

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**



Université Saad Dahleb de Blida
Faculté de technologie
Département des énergies renouvelables

**Projet De Fin d'Etudes
Pour L'obtention Du Diplôme De Master
En Energies Renouvelables
Option : Habitat Bioclimatique**

Thème

**Dimensionnement d'une installation solaire pour une
maison conventionnelle à la ville de Bouainan, Blida**

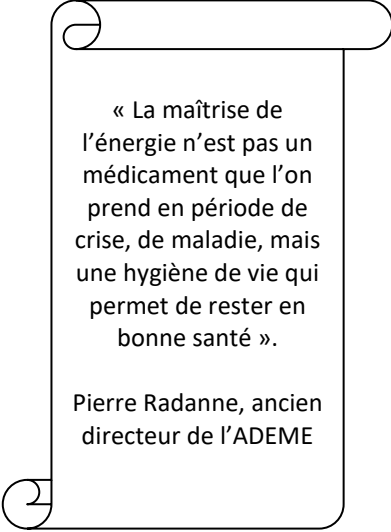
Promotrice :

AMROUCH Badia

Réalisé par :

YOUS Mohamed Ali

Année universitaire 2019/2020



« La maîtrise de l'énergie n'est pas un médicament que l'on prend en période de crise, de maladie, mais une hygiène de vie qui permet de rester en bonne santé ».

Pierre Radanne, ancien directeur de l'ADEME

Remerciements

*« Tout d'abord, je remercie Dieu le tout puissant de m'avoir donné
l'occasion de poursuivre mes études »*

*J'exprime mes sincères remerciements au Dr AMROUCHE Badia
de m'avoir aidé et guidé pour accomplir ce travail*

*Je remercie tous mes enseignants qui ont contribué à ma formation
depuis mes premiers jours à l'école jusqu'aujourd'hui.*

*Je remercie aussi les membres de jury, d'avoir accepté d'évaluer
mon travail et pour l'intérêt qu'ils ont manifesté pour ce mémoire.*

Dédicaces

Aucune dédicace ne sera à la hauteur pour exprimer ma gratitude et mon profond respect à toutes les personnes qui m'ont soutenu.

C'est avec grand honneur que je dédie ce travail :

A la sensibilité de ma mère,

A la justice de mon père,

A l'amour de mes frères et sœurs

A la fidélité de mes amis,

A l'effort de ma promotrice

*En la mémoire de Mme **Haddadi***

A tout le cadre administratif et pédagogique de l'USDB-1-

A mes généreux formateurs et professeurs qui ont fait de leur mieux pour m'instruire.

A tous ceux qui m'ont soutenu de près ou de loin,

A toute personne qui a contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Résumé

L'utilisation des technologies d'énergies renouvelables, a considérablement augmenté au cours des précédentes décennies. Des technologies autrefois considérées comme étranges ou exotiques sont maintenant devenues des réalités commerciales qui représentent des alternatives rentables aux systèmes conventionnels à combustibles fossiles qui sont associés à des problèmes d'émissions de gaz à effet de serre, de coûts d'opération élevés et de pollution locale.

L'objectif de cette étude est de connaître l'une de ces technologies : le système photovoltaïque et de définir ces organes une par une.

L'électricité photovoltaïque est obtenue par la transformation directe de la lumière du soleil en électricité, au moyen d'un système photovoltaïque.

Le but de ce travail est consacré à présenter différentes méthodes analytiques de dimensionnement d'un système PV en comparant avec la simulation par logiciel PVSYST.

Mots clés :

Energie renouvelable, technologie, combustibles fossiles, gaz à effet de serre, système photovoltaïque, système autonome, site isolé.

Abstract

The use of renewable energy technologies has increased dramatically in the previous decades. Technologies once considered strange or exotic have now become commercial realities that represent cost-effective alternatives to conventional fossil fuel systems that are associated with greenhouse gas emissions, high operating costs and local pollution.

The objective of this study is to get to know one of these technologies: the photovoltaic system is to define these organs one by one.

Photovoltaic electricity is obtained by the direct transformation of sunlight into electricity, by means of a photovoltaic system.

The aim of this work is to present different analytical methods of sizing a PV system by comparing with PVSYST software simulation.

Key words:

Renewable energy, technology, fossil fuel, greenhouse gas effect, photovoltaic system, autonomous system, isolated sites.

ملخص

ملخص

ازداد استخدام تقنيات الطاقة المتجددة بشكل كبير في العقود السابقة. أصبحت التكنولوجيات التي كانت تعتبر في الماضي غريبة حقائق تجارية تمثل بدائل فعالة من حيث التكلفة لأنظمة الوقود التقليدية والتي لها علاقة مباشرة بانبعثات غازات الدفيئة وارتفاع تكاليف تشغيل الأنظمة كذا التلوث المحلي.

الهدف من هذه الدراسة هو التعرف على واحدة من هذه التقنيات: النظام الكهروضوئي ثم تعريف أعضاء هذا النظام الواحدة تلو الأخرى.

إنتاج الكهرباء يتم بواسطة تحويل ضوء الشمس إلى كهرباء بواسطة ما يسمى بالنظام الكهروضوئي.

الهدف من هذا العمل هو تقديم مختلف الطرق التحليلية لحساب المنظومة الكهروضوئية ومقارنتها مع طريقة عددية للمحاكاة ببرنامج PVSYST

كلمات مفتاحيه:

طاقات متجددة،تكنولوجيا،أنظمة الوقود،غازات الدفيئة،النظام الكهروضوئي،الأنظمة المستقلة،المواقع

المنعزلة

Nomenclatures

h : Constante de Planck ($6.62.10^{-34}$ j.s).
 E_g : Energie de la bande interdite (eV).
 S : Surface du module photovoltaïque (m^2).
 E : Eclairement (W/m^2).
 R_{Se} : Résistance série équivalente (Ω).
 R_{Pe} : Résistance parallèle équivalente (Ω).
 A : Le facteur d'idéalité de la jonction.
 I_{ph} : Le photo-courant (A).
 I_0 : Courant de saturation (A).
 R_p : Résistances parallèle shunt. (Ω)
 R_s : Résistance série (Ω).
 T_c : Température de jonction ($^{\circ}K$).
 G_0 : L'éclairement de référence (1000 W/m^2).
 T_0 : La température de référence (298 $^{\circ}K$).
 I_{cc} : Le courant de court-circuit (A).
 V_{co} : La tension de circuit ouvert (V).
FF: Facteur de forme.
 N_s : Nombre de modules dans le panneau en série.
 N_p : Nombre de modules dans le panneau en parallèle.
 P_m : La puissance maximale produite PV (W).
 V_m : Tension qui correspond à la puissance maximale (V).
 I_m : Courant qui correspond à la puissance maximale (A).
 V_{CO} : La tension à circuit ouvert de référence (V).
 V_{op} : Tension optimale (V). I_{op} : Courant optimum (A).
 V_{co} : Tension à circuit ouvert (V).
 I_{cc} : Courant de court-circuit (A).

Abréviations :

PV : Photovoltaïque
Si : Silicium
GPV : Générateur Photovoltaïque
PPM : Point de Puissance Maximum
FF : Facteur de Forme
MPPT : Maximum Power Point Tracker
CC : Courant Continu
CA : Courant Alternatif

Sommaire

Remerciement	
Dédicaces	
Résumé	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Nomenclatures	
Introduction générale	

Chapitre I

I.1	Introduction	18
I.2.	La performance énergétique	18
I.2.1.	L'efficacité énergétique	18
I.2.2.	Efficacités énergétique active et passive	18
I.2.3.	Le rapport entre performance énergétique et efficacité énergétique	19
I.2.4.	L'isolation.....	19
I.2.5.	L'impact sur la nature :.....	19
I.3.	Le confort thermique	20
I.2.1.	Le confort hiver	20
I.2.2.	Le confort d'été	21
I.4.	Energies renouvelables dans les logements	21
I.4.1.	La production d'électricité grâce aux énergies renouvelables dans l'habitat individuel	22
I.4.1.1.	L'énergie éolienne.....	22
I.4.1.2.	L'hydroélectricité.....	23
I.4.1.3.	Energie Solaire :.....	24
I.4.2.	La production de chaleur grâce aux énergies renouvelables dans l'habitat individuel	30
I.4.2.1.	L'énergie solaire photovoltaïque.....	30
I.4.2.2.	La géothermie :.....	34
I.4.2.3.	La biomasse :	34
I.4.3.	Stockage de l'énergie	34
I.4.3.1.	Le stockage d'électricité	35
I.4.3.2.	Stockage de la chaleur.....	35

I.4.3.3. Critères de choix de la technologie de stockage	36
I.5. Conclusion	36

Chapitre II

II.1. Introduction	38
II.2. Composition d'un système PV	38
II.2.1. Panneaux photovoltaïques	38
II.2.2. Batteries.....	39
II.2.3. Onduleur.....	39
II.2.4. Régulateur	40
II.2.5. Accessoires.....	40
II.3. Types de raccordements des systèmes PV	40
II.3.1. Autonome	40
II.3.2. Raccordé au réseau	41
II.3.3. Système hybride	42
II.4. Méthodes du dimensionnement	42
II.4.1. Méthode de la probabilité d'erreur dans la consommation	42
II.4.2. Dimensionnement du moyen annuel	42
II.4.3. Méthode LPSP	43
II.4.4. Méthode simplifiée	43
II.5. Les étapes du dimensionnement	43
II.6. Définition du logiciel de la simulation (PVSYs)	47
II.7. Modélisation d'un système pv.....	48
II.7.1. Courant de court-circuit I_{CC}	48
II.7.2. Tension de circuit-ouvert V_{CO}	48
II.7.3. Puissance maximale P_m	49
II.7.4. Rendement de conversion d'énergie	50
II.7.5. Module photovoltaïque.....	50
II.8. Conclusion	50

Chapitre III

III.1. Introduction :	52
III.2. Présentation de la maison :	52
III.2.1. Architecture :	52
III.2.2. Position géographique :	53

Sommaire

III.2.3. Profil de charge :.....	53
III.3. Dimensionnements de l'installation PV par la méthode simplifiée.....	55
III.3.1. Calcul du nombre des panneaux photovoltaïques :	55
III.3.2. Calcul du nombre de batteries	56
III.3.3. Choix de l'onduleur	56
III.3.4. Calcul de la section des câbles	57
III.4. Conception et dimensionnement de l'installation PV par logiciel	57
III.4.1. Données météorologiques du site	57
III.4.2. Trajectoire du soleil	58
III.4.3. Orientation des modules PV	59
III.4.4. Schéma de l'installation PV	60
III.5. Résultats de simulation	61
III.5.1. Besoins électriques	61
III.5.2. Simulation des équipements énergétiques	62
III.5.2.1. Batteries	62
III.5.2.2. Modules et onduleurs	63
III.5.3. Rapport de simulation.....	63
III.6. Discussion.....	67
III.7. Conclusion	68

Conclusion générale

Références

Liste des figures

Chapitre I

Figure I. 1 Schéma explicatif des précautions à prendre pour assurer un confort d'été	21
Figure I. 3 Exemple d'installation d'éolienne hybride	23
Figure I. 4 Principe de fonctionnement	24
Figure I. 5 la définition de la masse d'air	25
Figure I. 6 les Composantes du rayonnement solaire au sol	26
Figure I. 7 les coordonnées terrestres d'un lieu donné.....	26
Figure I. 8 la trajectoire du soleil	28
Figure I. 9 l'inclinaison du panneau	28
Figure I. 10 Moyenne annuelle de l'énergie reçue en Algérie.....	30
Figure I. 11 La cellule PV	31
Figure I. 12 Les deux types de systèmes solaires combinés	32
Figure I. 13 Fonctionnement d'un CESI	33
Figure I. 14 Les critères se choix de la technologie de stockage	36

Chapitre II

Figure II. 1panneau-solaire-monocristallin-victron-305w	38
Figure II. 2 Batterie de 150 Ah/12V	39
Figure II. 3 Onduleur de 1000W.....	39
Figure II. 4 régulateur de charge.....	40
Figure II. 5 Schéma de principe d'installation de système autonome [14]	41
Figure II. 6 Structure d'un système PV raccordé au réseau.....	41
Figure II. 7 system hybride.....	42
Figure II. 8Interface de logiciel PVSYST.....	48
Figure II. 9 Puissance maximum d'une cellule PV.....	49

Chapitre III

Figure III. 1Plan de la maison	52
Figure III. 2 Position de la maison.....	53
Figure III. 3 Données météorologiques du site.....	58
Figure III. 4 Trajectoire du soleil.....	59
Figure III. 5 Orientation des modules PV	59
Figure III. 6 Schema de l'instalation PV.....	60
Figure III.7 les besoins électriques.....	61
Figure III. 8 Choix des batteries.....	62
Figure III. 9 simulation des onduleurs et modules	63
Figure III. 10 Rapport de la simulation.....	64
Figure III. 11 Production normalisée (en kWp installée)	65
Figure III. 12 le ratio de performance et la fraction solaire.....	65
Figure III. 13 Bilan de puissance.....	66

Liste des figures

Chapitre III

Tableau I. 1 Le porentiel d'energie solaire en algerie.....	29
Tableau I. 2 Evolution du rendement des panneaux solaires selon l'orientation	31
Tableau I. 3 Stockage électrique	35
Tableau I. 4 Stockage thermique	35

Chapitre III

Tableau III. 1 Profil de charge	54
Tableau III. 2 principaux résultats.....	66

Introduction

Introduction générale

A notre époque, et sans électricité, la vie quotidienne serait difficilement envisageable, il est donc nécessaire de savoir la produire de manière efficace et continue. Pour répondre à la consommation croissante d'électricité, il a fallu inventer et construire des usines (centrales électriques) capables de produire de l'électricité en grande quantité. Une fois le courant produit, il doit être amené jusque chez le consommateur. Dans un pays, le Transport et la Distribution Publique assurent le transit de l'énergie électrique entre les points de production et les points de consommation.

Et avec le développement de centrales d'électricité décentralisées, le réseau de distribution actuel doit être repensé afin de ne pas mettre en péril le développement des EnR. Régulation et répartition seront les maîtres mots de cette évolution. Le développement des énergies renouvelables notamment l'éolien et le solaire photovoltaïque va de pair avec une multiplication des sources de production d'électricité. Avec le solaire photovoltaïque par exemple, les particuliers auparavant simples consommateurs peuvent désormais devenir producteurs d'électricité. La politique actuelle n'étant pas d'auto consommer cette électricité mais de l'insérer sur le réseau, chaque installation doit s'y connecter

Or, jusqu'à présent les réseaux ont été conçus de manière à transporter l'électricité produite de façon concentrée dans des centrales de grande puissance et de la distribuer pour être consommée par des millions de consommateurs, particuliers ou entreprises. Cette décentralisation de la production liée aux EnR va donc demander de nouvelles fonctionnalités et induire une complexification du système. L'enjeu est de taille car s'il n'est pas relevé, il pourrait fortement gêner le développement des énergies renouvelables.

Et aujourd'hui, les systèmes photovoltaïques sont de plus en plus souvent raccordés au réseau électrique. Ils permettent à un ménage de produire une partie de son électricité de manière propre et d'injecter la production d'électricité excédentaire sur le réseau.

Introduction générale

Dans le 1er Chapitre nous présentons la généralité sur les performances énergétique et le confort thermique. Puis, en passera aux différentes énergies renouvelables et leur utilisation dans l'habitation et le stockage de ces énergies.

Dans le 2em Chapitre nous présentons la généralité sur système PV, en commencer par la cellule photovoltaïque, et le principe de fonctionnement de système PV, avec les applications et les caractéristiques électrique de système.

Dans le 3ème Chapitre nous présentons la description d'installation photovoltaïque, avec les différents types d'utilisation, et la modélisation de système PV, le raccordement réseau électrique, et en terminer le chapitre par La simulation de système PV avec les descriptions des résultats, et en terminer les études par une conclusion générale.

Et en finira par une conclusion générale.

Chapitre I

Chapitre I

I.1 Introduction

L'évolution de la technologie et du mode de vie nous permet aujourd'hui de prévoir des logements mieux adaptés. De plus, La majorité des individus passent beaucoup de leur temps à domicile surtout les vieux ou les handicapés, donc le sentiment de sécurité et de confort dans l'habitat apparaît comme une tâche d'une grande importance sociale.

Dans ce chapitre nous allons vous introduire à la maison intelligente à haute performance énergétique et aux stratégies qu'on va suivre à fin de diminuer au maximum la consommation énergétique du bâtiment.

I.2. La performance énergétique

La performance énergétique d'un logement correspond à la quantité d'énergie consommée ou estimée dans le cadre d'une utilisation normale du bâtiment. Elle inclut notamment l'énergie utilisée pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire, le refroidissement (éventuellement), la ventilation et l'éclairage. Plus la quantité d'énergie nécessaire est faible, meilleure est la performance énergétique de votre logement. La performance énergétique d'un logement est liée à l'efficacité énergétique de chacun de vos équipements, ainsi qu'à l'usage que vous en faites au quotidien : votre comportement est donc essentiel pour optimiser la performance énergétique de votre habitat. [1]

I.2.1. L'efficacité énergétique

L'efficacité énergétique est le rapport entre l'énergie directement utilisée (dite énergie utile) et l'énergie consommée (en général supérieure du fait des pertes). [1]

I.2.2. Efficacités énergétique active et passive

- L'efficacité énergétique active touche à la régulation, la gestion de l'énergie, la domotique et la Gestion Technique du Bâtiment.

- L'efficacité énergétique passive se rapporte à l'isolation, la ventilation et aux équipements de chauffage. [1]

Chapitre I

I.2.3. Le rapport entre performance énergétique et efficacité énergétique

Il n'y a pas de performance énergétique sans l'efficacité énergétique.

La notion de performance énergétique vise le confort thermique avec une exploitation annuelle optimisée des énergies consommées. L'intégration des énergies renouvelables, le solaire thermique et photovoltaïque, la pompe à chaleur, le puits canadien, octroie une performance énergétique meilleure, tout comme les générateurs et chaudières à haut rendement et les émetteurs de chauffage basse température comme le plancher chauffant, ainsi que les dispositifs de régulation et programmation. [1]

I.2.4. L'isolation

Dans un bâtiment mal isolé, les déperditions thermiques sont importantes et engendrent des consommations d'énergie immenses pour le chauffage des pièces et de l'eau chaude sanitaire en hiver voire le recours à la climatisation en été. En plus des économies énergétiques directes, l'isolation thermique alliée à une bonne ventilation réduit les coûts d'entretien et les risques d'humidité et augmente la durée de vie de la maison.

I.2.5. L'impact sur la nature :

Il s'agit de la conception bioclimatique qui consiste à mettre à profit les conditions climatiques favorables tout en se protégeant de celles qui sont indésirables, ceci afin d'obtenir le meilleur confort thermique. Elle utilise l'énergie solaire disponible sous forme de lumière ou de chaleur, afin de consommer le moins d'énergie possible pour un confort équivalent.

En période froide, une architecture bioclimatique favorise les apports de chaleur gratuits, diminue les pertes de chaleur et assure un renouvellement d'air suffisant. En période chaude, elle réduit les apports caloriques et favorise le rafraîchissement.

Mais c'est avant tout la première étape dans un projet de construction qui aboutira à la réalisation d'un bâtiment très performant tout en soignant le confort de ses occupants. [2]

La nature du projet a un lien direct avec la localisation du terrain. Il faut donc choisir le meilleur endroit possible pour s'installer. Dans un secteur rural, la maison peut comporter un jardin intégré au paysage et être éloignée du voisinage mais les coûts de raccordement à

Chapitre I

l'électricité, au gaz ou à la voirie sont plus importants qu'en secteur urbain. L'existence ou non de voies d'accès est à intégrer car leur réalisation représente un surcoût.

I.3. Le confort thermique

Le rayonnement solaire s'accompagne de chaleur. Cet apport supplémentaire est très agréable en hiver mais peut devenir gênant en été en raison des phénomènes de surchauffe.

I.2.1. Le confort hiver

Pour profiter au maximum des apports solaires passifs, l'architecture bioclimatique remplit les fonctions suivantes : capter, stocker, distribuer et réguler la chaleur.

Capter la chaleur solaire grâce au zonage, à une bonne orientation, l'utilisation de matériaux appropriés à fin de créer l'effet de serre et l'utilisation de couleurs absorbantes.

Stocker la chaleur par :

- L'architecture et l'agencement des pièces adaptées,
- Le bâtiment soit isolé de manière optimal,
- Etanche à l'air,
- Les matériaux de construction soient lourds et massifs afin de stocker la chaleur et d'atténuer les fluctuations de températures.

Dans les climats tempérés, l'inertie du bâtiment doit être importante pour pouvoir profiter au mieux de l'énergie solaire.

Une fois la chaleur captée et emmagasinée, il faut la restituer. Pour cela, l'aménagement de la maison est très important : il faut que les pièces principales aient un accès à la façade sud, source de chaleur (comme dans la figure2-3). La chaleur se propage ensuite vers les pièces orientées au nord. Les pièces doivent être disposées en conséquence : celles ayant des besoins de chauffage moindres ou discontinues comme le garage, la salle de bain, les toilettes sont placées au nord de la maison.

La régulation est assurée de manière passive par l'inertie thermique des matériaux et par la ventilation

Chapitre I

I.2.2. Le confort d'été

Pour obtenir un confort thermique satisfaisant en été, il faut se protéger des apports solaires trop importants et minimiser les surchauffes d'échange. Il ne faut pas que les dispositions prises pour le confort d'hiver deviennent une source d'inconfort en été. Les masques et protections solaires naturels ou artificiels au niveau de la façade sud limitent la pénétration du rayonnement et évitent les surchauffes. Dans le but d'éviter les surchauffes, il est nécessaire d'avoir :

- Des ouvertures vitrées comme les fenêtres, vérandas ou encore serres qui récupèrent la chaleur en laissant pénétrer le rayonnement solaire,
- Se protéger du soleil en ajoutant des masques et des protections solaires,
- Dès que le soleil éclaire les fenêtres, baisser volets ou stores,
- Dès que la température extérieure dépasse celle du logement, fermer aussi les fenêtres,

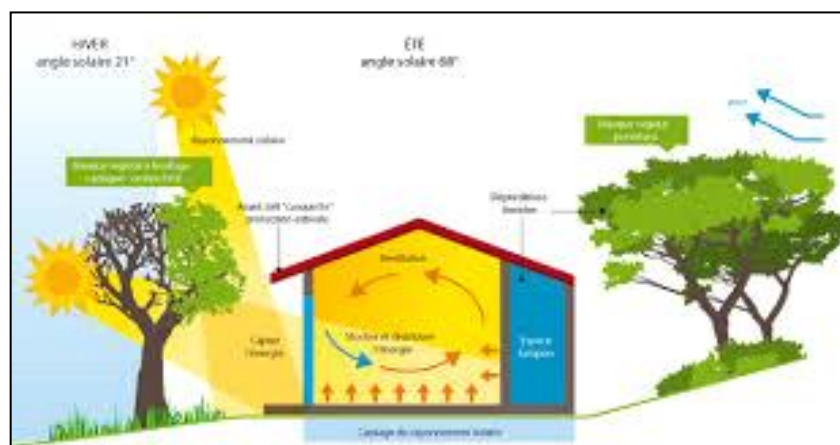


Figure I. 1 Schéma explicatif des précautions à prendre pour assurer un confort d'été [3]

- Créer une circulation d'air le soir en ouvrant les fenêtres sur deux façades différentes ou en ouvrant les fenêtres de l'étage créant ainsi un effet cheminé efficace,
- Privilégier la verdure.

I.4. Energies renouvelables dans les logements

L'utilisation des énergies renouvelables a des conséquences positives à long terme pour le climat, aussi leur utilisation accrue réduit la dépendance aux importations, augmentant ainsi la sécurité de l'approvisionnement et réduisant les risques de la dépendance énergétique.

En fonction de la situation géographique, plusieurs types d'énergies renouvelables sont utilisables : l'éolien, la biomasse, l'hydraulique, le solaire (photovoltaïque et thermique) et la

Chapitre I

géothermie.

Dans ce chapitre, nous allons vous introduire aux énergies renouvelables, dimensionnement et les technologies de stockages.

Les énergies renouvelables sont des énergies disponibles, propres et inépuisables qui limitent les impacts environnementaux notamment l'effet de serre. Leurs développements technologiques actuels fournissent diverses solutions pour la production d'énergie.

I.4.1. La production d'électricité grâce aux énergies renouvelables dans l'habitat individuel

Produire de l'électricité à partir de sources renouvelables est intéressant en sites isolés en raison des coûts élevés de raccordement au réseau électrique mais il est également possible de réinjecter l'électricité produite dans le réseau. L'électricité d'origine renouvelable n'est pas très répandue en raison du coût d'investissement qui engendre un temps de retour très long. [4]

I.4.1.1. L'énergie éolienne

Une éolienne fonctionne sur le même principe qu'une dynamo. Le vent entraîne la rotation des pales. L'énergie mécanique produite est convertie en énergie électrique via un alternateur. L'électricité produite peut être réinjectée dans le réseau ou stockée dans des batteries pour être restituée selon les besoins. Techniquement et économiquement, la première solution est la plus pertinente sauf s'il s'agit d'un site isoler. Une éolienne produit de l'énergie de jour comme de nuit mais il faut que le lieu soit suffisamment exposé au vent.

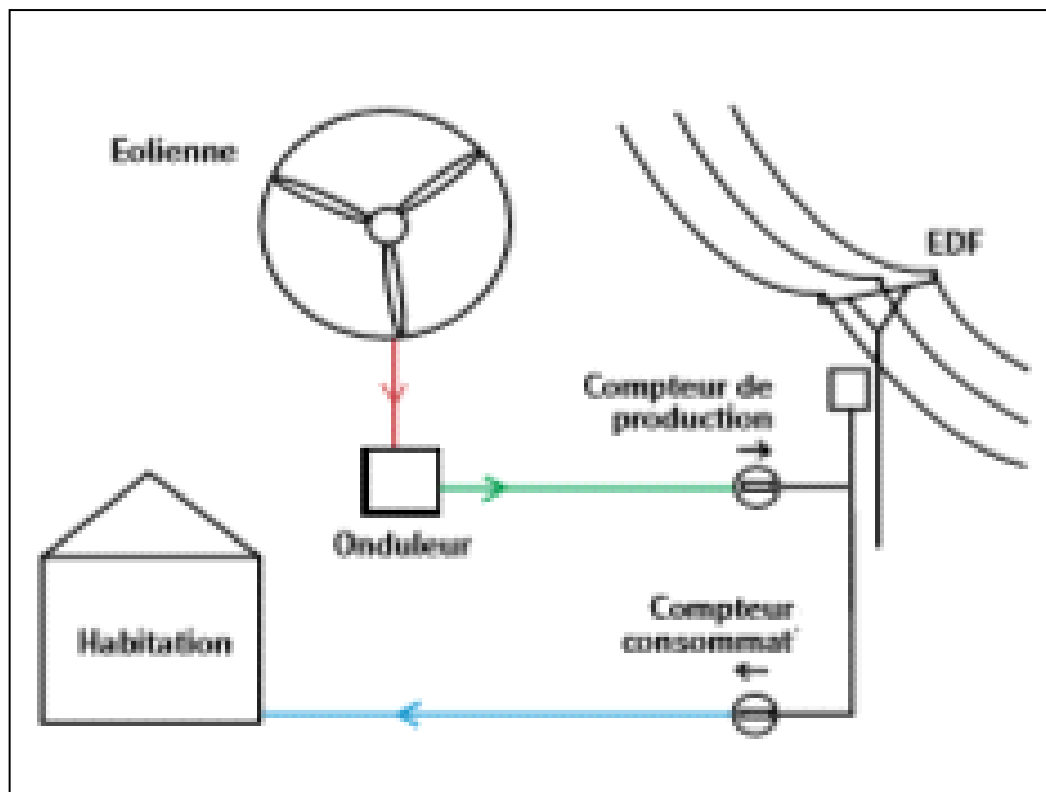


Figure I. 2 Exemple d'installation d'éolienne hybride

Cette énergie ne constitue qu'une énergie d'appoint en raison de l'intermittence de la production. Elle est, le plus souvent, utilisée pour des sites isolés non raccordés au réseau électrique en alternance avec des modules photovoltaïques. Un permis de construire est obligatoire pour l'installation d'éoliennes de plus de 12 mètres de hauteur. [4]

I.4.1.2. L'hydroélectricité

L'énergie hydraulique est l'énergie engendrée soit par une chute d'eau entre deux niveaux soit par le mouvement de masses d'eau coulant le long de pentes naturelles.

L'eau actionne une turbine reliée à un alternateur qui génère l'électricité. La puissance produite dépend de la hauteur de chute et du débit de l'eau.

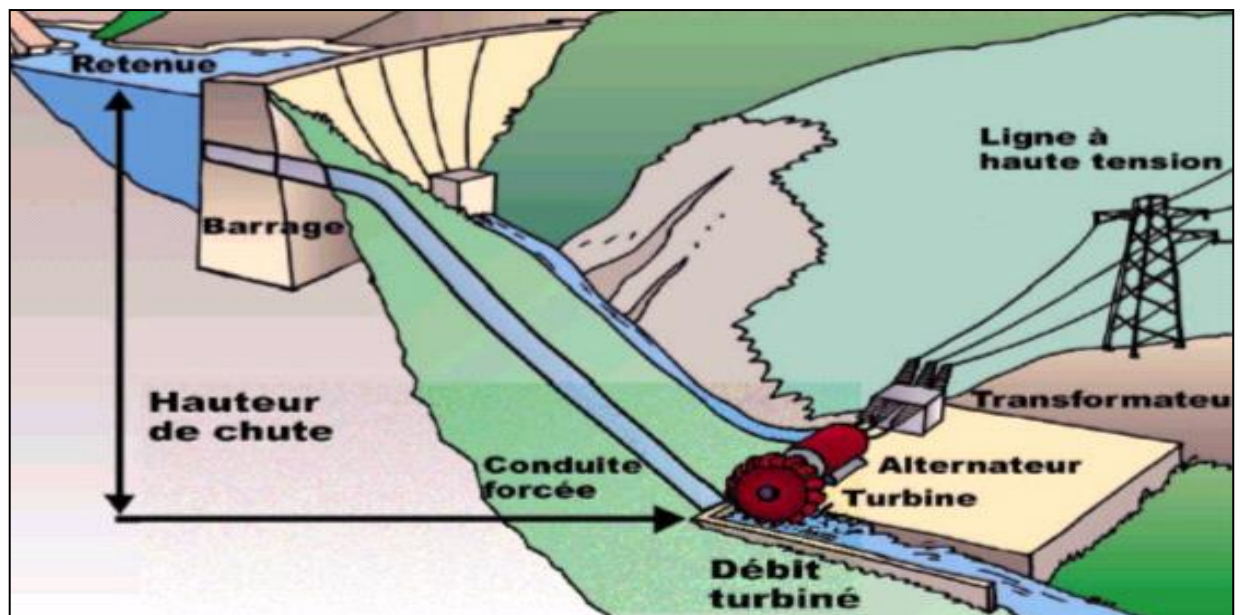


Figure I. 3 Principe de fonctionnement [4]

Les particuliers peuvent seulement exploiter des microcentrales, c'est-à-dire des centrales hydrauliques d'une puissance inférieure à 12 MW. Au-delà d'une telle puissance, seules des sociétés sont autorisées à les exploiter.

Le fonctionnement de la turbine et de l'alternateur étant source de nuisances sonores, la microcentrale doit être située dans un bâtiment bien isolé phonétiquement. En général, ce type d'énergie est utilisé pour les sites isolés en raison des contraintes et du coût d'installation. [6]

I.4.1.3. Energie Solaire :

L'énergie solaire atteignant une surface donnée dépend directement de l'orientation de celle-ci et de la position du soleil. Pour récupérer un maximum d'énergie en provenance du soleil, il est nécessaire d'orienter au mieux le récepteur par rapport aux rayons lumineux. La connaissance de la position du soleil en fonction du temps est donc fondamentale.

a. L'énergie solaire dans l'espace (hors atmosphère)

Le soleil décharge continuellement une énorme quantité d'énergie radiante dans le système solaire, la terre intercepte une toute petite partie de l'énergie solaire rayonnée dans l'espace. Une moyenne de 1367 watts atteint chaque mètre carré du bord externe de l'atmosphère terrestre c'est ce que l'on appelle la constante solaire égale à 1367W/m^2 [15].

Chapitre I

b. Gisement solaire disponible à la surface de la terre

La part d'énergie reçue sur la surface de la terre dépend de l'épaisseur de l'atmosphère à traverser. Celle-ci est caractérisée par le nombre de masse d'air AM.

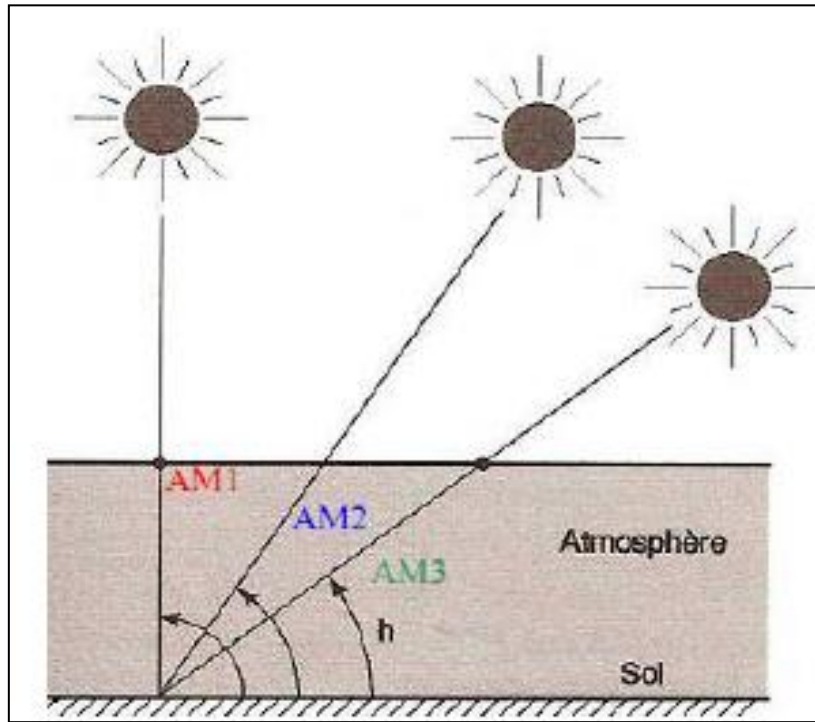


Figure I. 4la définition de la masse d'air

Le rayonnement qui atteint le niveau de la mer à midi dans un ciel clair est de 1000 W/m² et est décrit en tant que rayonnement de la masse d'air "1" (ou AM1).

c. Composants du rayonnement

En traversant l'atmosphère, le rayonnement solaire est absorbé et diffusé.

Au sol, on distingue plusieurs composantes [16]:

- Rayonnement direct : Le rayonnement direct est reçu directement du soleil, sans diffusion par l'atmosphère.
- Rayonnement diffus : Le rayonnement diffus est constitué par la lumière diffusée par l'atmosphère (air, nébulosité, aérosols).
- Albédo : L'albédo est la partie réfléchi par le sol.

Chapitre I

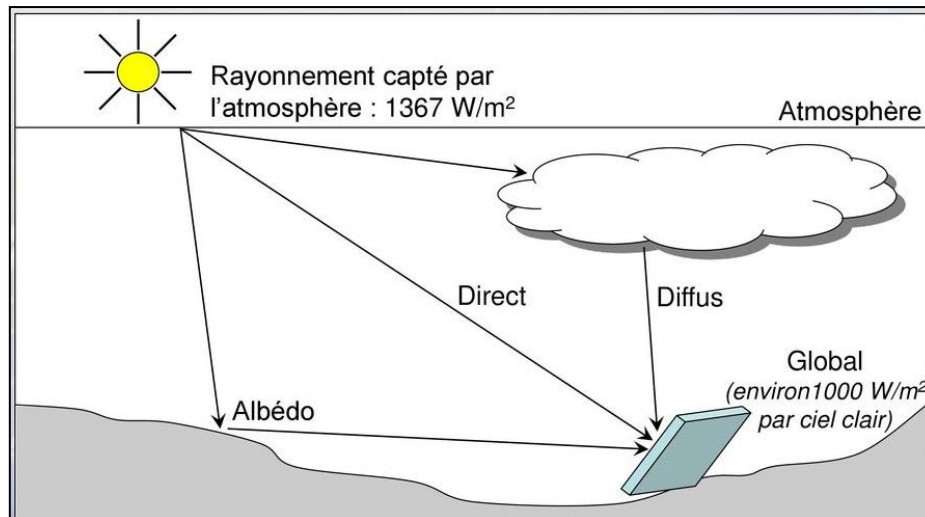


Figure I. 5 les Composantes du rayonnement solaire au sol : Global = direct + diffus + albédo

Notons enfin que le rayonnement direct sur un plan horizontal est toujours inférieur au rayonnement dans le plan perpendiculaire au soleil. Par contre, le rayonnement diffus peut être supérieur car le plan horizontal "voit" une plus grande part de la voûte céleste.

d. Paramètres de position :

Tout point sur la surface terrestre peut être repéré par ses coordonnées géographiques qui sont : la longitude, la latitude, ainsi que par son altitude.

L'équateur est une ligne fictive de séparation entre l'hémisphère nord et l'hémisphère sud, définie par un plan perpendiculaire à l'axe des pôles. Le méridien est le plan du lieu passant par l'axe des pôles.[16]

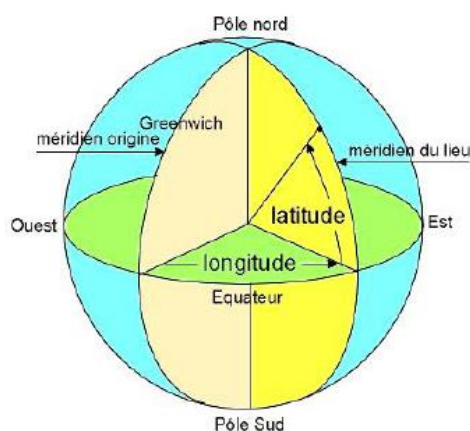


Figure I. 6 les coordonnées terrestres d'un lieu donné

Chapitre I

➤ **Longitude**

La longitude (λ) d'un lieu correspond à l'angle formé par deux plans méridiens (passant par l'axe des pôles), l'un étant pris comme origine (méridien de Greenwich 0°) et l'autre déterminé par le lieu envisagé. La longitude d'un lieu peut être comprise entre -180 et 180° . A tout écart de 1° de longitude correspond à un écart de 4 minutes de temps.

On affecte du signe (+) les méridiens situés à l'Est de ce méridien, et du signe (-) les méridiens situés à l'Ouest.

➤ **Latitude**

L'angle (φ) de latitude est l'angle entre une ligne tracée d'un point sur la surface de la terre avec le centre de cette dernière, et le cercle équatorial de la terre. L'intersection du cercle équatorial avec la surface de la terre forme l'équateur et est indiquée en tant que latitude de 0° , le pôle nord par la latitude $+90^\circ$ et le pôle sud par la latitude -90° . Par convention, le signe (+) est affecté à tous les lieux de l'hémisphère nord et le signe (-) à tous les lieux de l'hémisphère sud. La latitude d'un lieu peut être comprise entre -90° et $+90^\circ$.

➤ **Altitude**

L'altitude d'un point correspond à la distance verticale en mètre entre ce point et une surface de référence théorique (niveau moyen de la mer).

➤ **Trajectoire du soleil**

Pour un observateur situé sur la surface de la terre, le soleil décrit une trajectoire apparente qui dépend de la latitude et la longitude du lieu où il se trouve, comme la figure ci-dessous, Les journées estivales allongent à mesure qu'on s'éloigne de l'équateur, et le soleil est plus bas au midi solaire. Les journées d'hiver sont également plus courtes, et le soleil encore plus bas qu'à l'équateur :

Chapitre I

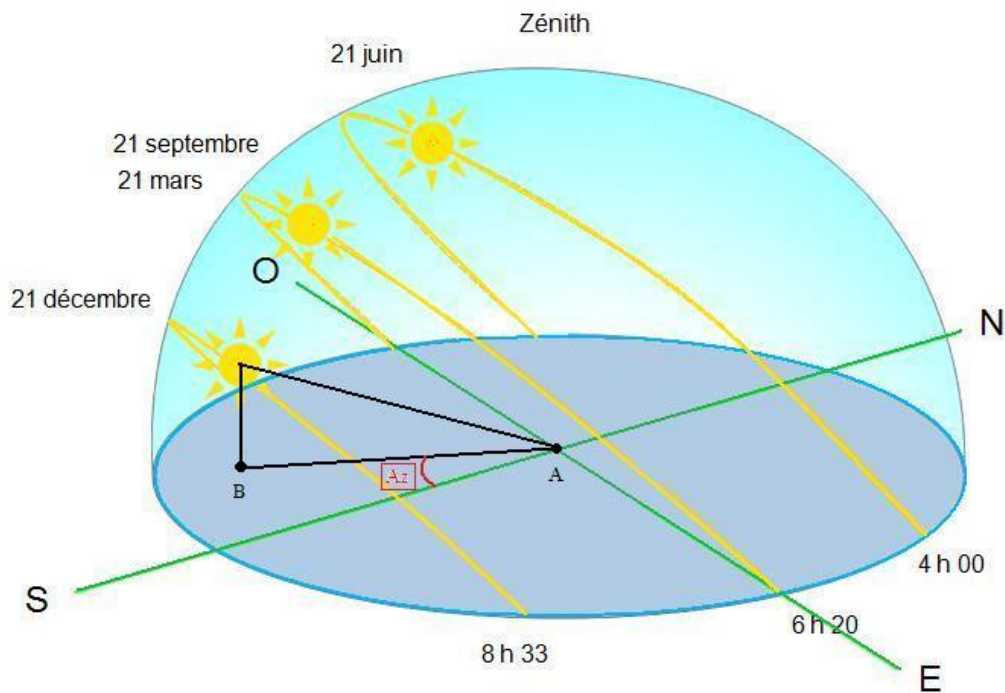


Figure I. 7la trajectoire du soleil

e. Choix de l'inclinaison des modules :

Pour que les modules produisent un maximum d'énergie, il faut que leur surface soit perpendiculaire aux rayons solaires. On doit donc incliner les modules pour qu'ils soient face au soleil. La valeur d'inclinaison correspond à l'angle que font les modules avec l'horizontale. Comme il est difficile de modifier plusieurs fois dans l'année l'inclinaison des modules, on choisit généralement une valeur moyenne sur l'année. [18]

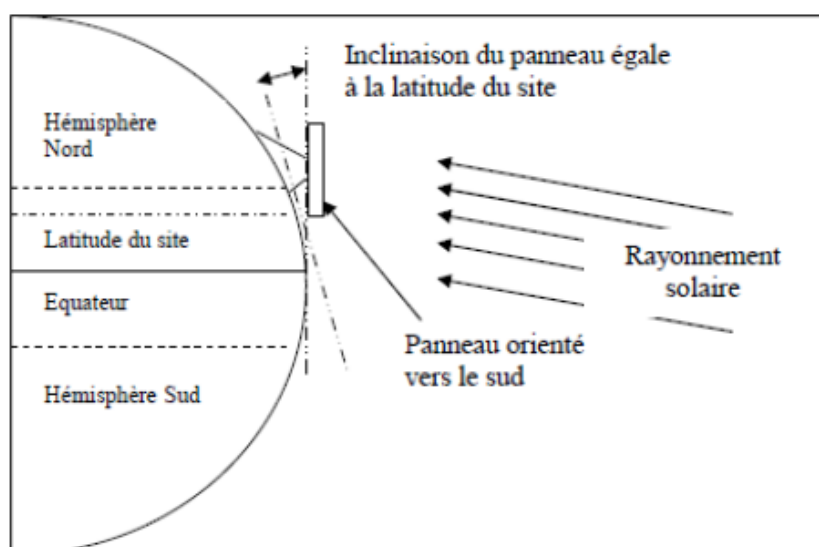


Figure I. 8l'inclinaison du panneau

Chapitre I

f. Potentiel d'énergie solaire en Algérie :

De par sa situation géographique, l'Algérie dispose d'un des gisements solaires les plus élevés au monde. La durée d'insolation sur le quasi-totalité du territoire national dépasse les 2000 heures annuellement et peut atteindre les 3900 heures (hauts plateaux et Sahara). L'énergie reçue quotidiennement sur une surface horizontale de 1m² est de l'ordre de 5 KWh sur la majeure partie du territoire national, soit près de 1700KWh/m²/an au Nord et 2263 kWh/m²/an au Sud du pays. [19].

Tableau I. 1 Le potentiel d'énergie solaire en algérie

Régions	Région côtière	Hauts Plateaux	Sahara
Superficie (%)	4	10	86
Durée moyenne d'ensoleillement (Heures/an)	2650	3000	3500
Energie moyenne reçue (KWh/m ² /an)	1700	1900	2650

La distribution de l'énergie reçue en Algérie, en moyenne annuelle, est donnée par la figure ci-dessous. Elle présente les différents niveaux énergétiques qui donnent ainsi un découpage du pays en régions iso énergétiques.

Chapitre I

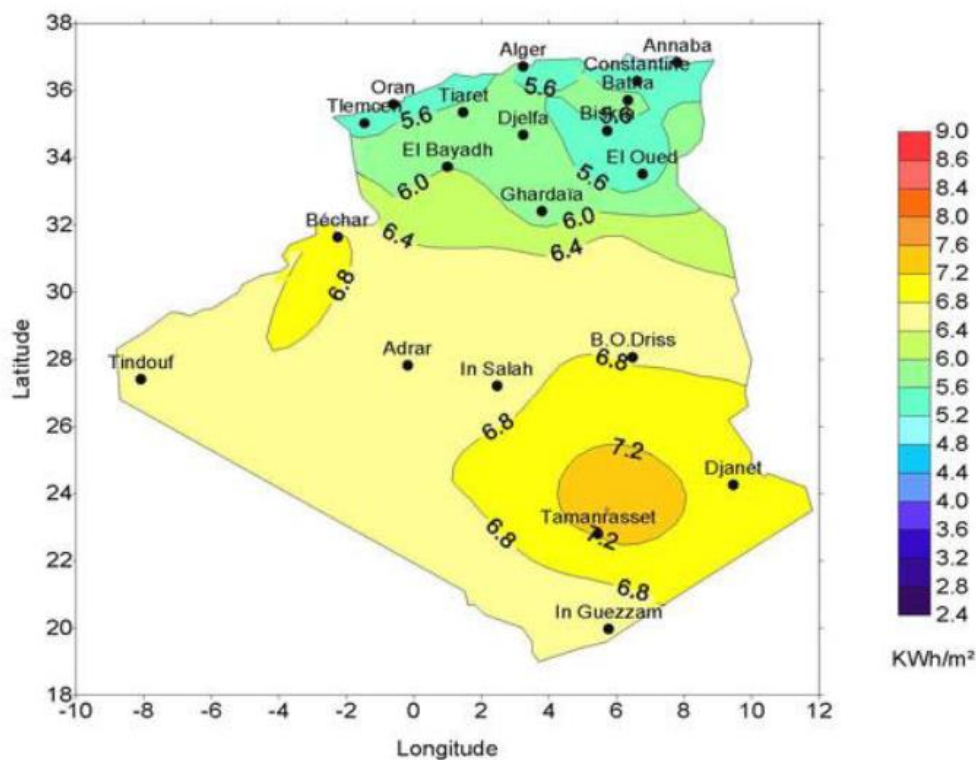


Figure I. 9 Moyenne annuelle de l'énergie reçue en Algérie

I.4.2. La production de chaleur grâce aux énergies renouvelables dans l'habitat individuel

Les sources renouvelables utilisées pour produire ou récupérer de la chaleur sont le solaire thermique, les pompes à chaleur (géothermie) et le bois énergie (un genre de biomasse)

I.4.2.1. L'énergie solaire photovoltaïque

Les panneaux solaires photovoltaïques, parfois appelés photoélectriques, transforment la lumière en électricité. Ces panneaux sont tout simplement un assemblage de cellules photovoltaïques, chacune d'elles délivrant une tension de 0.5V à 0.6V. Elles sont donc assemblées pour créer des modules photovoltaïques de tension normalisée comme 12V.

- La cellule photovoltaïque est fabriquée à partir de deux couches de Silicium (matériau semi-conducteur) : une couche dopée avec du Bore qui possède moins d'électrons que le silicium, cette zone est donc dopée positivement (zone P) et une couche dopée avec du Phosphore qui possède plus d'électrons que le Silicium, cette zone est donc dopée négativement (zone N).[17]

Chapitre I

- Lorsqu'un photon de la lumière arrive, son énergie crée une rupture entre un atome de silicium et un électron, modifiant les charges électriques. C'est ce qu'on appelle l'effet photovoltaïque. - Les atomes, chargés positivement, vont alors dans la zone P et les électrons, chargés négativement, dans la zone N.

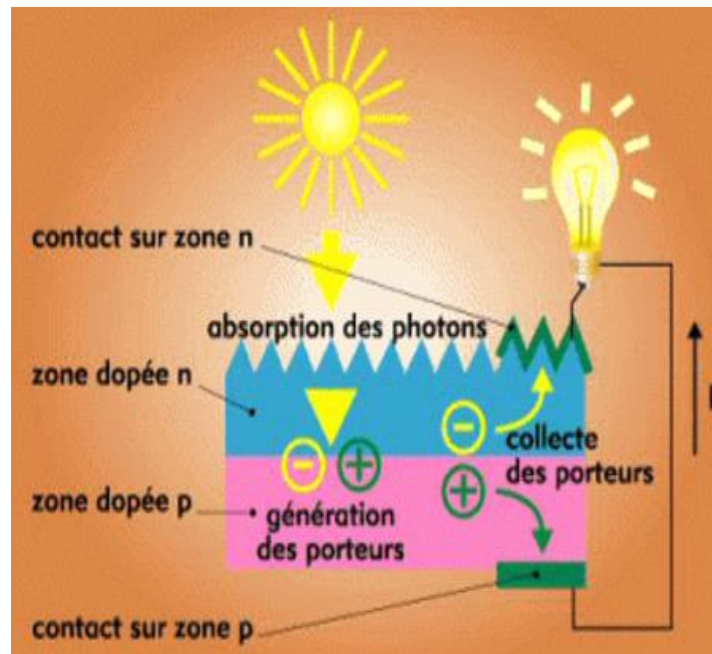
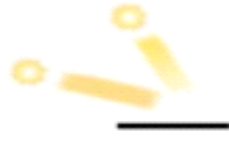





Figure I. 10La cellule PV [7]

Pour un bon rendement on suit les orientations suivantes :

Tableau I. 2 Evolution du rendement des panneaux solaires selon l'orientation [6]

				
<i>SUD</i>	93%	100%	91%	68%
<i>SUD-EST</i>	93%	96%	88%	66%
<i>EST</i> <i>OUEST</i>	93%	90%	78%	55%

Chapitre I

a. Le solaire thermique

Les systèmes solaires thermiques convertissent le rayonnement solaire en chaleur. Ils sont composés d'un ensemble de capteurs, d'un système de régulation et d'un ballon de stockage.

Les panneaux fonctionnent comme une serre. Un fluide caloporteur s'échauffe dans le capteur et restitue la chaleur emmagasinée à un système de chauffage ou de production d'Eau Chaude Sanitaire (ECS).

Les deux applications de ces systèmes solaires sont :

- Le chauffage d'une habitation et la production d'ECS avec un Système Solaire Combiné (SSC)
- La production d'ECS grâce à un chauffe-eau solaire individuel (CESI).

b. Le système solaire combiné

Ce système assure le chauffage et la production d'eau chaude à partir de l'énergie solaire. Deux solutions techniques la restituent :

- le plancher solaire direct (PSD), est un système de chauffage par le sol à basse température.
- le système solaire combiné consiste à raccorder le ballon de stockage d'eau chaude au circuit de chauffage traditionnel.

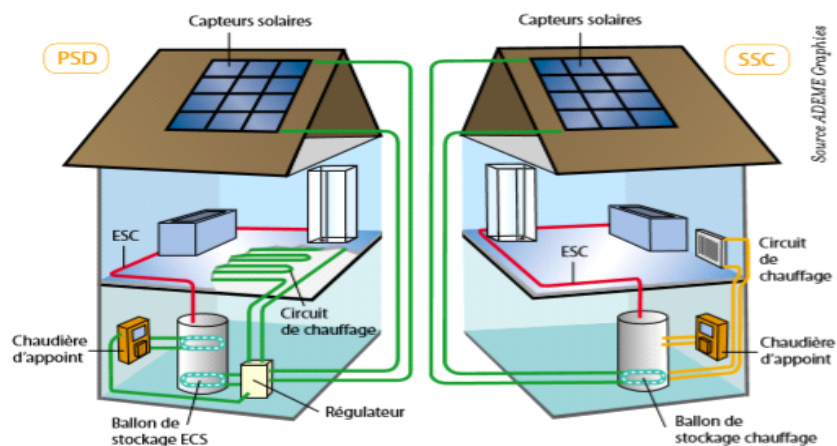


Figure I. 11 Les deux types de systèmes solaires combinés [9]

Chapitre I

c. Le chauffe-eau solaire

La mise en place d'un Chauffe-eau Solaire Individuel (CESI) permet de produire de l'eau chaude sanitaire gratuitement une partie de l'année.

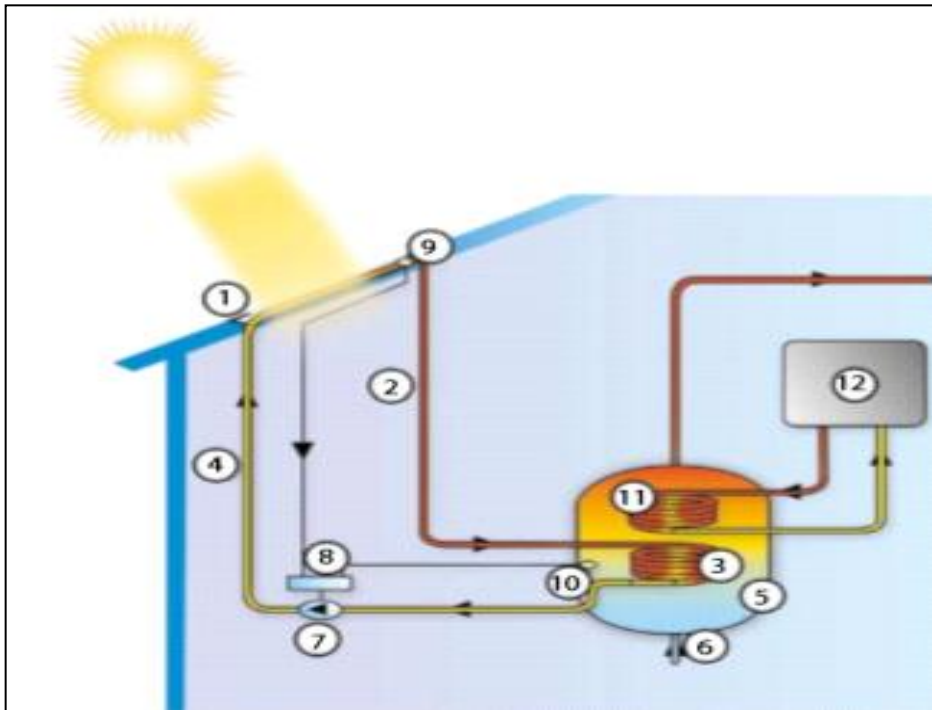


Figure I. 12 Fonctionnement d'un CESI [9]

- 1 Capteur solaire
- 2 Départ de fluide solaire (chaud)
- 3 Echangeur solaire
- 4 Retour de fluide solaire (froid)
- 5 Préparateur d'eau chaude sanitaire
- 6 Arrivée d'eau froide
- 7 Circulateur
- 8 Régulation
- 9 Sonde de température du fluide solaire
- 10 Sonde de température du préparateur
- 11 Echangeur de l'énergie d'appoint
- 12 Appoint.

Chapitre I

I.4.2.2. La géothermie :

Une pompe à chaleur est un dispositif thermodynamique qui transfère la chaleur du milieu extérieur (sol, nappe, air) au milieu intérieur.

Pour obtenir un chauffage efficace, la surface des capteurs doit être suffisante. Certaines pompes à chaleur peuvent être réversibles et rafraîchir la maison en période estivale.

Il existe différents types de pompes à chaleur se distinguant par leur source dite chaude où elles puisent l'énergie. Les pompes ayant le meilleur Coefficient de Performance (COP) sont les pompes utilisant l'énergie géothermique où la source chaude est le sol ou une nappe phréatique. [2]

I.4.2.3. La biomasse :

Le bois est une ressource énergétique peu coûteuse et. D'un point de vue environnemental, les émissions de CO₂ sont neutres vis-à-vis de l'effet de serre car globalement le carbone émis est recapté pour la croissance des arbres replantés.

Les technologies de chauffage domestique au bois

- **Les foyers ouverts** : Il s'agit du plus ancien mode de chauffage au bois offrant aux utilisateurs le chauffage et la vision totale du feu.
- **Le chauffage divisé** : Cette typologie regroupe tous les appareils destinés à chauffer principalement la pièce dans laquelle ils sont installés. Ils chauffent par rayonnement grâce à la chaleur émise directement par les parois et par convection grâce à la circulation d'air autour de l'appareil et au travers de la hotte.
- **Le chauffage central** : Il chauffe plusieurs pièces grâce à un fluide caloporteur associé à des radiateurs ou un plancher chauffant. Les chaudières sont classées en deux catégories.

I.4.3. Stockage de l'énergie

Le stockage stationnaire de l'énergie électrique et thermique apparaît obligatoire. En effet, la production intermittente d'électricité grâce aux énergies engendre des fluctuations importantes qui perturbent et détériorent les équipements de distribution. De plus, cette offre intermittente est souvent en inadéquation avec la demande :

Chapitre I

c'est, par exemple, au coucher du soleil que nous éclairons et chauffons nos habitations.

I.4.3.1. Le stockage d'électricité

Tableau I. 3 Stockage électrique [10]

	Transformation 1	Stockage d'énergie	Transformation 2	
Electrochimie				Stockage électrochimique / chimique
– Accumulateurs	Réaction électrochimique	Potentiel électrochimique	Réaction électrochimique inverse	
Hydrogène	Electrolyse de l'eau	Hydrogène	Pile à combustible	
Inertie – Volant d'inertie	Moteur entraînant un disque	Energie cinétique de rotation	Alternateur récupérant l'énergie cinétique	Stockage mécanique
Gravitaire	Pompage	Energie potentielle gravitaire	Turbinage	
Air comprimé	Compresseur	Air comprimé	Turbinage	

Enfin, le **stockage supraconducteur**, est une technologie encore au stade de démonstration semi-industrielle qui consiste à stocker l'électricité sous la forme d'énergie magnétique grâce à l'utilisation de bobines supraconductrices. Elle est ensuite directement restituée sous forme électrique.

I.4.3.2. Stockage de la chaleur

Tableau I. 4 Stockage thermique [10]

Stockage par chaleur sensible	Utilisation d'un matériau (liquide, solide) qui emmagasine la chaleur apportée pour la restituer ultérieurement
Stockage thermochimique	Utilisation d'un réactif dont la réaction chimique réversible est endothermique et exothermique.
Stockage par chaleur latente	Utilisation d'un matériau dont l'apport de chaleur entraîne un changement de phase et qui restitue cette chaleur en sens inverse

Chapitre I

I.4.3.3. Critères de choix de la technologie de stockage

Il existe différentes technologies de stockage stationnaire capables de s'adapter au mieux au système. L'ensemble de ces technologies doivent se compléter.

Les critères de choix d'une technologie de stockage dépendent de :

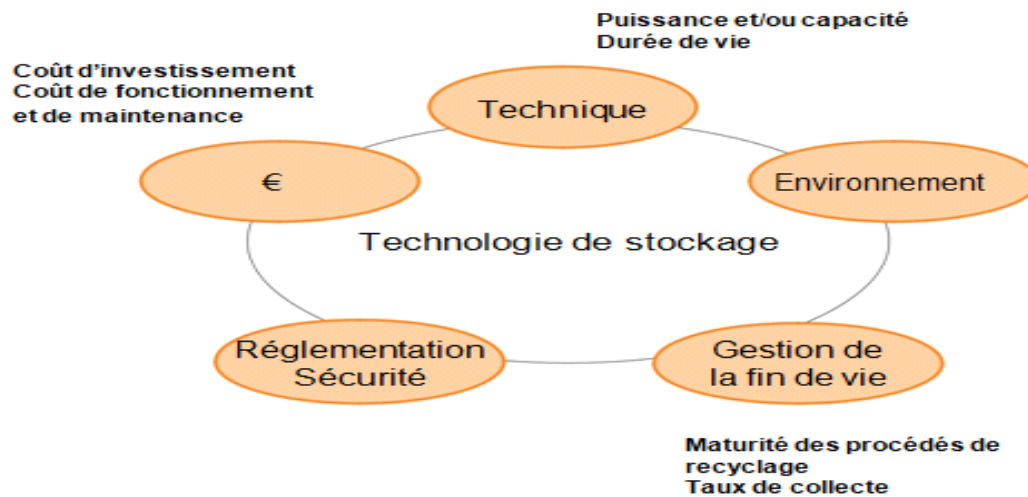


Figure I. 13 Les critères de choix de la technologie de stockage [10]

I.5. Conclusion

L'intégration des énergies renouvelables dans les constructions peut être coûteuse mais prometteur.

Ça permet de réduire la consommation énergétique des maisons, de diminuer l'émission de gaz à effet de serre et procure une indépendance énergétique.

Comme les énergies renouvelables sont sujettes au climat, leur stockage est primordial. On peut aussi utiliser un système d'appoint pour nous dépanner lors de l'apparition du climat défavorable à la source utilisée.

Chapitre II

Chapitre II

II.1. Introduction

La conception et l'essai de solutions possibles pour les énergies renouvelables peuvent devenir coûteux, c'est pourquoi un modèle mathématique est établi pour calculer directement des sorties multiples telles que la puissance, l'énergie, le rendement et plus encore.

Dans ce chapitre, nous allons passer en revue les modèles les plus utilisés dans le processus de dimensionnement du solaire, et nous allons être plus précis dans un modèle de choix

II.2. Composition d'un système PV

Le système photovoltaïque se compose d'un champ de modules et d'un ensemble de composants qui adaptent l'électricité produite par les modules aux spécifications des récepteurs [9].

II.2.1. Panneaux photovoltaïques

Les modules sont un assemblage de photopile (ou cellule) montée en série, afin d'obtenir la tension désirée (12V, 24V...). la cellule photovoltaïque est l'élément de base dans la conversion du rayonnement. Plusieurs cellules sont associées dans un module qui est la plus petite surface de capacité transformable, montrable et démontrable sur un site.



Figure II. 1panneau-solaire-monocristallin-victron-305w

Chapitre II

Les modules sont regroupés en panneaux, qui sont à leur tour associés pour obtenir des champs photovoltaïques selon les besoins [13].

II.2.2. Batteries

Le fait que l'énergie solaire ne soit pas disponible sur l'ensemble d'une période de fonctionnement du système alimenté impose l'utilisation de batteries dans les installations autonomes pour stocker l'énergie [8].



Figure II. 2 Batterie de 150 Ah/12V

II.2.3. Onduleur

Pour alimenter des équipements fonctionnant en courant alternatif, un dispositif électronique statique de conversion ou convertisseur DC/AC est utilisé pour la transformation du courant continu en courant alternatif [8].



Figure II. 3 Onduleur de 1000W

Chapitre II

II.2.4. Régulateur

Dans tout système photovoltaïque autonome, on intercale un système dit de régulation, qui sert à contrôler l'intensité de courant qui passe par les accumulateurs, les protégeant ainsi contre les surcharges et les décharges profondes.

Le régulateur permet aussi d'effectuer un transfert optimal d'énergie du champ photovoltaïque à l'utilisation[8].



Figure II. 4 régulateur de charge

II.2.5. Accessoires

Tels que les câbles qui assurent le raccordement des composants.

II.3. Types de raccordements des systèmes PV

Nous distinguons trois types de Systèmes Photovoltaïques :

II.3.1. Autonome

Comme illustré sur **Fig II.5** en site isolé, le champ photovoltaïque (Panneaux solaires) peut fournir directement l'énergie électrique nécessaire pour faire fonctionner les récepteurs (éclairage et équipement domestique).

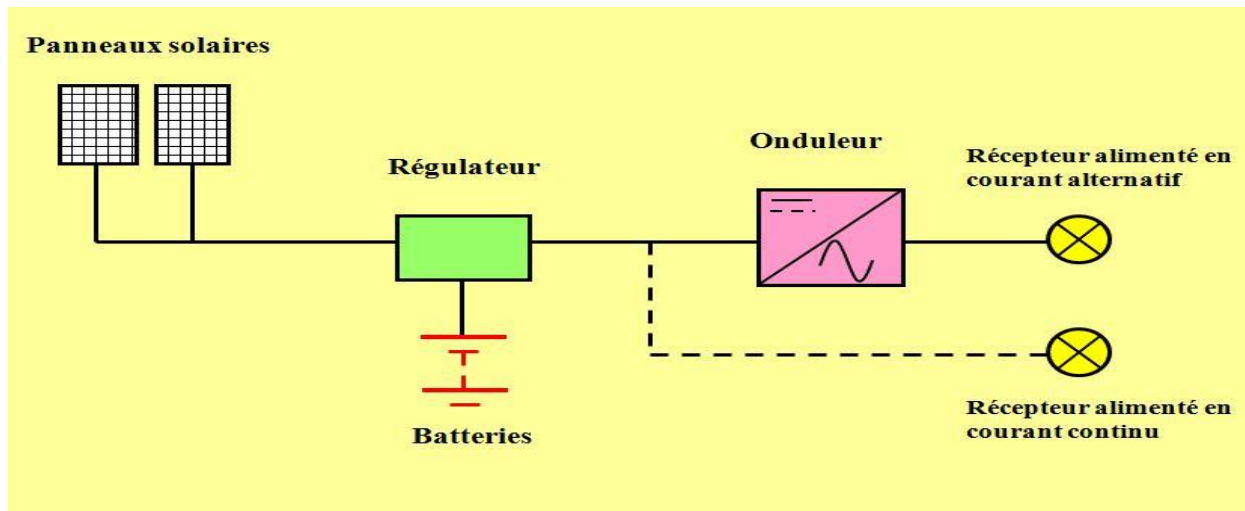


Figure II. 5 Schéma de principe d'installation de système autonome [14]

On peut citer quelques exemples de systèmes autonomes, comme les balises en mer, les lampadaires urbains, le pompage solaire et les maisons en sites isolés [4].

II.3.2. Raccordé au réseau

Un tel système s'installe sur un site raccordé au réseau. Généralement sur des habitations ou des entreprises qui souhaitent recourir à une forme d'énergie renouvelable et qui bénéficient d'un bon ensoleillement, voir **Fig II.6** [10]:

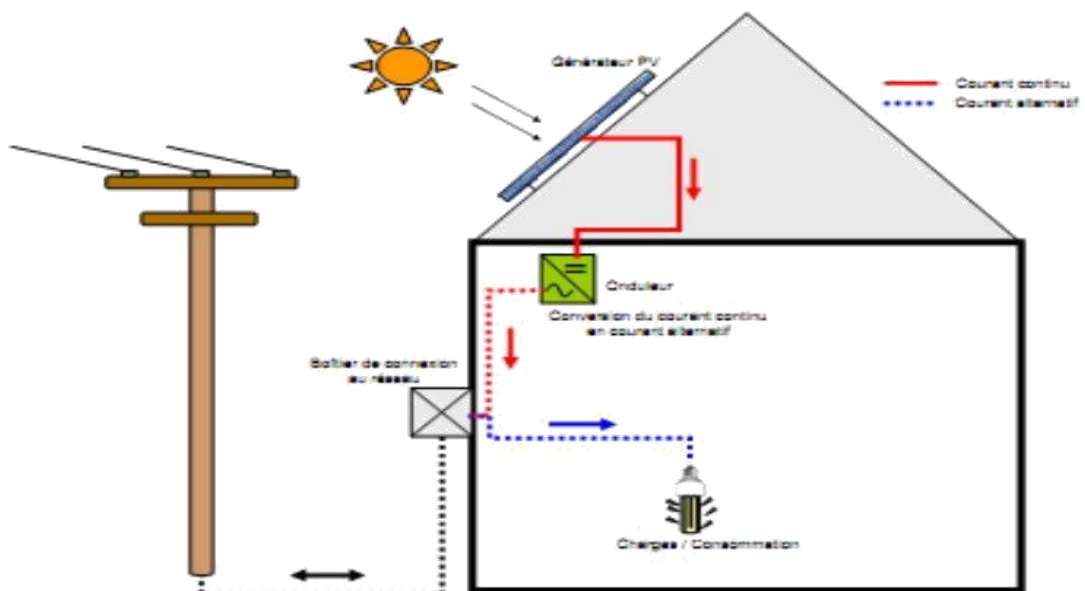


Figure II. 6 Structure d'un système PV raccordé au réseau

Chapitre II

II.3.3. Système hybride

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 [4].

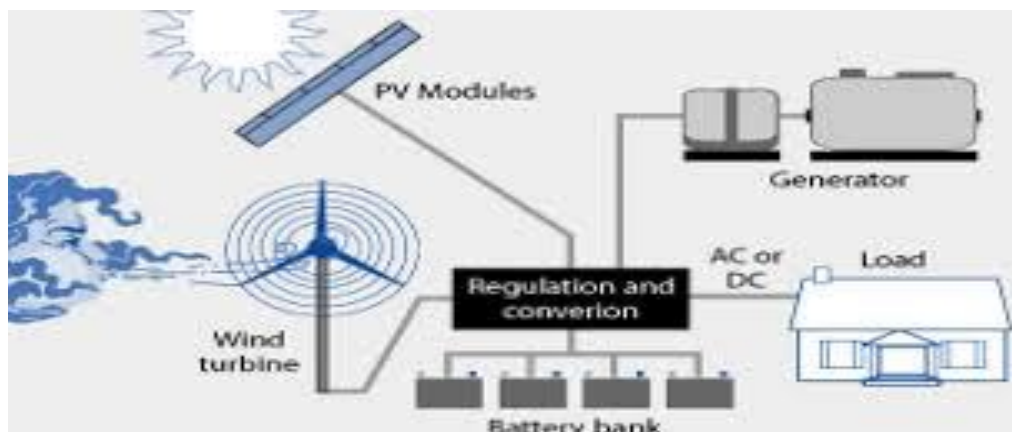


Figure II. 7 system hybride

II.4. Méthodes du dimensionnement

Il existe plusieurs méthodes de dimensionnement d'un système photovoltaïque :

II.4.1. Méthode de la probabilité d'erreur dans la consommation

Cette méthode permet d'optimiser le dimensionnement d'un système dans des conditions complexes (fluctuation saisonnières de l'irradiation, ciel couvert (nuageux),...etc.) grâce à un logiciel adapter. L'inconvénient de cette méthode est qu'il faut connaître les radiations pour un nombre d'années très grand (10 ans minimum) [9].

II.4.2. Dimensionnement du moyen annuel

Dans cette méthode, on estime l'énergie récupérable pour une période critique d'un mois, appelé le mois le plus défavorable. Ce mois correspond au mois pendant lequel la valeur de l'irradiation moyenne mensuelle est la plus faible de l'année ou dans certains pays la période d'hivers est rude [11].

Chapitre II

II.4.3. Méthode LPSP

Probabilité de Perte d'énergie (**Loss of Power Supply Probability**), est une technique probabiliste introduite par Abou Zahr et Ramakumar dans le domaine des systèmes de génération photovoltaïques et largement utilisée dans la conception et l'optimisation des systèmes autonome (stand alone), jusqu'à présent. Elle est basée sur le concept de LPSP qui est la probabilité que le système rencontre une pénurie à un moment donné pendant une période d'analyse, c'est-à-dire un état dans lequel le système ne serait pas en mesure de fournir l'énergie nécessaire à la charge.[20]

II.4.4. Méthode simplifiée

Ce modèle est considéré comme le plus direct et le plus simple dans son concept, permettant un dimensionnement total pour chaque aspect de l'installation solaire en moins d'étapes

II.5. Les étapes du dimensionnement

La déclinaison solaire, l'irradiation extra-terrestre et le coefficient de distribution des nuages qui sont donnée par les équations (II.4), (II.5) et (II.6) respectivement, sont des données directes dans le calcul d'énergie reçue sur un plan incliné qui représente le concentrateur [10].

$$\delta = 24,45 \sin \left(360 \times \frac{284+n_j}{365} \right) \quad (\text{II.1})$$

Cette équation définit la déclinaison solaire, qui dépend sur le jour et la latitude, puis on peut déterminer l'irradiation sur une surface horizontale pendant une heure.

$$I_0 = \frac{12G_{sc}}{n} \left[1 + 0,033 \cos \left(\frac{360n_{jour}}{365} \right) \right] \times [\cos \varphi \times \cos \delta] \quad (\text{II.2})$$

$$[\sin \omega_1 \times \sin \omega_2] + \left[\frac{n(\omega_1 - \omega_2)}{180} \sin \varphi \sin \delta \right] \quad (\text{II.3})$$

Le coefficient de distribution des nuages est calculé par l'équation suivante utilisant le I_{ab} qui est l'irradiation expérimentale sur une surface horizontale :

Chapitre II

$$K_T = \frac{I_{db}}{I_0} \quad (\text{II.4})$$

Pour calculer l'énergie reçue sur un plan incliné (équation II-7), On calcul d'abord l'irradiation diffuse (équation II-5) et l'irradiation directe l'irradiation directe reçu sur un plan horizontal (équation II-6).

$$\frac{I_{db}}{I_0} = \begin{cases} 1 - 0,9K_T \text{ pour } K_T \leq 0,22 \\ 0,9511 - 0,1604K_T + 4,388K_T^2 - 16,638K_T^3 - 12,336K_T^4 \text{ pour } 0,22 < K_T \leq 0,8 \\ 0,165 \text{ pour } K_T > 0,8 \end{cases} \quad (\text{II.5})$$

$$I_b = I_{db} - I_d \quad (\text{II.6})$$

$$I_{bt} = I_b R_b \quad (\text{II.7})$$

Le rapport d'irradiation directe R_b est donné par l'équation :²

$$R_b = \frac{\sqrt{[1 - \cos(\delta)^2 \sin(\omega)^2]}}{\sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos \omega} \quad (\text{II.8})$$

Où $\omega = \omega_1 - \omega_2$, sachant que ω_1 et ω_2 sont les pas de temps de calcul, ω est le temps horaire moyen en degré et φ est la latitude.

Etape1 : Estimation des besoins journaliers de l'utilisateur en électricité

Il s'agit d'estimer la consommation d'équipements supposés connus. L'objectif est d'obtenir la consommation totale moyenne par jour.

L'énergie totale moyenne nécessaire chaque jour E_{cj} (Wh/j) est la somme des consommations énergétiques des divers équipements constituant le système à étudier, à savoir les télévisions, les lampes d'éclairage, les appareils électroniques, etc... ; Elle est donnée par la loi suivante :

$$E_{cj} = \sum E_j \quad (\text{II.9})$$

Pour les équipements qui ne sont pas utilisés quotidiennement et pour tous les équipements à forte consommation, partez de la durée du cycle de fonctionnement de la tâche. Ainsi, la consommation de chaque équipement peut être calculée comme suit [12]:

$$E_j = P_j \times t_j \times N_j \quad (\text{II.10})$$

Chapitre II

P_j : Puissance journalière d'un équipement

t_j : Temps de fonctionnement

N_j : Nombre des équipements

Etape 2 : Estimation de l'ensoleillement sur le site de l'installation du générateur PV

Les données de l'ensoleillement peuvent être relevées sur le site ou enregistrées sur la carte de l'ensoleillement de la région ou encore obtenues au niveau de la station météo la plus proche de la zone [13].

Etape 3 : calcul du nombre de panneaux solaire

$$\left(\begin{array}{l} \text{Nombre des modules PV} = \frac{\text{Consommation journalière}}{\text{Production journalière}} \\ N_{ppv} = \frac{E_{cj}}{P_{ppv}} \end{array} \right) \quad (\text{II.11})$$

Etape 4 : calcul de nombre de batteries

$$N_{\text{batterie}} = \frac{P_g}{P_{\text{batterie}}} \quad (\text{II.12})$$

Avec : $P_g = E_{cj} \times \text{Nombre d' autonomie} \quad (\text{II.13})$

Etape 5 : Choix de régulateur

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

La régulation de charge (à l'entrée) est fonction de la puissance du générateur, donc du courant produit par les modules.

La régulation de décharge (à la sortie) est fonction de la puissance totale des récepteurs donc du courant consommé par ces derniers.

Chapitre II

- **Tension nominale :**

C'est la tension nominale du champ photovoltaïque.

- **Le courant d'entrée :**

Doit être supérieur à la valeur maximale produite par le générateur. Pour estimer ce courant, on prend 1.5 fois le courant de court-circuit total des modules pour un régulateur shunt (pour de faible puissance), pour un régulateur série 1.5 fois le courant total au point de puissance maximale (pour moyenne puissance) et de même pour un régulateur MPPT (pour de grande puissance).

- **Le courant de sortie :**

Doit être supérieure à la valeur maximale appelée par les récepteurs lorsqu'ils fonctionnent tous au point maximum de leur puissance de fonctionnement [9].

Etape 6 : Choix de l'onduleur

Le dimensionnement sera basé sur [11]:

✓ Le rendement : c'est la conversion (**DC/AC**) qui atteint des valeurs assez élevées en fonctionnement nominal (égale à 0,8),

✓ La consommation à vide : c'est l'ensemble des pertes induites par l'onduleur en absence de charge, la diminution de ces pertes assure un bon stockage dans l'accumulateur,

✓ La fréquence sera **50Hz**,

✓ La tension d'entrée : elle est égale à celle de la batterie.

La puissance nominale est donnée par cette équation :

$$P_{ond} = \frac{P_n}{n_{ond}} \text{ (II.14)}$$

Etape 7 : Dimensionnement des câbles

Il est nécessaire de limiter la longueur des câbles électriques entre le générateur photovoltaïque et les récepteurs. Cette distance n'excède jamais quelques mètres. En effet les

Chapitre II

systèmes solaires fonctionnent généralement sous faible tension (12V, 24V, 48V), donc avec un courant élevé ($P = U \times I$), Si U est faible, I est très élevé pour la même puissance. Le transport à distance de ce courant de plusieurs ampères provoque des pertes par effet joule aux niveaux des conducteurs [9].

$$P_j = \Delta V \times I = R \times I^2 \quad (\text{II.15})$$

On calcul de la sections des câbles, d'après les formules suivantes :

$$\begin{cases} S = \frac{\rho \times L}{R} \\ R = \frac{\Delta V}{I} \\ \Delta V = e \times V \\ S = \frac{\rho \times I \times L}{e \times V} \end{cases} \quad (\text{II.16})$$

Avec :

ρ : Résistivité du câble ($\rho = 0.017$ ohm mm²/m pour le cuivre)

I : Intensité du courant électrique

L : Longueur du câble électrique

e : chute de la tension (3-5%)

S : tension du système PV

II.6. Définition du logiciel de la simulation (PVSYS)

Le programme PVSYS est un logiciel de simulation de systèmes photovoltaïques, développé initialement par le Groupe de Physique Appliquée (GAP) de l'Université de Genève [29]. Ce logiciel est conçu pour être utilisé par les architectes, les ingénieurs et les chercheurs, mais aussi un outil pédagogique très utile. Il inclut une aide contextuelle approfondie, qui explique en détail la procédure et les modèles utilisés et offre une approche économique avec guide dans le développement d'un projet.



Figure II. 8 Interface de logiciel PVSYST

II.7. Modélisation d'un système pv

II.7.1. Courant de court-circuit ICC

Le courant de court-circuit est le courant débuté par la cellule sous éclairement en court-circuit la sortie[4], si les deux électrodes sont en court-circuit à travers un ampèremètre, les électrons drainés par un champ interne de la jonction vont donner naissance à un courant de court –circuit ICC qui correspond au photo courant I_{ph} généré par le rayonnement, il définit la quantité de pair électron trou générée G qui traverse la jonction sans recombinaison entre les longueurs de diffusion L_n et L_p , donné par la relation[5]:

$$L_{ph} = q \times G(L_n + L_p) \quad (II.17)$$

II.7.2. Tension de circuit-ouvert V_{CO}

Si la cellule est laissée en circuit ouvert la tension mesurée aux bornes des électrodes est appelée tension de circuit ouvert V_{CO} . C'est la tension qu'il faudrait appliquer à la diode dans le sens passant pour générer un courant égal au photo courant, elle est donnée par la relation [5]:

Chapitre II

$$V_{co} = \left(\frac{kT}{q}\right) \cdot \ln \left[\left(\frac{I_{cc}}{I_o}\right) + 1 \right] \quad (\text{II.18})$$

II.7.3. Puissance maximale P_m

Dans des conditions ambiantes de fonctionnement fixes (éclairage, température, vitesse de circulation de l'air ambiant, etc..), la puissance électrique

P disponible aux bornes d'une cellule photovoltaïque est donnée par la relation suivante[5] :

$$P = V \times I \quad (\text{II.19})$$

P : Puissance mesurée aux bornes de la cellule PV

V : Tension mesurée aux bornes de la cellule PV

I : Intensité mesurée aux bornes de la cellule PV

La puissance débitée par une cellule solaire est maximum quand le produit $V \times I$ est maximum. Donc, on réécrit l'équation (II.19) comme suit :

$$P_m = V_m \times I_m \quad (\text{II.20})$$

On peut inscrire la puissance sous la courbe $I(V)$ (Fig II.9) [5]:

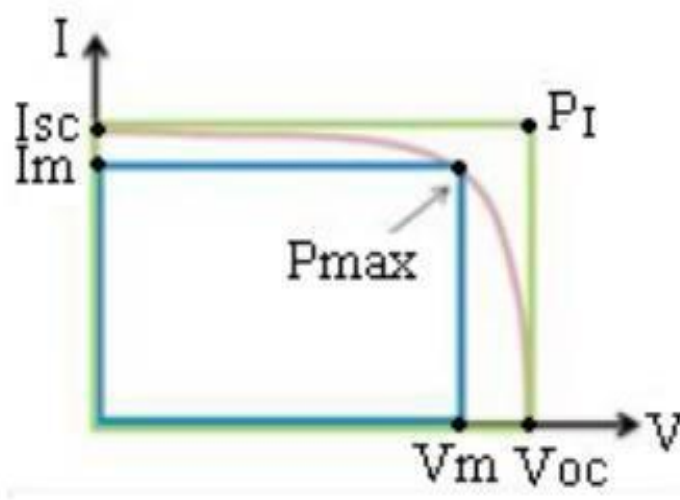


Figure II. 9 Puissance maximum d'une cellule PV

Chapitre II

Pour une cellule solaire idéale, la puissance maximum idéale P_I correspondrait donc à la tension de circuit ouvert V_{co} multipliée par le courant de court-circuit I_{cc}

$$P_I = P_{\max \text{ idéale}} = V_{co} \times I_{cc} \text{ (II.21)}$$

II.7.4. Rendement de conversion d'énergie

Le rendement de conversion d'énergie est le rapport de la puissance générée et de la puissance du rayonnement solaire incident P_o

On appelle rendement maximal, le rapport entre la puissance maximale et la puissance P_o

$$\eta_m = \frac{V_m \times I_m}{P_o} \text{ (II.22)}$$

II.7.5. Module photovoltaïque

L'association de plusieurs cellules forme un module photovoltaïque, les cellules PV sont connectées en série et en parallèle afin d'augmenter la tension et l'intensité d'utilisation.

II.8. Conclusion

Les modèles permettent de tester virtuellement les sorties et les résultats de dimensionnement, ce qui permet un environnement d'étude plus sûr, une manière plus économique de tester les installations, et offre un ensemble de résultats proches de la réalité, ce qui permet à l'utilisateur de procéder directement à l'installation.

Les modèles peuvent aussi bien être déjà intégrés dans des logiciels, ce qui signifie qu'il devient plus facile de faire le dimensionnement, les tests et les calculs virtuellement sur la même interface.

Chapitre III

Chapitre III

III.1. Introduction :

Comme présenté lors du chapitre précédent, le dimensionnement peut se faire de différentes manières moyennant plusieurs modèles mathématiques. Dans ce chapitre, nous allons effectuer le dimensionnement de deux manières, manuellement en utilisant le modèle mathématique que nous avons choisi, et le suivre par un dimensionnement automatique effectué par le logiciel PVSYS, et voir le niveau de détails requis ainsi que les résultats offerts par le logiciel.

Nous avons également utilisé d'autres logiciels afin de renforcer la précision de nos résultats, en mentionnant PVGIS, METEONORM et POWERLARC

III.2. Présentation de la maison :

III.2.1. Architecture :

La maison est composée de 3 chambres, un salon, une cuisine, une salle de bain, et couloir avec un court. Cette maison est habitée par cinq personnes.

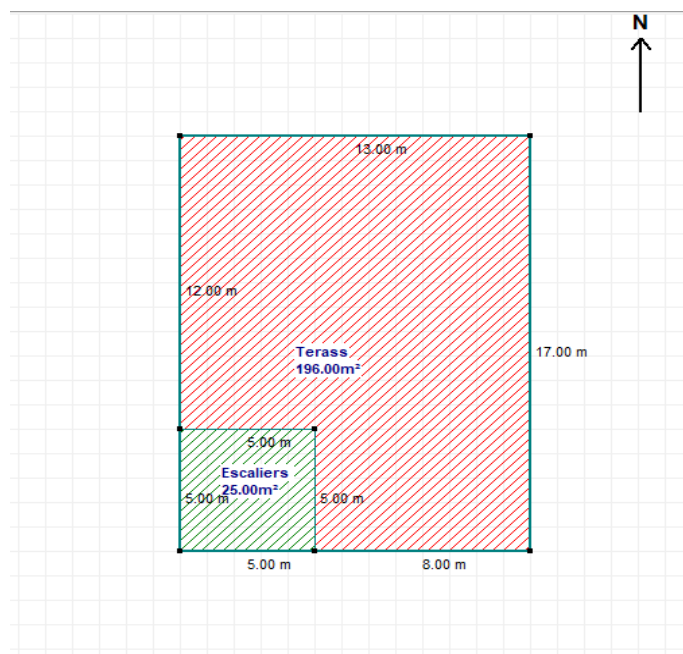


Figure III 1 Plan de la maison

Chapitre III

III.2.2. Position géographique :

La maison est située dans la ville de Bouinan, commune de la wilaya de Blida de coordonnées 36.5235 degré nord, 3.0121 et avec une altitude de 100 m. La figure 3.2 illustre une capture satellitaire de la maison.

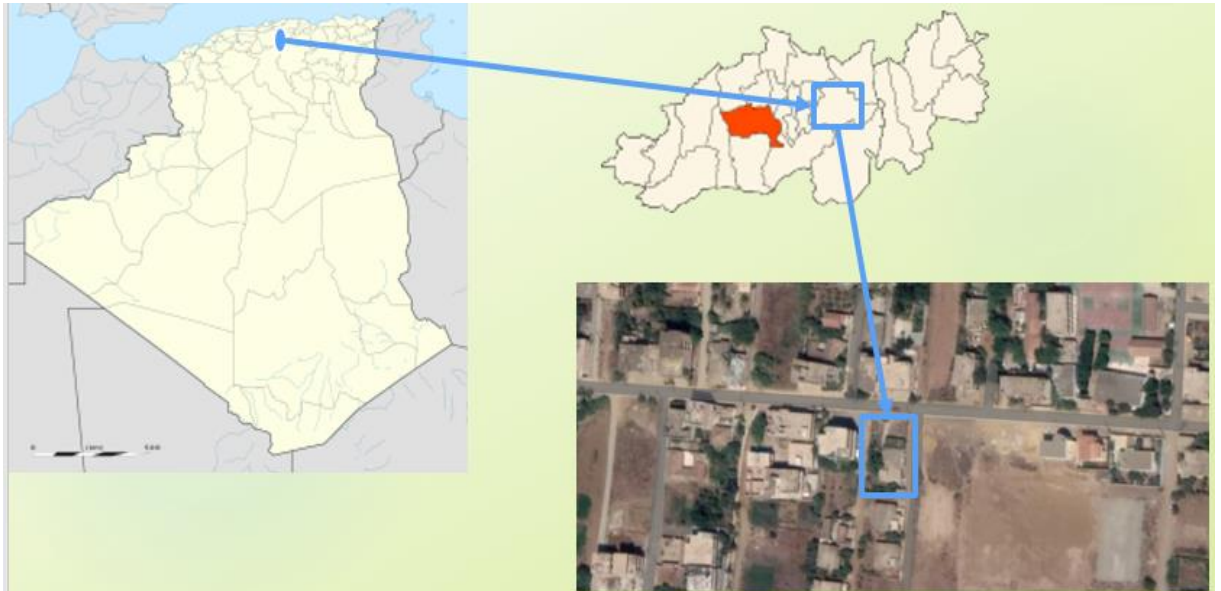


Figure III.2 Position de la maison.

III.2.3. Profil de charge :

Le profil de charge de charge de la maison traduit les besoins et le mode de consommation des 5 habitants de la maison. Dans le tableau III.1 sont listées les différentes charges avec tous les détails techniques qui permettent de quantifier la consommation énergétique de ses habitants.

Chapitre III

Tableau III. 1 Profil de charge

Equipment	Puissance unitaire (w)	Temps de fonctionnement (h)	Nombre d'appareille	Puissance (w)	journalière (Wh)
Lampe	15	4	7	105	420
Tv smart	75	4	1	75	300
Tv	85	2	1	85	170
Machine a laver	350	1	1	350	350
PC	65	4	1	65	260
Frigidaire	180	12	1	180	2160
Frigo	140	12	1	140	1680
Lampe 75W	75	1	8	600	600
Chargeur mobiles	5	2	5	25	50
Autre usage	1000	1	1	1000	1000
				$P_{tot}=2625$	$E_{j_{tot}}=6990$

Chapitre III

III.3. Dimensionnements de l'installation PV par la méthode simplifiée

III.3.1. Calcul du nombre des panneaux photovoltaïques :

On prend un panneau photovoltaïque mono cristallin **260W /24V**, il délivre donc 260 W pour un rayonnement de 1000 w/m^2

On a irradiation journalière :

En hiver

21 Déc. $2,7 \text{ kW h/m}^2$

En été

21 Jun $7,8 \text{ kWh/m}^2$

Donc

$$\frac{2700 \text{ wh/m}^2}{1000\text{w/m}^2} = 2,7\text{h} \quad (3.1)$$

La consommation journalière de ma maison est égale à 6990 Wh

$$\frac{6990\text{wh}}{2,7\text{h}} = 2588,89\text{w} \quad (3.2)$$

Calcul de la puissance totale :

Le rendement de régulateur est 0,97 et l'onduler 0,80

Donc

$$\frac{2588.89}{\frac{0.8}{0.97}} = 3336,20\text{w} \quad (3.3)$$

Le nombre des panneaux est :

$$\frac{3336,20\text{w}}{260\text{w}} = 12,83 \quad (3.4)$$

Chapitre III

Donc on va prendre 14 panneaux PV. Qui seront connectés comme suit :

Le nombre de modules connectés en série : 2 modules photovoltaïques ;

Le nombre de modules connectés en parallèles : 7 modules photovoltaïques.

III.3.2. Calcul du nombre de batteries

Partant d'un besoin d'autonomie égal à 5 jours pour couvrir les nombres de journées mal ensoleillées en hiver, on aboutit aux calculs suivants :

La consommation journalière est de 6990 Wh. Ceci donne :

$$6990 \times 5 = 34950 \text{ w} \quad (3.5)$$

On prend une batterie de 12v/200Ah de plomb2 de gel. La puissance de la batterie est égale à $12 \times 200 = 2400 \text{ W}$. ce qui donne :

$$\frac{34950}{2400} = 14,56 \quad (3.6)$$

Ce qui donne : **14 batteries** de **12v/200Ah**. Pour la connections des batteries, nous prendrons : 2 en série avec 7 en parallèle.

III.3.3. Choix de l'onduleur

La puissance délivrée par l'onduleur est définie comme suit : on a $P_{tot} = 2625 \text{ W}$ et l'onduleur a un rendement de conversion égal à 80%. Ce qui veut dire que la puissance que doit recevoir l'onduleur devrait être égale à :

$$P_{ond} = \frac{P_{tot}}{0,80} = \frac{2625}{0,80} = 3281,25 \text{ W} \quad (III.7)$$

$P_{ond} = 3281,25 \text{ W}$, ce qui nous pousse à choisir un onduleur de 48V/4000W.

Chapitre III

III.3.4. Calcul de la section des câbles

La section des câbles électrique est donnée par la formule :

$$S = \frac{L \times I \times \rho}{\Delta V} \quad (3.8)$$

Avec:

$$I_{\text{tot}} = I_{\text{sc}} \times N_{\text{module parallel}}$$

$$I_{\text{tot}} = 9,6 \times 7$$

$$I_{\text{tot}} = 67,2 \text{ A}$$

$$L = 8 \text{ m}$$

$$\rho = 0,017 \text{ ohm mm}^2/\text{m}$$

$$S = \frac{67,2 \times 8 \times 0,017}{0,05 \times 48} = 3,83 \text{ mm}^2 \quad (3.9)$$

III.4. Conception et dimensionnement de l'installation PV par logiciel

La conception de l'installation est basée sur une procédure rapide et simple en suivant les étapes suivantes :

- Spécifier la puissance désirée ou la surface disponible ;
- Choisir les modules PV dans les bases de données interne ;
- Choisir les onduleurs dans la base de données interne.

III.4.1. Données météorologiques du site

Après avoir localisé le site, on clique sur le bouton « importer » pour importer les données météorologiques du site dans PVSYST, ces données mensuelles représentent l'irradiation, la température moyenne et la vitesse du vent :

Chapitre III

Site Bouinan (Algeria)				
Data source <input type="text" value="MeteoNorm file, Synthetic"/>				
	Horizontal global irradiation	Horizontal diffuse irradiation	Temperature	Wind Velocity
	W/m ²	W/m ²	°C	m/s
January	107.5	37.1	9.9	2.39
February	128.4	59.1	10.7	2.50
March	175.3	78.0	13.4	2.70
April	209.6	110.1	15.2	3.00
May	251.9	114.1	19.1	2.99
June	304.6	118.2	23.0	3.09
July	318.0	98.5	26.2	3.10
August	271.5	103.9	26.6	2.90
September	209.7	90.7	23.0	2.79
October	162.9	68.7	20.2	2.29
November	119.2	43.2	14.3	2.49
December	96.4	37.9	11.6	2.59
Year	196.6	80.0	17.8	2.7

Required Data

Horizontal global irradiation

Average Ext. Temperature

Extra data

Horizontal diffuse irradiation

Wind velocity

Linke Turbidity

Relative Humidity

Irradiation units

kWh/m².day

kWh/m².mth

MJ/m².day

MJ/m².mth

W/m²

Clearness Index Kt

Figure III 3 Données météorologiques du site

III.4.2. Trajectoire du soleil

La connaissance du mouvement apparent du soleil pour un point donné de la surface terrestre est nécessaire pour toute application solaire. La position du soleil est définie par deux angles sa hauteur HS (angle entre le soleil et le plan horizontal du lieu) et son Azimut AZ (angle avec la direction du Sud, compté négativement vers l'Est. Pour le site de notre maison, la trajectoire du soleil est illustrée par la Figure suivante.

Chapitre III

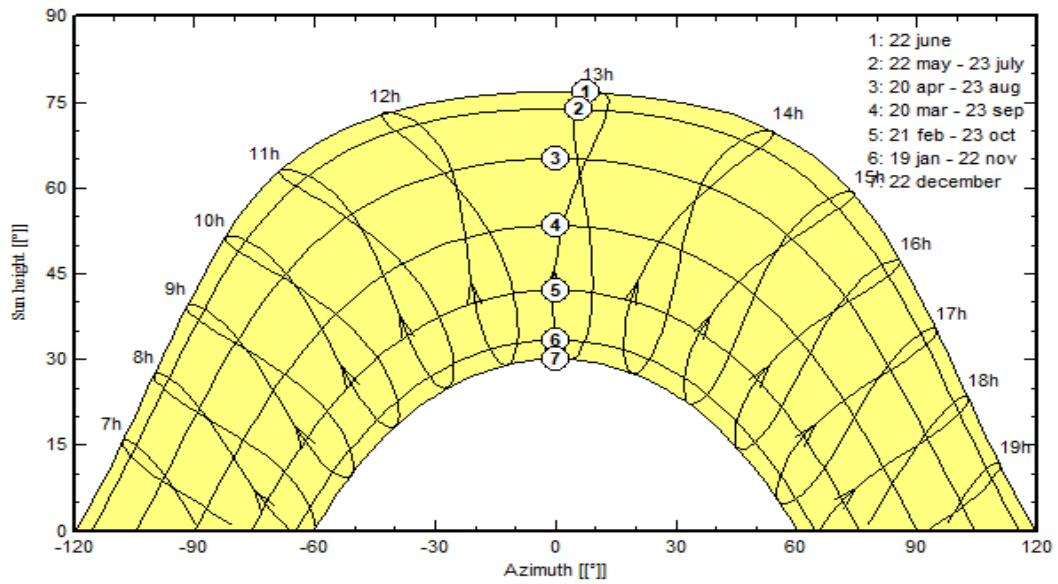


Figure III 4 Trajectoire du soleil.

III.4.3. Orientation des modules PV

Vu le prix élevé des modules PV, il est nécessaire de choisir des orientations et inclinaisons favorables pour maximiser la production de l'énergie.

Nous avons choisi un plan Incliné de 30° fixe par rapport à l'horizontale comme illustre la figure suivante. C'est l'inclinaison optimale donnée par le logiciel PVSYST.

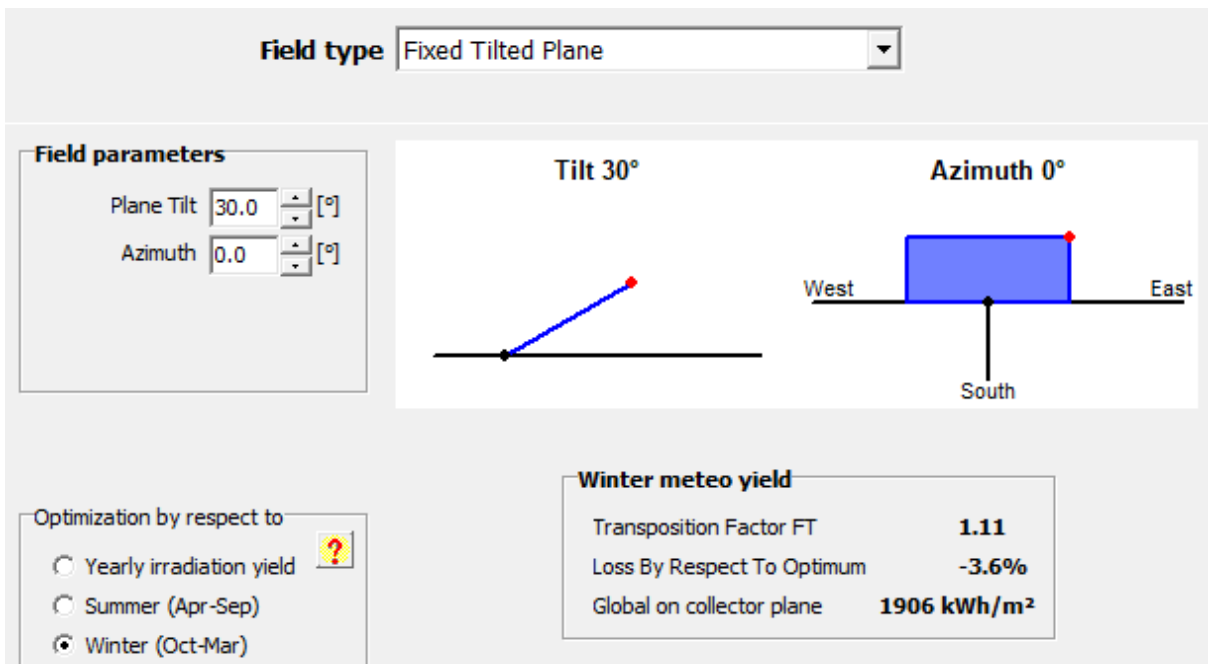


Figure III 5 Orientation des modules PV

III.4.4. Schéma de l'installation PV

La figure (III.6) représente le schéma de l'installation PV autonome prise en compte dans la simulation.

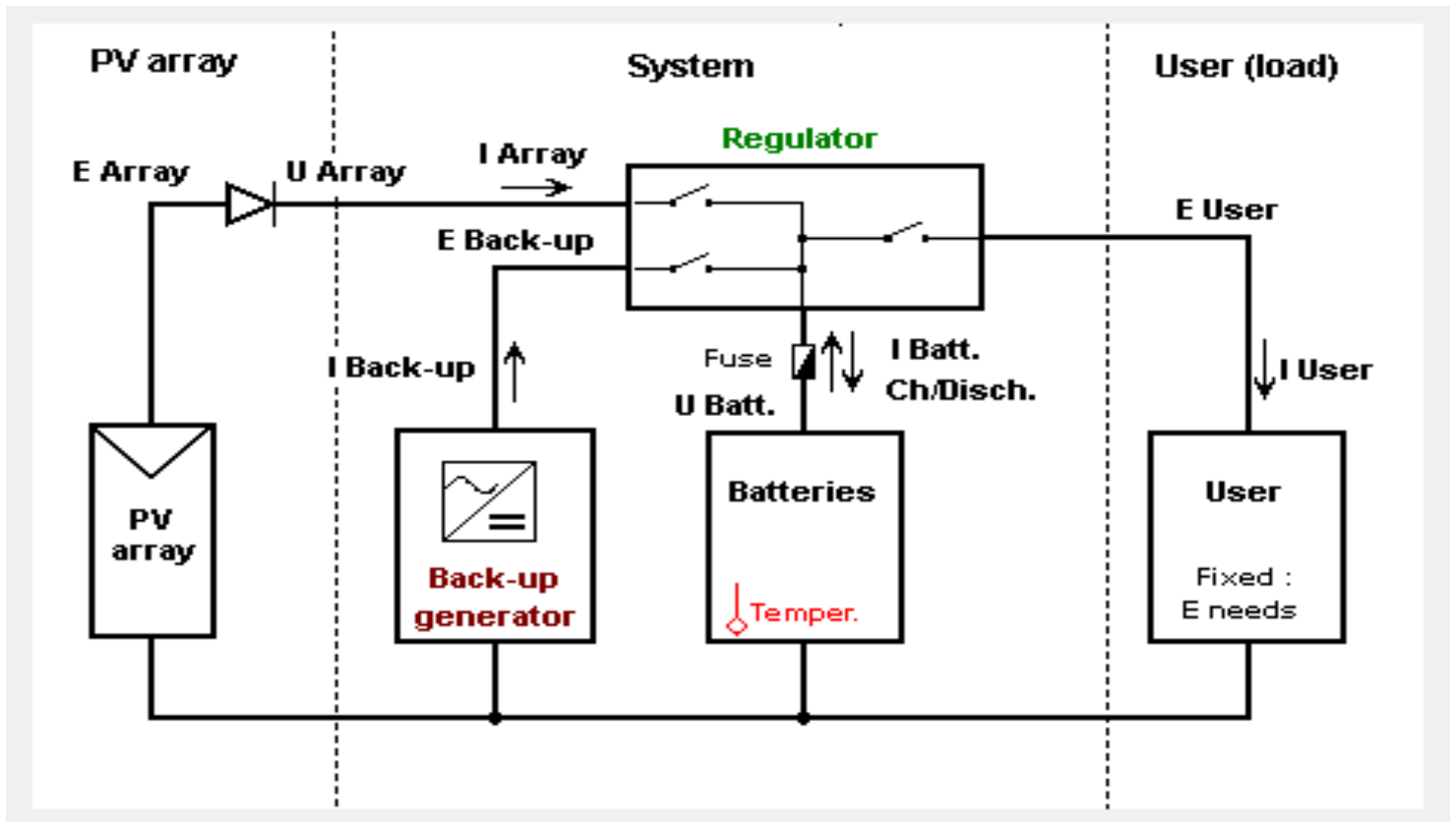


Figure III.6 Schema de l'instalation PV

Chapitre III

III.5. Résultats de simulation

III.5.1. Besoins électriques

La figure (III.7), montre les besoins d'utilisateur de deux maisons par le logiciel PVSYST :

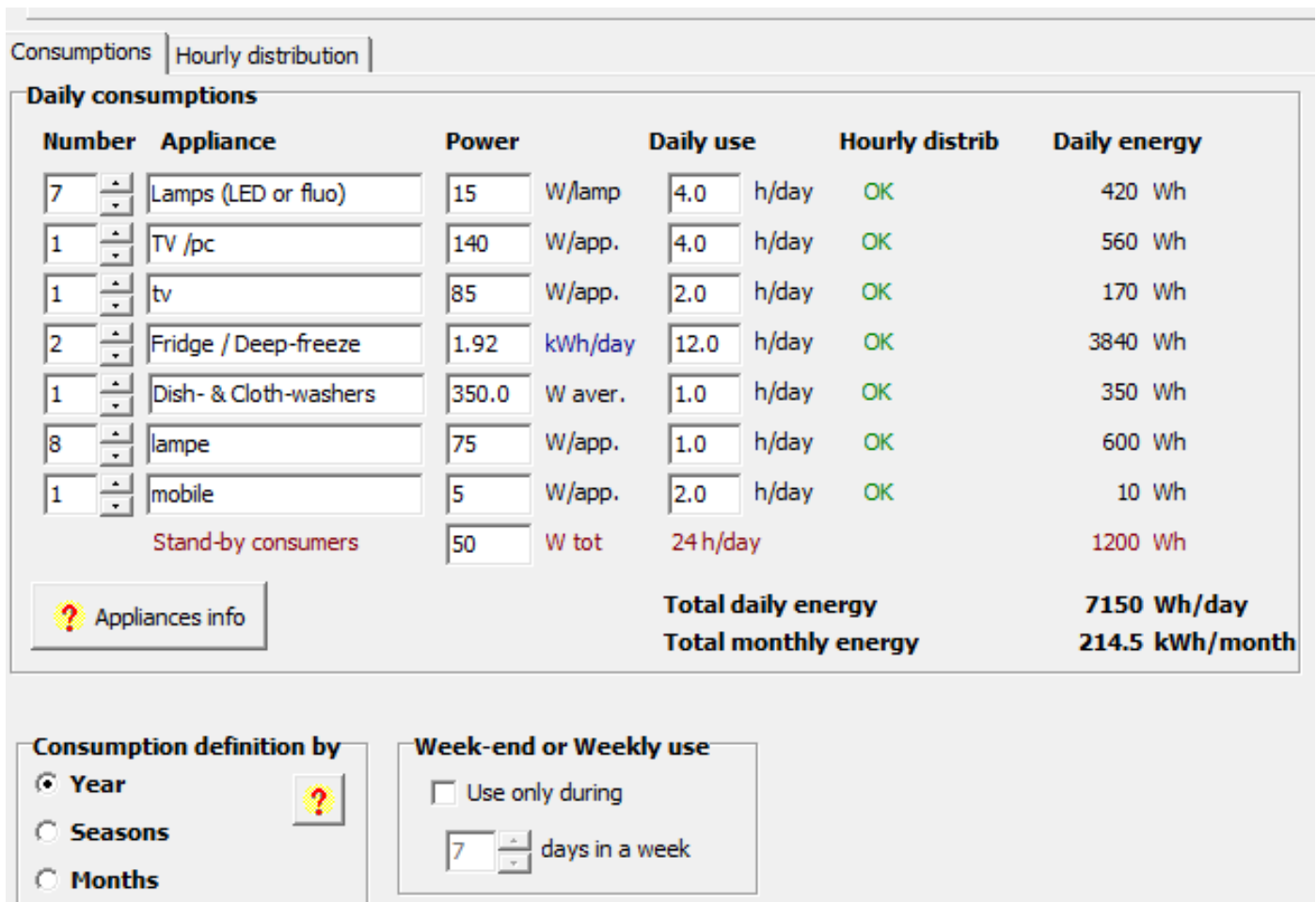


Figure III.7 les besoins électriques

Chapitre III

III.5.2. Simulation des équipements énergétiques

III.5.2.1. Batteries

On a choisi une batterie Electrona de type Pb-gel 12V/200Ah sous une température fixe 20C°

Storage | PV Array | Back-Up | Simplified Schema

Procedure

The Pre-sizing suggestions are based on the Monthly meteo and the user's needs definition

1. - Pre-sizing Define the desired Pre-sizing conditions (LOL, Autonomy, Battery voltage)
2. - Storage Define the battery pack (default checkboxes will approach the pre-sizing)
3. - PV Array design Design the PV array (PV module) and the control mode. You are advised to begin with a universal controller.
4. - Back-Up Define an eventual Genset

Specify the Battery set

Sort batteries by voltage capacity manufacturer

All manufacturers 12 V 200 Ah Pb Sealed Gel AcmeG 12V 200 Narada

Lead-acid

<input type="text" value="2"/> batteries in series <input checked="" type="checkbox"/>	Number of batteries	18	Battery pack voltage	24 V
<input type="text" value="9"/> batteries in parallel <input type="checkbox"/>	Number of elements	108	Global capacity	1800 Ah
<input type="text" value="100.0"/> % Initial State of Wear (nb. of cycles)			Stored energy (80% DOD)	34.6 kWh
<input type="text" value="100.0"/> % Initial State of Wear (static)			Total weight	1098 kg
			Nb. cycles at 80% DOD	1000
			Total stored energy during the battery life	39529 kWh

Operating battery temperature

Temper. mode Fixed (temperate local)

Fixed temperature °C

The battery temperature is important for the ageing of the battery. An increase of 10 °C divides the "static" battery life by a factor of two.

Figure III.8 Choix des batteries

Chapitre III

III.5.2.2. Modules et onduleurs

The screenshot displays the PVSYS software interface for configuring a PV array. The interface is divided into several sections:

- Storage:** PV Array | Back-Up | Simplified Schema
- Sub-array name and Orientation:** Name: PV Array, Tilt: 30°, Azimuth: 0°, Orient.: Fixed Tilted Plane.
- Presizing Help:** No sizing selected. Enter planned power: 2.0 kWp. ... or available area: 13 m2. A Resize button is present.
- Select the PV module:** Available Now dropdown, Sort modules by Power (selected) or Technology. Selected module: Sonnenstromfabrik - CS, 260 Wp 24V, Si-mono, Excellent Glass/Glass 260, Since 2018, Manufacturer 201. Approx. needed modules: 8. Sizing voltages: Vmpp (60°C) 24.7 V, Voc (-10°C) 39.4 V.
- Select the control mode and the controller:** Universal controller selected. MPPT power converter. All manufacturers dropdown. Max. Charging - Discharging current: MPPT 1000 W, 24 V, 143 A, 30 A. Universal controller with MPPT conve G dropdown. Open button. Note: The operating parameters of the universal controller will automatically be adjusted according to the properties of the system.
- PV Array design:** Number of modules and strings: Mod. in series: 2, Nbre strings: 6. should be: No constraint (checked), between 3 and 5 (unchecked). Nb. modules: 12, Area: 20 m2. Operating conditions: Vmpp (60°C) 49 V, Vmpp (20°C) 59 V, Voc (-10°C) 79 V. Plane irradiance: 1000 W/m2. Imp (STC) 54.1 A, Isc (STC) 57.8 A, Isc (at STC) 57.2 A. Max. operating power at 1000 W/m2 and 50°C: 2.8 kW. Array nom. Power (STC): 3.1 kWp.

Figure III.9 simulation des onduleurs et modules

III.5.3. Rapport de simulation

Après la simulation par le PVSYS de la consommation de la maison, on obtient le rapport illustré par la figure suivante.

Chapitre III

Stand alone system: Simulation parameters

Project :	PFE_1								
Geographical Site	Bouinan	Country	Algeria						
Situation	Latitude	36.52° N	Longitude 3.01° E						
Time defined as	Legal Time	Time zone UT+1	Altitude 100 m						
	Albedo	0.20							
Meteo data:	Bouinan	MeteoNorm file, Synthetic - Synthetic							
<hr/>									
Simulation variant :	PFE								
	Simulation date	09/10/20 17h40							
<hr/>									
Simulation parameters	System type	Stand alone system with batteries							
Collector Plane Orientation	Tilt	30°	Azimuth 0°						
Models used	Transposition	Perez	Diffuse Perez, Meteonorm						
User's needs :	Daily household consumers average	Constant over the year 7.2 kWh/Day							
<hr/>									
PV Array Characteristics									
PV module	Si-mono	Model	Excellent Glass/Glass 260M54 brilliant						
Original PVsyst database		Manufacturer	Sonnenstromfabrik - CS Wismar						
Number of PV modules		In series	2 modules						
Total number of PV modules		Nb. modules	12						
Array global power		Nominal (STC)	3120 Wp						
Array operating characteristics (50°C)		U mpp	52 V						
Total area		Module area	20.4 m²						
		In parallel	6 strings						
		Unit Nom. Power	260 Wp						
		At operating cond.	2803 Wp (50°C)						
		I mpp	54 A						
<hr/>									
System Parameter	System type	Stand alone system							
Battery	Model	AcmeG 12V 200							
	Manufacturer	Narada							
Battery Pack Characteristics	Nb. of units	2 in series x 10 in parallel							
	Voltage	24 V	Nominal Capacity 2000 Ah						
	Discharging min. SOC	20.0 %	Stored energy 39.6 kWh						
	Temperature	Fixed (20°C)							
Controller	Model	Universal controller with MPPT converter							
	Technology	MPPT converter	Temp coeff. -5.0 mV/°C/elem.						
Converter	Maxi and EURO efficiencies	97.0 / 95.0 %							
Battery Management control	Threshold commands as	SOC calculation							
	Charging	SOC = 0.92 / 0.75	i.e. approx. 27.2 / 25.3 V						
	Discharging	SOC = 0.20 / 0.45	i.e. approx. 23.6 / 24.6 V						
<hr/>									
PV Array loss factors									
Thermal Loss factor	Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (wind) 0.0 W/m²K / m/s						
Wiring Ohmic Loss	Global array res.	16 mOhm	Loss Fraction 1.5 % at STC						
Serie Diode Loss	Voltage Drop	0.7 V	Loss Fraction 1.2 % at STC						
Module Quality Loss			Loss Fraction 1.5 %						
Module Mismatch Losses			Loss Fraction 1.0 % at MPP						
Strings Mismatch loss			Loss Fraction 0.10 %						
Incidence effect (IAM): Fresnel AR coating, n(glass)=1.526, n(AR)=1.290									
	0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
	1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000

Figure III.10 Rapport de la simulation

Chapitre III

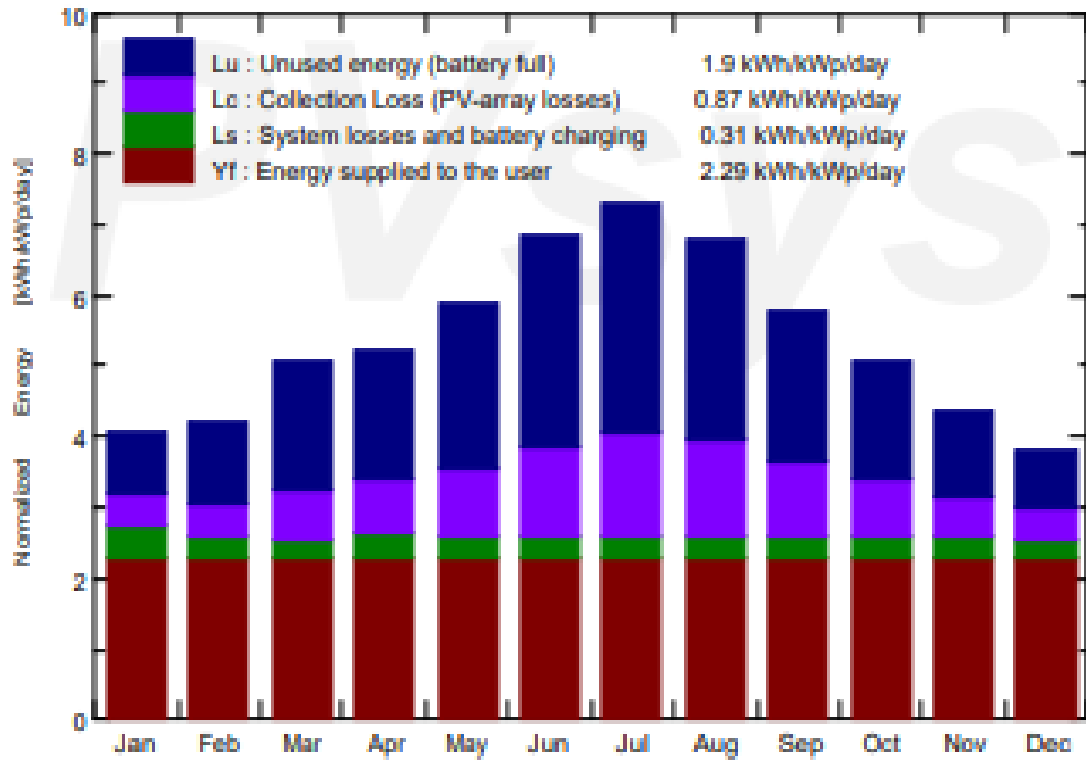


Figure III.11 Production normalisée (en kWp installée)

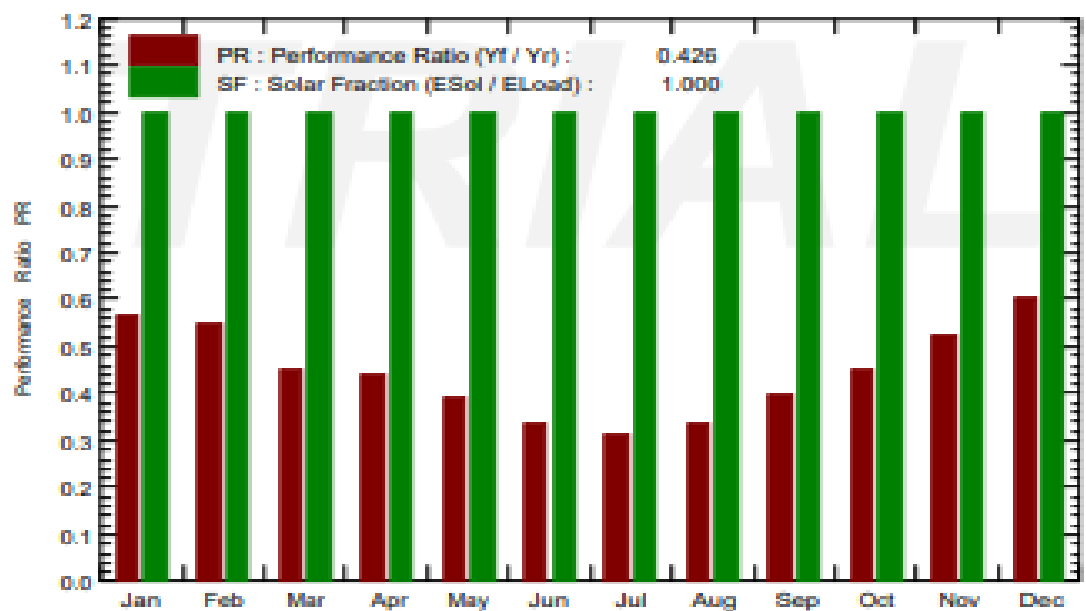


Figure III.12 le ratio de performance et la fraction solaire

Tableau III. 2 principaux résultats

	GlobHor kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	E_Avail kWh	EUnused kWh	E_Miss kWh	E_User kWh	E_Load kWh	SolFrac
January	80.0	123.8	332.6	81.6	0.000	221.7	221.7	1.000
February	86.3	115.1	313.2	98.1	0.000	200.2	200.2	1.000
March	130.4	153.2	407.5	172.4	0.000	221.7	221.7	1.000
April	150.9	152.2	403.4	168.7	0.000	214.5	214.5	1.000
May	187.4	177.3	462.2	224.6	0.000	221.7	221.7	1.000
June	219.3	199.4	508.5	278.0	0.000	214.5	214.5	1.000
July	236.6	220.5	549.8	311.8	0.000	221.7	221.7	1.000
August	202.0	205.0	511.7	273.9	0.000	221.7	221.7	1.000
September	151.0	169.4	430.6	200.6	0.000	214.5	214.5	1.000
October	121.2	154.7	399.7	162.2	0.000	221.7	221.7	1.000
November	85.8	129.0	344.7	114.5	0.000	214.5	214.5	1.000
December	71.7	115.9	314.3	78.1	0.000	221.7	221.7	1.000
Year	1722.6	1915.8	4978.1	2164.4	0.000	2609.8	2609.8	1.000

Legends: GlobHor Horizontal global irradiation
 GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings
 E_Avail Available Solar Energy
 EUnused Unused energy (battery full)
 E_Miss Missing energy
 E_User Energy supplied to the user
 E_Load Energy need of the user (Load)
 SolFrac Solar fraction (EUsed / ELoad)

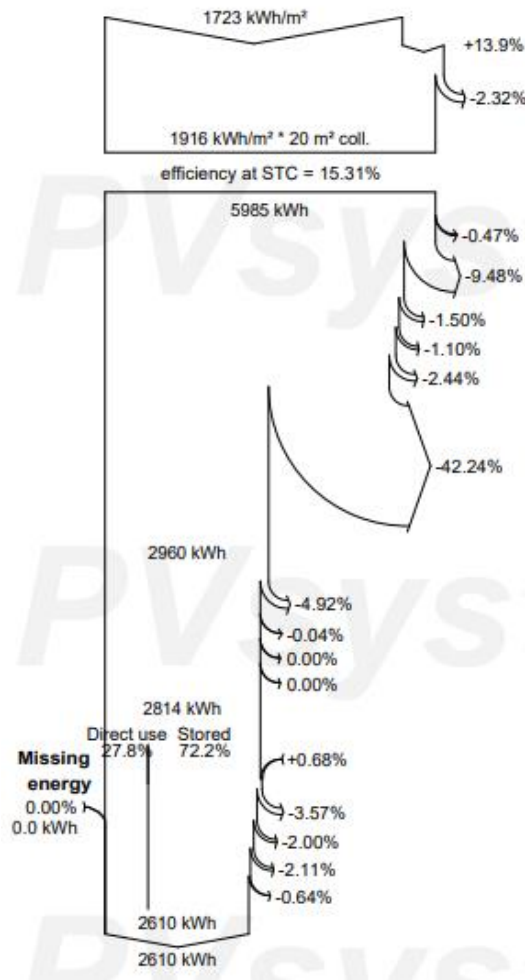


Figure III 13 Bilan de puissance

Chapitre III

III.6. Discussion

Les résultats précédents nous ont permis de déduire les observations suivantes :

- après avoir fait l'estimation manuelle et l'avoir suivie par le résultat d'un logiciel, nous constatons que le modèle mathématique choisi pour l'étude est le plus précis par rapport à l'algorithme moyen du logiciel de dimensionnement, malgré des différences mineures dans les résultats, ce qui revient à la marge d'erreur attendue, et au facteur de précision homme-machine, nous pouvons cependant dire que le modèle choisi est largement accepté et fournit un résultat détaillé sur le dimensionnement.

- la maison à dimensionnée montre un résultat efficace du point de vue énergétique, avec une autonomie de 5 jours et 14 panneaux, l'installation globale prend moins de place, en spécifiant une pièce comme salle de stockage des batteries, et le toit comme plate-forme sur laquelle les panneaux seront installés.

- la simulation a été réalisée en prenant comme référence le jour ayant la durée mathématique d'ensoleillement la plus faible, afin d'assurer la fonctionnalité sur tous les autres scénarios possibles, ce qui assure naturellement un rendement élevé les jours d'été, couvrant une éventuelle augmentation de la charge expliquée par l'ajout de climatiseurs à la somme des appareils consommateurs.

- Le logiciel permet un fonctionnement plus souple, offrant plus d'options, comme le dimensionnement en fonction d'une variation hebdomadaire de la consommation, le dimensionnement sur plusieurs jours de l'année, et l'acceptation d'un fichier météorologique externe, que nous avons utilisé pour mettre en œuvre les données extraites du PVGIS, et qui fournit une plus grande précision.

Chapitre III

III.7. Conclusion

Dans ce chapitre, l'objectif principal était de pouvoir couvrir la totalité d'un domicile dépendant uniquement de l'énergie PV, en tenant compte du réalisme des résultats, comme la taille et la surface totale du système d'une part, et d'autre part la surface disponible du domicile, qui étaient optimales pour le cas étudié, prouvant ainsi que la conversion du domicile à l'énergie propre en utilisant des panneaux photovoltaïques minimisera l'émission de CO₂, tout en garantissant l'indépendance des utilisateurs, puisque les pics de consommation de plusieurs utilisateurs n'affecteront pas les autres utilisateurs.

es résultats des deux procédures de dimensionnement montrent que la précision des réponses fournies par les logiciels, et le fait qu'il utilise les mêmes modules mathématiques mais en itérations signifie qu'il est garanti d'obtenir un résultat proche des cas réels.

Conclusion générale

Cette étude vise à favoriser l'intégration des énergies renouvelables dans le réseau algérien, afin de réduire les émissions de CO₂ et d'améliorer la qualité du réseau (moins de coupures). La conception commence par la détermination de l'emplacement géographique, suivie du rayonnement solaire reçu et de la consommation quotidienne afin de dimensionner le système.

Ce travail se compose de trois chapitres, dont le premier consiste en une définition générale de tous les aspects qui participent à cette étude.

Le deuxième chapitre est la somme de tous les modèles mathématiques et des équations qui construisent le processus de dimensionnement, et qui est intégré dans de nombreux logiciels de dimensionnement modernes.

Et le troisième chapitre a détaillé les étapes du dimensionnement, les données nécessaires, en utilisant des logiciels avancés tels que NASA Power LARC, METEONORM, et PVSYS, afin de fournir une multitude d'informations nécessaires à l'étude puis le choix du système optimal.

Comme le suggère l'étude, le domicile est capable de fonctionner entièrement sur la base du système solaire suggéré, nécessitant si peu d'espace, que ce projet peut être étendu pour couvrir chaque domicile individuellement, dans le cas d'une volonté d'étendre la couverture d'un quartier entier par l'énergies PV, créant ainsi un mini réseau PV qui pourrait alléger le réseau classique donc moins de cas de panne d'électricité et un confort plus économique à long terme

Le projet peut toujours être amélioré en ajoutant d'autres éléments tels que l'énergie solaire thermique, considérant qu'il s'agit d'une autre énergie renouvelable, il est capable de couvrir l'aspect chauffage de la consommation du logement, créant plus d'énergie pour moins de coûts.

Références

Références

Références

- [1] Anne Labouret et Michel Villos « **Energie solaire photovoltaïque** ». 4em édition Dunod, Paris,2009.
- [2] Zouache Foudil « **étude de la concentration solaire sur les performances des Systèmesphotovoltaïque** », Mémoire de magister, département d'électronique. Université Mentouri de Constantine, 2009.
- [3] M. Kenane, S.Sadoudi « **Modélisation de modules photovoltaïques en milieu réel d'implantation** », Mémoire de Master II, département de génie mécanique, faculté du génie de la construction, UMMTO 2013.
- [4] Petibon Stéphane « **Nouvelles architectures distribuées de gestion et de conversion de l'énergie pour les applications photovoltaïques** ». Thèse de doctorat, Université de Toulouse,2009.
- [5] Alonso Corinne « **Contribution à l'optimisation, la gestion et le traitement de l'énergie** ». Mémoire d'habilitation à diriger les recherche, Université Paul Sabatier Toulouse III, 2003.
- [6] THOMAS Mambrini, «Caractérisation de panneaux solaires photovoltaïques en conditions réelles d'implantation et en fonction des différentes technologies», Thèse de doctorat, Université PARIS-SUD (16 décembre 2014).
- [7] Sylvain Brigand « **Installations Solaires Photovoltaïque (dimensionnement de l'installation et mise en oeuvre maintenance)** », Edition le moniteur (paris), février 2011
- [8] MATALLAH Sorya, «Dimensionnement et simulation d'un système photovoltaïque pour alimenter un habitat dans la wilaya d'Ouargla», Mémoire de Master, Université Kasdi Merbah de Ouargla (07/06/2015).
- [9] ZIDANE Ammar, «Etude et dimensionnement d'une installation photovoltaïque au niveau d'un puits de gaz» Mémoire de Master, Université Abderrahmane Mira de Bejaïa (Promotion Juin 2012).

Références

- [10] MISSOUM Mohammed, «Contribution de l'énergie photovoltaïque dans la performance énergétique de l'habitat à haute qualité énergétique en Algérie», Mémoire de Magister, Université Hassiba BENBOUALI de Chlef (11 décembre 2011).
- [11] IAMARENE Samir «Dimensionnement d'une installation photovoltaïque pour un site (BTS, BSC) du réseau télécom wotania», Mémoire de Master, Université Abderrahmane Mira de Bejaia (19/09/2012).
- [12] MERAD Souheyla née MAMOUN, « Dimensionnement d'une Installation Photovoltaïque d'un lieu peu fréquenté: Cas d'un Cabanon Situé à Marsat Ben M'Hidi (TLEMEN) », Mémoire de Master, Université Abou-Bakr Belkaidde Tlemcen, 8 Juin 2010.
- [13] BOUKHLIF Hamza, « Dimensionnement technique d'une installation photovoltaïque De 300kw », Mémoire de Master, Université M'hamed Bougara de Boumerdes, promotion juin 2017.
- [14]<http://eduscol.education.fr/sti/sites/eduscol.education.fr.sti/files/ressources/pedagogiques/831/831-presentation.ppt>
- [15] <https://energieplus-lesite.be/theories/climat8/ensoleillement-d8/>
- [16] Jacques Bernard « **énergie solaire calculs et optimisation** » édition ellipses, 2004
- [17] Helali Kamelia « **Modélisation d'une cellule photovoltaïque : Etude comparative** », Mémoire de magister, département d'électrotechnique, faculté du génie électrique, UMMTO 2012.
- [18] Zouache Foudil « **étude de la concentration solaire sur les performances des Systèmes photovoltaïque** », Mémoire de magister, département d'électronique. Université Mentouri de Constantine, 2009.
- [19] Guide du ministère de l'énergie, ministère des énergies et des mines
- [20] BOUKHLIF Hamza, « Dimensionnement technique d'une installation photovoltaïque De 300kw », Mémoire de Master, Université M'hamed Bougara de Boumerdes, promotion juin 2017.