

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

Université de Mohamed El-Bachir El-Ibrahimi - Bordj Bou Arreridj

Faculté des Sciences et de la technologie

Département Génie mécanique

Mémoire

Présenté pour obtenir

LE DIPLOME DE MASTER

FILIERE : Génie mécanique

Spécialité : Energétique

Par

- **MALKI Youcef**
- **TABABOUCHET Anis**

Intitulé

***Étude de dimensionnement d'un système photovoltaïque pour
l'alimentation électrique du CEM Al-Eidani Ibrahim, BBA***

Soutenu le : 18/09/2022

Devant le Jury composé de :

<i>Nom & Prénom</i>	<i>Grade</i>	<i>Qualité</i>	<i>Etablissement</i>
Mr. DAOUD Salah	Pr	Président	Univ-BBA
Mr. ZAHIR Rouabah	Pr	Encadreur	Univ-BBA
Mr. SAIDANI Lyamine	MAA	Examineur	Univ-BBA

Année Universitaire 2021/2022

Remerciements

Louange à Dieu, Seigneur des Mondes, d'abord et avant tout, nous le louons pour son succès et lui sommes reconnaissants de nous avoir donné la force, la volonté et le courage de développer et d'achever ce travail.

Ensuite, nous n'oublions pas notre professeur et superviseur, le Pr. Zahir Rouabah, professeur à la Faculté des sciences et de la technologie de l'Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi, pour nous avoir suggéré ce sujet intéressant et partagé sa merveilleuse expérience et ses conseils utiles, qui savaient comment nous laisser l'espace nécessaire pour faire ce travail.

Nous adressons également nos sincères remerciements à tous nos professeurs du secteur du génie mécanique.

Enfin, nous remercions tous ceux qui nous ont aidés en priant pour le succès et avec un mot gentil de près ou de loin pour mener à bien ce projet de fin d'études, de la mère, du père, du frère, de la sœur, de l'ami et du bien-aimé.

Dédicaces

Je dédie cet humble travail à :

Pour mon père et ma mère

Mes remerciements et ma gratitude pour leur soutien et

Comprendre tout au long de mes études.

À mes frères

Cher frère : Moussa, Abdel Nasser, Toufik,

A mes amis : Faisal, Youcef, Abdel Rahim, Ammar

MALKI YUCEF

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

A ma mère et à mon père et mon cher frère Abdelkader pour son courage et sa dévotion en leur exprimant tout mon respect et mon amour et en leur témoignant toute ma reconnaissance et ma gratitude pour leurs efforts et leurs sacrifices fournis pour ma réussite.

Aux familles : Tababouchet et Belaïa pour avoir cru en moi.

A mes meilleurs amis : Tayeb, Hocine, Abd rahime et Faycel

Et à toutes les personnes qui m'ont aidé, soutenu et contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail

Tababouchet Anis

Nomenclatures

PV	Photovoltaïque
PV_{sys}	Logiciel conçu pour être utilisées par les chercheurs et les ingénieurs
E_{pj}	Energie produite par jour (Wh/jour)
E_{cj}	Energie consommée par jour (Wh/jour)
K	Coefficient La valeur moyenne 0.65
P_c	Puissance crête en watt crête (W _c)
I_r	Irradiation moyenne annuelle (KWh/m ² /jour)
G	Irradiation global 4.265 KWh/m ² /s.
S	Section du conducteur en mm ²
β	Résistivité du conducteur en Ω/m (cuivre = 1.6*10 ⁻⁸ Ω/m)
L	Longueur du câble en mètre (m)
R	Résistance max de la ligne en ohm (Ω)
ΔU	Chute de tension admissible en volt (V)
I	Intensité délivrée par le panneau PV sous sa tension nominale en ampère (A)

Liste des figures

Figure (I -1) : Énergie solaire	4
Figure (I -2) : Système solaire	5
Figure (I.3): Ensoleillement global annuel dans le monde KWh/m2/an.	5
Figure (I.4): L'effet photovoltaïque	6
Figure (I.5):Cellule au Silicium Monocristallin	7
Figure (I.6):Cellule au Silicium Poly-cristallin	7
Figure (I.7):Cellules amorphes	8
Figure (I.7):Un module photovoltaïque	11
Figure (I.8): Différents type de connexion des cellules solaires	11
Figure (II.1): Programme algérien des énergies renouvelables à L'horizon 2030	15
Figure (II.2): Objectifs du programme algérien des Énergies Renouvelables	16
Figure (II.3): Consommation des communes par activité - année 2017-(GWH)	18
Figure(III.1) : Les différents types de systèmes photovoltaïques autonomes	23
Figure(III.2): Schéma d'un système de pompage au fil de soleil	23
Figure(III.3) : Système d'alimentation autonome hybride photovoltaïque/ groupe électrogène	24
Figure (III.4): Système photovoltaïque raccordé au réseau	25
Figure (III.5): Différents éléments d'un système photovoltaïque autonome	26
Figure (III.6): Exemple de convertisseur DC/DC vers le haut	27
Figure(III.7): Convertisseur typique DC/DC vers le bas	27
Figure (IV.1): La vue avant de l'école et L'espace interne de l'école (la cour du CEM)	32
Figure (IV.2): Vue par satellite du lieu de projet	33

Figure (IV.3): Trajectoire du soleil à El-Hamadia	33
Figure (IV.4): Paramètres d'orientation et d'inclinaison des panneaux solaires	34
Figure (IV.5):Schéma d'installation du système PV isolation avec batterie	34
Figure (IV.6): Géographique site paramètre du PVsyst	35
Figure (IV.7): Configuration du système dans PVsyst	36
Figure (IV.8):Résumé du projet et des résultats	37
Figure (IV.9):Paramètres généraux, Caractéristiques du champ de capteurs, Pertes système	38
Figure (IV.10):Besoins de l'utilisateur	39
Figure (IV.11):Résultats principaux	40
Figure (IV.12):Diagramme des pertes	41
Figure (IV.13):Graphiques spéciaux	42
Figure (IV.14):Schéma de Structure sur le toit	44

Liste des tableaux

Tableau I.1 : Performances des différentes technologies des cellules photovoltaïques.	10
Tableau II.1 : La consistance du programme en énergie renouvelables à réaliser pour le marché national sur la période 2015-2030	15

T able des matières

Remerciements
Dédicaces
Nomenclature
Liste des figures
Liste des tableaux
Table des matières

Introduction Générale.....1

Chapitre I : Énergie Solaire photovoltaïque

I.1.Introduction.....4

I.2.Généralité sur l'énergie solaire.....4

I.3.Gisement solaire.....5

I.4. Conversion photovoltaïques.....6

I.5.Technologies des cellules.....6

I.5.1.Technologies de la première génération à base de silicium cristallin.....7

I.5.1.1.Cellule monocristalline.....7

I.5.1.2.Cellule poly-cristalline.....7

I.5.2.Technologie de la deuxième génération à base de couche-mince.....8

I.5.2.1. Les cellules amorphes.....8

I.5.2.2. Le tellure de Cadmium (CdTe)8

I.5.2.3. Cuivre indium sélénium (CIS) / Cuivre indium Gallium sélénium (CIGS)... 9

I.5.3.Technologie de la troisième génération « Les cellules organiques »9

I.6.Module photovoltaïque.....10

I.7.Connexion des cellules solaires.....11

I.8.Avantages ET inconvénients de la photovoltaïque.....11

I.8.1.Avantages.....11

I.8.2.Inconvénients.....12

I.9.Conclusion.....12

Chapitre II : Programme national des énergies renouvelables en Algérie

II.1. Introduction.....	14
II.2. Programme national des énergies nouvelles et renouvelables avant la révision.....	14
II.2.1. Consistance du programme de développement des énergies renouvelables avant la révision...	15
II.2.2. Objectifs du programme algérien des énergies renouvelables.....	16
II.3. Principaux projets réalisés/en cours de réalisation en matière des Énergies Renouvelables	17
II.4. Développement de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables au niveau des collectivités.....	17
II.5. Contextes législatifs.....	18
II.5.1. Lois relatives à la maîtrise de l'énergie (Loi n° 99-09 du 28 juillet 1999).....	18
II.5.2. Loi relative à l'électricité et la distribution publique du gaz par canalisation (loi n° 02-01 du 05 février 2002, j.o n° 8)	19
II.5.3. Loi relative à la promotion des énergies renouvelables dans le cadre du développement durable (loi n° 04-09 du 14 août 2004, j.o n° 52)	19
II.5.4. Décret exécutif n°13-218 du 18 juin 2013 publié au Journal officiel n°33.....	19
II.6. Conclusion.....	20

Chapitre III : Systèmes photovoltaïques

III .1. Introduction.....	22
III .2. Les types des systèmes photovoltaïques.....	22
III.2.1. Système photovoltaïque autonome.....	22
III .2.2. Systèmes hybrides.....	24
III .2.3. Systèmes connectés à un réseau (Grid-Connected photovoltaïque power plants).....	25
III .3. Les composants d'un système photovoltaïque.....	25
III .3.1. Le Module Photovoltaïque.....	26
III .3.2. La Batterie Solaire.....	26
III .3.3. Le Régulateur Ou Contrôleur De Charge.....	26
III .3.4. Le Convertisseur.....	27
III .3.4.1. Les convertisseurs DC/DC.....	27
III.3.4.1.A. Convertisseur vers le haut.....	27
III.3.4.1.B. Convertisseur vers le bas.....	27
III .3.4.2. Les convertisseurs DC/AC	28
III .3.5. L'onduleur.....	28
III .4. Dimensionnement des systèmes Photovoltaïques.....	28
III .4.1. Paramètres d'entrée intervenants dans le dimensionnement.....	28
III .4.1.1. Paramètres relatifs au système PV.....	28
III .4.1.2. Paramètres relatifs au site d'installation.....	28
III .4.1.3. Paramètres concernant le module PV.....	29
III .4.1.4. Paramètres concernant les batteries de stockage.....	29
III .4.1.5. Paramètres concernant le régulateur de charge.....	29
III .4.1.6. Paramètres concernant l'onduleur.....	29
III .4.1.7. Paramètres concernant la charge.....	29

III .4.2.Méthodes de dimensionnement d'un système PV.....	30
III .4.2.1.Méthode de la probabilité d'erreur dans la consommation.....	30
III .4.2.2.Méthode du mois le plus défavorable.....	30
III .5.Conclusion.....	30

Chapitre IV : Etude de dimensionnement d'un système photovoltaïque

IV.1.Introduction.....	32
IV.2.Etude de dimensionnement photovoltaïque pour l'alimentation électrique du CEM Al-Eidani Ibrahim.....	32
IV.2.1.Description du projet.....	32
IV.2.2.Situation géographique.....	32
IV.2.3.Trajectoire de soleil.....	33
IV.2.4.Orientation et inclinaison et caractéristique de la structure porteuse des panneaux solaires.....	34
IV.2.5. Schéma d'installation.....	34
IV.3.Présentation du logiciel de simulation PVsyst	35
IV.3.1.Gestion du projet.....	35
IV.3.2.Conception et dimensionnement du projet.....	35
IV.4.présentations des résultats trouvés par la simulation du PVsyst v7.2.17.....	37
IV.5.Paramètres du système	42
IV.5.1. Caractéristiques du champ PV	42
IV.5.2. Caractéristiques du banc de batteries	43
IV.5.3. Caractéristiques du Régulateur.....	43
IV.5.4. Caractéristiques d'Onduleur.....	43
IV.5.5. Proposition de la structure porteuse.....	44
IV.6.Conclusion.....	45
<i>Conclusion générale.....</i>	46
<i>Bibliographies.....</i>	47

Introduction Générale

Les besoins énergétiques des sociétés industrialisées, mais aussi des pays en voie de développement ne cessent de croître. Aujourd'hui, l'essentiel de la production mondiale d'énergie provient de sources fossiles non renouvelables. Ce type d'énergie donne lieu à des émissions de gaz à effet de serre et donc une augmentation de la pollution.

De plus, la consommation excessive de stock de ressources naturelles réduit les réserves d'énergie de façon dangereuse. L'épuisement des ressources fossiles, la flambée du cours du pétrole, la lutte contre les émissions de gaz à effet de serre rendent urgentes la maîtrise des consommations énergétique et la diversification des sources d'approvisionnement en énergie primaire principalement par l'utilisation de sources à base d'énergies renouvelables.

La grande majorité des pays se reconnaissent dans cette volonté de mise en œuvre d'une politique de développement durable en se basant sur la production des énergies renouvelables. Ceci a des conséquences sur la manière de concevoir la production d'énergie électrique et son utilisation. À ce titre, l'Agence Internationale de l'Énergie a estimé que la demande mondiale en énergie pourrait augmenter de 60 % d'ici à l'an 2030 notamment en raison du développement et de l'industrialisation des pays émergents dont la Chine et l'Inde. Or, les réserves énergétiques de la planète ne sont pas inépuisables et les techniques qui permettent l'extraction et le raffinage du pétrole ou encore du gaz, à des conditions économiquement rentables devraient atteindre leurs limites dans les décennies qui viennent.

Cette évolution a conduit de nombreux pays à utiliser davantage les énergies renouvelables d'une part et à économiser l'énergie d'autre part. Ce phénomène a été amplifié par la sensibilité accrue des citoyens à la nécessité de préserver l'environnement et de lutter contre le réchauffement climatique [1].

Introduction

Dans notre mémoire, nous allons étudier et dimensionner un système photovoltaïque pour l'alimentation électrique complète du CEM Al-Eidani Ibrahim, BBA.

Pour décrire cela, ce mémoire est présenté en quatre chapitres :

- Le premier chapitre aborde l'énergie Solaire photovoltaïque.
- Dans le deuxième chapitre, nous décrivons Programme national des énergies renouvelables en Algérie.
- Le troisième chapitre concerne les systèmes photovoltaïques.
- Dans le quatrième chapitre nous allons présenter les résultats d'étude de dimensionnement d'un système photovoltaïque pour l'alimentation électrique du CEM Al-Eidani Ibrahim Situé à BBA.

Chapitre I

Énergie Solaire photovoltaïque

Sommaire

I .1.Introduction.....	4
I .2.Généralité sur l'énergie solaire.....	4
I .3.Gisement solaire.....	5
I .4. Conversion photovoltaïques.....	6
I .5.Technologies des cellules.....	6
I .5.1.Technologies de la première génération à base de silicium cristallin.....	7
I .5.1.1.Cellule monocristalline.....	7
I .5.1.2.Cellule poly-cristalline.....	7
I .5.2.Technologie de la deuxième génération à base de couche-mince.....	8
I .5.2.1. Les cellules amorphes.....	8
I .5.2.2. Le tellure de Cadmium (CdTe)	8
I .5.2.3. Cuivre indium sélénium (CIS) / Cuivre indium Gallium sélénium (CIGS)	9
I .5.3.Technologie de la troisième génération « Les cellules organiques »	9
I .6.Module photovoltaïque.....	10
I .7.Connexion des cellules solaires.....	11
I .8.Avantages ET inconvénients de la photovoltaïque.....	11
I .8.1.Avantages.....	11
I .8.2.Inconvénients.....	12
I .9.Conclusion.....	12

I.1.Introduction

L'énergie solaire photovoltaïque est l'électricité produite par transformation d'une partie du rayonnement solaire avec une cellule photovoltaïque. Le terme photovoltaïque peut désigner soit le phénomène physique, l'effet photovoltaïque découvert par Alexandre Edmont Becquerel en 1839.

Selon les estimations l'énergie rayonnée par le soleil représenterait chaque année 40 000 fois les besoins énergétiques que l'humanité consomme sous forme d'énergies fossiles. Malgré cela, l'énergie solaire reste un domaine assez peu exploitée. Néanmoins la prise de conscience collective en fait une énergie douce d'avenir (même si elle est connue et utilisée depuis des millénaires). Aujourd'hui le solaire photovoltaïque est en plein développement [2].

Dans ce chapitre, nous allons présenter des généralités sur l'énergie solaire, le gisement solaire, la conversion photovoltaïque ainsi que les technologies des cellules solaires.

I.2.Généralité sur l'énergie solaire

L'énergie solaire est une énergie inépuisable et gratuite. L'exploitation de l'énergie solaire a peu d'impacts sur l'environnement et entre donc dans la panoplie des solutions pour lutter contre le changement climatique. Les techniques pour capter directement une partie de cette énergie sont disponibles et en constante amélioration. Deux formes d'exploitations sont intéressantes : le solaire photovoltaïque pour créer de l'électricité et le solaire thermique pour chauffer l'eau.

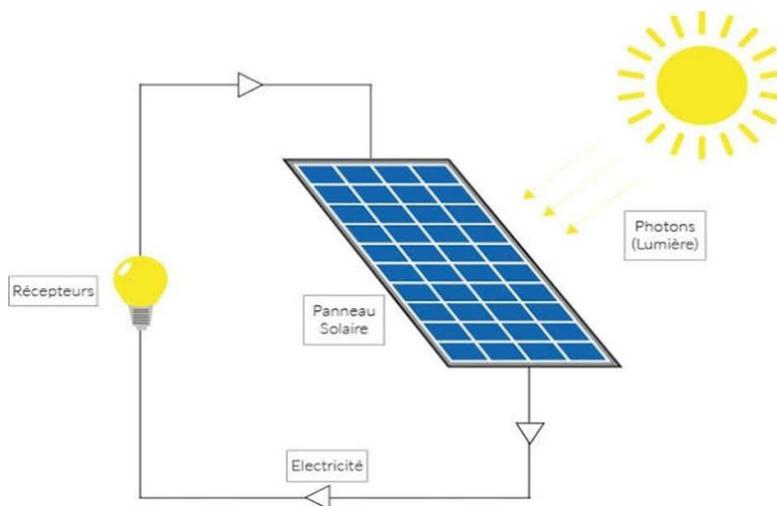


Figure (1 -1) : Énergie solaire

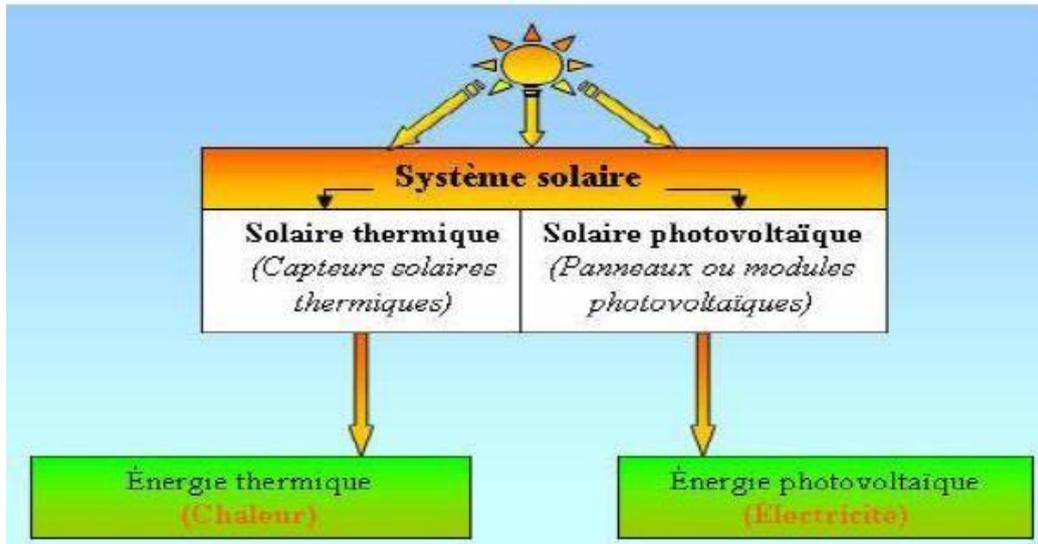


Figure (1 -2) : Système solaire

I.3. Gisement solaire

La connaissance du gisement solaire d'un site donné est primordiale pour la confection et dimensionnement d'un système énergétique solaire, en effet le gisement solaire est un ensemble de données décrivant l'évolution du rayonnement solaire dans un lieu au cours d'une période donnée grâce aux stations météorologiques, son évolution peut se faire à partir des données de l'irradiation solaire globale. Elle est utilisée pour simuler le fonctionnement probable d'un système énergétique solaire et donc d'effectuer son dimensionnement le plus exact possible compte tenu des demandes en énergie à satisfaire [3].

Les pays du sud de la méditerranée notamment l'Algérie disposent d'un des gisements solaires très importants comme le montre l'élevé au monde figure ci-dessous :

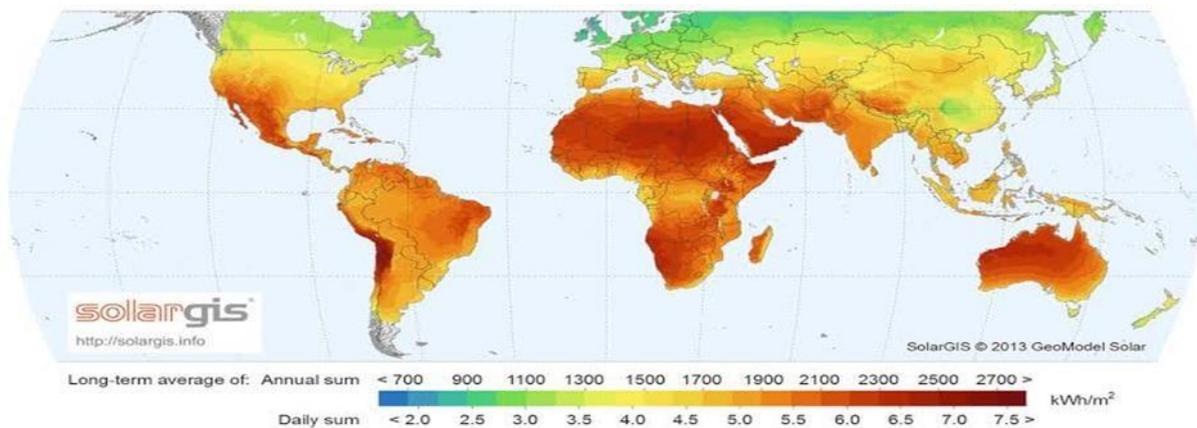


Figure I.3 : Ensoleillement global annuel dans le monde KWh/m2/an (<https://images.app.google/solargis.info>) [4].

I.4. Conversion photovoltaïques

Photovoltaïque (abréviation PV) est le moyen direct de convertir le rayonnement solaire en électricité et elle est basé sur l'effet photovoltaïque et ce dernier correspond à l'apparition d'une différence de potentiel entre les deux côtés d'une jonction semi-conductrice sous l'action d'une radiation lumineuse.

Cette conversion photovoltaïque est effectuée à l'aide des cellules photovoltaïques fabriquées généralement en silicium cristallin. 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 et un courant électrique circule [5].

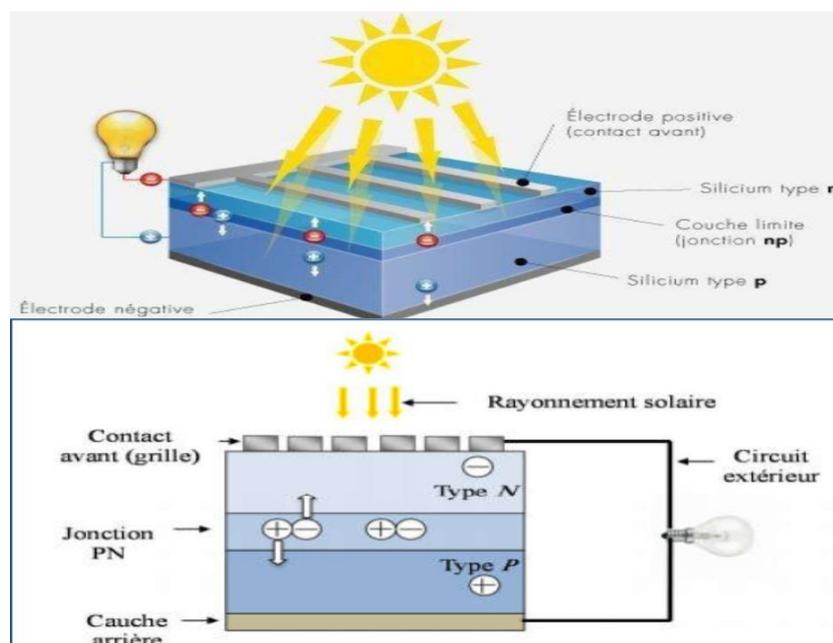


Figure (1.4): l'effet photovoltaïque [6].

I.5. Technologies des cellules

Une grande variété de cellules photovoltaïques existe et peut être partagée en trois grandes familles selon les technologies utilisées. La première génération existe depuis plusieurs dizaines d'années, elle offre de loin le meilleur rendement pour un rapport qualité/ prix assez satisfaisant. La deuxième génération, récemment apparue regroupe les technologies dites « Couches minces », leurs rendement est encore inférieur à celui des cellules cristallines mais tend à s'améliorer pour un coût inférieur. La dernière et troisième génération, celle des cellules organiques est en cours de développement et vise de hauts rendements avec des coûts de productions de plus en plus bas [7].

I.5.1. Technologies de la première génération à base de silicium cristallin

Considérée comme la technologie photovoltaïque la plus efficace et la plus dominante la première génération comprend le monocristallin et le poly cristallin. Le silicium monocristallin reste encore plus cher que le silicium poly cristallin mais permet d'obtenir un rendement plus élevé, avec près de 19.8% contre 24.7% de rendement en laboratoire [7].

I.5.1.1. Cellule monocristalline

La cellule monocristalline est celle qui s'approche le plus du modèle théorique. Lors du refroidissement, le silicium fondu se solidifie en ne formant qu'un seul cristal de grande dimension. On découpe ensuite le cristal en fines tranches qui donneront les cellules.

Cependant pour arriver à ce résultat la fabrication est complexe et coûteuse en énergie, les rendements de conversion obtenue varient entre 14 et 16%.

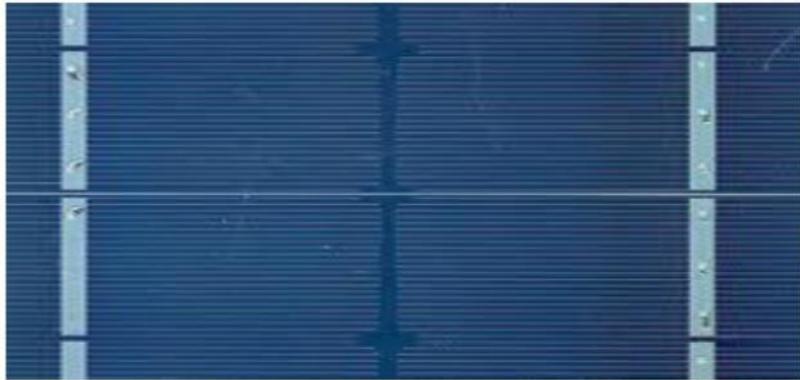


Figure (I.5): Cellule au Silicium Monocristallin

I.5.1.2. Cellule poly-cristalline

Contrairement à la cellule monocristalline, la cellule poly cristalline n'a pas besoin d'un silicium aussi pur et ordonné. Pour fabriquer ce matériau, on refond tous les déchets provenant du tirage des monocristaux, on obtient des lingots qu'il faut ensuite scier en plaquettes. Les rendements de conversion industrielle qui étaient de l'ordre de 8 à 10% avant 1980 sont actuellement de 16 à 17% [7].



Figure (I.6): Cellule au Silicium Poly-cristallin.

Il s'agit de la technologie la plus représentée sur le marché du photovoltaïque car elle allie à la fois des rendements de conversion élevés avec un coût de production faible par rapport à la filière silicium monocristallin.

I.5.2. Technologie de la deuxième génération à base de couche-mince

Les premiers essais de couches minces remontent au milieu du XX^{ème} siècle avec de fins dépôts sur cristaux massifs puis finalement des structures complètement à base de couches minces [7]. Ces technologies reposent sur des matériaux possédant un fort coefficient d'absorption du spectre solaire, et promettent un avenir prometteur vu leurs croissance importante ces dernières années.

I.5.2.1. Les cellules amorphes

Les cellules amorphes sont à base d'un matériau composé de silicium hydrogéné (état non cristallin) déposé sur un substrat de verre, elles se caractérisent par un fort coefficient d'absorption, et sont souvent utilisées dans de petits produits de consommation tel que des calculatrices solaires ou encore des montres. L'avantage de ces derniers est le fonctionnement avec un éclairage faible (même par temps couvert ou à l'intérieur d'un bâtiment). Leurs rendement est assez faible de 5% à 8% voir jusqu'à 13% en laboratoire, mais ne nécessite que de très faibles épaisseurs de silicium et ont un coût peu élevés.



Figure (I.7): cellules amorphes

I.5.2.2. Le tellure de Cadmium (CdTe)

Il s'agit d'une technologie extrêmement prometteuse, permettant d'obtenir des rendements tout à fait convenables (16,5% en laboratoire). De part une bande interdite de 1,45 eV parfaitement adaptée au spectre solaire et un très fort coefficient d'absorption, seule une couche de 2 μ m est nécessaire pour obtenir un matériau très opaque et absorbant une grande partie du spectre solaire. Cependant la limite principale au déploiement de grande ampleur de cette technologie reste la toxicité du cadmium [7].

I.5.2.3. Cuivre indium sélénium (CIS) / Cuivre indium Gallium sélénium (CIGS)

Cette filière présente un fort potentiel de développement dans le futur (jusqu'à 20% de rendement en laboratoire). Cependant, les matériaux nécessaires à la fabrication de ce type de cellule ne sont pas disponibles en grandes quantités.

I.5.3. Technologie de la troisième génération « Les cellules organiques »

Apparues dans les années 1990, les cellules organiques font aujourd'hui l'objet d'un sujet d'étude très actif en laboratoire, ce sont des cellules photovoltaïques dont, au moins, la couche active est constituée de molécules organiques. Il en existe principalement deux types : les cellules photovoltaïques organiques moléculaires et les cellules photovoltaïques organiques en polymères. Les progrès de ces technologies sont très rapides, des records de rendement sont très fréquemment annoncés (actuellement près de 6%). Le principal frein à ces technologies est actuellement la stabilité de leurs performances ainsi que leur durée de vie (actuellement environ 1000 heures d'exposition).

Les nanosciences ouvrent cependant de nouvelles voies à leurs améliorations. Leur avenir industriel n'est pas encore établi mais ces technologies ouvriraient la voie à des modules à très bas coût, biodégradables et pouvant être intégrés à toutes formes de surface.

Pratiquement, ces technologies ne sont utilisées commercialement aujourd'hui que dans le secteur de l'électronique de consommation (chargeur de GSM/ baladeur MP3) où la durée de vie de la cellule et du produit associé sont approximativement égales (2 ans). En améliorant la durée de vie ou en réduisant les coûts de production, d'autres applications devront voir le jour dans les années à venir [7].

Le tableau I.1 présente les performances des différentes technologies des cellules photovoltaïques [7].

	Technologies	Rendement	Avantages	Inconvénients	Durée de vie
1ère Génération	Silicium monocristallin	14-17%	Bon rendement pour une cellule	Coût élevé, perte de matière première en cours de fabrication	35 ans
	Silicium poly cristallin	12-15%	Bon rendement pour un module	Coût élevé, perte de matière première en cours de fabrication	35 ans
2ième Génération	Silicium amorphe	6-10%	Facile à fabriquer	Mauvais rendement	<10 ans
	CdTe	8-11%	Absorbe 90% des photons incidents	Cadmium très polluant	Non évaluée
	CIS/CIGS	10-12%	Énergie de gap ajustable 99% des photons absorbés	Manque de matière première	5 ans
3ième Génération	Cellules organiques	10%	Faible coût de fabrication, Flexible	Rendement encore trop bas	Faible actuellement

Tableau I.1 : Performances des différentes technologies des cellules photovoltaïques [7].

I.6. Module photovoltaïque

C'est un groupement de cellules photovoltaïques qui sont associées en série (pour augmenter la tension) et en parallèle (pour augmenter le courant) pour obtenir une puissance élevée suffisante lorsqu'il est exposé à la lumière [8].

Un module photovoltaïque se compose généralement d'un circuit de 36 cellules en série, protégées de l'humidité par un capsulage de verre et de plastique. L'ensemble est ensuite muni d'un cadre et d'une boîte de jonction électrique [8].

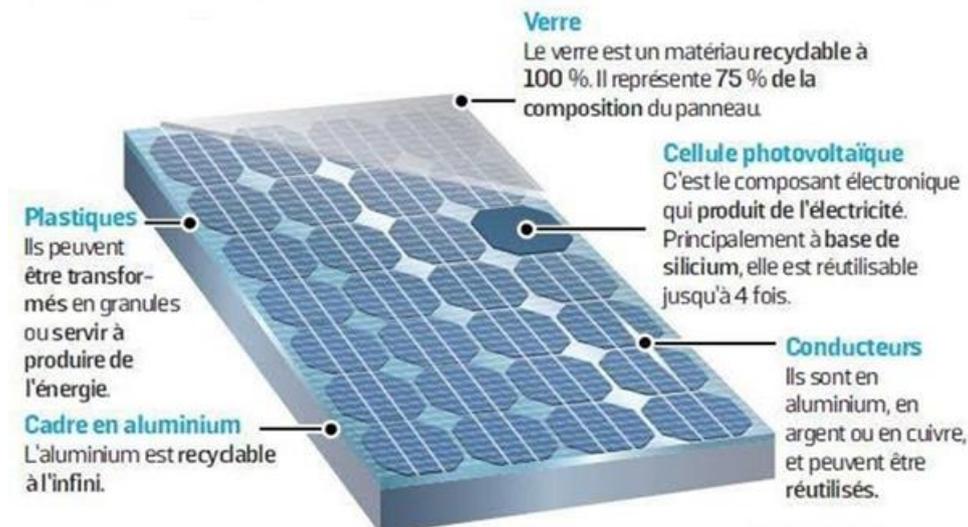


Figure (1.7): Un module photovoltaïque [9].

I.7. Connexion des cellules solaires

Les cellules photovoltaïques basées sur un système PV. Pour augmenter la puissance, plusieurs cellules PV individuelles sont interconnectées ensembles dans des modules ou des panneaux comme le montre sur la figure suivante [10] :

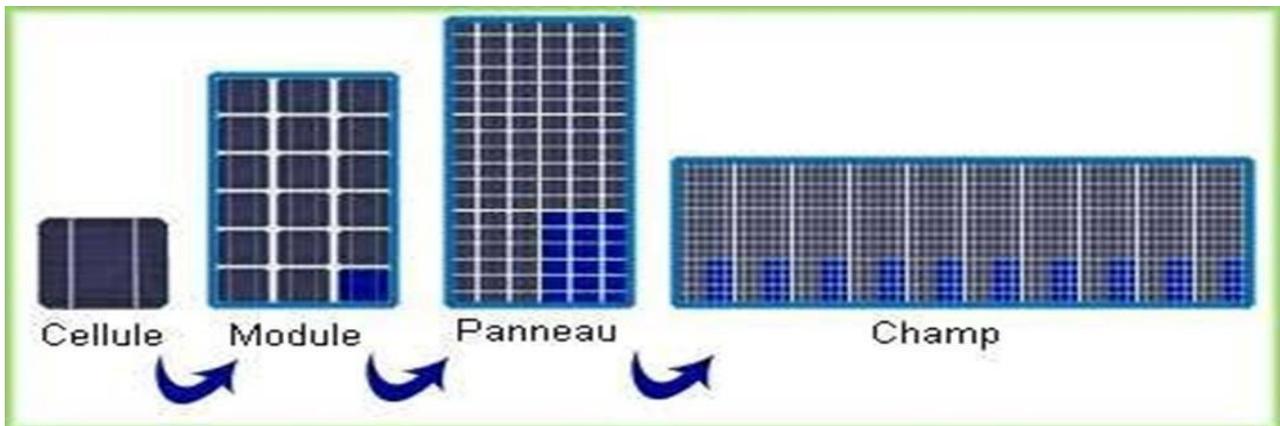


Figure (1.8): Différents type de connexion des cellules solaires

I.8. Avantages ET inconvénients de la photovoltaïques

I.8.1. Avantages

- ❖ D'abord une haute fiabilité. L'installation ne comporte pas de pièces mobiles qui la rendent particulièrement appropriée aux régions isolées. C'est la raison de son utilisation sur les engins spatiaux.

- ❖ Ensuite le caractère modulaire des panneaux photovoltaïques permet un montage simple et adaptable à des besoins énergétiques divers. Les systèmes peuvent être dimensionnés pour des applications de puissances allant du milliwatt au mégawatt.
- ❖ Le coût de fonctionnement est très faible vu les entretiens réduits et ils ne nécessitent combustible, ni son transport, ni personnel hautement spécialisé.
- ❖ Enfin, la technologie photovoltaïque présente des qualités sur le plan écologique car le produit fini est non polluant, silencieux et n'entraîne aucune perturbation du milieu, si ce n'est par l'occupation de l'espace pour les installations de grandes dimensions.

I.8.2. Inconvénients

- ❖ La fabrication du module photovoltaïque relève de la haute technologie et requiert des investissements d'un coût élevé.
- ❖ Le rendement réel de conversion d'un module est faible, de l'ordre de 10-15 % (soit entre 10 et 15 MW/km² par an pour le BENELUX) avec une limite théorique pour une cellule de 28%. Les générateurs photovoltaïques ne sont pas compétitifs par rapport aux générateurs diesel que pour des faibles demandes d'énergie en régions isolées.
- ❖ Lorsque le stockage de l'énergie électrique sous forme chimique (batterie) est nécessaire, le coût du générateur est accru.
- ❖ Le stockage de l'énergie électrique pose encore de nombreux problèmes. Le faible rendement des panneaux photovoltaïques s'explique par le fonctionnement même des cellules. Pour arriver à déplacer un électron, il faut que l'énergie du rayonnement soit au moins égale à 1 eV. Tous les rayons incidents ayant une énergie plus faible ne seront donc pas transformés en électricité. De même, les rayons lumineux dont l'énergie est supérieure à 1 eV perdront cette énergie, le reste sera dissipé sous forme de chaleur.

I.9. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons donné une brève illustration sur le gisement solaire et la conversion photovoltaïque ainsi que les différents types d'énergies renouvelables, les différentes technologies des cellules PV, et leurs performances.

Chapitre II

Programme national des énergies renouvelables en Algérie

Sommaire

II .1. Introduction.....	14
II .2.Programme national des énergies nouvelles et renouvelables avant la révision.....	14
II .2.1.Consistance du programme de développement des énergies renouvelables avant la révision.....	15
II .2.2.Objectifs du programme algérien des énergies renouvelables.....	16
II .3.Principaux projets réalisés/en cours de réalisation en matière des Énergies Renouvelables	17
II .4.Développement de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables au niveau des collectivités...	17
II .5.Contextes législatifs.....	18
II .5.1.Lois relatives à la maîtrise de l'énergie (Loi n° 99-09 du 28 juillet 1999)	18
II .5.2.Loi relative à l'électricité et la distribution publique du gaz par canalisation (loi n° 02-01 du 05 février 2002, j.o n° 8)	19
II .5.3.Loi relative à la promotion des énergies renouvelables dans le cadre du développement durable (loi n° 04-09 du 14 août 2004, j.o n° 52)	19
II .5.4.Décret exécutif n°13-218 du 18 juin 2013 publié au Journal officiel n°33.....	19
II .6.Conclusion.....	20

II.1. Introduction

Avenir et intérêts des énergies renouvelables en Algérie. Ces dernières années, la demande mondiale en énergie a atteint un seuil préoccupant pour un grand nombre de pays. L'épuisement annoncé des réserves pétrolières par les spécialistes et les changements climatiques dus aux gaz à effet de serre ont incité la communauté internationale à s'orienter vers les énergies renouvelables notamment (l'énergie solaire photovoltaïque, l'énergie solaire thermique et l'énergie éolienne). L'Algérie comme tout autre pays a tracé sa feuille de route pour l'usage et la promotion des énergies renouvelables par l'élaboration d'un programme national des énergies renouvelables et efficacité énergétique qui vise à porter la part des énergies renouvelables à environ 27% de la production nationale d'électricité à l'horizon 2030 [11].

Pour atteindre cet objectif, le gouvernement a adopté, en 2011, un ambitieux programme de développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique.

Ce programme, révisé en 2015, s'articule notamment autour :

- a) d'un cadre législatif et réglementaire incitatif pour la production et la commercialisation des énergies renouvelables,
- b) d'une intégration des capacités nationales qui sont déjà appréciables,
- c) de la mise en place d'une véritable activité économique orientée vers les énergies renouvelables.

Au mois de mars 2020, le programme de développement des énergies renouvelables d'une capacité de 16 000 MW à l'horizon 2035 a été adopté par le gouvernement, dont 15 000 MW raccordés au réseau électrique national et 1 000 MW en hors réseau (autoconsommation).

Dans ce chapitre, nous allons présenter un aperçu sur le programme national des énergies renouvelables en Algérie.

II.2. Programme national des énergies nouvelles et renouvelables avant la révision

Le programme national de développement des énergies renouvelables vient d'être adopté par le gouvernement. En effet, l'intégration des énergies renouvelables dans le mix énergétique national constitue un enjeu majeur dans la perspective de préservation des ressources fossiles, de diversification des filières de production de l'électricité et de contribution au développement durable [12].

À travers ce programme d'énergies renouvelables, l'Algérie compte se positionner comme un acteur majeur dans la production de l'électricité à partir des filières photovoltaïque et éolienne en intégrant la biomasse, la cogénération, la géothermie et au-delà de 2021, le solaire thermique. Ces filières énergétiques seront les moteurs d'un développement économique durable à même

d'impulser un nouveau modèle de croissance économique. 37 % de la capacité installée d'ici 2030 et 27 % de la production d'électricité destinée à la consommation nationale, seront d'origine renouvelable.

II.2.1 Consistance du programme de développement des énergies renouvelables avant la révision

La consistance du programme en énergie renouvelables à réaliser pour le marché national sur la période 2015-2030 est de 22 000 MW, répartie par filière comme suit :

Filière	1ère phase 2015-2020 [MW]	2ème phase 2021-2030 [MW]	TOTAL
Photovoltaïque	3000	10575	13575
Eolien	1010	4000	5010
CSP	-	2000	2000
Cogénération	150	250	400
Biomasse	360	640	1000
Géothermie	05	10	15
TOTAL	4525	17475	22000

Tableau II.1: La consistance du programme en énergie renouvelables à réaliser pour le marché national sur la période 2015-2030

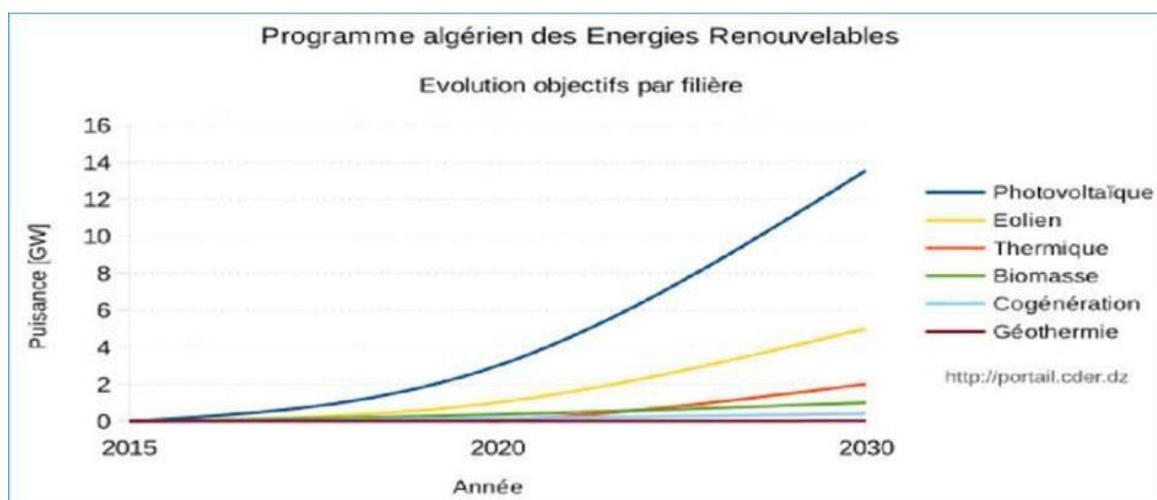


Figure II.1: programme algérien des énergies renouvelables à l'horizon 2030 (<https://www.google.com/image/evoulusion>) [13].

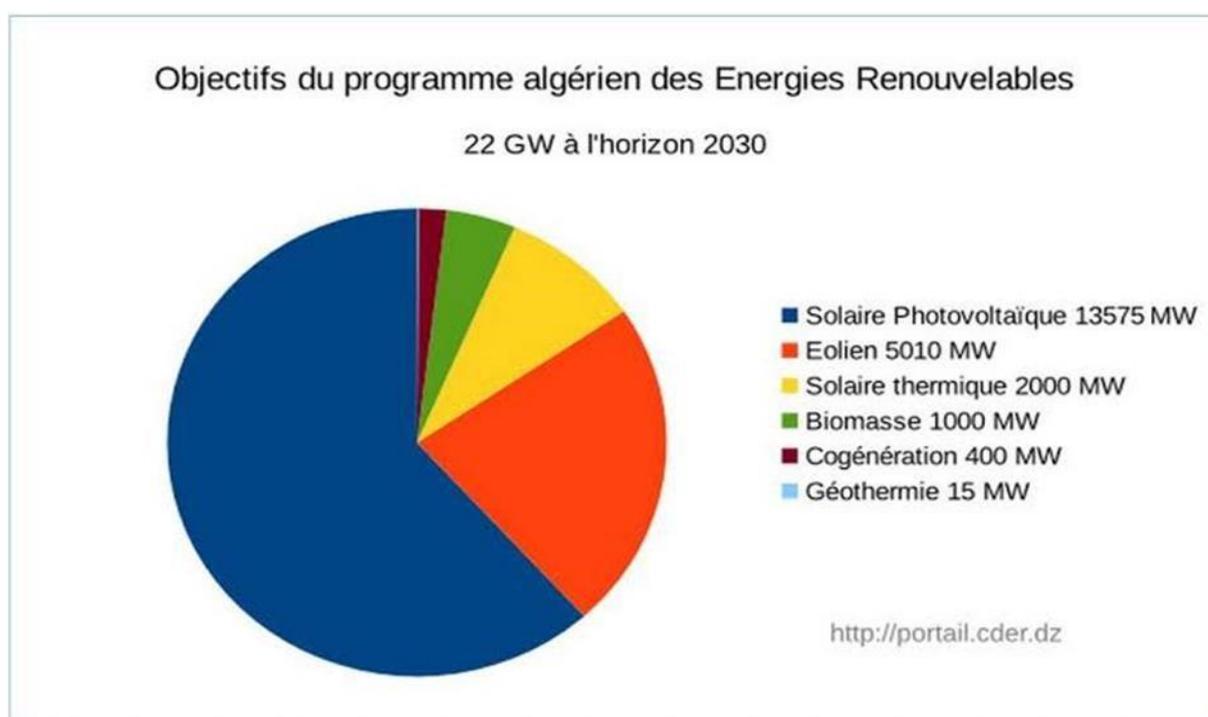
II.2.2. Objectifs du programme algérien des énergies renouvelables

La révision du nouveau programme (2015 - 2030) porte ainsi, sur le développement du photovoltaïque et de l'éolien à grande échelle, sur l'introduction des filières de la biomasse (valorisation des déchets), de la cogénération et de la géothermie, et également sur le report, à 2021, du développement du solaire thermique (CSP) [14].

La consistance du programme en énergie renouvelables à réaliser pour les besoins du marché national sur la période 2015-2030 est de 22 000 MW, dont plus de 4500 MW seront réalisés d'ici 2020.

La répartition de ce programme par filière technologique, se présente comme suit [15]:

- Solaire Photovoltaïque : 13 575 MW
- Éolien : 5010 MW
- Solaire thermique : 2000 MW
- Biomasse : 1 000 MW
- Cogénération : 400 MW
- Géothermie : 15 MW
- Objectifs du programme algérien des Énergies Renouvelables



FigureII.2: Objectifs du programme algérien des Énergies Renouvelables (<http://www.google.com/image/portail.cder.dz>) [15]

II.3. Principaux projets réalisés/en cours de réalisation en matière des Énergies Renouvelables

Construction de la première Centrale hybride solaire/gaz

- Lieu : Hassi R'mel
- Partenariat : algéro-espagnole : NEAL/ABENER
- Date de réception : fin 2010
- Coût : 315 M Euros
- Capacité : 150 MW
- Construction du premier parc éolien
- Maître d'œuvre : Groupe Sonelgaz
- Maître d'ouvrage : société française Vergnet
- Date de réception : 2012
- Capacité : 10 MW d'électricité
- Programme d'alimentation en énergie solaire de 20 villages au Sud
- Mise en place d'environ 1 million km² de surface photovoltaïque
- Production à ce jour de 2 GWh.

II.4. Développement de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables au niveau des collectivités

La consommation en énergie électrique des communes ne cesse d'augmenter d'année en année, tant en physique qu'en financier. En 2017, la consommation a atteint 4 801 GWh, soit 8% de la consommation nationale en énergie électrique de 59 423,7GWh, pour un montant correspondant à 27 milliards de dinars.

La rationalisation de la consommation de l'énergie électrique devient, donc une urgence pour réduire l'impact de la facture d'énergie sur les budgets des communes.

Dans cette optique, la Société Algérienne de Distribution de l'Électricité et du Gaz, filiale du groupe SONELGAZ, a élaboré une feuille de route dans laquelle elle privilégie un travail de proximité axé sur la sensibilisation de ses clients sur la maîtrise et la rationalisation de leur consommation de l'énergie électrique [16].

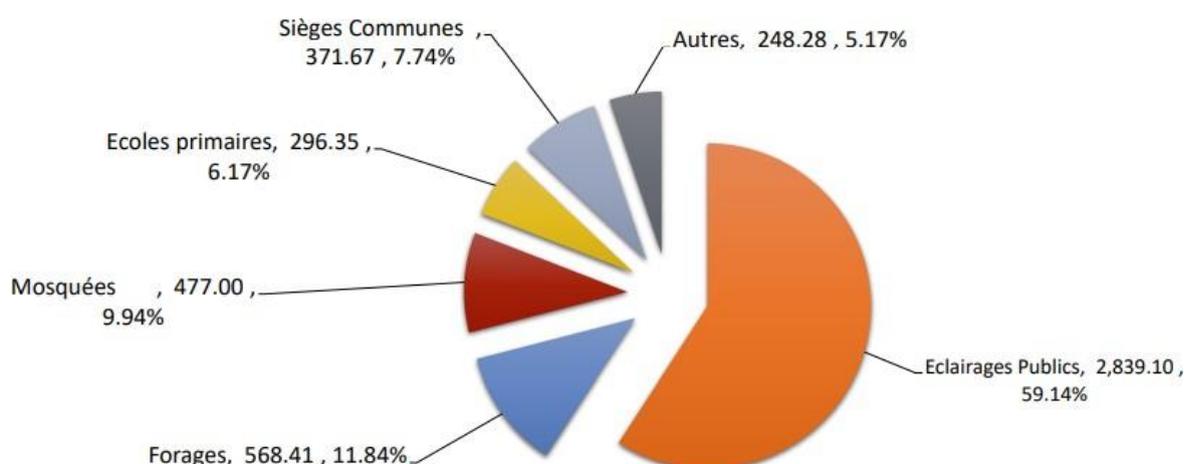


Figure II.3: Consommation des communes par activité - année 2017-(GWH)

(<https://www.interieur.gov.dz/images/Prsentation-du-modle-de-consommation-nergtique-au-niveau-des-communes.pdf>) [17].

II.5. Contextes législatifs

Un certain nombre de textes ont été adoptés pour encadrer le domaine des énergies renouvelables. Il s'agit essentiellement de :

II.5.1. Lois relatives à la maîtrise de l'énergie (Loi n° 99-09 du 28 juillet 1999)

Cette loi, adoptée en juillet 1999, trace le cadre général de la politique nationale dans le domaine de la maîtrise de l'énergie et définit les moyens d'y parvenir.

A cet effet, la promotion des énergies renouvelables est inscrite comme l'un des outils de la maîtrise de l'énergie à travers les économies d'énergie conventionnelle qu'elle permet de réaliser. L'article 33 de cette loi stipule que des avantages fiscaux et en termes de droits de douane peuvent être accordés aux projets œuvrant pour la promotion des énergies renouvelables. Dans le cadre de cette loi, un Fonds National de Maîtrise de l'Energie (FNME) a été institué. Il finance les projets de maîtrise de l'énergie.

Des actions touchant les énergies renouvelables sont prévues pour être financées dans ce cadre au titre du plan National de Maîtrise de l'Energie (PNME) 2006-2010. Il s'agit d'opérations touchant les secteurs résidentiel et tertiaire.

Il s'agit pour le secteur tertiaire, de l'installation de 400 chauffe-eaux solaires pour la production d'eau chaude sanitaire. Pour le secteur résidentiel, les actions concernent 20 opérations d'installation d'équipements solaires pour la production d'eau chaude sanitaire et le chauffage. L'ensemble du programme dans son volet énergies renouvelables, permet de réaliser des économies de 6 GWh pour un investissement de 90 millions de dinars.

II.5.2. Loi relative a l'électricité et la distribution publique du gaz par canalisation (loi n° 02-01 du 05 février 2002, j.o n° 8)

La loi sur l'électricité et la distribution publique du gaz qui libéralise ce secteur a prévu des dispositions pour la promotion de la production d'électricité à partir des énergies renouvelables et son intégration au réseau. C'est dans le cadre de la mise en œuvre de cette loi que le décret sur les coûts de diversification a été récemment promulgué.

Il prévoit d'accorder des tarifs préférentiels pour l'électricité produite à partir des énergies renouvelables et la prise en charge du raccordement des installations y afférentes par le gestionnaire du réseau de transport et/ou de distribution à ses propres frais. La prime accordée peut aller jusqu'à 300% du tarif normal.

Le décret sur les coûts de diversification, promulgué dans le cadre de cette loi prévoit que pour l'électricité produite à partir d'installation utilisant de l'énergie solaire thermique par des systèmes hybrides solaire-gaz, la prime s'élève à 200% du prix par kWh de l'électricité élaboré par l'opérateur du marché défini par la même loi, et ceci quand la contribution minimale d'énergie solaire représente 25% de l'ensemble des énergies primaires. Pour les contributions de l'énergie solaire inférieure à 25%.

La dite prime est servie dans les conditions ci-après :

- Pour une contribution solaire 20 à 25% : la prime est de 180 %.
- Pour une contribution solaire 15 à 20% : la prime est de 160 %.
- Pour une contribution solaire 10 à 15% : la prime est de 140 %.
- Pour une contribution solaire 5 à 10% : la prime est de 100 %.
- Pour une contribution solaire 0 à 5% : la prime est nulle.

II.5.3. Loi relative à la promotion des énergies renouvelables dans le cadre du développement durable (loi n° 04-09 du 14 août 2004, j.o n° 52)

Cette loi prévoit l'élaboration d'un programme national de promotion des énergies renouvelables. Elle prévoit aussi des incitations pour le développement des énergies renouvelables et la mise en place d'un Observatoire National des Energies Renouvelables en charge de la promotion et du développement des énergies renouvelables.

II.5.4. Décret exécutif n°13-218 du 18 juin 2013 publié au Journal officiel n°33,

L'Algérie, et dans le cadre de promouvoir la production des énergies renouvelables telle que l'énergie photovoltaïque, a promulgué le décret exécutif n°13-218 du 18 juin 2013 publié au Journal officiel n°33, qui fixe Les conditions d'octroi des primes au titre des coûts de diversification de la production d'électricité.

II.6.Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté le programme national des énergies renouvelables, le développement de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables au niveau des collectivités locales, donne la consistance du programme en énergie renouvelables, et objectifs du programme algérien.

Parmi les énergies renouvelables, l'énergie solaire, notamment l'énergie photovoltaïque, occupe une place importante dans le programme national.

Chapitre III

Systemes photovoltaïques

Sommaire

III .1.Introduction.....	22
III .2.Les types des systemes photovoltaïques.....	22
III.2.1.Systemephotovoltaïqueautonome.....	22
III .2.2.Systemes hybrides.....	24
III .2.3.Systemes connectés à un réseau (Grid-Connected photovoltaïque power plants).....	25
III .3.Les composants d'un systeme photovoltaïque.....	25
III .3.1.Le Module Photovoltaïque.....	26
III .3.2.La Batterie Solaire.....	26
III .3.3.Le Régulateur Ou Contrôleur De Charge.....	26
III .3.4.Le Convertisseur.....	27
III .3.4.1.Les convertisseurs DC/DC.....	27
III.3.4.1.A.Convertisseur vers le haut.....	27
III.3.4.1.B.Convertisseur vers le bas.....	27
III .3.4.2.Les convertisseurs DC/AC	28
III .3.5.L'onduleur.....	28
III .4.Dimensionnement des systemes Photovoltaïques.....	28
III .4.1.Paramètres d'entrée intervenants dans le dimensionnement.....	28
III .4.1.1.Paramètres relatifs au systeme PV.....	28
III .4.1.2.Paramètres relatifs au site d'installation.....	28
III .4.1.3.Paramètres concernant le module PV.....	29
III .4.1.4.Paramètres concernant les batteries de stockage.....	29
III .4.1.5.Paramètres concernant le régulateur de charge.....	29
III .4.1.6.Paramètres concernant l'onduleur.....	29
III .4.1.7.Paramètres concernant la charge.....	29
III .4.2.Méthodes de dimensionnement d'un systeme PV.....	30
III .4.2.1.Méthode de la probabilité d'erreur dans la consommation.....	30
III .4.2.2.Méthode du mois le plus défavorable.....	30
III .5.Conclusion.....	30

III.1. Introduction

Un système (photovoltaïque) PV est un ensemble d'éléments (constituants) de production d'électricité, en utilisant une source solaire. Ces constituants sont essentiellement le champ PV, le conditionnement de puissance, le système de stockage (dans un certain cas), et la charge. Le conditionnement de puissance peut comprendre: un régulateur seul, un régulateur avec un convertisseur (DC /DC ou/et DC/ AC) ou un convertisseur seul [18].

Dans ce chapitre, nous allons présenter les différents composants et les type des systèmes photovoltaïques et nous nous allons terminer par l'illustration générale de dimensionnement des systèmes photovoltaïques.

III.2. Les types des systèmes photovoltaïques

On rencontre généralement trois types de systèmes photovoltaïques, les systèmes autonomes, les systèmes hybrides et les systèmes connectés à un réseau. Les deux premiers sont indépendants du système de distribution d'électricité, en les retrouvant souvent dans les régions éloignées [19].

III.2.1. Système photovoltaïque autonome

Ces systèmes photovoltaïques sont installés pour assurer un fonctionnement autonome sans recours à d'autres sources d'énergie. Généralement, ces systèmes sont utilisés dans les régions isolées et éloignées du réseau. Les différents types de systèmes photovoltaïques autonomes sont décrits sur la figure (III.1) qui traduit les différentes possibilités offertes : couplage direct à une charge adaptée ou couplage avec adaptateur d'impédance MPPT (Maximum Power Point Tracking), fonctionnement au fil du soleil ou avec stockage d'énergie électrique [19].

Le couplage direct implique un fonctionnement au fil du soleil, donc à puissance essentiellement variable au cours de la journée. Les charges typiques à courant continu qui peuvent satisfaire le critère (tension constante à puissance variable) sont les accumulateurs électrochimiques. Les charges alternatives sont les pompes à eau, c'est le pompage au fil du soleil, le stockage est néanmoins présent sous la forme d'eau emmagasinée (dans un réservoir).

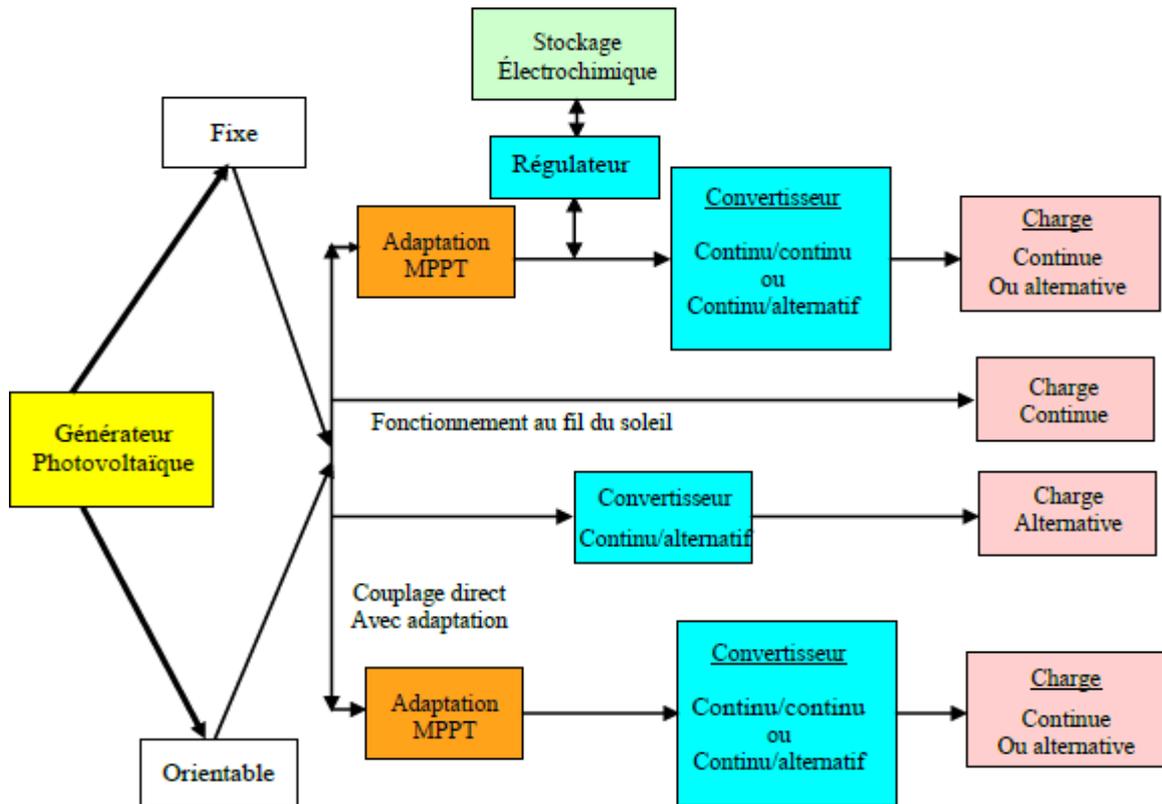


Figure III.1 : Les différents types de systèmes photovoltaïques autonomes [19].

Dans la plus part des cas une adaptation d'impédance doit être réalisée en insérant entre le générateur et sa charge électrique un dispositif électronique qui permet de forcer le système à fonctionner à sa puissance maximale.

Exemple : Le pompage au fil du soleil.

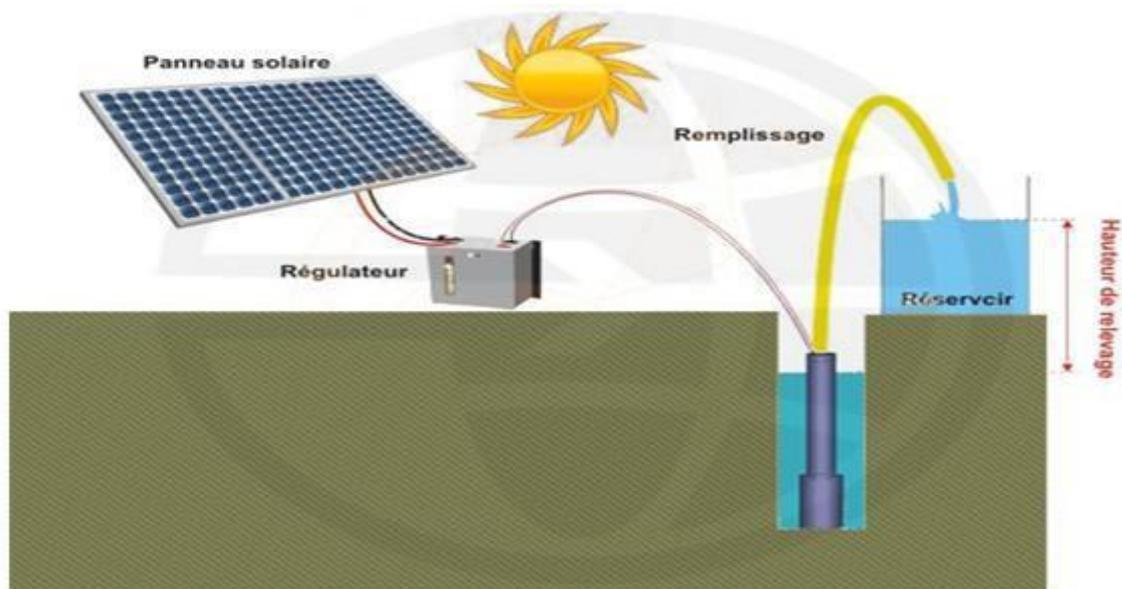


Figure III.2 : Schéma d'un système de pompage au fil de soleil [19].

Le pompage au fil du soleil permet d'avoir un système photovoltaïque plus simple comme nous montre la figure ci-dessous. Le stockage se fait de manière hydraulique, l'eau étant pompée, lorsqu'il y a suffisamment d'ensoleillement, dans un réservoir au-dessus du sol. Elle est ensuite distribuée par gravité au besoin.

III.2.2. Systèmes hybrides

Une des limites d'un système autonome purement photovoltaïque, comme on vient de le décrire, est qu'il fournit une puissance donnée, variable selon la saison, mais que l'on ne peut pas dépasser au risque de détruire la batterie ; or les consommateurs ont des besoins qui évoluent, et pas forcément en phase avec les saisons.

Avoir un système hybride, c'est disposer d'une autre source d'électricité qui vient compléter l'apport photovoltaïque. Cette autre source peut être un groupe électrogène (appelé aussi "génératrice") ou une éolienne. De tels systèmes ont habituellement des accumulateurs de stockage d'énergie et donc ils permettent en outre de recharger la batterie lorsqu'elle est faible. Un tel système photovoltaïque hybride fournit une grande fiabilité du système et peut représenter la solution adéquate pour les sites isolés; il convient aussi lorsque la demande en énergie est élevée (pendant l'hiver ou tout le long de l'année) [20].

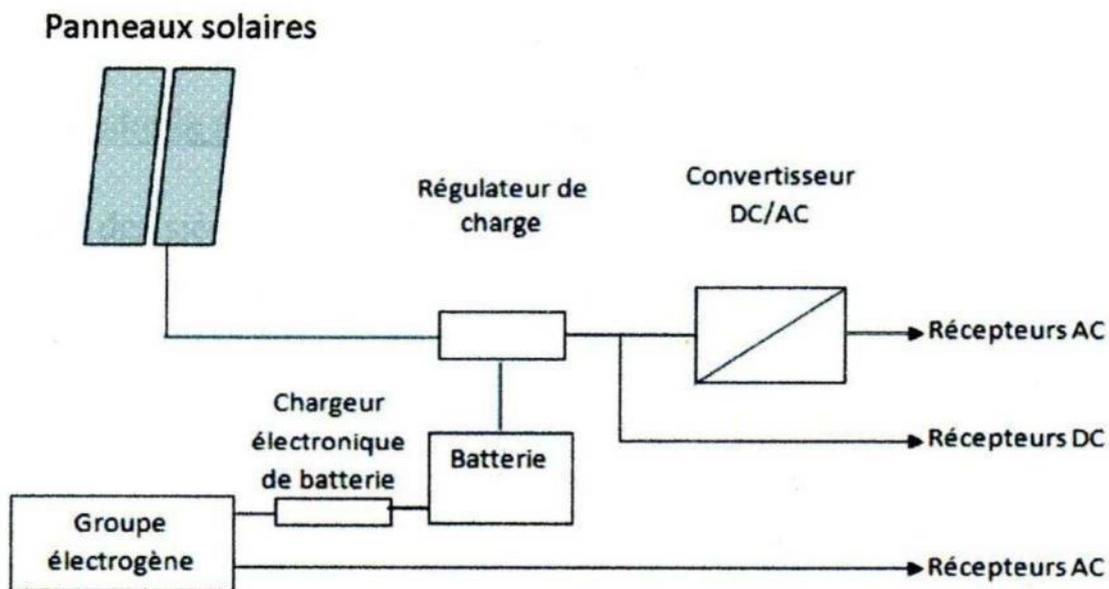


Figure III.3 : Système d'alimentation autonome hybride photovoltaïque/ groupe électrogène[20].

III.2.3. Systèmes connectés à un réseau (Grid-Connected photovoltaïque powerplants)

Les systèmes de production d'énergie photovoltaïque connectés à un réseau sont une résultante de la tendance à la décentralisation du réseau électrique. L'énergie est produite plus près des lieux de consommation et non pas seulement par de grandes centrales thermiques ou hydroélectriques. Au fil du temps, les systèmes connectés à un réseau réduiront la nécessité d'augmenter la capacité des lignes de transmission et de distribution. Un système connecté à un réseau produit sa propre électricité et achemine son excédent d'énergie vers le réseau, auprès duquel il s'approvisionne au besoin ; ces transferts éliminent le besoin d'acheter et d'entretenir une batterie d'accumulateurs. Il est toujours possible d'utiliser ceux-ci pour servir d'alimentation d'appoint lorsque survient une panne de réseau, mais ce n'est pas nécessaire [21].

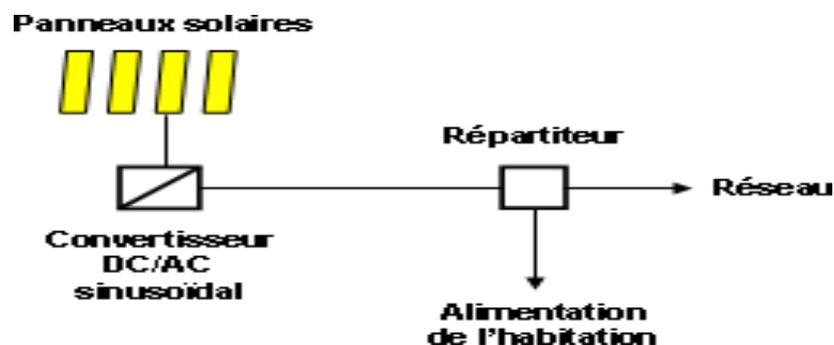


Figure III.4: Système photovoltaïque raccordé au réseau [21].

III.3. Les composants d'un système photovoltaïque

Il existe plusieurs composants d'un système photovoltaïque :

- Le module photovoltaïque.
- La batterie solaire.
- Le régulateur ou contrôleur de charge.
- Le convertisseur.
- L'onduleur.

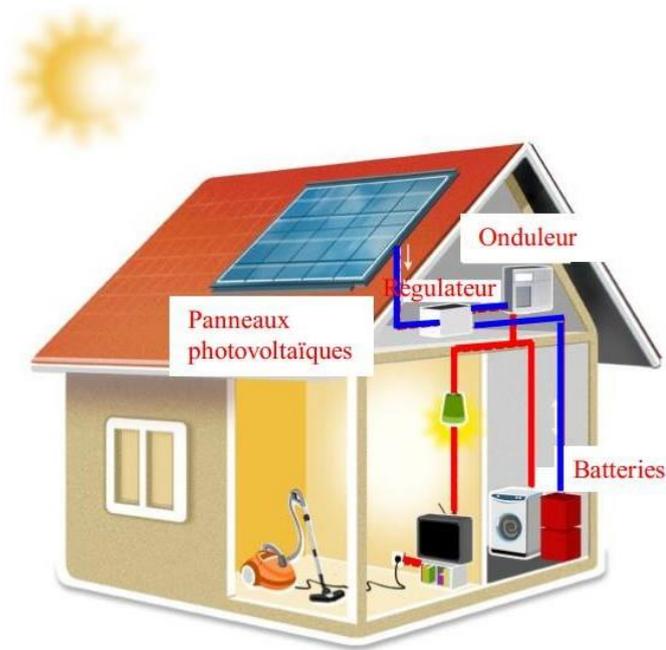


Figure III.5: Différents éléments d'un système photovoltaïque autonome

III.3.1. Le Module Photovoltaïque

Le module comprend plusieurs cellules photovoltaïques assemblées les unes aux autres grâce à un circuit électrique, le module photovoltaïque est l'élément central d'un système photovoltaïque. Pour éviter les endommagements causés par le retour du courant dans le module, une diode by-pass est installée sur chaque diode. La dimension des modules photovoltaïques varie d'un constructeur à un autre [22].

III.3.2. La Batterie Solaire

La batterie a pour rôle de stocker l'énergie destinée à être utilisée lorsque les panneaux ne créent pas d'énergie comme la nuit. Les batteries solaires sont indispensables sur un site isolé. Les batteries sont 4 Le système solaire et ses composants NEW EWA chargées durant les périodes de jour afin de pouvoir alimenter le site la nuit ou les jours de très mauvais temps [22].

III.3.3. Le Régulateur Ou Contrôleur De Charge

Le régulateur permet de réguler l'énergie provenant des panneaux jusqu'à la batterie arrête le chargement de la batterie lorsqu'elle est totalement chargée afin d'éviter une surcharge de la batterie et une décharge, en contrôlant l'énergie sortant. Le régulateur évite que la batterie vieillisse prématurément et optimise la charge et la décharge. La plupart des appareils électriques de grande consommation fonctionnent en courant alternatif. Ces appareils nécessiteront un onduleur qui transformera le courant continu, produit par les panneaux, en courant alternatif [22].

III.3.4. Le Convertisseur

Les convertisseurs permettent d'adapter la puissance engendrée afin de la rendre utile. On en a deux types de convertisseurs pour un panneau solaire : les DC/DC et les DC/AC. Les premiers procurent une tension DC différente de celle entrante et les autres permettent d'obtenir une tension alternative [22].

III.3.4.1. Les convertisseurs DC/DC :

Ces convertisseurs sont utilisés pour transformer la tension des batteries en une tension DC différente pour alimenter une radio ou autres.

Il y a deux types de convertisseurs actifs ayant un bon rendement : le convertisseur vers le haut et le convertisseur vers le bas [23] ;

III.3.4.1. A. Convertisseur vers le haut :

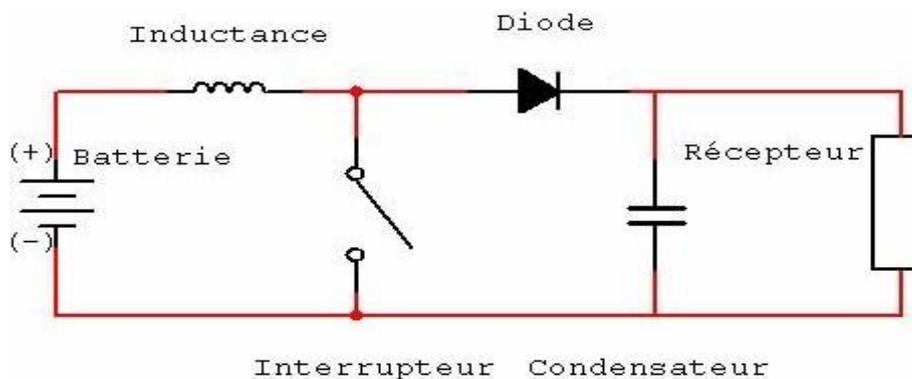


Figure III.6: Exemple de convertisseur DC/DC vers le haut [23].

III.3.4.1. B. Convertisseur vers le bas :

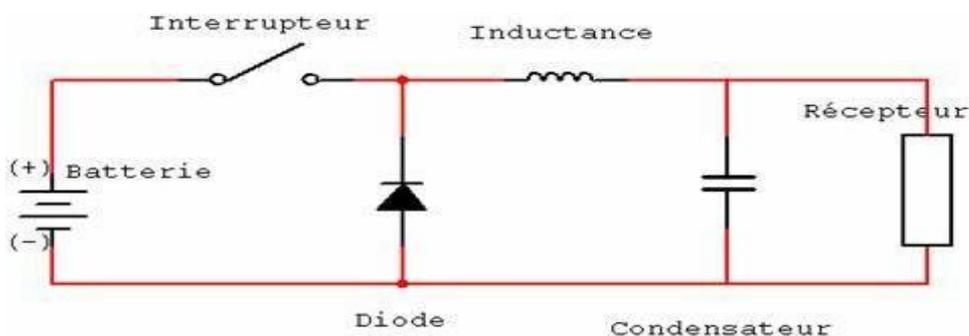


Figure III.7: Convertisseur typique DC/DC vers le bas [23].

III.3.4.2. Les convertisseurs DC/AC :

Ce sont des onduleurs. Ils peuvent être utilisés pour alimenter une charge isolée mais aussi pour raccorder un générateur photovoltaïque au réseau. La déformation de l'onde due aux commutations est susceptible de produire des perturbations plus ou moins gênantes pour les cellules photovoltaïques. Les normes de construction des panneaux intègrent donc les standards IEEE [23].

III.3.5.L'onduleur

L'onduleur a pour fonction de transformer le courant continu venant des panneaux en courant alternatif. L'utilisation d'un onduleur n'est pas indispensable pour les sites isolés [22].

III.4. Dimensionnement des systèmes Photovoltaïques

Le dimensionnement est un aspect fondamental de la conception du système. C'est l'ensemble des opérations nécessaires, une fois connue la consommation de l'installation, pour déterminer les dimensions optimales du générateur photovoltaïque, du système d'accumulation et capable de garantir cette consommation. Dans cette partie il y a deux paramètres particulièrement importants : Connaître le rayonnement incident sur le système et déterminer avec précision la consommation. Certes, il est facile de calculer approximativement qui permettent de déterminer les dimensions des panneaux pour pouvoir couvrir les besoins en consommation d'une localité concrète [24].

III.4.1. Paramètres d'entrée intervenants dans le dimensionnement

D'une manière générale, les paramètres à prendre en compte pour concevoir et dimensionner un système photovoltaïque sont assez nombreux et concernent [25] :

- Le lieu où sera placé le générateur PV,
- Le système PV (modules, régulateur, onduleur et batteries),
- La charge.

III.4.1.1. Paramètres relatifs au système PV

Les paramètres concernant le système donnent à titre indicatif un ordre de grandeur du rendement de l'installation, sont relatifs aux modules photovoltaïques, éléments de batterie, régulateur et onduleur existants dans le marché. Ces paramètres basés sur un critère liant d'un côté la satisfaction des besoins et le fonctionnement optimal du système et de l'autre la disponibilité [26].

III.4.1.2. Paramètres relatifs au site d'installation

Le dimensionnement du générateur PV est dicté par les conditions relatives au site. Pour adopter les capacités générateur PV / batterie, aux conditions de charge, il est indispensable de connaître les caractéristiques de l'irradiation solaire par jour ou par mois, soit l'énergie moyenne reçue sur un plan donné, à l'endroit même où sera situé le générateur PV.

Les données doivent être connues pour chaque mois de l'année. Elles peuvent être obtenues par des organismes nationaux de météorologie ou par des calculs (outil informatique), qui exigent les paramètres d'entrées suivants [27]:

- Latitude,
- Altitude,
- Réflectivité du sol ou albédo,
- Irradiation moyenne journalière la plus défavorable dans l'année, soit mesurée ou calculée.

III.4.1.3. Paramètres concernant le module PV

Les paramètres concernant le module PV sont [28]:

- Tension maximale,
- Courant maximal,
- Puissance maximale.

Les paramètres aux conditions standards (1000 W, 25 °C) sont donnés par le constructeur.

III.4.1.4. Paramètres concernant les batteries de stockage

Les paramètres relatifs au système de stockage sont donnés selon la disponibilité des batteries à capacité normalisée [25] :

- Profondeur de décharge selon le constructeur,
- Rendement énergétique de la batterie.

III.4.1.5. Paramètres concernant le régulateur de charge

Les paramètres sont, la tension selon la puissance de la charge et le rendement donné par le constructeur.

III.4.1.6. Paramètres concernant l'onduleur

Pour l'onduleur continu/alternatif on précisera le rendement seulement, qui est aussi donné par le constructeur [27].

III.4.1.7. Paramètres concernant la charge

Les paramètres concernant la charge sont :

- Type d'alimentation continue ou alternative,
- Puissance de la charge,
- Durée de fonctionnement moyenne par jour.

III.4.2. Méthodes de dimensionnement d'un système PV

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

III.4.2.1. 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) [28].

III.4.2.2. Méthode du mois le plus défavorable

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 [29].

III.5. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons donné une brève illustration sur les systèmes photovoltaïques et les différents types de ces systèmes (Systèmes Connectés À Un Réseau, Systèmes Hybrides et Système Photovoltaïque Autonome) ainsi que les composants de système PV et nous avons terminé ce chapitre par la présentation de processus de dimensionnement.

Chapitre IV

Etude de dimensionnement d'un système photovoltaïque

Sommaire

IV.1.Introduction.....	32
IV.2.Etude de dimensionnement photovoltaïque pour l'alimentation électrique du CEM Al-Eidani Ibrahim.....	32
IV.2.1.Description du projet.....	32
IV.2.2.Situation géographique.....	32
IV.2.3.Trajectoire de soleil.....	33
IV.2.4.Orientation et inclinaison et caractéristique de la structure porteuse des panneaux solaires.....	34
IV.2.5. Schéma d'installation.....	34
IV.3.Présentation du logiciel de simulation PVsyst	35
IV.3.1.Gestion du projet.....	35
IV.3.2.Conception et dimensionnement du projet.....	35
IV.4.présentations des résultats trouvés par la simulation du PVsyst v7.2.17.....	37
IV.5.Paramètres du système	42
IV.5.1. Caractéristiques du champ PV	42
IV.5.2. Caractéristiques du banc de batteries	43
IV.5.3. Caractéristiques du Régulateur.....	43
IV.5.4. Caractéristiques d'Onduleur.....	43
IV.5.5. Proposition de la structure porteuse.....	44
IV.6.Conclusion.....	45

IV.1. Introduction

Selon le circulaire interministérielle N° 01 du 05 février 2018 relative au développement de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables au niveau des collectivités locales, le gouvernement Algérien a lancé un programme de développement de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelable au niveau des collectivités locales concernant l'utilisation de l'énergie solaire pour l'éclairage public, les écoles et les mosquées, et ce pour réduire la facture d'électricité, réduire la pollution et conservé les énergies fossiles.

Dans ce contexte, notre projet de fin d'étude consiste à l'étude et le dimensionnement d'une installation photovoltaïques pour l'alimentation électrique totale du CEM Al-Eidani Ibrahim, sise à la commune d'El-Hamadia, Wilaya de Bordj Bou Arreridj.

IV.2. Etude de dimensionnement photovoltaïque pour l'alimentation électrique du CEM Al-Eidani Ibrahim

IV.2.1. Description du projet

Ce projet porte sur l'intégration de systèmes photovoltaïques pour l'électrification du CEM Al-Eidani Ibrahim. Ce CEM se compose de 16 salles de classe, administration, restaurant, toilettes, salle informatique.



Figure. IV.1: La vue face de l'école et l'espace interne de l'école (la cour du CEM).

IV.2.2. Situation géographique

Le CEM Al-Eidani Ibrahim est situé à proximité d'un petit village (El-Hamadia) Localisation :

- Longitude 4.82° E
- Altitude 913 m
- Latitude 35.96° N



Figure.IV.2: Vue par satellite du lieu de projet

IV.2.3. Trajectoire de soleil

La connaissance du mouvement apparent du soleil pour un point donnée de la surface terrestre est nécessaire pour toute l'application solaire. La position du soleil est définie par deux angle sa hauteur HS (Angle entre le soleil et le plane horizontal de lieu) et son Azimut AZ (Angle avec la direction du sud, compté négativement vers l'est). La figure IV.3 représente la hauteur du soleil dans le ciel en fonction de l'azimut à El-Hamadia au cours d'une année.

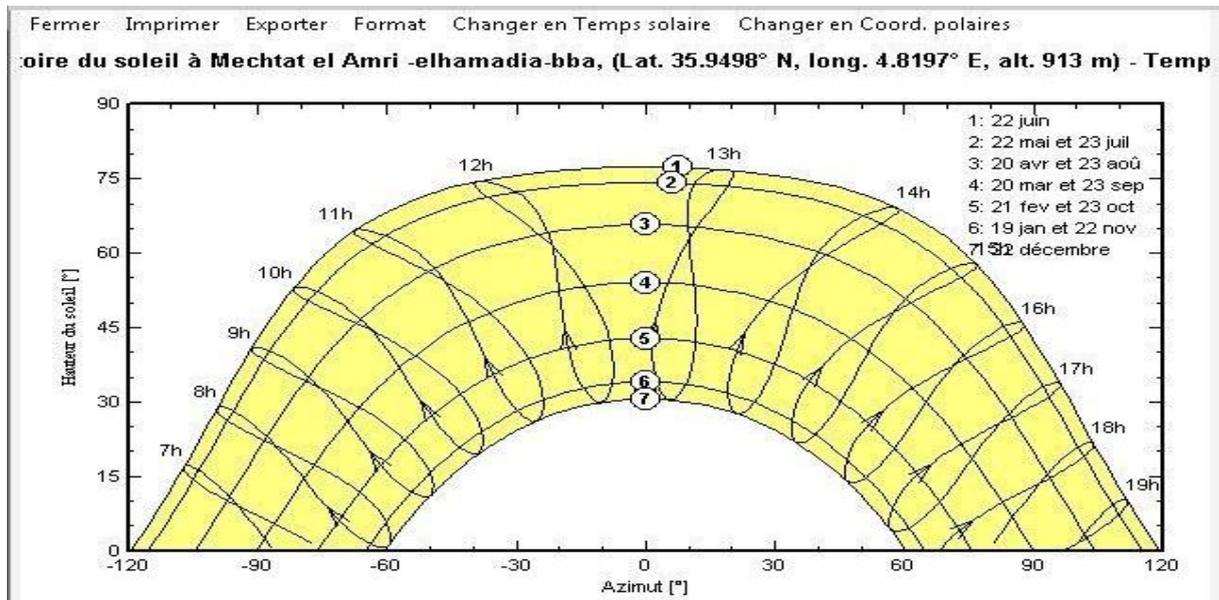


Figure.IV.3: trajectoire du soleil à Mechtat el Amri El-Hamadia BBA

IV.2.4. Orientation et inclinaison et caractéristique de la structure porteuse des panneaux solaires

Selon les coordonnées géographiques de CEM Al-Eidani Ibrahim, El-Hamadia, le support des panneaux photovoltaïques doit être orienté vers le sud, et avec une inclinaison de 45°. Le support doit être fabriqué en cornière métallique, peinturé contre la corrosion.

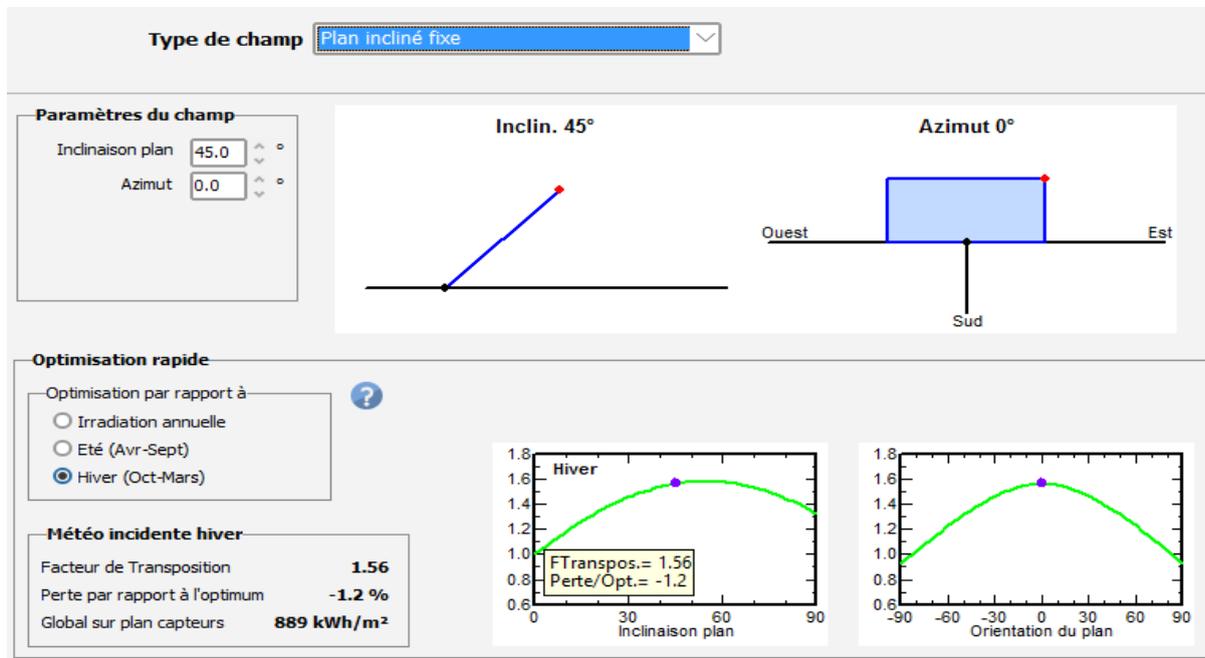


Figure.IV.4: Paramètres d'orientation et d'inclinaison des panneaux solaires

IV.2.5. Schéma d'installation :

Notre système PV est constitué essentiellement comme le montre la figure IV.5 des éléments suivants : les modules PV, backup générateur, batteries, et un régulateur.

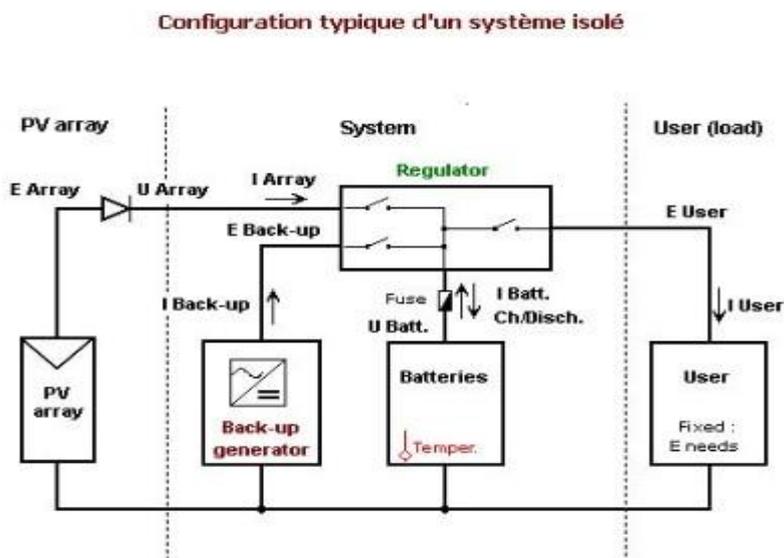


Figure IV.5: Schéma d'installation du système PV isolation avec batterie

IV.3. Présentation du logiciel de simulation PVsyst

PVsyst est un logiciel conçu pour être utilisé par les chercheurs et les ingénieurs, mais c'est 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 ergonomique avec guide dans le développement d'un projet. PVsyst permet d'importer des données météo d'une dizaine de sources différentes ainsi que des données personnelles.

IV.3.1. Gestion du projet

Dans notre projet d'étude, nous avons choisie SYSTEME PHOTOVOLTAIQUE ISOLATION AVEC BATTERIE.

Nous allons définir le site de notre projet, via la rubrique site et météo, afin de construire plusieurs variation de projet.

The screenshot shows the PVsyst software interface with the following details:

- Navigation tabs:** Coordonnées Géographiques (selected), Météo mensuelle, Carte interactive.
- Lieu (Location) section:**
 - Nom du site:
 - Pays:
 - Région:
 - Obtenir depuis les coordonnées:
- Coordonnées Géographiques (Geographical Coordinates) section:**
 - Trajectoires du soleil:
 - Latitude: [°] (+ = Nord, - = Hémisph. Sud)
 - Longitude: [°] (+ = Est, - = Ouest de Greenwich)
 - Altitude: M au-dessus du niv. de la mer
 - Fus. horaire: Correspondant à une différence moyenne
 - Temps Légal - Temps Solaire = 0h-18m
 - Obtenir depuis le nom:

Figure.IV.6: Paramètres géographiques du site

IV.3.2. Conception et dimensionnement du projet

La conception du système est basée sur une procédure rapide et simple :

- Spécifie la puissance désirée ou la surface disponible.
- Choisir le module PV dans la base de données interne.
- Choisir le régulateur dans la base de données interne.

Dans le dimensionnement de notre système PV, voici le module PV et le régulateur que nous avons choisi :

Besoins jour. moyens **10.6 kWh/jour** Déf. la PLOL acceptable **5.0 %** Tension batterie (et utilis.) **48 V**
 Autonomie requise **4.0 jour(s)** Capacité conseillée **1038 Ah**
 Puissance PV conseillée **2951 Wc (nom.)**

Pré-dimens. détaillé

Stockage | **Champ PV** | Appoint | Schéma simplifié

Nom et orientation du sous-champ
 Nom **Champ PV** Incinaison **45°**
 Orient.. **Plan incliné fixe** Azimut **0°**

Aide au dimensionnement
 Pas de prédim. Entrez Pnom désirée **6.0 kWc**
 ... ou surface disponible **400 m²**
 Redimens.

Sélection du module PV
 Tous les modules Tri modules par Puissance Technologie
 _Generic 250 Wp 26V Si-mono Mono 250 Wp 60 cells Depuis 20: Ouvrir

Modules nécessaires approx. **245** Dimens. des tensions : Vmpp (60°C) **26.2 V**
 Vco (-10°C) **41.7 V**

Choisissez le mode de régulation et le régulateur
 Régulateur universel _Generic Convertisseur de puissance MPPT
Mode d'opération
 Couplage direct
 Convertisseur MPPT
 Convertisseur DC-DC
 Courants max. de charge - décharge
 MPPT 1000 W 48 V 63 A 39 A Universal controller with MPPT conve Ouvrir
 Les paramètres de fonctionnement du régulateur universel seront automatiquement ajustés selon les propriétés du système.

Conception champ PV

Nombre de modules et chaînes
 Mod. en série **1** doit être: Pas de contrainte
 Nb. chaînes **11** entre 19 et 29

Nbre modules 11 Surface 18 m²

Cond. de fonctionnement:
 Vmpp (60°C) 26 V
 Vmpp (20°C) 31 V
 Vco (-10°C) 42 V

Irradiance plan **1000 W/m²**
 Imp (60°C) 90.0 A Puiss. max. en fonctionnement **2.47 kW**
 (à irrad. max. et 50°C)
 Isc (60°C) 96.6 A **Puiss. nom. champ (STC) 2.75 kWc**
 Isc (aux STC) 96.1 A

Figure.IV.7: Caractéristique du champ PV

IV.4. Présentations des résultats trouvés par la simulation du PVsyst v7.2.17

Après les étapes de simulation nécessaires, on obtient les résultats mentionnés dans les figures suivantes :

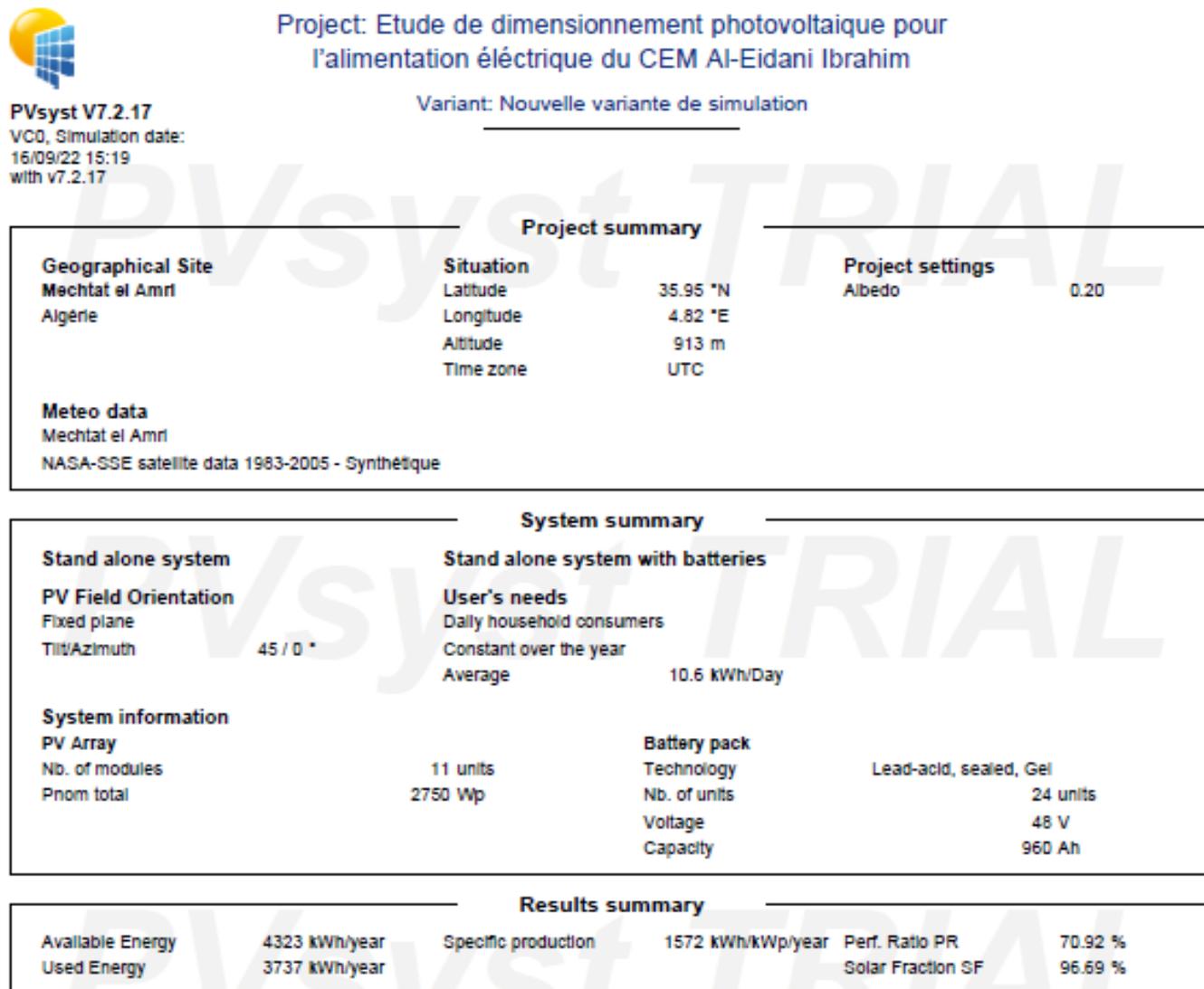


Figure.IV.8:Résumé du projet et des résultats

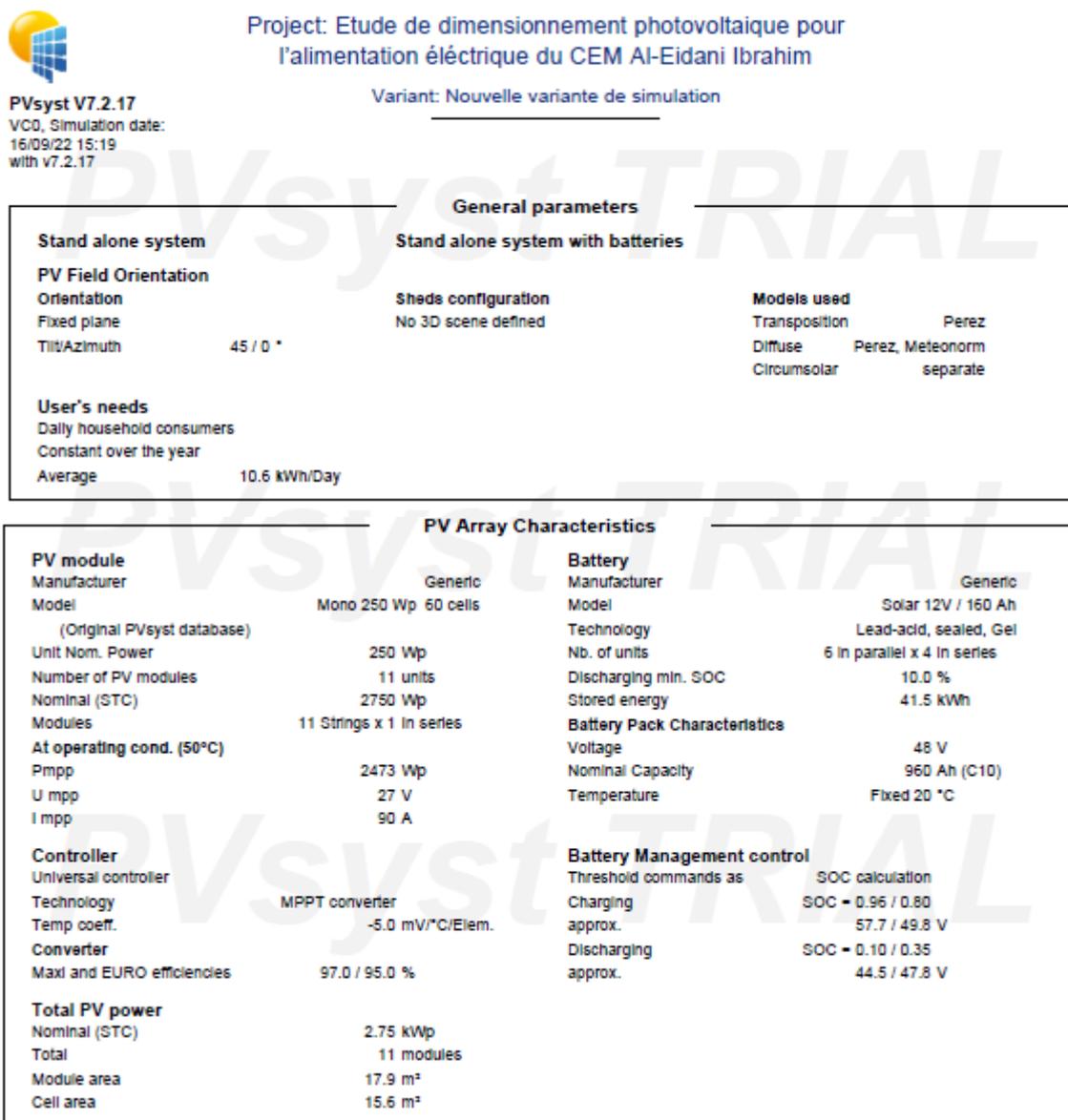


Figure.IV.9: Paramètres généraux, caractéristiques du champ de capteurs, et pertes système



Project: Etude de dimensionnement photovoltaïque pour l'alimentation électrique du CEM Al-Eidani Ibrahim

Variant: Nouvelle variante de simulation

PVsyst V7.2.17
 VC0. Simulation date:
 16/09/22 15:19
 with v7.2.17

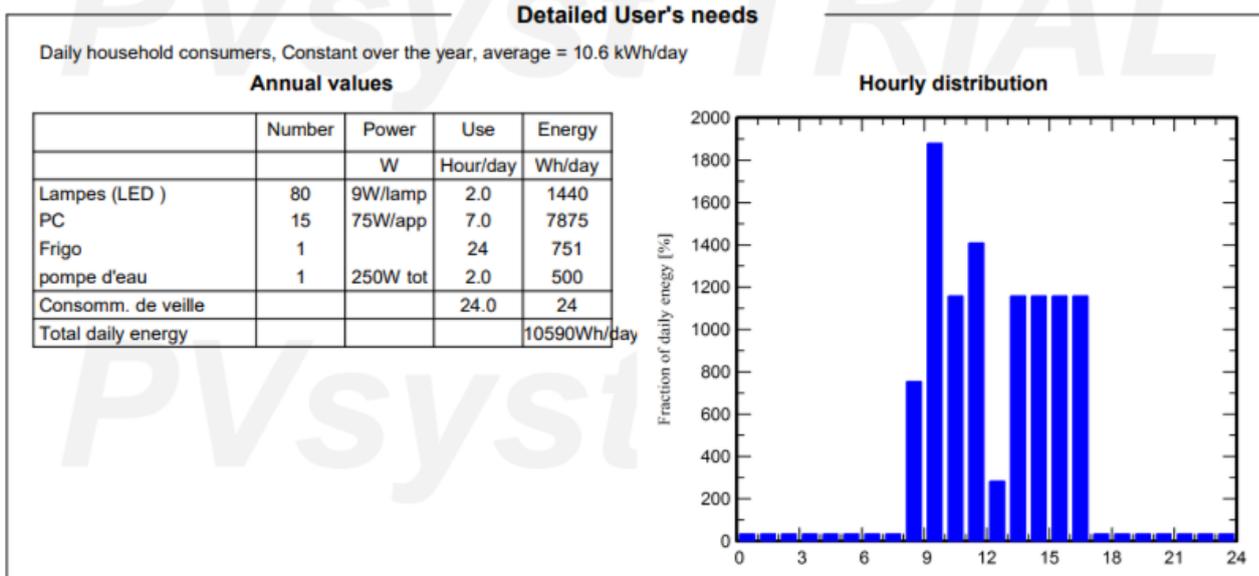


Figure.IV.10: Besoins de l'utilisateur



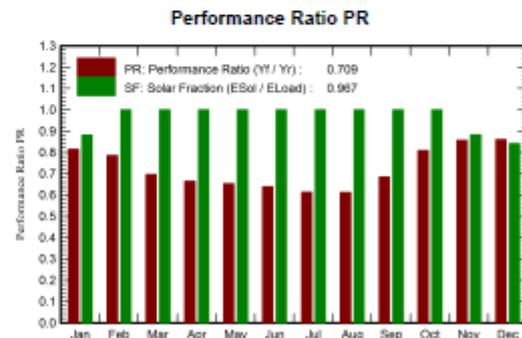
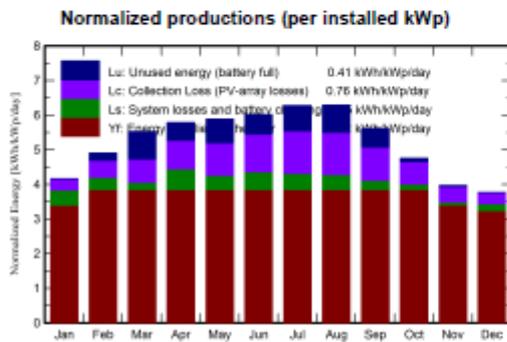
Project: Etude de dimensionnement photovoltaïque pour l'alimentation électrique du CEM Al-Eidani Ibrahim

PVsyst V7.2.17
 VCO, Simulation date:
 16/09/22 15:19
 with V7.2.17

Variant: Nouvelle variante de simulation

Main results

System Production			
Available Energy	4323 kWh/year	Specific production	1572 kWh/kWp/year
Used Energy	3737 kWh/year	Performance Ratio PR	70.92 %
Excess (unused)	415 kWh/year	Solar Fraction SF	96.69 %
Loss of Load		Battery aging (State of Wear)	
Time Fraction	3.7 %	Cycles SOW	98.1 %
Missing Energy	128 kWh/year	Static SOW	90.0 %



Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	E_Avall kWh	EUunused kWh	E_Miss kWh	E_User kWh	E_Load kWh	SolFrac ratio
January	77.8	127.0	313.1	0.00	38.70	289.6	328.3	0.882
February	96.0	134.9	326.7	16.02	0.00	296.5	296.5	1.000
March	139.8	167.3	399.2	67.70	0.00	328.3	328.3	1.000
April	171.9	168.6	393.5	42.61	0.00	317.7	317.7	1.000
May	207.7	176.4	406.4	58.62	0.00	328.3	328.3	1.000
June	219.3	173.8	390.9	46.21	0.00	317.7	317.7	1.000
July	230.0	187.5	414.4	61.71	0.00	328.3	328.3	1.000
August	202.4	189.0	416.1	66.77	0.00	328.3	328.3	1.000
September	149.1	164.2	369.3	44.29	0.00	317.7	317.7	1.000
October	110.7	144.2	335.5	8.35	0.00	328.3	328.3	1.000
November	77.4	117.2	277.5	2.36	36.99	280.7	317.7	0.884
December	67.9	115.0	280.6	0.00	52.24	276.1	328.3	0.841
Year	1750.1	1865.1	4323.2	414.63	127.94	3737.5	3865.4	0.967

Legends

GlobHor	Global horizontal Irradiation	E_User	Energy supplied to the user
GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings	E_Load	Energy need of the user (Load)
E_Avall	Available Solar Energy	SolFrac	Solar fraction (EUsed / ELoad)
EUunused	Unused energy (battery full)		
E_Miss	Missing energy		

Figure.IV.11: Résultats principaux

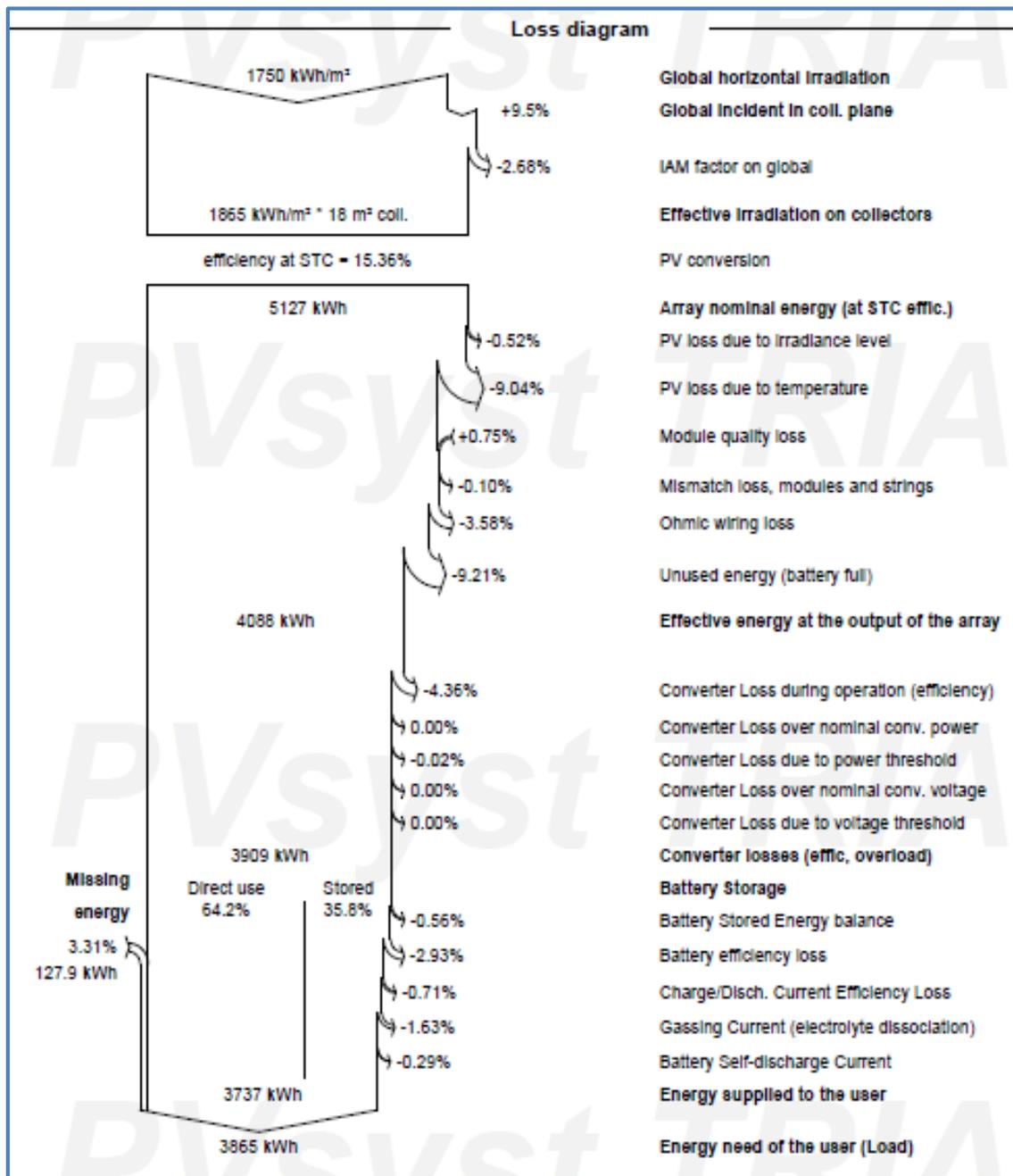


Figure.IV.12: Diagramme des pertes



PVsyst V7.2.17
VCO, Simulé le :
09/08/22 21:57
avec v7.2.17

Projet: Etude de dimensionnement photovoltaïque pour l'alimentation électrique du CEM Al-Eidani Ibrahim

Variante: Nouvelle variante de simulation

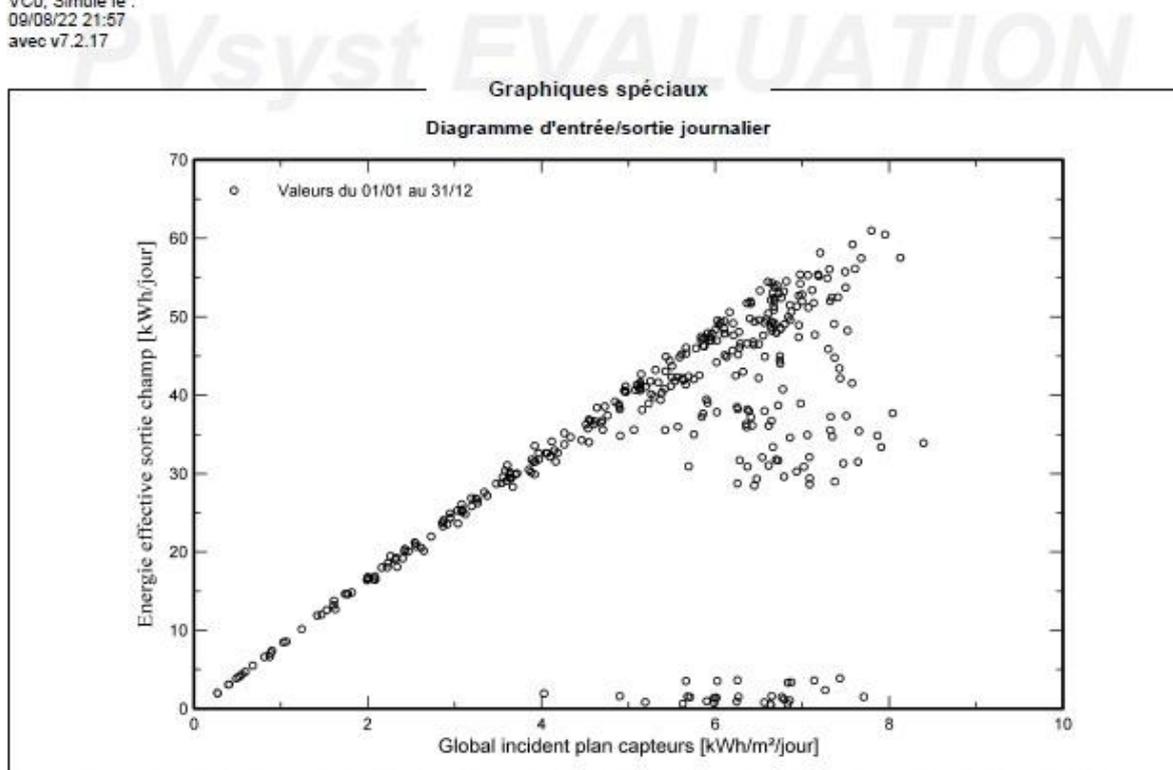


Figure.IV.13: Graphiques spéciaux

IV.5. Paramètres du système

Type de système : Système isolé avec batteries

IV.5.1. Caractéristiques du champ PV

- Orientation Sud.
- Inclinaison 45° Azimut 0° .
- Module PV Si-poly Modèle Poly ≥ 250 Wp sous Conditions d'essai standard STC : AM 1,5 Irradiation : $1\ 000\ \text{W/m}^2$ Température : $25\ ^\circ\text{C}$.
- Tolérance de puissance : $-0/+5\text{Wc}$.
- La tension d'isolement est de $1\ 000\ \text{VDC}$.
- Nombre total de modules PV : 11 Puissance unitaire $\geq 250\ \text{Wc}$.
- Nombre de modules PV en série 1 module, en parallèle 11 chaînes.
- Puissance globale du champ Nominale (STC) $\geq 2750\ \text{Wc}$ aux cond. de fonct.
- Surface : $18\ \text{m}^2$.

IV.5.2. Caractéristiques du banc de batteries

- Système 48 V
- Batterie Modèle Solar, GEL-AGM.
- Tension 12 V Capacité nominale 980 Ah.
- Nombre d'unités 6 en parallèle x 4 en serie.

IV.5.3. Caractéristiques du Régulateur

- Système 48 V.
- Technologie MPPT converter.
- Convertisseur efficacité maxi $\geq 95.0\%$.
- Adapté aux caractéristiques du champ photovoltaïque proposé et aux caractéristiques du banc de batteries proposé.
- Protection contre les surcharges.
- Protection contre les décharges profondes.
- Protection contre les courts-circuits de la charge et du champ PV.
- Protection contre sur température et surcharge.
- Protection contre l'inversion de polarité.
- Protection contre le courant inverse de la nuit.

IV.5.4. Caractéristiques d'Onduleur

- Système 48 V
- Technologie OFF GRID
- Puissance : ≥ 3.5 K watt
- Tension d'entrée nominale : Adapté aux caractéristiques du banc de batteries proposé.
- Tension de sortie nominale : 220 VAC
- Le facteur de puissance ≥ 0.9
- Fréquence de sortie 50Hz + 0.3Hz ou 60Hz + 0.3Hz
- Caractéristiques en entrée (DC) :
 - ✓ Protection en surtensions (varistances)
 - ✓ Protection des personnes (contrôle d'isolement DC)
- Caractéristiques en sortie (AC) :
 - ✓ Parfaite synchronisation avec le réseau
 - ✓ Déphasage nul ou faible (facteur de puissance 0.9)
 - ✓ Protection des personnes (contrôle d'isolement AC)

- Conformité aux normes : Protection de découplage VDE126-1-1 ou VDE 0126
- Interface réseau : CEI 61727
- Compatibilité électromagnétique : EN55014
- Harmoniques : CEI 61000-3-2
- Sécurité : EN 60950
- CEI 62109
- Certificats de tests délivrés par laboratoire agréé.

IV.5.5. Proposition de la structure porteuse.

La structure porteuse (support) est conçue pour supporter le poids des panneaux solaires ainsi que les effets des agents atmosphériques comme le vent et la pluie. Le support est fabriqué en métal (avec une bonne résistance mécanique et une bonne tenue à la corrosion) implanté au sol est bien dimensionné pour monter les panneaux orientés vers le sud. Ce support présente une inclinaison de 45° par rapport à l'horizontale, et ce pour assurer un bon compromis entre une production d'énergie optimale et un bon nettoyage des modules par la pluie (figure IV.14).

Le support doit être fixé sur une plateforme en béton armé d'épaisseur de 30 cm, et ce comme montre la (Figure. IV.14).

Dans l'hémisphère Nord, le soleil suit chaque jour une trajectoire apparente Est-Sud-Ouest, donc l'orientation idéale est vers le Sud. Dans l'hémisphère Sud au contraire, c'est vers le Nord. On retient donc la règle suivante pour l'orientation idéale vers l'Équateur.

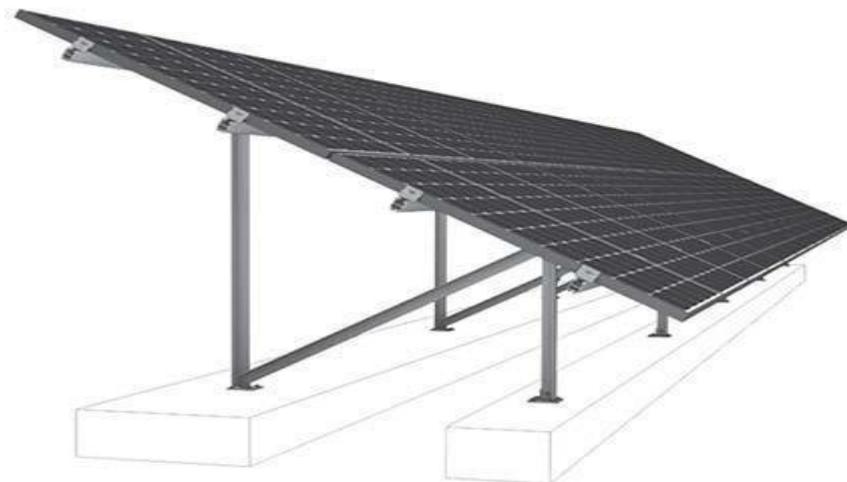


Figure.IV.14: Schéma de structure sur le toit

IV.6. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons effectué le dimensionnement d'un système photovoltaïque pour l'alimentation électrique du CEM Al-Eidani Ibrahim. Pour cela, nous avons tout d'abord effectué le bilan de puissance énergétique des équipements du CEM. Ensuite, nous avons choisi un plan (des panneaux solaires) incliné et orienté vers le plein sud, d'une inclinaison 45° pour produire le plus possible d'énergie avec des soleils bas, à l'aide du logiciel PVsyst, on a effectué le dimensionnement des différents composants des systèmes photovoltaïques, pour l'alimentation électrique et l'éclairage du CEM, et connaissances des nombres du modules PV et nombre des batteries, et le model du régulateur .

Conclusion générale

Avec un plan en matière d'énergie renouvelable, l'ambition de notre pays est d'aller vers la diversification des sources énergétiques à travers un programme de développement des énergies renouvelables permettant la production de 15.000 MW d'électricité à l'horizon 2035 dont 4.000 MW d'ici à 2024. En parallèle à ce grand projet, le gouvernement Algérien a lancé un programme de développement de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelable au niveau des collectivités locales concernant l'utilisation de l'énergie solaire pour l'éclairage public, les écoles et les mosquées, et ce pour réduire la facture d'électricité, réduire la pollution et conservé les énergies fossiles.

Dans ce contexte, notre projet de fin d'étude consiste à l'étude et le dimensionnement d'une installation photovoltaïques pour l'alimentation électrique totale du CEM Al-Eidani Ibrahim, sise à la commune d'El-Hamadia, Wilaya de Bordj Bou Arreridj.

Dans ce faire, nous avons premièrement déterminé le bilan de puissance énergétique des équipements du CEM Al-Eidani Ibrahim, ensuite, nous avons choisi un plan (des panneaux solaires) incliné et orienté vers le plein sud, d'une inclinaison 45° pour produire le plus possible d'énergie avec des soleils bas, à l'aide du logiciel PVsyst, on a effectué le dimensionnement des différents composants des systèmes photovoltaïques, pour l'alimentation électrique et l'éclairage du CEM, et connaissances des nombres du modules PV et nombre des batteries, le model du régulateur.

Bibliographies

- [1] Programme Des Énergies Renouvelables Et De L'efficacité Énergétique .Mars2011
Réalisation Satinfo.
- [2] Traore Massitan, Gestion Du Système Photovoltaïque D'une Alimentation Privée Connecte Au Réseau, Mémoire De Master, Université Badji Mokhtar- Annaba, Juin 2017.
- [3] Halouane, Assia, Modélisation Du Transfert Radiatif Dans Les Strates Supérieures D'un Module Photovoltaïque'' Université De M'Hamed Bougara Boumerdes.
- [4] (<https://Images.App.Google/Solargis.Info>). Consulté LE 9/07/2022.
- [5] C. Lerouge, Recherche & Industrie Photovoltaïque (PV) Etats-Unis, Sciences Physique États – Unis, 2006.
- [6] <http://Image.App.Googl/Dltaybvkuqy6ry6>.
- [7] Halouane, Assia, Modélisation Du Transfert Radiatif Dans Les Strates Supérieures D'un Module Photovoltaïque, Université De M'Hamed Bougara Boumerdes
- [8] L'étude Expérimentale De L'influence De L'inclinaison Et De Vent Sur Le Rendement D'une Cellule PV, Mémoire Master, Université L'arbi Ben M'hidi OumEl Bouaghi.
- [9] <https://Image.App.Googl/1zus2vmbu6ywco7>.
- [10] Mohamed Rédha YAICHE, Abdellah BOUHANIK, Atlas solaire Algérien, Centre de Développement des Energies Renouvelables, Algérie (2002).
- [11] Programme National Des Énergies Renouvelables En Algérie.
- [12] Meghellet Hanine, Hocine Lynda, Contribution à l'étude d'un système photovoltaïque, Mémoire de Master, Université Colonel Akli Mohand-Oulhadj Bouira, Soutenu le : 30 / 09/2018. Consulté LE 29/04/2022.
- [13] (<https://Www.Google.Com/Image/Evoulusion> Des Énergies Renouvelables ALhorizon 2030). Consulté LE 02/06/2022.
- [14] Meghellet Hanine, Hocine Lynda, Contribution à l'étude d'un système photovoltaïque, Mémoire de Master, Université Colonel Akli Mohand-Oulhadj Bouira, Soutenu le : 30 / 09/2018. Consulté 27.04.2022.
- [15] (<http://Www.Google.Com/Image/Portail.Cder.Dz>). Consulté LE 29/06/2022.
- [16] Saadaoui abdrahim et Raouli Faycel', Dimensionnement d'un système photovoltaïque pour l'alimentation électrique du CEM Sahed Mohamed, communed'Elhamadia, Wilaya de Bordj Bou Arreridj* Mémoire De Fin D'étude De Master Soutenu le:20/09/2020
- [17] (<https://www.interieur.gov.dz/images/Prsentation-du-modle-de-consommation-nergitique-au-niveau-des-communes.pdf>). Consulté LE 18/06/2022
- [18] Azoui, Notes de cours, Master Energies renouvelables 2019/2020.
- [19] Dr. BELAID LALOUNI Sofia Maître de Conférences Classe B, Cours Energie Solaire

Photovoltaïque, Edition 2014/2015.

[20] Melle AMARA Karima, Contribution à l'étude de conception d'une centrale photovoltaïque de puissance (1MW) interconnectée au réseau de distribution électrique moyenne tension, Edition 2014/2015.

[21] Canada et Division de l'énergie renouvelable et électrique, *Les systèmes photovoltaïques guide de l'acheteur*. Ottawa: Ressources naturelles Canada, Division de l'énergie renouvelable et électrique, (2003).

[22] NEW ENERGY WEST AFRICA, Le système solaire et ses composants, newenergywest.com/images/téléchargements/systeme_solaire.pdf.

[23] Les composants d'un système photovoltaïque, <https://sites.uclouvain.be/energy/fr/realisations/EnergiesRenouvelables/FiliereSolaire/PanneauxPhotovoltaïques/Principes/Composants.htm>.

[24] NDIAYE Modou, « conception et optimisation d'un modèle d'électrification hybride raccordé au réseau de distribution de la SENELEC application à la résidence hôtelière MOUNA NDAYANE », Diplôme d'ingénieur de conception (2002/2003).

[25] DJILAT Zahra et BOURAS Sarra, Méthodes de dimensionnement d'un système photovoltaïque, application à la région de M'sila, Soutenu le 02/07/2019.

[26] ZERROUKI Zolikha et BEREKSI REGUIG Rym «Dimensionnement d'un système photovoltaïque autonome », Mémoire de master, Université Abou Bakr Belkaid de Tlemcen (2016 / 2017).

[27] SEMAOUI Smaïl, Etude de l'électrification d'un village avec de l'énergie solaire photovoltaïque, Mémoire de Magister, Université de Ouargla (23 /06/ 2004).

[28] 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).

[29] IAMARENE Samir «Dimensionnement d'une installation photovoltaïque pour un site (BTS, BSC) du réseau télécom wotania», Mémoire de Master, Université Abderrahmane Mira de Bejaïa (19/09/2012).

المخلص

يتكون مشروع نهاية الدراسة الخاص بنا من دراسة وتحديد حجم التركيب الكهروضوئي لإمداد الطاقة الكلية لمحطة متوسطة العيداني إبراهيم الواقعة في بلدية الحمادية بولاية برج بوعريريج. للقيام بذلك، حددنا أولاً توازن الطاقة لمعدات متوسطة العيداني إبراهيم. بعد ذلك، وباستخدام برنامج PVsyst، حددنا حجم المكونات المختلفة للأنظمة الكهروضوئية لتزويد الطاقة للمتوسطة.

الكلمات المفتاحية: الطاقة الكهروضوئية، التحجيم.

Résumé

Notre projet de fin d'étude consiste à l'étude et le dimensionnement d'une installation photovoltaïques pour l'alimentation électrique totale du CEM Al-Eidani Ibrahim, sise à la commune d'El-Hamadia, Wilaya de Bordj Bou Arreridj. Dans ce faire, nous avons tout à abord déterminé le bilan de puissance énergétique des équipements du CEM Al-Eidani Ibrahim. Ensuite, et en utilisant le logiciel PVsyst on a déterminé le dimensionnement des différents composants des systèmes photovoltaïques, pour l'alimentation électrique du CEM.

Mots clés : Energie photovoltaïque, dimensionnement.

Abstract

Our memory project consists of the study and sizing of a photovoltaic installation for the total power supply of the CEM Al-Eidani Ibrahim, located in the municipality of El-Hamadia, Wilaya of Bordj Bou Arreridj. To do this, we first determined the energy power balance of the equipment of the CEM Al-Eidani Ibrahim. Then, and using the PVsyst software, the sizing of the various components of the photovoltaic systems was determined for the power supply of the CEM.

Key words : Photovoltaic energy, sizing.