



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Université de Tissemsilt



Faculté des Sciences et de la Technologie
Département des Sciences et de la Technologie

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme
de master académique en

Filière : **Génie Mécanique**

Spécialité : **Installation Energétiques et Turbomachines**

Présentée par : **TABASH HUSSEIN Hussam Hussein**

Thème

**Étude de faisabilité et dimensionnement d'un champ
photovoltaïque hybride situé dans la ville de Gaza**

Soutenu le,

Devant le Jury :

ZEBBAR Djallel	Président	Prof.	Univ-Tissemsilt
BAGHDAD Mohammed	Examineur	MCA.	Univ-Tissemsilt
KHERRIS Sahraoui	Encadreur	Prof.	Univ-Tissemsilt
SAIDI Lilia	Co-encarteur	Doctorante	Univ-Tiaret

Année universitaire : 2020-2021

Remerciements

Tout d'abord, je remercie le Dieu Tout Puissant de m'avoir donné la force et la patience, et m'a guidé sur le droit chemin et m'a donné le courage et la force de continuer ce travail.

J'exprime ma profonde gratitude à mon Encadreur de thèse, *KHERRIS Sahraoui*, Professeur l'Université de Tissemsilt, qui m'a fait l'honneur de veiller à diriger ce travail. Ses efforts et ses conseils avisés m'ont permis de mener à bien conduire cette tâche, merci de m'avoir fait confiance.

Je tiens également à remercier ma Co-encadreur de thèse pour doctorat et mémoire pour le master M^{lle} SAIDI Lilia, qui n'a pas lésiné sur moi avec ses conseils, qu'Allah la récompense.

Je souhaite également remercier tous les membres du jury Dr. Baghdad Mohammed et Prof. ZEBBAR Djallel qui m'ont fait l'honneur d'examiner le présent travail, j'espère qu'ils trouvent mes vifs remerciements.

Sans oublier tous mes enseignants du Département des Sciences et Technologies de Tissemsilt qui ont contribué à ma formation.

Enfin, un grand merci à mes amis. Et à toutes les personnes qui m'ont aidé, de près ou de loin, un jour ou l'autre. Merci également à tout le personnel technique,

Dédicaces

À mes très chers parents qui ont toujours été à mes côtés et qui m'ont donné un bel exemple de travail acharné et de la persévérance ;

Mon frère ;

Mes sœurs ;

Ma famille ;

Mes amies ;

A tous mes chers ;

À mon pays la Palestine ;

À mon deuxième pays l'Algérie.

Hussein

Table des matières

Introduction	12
Générale	12
Chapitre 01	14
Généralités sur l'énergie photovoltaïque	14
Introduction	15
1.1 L'énergie solaire photovoltaïque	15
1.2 Historique	15
1.3. L'effet photovoltaïque	16
1.3.1 Influence de la température et de l'éclairement	17
1.4 Principe de fonctionnement d'une cellule photovoltaïque	18
1.5 Constituant d'un module photovoltaïque	19
1.5.1 Le châssis	20
1.5.2 Le Verre.....	20
1.5.3 Cellules.....	21
1.5.4 EVA (Ethylène-acétate de vinyle).....	21
1.5.5 Membrane (Tedlar)	22
1.5.6 Boite de jonction	22
1.6 Groupement des panneaux	23
1.6.1 Groupement des panneaux en série	23
1.6.2 Groupement des panneaux en parallèle.....	23
1.7 Les différents types de panneaux solaires photovoltaïques.....	25
1.7.1 La cellule monocristalline	25
1.7.2 Cellule au silicium poly-cristallin	25
1.7.3 La cellule amorphe (ou couches minces)	26
1.8 Types des systèmes photovoltaïques.....	27
1.8.1 Systèmes autonomes (off grid).....	27
1.8.2 Systèmes raccordés au réseau (on grid) :	28
1.8.3 Systèmes hybrides :	29
1.9 Domaines d'application des systèmes PV :.....	30
1.9.1 Les systèmes PV pour le chalet et le domicile :	30
1.9.2 Les systèmes PV pour les applications mobiles et récréatives :.....	30
1.9.3 Les systèmes PV en agriculture :	30
1.9.4 Les systèmes PV pour d'autres applications :	30
1.10 Avantages et inconvénients d'une installation PV	30
1.10.1 Les avantage.....	30
1.10.2 Les Inconvénients.....	31

Conclusion.....	31
Chapitre 02	32
Dimensionnement d'une maison f3.....	32
Introduction	33
1 Plan d'un appartement F3.....	33
2. Dimensionnement d'une installation PV.....	34
2.1 Déterminer les besoins électriques	34
2.1.1 Inventaire des appareils électriques.....	34
2.2 Dimensionner le champ photovoltaïque.....	35
2.2.3 Choix et dimensionnement de l'onduleur	39
2.2.4 Dimensionnement du parc de batteries	40
Conclusion.....	41
Chapitre 03	42
Présentation du logiciel	42
Homer Pro	42
Introduction	43
3.1 Simulateurs commerciaux :.....	43
3.2. Présentation de simulateur <i>HOMER PRO</i> :	44
3.2.1 Historique:.....	44
3.3 Définition du Homer pro: (Hybrid Optimization of Multiple Electric Renewables).	44
3.4 Étapes d'utilisation du logiciel HOMER :	45
Conclusion.....	52
Chapitre 04	53
Simulation des systèmes photovoltaïques hybrides	53
Introduction	54
4.1 Description du site sélectionné.....	54
4.1.1 Charger le profil	54
4.1.2 Source de rayonnement solaire.....	55
4.1.3 Ressources éoliennes.....	56
4.2 1 ^{er} système (PV + éolienne)	57
4.3 2 ^{eme} système (PV + groupe électrogène).....	59
4.4 3 ^{ème} système (PV + groupe électrogène + éolienne).....	61
Conclusion.....	63
Chapitre 05	64
Résultats et discussions	64
Introduction	65
5.1 Analyse des résultats de l'utilisation des trois systèmes :.....	65

5.1.1 Interprétation des résultats de simulation (PV + éolienne)	65
5.1.2 Interprétation des résultats de simulation (PV + Groupe électrogène).....	71
5.1.3 Interprétation des résultats de simulation (PV + éolienne +Ge).....	75
5.2 Analyse de l'émission	77
Conclusion.....	79
Conclusion.....	80
Générale	80
Annexe	87
Annexe A	88
Annexe A.1.....	88

Liste des Figures

Fig 1-1: système photovoltaïque.	15
Fig1.2:associations de cellule photovoltaïque en série	16
Fig1.3:La forme d'un panneau solaire.	16
Fig. 1.4: Influence de l'ensoleillement sur les courbes (I-V et P-V). [6]	17
Fig. 1-5: Influence de la température sur les courbes (I-V et P-V).	18
Fig. 1-6:Les couches d'une cellule photovoltaïque.	19
Fig1-7:Schéma d'un Constituant d'un module photovoltaïque.	20
Fig. 1-8:Un constituant d'un PV en Verre.	21
Fig. 1-9: éthylène-acétate de vinyle (EVA).....	22
Fig. 1-10:Boite de Junction.	22
Fig. 1-11:Groupement des panneaux photovoltaïques en série.....	23
Fig. 1-12:Panneaux photovoltaïques en parallèle.....	24
Fig. 1-13:Caractéristique résultante d'un groupement hybride de (np+ ns) cellules identiques.	24
Fig. 1-14:Cellule au silicium monocristallin.	25
Fig. 1-15:Cellule au silicium poly-cristallin.....	26
Fig. 1-16:La cellule amorphe.	26
Fig. 1-17:schéma typique d'une installation photovoltaïque autonome.....	28
Fig. 1-18:installation photovoltaïque raccordée au réseau.	29
Fig. 1-19:Système PV Hybride.....	29
Fig. 2-1:Dimensionnement d'une maison	33
Fig. 2-2: Plan d'un appartement F3-	33
Fig. 2.3: Evaluation du gisement solaire	35
Fig. 2-4:Dimensions d'un module PV (en mètre) d'après la fiche technique du fabricant.	39
Fig. 3-1:Représentation des différents simulateurs commerciaux	43
Fig. 4-1: la présentation du site au khan Younes, Gaza.	54
Fig. 4-2:Détails de la demande de charge journalière de la maison.....	55
Fig. 4-3:détails de la demande de charge quotidienne de la maison	55
Fig. 4-4:Rayonnement solaire mensuel de la zone choisie.....	56
Fig. 4-5:La température moyenne mensuelle de l'air à gaza.	56
Fig 4-6: Monthly wind speed in Gaza at 10 m height.	57
Fig4-7:La conception du système dans le logiciel HOMER (PV + éolienne).	59
Fig. 4-8: La conception du système dans le logiciel HOMER (PV + groupe électrogène).	61
Fig. 4-9:La conception du système dans le logiciel HOMER.	63
Fig.5-1:Montage électrique du système (PV + éolienne).....	65
Fig. 5-2:Tableau de tous les résultats de calcul pour le système (PV + éolienne).	67
Fig5-3:Résultat optimal pour le système (PV + éolienne)	68
Fig. 5-4:Résumé des flux de trésorerie pour le système (PV + eolienne).	69
Fig5-5:Rayonnement solaire mensuel.	70
Fig. 5-6:Vitesse du vent mensuelle.	70
Fig. 5-7:Montage électrique du système (PV + Groupe électrogène).....	71
Fig. 5-8:Tableau de tous les résultats de calcul pour le système (PV + GE).	72
Fig. 5-9:Résultat optimal pour le système (PV + GE).	72
Fig5-10: Résumé des flux de trésorerie pour le système (PV + GE).	73

Fig. 5-11:Résumé des opérations et des remplacements pendant toute la durée de fonctionnement du système.	73
Fig. 5-12:Rayonnement solaire mensuel.	74
Fig. 5-13:Montage électrique du système hybride.	75
Fig. 5-14:Tableau de tous les résultats de calcul pour le système hybride.....	75
Fig. 5-15:Résultat optimal pour le système hybride.....	76
Fig. 5-16:Résumé des flux de trésorerie pour le système hybride.	76

Annexe A

Annexe A.1 : Fiche technique panneaux solaire photovoltaïque et Caractéristique du module.....	89
--	----

Liste des Tableaux

Tableau 1	Classification de différents types de cellules photovoltaïques au silicium	13
Tableau 2	Consommation énergétique de l'habitation	24
Tableau 3	Irradiation solaire à Khan Yanis, Gaza	25
Tableau 4	Choix des modules photovoltaïques en fonction de la tension du parc de batteries	27
Tableau 5	Détails des entrées PV	48
Tableau 6	Détails de l'entrée de l'éolienne	48
Tableau 7	Détails de l'entrée du convertisseur	48
Tableau 8	Détails de l'entrée des batteries	48
Tableau 9	Détails des entrées PV	50
Tableau 10	détails des entrées groupe électrogène	50
Tableau 11	Détails de l'entrée du convertisseur	50
Tableau 12	Détails de l'entrée des batteries	50
Tableau 13	Détails des entrées PV	52
Tableau 14	Détails de l'entrée de l'éolienne	52
Tableau 15	Détails de l'entrée du convertisseur	52
Tableau 16	Détails de l'entrée des batteries	52
Tableau 17	Résumé des flux de trésorerie pour le système (PV + éolienne)	60
Tableau 18	Analyse des résultats du système (PV + GE) à (gaza)	65
Tableau 19	Analyse des résultats du système hybride à (Gaza)	68
Tableau 20	Comparaison des résultats du projet dans les 03 systèmes	69
Tableau 21	Quantité du gaz polluant émis par le (GD) à gaza	69
Tableau 22	Quantité du gaz polluant émis par le Système hybride à gaza	69

Liste des symboles

I_{cc} :	Courant de court-circuit	A
V_{co} :	Tension du circuit ouvert	V
N_s :	Nombre des cellules en série	-
N_p :	Nombre des cellules en parallèle	-
V_{PV} :	Tension photonique	V
I_{mpp} :	Courant de point de puissance maximale	
V_{mpp} :	Tension de point de puissance maximale	V
T_c :	La température de module photovoltaïque aux conditions standard	°C
P_n	Puissance nominale	KW
P_c	Puissance crête du champ photovoltaïque	kWp
B_{besoin}	Energie journalière consommée.	kWh/jour
E_i	Energie solaire journalière.	kWh/m ² /jour
P_i	Puissance d'éclairement aux conditions STC.	1 kW/m ²
PR	Ratio de performance.	(Sans Unité)
U_{MPP}	Tension de puissance maximale	V

Liste des abréviations

PV	Photovoltaïque.
GPV	Générateur Photovoltaïque.
MPPT	Maximum Power Point Tracking
DC	Courant Continue.
AC	Courant Alternative.
HOMER	Hybrid Optimisation Model for Electric Renewable
ER	Energie Renouvelable
NPC	Coût actuel net
O&M	Coût de Maintenance
COE	Le Coût exploitation
SEH	Systèmes Energie Hybrides.
GE	Groupe électrogène
GD	Générateur Diesel

Introduction

Générale

La majeure partie de l'énergie que le monde utilise aujourd'hui (plus de 80 %) est originaire de gisements de combustibles fossiles (charbon, pétrole, gaz) ou d'uranium. Ces gisements, ces stocks, constitués au fil des âges et du développement géologique, sont évidemment en quantité limitée, et sont épuisables.

Par opposition, les énergies qui proviennent du soleil, le vent, les chutes d'eau, la croissance des végétaux, les marées, la chaleur de la terre sont constamment renouvelées. Toutes ces énergies renouvelables n'ont d'ailleurs en définitive que deux sources : le soleil (puisque celui-ci est à l'origine du vent, du cycle de l'eau, des marées, de la croissance des végétaux) et la terre (qui libère de la chaleur).

L'énergie solaire qui atteint la surface de la Terre en une journée représente dix fois l'énergie consommée. Grâce à l'effet photoélectrique, l'énergie contenue dans la lumière solaire peut être convertie directement en énergie électrique. Cette méthode de conversion d'énergie présente certains avantages, notamment : simplicité : construction modulaire, flexibilité utilisation, temps d'installation et de fonctionnement courts, haute régularité et faible entretien. D'autre part, les systèmes photovoltaïques représentent une source d'énergie électrique silencieuse, sûre, non polluante et renouvelable.

Dans ce présent travail, le but principal est d'utiliser cette énergie propre pour produire de l'électricité par biais des panneaux photovoltaïques, tout en prenant un relai par une éolienne et/ou un générateur diesel, à travers le programme HOMER PRO nous pouvons découvrir lequel des trois systèmes proposés dans cette présente étude (PV + éolienne ; PV + Ge ; PV + éolienne + Ge) est le meilleur et plus efficace.

Outre l'introduction et la conclusion, le présent mémoire est composé de préférence, subdivisé en cinq chapitres.

Le premier chapitre consiste à présenter des généralités sur l'énergie photovoltaïque.

Le second présente le recueil de besoin électrique d'une maison (F3), puis le dimensionnement de ce besoin d'énergie afin d'en faire fonctionner.

La présentation du logiciel HOMER PRO utilisé dans la simulation et le dimensionnement des systèmes hybrides en question fait l'objet du troisième chapitre.

Le quatrième chapitre renferme une description du site sélectionné et une explication de la simulation des trois systèmes proposés.

Le dernier chapitre est consacré à la présentation des différents résultats obtenus ainsi que leurs interprétations.

Chapitre 01

Généralités sur l'énergie photovoltaïque

Introduction

Le système photovoltaïque est un générateur qui permet de transformer directement le rayonnement solaire en électricité, par le biais des cellules photovoltaïques. Nous allons présenter, succinctement le système photovoltaïque dans ce chapitre.

1.1 L'énergie solaire photovoltaïque

L'énergie photovoltaïque est une énergie solaire, qui consiste à produire directement de l'électricité à partir de la lumière à l'aide des panneaux solaires photovoltaïques. Cette forme d'énergie est déjà exploitée dans de nombreux pays, surtout dans les pays où les régions ne disposent-ils pas de ressources énergétiques conventionnelles tels que les hydrocarbures ou le charbon.

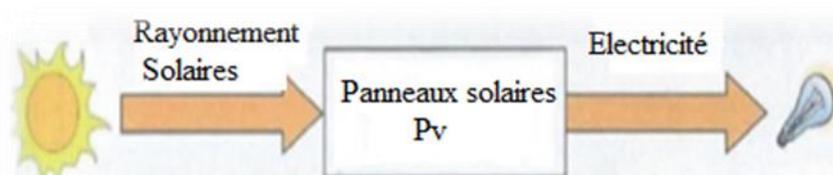


Fig 1-1: système photovoltaïque.

1.2 Historique

Le physicien français *Edmond Becquerel*, fut le premier à découvrir l'effet photovoltaïque en 1839, par la suite un autre chercheur qui est *Werner Von Siemens*, il exposa devant l'académie des sciences de Berlin un article sur l'effet photovoltaïque dans les semi-conducteurs [1]. Beaucoup d'autres chercheurs se sont intéressés à la fabrication des cellules PV, dont on cite les trois chercheurs américains *Chaplin, Personé Prince* qui l'ont fabriqué en 1954 [1], [2]. Les premières cellules solaires avaient un petit rendement qui ne représentaient que 9%, ces derniers ont été employés dans les programmes spatiaux pour la transmission radio des satellites, quelque année plus tard en 1958 elles ont été envoyées dans l'espace [2].

Après cela, elles se sont poursuivies avec les balises en mer et des équipements des sites isolés dans tous les pays du Monde, en utilisant les batteries pour stocker l'énergie électrique pendant les heures [3].

C'est en 1973 que la première maison a été alimentée par des cellules photovoltaïques est construite par l'Université de Delaware, par la suite en 1983 La première voiture alimentée en énergie photovoltaïque, parcourt une distance de 4000 Km en Australie [1].

Aujourd'hui, l'énergie photovoltaïque est à la disposition des entreprises et des particuliers sachant que les rendements des panneaux photovoltaïques ont beaucoup élevés par rapports aux enceins panneaux de l'ordre de 20%. [4]

1.3. L'effet photovoltaïque

Le terme photovoltaïque est formé à partir de deux mots ; **Phots** qui signifie lumière. **Volta** vient du nom du physicien *Alessandro Volta* (inventeur de la pile électrique 1745-1827). Une pille photovoltaïque, est destinée à récupérer les rayonnements du soleil pour les transformer en électricité (Courant continu DC).

Une photopile seule ne génère qu'une tension faible : de 0.5 à 1.5V selon les technologies. Il est donc nécessaire d'associer plusieurs photopiles en série par de fins rubans métalliques (cuivre étamés), du contacte face avant (-) au contacte en face arrière (+). (Voir Fig2) pour pouvoir produire une tension exploitable. [5]

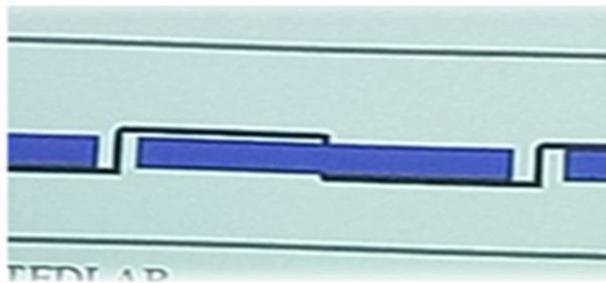


Fig1.2:associations de cellule photovoltaïque en série

L'ensemble des modules photovoltaïque sont connectés entre elle en série ou/et en parallèle pour former un générateur. Celui-ci est caractérisé par sa puissance crête exprimée en kilowatt crête (kWc) (voir Fig1.3).

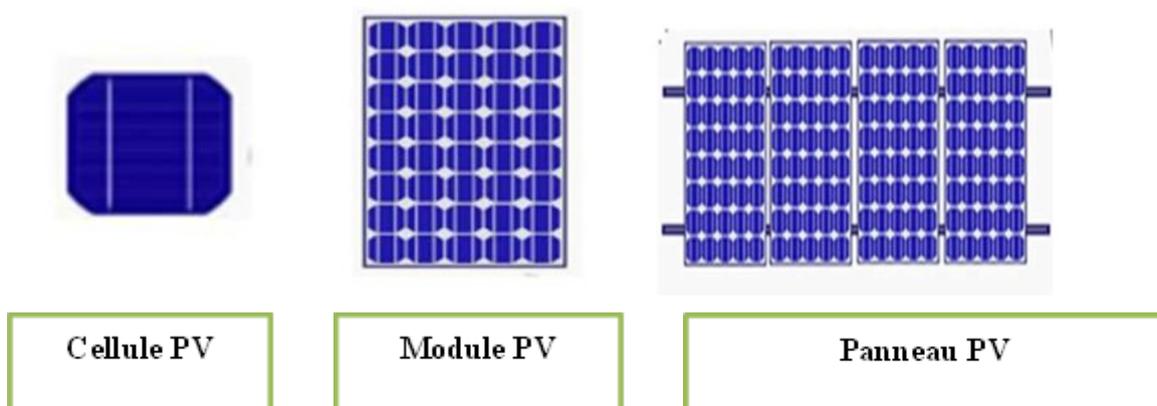


Fig1.3:La forme d'un panneau solaire [5]

1.3.1 Influence de la température et de l'éclairement

La caractéristique d'une cellule photovoltaïque (ou d'un générateur photovoltaïque) est directement dépendante de l'éclairement et de la température. Les variations du courant et de la puissance en fonction de la tension pour différents niveaux d'éclairements à température maintenue constante 25 °C. La **Fig. 1.4**, montre clairement l'existence de maxima sur les courbes de puissance correspondantes aux Points de Puissance Maximale P_{max} .

Lorsque l'irradiation varie pour une température donnée, le courant de court-circuit I_{cc} varie proportionnellement à l'irradiation. Dans un même temps, la tension de circuit ouvert U_{co} (à vide) varie très peu. [6] Plus la valeur du générateur est élevée, plus la valeur de la puissance est élevée et aussi par rapport au courant, c'est une relation positive.

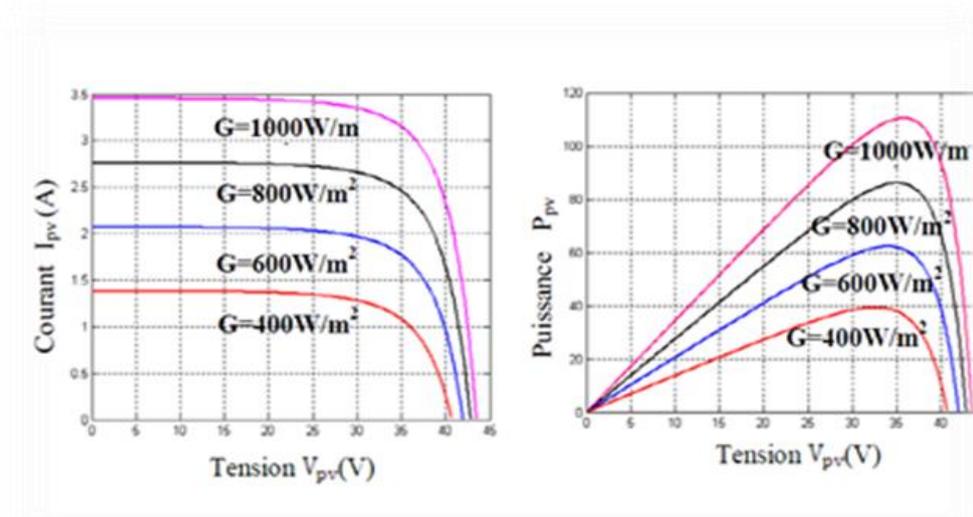


Fig. 1.4: Influence de l'ensoleillement sur les courbes (I-V et P-V). [6]

La température est un paramètre très important dans le comportement des cellules solaires. La température a également une influence sur la caractéristique d'un générateur PV. La **Fig.1-5** présente la variation des caractéristiques d'une cellule photovoltaïque en fonction de température à un éclairement donné. L'éclairement est ici fixé à $1000W.m^{-2}$. [6].

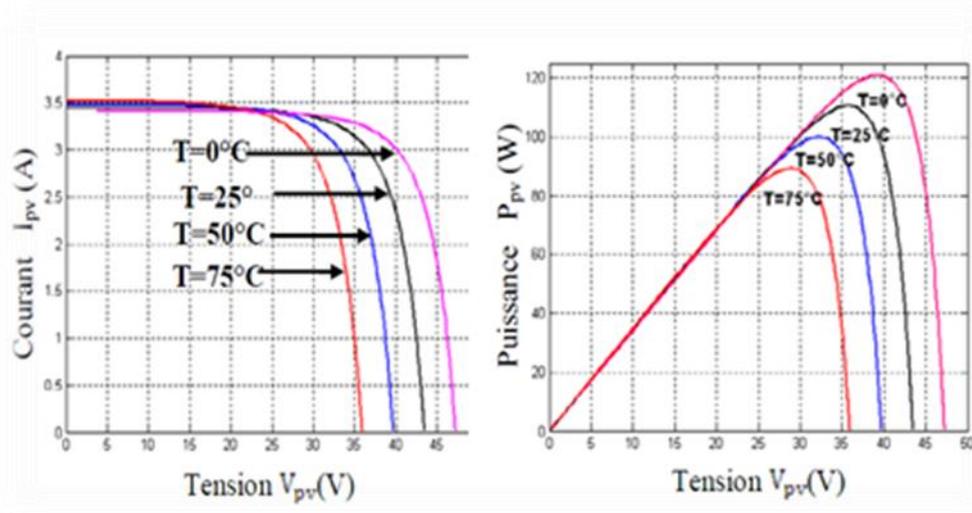


Fig. 1-5: Influence de la température sur les courbes (I-V et P-V).
[6]

Par contre, si la température croît à irradiation constante, la tension à vide U_{co} décroît avec la température. Plus la température est élevée plus U_{co} est faible et le courant de court-circuit I_{cc} augmente avec la température. Cette hausse est nettement moins importante que la baisse de tension.

L'influence de la température sur I_{cc} peut être négligée dans la majorité des cas. La température et l'éclairement sont donc les deux principaux paramètres qui vont modifier la caractéristique d'un générateur photovoltaïque. Ces deux paramètres devront donc être étudiés avec soin lors de la mise en place d'une installation PV. L'effet de la température sur la puissance et le courant, c'est-à-dire que plus la température est élevée, plus la puissance et courant est faible, et vice versa pour la tension.

1.4 Principe de fonctionnement d'une cellule photovoltaïque

Une cellule photovoltaïque est d'une taille quelques centimètres carrés jusqu' à centaines centimètres carrés, elle permet de convertir directement l'énergie lumineuse des rayons solaires en électricité par le biais d'un matériau semi-conducteur de charges électriques positives et négatives, elle est constituée de deux couches de silicium (14^e): l'une contenant du phosphore (15^e) est riche en électrons; et l'autre couche, contenant du bore (10^e) présente des trous d'électrons ou un déficit d'électrons, dites respectivement dopée de type n et dopée de type p (voir la Fig.1.6).

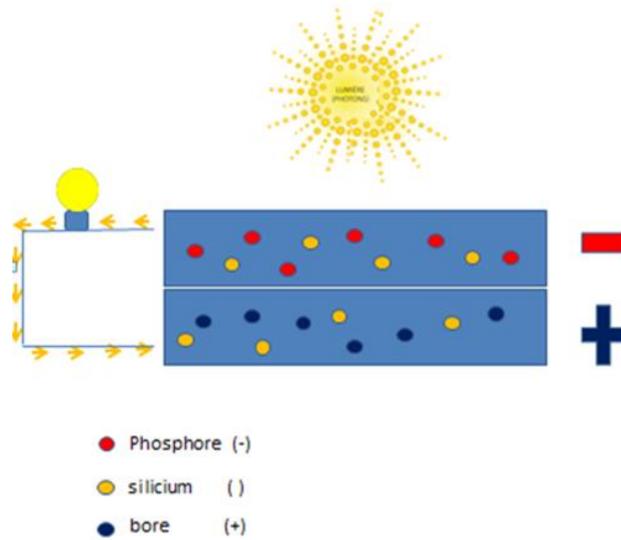


Fig. 1-6: Les couches d'une cellule photovoltaïque.

Lorsque la première couche est mise en contact avec la seconde couche, les électrons en excès dans le matériau n diffusent dans le matériau p. [7] Il se crée donc entre elles un champ électrique qui tend à repousser les électrons dans la zone n et les trous vers la zone p. Une jonction (dite p-n) a été formée.

Comme est montré sur la Fig1-6 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 naissance à une différence de potentiel le courant électrique circule.

1.5 Constituant d'un module photovoltaïque

Un module photovoltaïque est d'abord un convertisseur d'énergie lumineuse en électricité. Par définition c'est un ensemble de photopiles assemblés pour générer une puissance électrique suffisante lors de son exposition à la lumière.

Ces ensembles des cellules doivent être encapsulés dans des modules étanches qui les préservent de l'humidité et des chocs thermiques et mécaniques [8]. La face arrière des cellules est recouverte d'un film multicouche composé de Tedlar et d'aluminium, quant à la face avant des cellules est recouverte d'un verre. Les connexions de sortie de la face arrière des cellules sont isolées électriquement par un film de polymère transparent, nommé Mylar. Cet assemblage est effectué à vide. [9]

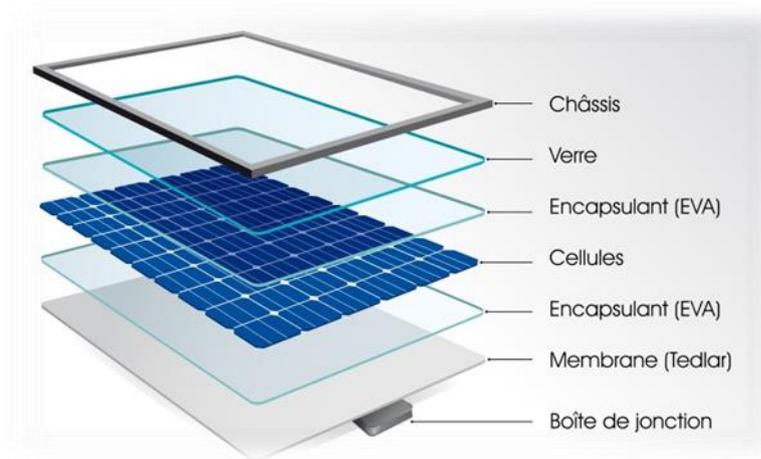


Fig1-7: Schéma d'un Constituant d'un module photovoltaïque.

1.5.1 Le châssis

Le panneau solaire est isolé, il est constitué de modules photovoltaïques montés sur un support métallique. Habituellement, ce cadre est fait d'aluminium ou d'acier galvanisé. Des contraintes telles que les suivantes justifient ce choix de matériau :

- ✓ Résistance mécanique (vent) ;
- ✓ Tenue à la corrosion ;
- ✓ Conductivité thermique ;
- ✓ Facilité d'assemblage ;
- ✓ Poids,... etc.

De nombreux types de châssis existent et sont fonction du nombre de modules et de leur taille, du support d'implantation (dalle, mur, toit, ...), de leur hauteur, et de leur inclinaison.

Leur hauteur doit être suffisante pour garder les modules solaires hors de danger (flore, faune...). Leur tendance est généralement déterminée et dictée par la taille de l'objet. [10]

1.5.2 Le Verre

Il s'agit d'un verre trempé de 4 mm d'épaisseur, il est pauvre en fer. En conséquence, la communication optique est améliorée. Dans la gamme utile du spectre solaire, la transmission optique du verre à partir d'un module photovoltaïque est de l'ordre de 95%. (380 nm à 1200 nm). Les nano pores recouvrent la surface extérieure du verre, traité à l'acide fluosilicique (H_2SiF_6), emprisonnant la lumière incidente et réduisant la réflexion de surface à moins de 8 % dans la plage de 380 nm à 1200 nm.

En face intérieure, le verre est microstructure, augmentant ainsi le rendement par éclairage diffus. [11]



Fig. 1-8:Un constituant d'un PV en Verre.
[12]

1.5.3 Cellules

On appelle cellule solaire un convertisseur qui permet la conversion de l'énergie solaire en énergie électrique. La photopile ou cellule solaire est l'élément de base d'un générateur photovoltaïque voir titre 1.4.

La cellule photovoltaïque est un matériau électronique, souvent composé de semi-conducteurs, qui produit du courant électrique en continu lorsqu'il est exposé à la lumière.

1.5.4 EVA (Ethylène-acétate de vinyle).

Est une résine transparente permettant l'enrobage des cellules photovoltaïques. Chimiquement, l'EVA est formée par des chaînes de copolymère d'éthylène-acétate de vinyle. Le film EVA est créé à partir de résine, matériau essentiel pour la fabrication des modules photovoltaïques .par chauffage et laminassions et durcissement, il emprisonne les cellules photovoltaïques reliées entre elles en remplissant les interstices , La fonction principale de ce film est de garder une haute transmission de la lumière des modules photovoltaïques et une adhérence élevée pendant une période prolongée , veiller à ce que le module peut être utilisé de manière stable et efficace pour une durée de plus de 25 ans ce matériau offre également une isolation électrique une isolation/protection physique et une conduction thermique pour les circuit solaires afin d'améliorer l'efficacité du module et de maximiser la durée de vie des cellules solaire.



Fig. 1-9: éthylène-acétate de vinyle (EVA).
[12]

1.5.5 Membrane (Tedlar)

Le TEDLAR est un polymère fluoré. Le rôle majeur du TEDLAR, dans un module photovoltaïque, est la protection de surface. En effet, le TEDLAR résistent particulièrement bien aux agressions extérieures (UV, variations de température, atmosphères corrosives, ...), à l'abrasion ainsi qu'aux produits chimiques.

1.5.6 Boite de jonction

Elle est considérée comme une armoire électrique qui abrite toutes les parties porteuses de courant afin de: Protéger le module PV contre l'effet d'ombrage à l'aide des diodes by-pass et réduire les risques d'incendie et de choc électrique.



Fig. 1-10:Boite de Jonction.
[12]

1.6 Groupement des panneaux

Pour obtenir des puissances importantes, les modules solaires doivent être associés en série ou parallèle pour constituer un panneau solaire. Ceux-ci sont reliés électriquement et assemblés sur un châssis.

Selon la puissance de l'utilisation, la tension de la batterie peut être différente (6, 12, 24 ou 48 V par exemple). Un module de 36 cellules au silicium étant adapté pour la charge d'une batterie de 12 V, la tension d'utilisation détermine le nombre de modules à mettre en série (2 pour 24 V, 4 pour 48 V). Le dimensionnement du système solaire détermine le nombre de branches à mettre en parallèle pour un fonctionnement satisfaisant de l'ensemble en fonction de la consommation de l'utilisation et de l'ensoleillement du lieu, nous allons voir tous sur le dimensionnement au chapitre deux. [13]

1.6.1 Groupement des panneaux en série

Le montage de panneaux photovoltaïques en série est l'option à retenir lorsque l'on souhaite additionner les voltages de chaque panneau en préservant un ampérage identique. On relie les pôles positifs d'un panneau aux pôles négatifs d'un autre panneau. Ce type de branchement s'effectue avec des panneaux de même ampérage. Et donc là puissance augmente en série. [13]

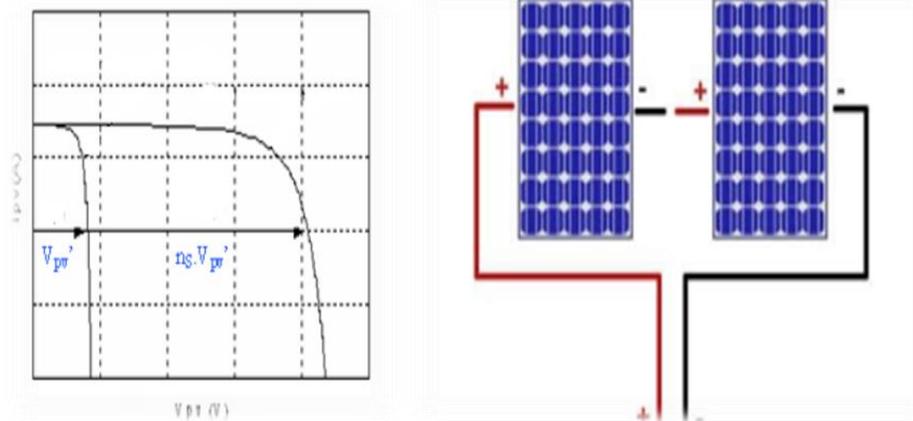


Fig. 1-11: Groupement des panneaux photovoltaïques en série.

1.6.2 Groupement des panneaux en parallèle

Le montage des panneaux photovoltaïques en parallèle additionne les intensités tandis que la tension reste identique. Ce type de raccordement influe donc sur l'ampérage et non sur le voltage. Les bornes positives de chaque panneau sont reliées entre elles, de même que les bornes négatives. On choisit ce type de branchement lorsque l'on souhaite une forte intensité. Afin d'éviter les risques de surtension et de court-circuit. On relie entre eux des panneaux de même voltage. Et donc là puissance augmente en parallèle. [13]

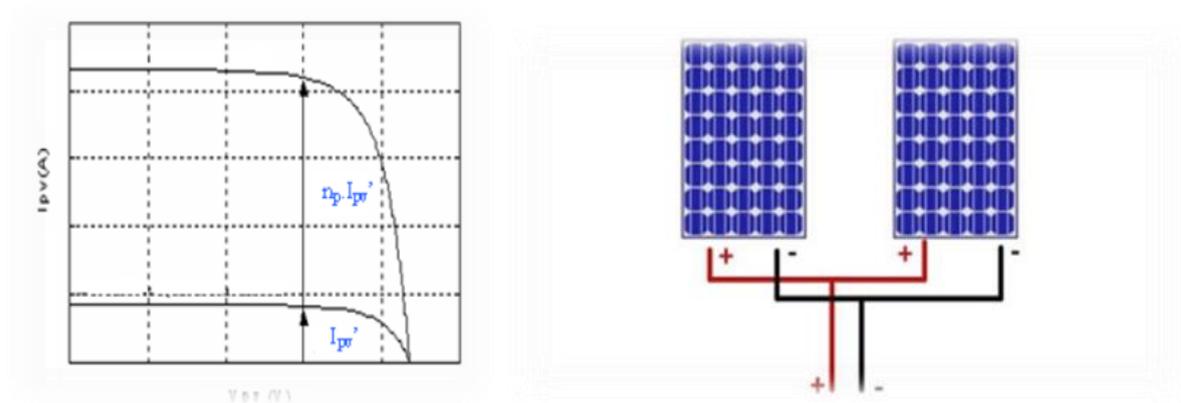


Fig. 1-12: Panneaux photovoltaïques en parallèle.

1.6.3 Groupement des panneaux hybride (en série et en parallèle)

Selon l'association en série et/ou parallèle de ces cellules, les valeurs du courant de court-circuit total et de la tension à vide totale sont données par les relations :

$$I_{cc}^t = n_p \cdot I_{cc} \dots \dots \dots (1)$$

$$V_{oc}^t = n_s \cdot V_{oc} \dots \dots \dots (2)$$

Avec :

- Np: nombre des cellules en parallèle ;
- Ns : nombre des cellules en série ;
- I_{cc} : courant de court-circuit (obtenue pour V=0) ;
- V_{oc} : tension en circuit ouvert (obtenue pour I=0).

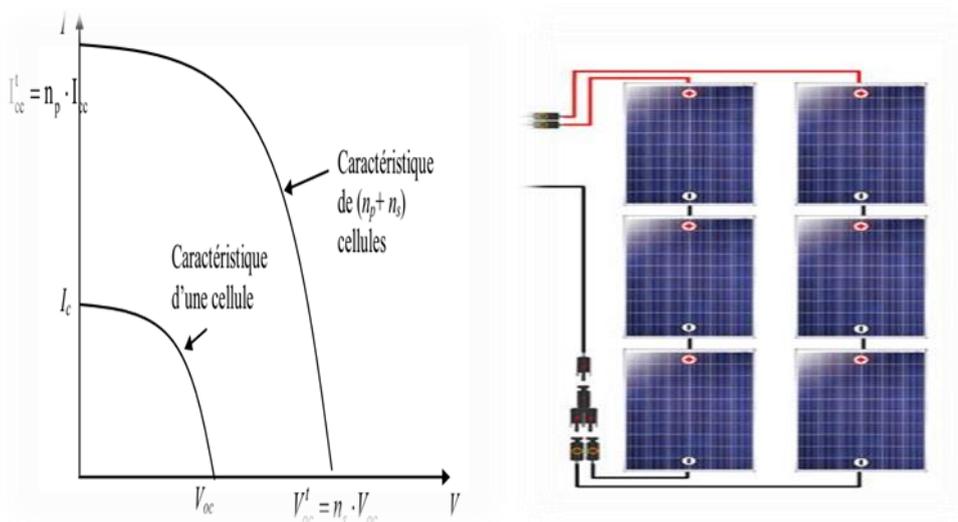


Fig. 1-13: Caractéristique résultante d'un groupement hybride de (np+ ns) cellules identiques.

Selon l'association en série et/ou parallèle de ces cellules, les valeurs du courant de court-circuit I_{cc} et de la tension à vide V_{oc} sont plus ou moins importantes (Fig.1-13.) La caractéristique d'un générateur PV constitué de plusieurs cellules a une allure générale assimilable à celle d'une cellule élémentaire, sous réserve qu'il n'y ait pas de déséquilibre entre les caractéristiques de chaque cellule (irradiation et température uniformes). [14]

1.7 Les différents types de panneaux solaires photovoltaïques

1.7.1 La cellule monocristalline

Il est constitué d'un seul cristal offrant à la cellule un arrangement parfait des atomes. Il présente un rendement légèrement supérieur au silicium poly cristallin (environ 19%). Néanmoins, il reste assez onéreux en raison de son exigence de grande pureté et de l'importante quantité d'énergie nécessaire à sa fabrication. [15]

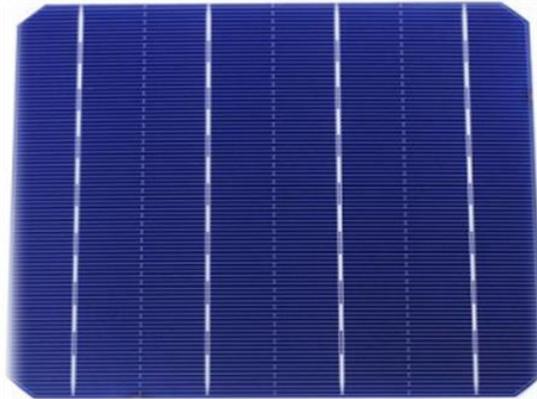


Fig. 1-14:Cellule au silicium monocristallin.

1.7.2 Cellule au silicium poly-cristallin

Il est constitué de plusieurs monocristaux juxtaposés dans différentes orientations donnant à la cellule un aspect mosaïque. Le silicium poly cristallin est la technologie la plus répandue sur le marché mondial en raison de son bon rendement (environ 15 %) pour des coûts de fabrication maîtrisés. Il offre actuellement un bon rapport qualité/prix. [15]



Fig. 1-15:Cellule au silicium poly-cristallin

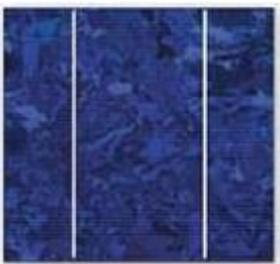
1.7.3 La cellule amorphe (ou couches minces)

Les cellules amorphes sont utilisées si une solution rentable est nécessaire ou si seulement une petite quantité d'électricité est nécessaire. Ils ont un coefficient d'absorption élevé, permettant des épaisseurs extrêmement minces de l'ordre des microns. Cependant, son efficacité de conversion est faible (7-10%), et les cellules se dégradent plus rapidement en présence de lumière. [16]



Fig. 1-16:La cellule amorphe.

Tableau 1: Classification de différents types de cellules photovoltaïques au silicium [17].

	silicium monocristallin	silicium poly cristallin	silicium amorphe
Types			
Rendement	De 15 % à 19 %	De 15 % à 19 %	7 % à 10 %
Durée de vie	35 ans	35 ans	< 10 ans
Avantage	Meilleure performance que poly cristallin	<ul style="list-style-type: none"> • Bonne performance • Moins cher que le monocristallin 	<ul style="list-style-type: none"> • Fonctionne avec un faible éclairage • Bon marché par rapport aux autres types de cellules • Moins sensible aux températures élevées
Désavantages	<ul style="list-style-type: none"> • Un éclairage inférieur à faible performance • Plus cher que le poly cristallin 	Faibles performances sous faible éclairage	Mauvais rendement en plein soleil

1.8 Types des systèmes photovoltaïques

Les systèmes PV sont classés en fonction de trois types : autonomes, hybrides et reliés au réseau. Le type qui vous dépend de vos besoins, de votre emplacement et de votre budget.

1.8.1 Systèmes autonomes (off grid)

Le rôle des systèmes autonomes est d'alimenter un ou plusieurs consommateurs situés dans une zone isolée du réseau électrique.

Le champ photoélectrique, peut fournir l'énergie électrique nécessaire au fonctionnement des récepteurs (éclairage et équipement ménager).

Le système de régulation et la batterie du bateau stockent l'énergie électrique qui sera ensuite utilisée en l'absence du soleil.

Les batteries sont utilisées pour stocker l'énergie électrique sous forme chimique. Ils restituent l'énergie électrique au besoin en fonction de ses caractéristiques.

La fonction principale du régulateur de charge est de protéger la batterie contre la surcharge et la décharge profonde. Il est essentiel pour la durée de vie de la batterie.

Dans l'emplacement isolé, on peut également utiliser des récepteurs AC. Dans ce cas, il inclura l'installation de l'onduleur. [18]

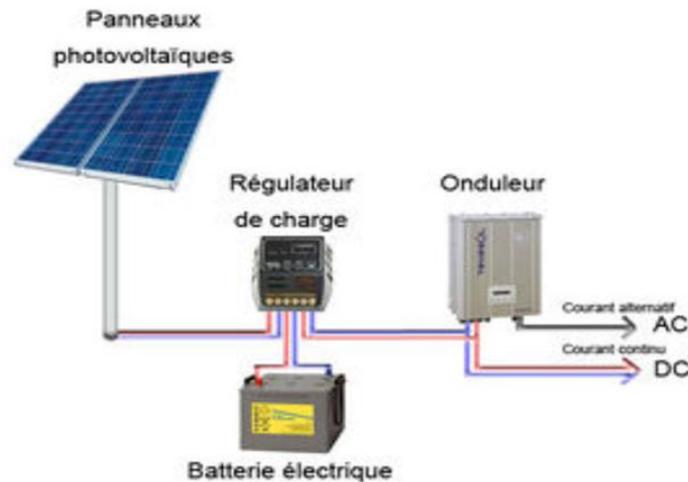


Fig. 1-17:Schéma typique d'une installation photovoltaïque autonome.

1.8.2 Systèmes raccordés au réseau (on grid) :

Un tel système s'installe sur un site raccordé au réseau (Sonelgaz en Algérie). Généralement sur des habitations ou des entreprises qui souhaitent recourir à une forme d'énergie renouvelable et qui bénéficient d'un bon ensoleillement.

Un générateur photovoltaïque connecté au réseau n'a pas besoin de stockage d'énergie et élimine donc le maillon le plus problématique (et le plus cher).

C'est en fait le réseau dans son ensemble qui sert de réservoir d'énergie.

Il y'a deux formes d'injection du courant photovoltaïque :

- Soit injecter la totalité de la production photovoltaïque au réseau.
- Soit injecter le surplus de la production photovoltaïque au réseau.

Deux compteurs d'énergie sont nécessaires :

Un compteur comptabilise l'énergie achetée au fournisseur d'énergie (consommation) et un autre compteur mesure l'énergie renvoyée sur le réseau électrique lorsque la production dépasse la consommation.

Un troisième compteur est ajouté dans le cas où l'énergie produite est injectée en intégralité dans le réseau (compteur de non-consommation).

Un onduleur pour la conversion du courant continu des panneaux en alternatif, et ce dernier doit être homologué par la compagnie d'électricité qui va recevoir ce courant. Afin de s'assurer sur sa qualité « sinusoïdale ». [19]

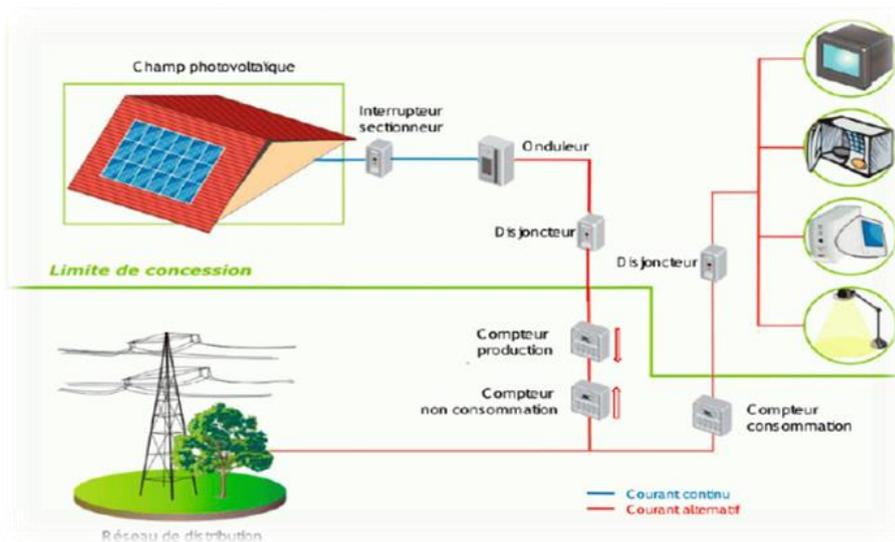


Fig. 1-18:installation photovoltaïque raccordée au réseau.

1.8.3 Systèmes hybrides :

Il s'agit de systèmes qui regroupent des sources d'énergie de nature différentes telle une installation éolienne, un générateur diesel ou une centrale de cogénération en plus du générateur photovoltaïque.

Ce type d'installation est utilisé lorsque le générateur photovoltaïque seul ne couvre pas toute l'énergie requise. [18]

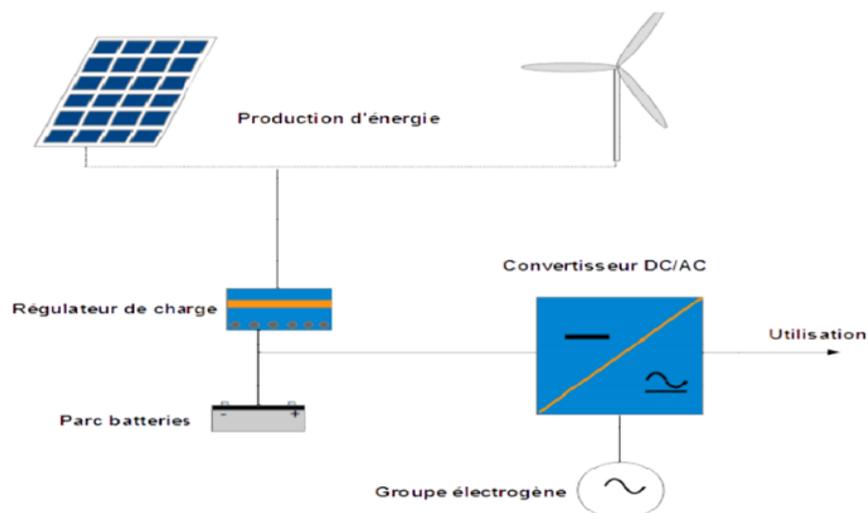


Fig. 1-19: Système PV Hybride.

1.9 Domaines d'application des systèmes PV :

1.9.1 Les systèmes PV pour le chalet et le domicile :

En général, les systèmes PV sont une option économique pour les chalets et les domiciles situés dans des régions éloignées. Dans la plupart de ces régions, il est impossible de se relier au réseau électrique et dans de nombreux cas, du combustible fossile coûteux est utilisé afin de produire de l'électricité. Si votre domicile est relié au réseau actuel, les systèmes PV vous donneront la source autonome d'électricité dont vous pourriez avoir besoin pendant une panne d'électricité.

1.9.2 Les systèmes PV pour les applications mobiles et récréatives :

Les utilisateurs de véhicules et de bateaux de plaisance ainsi que les membres d'expéditions peuvent aussi profiter du fonctionnement silencieux et sans pollution des systèmes PV portatifs pour recharger des batteries et des piles.

1.9.3 Les systèmes PV en agriculture :

Les systèmes PV sont utilisés efficacement dans le monde entier afin de pomper de l'eau pour le bétail, les plantes ou les êtres humains. Étant donné que le besoin en eau est plus grand les jours chauds et ensoleillés, ces systèmes conviennent parfaitement aux applications de pompage. Ils fournissent également l'énergie de clôtures électriques dans les fermes. [20]

1.9.4 Les systèmes PV pour d'autres applications :

Les systèmes PV peuvent être adaptés pour répondre à tous besoins, petit ou grand. Par exemple, les cellules PV sont utilisées dans les calculatrices et les montres. Aussi, le matériel de télécommunication, les panneaux de construction routière, les feux de stationnement et les signaux d'avis aux navigateurs sont d'excellentes applications pour les systèmes PV. [21]

1.10 Avantages et inconvénients d'une installation PV

1.10.1 Les avantages

- ✓ Le soleil est une source d'énergie propre et renouvelable, qui ne produit ni le gaz ni le déchet toxique par son utilisation.
- ✓ Le processus photovoltaïque est complètement à semi-conducteurs et d'un seul bloc. Il n'y a aucune pièce mobile et aucun matériau n'est consommé ou émis.
- ✓ Ils ne font pas de pollution, sans émissions ou odeurs discernables.

- ✓ Ils peuvent être des systèmes autonomes qui actionnent sûrement sans surveillance pendant de longues périodes.
- ✓ Ils peuvent être combinés avec d'autres sources d'énergie pour augmenter la fiabilité de système.

1.10.2 Les Inconvénients

- ✓ Le Prix des cellules solaires sont encore lointaines pour produire une fraction significative de l'énergie du monde requise en raison de la charge de placement initiale.
- ✓ L'intensité d'irradiante du rayonnement du soleil en un jour, toujours, change et flotte.
- ✓ Le rendement réel d'un module photovoltaïque et de l'ordre de 10 à 15 %,
- ✓ Ils sont tributaires des conditions météorologiques. [22]

Conclusion

Dans ce chapitre, nous expliquons comment l'énergie solaire est produite par des panneaux photovoltaïques, comment les cellules photovoltaïques convertissent la lumière solaire en électricité. Après avoir connu les types de PV, nous allons les utiliser en fonction de nos besoins. Pour augmenter la part de l'énergie solaire dans la consommation globale .il faudrait augmenter en conséquence la surface illuminé.

Chapitre 02

**Dimensionnement d'une
maison f3**

Introduction

Nous allons procéder au dimensionnement de la structure (une maison appartenant à 'une famille composée de 2 adultes et 2 enfants et située dans les environs de la ville de Gaza en Palestine.) ; puis le calcul des besoins énergétiques nécessaires au fonctionnement de la maison pour aboutir enfin au choix du panneau photovoltaïque approprié.

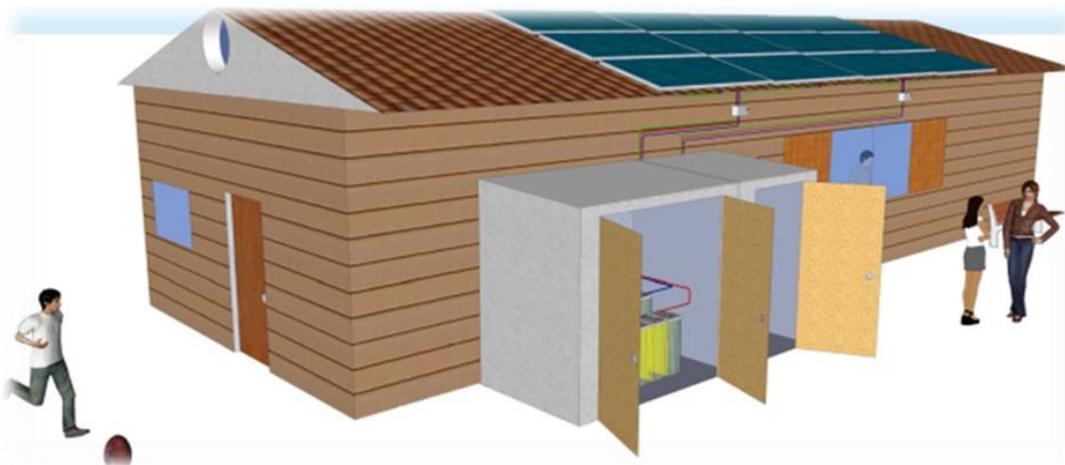


Fig. 2-1: Dimensionnement d'une maison

Le champ photovoltaïque sera implanté sur la toiture, et l'ensemble des composants (parc de batteries, régulateur, onduleur, coffret électrique) sera situé dans un local technique, construit pour les circonstances, accolé à la maison.

1 Plan d'un appartement F3

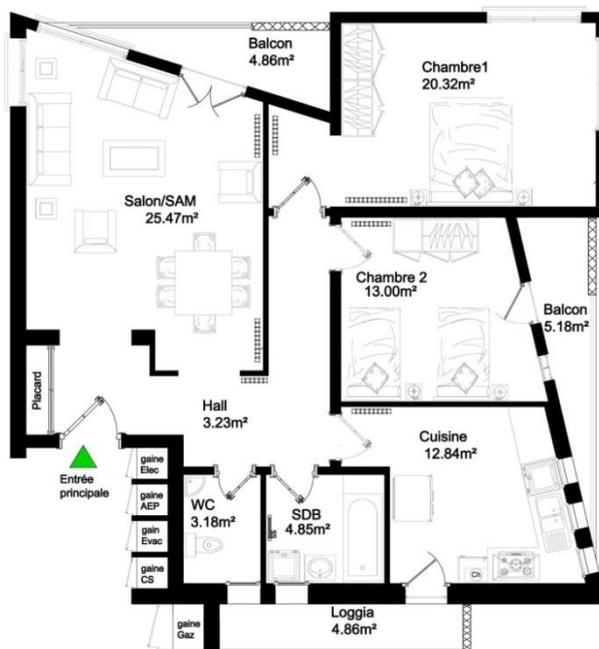


Fig. 2-2: Plan d'un appartement F3-.

2. Dimensionnement d'une installation PV

2.1 Déterminer les besoins électriques

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

L'objectif de cette étape est de connaître la consommation électrique journalière du site, exprimée en **kWh/jour**. La méthodologie consiste, dans un premier temps, à effectuer un inventaire des appareils électriques, puis dans un deuxième temps, à estimer leur durée journalière. Cette étape est néanmoins très délicate car il convient de connaître les habitudes de consommation électrique des utilisateurs.

2.1.1 Inventaire des appareils électriques

Tableau 2: Consommation énergétique de l'habitation

Appareils	Nombre d'appareils	Puissance nominale (W)	Heure d'utilisation (H)	Énergie (Wh/jour)
	1	90	24	2160
	1	500	2	1000
	1	90	4	360
	8	10	6	480



1

80

6

480



1

800

1

800

Bilan de puissance et d'énergie

Puissance nominale : 1.6 kW

Consommation journalière : 5.28 kWh/jour.

2.2 Dimensionner le champ photovoltaïque

Il s'agit ici de déterminer la puissance crête du champ photovoltaïque, et de réaliser le calepinage des modules photovoltaïques en toiture.

2.2.1 Évaluation du gisement solaire

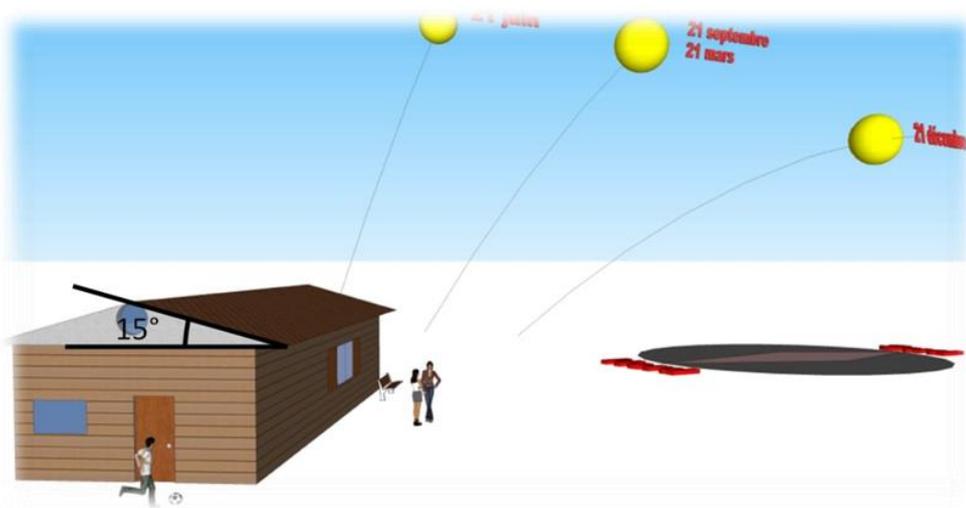


Fig. 2.3: Évaluation du gisement solaire

Le gisement solaire dépend de la localisation, de l'inclinaison et de l'orientation du champ photovoltaïque.

Dans notre cas nous avons utilisé les données inclus dans le programme **Homer Pro**. Après avoir indiqué la localisation (Khan Yanis, Gaza) ainsi que l'inclinaison (10°) et l'orientation (30° Ouest), nous obtenons les valeurs de l'irradiation solaire sous la forme d'un tableau mensuel

Tableau 3: Irradiation solaire à Khan Yanis, Gaza.

Mois	jan	féve	marc	avr.	mai	juin	juil.	Aout	sep	oct.	nov.	déc.
La lumière solaire Rayonnement quotidien (kWh/m²/Day)	0.541	0.561	0.614	0.648	0.675	0.704	0.702	0.690	0.682	0.629	0.587	0.542
	3.080	3.900	5.290	6.580	7.500	8.070	7.900	7.230	6.220	4.670	3.500	2.870

2.2.2 Calcul de la puissance crête du champ photovoltaïque

$$P_c \geq \frac{E_{Besoin} \times P_i}{E_i \times PR} \dots\dots\dots(1)$$

Avec :

P_c : puissance crête du champ photovoltaïque (kWc).

B_{esoin} : Energie journalière consommée. (kWh/jour)

E_i : Energie solaire journalière. (kWh/m²/jour)

P_i : puissance d'éclairément aux conditions STC. (1 kW/m²)

PR : Ratio de performance. (Sans Unité)

Tableau(3) : Évolution de la puissance crête nécessaire au bon fonctionnement de l'installation, en kWc

Mois de l'année	Calcul de la puissance crête nécessaire
Janvier	$P_c \geq (5.28 \times 1) / (3.62 \times 0.65) = 2.24 \text{ kWc}$
Février	$P_c \geq (5.28 \times 1) / (4.46 \times 0.65) = 1.82 \text{ kWc}$
Mars	$P_c \geq (5.28 \times 1) / (5.9 \times 0.65) = 1.37 \text{ kWc}$
Avril	$P_c \geq (5.28 \times 1) / (7.22 \times 0.65) = 1.12 \text{ kWc}$
Mai	$P_c \geq (5.28 \times 1) / (8.17 \times 0.65) = 0.99 \text{ kWc}$
Juin	$P_c \geq (5.28 \times 1) / (8.77 \times 0.65) = 0.92 \text{ kWc}$
Juillet	$P_c \geq (5.28 \times 1) / (8.6 \times 0.65) = 0.94 \text{ kWc}$
Août	$P_c \geq (5.28 \times 1) / (7.92 \times 0.65) = 1.02 \text{ kWc}$

Septembre	$P_c \geq (5.28 \times 1) / (6.9 \times 0.65) = 1.17 \text{ kWc}$
Octobre	$P_c \geq (5.28 \times 1) / (5.29 \times 0.65) = 1.53 \text{ kWc}$
Novembre	$P_c \geq (5.28 \times 1) / (4.08 \times 0.65) = 1.99 \text{ kWc}$
Décembre	$P_c \geq (5.28 \times 1) / (3.41 \times 0.65) = 2.38 \text{ kWc}$

On constate que la puissance crête de 1.37 kWc est suffisante pour assurer les besoins électriques pendant les mois de **mars à septembre** (60% de l'année). Par contre, durant le mois de **décembre**, la puissance crête nécessaire est de 2.38 kWc.

Le choix des modules photovoltaïques dépend dans un premier temps, de la technologie du **régulateur**, et dans un deuxième temps de la **tension du système** (à savoir la tension du parc de batteries).

Le diagramme suivant indique le raisonnement à suivre pour le choix des modules photovoltaïques

Tableau 4: Choix des modules photovoltaïques en fonction de la tension du parc de batteries

Régulateur avec MPPT	Tous les modules photovoltaïques peuvent être installés
Tous les modules photovoltaïques	$U_{\text{Batterie}} = 12V$ Choisir des modules à 36 cellules en constituant des chaînes d'un seul module $U_{\text{Batterie}} = 24V$ Choisir des modules à 72 cellules en constituant des chaînes d'un seul module OU Choisir des modules à 36 cellules en constituant des chaînes de 2 modules en série. $U_{\text{Batterie}} = 48V$ Choisir des modules à 72 cellules en constituant des chaînes de 2 modules en série OU Choisir des modules à 36 cellules en constituant des chaînes de 4 modules en série.

Dans notre cas, nous choisissons un régulateur de la fonction MPPT. En conséquence, il n'y a pas de contrainte vis-à-vis du choix des modules photovoltaïques (et notamment son nombre de cellules). Nous choisissons en l'occurrence Monocristallin LNG 185W, un module photovoltaïque présent sur le marché. La fiche technique nous indique les éléments suivants :(voire Annexe A.1) [23]

Technologies	Monocristallin
Puissance crête (Wc)	$P_c = 185 \text{ Wc}$
Tension de puissance maximale U_{MPP} (V)	$U_{MPP} = 36.2 \text{ V}$
Courant de puissance maximale I_{MPP} (A)	$I_{MPP} = 5.11 \text{ A}$
Tension en circuit ouvert U_{co}	$U_{co} = 44.7 \text{ V}$
Courant de court-circuit I_{cc}	$I_{cc} = 5.58 \text{ A}$
Dimension des cellules (mm)	125*125
Nombre des cellules	50 (5*10)
Dimension des modules (mm)	1580*808*35
Coefficient de température en courant	$K_T(I) = +0.1\%/^{\circ}\text{C}$
Coefficient de température en tension	$K_T(U) = -0.36\%/^{\circ}\text{C}$
Coefficient de température en puissance	$K_T(P) = -0.45\%/^{\circ}\text{C}$
Plage de température de fonctionnement	$-40^{\circ}\text{C} - +85^{\circ}\text{C}$
Poids du module	15 kg
Rendement des cellules	> 17 %
Rendement des modules	> 14.49 %
Conditions standards de test	AM 1, 5,1000W/m ² , 25°C
Facteur de forme	76 %

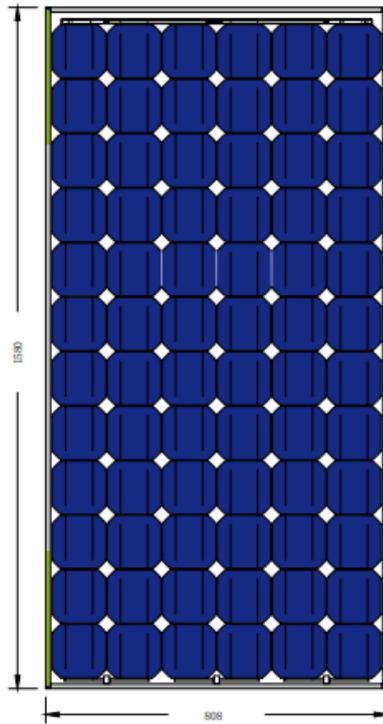


Fig. 2-4: Dimensions d'un module PV (en mètre) d'après la fiche technique du fabricant.

Nous notons que la puissance crête d'un module est de 185 Wc. Par conséquent, il conviendra de mettre en place 7 modules pour atteindre la puissance crête recherchée (1.31 kWc). La puissance crête de l'installation sera alors exactement de $7 \times 185 = 1310 \text{ Wc} = 1.31 \text{ kWc}$.

2.2.3 Choix et dimensionnement de l'onduleur

Le choix et le nombre d'onduleur repose sur trois critères

- La compatibilité en tension ;
- La compatibilité en courant ;
- La compatibilité en puissance,

Etape 1: effectuer un dimensionnement rapide grâce à la puissance de l'installation :

Etape02: calculer le nombre de module PV en série:

Etape 3: calculer le nombre de chaine PV en parallèle

Etape 4: vérifier la compatibilité en puissance.

2.2.4 Dimensionnement du parc de batteries

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

- On calcule l'énergie consommée (E_c) par les différents récepteurs.
- On détermine le nombre de jours d'autonomie nécessaires.
- On détermine la profondeur de décharge acceptable pour le type de batterie utilisé.
- On calcule la capacité (C) de la batterie en appliquant la formule ci-dessous :

$$C_{ch} = \frac{E_c \times N}{D \times U} \dots\dots\dots(2)$$

C_{ch} : capacité du champ de batterie en ampère. Heure (Ah)

E_c : énergie consommée par jour (Wh/j)

N : nombre de jour d'autonomie

D : décharge maximale admissible (0,8 pour les batteries au plomb)

U : tension de la batterie (V)

La puissance en VA : $(1600 \times 1.3) / 0.8 = 2600VA$ en admettant que les batteries peuvent être déchargées jusqu'à 20 % de leur capacité pour ne pas les abimer ($1-0.2=0.8$).

$$C_{ch} = 2600 \times 12 / 24 = 1300 AH$$

❖ Nombre de batteries en séries :

$$N_s = \frac{V_{ch}}{V_{batterie}} \dots\dots\dots(3)$$

V_{ch} : tension du champ

$V_{batterie}$: la tension de la batterie

$$N_s = \frac{24}{24} = 1$$

❖ Nombre de batterie en parallèles :

$$N_p = \frac{C_{ch}}{C_{batterie}} \dots\dots\dots(4)$$

Avec :

C_{ch} : capacité totale du champ de batteries associées à toute l'installation photovoltaïque.

$C_{batterie}$: capacité d'une batterie.

$$N_p = \frac{1300}{200} = 6$$

Donc en utilise 12 batteries de 24 V et 200 Ah.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons calculé l'énergie consommée dans la maison. Ensuite nous avons évalué le champ photovoltaïque et puis nous avons procédé à la détermination de son inclinaison et son orientation pour obtenir les valeurs de rayonnement solaire pour chaque mois. Puis nous avons calculé le pic nécessaire pour le bon fonctionnement de l'installation et en conséquence nous avons choisi le panneau approprié.

Chapitre 03

Présentation du logiciel

Homer Pro

Introduction

HOMER est un logiciel open source et libre développé par le Laboratoire National des Énergies Renouvelables dans les États Unis. Cette application logicielle est utilisée pour concevoir et évaluer techniquement et financièrement les options pour les systèmes d'alimentation hors réseau et sur réseau pour génération à distance, autonome et distribuée applications. Il permet d'envisager un grand nombre d'options technologiques pour tenir compte des ressources énergétiques disponibilité et d'autres variables. [24]

3.1 Simulateurs commerciaux :

On a plusieurs simulateurs commerciaux utilisés dans la conception et de simulation de systèmes solaires photovoltaïques. Donc les plus populaires sont : la publication récente du ministère des énergies nouvelles et renouvelables (MNRE) et de l'Institut de l'énergie et des ressources (TERI) a répertorié 7 logiciels de simulation photovoltaïque couramment utilisés pour concevoir des systèmes solaires photovoltaïques dans le monde entier. Les programmes répertoriés sont les suivants (par ordre alphabétique) : [25]

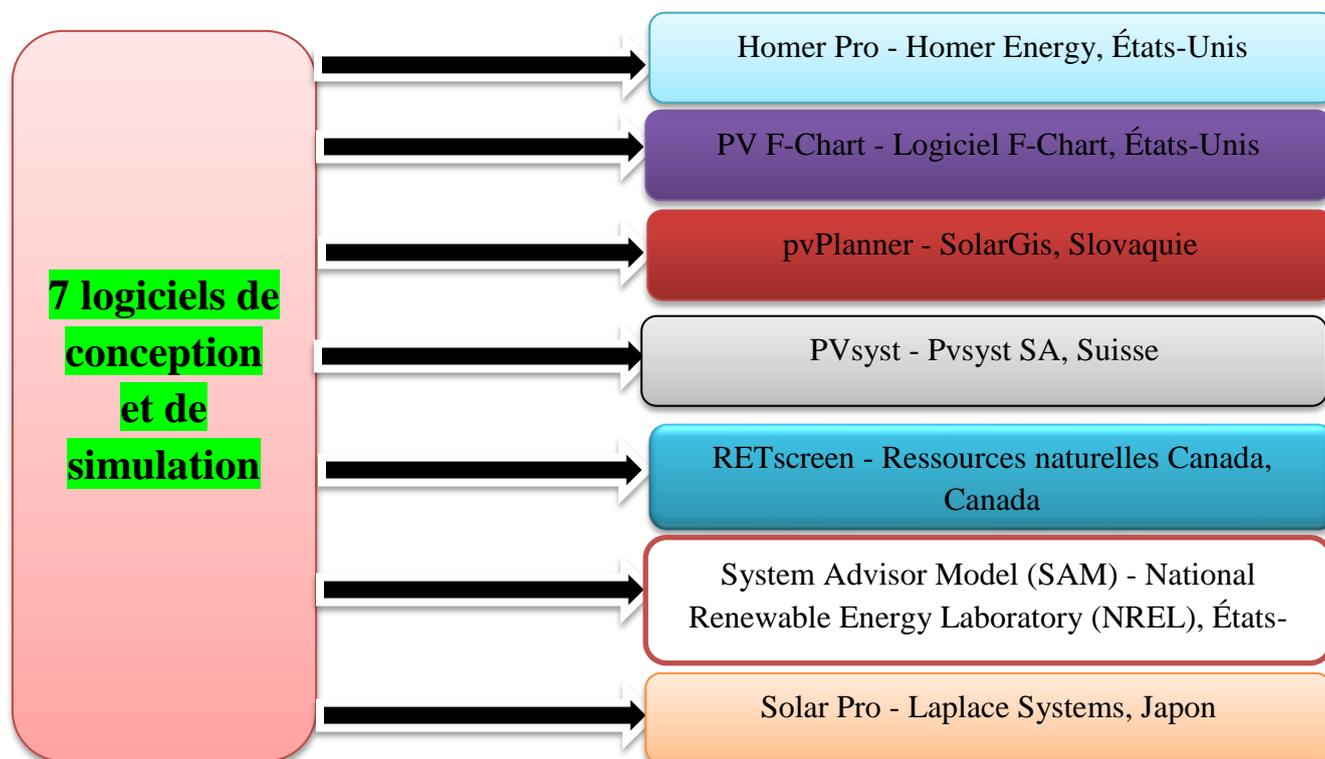


Fig. 3-1: Représentation des différents simulateurs commerciaux

3.2. Présentation de simulateur *HOMER PRO* :

3.2.1 Historique:

HOMER a été développé pour la première fois en 1993 pour une utilisation interne du DOE (Department of Energy) afin de comprendre les compromis entre les différentes configurations de production d'énergie. Quelques années après la conception originale, NREL a rendu une version accessible gratuitement au public pour servir la communauté grandissante de concepteurs de systèmes intéressés par les énergies renouvelables. Depuis lors, HOMER est resté un logiciel libre qui a évolué pour devenir un outil très robuste pour modéliser les technologies d'énergies conventionnelles et renouvelables.

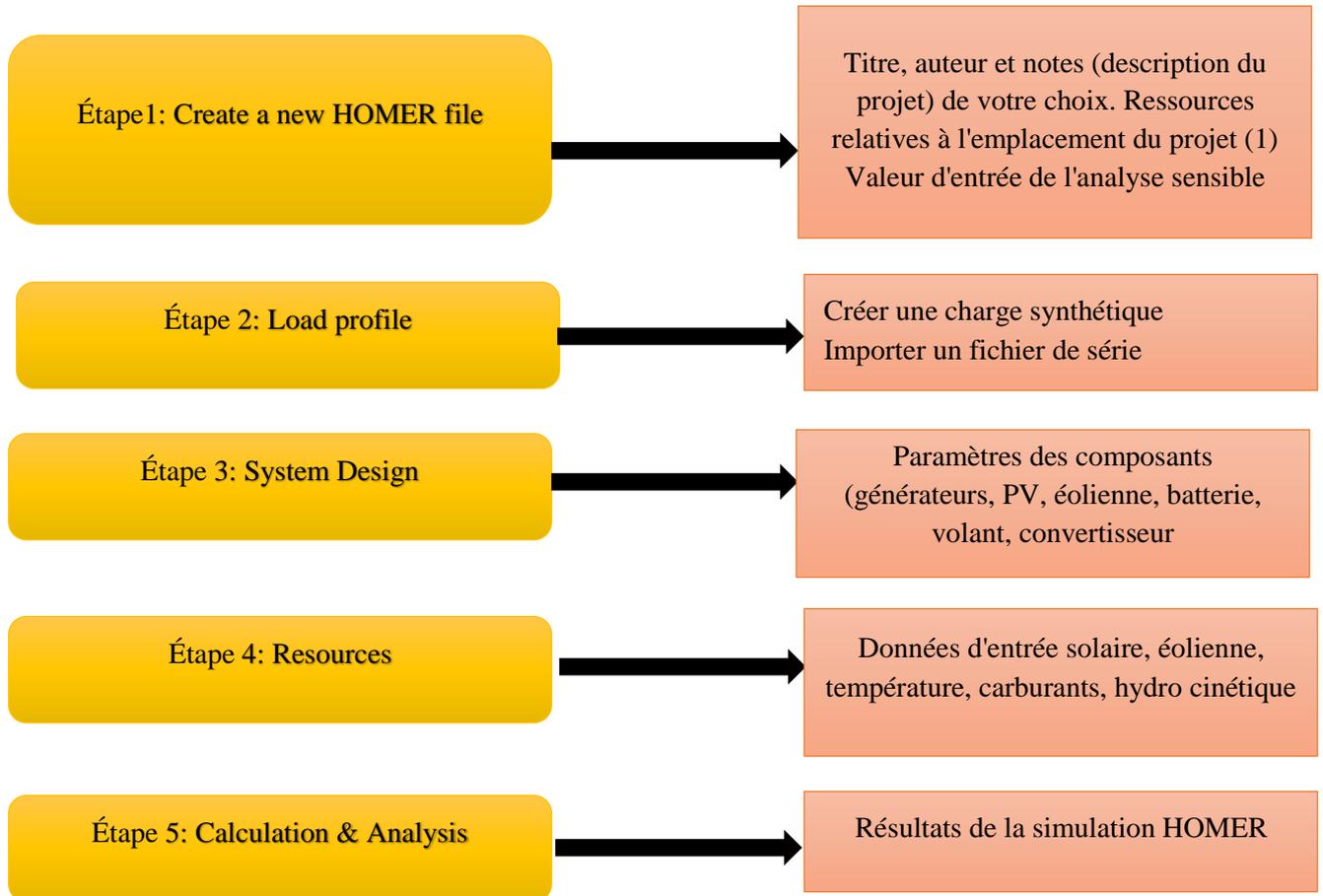
3.3 Définition du *Homer pro*: (Hybrid Optimization of Multiple Electric Renewables).

HOMER simplifie la tâche de conception de la génération distribuée (DG) à la fois sur et hors réseau pour une variété d'applications. In configuration du système Quels composants doivent-ils être pris en compte dans le système conception Combien et quelle taille de chaque composant devez-vous utiliser. Les algorithmes d'optimisation et d'analyse de sensibilité de HOMER plus facile à évaluer les nombreuses configurations système possibles

Simulation des capacités de base, optimisation, analyse de sensibilité

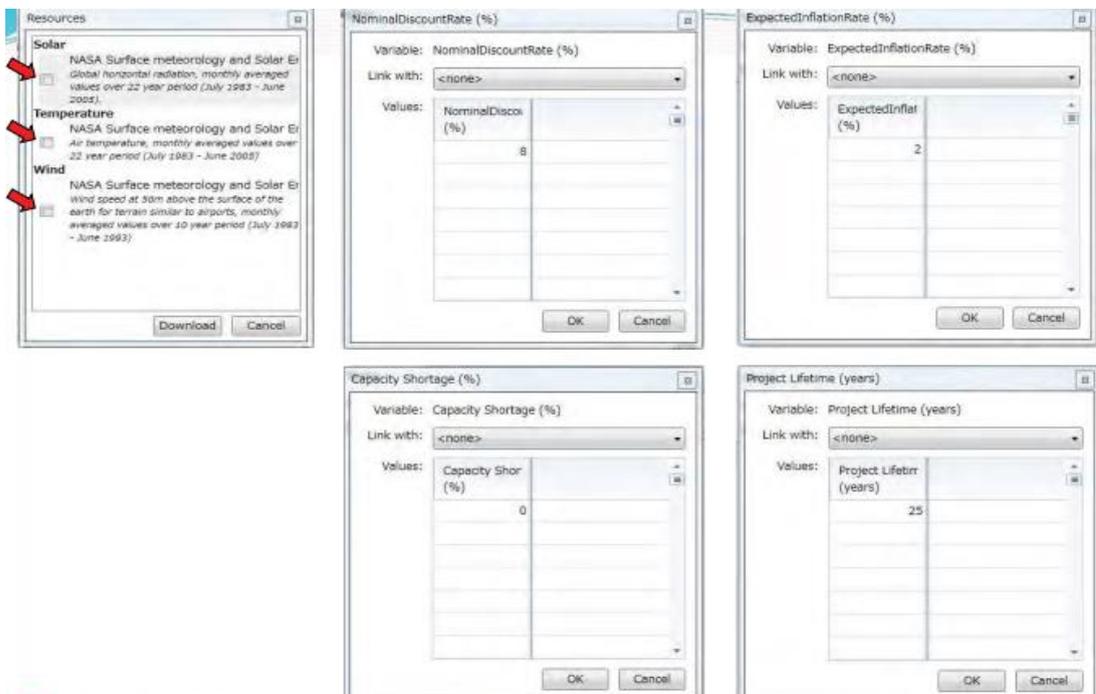
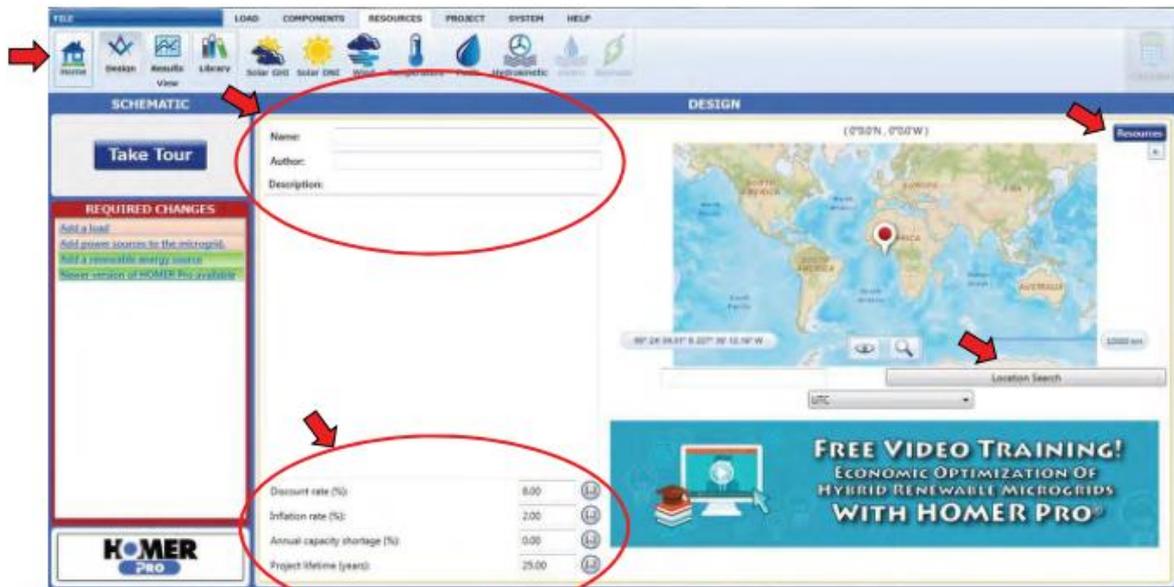
- **Simulation:** HOMER est essentiellement un modèle de simulation. Il tentera de simuler un système viable pour toutes les combinaisons possibles de l'équipement que vous souhaitez considérer. Selon la façon dont vous configurez votre problème, HOMER peut simuler des centaines voire des milliers de systèmes.
- **Optimisation:** L'étape d'optimisation suit toutes les simulations. Les systèmes simulés sont triés et filtrés selon des critères que vous définissez, de sorte que vous pouvez voir les meilleurs ajustements possibles. Bien que HOMER soit fondamentalement un modèle d'optimisation, vous pouvez également choisir de minimiser la consommation de carburant.
- **Analyse de sensibilité :** il s'agit d'une étape facultative qui vous permet de modéliser l'impact de variables indépendantes de votre volonté, telles que la vitesse du vent, les coûts de carburant, etc., et voyez comment le système optimal change avec ces variations. [26]

3.4 Étapes d'utilisation du logiciel HOMER :

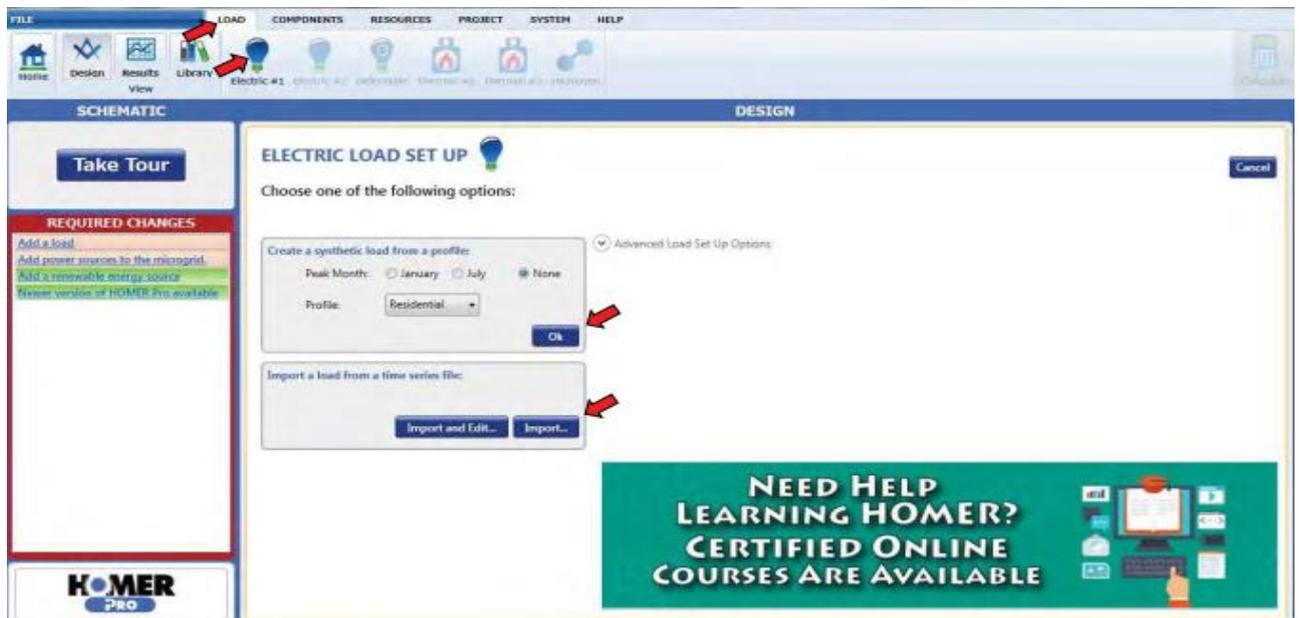


➤ **Etape 1: Créer un nouveau fichier HOMER:**

Un fichier HOMER contient toutes les informations sur les options technologiques, les coûts des composants et la disponibilité des ressources nécessaires pour analyser le système électrique dessiné. Le fichier HOMER contient également les résultats de tous les calculs HOMER fait dans le cadre des processus d'optimisation et d'analyse de sensibilité. HOMER les noms de fichiers se terminent par .Hmr, par exemple : [26]

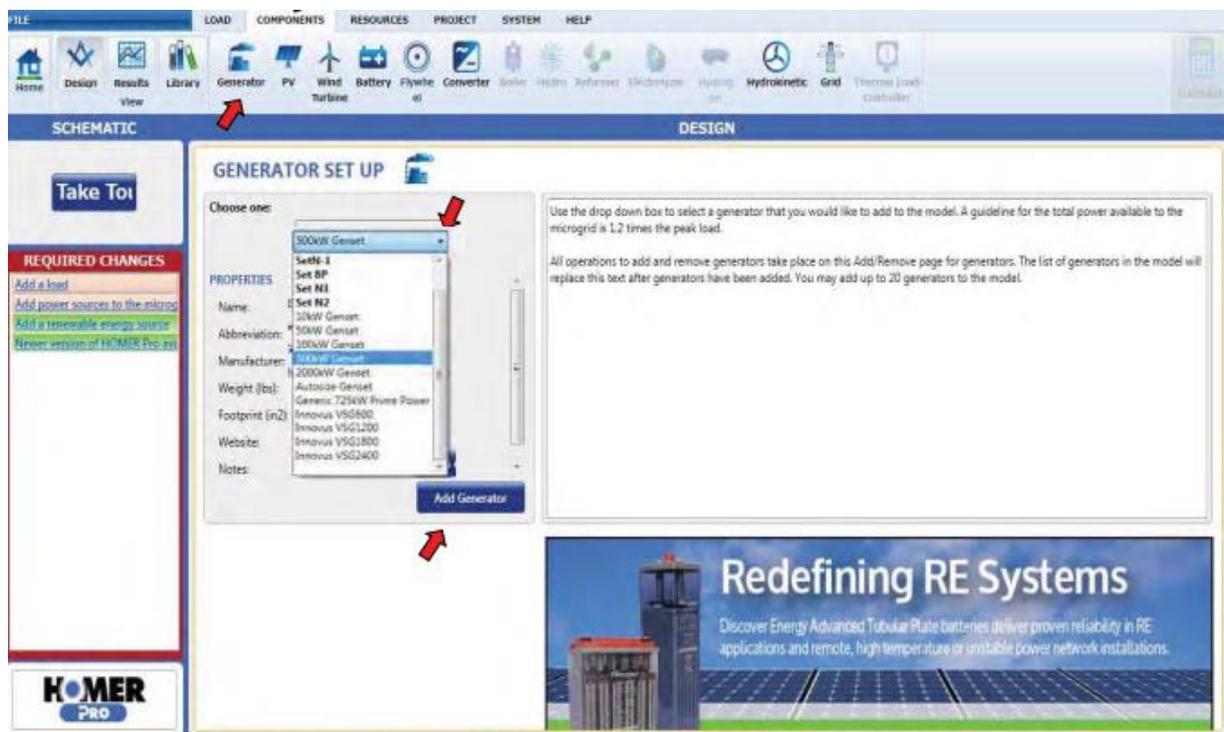


Les détails de charge sont des entrées pour les simulations HOMER. Les entrées de charge décrivent la demande électrique que le système doit desservir. Cette section décrit comment importer un exemple de fichier de chargement.

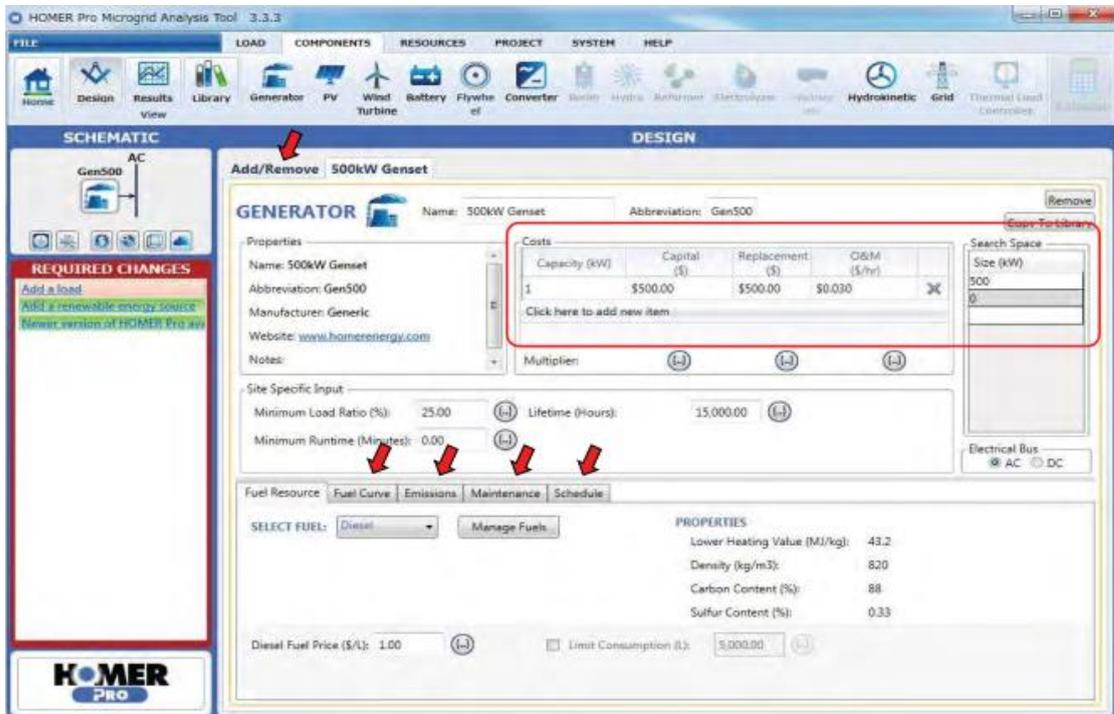


➤ Étape 3: Conception du système (Générateur)

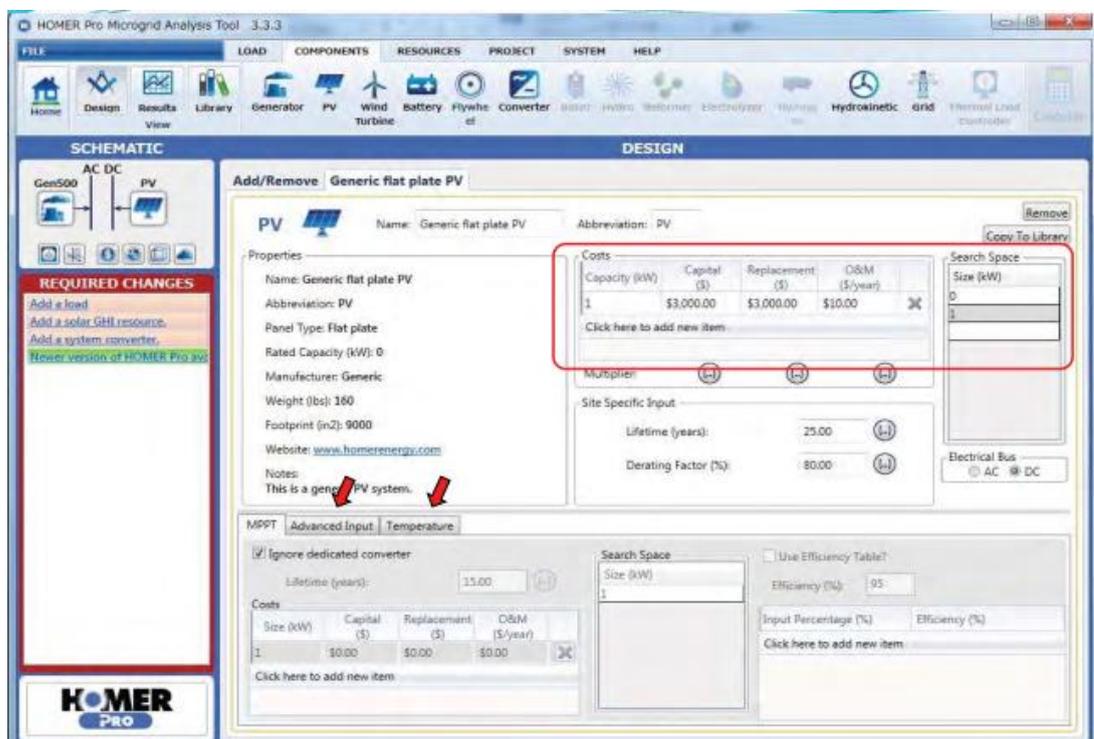
A/ Cliquez sur Générateur 1 sur le schéma pour ouvrir générateur Inputs.



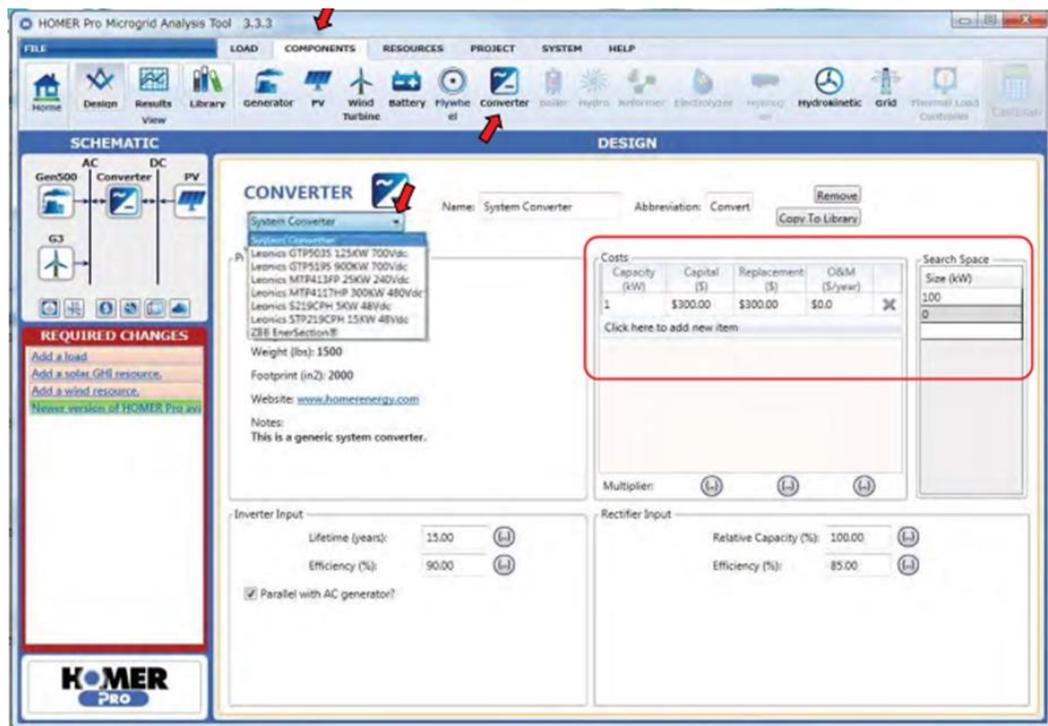
B/ Dans le tableau Coûts, saisissez les valeurs suivantes : Taille 1, Capital, Remplacement , F&E . Notez que O&M signifie exploitation et maintenance. Les coûts d'exploitation et d'entretien du générateur ne doivent pas inclure les frais de carburant, car HOMER calcule les frais de carburant séparément.



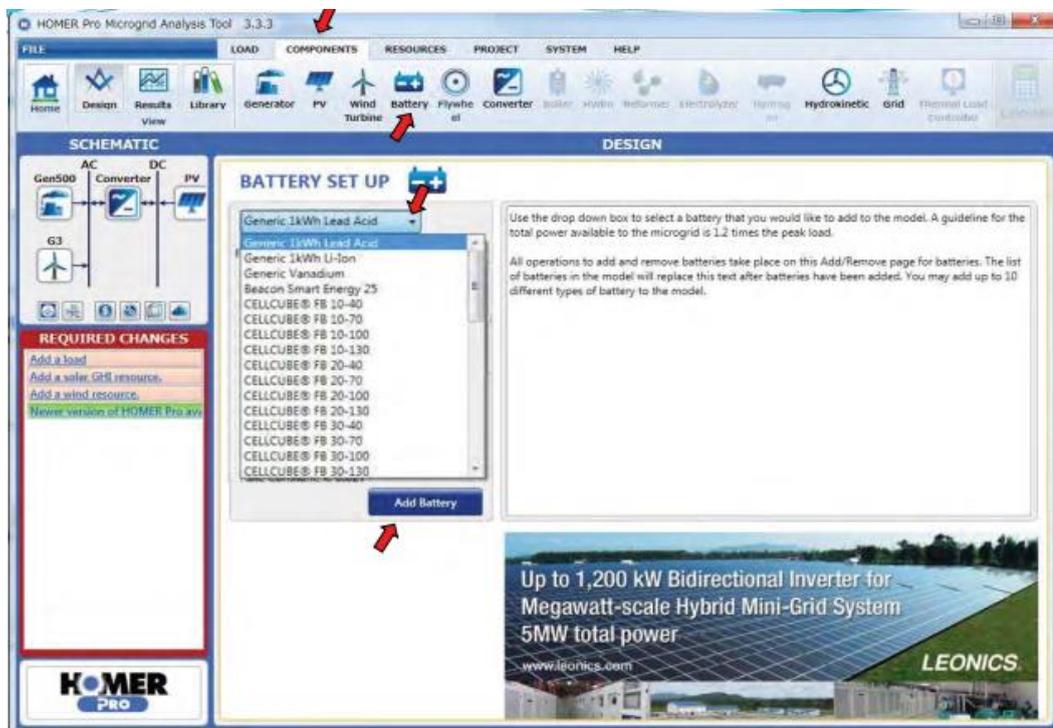
C/ Cliquez sur PV sur le schéma pour ouvrir PV Inputs.



D/ Cliquez sur converteur sur le schéma pour ouvrir converteur Inputs, puis choisissez le converteur qui vous convient.

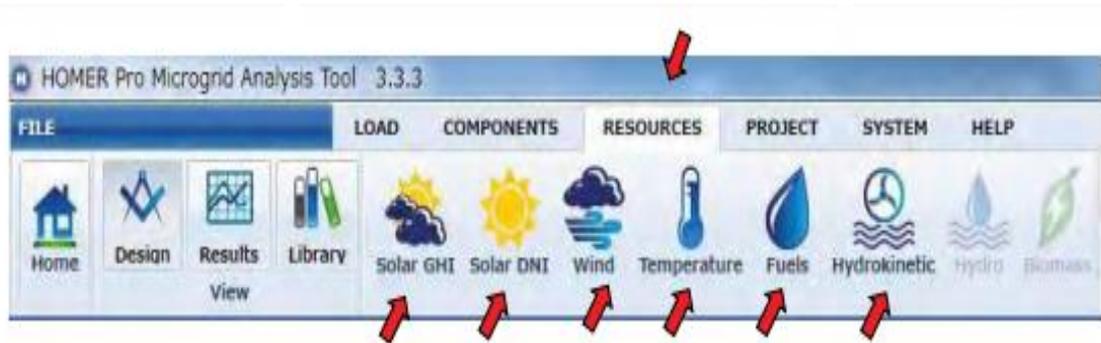


E/ Cliquez sur batterie sur le schéma pour ouvrir batterie Inputs, puis choisissez batterie qui vous convient.

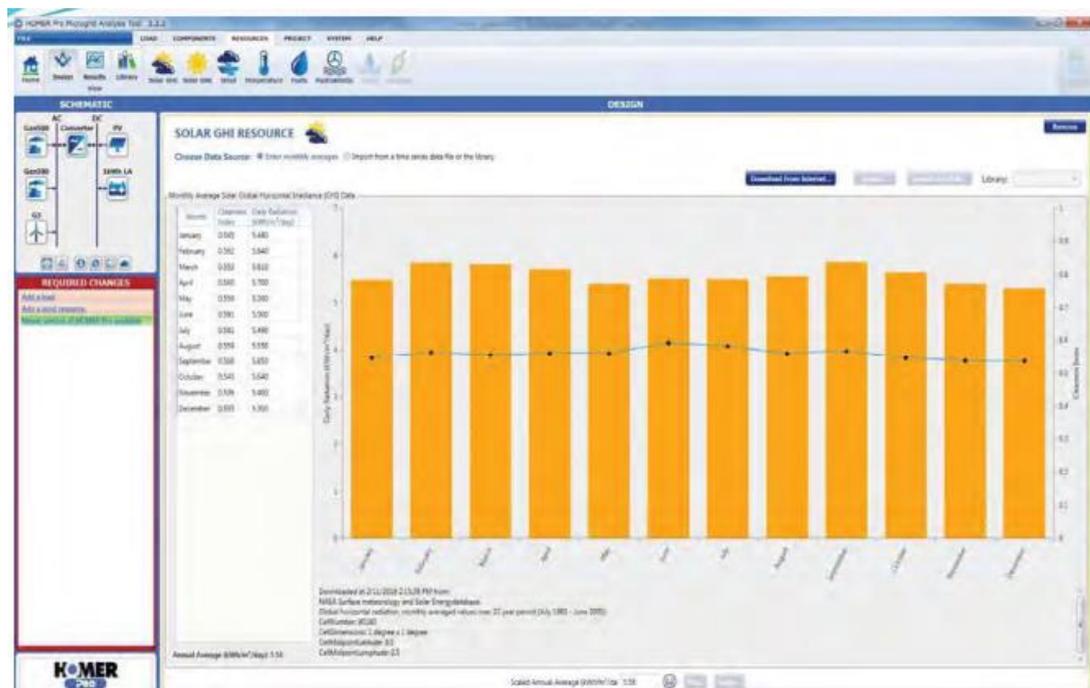


➤ Étape 4: Ressources

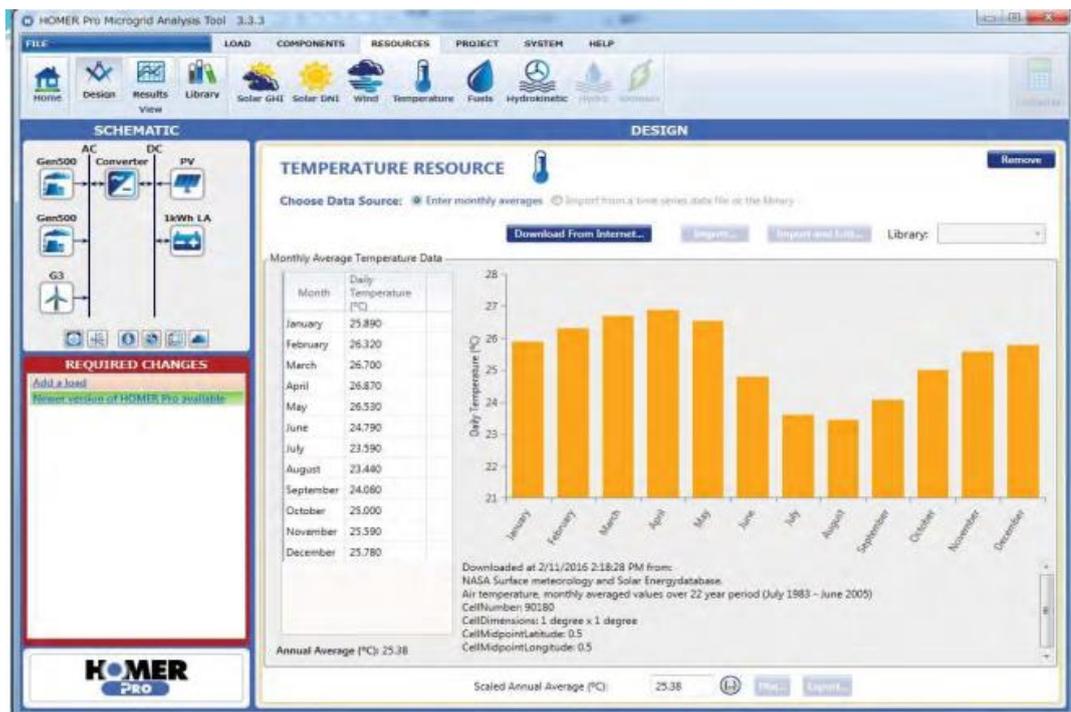
Les intrants des ressources décrivent la disponibilité du rayonnement solaire, de l'énergie éolienne, de l'hydroélectricité et du carburant pour chaque heure de l'année. Pour les ressources solaires, éoliennes et hydroélectriques, vous pouvez soit importer des données à partir d'un fichier correctement formaté, soit utiliser HOMER pour synthétiser des données horaires à partir de valeurs mensuelles moyennes.



A/ Cliquez sur la liste des ressources, puis choisissez la ressource solaire, puis cliquez sur la case "Charger les ressources" pour les télécharger par lieu et par mois.

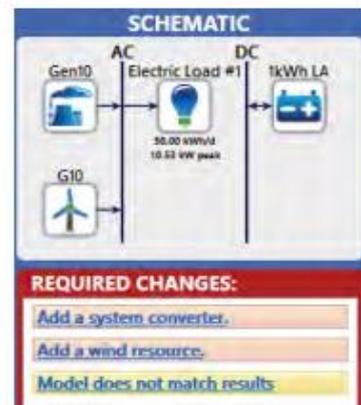
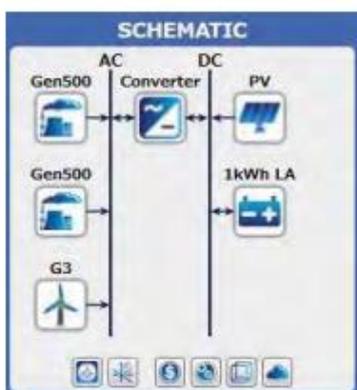


B/ Cliquez sur la liste des ressources, puis choisissez la ressource de température, puis cliquez sur la case "Charger les ressources" pour les télécharger par mois.



➤ **Étape 5: Calcul et analyse:[27]**

Le schéma sur le côté gauche de la fenêtre:



Notez les "Modifications requises": ajoutez un convertisseur système (puisque vous avez Composants sur les bus AC et DC) et ajoutez une ressource éolienne (puisque vous avez une éolienne). "Le modèle ne correspond pas aux résultats" indique que vous avez changé le modèle depuis la dernière exécution de « Calculer ». Nous avons ajouté un vent Turbine et batteries depuis lors. Les éléments rouges sont des modifications nécessaires et empêcheront les calculs. Les articles jaunes sont les avertissements importants et les éléments verts sont des suggestions.

Cliquez sur le bouton "Calculer" dans le coin supérieur droit de la fenêtre HOMER.

Vous verrez l'écran des résultats, qui se compose de deux tableaux liés. Sensibilité les cas sont répertoriés dans le tableau du haut et les exécutions de simulation sont répertoriées dans le tableau du bas.

Vous pouvez double-cliquer sur l'entrée dans le tableau inférieur pour afficher la simulation détaillée résultats "pour cette simulation.

HOMER exécutera quelques milliers de simulations et les tableaux de résultats s'afficheront. dans le tableau supérieur, chaque ligne correspond à une casse de sensibilité. Pour chaque cas, le la configuration pour le système de coût actuel net le plus bas est répertoriée.

Cliquez sur les en-têtes de colonne pour trier selon les différents paramètres. Si vous sélectionnez un cas de sensibilité, le tableau inférieur affichera toutes les configurations système qui simulé pour ce cas. Les configurations système irréalisables ne sont pas incluses.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons mentionné plusieurs simulateurs commerciaux utilisés dans la conception et la simulation de systèmes d'énergie solaire, et nous avons choisi le logiciel Homer Pro pour sa nouveauté et sa robustesse dans le but de la modélisation des technologies d'énergie conventionnelles et renouvelables.

Après cela, nous avons défini le programme Homer Pro et son fonctionnement en mentionnant les étapes d'utilisation du logiciel Homer Pro.

Chapitre 04

**Simulation des systèmes
photovoltaïques hybrides**

Introduction

Le présent chapitre consiste à étudier les 03 systèmes proposés. Le 1^{er} c'est un système photovoltaïque + énergie éolienne, quand le 2^{ème} est composé en photovoltaïque +groupe électrogène et le dernier système hybride comporte le PV+GE+EL afin de mettre en exergue un compromis entre un meilleur système en terme du rendement et prix.

4.1 Description du site sélectionné

Emplacement : Khan Younes, Gaza, Palestine

Latitude : 31.22 degrés 21.28 minutes North.

Longitude : 34.16 degrés 18.53 minutes East.

Altitude : 45 m

Température min : 13.150 °C

Température max : 33°C



Fig. 4-1: la présentation du site au khan Younes, Gaza.

4.1.1 Charger le profil

La maison sélectionnée Est dans la ville de khan Younes, L'éclairage et les appareils électriques de la maison n'ont pas besoin d'une grande quantité d'énergie électrique. Une variabilité aléatoire d'un pas de temps à l'autre et d'un jour à l'autre de 10% est prise en compte afin de donner plus de fiabilité. Le profil de charge journalière de la maison est illustré à la Fig.4.2.

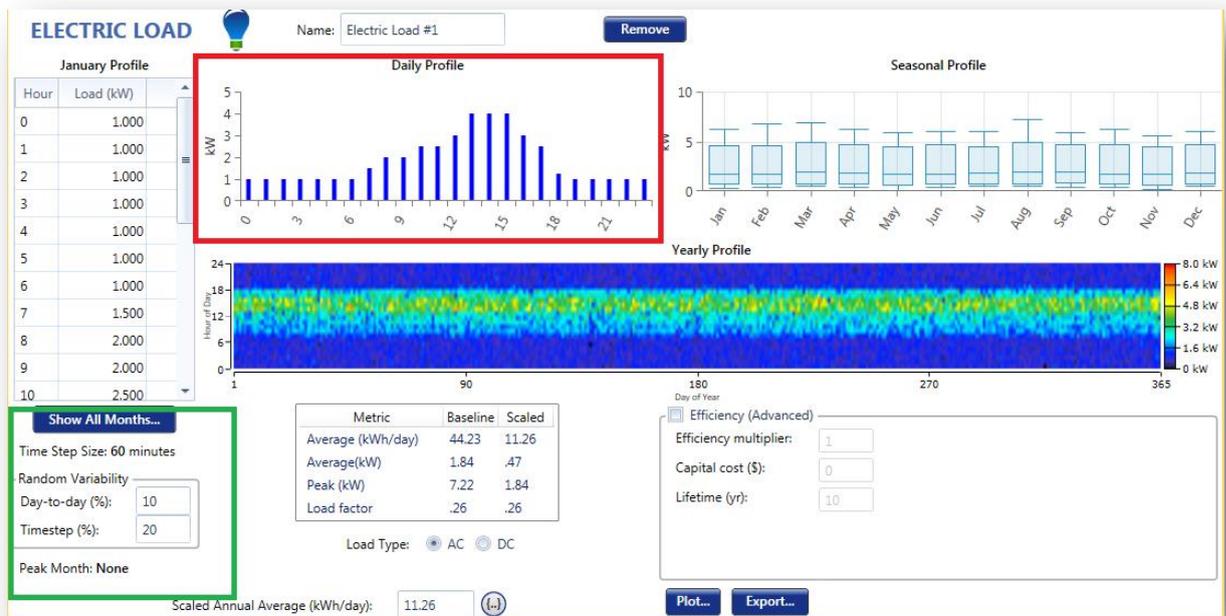


Fig. 4-2: Détails de la demande de charge journalière de la maison



Fig. 4-3: détails de la demande de charge quotidienne de la maison

4.1.2 Source de rayonnement solaire

Les données de rayonnement solaire sont déterminées par (National Aeronautics and Space Administration), NASA. La Fig. 4 montre le rayonnement quotidien moyen mensuel de la maison sélectionnée qui est la moyenne des données dans cette zone pendant de nombreuses années. Les données sont collectées en fonction de la latitude et de la longitude de la position qui sont respectivement de $31,22^\circ \text{ N}$ et $34,16^\circ \text{ E}$. Le rayonnement quotidien le plus élevé est enregistré en

juin qui est de 8,070 kWh/m²/jour tandis que 2,870 kWh/m²/jour est la plus faible qui est enregistrée en décembre. La quantité moyenne de rayonnement annuel est de 5,57 kWh/m²/jour. De plus, les données montrent que la saison estivale a le rayonnement solaire le plus élevé par rapport aux autres saisons.

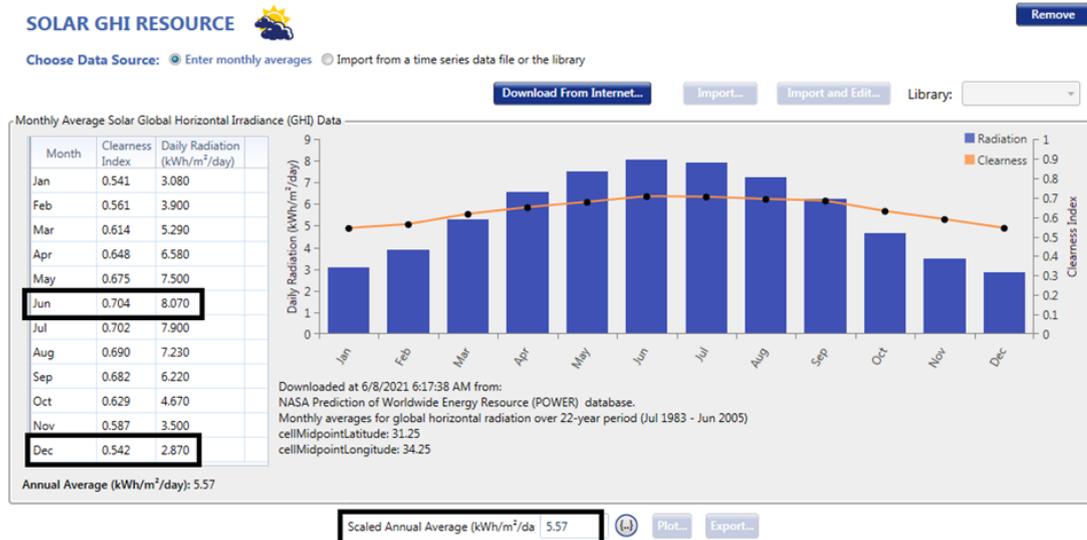


Fig. 4-4: Rayonnement solaire mensuel de la zone choisie.

Dans ce document de recherche, les effets de la température ambiante sur les performances de sortie des panneaux solaires sont pris en compte. La température mensuelle moyenne de l'air de Gaza est présente sur la Fig.4.5

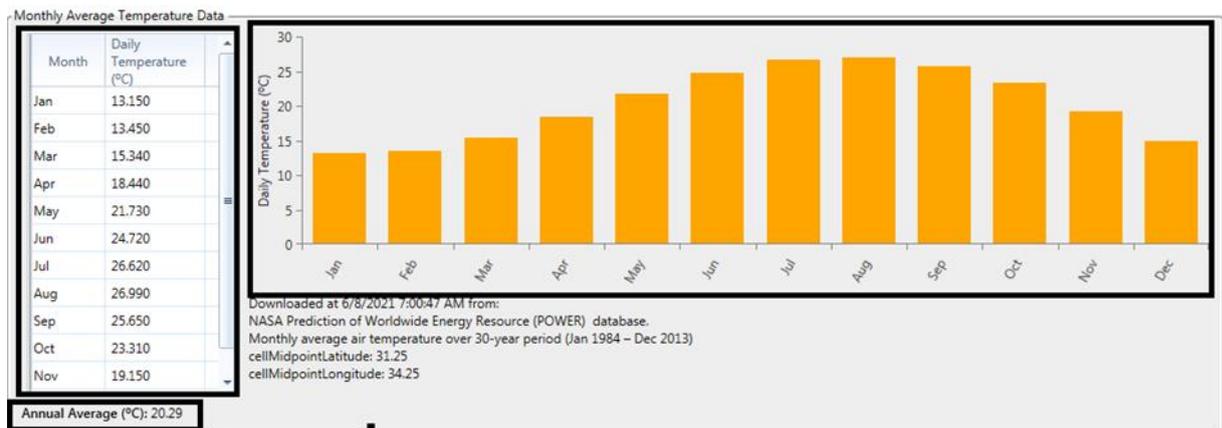


Fig. 4-5: La température moyenne mensuelle de l'air à Gaza.

4.1.3 Ressources éoliennes

Toute la variation mensuelle de la vitesse du vent est montrée dans la Fig.4.6 La distribution des probabilités de la vitesse du vent à Gaza est calculée en utilisant les expressions mathématiques de la fonction de **Weibull**, et la formule suivante est utilisée pour la définition :

$$f(v) = k/c \times (v/c)^{k-1} \times \exp[-(v/c)^k] \dots \dots \dots (1).$$

Où k est le paramètre de forme Weibull qui représente la dispersion des données (sans unité), c'est le paramètre d'échelle de Weibull mesuré en (m/s) et v est la vitesse du vent (m/s).

La méthode du maximum de vraisemblance utilisée dans HOMER, car elle offre un bon ajustement avec les données de vent mesurées.

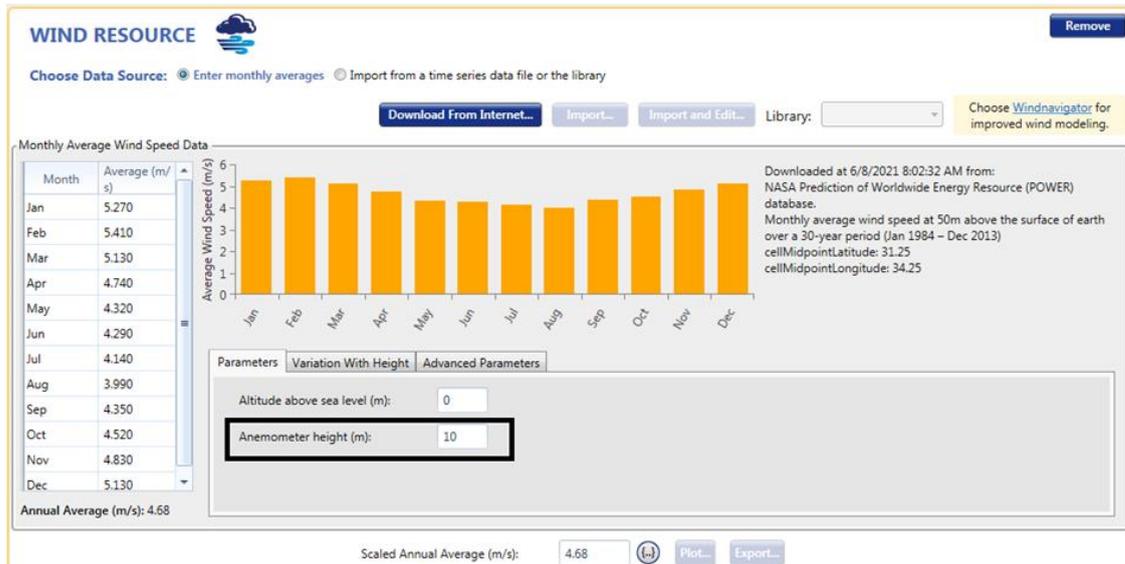


Fig 4-6: Monthly wind speed in Gaza at 10 m height.

Description des systèmes et détails des composants

4.2 1^{er} système (PV + éolienne)

Les principales sources du système d'énergie (PV et éolienne) proposé pour la maison sont les énergies solaire et éolienne. Les panneaux solaires, le système éolien, les unités de batteries et le redresseur sont les principaux composants de la conception du système. Les spécifications du PV, de l'éolienne, du convertisseur et des batteries sont décrites dans les tableaux 1, 2, 3 et 4 respectivement.

Tableau 5:Détails des entrées PV

Input	Spécification des données
Facteur de déclassement	85%
Température nominale de fonctionnement de la cellule	45°C
Coefficient de température	-0.410 %/°C
Efficacité dans des conditions de test standard	17.30 %
Réfectance au sol	20%
Durée de vie	25years
Système de pistage	Pas de localisation
Coût en capital	3,000\$
Coût de remplacement	3,000\$
O& M Coût	10\$

Tableau 6:Détails de l'entrée de l'éolienne

Input	Spécification des données
Type	AWS HC 1.5 KW Wind Turbine.
Diamètre du rotor	3.2 m
Puissance nominale	1.5kW AC
Durée de vie	20years
Hauteur du moyeu	12m
O& M Coût	20\$

Tableau 7:Détails de l'entrée du convertisseur

Input	Value
Durée de vie	10 ans
Efficacité	96.50%

Tableau 8:Détails de l'entrée des batteries.

Input	Data specification
Type	Generic lead Acid
Tension nominale	24 V
Capacité nominale	6.26 kWh
Efficacité aller-retour	95%
Coût en capital	\$ 150
Coût de remplacement	\$ 150
Coût d'exploitation et d'entretien	\$10 /ans
Durée de vie minimale	10 ans

Le PV et l'éolienne fonctionnent tous deux pour alimenter les demandes de charge.

Lorsque la puissance de sortie de ces sources d'énergie est suffisante pour alimenter la charge, l'excédent d'énergie généré alimente les batteries doivent être totalement chargées après avoir satisfait la demande de charge.

Quand l'énergie du PV et de l'éolienne ne suffit pas à alimenter la charge dans des cas comme le faible rayonnement solaire ou la vitesse du vent, les batteries fonctionnent pour compenser le manque d'énergie.

Pendant la nuit, la puissance des panneaux solaires devient zéro, par conséquent, le vent et/ou les batteries rencontrent la charge. Le système la conception dans le logiciel HOMER est présenté à la Fig.4.7.

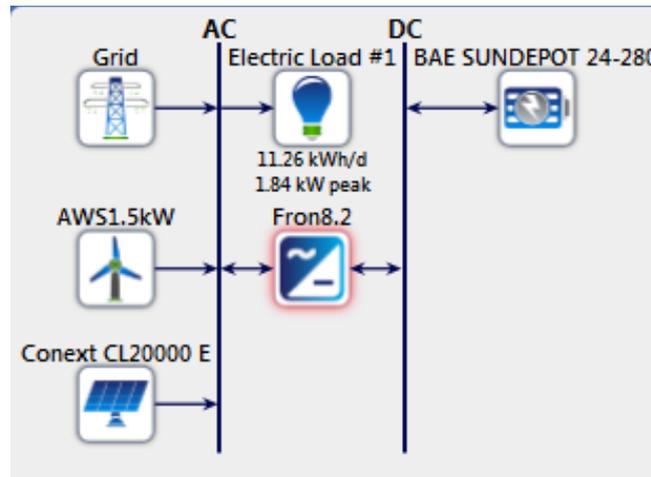


Fig4-7:La conception du système dans le logiciel HOMER (PV + éolienne).

4.3 2eme système (PV + groupe électrogène)

Les principales sources du système d'alimentation (PV et générateur) proposées pour la maison sont l'énergie solaire et le diesel. Les panneaux solaires, le générateur diesel, les modules de batterie et le redresseur sont les principaux composants de la conception du système. Les spécifications pour le PV, le générateur, le transformateur et les batteries sont décrites dans les tableaux 1, 2, 3 et 4, respectivement.

Tableau 9:Détails des entrées PV

Input	Spécification des données
Facteur de déclassement	85%
Température nominale de fonctionnement de la cellule	45°C
Coefficient de température	-0.410 %/°C
Efficacité dans des conditions de test standard	17.30 %
Réflectance au sol	20%
Durée de vie	25 ans
Système de pistage	Pas de localisation
Coût en capital	3,000\$
Coût de remplacement	3,000\$
O& M Coût	10\$

Tableau 10:détails des entrées groupe électrogène

Input	Spécification des données
Type	Generic 10kW Fixed Capacity Genset Diesel
carburant	Diesel
Capacité	10Kw
Durée de vie	15,000 H
Prix du carburant	1\$/l
O& M Coût	0.3(\$/op.hour)
Rapport de charge minimum	25%

Tableau 11:Détails de l'entrée du convertisseur

Input	Value
Type	Fronius Primo 8.2-1
Durée de vie	10 ans
Efficacité	96.50%

Tableau 12:Détails de l'entrée des batteries

Input	Spécification des données
Type	Generic lead Acid
Tension nominale	24 V
Capacité nominale	6.26 kWh
Efficacité aller-retour	95%
Coût en capital	\$ 150
Coût de remplacement	\$ 150
Coût d'exploitation et d'entretien	\$10 /ans
Durée de vie minimale	10 ans

Le photovoltaïque et le générateur (diesel) servent tous deux à répondre aux exigences de charge.

Lorsque la puissance de sortie de ces sources d'alimentation est suffisante pour alimenter la charge, l'excès d'énergie généré alimente les batteries pour qu'elles soient complètement chargées une fois que la demande de charge est satisfaite.

Lorsque l'énergie photovoltaïque et les générateurs (diesel) ne suffisent pas à alimenter la charge dans des situations telles que le faible rayonnement solaire ou les pénuries de carburant diesel, les batteries compensent la pénurie d'électricité.

Pendant la nuit, l'énergie des panneaux solaires devient nulle, de sorte que les batteries remplissent la charge. La conception du système dans le logiciel HOMER est illustrée à la **Fig4-8**.

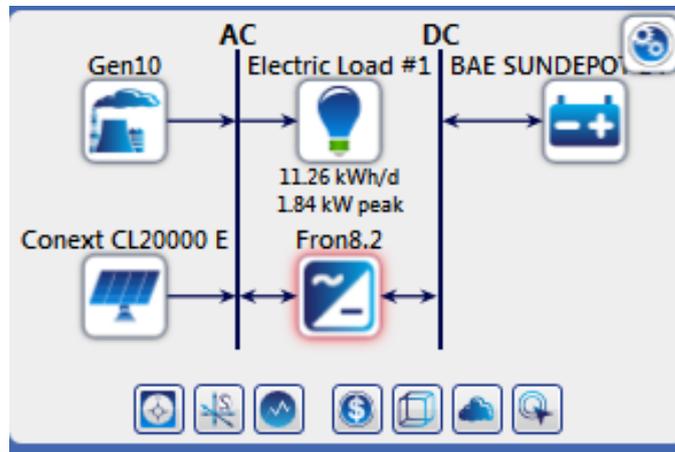


Fig. 4-8: La conception du système dans le logiciel HOMER (PV + groupe électrogène).

4.4 3^{ème} système (PV + groupe électrogène + éolienne)

Les principales sources du système d'énergie hybride proposé pour la maison sont les énergies solaires, éolienne et groupe électrogène. Les panneaux solaires, le système éolien, les unités de batteries et le redresseur sont les principaux composants de la conception du système. Les spécifications du PV, de l'éolienne, du convertisseur et des batteries sont décrites dans les tableaux 1, 2, 3 et 4 respectivement.

Tableau 13: Détails des entrées PV

Input	Spécification des données
Facteur de déclasserement	85%
Température nominale de fonctionnement de la cellule	45°C
Coéfficient de température	-0.410 %/ °C
Efficacité dans des conditions de test standard	17.30 %
Réfléctance au sol	20%
Durée de vie	25 ans
Système de pistage	Pas de localisation
Coût en capital	3,000\$
Coût de remplacement	3,000\$
O& M Coût	10\$

Tableau 14: Détails de l'entrée de l'éolienne

Input	Spécification des données
Type	AWS HC 1.5 KW Wind Turbine.
Diamètre du rotor	3.2 m
Puissance nominale	1.5kW AC
Durée de vie	20 ans
Hauteur du moyeu	12m
O& M Coût	20\$

Tableau 15: Détails de l'entrée du convertisseur

Input	Value
Type	Fronius Primo 8.2-1
Durée de vie	10 ans
Efficacité	96.50%

Tableau 16: Détails de l'entrée des batteries

Input	Spécification des données
Type	Generic lead Acid
Tension nominale	24 V
Capacité nominale	6.26 kwh
Efficacité aller-retour	95%
Coût en capital	\$ 150
Coût de remplacement	\$ 150
Coût d'exploitation et d'entretien	\$10 /ans
Durée de vie minimale	10 ans

Le PV et l'éolienne fonctionnent tous deux pour alimenter les demandes de charge.

Lorsque la puissance de sortie de ces sources d'énergie est suffisante pour alimenter la charge, l'excédent d'énergie généré alimente le les batteries doivent être totalement chargées après avoir satisfait la demande de charge.

Quand l'énergie du PV et de l'éolienne ne suffit pas à alimenter la charge dans des cas comme le faible rayonnement solaire ou la vitesse du vent, les batteries fonctionnent pour compenser le manque d'énergie.

Pendant la nuit, la puissance des panneaux solaires devient zéro, par conséquent, le vent et/ou les batteries rencontrent la charge. Le système la conception dans le logiciel HOMER est présenté à la Fig.4.9.

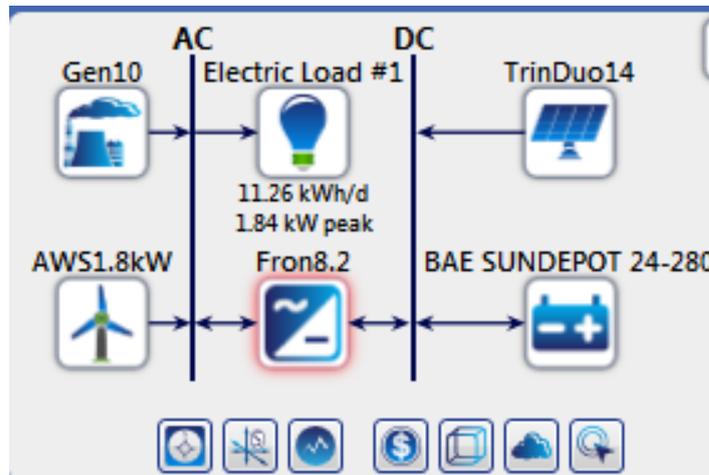


Fig. 4-9:La conception du système dans le logiciel HOMER.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous décrivons le site choisi pour notre étude puis on a introduit les charges (l'énergie nécessaire au fonctionnement de la structure) au programme Homer Pro. Ce dernier, va nous renseigner sur les ressources énergétiques (rayonnement solaire, température, vitesse du vent) pour chaque mois de l'année du site étudié.

Après cela, nous avons choisi les composants (générateur, PV, éolienne, batterie) qui conviennent dans ce travail.

Chapitre 05

Résultats et discussions

Introduction

Dans ce travail, nous fournissons de l'électricité à la structure en utilisant 03 systèmes : (Hybride, PV + éolien, PV + GE) pour produire de l'énergie et parmi ces systèmes, nous choisissons le meilleur en termes de production d'énergie à moindre coût.

L'étude est basée sur des données réelles (vitesse du vent et rayonnement solaire enregistrées tout au cours de l'année par l'OMN : Bureau National de Météorologie), ainsi que la quantité d'énergie consommée dans la maison en utilisant les différents systèmes Hybrides hors réseau comprenant des panneaux solaires (PV), des éoliennes et des générateurs Diesel (GD) ainsi que batteries et adaptateur.

5.1 Analyse des résultats de l'utilisation des trois systèmes :

- 1- Cas d'un système (PV + éolienne)
- 2- Cas d'un système (PV + Ge)
- 3- Cas d'un système (PV + éolienne+ Ge).

5.1.1 Interprétation des résultats de simulation (PV + éolienne)

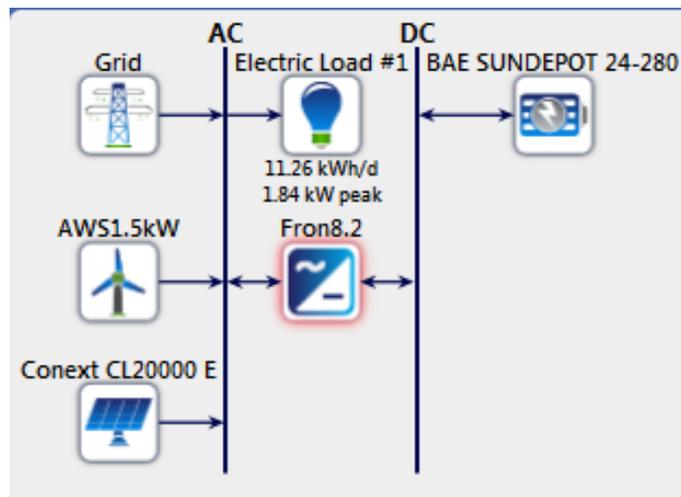


Fig.5-1:Montage électrique du système (PV + éolienne).

L'étude a révélé les résultats globaux suivants :

Architecture								Cost		System	Conext CL20000 E		AWS1.5kW		1kWh LA				
					Conext CL2 (kW)	Conext C	AWS1	1kWh	Fron8.2 (kW)	NPC (\$)	Initial cap (\$)	Ren Fr (%)	Capital Cost (\$)	Production (kWh/yr)	Productio (kWh/yr)	O&M (\$)	Auton (hr)	Nominal Capacity (kWh)	Usable Nominal Capacity (kWh)
					5.00	20.0	1			\$11,495	\$15,000	94.9	15,000	8,684	2,876	20.0			
					5.00	20.0	1			\$11,495	\$15,000	94.9	15,000	8,684	2,876	20.0			
					5.00	20.0	1	1	8.20	\$12,153	\$15,300	94.9	15,000	8,684	2,876	20.0	1.28	1.00	0.600
					5.00	20.0	1	1	8.20	\$12,153	\$15,300	94.9	15,000	8,684	2,876	20.0	1.28	1.00	0.600
					5.00	20.0	1	1	8.20	\$12,153	\$15,300	94.9	15,000	8,684	2,876	20.0	1.28	1.00	0.600
					5.00	20.0	1	1	8.20	\$12,153	\$15,300	94.9	15,000	8,684	2,876	20.0	1.28	1.00	0.600
					5.00	20.0	1	1	8.20	\$12,153	\$15,300	94.9	15,000	8,684	2,876	20.0	1.28	1.00	0.600
					5.00	20.0	1	1	8.20	\$12,153	\$15,300	94.9	15,000	8,684	2,876	20.0	1.28	1.00	0.600
					5.00	20.0	1	1	8.20	\$12,153	\$15,300	94.9	15,000	8,684	2,876	20.0	1.28	1.00	0.600
					5.00	20.0	1	1	8.20	\$12,153	\$15,300	94.9	15,000	8,684	2,876	20.0	1.28	1.00	0.600
					5.00	20.0	1	1	8.20	\$12,153	\$15,300	94.9	15,000	8,684	2,876	20.0	1.28	1.00	0.600
					5.00	20.0	1	1	8.20	\$12,153	\$15,300	94.9	15,000	8,684	2,876	20.0	1.28	1.00	0.600
					5.00	20.0	1	1	8.20	\$12,153	\$15,300	94.9	15,000	8,684	2,876	20.0	1.28	1.00	0.600
					5.00	20.0	1	1	8.20	\$12,153	\$15,300	94.9	15,000	8,684	2,876	20.0	1.28	1.00	0.600
					5.00	20.0	1	1	8.20	\$12,153	\$15,300	94.9	15,000	8,684	2,876	20.0	1.28	1.00	0.600

Architecture					Cost		System		Conext CL20000 E		AWS1.5kW			1kW LA	
Conext CLz (kW)	Conext C	AWS1	1kWh	Fron8.2 (kW)	NPC (\$)	Initial cap (\$)	Ren Frac (%)	Capital Cost (\$)	Production (kWh/yr)	Productio (kWh/yr)	O&M (\$)	Auton (hr)	Nominal Capacity (kWh)	Usable Nomina (kWh)	
5.00	20.0	1	3	8.20	\$13,470	\$15,900	94.9	15,000	8,684	2,876	20.0	3.84	3.00	1.80	
5.00	20.0	1	3	8.20	\$13,470	\$15,900	94.9	15,000	8,684	2,876	20.0	3.84	3.00	1.80	
5.00	20.0	1	3	8.20	\$13,470	\$15,900	94.9	15,000	8,684	2,876	20.0	3.84	3.00	1.80	
5.00	20.0				\$13,615	\$15,000	85.8	15,000	8,684						
5.00	20.0				\$13,615	\$15,000	85.8	15,000	8,684						
5.00	20.0		1	8.20	\$14,274	\$15,300	85.8	15,000	8,684			1.28	1.00	0.600	
5.00	20.0		1	8.20	\$14,274	\$15,300	85.8	15,000	8,684			1.28	1.00	0.600	
5.00	20.0		1	8.20	\$14,274	\$15,300	85.8	15,000	8,684			1.28	1.00	0.600	
5.00	20.0		1	8.20	\$14,274	\$15,300	85.8	15,000	8,684			1.28	1.00	0.600	
5.00	20.0		1	8.20	\$14,274	\$15,300	85.8	15,000	8,684			1.28	1.00	0.600	
5.00	20.0		1	8.20	\$14,274	\$15,300	85.8	15,000	8,684			1.28	1.00	0.600	
5.00	20.0		1	8.20	\$14,274	\$15,300	85.8	15,000	8,684			1.28	1.00	0.600	
5.00	20.0		1	8.20	\$14,274	\$15,300	85.8	15,000	8,684			1.28	1.00	0.600	
5.00	20.0		1	8.20	\$14,274	\$15,300	85.8	15,000	8,684			1.28	1.00	0.600	
5.00	20.0		1	8.20	\$14,274	\$15,300	85.8	15,000	8,684			1.28	1.00	0.600	

Fig. 5-2: Tableau de tous les résultats de calcul pour le système (PV + éolienne).

On remarque que le meilleur système utilisé est le système (PV + éolienne), qui contient (PV, éolienne, batteries et convertisseur) dans la 3eme ligne.

Cet agencement a été lié à la valeur du NPC (Net Present Cost), de la plus petite à la plus grande valeur parce que la plus petite valeur de IC (initial capital) dans la 21ème ligne avec une Valeur de (13,615\$), qui appartient au système intégrant seulement (PV, batteries), car il ne s'agit pas d'utiliser (éolienne) et il a laissé un effet significatif sur la valeur de RF (Renewable Fraction) qui a été estimé à 0.85, cette dernière représente une faible valeur par rapport à sa valeur de la ligne, qui représente la plus grande valeur de (Renewable Fraction) estimé à 0.94..

La petite valeur de (initial capital) soit (13,615\$) et (NPC) soit (15000\$) menée au faible coût de 1kWh soit (0.77\$), ce qui en fait justifie cette position au classement.

Nous avons obtenu le résultat optimal à l'aide du logiciel (HOMER) :

Architecture					Cost		onext CL20000	AWS1.5kW		
	Conext CL20000 E (kW)	AWS1.5kW	BAE SUNDEPOT 24-280	Fron8.2 (kW)	NPC (\$)	COE (\$)	Production (kWh/yr)	Capital Cost (\$)	Production (kWh/yr)	Autonomy (hr)
   	5.00	1			\$11,495	\$0.0730	8,684	0	2,876	
 	5.00				\$13,615	\$0.104	8,684			
   	5.00	1	1	8.20	\$16,347	\$0.104	8,684	0	2,876	10.7
   	5.00		1	8.20	\$18,468	\$0.141	8,684			10.7

Fig5-3:Résultat optimal pour le système (PV + éolienne) .

À partir de ce résultat, nous constatons que le système (PV + éolienne) idéal utilisé est celui qui contient :

- Solution 1: PV, éolienne

Cette solution comporte une éolienne de puissance 1 KW, et 1 panneau photovoltaïque de puissance 5 kW.

- Solution 2 : PV

Cette solution comporte un 1 panneau photovoltaïque de puissance 5 kW.

- Solution 3: PV, éolienne, stockage

Cette solution comporte une éolienne de puissance 1 KW, et 1 panneaux photovoltaïques de puissance 5 kW, 1 batteries et un convertisseur de puissance 8.20 kW.

➤ Solution 4 : PV, stockage

Cette solution comporte de 1 panneau photovoltaïque de 5 kW, et 1 batterie de 24 v et un convertisseur de puissance 8.20 kW.

Le coût total estimé sur une année de travaux à tous les coûts du projet (capital, remplacement, O et M, fuel, salvage) est (11,494\$) .Les résultats ont été répartis comme suit :

Nous trouvons que le coût le plus élevé dans le système utilisé qui est représenté par le prix de la base (capital) de (15,00.00\$) suivi par (remplacement) de (0.00\$), après (salvage) de (0.00\$) et O&M (3,505.31\$).

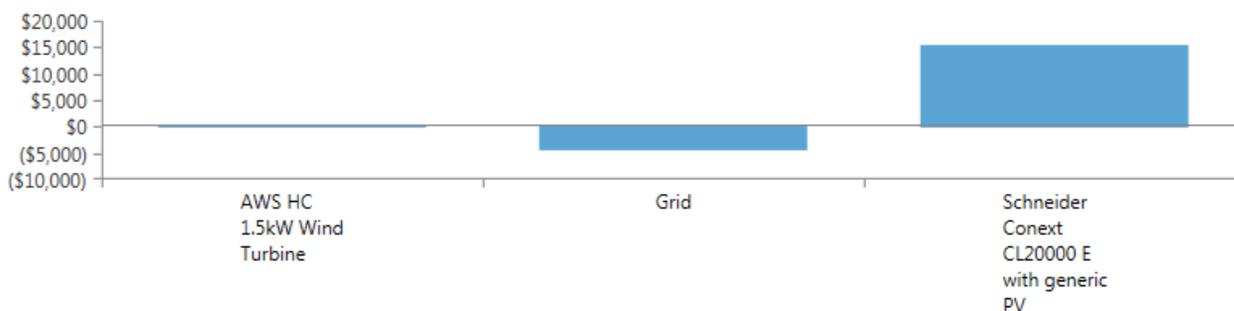


Fig. 5-4: Résumé des flux de trésorerie pour le système (PV + éolienne).

Par contre, quand on parle de résultats électriques obtenus. Nous constatons que le taux de production de l'énergie électrique obtenue à travers chacune des (PV) et (éolienne) est très proche de 71.3% soit (8,684 kWh/an), et 23.6% soit (2,876 kWh/an) respectivement. Ainsi que la durée de fonctionnement prévue de (4390 h/an) et de (7317 h/an) respectivement.

Tel que les rayonnements solaires arrivés à leur plus haut niveau au mois de Juin (0.34) et chacun des mois (Mai, Juillet, Aout) qui étaient proches étant de la même saison. Le niveau de rayonnement le plus bas parait durant le mois de Décembre, ce qui représente le milieu de l'hiver.

Tableau 17:Résumé des flux de trésorerie pour le système (PV + eolienne).

Instrument	Taux de production	Quantité d'énergie	Durée de fonctionnement
PV	71.3%	8,684 KWh/an	4390 h/an
éolienne	23.6%	2,876 KWh/an	7317 h/an

La quantité d'énergie électrique produite par les éoliennes est faible, environ 23.6% de la quantité totale, soit 2,876 kWh/an. L'énergie produite par le PV est importante, elle a été estimée à 71.3% De la quantité totale produite, soit 8,684 kWh/an

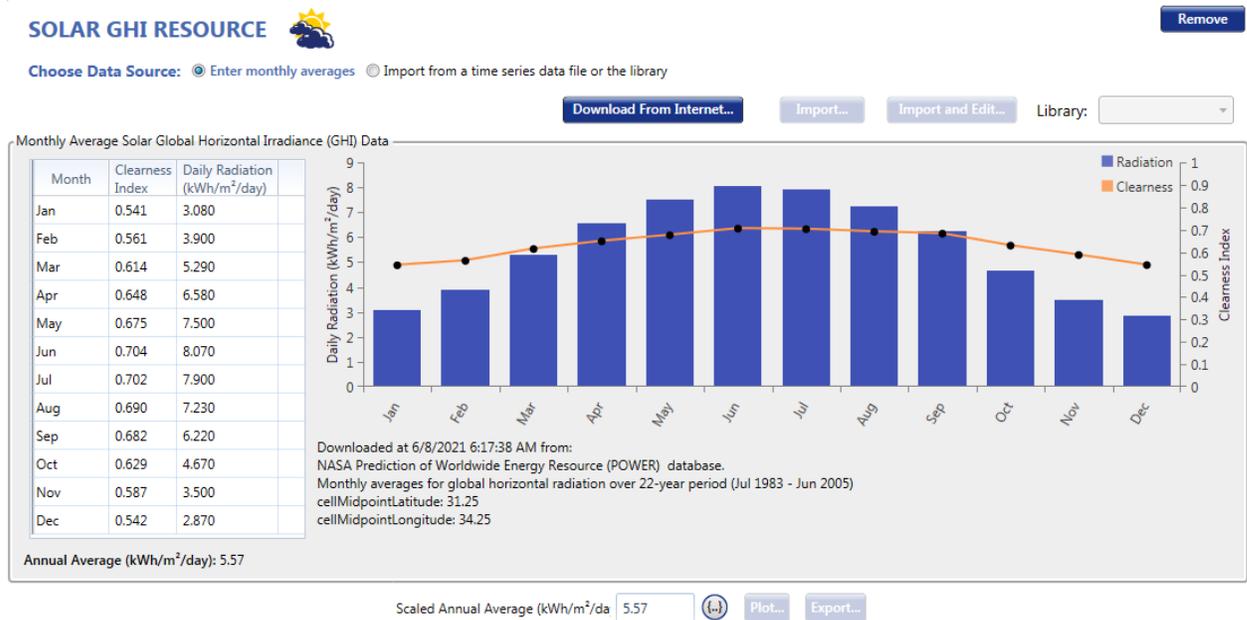


Fig5-5:Rayonnement solaire mensuel.

On trouve la plus grande quantité d'énergie renouvelable produite par l'éolienne dans les mois décembre, janvier et février. En raison de la vitesse du vent influencé de la manière suivante (décembre 5.130 m/s, janvier 5.270 m/s et février 3,9 m/s).

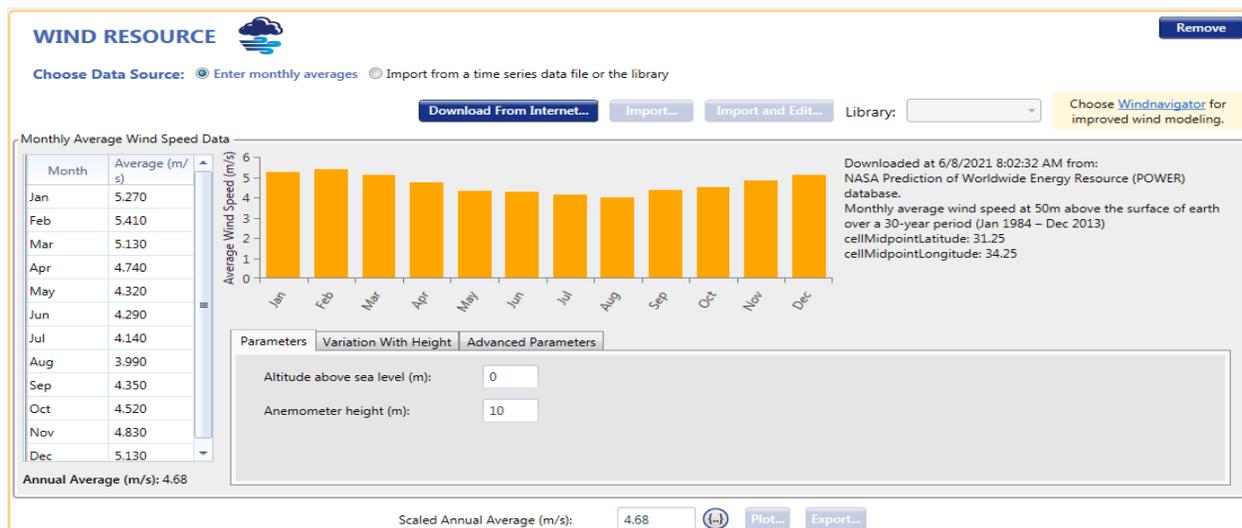


Fig. 5-6: Vitesse du vent mensuelle.

5.1.2 Interprétation des résultats de simulation (PV + Groupe électrogène)

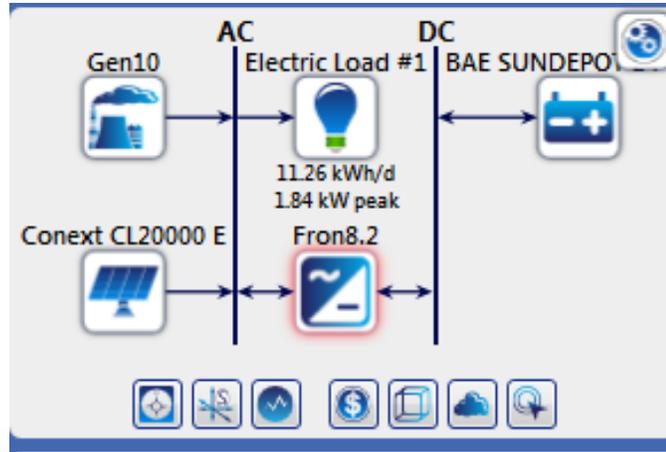


Fig. 5-7: Montage électrique du système (PV + Groupe électrogène).

Les résultats globaux sont les suivants :

Optimization Results																
Left Double Click on a particular system to see its detailed Simulation Results.																
Architecture								Cost				System		Gen10		
Conext CL20000 E (kW)	Conext CL20000 E-Inv. (kW)	Gen10 (kW)	1kWh LA	Fron8.2 (kW)	NPC (\$)	COE (\$)	Operating c (\$/yr)	Initial capital (\$)	Total Fuel (L/yr)	Hours	Production (kWh)	Fuel (L)	O&M Cost (\$/yr)	Fuel Cost (\$/yr)		
15.0	20.0	10.0	2	8.20	\$185,334	\$3.49	\$10,422	\$50,600	6,795	5,686	14,215	6,795	1,706	6,795		
15.0	20.0	10.0	2	8.20	\$185,334	\$3.49	\$10,422	\$50,600	6,795	5,686	14,215	6,795	1,706	6,795		
15.0	20.0	10.0	2	8.20	\$185,334	\$3.49	\$10,422	\$50,600	6,795	5,686	14,215	6,795	1,706	6,795		
10.0	20.0	10.0	4	8.20	\$185,397	\$3.49	\$11,541	\$36,200	7,519	6,292	15,730	7,519	1,888	7,519		
10.0	20.0	10.0	4	8.20	\$185,397	\$3.49	\$11,541	\$36,200	7,519	6,292	15,730	7,519	1,888	7,519		
10.0	20.0	10.0	4	8.20	\$185,397	\$3.49	\$11,541	\$36,200	7,519	6,292	15,730	7,519	1,888	7,519		
10.0	20.0	10.0	4	8.20	\$185,397	\$3.49	\$11,541	\$36,200	7,519	6,292	15,730	7,519	1,888	7,519		
10.0	20.0	10.0	4	8.20	\$185,397	\$3.49	\$11,541	\$36,200	7,519	6,292	15,730	7,519	1,888	7,519		
10.0	20.0	10.0	4	8.20	\$185,397	\$3.49	\$11,541	\$36,200	7,519	6,292	15,730	7,519	1,888	7,519		
10.0	20.0	10.0	4	8.20	\$185,397	\$3.49	\$11,541	\$36,200	7,519	6,292	15,730	7,519	1,888	7,519		
10.0	20.0	10.0	4	8.20	\$185,397	\$3.49	\$11,541	\$36,200	7,519	6,292	15,730	7,519	1,888	7,519		
15.0	20.0	10.0	1	8.20	\$185,958	\$3.50	\$10,494	\$50,300	6,859	5,740	14,350	6,859	1,722	6,859		
15.0	20.0	10.0	1	8.20	\$185,958	\$3.50	\$10,494	\$50,300	6,859	5,740	14,350	6,859	1,722	6,859		
15.0	20.0	10.0	1	8.20	\$185,958	\$3.50	\$10,494	\$50,300	6,859	5,740	14,350	6,859	1,722	6,859		
10.0	20.0	10.0	5	8.20	\$186,103	\$3.50	\$11,572	\$36,500	7,521	6,294	15,735	7,521	1,888	7,521		

Results
see its detailed Simulation Results. Categorized Overall

Conext CL20000 E		1kWh LA			
Capital Cost (\$)	Production (kWh/yr)	Autonomy (hr)	Annual Throughput (kWh/yr)	Nominal Capacity (kWh)	Usable Nominal Capacity (kWh)
45,000	26,052	2.56	1.15	2.00	1.20
45,000	26,052	2.56	1.15	2.00	1.20
45,000	26,052	2.56	1.15	2.00	1.20
30,000	17,368	5.12	2.39	4.00	2.40
30,000	17,368	5.12	2.39	4.00	2.40
30,000	17,368	5.12	2.39	4.00	2.40
30,000	17,368	5.12	2.39	4.00	2.40
30,000	17,368	5.12	2.39	4.00	2.40
30,000	17,368	5.12	2.39	4.00	2.40
30,000	17,368	5.12	2.39	4.00	2.40
30,000	17,368	5.12	2.39	4.00	2.40
30,000	17,368	5.12	2.39	4.00	2.40
45,000	26,052	1.28	0.580	1.00	0.600
45,000	26,052	1.28	0.580	1.00	0.600
45,000	26,052	1.28	0.580	1.00	0.600
30,000	17,368	6.40	2.99	5.00	3.00

Fig. 5-8: Tableau de tous les résultats de calcul pour le système (PV + GE).

On remarque que le meilleur système utilisé est le système (PV + GE), qui contient (PV, Générateur, batteries et convertisseur) dans la 1eme ligne.

Nous avons obtenu le résultat optimal à l'aide du logiciel (HOMER) :

Architecture							Cost				Gen10		
	Conext CL2 (kW)	Conext CL20 (kW)	Gen10 (kW)	BAE SUN	Fron (kW)	NPC (\$)	COE (\$)	Operating cost (\$/yr)	Initial capital (\$)	Hours	Produ (kW)	Fuel (\$)	
	15.0	20.0	10.0	1	8.20	\$188,133	\$3.54	\$10,384	\$53,900	5,655	14,138	6,758	
	15.0	20.0	10.0			\$186,201	\$3.51	\$10,536	\$50,000	5,778	14,445	6,905	

Fig. 5-9: Résultat optimal pour le système (PV + GE).

A partir de ce résultat, nous constatons que le système (PV + GE) idéal utilisé est celui qui contient :

- Solution 1 : PV, Générateur, stockage

Cette solution comporte de 1 panneau photovoltaïque de 5 kW, et 1 batterie de 24 v, un convertisseur de puissance 8.20 kW et 1 générateur de 10 kW.

Le coût total estimé sur une année de travaux à tous les coûts du projet (capital, remplacement, O et M, fuel, salvage) est (186,201.10\$) avec (3.51\$/KWh). Les résultats ont été répartis comme suit :

Nous trouvons que le coût le plus élevé dans le système utilisé qui est représenté par le prix de la base (capital) de (50,000.00\$) suivi par (fuel) de(89,260.75\$), après (remplacement) de (23,035.85\$) et (salvage) de (443.18\$).

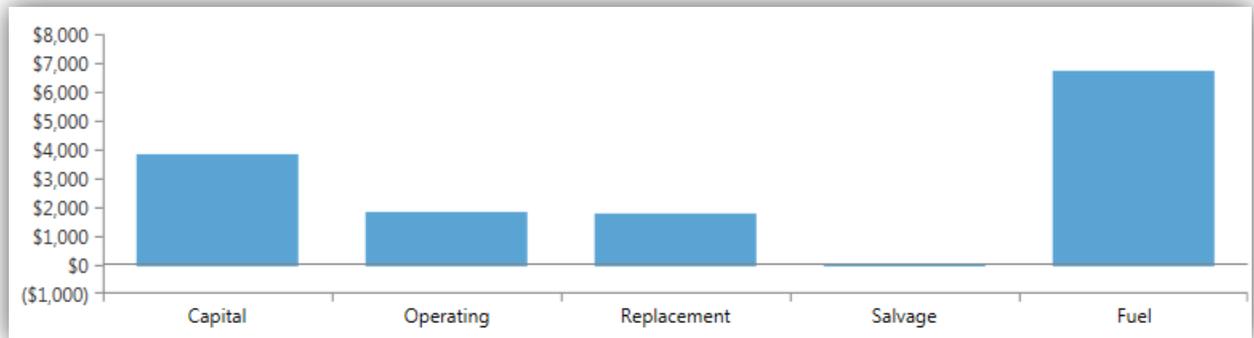


Fig5-10: Résumé des flux de trésorerie pour le système (PV + GE).

Nous avons utilisé l'équipement revient a plus que 20 ans, on trouve que le projet n'a pas changé complètement tous les dispositifs comme ça était prévu il y a 20 ans. Sauf en ce qui concerne quelques petites pièces après environ tous les 4 ans sur les batteries qui ne durent pas plus de 5 ans et certains petits équipements tels que filetage livraison.....etc.

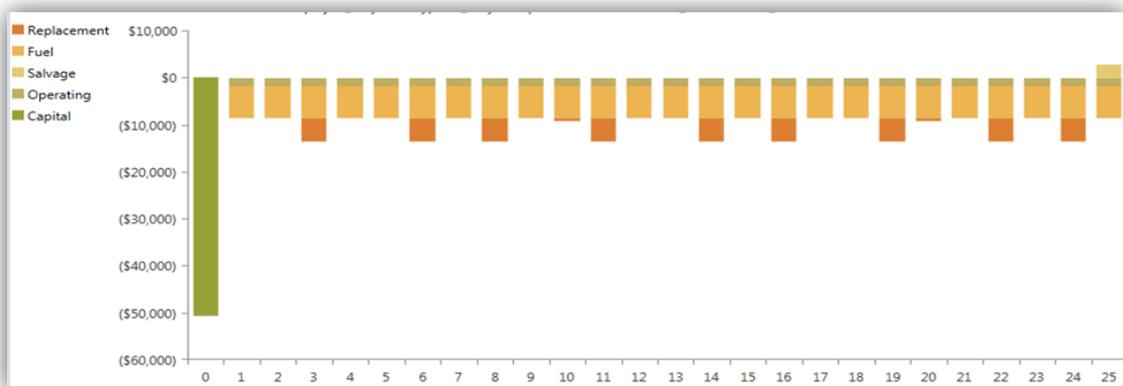


Fig. 5-11:Résumé des opérations et des remplacements pendant toute la durée de fonctionnement du système.

Par contre, quand on parle de résultats électriques obtenus. Nous constatons que le taux de production de l'énergie électrique obtenue à travers chacune des (PV) et (Générateur) est très proche de 64,7% soit (26,052 kWh/an), et 35.3% soit (14,215kWh/an) respectivement. Ainsi que la durée de fonctionnement prévue de (4390 h/an) et de (5686 h/an) respectivement.

Tel que les rayonnements solaires arrivés à leur plus haut niveau au mois de Juin (0.34) et chacun des mois (Mai, Juillet, Aout) qui étaient proches étant de la même saison. Le niveau de rayonnement le plus bas paraît durant le mois de Décembre, ce qui représente le milieu de l'hiver.

Tableau 18:Analyse des résultats du système (PV + GE) à (gaza).

Instruments	Taux de production	Quantité d'énergie	Durée de fonctionnement
PV	64,7%	26,052 KWh/an	4390 hrs/an
Groupe électrogène	35,3%	14,215 KWh/an	5686 hrs/an

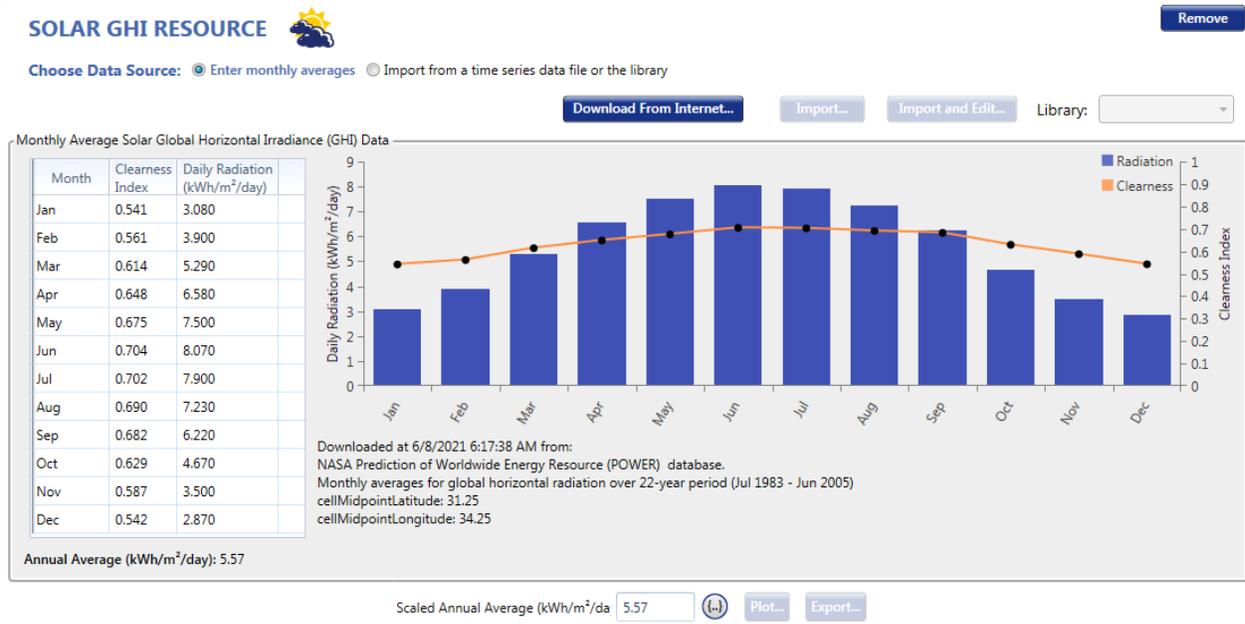


Fig. 5-12:Rayonnement solaire mensuel.

5.1.3 Interprétation des résultats de simulation (PV + éolienne +Ge)

On applique le dernier système qui s'appelle le système hybride, ce dernier est différent des deux systèmes qui passe par ce qu'il contient (PV, éolienne, générateur et batteries).

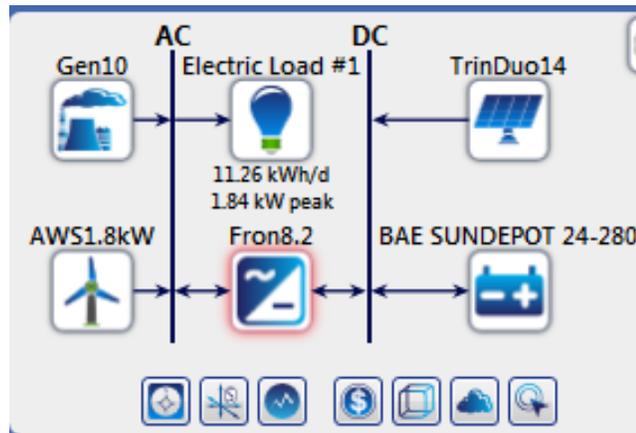


Fig. 5-13:Montage électrique du système hybride.

Les résultats globaux sont indiqués sur les tableaux suivants :

Architecture					Cost				System	Compare Economics		Gen10	TrinDuo14	AWS1.8kW
TrinDuo14 (kW)	AWS1.8kW	Gen10 (kW)	1kW LA	Fron8.2 (kW)	NPC (\$)	COE (\$)	Operating cost (\$/yr)	Initial capital (\$)	Ren Frac (%)	IRR (%)	Simple Payback (yr)	Hours	Production (kWh/yr)	Production (kWh/yr)
5.00	2		10	8.20	\$7,101	\$0.134	\$317.22	\$3,000	100				9,169	6,898
5.00	2		10	8.20	\$7,101	\$0.134	\$317.22	\$3,000	100				9,169	6,898
5.00	3		10	8.20	\$7,359	\$0.139	\$337.22	\$3,000	100				9,169	10,347
5.00	3		10	8.20	\$7,359	\$0.139	\$337.22	\$3,000	100				9,169	10,347
5.00	4		10	8.20	\$7,618	\$0.143	\$357.22	\$3,000	100				9,169	13,796
5.00	4		10	8.20	\$7,618	\$0.143	\$357.22	\$3,000	100				9,169	13,796
5.00	3	10.0	7	8.20	\$9,485	\$0.179	\$184.49	\$7,100	99.1			14.0	9,169	10,347
5.00	3	10.0	7	8.20	\$9,485	\$0.179	\$184.49	\$7,100	99.1			14.0	9,169	10,347
5.00	3	10.0	7	8.20	\$9,485	\$0.179	\$184.49	\$7,100	99.1			14.0	9,169	10,347
5.00	3	10.0	7	8.20	\$9,485	\$0.179	\$184.49	\$7,100	99.1			14.0	9,169	10,347
5.00	3	10.0	7	8.20	\$9,485	\$0.179	\$184.49	\$7,100	99.1			14.0	9,169	10,347
5.00	3	10.0	7	8.20	\$9,485	\$0.179	\$184.49	\$7,100	99.1			14.0	9,169	10,347
5.00	3	10.0	7	8.20	\$9,485	\$0.179	\$184.49	\$7,100	99.1			14.0	9,169	10,347
5.00	3	10.0	6	8.20	\$9,509	\$0.179	\$209.55	\$6,800	97.2			46.0	9,169	10,347
5.00	3	10.0	6	8.20	\$9,509	\$0.179	\$209.55	\$6,800	97.2			46.0	9,169	10,347

Fig. 5-14:Tableau de tous les résultats de calcul pour le système hybride.

Architecture						Cost				
	TrinDuo14 (kW)	AWS1.8kW	Gen10 (kW)	BAE SUNDEPOT 24-280	Fron8.2 (kW)	NPC (\$)	COE (\$)	Operating cost (\$/yr)	Initial capital (\$)	
	20.0	3		1	8.20	\$5,821	\$0.110	\$148.59	\$3,900	
	20.0	3	10.0	1	8.20	\$9,653	\$0.182	\$58.25	\$8,900	
	20.0	4	10.0		8.20	\$56,821	\$1.07	\$4,009	\$5,000	

Fig. 5-15: Résultat optimal pour le système hybride.

Cela est dû à la quantité du diesel combustible utilisé pendant une année de fonctionnement, où l'on estime à 31.1 L/an.

A partir de ce résultat, nous constatons que le système hybride idéal utilisé est celui qui contient :

- Solution 1: PV, éolienne, stockage

Cette solution comporte une 3 éolienne de puissance 1 KW, et 1 panneaux photovoltaïques de puissance 20 kW, 1 batteries de 24 V et un convertisseur de puissance 8.20 kW.

- Solution 2: PV, éolienne, générateur, stockage

Cette solution comporte une 3 éolienne de puissance 1 KW, et 1 panneaux photovoltaïques de puissance 20 kW, 1 batteries de 24 V, 1 générateur de 10 kW et un convertisseur de puissance 8.20 kW.

- Solution 3: PV, éolienne, générateur

Cette solution comporte une 4 éolienne de puissance 1 KW, et 1 panneaux photovoltaïques de puissance 20 kW, 1 générateur de 10 kW et un convertisseur de puissance 8.20 kW.

Le coût total estimé sur une année de travaux à tous les coûts du projet (capital, remplacement, O et M, fuel, salvage) est (5,820.89\$) Les résultats ont été répartis comme suit :

Nous trouvons que le coût le plus élevé dans le système utilisé qui est représenté par le prix de la base (capital) de (3,900.00\$) , après (remplacement) de (1,493.57\$) et (salvage) de (477.60\$).

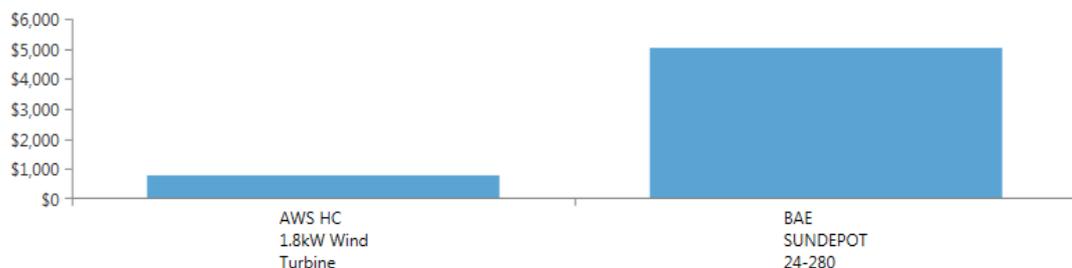


Fig. 5-16: Résumé des flux de trésorerie pour le système hybride.

Tableau 19:Analyse des résultats du système hybride à (Gaza).

Instruments	Taux de production	Quantité d'énergie	Durée de fonctionnement
PV	84.0%	36,675 KWh/an	4,390 hrs/an
Groupe électrogène	0.149%	65.0 KWh/an	26 hrs/an
Eolienne	15.8%	6,898KWh/an	7,317hrs/an

La quantité d'énergie électrique produite par les éoliennes est en moyenne d'environ 15,8 % de la quantité totale, soit 6 898 kWh/an. L'énergie produite par les cellules photovoltaïques est importante, estimée à 84 % de la quantité totale produite, soit 36,675 kWh/an, tandis que la quantité d'énergie produite par un groupe électrogène diesel est très faible environ 0.149%, sur la quantité totale, soit 65 kWh/an.

Tableau 20:Comparaison des résultats du projet dans les 3 systèmes.

Systemes	Total NPC	Production KWh/an
Pv + eolienne	11,494.06\$	12,187
Pv + GE	186,201.10\$	40,267
Pv + GE + eolienne	5,820.89\$	43,637

5.2 Analyse de l'émission

Beaucoup de villages éloignés à Gaza n'ont pas de l'électricité, et donc sont dans l'obligation de recourir au générateur diesel (GD).Lorsque j'ai utilisé le système hybride, j'ai remarqué que la quantité de gaz émis est comme suit :

Tableau 21:Quantité du gaz polluant émis par le (GD) à Gaza.

-1 Emissions		
Quantity	Value	Units
Carbon Dioxide	17,751	kg/yr
Carbon Monoxide	134	kg/yr
Unburned Hydrocarbons	4.89	kg/yr
Particulate Matter	8.14	kg/yr
Sulfur Dioxide	43.6	kg/yr
Nitrogen Oxides	153	kg/yr

C'est une très grande quantité de gaz polluants, environ dix fois ce que j'ai reçu en utilisant le système hybride de Gaza.

Tableau 22:Quantité du gaz polluant émis par le Système hybride à gaza.

Quantity	Value	Units
Carbon Dioxide	81.2	kg/yr
Carbon Monoxide	0.614	kg/yr
Unburned Hydrocarbons	0.0224	kg/yr
Particulate Matter	0.0372	kg/yr
Sulfur Dioxide	0.199	kg/yr
Nitrogen Oxides	0.698	kg/yr

Cela est dû à l'utilisation des panneaux solaires et des éoliennes qui sont des facteurs clés dans la réduction de ces quantités.

Conclusion

Les résultats et l'analyse du dimensionnement sont présentés dans ce chapitre, le logiciel Homer nous a permis de déterminer le système idéal qui peut être utile pour la ville de Gaza.

Conclusion

Générale

Conclusion générale

Les énergies renouvelables représentent une grande partie de notre avenir énergétique. Elles permettent le développement futur et sont une solution de nos problèmes énergétiques et environnementaux. Il existe plusieurs énergies renouvelables mais qui sont peu utilisées par l'Homme. Leur création est due aux changements climatiques et à la pollution et aux gaz échappés des industries et parmi ces énergies on trouve l'énergie photovoltaïque hybride.

L'étude est basée sur la récolte des informations concernant les différents paramètres des panneaux solaires, des éoliennes, des groupes électrogènes diesel et des types de batteries.

La première partie du travail « **la partie théorique** » présente une base théorique sur les généralités de systèmes photovoltaïque et des notions sur la simulation par HOMER PRO.

La partie pratique : Dédiée à présenter et étudier les trois systèmes, à déterminer leurs dimensions, et à découvrir quel système est le plus efficace d'entre eux en termes de quantité d'énergie produite à moindre coût.

Cette étude a révélé les résultats suivants :

- L'utilisation de l'énergie solaire ne nuit pas à l'environnement car il s'agit d'une énergie propre et renouvelable.
- L'énergie photovoltaïque hybride est indispensable dans notre vie quotidienne, en particulier dans les zones désertiques reculées.

En étudiant et en comparant les trois systèmes (premier système PV + éolienne, deuxième système Pv + Ge et troisième système PV + éolienne + Ge) en tant que système d'alimentation électrique, on conclue que le coût total d'exploitation net dans le troisième système est inférieur à celui des autres systèmes, ainsi que la productivité annuelle de l'énergie électrique dans ce système est plus élevée que dans les autres systèmes.

Références

Bibliographiq

ues

- [1] B .Equer « le pompage photovoltaïque manuel de cours », énergie solaire photovoltaïque, ellipses, 1993
- [2] K.Benlarbi”Optimisation Floue, neuronale et neuro-floue d’un système de pompage photovoltaïque entraînés par différents machines électrique » mémoire de Magister Université de Batna, 2003
- [3] Energie solaire photovoltaïque.doc / B. Flèche - D. Delagnes / juin 07.
- [4] (<http://www.energie-photovoltaïque-et-solaire.com/historique.html>) 21/05/2021
- [5] CHERRAHI Messaoud. «Étude de Caractéristique d'un Panneau Photovoltaïque ». Mémoire de Licence Académique, Département Génie Electrique. Université Echahid Hamma Lakhdar d'El Oued.
- [6]Helali Kamelia « Modélisation d’une cellule photovoltaïque : Étude comparative », Mémoire de magister, département d’électrotechnique, faculté du génie électrique,UMMTO 2012.
- [7] M.Djeroui Salim « Simulation d’un système photovoltaïque alimentant une machine asynchrone » université Abbes Ferhat de Sétif 2011.
- [8]:L.Baxerres, A.Michallet, C.Ramet; « Projet d’initiative personnelle « Le Microtrnsat » Partie électronique et énergétique .année 2005-2006.
- [9] http://www.photovoltaïque.guidenr.fr/II_1_constitution-module-photovoltaïque.php 26/05/2021
- [10] Systèmes PV_Polytech_Alain Ricaud_Oct-11.doc
- [11]http://www.photovoltaïque.guidenr.fr/II_1_constitution-module-photovoltaïque.php26/05/2021
- [12] LOUZAZNA Brahim, MADI Salim » Etude et caractérisation d'un panneau photovoltaïque type Condor » Université A.MIRA de Bejaia, Année 2014/2015
- [13] Les Dossiers Environnement de GAZACA «Les énergies renouvelables (partie II – L’énergie Solaire)» : Mai 2006 www.GAZACA.com
- [14] Contribution à l’optimisation, la gestion et le traitement de l’énergie, UNIVERSITÉ PAUL SABATIER – TOULOUSE III, Décembre 2003.
- [15] A. Guen, « contribution à l’étude des systèmes de télécommunications mobiles Alimentés par énergie solaire », mémoire de magister, Université de Tlemcen, février 1992.
- [16] <https://www.total.fr/ma-maison/solaire/panneaux-photovoltaïque-composition-fonctionnement> 27/06/2021
- [17] http://www.photovoltaïque.guidenr.fr/II_1_constitution-module-photovoltaïque.php 26/05/2021
- [18] Sofiane FELLOUAH, Siham MESBAHI, étude d’un système photovoltaïque connecte au réseau, université mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 15/07/ 2015.

- [19] M. BOUKLI-HACENE Omar. Conception et réalisation d'un générateur photovoltaïque muni d'un convertisseur MPPT pour une meilleure gestion énergétique. Mémoire de magister. Université ABOU BAKR BELKAID de Tlemcen, 2011.
- [20] Site Web « Ecolodis Solaire » :<https://www.ecolodis-solaire.com/conseils/panneau-solairephotovoltaïque-fonctionnement-et-description-les-différents-types-de-panneaux-solairesphotovoltaïques-1> 15/07/2021
- [21] J.A. Duffie and W.A. Beckman. « Solar Engineering of Thermal Processes ». Second Edition. A Wiley-Interscience Publication. pp. 91, 1991.
- [22] M. Arrouf «optimisation de l'ensemble onduleur, moteur et pompe branche sur un générateur photovoltaïque», mémoire de master, université de Constantine, 2008/2007.
- [24] **Areef Kassam–Field Implementation Manager**, HOMER Software Training Guide for Renewable Energy Base Station Design, MAY 2010, london,
- [25] <http://www.dsnsolar.com/info/7-most-popular-solar-pv-system-design-and-simu-35229172.html> CHINE, DS NEW ENERGIE. 02/07/2021
- [26], Homer energy, August 2016, USA, www.homerenergy.com,.
- [23] <https://fr.enfsolar.com/pv/panel-datasheet/crystalline/32627> 03/09/2021

Résumé

Étude de Faisabilité et Dimensionnement D'un Champ Photovoltaïque Hybride situé dans la ville de Gaza

Ce présent travail est principalement consacré à l'étude de la possibilité d'insertion ainsi que du dimensionnement d'un champ photovoltaïque hybride dans la région de Gaza. Une maison F3 de superficie de 70 m², consommant quotidiennement 5.28 kWh/jour située à khan Younes a été choisie. Trois systèmes photovoltaïques hybridés ont été proposés afin de déterminer le système le plus adéquat pour assurer la consommation en question en utilisant le logiciel HOMER. Les résultats obtenus montre que le système hybride optimal (photovoltaïque+ éolienne +groupe électrogène) est meilleur que les deux autres.

Mots clés : Photovoltaïque, Système hybride, HOMER, Groupe électrogène, Éoliennes.

Abstract

This present work is mainly devoted to studying the possibility of insertion as well as the sizing of a hybrid photovoltaic field in the area of Gaza. A 70 m² F3 house, consuming 5.28 kWh/day daily located in khan Younes was chosen. Three hybrid photovoltaic systems have been proposed in order to determine the most suitable system for the consumption in question using the HOMER software. The results obtained show that the optimal hybrid system (photovoltaic + wind + generator) is better than the other two.

Keywords: hybrid system, HOMER, photovoltaic, generator set, wind turbines.

ملخص

هذا العمل الحالي مكرس بشكل أساسي لدراسة إمكانية إدخال وكذلك تحديد حجم مجال الطاقة الكهروضوئية الهجين في منطقة غزة. تم اختيار منزل F3 بمساحة 70 متر مربع باستهلاك 5.28 كيلو واط. ساعة/يوم في خان يونس تم إقتراح ثلاثة أنظمة كهروضوئية هجينة من أجل تحديد أنسب نظام لضمان الاستهلاك المعني باستخدام برنامج HOMER . أظهرت النتائج أن النظام الهجين الأمثل (الكهروضوئية + التوربينات الهوائية + مجموعة المولدات) أفضل من النظامين الآخرين.

الكلمات المفتاحية: النظام الهجين ، HOMER ، الطاقة الكهروضوئية ، مجموعة المولدات ، توربينات الرياح.

Annexe

Annexe A

Annexe A.1

No. de Modèle	LNG 170W	LNG 175W	LNG 180W	LNG 185W
Garantie	5 Années			
Garantie de Puissance	10 ans à 90% de puissance sortie, 25 ans à 80% de puissance sortie			
Caractéristique Electrique (STC)				
Puissance Maximal (Pmax)	170 Wp	175 Wp	180 Wp	185 Wp
Tension à Puissance Maximal (Vmax)	35,6 V	35,4 V	35,8 V	36,2 V
Courant à Puissance Maximum (Cmax)	4,8 A	4,94 A	5,03 A	5,11 A
Tension Circuit Ouvert (Voc)	43,6 V	43,6 V	43,6 V	44,7 V
Courant Circuit Court (Isc)	5,35 A	5,45 A	5,58 A	5,58 A
Efficacité Module	13,6 %	14 %	14,4 %	14,8 %
Tolérance de Puissance (+)	+ 3 %	+ 3 %	+ 3 %	+ 3 %
Tolérance de Puissance (-)	- 3 %	- 3 %	- 3 %	- 3 %
Caractéristique de Température				
Coefficient Température (Pmax)	-0,45 %/°C			
Coefficient Température (Voc)	-0,36 %/°C			
Coefficient Température (Isc)	0,105 %/°C			
Caractéristiques Maximum				
Tension Maximale du Système	1000 V			
Caractéristiques Fusibles en Série	20 A			
Caracteristiques Matériel				
Dimension Module ?	1580x808x35 mm			
Poids	15 kg			
Type Cellule	Monocristallin			
Taille Cellule	125x125 mm			
Numéro Cellule	72			

Fig. 2-1 Fiche technique panneaux solaire photovoltaïque et Caractéristique du module [23].