254 | 6.32 | 177 |
| Mar | 9.45 | 293 | 6.80 | 211 |
| Avril | 9.17 | 275 | 6.71 | 201 |
| Mai | 8.58 | 266 | 6.46 | 200 |
| Juin | 8.55 | 256 | 6.60 | 198 |
| Juillet | 8.68 | 269 | 6.79 | 211 |
| Août | 8.69 | 269 | 6.82 | 211 |
| Septembre | 8.43 | 253 | 6.41 | 192 |
| Octobre | 8.44 | 262 | 6.22 | 193 |
| Novembre | 8.02 | 241 | 5.64 | 169 |
| Décembre | 8.20 | 254 | 5.64 | 175 |
| Moyenne annuelle | 8.61 | 262 | 6.32 | 192 |
| Total pour l'année | 2750 | | 2310 | |

Tableau (III-1) : Les résultats du rayonnement solaire

Pj : la quantité de production d'électricité moyenne dans la Journée à partir du système donné (kWh)

Pm : la quantité de production d'électricité moyen dans le mois à partir du système donné (kWh)

Ej : la quantité de rayonnement moyen dans la Journée par mètre carré reçus par les modules du système donné (kWh/m²)

Em : la quantité de rayonnement moyen dans le mois par mètre carré reçus par les modules du système donné (kWh/m²)

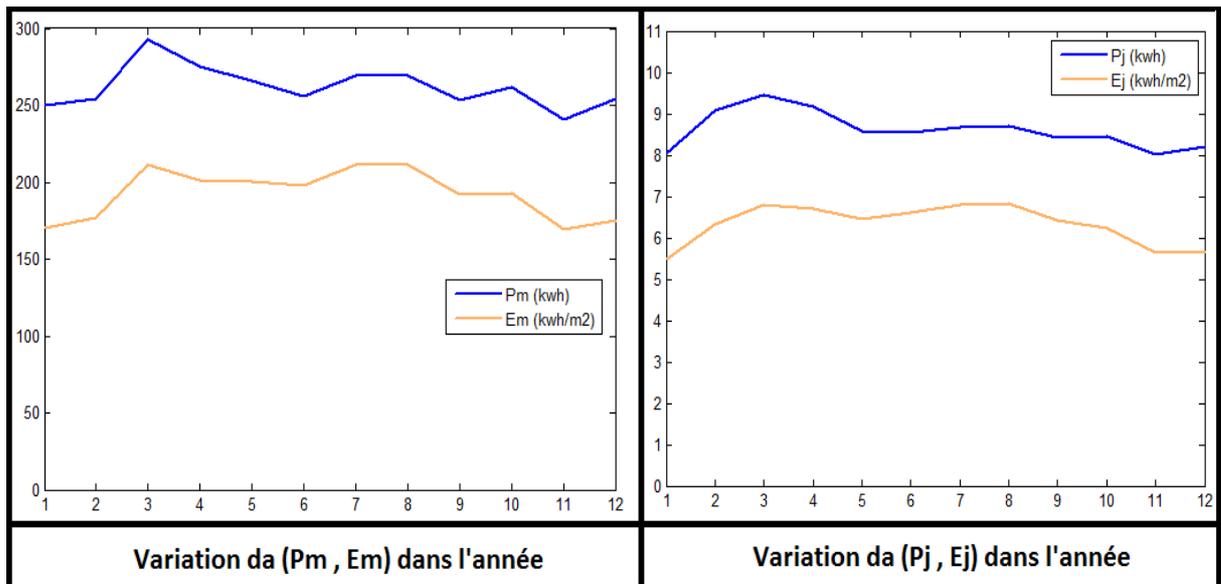


Fig. (III -11) : Variation du rayonnement et la production d'énergie en l'année

III-5-2- La quantité d'énergie consommée

Comme nous l'avons dit dans la première. Il ya deux consommateurs d'électricité, la pompe source triphasé et la maison source monophasé.

La consommation d'électricité montré dans le tableau suivant

| Application | Puissance électrique (W) | Durée d'emploi sur un jour (h) | Nombre d'unités | Consommation (Wh) |
|---------------------|--|--------------------------------|-----------------|-------------------|
| pomp | 750 | 4 | 1 | 3000 |
| Lampes | 11 | 4 | 5 | 220 |
| Télévision | 65 | 4 | 1 | 260 |
| Démo | 25 | 4 | 1 | 100 |
| Machine à laver | 360w pour laver 160w pour séchage | 1 | 1 | 260 |
| Frigo | 150 | 16 | 1 | 2400 |
| ordinateur portable | 30 | 6 | 1 | 360 |
| la somme | | | | 6600 |

Tableau (III-2) : La consommation d'électricité

La puissance totale à consommer **6.60 Kw**, donc il faut installer un générateur qui produit plus de **6.60 kw**

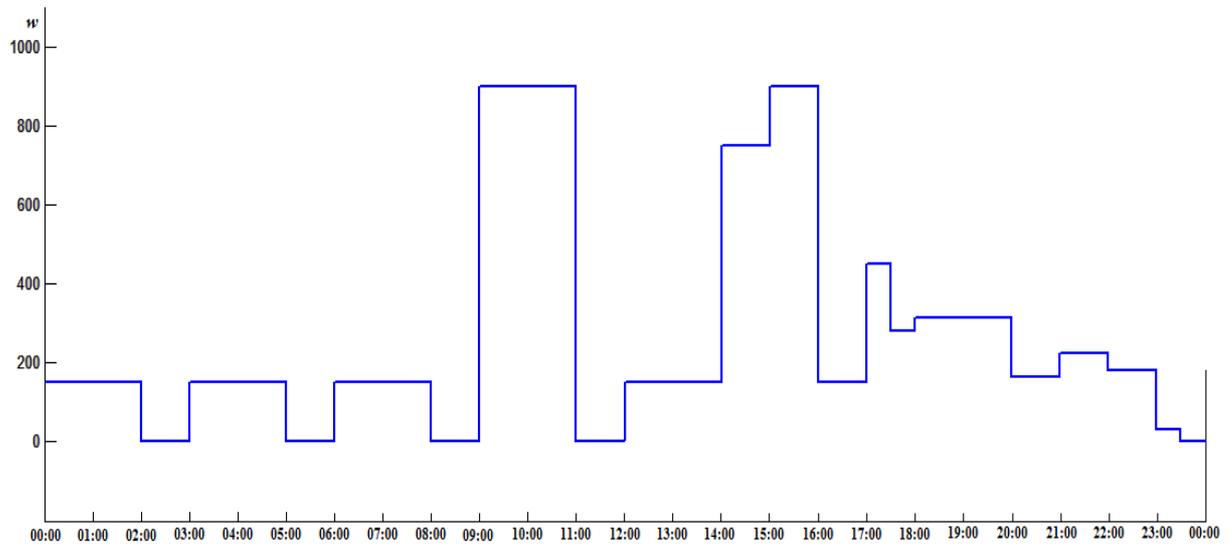


Fig. (III -12) : consommation électrique par jour

III-5-3- Dimensionnement des panneaux

Après, nous avons calculé la quantité d'énergie consommée et l'étude du rayonnement solaire dans cette zone. Maintenant nous pouvons choisir le type et la quantité des panneaux solaires qui nous aurons à utiliser

- **La qualité de panneaux solaire avec le prix**

Le groupe algérien, spécialisé dans l'électronique, Condor, dont le siège social est basé à Bordj Bou Arréridj a communiqué le prix des panneaux photovoltaïques fabriqués dans son unité Energie Solaire. Le coût moyen du Watt annoncé, en hors taxes, est de 95 DA.

Le tableau suivant représente le panneau monocristallin

| code | Désignation | P.U. HT | P.U. TTC |
|-------------------|----------------------------|--------------|--------------|
| CEM90M-36 | Panneau Solaire 90 W Mono | 8.550,00 DA | 10.003,50 DA |
| CEM100M-36 | Panneau Solaire 100 W Mono | 9.500,00 DA | 11.115,00 DA |
| CEM200M-72 | Panneau Solaire 200 W Mono | 19.000,00 DA | 22.230,00 DA |

Tableau (III-3) : Le prix de panneaux solaire (monocristallin)

Le tableau suivant représente les panneaux polycristallins

| code | Désignation | P.U. HT | P.U. TTC |
|-------------------|----------------------------|--------------|--------------|
| CEM70P-18 | Panneau Solaire 70 W Poly | 7.000,00DA | 8.190,00 DA |
| CEM145P-36 | Panneau Solaire 145 W Poly | 13.050,00 DA | 15.268,50 DA |
| CEM235P-60 | Panneau Solaire 235 W Poly | 21.150,00 DA | 24.745,50 DA |
| CEM240P-60 | Panneau Solaire 240 W Poly | 21.600,00 DA | 25.272,00 DA |
| CEM280P 72 | Panneau Solaire 280 W Poly | 25.200,00 DA | 29.484,00 DA |
| CEM285P-72 | Panneau Solaire 285 W Poly | 25.650,00 DA | 30.010,50 DA |

Tableau (III-4) : Le prix de panneaux solaire (polycristallins)

À partir de ces types de panneaux solaires, nous avons choisi le type de

CEM200M-72 P.U. TTC (200w).

(8) panneaux solaires de ce type est suffisante pour produire l'énergie que nous besoin

La quantité de production d'électricité **1.6 Kw**

Le prix de 8 panneaux **177.840,00 DA**

III-5-4- Dimensionnement des batteries

Après avoir calculé la quantité d'énergie nécessaire et la capacité des panneaux solaires de production, Maintenant nous pouvons déterminer la qualité et la quantité des batteries que nous utilisons.

La consommation de la puissance par jour (6,6 kw), Mais pour calculer la quantité des batteries que nous avons utilisons, il faut calculer les pertes.

L'électricité qui sort des batteries n'arrive pas entièrement à vos appareils électriques : une partie est perdue dans les fils et lors de la conversion continu-alternatif par l'onduleur. La quantité d'énergie que devront restituer vos batteries est donc en fait :

Energie consommée / (rendement de l'onduleur x (1 - pertes en ligne))

Rendement de l'onduleur 80%

Pertes en ligne 3%

$$6,6/(0,8 \times (1-0,03)) = 8.50 \text{kw}$$

Et pour éviter le déchargement complet de la batterie, Il faut fixer une profondeur maximale de décharge $55\% \times 8.50 / 0,55 = 15.45 \text{kw}$

Après cela, nous pouvons maintenant calculer la qualité et la quantité des batteries.

$$\frac{15,45 \times 1000}{12 \times 110} = 11,70$$

Donc la qualité de batterie que choisir (12V 110Ah), et la quantité

12 batteries

III-5-5- Le choix de l'onduleur

Pour le choix de l'onduleur il faut connaitre la puissance absorbée maximale, et la tension imposée par le régulateur de charge (tension d'entrée), et la tension de consommateur (tension de sortie) et aussi le rendement de ce convertisseur.

La puissance absorbée maximale égale 900w (fig: III.8).

La tension d'entrée égale 48 V.

La tension de sortie égale 380 V.

Je choisis un onduleur de puissance supérieure à 900w

Pour éviter tous les problèmes de la puissance, je choisis 3kw.

Donc l'onduleur que je choisis est comme suit:



Fig. (III -13) : Le convertisseur DC/AC (onduleur) 3- phase

Nom de marque: PANPOWER

Numéro de Type: Ssi3-3kw

Tension d'entrée: 48 V.dc

La puissance : 3kw

Facteur de puissance: 0.8

Le nombre de phase: 3

Tension de sortie : 380V.ac

Fréquence : 50 Hz

Forme d'onde : onde sinusoïdale pure

III-5-6- Le choix de régulateur de charge

Pour choisir le régulateur de charge il faut connaitre la puissance que produit par le générateur (panneau solaire), et la tension que appliqué sur la batterie ou l'onduleur

La puissance maximale que produit par le générateur égal 1,6kw

La tension que appliqué sur la batterie ou l'onduleur égal 48v

Donc régulateur de charge que je choisi comme suivant:



Fig. (III -14) : Le régulateur de charge

Index technique

Marque: wellse

Model: ws-c4860 60a

Poids: 940g

Taille: 183*120*68 mm

La tension nominale: 48v

Max courant de charge : 60a

Gamme de tension d'entrée : 48v-80v

Maintenant, tous les éléments qui sont nécessaires pour l'installation du système ont été sélectionnés, et tous les calculs nécessaires terminés. Maintenant resté seulement l'installation du système.

III-6- L'INSTALLATION DU SYSTEME

Pour l'installation de système, premièrement choisissez l'emplacement de l'installation de panneaux solaire.

III-6-1- Le choisissez de l'emplacement

La meilleure place pour installer ce système est le toit de la maison pour éviter les obstacles (palm, arbre), et même temps ne dérange pas les habitants.

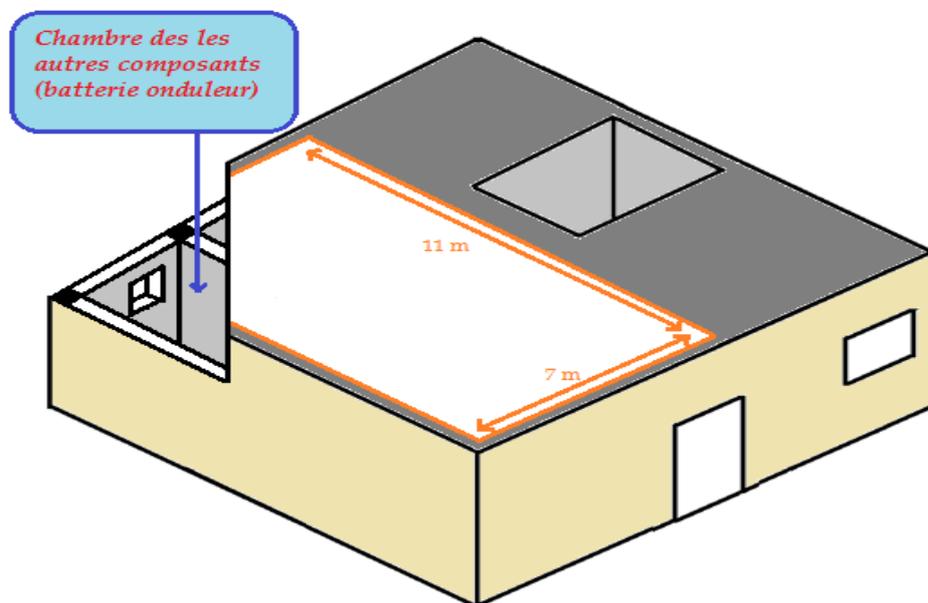


Fig. (III -15) : le lieu de l'installation

Et les autres composants (batterie, onduleur) sont installés dans une chambre à proximité de l'endroit où sont installés les panneaux pour éviter la longueur des fils et diminuer en même temps les pertes.

III-6-2- L'orientation et l'inclinaison du module.

La meilleure orientation de panneaux dans cette zone est le sud et l'inclinaison est de 41° comme suit :

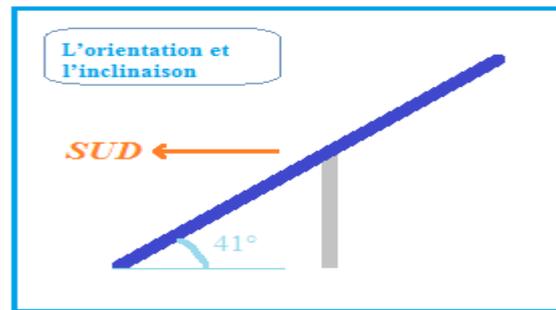


Fig. (III -16) : La position de module

III-6-3- Groupement des modules

La caractéristique technique de panneaux

- Poids 14.5 kg
- Dimensions 1576x798x46 mm
- Puissance max (w) 200
- Tension Nominale (V) 18.40
- Courant max (A) 11.09
- Tension à vide (V) 22.20
- Courant court-circuit (A) 12.46

Nombre de panneaux 8, connecté comme suivant :

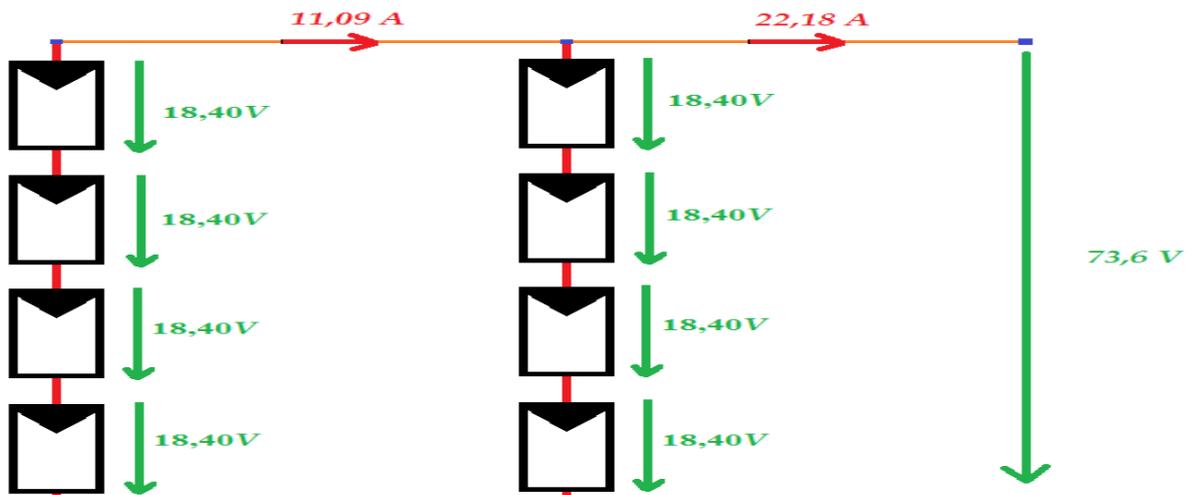


Fig. (III -17) : Groupement des 8 modules (4 série \times 2 parallèle)

J'ai choisi cette Groupement, parce que la gamme de tension d'entrée de régulateur de charge (48v-80v), Donc, il doit se limiter à la tension entre ces deux valeurs.

$$48\text{v} > 73,6 < 80\text{v}$$

Et le courant ne dépasse pas le courant maximal de régulateur de charge.

$$22,18 \text{ A} < 60 \text{ A}$$

III-6-4- Groupement des batteries

Nous avons choisi d'utiliser 9 batteries du type plomb-acide, Les caractéristiques électriques de cette batterie sont les suivantes :

La tension =12v

Le courant =110Ah

La puissance =1,32 kw/h

Connecté comme suivant :

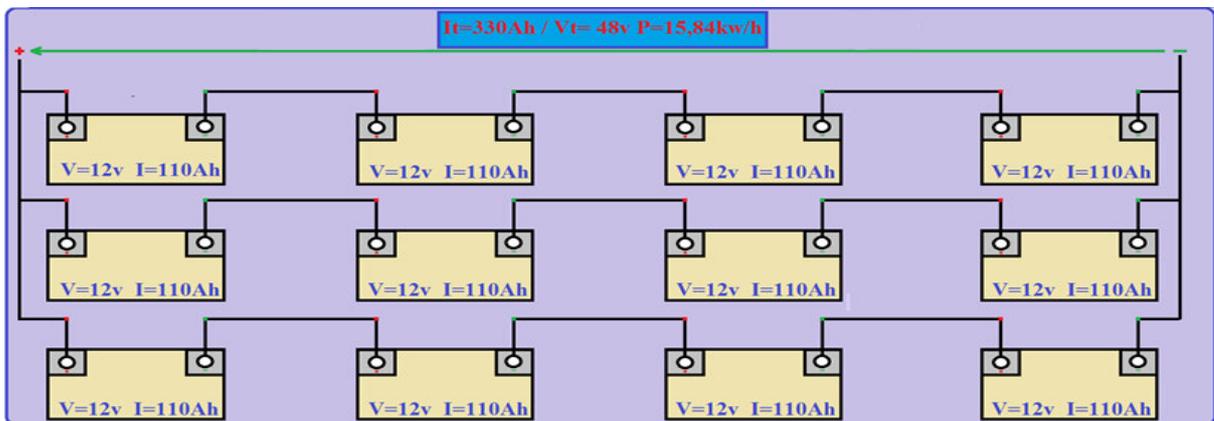


Fig. (III -18) : Groupement des 12 batteries (4 série × 3 parallèle)

Ce montage il donne:

Le courant = 330Ah

La tension = 48v

La puissance =15,84 kw/h

J'ai choisi cette Groupement, parce que la tension nominale du chargeur de 48v.

C'est pour ça, il faut connecter 4 batteries en série.

Petite remarque

Le chargeur est le **régulateur de charge**.

III-6-5- La connexion de tous les éléments

Dans cette partie, nous allons voir comment connecter tous les éléments ensemble.

L'élément principal qui connecte tous les éléments est le régulateur de charge comme suit :



Fig. (III -19) : La connexion de régulateur avec les autres éléments

Et la connexion du système complet présenté par la figure suivante :

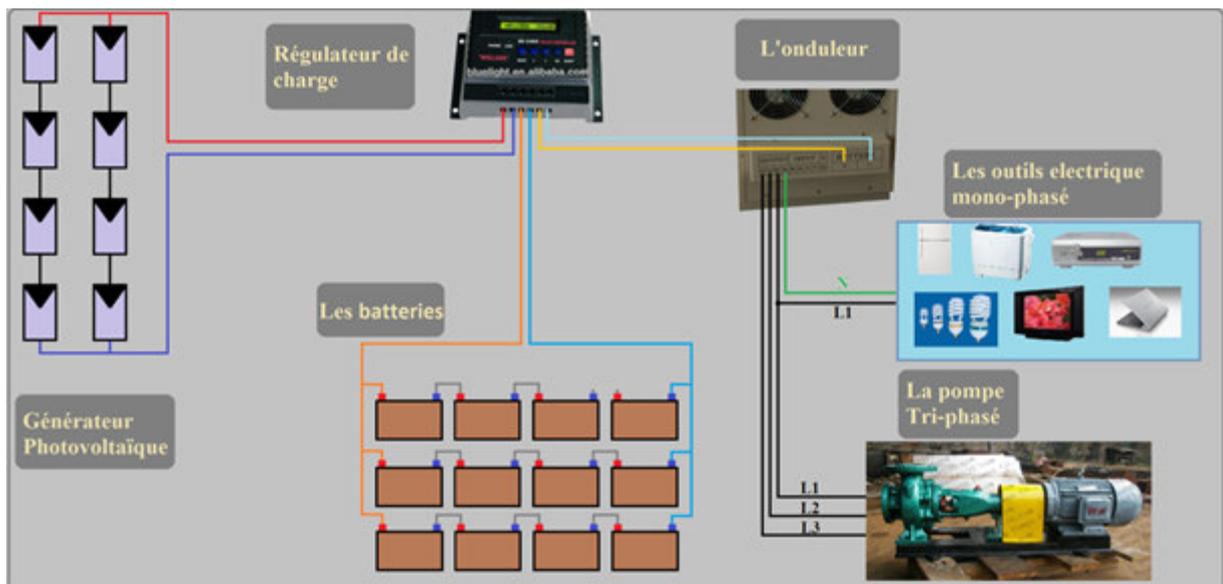


Fig. (III -20) : l'assemblage de ce système en globale

III-7- LE FONCTIONNEMENT DE SYSTEME

Les calculs suivants représentent le fonctionnement du système (production et consommation) et le fonctionnement de la batterie (chargement et déchargement) Par 3 jours

| | Cons (kw) | Prod (kw) | Les pertes (w) | La capacité de batterie (kw) | | |
|---------------|--------------|--------------|-------------------|------------------------------|----------|----------|
| | | | | samedi | Dimanche | Lundi |
| 00 :00-01 :00 | 0.15 | 0 | 34,5 | 15,6555 | 13,35665 | 13,35665 |
| 01 :00-02 :00 | 0.15 | 0 | 34,5 | 15,471 | 13,17215 | 13,17215 |
| 02 :00-03 :00 | 0 | 0 | 0 | 15,471 | 13,17215 | 13,17215 |
| 03 :00-04 :00 | 0.15 | 0 | 34,5 | 15,2865 | 12,98765 | 12,98765 |
| 04 :00-05 :00 | 0.15 | 0 | 34,5 | 15,102 | 12,80315 | 12,80315 |
| 05 :00-06 :00 | 0.00 | 0 | 0 | 15,102 | 12,80315 | 12,80315 |
| 06 :00-07 :00 | 0.15 | 0 | 34,5 | 14,9175 | 12,61865 | 12,61865 |
| 07 :00-08 :00 | 0.15 | 0 | 34,5 | 14,733 | 12,43415 | 12,43415 |
| 08 :00-09 :00 | 0.00 | 0.45 | 0 | 15,183 | 12,88415 | 12,88415 |
| 09 :00-10 :00 | 0.90 | 0.65 | 207 | 14,726 | 12,42715 | 13,32715 |
| 10 :00-11 :00 | 0.90 | 0.9 | 207 | 14,519 | 12,22015 | 14,02015 |
| 11 :00-12 :00 | 0.00 | 1.2 | 0 | 15,719 | 13,42015 | 15,22015 |
| 12 :00-13 :00 | 0.15 | 1.6 | 34,5 | 15,84 | 14,83565 | 15,84 |
| 13 :00-14 :00 | 0.15 | 1.2 | 34,5 | 15,84 | 15,48 | 15,84 |
| 14 :00-15 :00 | 0.75 | 0.9 | 172,5 | 15,8175 | 15,8175 | 15,84 |
| 15 :00-16 :00 | 0.90 | 0.65 | 207 | 15,3605 | 15,3605 | 15,84 |
| 16 :00-17 :00 | 0.15 | 0.45 | 34,5 | 15,626 | 15,626 | 15,84 |
| 17 :00-17 :30 | 0.27 | 0 | 62,1 | 15,2939 | 15,2939 | 15,5079 |
| 17 :30-18 :00 | 0.214 | 0 | 49,22 | 15,03068 | 15,03068 | 15,24468 |
| 18 :00-19 :00 | 0.314 | 0 | 72,22 | 14,64446 | 14,64446 | 14,85846 |
| 19 :00-20 :00 | 0.314 | 0 | 72,22 | 14,25824 | 14,25824 | 14,47224 |
| 20 :00-21 :00 | 0.164 | 0 | 37,72 | 14,05652 | 14,05652 | 14,27052 |
| 21 :00-22 :00 | 0.224 | 0 | 51,52 | 13,781 | 13,781 | 13,995 |
| 22 :00-23 :00 | 0.180 | 0 | 41,4 | 13,5596 | 13,5596 | 13,7736 |
| 23 :00-23 :30 | 0.015 | 0 | 3,45 | 13,54115 | 13,54115 | 13,75515 |
| 23 :30-00 :00 | 0 | 0 | 0 | 13,54115 | 13,54115 | 13,75515 |

Tableau (III-5) : Le fonctionnement du système

Afin de clarifier ces résultats, nous avons peint sur la forme des courbes comme suit

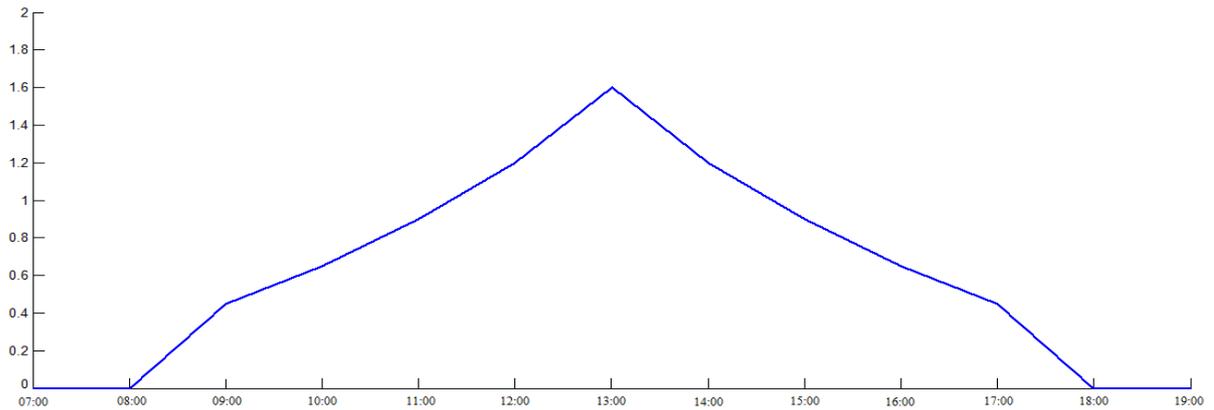


Fig. (III -21) : La production de l'énergie par jour

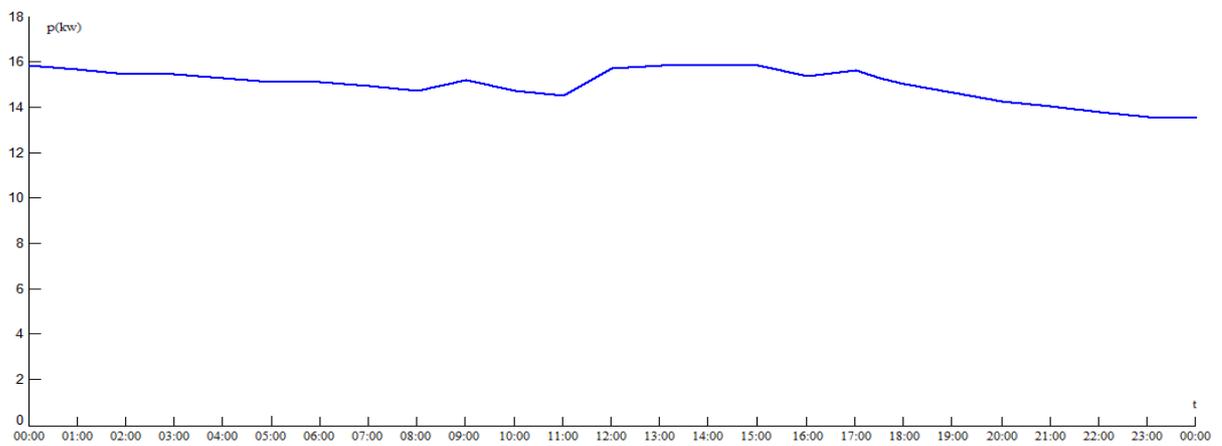


Fig. (III -22) : Le fonctionnement de la batterie dans le premier jour (Samedi)

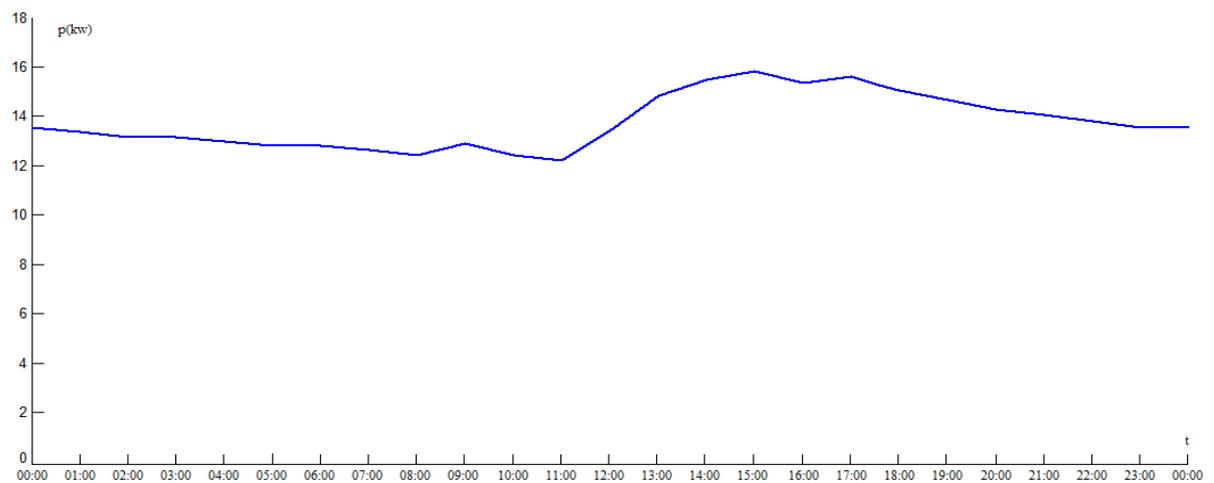


Fig. (III -23) : Le fonctionnement de la batterie dans le deuxième jour (Dimanche)

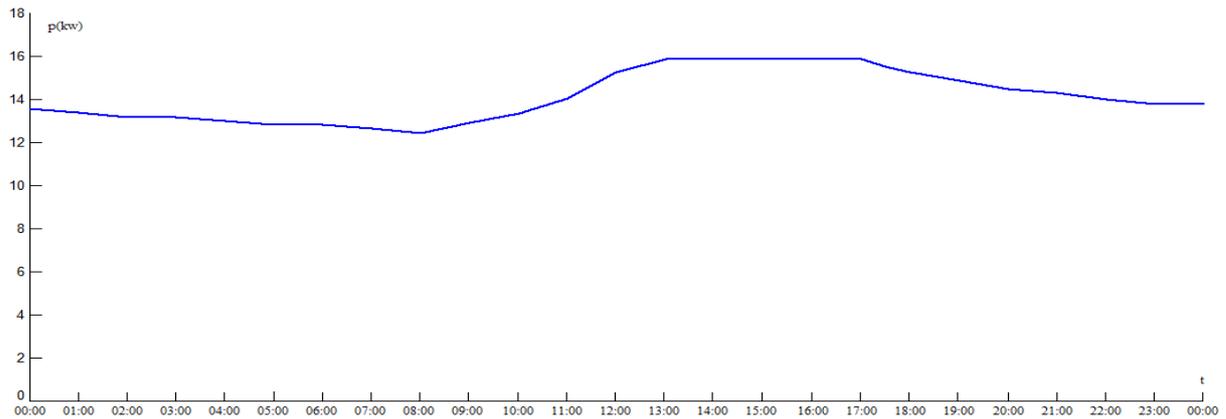


Fig. (III -24) : Le fonctionnement de la batterie dans le troisième jour (Lundi)

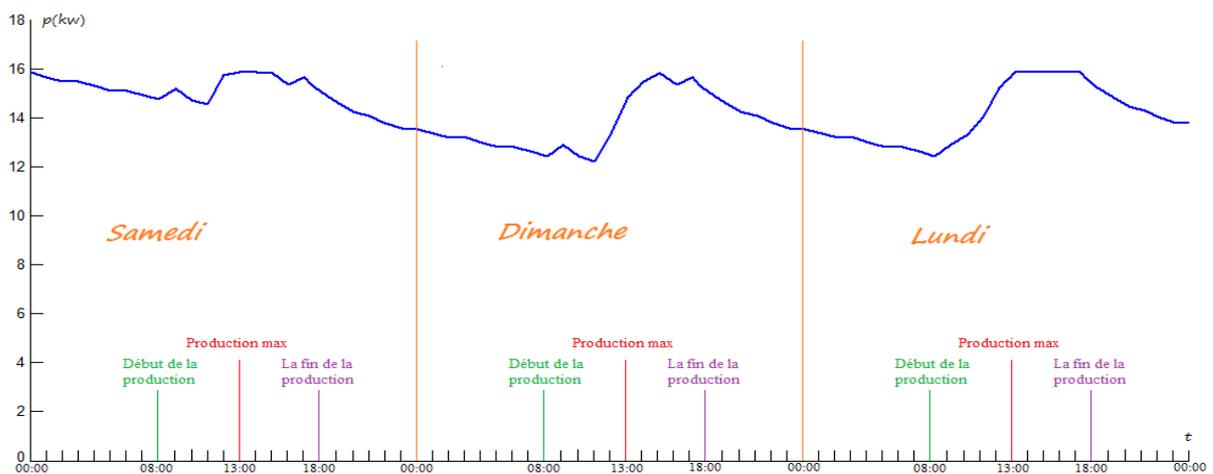


Fig. (III -25) : Le fonctionnement de la batterie dans les 3 jours

A travers les courbes noter que le démarrage de la production dans près de huit heures du matin et la production max dans l'heure 13:00, et la fin de la production presque à la 18:00 (Fig. (III -15)),

A travers ces résultats, nous pouvons déterminer le temps de fonctionnement de la pompe parce qu'est le plus grand absorbeur d'énergie

Dans la (Fig. (III -8)) nous remarquons comment l'absorption de l'énergie électrique dans la journée et nous avons choisi le temps la pompe fonctionne presque à une époque où la forte production.

Et dans les autres courbes {Fig. (III -16) ; Fig. (III -17) ; Fig. (III -18) } nous notons que les batteries fonctionnent bien parce que nous choisissons bon temps pour le fonctionnement de la pompe.

Et dans le drainerai courbe {Fig. (III -19)} nous remarquons que le fonctionnement des batteries après le premier jour presque périodiquement et la profondeur de déchargement petite.

Ces résultats sont spécifiques au mois de Janvier par une journée claire.

III-8- COMPARAISON

III-8-1- Le prix de l'installation

Le prix de l'installation représentée dans le Tableau suivant :

| Les éléments | Le cout de l'unité | La quantité | Le pris |
|-----------------------|--------------------|-------------|--------------|
| Les panneaux solaires | 22230,00 DA | 8 | 177840,00 DA |
| Les batteries | 15000,00 DA | 12 | 180000,00 DA |
| L'nodulaire | 80000,00DA | 1 | 80000,00DA |
| Régulateur de charge | 18040,00 DA | 1 | 18040,00 DA |
| Le cout total | | | 455880 DA |

Tableau (III-6) : Le prix de l'installation

Le coût de l'installation totale = 455880 DA + 44000 DA = 499880 DA

III-8-2- Le coût de chez SONELGAZ

La quantité de la puissance consommée est 6.6kw/jour

Et le calculer comme suivant :

| Première tranche | | Deuxième tranche | | Prime Fixe (DA) | Total hors TVA Par tarif (DA) |
|------------------|-----------------------|------------------|-----------------------|--------------------|-------------------------------------|
| Cons (kw) | Prix unitaire (DA) | Cons (kw) | Prix unitaire (DA) | | |
| 125,00 | 1,779 | 469 | 4,179 | 119,10 | 2301,426 |

Tableau (III-7) : Le calculer du facteur de SONELGAZ

$2301,426 + (2301,426 \times 0.07) = 2462,52582$ DA

Total facture = le prix total + le prix droit fixe + le prix timbre + le prix S.etat

Total facture = 2462,52582 DA + 100 DA + 43DA + 545,50 DA = 3151,02582 DA

$$3151,02582 \text{ DA} \times 4 = 12604,10328 \text{ DA}$$

$$12604,10328 \text{ DA} \times 20 = 252082,0656 \text{ DA}$$

III-8-3- La comparaison entre les deux :

Le prix de l'installation : 499880 DA

Le prix de chez SONELGAZ : 252082,0656 DA

Grâce à ces prix, nous notons que l'installation du système dans le cas de la disponibilité du réseau électrique n'est pas acceptable.

Mais dans le cas où le réseau électrique est loin, c'est autre chose, parce que dans ce cas, il faut entrer le prix de transport de réseau, et le prix du transport est souvent très coûteux presque (1000DA/m)

Dans notre cas, le réseau est loin d'environ 1000 m, donc

$$1000 \times 1000 \text{ DA} = 1000000 \text{ DA}$$

$$1000000 \text{ DA} + 252082,0656 \text{ DA} = 1252082,0656 \text{ DA} \geq 499880 \text{ DA}$$

Dans ce cas, nous pouvons dire que l'installation du système PV autonome dans le cas de réseau distant est la meilleure solution

III-9- CONCLUSION

Dans ce chapitre, nous appliquons les études que nous avons faites dans le deuxième chapitre sur un projet réel.

Nous avons étudié le rayonnement solaire de la zone du projet pour toute l'année et nous nous sommes assuré que nous pouvons installer le système dans cette zone. Après cela, nous avons fait une partie des calculs nécessaires avant l'installation (la consommation d'électricité, Dimensionnement des panneaux, Dimensionnement des batteries).

Et aussi, Nous avons choisi le matériel nécessaire pour installer le système photovoltaïque (l'onduleur, régulateur de charge) et nous avons vu comment connecter tous les éléments ensemble.

Enfin nous avons expliqué comment le fonctionnement du système et nous avons calculé le prix de l'installation et nous avons comparé entre le l'utilisation de système ou l'utilisation du réseau électrique

Conclusion générale :

La demande mondiale en énergie évolue rapidement et les ressources naturelles de l'énergie telles que l'uranium, le gaz et le pétrole diminuent en raison d'une grande diffusion et développement de l'industrie ces dernières années. Pour couvrir les besoins en énergie, des recherches sont conduites à l'énergie renouvelable. Une des énergies renouvelables qui peut accomplir la demande du monde jusqu'à maintenant, est l'énergie solaire, qui est libre et abondante dans la plupart des régions du monde, et est avérée une source économique.

L'utilisation d'énergie solaire comme source alternative d'énergie, souffre du coût élevé des cellules solaires, du faible rendement et de puissance intermittent selon la fluctuation des conditions atmosphériques. Par conséquent, n'importe quelle conception de système d'application d'énergie solaire, devrait prendre en compte ces inconvénients.

Le type de système photovoltaïque autonome élimine beaucoup de problèmes liés par la distribution d'électricité, parce que le coût de connexion des cités isolées par le réseau électrique, très élevé et aussi. Qu'il augmente la capacité des centrales de production pour répondre aux zones ajoutées, ce pour ça, il faut utiliser le système photovoltaïque autonome pour éviter tous ces problèmes.

Dans la première partie, nous avons exposé les fondements nécessaires à la compréhension du sujet. Nous avons rappelé des notions sur le rayonnement solaire, les multiples types et leur application dans le champ photovoltaïque, et nous avons aussi étudié le générateur en termes de principe de fonctionnement et la structure et aussi sur les avantages et les inconvénients, nous avons ensuite expliqué les convertisseurs et de leur rôle, Enfin, nous avons étudié la batterie en termes de principe de fonctionnement et les principales caractéristiques

En ce qui concerne la deuxième partie, nous avons étudié les types et les applications du système photovoltaïque autonome, ensuite, nous avons donné une idée générale sur l'étude préliminaire et les étapes les plus importantes que nous suivons pour l'installation de ce système, puis nous avons étudié comment assembler les panneaux solaires et les batteries, et nous avons parlé de la façon d'installer des toutes les éléments du système, enfin, nous avons expliqué les opérations de maintenance.

Dans la troisième partie, Nous appliqué les études que nous avons fêté dans le deuxième chapitre sur un projet réel.

BIBLIOGRAPHIE

Introduction générale :

[1].http://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9chauffement_climatique

[2] : Bendjamâa Ibrahim (Modélisation et commande d'un système De stockage photovoltaïque) 2011-2012.

[3]. Belhadj Mohammed: « Modélisation D'un Système De Captage Photovoltaïque autonome », Mémoire de Magister, Centre Universitaire De Bechar, 2007-2008

Chapitre I :

[1] : http://photovolt34.free.fr/systeme_isole.php.

[2] : Bendjamâa Ibrahim (Modélisation et commande d'un système De stockage photovoltaïque) 2011-2012.

[3] : :Bendjamâa Ibrahim (Modélisation et commande d'un système De stockage photovoltaïque) 2011-2012.

[4] : <http://www.nrjpro.fr/Home/Conseil/Orientation-PV-panneaux-modules-solaires-photovoltaïques>.

[5] : Lycee des metiers (energie solaire photovoltaïque).

[6] : Lycee des metiers (energie solaire photovoltaïque).

[7] : Lycee des metiers (energie solaire photovoltaïque).

[8] : http://www.ecosources.info/dossiers/Types_de_cellules_photovoltaïques.

[9] : http://www.ecosources.info/dossiers/Types_de_cellules_photovoltaïques.

[10] : http://www.ecosources.info/dossiers/Types_de_cellules_photovoltaïques.

[11] : http://www.ecosources.info/dossiers/Types_de_cellules_photovoltaïques.

[12] : http://www.ecosources.info/dossiers/Types_de_cellules_photovoltaïques.

[13] : <http://www.scienzagiovane.unibo.it/English/solar-energy/french-version/3-effet-photovoltaïque.html>.

[14] : Alain Ricaud (Systèmes photovoltaïques) oct.2011.

- [15] : Bendjamâa Ibrahim (Modélisation et commande d'un système De stockage photovoltaïque) 2011-2012.
- [16] : Bendjamâa Ibrahim (Modélisation et commande d'un système De stockage photovoltaïque) 2011-2012.
- [17] : Bendjamâa Ibrahim (Modélisation et commande d'un système De stockage photovoltaïque) 2011-2012.
- [18] : Bendjamâa Ibrahim (Modélisation et commande d'un système De stockage photovoltaïque) 2011-2012.
- [19] : N. Achaïbou (Introduction à l'Etude du Système de Stockage dans un Système Photovoltaïque) 1999.
- [20] : N. Achaïbou (Introduction à l'Etude du Système de Stockage dans un Système Photovoltaïque) 1999.
- [21] : http://fr.wikipedia.org/wiki/Batterie_au_plomb.
- [22] : IZZO Pascal (Notion sur les accumulateurs au plomb-acide).
- [23] : Notion sur les accumulateurs au plomb-acide – Créé par IZZO Pasca.
- [24] : AlainRicaud (Systèmes photovoltaïques) oct.2011.
- [25] : http://fr.wikipedia.org/wiki/Batterie_au_plomb.

Chapitre II :

- [1] <http://www.hellopro.fr/lampadaires-solaires-pour-l-eclairage-public-2006842-fr-1-feuille.html>
- [2] <http://www.phaesun.com/fr/systemes/references/electrification-rurale/eclairage-public.html>
- [3] <http://www.eclairagepublic.eu/fonctionnement.html>
- [4] <http://www.sellande.com/sellande-webcom/modules/faq/faqs.php>