



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de génie électrique

MÉMOIRE DE MASTER

Sciences et Technologies
Électrotechnique
Réseaux Électriques

Réf. :

Présenté et soutenu par :
MERABET Abd El Hak

Le : samedi 23 juin 2018

Dimensionnement d'un système d'alimentation en énergie électrique par voie photovoltaïque pour l'alimentation d'une habitation

Jury :

Dr.	MOHAMMEDI Messaoud	MAA	Université de Biskra	Président
Dr.	NAIMI Djemai	MCA	Université de Biskra	Rapporteur
Dr.	SALHI Ahmed	MCB	Université de Biskra	Examineur

Année universitaire : 2017 - 2018

Remerciements

Nous remercions tout d'abords Allah le tous puissant qui nous a fourni l'aide et la confiance pour réaliser ce travail.

Tous nos infinis remerciements à mon encadreur **Mr Djemai NAIMI POUR SON AIDE**, ses conseils et ses remarques qui nous ont permit de présenter notre travail dans sa meilleure forme.

Je remercie sincèrement tous les membres du jury **Mr SALHI Ahmed** et **MOHAMMEDI Messaoud**, qui ont accepté de juger ce travail et pour l'intérêt qui l'ont porté à ce dernier.

Nous remercions également tous les enseignants qui ont contribué à notre formation durant notre Circus universitaire.

Tous ceux qui ont contribué de près ou loin à l'élaboration de ce modeste travail, trouvent ici l'expression de notre profonde gratitude et profond respect.

RESUMES

L'énergie solaire photovoltaïque est considérée comme une énergie propre et gratuite non polluante par rapport aux énergies fossiles. La consommation d'énergie électrique dans les zones peuplées est impérative. Avec l'augmentation des prix des factures d'électricité classique, en Algérie trouve l'énergie solaire la solution idéale pour couvrir ces coûts. nécessaire pour alimenter une maison en zone urbaine, en tenant compte des différents équipements solaires utilisés dans les générateurs, les débits et ondulations ainsi que les batteries d'une part et les différentes charges utiles d'autre part. On a proposé dans cette étude de l'alimentation en électricité d'un habitat d'un logement (type F3) par voie photovoltaïque situé dans la ville de Biskra et en faisant une comparaison technico-économique avec celle par électricité classique.

Mots clés : L'énergie solaire photovoltaïque, électricité classique, équipements solaires, habitat, Dimensionnement.

Abstract:

Photovoltaic solar energy is considered a clean and free energy compared fossil fuels. The consumption of electrical energy in populated areas is imperative. With the rising prices of electricity bills in Algeria solar energy presents the ideal solution to cover these costs. Necessary to supply a house in an urban area, taking into account the different equipment used in the generators, the flows and ripples as well as the batteries on the one hand and the different payloads on the other hand, it was proposed in this study the load a dwelling (type F3) located in the Wiley of Biskra.

the key words: Photovoltaic solar, electricity bills , equipment used.

ملخص:

تعتبر الطاقة الشمسية الكهروضوئية طاقة مجانية و نظيفة بديلة عن المصادر التقليدية الملوثة للبيئة. إنالتغذية بالطاقة الكهربائية في المناطق السكانية أمرحتمي. و بالنظرإلى الزيادة في أسعار الفواتير الكهربائية في الجزائر نجد في الطاقة الشمسية الحل الأمثللتغطية هذه النفقات. هدف العمل هو تقديم طريقة لحساب الطاقة الكهروضوئية اللازمة لتغذية منزل في منطقة عمرانية أخدمين بعين الاعتبار مختلف التجهيزات المستعملة في مولدات و معدلات و موجات وكذلك البطاريات من جهة ومن جهة أخرى مختلف الحمولات و لهذا اقترحنا في هذه الدراسة حمولة شقة نوع ثلاث غرف تقع في ولاية بسكرة .

الكلمات المفتاحية : الطاقة الشمسية الكهروضوئية, تحجيم , التجهيزات الشمسية.

Table des matières

Liste des figures	I
Listes des tableaux.....	II
Liste des symboles et des abréviations	III
Introduction générale.....	IV

Chapitre 01

Généralités sur le photovoltaïque

1.1 Introduction	4
1.2 L'énergie solaire	4
1.3 Rayonnement solaire.....	5
1.3.1 Les différents types de rayonnement.....	5
1.4 Regroupement des cellules.....	6
1.5 Panneaux solaire photovoltaïque	8
1.6 Type des panneaux solaires.....	10
1.7 Domaines d'application de l'énergie photovoltaïque	12
1.8 Modes d'exploitation d'un système photovoltaïque.....	12
1.8.1 Mode autonome.....	12
1.8.2 Mode connecté au réseau	14
1.8.3 Mode hybride	14
1.9 Conclusion.....	15

Chapitre 02

Élément constitutif d'un system photovoltaïque

2.1 Introduction	17
2.2 Constitution d'un système photovoltaïque	17
2.3 panneaux solaires photovoltaïque	18

2.3.1 plaque signalétique d'un panneau solaire	18
2.4 Régulateur solaire	19
2.4.1 Fonctionnalités avancées	19
2.4.2 Les différentes technologies pour les régulateurs	19
2.4.3 Choix du régulateur solaire	20
2.5 Batterie solaire	20
2.5.1 Type des batteries solaires	20
2.5.2 Principales caractéristiques des batteries solaires	21
2.5.3 Comparaison entre les batteries GEL et AGM	22
2.5.4 Raccordement de batteries	22
2.6 Onduleur solaire	24
2.6.1 Type d'onduleur solaire	24
2.6.2 Caractéristiques d'onduleur solaire :	25
2.6.3 Critères de choix d'un onduleur solaire	25
2.7 Protection d'un système photovoltaïque :	26
2.8 Conclusion :	27

Chapitre 03

Dimensionnement du système photovoltaïque

3.1 Introduction	29
3.2 Méthodologie.....	30
3.2.1 Organigramme de dimensionnement.....	30
3.2.2 Explication de l'organigramme	31
3.3 Identification du site géographique	31
3.4 Présentation de la région d'expérimentations	32
3.5 Les données générales concernant la maison.....	33

3.6 Orientation et inclinaison des modules	33
3.7 Etude de système photovoltaïque	34
3.7.1 Calcule de l'énergie totale journalière et de la puissance totale	34
3.7.2 Calcul de la puissance crête du système photovoltaïque	38
3.7.3 Détermination de la tension de fonctionnement.....	39
3.7.4 Détermination du nombre des modules	39
3.7.5 La surface du champ.....	41
3.7.6 Détermination des batteries solaires	42
3.7.7 Détermination du régulateur	44
3.7.8 Détermination de l'onduleur	46
3.7.9 Détermination des sections des câbles DC et AC	45
3.7.10 Détermination des éléments de protection	49
3.7.11 Schéma de principe pour protéger la partie DC et AC	50
3.8 Maintenance	51
3.9 Etude technico-économique du système	52
3.10 Comparaison du la système photovoltaïque avec la facture d'électricité.....	52
3.11 Conclusion.....	55
Conclusion générale	56

Liste des figures

Chapitre 01

Fig. I .1 : principe de la conversion photovoltaïque de l'énergie solaire.	4
Fig. I .2 : Type d'énergie solaire.....	4
Fig.I.3 : Composantes du rayonnement solaire	5
Fig.I.4 : Caractéristique résultat d'un regroupement de N_s cellules en séries	6
Fig.I.5 : Caractéristique résultat d'un Regroupement de N_p cellules en parallèle	7
Fig.I.6 : Caractéristique Regroupement (série et parallèle).....	7
Fig. I.7 : Caractéristiques $I(v)$ et $P(v)$ d'un panneau solaire	8
Fig. I.8 : Plaque signalétique d'un panneau solaire.	9
Fig. I.9 : la température sur les caractéristiques.	9
Fig.I.10 : Schéma d'un système photovoltaïque en mode autonome.....	12
Fig. I.11 : schéma d'un système photovoltaïque en mode autonome (pompage).....	13
Fig.I.12 : Schéma d'un système photovoltaïque en mode autonome (centrales).	13
Fig.I.13 : mode d'exploitation d'un système photovoltaïque (connecté au réseau)	14
Fig.I.14 : Mode d'exploitation d'un système photovoltaïque (hybride).	15

Chapitre 02

Fig.II.1 : Principe de fonctionnement d'un système PV autonome.	17
Fig.II.2 : Les régulateurs solaires.....	19
Fig.II.3 : Batterie à plomb ou liquide.	21
Fig.II.4 : Batterie à Gel ou AGM.	21
Fig. II.5 : Batterie au lithiumion.	21
Fig.II.6 : Raccordements des batteries en série.	23

Fig. II.7 : Raccordement des batteries parallèle.....	23
Fig.II.8 : Raccordement des batteries en mixte ou sérié/parallèle.	24
Fig.II.9 : Les type d'onduleur solaire.....	25
Fig.II.10 : Exemples d'organes de protection.....	27

Chapitre 03

Fig.III.1 : La structure de l'installation photovoltaïque autonome	29
Fig.III.2 : Organigramme de détermination du système PV.	30
Fig.III.3 : Situation de la wilaya de Biskra.....	32
Fig.III.4 : Météorologique de Biskra.....	32
Fig.III.5 : Inclinaison de panneaux.	34
Fig.III.6 : Ensoleillement moyenne journalier de Biskra sur plan incliner au mois de décembre.....	38
Fig.III.7 : Schéma principe de raccordement des panneaux.....	41
Fig.III.8 : la surface explorée par les panneaux solaires	42
Fig.III.9 : Raccordements des batteries.	44
Fig.III.10 : Modèle de régulateur Victron Blue Solar MPPT 150/45- Tr	45
Fig. III.11 : modèle d'onduleur.....	46
Fig.III.12 : La structure d'un système PV autonome.....	48
Fig.III.13 : Schéma de principe pour protéger la partie DC et AC.....	50
Fig.III.15 : Le prix unitaire des deux systèmes (PV& facture étrique).....	54
Fig.III. 16 : coût annuel estimé du systèmede photovoltaïque avec la facture d'électricité.	54

Liste des tableaux

Chapitre 01

Tableau I.1 : type des panneaux solaires	11
--	----

Chapitre 03

Tableau III.1 : Donnée météorologique de maison	33
Tableau III.2 : Besoins énergétiques	35
Tableau III.3 : Besoins énergétiques et puissance totale des éléments	36
Tableau III.4 : Energie totale journalière Demandée	37
Tableau III.5 : tension du système en fonction de la puissance totale.....	39
Tableau III.6 : Les caractéristiques du modèle	40
Tableau III.7 : cout section de câble.....	49
Tableau III.8 : Les couts estimatifs globaux annuels du système	52
Tableau III.9 : La consommation par trimestre	53

Liste des symboles et des abréviations

Ns : nombre les cellules en série.

Np : nombre les cellules en parallèle.

Voc : tension circuit ouvert (v).

Isc : courant de court-circuit (A).

Vmpp : La tension de puissance maximale (V).

WP : La puissance nominale (w).

Ptot : Puissance totale installé demandée (w).

n : le nombre des éléments.

Pi : la puissance de chaque élément (w).

Nhi : le nombre d'heure d'utilisation de chaque élément.

Etj : l'énergie totale installée (Wh).

Pc : la puissance crête (Wc).

Pd : profondeur de décharge des batteries.

Ct : capacité totale nécessaire.

Nb : le nombre de batteries.

Cb : la capacité de batteries.

I_{reg} : Le courant du régulateur(A).

I_{totp} :Le courant total des panneaux(A).

FC : facteur de correction du système.

Pond :la puissance de l'onduleur.

Ptj : La puissance totale installée.

R : La résistance d'un câble électrique.

I : Le courant.

ε : Chute de tension.

S : la section du conducteur (mm^2).

L : La longueur totale (aller- retour) en (m).

ρ : La résistivité du matériau conducteur, conducteurs en cuivre($\rho = 1,7 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$).

AH : ampères-heures.

ENS : ensoleillement journalier ($\text{Wh}/\text{m}^2/\text{j}$).

V_{sys} : La tension de fonctionnement d'un système.

MPP : point de puissance maximum.

MPPT: Maximum Power Point Tracking.

GPV : Générateur de photovoltaïque.

Auto : nombre de jour d'autonomie de la région.

INTRODUCTION GENERALE

L'accès à l'énergie électrique est de nos jours considéré comme un facteur clé pour le développement : les services énergétiques de consommation (moyens de communication, éclairage, confort dans l'habitat) améliorent le bien-être social et ceux de la production, du transport sont décisifs au développement économique.

La majeure partie de l'énergie consommée actuellement provient de l'utilisation des combustibles fossiles (pétrole, charbon, gaz naturel) ou de l'énergie nucléaire. Les prévisions récentes alertent que l'utilisation massive de ces ressources conduira certainement à l'épuisement de ces réserves. En plus, tout le monde est très convaincu par le danger de ce processus sur l'environnement. A partir de ce constat, la recherche d'autres ressources d'énergie de remplacement s'avère nécessaire.

Les énergies renouvelables, comme l'énergie photovoltaïque, éolienne ou hydraulique, représentent une solution de remplacement par excellence et elles sont de plus en plus utilisées dans nos jours. Ce type d'énergie n'est pas seulement gratuit et inépuisable, mais aussi très propre pour l'environnement. D'ailleurs, on parle souvent d'une énergie « verte », puisqu'elle permet d'éviter totalement la pollution produite par les sources traditionnelles..[1]

Dans ce travail, nous sommes particulièrement intéressés par l'énergie photovoltaïque en tant que principale source d'énergie pour la technico-économique d'une maison, notre mémoire est subdivisé en trois chapitres :

Le premier chapitre : Traite les généralités du système photovoltaïque expose un regroupement des cellules, Domaines d'application et Modes d'exploitation.

Le deuxième chapitre : expose les éléments constitutif du système PV à savoir (le générateur PV, les batteries le régulateur, et l'onduleur ...).

Le troisième chapitre : Le travail qui sera présenté dans ce mémoire porte sur le dimensionnement du système, solaire et de commande, reliant les panneaux solaires, les batteries, le groupe électrogène et le réseau à la charge. Une évaluation économique, approximative, comparative avec la facture d'électricité.

Chapitre 01

Généralités sur le photovoltaïque

1.1 Introduction

L'énergie solaire photovoltaïque provient de la conversion directe de l'énergie des photons, compris dans le rayonnement solaire, en énergie électrique, par le biais de capteurs fabriqués avec des matériaux sensibles aux longueurs d'ondes du visible (cellules photovoltaïque PV)[2].

1.2 L'énergie solaire

L'électricité est une des formes d'énergie les plus versatiles et qui s'adapte au mieux à chaque nécessité. Son utilisation est si étendue, qu'aujourd'hui on pourrait difficilement concevoir une société techniquement avancée qui n'en fasse pas usage.

Le principe de l'énergie solaire photovoltaïque consiste à transformer la rayonnement solaire en électricité à l'aide d'une cellule photovoltaïque



Fig. I.1 : principe de la conversion photovoltaïque de l'énergie solaire.

➤ Type de l'énergie solaire :

Il existe deux types d'énergie solaire : photovoltaïque, thermique.

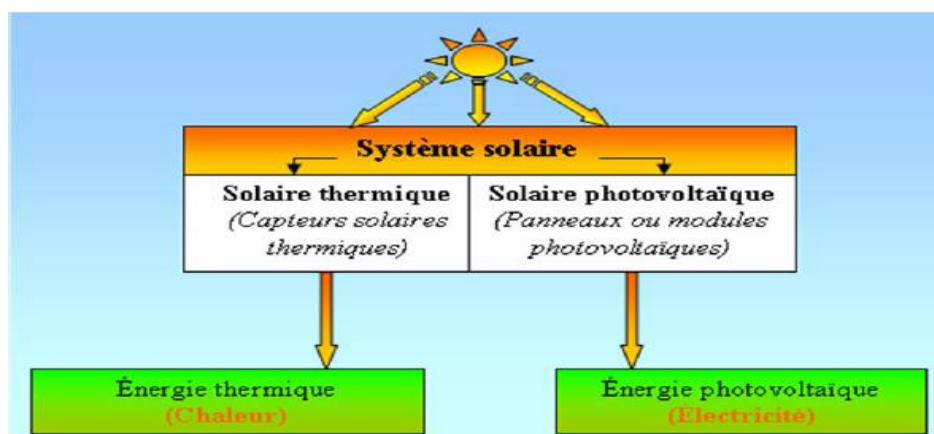


Fig. I.2 : Type d'énergie solaire [3].

1.3 Rayonnement solaire

Le rayonnement solaire est la matière première de l'énergie solaire, c'est une propagation d'une onde de longueur qui varie entre 0.2 et $4.10^{-6}m$, sans la nécessité d'un support physique pour se déplacer, il arrive au sol après la perte d'une grande partie de son intensité, à cause d'une partie de l'ultraviolet, qui s'absorbent.

1.3.1 Les différents types de rayonnement

a) Rayonnement direct RD :

Le rayonnement direct est reçu directement du soleil, sans diffusés par l'atmosphère. Les rayons sont parallèles entre eux, il forme donc des ombres et peut par des modules.

b) Rayonnement diffus Rd :

C'est la partie de l'éclairement solaire réfléchi par le sol, ce rayonnement dépend directement de la nature du sol (nuage, sable ...).

c) Rayonnement solaire réfléchi :

L'albédo est la partie réfléchi par le sol. Il dépend de l'environnement du site. Il faudra en tenir compte pour évaluer le rayonnement sur le plan incliné.

d) Le rayonnement global RG :

Le rayonnement global désigne l'intensité globale de flux solaire sur une surface réceptrice.[2]

$$RG = RD + Rd$$

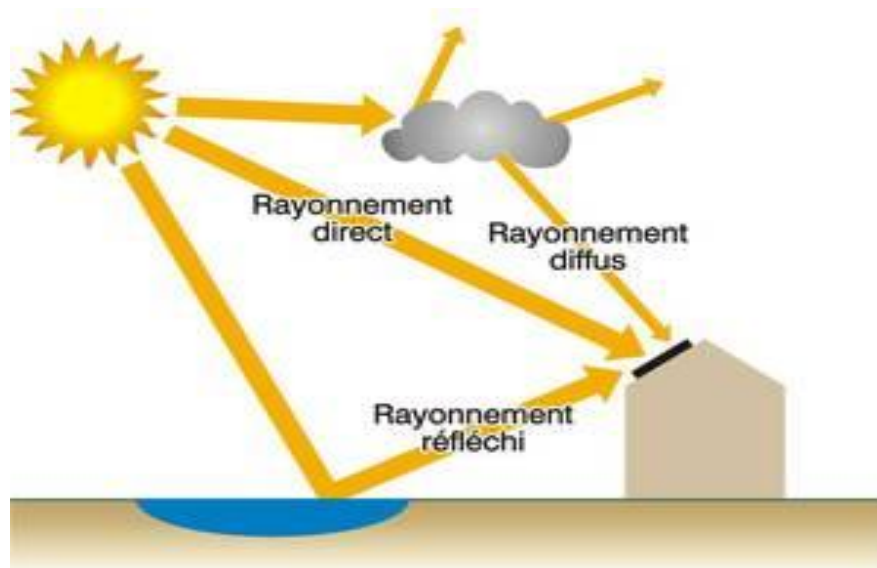


Fig.I.3 : Composantes du rayonnement solaire[4].

1.4 Regroupement des cellules

a) Regroupement en série :

Les cellules photovoltaïques peuvent se connecter en série. La tension de toutes les cellules s'ajoute et le courant est le même que celui d'une seule cellule[5].

L'équation(I-1) résume les caractéristiques électriques d'une association de N_s cellules en séries.

$$V'_{co} = N_s \cdot V_{co} \quad I-1$$

Avec :

V_{co} : La tension du circuit ouvert.

Comme montre la figure.(I.4).

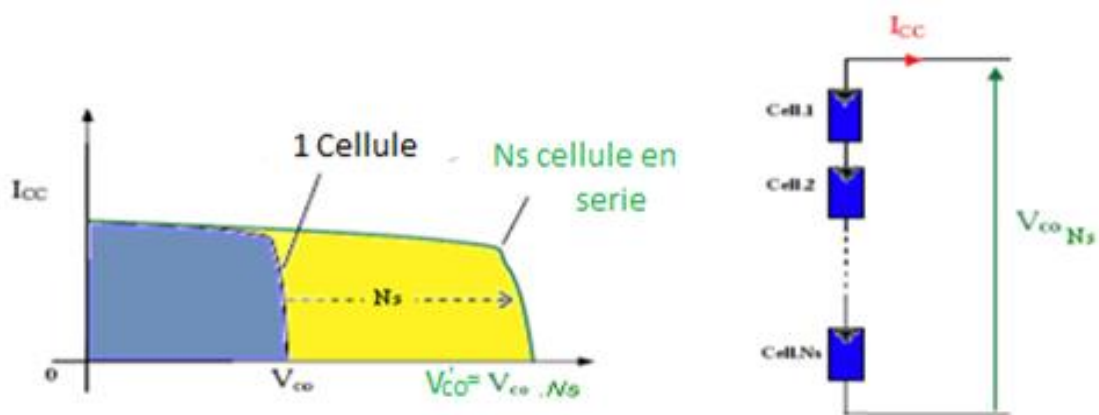


Fig.I.4 :Caractéristique résultant d'un regroupement de N_s cellules en séries [6].

b) Regroupement en parallèle :

Lorsque les cellules sont connectées en parallèles, ce sont les courants qui s'ajoutent et la tension qui restera constante. L'équation(I-2) résume les caractéristiques électriques d'une association de N_p . [5]

$$I'_{cc} = N_p \cdot I_{cc} \quad I-2$$

Avec :

I_{cc} : Courant de court-circuit.

Comme montre la figure.1.5

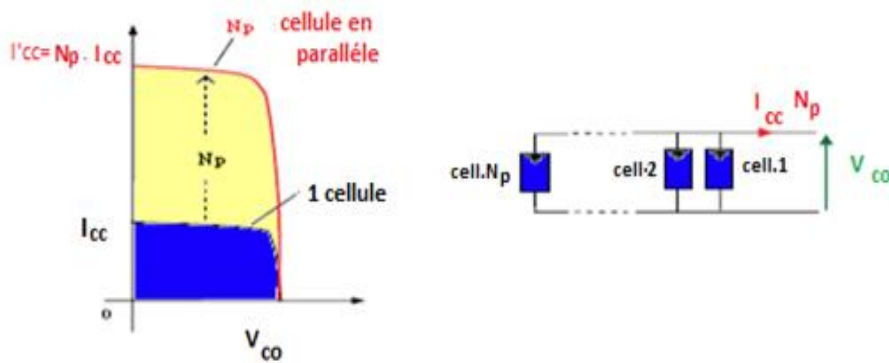


Fig.I.5 :Caractéristique résultat d’un Regroupement de N_p cellules en parallèle [6].

c) **Regroupement (série et parallèle) :**

On utilise généralement ce type d’association pour en tirer une tension importante puisque l’association en série des photopiles délivre une tension égale à la somme des tensions individuelles et un courant égal à celui d’une seule cellule. La caractéristique d’un groupement de deux modules solaires est représentée ci-dessous figure. (I.6), ce qui peut être généralisé sur une gamme de N_s modules solaires en série. Ce genre de groupement augmente le courant. [5]

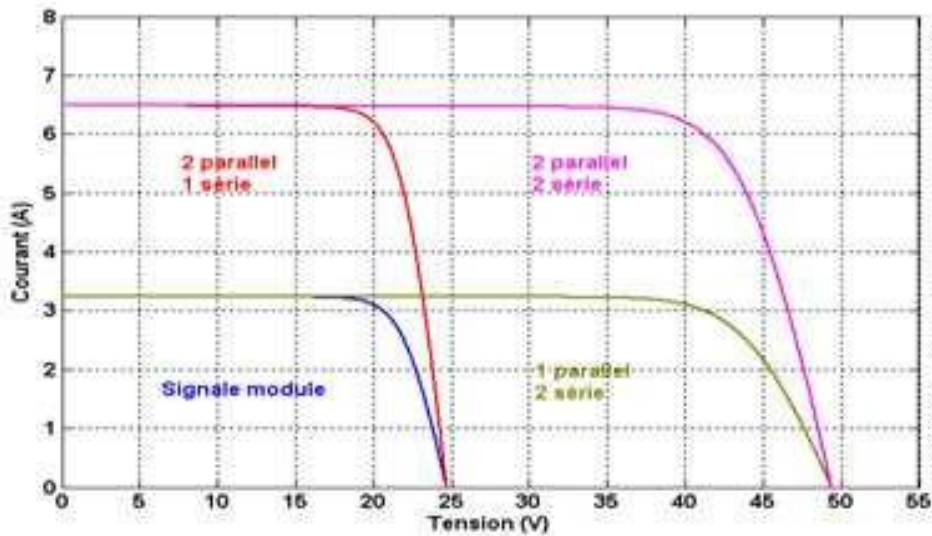


Fig.I.6: Caractéristique Regroupement (série et parallèle).

1.5 Panneaux solaire photovoltaïque

Le panneau solaire est un dispositif qui produit de l'électricité contenu à travers le rayonnement de lumière qu'il a absorbé.

La structure des panneaux solaires photovoltaïques est la même : une couche de cellules de silicium est placée entre une plaque de verre trempé et un film polymère

On peut définir aussi qu'un panneau photovoltaïque est composé d'un ensemble de cellules photovoltaïques et en présence de soleil, chacune de ces cellules produit un courant I (en ampère A) et une tension U (en volt V). Le produit de ces deux grandeurs donne une puissance P , exprimée en Watt(W).

Voici à quoi ressemble la caractéristique électrique d'un panneau solaire :

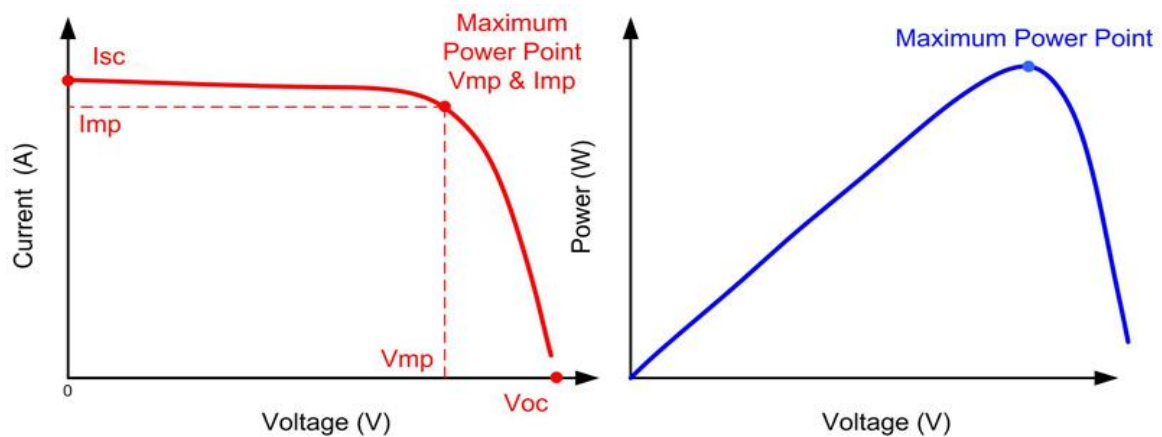


Fig. I.7 :Caractéristiques $I(v)$ et $P(v)$ d'un panneau solaire [7].

- **La courbe rouge courant-tension :**

V_{oc} : tension circuit ouvert (open circuit) indique la tension présente aux bornes du panneau quand il n'est pas branché.

I_{sc} : courant de court-circuit (shorted circuit) indique le courant max que peut délivrer le panneau.

- **La courbe bleue :** la puissance-tension

Cette courbe s'obtient par le produit du courant et de la tension de la courbe rouge.

Le point de 2 valeurs particulières qui sont :

- Le courant de puissance maximale noté I_{mpp} (ou I_{ppm}).
- La tension de puissance maximale notée V_{mpp} (ou V_{ppm}).[8]

Les données constructrices d'un panneau photovoltaïque.

Exemple :

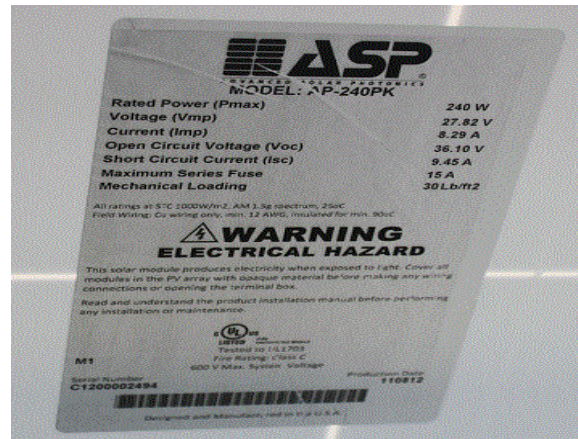


Fig. I.8: Plaque signalétique d'un panneau solaire.

Ces valeurs sont obtenues par le constructeur dans des conditions bien particulières :

La condition de test standards : stc c'est-à-dire avec un ensoleillement équivalent à 1000 W/m^2 avec une température de 25°C , c'est condition stc sone donc optimales.

Effets de la température sur la caractéristique $I(V)$ d'un panneau solaire .

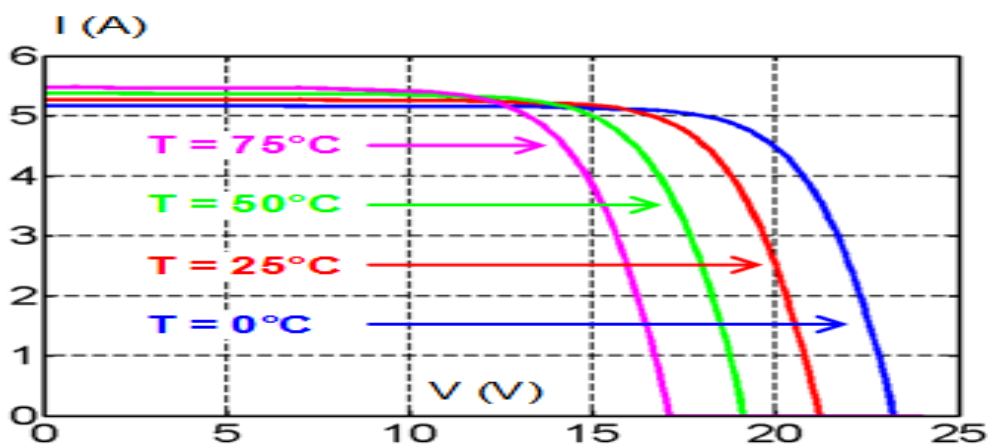


Fig. I.9: la température sur les caractéristiques.

1.6 Type des panneaux solaires

Les différents matériaux utilisés Un des facteurs qui influence le rendement d'une cellule photovoltaïque est la qualité des matériaux utilisée dans sa fabrication. Leur rendement peut aller de 17% environ pour les plus efficaces à moins de 10% pour les moins efficaces.

Il y a 3 types de matériaux qui sont largement utilisés dans l'industrie du photovoltaïque. Ils sont tous issus du silicium qui est un semi-conducteur.

Le silicium Mono cristallin, il est fabriqué avec du silicium fondu que l'on refroidit pendant plusieurs heures, on obtient ainsi un cristal que l'on découpe à l'aide d'une scie diamantée en tranche de 300µm à 400µm. Ce type de matériaux permet d'atteindre un rendement de 15% à 18%, il peut produire beaucoup d'énergie sur un petit espace (environ 150Wc/m²) et a une durée de vie de 25 ans. Cependant sa fabrication est celle qui coûte le plus chère, sa pose est complexe et il ne fonctionne qu'avec un fort ensoleillement

Le silicium Poly cristallin, c'est le matériau le plus utilisé. Il est fabriqué de la même façon que le monocristallin sauf que l'on refroidit beaucoup plus rapidement le silicium créant ainsi plusieurs cristaux (contrairement au silicium monocristallin). Il produit environ 100 WC/m² et possède un rendement de 10% à 14%. Il a l'avantage d'être moins cher que le silicium monocristallin pour la même durée de vie.


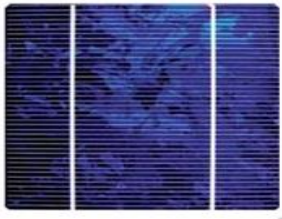

Le silicium amorphe, ce matériau est construit à partir d'un substrat de verre. Il est généralement utilisé sur des appareils ne demandant pas une grosse quantité d'énergie tel que les calculatrices ou les montre "solaires".

Il a l'avantage d'être très bon marché, de pouvoir être intégré sur des supports souples (en effet une couche de 1µm est suffisante à son fonctionnement) de fonctionner même avec un éclairage faible et d'avoir une meilleure résistance à une hausse de température. Toutefois il possède un très faible rendement, de l'ordre de 5% à 8% et subit une perte de rendement durant les premiers mois d'utilisation (ce phénomène est appelé la 'stabilisation sous lumière') de plus sa durée de vie est plus courte que les siliciums cristallin (environ 10 ans).

Enfin les processus de fabrication ne sont pas bien maîtrisés. Toutefois cette industrie n'est vieille que d'une trentaine d'année comparée à l'industrie cristalline vieille d'un demi-siècle, Il existe plusieurs autres matériaux pour la fabrication de cellules photovoltaïques comme le CdTe qui est un alliage de tellure et de cadmium ou encore le CGIS qui est un alliage de cuivre, d'indium et

de sélénium auquel on a rajouté du gallium. Ces nouveaux matériaux semblent prometteurs mais ils occupent une place négligeable du marché et en sont encore au stade expérimental [8].comme le tableau (I.1) la présente

Tableau (I.1) : Récapitulative de type des panneaux solaire.

Technologie	Monocristallin	Polychristallin	Amorphe
Cellule et module			
Caractéristiques	<p>Très bon rendement : 14 à 20% une</p> <p>Durée de vie : Importante (25ans)</p> <p>Cout de fabrication : Elevé</p> <p>Puissance : 100 à 150 WC /m²</p> <p>Rendement faible sous Un faible éclairement</p> <p>Pert de rendement avec l'élévation de la température</p> <p>Fonctionne qu'avec un fort ensoleillement</p> <p>Couleur bleue uniforme</p>	<p>Bon rendement : 11à 15 %</p> <p>Durée de vie : Important (25ans)</p> <p>Cout de fabrication : meilleur marché que les panneaux monocristallins</p> <p>Puissance : 100Wc/m²</p> <p>Rendement faible sous Un faible éclairement</p> <p>Pert de rendement avec l'élévation de la température</p> <p>Possèdeune meilleure résistance à une haute de température</p>	<p>Rendement faible : 5à9%</p> <p>Durée de vie : Assez importante (20ans)</p> <p>Cout de fabrication : Peu onéreux par rapport aux autres technologies</p> <p>Puissance : 50Wc /m²</p> <p>Rendement faible en plein soleil</p> <p>Une meilleure résistance à une haute de température</p> <p>Fonctionner même avec un éclairage faible Utilisable en panneaux souples</p>
Part de marché	43%	47%	10%

1.7 Domaines d'application de l'énergie photovoltaïque

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

- Électrification rurale (éclairage, réfrigération...).
- Télécommunications (relais hertzien, relais T.V., relais radiotéléphone...).
- Pompage.
- signalisation (routière, aérienne, maritime...), détection.
- Protection (commandes de vannes de sécurité, système d'alarme...).
- Stations de mesures (stations automatiques météorologiques, mesures de débit, de Niveau, comptage de trafic), ...etc.

1.8 Modes d'exploitation d'un système photovoltaïque

On distingue trois modes d'exploitation d'un système PV : autonome, connecté au réseau et hybride.

1.8.1 Mode autonome

En mode autonome, le générateur photovoltaïque représente la seule source d'énergie électrique pour alimenter des récepteurs. Ce mode est adopté lorsque le réseau n'est pas disponible ou lorsque le fonctionnement des récepteurs dépend uniquement du fil de soleil (pompage, éclairage, climatisation, chauffage, etc.). La figure suivante explique ce mode[1].

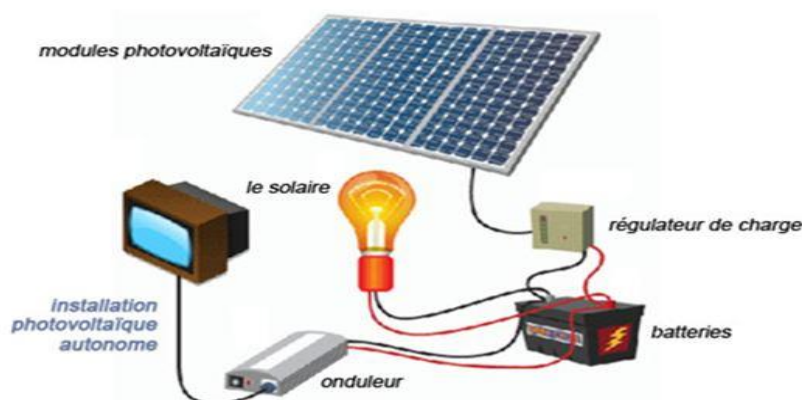


Fig.I.10 :Schéma d'un système photovoltaïque en mode autonome [9].

a) Pompage de l'eau :

Dans ce cas d'application, le fonctionnement se fait généralement au fil du soleil. Ainsi, le panneau PV alimente directement une pompe à travers un onduleur ; et ce tant que la puissance de sortie du panneau est capable de faire fonctionner la pompe.

Ce mode est plus efficace lorsqu'un stockage de l'eau est toujours possible. Un système de pompage d'eau peut être représenté par la figure I.11 ci-contre.

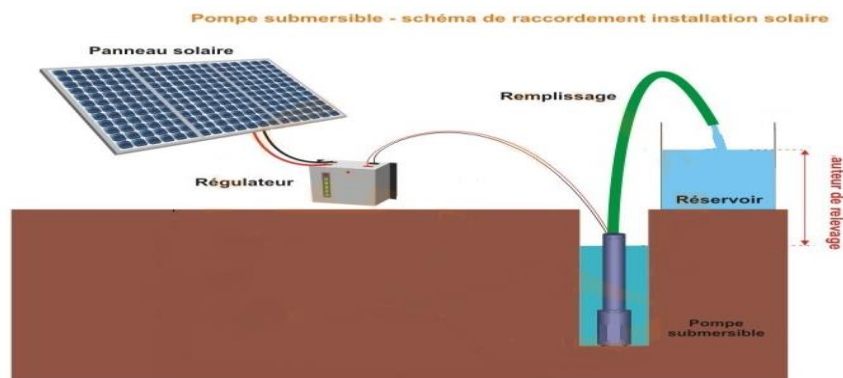


Fig.I.11 : schéma d'un système photovoltaïque en mode autonome (pompage).

b) Centrales photovoltaïques :

Une centrale photovoltaïque est un ensemble de panneaux photovoltaïques connectés en séries ou en parallèles en vue de délivrer une puissance élevée.

Ce type de centrales est généralement utilisé pour l'électrification des régions éloignées du réseau et avec le minimum de coût. L'énergie offerte par les panneaux photovoltaïques passe par un étage hacheur et MPPT pour tirer le maximum d'énergie, un filtre et un onduleur ce qui garantit une énergie délivrée en continue et en alternatif. La figure suivante donne le principe de ces centrales.



Fig.I.12: Schéma d'un système photovoltaïque en mode autonome (centrales).

1.8.2 Mode connecté au réseau

Dans ce mode, le panneau PV est connecté au réseau électrique. Le système photovoltaïque est muni de convertisseurs de puissance pour adapter l'énergie produite par les panneaux PV. Ces convertisseurs sont composés d'un hacheur muni d'un MPPT, d'un filtre, d'un onduleur et d'une électronique appropriée pour assurer l'adaptation en amplitude et en fréquence avec le réseau (accrochage au réseau) comme le montre la figure suivante.

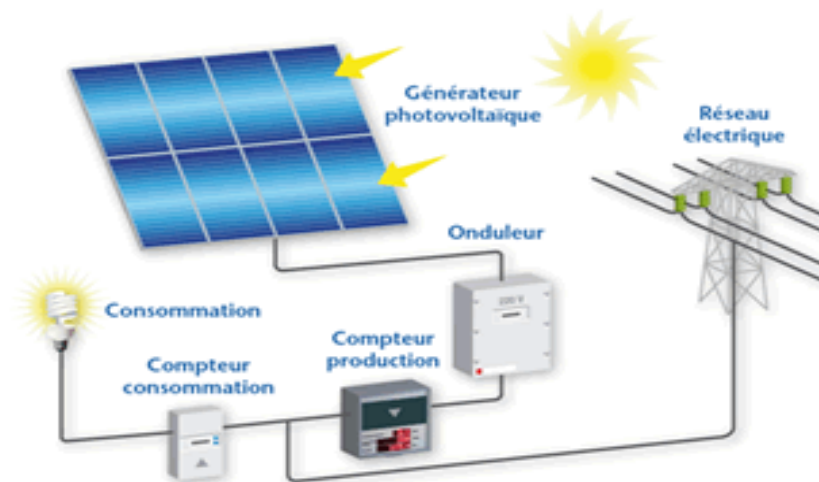


Fig.I.13 : mode d'exploitation d'un système photovoltaïque (connecté au réseau) [9].

1.8.3 Mode hybride

Un système d'énergie hybride comporte plus qu'une source d'électricité tel que les panneaux photovoltaïques, les piles à combustibles, les générateurs éoliens, les batteries de stockage, les groupes électrogènes...etc. Ce type d'installation est utilisé pour l'électrification des régions loin du réseau. Il existe plusieurs configurations de ces systèmes :

PV/thermique, PV/batterie, PV/piles à combustibles, PV/éolienne/batterie, PV/éolienne, PV/groupe électrogène.

Le choix se base essentiellement selon les caractéristiques météorologiques du site d'implantation. Les systèmes hybrides connectés au réseau ont pour but de renforcer la source principale d'électricité alimentant le réseau. Ils sont généralement à base de sources d'énergie

renouvelables tel que : les panneaux photovoltaïques, les éoliennes, les piles à combustibles, les batteries de stockage, les groupes électrogènes (figure ci-dessous)[1].

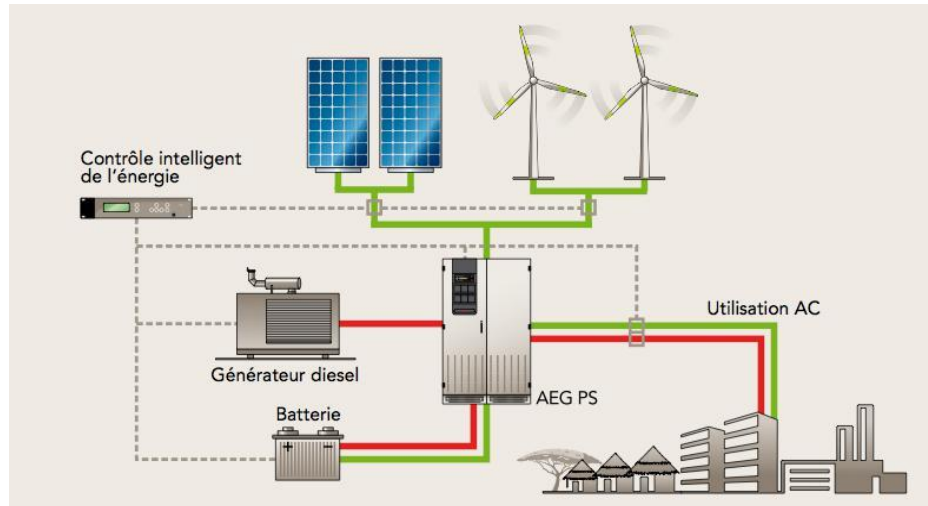


Fig.I.14:Mode d'exploitation d'un système photovoltaïque (hybride).

1.9 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons rappelé quelques notions sur principe de photovoltaïque, et son application dans le domaine photovoltaïque. A cet effet nous avons constaté que l'énergie solaire est une énergie propre et disponible, type des panneaux solaires, Comparaison des trois principales technologies.

Chapitre 02

ÉLÉMENTS CONSTITUTIF D'UN SYSTEME PHOTOVOLTAÏQUE

2.1 Introduction

Nous avons présenté dans ce chapitre les différentes notions qui entrent dans la constitution d'un système photovoltaïque. Aussi que le fonctionnement de chaque élément, avec ses caractéristiques et les critères de choix.

2.2 Constitution d'un système photovoltaïque

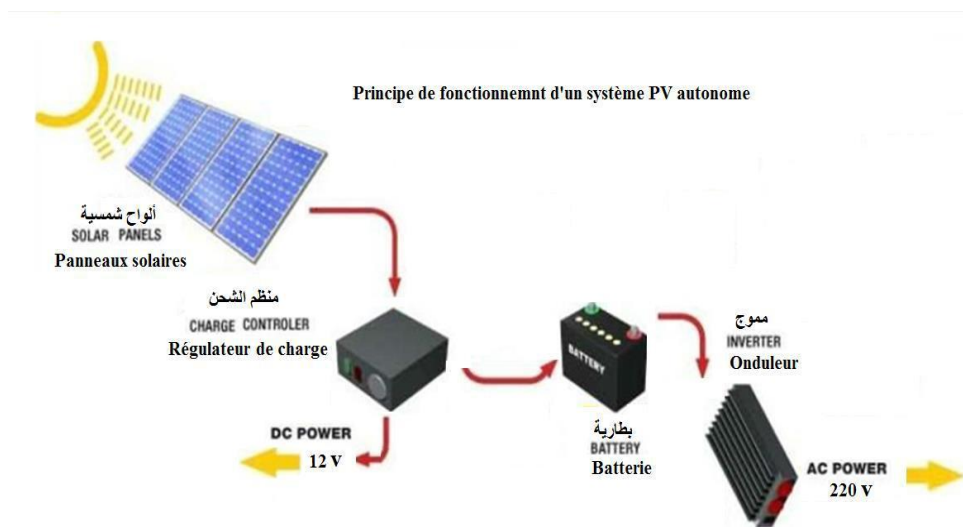


Fig.II.1: Principe de fonctionnement d'un système PV autonome.

D'après les schémas ci-dessus on constate que n'importe quel système solaire autonome doit être composé des éléments nécessaires suivants :

- Panneaux solaires.
- Batteries.
- Onduleur.
- Régulateur de charge (Charge DC ou AC).

2.3 panneaux solaires photovoltaïque :

2.3.1 plaque signalétique d'un panneau solaire :

Chaque panneau solaire a des caractéristiques qui sont fournies par le fabricant. Sur leur dessous, normalement, une étiquette les rappelle. Les caractéristiques qui nous intéressent sont (abrégiées en Anglais) :

- **La tension nominale** (nominal voltage) : de 12 V ou 24 V.
- **La puissance nominale** (nominal power - WP) : c'est la puissance maximum qu'il peut fournir à la tension nominale ; c'est celle qui est indiquée sur les brochures.
- **L'intensité de court-circuit** (short-circuit current - I_{sc}) : c'est l'intensité maximum de courant délivré par le panneau ; elle permet de dimensionner le régulateur.
- **La tension maximum ou de charge** (maximum power voltage - V_{pm}) : c'est la tension qui permet de délivrer la puissance maximum réelle ; en éclairage maximum, c'est cette tension qui est en entrée du régulateur
- **L'intensité maximum ou de charge** (maximum power current - I_{pm}) c'est l'intensité observée à la tension de charge ; en éclairage maximum, c'est ce courant qui est en entrée du régulateur.
- **Les dimensions du panneau solaire** : longueur et largeur.
- **le rendement des cellules** ; 15% est une bonne valeur.
- **la section des fils de raccordement** : dépend des paramètres d'utilisation.
- **La valeur de fusible utilisé** : pour la protection [1].

2.4 Régulateur solaire :



Fig.II.2: Les régulateurs solaires.

Le régulateur est le cœur du système photovoltaïque : il contrôle les flux d'énergie. Il sert protéger la batterie contre les surcharges (solaires), les décharges profondes (utilisateur) et le court-circuit. De cette façon, le régulateur prolonge la durée de vie de la batterie. Il doit également assurer la surveillance et la sécurité de l'installation (alarmes, fusibles, inversions de polarité). Dans les systèmes plus élaborés, il peut aussi commander la recharge par d'autres sources d'énergie (génératrice d'appoint). Dans certains cas, il peut réaliser un conditionnement de puissance (recherche du point de puissance maximum, MPPT). [8]

2.4.1 Fonctionnalités avancées :

- Possibilité de connexion à un ordinateur.
- Déclenchement d'alarmes (signal sonore, e-mail ou même SMS).
- Enregistrement de données.
- Choix du mode de charge (recharge rapide, veille...).
- Déclenchement automatique de sources d'énergie complémentaires : groupe électrogène ou réseau électrique.

2.4.2 Les différentes technologies pour les régulateurs :

Il existe 3 grandes sortes de régulateurs :

- **Le régulateur shunt** : il court-circuite les panneaux en cas de surcharge de la batterie et convient aux petites installations
- **Le régulateur série** : il ouvre le circuit en cas de surcharge et est adapté aux installations photovoltaïques de grande taille
- **Le régulateur MPPT** (Maximum Power Point Tracking, soit recherche du point de puissance maximum) : cette technologie récente permet d'accroître la rentabilité du photovoltaïque en

produisant 15% à 30% d'énergie. L'intérêt de ce régulateur tient également dans le fait qu'il prolonge davantage la durée de vie de la batterie.

2.4.3 Choix du régulateur solaire :

Une fois la technologie la plus adaptée identifiée, il faut s'attacher au dimensionnement du régulateur photovoltaïque. Celui-ci dépend de 2 critères principaux :

- **La tension nominale** doit correspondre à celle qui existe entre les panneaux et la batterie photovoltaïque : 12, 24 ou 48 Volts.

- **L'intensité maximale admissible** par le circuit d'entrée du régulateur doit être supérieure à l'intensité du courant produit par les panneaux solaires. Cela vaut également pour le circuit de sortie.

Ainsi, une fois tous ces aspects techniques pris en compte, il ne restera qu'à comparer les offres pour trouver le meilleur prix pour un régulateur photovoltaïque.

- **La plage de tension d'entrée** : elle est signifiée dans la fiche technique de régulateur elle représente la valeur de tension admissible que le régulateur peut recevoir. Dans certains cas un régulateur de 48 V peut recevoir une tension jusqu'à 125V.

- **La technique de commande utilisée** : on constate deux techniques : Mppt ou Pwm et on préfère toujours le mode Mppt pour minimiser les pertes et avoir le maximum de puissance [8].

2.5 Batterie solaire :

Pour faire fonctionner un système (maison, machine...) uniquement à l'énergie solaire, il est indispensable de s'équiper d'une batterie photovoltaïque. Il faut en effet pouvoir stocker de l'énergie pour la nuit ou les périodes moins ensoleillées. Les batteries solaires sont obligatoires pour une installation autonome.

2.5.1 Type des batteries solaires :

On distingue généralement trois types de batteries solaires :

a) Batterie à plomb ou liquide :



Fig.II.3 : Batterie à plomb ou liquide.

b) Batterie à Gel ou AGM :



Fig.II.4 : Batterie à Gel ou AGM.

c) Batterie au lithium ion :



Fig. II.5 : Batterie au lithium ion.

2.5.2 Principales caractéristiques des batteries solaires :

Les batteries utilisées pour les installations photovoltaïques sont appelées batteries stationnaires ou à décharge profonde. Ce sont des batteries au plomb qui utilisent comme conducteur une solution d'acide sulfurique aussi appelée électrolyte[7].

Elles sont capables d'injecter un courant stable pendant de longues périodes (comme la nuit par exemple) et peuvent se décharger et se recharger très fréquemment (c'est ce qu'on appelle des cycles) sans se détériorer. Leur durée de vie est générale supérieure à 8 ans.

Pour les installations photovoltaïques, il est recommandé d'utiliser des batteries correspondant aux critères suivants :

Profondeur de décharge de 60 à 80% et Minimum de 400 cycles.

Batteries à électrolyte liquide, aussi appelées batteries AGM ou à électrolyte gélifié, ou batteries GEL.

2.5.3 Comparaison entre les batteries GEL et AGM :

Les batteries **AGM** ont une intensité maximale légèrement supérieure aux batteries **GEL** car les électrons se déplacent plus facilement en milieu liquide.

Le rendement d'une batterie photovoltaïque AGM sera donc légèrement meilleur que celui d'une batterie GEL. De plus, elles sont en principe plus tolérantes aux erreurs de manipulation.

Les batteries GEL, quant à elles, ont l'avantage d'éviter tout risque d'écoulement et demandent moins d'efforts de maintenance. Concernant le prix des batteries photovoltaïques, celui-ci est assez élevé. Les échelles sont à peu près les mêmes selon que l'on choisisse une batterie GEL ou AGM. Le prix augmente en fonction de l'autonomie souhaitée, indiquée en AH (ampères-heures).

Grâce à une batterie solaire et si l'ensoleillement est suffisant, l'installation photovoltaïque pourra être autonome. En revanche, si l'installation est connectée au réseau de distribution d'électricité, il est économiquement plus avantageux de se passer d'une batterie et de vendre les surplus d'électricité aux réseaux électriques [1].

2.5.4 Raccordement de batteries :

Dans les systèmes photovoltaïques on utilise trois types de raccordement des batteries :

a) Raccordement série :

Dans ce type on doit augmenter la tension des batteries afin d'obtenir la tension voulu 12, 24 ou 48V mais la capacité reste telle quelle est.

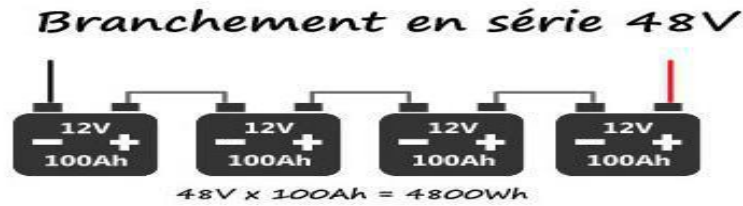


Fig.II.6 : Raccordements des batteries en série.

b) Raccordement parallèle :

Le cas contraire ici on veut augmenter la capacité des batteries tandis que et la tension ne change plus.

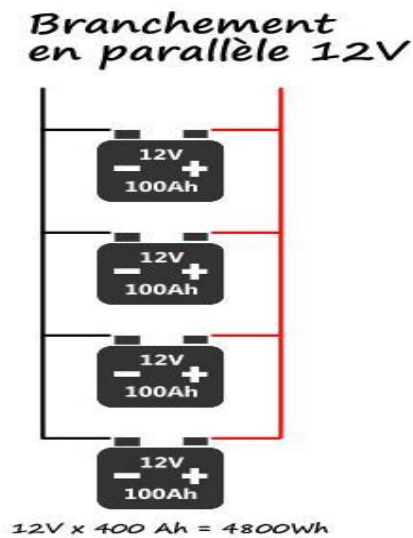


Fig. II.7: Raccordement des batteries parallèle.

c) Raccordement mixte ou (série parallèle) :

Dans ce cas on joue sur les deux grandeurs tension et capacité selon les besoins alors on va raccorder un ensemble en série pour avoir une telle tension (24V ou 48V par exemple) et le même autre ensemble en parallèle pour augmenter la capacité (Ah)[2].

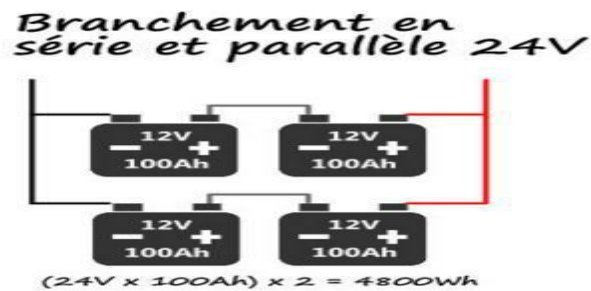


Fig.II.8 :Raccordement des batteries en mixte ou sérié/parallèle.

2.6 Onduleur solaire :

Un onduleur est un dispositif d'électronique de puissance permettant de fournir des tensions alternatif avec une fréquence fixe ou ajustable à partir d'une source d'énergie électrique de tension contenu. Avec même puissance presque, L'onduleur est un convertisseur statique de type (continu/alternatif) [8].

2.6.1 Type d'onduleur solaire

On peut distinguer deux types d'onduleurs utilisés dans les énergies renouvelables, onduleurs autonomes et les onduleurs connectés au réseau, Il existe aussi les onduleurs hybrides ou intelligents

1) **Onduleurs autonomes** : il fournit une tension alternative à partir d'une source contenue (batterie ou panneau) Fig.II.9 (a).

2) **Onduleurs non autonomes (connecté au réseau)** :

Il doit être connecté au réseau et à la source contenue pour délivrer une tension alternative et possibilité de l'injecter au réseau électrique. Fig.II.9 (b).

3) **Onduleurs hybrides ou intelligents (onduleur solaire)** : est une nouvelle génération dédiée aux applications d'énergie renouvelable pour l'autoconsommation et en particulier pour les panneaux solaires photovoltaïques (onduleur solaire). L'énergie des panneaux solaires photovoltaïques est active seulement pendant la journée et essentiellement lorsque le Soleil est au zénith, Ce type est conseillé pour le pompage. Fig.II.9 (c).

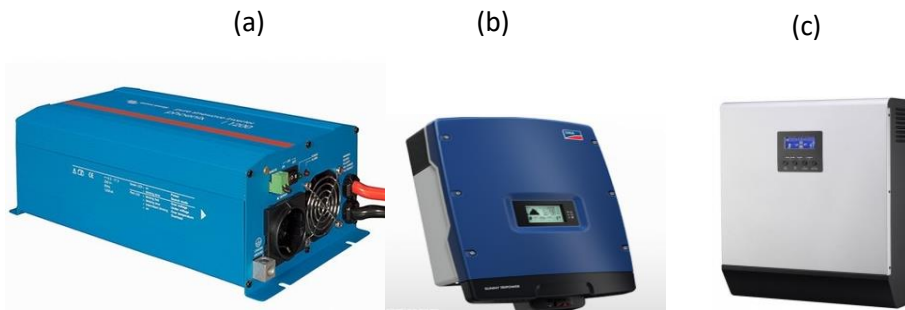


Fig.II.9 : Les type d'onduleur solaire.

2.6.2 Caractéristiques d'onduleur solaire :

Un onduleur solaire se caractérise généralement par :

- Puissance nominale.
- Puissance au pic (puissance au démarrage qui doit être plus).
- Forme d'onde (purement sinusoïdale ou carrée).
- Tension d'entrée.
- Tension de sortie.
- Plage de tension d'entrée.
- Protection contre : court – circuit, surcharge, température élevée, baisse tension de batterie
- Température de fonctionnement

2.6.3 Critères de choix d'un onduleur solaire

On a plusieurs critères pour choisir un onduleur solaire certains sont indispensables et d'autres sont optionnelles

- Les critères indispensables sont :

- Puissance électrique.
- Tension d'entrée.

- Tension de sortie.
- Forme d'onde.
- Les critères optionnels sont généralement :
 - Puissance de pic.
 - Plage de tension d'entrée.
 - Protection contre le court – circuit.
 - Protection contre la surcharge.
 - Protection contre la baisse tension d'entrée.
 - Protection contre la température élevée.
 - Incorporation d'un régulateur de charge (pompage photovoltaïque) [8].

2.7 Protection d'un système photovoltaïque :

Chaque élément de ce système doit être protégé par des organes convenable à sa nature et principe de fonctionnement sans oublier le raccordement de cet élément avec des câble qui remplissent les conditions d'utilisation de point de vue section ou construction et pour cela on va mètre chaque élément avec la protection qui correspond :

Les panneaux solaire : on mais des disjoncteurs DC ou fusible plus la mise a la terre. Aussitôt que le parafoudre

Les batteries : il faut les protéger contre la surcharge ou le court-circuit dans les deux cotés (coté batteries –régulateur) et (coté batteries-onduleur) avec des disjoncteur DC ou fusibles.

Le régulateur de charge : il est déjà équipé d'une protection interne représenté par les deux éléments qui sont raccordé avec lui (les panneaux et les batteries) et qui sont équipés avec cette propre protection indiquée.

L'onduleur : généralement les onduleurs solaires sont protégés eu même contre les surcharges, cour circuit ou autre défaut mais malgré ça il est indispensable de mètre un disjoncteur différentiel a

la sortie de l'onduleur pour éviter les défauts de la charge tel que court circuit ou surcharge sans oublier la mise a la terre de tout le système afin d'obtenir une bonne protection.

Le câblage dans les deux cas (DC et AC) : on choisit la section et le chemin de câble convenable de point vue température ambiante, chute de tension ...etc[1].



Fig.II.10 : Exemples d'organes de protection.

2.8 Conclusion :

Nous avons présenté dans ce chapitre les différents éléments qui entrent dans la constitution d'un système photovoltaïque. Ainsi que leurs principes de fonctionnement, caractéristiques et critères de choix de chaque élément, ce nous permet d'aborder le dimensionnement de notre système, chose qu'on va présenter dans le chapitre (03).

Chapitre 03

Dimensionnement du système photovoltaïque

3.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons les étapes à suivre pour dimensionner un système photovoltaïque autonome, et choisir les différents éléments à savoir : les modules du générateur photovoltaïque, le parc des batteries de stockage, le régulateur, l'onduleur pour les charges à courant alternatifs et les câblés électriques. Ainsi que la protection du système.

Dans notre étude on calculera la charge convenable pour une application domestique (maison type F3), dont la consommation moyenne journalière est de (8à11) kWh/ jour en site w- Biskra centrale.

La structure principale de l'installation photovoltaïque autonomeest donnée par la figure suivante :

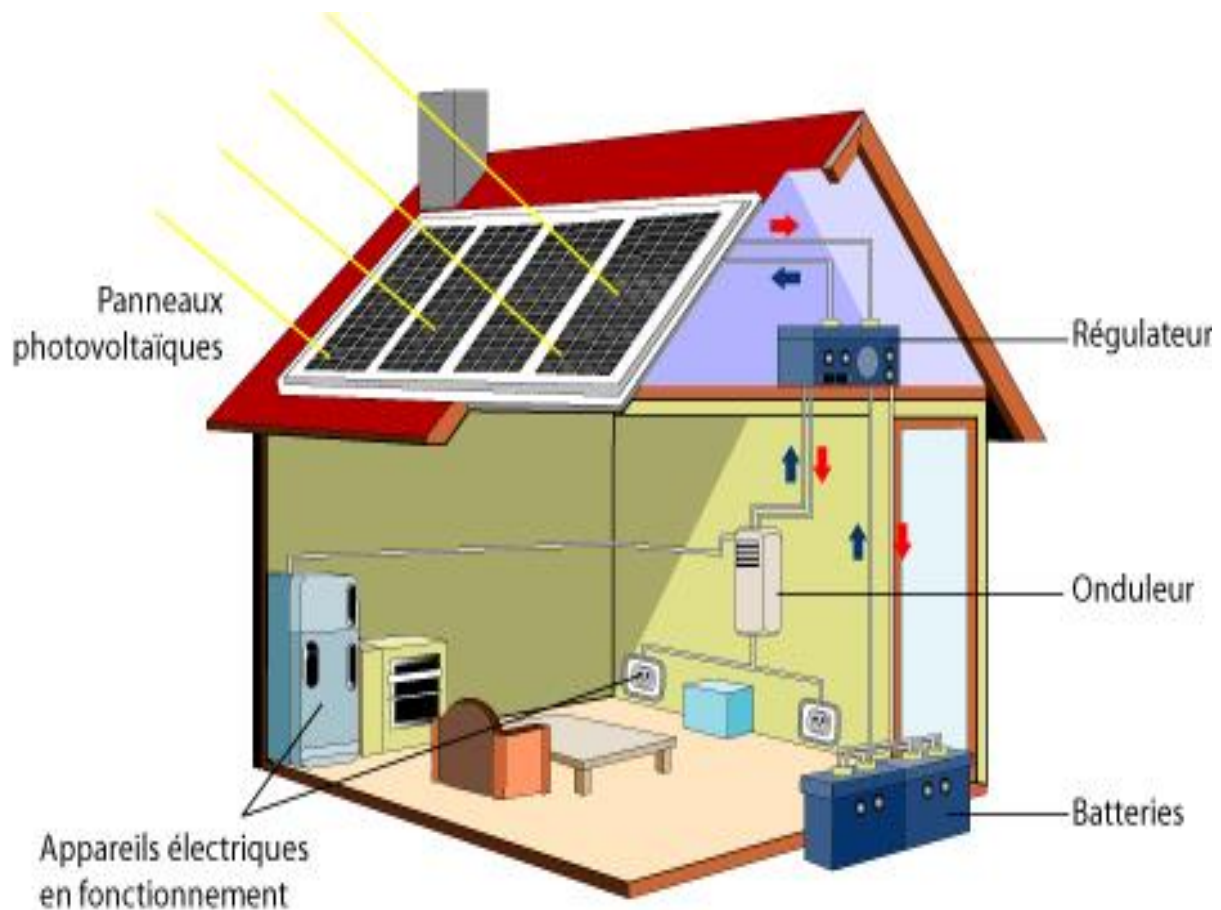


Fig.III.1 : structure de l'installation photovoltaïque autonome[10].

3.2 Méthodologie

3.2.1 Organigramme de dimensionnement

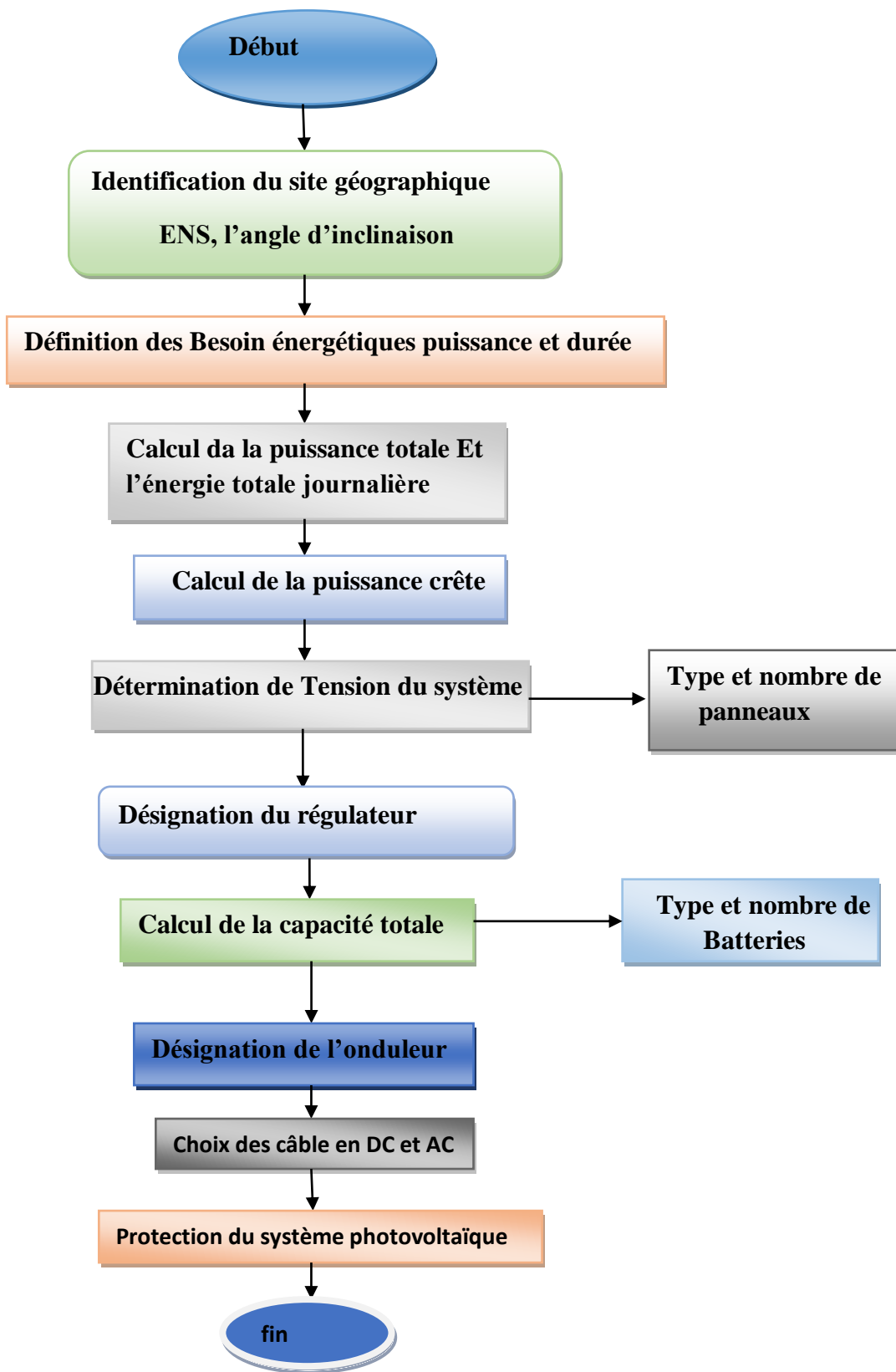


Fig.III.2 : Organigramme de détermination du système PV.

3.2.2 Explication de l'organigramme

L'organigramme suit et résume les étapes qu'on a expliquées afin de faciliter la méthode de dimensionnement correcte comme suit :

On va d'abord définir l'endroit où on va installer notre système pour extraire les données nécessaires et convenables à ce dernier : l'ensoleillement, l'angle d'inclinaison, l'orientation, l'altitude, latitude et longitude.

Puis on va déterminer le besoin énergétique selon la charge avec sa puissance et sa durée d'utilisation, ensuite on va calculer la puissance totale et l'énergie totale journalière, et selon ces deux valeurs on va déterminer la puissance crête totale. Cette dernière aide à trouver le type et le nombre de panneaux solaires.

Une fois le nombre de panneaux est déterminé, on détermine alors le nombre de batteries sans oublier l'autonomie et la profondeur de décharge, ainsi que la technologie utilisée.

Maintenant on va passer au choix du régulateur de point de vue tension utilisée, courant max des panneaux et technologie de construction, plus le choix de constructeur.

Même chose pour l'onduleur, on doit choisir sa puissance, son courant et tension d'entrée puis le courant et la tension de sortie, et le rendement.

Et avant de finir les étapes par la protection du système photovoltaïque (équipement et personnes) il ne faut jamais oublier de déterminer les sections des câbles nécessaires dans les deux côtés DC et AC[8].

3.3 Identification du site géographique

La maison dispose des équipements connus, électroménager, des équipements électroniques et bien sûr l'éclairage électrique. Tous ces éléments sont utilisés selon un cycle bien défini. Dans ce qui suit, on présentera chaque élément à part en donnant sa spécification (consommation et durée d'utilisation).

3.4 Présentation de la région d'expérimentations

La wilaya de Biskra dont elle est le chef –lieu, située à 470Km environ au sud-est d'Algérie figure(II.3).Biskra est la capitale des monts du Zab (Ziban) .elle est surnommée la reine des Ziban (Arroux-ezzibane) et la porte du désert[11]

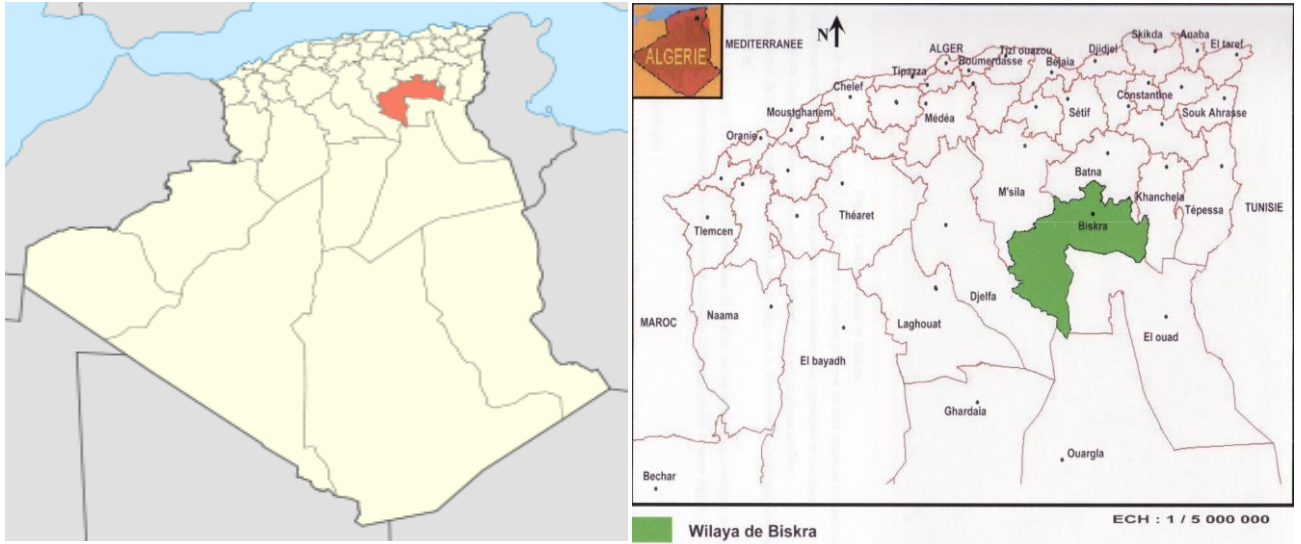


Fig.III.3: Situation de la wilaya de Biskra.



Fig.III.4: Météorologique de Biskra. (Source Google Earth).

Tableau III.1: Donnée météorologique de maison. (Source Google maps).

Nom du site	Maison d'étude
Latitude	34°84'21"
Longitude	5°73'22"
altitude	115m

3.5 Les données générales concernant la maison

- Les éléments principaux dans ce logement (type F3) sont : l'éclairage, télévision, pc portable, chargeur de téléphone, imprimante, réfrigérateur, ventilateur, pompe a eau, machine à laver, Mixeur multifonction.
- Les éléments ne sont pris en considération : climatiseur et chauffage électrique parce qu'ils consomment beaucoup de grande capacité.
- Temps d'utilisation : suivant la charge.
- Les personnes : 5.
- Surface la maison: 100 m²
- La maison est prévue pour la période hiver (préférable).
- L'autonomie doit être assurée jour et nuit et en cas de mauvais temps ou arrêt des panneaux solaires.
- La tension de fonctionnement est alternative 220v.
- Caractéristique propre au site pour estimer l'énergie solaire.

3.6 Orientation et inclinaison des modules

La position des modules photovoltaïques (par rapport au rayonnement solaire influence directement sur leur production énergétique .il est important de bien placer les panneaux pour les utiliser au maximum de leurs possibilités.

L'orientation est le point cardinal vers lequel est tournée la face active du panneau (sud, nord, sud-ouest ...). Quant à l'inclinaison, elle indique l'angle que fait le panneau avec le plan horizontal et se compte en degrés. L'orientation idéale d'un panneau photovoltaïque obéit à une règle qui consiste à l'orienter vers l'équateur.

Ce qui donne l'orientation vers :

- Le sud dans l'hémisphère nord.

- Le nord dans l'hémisphère sud.
- En ce qui concerne l'inclinaison, on tiendra compte de la période de l'année le mois ensoleillé pour optimiser la production de l'énergie. Les panneaux doivent donc récupérer l'énergie d'un soleil dont la hauteur est faible [5].
- Cette inclinaison va être fixée par la latitude et la périodicité de l'inclinaison.
 - Dans le site à l'étude (Biskra) la position des modules sera comme suit :
- Orientation des panneaux : plein sud.
- L'inclinaison (35°).

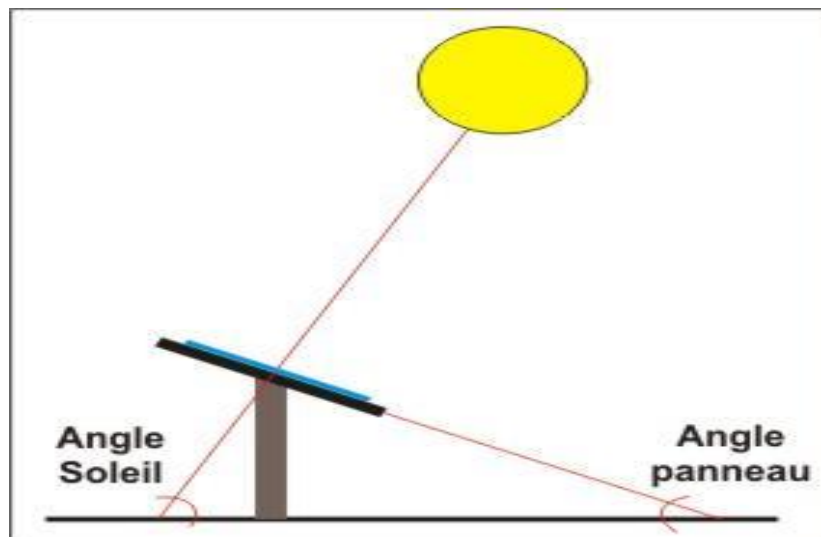


Fig.III.5: Inclinaison de panneaux.

3.7 Etude de système photovoltaïque

3.7.1 Calcul de l'énergie totale journalière et de la puissance totale

Alors on doit commencer comme il est expliqué dans l'organigramme par le calcul des besoins énergétiques concernant la charge.

La charge contient les éléments détaillés dans le tableau suivant :

Tableau III.2 : Besoins énergétiques.

	Désignation	Nb	P. Unitaire (W)
1	lampes	10	10
2	TV démo	1	140
3	Pc	1	150
4	Imprimante	1	50
5	réfrigérateur	1	100
6	ventilateur	2	200
7	Pompe a eau	1	400
8	Machine à laver	1	450
9	Mixeur multifonction	1	200
10	Chargeur de téléphone	5	50

Une fois on a déterminé la puissance de chaque élément on doit connaitre la durée de fonctionnement de chacun afin de calculer la puissance et l'énergie totale de tous les éléments[1].

Il faut calculer la puissance totale consommée de tous les éléments existants par la formule suivante :

$$P_{\text{tot}} = \sum_{i=1}^n P_i \quad \text{III -1}$$

Avec :

P_{tot} : Puissance totale installé demandée.

n: représente le nombre des éléments.

P_i : représente la puissance de chaque élément.

Alors on aura les résultats récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau III.3 : Puissance totale installé

N°	Désignation	Nb	P. unitaire (W)	P. Totale (W)
1	lampes	10	10	100
2	TV démo	1	140	140
3	Pc	1	150	150
4	Imprimante	1	50	50
5	réfrigérateur	1	100	100
6	ventilateur	2	200	400
7	Pompe a eau	1	400	400
8	Machine à laver	1	450	450
9	Mixeur multifonction	1	200	200
10	Chargeur de téléphone	5	50	250
				2240

Donc : $P_{tot} = 2240 \text{ W}$

Revenant maintenant à l'énergie totale journalière selon la formule suivante et d'après la puissance et la durée d'utilisation pour chaque élément :

$$E_{tji} = P_i \times N_{hi} \quad \text{III -2}$$

Tels que :

N_{hi} : représente le nombre d'heure d'utilisation de chaque élément.

P_i : représente la puissance consommée par chaque élément.

E_{tji} : représente l'énergie journalière de chaque élément.

L'énergie de chaque élément est le produit de sa puissance par le nombre d'heurs d'utilisation.

$$E_{tj} = \sum_{i=1}^n E_{tji} \quad \text{III -3}$$

Avec :

E_{tj} : Energie totale installé de tous les éléments.

Donc d'après les calculs on a les résultats récapitulés dans le tableau suivants :

Tableau III.4 : Energie totale installé.

N°	Type d'appareil	Nb	Puissance nominale(W)	Temps d'utilisation (h /jour)	Puissance Totale (W)	Energie .T Journalière (Wh)
1	Lampes	10	10	6	100	600
2	TV démo	1	140	6	140	480
3	Pc	1	150	6	150	900
4	Imprimante	1	50	0.25	50	12.5
5	réfrigérateur	1	100	8	100	800
6	ventilateur	2	200	2	400	800
7	Pompe a eau	1	400	2	400	800
8	Machine à laver	1	450	2	450	900
9	Mixeur multifonction	1	200	0.25	200	50
10	Chargeur detéléphone	5	50	4	250	2000
				/	2240	7342.5

Dans notre cas :

- L'énergie totale installé est égale à 7342.5Wh
- La puissance totale installé est égale à 2240 W

3.7.2 Calcul de la puissance crête du système photovoltaïque

La puissance crête du système photovoltaïque dépend du rayonnement du lieu. On le calcule en appliquant la formule suivante :

$$P_{cr} = \frac{E_{tj}}{ENS \times Fc} \text{ III.4}$$

Où :

P_{cr}: la puissance crête du générateur PV (WC).

E_{tj}: L'énergie électrique produite dans la journée (Wh / jour).

FC: facteur de correction du système (de 0.55 à 0.7).

ENS: la moyenne de l'irradiation solaire globale pour la région considérée (KWh/m²/jour).

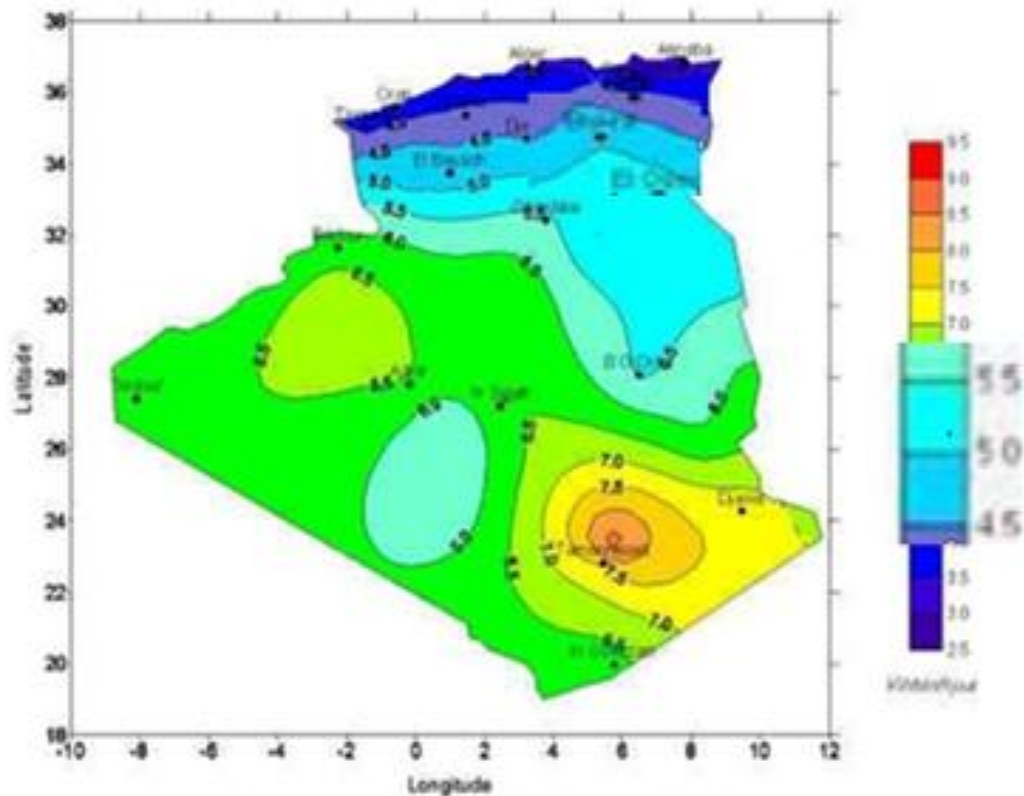


Fig.III.6 : Ensoleillement moyenne journalier de Biskra sur plan incliner au mois de décembre.

Alors si on fait l'application numérique de cette formule dont :

$$P_{cr} = \frac{E_{tj}}{ENS \times Fc}$$

$ENS = 5 \text{ Wh/m}^2/\text{j}$ et $FC = 0.65$

On aura la valeur suivante :

$$P_{cr} = 7342.5 / (5 \times 0.65)$$

$$P_{cr} = 2259.23 \text{ WC.}$$

3.7.3 Détermination de la tension de fonctionnement

Le choix de la tension nominale d'un système dépend de la disponibilité de matériels (modules et récepteur), il dépend aussi des niveaux de puissance et de l'énergie nécessaire selon le type d'application.

Il faut déterminer la tension de fonctionnement de système : 12v, 24v, 48v. La règle du jeu pour cela est assez simple : plus on utilise une tension élevée. [5]

Tableau III.5 : tension du système en fonction de la puissance totale [12]

Puissance totale	0-500 W	500W - 2000W	2000W-10000W	Plus que 10kW
Tension du système	12V	24V	48V	96V ou plus

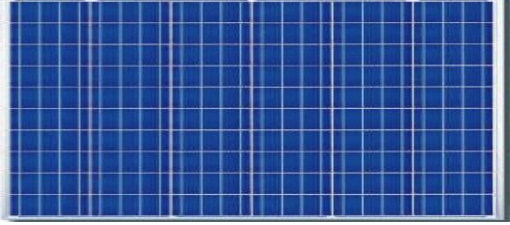
D'après le tableau, la puissance crête (2259.23WC) nécessite une tension du système

$$V_{sys} = 48v.$$

3.7.4 Détermination du nombre des modules

Le module choisi pour notre étude et du type (poly cristallin) d'une puissance optimale de 250W. il présente les caractéristiques suivantes :

Tableau III.6 : Les caractéristiques du module

Modèle	ALPV 255P60
Solaire poly cristallin	
Puissance de fonctionnement optimal	250 W
Tension à puissance max	30 .55V
Intensité à puissance max	8.19A
Tension en circuit ouvert	36 .67V
Intensité du court circuit	8.69A
Rendement module	15.37%

Le nombre de modules peut être calculé par la formule suivant :

$$N_m = \frac{P_{crét}}{P_c} \quad \text{III -5}$$

N_m : Le nombre des modules.

P_c : La puissance crête GPV.

P_c : La Puissance de fonctionnement optimal.

$$N_m = \frac{2259.23}{250} = 9.03 \approx 10.$$

On prend le nombre de module de 10 panneaux.

1) Détermination du nombre de module en série :

Le nombre de module en série peut calculé par la formule suivante :

$$N_s = \frac{V_{sys}}{V_m}$$

III -6

N_s : Le nombre de module en série.

V_{sys} : La tension du système.

V_m : La tension nominale du module.

$$N_s = \frac{48}{30.55} = 1.56 \approx 2$$

Le nombre de modules en série est : 2.

2) Détermination du nombre de module en parallèle :

Le nombre de module en parallèle peut calculé par la formule suivant :

$$N_p = \frac{N_m}{N_s} \quad \Rightarrow \quad N_p = \frac{10}{2}$$

III -7

Le nombre de modules parallèles : 5

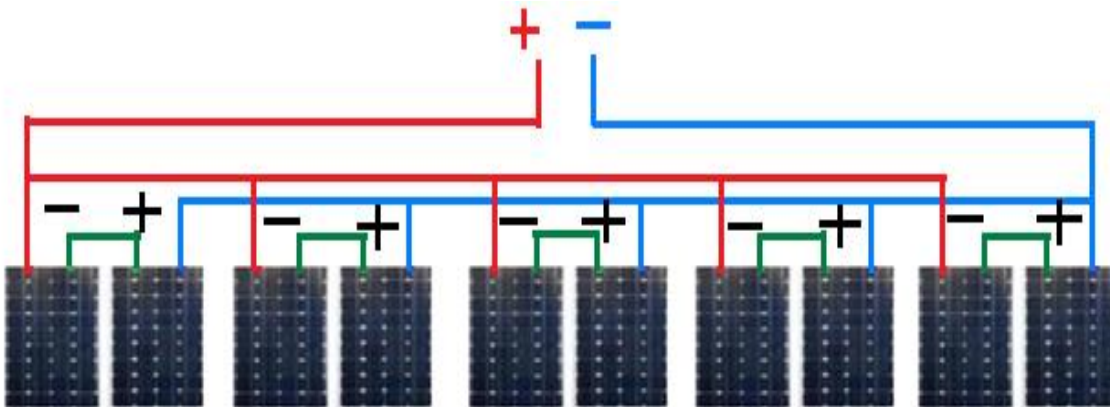


Fig.III.7 : Schéma principe de raccordement des panneaux.

3.7.5 La surface du champ

La surface du champ PV utile est donnée par les dimensions réelles des panneaux et le nombre de panneaux est : $S = \text{long} \times \text{larg} \times N_m$

$$S = 1640\text{mm} \times 992\text{mm} \times 10 = 1626880 \text{ mm}^2 = 16.26 \text{ m}^2$$

La surface réelle est estimée : 20m²



Fig.III.8:la surface explorée par les panneaux solaires [13].

3.7.6 Détermination des batteries solaires

Pour déterminer le nombre de batteries nécessaires il faut d'abord calculer la capacité totale nécessaire au système selon la formule suivante[8] :

$$C_t = \frac{E_{tj} \times \text{Auto}}{V_{\text{sys}} \times P_d} \text{ III.8}$$

Avec :

C_t : la capacité totale nécessaire.

Auto : nombre de jour d'autonomie de la région.

V_{sys} : Tension de fonctionnement du système.

P_d :profondeur de décharge des batteries.

Pour l'application numérique on va prendre les valeurs suivantes :

$E_{tj}=7342.5\text{Wh}$. Auto= 2 jours , $V_{\text{sys}} = 48\text{v}$, $P_d = 0.7$

$C_t = (7342.5 \times 2) / (48 \times 0.7)$

$$C_t = 437.05 \text{ Ah}$$

Maintenant on va déterminer le nombre de batteries nécessaires suivant les disponibilités du marché avec les caractéristiques : $V_b = 12\text{V}$, $C_n = 120\text{Ah}$.

a) Calcule du nombre de batteries :

L'équation donne le calcul du nombre de batteries qui doit être connecté en série pour atteindre la tension requise par le système[5].

$$N_{bs} = \frac{V_{sys}}{V_b} \text{ III.9}$$

N_{bs} : le nombre de batterie série.

V_{sys} : la tension du système DC.

V_b : la tension des batteries.

$$N_{bs} = \frac{48}{12} = 4.$$

Le nombre des batteries en série est : 4 batteries.

L'équation donne le calcul du nombre de batteries qui doit être connecté en parallèle pour atteindre la ampères heures requise par le système.

$$N_{bp} = \frac{C_t}{C_n} \text{ III.10}$$

N_{bp} : le nombre de batterie parallèle.

C_n : la capacité nominale d'une unité de batterie (en Ah).

$$N_{bp} = \frac{437.05}{120} = 3.64 \approx 4$$

Le nombre de batterie parallèle est : 4 batteries .

Le nombre total des batterie est obtenu en multipliant le nombre total des batteries en série (N_{bs}) par le nombre total des batteries en parallèle (N_{bp}) , comme le donne l'équation suivant :

$$N_B = N_{bs} \times N_{bp} \text{ III.11}$$

N_B : nombre de batterie.

$$N_B = 4 \times 4 = 16.$$

Le nombre total des batteries est 16batteries.

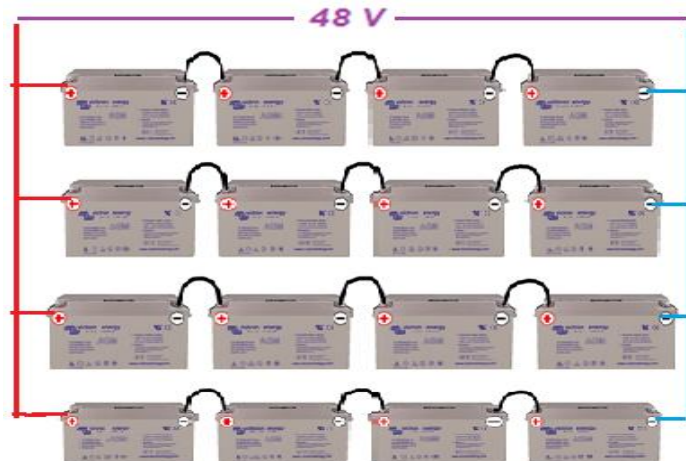


Fig.III.9:Raccordements des batteries.

3.7.7 Détermination du régulateur

Le bon choix d'un régulateur se base sur les critères suivants : Tension de fonctionnement du système $V_{sys} = 48V$, Le courant total délivré par le champ photovoltaïque. La technologie utilisée MPPT.

$$I_{reg} = I_{totp} = 43.45A \approx 45A.$$

III -12

I_{reg} : Le courant du régulateur.

I_{totp} : Le courant total des panneaux.

Pour notre type de régulateur, et selon l'équipement disponible ont choisi un régulateur victronBlueSolar MPPT 150/ 45 Tr-MC4 la(fig.III.10).



Fig.III.10: Modèle de régulateur Victron BlueSolar MPPT 150/45- Tr [14].

Le régulateur est capable de supporter un courant de 45 A, sous 48V.

3.7.8 Détermination de l'onduleur

Le choix de l'onduleur se fait d'après la tension de fonctionnement du système solaire et la puissance totale correspondante aux gammes industrielles existantes.

$$P_{ond} = P_t * 1.3$$

III.13

$$= 2240 * 1.3 = 2912 \text{ w}$$

P_{ond} : la puissance de l'onduleur.

P_t : La puissance totale.

- On doit sélectionner un onduleur ayant les caractéristiques suivantes :

Puissance supérieure à P_t ; $P_{ond} = 3 \text{ kW}$

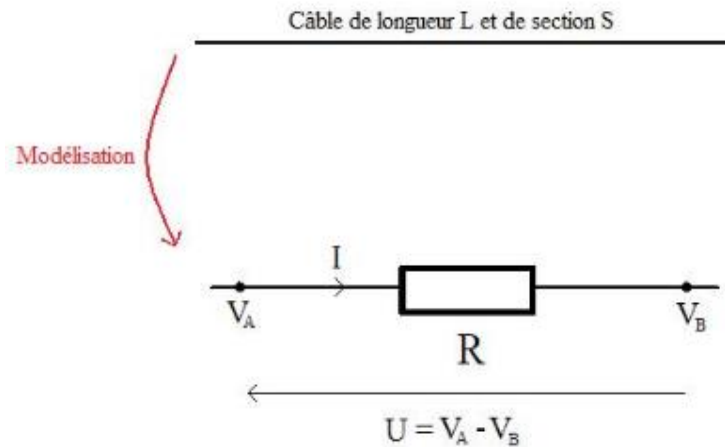
- la tension des batteries (tension d'entrée) 48 V.
- la tension du consommateur (tension de sortie) 220 / 230 VAC
- la fréquence de la charge 50Hz.
- 0.9 ou plus pour le rendement.
- Pure sinusoïdale comme tension.



Fig. III.11 : modèle d'onduleur [16].

3.7.9 Détermination des sections des câbles DC et AC

En théorie, un câble est un conducteur de courant parfait, c'est-à-dire que sa résistance est nulle. En pratique, un câble n'est pas un conducteur parfait: il se comporte comme une résistance.



La résistance d'un câble de cuivre est très faible, mais n'est pas nulle. Celle-ci est proportionnelle à la longueur du câble et inversement proportionnelle à la section du câble. On a l'expression suivante :

$$R = \frac{\rho \times L}{S} \text{ III.14}$$

Dans cette formule, L est la longueur du câble (m), S est la section du câble (m^2) et ρ ($\Omega \cdot \text{m}$) est la résistivité du câble. Celle-ci dépend du matériau [15] :

- $\rho = 2.7 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ pour un câble en aluminium
- $\rho = 1.7 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ pour un câble en cuivre
- $\rho = 1.6 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ pour un câble en argent

Formule de la section des câbles : Notons ε la chute de tension admissible.

Par définition :

$$\varepsilon = \frac{V_A - V_B}{V_A} \quad \text{III.15}$$

Donc :

$$U = \frac{U}{V_A} = \frac{R \times I}{V_A} = \frac{\rho \times L \times I}{S \times V_A}$$

Dans la pratique, la longueur des câbles est connue. Le cuivre est de loin le conducteur le plus utilisé. Et sa résistivité oscille entre 1.6×10^{-8} à 0°C et 1.7×10^{-8} à 25°C . Dès lors, on calcule la section de ce câble sous la contrainte d'une chute de tension maximale de 3%, ainsi afin de calculer la section des câbles dans les deux cotés DC et AC on utilise la méthode de calcul théorique [5]:

$$S_e = \frac{\rho \times L \times I}{\varepsilon \% \times V_A} \quad \text{III.16}$$

I : Le courant.

ε : Chute de la tension.

ρ : La résistivité du matériau conducteur, conducteurs en cuivre ($\rho = 1,7 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$).

L : La longueur totale (aller- retour) en (m).

S : la section du conducteur (mm^2).

V_A : Latension du système.

La figure suivante montre La structure d'un système PV autonome Expliquer la longueur de câble :

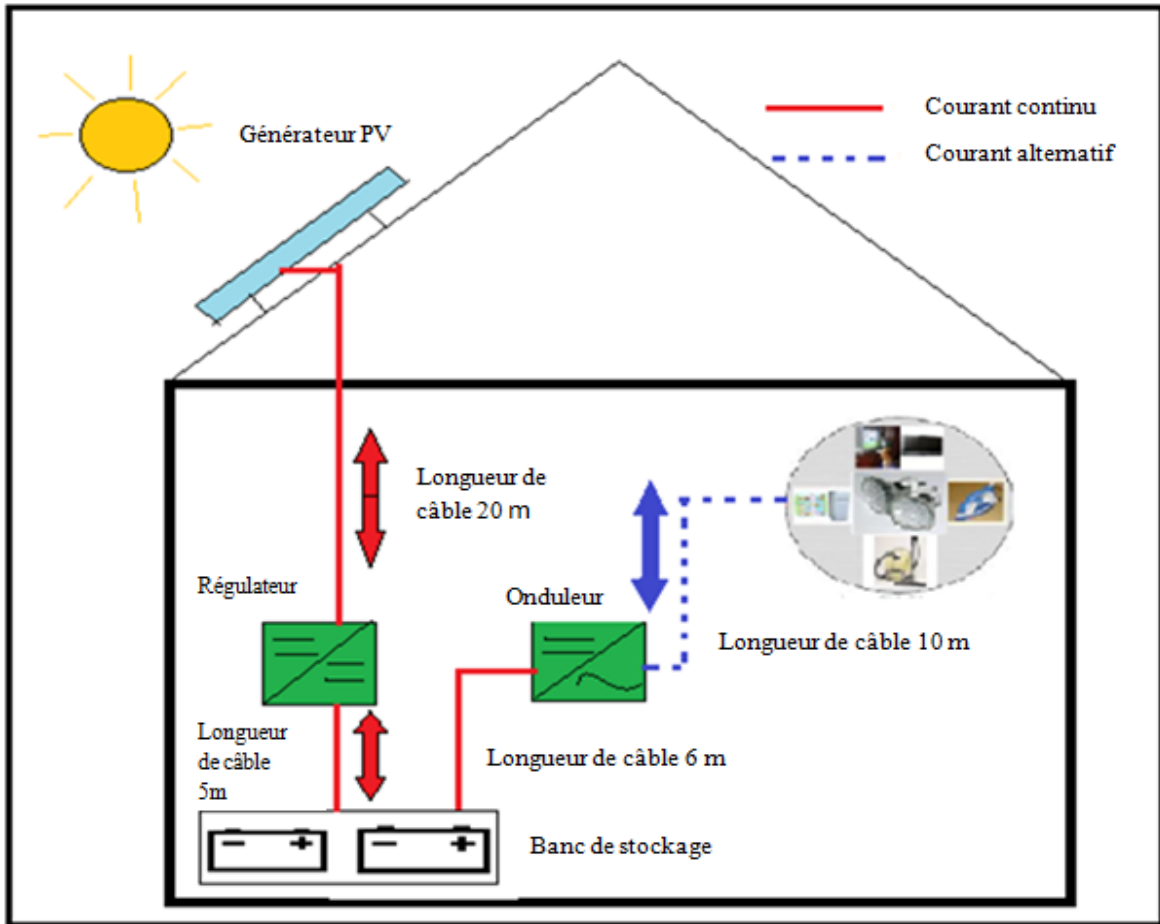


Fig.III.12 : La structure d'un système PV autonome.

1) Calcul de la section de câble :

▪ En prenant :

a) Section DC :

L1 : longueur de câble entre le boîtier de raccordement et régulateur est : 20m

$$Se1 = \frac{1.7 \cdot 10^{-8} \times 20 \times 45}{0.03 \times 48} = 10.62 \text{ mm}^2$$

L2 : longueur du câble entre le régulateur et les batteries est : 5 m

$$Se2 = \frac{1.7 \cdot 10^{-8} \times 05 \times 45}{0.03 \times 48} = 2.65 \text{ mm}^2$$

L3 : longueur du câble entre la batterie et l'onduleur est : 10 m

$$Se3 = \frac{1.7 \cdot 10^{-8} \times 10 \times 62.5}{0.03 \times 48} = 7.37 \text{ mm}^2$$

b) Section AC :

L4 : longueur du câble entre l'onduleur et la charge est : 10 m

$$Se4 = \frac{1.7 \cdot 10^{-8} \times 10 \times 18.18}{0.03 \times 220} = 0.46 \text{ mm}^2$$

D'après les résultats ci-dessus, on choisit la section des câbles normalisés :

$$S1 = 16 \text{ mm}^2$$

$$S2 = 4 \text{ mm}^2$$

$$S3 = 10 \text{ mm}^2$$

$$S4 = 2.5 \text{ mm}^2$$

Tableau III.7 : prix de câble selon sa section

La section de câble (mm ²)	Distance (m)	Prix (DA)	Totale (DA)
2.5	10	80.00	800.00
4	5	160.00	800.00
10	10	445.00	4450.00
16	20	715.00	14300.00
			20350

3.7.10 Détermination des éléments de protection

a) Protection du régulateur par le disjoncteur de courant continu :

Le courant extérieur des panneaux solaires 43.45A.

Donc il faut choisir un disjoncteur de courant continu supérieur 43.45A

b) protection de l'onduleur par le disjoncteur:

$$I = P / U, I = 3000 / 48 = 62.5 \text{ A}$$

Donc il faut choisir un disjoncteur de courant continu supérieur 62.5A

c) Protection de la batterie par le disjoncteur :

Le courant extérieur régulateur

Donc on a choisi un disjoncteur de courant continu supérieur 43.45A

d) Protection de la charge par le disjoncteur différentielle :

Le courant maximal de la charge (A) = (la puissance max (VA) / la tension du système (V))

Le courant maximal de la charge (A) = $3000/220 = 13.6A$

Donc il faut choisir un disjoncteur différentiel de courant alternatif supérieur 25A

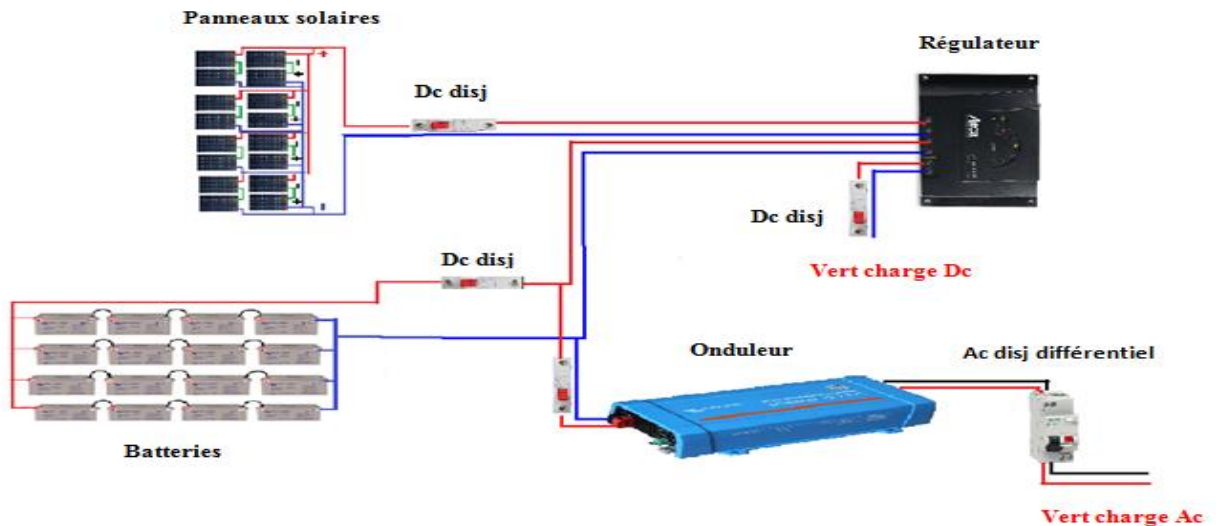
3.7.11 Schéma de principe pour protéger la partie DC et AC

Fig.III.13 : Schéma de principe pour protéger la partie DC et AC.

3.8 Maintenance

Les composants photovoltaïques nécessitent des opérations de maintenance et surtout des contrôles pour s'assurer du bon fonctionnement du système :

a) Module de PV:

- Nettoyage de la face avant à l'eau.
- Vérification de l'aspect des modules.
- Vérification des supports.
- Vérification des connexions.

b) Régulateur :

- Vérification de la fixation du régulateur.

- Vérification de l'état de charge.

c) Les Batteries :

- Mesure de la tension.
- Contrôle de l'aspect.
- Contrôle de la connexion.
- Niveau d'électrolyte[12].

d) onduleur :

Faire les contrôles sur l'onduleur, c'est s'assurer que : les récepteurs tolèrent la distorsion de l'onduleur et acceptent les variations de la tension de sortie, l'onduleur protège contre la surcharge et coupe l'utilisateur en cas basse tension pour la protection de la batterie[11].

Donc la figure suivante montre la façon d'installer les éléments nécessaires dans la pièce de la maison :

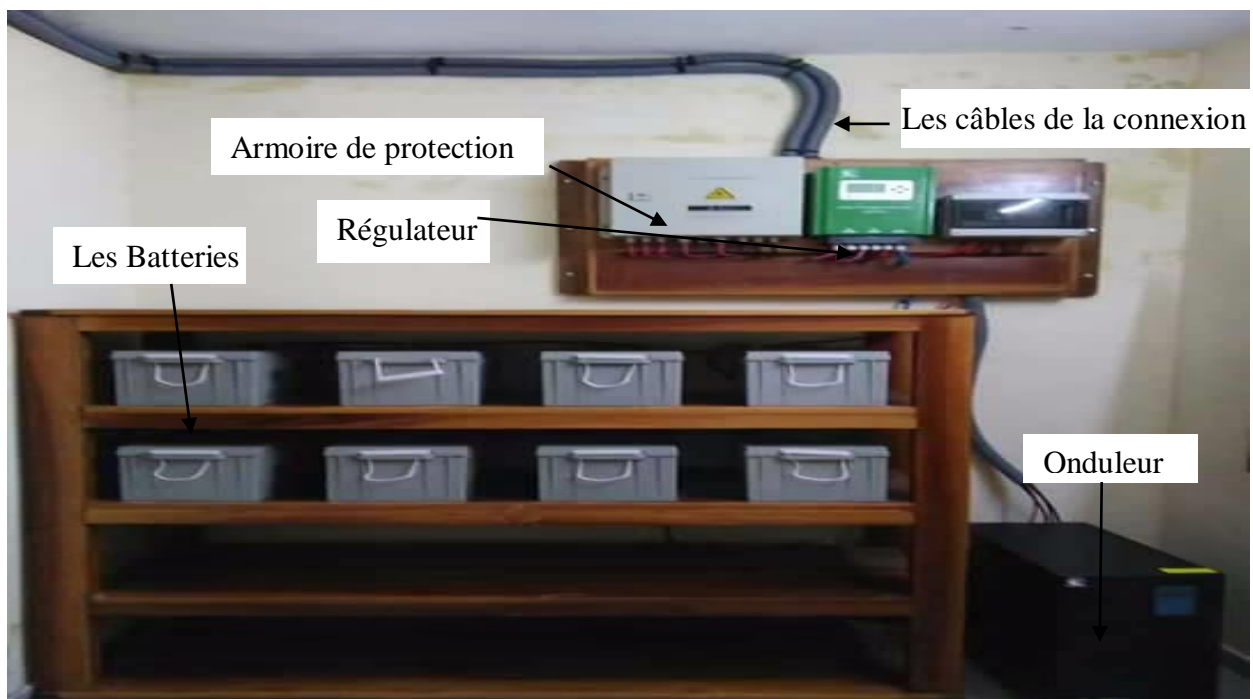


Fig.III.14 : L'exemple montre comment installer les éléments nécessaires dans la pièce de la maison.

3.9 Etude technico-économique du système

Présent les couts estimatifs globaux du système PV :

Tableau III.8 : Les couts estimatifs globaux annuels

Désignation	quantité	Prix (DA)	Montant (DA)	Durée de vie	Amont(DA)
Panneau 250W poly cristallin 45.2v	10	17500 .00	175000 .00	25	7000.00
Batteries 12V/120Ah	16	31600.00	505600.00	10	60672.00
Régulateur 45A	1	63218.00	63218.00	25	2528.72
Onduleur 3 KW	1	162255.00	162255.00	25	6490.2
Câble	1	20350.00	20350.00	25	814
Accessoire protection, support ...)	1	50000 .00	50000.00	25	2000.00
Totale	/	/	976423.00	/	79504 .92

- Tous les 10 ans, les batteries les renouvellent.

Investissement Total : **976423.00DA**.

Cout d'année :**79504.92DA**.

D'après les résultats obtenus de calcul on remarque que le cout du système est cher

3.10 Comparaison du la système photovoltaïque avec la facture d'électricité

a) Comment calculer :

1) Système PV :

- Energie totale journalière = 73420.5 (Wh)
- Energie d'année PV = $73420.5 \times 365 = 2680.01$ kWh. Jour
- Cout d'année PV:79504.92DA.
- Le montant de votre consommation moyenne d'énergie parjour :

$$\frac{\text{cout d'année}}{\text{Energie d'année}} = \frac{79504.92}{2680.01} = 29.6 \text{ DA/ KWh}$$

2) la facture d'électricité :

- pour une consommation par trimestre :

Tableau III.9 : lesconsommation par trimestre

Tarif 54 M	pour une consommation par trimester
	Tranche 1 : de 0 à 125 KWh : 1.17 DA
	Tranche 2 : supérieure à 125 jusqu'à 250 KWh : 4.17 DA
	Tranche 3 : supérieure à 250 jusqu'à 1000 KWh : 4.81 DA
	Tranche 4 : supérieure à 1000 KWh : 5.47 DA

- Consommation de la Système PV : 2680.01 KWh → Tranche 4

Prix unitaire : **5.47 DA/kWh**

- coût annuel estimé du la facture : (Energie d'année PV × Prix unitaire)

Donc :

-coût annuel estimé du la facture : **14659.65 DA**

- En comparaison, nous avons constaté que le système solaire coûte trop cher par rapport à la facture d'électricité et les deux diagrammes suivants montrent ça :

- le prix unitaire des deux systèmes (PV & facture électrique). Figure. III. 15

- coût annuel estimé du système photovoltaïque avec la facture d'électricité .figure.III. 16

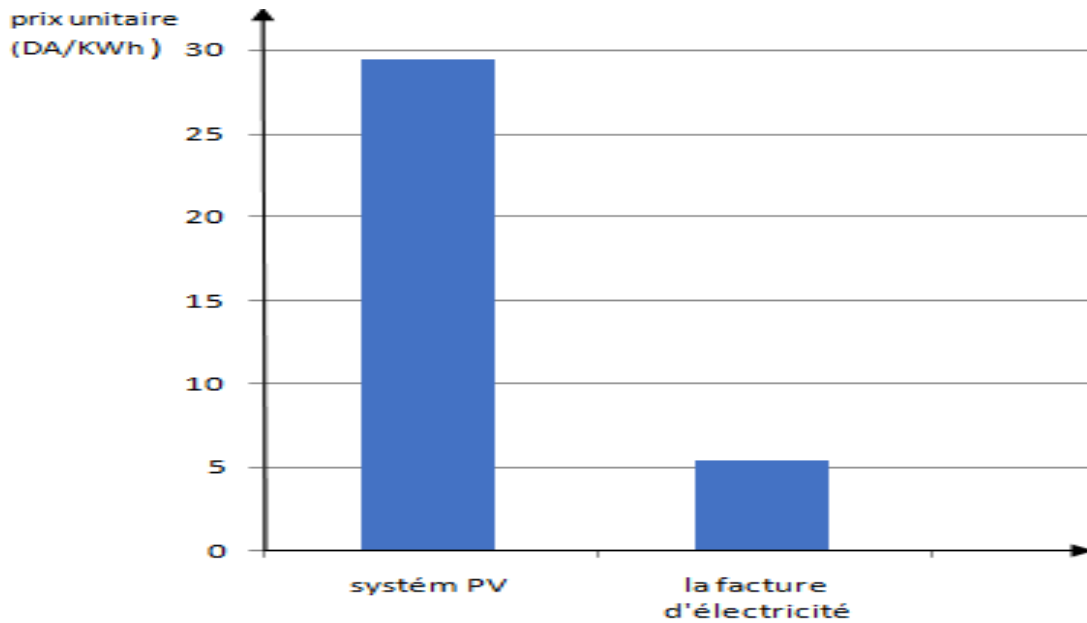


Fig.III.15 : Le prix unitaire des deux systèmes (PV & facture électrique).

D'après la (fig. III.15) on remarque que le système PV est plus cher que celui de la facture d'électricité, on voit que le maximum de prix unitaire de système PV est égale à 29.6 DA /KW par contre le système par facture électrique ne passe pas la valeur de 5.47 DA/ KW.

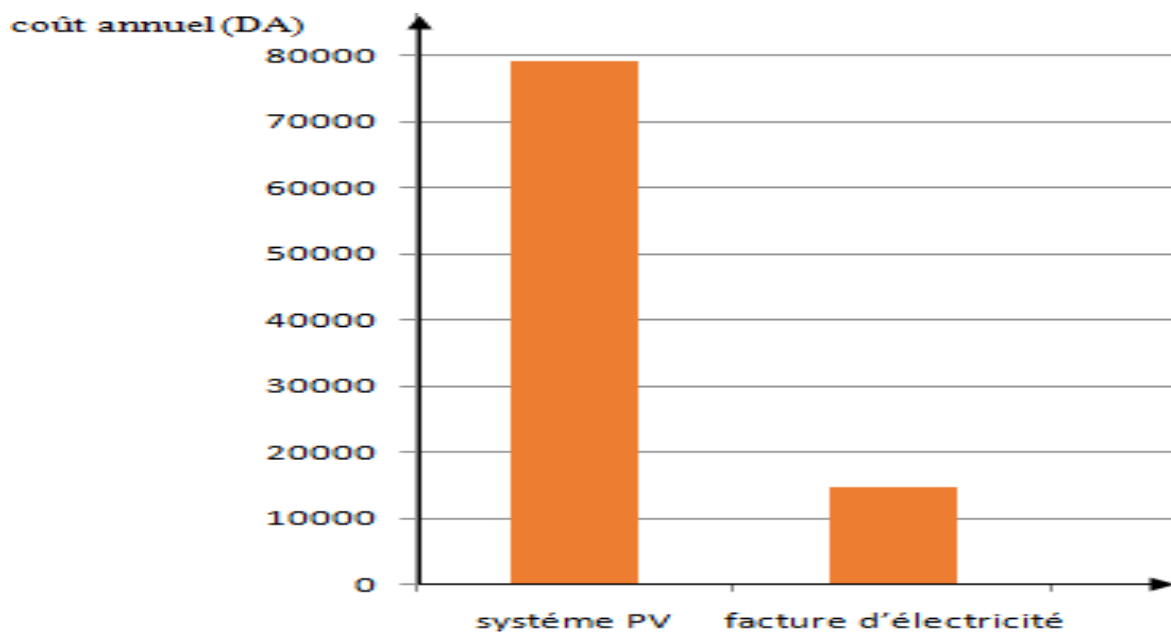


Fig.III. 16 : coût annuel estimé du système de photovoltaïque avec la facture d'électricité.

D'après la (fig. III .16) on remarque que le système PV est plus cher que cel de la facture d'électricité, on voit que le maximum decoût annuel de système PV est égale à 79504.9DA par contre le système par facture électrique ne passe pas la valeur de 14659.65 DA.

3.11 Conclusion

Dans ce chapitre on a dimensionnement du système pour assurer une alimentation efficace dulogement f3 en site à Biskra

Après le dimensionnement on est arrivé aux résultats suivants :

Pour un besoin énergétique de 7342.5 (Wh/jour), on aura à installer :

- Un champ photovoltaïque de puissance égale à WC constitué de 10 modules de 250 WC chacun, dont 2 modules en série avec 5 en parallèles
- Un pack de 16 batteries a AGM de 120 Ah, 12V
- Un régulateur 45A.
- Un onduleur de 3kw, fréquence 50Hz, celle de sortie 220 V.
- J'ai fait Comparaison du coût annuel estimé du système de photovoltaïque avec la facture d'électricité . D'après les résultats obtenus de calcul on remarque que le cout du système est cher , et que le système PV est plus cher que cel de la facture d'électricité.

Conclusion générale

Le travail présenté dans ce mémoire concerne une application des plus actuelles des énergies renouvelables, celle de l'utilisation de l'énergie solaire photovoltaïque.

Ainsi qu'on a traité une étude de dimensionnement du système photovoltaïque d'une habitation de type (F3), dont la consommation moyenne journalière (de 8 à 10) KWh /jour, pour une exploitation saisonnière (période de l'hiver), de façon autonome assure une alimentation efficace et devra être permanente.

Alors à la fin de ce travail on conclut les points suivants :

- savoir choisir les différents équipements solaires utilisés dans ce domaine d'alimentation d'une maison par l'énergie solaire.
- On a pris une idée sur le côté économique de la consommation de cette énergie, qu'il est représenté dans la différence entre le coût de PV et la facture.
- On a visité le service SONALGAZ, groupe de direction de (cartier les 700), pour avoir des documents intéressants concernant l'étude des paramètres et des coefficients techniques dont ils nous aident à réaliser ce travail.
- savoir comment faire le bilan de puissance.
- apprendre comment faire la protection spéciale du système photovoltaïque.

Et le point brillant de notre travail c'est qu'on a confirmé que cette verte énergie est coûteuse mais parfaitement écologique.

- Cette étude a des démentions d'avenir donc elle est prête pour être injectée directement au Réseau pour les chercheurs qui ont des perspectives dans ce domaine.

Bibliographie


- [1] Merabti Yousef 'Mémoire de fin d'étude master : Etude et réalisation d'un système photovoltaïque hybride à trois sources', université de Biskra 2016.
- [2] Djounaidi Karim 'Mémoire de fin d'étude master : Etude d'un système photovoltaïque autonome', université de Biskra 2013.
- [3] <http://energiespropres.e-monsite.com>.
- [4] <http://www.ef4.be/fr/pv/composants-dun-systeme/ensoleillement-belgique.html>.
- [5] Guesmia Mohamed Takieddine 'Mémoire de fin d'étude master : Etude et dimensionnement d'un système PV pour une habitation saisonnière isolée', université de Biskra 2017.
- [6] Mlle Benhaddouche Nistrine Fatima' Mémoire de fin d'étude master : la commande d'un système photovoltaïque d'un Satellite', université Abou belkaid- Tlemcen 2014.
- [7] Anne Labouret. Mchel Viloz, Energie photovoltaïque, 3eme édition Dunod, paris, 2003,2003,2006.
- [8] Bouaoune okba 'Mémoire de fin d'étude master : étude et conception d'un système photovoltaïque Hybride', université de Biskra 2017.
- [9] <http://projet3e.blogspot.com/> et <http://misen.ma/sim/images/?SD>.
- [10] <https://www.energienature.fr/stockage-energie-photovoltaique/>.
- [11] Daifi Mohamed Amine' Mémoire de fin d'étude master : Etude et dimensionnement d'une installation photovoltaïque autonome en site isolé au sud du pays ville de Biskra', université de Biskra 2015.
- [12] Anne labouret Michelviloz : énergie solaire photovoltaïque, 2003,2004,2005.
- [13] <http://guineesolaire.com>.
- [14] <https://www.solaris-store.com>.
- [15] <http://www.photovoltaique.guidenr.fr>.
- [16] <https://www.aliexpress.com>.

Annexe (A)




Caractéristique technique de la régulateur Victron Blue Solar 150/45

Tr – MC4 (150 v / 45 A)

Tension de la batterie	Sélection auto 12 / 24 / 48 V (logiciel nécessaire pour sélectionner 36V)
Courant de charge nominal	45 A
Puissance max PV 12 V 1a, b)	650 W (MPPT plage de 15 à 130 V)
Puissance max PV 24 V 1a, b)	1300 W (MPPT plage de 30 à 130 V)
Puissance max PV 48 V 1a, b)	2600 W (MPPT plage de 60 à 130 V)
Tension PV max de circuit ouvert	150 V
Efficacité max	98 %
Autoconsommation	10 mA
Tension de charge "absorption"	Config par défaut : 14.4 / 28.8 / 43.2 / 57.6 V
Tension de charge "Float"	Config par défaut : 13.8 / 27.6 / 41.4 / 55.2 V
Algorithme de charge	adaptative à étapes multiples
Compensation en température	-16 mV / -32 mV / -68 mV/°C
Protection	Inversion de polarité de batterie et PV (fusible) Court-circuit en sortie surchauffe
Température d'exploitation	-30 à +60°C (puissance nominale en sortie jusqu'à 40°C)
Humidité	95 % sans condensation
Port de communication et allumage / arrêt à distance	VE. direct
BOITIER	
Couleur	bleu (RAL 5012)
Bornes de puissance	35 mm ²
Indice de protection	IP43 (composants électroniques) IP22 (bornier de connexion)
Poids	3 kg
Dimensions (h x l x p)	185 x 250 x 95 mm
Norme	EN / IEC 62109

Modèle	Prix(euro)
	459

Annexe (B)

Type Appareil	La forme	Caractéristiques techniques	Prix unitaire HT(DA)
Batterie solaire		120 Ah 12V	31600
Batterie solaire		150Ah 12V	41700
Batterie solaire		200Ah 12V	53150



EURL
N.G.T MEZIANI
Energie solaire - Sécurité électronique
et informatique

Salah Eddine MEZAINI
Gerant

Villa N° 146 Lotissement la Corniche (E)
la madrague-ain Benian -Alger

Email: ngt_meziani@gmail.com
Web: ngt-meziani.com

Mob: + 213 (0) 661 37 42 68
Mob: + 213 (0) 770 93 23 19
Fix : + 213 (0) 23 10 27 55



RA12-120A (12V120Ah)

Specification

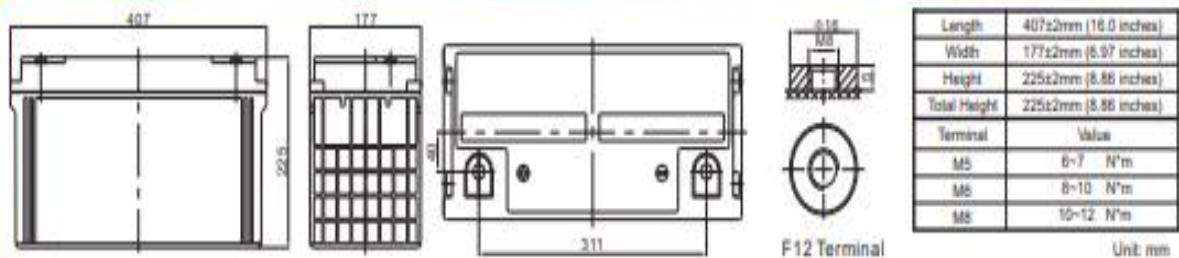
Cells Per Unit	6
Voltage Per Unit	12
Nominal Capacity	120Ah@10hour-rate to 1.80V per cell @25°C
Weight	Approx. 34.0 Kg (Tolerance ±2.0%)
Internal Resistance	Approx. 4.5 mΩ
Terminal	F12(M8)/F5(M8)
Max. Discharge Current	1200A (5 sec)
Short Circuit Current	2200A
Design Life	12 years (Float charging)
Recommended Maximum Charging Current	36 A
Reference Capacity	C3 93.0AH
	C5 107.2AH
	C10 120.0AH
	C20 126.8AH
Standby Use Voltage	13.6 V~13.8 V @ 25°C Temperature Compensation: -3mV/C./Cell
Cycle Use Voltage	14.6 V~14.8 V @ 25°C Temperature Compensation: -4mV/C./Cell
Operating Temperature Range	Discharge: -20°C~60°C Charge: 0°C~50°C Storage: -20°C~60°C
Normal Operating Temperature Range	25°C ±5°C
Self Discharge	RITAR Valve Regulated Lead Acid (VRLA) batteries can be stored for up to 6 months at 25°C and then recharging is recommended. Monthly Self-discharge ratio is less than 3% at 25°C. Please charge batteries before using.
Container Material	A.B.S. UL94-HB, UL94-V0 Optional.



RA series is a general purpose battery with 12 years design life in float service. It meets with IEC, JIS, BS and YDT standards. With advanced AGM valve regulated technology and high purity raw material, the RA series battery maintains high consistency for better performance and reliable standby service life. It is suitable for UPS/EPS, Telecom, power grid, medical equipment, emergency light and security system applications.



Dimensions



Annexe (C)

Détails de l'article

Nom de la marque: makelele

Personnalisé: Oui

Type de sortie: Unique

Fréquence de sortie: 50/60HZ±0.5

Tension de sortie: 220VAC

Taille: 330*168*135mm

Rated Power: 3000W

USB Output: 5V 500mA

Waveform Distortion: <3%(Linear Load)

The Fuse: Built-in

Numéro du modèle: MKM3000-482G

Type: Ondulateur dc / ac

Courant de sortie: 11.59A

Tension d'entrée: ±10%

Puissance de sortie: 401 - 600KW

Poids: 4.8kg

Peak Power: 6000W(1s)

Output Wave form: Modified Sine Wave

Cooling: Fan

Soft Start: Yes

Modèle	Prix (\$)
	138.68

Annexe (D)

شركة تصنيع وتركيب المعدات المرتبطة بميدان الطاقة الشمسية

Algerian PV Company S.A.R.L



FABRICATION ET INSTALLATION DE MATERIELS ET EQUIPEMENTS LIES AUX DOMAINES DE L'ENERGIE SOLAIRE

Zone industrielle de Chetouane, desserte N°8, Tlemcen, Algérie.
Tel : +213 (0) 43 27 80 72 Fax : +213 (0) 43 27 30 31
contact@alpvcompany.com
www.alpvcompany.com

Au capital de : 36 170 000 DA
R.C. 13/00 0263940 B 10
N.F. 001013026394022

DOMICILIATION BANCAIRE : CPA AGENCE EL KIFFENE TLEMCCEN COMPTE N°: 454 400 0006605 48

FACTURE PROFORMA N° 00046/03/18

DU 01/03/2018

NOM OU RAISON SOCIALE :	R.C. :
ADRESSE :	I.F. :
EMAIL: saifderamne@gmail.com	A.I. :
TEL :	

REF.	DESIGNATION	UM	QUANTITE	PRIX UNITAIRE HT	MONTANT HT
	MODULE PV POLYCRISTALLIN 250 W	U	25	17 500,00	437 500,00
				TOTAL H T	437 500,00
				T V A 19% TIMBRE	83 125,00
				TOTAL T T C	520 625,00

Arrêtée la présebte facture proforma à la somme de : cinq cent vingt mille six cent vingt-cenq dinars, et 0 centime.

conditions de la transaction :

- Validité de l'offre : 15 jours
- Délais de livraison : DISPONIBLE
- Modalité de paiement : COMPTANT
- Lieu de livraison : USINE TLEMCCEN
- Garantie produit : 36 MOIS

Le service commercial



PERFORMANCES ELECTRIQUES SOUS LES CONDITIONS (STC)

Conditions standards de test : irradiation 1000W/m², température de cellule 25°C, masse d'air 1.5 G

	ALPV 245P60	ALPV 250P60	ALPV 255P60
Puissance (Pmpp).	245,00 W	250,00 W	255,00 W
Tension à puissance max (Umpp).	30,50 V	30,55 V	30,61 V
Intensité à puissance max (Impp).	8,04 A	8,19 A	8,34 A
Tension en circuit ouvert (Uoc).	36,10 V	36,67 V	37,50 V
Intensité du court circuit (Isc).	8,52 A	8,69 A	8,88 A
Rendement module.	15,06 %	15,37 %	15,68 %

PARAMÈTRES TECHNIQUES

Nombre et type de cellule	60 cellules polycristallines 156x156mm
Dimension (Lon x Lar)	1640mm x 992mm (+/-2)
Châssis	Aluminium anodisé, section 40 x 35 mm
Configuration	10 cellules x 6 rangés
Face avant	Verre trempé 3,2 mm
Poids	18,60 Kg
Encapsulant	EVA (Éthylène - Vinyl - Acetate)
Boîtier de connexion	3 diodes bypass, IP65, TUV&UL
Câble	Longueur 900 mm, section 4mm ²
Connecteurs	MC4 compatible

COEFFICIENTS DE TEMPÉRATURE

(Voc)	- 0,380 % °C
(Isc)	+ 0,040 % °C
(Pmp)	- 0,470 % °C

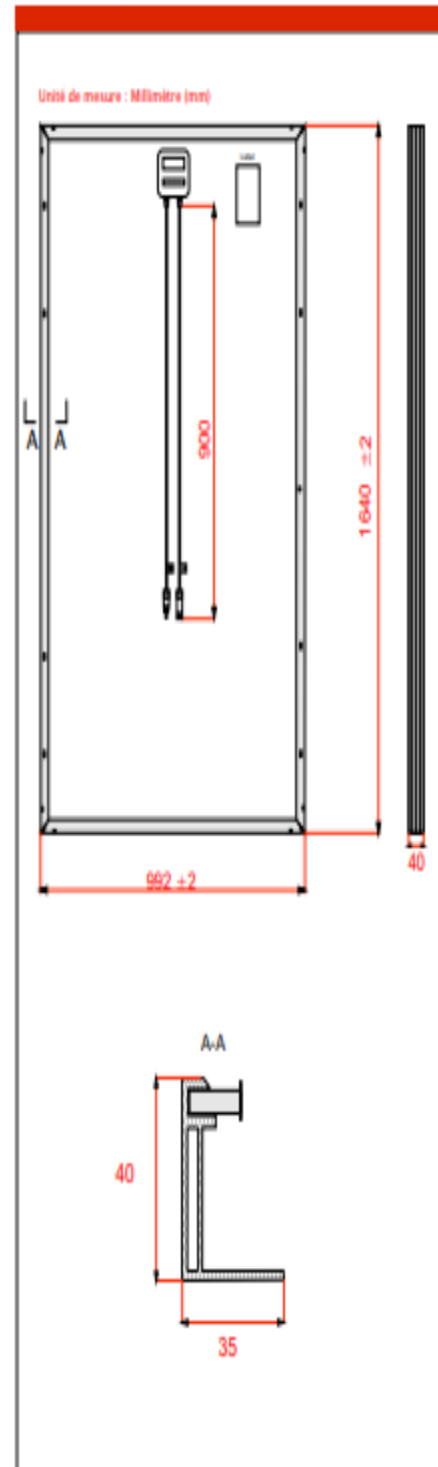
EMBALLAGE

Nombre de modules par palette :	25
Nombre de modules par conteneur de 40 pieds :	700
Dimension de la palette :	1700x1150x1170mm

Les modules solaires ALPV-245/250/255P60, sont développés par nos spécialistes en conformité avec les exigences des normes Algériennes NA10454 et NA16562.

Seuls les installateurs ou électriciens qualifiés sont habilités à procéder aux opérations de montage, câblage et mise en service des modules solaires d'ALPV. Le manuel de montage doit être impérativement consulté avant d'entamer les travaux d'installation.

Dessin technique



Annexe (E)

Les câbles électriques(cuivre)

Section de câble	Prix (DA)
2×2.5	80.00
3×4	160 .00
4×4	205 .00
2×6	160.00
4×6	315.00
3×10	445.00
4×10	465.00
4×16	715.00
4×25	1153.00



Annexe (F)



TARIF DE L'ÉNERGIE POUR LES CLIENTS MÉNAGES PAR kWh:

Tarif 51 M	Pointe	Pleines	Nuit
	17h à 21h 811,47 cDA	6h à 17h et 21h à 22h 30 216,45 cDA	22h 30 à 6h 120,50 cDA
Tarif 52 M	Pointe	Hors Pointe	
	17h à 21h 811,47 cDA	21h à 17h 178,07 cDA	
Tarif 53 M	Nuit	Jour	
	22h30 à 6h 120,50 cDA	6h à 22h30 486,98 cDA	
Tarif 54 M	Pour une consommation par trimestre		
	Tranche 1 : de 0 à 125 kWh : 177,87 cDA		
	Tranche 2 : supérieure à 125 jusqu'à 250 kWh : 417,89 cDA		
	Tranche 3 : supérieure à 250 jusqu'à 1000 kWh : 481,20 cDA		
Tranche 4 : supérieure à 1000 kWh : 547,96 cDA			



الشركة الجزائرية لتوزيع الكهرباء والغاز
Société Algérienne de Distribution de l'Électricité et du Gaz

Fourniture d'énergie Électrique et Gaz التزويد بطاقة الكهرباء والغاز
الجهة المتكفلة / المتكفل Basee tension / Basee pression

Capital social : 5500000000 de Da رأس المال :
Direction Distribution : B1610ra مديرية التوزيع :
N°RC : 01/0805455806 رقم السجل التجاري :
N°IS : 096916010012742 رقم التعريف الإحصائي :
N°RIP : 007999999000039010626 بيان التعريف البريدي :
N°RIS : 0010038600000016119 بيان التعريف البنكي :
Fax : 023658270 الفاكس :
Agence commerciale : B1610ra E وكالة التجارية :
Adresse : RUE DU 20 AOUT B1610ra العنوان :
Tél : 65 89 59 الهاتف :
Dépannage Electricité : 65 55 08 إصلاح الكهرباء :
Dépannage Gaz : 65 55 55 إصلاح الغاز :

Facture n° : B22170706369 فاتورة رقم :
Établie le : 01.00.17 الصادرة في :
Client : الزبون
Référence : 079000746005159 المرجع :
Nom et Prénoms : SOADIA BACHER الاسم واللقب :
Adresse : CITE 70 LOGIS ANASSER/B1610ra العنوان :
N°RC : رقم السجل التجاري :
N°IS : رقم التعريف الإحصائي :
Tél : الهاتف : Fax : الفاكس :
Destinataire de facture : المرسل إليه :

Periode : 01/01/2017 - 31/07/2017

الإستهلاك	التصنيف	رقم العداد	البيان القديم	البيان القديم	البيان القديم	البيان القديم	البيان القديم	البيان القديم
Consumation	Tarif	N° Compteur	Index nouveau	Index ancien	Différence	Coef.	Consommation	Consommation
ELEC. FIDEL. A 300	54 R	263379	49417 R	43913 R	5504	1.00	5504.00	5504.00
GAZ	23 R	802198	2455 R	2409 R	46	9.75	448.50	448.50

العناصر	التصنيف	رقم العداد	الإستهلاك والتarif	حجم الاستهلاك	المتوسط (دين)	حجم القيمة المسافة	المتوسط (دين)	المتوسط (دين)		
Éléments	Tarif	N° Compteur	Consumation / tranche	Prix unitaire	Montant HT	TVA	Montant TTC	Montant TTC		
ELECTRICITE	54 R	263379	Tranche 1	125.00	1.7787	222.34	0%	222.34	222.34	
			Tranche 2	125.00	4.1789	522.36	19%	621.61	621.61	
			Tranche 3	750.00	4.6120	3458.50	19%	4115.20	4115.20	
			Tranche 4	4504.00	5.4796	24584.00	19%	29255.76	29255.76	
PRIMES FIXES					70.66	0%	70.66	70.66		
TOTAL ELECTRICITE(1)	54 R		5504.00		29112.48		5449.03	34561.51		
GAZ	23 R	802198	Tranche 1	140.75	49.4582	6958.00	0%	6958.00	6958.00	
			Tranche 2							
			Tranche 3							
			Tranche 4							
PRIMES FIXES					85.50	0%	85.50	85.50		
TOTAL GAZ(2)	23 R		140.75		7023.50		85.50	7109.00		
DROIT FIXE					100.00		100.00	100.00		
TAXE HABITATION					150.00		150.00	150.00		
Total Droits et taxes(3)					250.00		250.00	250.00		
SOUTIEN ETAT					38923.11		38923.11	38923.11		
TOTAL CONTRIBUTIONS(4)					38923.11		38923.11	38923.11		

Contributions des coûts payements du système -41.40 DA التكلفة المساهمة العامة في الشبكة حسبها تقاس التكلفة
 Total des éléments facturés (1+2+3+4) 10652.75 5459.24 مجموع العناصر
 Montant de votre consommation moyenne d'énergie par jour 177.91 DA متوسط استهلاك الطاقة اليومي من الشبكة
 Montant à payer (25.00% Frais, Droits, Taxes) مبلغ المصروف 161.00
 Montant de la facture en toutes lettres مبلغ الفاتورة بالأحرف مبلغ المبلغ الإجمالي للدفق لها 161.72 DA
 SEIZE MILLE QUATRE DINGAS ALGERIENS, 99 LITS

Nous vous prions de régler la facture par l'un des moyens indiqués au verso avant le: 15/08/17.
 Au 31/07/17, le montant de vos impayés: 3063.28 DA, au nombre de: 01 FACTURE(S)

Données utiles pour le client: L'abonnement est suspendu en cas de non paiement de la facture pendant 30 jours consécutifs.