

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 : Energie Renouvelable
Option : Energie photovoltaïque

Réf:.....

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

MASTER

Thème

Dimensionnement d'un système hybride (PV-Diesel)

Présenté par :

Narimane Meddas

Soutenu le : 30 Septembre 2020

Devant le jury composé de :

GHAMRI AHMED

MCA

Président

TKOUTI NACIRA

MCB

Encadreur

GUERGAZI AICHA

MCA

Examineur

Année universitaire : 2019 / 2020

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 : Energies Renouvelables
Option : **Photovoltaïque**
Mémoire de Fin d'Etudes
En vue de l'obtention du diplôme:

MASTER

Thème

**Dimensionnement d'un système hybride
(PV-Diesel)**

Présenté par :

Meddas Narimane

Avis favorable de l'encadreur :

Dr .TKOUTI NACIRA

Avis favorable du Président du Jury

Dr. GHAMRI AHMED

Cachet et signature

Résumé :

Cette étude introduit le concept de système hybride. Avec la clarification des avantages et des inconvénients des composants en plus de déterminer la consommation et de calculer le coût du système et les dimensions du système hybride, l'objectif principal de cette étude est d'étudier la Capacité, les dimensions et le coût du système hybride pour la production d'énergie renouvelable, dans divers endroits isolés en Algérie (Annaba, Biskra et Tamanrasset), et il se compose de panneaux avec des Batteries et groupe diesel . Pour rendre la technologie électrique hybride plus compétitive dans les zones isolées, il est nécessaire de connaître la différence que le changement d'emplacement du système fait malgré le maintien de la même consommation pour fournir un logement isolé, l'étude couvrira tout, même les composants qui sont Nous l'avons choisi disponible sur le marché algérien, c'est-à-dire des scénarios de toutes circonstances, plus proches de la réalité pratique.

الملخص

تقدم هذه الدراسة مفهوم النظام الهجين . مع توضيح مزايا و عيوب المكونات بالإضافة الى تحديد حجم الاستهلاك وحساب تكلفة نظام وأبعاد النظام الهجين , الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو دراسة حجم و ابعاد وتكلفة النظام الهجين لإنتاج الطاقة المتجددة, في مختلف أماكن معزولة في الجزائر(عنابة و بسكرة وتمنراست), و يتألف من الألواح الشمسية مع بطاريات التخزين ومولد الديزل . و من أجل جعل التكنولوجيا الكهربائية الهجينة أكثر قدرة على المنافسة في المناطق المعزولة ، هناك حاجة لمعرفة الفرق الذي يحدثه التغيير في مكان النظام بالرغم من المحافظة على نفس الاستهلاك لتزويد مسكن منعزل ,ستغطي الدراسة كل شيء حتى المكونات التي قمنا باختيارها موجودة في السوق الجزائرية يعني سيناريوهات كل الظروف الأقرب إلى الواقع العملي.

Remerciements

Au début, je remercie Dieu pour la bénédiction de la raison, de la prière et de la paix sur les messagers les plus honorables, Mohammad le Messager d'Allah, que la paix soit sur lui.

✚ Les personnes les plus chères sur mon cœur, mon père et ma mère et mes sœurs Sara , Rayan, Ritaje et mes frères Moussa , Wassim, merci pour les efforts que vous avez déployés pour me procurer tout le confort nécessaire pendant mes études. Je t'aime.

✚ Je remercie beaucoup et Je te respecte Mes professeurs Ms. Tkouti Nacira qui m'a guidé tout au long de mon travail et de ma préparation à la fin d'étude.

✚ Mon honneur est que Corrige mon travail aux mains des meilleurs professeurs GHAMRI AHMED et GUERGAZI AICHA qui les a rencontrés au cours de mon études dans université, Je remercie....

✚ Je remercie beaucoup Mr Bouzid Abdelmalek.

✚ Mes amis qui m'ont aidé et sont restés à mes côtés , Surtout les meilleurs amis et les plus chers :Abdallah Mimi et Salsabil Meftah ; Houyam askoufes , Ilhem Boutefnouchet, Ikram Tasfaout , Marah Bacha. Je vous remercie de tout mon cœur, Je ne t'oublierai jamais ,Je t'aime.

Dédicaces

Je veux dédier ce travail à :

❖ *Mon père et ma mère, mon grand-père et ma grand-mère qui ont contribué à la réalisation de mon rêve , je t'aime.*

❖ *Ma famille Meddas et ma famille Arif.*

❖ *Les personnes les plus précieuses et je aime à mon cœur mes oncles Arif Abderrahmane et Kamel et Ali , je t'aime.*

❖ *Tous mes amis que j'ai rencontrés dans ma vie universitaire leur souhaitent du succès dans leurs vies .*

❖ *Aux étudiants de Master de Energie Renouvelable promotion 2019/2020 .*

Avec toute ma reconnaissance

Narimane-Meddas

Sommaire :

Introduction Générale.....	2
CHAPITRE I :Généralité sur le système hybride (PV diesel)	
Introduction :	5
.I-1-Energie Solaire :	5
I-2- Effet photovoltaïque :	5
.I-3- Principe de la conversion photovoltaïque :	6
I-4- Technologies des cellules photovoltaïques :	7
I-5- Caractéristique de la cellule photovoltaïque :	8
a) Influence de la variation d'éclairement :	11
b) Influence da variation de la température :	12
I-6- Système de stockage d'énergie :	13
I-6-1 .Les Batteries :	13
I-6-2 .Caractéristique de la batterie :	14
I-6-3.Types d'accumulateurs :	15
I-6-3.1/Accumulateurs au plomb acide	15
I-6-3.2/Accumulateurs au Nickel- cadmium	16
I-6-3.3/Batterie Nickel-Métal Hydrure (Ni-MH)	16
I-6-3.4/ Batteries Lithium-ion	17
I-7- Les convertisseur	18
I-7-1/Les hacheurs	18
I-7-2/ Les onduleurs	19
I-8-Groupe Diesel	21
I-8-1)Description du fonctionnement	21
I-8- 2)Avantages et Inconvénients du Groupe électrogène	22
I-8-3)Modélisation du groupe diesel	22
I-9-système hybride	23
I-9-1)Définition d'un système hybride	23
I-9-2)Configuration PV/Diesel commuté	23
I-9-3) Avantages et inconvénients des Systèmes hybrides commuté (PV/Diesel)	24
Conclusion.....	25

CHAPITRE II : Dimensionnement de Champ PV-Diesel

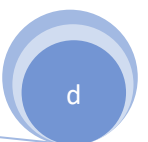
II.1 Introduction :	27
II.2 Définition des besoins énergétiques	27
II.3- Bilan de puissance et d'énergie journalier (consommation)	30
II.4 Dimensionnement du système	31
II.4 .1 Envisagé le groupe électrogène	31
II.4.2 Dimensionnement du champ photovoltaïque	31
II.4.2.1 Evaluation du gisement solaire	31
II.4.2.2 Calcul de la puissance crête du champ PV	32
II.4.2. 3 Détermination du nombre de modules à installer	32
II.4.2.4 Choix de la tension de fonctionnement	33
II.4.2.5 Dimensionnement du parc de batteries	33
II.4.2.6 Choix de la tension et calcul de la capacité	33
II.4.2.7 Dimensionnement du régulateur	34
II.4.2.8 Dimensionnement d'onduleur	34
II.4.2.9 Dimensionnement des câbles	35
II.5 La base des donnée	43
II.5.1*Annaba	43
II.5.1.1/Localisation de Annaba.	43
II.5.1.2/Angle d'inclinaison et orientation des panneaux de Annaba.	43
II.5.1.3/Gisement solaire mensuelle de Annaba.	44
II.5.1.4/ Calcul de la puissance crête du champ PV de Annaba.	46
II.5.2*Biskra :	46
II.5.2.1/Localisation de Biskra.	46
II.5.2.2/Angle d'inclinaison et orientation des panneaux de Biskra.	46
II.5.2.3/Gisement solaire mensuelle de Biskra.	47
II.5.2.4/ Calcul de la puissance crête du champ PV de Biskra.	49
II.5.3*Tamanrasset_	49
II.5.3.1/Localisation de Tamanrasset.	49
II.5.3.2/Angle d'inclinaison et orientation des panneaux de Tamanrasset.	50
II.5.3.3/Gisement solaire mensuelle de Tamanrasset.	50
II.5.3.4/Calcul de la puissance crête du champ PV de Tamanrasset.	52
II.6.Application du logiciel HOMER:	52

II.6.1.-Présentation de l’outil de simulation de HOMER.....	52
II.6.2.Construire le schéma de conception du système hybride de HOMER.....	53
II.6.3.Principales caractéristiques de HOMER.....	54
II.6.4.Simulation de HOMER.....	55
Conclusion.....	59

CHAPITRE (III) : Résultat et Discussion

Introduction.....	61
III.1 Dimensionnement numérique du système hybride PV/Diesel	61
III.1 .1. Annaba	61
III.1 .1.1.Choix des modules	61
III.1.1.2.Détermination du nombre de modules à installer	61
III.1.1.3.Dimensionnement du parc de batteries	62
III.1 .1.4.Dimensionnement du régulateur	63
III.1 .1.5.Dimensionnement d’onduleur	63
III.1 .1.6.Dimensionnement des câbles : (Section de câble)	63
III.1.2.Biskra	66
III.1 .2.1.Choix des modules	66
III.1 .2.2.Détermination du nombre de modules à installer	66
III.1.2.3.Dimensionnement du parc de batteries	67
III.1 .2.4.Dimensionnement du régulateur	67
III.1 .2.5.Dimensionnement d’onduleur	67
III.1.1.6.Dimensionnement des câbles : (Section de câble)	67
III.1.3.Tamanrasset	70
III.1 .3.1.Choix des modules	70
III.1.3.2.Détermination du nombre de modules à installer	70
III.1.3.3.Dimensionnement du parc de batteries	71
III.1.3.4.Dimensionnement du régulateur	71
III.1 .3.5.Dimensionnement d’onduleur	71
III.1.3.6.Dimensionnement des câbles : (Section de câble)	71
III.2 Le cout des composition	74
III.3.Les résultats de logiciel HOMER	75
III.4.Discussion de résultat	77
III.5.Comparaison	78

III.6.Description des modes de fonctionnement	79
III.7.Remarque	80
Conclusion	81
Conclusion Générale.....	83



Liste des figures

Figure	Page
Figure (I.1) :Répartition spectrale du rayonnement solaire.	6
Figure (I.2) :Schéma synthétique de l'effet photovoltaïque	7
Figure (I.3) : Schéma électrique équivalent d'un module PV	9
Figure (I.4) :Caractéristique Courant-Tension simulée, $G = 1000 \text{ W / m}^2$ et $T = 25^\circ\text{C}$.	11
Figure (I.5) : Caractéristique Puissance-Tension simulée, $G = 1000 \text{ W / m}^2$ et $T = 25^\circ\text{C}$.	11
Figure (I.6) :Caractéristiques Courant-Tension simulées du panneau PV pour différents niveaux d'irradiation ($G = 400, 600, 800, 1000 \text{ W / m}^2$) et $T_c = 25^\circ\text{C}$.	12
Figure (I.7) :Caractéristiques Puissance-Tension, simulées du panneau PV pour différents niveaux d'irradiation ($G = 400, 600, 800, 1000 \text{ W / m}^2$) et $T_c = 25^\circ\text{C}$.	12
Figure (I.8) :Caractéristique Courant -Tension simulées du panneau PV pour une variation de température ($T_c = 25, 35, 45, 55^\circ\text{C}$) et $G = 1000 \text{ W / m}^2$.	13
Figure (I.9) : Caractéristique Puissance -Tension simulées du panneau PV pour une variation de température ($T_c = 25, 35, 45, 55^\circ\text{C}$) et $G = 1000 \text{ W / m}^2$.	13
Figure (I.10) : Hacheur DC – DC	18
Figure (I.11) : Symbole d'un convertisseur DC – AC	19
Figure (I.12) : Le schéma de principe d'un Onduleur en demi-point	20
Figure (I.13) : Le schéma de principe d'un Onduleur en pont H	20
Figure (I.14) :Schéma bloc d'un générateur Diesel avec ses régulateurs	21
Figure (I.15) : Diagramme fonctionnel du générateur diesel	23
Figure (I.16) : Schéma synoptique du système d'énergie PV/Diesel commuté	24
Figure (II.1) : Groupe électrogène	31

Figure (II.2) : Schéma de l'installation Med-solaire de Annaba	35
Figure (II.3) : Site de Annaba	43
Figure (II.4) : Inclinaison et orientation des panneaux photovoltaïques de Annaba	44
Figure (II.5) : Le rayonnement solaire incident en ondes courtes quotidien moyen de Annaba	45
Figure (II.6) : Représentation graphique Irradiation globale moyenne mensuelle à Annaba	45
Figure (II.7) : Site de Biskra	46
Figure (II.8) : Inclinaison et orientation des panneaux photovoltaïques de Biskra	47
Figure (II.9) : Rayonnement solaire incident en ondes courtes quotidien moyen de Biskra	48
Figure (II.10) : Représentation graphique Irradiation globale moyenne mensuelle à Biskra	48
Figure (II.11) : Site de Tamanrasset	49
Figure (II.12) Inclinaison et orientation des panneaux photovoltaïques de Tamanrasset	50
Figure (II.13) : Rayonnement solaire incident en ondes courtes quotidien moyen de Tamanrasset	51
Figure (II.14) : Représentation graphique Irradiation globale moyenne mensuelle à Tamanrasset	51
Figure (II.15) : Configuration relatif de système hybride de HOMER	53
Figure (II.16) : Modèle conceptuel du logiciel HOMER	54
Figure (II.17) : configuration de différent systèmes de production d'énergie de HOMER	55
Figure (II.18) : configuration de types de besoins énergétiques de HOMER	55
Figure (II.19) : la page de choix de site et description le projet	56

Figure (II.20) : profile de consommation électrique de HOMER	56
Figure (II.21) : l'équipement choisi de system de HOMER	57
Figure (II.22) : Les valeurs mensuelles de défirrent sources d'énergie de HOMER	58
Figure (II.23) : Configuration de l'installation à dimensionner de HOMER	58
Figure (II.24) : Résultats de dimensionnement par logiciel HOMER	59
Figure (III.1) : Schéma de l'installation Med-solaire de Annaba	64
Figure (III.2) : Schéma de l'installation Med-solaire de Biskra	68
Figure (III.3) : Schéma de l'installation Med-solaire de Tamanrasset	72
Figure (III.4) :Résultats de Annaba de dimensionnement par logiciel HOMER	75
Figure (III.5) : Résultats de Biskra de dimensionnement par logiciel HOMER	76
Figure (III.6) : Résultats de Tamanrasset de dimensionnement par logiciel HOMER	76
Figure (III.7) : Configuration du system	80

Liste des tableau

Tableau	page
Tableau (I.1). Rayonnements solaire.	6
Tableau (I.2). Technologies des cellules photovoltaïques .	7
Tableau (I.3) : Caractéristique des batteries au plomb [Sai04]	16
Tableau (I.4) : Comparatif des technologies d'accumulateurs	17
Tableau(II.1) : besoins énergétique	28
Tableau (II.2) : consommation journalière.	30
Tableau (II.3). Les tensions recommandées pour les systèmes photovoltaïques en fonction de leurs Puissances	33
Tableau (II.4): Irradiation globale moyenne mensuelle à Annaba	45
Tableau (II.5) : Puissance crête mensuelle produite par le champ photovoltaïque de Annaba	46
Tableau (II.6): Irradiation globale moyenne mensuelle à Biskra	48
Tableau (II.7) : Puissance crête mensuelle produite par le champ photovoltaïque de Biskra	49
Tableau (II.8): Irradiation globale moyenne mensuelle à Tamanrasset	51
Tableau (II.9) : Puissance crête mensuelle produite par le champ photovoltaïque de Tamanrasset	52
Tableau III.1 : cout des composants	74
Tableau III.2 : Tableau de comparaison	78

Nomenclature :

- PV : Photovoltaïque
- Eph :Quantité d'énergie
- λ : Longueur d'onde
- h : Constante de Planck
- C : Vitesse de la lumière
- UV : Ultra violet
- IR :Infrarouge
- Isc : Courant de court-circuit
- Vco : Tension en circuit ouvert
- Ipv : Courant généré par la cellule photovoltaïque
- Iph : Photo courant créé par la cellule (proportionnel au rayonnement incident)
- Id : Courant circulant dans la diode
- Ish : Courant circulant dans la résistance Rsh
- Rs : Résistance série symbolise la résistance de masse du matériau semi conducteur, ainsi les résistances ohmiques et de contact au niveau des connexions des cellules.
- G: Ensoleillement mesuré ;
- Gn: Ensoleillement nominale ;
- T: Température mesuré ;
- Tn: Température nominale
- Vpv : Tension de sortie
- I0 : Courant de saturation inverse de la diode
- Ki : Coefficient de sensibilité du courant par la variation de la température
- Kv : Coefficient de sensibilité de la tension par la variation de la température
- α : Facteur d'idéalité de la diode
- Vt : Tension thermique
- Ns : Nombre de cellules connectés en série
- k : Constante de Boltzmann
- T : Température de la jonction P-N
- q : Charge de l'électron
- Rsh : Résistance shunt, représente les fuites autour de la jonction P-N dues aux impuretés et sur les coins de la cellule.

- MPPT : Recherche du Point de Puissance Maximale (Maximum Power Point Tracking)
- V_{opt} : Tension optimale appelé aussi tension au point de puissance maximale (V_{mpp})
- I_{opt} : Courant optimum appelé aussi courant au point de puissance maximale (I_{mpp})
- V_{pv} : Tension photovoltaïque
- I_{pv} : Courant photovoltaïque
- P_{pv} : puissance photovoltaïque
- Ni-Cd : Nickel-Cadmium
- Ni-MH : Nickel-Métal Hydrure
- Li-ion : Lithium-ion
- Pb-O₂ : Oxyde de plomb
- DC/DC: Continu/continu
- AC/DC : Continu/alternative.
- MLI: Modulation à Largeur d'Impulsion (PWM)
- τ_c : la constante de combustion effectué
- τ_d : le retard au démarrage de la combustion pur
- T_{Diesel} : Couple développé par le moteur diesel .
- F : Gain relative au niveau du combustible .
- (SEH). :Systèmes d'Energie Hybrides
- CA : Courant alternatif
- CC : Courant continu
- E_{cj} : consommation journalière.
- P_c : Puissance crête du champ photovoltaïque
- E_{bes} : Besoin journalier
- E_{stc} : Ensoleillement dans les conditions STC
- E_{mes} : Ensoleillement du site d'installation
- C_p : Facteur de conversion appliqué pour tenir compte des différentes pertes
- $E_{éle}$: Énergie électrique mensuelle fournie par le champ photovoltaïque
- N_{pv} : Nombre de panneau
- P_c : Puissance totale de champs photovoltaïque
- P_{pv} unitaire : Puissance d'un module photovoltaïque
- V_g :Tension du générateur PV ;

- V_{pv} : Tension nominale unitaire.
- $N_{m,s}$: nombre de modules connectés en série
- CB : Capacité total des batteries
- JAuto : Nombre de jour d'autonomie
- VB : Tension de la batterie
- PMD: Profondeur maximale de décharge
- KB : Coefficient de température de la batterie
- Ir : Courant de régulateur
- Vr : Tension de régulateur
- Icc : Courant de court-circuit
- P_{ond} : Puissance de l'onduleur
- Vs : Tension de sortie
- Vch : Tension de charge
- Ve : Tension d'entrée
- Ie: Courant d'entrée
- Is: Courant de sortie
- I_{MPP} : Courant à puissance maximale
- $N_{br-circuit}$: Nombre de chaînes
- I_B : Le courant d'emploi
- Npv : nombre de panneaux
- Nm, s : Le nombre de modules connectés en série
- $V_{m,s}$: tension de modules connectés en série
- CEI
- Nm,p : le nombre de module en parallèle (string)
- Cbatt : Capacité de la batterie
- Nb : Nombre de batterie
- Ibatt : Courant de la batterie
- GD : Générateur diesel
- ONM (Office National de la Météorologie)
- HOMER : Logiciel de dimensionnement et d'optimisation des systèmes hybrides.
- SOLAIR CALCE : logicielle de représenter le système sous forme d'une installation réelle.

- PV6 : logicielle de dimensionnement de system (PVautonome, PVconnecté au réseaux, pompage solaire) .



Introduction Générale

Introduction

L'énergie est la complication essentielle pour l'homme dans le monde actuel, ses sources, est la question que le futur va poser à l'homme.[1]

Avant de la consommer il aura fallu la produire, en général dans les unités de production d'électricité de grande puissance, la transporter, puis la distribuer vers chaque consommateur. Ce qui représente un lourd fardeau financier pour d'électrification des locaux dans les sites isolés de notre pays. Installer des lignes électriques sur des centaines de kilomètres ne pourra pas résoudre ce problème. Ceci est par le faite de la présence des contraintes dues aux intempéries dont le vent de sable, les gradients de température entre les différentes saisons et celle entre la nuit et le jour pour la saison hivernale. Utilisés le générateur diesel seul coûte trop cher. A cet effet, nous avons pensé à contourner le problème par une autre solution à savoir le système hybride.[2]

Cette méthode de production d'électricité s'avère être rentable dans les régions isolées . Cependant le travail proposé consiste en une combinaison de deux source d'énergie (solaire et diesel) de production continue de l'énergie électrique. .

Le but de notre travail est premièrement d'étudié, dimensionné un système hybride photovoltaïque-diesel afin d'assurer le besoin journalier en énergie électrique d'une habitation isolée a trois différent région en Algérie (Biskra, Annaba, Tamanrasset)aussi pour connue la différence que elle a déveine de set changement .Deuxièmement Si l'étudiant l'acquiert, il peut le comprendre facilement , et si un ingénieur le lit, il peut se matérialiser dans la réalité .

Nous devons d'abord présenter quelques notions sur le rayonnement solaire et le principe de la conversion de l'énergie photovoltaïque ainsi les caractéristique d'un générateur photovoltaïque. System de stockage d'énergie ses caractéristique et les types d'accumulateurs Sans oublier les convertisseurs aussi le groupe diesel , et notre system hybride avec sa configuration , C'est l'objet du premier chapitre.

Le deuxième chapitre porte la définition de les charges et notre boisson énergétique de la maison , on représentons le dimensionnement de notre installation bien détaillé de chaque composant constituant le système , on a le même système hybride dans les trois site différent

on extrayons tout les caractéristique nécessaire et on choisir les composants, on utilise aussi logicielle HOMER

Le troisième chapitre traite les résultats de dimensionnement aussi On compare pour déduit la différence quand on a change le site , et les différentes stratégies de fonctionnement de système.

Enfin, une conclusion générale résume le travail développé dans cette étude.

Chapitre I : Généralité sur le
système hybride (PV- Diesel)

Introduction :

Le problème avec la puissance variable et non garantie produite par les sources d'énergie renouvelables, peut être résolu par un couplage des sources d'approvisionnement et la formation d'un système dit hybride .L'énergie solaire est une énergie inépuisable et gratuite.

Dans cette partie, on commence par rappeler brièvement le principe de la conversion de l'énergie solaire en énergie électrique reposant sur l'effet photoélectrique des semi - conducteurs, ainsi que les différents types de stockage d'énergie par batteries électrochimiques Accompagné d'un générateur diesel. Nous évoquerons aussi l'intérêt des systèmes hybrides PV/Générateur diesel avec batteries de stockage pour une installation domestique isolée.

I-1-Energie Solaire :

L'énergie solaire photovoltaïque est l'une des énergies renouvelables les plus utilisées. Elle consiste à convertir directement le rayonnement solaire en électricité grâce à l'effet photovoltaïque. Les panneaux photovoltaïques (PV) ont la capacité de transformer les photons en électrons . L'énergie sous forme de courant continu est ainsi directement utilisable.

En raison des caractéristiques électriques fortement non linéaires des cellules PV et de leurs associations, le rendement des systèmes PV peut être amélioré par des solutions utilisant les techniques de recherche du point de puissance maximale (dites techniques MPPT).

I-2- Effet photovoltaïque :

Le rayonnement solaire est constitué des photons transportant chacun une énergie E_{ph} qui répond, elle même, à la relation suivante(I-1) :

$$E_{ph} = h \frac{c}{\lambda} \quad (\text{I-1})$$

Où représente la quantité d'énergie, λ la longueur d'onde, h la constante de Planck et C la vitesse de la lumière.

D'après la relation, cette énergie est inversement proportionnelle à la longueur d'onde, le flux d'énergie solaire est alors transmis sous forme de rayonnements électromagnétiques dont les longueurs d'ondes sont assez différentes du corps noir dans l'espace, mais encore plus sur la terre telle quelle le montre[3] .

Tableau (I.1). Rayonnements solaire.[4]

Ultraviolet UV	$0.20 < \lambda < 0.38 \mu\text{m}$	6.4%
Visible	$0.38 < \lambda < 0.78 \mu\text{m}$	48.0%
Infrarouge IR	$0.78 < \lambda < 10 \mu\text{m}$	45.6%

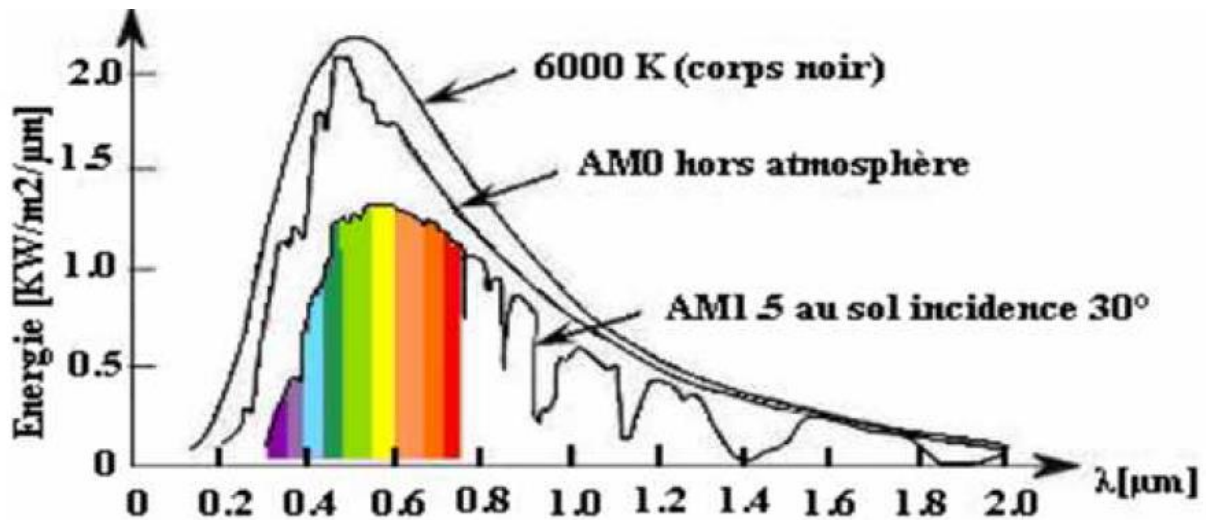


Figure (I.1): Répartition spectrale du rayonnement solaire.[3]

I-3- Principe de la conversion photovoltaïque :

Une cellule photovoltaïque est réalisée à partir de deux couches de silicium, une dopée P (dopée au bore) et l'autre dopée N (dopée au phosphore) créant ainsi une jonction PN avec une barrière de potentiel. Lorsque la cellule est exposée au rayonnement solaire, les photons d'énergie pénétrant dans la cellule solaire transmettent leur énergie aux atomes de la jonction.

Si cette énergie est suffisamment élevée, elle peut faire passer les électrons de la bande de valence à la bande de conduction du matériau semi-conducteur et créer ainsi des paires «électron-trou ». Les électrons (charges négative) et les trous (charges positive), sont alors maintenus séparés par un champ électrique qui constitue une barrière de potentiel.

Si une charge est placée aux bornes de la cellule, les électrons de la zone N rejoignent les trous de la zone P via la connexion extérieure, donnant ainsi naissance à une différence de potentiel et un courant électrique qui circule .[5]

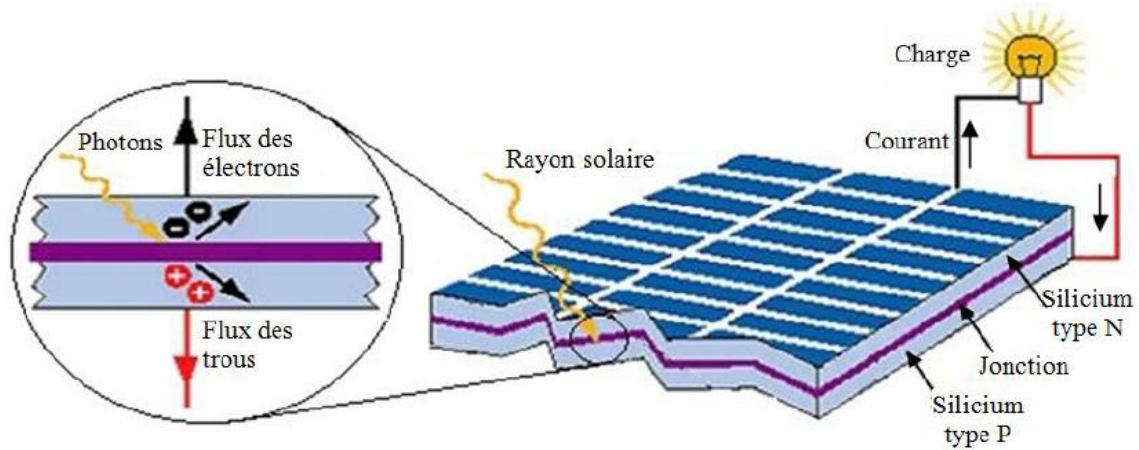

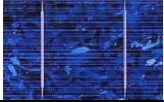



Figure (I.2):Schéma synthétique de l'effet photovoltaïque[6]

I-4- Technologies des cellules photovoltaïques :

Tableau (I.2). Technologies des cellules photovoltaïques .[8,7]

Type de Cellules (Technologies)	Silicium Monocristallin	Silicium poly cristallin (ou multi cristallin)	Silicium amorphe en couche mince
			
Rendement	12 à 18% (24.7% en laboratoire)	11 à 15% (19.8% en Laboratoire)	5 à 8 % (13% en Laboratoire)
Longévité	20 à 30 ans	20 à 30 ans	15 à 25 ans
Caractéristiques	<ul style="list-style-type: none"> *Très performant . *Stabilité de production d'énergie . *Méthode de production coûteuse et laborieuse. 	<ul style="list-style-type: none"> *Adapté à la production à grande échelle; *Stabilité de production d'énergie; *Plus de 50% du marché mondial. 	<ul style="list-style-type: none"> *Peut fonctionner sous la lumière fluorescente; *Fonctionnement à faible luminosité; *Fonctionnement par temps couvert; *Fonctionnement à

CHAPITRE(I) : Généralité sur le système hybride (PV-diesel)

			<p>ombrage partiel;</p> <p>*La puissance de sortie varie dans le temps. En début de vie, la puissance délivrée est 15 à 20% supérieure à la valeur nominale et se stabilise après quelques mois.</p>
Avantages	<p>-Très bon rendement (18%)</p>	<p>- Ce sont les cellules les plus utilisées pour la production électrique (meilleur rapport qualité prix);</p> <p>- Bon rendement (13%), (mais moins bon que pour le monocristallin);</p> <p>-Moins coûteux que le monocristallin.</p>	<p>-Fonctionnement avec un éclairage faible;</p> <p>-Moins coûteux que les autres technologies</p>
Inconvénients	<p>- Cout élevé;</p> <p>- Rendement faible sous un faible éclairage.</p>	<p>-Rendement faible sous un faible éclairage.</p>	<p>-Rendement faible en plein soleil (environ 7%);</p> <p>-Performances diminuent sensiblement avec le temps.</p>

I-5- Caractéristique de la cellule photovoltaïque :

Une cellule photovoltaïque (voir figure I.3) peut être représentée par un générateur de courant I_{ph} monté en parallèle avec une diode et deux résistances parasites qui sont

CHAPITRE(I) : Généralité sur le système hybride (PV-diesel)

également introduites. Ces résistances ont une influence sur la caractéristique $I = f(V)$ de la cellule, à savoir :

- La résistance série R_s qui est la résistance interne de la cellule, elle dépend principalement de la résistance du semi-conducteur utilisé, de la résistance de contact des grilles collectrices et de la résistivité de ces grilles .
- La résistance shunt R_{sh} qui est due à un courant de fuite au niveau de la jonction ,elle dépend de la façon dont celle-ci a été réalisée[5]

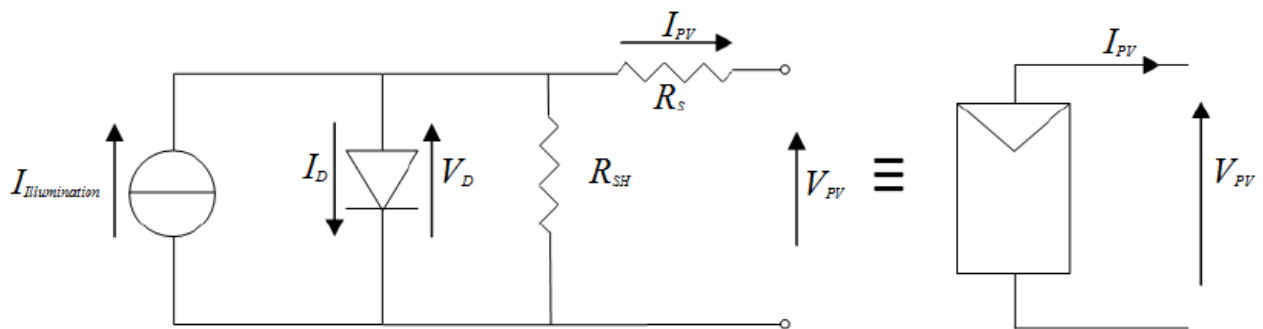


Figure (I.3):Schéma électrique équivalent d'un module PV[9]

Le courant de sortie d'une cellule photovoltaïque se met sous la forme mathématique suivante (I-2):[9]

$$I_{pv} = I_{ph} - I_d - I_{sh} \quad (\text{I-2})$$

Avec:

I_{pv} : Courant généré par la cellule photovoltaïque.

I_{ph} : Photo courant créé par la cellule (proportionnel au rayonnement incident).

I_d : Courant circulant dans la diode.

I_{sh} : Courant circulant dans la résistance R_{sh} .

$$I_{ph} = \frac{G}{G_n} (I_{sc,n} + K_i \Delta T) \quad (\text{I-3})$$

Avec:

$$\Delta T = T - T_n \quad (\text{I-4})$$

G: Ensoleillement mesuré .

G_n : Ensoleillement nominale .

T: Température mesuré .

T_n : Température nominale.

CHAPITRE(I) : Généralité sur le système hybride (PV-diesel)

$$I_d = I_0 \left(e^{\frac{V_{pv} + R_s I_{pv}}{V_t}} - 1 \right) \quad (\text{I-5})$$

Rs: Résistance série symbolise la résistance de masse du matériau semi conducteur, ainsi les résistances ohmiques et de contact au niveau des connexions des cellules.

Vpv: Tension de sortie.

I0: Courant de saturation inverse de la diode.

$$I_0 = \frac{I_{sc,n} + K_i \Delta T}{e^{\left(\frac{V_{oc,n} + K_v \Delta T}{\alpha V_t} \right) - 1}} \quad (\text{I-6})$$

Isc: Courant en court circuit .

Voc: Tension en circuit ouvert.

Ki: Coefficient de sensibilité du courant par la variation de la température (mA/0C).

Kv: Coefficient de sensibilité de la tension par la variation de la température.

α : Facteur d'idéalité de la diode.

Vt: Tension thermique.

$$V_t = \frac{N_s K T}{q} \quad (\text{I-7})$$

Ns: Nombre de cellules connectés en série .

k: Constante de Boltzmann ($1,3806503 \times 10^{-23}$ J/K).

T: Température de la jonction P-N (K).

q: Charge de l'électron ($1,60217646 \times 10^{-19}$ C).

Rsh: Résistance shunt, représente les fuites autour de la jonction P-N dues aux impuretés et sur les coins de la cellule.

$$I_{sh} = \frac{V_{pv} + R_s I_{pv}}{R_{sh}} \quad (\text{I-8})$$

Le courant I_{pv} devient:

$$I_{pv} = I_{ph} - I_0 \left(e^{\frac{V_{pv} + R_s I_{pv}}{V_t \alpha}} - 1 \right) - \frac{V_{pv} + R_s I_{pv}}{R_{sh}} \quad (\text{I-9})$$

*Les caractéristiques électriques d'un panneau PV varient en fonction de la température et de l'irradiation. La figure (I.4) et (I.5), montre les courbes caractéristiques Courant- Tension et Puissance-Tension d'un panneau solaire dans les conditions standard de fonctionnement.[4]

CHAPITRE(I) : Généralité sur le système hybride (PV-diesel)

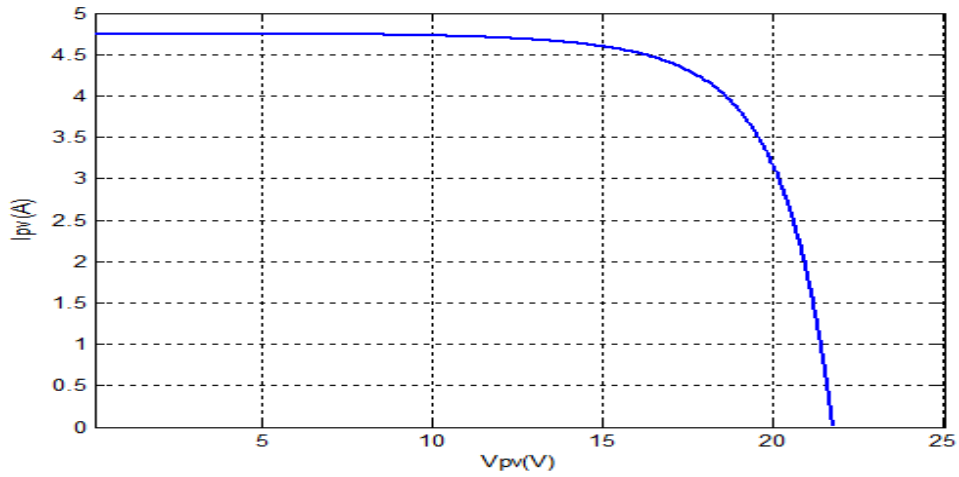


Figure (I.4). Caractéristique Courant-Tension simulée, $G = 1000 \text{ W/m}^2$ et $T = 25^\circ\text{C}$. [4]

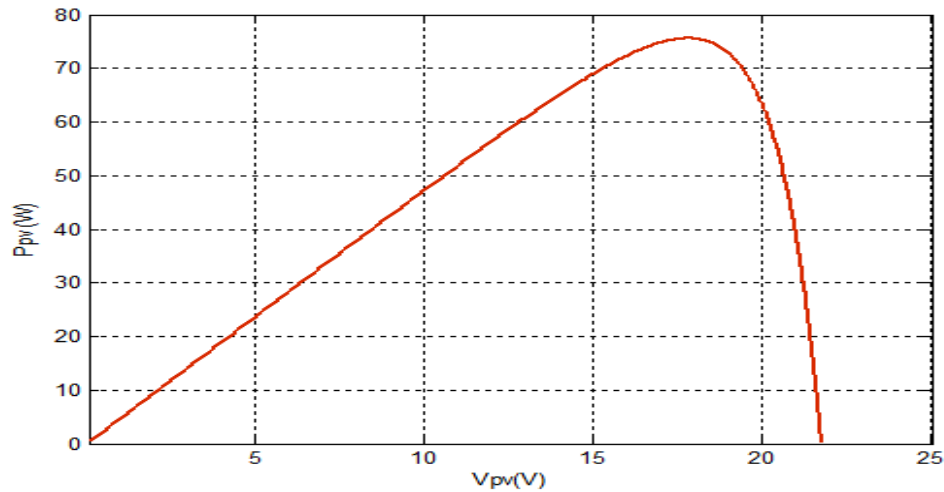


Figure (I.5). Caractéristique Puissance-Tension simulée, $G = 1000 \text{ W/m}^2$ et $T = 25^\circ\text{C}$. [4]

a) Influence de la variation d'éclairement :

Les caractéristiques électrique de la **figure (I.6) et (I.7)**, montrent bien la variation du courant du panneau **PV** ainsi que la puissance en fonction de la tension pour différents niveaux d'éclairement. [4]

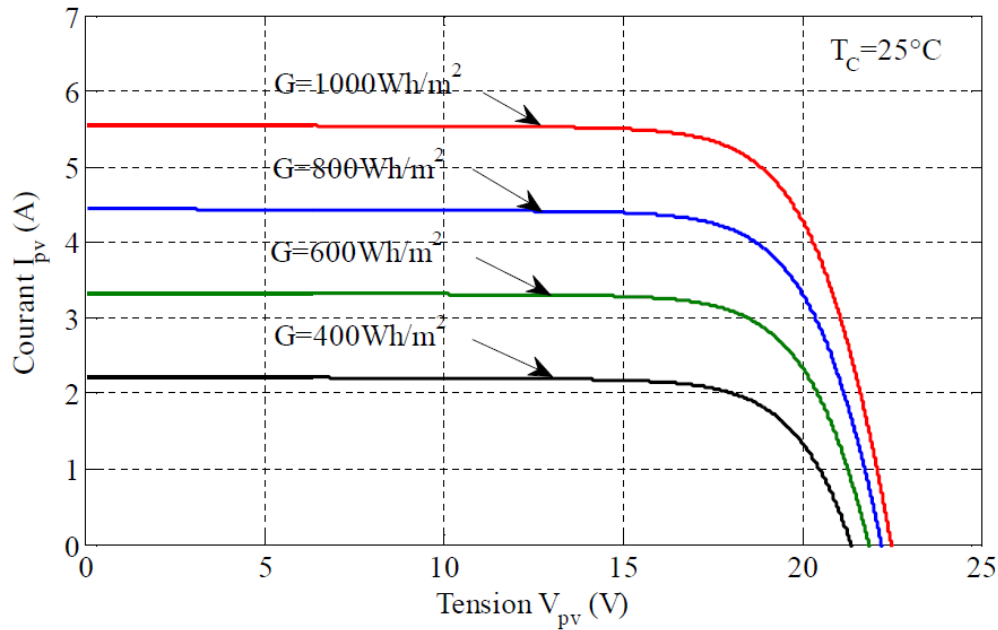


Figure (I.6). Caractéristiques Courant-Tension simulées du panneau PV pour différents niveaux d'irradiation ($G = 400, 600, 800, 1000 \text{ W / m}^2$) et $T_c = 25^\circ\text{C}$. [8]

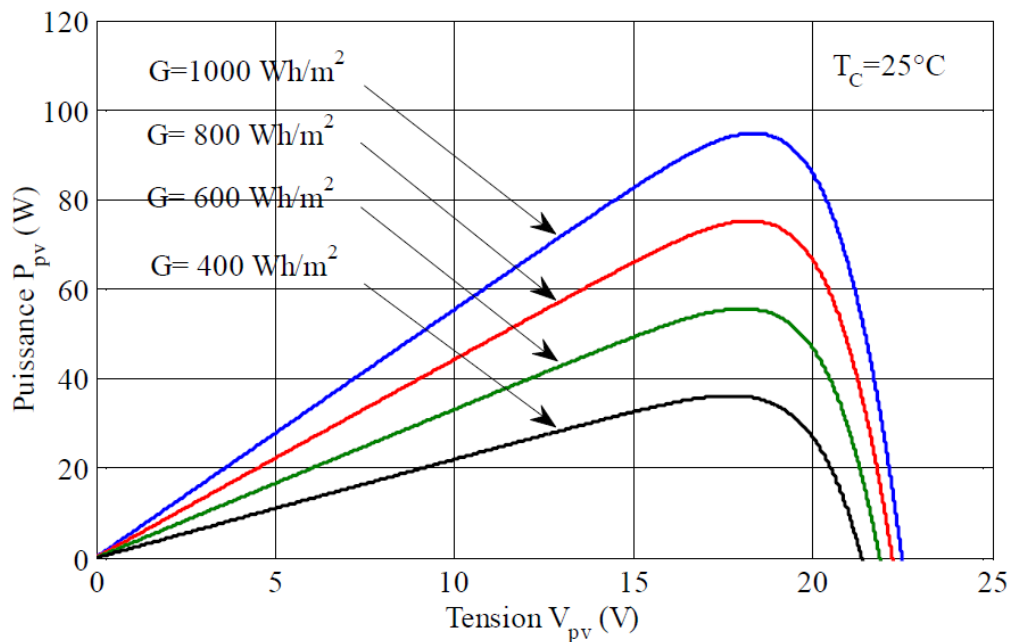


Figure (I.7). Caractéristiques Puissance-Tension, simulées du panneau PV pour différents niveaux d'irradiation ($G = 400, 600, 800, 1000 \text{ W / m}^2$) et $T_c = 25^\circ\text{C}$. [8]

b) Influence da variation de la température :

Pour voir l'influence de la température, nous avons tracé les caractéristiques Courant-Tension et Puissance-Tension pour différentes valeurs de température pour un éclairement solaire constant. [4]

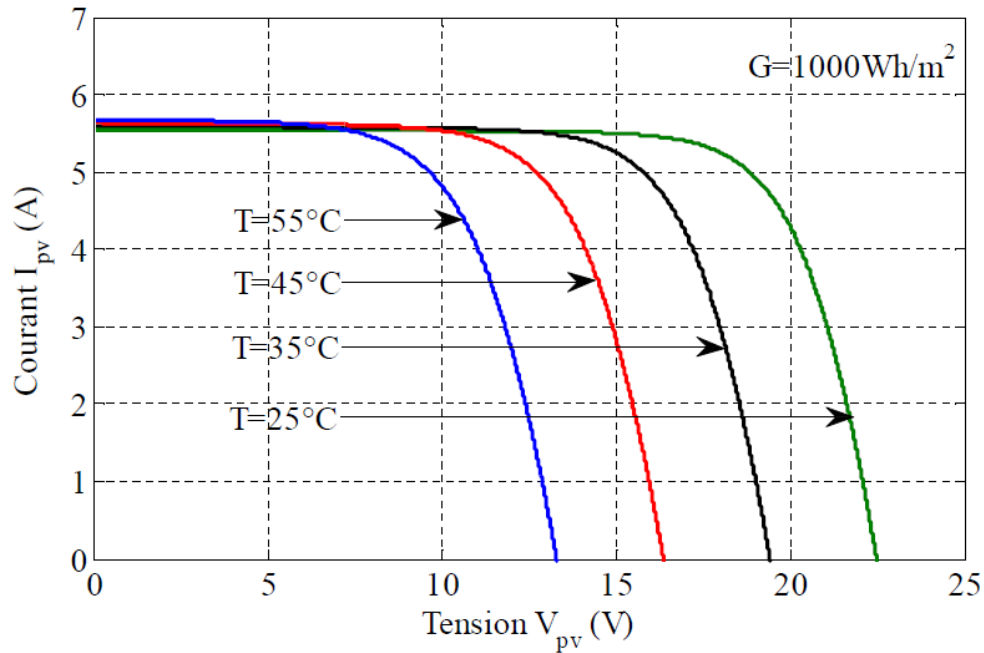


Figure (I.8). Caractéristique Courant -Tension simulées du panneau PV pour une variation detempérature ($T_c = 25, 35, 45, 55^\circ\text{C}$) et $G = 1000 \text{ W / m}^2$. [8]

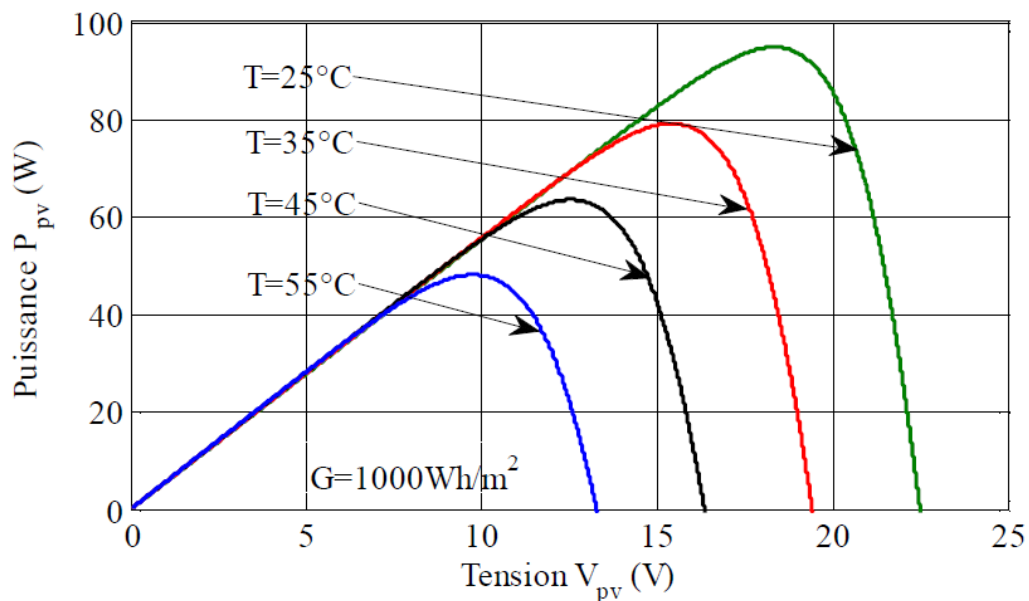


Figure (I.9). Caractéristique Puissance -Tension simulées du panneau PV pour une variation detempérature ($T_c = 25, 35, 45, 55^\circ\text{C}$) et $G = 1000 \text{ W / m}^2$. [8]

I-6- Système de stockage d'énergie :

I-6-1 .Les Batteries :

Les batteries, dites aussi accumulateurs, sont des systèmes électrochimiques destinés à stocker une énergie chimique et à la restituer ultérieurement sous forme d'énergie électrique. [10]

CHAPITRE(I) : Généralité sur le système hybride (PV-diesel)

Dans une installation PV, le stockage correspond à la conservation de l'énergie produite par le générateur PV, en attente pour une utilisation ultérieure. La gestion de l'énergie solaire nécessite d'envisager des stockages suivant les conditions météorologiques et qui vont répondre à deux fonctions principales [11]

- Fournir à l'installation de l'électricité lorsque le générateur PV n'en produit pas (la nuit ou par mauvais temps par exemple).
- Fournir à l'installation des puissances plus importantes que celles fournies par le générateur PV.

I-6-2 .Caractéristique de la batterie :

a -Résistance interne de l'accumulateur :

La résistance interne est toujours très faible (de l'ordre de quelques centièmes d'ohm) et négligeable en général, dans les applications numériques .[12]

La résistance interne d'un accumulateur peut donc être déterminée en fonction de ses composants, à savoir : la résistance de l'électrolyte, la résistance de contact entre les électrodes et les cellules, et la résistance des matériaux propre à chacune des électrodes .[13]

b-Tension à vide :

La tension à vide est la tension dans laquelle la batterie est totalement chargée.

c- Tension nominale :

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

Cette tension diffère en fonction des différents types de batteries, elle peut avoir une valeur de 6V, 12V, 24V, 48V.

d- Rendement :

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

e- Capacité :

La capacité d'une batterie est la quantité d'Ampères qu'elle fournit multipliée par le nombre d'heures pendant lesquelles le courant circule, elle est proportionnelle aux dimensions de la batterie. Ce paramètre est exprimé en Coulombs ou l'ampère-heure (Ah) ($1\text{Ah}=3600\text{C}$).

Par exemple, une batterie de 100 Ah peut fournir 100 A pendant une heure, ou 50 A pendant 2 heures, ou 2 A pendant 50 heures.

f- Tension de fin décharge :

Comme son nom l'indique, c'est la marge de tension que doit avoir pour ne pas endommager la batterie.

CHAPITRE(I) : Généralité sur le système hybride (PV-diesel)

g- Profondeur de décharge :

La profondeur de décharge est le pourcentage de l'énergie maximale qui doit être extraite de la batterie qui est utilisée pendant un cycle de charge/décharge, elle influence sur la durée de vie de la batterie (plus la profondeur de décharge est importante plus la durée de vie de la batterie sera courte). Types d'accumulateurs 50.

h-Taux d'autodécharge :

L'autodécharge est la perte de capacité en laissant l'accumulateur au repos (sans charge) pendant un temps donné et pour une température donnée.

i- Température :

La température de la batterie est celle de son atmosphère. Le comportement d'une batterie est spécifié à une température de 27 degrés. C'est un facteur qui influence la capacité car les températures plus faibles réduisent leur capacité significativement, par contre des températures plus hautes produisent une légère augmentation de leur capacité, mais ceci peut augmenter la perte d'eau et diminuer la durée de vie de la batterie.

j-Durée de vie et nombre de jour d'autonomie :

Le nombre de jour d'autonomie est la période pendant laquelle la batterie assure le fonctionnement du récepteur jusqu'à sa décharge, sans la recharger.[10]

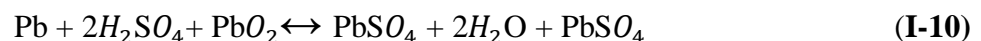
I-6-3.Types d'accumulateurs :

I-6-3.1/Accumulateurs au plomb acide :

La batterie au plomb acide est la forme de stockage de l'énergie électrique la plus courante, en raison de son coût qui est relativement faible et d'une large disponibilité.

Ces batteries sont composées de plusieurs plaques de plomb dans une solution d'acide sulfurique. La plaque consiste en une grille d'alliage de Plomb avec une pâte d'oxyde de plomb marquée sur la grille. La solution acide sulfurique et l'eau est appelée électrolyte. [14]

-La réaction chimique réversible mise en jeu est donnée par : [12]



→ : décharge, ← : charge

Tableau (I.3) : Caractéristique des batteries au plomb [15]

Couple	Pb / PbO ₂	
Température de fonctionnement	-40 à 60	[°C]
Energie massique théorique	170	[Wh/kg]
Densité d'énergie	30 à 40	[Wh/kg]
Puissance massique (à 80% DOD)	60 à 130	[W/kg]
Coefficient de surcharge admissible	5 à 20	[%]
Rendement énergétique	65 à 85	[%]
Tension par cellule chargée	2,1	[V]

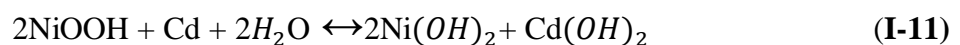
I-6-3.2/Accumulateurs au Nickel- cadmium [11]

Les batteries de nickel- Cadmium ont une structure physique semblable à celles du plomb-Acide. Au lieu du Plomb, elles utilisent de l'hydroxyde de Nickel pour les plaques positives et de l'oxyde de Cadmium pour les plaques négatives. L'électrolyte est de l'hydroxyde de Potassium.

La tension de ce type d'accumulateur varie entre 1,15 et 1,17 Volts, par élément suivant l'état de charge. Le rendement énergétique est de l'ordre de 70%. En dépit d'un prix encore prohibitif, ce type d'accumulateur présente beaucoup d'avantages :

- *Très bonne résistance mécanique.
- *Possibilité de supporter des décharges profondes.
- *Pas d'émanations toxique à partir de l'électrolyte.
- *Ne craint pas de gel.

-La réaction réversible globale est la suivante :[16]



→ : décharge, ← : charge

I-6-3.3/Batterie Nickel-Métal Hydrure (Ni-MH):[8]

Les batteries Ni-MH ont remplacé les batteries Nickel-Cadmium dans de nombreuses applications. Elles offrent de meilleures performances sans les problèmes de toxicité du Cadmium , les batteries Ni-MH sont constituées d'une électrode positive en nickel et d'une électrode négative en Hydrogène absorbé dans du métal .

L'électrolyte est composé d'une solution d'Hydroxyde de Potassium. Ce type de batterie est très sensible à l'intrusion d'air. L'Hydrogène réagirait immédiatement. Elles sont pourvues

CHAPITRE(I) : Généralité sur le système hybride (PV-diesel)

d'une soupape de sécurité pour pouvoir dégazer lors de surcharges. La tension à vide d'une cellule de Nickel-Métal Hydrure varie peu en fonction de son état de charge. Elle reste très proche de 1,2 Volt.

I-6-3.4/ Batteries Lithium-ion :[17]

Ces accumulateurs utilisent un électrolyte liquide organique et la réaction réversible mise en jeu fait intervenir l'insertion d'ions Lithium dans du bisulfure de Titane.

Leur tension présente une grande amplitude de variation 2,5 Volt à 3,7 Volt. Grande énergie massique (150 Wh/kg), faible masse volumique, bonne stabilité en température, étanchéité totale. D'un coût 10 fois plus élevé que les batteries au Plomb, elles ne sont encore utilisées que pour les applications de petites puissances.

Autre inconvénient du Li-ion, l'échauffement. Pour contourner l'obstacle, il faut signaler un nouveau concept d'accumulateur au Li, le Li-Métal-Polymère, mis au point par Hydro - Québec, dans lequel, l'électrolyte qui est solide, se présente sous la forme de plusieurs feuilles minces de polymères. Cette technique, bien que moins performante, sera utilisée dans la voiture électrique « Blue car » de Bolloré.

Tableau (I.4) : Comparatif des technologies d'accumulateurs[18, 19]

	Plomb	Ni-Cd	Ni-MH	Li-ion
Durée de vie (année)	4-5	2-3	2-4	7
Nombre de cycle de vie	800	1200	1000	1000
Rendement charge /dé-charge (%)	50	70-90	66	90
Autodécharge(% par mois)	5	15	20	2
Tension nominal par élément (V)	2,1	1,2	1,2	3,6
Résistance interne (Ohm)	Très faible	Environ 0,06 par cellule de 1 Ah	Environ 0,06 par cellule de 1Ah	Très faible
Température en fonctionnement (C)	Ambiante	-40 à +80	Ambiante	Ambiante
Energie massique (Wh/Kg)	30-50	45-80	60-110	90-180
Energie volumique (Wh/l)	75-120	80-150	220-330	220- 400
Temps de charge (h)	8	1	1	2-3
Coût	Pas trop chère	Très chère	Très chère	Très chère

I-7-Les convertisseur :

I-7-1/Les hacheurs :

Un hacheur permet de régler le transfert d'énergie d'une source continue vers la charge avec un rendement élevé. Selon la structure, il peut être abaisseur ou élévateur de tension et, dans certaines conditions, renvoyer de l'énergie à l'alimentation. Il est utilisé dans les alimentations et pour le pilotage des moteurs. [20].

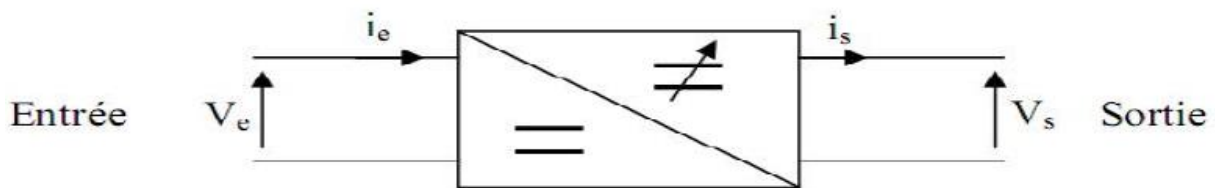


Figure (I.10):Hacheur DC – DC [1]

I-7- 1-1. Exigences de l'utilisateur :

La fonction essentielle d'un convertisseur de puissance est double : d'une part adapter la forme de l'énergie aux besoins d'une charge (typiquement en transformant une tension en une tension continue et/ou en modifiant le niveau de la tension) et d'autre part stabiliser ce flux d'énergie en filtrant autant que possible les fluctuations de la source.

Dans le principe, assurer ces deux fonctions n'est pas excessivement complexe : fabriquer une alimentation élémentaire demande un nombre de composants relativement réduit. Mais l'utilisateur privé ou professionnel a beaucoup d'autres exigences. Idéalement, un convertisseur doit en effet [21] :

- délivrer une ou souvent plusieurs tensions parfaitement continues, éventuellement ajustables et stables quel que soit le courant demandé .
- posséder un rendement élevé .
- présenter un niveau de sécurité élevé, notamment en répondant aux normes.
- d'isolation entre l'utilisateur et le réseau .
- posséder une fiabilité élevée relativement à la durée de vie de l'application, en ce compris la résistance aux contraintes de l'environnement (vibrations, température, humidité, etc.) .

CHAPITRE(I) : Généralité sur le système hybride (PV-diesel)

- ne pas être une source de perturbations pour le réseau électrique amont ou les équipements environnants ni être trop sensible aux perturbations émanant de ceux-ci (compatibilité électromagnétique) .
- être la plus petite et la plus légère possible .
- être de préférence peu coûteuse.[5]

I-7-1-2. Type d'hacheurs

L'étude des convertisseurs DC-DC les plus simples se décline en trois familles de convertisseurs statiques (ou hacheurs).

- Hacheur élévateur (ou Boost),
- Hacheur abaisseur (ou Buck),
- Hacheur abaisseur-élévateur (Buck-Boost).[5]

I-7-2/ Les onduleurs :

L'onduleur, est un dispositif permettant de transformer en alternatif une énergie électrique de type continue. la fonction principale de cet dispositif est de créer au niveau de sa sortie une tension alternative réglable en fréquence et en valeur efficace à partir d'une tension continue en entrée. [6] Un onduleur est dit autonome s'il assure de lui-même sa fréquence et sa forme d'onde.

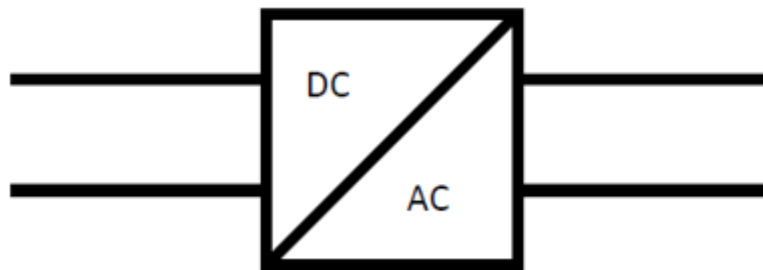


Figure (I.11): Symbole d'un convertisseur DC – AC

Suivant leurs topologies, on distingue deux classes d'onduleurs monophasés :

a) Onduleur monophasé en demi-point :

Il est constitué principalement d'une source de tension continue E , et de deux interrupteurs de puissance notés $K1$ et $K2$ à commande complémentaire.

La durée de conduction de chacun des interrupteurs est alors d'un demi-cycle (180°) correspondant à la fréquence du signal de sortie requis.[5]

CHAPITRE(I) : Généralité sur le système hybride (PV-diesel)

Le schéma de principe d'un tel onduleur monté en demi-point est montré sur la figure suivante:

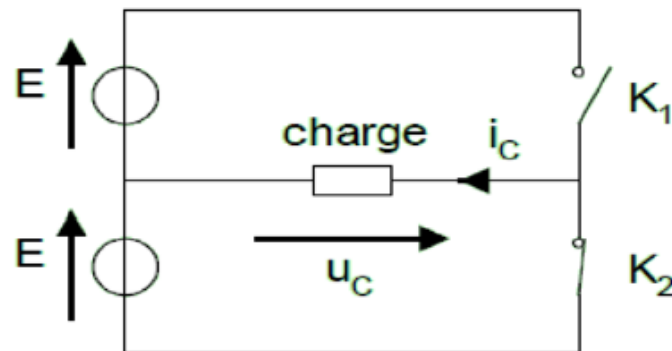


Figure (I.12):Le schéma de principe d'un Onduleur en demi-point [5]

b) Onduleur monophasé en pont (Pont H) :

Ce type d'onduleur est constitué de deux bras chaque bras se compose de deux interrupteurs. Les interrupteurs choisis, constituent bien une cellule de commutation.

Leur fonctionnement doit être complémentaire afin de ne jamais court-circuiter la source continue V_e . La liaison entre $k_1 - k_4$ et $k_2 - k_3$ montrent qu'ils sont complémentaires c.-à-d. ils ne peuvent pas être ouverts ou fermés en même temps.[5]

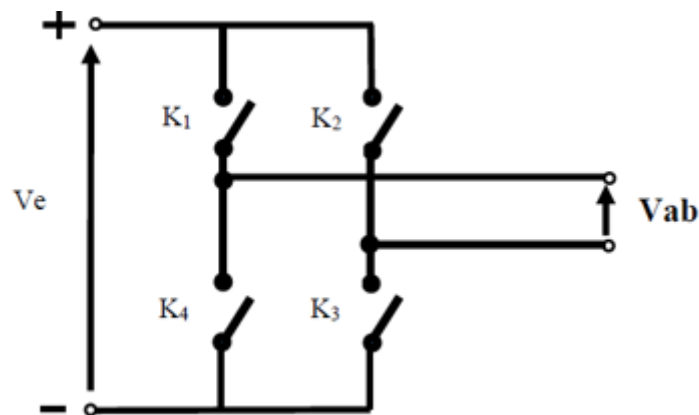


Figure (I.13):Le schéma de principe d'un Onduleur en pont H[5]

I-7-2.2 Commande de l'onduleur :

Il existe plusieurs types de commande d'onduleurs comme (commande symétrique (adjacente), Décalée (disjointe), MLI...). Les différentes commandes ont le but d'obtenir l'allure sinusoïdale ou le niveau de la sortie. Et pour chaque commande le principe de fonctionnement se change.[22]

Pour notre onduleur on a choisi la commande MLI.

I-8-Groupe Diesel :

Dans le cas d'un système d'énergie renouvelable, la production d'énergie électrique est réalisée en fonction des ressources (vent, soleil...) et non de la demande d'énergie. Dans le cas des installations autonomes, il est donc nécessaire de recourir au stockage ou d'ajouter un ou plusieurs groupes électrogènes diesels.[23]

I-8-1)Description du fonctionnement :

Considéré comme la source de production d'électricité la plus utilisée dans les pays en développement et surtout dans les zones rurales, le générateur Diesel encore appelé « groupe électrogène » est constitué d'un moteur Diesel qui transforme par combustion interne l'énergie d'un combustible en énergie mécanique, et d'un générateur synchrone ou alternateur qui transforme cette énergie mécanique en énergie électrique. Il peut fonctionner à partir de différents carburants comme le gazole, le gaz naturel, les biocarburants et pour les plus puissants le fioul lourd., il est associé à deux régulateurs : un régulateur de vitesse et un régulateur de tension .

*Le régulateur de vitesse agit sur l'actionneur qui à son tour agit sur le moteur Diesel afin d'ajuster le flux de carburant à injecter pour maintenir la vitesse de rotation et donc la fréquence du courant alternatif constante et égale à la référence.

*La régulation de la tension fournie par le générateur Diesel est réalisée par un dispositif qui agit sur le système d'excitation de l'alternateur afin de fournir la tension d'excitation nécessaire pour maintenir constante la tension alternative de sortie à sa valeur de référence.[24]

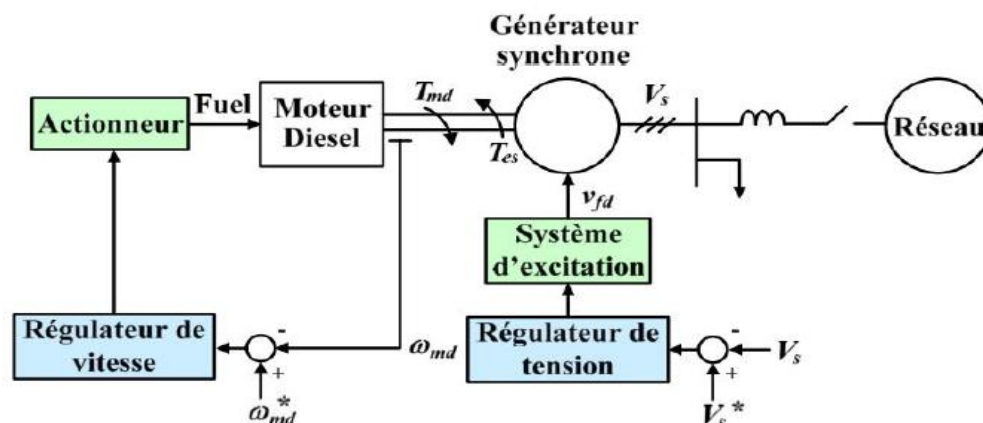


Figure (I.14) :Schéma bloc d'un générateur Diesel avec ses régulateurs[24]

CHAPITRE(I) : Généralité sur le système hybride (PV-diesel)

Le groupe électrogène est utilisé pour fournir de l'énergie dans les trois cas suivant:

- Fournir de l'énergie de base, dans la centrale électrique diesel.
- Fournir de l'énergie de remplacement, lorsque l'énergie de base est couteuse.
- Fournir de l'énergie de secours, lorsque l'énergie de base vient à manquer.[25]

I-8- 2)Avantages et Inconvénients du Groupe électrogène :

a) Avantages :

- Le groupe électrogène est une source fiable et indépendante des conditions extérieur.
- Simple a l'installation et l'utilisation.[26]

b) Inconvénients :

- Un volume sonore constant quel que soit le niveau de puissance demandé au moteur diesel.
- Un niveau d'émissions polluantes élevé même lorsque la demande d'énergie est faible.
- Une mauvaise stabilité de fréquence et de tension, dans les phases transitoires, en présenced'à-coups de charge .
- La présence d'un second moteur diesel en plus du moteur principal sur les applications embarquées .
- Le surdimensionnement du groupe en cas de charge non linéaires ou non symétriques (redresseur, charges monophasée, etc.).
- Nécessite un entretien permanent.[26 ,27]

I-8-3)Modélisation du groupe diesel :[8]

Le groupe diesel est constitué d'un moteur diesel à deux temps et une machine synchrone.

Le couple développé par le moteur diesel, donné par l'équation , pourrait être simplement modélisé par la fonction de transfert du premier ordre à temps constant, τ_c est la constante de combustion effectuée τ_d est le retard au démarrage de la combustion pur :

$$T_{Diesel} = \frac{F}{1 + \tau_{cP}} e^{-\tau_d} \quad (\text{I-12})$$

Avec :

T_{Diesel} : Couple développé par le moteur diesel .

F : Gain relative au niveau du combustible .

τ_d, τ_c : Constantes données par le constructeur.

CHAPITRE(I) : Généralité sur le système hybride (PV-diesel)

Généralement le moteur diesel est modélisé par le diagramme fonctionnel représenté sur la figure (I.15). Le correcteur intégrale proportionnel est associé à T_{Diesel} , pour réguler la tension de sortie du générateur diesel, à la valeur de la tension de sortie du système.

L'utilisation des moteurs diesels comme moteur d'entraînement dans les groupes électrogènes de petite puissance est due aux avantages qui présentent, qu'on peut citer :

- Rendement élevé comparativement à celui d'une centrale à gaz ou à vapeur .
- Fiabilité et la simplicité de fonctionnement.

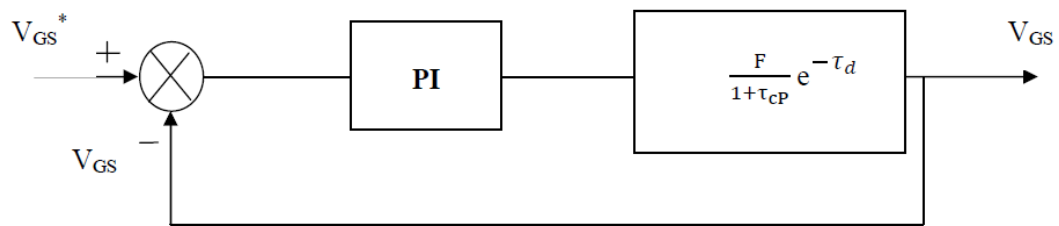


Figure (I.15) : Diagramme fonctionnel du générateur diesel[8]

I-9-système hybride :

I-9-1) Définition d'un système hybride :

Les systèmes les plus prometteurs pour l'utilisation des énergies renouvelables sont les Systèmes d'Énergie Hybrides (SEH). Ces systèmes combinent et exploitent plusieurs sources disponibles interconnectées entre elles pour fournir l'alimentation électrique, en général une ou plusieurs sources conventionnelles (groupe électrogène) et au moins une source d'énergie renouvelable[28], le système hybride peut comprendre aussi un dispositif de stockage.

Le but d'un système d'énergie hybride est d'assurer la fourniture de l'énergie demandée par la charge et de produire le maximum d'énergie à partir des sources d'énergie renouvelable [29] Il y a plusieurs différents types des configurations dans notre système de SEH :

Configuration PV/Diesel série , Configuration PV/Diesel commuté , Configuration PV/Diesel parallèle , La configuration Flexy Energy [9]

I-9-2) Configuration PV/Diesel commuté :

Cette configuration est très fréquemment utilisée malgré ses limites opérationnelles. La charge peut être alimentée soit par le générateur diesel, soit par l'onduleur qui est alimenté par le photovoltaïque ou la batterie.

La batterie peut être chargée par le champ PV et le diesel[30]. L'avantage principal de cette configuration par rapport à la configuration série consiste dans l'élimination de la conversion

CHAPITRE(I) : Généralité sur le système hybride (PV-diesel)

de l'énergie fournie par le générateur d'où l'élimination des pertes supplémentaires de conversion.

En principe, la puissance produite par le générateur est supérieure à la demande de la charge et l'excès est utilisé pour charger la batterie. Comme dans le cas précédent, le diesel est arrêté, lorsque la demande est faible et peut être satisfaite par le champ photovoltaïque et la batterie .

La complexité du système implique l'utilisation d'un contrôle automatique à la place de la commande manuelle.[9]

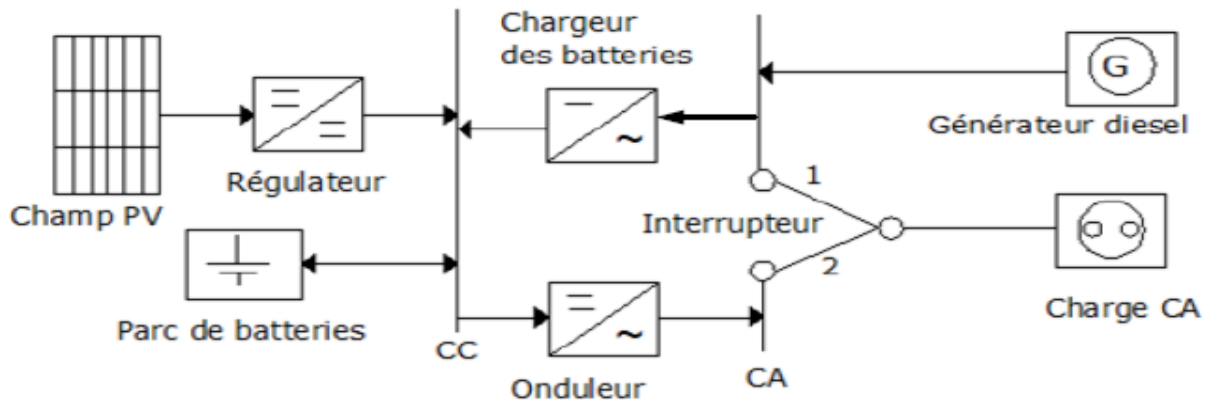


Figure (L.16):Schéma synoptique du système d'énergie PV/Diesel commuté [31]

I-9-3) Avantages et inconvénients des Systèmes hybridescommuté (PV/Diesel) :[31]

*Avantages

- Le générateur peut fournir l'énergie produite directement à la charge, ce qui augmente le rendement du système et diminue la consommation du carburant ;
- Une avarie de l'onduleur n'engendrera pas l'arrêt complet de l'alimentation électrique, parce que la charge peut être satisfaite par le générateur diesel ;
- L'onduleur peut fournir au consommateur la tension désirée en forme et en valeur.

*Inconvénients

- L'apparition d'une coupure instantanée lors de la commutation des sources ;
- Le générateur diesel et l'onduleur doivent être dimensionnés pour la consommation maximale du système ;
- Une construction complexe.

Conclusion :

Dans cette partie, on a rappelé quelques notions de base sur l'énergie solaire, cellules photovoltaïques et les différentes technologies utilisées pour la conception de module photovoltaïque et les caractéristiques . De plus, les différents types de stockage d'énergie par batteries électrochimique ont été traités ainsi que l'intérêt d'un générateur diesel comme source d'appoint dans un système hybride photovoltaïque.

Chapitre II : Dimensionnement de Champ PV-Diesel

II.1 Introduction :



Dans ce projet, nous fournissons l'électricité à une maison non connectée (hors réseau électrique), grâce à l'utilisation d'un système hybride pour la production d'énergie. La configuration du de se dernier dépend évidemment des ressources énergétiques disponibles ainsi que des contraintes de l'utilisation. Ce ci requiert une campagne de mesure et une analyse préalable des spécificités du site. Pour créer une base de référence pour notre étude nous avons choisi d'adopter des données disponibles sur trois différentes régions en Algérie (Annaba , Biskra, Tamanrasset).

En s'appuyant sur des données réelles (le rayonnement solaire), tout au long de l'année et qui ont été récupérées par ONM (Office National de la Météorologie), et la même quantité d'énergie consommée dans les trois régions et que nous la calculons avec précision et logiciel HOMER , en tenant en compte la consommation totale d'une maison, avec l'utilisation des différents systèmes hybrides en situation hors réseau comprenant le panneau solaire (PV), et le générateur diesel (GD) ainsi que les batteries et le convertisseur.





II.2 Définition des besoins énergétiques :

La mise en place de l'installation ne se réduit pas au choix du matériel de production et de stockage d'énergie. Il faut aussi choisir le système d'éclairage et les appareils voulus, c'est à-dire, remplissant les fonctions voulues et respectant les contraintes de consommation imposées par le système. Le choix de lampes et appareils éco énergétiques (ou à basse consommation), permet de réduire les coûts de l'équipement de génération (panneaux photovoltaïques), et de stockage (batteries).

Tableau(1) : besoins énergétique

Appareil électrique	Types Appareil	Description	Illustration
Eclairage	Ampoules et Tubes LED (ou Lampe à Diode Electroluminescente)	<p>-La durée de vie est plus de 40000 h de fonctionnement.</p> <p>-La puissance électrique des Ampoules et tubes LED varie généralement de 3 W à 30 W</p> <p>- Le rendement lumineux est entre 70 et 100 lumens/W</p>	
Équipements	Réfrigérateur	<p>Réfrigérateur de classe A+++</p> <p>-Durée du cycle marche : 5 min</p> <p>-Durée du cycle arrêt : 15 min</p> <p>-Consommation pendant le cycle marche :150 W</p>	
	Congélateur	<p>Congélateur de classe A+++</p> <p>-Durée du cycle marche : 5min</p> <p>-Durée du cycle arrêt : 15 min</p> <p>-Consommation pendant le cycle marche :115 W</p>	
	Téléviseur	<p>La télévision reste allumée en moyenne 5 heures par jour.</p> <p>Télévision allumée : 70 W</p>	

CHAPITRE(II) : Dimensionnement de Champ (PV-diesel)

		Télévision en mode veille : 1 W	
	Ventilateur	Petit ventilateur : 50 W Plafonnier/Ventilateur industriel : 100 W	
Dives	Lecteur DVD	Lecteur DVD allumé : 15 W Lecteur DVD en mode veille : 0,5 W	
	Téléphone	Téléphone fixe en mode veille : 2 W Téléphone fixe en utilisation : 10 W Téléphone portable en charge : 5 W	
	Ordinateur	L'écran est également un gros poste consommateur d'électricité. Ordinateur pour les jeux-vidéo : 600 W Ordinateur de bureau : 90 W Ordinateur en veille (écran éteint) : 10W	
	Petit climatiseur portable	Consommation pendant le cycle marche : 180 W	

II.3- Bilan de puissance et d'énergie journalier (consommation journalière) :

Le besoin énergétique journalier de notre habitation, est la quantité d'énergie nécessaire chaque jour pour alimenter les charges. Il s'exprime en Watts-heure et Ampères-heures. Le besoin énergétiques est donné sur le tableau.

Tableau (2) : consommation journalière.

	Pièce ou Appareil électrique	Puissance (W)	Durée d'utilisation (h)	Consommation journalière (Wh)
Eclairage	Chambre d'adultes	7	4	28
	Chambre d'enfants filles	7	5	35
	Chambre d'enfants garçon	7	4	28
	Salle de séjour	18	6	108
	Couloire	14	2	28
	Salle de bain	9	4	36
	Toilette	9	7	63
	Cuisine	9	7	63
Équipements	Réfrigérateur	150	8 / 12	1200 / 1800
	Congélateur	115	8 / 12	920 / 1380
	Télévision (2)	70	8	1120
	Ventilateur	100	3	300
	Divers	/	/	800
Total Ecj				4729 / 5789

II.4 Dimensionnement du système :

II.4 .1 Envisagé le groupe électrogène :

Dans une installation hybride PV/Diesel, les batteries ne doivent pas risquer d'être Endommagées par une décharge profonde, provoquée par une surconsommation de la charge. A cet effet, l'intégration de groupe électrogène est d'une importance capitale à notre système hybride, il permet une diminution considérable du l'investissement initial.[8]

Le groupe électrogène, **Figure (II.1)** ,est généralement dimensionné pour couvrir le pic de consommation. Dans notre cas, on choisi un générateur diésel d'une puissance de 2 KW. Just pour Compléter le manque d'énergie en cas.(réserve) aussi on cas d' une journée nuageuse ou ombragée qui fait que les batteries ne sont pas complètement chargées et que celles-ci ne peuvent pas satisfaire notre système, auquel cas notre groupe diesel commencera à répondre à nos besoins.



Figure (II.1) : Groupe électrogène

II.4.2 Dimensionnement du champ photovoltaïque :

II.4.2.1 Evaluation du gisement solaire :

Comme pour toutes les applications de l'énergie solaire, une bonne connaissance du gisement solaire est nécessaire à l'étude et au dimensionnement de système photovoltaïque.

L'Algérie est connue pour son gisement important, classé parmi les trois meilleurs gisements dans le monde, le photovoltaïque s'avère avantageux et bénéfique à notre installation puisque notre site d'étude est couvert par ce gisement meilleur.

CHAPITRE(II) : Dimensionnement de Champ (PV-diesel)

II.4.2.2 Calcul de la puissance crête du champ PV :

Etant donné que l'ensoleillement change d'un mois à l'autre, la puissance crête de notre champ photovoltaïque varie durant les mois de l'année, et le calcul de cette puissance est donné par la relation:

$$P_c \geq \frac{E_{bes}}{E_{mes} \times C_p} \quad (\text{II-1})$$

Avec :

P_c : Puissance crête du champ photovoltaïque (W) ;

E_{bes} : Besoin journalier (Wh/j) ;

E_{mes} : Ensoleillement du site d'installation (kWh/j. (m2) ;

C_p : Facteur de correction appliqué pour tenir compte des différentes pertes ($C_p= 0.65$).

II.4.2. 3 Détermination du nombre de modules à installer :

pour le cas de notre installation le nombre de panneaux photovoltaïques est calculé par la relation :

$$N_{pv} \geq \frac{P_c (W)}{P_{pv \text{ unitaire}} (W)} \quad (\text{II-2})$$

Avec :

N_{pv} : Nombre de panneau ;

P_c : Puissance totale de champs photovoltaïque .

$P_{pv \text{ unitaire}}$: Puissance d'un module photovoltaïque.

- Le nombre de modules connectés en série est égale a ;

$$\bullet \quad N_{m,s} = \frac{V_s}{V_{pv}} \quad (\text{II-3})$$

Avec :

V_s :Tension du générateur PV ;

V_{pv} : Tension nominale unitaire.

$N_{m,s}$: nombre de modules connectés en série

- Le nombre de modules connectés en parallèle est égale à ;

$$\bullet \quad N_{m,p} = \frac{N_{pv}}{N_{m,s}} \quad (\text{II-4})$$

CHAPITRE(II) : Dimensionnement de Champ (PV-diesel)

II.4.2.4 Choix de la tension de fonctionnement :

La tension du champ photovoltaïque dépend du type d'application, de la puissance photovoltaïque du système, de la disponibilité des matériels (modules et récepteur), de l'extension géographique du système. Elle est choisit généralement en fonction de la puissance crête du champ tel que .

Tableau (II.3). Les tensions recommandées pour les systèmes photovoltaïques en fonction de leurs Puissances .

Puissance du champ	0-500Wc	500Wc-2KWc	2-10KWc
Tension recommandée Volt (DC)	12V	24V	48V

II.4.2.5 Dimensionnement du parc de batteries :

Le stockage d'énergie, joue un rôle important dans un système d'énergie hybride en site isolé. Dans la plupart des cas, les batteries représentent encore la technologie la plus rentable. Elles sont d'habitude de types AGM-GEL.

II.4.2.6 Choix de la tension et calcul de la capacité :

On prendre juste la charge qu'on utilisé dans la nuit pour déterminé notre parc des batteries. parce que on va pas utilisé tout les charges dans la nuit ou on va perdue l'énergie produit (Énergie excessive) a cause de ce dernier on calcule notre parc des batteries a base sur de charge de nuit .

***Remarque :** les charges qu'on utilise dans la nuit : la lampe de salle de bain (9w×7h), Congélateur (115w×6h) , Réfrigérateur (150w×6h)

-pendant l'été on à :Petit climatiseur portable (180w×12h)

-Pendant l'hiver on à : Le chauffage

la somme de consommation de la nuit c'est :3813 Wh .

Pour le cas de notre habitation, La capacité de champ de batteries standard est donnée par la relation.[32]

$$C_B = \frac{B_j \times J_{Auto}}{V_B \times PMD \times K_B} \quad (\text{II-5})$$

Avec:

C_B : Capacité total des batteries (Ah) ;

B_j : Besoin journalier (Wh/j) ;

J_{Auto} : Nombre de jour d'autonomie ;

V_B : Tension de la batterie (V) ;

CHAPITRE(II) : Dimensionnement de Champ (PV-diesel)

PMD: Profondeur maximale de décharge (80%) ;

KB : Coefficient de température de la batterie (0.85).

*Le nombre de batteries Nb à installer est le rapport de la capacité Cb par la capacité d'une seule batterie Cbat.

$$Nb = \frac{C_B}{C_{Bat}} \quad (\text{II-6})$$

Cbat: Capacité d'une seule des batteries (Ah) ;

C_B : Capacité total des batteries (Ah) ;

- *Le nombre de batteries connectés en série est égale a N_{BS} :

$$\bullet N_{BS} = \frac{V_S}{V_B} \quad (\text{II-7})$$

V_S :Tension du générateur PV .

V_B :Tension d'une seule batterie .

II.4.2.7 Dimensionnement du régulateur :

Parmi les différents types de régulateurs, on doit choisir, celui qui est le mieux adapté à notre installation. Afin de déterminer ses caractéristiques on sépare souvent les deux fonctions de régulateur ; (charge et décharge).

La régulation de charge (à l'entrée) est fonction de la puissance du générateur, donc du courant produit par les modules. La régulation de décharge (à la sortie) est fonction de la puissance totale des récepteurs donc du courant consommé par ces derniers.

- **Tension nominale** : c'est la tension nominale du champ photovoltaïque.
- **Le courant de régulateur** : doit être supérieur à la valeur maximale produite par le générateur. Pour estimer ce courant, on prend le courant de court – circuit total des modules pour un régulateur shunt . $I_r = I_{cc} * N_{m,p}$

II.4.2.8 Dimensionnement d'onduleur :

Parmi les différents types d'onduleurs , on doit choisir, celui qui est le mieux adapté à notre installation , La puissance d'onduleur est donnée par la relation :

tension de l'onduleur :même tension de system la puissance de l'onduleur :

$$P_{ond} = P_c * 1,3 \quad (\text{II-8})$$

Courant d'entrée :

$$I_e = P_{ond} / V_s \quad (\text{II-9})$$

Courant de sortie :

$$I_s = P_{ond} / V_{ch} \quad (\text{II-10})$$

CHAPITRE(II) : Dimensionnement de Champ (PV-diesel)

II.4.2.9 Dimensionnement des câbles : (Section de câble) exemple de l'installation de Annaba

Med-solaire Annaba est composé de 15 modules Condor Solar avec une puissance de 150Wc. Au total 2250Wc, cette installation PV dispose d'une puissance CC de exactement. Cette électricité CC est convertie en électricité CA avec onduleurs DIMEL (convertisseur solaire off grid Phoenix C24/1600), ce qui permet d'obtenir un ratio entre la tension nominale en CC et la tension nominale en CA de 94%.

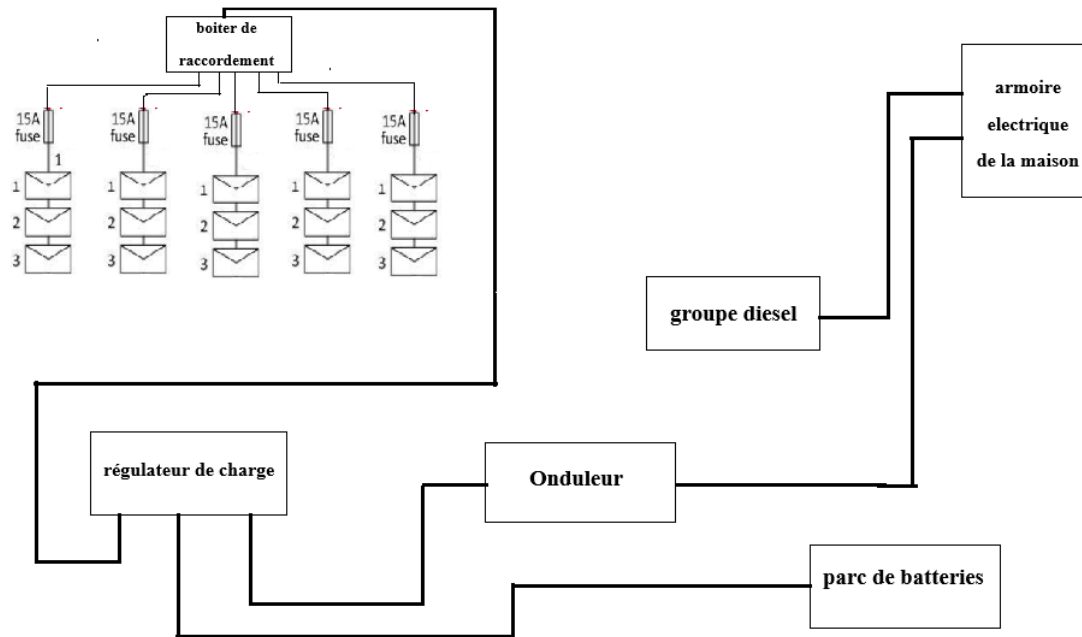


Figure (II.2) : Schéma de l'installation Med-solaire de Annaba

a. Câbles CC de chaîne solaire (câbles combineurs en T) entre les panneaux et le boîtier de raccordement :

Une chaîne de modules Condor Solar se compose de 15 modules. Les modules sont regroupés en 5 chaînes de 3 modules. Le bout de chaque chaîne est connecté à un câble combineur en T. Dans ce qui suit, les facteurs de perte et la section de ce câble en résultant sont calculés.

I_B est le courant d'emploi de la canalisation.
 I_z est le courant admissible de la canalisation.

D'après les caractéristique électrique de notre panneaux qu'on a choisi :

Courant à puissance maximale : $I_{MPP} = 8,11A$

Courant de court-circuit : $I_{SC} = 8,59A$

CHAPITRE(II) : Dimensionnement de Champ (PV-diesel)

Nombre de chaînes $N_{br-circuit}$: $n = 1$

Le courant I_C : $I_C = I_{MPP} * 1,25 * N_{br-circuit}$ (II-11)

$$I_C = 8,11A * 1,25 * 1 = 10,13A$$

Le courant d'emploi I_B : $I_B = I_{sc} * 1,25 * N_{br-circuit}$ (II-12)

$$I_B = 8,59A * 1,25 * 1 = 10,73A$$

Voire l'Annexe D .

- **Critères de courant admissible :**

Température :

- Température de référence du câble: 30°C
- Température de fonctionnement de conception : 40°C
- Courant nominal du câble : 120°C

$$k1 = \sqrt{\frac{120-40}{120-30}} = 0,943 \quad (\text{II-13})$$

Pour remplir les conditions de l'installation, un câble solaire avec une section minimale de $2,5mm^2$ va être installé. Un câble de $2,5mm^2$ a un courant admissible de (câble fiche technique) : 48A selon la norme CEI 60287

$$I_Z = 48A * 0,943 = 45,26A$$

$$I_Z = 45,26 \gg I_B = 10,73A$$

Selon les normes CEI 60364-7-712 et CEI 60364-5-52, une section de $2,5mm^2$ est suffisante ,Le calibre de fusible 16A .

b. Câble entre le boîtier de raccordement et le régulateur de charge(Câble CC principal) :

Les fils collecteurs sont connectés directement enterrés jusqu'à la boîte de raccordement puis à un câble gainé dirigé vers le régulateur de charge.

Le courant admissible est calculé selon la norme CEI 60364-5-52 pour câbles à basse tension. Voire l'Annexe D.

CHAPITRE(II) : Dimensionnement de Champ (PV-diesel)

INSTALLATION ENTERRÉE

En se référant à la norme CEI 60364-5-52, le courant nominal admissible pour un câble aluminium unipolaire avec isolation XLPE (NA2XY-O) dans des conditions d'installation en terre est de: $1 \times 16 \text{mm}^2$: 76A [CEI 60364-5-52, Table B.52.3] , Voire l'Annexe D.

Ces valeurs doivent être pondérées avec les conditions d'installation :

□ Résistivité thermique du sol

-Résistivité thermique au sol de référence pour le câble : $2,5\text{K} * \text{m/W}$

-Résistivité thermique du sol de conception : $1,5\text{K} * \text{m/W}$

$$k1 = 1,28$$

[CEI 60364-5-52, tableau B.52.16] Voire l'Annexe D .

- Température

- Température de référence du câble : 20°C

- Température de fonctionnement de conception : 30°C

$$k2 = 0,93$$

[CEI 60364-5-52, Tableau B.52.15]

- Type d'installation :

Directement enterré avec jusqu'à 9 circuits dans une tranchée. Une distance de 0,25 m est prévue entre chaque circuit. Le courant admissible est calculé sur la base de 9 circuits par tranchée, ce qui représente dans le pire des cas :

$$k3 = 0,63$$

[CEI 60364-5-52, tableau B.52.18] Voire l'Annexe D.

Le courant nominal admissible d'un câble aluminium unipolaire avec isolation XLPE (NA2XY- O 16mm^2) dans ces conditions d'installation est donc :

$$I_z = 76\text{A} * k1 * k2 * k3 \quad (\text{II-14})$$

$$I_z = 76\text{A} * 0,63 * 1,28 * 0,93 = 56,99\text{A}$$

CHAPITRE(II) : Dimensionnement de Champ (PV-diesel)

Pour les installations enterrées, le courant nominal admissible calculé selon la norme CEI 60364-5-52 est supérieur au courant de court-circuit maximal théorique :

Courant de court-circuit CS 150 : $I_{SC} = 8,59A$

Nombre de chaînes fusionnées en parallèle : 5

$$I_B = 8,59A * 1,25 * 5 = 53,68A$$

$$I_B = 53,68A \ll I_Z = 56,99A$$

Selon les normes CEI 60364-7-712 et CEI 60364-5-52, une section de $16mm^2$ est suffisante pour le câble gainé.

➤ Dimensionnement du fusible :

$$I_{Bmax} = K_{th} * I_n \quad (\text{II-15})$$

I_n : Courant nominal

I_{Bmax} : courant de charge max.

K_{th} : selon schéma

- Température

- Température de référence du câble : $20^\circ C$

- Température de fonctionnement

de conception : $55^\circ C$

$$I_{Bmax} = \frac{1}{0,85} * 53,68 = 63,15$$

Le calibre de fusible 60A ,5 chaînes sont connectées dans le boite de raccordement après à une gaine en utilisant de câble $16mm^2$ et fusible 60A .

c. Câble de transmission CC (Entre le régulateur de charge et l'onduleur) :

Des câbles de transmission sont connectés entre le régulateur et l'onduleur.

Dans ce qui suit, les facteurs de perte et la section en résultant sont calculés conformément à la norme EN50264-3-1.

CHAPITRE(II) : Dimensionnement de Champ (PV-diesel)

INSTALLATION AÉRIENNE :

En référence à la norme EN50264-3-1, le courant admissible dans des conditions d'installation aérienne pour un câble cuivre unipolaire isolé ((N)HXSGAFHXÖ 1,8/3kV) est de : $1 \times 10 \text{mm}^2$: 116A . Voir l'Annexe D.

Température :

- Température de référence du câble : 30°C

- Température de fonctionnement à la conception : 55°C

$$k1 = 0,85$$

Le courant admissible pour un câble unipolaire en cuivre isolé ((N)HXSGAFHXÖ 1,8/3kV) dans ces conditions d'installation est donc de :

$$I_z = 116A * k1$$

$$I_z = 116A * 0,85 = 98,6A$$

Deux câbles en parallèle par onduleur.

$$I_{zinv} = 116A * 0,85 * 2 = 197,2A$$

Le courant d'entrée de notre onduleur est de 60,93 A :

$$I_B = 60,93A$$

$$I_B = 60,93A \ll I_z = 197,2$$

Selon la norme EN50264-3-1 une section de 10mm^2 est suffisante pour le câble de transmission CC.

d. Câble gainé vers le régulateur de charge :(câble CC) Entre les Batteries et le régulateur de charge :

Le câble gainé de notre parc des batteries est connecté enterrés dans des tranchées pour câble dirigés vers le régulateur de charge.

Le courant admissible est calculé selon la norme CEI 60364-5-52 pour câbles à basse tension.

CHAPITRE(II) : Dimensionnement de Champ (PV-diesel)

INSTALLATION ENTERRÉE :

En se référant à la norme CEI 60364-5-52, le courant nominal admissible pour un câble aluminium unipolaire avec isolation XLPE (NA2XY-O) dans des conditions d'installation en terre est de: $1 \times 25 \text{ mm}^2$: 98A

[CEI 60364-5-52, Table B.52.3]

Ces valeurs doivent être pondérées avec les conditions d'installation :

□ Résistivité thermique du sol

Résistivité thermique au sol de référence pour le câble : $2,5\text{K} * \text{m/W}$

Résistivité thermique du sol de conception : $1,5\text{K} * \text{m/W}$ (lorsque on utilise le sable)

$$k1 = 1,28$$

[CEI 60364-5-52, tableau B.52.16]

- Température

- Température de référence du câble : 20°C

- Température de fonctionnement de conception : 30°C

$$k2 = 0,93$$

[CEI 60364-5-52, Tableau B.52.15]

- Type d'installation

Directement enterré avec jusqu'à 9 circuits dans une tranchée. Une distance de 0,25 m est prévue entre chaque circuit. Le courant admissible est calculé sur la base de 9 circuits par tranchée, ce qui représente dans le pire des cas :

$$k3 = 0,63$$

[CEI 60364-5-52, tableau B.52.18]

Le courant nominal admissible d'un câble aluminium unipolaire avec isolation XLPE (NA2XY-O 16 mm^2) dans ces conditions d'installation est donc :

$$I_z = 98\text{A} * k1 * k2 * k3 \quad (\text{II-16})$$

$$I_z = 98\text{A} * 0,63 * 1,28 * 0,93 = 73,49\text{A}$$

CHAPITRE(II) : Dimensionnement de Champ (PV-diesel)

Pour les installations enterrées, le courant nominal admissible calculé selon la norme CEI 60364-5-52 est supérieur au courant de court-circuit maximal théorique :

Courant d'entrée d'onduleur : $I_{ond} = I_B = 60,93A$

$$I_B = 60,93A \ll I_Z = 73,49A$$

Selon les normes CEI 60364-7-712 et CEI 60364-5-52, une section de 25 mm^2 est suffisante pour les câbles gainés.

e. Câble de transmission CA entre (Onduleur – armoire électrique) :

Des câbles de transmission sont connectés entre l'onduleur et l'armoire électrique de la maison .

Dans ce qui suit, les facteurs de perte et la section de câble en découlant sont calculés conformément à la norme EN50264-3-1.

INSTALLATION AÉRIENNE

En se référant à la norme EN50264-3-1, le courant admissible pour un câble cuivre unipolaire isolé ((N)HXSGAFHXÖ 1,8/3kV) dans des conditions d'installation aérienne est de : $1 \times 4 \text{ mm}^2$: 31A

Température :

- Température de référence de câble : 30°C

- Température de fonctionnement de conception : 55°C

$$k_1 = 0,85$$

Le courant admissible pour un câble unipolaire en cuivre isolé ((N)HXSGAFHXÖ 1,8/3kV) dans ces conditions d'installation est donc de :

$$I_Z = 31A * k_1$$

$$I_Z = 31A * 0,85 = 26,35A$$

Deux câbles en parallèle par phase :

$$I_{Zinv} = 31A * 0,85 * 2 = 52,7A$$

Le courant de sortie CA d'un onduleur est 13,29 A :

CHAPITRE(II) : Dimensionnement de Champ (PV-diesel)

$$I_B = 13,29 \text{ A}$$

$$I_B = 13,29 \text{ A} \ll I_Z = 52,7 \text{ A}$$

Selon la norme EN50264-3-1, une section de 4 mm^2 est suffisante pour les câbles de transmission CA.

On a une tension de 220V alternatif dans la maison donc on choisit des fusibles de 16A pour l'armoire électrique.

f. Câble de transmission CA entre (le groupe diesel – armoire électrique) :

On a des câbles de transmission sont connectés entre le groupe diesel et l'armoire électrique de la maison .

On choisit un câble cuivre unipolaire isolé ((N)HXSGAFHXÖ 1,8/3kV) dans des conditions d'installation aérienne est de : $1 \times 4 \text{ mm}^2$: 31A

Température :

- Température de référence de câble : 30°C

- Température de fonctionnement de conception : 55°C

$$k_1 = 0,85$$

Le courant admissible pour un câble unipolaire en cuivre isolé ((N)HXSGAFHXÖ 1,8/3kV) dans ces conditions d'installation est donc de :

$$I_Z = 31 \text{ A} * k_1$$

$$I_Z = 31 \text{ A} * 0,85 = 26,35 \text{ A}$$

Deux câbles en parallèle par phase :

$$I_{Zinv} = 31 \text{ A} * 0,85 * 2 = 52,7 \text{ A}$$

Selon la norme EN50264-3-1, une section de 4 mm^2 est suffisante pour les câbles de transmission CA.

II.5 La base des donnée :

Nous savons que c'est chaque wilaya où chaque installation elle a besoin d'une base des données sur le site et donnée météorologiques , c'est très importante et l'aide dans les études et dimensionnement .

II.5.1*Annaba :

II.5.1.1/Localisation : Notre habitation est située, au nord est de l'Algérie, dans la ville de Annaba à el bouni.

Coordonnées du site : les coordonnées géographiques pour Annaba sont $36,900^\circ$ de latitude, $7,767^\circ$ de longitude et 2 m d'altitude. [GPS]



Figure (II.3) Site de Annaba[GPS]

II.5.1.2/Angle d'inclinaison et orientation des panneaux :

On peut adopter une règle simple, selon laquelle les panneaux doivent être tournés vers l'équateur, et inclinés selon un angle égale à la latitude du site plus 10° .

Pour le cas de notre étude, l'habitation est située au nord de l'Algérie exactement dans la ville de Annaba, d'une latitude de 36.90° , ce qui va engendrer une inclinaison des panneaux suivant la règle précédente soit une valeur, de 46.90° avec une orientation vers le sud étant donné que l'Algérie se situé dans l'hémisphère nord.

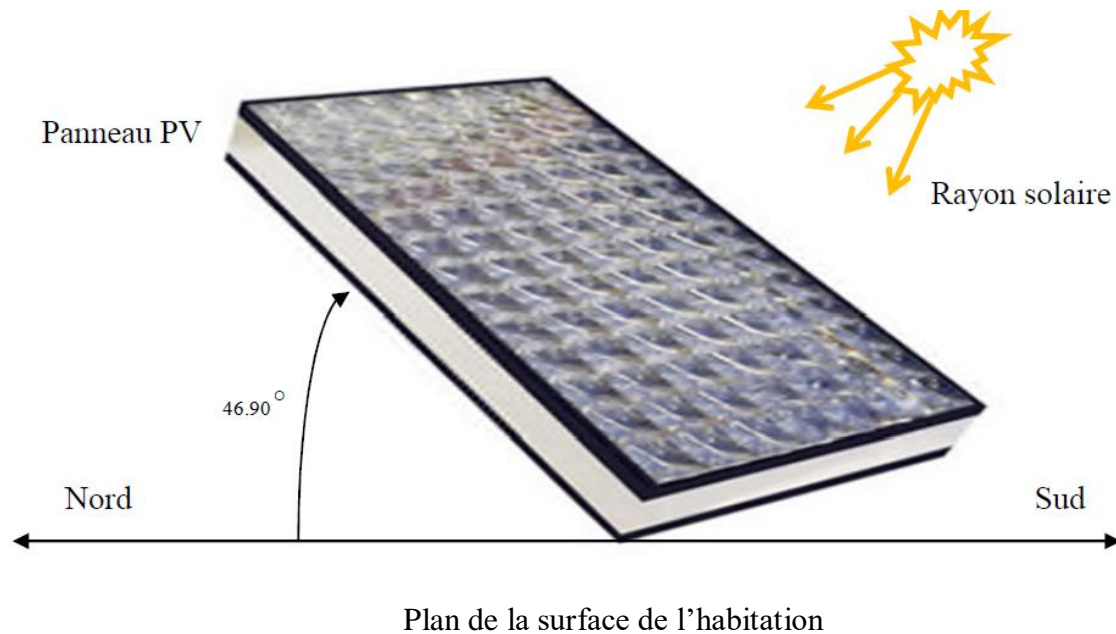


Figure (II.4) : Inclinaison et orientation des panneaux photovoltaïques de Annaba[9]

II.5.1.3/Gisement solaire mensuelle : [[Weather Spark23]]

La longueur du jour à Annaba varie considérablement au cours de l'année. En 2020, le jour le plus court est le 21 décembre, avec 9 heures et 38 minutes de jour ; le jour le plus long est le 20 juin, avec 14 heures et 42 minutes de jour. Le rayonnement solaire incident en ondes courtes quotidien moyen connaît une variation saisonnière extrême au cours de l'année. La période la plus lumineuse de l'année dure 3,4 mois, du 6 mai au 18 août, avec un rayonnement solaire incident en ondes courtes par mètre carré supérieur à 6,7 kWh. Le jour le plus lumineux de l'année est le 9 juillet, avec une moyenne de 7,8 kWh.

La période la plus sombre de l'année dure 3,5 mois, du 30 octobre au 13 février, avec un rayonnement solaire incident en ondes plus sombre de l'année est le 20 décembre, avec une

CHAPITRE(II) : Dimensionnement de Champ (PV-diesel)

moyenne de 2,2 kWh. Le jour le courtes par mètre carré inférieur à 3,3 kWh. (météo)

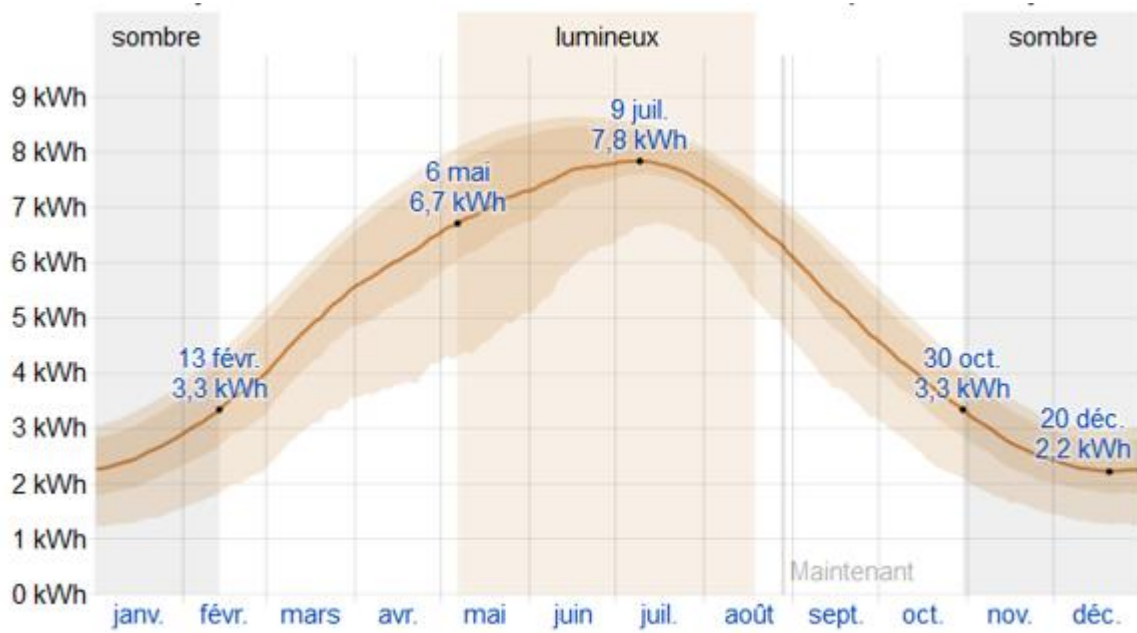


Figure (II.5) : Le rayonnement solaire incident en ondes courtes quotidien moyen de Annaba[[Weather Spark23]]

Tableau (II.4):Irradiation globale moyenne mensuelle à Annaba

Mois	Jan	Fév.	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil.	Aou	Sep	Oct.	Nov.	Déc.
E_{mes} (kWh/(j.m ²))	2,4	3,3	4,7	6	6,9	7,6	7,8	7	5,5	4	2,8	2,2

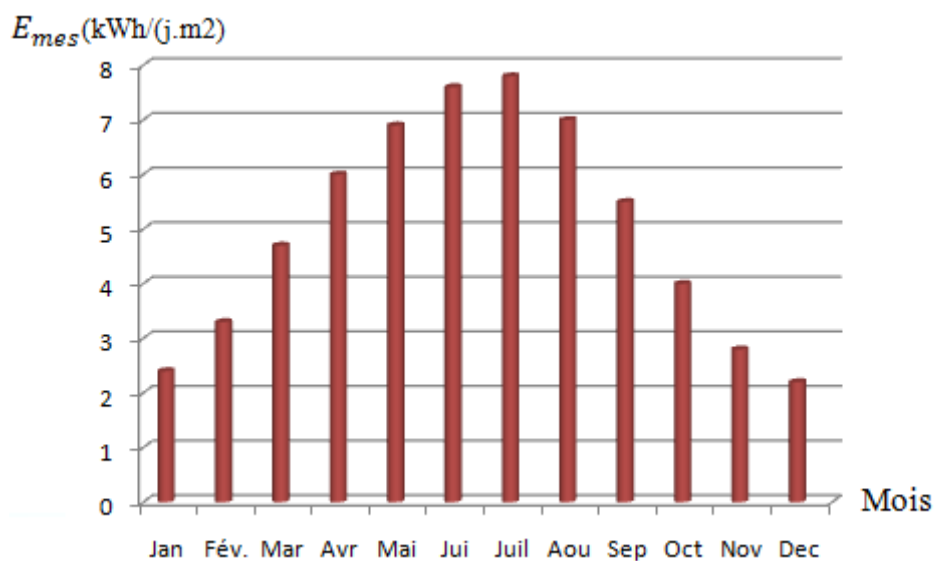


Figure (II.6) : Représentation graphique Irradiation globale moyenne mensuelle à Annaba

CHAPITRE(II) : Dimensionnement de Champ (PV-diesel)

II.5.1.4/ Calcul de la puissance crête du champ PV :

Tableau (II.5) : Puissance crête mensuelle produite par le champ photovoltaïque de Annaba

mois	Jan	Fév.	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sept	Oct	Nov	Des
Pc (KWc)	3,710	2,698	1,894	1,484	1,290	1,171	1,141	1,272	1,619	2,226	3,180	4,048

A partir du tableau (II.5), et avec les résultats de calcul de la puissance crête du champ photovoltaïque pour chaque mois de l'année, on a opté pour le choix d'une puissance crête $P_c = 1775,313 W_c$. Cette puissance C'est la puissance crête du champ PV pour L'irradiation moyenne annuelle 5,01 KWc.

II.5.2*Biskra :

II.5.2.1/Localisation : Notre habitation est située, au sud de l'Algérie, dans la ville de Biskra.

Coordonnées du site : les coordonnées géographiques pour Biskra sont $34,850^\circ$ de latitude, $5,728^\circ$ de longitude et 107 m d'altitude.[GPS]



Figure (II.7) : Site de Biskra[GPS]

II.5.2.2/Angle d'inclinaison et orientation des panneaux :

Pour le cas Deuxième de notre étude, l'habitation est située au sud de l'Algérie exactement dans la ville de Biskra, d'une latitude de 34.85° , ce qui va engendrer une inclinaison des panneaux suivant la règle précédente soit une valeur, de 44.85° avec une orientation vers le nord étant donné que l'Algérie se situe dans l'hémisphère sud.

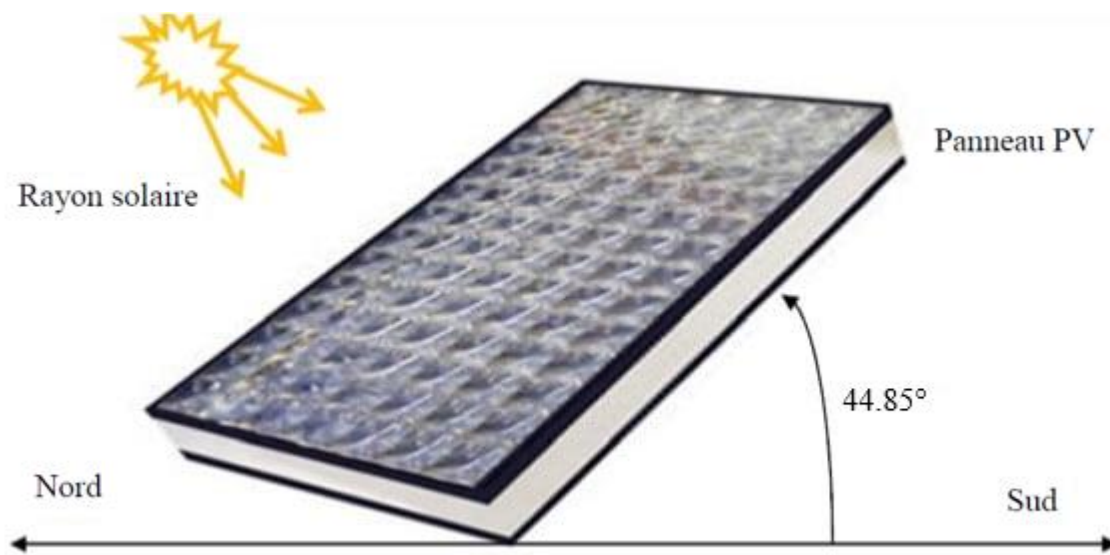


Figure (II.8) : Inclinaison et orientation des panneaux photovoltaïques de Biskra

II.5.2.3/Gisement solaire mensuelle :[Weather Spark07]

La longueur du jour à Biskra varie considérablement au cours de l'année. En 2020, le jour le plus court est le 21 décembre, avec 9 heures et 49 minutes de jour ; le jour le plus long est le 20 juin, avec 14 heures et 30 minutes de jour.

Le rayonnement solaire incident en ondes courtes quotidien moyen connaît une variation saisonnière considérable au cours de l'année.

La période la plus lumineuse de l'année dure 3,9 mois, du 22 avril au 20 août, avec un rayonnement solaire incident en ondes courtes par mètre carré supérieur à 6,9 kWh. Le jour le plus lumineux de l'année est le 9 juillet, avec une moyenne de 7,8 kWh.

La période la plus sombre de l'année dure 3,2 mois, du 30 octobre au 7 février, avec un rayonnement solaire incident en ondes courtes par mètre carré inférieur à 3,9 kWh. Le jour le plus sombre de l'année est le 15 décembre, avec une moyenne de 2,9 kWh.

CHAPITRE(II) : Dimensionnement de Champ (PV-diesel)

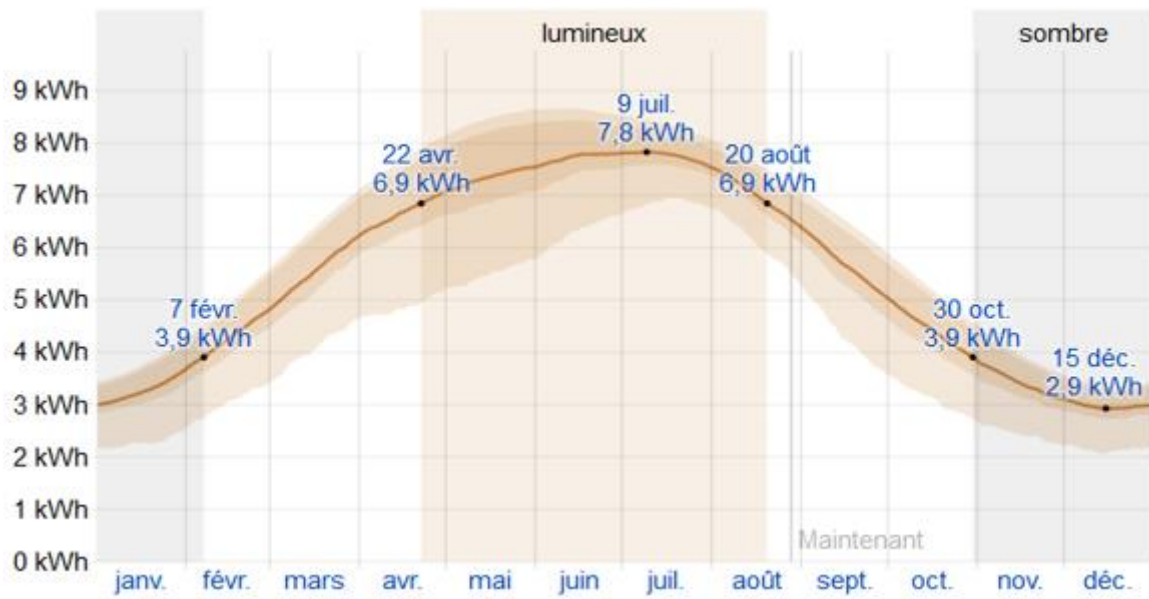


Figure (II.9) : Rayonnement solaire incident en ondes courtes quotidien moyen de Biskra[Weather Spark07]

Tableau (II.6):Irradiation globale moyenne mensuelle à Biskra

Mois	Jan	Fév.	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil.	Aou	Sep	Oct.	Nov.	Déc.
E_{mes} (kWh/(j.m ²))	3	4,1	5,5	6,6	7,4	7,8	7,8	6,9	5,7	4,5	3,5	2,9

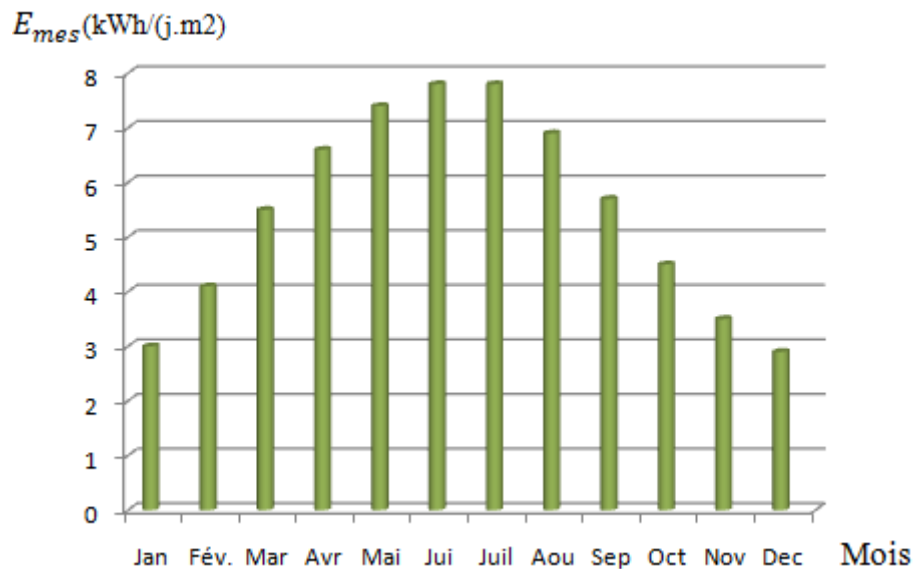


Figure (II.10) : Représentation graphique Irradiation globale moyenne mensuelle à Biskra

CHAPITRE(II) : Dimensionnement de Champ (PV-diesel)

II.5.2.4/ Calcul de la puissance crête du champ PV :

Tableau (II.7) : Puissance crête mensuelle produite par le champ photovoltaïque de Biskra

mois	Jan	Fév.	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sept	Oct	Nov	Des
Pc (KWc)	2,968	2,172	1,619	1,349	1,203	1,141	1,141	1,290	1,562	1,979	2,544	3,071

A partir du tableau (II.7), et avec les résultats de calcul de la puissance crête du champ photovoltaïque pour chaque mois de l'année, on a opté pour le choix d'une puissance crête $P_c = 1626,695 \text{ W}_c$. Cette puissance C'est la puissance crête du champ PV pour L'irradiation moyenne annuelle $5,47 \text{ (kWh/(j.m}^2\text{))}$.

II.5.3*Tamanrasset :

II.5.3.1/Localisation : Notre habitation est située, au Sud de l'Algérie, dans la ville de Tamanrasset .

Coordonnées du site : les coordonnées géographiques pour Tamanrasset sont $22,785^\circ$ de latitude, $5,523^\circ$ de longitude et $1\ 380 \text{ m}$ d'altitude.[GPS]



Figure (II.11) : Site de Tamanrasset[GPS]

CHAPITRE(II) : Dimensionnement de Champ (PV-diesel)

II.5.3.2/Angle d'inclinaison et orientation des panneaux :

Pour le cas de notre étude, l'habitation est située au sud de l'Algérie exactement dans la ville de Tamanrasset, d'une latitude de $22,78^\circ$, ce qui va engendrer une inclinaison des panneaux suivant la règle précédente soit une valeur, de $32,78^\circ$ avec une orientation vers le nord étant donné que l'Algérie se situe dans l'hémisphère sud.

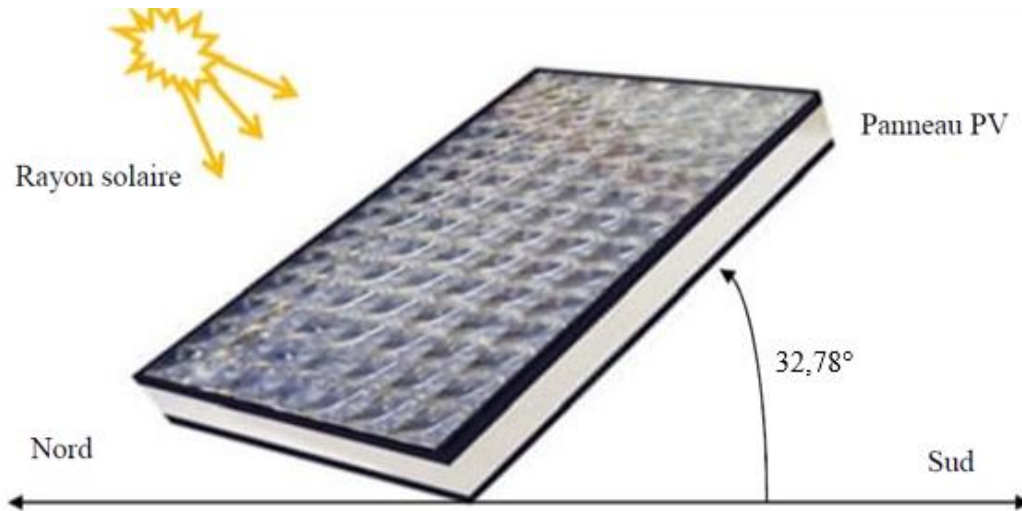


Figure (II.12) Inclinaison et orientation des panneaux photovoltaïques de Tamanrasset

II.5.3.3/Gisement solaire mensuelle :[Weather Spark11]

La longueur du jour à Tamanrasset varie au cours de l'année. En 2020, le jour le plus court est le 21 décembre, avec 10 heures et 44 minutes de jour ; le jour le plus long est le 20 juin, avec 13 heures et 32 minutes de jour.

Le rayonnement solaire incident en ondes courtes quotidien moyen connaît une variation saisonnière considérable au cours de l'année.

La période la plus lumineuse de l'année dure 4,8 mois, du 2 avril au 27 août, avec un rayonnement solaire incident en ondes courtes par mètre carré supérieur à 7,4 kWh. Le jour le plus lumineux de l'année est le 4 juillet, avec une moyenne de 8,1 kWh.

La période la plus sombre de l'année dure 2,6 mois, du 9 novembre au 28 janvier, avec un rayonnement solaire incident en ondes courtes par mètre carré inférieur à 5,4 kWh. Le jour le plus sombre de l'année est le 15 décembre, avec une moyenne de 4,7 kWh.

CHAPITRE(II) : Dimensionnement de Champ (PV-diesel)

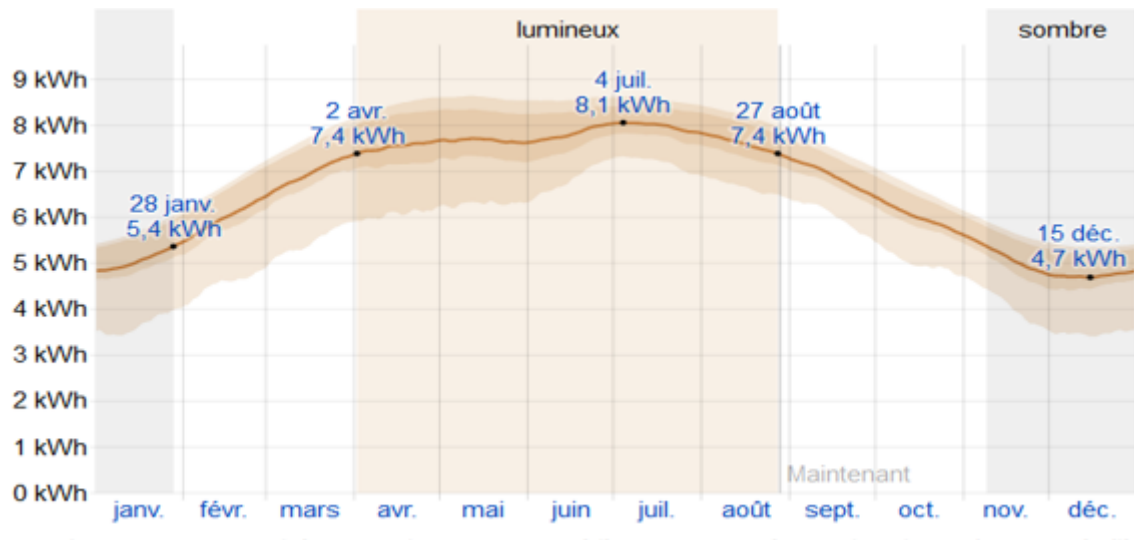


Figure (II.13) : Rayonnement solaire incident en ondes courtes quotidien moyen de Tamanrasset[Weather Spark11]

Tableau (II.8):Irradiation globale moyenne mensuelle à Tamanrasset

Mois	Jan	Fév.	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil.	Aou	Sep	Oct.	Nov.	Déc.
E_{mes} (kWh/(j.m ²))	5	6	7	7,5	7,7	7,9	8,1	7,7	7	6	5,2	4,7

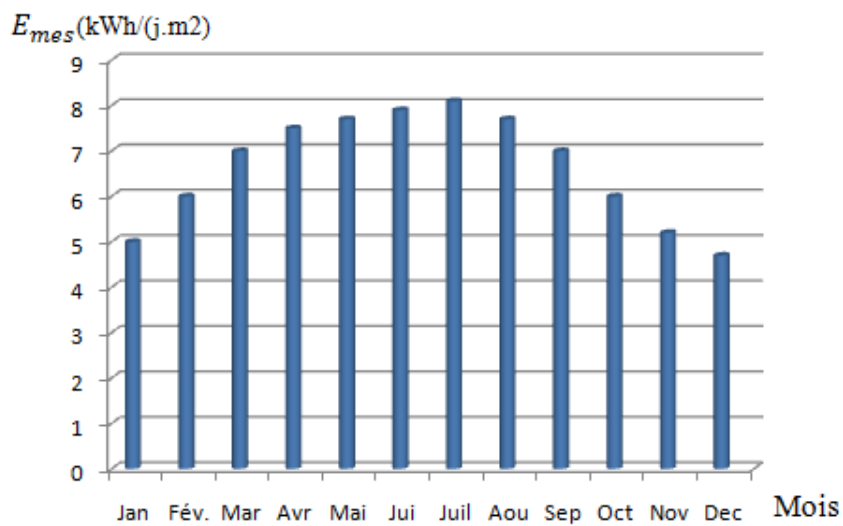


Figure (II.14) : Représentation graphique Irradiation globale moyenne mensuelle à Tamanrasset

II.5.3.4/Calcul de la puissance crête du champ PV :

Tableau (II.9) : Puissance crête mensuelle produite par le champ photovoltaïque de Tamanrasset

Mois	Jan	Fév.	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sept	Oct	Nov	Des
Pc (KWc)	2,968	2,172	1,619	1,349	1,203	1,141	1,141	1,290	1,562	1,979	2,544	3,071

A partir du tableau (II.9), et avec les résultats de calcul de la puissance crête du champ photovoltaïque pour chaque mois de l'année, on a opté pour le choix d'une puissance crête $P_c=1339,271 W_c$. Cette puissance C'est la puissance crête du champ PV pour L'irradiation moyenne annuelle 6,65 (kWh/(j.m²)).

II.6.Application du logiciel HOMER:

II.6.1.-Présentation de l'outil de simulation :[3]

Étant donné que les performances d'un système hybride, le rendement et la durée de vie, sont influencées en partie par sa conception, c'est-à-dire le dimensionnement des composants, le type de composants, l'architecture etc., et d'autre part, par le choix de la stratégie de fonctionnement.

Quelques paramètres permettant d'évaluer ses performances sont : l'économie de carburant, le coût du kW, le nombre et la durée des pannes, le nombre d'arrêts pour l'entretien etc.

Le logiciel HOMER (hybride optimization model for Electric renewables) développé par NREL (national renewable energy laboratory) aux Etats-Unis, simplifie la tâche d'évaluer les conceptions des différents systèmes d'alimentation électrique, hors-réseau et reliés au réseau, pour une variété d'applications. Il permet d'analyser et de combiner divers sources d'énergie afin d'arriver à afficher une configuration optimale, différents cas de configurations ont été évalués afin de déterminer selon un certain nombre de critères techniques, quelles sont les applications réellement envisageables pour ce type de système dans ce cas diverse opérations de transformation d'énergie ont lieu du moment que diverse sources contribuent a la génération d'énergie et sa conversion en énergie électrique.

Pour simuler une installation donnée, il faut définir tous les éléments de cette dernière, en utilisant les composants définis dans la bibliothèque du logiciel (turbines éoliennes, hydrauliques, les batteries, électrolyseurs, combustibles, biomasse...) par la commande Add/Remove. Si un composant donné ne figure pas dans cette bibliothèque, il faut le rajouter en introduisant toutes ces caractéristiques techniques ainsi que son coût, il faut aussi spécifier

CHAPITRE(II) : Dimensionnement de Champ (PV-diesel)

le nombre de chaque composant dans l'installation à simuler. On peut aussi modifier les caractéristiques d'un composant déjà existant dans la bibliothèque. Les potentiels renouvelables (éolien, solaire, biomasse...) sont introduits soit manuellement, soit importés via internet ou d'un fichier texte. Les charges sont définies par leur nature (CA ou CC) et leur distribution horaire.

II.6.2. Construire le schéma de conception du système hybride :[3]

Sur l'environnement HOMER, nous avons défini chaque élément de notre installation, en se basant sur toutes les données du dimensionnement calculé ou paravent. En amont de l'installation, on définit le potentiel renouvelable disponible (solaire) et le groupe électrogène en utilisant à l'aval de l'installation, on a défini aussi la charge à satisfaire (électricité).

D'autres données sont notamment nécessaires tel que :

- Les coordonnées du site (longitude, latitude, le temps),
- L'élévation,
- Les durées de vie des composants, ainsi que leurs coûts,
- La durée de vie du projet,
- Le maximum manque annuel admis sur la demande : 0 % (Il faut fournir les 100 % de la charge demandée durant toute l'année, car le site est autonome).

A noter aussi que nous avons fixé comme contrainte, avant de lancer la simulation, la fraction de l'énergie à produire par la partie renouvelable du système, qui est de 60 % au minimum de l'énergie totale produite. La mise en œuvre de la simulation sous l'environnement HOMER .ceci à travers une étude d'un cas. Nous présentons sur la figure (II- 25) la configuration relative au programme HOMER, du Système hybride.

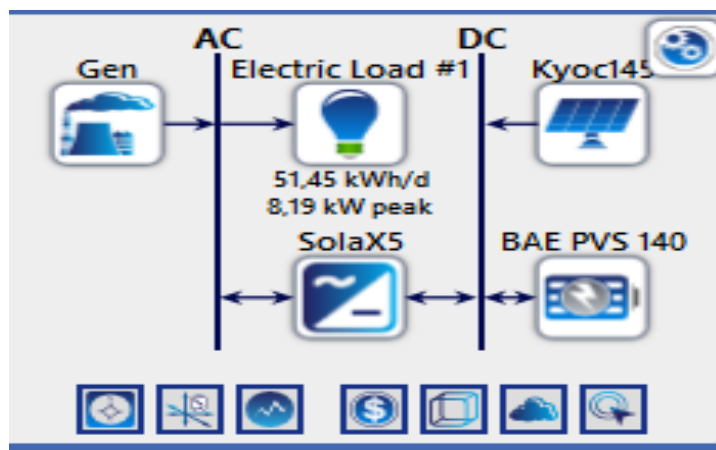


Figure (II.15): Configuration relatif de système hybride de HOMER

II.6.3.Principales caractéristiques

Tout d'abord, ce logiciel permet de faire des simulations pour ensuite optimiser les systèmes et pour finalement terminer avec des analyses de sensibilité sur ces systèmes optimisés. La solution obtenue par HOMER est la solution la moins coûteuse parmi différentes combinaisons de systèmes d'énergies renouvelables, d'énergies fossiles ou de systèmes hybrides comprenant deux sources d'énergie ou plus. La Figure (II.26) représente le modèle conceptuel du logiciel HOMER.[33]

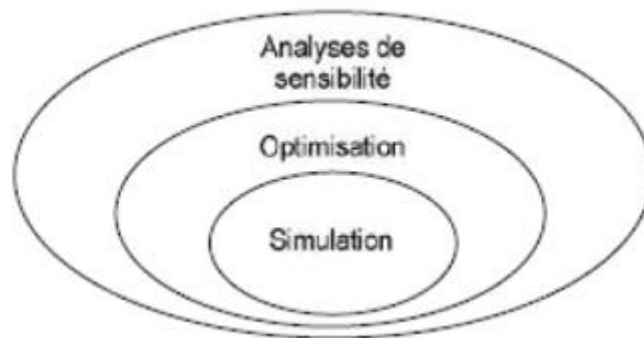


Figure (II.16) Modèle conceptuel du logiciel HOMER[33]

Le logiciel permet de faire la simulation d'un système selon des données de gisement (solaire, éolien, diesel, etc.) en fonction d'une demande énergétique (besoins en énergie).

Par la suite, il est possible d'analyser plusieurs configurations différentes pour ce même système afin d'en obtenir un système optimisé au niveau du coût.

Le logiciel simule toutes les configurations demandées et donne la meilleure solution, la solution la moins chère, parmi celles-ci. Ensuite, il est finalement possible de faire des analyses de sensibilité afin de savoir si la solution trouvée reste la meilleure même s'il y a certains changements dans les différents paramètres entrés (variation du coût de la technologie, variation dans les données de gisement, etc.).

Il est donc possible de faire bon nombre d'analyses avec de nombreuses configurations différentes en moins de quelques minutes de simulation.

*Le logiciel permet de faire des simulations avec différents systèmes de production d'énergie:

- panneaux solaires photovoltaïques,
- éoliennes,
- barrage hydroélectrique au fil de l'eau,
- biomasse,

CHAPITRE(II) : Dimensionnement de Champ (PV-diesel)

- génératrices (diesel, essence, biogaz, combustibles alternatifs et combustibles personnalisés, Co alimentées),
- réseau électrique,
- micro turbines,
- Piles à combustible.[33]

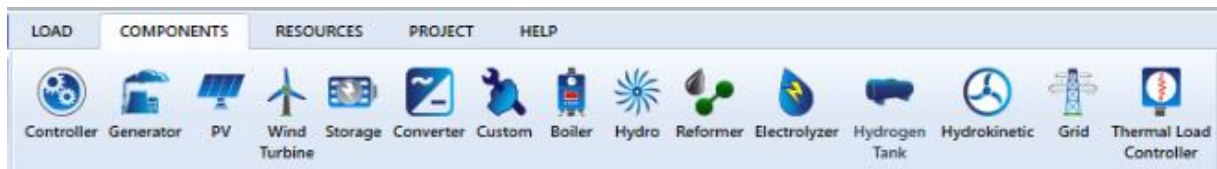


Figure (II.17) :configuration de différent systèmes de production d'énergie de HOMER

On peut aussi entrer divers types de besoins énergétiques :

- profils de consommation journaliers avec des variations selon les saisons,
- charge différée pour le pompage d'eau ou pour la réfrigération,
- charge thermique,
- mesures d'efficacité énergétique.[33]

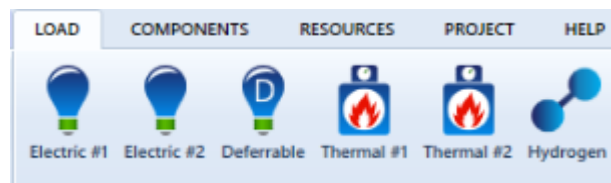


Figure (II.18) : configuration de types de besoins énergétiques de HOMER

HOMER peut donc simuler un large éventail de systèmes différents en plus de toutes les combinaisons possibles de systèmes hybrides.

II.6.4.Simulation :

1/Dans la première fenêtre du programme, nous entrerons notre site après on nommerons et descriptive le projet.

CHAPITRE(II) : Dimensionnement de Champ (PV-diesel)

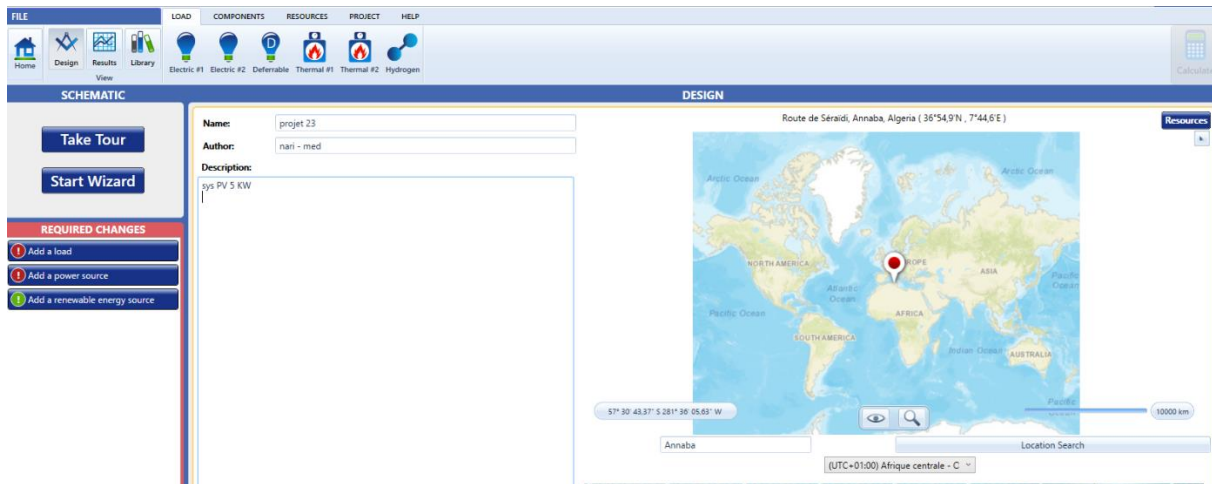


Figure (II.19) : la page de choix de site et description le projet

2/*Plus tard dans la deuxième fenêtre, nous devons choisir le type de charge(résidentielle, industrielle ...), aussi le profile de charge électrique . ,

l'utilisateur doit introduire le profil de sa consommation électrique, deux choix sont disponibles :

- Charge moyenne horaire journalière: Où il doit remplir la valeur de la charge durant les 24 heures d'un jour type, elle se considérera comme la même pour chaque mois de l'année, pour les 12 mois.[34]
- Charge moyenne mensuelle: Où il doit remplir la valeur moyenne de la charge durant un jour de chaque mois de l'année[34]

Notez que chaque fois que nous ajoutons notre équipement de système, il apparaîtra sur le côté .

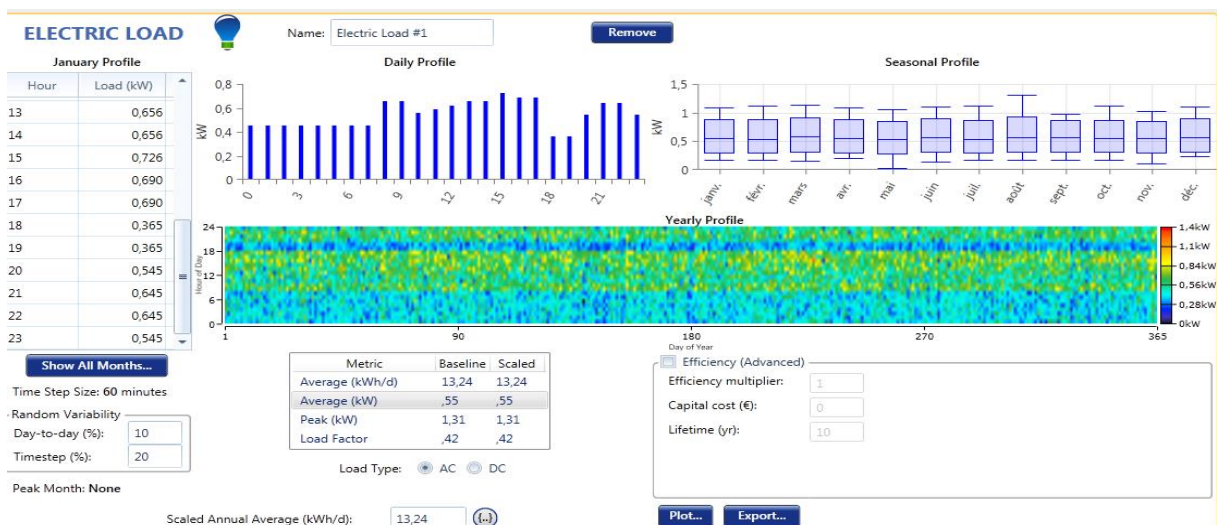


Figure (II.20) : profile de consommation électrique de HOMER

CHAPITRE(II) : Dimensionnement de Champ (PV-diesel)

3/*Nous sélectionnons les équipements liés au système que le programme nous offre. Il existe plusieurs types de ces équipements avec possibilité de modification en termes de : quantité, prix et capacité.....ext .

Lorsque nous choisissons un convertisseur , nous devons aller à la bibliothèque et le choisir à partir de là jusqu'à ce qu'il devienne disponible pour que nous puissions choisir avec le reste de l'équipement.

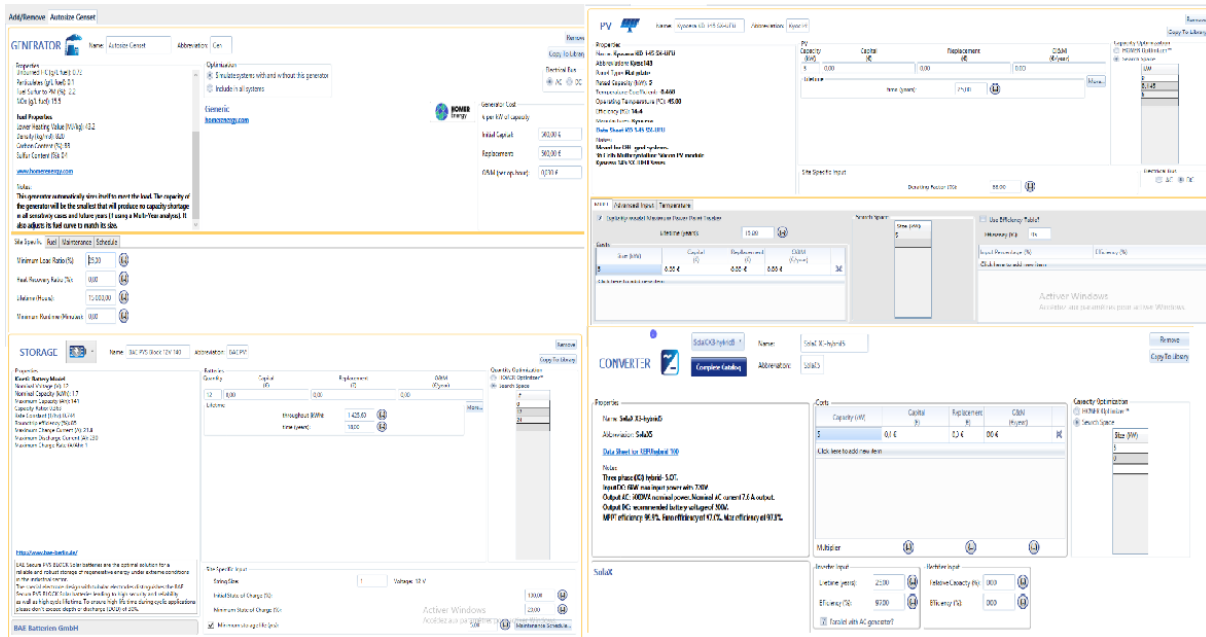


Figure (II.21) : l'équipement choisi de system de HOMER

4/*Il faut aussi entrer Les valeurs mensuelles de défirrent sources d'énergie comme : ressource de carburant, la vitesse du vent et les données solaires de rayonnement et ressource de température de cette région ont été obtenues à partir du site Web de météorologie extérieure de la NASA.

CHAPITRE(II) : Dimensionnement de Champ (PV-diesel)



Figure (II.22) : Les valeurs mensuelles de défèrent sources d'énergie de HOMER

5/Une fois tous les paramètres sont introduits :on a l'architecture de la centrale hybride à dimensionner est présentée dans la figure33, nous passons par la suite à l'étape du dimensionnement ,on peut faire calculer HOMER . Les résultats obtenus sont présentés en détail dans la figure 34.

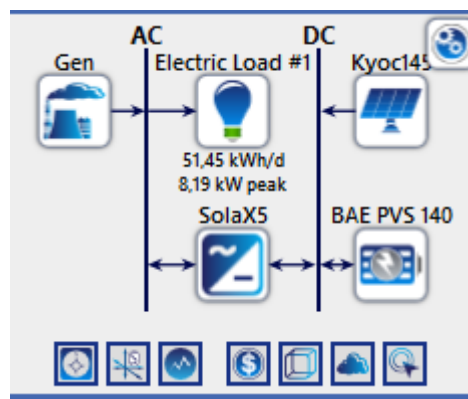


Figure (II.23) : Configuration de l'installation à dimensionner de HOMER

CHAPITRE(II) : Dimensionnement de Champ (PV-diesel)

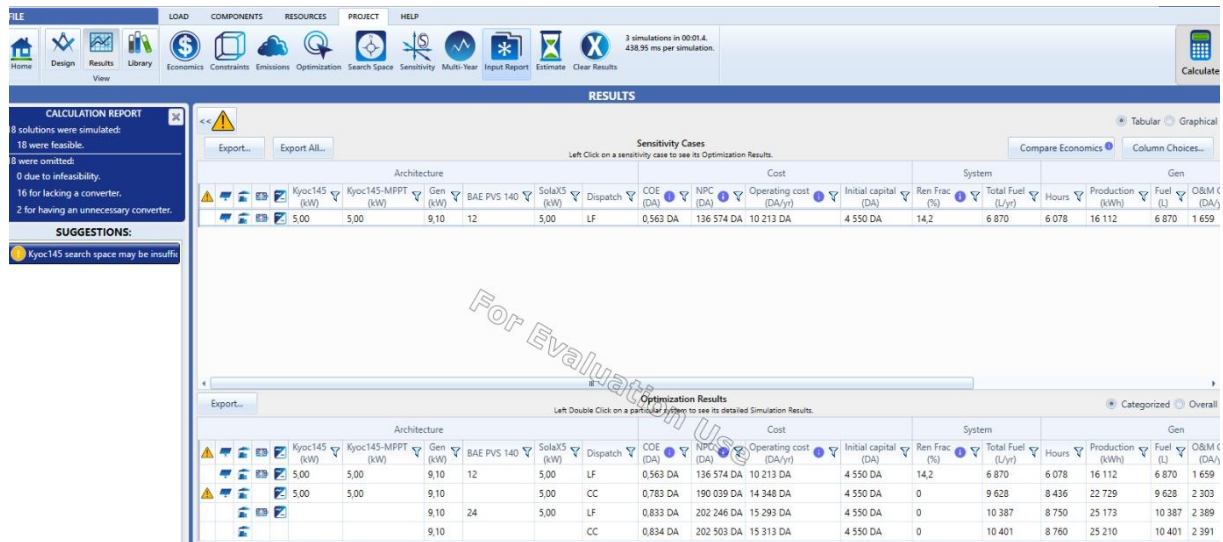


Figure (II.24) : Résultats de dimensionnement par logiciel HOMER

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons présenté la méthode de dimensionnement d'une installation hybride (PV-Diesel) qui revient à déterminer le nombre nécessaire de module pour couvrir les besoins de la charge à tout instant ainsi la capacité de charge de la batterie et la capacité du groupe électrogène a utilisé car il est toujours confrontée par deux critères essentiels qui sont le gisement solaire et la demande de l'énergie .et dimensionne les convertisseur nécessaires de système.

Aussi nous avons expliqué le logiciel HOMER permettant une compréhension idéale du fonctionnement du programme ainsi que les objectifs à atteindre. Il offre une approche orientée sur la réalisation de projets plutôt qu'une approche d'optimisation de systèmes.

Après l'introduction de tous les rapports de prix, les types d'appareils utilisés et les données météorologiques nécessaires le long de l'année. Il permet un calcul simplifié des possibilités pour un projet hybride selon son domicile.



**CHAPITRE (III) : RESULTAT
ET DISCUSSION**

CHAPITRE (III) : RESULTAT ET DISCUSSION

Introduction :

L'avantage d'un système hybride par rapport à un photovoltaïque seul, dépend de beaucoup de facteurs fondamentaux. Un des plus importants de ces facteurs est sans conteste Continuité de service de la production et du stockage de l'énergie.

Nous présentons, dans ce chapitre les résultats obtenu de dimensionnement et le cout de les installations puis on compare entre les trois wilaya .

On propose aussi les modes qui peut fonctionné dans notre système énergétique photovoltaïque diesel.

III.1 Dimensionnement numérique du système hybride PV/Diesel :

Après qu'on a vois dans le chapitre II le besoins énergétique et la consommation journalière nécessaire chaque jour pour alimenter notre maison plus les données de site et donnée météorologiques aussi on a choisie le groupe diesel de 2KW qu'on va utilisons dans notre système.

On va dimensionne le système de les différente wilaya.

III.1 .1. Annaba :

On a opté pour le choix d'une puissance crête $P_c = 1775,313 \text{ Wc}$. Cette puissance C'est la puissance crête du champ PV pour L'irradiation moyenne annuelle 5,01 KWc.

III.1 .1.1. Choix des modules :

Selon la puissance totale demandée par les charges ainsi que le type de notre installation est autonome (non raccordée au réseau), nous avons opté pour des modules photovoltaïques d'une puissance du 150 Wc (Monocristallin) chacun.

J'ai choisi ce type de module de constructeur CONDOR a cause de qualité (le bon choix para pour les autres 'Poly cristalline et l'amorphe') aussi disponible et le prix est raisonnable.

III.1 .1.2. Détermination du nombre de modules à installer :

Application numérique :

$$N_{pv} = \frac{1775,313}{150} = 11,83$$

Donc, on opte pour un nombre $N_{pv} = 12$ panneaux.

la puissance crête du champ sera donc :

$$P_c = 12 \times 150 = 1800 \text{ Wc}$$

CHAPITRE (III) : RESULTAT ET DISCUSSION

Pour notre installation nous choisissons une tension de 24Volt .

- Le nombre de modules connectés en série est égale a ;

Application numérique :

$$V_{m,s} = \frac{24}{18,5} = 1,29$$

Donc ; $N_{m,s} = 02$ modules en série.

- Le nombre de modules connectés en parallèle est égale à ;

Application numérique :

$$N_{m,p} = \frac{12}{2} = 6$$

Donc ; $N_{m,p} = 06$ modules en parallèle (string)

□ Remarque :

Le courant total fourni par les panneaux est ;

$$I_{tot} = 6 \times I_{max} = 6 \times 8,11$$

$$I_{tot} = 48,66A.$$

Ce courant est admissible, c'est le courent d'entrée de l'onduleur est Plus grand que le courent de chante .

III.1 .1.3.Dimensionnement du parc de batteries :

Choix de la tension et calcul de la capacité :

Pour le cas de notre habitation, nous désirons avoir une autonomie de 3 jours. Avec une consommation de la nuit :3813 wh .

Application numérique :

$$C_B = \frac{3813 \times 3}{48 \times 0,8 \times 0,85} = 350,459 \text{ Ah}$$

Pour le choix optimal des batteries on effectuer des batteries du constructeur DIMEL, Selon les calculs effectués on trouve que les batteries de 100 Ah est le bon choix.

Application numérique :

$$N_b = \frac{350,459}{100} = 3,50 \approx 4$$

Donc N_b :4 Batteries .

- La tension de cette batterie est de 12 V, par contre la tension de système est de 24 V. Alors la solution est de connecter quatre batteries en série.

- 2 Batteries en série et 2 parallèle .

CHAPITRE (III) : RESULTAT ET DISCUSSION

III.1 .1.4.Dimensionnement du régulateur :

Le régulateur choisit :

La tension d'alimentation (la tension de la régulateur) : 24Volt.

Le courant de régulateur : $I_r = 8,59 \times 6$

$$I_r = 51,54A.$$

La tension maximal de champ solaire : $V_r = 22,9 \times 2$

$$V_r = 45,8V$$

III.1 .1.5.Dimensionnement d'onduleur :

Parmi les différents types d'onduleurs, on doit choisir, celui qui est le mieux adapté à notre installation.

-tension de l'onduleur : même tension de system 24V

-la puissance de l'onduleur :

$$P_{ond} = 1800 \times 1,3 = 2340 \text{ w}$$

- Courant d'entrée :

$$I_e = 2340/24 = 97,5 \text{ A}$$

-Courant de sortie :

$$I_s = 2340/220 = 10,63 \text{ A}$$

III.1 .1.6.Dimensionnement des câbles : (Section de câble)

Med-solaire Annaba est composé de 15 modules Condor Solar avec une puissance de 150Wc. Au total 2250Wc, cette installation PV dispose d'une puissance CC de exactement. Cette électricité CC est convertie en électricité CA avec onduleurs DIMEL (convertisseur solaire off grid Phoenix C24/1600), ce qui permet d'obtenir un ratio entre la tension nominale en CC et la tension nominale en CA de 94%.

CHAPITRE (III) : RESULTAT ET DISCUSSION

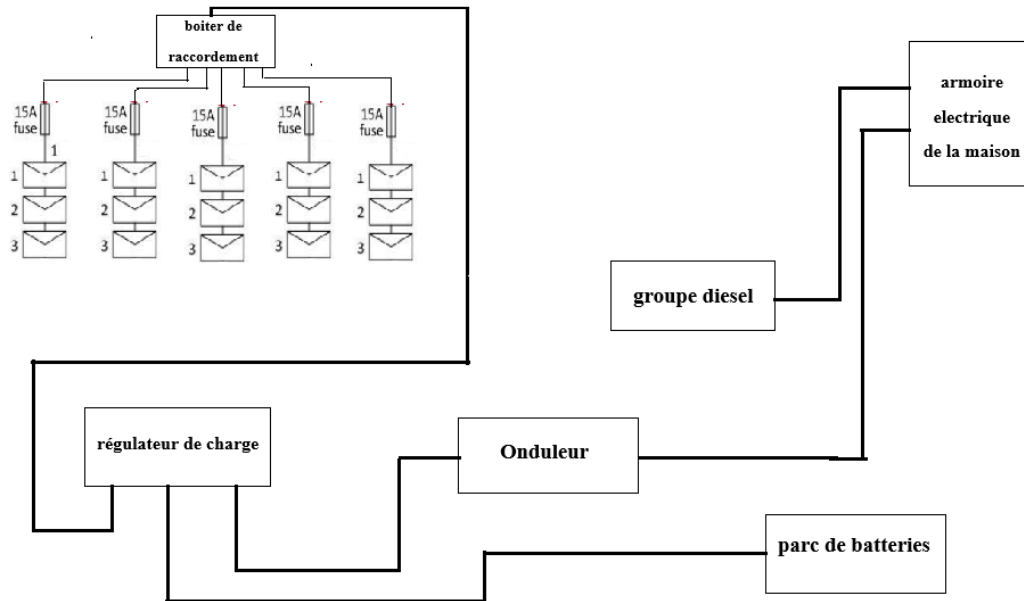


Figure (III.1) : Schéma de l'installation Med-solaire d'Annaba

III.1 .1.6.1. Câbles CC de chaîne solaire (câbles combineurs en T) entre les panneaux et le boîtier de raccordement :

Une chaîne de modules Condor Solar se compose de 15 modules. Les modules sont regroupés en 5 chaînes de 3 modules. Le bout de chaque chaîne est connecté à un câble combineur en T. Dans ce qui suit, les facteurs de perte et la section de ce câble en résultant sont calculés.

Selon les normes CEI 60364-7-712 et CEI 60364-5-52, une section de $2,5\text{mm}^2$ est suffisante. et fusible 16A

III.1 .1.6.2. Entre le boîtier de raccordement et le régulateur de charge (Câble CC principal):

Les fils collecteurs sont connectés directement enterrés jusqu'à le boîte de raccordement puis à un câble gainé dirigé vers le régulateur de charge.

Le courant admissible est calculé selon la norme CEI 60364-5-52 pour câbles à basse tension. Et d'une installation enterrée et se câble est de l'aluminium unipolaire avec isolation XLPE (NA2XY-O) dans des conditions d'installation en terre :

Selon les normes CEI 60364-7-712 et CEI 60364-5-52, une section de 16mm^2 est suffisante pour le câble gainé. Et fusible 60A

CHAPITRE (III) : RESULTAT ET DISCUSSION

III.1 .1.6.3. Câble de transmission CC (Entre le régulateur de charge et l'onduleur) :

Des câbles de transmission sont connectés entre le régulateur et l'onduleur.

Dans ce qui suit, les facteurs de perte et la section en résultant sont calculés conformément à la norme EN50264-3-1, le courant admissible dans des conditions d'installation aérienne pour un câble cuivre unipolaire isolé ((N)HXSGAFHXÖ 1,8/3kV) est de : une section de 10mm^2 est suffisante pour le câble de transmission CC.

III.1 .1.6.4. Câble gainé vers le régulateur de charge :(câble CC) Entre les Batteries et le régulateur de charge :

Le câble gainé de notre parc des batteries est connecté enterrés dans des tranchées pour câble dirigés vers le régulateur de charge.

Le courant admissible est calculé selon la norme CEI 60364-5-52 pour câbles à basse tension. Et d'une installation enterrée et se câble de l'aluminium unipolaire avec isolation XLPE (NA2XY-O) dans des conditions d'installation en terre :

Selon les normes CEI 60364-7-712 et CEI 60364-5-52, une section de 25mm^2 est suffisante pour le câble gainé.

III.1 .1.6.5. Câble de transmission CA entre (Onduleur – armoire électrique) :

Des câbles de transmission sont connectés entre l'onduleur et l'armoire électrique de la maison .

Dans ce qui suit, les facteurs de perte et la section de câble en découlant sont calculés conformément à la norme EN50264-3-1 ,le courant admissible pour un câble cuivre unipolaire isolé ((N)HXSGAFHXÖ 1,8/3kV) dans des conditions d'installation aérienne est de une section de 4mm^2 est suffisante pour les câbles de transmission CA.

On a une tension de 220V alternatif dans la maison donc on choix des fusibles de 16A pour l'armoire électrique.

III.1 .1.6.6. Câble de transmission CA entre (le groupe diesel – armoire électrique) :

On à des câbles de transmission sont connectés entre le groupe diesel et l'armoire électrique de la maison .

CHAPITRE (III) : RESULTAT ET DISCUSSION

On choisie un câble cuivre unipolaire isolé ((N)HXSGAFHXÖ 1,8/3kV) dans des conditions d'installation aérienne est Selon la norme EN50264-3-1, une section de 4 mm^2 est suffisante pour les câbles de transmission CA.

III.1 .2.Biskra :

On a opté pour le choix d'une puissance crête $P_c = 1626,695 \text{ W}_c$. Cette puissance C'est la puissance crête du champ PV pour L'irradiation moyenne annuelle $5,47 \text{ (kWh/(j.m}^2\text{))}$.

III.1 .2.1.Choix des modules :

Selon la puissance totale demandée par les charges ainsi que le type de notre installation (non raccordée au réseau), nous avons opté pour des modules photovoltaïques Condor d'une puissance du 150 W_c (Monocristallin) chacun.

III.1 .2.2.Détermination du nombre de modules à installer :

Application numérique :

$$N_{pv} \geq \frac{1626,695}{150} = 10,844$$

Donc, on opte pour un nombre $N_{pv} = 12$ panneaux, la puissance crête du champ sera donc :

$$P_c = 12 \times 150 = 1800 \text{ W}$$

.Choix de la tension de fonctionnement :

Pour notre installation nous choisissons une tension de 24 Volt .

- Le nombre de modules connectés en série est égale a ;

$$V_{m,s} = \frac{24}{18,5} = 1,29$$

Donc ; $N_{m,s} = 02$ modules en série.

- Le nombre de modules connectés en parallèle est égale à ;

$$N_{m,p} = \frac{12}{2} = 6$$

Donc ; $N_{m,p} = 06$ modules en parallèle

✓ Remarque :

Le courant total fourni par les panneaux est ;

$$I_{tot} = 6 \times I_{max} = 6 \times 8,11$$

$$I_{tot} = 48,66 \text{ A.}$$

Ce courant est admissible, c'est le courent d'entrée de l'onduleur est Plus grand que le courent de chante .

CHAPITRE (III) : RESULTAT ET DISCUSSION

III.1 .2.3.Dimensionnement du parc de batteries :

Choix de la tension et calcul de la capacité :

Nous désirons avoir une autonomie de 2 jours. Avec une consommation de la nuit :3813 wh
La capacité de champ de batteries standard est donnée par la relation

$$C_B = \frac{3813 \times 2}{24 \times 0,8 \times 0,85} = 467,279 \text{Ah}$$

Pour le choix optimal des batteries on effectue des batteries du constructeur DIMEL, Selon les calculs effectués on trouve que les batteries de 150 Ah est le bon choix.

Application numérique :

$$N_b = \frac{467,279}{150} = 3,11 \rightarrow 4$$

Donc N_b : 4 Batteries .

- La tension de cette batterie est de 12 V, par contre la tension de système est de 24 V. Alors la solution est de connecter deux batteries en série.
- 2 en série et 2 en parallèle .

III.1 .2.4.Dimensionnement du régulateur :

Le régulateur choisit :

La tension d'alimentation (la tension de la régulateur) : 24 Volt.

Le courant de régulateur : $I_r = 8,59 \times 6$

$I_r = 51,54 \text{A}$.

La tension maximal de champ solaire : $V_r = 22,9 \times 2$

$V_r = 45,8 \text{ V}$

III.1 .2.5.Dimensionnement d'onduleur :

Tension de l'onduleur : même tension de system 24V

la puissance de l'onduleur :

$$P_{ond} = 1800 \times 1,3 = 2340 \text{ w}$$

Courant d'entrée :

$$I_e = 2340 / 24 = 97,5 \text{ A}$$

Courant de sortie :

$$I_s = 2340 / 220 = 10,63 \text{ A}$$

III.1 .2.6.Dimensionnement des câbles : (Section de câble)

Med-solaire Biskra est composé de 12 modules Condor Solar avec une puissance de 150Wc. Au total, cette installation PV dispose d'une puissance CC de exactement. Cette électricité CC est convertie en électricité CA avec onduleurs DIMEL (convertisseur solaire off

CHAPITRE (III) : RESULTAT ET DISCUSSION

grid Phoenix C24/1600), ce qui permet d'obtenir un ratio entre la tension nominale en CC et la tension nominale en CA de 94%.

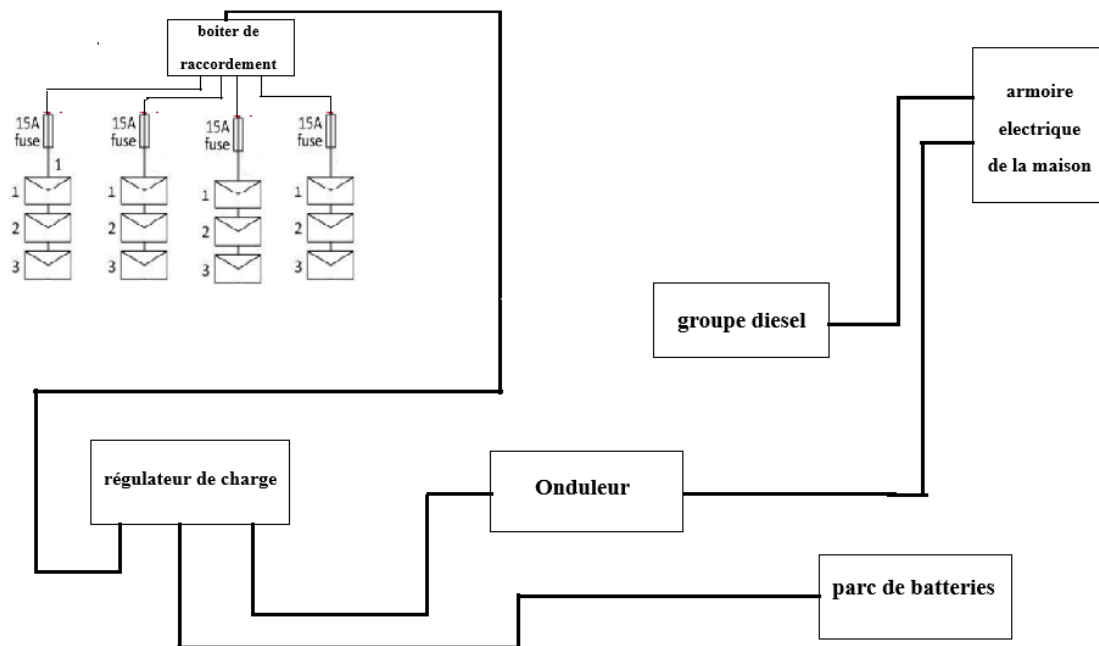


Figure (III.2) : Schéma de l'installation Med-solaire de Biskra

III.1 .2.6.1. Câbles CC de chaîne solaire (câbles combineurs en T) entre les panneaux et le boîtier de raccordement :

Une chaîne de modules Condor Solar se compose de 12 modules. Les modules sont regroupés en 4 chaînes de 3 modules. Le bout de chaque chaîne est connecté à un câble combineur en T. Dans ce qui suit, les facteurs de perte et la section de ce câble en résultant sont calculés.

Selon les normes CEI 60364-7-712 et CEI 60364-5-52, une section de $2,5\text{mm}^2$ est suffisante. et fusible 16A

III.1 .2.6.2. Entre le boîtier de raccordement et le régulateur de charge (Câble CC principal):

Les fils collecteurs sont connectés directement enterrés jusqu'à la boîte de raccordement puis à un câble gainé dirigé vers le régulateur de charge.

Le courant admissible est calculé selon la norme CEI 60364-5-52 pour câbles à basse tension. et d'une installation enterrée et se câble est de l'aluminium unipolaire avec isolation XLPE (NA2XY-O) dans des conditions d'installation en terre :

CHAPITRE (III) : RESULTAT ET DISCUSSION

Selon les normes CEI 60364-7-712 et CEI 60364-5-52, une section de 16mm^2 est suffisante pour le câble gainé. Et fusible 60A

III.1 .2.6.3. Câble de transmission CC (Entre le régulateur de charge et l'onduleur) :

Des câbles de transmission sont connectés entre le régulateur et l'onduleur.

Dans ce qui suit, les facteurs de perte et la section en résultant sont calculés conformément à la norme EN50264-3-1, le courant admissible dans des conditions d'installation aérienne pour un câble cuivre unipolaire isolé ((N)HXSGAFHXÖ 1,8/3kV) est de : une section de 10mm^2 est suffisante pour le câble de transmission CC.

III.1 .2.6.4. Câble gainé vers le régulateur de charge :(câble CC) Entre les Batteries et le régulateur de charge :

Le câble gainé de notre parc des batteries est connecté enterrés dans des tranchées pour câble dirigés vers le régulateur de charge.

Le courant admissible est calculé selon la norme CEI 60364-5-52 pour câbles à basse tension.et d'une installation enterrée et se câble de l'aluminium unipolaire avec isolation XLPE (NA2XY-O) dans des conditions d'installation en terre :

Selon les normes CEI 60364-7-712 et CEI 60364-5-52, une section de 25mm^2 est suffisante pour le câble gainé.

III.1 .2.6.5.Câble de transmission CA entre (Onduleur – armoire électrique) :

Des câbles de transmission sont connectés entre l'onduleur et l'armoire électrique de la maison .

Dans ce qui suit, les facteurs de perte et la section de câble en découlant sont calculés conformément à la norme EN50264-3-1 ,le courant admissible pour un câble cuivre unipolaire isolé ((N)HXSGAFHXÖ 1,8/3kV) dans des conditions d'installation aérienne est de une section de 4mm^2 est suffisante pour les câbles de transmission CA.

On a une tension de 220V alternatif dans la maison donc on choix des fusibles de 16A pour l'armoire électrique.

CHAPITRE (III) : RESULTAT ET DISCUSSION

III.1 .2.6.6.Câble de transmission CA entre (le groupe diesel – armoire électrique) :

On à des câbles de transmission sont connectés entre le groupe diesel et l'armoire électrique de la maison , On choisie un câble cuivre unipolaire isolé ((N)HXSGAFHXÖ 1,8/3kV) dans des conditions d'installation aérienne est Selon la norme EN50264-3-1, une section de 4 mm^2 est suffisante pour les câbles de transmission CA.

III.1 .3.Tamanrasset :

On a opté pour le choix d'une puissance crête $P_c=1339,271 \text{ W}_c$. Cette puissance C'est la puissance crête du champ PV pour L'irradiation moyenne annuelle 6,65 (kWh/(j.m2)).

III.1 .3.1.Choix des modules :

Selon la puissance totale demandée par les charges ainsi que le type de notre installation (non raccordée au réseau), nous avons opté pour des modules photovoltaïques Condor d'une puissance du 150 W_c (Monocristallin) chacun.

III.1 .3.2.Détermination du nombre de modules à installer :

Application numérique :

$$N_{pv} \geq \frac{1339,271}{150} = 8,92$$

Donc, on opte pour un nombre $N_{pv}= 10$ panneaux, la puissance crête du champ sera donc :

$$P_c = 10 \times 150 = 1500 \text{ W}$$

Choix de la tension de fonctionnement :

Pour notre installation nous choisissons une tension de 24Volt .

- Le nombre de modules connectés en série est égale a :

$$V_{m,s} = \frac{24}{18,5} = 1,29$$

Donc ; $N_{m,s} = 02$ modules en série.

- Le nombre de modules connectés en parallèle est égale à :

$$N_{m,p} = \frac{10}{2} = 5$$

Donc ; $N_{m,p} = 05$ modules en parallèle

✓ Remarque :

Le courant total fourni par les panneaux est :

$$I_{tot} = 5 \times I_{max} = 5 \times 8,11$$

$$I_{tot} = 40,55 \text{ A.}$$

CHAPITRE (III) : RESULTAT ET DISCUSSION

III.1 .3.3.Dimensionnement du parc de batteries :

Choix de la tension et calcul de la capacité :

Nous désirons avoir une autonomie de 1 jours. Avec une consommation de la nuit :3813 wh
La capacité de champ de batteries standard est donnée par la relation :

$$C_B = \frac{3813 \times 1}{24 \times 0,8 \times 0,85} = 233,63 \text{Ah}$$

Pour le choix optimal des batteries on effectue des batteries du constructeur DIMEL, Selon les calculs effectués on trouve que les batteries de 150 Ah est le bon choix.

Application numérique :

$$N_b = \frac{233,63}{150} = 1,55 \rightarrow 2$$

Donc N_b : 4 Batteries.

- La tension de cette batterie est de 12 V, par contre la tension de système est de 24 V. Alors la solution est de connecter deux batteries en série.(2 en série)

III.1 .3.4.Dimensionnement du régulateur :

Le régulateur choisit :

La tension d'alimentation(la tension de la régulateur) : 24Volt.

Le courant de régulateur : $I_r = 8,11 \times 5$

$$I_r = 40,55 \text{A.}$$

La tension maximal de champ solaire : $V_r = 22,9 \times 2$

$$V_r = 45,8 \text{ V}$$

III.1 .3.5.Dimensionnement d'onduleur :

Tension de l'onduleur :même tension de system 24V

la puissance de l'onduleur :

$$P_{ond} = 1500 \times 1,3 = 1950 \text{ w}$$

Courant d'entrée :

$$I_e = 1950/24 = 81,25 \text{ A}$$

Courant de sortie :

$$I_s = 1950/220 = 8,86 \text{ A}$$

III.1.3.6.Dimensionnement des câbles : (Section de câble)

Med-solaire Tamanrasset est composé de 10 modules Condor Solar avec une puissance de 150Wc. Au total, cette installation PV dispose d'une puissance CC de exactement. Cette électricité CC est convertie en électricité CA avec onduleurs DIMEL(convertisseur solaire off

CHAPITRE (III) : RESULTAT ET DISCUSSION

grid Phoenix C24/1600), ce qui permet d'obtenir un ratio entre la tension nominale en CC et la tension nominale en CA de 94%.

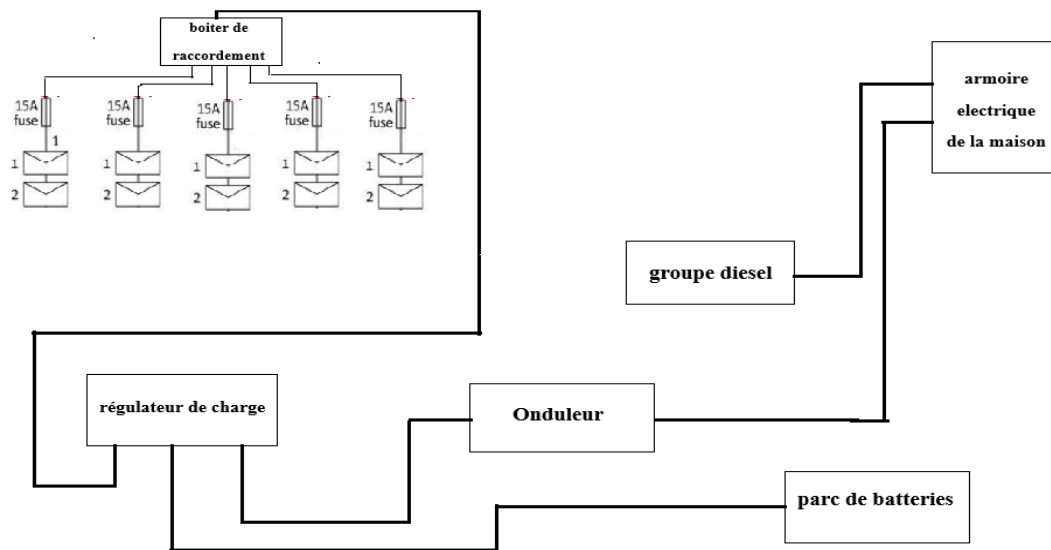


Figure (III.3) : Schéma de l'installation Med-solaire de Tamanrasset

III.1.3.6.1. Câbles CC de chaîne solaire (câbles combineurs en T) entre les panneaux et le boîtier de raccordement :

Une chaîne de modules Condor Solar se compose de 10 modules. Les modules sont regroupés en 5 chaînes de 2 modules. Le bout de chaque chaîne est connecté à un câble combineur en T.

Dans ce qui suit, les facteurs de perte et la section de ce câble en résultant sont calculés. Selon les normes CEI 60364-7-712 et CEI 60364-5-52, une section de $2,5\text{mm}^2$ est suffisante. et fusible 16A

III.1.3.6.2. Entre le boîtier de raccordement et le régulateur de charge (Câble CC principal) :

Les fils collecteurs sont connectés directement enterrés jusqu'à le boîte de raccordement puis à un câble gainé dirigé vers le régulateur de charge.

Le courant admissible est calculé selon la norme CEI 60364-5-52 pour câbles à basse tension. et d'une installation enterrée et se câble est de l'aluminium unipolaire avec isolation XLPE (NA2XY-O) dans des conditions d'installation en terre :

CHAPITRE (III) : RESULTAT ET DISCUSSION

Selon les normes CEI 60364-7-712 et CEI 60364-5-52, une section de 16mm^2 est suffisante pour le câble gainé. Et fusible 60A.

III.1 .3.6.3. Câble de transmission CC (Entre le régulateur de charge et l'onduleur) :

Des câbles de transmission sont connectés entre le régulateur et l'onduleur.

Dans ce qui suit, les facteurs de perte et la section en résultant sont calculés conformément à la norme EN50264-3-1, le courant admissible dans des conditions d'installation aérienne pour un câble cuivre unipolaire isolé ((N)HXSGAFHXÖ 1,8/3kV) est de : une section de 10mm^2 est suffisante pour le câble de transmission CC.

III.1 .3.6.4. Câble gainé vers le régulateur de charge :(Câble CC) Entre les Batteries et le régulateur de charge :

Le câble gainé de notre parc des batteries est connecté enterrés dans des tranchées pour câble dirigés vers le régulateur de charge.

Le courant admissible est calculé selon la norme CEI 60364-5-52 pour câbles à basse tension.et d'une installation enterrée et se câble de l'aluminium unipolaire avec isolation XLPE (NA2XY-O) dans des conditions d'installation en terre :

Selon les normes CEI 60364-7-712 et CEI 60364-5-52, une section de 25mm^2 est suffisante pour le câble gainé.

III.1 .3.6.5.Câble de transmission CA entre (Onduleur – armoire électrique) :

Des câbles de transmission sont connectés entre l'onduleur et l'armoire électrique de la maison .

Dans ce qui suit, les facteurs de perte et la section de câble en découlant sont calculés conformément à la norme EN50264-3-1 ,le courant admissible pour un câble cuivre unipolaire isolé ((N)HXSGAFHXÖ 1,8/3kV) dans des conditions d'installation aérienne est de une section de 4mm^2 est suffisante pour les câbles de transmission CA.

On a une tension de 220V alternatif dans la maison donc on choix des fusibles de 16A pour l'armoire électrique.

CHAPITRE (III) : RESULTAT ET DISCUSSION

III.1 .3.6.6.Câble de transmission CA entre (le groupe diesel – armoire électrique) :

On à des câbles de transmission sont connectés entre le groupe diesel et l'armoire électrique de la maison ,On choisie un câble cuivre unipolaire isolé ((N)HXSGAFHXÖ 1,8/3kV) dans des conditions d'installation aérienne est Selon la norme EN50264-3-1, une section de 4 mm^2 est suffisante pour les câbles de transmission CA.

III.2 Le cout des composition :

Tableau III.1 : cout des composants

L'appareille	Nombre	Le cout	Totale
[ERA0003] Panneau Solaire Mono 150W 12V	15/12/10 Annaba / Biskra /Tamanrasset	14500.00 DZ	174000.00DZ 174000.00DZ 145000.00 DZ
[VS4548BN] Régulateur Epsolaire LCD 45A 12/48V	1 Annaba	24045.00 DZ	24045.00 DZ
Onduleur off grid phoenix [C24/1200]	1 Annaba/ Biskra/Tamanrasset	116000.00DZ	116000.00DZ
Batterie AGM Dimel étanche 12V/150 AH [BATT0004]	4/2 Biskra / Tamanrasset	38000.00 DZ	152000.00DZ 76000.00DZ
Batterie AGM Dimel étanche 12V/100 AH [BATT0005]	4 Annaba	26574.00DZ	106296.00DZ
groupe électrogène [inverter DQ- 2200E]	1 Annaba/Biskra/Tamanrasset	22000.00DZ	22000.00DZ
Câbles de section [2] (Rouge et Noire)	2,5 mm^2	100.00DZ	2876.00DZ
	10 mm^2	200.00DZ	
	16 mm^2	408.00DZ	
	25 mm^2	600.00DZ	
	4 mm^2	130.00DZ	

- ❖ Le cout d'installation de ANNABA est :445217.00DZ
- ❖ Le cout d'installation de BISKRA est :490921.00DZ
- ❖ Le cout d'installation de TAMANRASSET est :385921.00DZ

CHAPITRE (III) : RESULTAT ET DISCUSSION

III.3. Les résultats de logiciel HOMER :

a/Annaba :

Le résultat optimal en termes de moindre coût est le premier sur la liste parmi toutes les configurations qui satisfont la demande d'un point de vue technique. Ainsi, le résultat optimal obtenu par le logiciel Homer est comme suit:

- 1.8 kW de puissance nominale pour les panneaux photovoltaïques
- Groupe diesel d'une puissance nominale de 1.5 kW .
- 4 batteries de stockage de 2.4 kWh (12V× 140 Ah).
- 5 kW de puissance nominale pour l'onduleur.
- Le prix optimal est de 1711 \$.

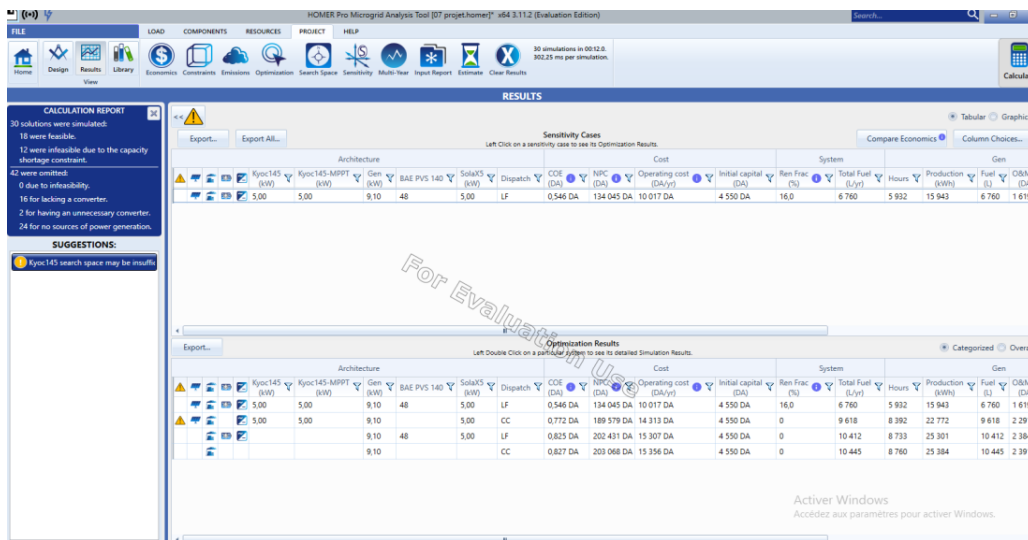


Figure (III.4) : Résultats de Annaba de dimensionnement par logiciel HOMER

b/Biskra :

Le résultat optimal en termes de moindre coût est le premier sur la liste parmi toutes les configurations qui satisfont la demande d'un point de vue technique. Ainsi, le résultat optimal obtenu par le logiciel Homer est comme suit:

- 1.8 kW de puissance nominale pour les panneaux photovoltaïques
- Groupe diesel d'une puissance nominale de 1.5 kW .
- 4 batteries de stockage de 2.4 kWh (12V× 140 Ah).
- 5 kW de puissance nominale pour l'onduleur.
- Le prix optimal est de 1711 \$.

CHAPITRE (III) : RESULTAT ET DISCUSSION

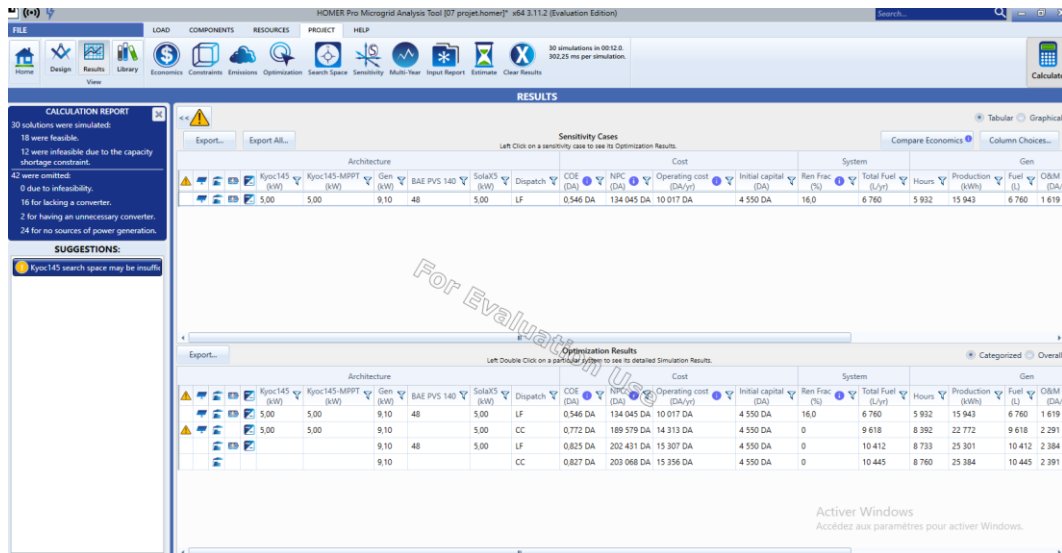


Figure (III.5) : Résultats de Biskra de dimensionnement par logiciel HOMER

c/Tamanrasset :

Le résultat optimal en termes de moindre coût est le premier sur la liste parmi toutes les configurations qui satisfait la demande d'un point de vue technique. Ainsi, le résultat optimal obtenu par le logiciel Homer est comme suit:

- 1.5 kW de puissance nominale pour les panneaux photovoltaïques
- Groupe diesel d'une puissance nominale de 1.5 kW .
- 4 batteries de stockage de 2.4 kWh (12V× 140 Ah).
- 5 kW de puissance nominale pour l'onduleur.
- Le prix optimal est de 20722 \$.

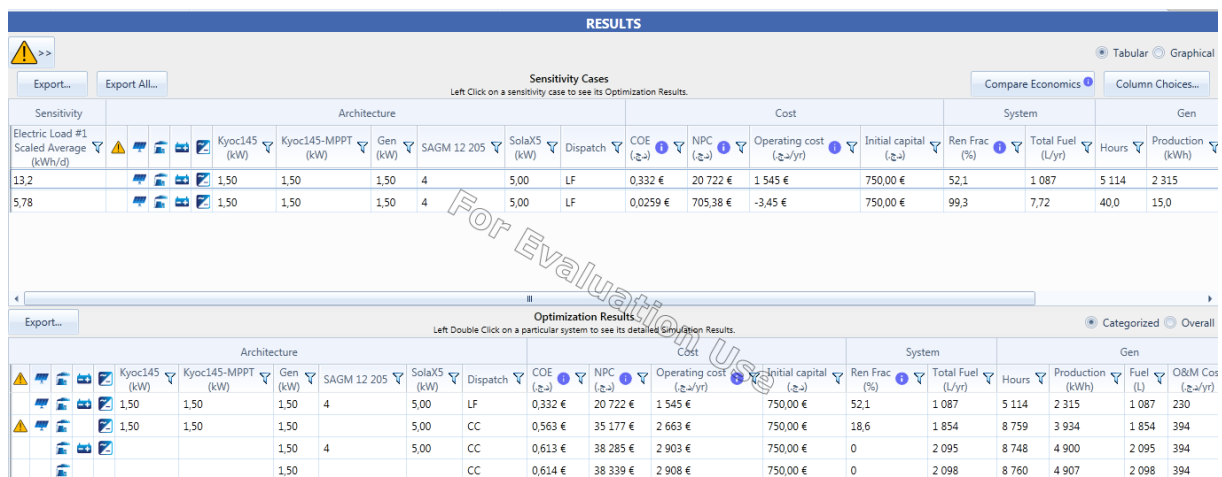


Figure (III.6) : Résultats de Tamanrasset de dimensionnement par logiciel HOMER

CHAPITRE (III) : RESULTAT ET DISCUSSION

III.4.Discussion de résultat :

A partir les dimensionnements manuel avec les lois qu'on à faire dans le deuxième chapitre on à :

1/ Notre Installation première est située, au nord est de l'Algérie, dans la ville de Annaba ,Coordonnées du site ($36,900^\circ$ de latitude, $7,767^\circ$ de longitude , 2 m d'altitude) ,aussi L'irradiation moyenne annuelle est 5,01 KWc. Avec une consommation journalière 5789Wh.

Donc notre panneaux doivent être inclinés selon un angle égale à 46.90° avec une orientation vers le sud. On va placée 12module de 150Wc monocristallin de CONDOR , Les modules sont regroupés en 6 chaînes de 2 modules en série, aussi on utilisé 4 batteries (2 en série et 2 parallèle)) AGM de DIMEL avec 100 Ah /12V . tension de système 24V.

Régulateur de charge (VS4548BN) , Onduleur off grid phœnix (C24/1600), groupe électrogène (inverter DQ-2200E) , des câbles solaires (Noir et Rouge) de défirrent section ($2,5 \text{ mm}^2 / 16\text{mm}^2 / 10\text{mm}^2 / 25\text{mm}^2 / 4 \text{ mm}^2$),Le cout Total de l'installation est 445217.00 DA.

2/ Notre Installation deuxième est située, au Sud est de l'Algérie, dans la ville de Biskra ,Coordonnées du site ($34,850^\circ$ de latitude, $5,728^\circ$ de longitude , 107 m d'altitude) ,aussi L'irradiation moyenne annuelle est 5,47 KWc. Avec une consommation journalière 5789Wh.

Donc notre panneaux doivent être inclinés selon un angle égale à 44.85° avec une orientation vers le nord. On va placée 12 module de 150Wc monocristallin de CONDOR , Les modules sont regroupés en 6 chaînes de 2 modules en série, aussi on utilisé 4 batteries (2 en série et 2 parallèle) AGM de DIMEL avec 150 Ah /12V .tension de système 24V.

Régulateur de charge (VS4548BN) , Onduleur off grid phœnix (C24/1200), groupe électrogène (inverter DQ-2200E) , des câbles solaires (Noir et Rouge) de défirrent section ($2,5 \text{ mm}^2 / 16\text{mm}^2 / 10\text{mm}^2 / 25\text{mm}^2 / 4 \text{ mm}^2$),Le cout de l'installation est 490921.00DA.

3/ Notre Installation troisième est située, au Sud est de l'Algérie, dans la ville de Tamanrasset ,Coordonnées du site ($22,785^\circ$ de latitude, $5,523^\circ$ de longitude , 1 380 m d'altitude.) ,aussi L'irradiation moyenne annuelle est 6,65 KWc. Avec une consommation journalière 5789Wh.

Donc notre panneaux doivent être inclinés selon un angle égale à $32,78^\circ$ avec une orientation vers le sud .On va placée 10 module de 150Wc monocristallin de CONDOR , Les modules sont regroupés en 5 chaînes de 2 modules en série, aussi on utilisé 2 batteries (2 en série) AGM de DIMEL avec 150 Ah /12V . tension de système 24V.

CHAPITRE (III) : RESULTAT ET DISCUSSION

Régulateur de charge (VS4548BN) , Onduleur off grid phoenix (C24/1200), groupe électrogène (inverter DQ-2200E) , des câbles solaires (Noir et Rouge) de différent section ($2,5 \text{ mm}^2 / 16\text{mm}^2 / 10\text{mm}^2 / 25\text{mm}^2 / 4 \text{ mm}^2$), Le cout de l'installation est 385921.00DA

III.5.Comparaison :

Tableau III.2 : Tableau de comparaison

	Annaba	Biskra	Tamanrasset
Coordonnées du site	36,900° de latitude, 7,767° de longitude 2 m d'altitude	34,850° de latitude, 5,728° de longitude 107 m d'altitude.	22,785° de latitude, 5,523° de longitude 1 380 m d'altitude.
Angle d'inclinaison et orientation des panneaux	46.90°	44.85°	32,78°
L'irradiation moyenne annuelle.	5,01	5,47	6,65
champ photovoltaïque Module 150Wc / 12	15 (3 série , 5 parallèle)	12 (2 série , 6 parallèle)	10 (2 série , 5 parallèle)
parc des batteries	4 (100Ah , 12V)	4 (150Ah ,12V)	2 (150Ah ,12V)
régulateur	(48V / 42,95 A)	(24V , 51,54A)	(24V , 40,55A)
Onduleur	2925 w 60,93A /13,29A	2340 w 97,5A / 10,63A	1950 w 81,25A / 8,86A
les câbles(section)	($2,5 \text{ mm}^2 / 16\text{mm}^2 / 10\text{mm}^2 / 25\text{mm}^2 / 4 \text{ mm}^2$)	($2,5 \text{ mm}^2 / 16\text{mm}^2 / 10\text{mm}^2 / 25\text{mm}^2 / 4 \text{ mm}^2$)	($2,5 \text{ mm}^2 / 16\text{mm}^2 / 10\text{mm}^2 / 25\text{mm}^2 / 4 \text{ mm}^2$)
le groupe électrogène	2 kW	2 kW	2 kW
Le jour d'autonome	3	2	1
Tension de system	48V	24V	24V
Le coute totale	524717.00 DA.	490921.00DA.	385921.00DA

- D'après la comparaison rapportée dans le tableau III.2 , sachant que on a la même maison qu'il a le même consommation d'énergie , Le seul changement est juste l'emplacement.

CHAPITRE (III) : RESULTAT ET DISCUSSION

- On remarque qu'on a une différence dans les Coordonnées du site ,Angle d'inclinaison et orientation des panneaux ,L'irradiation moyenne annuelle. a cause de La nature géographique et météorologie distinctive du lieu (l'irradiation solaire , les nuages , l'ombrage.....).
- La variation du nombre de panneaux dans les installations à contrôlées par rayonnement solaire et liée aussi de la tension de system , l'autonomie de jouer c'est Le facteur qui a affecté nombre des batteries , les régulateurs et l'onduleurs selon le système puis on a les sections des câbles et le groupe diesel est le même dans les trois système .
- généralement on remarque que on a pas une grande différence entre les systèmes que on a dimensionnée En termes de composante (capacité , quantité , Qualité, le nombre ,) même le coût.
- on remarque aussi que les résultantes enter les calcules par les lois et logicielle HOMER c'est différent complètement .
parce que j'ai choisie les composants qu'elle logicielle offre donc j'ai trouve pas le même choix que j'ai utilisé de mon installation .
aussi logicielle HOMER fait une optimisation dans les calcules an terme donc a cause ce la on a cette différence .

III.6.Description des modes de fonctionnement :

La gestion d'énergie des différentes sources est assurée par un superviseur. Ce dernier détermine le mode de fonctionnement suivant trois cas proposés. Ces modes de fonctionnement sont possibles pour déterminer la capacité du système pour satisfaire la puissance totale demandée (la puissance de charge).Il est à noter que le groupe diesel et Les batteries, fonctionnent en complémentarité. Sur La Figure III.1 est illustrée la description des modes de fonctionnement proposés.

i1/Dans ce mode 1 de fonctionnement, le générateur photovoltaïque (i1 fermée) fournit la puissance maximale (fonctionnement en MPPT) ; cette puissance est satisfaisante la demande de la charge, Une fois la puissance fournie par le générateur dépasse la puissance totale demandée par la charge, le superviseur fait passer le Surchage de système au charge les batteries (i1 fermée , i2 fermée , i3 ouvert).

Dans cette configuration on à un convertisseurs DC/DC qu'on utilisé :

CHAPITRE (III) : RESULTAT ET DISCUSSION

- Un hacheur survolteur lié au générateur photovoltaïque concrétise le fonctionnement en MPPT,

- Une charge alternative variable connectée au bus continu à travers l'onduleur.

i2/ Dans ce mode 2 de fonctionnement, (par exemple dans la nuit), le générateur photovoltaïque inactif, donc on satisfait la demande de la charge puissance par les batteries, sachant que la capacité des batteries permet de répondre aux besoins énergétiques dans la nuit (Just i_2 fermée), Une fois la puissance totale demandée par la charge dépasse la puissance fournie par les batteries, le superviseur fait passer le système au mode 3.

i3/ Dans ce mode 3 de fonctionnement, le générateur photovoltaïque inactif (i_1 ouvert), donc on satisfait la demande de la charge puissance par les batteries (i_2 fermée). mais par exemple on a un jour Temps nuageux au ombrage et Provoquerait que les batteries ne charge pas complètement donc ce dernière ne peut pas satisfaire notre system dans ce cas notre groupe diesel va démarre pour Comble notre besoin ou aussi qu'on a une pic de charge (i_3 fermée).

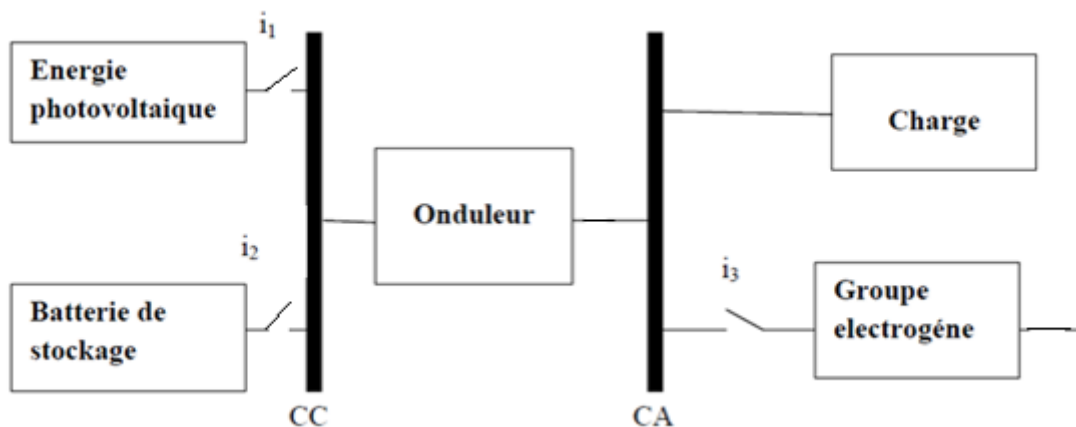


Figure (III.7) : Configuration du system

III.7.Remarque :

- ✓ On fait le dimensionnement manuel avec les lois, juste pour donner une idée générale pour l'investisseur ou Client et faire une marge de système à peuplée, coût et management et production, consommation d'énergie. puis quand il est accepté on fait l'étude complète
- ✓ Le dimensionnement logiciel est important dans l'étude à coût du calcul basé sur :
 - C'est le système hybride on utilise le logiciel HOMER

CHAPITRE (III) : RESULTAT ET DISCUSSION

- C'est le system (PV autonome, PV connecté au réseaux, pompage solaire) on utilise logicielle PV6
 - C'est on va faire une installation de system on utilise logicielle SOLAIR CALCE , c'est logicielle qui nous a permet de représenter le système sous forme d'une installation réelle (les panneaux , les câblés , les batteries , disjoncteur , les fusibles ,parafoudre) le branchement complète .
- ✓ On a une différence qu'on va faire une système hybride (PV- diesel) déjà le groupe diesel existe déjà ou une système hybride (PV- diesel) Complètement nouveau.
- ✓ Le groupe diesel elle a une Durée de vie est Lang aussi il est moins chère ,Il n'a pas besoin de maintenance ,plus il résiste quand on à une pic de charges instantanée , par conter les batteries elle a durée de vie petite (par exemple 5ans) aussi il faut chaque fois fait une maintenance Pour le préserver.
- ✓ Dans ce système la charge électrique relative aux équipements est alimentée par les panneau solaire ou les batteries à travers un convertisseur. Ces batteries sont chargées par le courant débiteur par chacun des systèmes, le contrôle de leur charge est assuré par un régulateur de charge.
- Par ailleurs, dans le cas où il n'y a ni énergie solaire et que la durée de pénurie dépasse la durée d'autonomie du système, Ce dernier aura recours au groupe électrogène.
- Dans le cas où même ce dernier tombe en panne, la charge sera coupée automatiquement. Des lectures de l'état du système et des sorties peuvent être prises n'importe où dans les modèles avec des oscilloscopes simulink qui affichent ou enregistrent les résultats dans les fichiers de données afin de pouvoir les utiliser dans d'autres outils de simulation où d'affichage

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons fait le dimensionnement des systèmes et calcule de cout ainsi que l'analyse de les résultats et on fait une comparaison entre les systèmes de les trois différentes régions .

On à détermine le mode de fonctionnement de trois cas proposés , Nous avons constaté que le changement de site elle a des effets sur plusieurs facteurs de système hybride Dans nos cas.

Conclusion Générale

Conclusion générale

Conclusion générale :

Les systèmes d'énergie hybrides sont les plus prometteurs pour l'utilisation des énergies renouvelables. L'Algérie est connue pour son gisement important, classé parmi les trois meilleurs gisements dans le monde, il est important de favoriser la substitution systématique des sources d'énergies conventionnelles qui deviennent de plus en plus contraignantes au regard du coût d'exploitation et d'opération.

Dans ce travail, nous avons présenté notions sur le rayonnement solaire et le principe de la conversion de l'énergie photovoltaïque ainsi les caractéristique d'un générateur photovoltaïque. System de stockage d'énergie ses caractéristique et les types d'accumulateurs Sans oublier les convertisseurs aussi le groupe diesel aussi la Configuration PV/Diesel commuté . Nous avons tout d'abord défini les méthodologies de dimensionnements propre à chaque système est fait sur la base de connaissance de potentiel énergétique et donnée météorologiques du site et après avoir évalué le besoin journalier, on a respectée les normes(Norme CEI)dans les câblés , ensuite réalisé une évaluation économique, Nous avons essayé de choisir les composants disponibles sur le marché algérien à un prix raisonnable puis on a compare entre les trois différent régions Pour voir la différence qu'un changement d'emplacement du système fait malgré qu'on à la même consommation pour fournir une maison isolée en fin on a proposé les différentes stratégies de fonctionnement de système.

Les résultats que on a pris c'est malgré la différence entre les wilayas en terme de climat , site , rayonnement solaireext , il 'né ya pas une grande défèrent dans les systèmes , c vrai elle a des effets sur plusieurs facteurs de système hybride Dans nos cas, Nous avons également essayé de le rapprocher le plus possible de la réalité.

Cet étude , dans chemin vers un meilleur rendement il faut faire une Evaluation de tout les données qui est compatible avec les conditions imposer et qui peut nous amener a répondre aux besoin et à la demande exiger, cet système reste toujours en cours de développement et de recherche et il est toujours une des plus promus technologie et les efforts des chercheurs sont toujours mise en place pour trouver un meilleur moyen d'exploitation pour fournir de l'électricité même dans des endroits isolés et éloigné .

Bibliographie

1. Touama Tariq , Hafidi Nouh . (2019). Diplome de Master Académique (Commande d'un MPPT avec un convertisseur DC/DC pour un système photovoltaïque). M'sila: Université Mohamed Boudiaf .
2. Djohra Saheb-Koussa , Maiouf Belhamel , Khaled Benferhat. (2009). Contribution à l'étude théorique du comportement d'un système hybride (éolien -photovoltaïque - diesel) de production d'électricité sans interruption . Alger ,Algérie: Centre de développement des énergies renouvelables Bouzaréah.
3. Allaoua Ferhat , Albane Amirouche. (2012). Diplome de Master (Etude et implémentation d'une stratégie de contrôle d'un système hybride (Photovoltaïque Diesel)). Bejaia: Université Abderrahmane Mira.
4. Mr Zidane Ammar. (2012). diplôme de MASTER (Etude et dimensionnement d'une installation photovoltaïque au niveau d'un puits de gaz). Béjaia: Université Abderahmane Mira .
5. Ibrahim Tahraoui , Amine Halil. (2017). Diplome de Master (Dimensionnement et étude d'une installation photovoltaïque pour une habitation domestique). Tlemcen : Université Abou Bekr Belkaid .
6. Philippe Barrade. (2006). électronique de puissance méthodologie et convertisseurs élémentaire. press polytechnique et universitaire
7. H.Bennacer. (2009). Diplome de Magister (Modélisation d'un système photovoltaïque). Sidi Bel Abbès: Université D.Liabes.
8. Bettouche Mohamed Amine , Redjradj Adel. (2016). Diplome de Master (Etude , dimensionnement et simulation d'un système hybride photovoltaïque - diesel alimentant une habitation isolée). Bejaia: Université Abderrahmane Mira.
9. L.Stoyanov, G.Notton , V.Lazarove. (2007). Optimisation des systèmes multi sources de production a énergie renouvelable. revue des énergies renouvelables .
10. Mekki Addou et Abderrahim Beddiaf . (2016). Diplome de Master (Dimensionnement d'une installation photovoltaïque autonome pour l'alimentation d'une ferme). Tlemcen: Université Abou Bekr Belkaid.
11. C.Semassou. (2011). Thèse de doctora (Aide à la décision pour le choix de sites et systèmes énergétiques adaptés aux besoins du benin). Université de Brodeauxl.
12. R.Alain. (2011). Systèmes photovoltaïques.
13. B.Vincent. (2012). Etude et simulation d'un panneau solaire raccordé au réseau avec périphérique de stockage .
14. Belhadj Mohammed. (2008). Diplome de Magister (Modélisation d'un système de captage photovoltaïque autonome). Université de Bechar .

15. Alireza Payman . (2009). Thèse de Docteur de l'I.N.P.L (Contribution à la Gestion de l'energie dans les systèmes Hybrides Multi-charges). Iran , Lorraine : Institut National Polytechnique .
16. I.Bendjamaa. (s.d.). Modélisation et commande d'un système De stockage photovoltaïque.
17. D.Desmettre , F.Mattera. (1998). Petit mémento sur les batteries à usage solaire. CEA-GENEC.
18. N.Achaibo. (1999). Introduction à l'étude du système de stockage dans un système photovoltaïque.
19. B.Vincent. (2012). Étude et simulation d'un panneau solaire raccordé au réseau avec périphérique de stockage.
20. Guy Chateigner , Michel Boes. (2007). Manuel de génie électrique. Dunod.
21. Abouchabana Nabil. (2009). Diplome de Magister (Etude d'une nouvelle topologie buck-boost appliquée à un MPPT). Laghouat: Université.
22. Touzani Youssef. (2006). Thèse de Doctora (Commande aléatoire du convertisseur Buck-Boost triphasé à prélèvement sinusoïdal du courant). Université de Clermont - Ferrand.
23. Roumila Zoubir. (2009). Diplome de Magister (Commende d'un système d'énergie hybride(photovoltaïque-éolien-diesel). Bejaia: Université Abderrahmane Mira.
24. Gabin Adantchédé Koucoi. (2017). These de Docteur (Gestion d'energie dans les systemes hybrides PV/Diesel pour zones isolees et rurales : Optimisation et experimentation). Burkina Faso: Laboratoire Energie Solaire et Economie d'energie (LESEE,2iE).
25. Boonyang PlangKlang. (2005). (an embedded interactive monitoring system for PVDiesel hybrid plants in rural areas). Allemand: Université Kassel.
26. O.Amrani. (2006). Diplom de Magister (Etude, simulation et réalisation d'une centrale hybride). Bejaia: Université.
27. Bayram Tounsi. (2006). Thèse de doctora (Etude comparative de groupes électrogènes embarqués à large gamme de vitesse variable associant machines à aimants permanents et conversion statique). France: Instutit national polytechnique de Toulous.
28. Buzduga Stefania Roxana. (2012). *Etude d'un système hybride photovoltaïque éolien – diesel – structure et dimensionnement*. Greah: Université de Haver.

29. Zaida Assani Dahouénon. (2006). *Modèle d'électrification rurale pour localités de moins de 500 habitants au Sénégal, composante électrification rurale*. Sénégal: Ministère de l'énergie de Mine.
30. Djoumessi Nkemzem , Yves Armand . (2011). Master (Etude et conception d'une mini centrale hybride photovoltaïque / diesel pour l'électrification rurale décentralisée du village <NZO'OH>de la commune rurale de FONGO-TONGO dans la région de l'Ouset Comeroun). Tongo: Institut International d'ingénierie de l'Eau et de l'Environnement .
31. Brahim Abdallah Brahim . (2013). Master D'ingenierie (Etude des différentes configurations des systèmes d'énergie hybrides PV/Diesel et de leur impact sur le coût de production d'électricité . Centre commun de recherche Energie et Habitat Durable .
32. ML.Elhafyani , F Z Kadda. (2013). Optimal sizing of an Autonomous Hybrid System. IEEE.
33. M.Kara Abdelfattah. (2014). Diplome de Master (Dimensionnement et analyse du coût d'un système hybride de production d'énergie renouvelable pour des sites isolés en Algérie). Setif: Université Ferhat Abbas - Setif 1.
34. A. Bouharchouche , A. Bouabdallah , E.M. Berkouk , S. Diaf et H. Belmili . (2014). Article(Conception et réalisation d'un logiciel de dimensionnement d'un système d'énergie hybride éolien-photovoltaïque). Bouzaréah: Centre de Développement des Energies Renouvelables, CDER.

Site Internat :

[Weather Spark23] : Météo habituelle à Annaba, site Internat
<https://fr.weatherspark.com/y/55178/Météo-habituelle> , 12Avril2020.

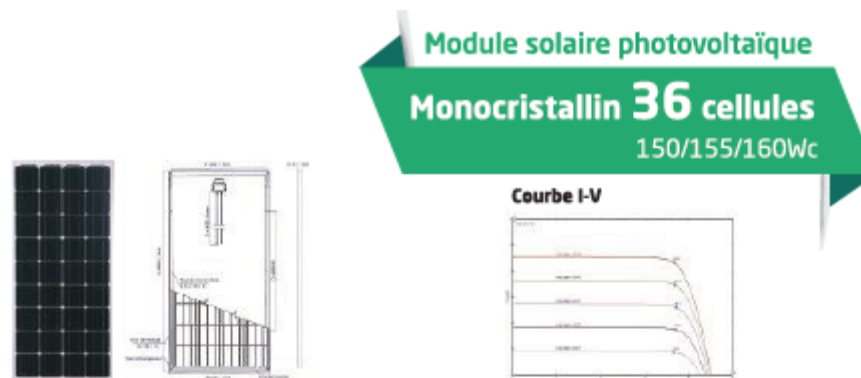
[Weather Spark07] : Météo habituelle à Biskra, site Internat
<https://fr.weatherspark.com/y/51506/Météo-habituelle> , 12Avril2020.

[Weather Spark11] : Météo habituelle à Tamanrasset, site Internat
<https://fr.weatherspark.com/y/51498/Météo-habituelle>, 12Avril2020.

[GPS] : Longitude et latitude / coordonnées GPS, site Internat
<https://www.gps-longitu>

Annexes

ANNEXES (A) :



Caractéristiques électriques

Type de module	Unité	CEM150M-36	CEM155M-36	CEM160M-36
Puissance nominale	Wc	150	155	160
Tension en circuit ouvert (V _{oc})	V	22.90	23.00	23.00
Courant de court Circuit I _{sc}	A	8.59	8.83	9.03
Tension mpp V _{mpp}	V	18.50	19.00	19.40
Courant mpp I _{mpp}	A	8.11	8.20	8.30
Tension maximale du système VDC	V	1000		
Charge maximale De fusibles (A)	A	15		
Facteur de température (cellule):				
Température nominale de fonctionnement		NOCT	45±2°C	
Coefficient de température de puissance		%/°C	-0.41	
Coefficient de température de courant		%/°C	+0.06	
Coefficient de température de voltage		%/°C	-0.32	

Caractéristiques mécaniques

Type de cellule	Cellule monocristalline avec anti-reflection
Nombre de cellules par module	36 cellules (4x9)
Dimensions de la cellule	156x156 mm
Dimensions du module	1482x674x45 mm
Poids du module	14,5 Kg
	Alliage en aluminium anodisé
Type de verre	Verre trempé, 3.2 mm d'épaisseur
Boîte de jonction et connecteur	IP65:3 Diodes By-passe et câbles compatibles avec un connecteur MC4
Température d'utilisation	- 40°C à 85°C

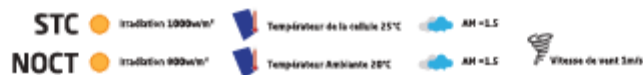




Figure A.1 : Fiche technique de Panneau Solaire Mono 150W CONDER

ANNEXES (B) :

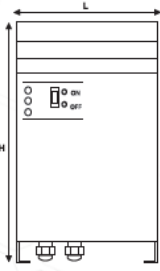


CONVERTISSEUR SOLAIRE OFF GRID PHOENIX



La gamme des convertisseurs Phoenix est parfaitement adaptée aux applications les plus diverses. Ces convertisseurs à sinusoïde pure et à haut rendement sont conçus sans concession aux performances.

Série	C12/1200 C24/1200	C12/1600 C24/1600	C12/2000 C24/2000
Puissance de convertisseur à 25°C [VA]	1200	1600	2000
Puissance de pointe [W]	2400	3000	4000
Tension / Fréquence de sortie [V] / [Hz]	110 ou 230 ±3 % / 50 ou 60 ±0,1 %		
Plage de tension d'entrée [V DC]	9,5 - 17 / 19 - 33		
Efficacité maxi 12 / 24 / 48 V [%]	94	92	
Température de fonctionnement [°C]	-40 ... +65 (refroidissement par ventilateur)		
Section de câble maximale	10	25 / 10 / 10	
Dimensions (HxLxP) [mm]	375*214*110	520*255*125	362*258*218
Poids [kg]	10	12	18
Degré de protection	IP21		
Garantie	1 an		



Certificat de conformité:




Figure B.1 : Fiche technique de Onduleur off grid phoenix [C24/1200] DIMEL



BATTERIE SOLAIRE ETANCHE (100 Ah)



Les batteries solaires étanches AGM sont adaptées au cyclage quotidien et à la charge lente par panneaux solaires. Leur durée de vie est considérablement augmentée si la profondeur de décharge quotidienne reste comprise entre 15% et 25% de la capacité totale.

Tension nominale [V]	12
Capacité nominale (10HR) [Ah]	100
Résistance interne [mΩ]	≈4,0
Capacité nominale [Ah] 10 heures (5.5A)	100
Capacité nominale [Ah] 20 heures (3.25A)	103
Capacité nominale [Ah] 120 heures (0.53A)	108,3
Capacité nominale [Ah] 240 heures (0.27A)	109,5
Fonctionnement par température [40°C]	103%
Fonctionnement par température [25°C]	100%
Fonctionnement par température [0°C]	86%
Weight±3% [Kg]	Approx 30,0
Dimension (L*W*H) [mm]	331*173*224
Garantie	1 An





Coffre batterie

Certificat de conformité:



Figure B.2 : Fiche technique de Batterie Solaire Etanche 100 Ah DIMEL

BATTERIE SOLAIRE ETANCHE (150 Ah)




Les batteries solaires étanches AGM sont adaptées au cyclage quotidien et à la charge lente par panneaux solaires. Leur durée de vie est considérablement augmentée si la profondeur de décharge quotidienne reste comprise entre 15% et 25% de la capacité totale.

Tension nominale [V]	12
Capacité nominale (10HR) [Ah]	150
Résistance interne [mΩ]	≈2.72
Capacité nominale [Ah] 10 heures (6.5A)	150.5
Capacité nominale [Ah] 20 heures (3.25A)	153.0
Capacité nominale [Ah] 120 heures (0.53A)	162.5
Capacité nominale [Ah] 240 heures (0.27A)	164.6
Fonctionnement par température [40°C]	103%
Fonctionnement par température [25°C]	100%
Fonctionnement par température [0°C]	86%
Weight3% [Kg]	Approx 44.6
Dimension (L*W*H) [mm]	482*171*240
Garantie	1 An






Coffre batterie

Certificat de conformité:   

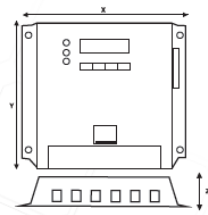
Figure B.3 : Fiche technique de Batterie Solaire Etanche 150 Ah DIMEL

REGULATEUR DE CHARGE VS-BN

Le régulateur de charge solaire VS-BN est notre contrôleur pour les systèmes solaires hors réseau. Tous les modèles adoptent un dissipateur de chaleur en aluminium qui permet la fiabilité dans les environnements à haute température. Qui peuvent se connecter à un compteur à distance ou à un PC pour la surveillance en temps réel, le réglage personnalisé et le contrôle, etc.

Série VS-AU	VS4548BN	LS6048BN
Tension de système [V]	VS**48BN: 12/24/36/48 Auto	
Consommation propre [mA]	15 (12V), 10 (24V), 9 (36V), 8 (48V)	
Tension du panneau photovoltaïque V _{oc} [V]	96	
Courant du panneau photovoltaïque I _{sc} [A]	45	60
Courant de consommateur [A]	45	60
Tension de fin de charge [V]	13.8 / 27.8 / 41.4 / 55.2	
Température de fonctionnement [°C]	de -25 °C à +55 °C	
Borne de raccordement [mm ²]	4	6
Dimensions (X × Y × Z) [mm]	205*119*67	205*174*64
Poids [g]	1200	1600
Indice de protection	IP30	
Garantie	1 an	






Certificat de conformité:   

Figure B.4 : Fiche technique de Régulateur Epsolaire LCD [VS4548BN]

ANNEXES (C) :

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES:

1. Courant généré: 230 V
2. Moteur essence monocylindre à soupapes en tête (OHV) à 2 temps, refroidi par air
3. Fréquence : 50 Hz
4. 2 Prises: 1x 230V / 1x 12V
5. Puissance du moteur : 2 kW
6. Puissance maximale: 1200W
7. Puissance continue: 800W
8. Voltmètre
9. Indicateur de niveau de carburant
10. Démarrage manuel
11. Capacité du réservoir de carburant: 4L Autonomie: 8-10h
12. Combustible: Mélange l'huile 2T + ESS SP95 (1:50)
13. Protégé contre les chocs
14. Matériaux : Acier inoxydable, aluminium, plastique
15. Consommation : 0.75 L/h
16. Capacité réservoir huile (mL) : 240
17. Capacité réservoir carburant (mL) : 4200 (Sp 95, SP98)
18. Fréquence (Hz) : 50
19. Alimentation (V) : 230



Figure C.1 : Fiche technique de groupe électrogène [inverter DQ-2200E]

ANNEXE (D) :

712.433 Protection contre les surcharges côté continu

712.433.1 Une protection contre les surcharges peut être omise sur les câbles des chaînes PV et des groupes PV si le courant admissible du câble est égal ou supérieur à 1,25 fois $I_{SC\ STC}$ en tout point.

712.433.2 Une protection contre les surcharges peut être omise sur le câble principal PV si le courant admissible du câble est égal ou supérieur à 1,25 fois $I_{SC\ STC}$ du générateur PV.

Figure (D.1) : Norme CEI 60364-7-712.433 de protection contre les surcharge coté continu

Current rating 120° C / 248° F

Ambient temperature 30° C / 86° F





Construction	Exposed	On surfaces without opposite contact	On surfaces with opposite contact	In conduit, casing, duct
				
mm ²	A	A	A	A
2.5	51	48	34	27
4	68	65	45	36
6	88	84	59	47
10	121	115	80	64

Figure (D.2) : tableau de courant admissible câble solaire avec la norme CEI 60364-7-712

Facteur de correction k1 – datasheet du constructeur-

°C	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110
$f_{(30°C)}$	0,88	0,85	0,81	0,77	0,73	0,69	0,65	0,6	0,55	0,49	0,42	0,35	-	-	-	-	-	-
$f_{(120°C)}$	1,03	1	0,97	0,94	0,91	0,88	0,85	0,82	0,78	0,75	0,71	0,67	0,62	0,58	0,53	0,47	0,41	0,33

Figure (D.3) : tableau de Facteur de correction k1 la norme CEI 60364-5-52

**Tableau B.52.3 – Courants admissibles, en ampères,
pour les méthodes du Tableau B.52.1 –
Câbles isolés PR ou EPR, deux conducteurs chargés, cuivre ou aluminium –
Température de l'âme: 90 °C, température ambiante: 30 °C dans l'air, 20 °C dans le sol**






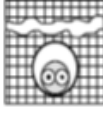
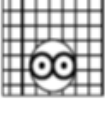
Section nominale des conducteurs mm ²	Méthodes de référence du Tableau B.52.1						
	A1	A2	B1	B2	C	D1	D2
Aluminium							
2,5	20	19,5	25	23	26	26	
4	27	26	33	31	35	33	
6	35	33	43	40	45	42	
10	48	45	59	54	62	55	
16	64	60	79	72	84	71	76
25	84	78	105	94	101	90	98
35	103	96	130	115	126	108	117
50	125	115	157	138	154	128	139
70	158	145	200	175	198	158	170
95	191	175	242	210	241	186	204
120	220	201	281	242	280	211	233
150	253	230	307	261	324	238	261
185	288	262	351	300	371	267	296
240	338	307	412	358	439	307	343
300	387	352	471	415	508	346	386

Figure (D.4) : tableau de la norme [CEI 60364-5-52, Table B.52.3]

Tableau B.52.16 – Facteurs de correction pour des câbles directement dans le sol ou dans des conduits dans des sols de résistivité différente de 2,5 K·m/W à appliquer aux valeurs des courants admissibles pour la méthode de référence D

Résistivité thermique, K·m/W	0,5	0,7	1	1,5	2	2,5	3
Facteur de correction pour câbles dans des conduits	1,28	1,20	1,18	1,1	1,05	1	0,96
Facteur de correction pour câbles directement dans le sol	1,88	1,62	1,5	1,28	1,12	1	0,90

Figure (D.5) : tableau de la norme [CEI 60364-5-52, tableau B.52.16]

Tableau B.52.15 – Facteurs de correction pour des températures ambiantes du sol différentes de 20 °C à appliquer aux valeurs des courants admissibles pour des câbles dans des conduits enterrés

Température du sol °C	Isolation	
	PVC	PR et EPR
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
20	1,00	1,00
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,80

Figure (D.6) : tableau de la norme[CEI 60364-5-52, Tableau B.52.15]

Tableau B.52.18 – Facteurs de correction de groupement de plusieurs circuits, câbles directement enterrés – Méthode de référence D2 des Tableaux B.52.2 à B.52.5 – Câbles monoconducteurs ou multiconducteurs

Nombre de circuits	Distance entre câbles ^a				
	Nulle (câbles jointifs)	Un diamètre de câble	0,125 m	0,25 m	0,5 m
2	0,75	0,80	0,85	0,90	0,90
3	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85
4	0,60	0,60	0,70	0,75	0,80
5	0,55	0,55	0,65	0,70	0,80
6	0,50	0,55	0,60	0,70	0,80
7	0,45	0,51	0,59	0,67	0,76
8	0,43	0,48	0,57	0,65	0,75
9	0,41	0,46	0,55	0,63	0,74
12	0,36	0,42	0,51	0,59	0,71
16	0,32	0,38	0,47	0,56	0,68
20	0,29	0,35	0,44	0,53	0,66

^a Câbles multiconducteurs




Figure (D.7) : tableau de la norme[CEI 60364-5-52, tableau B.52.18]

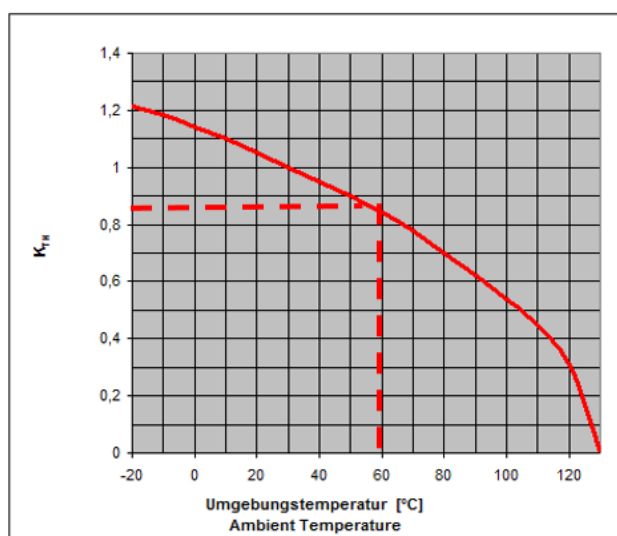


Figure (D.8) : Factor selon la température

mm ²		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kg	A	kA	kJ/m
SIENOPYR(120) (N)HXSGAFHXOE EN50264-3-1 1800 V ... FM													
ohne Schirm / without screen													
1,5	5DB7 501	1,5	-	5,5	6,4	23	58	46	48	36	0,189	624	
2,5	5DB7 502	2,0	-	6,0	6,9	25	63	50	61	49	0,315	700	
4	5DB7 503	2,4	-	6,4	7,3	27	67	54	78	65	0,504	777	
6	5DB7 504	2,9	-	6,9	7,8	29	72	58	99	82	0,756	862	
10	5DB7 505	3,9	-	8,3	9,2	34	86	69	150	116	1,26	1165	
16	5DB7 506	5,6	-	10,3	11,5	43	107	86	227	156	2,02	1647	
25	5DB7 507	6,7	-	12,4	13,6	64	128	102	342	206	3,15	2357	
35	5DB7 508	7,9	-	13,6	14,8	70	140	112	442	256	4,41	2647	
50	5DB7 509	9,4	-	15,0	16,5	78	155	124	587	323	6,30	3009	
70	5DB7 510	10,9	-	16,5	18,0	85	170	136	774	407	8,82	3371	
95	5DB7 511	12,6	-	19,0	20,5	98	195	156	1039	486	12,0	4384	
120	5DB7 512	14,3	-	20,7	22,2	106	212	170	1273	571	15,1	4848	
150	5DB7 513	16,2	-	23,0	24,5	118	235	188	1573	659	18,9	5740	
185	5DB7 514	17,6	-	24,5	26,9	127	253	202	1909	750	23,3	6540	
240	5DB7 515	20,8	-	27,7	30,1	143	285	228	2421	900	30,2	7515	
300	5DB7 516	23,1	-	30,0	32,4	154	308	246	2959	1041	37,8	8216	
400	5DB7 517	26,8	-	34,1	37,7	177	353	282	3917	1250	50,4	10453	

Figure (D.9) : tableau de câble cuivre unipolaire isolé ((N)HXSGAFHXÖ 1,8/3kV) avec la norme EN50264-3-1

°C	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
f _(90°C)	0,88	0,85	0,81	0,77	0,73	0,69	0,65	0,6	0,55	0,49	0,42	0,35
f _(120°C)	1,03	1	0,97	0,94	0,91	0,88	0,85	0,82	0,78	0,75	0,71	0,67

Figure (II.12) : tableau de Facteur de correction k1 la norme CEI 60364-5-52