

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la recherche scientifique

Université A. MIRA – BEJAIA

Faculté de Technologie

Département de Génie électrique



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master en électrotechnique.

Option : Energies renouvelables en électrotechnique

Thème

*Électrification par le solaire photovoltaïque d'une
unité admirative de l'entreprise Cosider*

Réalisé par :

Mr KENDI Bilal & Mr SADI Youba

Soutenu le/...../2025

Devant le jury composé de:

Mme REKIOUA .DJ

Encadrent

M. ..

M. ..

Année Universitaire : 2024-2025

Remerciements

Tous d'abord, nous remercions DIEU tout puissant de nous avoir donné le courage, la volonté et la patience de mener à terme ce présent travail. Un grand merci s'adresse à nos chers parents, sans leur soutien à tous les niveaux, tout simplement cela ne serait pas possible.

Nous sommes heureux de témoigner notre profonde gratitude à notre encadrante, Madame la Professeure REKIOUA DJAMILA pour son accompagnement, son écoute bienveillante et ses conseils éclairés tout au long de ce travail

Par ailleurs, nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à Monsieur IDIR AHMED gérant de l'entreprise SARL PHOTON ENERGIE pour son accueil chaleureux et sa disponibilité, qui ont grandement contribué au bon déroulement de notre projet au sein de son entreprise.

Nous tenons également à remercier sincèrement Monsieur LYES KERKOUR ingénieur au sein de l'entreprise SARL PHOTON ENERGIE, pour son accompagnement précieux, ses explications, qui ont grandement contribué à notre apprentissage.

- K.Bilal & S.Youba -

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail a

*Mes très chers parents, pour leurs sacrifices, et qui n'ont
jamais cessé de m'encourager que dieu me les garde.*

Mon cher grand frère et mes trois belles sœurs

A tous les employés de l'entreprise PHOTON ENERGIE

*A toute la promotion d'électrotechnique 2025, a non
enseignants du département électrotechnique*

A ceux qui ont m'aide de loin ou de près durant ma carrière

- K.Bilal -

Dédicaces

Je dédie ce travail

A ma famille

A tous mes proches

A mes amis

A tous les employés de l'entreprise photon énergie

A mon enseignant du département électrotechnique

A tous ceux que j'aime

- S.Youba -

Sommaire

Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Sommaire

Nomenclature

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction Générale..... 1

Chapitre I

Généralités sur les énergies renouvelables

I.1. Introduction	4
I.2. Historique sur l'énergie solaire photovoltaïque	4
I.3. Généralités sur les énergies renouvelables.....	5
I.3.1. Différents types d'énergies renouvelables	6
I.3.1.1. L'énergie solaire.....	6
I.3.1.2. Énergie éolienne	6
I.3.1.3. Énergie hydraulique	6
I.3.1.4. Biomasse	6
I.3.1.5. Géothermie	7
I.3.1.6. Les énergies renouvelables en Algérie.....	7
I.3.2. Potentiel d'énergie solaire en Algérie	7
I.4. Cellule solaire photovoltaïque.....	8
I.4.1. Définition de la cellule photovoltaïque	8
I.4.2. Structure d'une cellule photovoltaïque	9
I.4.3. Le principe de fonctionnement de cellule photovoltaïque	9
I.5. Les différents types de panneaux solaires photovoltaïques	10
I.5.1. Le champ PV	11
I.5.2. Les différents branchements des panneaux PV	11
I.5.2.1. Le branchement en série (Association en série).....	11
I.5.2.2. Le branchement en parallèle	12
I.5.2.3. Association hybride (en série et en parallèle)	13
I.5.3. Les différents types de centrales photovoltaïques.....	14
I.5.3.1. Les systèmes photovoltaïques autonomes.....	14
I.5.3.2. Système photovoltaïque raccordé au réseau.....	15
I.5.3.3. Système autonome sans stockage électrochimique	15

Sommaire

I.5.3.4. Système autonome avec stockage électrochimique	16
I.5.3.5. Les systèmes hybrides	17
I.6. Batterie de stockage	17
I.6.1. La durée de vie d'une batterie solaire	18
I.6.2. Les convertisseurs statiques	18
I.6.2.1. Convertisseurs statiques DC/DC	18
I.6.2.2. Le convertisseur continu – alternatif DC/AC	19
I.7. Conclusion	19

Chapitre II

Dimensionnement du système photovoltaïque

II.1. Introduction	21
II.2. Objectif de l'étude	21
II.3. Dimensionnement du système photovoltaïque	21
II.3.1. Choix des méthodes de dimensionnement	21
II.3.1.1. Le gisement solaire	22
II.3.1.2. Le gisement solaire en Algérie	22
II.3.1.3. Situations du site du projet donné	23
II.4. Dimensionnement solaire photovoltaïque pour le site	23
II.4.1. Les méthodes de dimensionnement des panneaux photovoltaïque	23
II.4.2. Les principaux éléments d'une installation photovoltaïque relié au réseau	23
II.4.3. Dimensionnement des panneaux et caractéristiques	24
II.4.3.1. Calcul de la taille du générateur photovoltaïque selon le besoin journalier	24
II.4.3.2. Calcul de la taille de générateur photovoltaïque selon la puissance	26
II.4.3.3. Calcul de la taille du générateur photovoltaïque selon la surface	27
II.4.4. Dimensionnement de l'onduleur	29
II.4.4.1. La méthode de dimensionnement selon le besoin	30
II.4.4.2. La méthode de dimensionnement selon la puissance	32
II.4.4.3. La méthode de dimensionnement selon la surface	33
II.4.5. Section des câbles	35
II.4.5.1. La méthode de dimensionnement selon le besoin	35
II.4.5.2. La méthode de dimensionnement selon la puissance	36
II.4.5.3. La méthode de dimensionnement selon la surface	37
II.4.5.4. Dimensionnement avec une méthode rapide	38

Sommaire

II.4.5.5. Condition de fonctionnement câbles photovoltaïque des	38
II.4.5.6. Courant admissible des câbles IZ	38
II.5. Réalisation d'un schéma électrique de de l'installation.....	42
II.6. Conclusion	42

Chapitre III

Installation du système photovoltaïque

III.1. Introduction	44
III.2. Présentation du site étudié	44
III.3. Détails des équipements utilisés	45
III.3.1. Générateur	45
III.3.2. Onduleur	47
III.3.3. Dispositifs de protections utilisés	48
III.3.3.1. Cote DC	48
III.3.3.2. Coté AC	49
III.4. Montage de L'installation.....	49
III.4.1. Montage de l'armoire de brassage.....	49
III.4.2. Raccordement des batteries	51
III.4.3. Raccordement du système	53
III.5. L'éclairage	53
III.5.1. Qu'est-ce que L'éclairage?	53
III.5.2. L'éclairage public	53
III.5.3. Procédure d'installation des lampadaires solaires	54
III.5.4. Montage du panneau solaire	56
III.5.5. Tests et validation.....	57
III.6. Présentation de logiciel de simulation PVSYST	57
III.6.1. Rapport PVSYST	58
III.7. Conclusion.....	61

IV. Chapitre IV

Étude technico-économique de l'Installation solaire

IV.1. Introduction	63
IV.2. Les technologies à privilégier pour le photovoltaïque	63
IV.2.1. Technologie d'onduleur	63
IV.2.2. Technologie de câblage	64
IV.3. Maintenance des installations.....	64

Sommaire

IV.3.1. Point technique de maintenance	64
IV.3.2. Les points réserves à la sureté de fonctionnement	65
IV.4. Évaluation du cout de l'installation.....	65
IV.4.1. Evaluation du cout du kWh.....	67
IV.4.2. Coût total de l'installation	69
IV.5. Conclusion.....	71
Conclusion Générale	72
Références bibliographiques.....	74
Annexes.....	77

Nomenclature

B_j : besoin journalier

C_{batt} : capacite de batterie

E_p : énergie produite

G_s : gisement solaire

h_{pv} :hauteur d'un panneau

I_{cc} : le courant de court-circuit

I_{mpp} : le courant de puissance maximale

I_r : irradiation

N_{batt} : nombre de batterie

N_e : nombre d'heure

N_I : nombre de panneaux selon le largueur

N_L : nombre de panneaux selon la longueur

$N_{pv,prov}$: nombre provisoire de panneau

$N_{pv,t}$: nombre de panneaux totale

N_{pv} : nombre de panneaux photovoltaïque

N_{pvp} : nombre de panneaux en parallèle

N_{pvs} : nombre de panneaux en série

$P_{annuelle}$: la production annuelle

P_{nouv} : nouvelle puissance estimée

P_{ond} : la puissance de l'onduleur

Nomenclature

P_{pv} : la puissance d'un panneau photovoltaïque

$P_{t,nouv}$: nouvelle puissance totale

P_{tot} : la puissance totale

S_1 : surface 1 (toiture 1)

S_c : surface de captage

S_{inst} : nouvelle surface à installé

S_{pv} : surface d'un panneau

U_{co} : la tension à vide

U_{mpp} : la tension de puissance maximale

V_{max} : la tension maximale

V_n : la tension nominale

ΔV : la chute de tension

J : jours

K : facteur de correction

L : la longueur

L : la longueur de câble

P_c : la puissance crête

S : la section

ρ : la masse volumique

Σ : sigma

Liste des tableaux

Tableau II.1: Irradiation moyennes mensuelles journalières et moyennes mensuelles des températures	23
Tableau II.2: Bilan de consommation.....	24
Tableau II.3: Fiche technique du module photovoltaïque	24
Tableau II.4: Calcul de la taille du générateur photovoltaïque de la méthode de dimensionnement selon le besoin journalier	25
Tableau II.5: Détermination des dimensions et de la surface requise pour l'installation des panneaux solaires.....	26
Tableau II.6: Calcule de la taille génératrice photovoltaïque de la méthode de dimensionnement selon la puissance.....	26
Tableau II.7: Les lois de calculs de la méthode de dimensionnement selon la surface.....	27
Tableau II.8: Calcule de la taille du générateur photovoltaïque avec le montage des panneaux selon la dimension du toit et des panneaux	27
Tableau II.9: Calcul de la taille du générateur photovoltaïque de la méthode de dimensionnement selon la surface.....	27
Tableau II.10: Récapitulatif des résultats de la méthode de dimensionnement selon la surface.....	28
Tableau II.11: Récapitulatif des résultats de la méthode de dimensionnement selon la longueur et la largeur des surfaces	28
Tableau II.12: Tableau comparatif des résultats de différentes méthodes de dimensionnement.....	29
Tableau II.13: Dimensionnement de l'onduleur.....	29
Tableau II.14: Vérification des compatibilités	30
Tableau II.15: Fiche technique de l'onduleur MPPT BASED SOLAR INVERTER model : PV1900	30
Tableau II.16: Dimensionnement de chacun des onduleurs selon la méthode du besoin journalier.....	31
Tableau II.17: Vérification des compatibilités par la méthode de dimensionnement selon le besoin.....	31
Tableau II.18: Dimensionnement de l'onduleur pour la méthode de dimensionnement selon la puissance.....	32
Tableau II.19: Vérification de la compatibilité pour la méthode de dimensionnement selon la puissance.....	32

Liste des tableaux

Tableau II.20: Dimensionnement de l'onduleur pour la méthode de dimensionnement selon la surface.....	33
Tableau II.21: Vérification de la compatibilité pour la méthode de dimensionnement selon la surface.....	33
Tableau II.22: Calcul de la section des câbles pour la méthode de dimensionnement selon le besoin journalier	35
Tableau II.23: Calcul de la section des câbles pour la méthode de dimensionnement selon la puissance.....	36
Tableau II.24: Calcul de la section des câbles pour la méthode de dimensionnement selon la surface.....	37
Tableau II.25: Courant admissible d'un câble en cuivre (60°C)	39
Tableau II.26: Courant admissible d'un câble en cuivre (70°C)	40
Tableau II.27: Courant admissible d'un câble en cuivre (80°C)	41
Tableau IV.1: Récapitulatif des prix des différents composants	67
Tableau IV.2: Récapitulatif des prix des différents composants d'éclairage.....	68

Liste des figures

Figure I.1 : L'évolution de l'énergie solaire	5
Figure I.2 : Moyenne annuelle de l'énergie reçue en Algérie.....	8
Figure I.3 : Cellule photovoltaïque	8
Figure I.4 : Structure d'une cellule photovoltaïque	9
Figure I.5 : Le principe de fonctionnement de cellule PV	10
Figure I.6 : Type de cellule monocristalline, polycristalline, et amorphe.....	11
Figure I.7 : Cellules ou modules photovoltaïques en série	12
Figure I.8 : Branchement en série des panneaux PV	12
Figure I.9 : Cellules ou modules photovoltaïques en parallèle	13
Figure I.10 : Branchement en parallèle des panneaux PV	13
Figure I.11 : Caractéristiques d'un générateur à np. Ns cellules identiques	14
Figure I.12 : Branchement en série parallèle des panneaux PV	14
Figure I.13 : Exemple d'installation photovoltaïque autonome.	15
Figure I.14 : Installation photovoltaïque reliée au réseau sans batterie de stockage.	16
Figure I.15 : Installation photovoltaïque reliée au réseau avec batterie de stockage.	16
Figure I.16 : Schéma synoptique d'un système photovoltaïque hybride.	17
Figure I.17 : Modèle d'une batterie.....	18
Figure I.18 : Symbole du convertisseur DC-DC.....	19
Figure I.19 : Symbole du convertisseur DC-AC.....	19
Figure II.1 : Cartes du gisement solaire en Algérie	22
Figure II.2 : Abaque pour déterminer la section de câble.....	38
Figure II.3 : Schéma électrique de l'installation réalisée.....	42
Figure III.1 : L'interface du site étudié	44
Figure III.2 : Photo prise par le satellite d'entreprise Cosider.....	45
Figure III.3 : Plaque signalétique de panneau.....	45
Figure III.4 : Panneaux photovoltaïques.....	46
Figure III.5 : Structures porteuses des modules photovoltaïques	46
Figure III.6 : Installation des panneaux solaires sur la structure	47
Figure III.7 : 2 onduleur 5000 W	47
Figure III.8 : Model d'un parafoudre utilisé	48
Figure III.9 : Model d'un sectionneur utilisé	48
Figure III.10 : Model d'un compteur utilisé	49
Figure III.11 : Câblages des différents éléments de l'armoire.....	51

Liste des figures

Figure III.12 : Raccordements des batteries	51
Figure III.13 : Armoires de brassage fini.....	52
Figure III.14 : Installations des panneaux photovoltaïques au sol.....	52
Figure III.15 : Les deux onduleurs en pleine fonctionnement.....	53
Figure III.16 : Chargements des lampadaires par soleil sur terre	54
Figure III.17 : Lampadaires allumés.....	54
Figure III.18 : Creusements de la fosse	55
Figure III.19 : Préparations du socle.....	56
Figure III.20 : Montage d'un panneau double crosse	56
Figure III.21 : Validation du système d'éclairage public	57
Figure IV.1 : Devis totale de l'installation solaire.....	68
Figure IV.2 : 1.Devis totale d'éclairage solaire	69
Figure IV.3 : Devis total de l'installation solaire globale	71

Introduction Générale

Introduction Générale

L'énergie est la base de toute activité humaine. De nos jours, une grande partie de la demande mondiale en énergie est assurée à partir de ressources fossiles. Cependant, les réserves de combustibles fossiles sont limitées. En effet, la croissance de la demande énergétique mondiale, l'épuisement inévitable des ressources fossiles et le réchauffement climatique causé par l'émission des gaz à effet de serre imposent le recours aux énergies propres. Certains pays développés se sont orientés vers l'énergie nucléaire qui présente des risques d'accidents graves. C'est pourquoi on s'intéresse actuellement aux énergies renouvelables. L'énergie **solaire photovoltaïque** constitue une alternative que beaucoup de pays envisagent à l'horizon 2030.

C'est une énergie électrique produite au moyen de panneaux solaires qui permettent de convertir une partie du rayonnement solaire. L'électricité ainsi produite peut être consommée sur place ou alimenter un réseau de distribution. Une installation solaire photovoltaïque peut être implantée sur tous les types de bâtiment : maison individuelle, bâtiment d'habitation, etc.

Avant, L'énergie solaire photovoltaïque était limité aux applications rurales pour l'alimentation des sites isolés en électricité comme cela à été le cas en Algérie.

Mais depuis quelques années, le solaire photovoltaïque à fait son entrée dans les agglomérations, ce qui à pour effet l'augmentation sensible de la demande en modules

Photovoltaïques. Afin de mieux exploiter cette énergie, il est nécessaire de connaître la distribution de l'irradiation solaire sur le lieu de l'implantation prévu pour l'installation photovoltaïque, pour différentes orientations et inclinaisons.

Pour ce faire, on a effectué un stage de courte durée à entreprise Cosider carrière situé à Gdyle plus exactement dans la wilaya d'Oran, ce stage nous à permis de parfaire nos connaissances dans le domaine du photovoltaïque. L'objectif de ce travail est de donner un aperçu sur la méthodologie de calcul et de dimensionnement d'une installation photovoltaïque en utilisant logiciel PVSYST.

– Notre travail a été réparti en quatre chapitres : Dans le premier chapitre, nous avons parlé des énergies renouvelables tant au niveau mondial qu'au niveau national. Nous allons exposer des généralités sur les différents types des énergies renouvelables avec leurs principes de fonctionnement et les différentes techniques utilisées

Introduction Générale

- Le deuxième chapitre a été consacré dans sa première partie au dimensionnement du système étudié puis dans la deuxième partie on a abordé les méthodes et les étapes nécessaires pour concevoir un système adapté, en tenant compte des besoins spécifiques et des conditions locales.
- Au troisième chapitre-le contenu s'est porté sur le dimensionnement d'une installation photovoltaïque ainsi l'éclairage solaire appliquer à entreprise Cosider situé à Oran Nous présentons le logiciel que nous avons utilisé comme PV système qui nous permet de déterminer le nombre de panneaux et nombres des Batteries avec toutes les étapes à suivre.
- Le dernier chapitre, une étude technico-économique approfondie a été réalisée sur les principaux éléments de l'installation photovoltaïque et de l'éclairage solaire. Cette analyse nous a permis d'estimer le coût global du projet, d'identifier la solution la plus efficace et rentable, et d'évaluer les bénéfices économiques à long terme.
- En conclusion, une synthèse des résultats de calculs d'une installation photovoltaïque est présentée.

Chapitre I
Généralités sur les énergies renouvelables

I.1. Introduction

Dans un contexte de transition énergétique et de lutte contre le changement climatique, l'exploitation des énergies renouvelables devient une nécessité. Parmi celles-ci, l'énergie solaire photovoltaïque se distingue par son abondance, sa disponibilité et son potentiel à fournir une électricité propre et durable. Grâce aux avancées technologiques, cette source d'énergie s'impose de plus en plus comme une solution viable pour l'électrification aussi bien en milieu urbain qu'en zones isolées. Nous parlons dans ce chapitre d'une manière brève sur les principes de base du photovoltaïque, les différentes technologies de panneaux solaires, les systèmes d'installation, ainsi que leurs applications pratiques, notamment dans le contexte algérien. Une attention particulière sera portée à la composition des systèmes photovoltaïques autonomes, à leur fonctionnement, et à leur intégration dans des solutions énergétiques durables.

I.2. Historique sur l'énergie solaire photovoltaïque

L'histoire de l'énergie solaire photovoltaïque commence par le physicien français Edmond Becquerel en 1839. Il fut le premier à avoir souligné l'effet photovoltaïque dans une cellule électrochimique [1]. Ses travaux seront repris et améliorés par Willoughby Smith en 1873. À cette époque, la technologie n'était pas très avancée. Il faudra attendre les avancées sur la physique quantique pour relancer le sujet de l'énergie solaire photovoltaïque. En 1953, Calvin Fuller, Gerald Pearson et Daryl Chaplin ont découvert la cellule solaire en silicium. Cette cellule produisait suffisamment d'électricité et était suffisamment efficace pour faire fonctionner de petits appareils électriques. Ces cellules photovoltaïques avaient une grande importance dans l'avenir de l'histoire de l'énergie solaire, les premières cellules solaires disponibles dans le commerce ne sont apparues qu'en 1956, même si le coût était encore très élevé pour la plupart des gens jusqu'en 1970 environ, lorsque le prix des cellules solaires a chuté d'environ 80%.

Les cellules solaires ont été utilisées dans les satellites américains et soviétiques lancés Depuis la fin des années 1950[2].

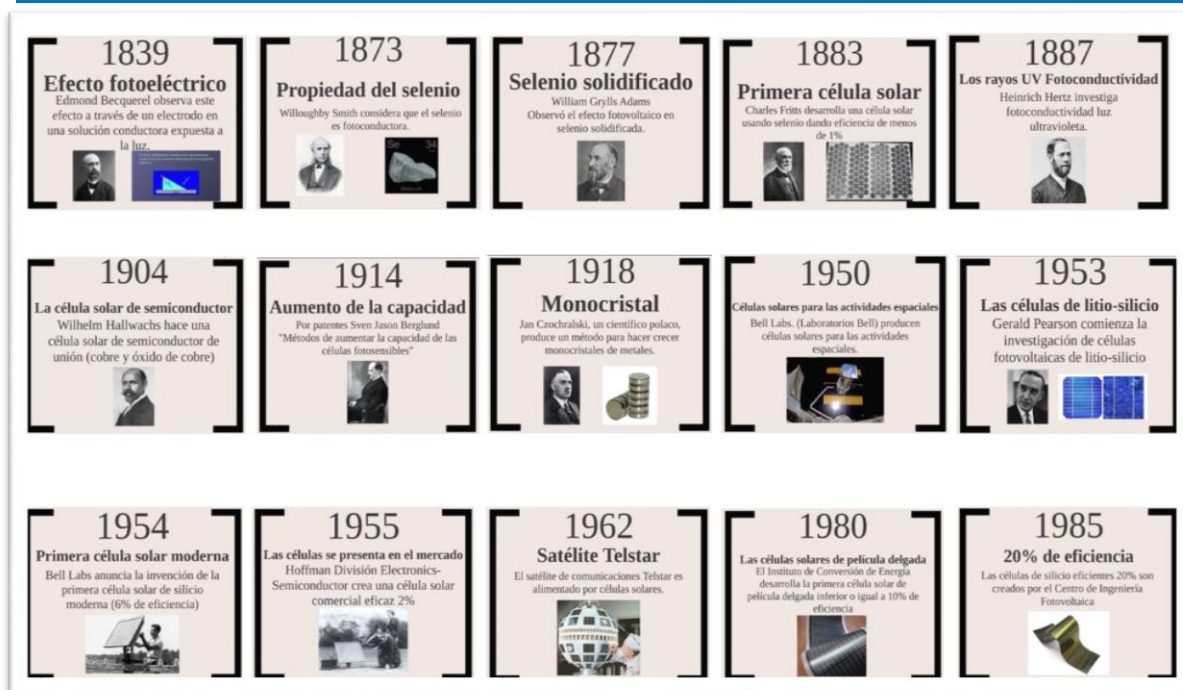


Figure I.1 : L'évolution de l'énergie solaire

I.3. Généralités sur les énergies renouvelables

Une source d'énergie est renouvelable si le fait d'en consommer ne limite pas son utilisation future, C'est le cas de l'énergie du soleil, du vent, des cours d'eau, de la terre et généralement de la biomasse humide ou sèche, à l'échelle de la durée de vie de l'humanité. Ce n'est pas le cas pour les combustibles fossiles et nucléaires.

Avec l'épuisement progressif des énergies fossiles (pétrole, gaz naturel, houille, etc.), les énergies renouvelables (éolienne, hydraulique, géothermique, solaire, biomasse...) se développent de plus en plus. Elles ont le double avantage d'utiliser des flux inépuisables d'énergie naturelle (soleil, vent, eau, bois, etc.) et de ne pas, ou peu, nuire à l'environnement. Ce type d'énergie ne couvre encore que 20% de la consommation mondiale d'électricité. Nous notons que l'hydroélectricité existe depuis près d'un siècle et constitue environ 16 % de la production mondiale d'électricité et représente 92,5% de l'électricité issue des énergies renouvelables (biomasse 5,5%, géothermie 1,5%, éolien 0,5 % et le solaire 0,05 %).

I.3.1. Différents types d'énergies renouvelables

I.3.1.1. L'énergie solaire

L'énergie solaire est une source d'énergie qui est dépendante du soleil. Cela signifie que la matière première est le soleil. Elle se place dans la catégorie des énergies renouvelables puisqu'on la considère comme inépuisable [3]. On dit aussi que c'est une énergie 100% verte car sa production n'émet que peu de CO₂. Grâce à cette énergie, il est possible de produire de l'électricité. Elle sera captée par des panneaux solaires ou des centrales thermiques. Les panneaux solaires qui captent cette énergie peuvent être installés sur différentes structures des combrières solaires, des hangars PV industriels ou agricoles, au sol.

I.3.1.2. Énergie éolienne

C'est une énergie produite par le vent au moyen d'un dispositif aérogénérateur ou un moulin à vent. Il existe plusieurs types d'énergies éoliennes comme les éoliennes terrestres, les éoliennes off-shore, les éoliennes flottantes.

La durée de vie des éoliennes modernes est maintenant de 20 à 25 ans, ce qui est comparable à de nombreuses autres technologies de production d'énergie conventionnelles [4].

I.3.1.3. Énergie hydraulique

L'énergie hydraulique fonctionne un peu comme l'énergie éolienne : le mouvement de l'eau fait tourner une turbine qui produit de l'électricité. Plus l'eau coule vite, plus l'énergie produite est importante. Ce mode de production d'électricité est l'un des plus propres et des plus efficaces (pas de déchets ni de CO₂) [5].

I.3.1.4. Biomasse

La biomasse représente l'ensemble de la matière organique, qu'elle soit d'origine végétale ou animale. Elle peut être issue de forêts, milieux marins et aquatiques [6]. On distingue trois catégories principales :

- Le bois
- Le biogaz
- Les biocarburants

I.3.1.5. Géothermie

Dans le contexte des sciences pour l'ingénieur, le terme de « géothermie » regroupe des moyens de capter l'énergie thermique de l'intérieur du globe terrestre et de l'utiliser comme source de chaleur ou de la convertir en électricité par des turbines et générateurs électriques.

I.3.1.6. Les énergies renouvelables en Algérie

Ces dernières années, l'Algérie a amorcé une dynamique d'énergie verte en lançant un programme ambitieux de développement des énergies renouvelables. Cette vision s'appuie sur une stratégie axée sur la mise en valeur des ressources inépuisables et leur utilisation pour diversifier les sources d'énergie et préparer l'Algérie de demain. Le programme consiste à installer une puissance d'origine renouvelable de près de 22000 MW entre 2011 et 2030 dont 12000 MW seront dédiés à couvrir la demande nationale en électricité et 10000 MW à l'exportation. L'exportation de l'électricité est toutefois conditionnée par l'existence d'une garantie d'achat à long terme, de partenaires fiables et de financements extérieurs [7].

L'Algérie s'engage avec détermination sur la voie des énergies renouvelables afin d'apporter des solutions globales et durables aux défis environnementaux et aux problématiques de préservation des ressources énergétiques d'origine fossile, L'Algérie prévoit également l'installation de quelques unités de taille expérimentale afin de tester les différentes technologies en matière de biomasse, de géothermie et de dessalement des eaux saumâtres par les différentes filières d'énergie renouvelable.

I.3.2. 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 la quasi-totalité du territoire national dépasse les **2000 heures** annuellement et peut atteindre les **3900 heures** (hauts plateaux et Sahara) L'énergie reçue annuellement sur une surface horizontale de 1m² soit près de 3 KWh/m² au nord et dépasse 5,6 KWh/ m² au Grand Sud [7].

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.

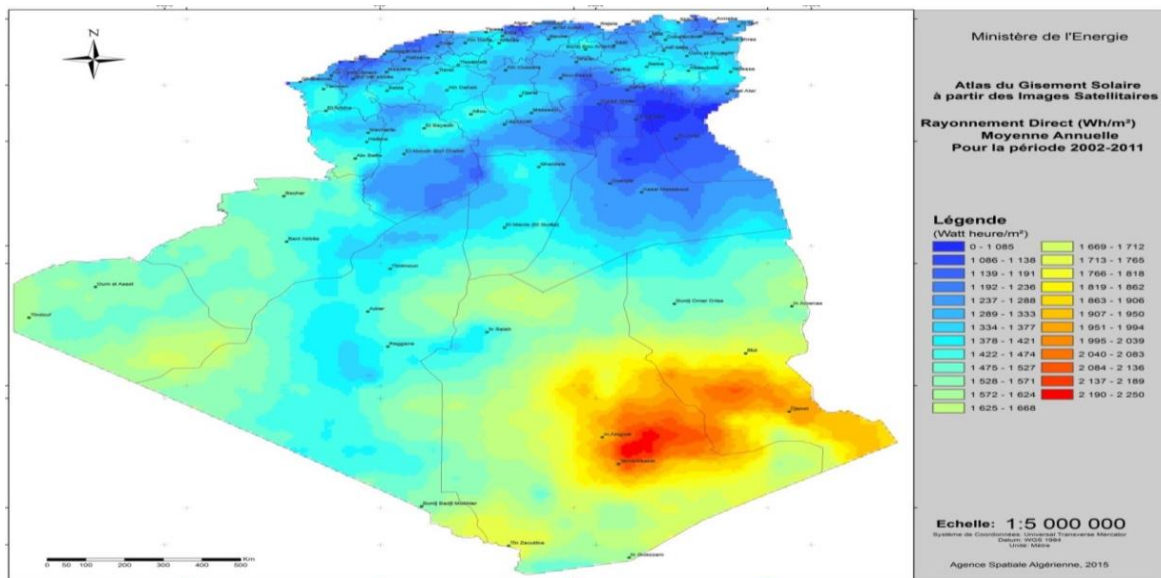


Figure I.2 : Moyenne annuelle de l'énergie reçue en Algérie

I.4. Cellule solaire photovoltaïque

I.4.1. Définition de la cellule photovoltaïque

Les photopiles ou cellules solaires sont des composants optoélectroniques qui transforment directement la lumière solaire en électricité. Elles sont réalisées à base de matériaux semi-conducteurs [8]. Aujourd'hui, plus de 99 % des équipements photovoltaïques utilisent le silicium comme matériau de base. Ce dernier se présente sous différentes formes, les plus répandues étant le silicium cristallin (monocristallin, multicristallin), et le silicium amorphe [9].

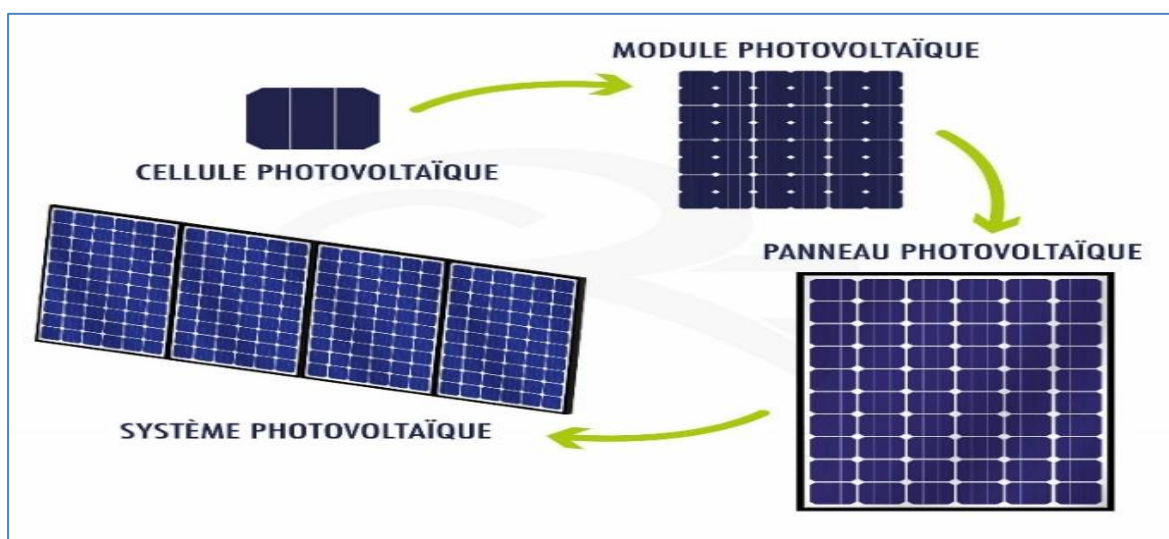


Figure I.3 : Cellule photovoltaïque

I.4.2. Structure d'une cellule photovoltaïque

La cellule solaire est réalisée en suivant les étapes suivantes :

- La couche supérieure de la cellule est composée de silicium dopée N. Dans cette couche, il existe une quantité d'électrons libres supérieure à une couche de silicium pur, d'où l'appellation de dopage N, comme négatif (charge de l'électron). Le matériau reste électriquement neutre : c'est le réseau cristallin qui supporte globalement une charge positive.
- La couche inférieure de la cellule est composée de silicium dopé P. Cette couche possèdera donc en moyenne une quantité d'électrons libres inférieure à une couche de silicium pur. Les électrons sont liés au réseau cristallin qui, en conséquence, est chargé positivement. La conduction électrique est assurée par des trous, positifs (P), comme illustré sur la figure suivante

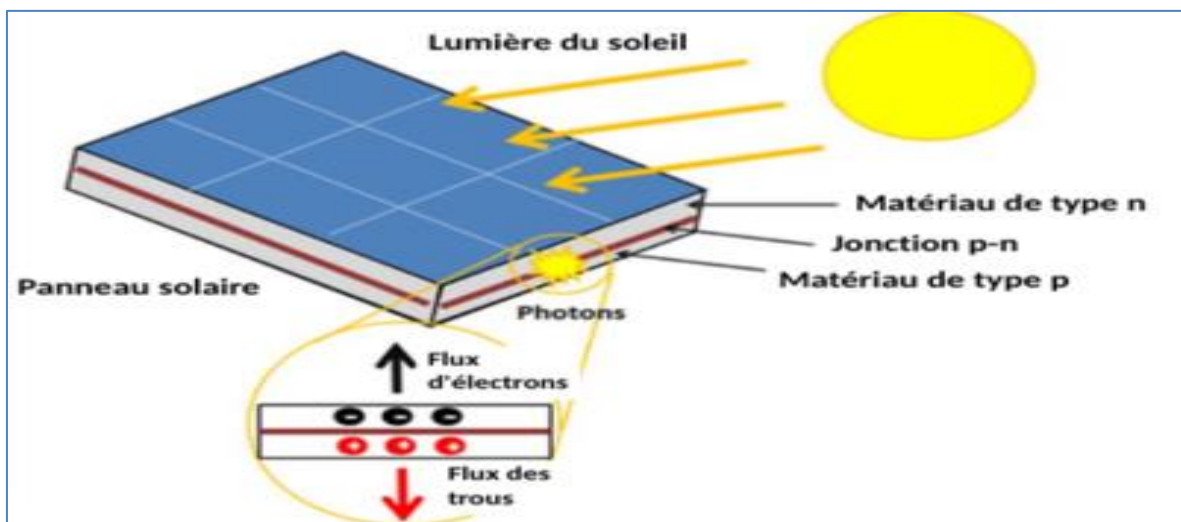


Figure I.4 : Structure d'une cellule photovoltaïque

I.4.3. Le principe de fonctionnement de cellule photovoltaïque

La cellule photovoltaïque fonctionne grâce au rayonnement solaire. Pour générer de l'électricité, elle fait appel à l'effet photovoltaïque qui est obtenu à la suite du choc des photons issus de la lumière solaire sur un matériau semi-conducteur. Ce dernier transmet l'énergie des photons aux électrons qui vont alors créer la tension électrique. Voici le principe de fonctionnement d'une cellule photovoltaïque.

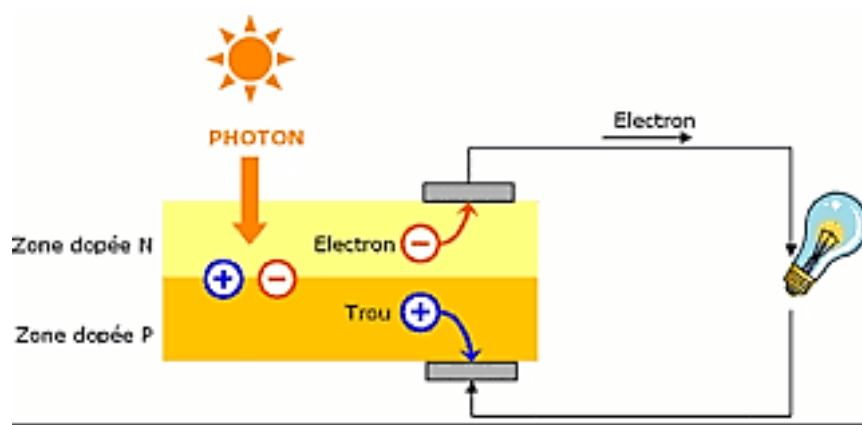


Figure I.5 : Le principe de fonctionnement de cellule PV

I.5. Les différents types de panneaux solaires photovoltaïques

Les panneaux solaires photovoltaïques se déclinent en plusieurs types, chacun ayant ses propres caractéristiques et avantages, Actuellement, on classe les panneaux photovoltaïques en trois grandes catégories, chacune se distinguant par la nature des cellules qui la composent

- **Les cellules amorphes**

Elles ont un rendement très faible (5 à 10%) mais leur prix est très bas [10]. Bien que le rendement de ces panneaux soit moins bon que celui des technologies poly cristallines ou monocristallines, le silicium amorphe permet de produire des panneaux de grandes surfaces à bas cout en utilisant peu de matière première [11].

- **Les cellules poly cristallines**

Elles sont constituées de plusieurs cristaux, ce qui diminue leur prix de fabrication. Cependant leur rendement n'est que de 10% à 13%. L'avantage de ces cellules par rapport au silicium monocristallines est qu'elles produisent peu de déchets de coupe et qu'elles nécessitent de 2 à 3 fois moins d'énergie pour leur fabrication [12].

- **Les cellules monocristallines**

Elles sont constituées d'un cristal à deux couches, le plus souvent du silicium, elles ont un rendement entre 15 et 22% mais elles sont chères à fabriquer [13].

I.5.1. Le champ PV

C'est un regroupement de modules solaires photovoltaïques raccordés entre -eux et destiné à produire de l'électricité, soit à titre autonome (panneaux solaires sur les toits des habitations par exemple), soit dans le cadre d'un raccordement à un réseau public de distribution d'électricité.



Figure I.6 : Type de cellule monocristalline, polycristalline, et amorphe

I.5.2. Les différents branchements des panneaux PV

I.5.2.1. Le branchement en série (Association en série)

En additionnant des cellules ou des modules identiques en série, le courant de la branche reste le même mais la tension augmente proportionnellement au nombre de cellules (modules) en série. Les figures (I.14) montrent l'intérêt de l'association des cellules ou modules photovoltaïques identiques en série

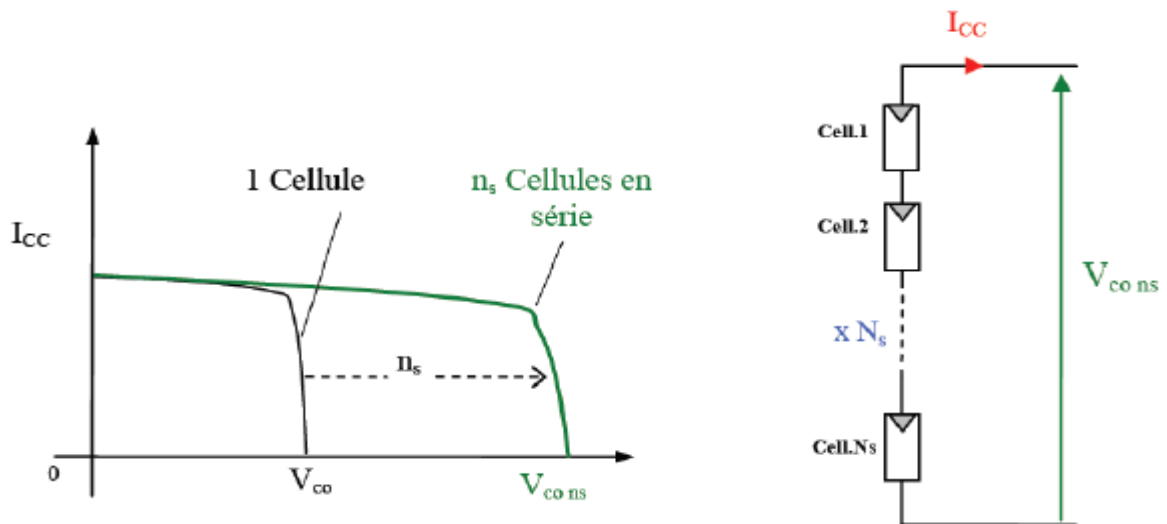


Figure I.7 : Cellules ou modules photovoltaïques en série

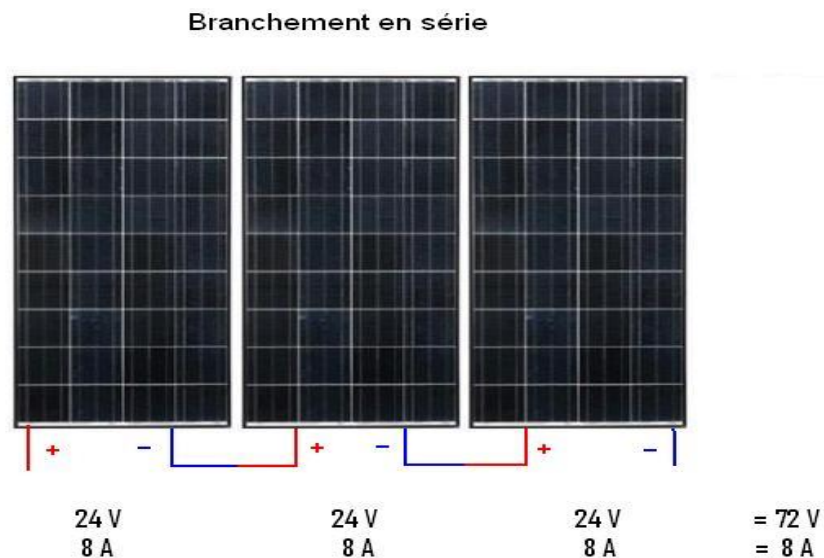


Figure I.8 : Branchement en série des panneaux PV

I.5.2.2. Le branchement en parallèle

En additionnant les modules identiques en parallèle, la tension de la branche est égale à la tension de chaque module et l'intensité augmente proportionnellement au nombre de modules en parallèle dans la branche. Les figures (I.16) montrent l'intérêt de l'association des cellules ou modules photovoltaïques identiques en parallèle

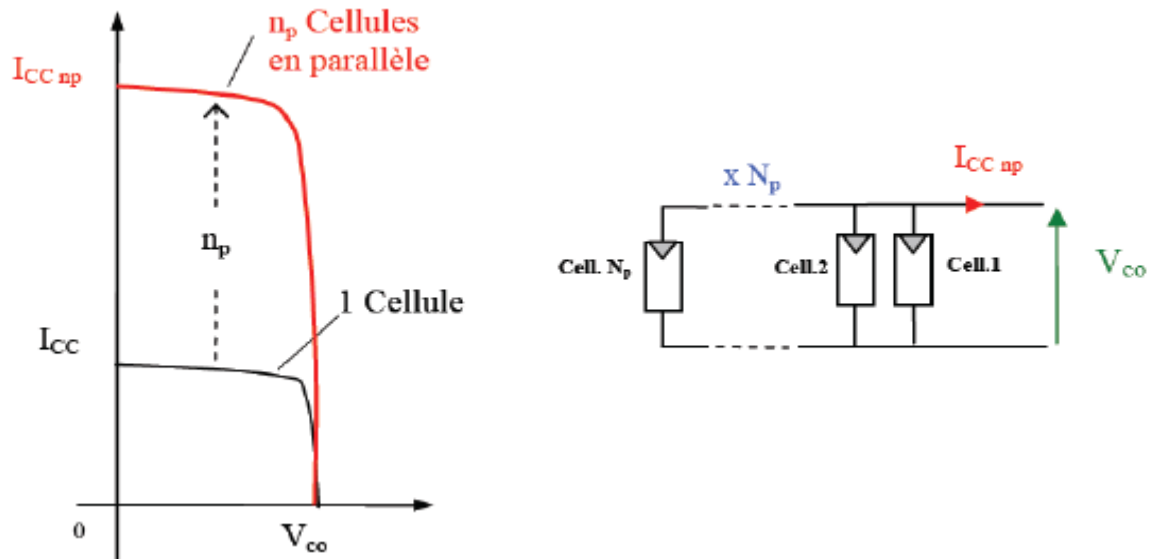


Figure I.9 : Cellules ou modules photovoltaïques en parallèle

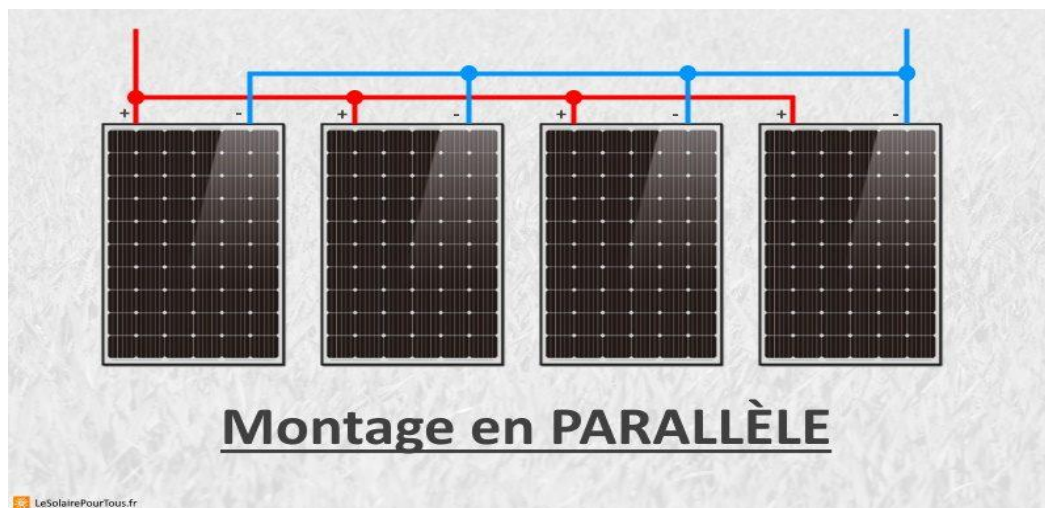


Figure I.10 : Branchement en parallèle des panneaux PV

I.5.2.3. Association hybride (en série et en parallèle)

La caractéristique globale courant/tension d'un générateur photovoltaïque se déduit théoriquement de la combinaison $n_s.n_p$ Cellules élémentaires supposées identiques qui le composent par le rapport n_s parallèlement à l'axe des tensions et du rapport n_p parallèlement à l'axe des courants. Ainsi que l'illustre-la (figure I-15), n_s et n_p étant respectivement le nombre de cellules en série et en parallèle.

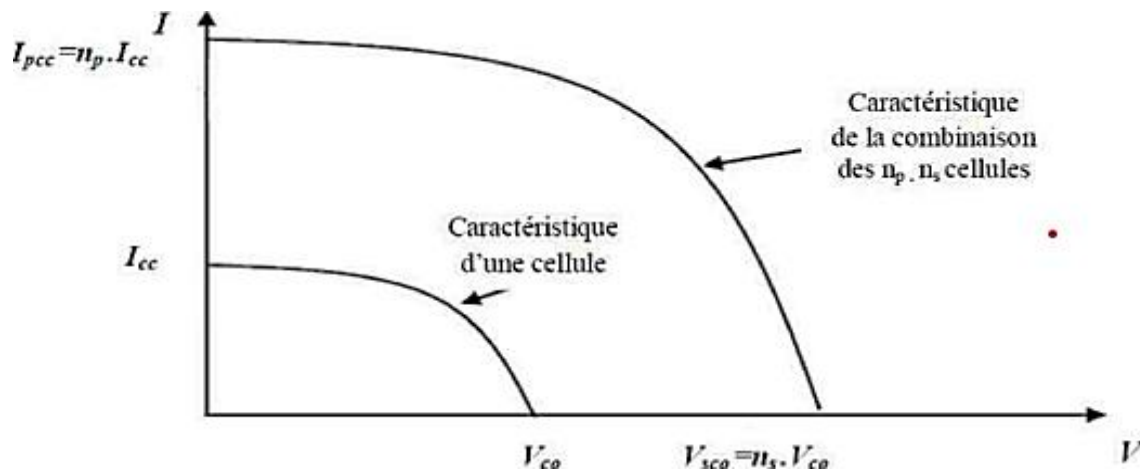


Figure I.11 : Caractéristiques d'un générateur à $n_p \cdot n_s$ cellules identiques

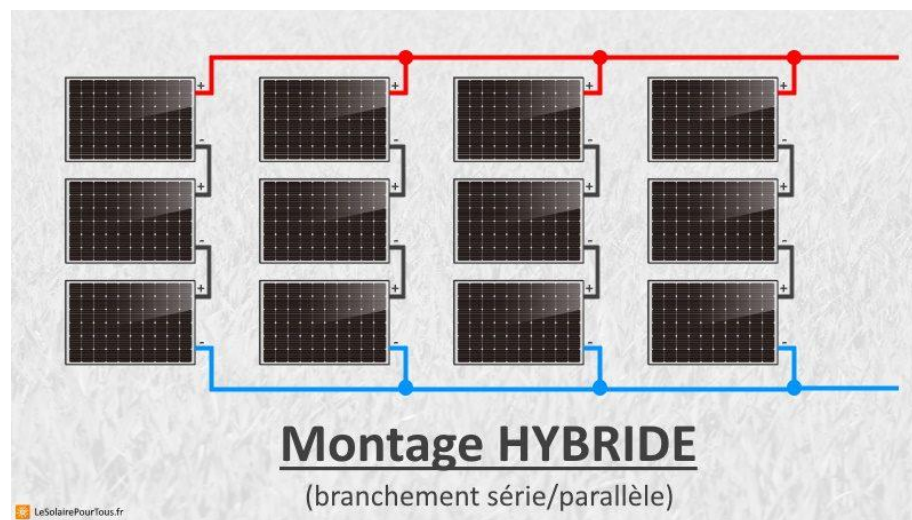


Figure I.12 : Branchement en série parallèle des panneaux PV

1.5.3. Les différents types de centrales photovoltaïques

L'énergie photovoltaïque est exploitée de multiples façons. On peut distinguer les installations autonomes et les installations raccordées au réseau.

1.5.3.1. Les systèmes photovoltaïques autonomes

Les systèmes photovoltaïques peuvent être adaptés pour répondre à tous besoins, petits ou grands : calculatrices, montres, matériel de télécommunication, panneaux de signalisation, feux de stationnement, et balises météo.

Pionnières, les centrales photovoltaïques autonomes sont destinées à des consommateurs éloignés du réseau électrique (refuges en montagne, relais hertziens, stations

de pompage agricole). Ce système, produit l'énergie électrique qui est utilisée directement ou stockée dans des batteries[14].

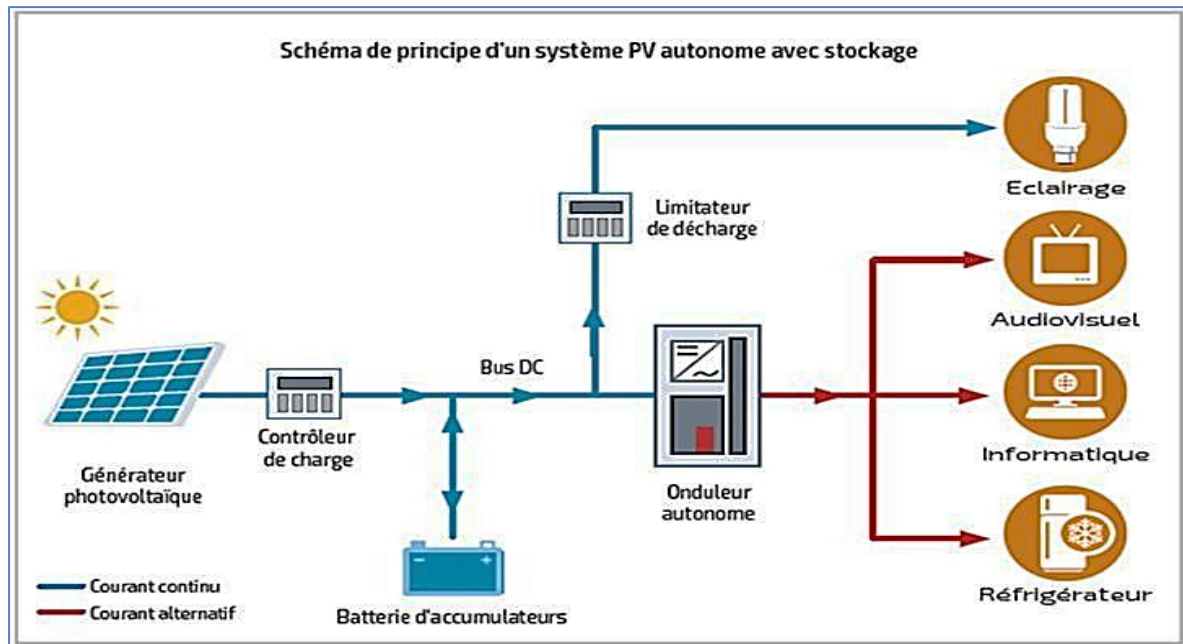


Figure I.13 : Exemple d'installation photovoltaïque autonome.

I.5.3.2. Système photovoltaïque raccordé au réseau

Dans ce système l'ensemble de l'installation est connecté au réseau de distribution après une adaptation des paramètres. L'énergie produite est soit consommée sur place par l'utilisateur et le surplus est injecté sur le réseau, où bien injectée en totalité dans le réseau électrique sans limite. Ces dernières centrales peuvent être conçues avec ou sans stockage [15].

I.5.3.3. Système autonome sans stockage électrochimique

Dans ce cas, l'appareil alimenté ne fonctionnera qu'en présence d'un éclairage solaire suffisant pour son démarrage. C'est intéressant pour toutes les applications qui n'ont pas besoin de fonctionner dans l'obscurité, et pour lesquelles le besoin en énergie coïncide avec la présence de l'éclairage solaire. Le pompage photovoltaïque est un exemple de cette catégorie de système autonome.

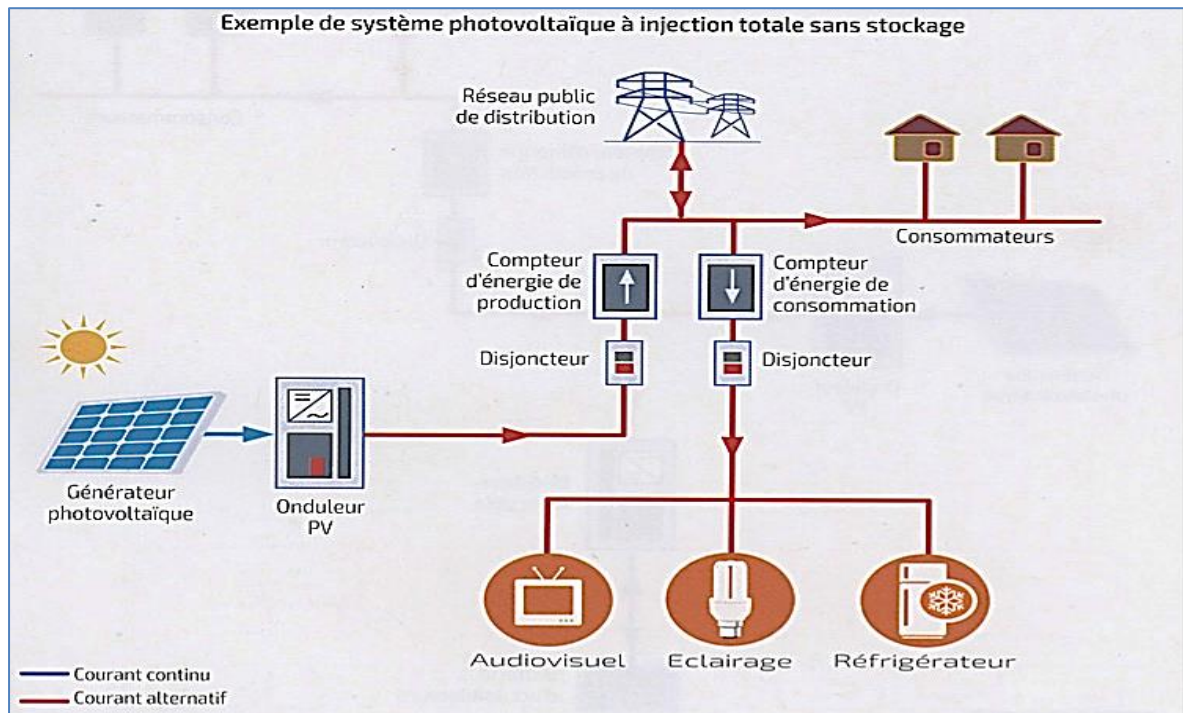


Figure I.14 : Installation photovoltaïque reliée au réseau sans batterie de stockage.

I.5.3.4. Système autonome avec stockage électrochimique

C'est la configuration la plus courante des systèmes photovoltaïques autonomes, elle comporte des batteries qui emmagasinent l'énergie électrique produite par le générateur photovoltaïque au cours de la journée. Donc, le stockage électrochimique dans la batterie est indispensable pour assurer le fonctionnement nocturne ou durant un nombre de jours prédéfinis dans le dimensionnement des systèmes photovoltaïques [16].

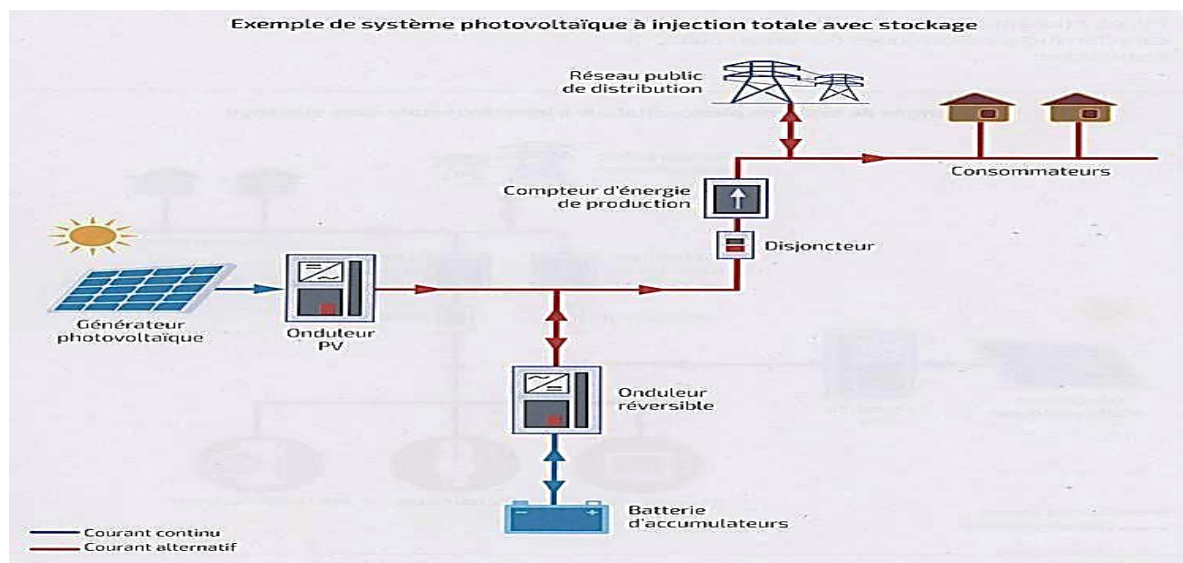


Figure I.15 : Installation photovoltaïque reliée au réseau avec batterie de stockage.

I.5.3.5. Les systèmes hybrides

Les systèmes d'énergie hybride associent au moins deux sources d'énergie renouvelable aussi une ou plusieurs sources d'énergie classiques. Les sources d'énergie renouvelable, comme le photovoltaïque et l'éolienne ne délivrent pas une puissance constante, Les systèmes d'énergie hybrides sont généralement autonomes par rapport aux grands réseaux interconnectés et sont souvent utilisés dans les régions isolées.

Les différentes sources dans un système hybride peuvent être connectées en deux configurations, architecture à bus continu et architecture à bus alternatif.

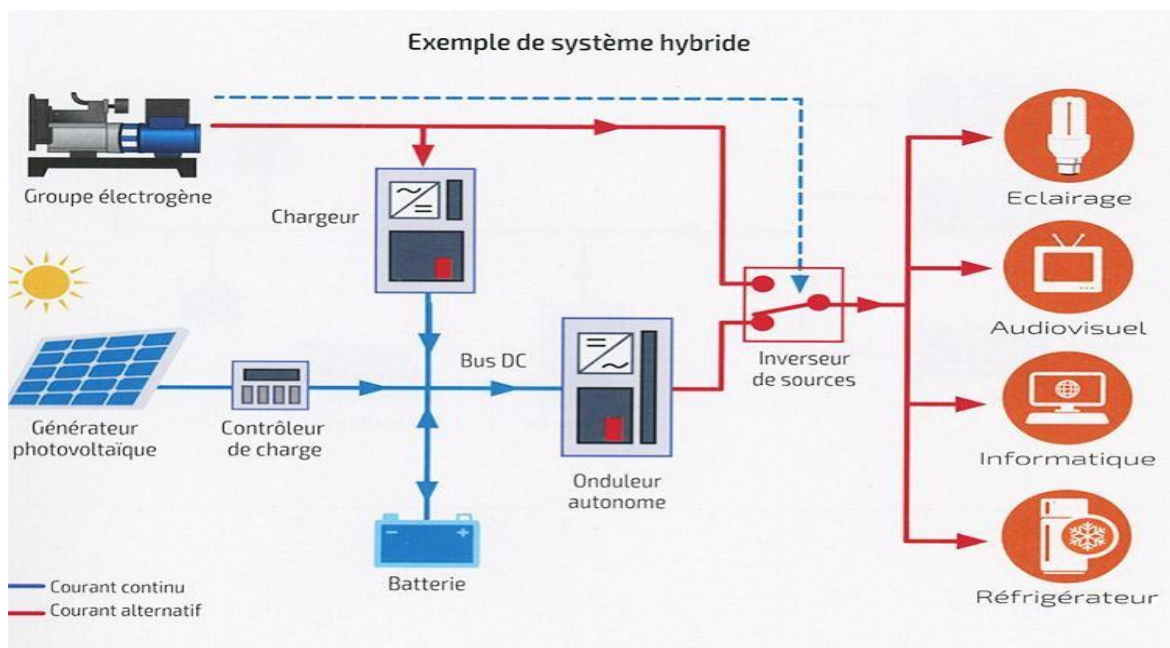


Figure I.16 : Schéma synoptique d'un système photovoltaïque hybride.

I.6. Batterie de stockage

Le stockage d'énergie dans les systèmes photovoltaïques s'effectue exclusivement à l'aide des batteries d'accumulateurs. Dans un système photovoltaïque, la batterie remplit trois fonctions importantes :

- **Autonomie** : une batterie permet de répondre aux besoins de la charge en tout temps même la nuit ou par temps nuageux.
- **Courant de surcharge** : une batterie permet de fournir un courant de surcharge pendant quelques instants, c'est-à-dire un courant plus élevé que celui que peut fournir le champ PV.
- **Stabilisation de la tension** : une batterie permet de fournir une tension constante, en éliminant les écarts de tension du champ PV et en permettant aux appareils un fonctionnement à une tension optimisée.



Figure I.17 : Modèle d'une batterie

I.6.1. La durée de vie d'une batterie solaire

La durée de vie d'une batterie solaire s'évalue selon le nombre de cycles de charge/décharge qu'elle est capable de supporter. Car il s'agit d'une donnée basée sur un niveau de décharge et sur des conditions atmosphériques données. Elle dépend aussi de la technologie utilisée : plomb ouvert, AGM, GEL. On peut estimer les durées de vie suivantes pour les différents types de batteries à décharge lente [17].

- Batterie solaire au plomb ouverte : 400 à 500 cycles
- Batterie solaire AGM (Absorbed Glass Mat) : 600 à 700 cycles
- Batterie solaire GEL : 800 à 1500 cycles
- Batterie Lithium-ion : entre 2500 et 5000 cycles

I.6.2. Les convertisseurs statiques

L'adaptation et la conversion de la puissance continue produite par le GPV en puissance alternative adaptée à celle du réseau sont assurées par les convertisseurs statiques DC/DC (hacheurs) DC/AC (onduleurs).

Les convertisseurs DC/AC sont les composants clé des installations photovoltaïques connectées au réseau, Ces onduleurs convertissent la puissance continue en puissance alternative.

I.6.2.1. Convertisseurs statiques DC/DC

Un convertisseur statique DC/DC convertit une tension (ou courant) continue DC fixe en une tension continue DC (ou courant) variable [18].

Ce type de convertisseur est destiné à adapter à chaque instant l'impédance apparente de la charge à l'impédance du champ PV correspondant au point de puissance maximale. Ce système d'adaptation est couramment appelé MPPT (maximum power point tracking). Son rendement se situe entre 90 et 95% [19].

Ce système présente deux inconvénients pour un champ PV de faible puissance, Prix élevé

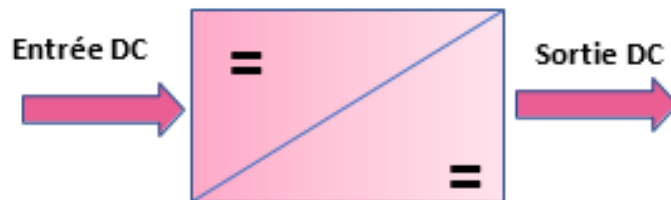


Figure I.18 : Symbole du convertisseur DC-DC.

I.6.2.2. Le convertisseur continu – alternatif DC/AC

C'est un dispositif destiné à convertir le courant continu en courant alternatif. La formation de l'ordre de sortie peut être assuré par deux dispositifs **rotatif** et **statique**. Les onduleurs peuvent être améliorés à l'aide d'un filtrage ou par utilisation des systèmes en PWM (pulse with modulation) qui permettent grâce à la modulation de la longueur des impulsions d'obtenir une onde de sortie sinusoïdale. Avec ce système on obtient :

- Un rendement élevé sur une plage du taux de charge.
- De faibles pertes à vide [19].

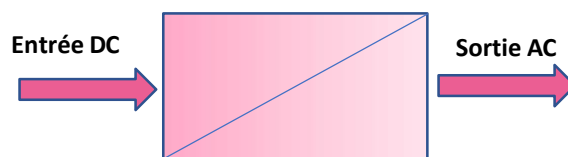


Figure I.19 : Symbole du convertisseur DC-AC.

I.7. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté les différents composants d'une installation Solaire photovoltaïque avec leurs rôles et principes de fonctionnements. Le bon Fonctionnement de cette installation requiert un bon dimensionnement de ces composants, c'est ce que nous allons voir dans le chapitre suivant.

Chapitre II
Dimensionnement du système
photovoltaïque

II.1. Introduction

Le dimensionnement d'un système photovoltaïque est crucial pour répondre aux besoins énergétiques tout en optimisant les coûts et la durabilité. Ce chapitre aborde les méthodes et les étapes nécessaires pour concevoir un système adapté, en tenant compte des besoins spécifiques et des conditions locales.

II.2. Objectif de l'étude

Dans notre situation, nous nous concentrons sur un système photovoltaïque connecté au réseau, complété par des batteries de stockage. L'objectif est d'assurer un approvisionnement continu en énergie électrique, non seulement pendant la journée grâce à la production solaire, mais aussi durant les périodes de faible ensoleillement grâce aux batteries. Ce système a été conçu pour alimenter une carrière située à Gdyle, dans la wilaya d'Oran. Auparavant, cette carrière dépendait entièrement du réseau électrique fourni par Sonelgaz, entraînant une consommation énergétique élevée. Afin de réduire cette dépendance et d'optimiser la gestion de l'énergie, nous avons intégré des batteries permettant de stocker l'excédent produit par les panneaux solaires.

Cette approche, développée en collaboration avec les autorités compétentes, vise à diminuer la consommation énergétique de la carrière en substituant une partie de l'électricité du réseau par l'énergie solaire stockée. Ainsi, notre système photovoltaïque, couplé aux batteries, garantit la continuité des services, réduit la charge sur le réseau Sonelgaz et contribue significativement à la baisse des coûts énergétiques.

II.3. Dimensionnement du système photovoltaïque

II.3.1. Choix des méthodes de dimensionnement

Le dimensionnement d'un système photovoltaïque peut être effectué en évaluant la probabilité d'erreur dans la consommation, en analysant la moyenne annuelle, ou en prenant en compte le Mois le plus défavorable pour répondre aux besoins énergétiques de manière fiable. Notre travail repose sur la première méthode, qui consiste à estimer l'énergie récupérable au cours d'une période critique, désignée comme le mois le plus défavorable. Ce mois correspond à celui où l'irradiation moyenne mensuelle atteint son niveau le plus bas de l'année, ou, dans certains pays, à une période marquée par la rigueur de l'hiver.

II.3.1.1. Le gisement solaire

Pour étudier un système photovoltaïque et exploiter pleinement les applications de l'énergie solaire, il est essentiel de bien comprendre le gisement solaire. Dans cette étude, nous mettrons un accent particulier sur l'analyse du gisement solaire en Algérie.

II.3.1.2. Le gisement solaire en Algérie

L'Algérie, compte tenu de sa position géographique, dispose de l'un des gisements solaires les plus élevés au monde. La durée d'insolation sur la quasi-totalité du territoire national dépasse les 2000 heures annuellement et peut même atteindre 3900 heures notamment dans les hauts plateaux et le Sahara.

Ainsi, sur l'ensemble du territoire national, l'énergie solaire globale reçue par jour sur une surface horizontale d'un mètre carré varie entre 5,1 KWh (~ 1860 KWh par an et par m^2) au Nord et 6,6 kWh (~ 2410 kWh par an et par m^2) dans le Grand Sud.

Quant à la radiation solaire incidente provenant du disque solaire et atteignant directement la surface terrestre, sans avoir été dispersée par l'atmosphère, qui reste une donnée de base pour le solaire thermique à concentration (CSP), elle peut atteindre 5.5 KWh (~ 2007 kWh par an et par m^2) (Alger) jusqu'à 7.5 kWh (2738 kWh par an et par m^2) (Illizi) par jour et par mètre carré.

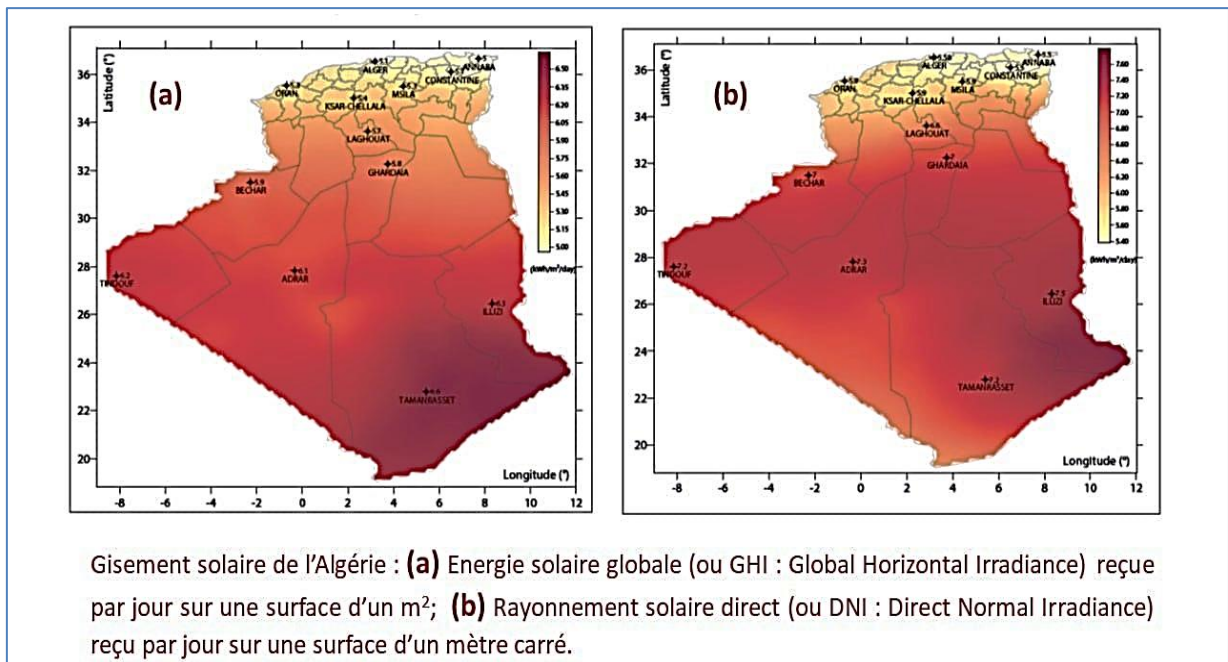


Figure II.1 : Cartes du gisement solaire en Algérie

II.3.1.3. Situations du site du projet donné

Carrière (Cosider) dimensionnée se situe à Oran au niveau de la commune de Gdyl. Latitude : 35.7833°N ; longitude : -0.4167° O ; Altitude 115m ; L'irradiation moyenne mensuelle journalière sur un plan horizontal du site de Oran et les moyennes mensuelles des températures sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau II.1: Irradiation moyennes mensuelles journalières et moyennes mensuelles des températures

Mois	Jan	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Juin	Jui	Aout	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
G_j(KWh /j / m²)	3.5	4.2	5.1	5.8	6.4	7.1	7.5	7.3	6.8	5.9	4.7	3.8
Températures Min Journalière	5.5	7.7	9.8	11.3	15.3	19.5	22.3	23.8	19.4	16.1	9.9	8
Températures Max Journalière	17.1	18.6	20.6	23.5	27.6	31.4	35.7	35.4	30.6	28.7	22.7	18.4

II.4. Dimensionnement solaire photovoltaïque pour le site

L'installation photovoltaïque doit satisfaire les besoins énergétiques de la carrière (Cosider) pendant les heures diurnes. La mise en œuvre de cette installation nécessite l'application d'une méthode de calcul pour son dimensionnement dans cette section. Nous porterons notre attention sur la génération d'électricité à partir de l'énergie solaire, en utilisant une chaîne de conversion composée de divers éléments. De cette manière, nous allons exposer les diverses méthodes de dimensionnement de l'installation photovoltaïque.

II.4.1. Les méthodes de dimensionnement des panneaux photovoltaïque

Il existe plusieurs méthodes, parmi lesquelles les plus couramment utilisées :

- Méthode du besoin journalière.
- Méthode des puissances.
- Méthode des surfaces.

II.4.2. Les principaux éléments d'une installation photovoltaïque relié au réseau

- Un générateur photovoltaïque.
- Un système de régulation.
- Un convertisseur.
- Des câbles

II.4.3. Dimensionnement des panneaux et caractéristiques

Avant de procéder au calcul de dimensionnement, il est essentiel de réaliser un bilan énergétique préalable. Afin d'évaluer la consommation journalière de la carrière (Cosider), les puissances unitaires et les temps d'utilisation des différents appareils sont indiqués dans le tableau ci-dessous.

Tableau II.2: Bilan de consommation

Appareils	Nombre	Puissance unitaire(w)	Durée (h/jours)	Énergies (w)	Énergie (Wh/jour)
Lampes basse consommation	67	18	8	1206	9648
	22	10	8	220	1760
Téléviseur	2	200	4	400	1600
Ordinateur	13	200	8	2600	20800
Imprimant	6	53	2	318	636
Machine à café	1	1500	2	1500	3000
Réfrigérateur	2	200	24	400	900
Photo copieuse	1	163	4	163	652
Climatiseur	13	/	/	/	
Besoin journalier total				6807	38996

La Consommation de carrière (Cosider) est de 38.996 kWh /jour. Afin d'établir ces dimensionnements, le tableau montre les propriétés du module photovoltaïque retenu.

Tableau II.3: Fiche technique du module photovoltaïque

La puissance crête d'un module : $P_c=550 \text{ Wc}$
La tension à vide : $U_{co}=49.68 \text{ V}$
Le courant de puissance maximale $I_{mpp} = 13,42 \text{ A}$
La tension de puissance maximale : $U_{mpp}= 40.98 \text{ V}$
Le courant de court-circuit : $I_{cc}=14.01 \text{ A}$

II.4.3.1. Calcul de la taille du générateur photovoltaïque selon le besoin journalier

Le tableau ci-dessous présente les formules de calcul de la méthode de dimensionnement en fonction des besoins journaliers.

Avec :

N_e : irradiation moyenne mensuelle

P_c : puissance crête

B_j : besoin journalier

G_s : gisement solaire

Tableau II.4: Calcul de la taille du générateur photovoltaïque de la méthode de dimensionnement selon le besoin journalier

Besoin Journalier	Energie Photovoltaïque Journalier	Nombre D'heures D'équivalentes	Puissance Réelle	Nombre De Panneaux	Nouvelle Puissance Estimée	Surface De Captage
$B_j = \sum_{i=1}^n p_c * \Delta t$	$P_{pv,j} = P_c * N_e$	$N_e = \frac{G_s}{1000}$	$P_{pv,jr\acute{e}el} = P_{pv,j} * (1-0.2)$	$N_{pv} = \frac{B_j}{P_{pv,jr\acute{e}el}}$	$P_{nouv} = B_j * N_{pv,nouv}$	$S_c = N_{pv} * S_{pv}$
38996 Wh/j	3121.25 Wh/j	5.675 H/j	2497 w	15.62 ≈ 16 PANNEAUX	8800 w	41.35 m ²

- Dans notre exemple l'espace entre les modules est donné ci-dessous

Tableau II.5: Détermination des dimensions et de la surface requise pour l'installation des panneaux solaires

Élément	Calcul	Résultat
Espace entre les modules	0.022 m	0.022 m
Largeur d'un panneau	1.134 m	1.134 m
Longueur totale de la 1ère string	$(1.134 \times 8) + (0.022 \times 7)$	9.226 m
Surface occupée par la 1ère string	9.226×1.88	17.34 m ²
Surface occupée par la 2ème string	9.226×1.88	17.34m ²
Surface totale occupée par les 16 panneaux	$17.34 + 17.34$	34.68m ²
Espace entre les deux strings	$h_{pv} \times 1.25 = (1.6 \times 1.25)$	2 m
Surface totale entre les deux strings	2×9.226	18.452 m ²
Surface totale nécessaire pour l'installation	$18.452 + 17.34 + 17.34$	53.132 m ²

II.4.3.2. Calcul de la taille de générateur photovoltaïque selon la puissance

Le tableau ci-dessous montre les lois de calcul de la méthode dimensionnement selon la puissance.

Tableau II.6: Calcul de la taille génératrice photovoltaïque de la méthode de dimensionnement selon la puissance

Puissance crête estimée	Nombre provisoire de panneaux	Nouvelle puissance estimée
$P_c = \frac{Ep}{I_r} \times 1000$	$N_{pv} = \frac{P_{est}}{p_c}$	$P_{nouv} = N_{pv.prov} * P_c$
6871.54185 Wc	$12.49 \approx 13 \text{ panneaux}$	7150W

II.4.3.3. Calcul de la taille du générateur photovoltaïque selon la surface

Les tableaux ci-dessous illustrent les trois de calculs de la méthode de dimensionnement selon la surface

Tableau II.7: Les lois de calculs de la méthode de dimensionnement selon la surface

N_{pv}	$P_{nouv}(WC)$
$N_{pv} = S_{toit} / S_{pv,u}$	$P_{nouv} = N_{pv,prov} * P_c$

Montage des panneaux selon la dimension du toit et des panneaux

Tableau II.8: Calcul de la taille du générateur photovoltaïque avec le montage des panneaux selon la dimension du toit et des panneaux

	Selon la longueur		Selon la largeur		
N_{L1}	N_{L2}	$N_{p,max}$	N_{I1}	N_{I2}	$N_{p,max2}$
N_{L1} $= \frac{longtoit}{long\ du\ pann}$	N_{L2} $= \frac{longtoit}{largdupann}$	N_{pvmax} $= N_{L1} * N_{L2}$	N_{I1} $= \frac{longueur\ du\ toit}{largeur\ du\ pann}$	N_{L1} $= \frac{longueur\ du\ toit}{longueue\ de\ de\ span}$	$P_{t,nouv} =$ $N_{pv,nouv} * P_c$

La vraie surface qui sera occupée est calculée selon les trois rapportées sur le tableau ci-dessous

Tableau II.9: Calcul de la taille du générateur photovoltaïque de la méthode de dimensionnement selon la surface

$N_{pv,nouv}$	Nouvelle puissance totale	Nouvelle surface à installé
$N_{p,max1} * N_{p,max2}$	$P_{t,nouv} * P_c$	$S_{inst} = N_{pv,nouv} * S_{pv,u}$

Cahier de charge

Soit la surface de sol carrière qui est de 200m^2 ($L=20\text{ m}$; $l=10\text{ m}$), et le panneau choisi est de 550 W_c (ATLAS Series Module **Model** EGE-550W-144M(M10) de dimensionnement (2.279 m de longueur et de 1.134m selon la largeur)

Les résultats du troisième type des méthodes de dimensionnement sont réunis dans le tableau ci-dessous

Tableau II.10: Récapitulatif des résultats de la méthode de dimensionnement selon la surface

$S_1 = 200\text{ m}^2$	
N_{pv}	$P_{nouv}(\text{W}_c)$
68	37400

Tableau II.11: Récapitulatif des résultats de la méthode de dimensionnement selon la longueur et la largeur des surfaces

	Selon la longueur					Selon la largeur				
$S_1 = 200\text{ m}^2$	N_{L1}	$N_{L1\text{corrigé}}$	N_{L2}	$N_{L2\text{corrigé}}$	$N_{\text{pann},\text{Max}}$	N_{L1}	$N_{L1\text{corrigé}}$	N_{L2}	$N_{L2\text{corrigé}}$	N_{pann}
	8	8.77	8	8.81	64	17.63	17	4.38	4	68

Commentaire et discussions :

Dans Tableau II .9 les résultats montrent que l'on peut placer 68 panneaux sur la surface. Soit 68 panneaux, qui pourront assurer une puissance de 37400 W_c

Et dans le tableau II .11 pour la surface on prend le nombre de panneaux selon le sens de la largeur qui est de 68 panneaux, de 37400 W_c

Les résultats des méthodes de dimensionnement sont réunis dans le tableau suivant :

Tableau II.12: Tableau comparatif des résultats de différentes méthodes de dimensionnement

Dimensionnement selon le besoin journalier	Dimensionnement selon la puissance	Dimensionnement selon la surface
16	13	68

II.4.4. Dimensionnement de l'onduleur

Le choix du câblage des modules dépendra du dimensionnement des onduleurs, basé sur trois critères fondamentaux.

- La compatibilité en puissance.
- La compatibilité en tension.
- La compatibilité en courant

Le tableau ci-dessous présente les règles de calcul des paramètres de compatibilité.

Tableau II.13: Dimensionnement de l'onduleur

Compatibilité en puissance		Compatibilité en tension		Compatibilité en courant
$P_{ond,min}$	$P_{ond,max}$	$N_{pvs,min}$	$N_{pvs,max}$	$N_{PV,ch}$
$P_{ond,min}=0.8*P_{pv,nouv}$	$P_{ond,max}=1.2*P_{pv,nouv}$	$N_{s1} = ENT \left(\frac{U_{mpp,min,ond}}{U_{mpp,pv}*0.85} \right)$	$N_{s2} = ENT \left(\frac{U_{mpp,max,ond}}{U_{mpp,pv} * 1.25} \right)$	$N_{PV,ch}=ENT \left(\frac{I_{max-ond}}{I_{mpp}*1.25} \right)$

En appliquant les lois du tableau suivant, on détermine la puissance, le courant et la tension.

Pour vérifier les comptabilités de ces derniers avec celle de l'onduleur

Tableau II.14: Vérification des compatibilités

Vérifier la compatibilité en puissance	Vérifier la compatibilité en Tension	Vérifier la compatibilité en Courant
$P_{calculé} = N_{pvs} * N_{pv,c} * P_c$	$I_{calculé} = I_{mpp} * N_{pv,ch}$	$V_{max} = N_{pvs} * U_{co}$

➤ **Dimensionnement de l'onduleur pour les trois méthodes**

On a choisi deux onduleurs de la marque **MPPT BASED SOLAR INVERTER**
model : **PV1900**

MD : PV19-6048 EXP avec leur fiche technique qui indique leur caractéristique

Tableau II.15: Fiche technique de l'onduleur MPPT BASED SOLAR INVERTER model :
PV1900

Off grid mode	
Puissance d'entrée CC max (W)	5200W
Entrée DC	48VDC-135A
Sortie AC	230VAC-22.6A
Charge AC	
Entrée AC	230VAC-35A
Sortie DC	48VDC-50A MAX
PV entrée	
Puissance nominale	6000W
Charge maximum	100A
Tension de fonctionnement nominale	360VDC
Tension solaire maximum VOC	450VDC
Plage MPPT (v)	150-430VDC

II.4.4.1. La méthode de dimensionnement selon le besoin

- L'installation étudiée est composée de 16 panneaux d'une puissance de 550Wc
- La puissance totale est de 8800Wc

Tableau II.16: Dimensionnement de chacun des onduleurs selon la méthode du besoin journalier

Compatibilité en puissance		Compatibilité en tension		Compatibilité en courant
$P_{ond,min}(kW)$	$P_{ond,max}(kW)$	$N_{pvs,min}$	$N_{pvs,max}$	$N_{pv,ch}$
7.040	10.560	4	8	2

Tableau II.17: Vérification des compatibilités par la méthode de dimensionnement selon le besoin

Vérifier la compatibilité en puissance	Vérifier la compatibilité en courant	Vérifier la compatibilité en tension
$P_{calculé}(kW)$	$I_{calculé}(A)$	V_{max}
4.400	26.84	397.44

➤ **Vérifier la compatibilité en puissance**

$$P_{calculé} < P_{max \text{ de l'onduleur}}$$

$$4.400kW < 10kW$$

Donc la compatibilité en puissance est vérifiée

➤ **Vérifier la compatibilité en tension**

La tension max du photovoltaïque st V_{max} 397.44V

Et l'onduleur accepte maximum 430V

Donc les modules en série sont compatibles avec la tension

➤ **Vérifier la compatibilité en courant**

$$I_{calculé} = 13.42 \text{ à } I_{max} \text{ de l'onduleur} = 100A$$

$$26.84A < 100A$$

Donc la compatibilité en courant est vérifiée

On remarque que pour le dimensionnement des onduleurs selon la méthode de besoin journalier, les compatibilités en tension, en courant et en puissance sont vérifier

II.4.4.2. La méthode de dimensionnement selon la puissance

L'installation étudiée est composée de 13 panneaux d'une puissance crête de 550Wc donc la puissance crête totale est de 7150Wc

Tableau II.18: Dimensionnement de l'onduleur pour la méthode de dimensionnement selon la puissance

Compatibilité en puissance		Compatibilité en tension		Compatibilité en courant
$P_{ond,min}(kW)$	$P_{ond,max}(kW)$	$N_{pvs,min}$	$N_{pvs,max}$	$N_{pv,ch}$
5.720	8.580	4	8	2

Tableau II.19: Vérification de la compatibilité pour la méthode de dimensionnement selon la puissance

Vérifier la compatibilité en puissance	Vérifier la compatibilité en courant	Vérifier la compatibilité en tension
$P_{calculé}(kW)$	$I_{calculé}(A)$	V_{max}
8.8	26.84	397.44

➤ **Vérifier la compatibilité en puissance**

$$P_{calculé} < P_{max \text{ de l'onduleur}}$$

$$8.8kW < 10kW$$

Donc la compatibilité en puissance est vérifiée

➤ **Vérifier la compatibilité en tension**

La tension max du photovoltaïque st $V_{max} = 397.44V$

Et l'onduleur accepte maximum 430V

Donc les modules en série sont compatibles avec la tension

➤ Vérifier la compatibilité en courant

$$I_{calculé} = 26.84 \text{ A} \text{ de l'onduleur} = 100 \text{ A}$$

$$26.84 \text{ A} < 100 \text{ A}$$

Donc la compatibilité en courant est vérifiée

On remarque que pour le dimensionnement des onduleurs selon la puissance, les compatibilités en tension, en courant et en puissance sont vérifiées

II.4.4.3. La méthode de dimensionnement selon la surface

L'installation étudiée est composée de 68 panneaux d'une puissance crête de 550Wcdonc la puissance crête totale est de 37400 W_c

Tableau II.20: Dimensionnement de l'onduleur pour la méthode de dimensionnement selon la surface

Compatibilité en puissance		Compatibilité en tension		Compatibilité en courant
$P_{ond,min}$ (kW)	$P_{ond,max}$ (kW)	$N_{pvs,min}$	$N_{pvs,max}$	$N_{pv,ch}$
29.920	44.880	4	8	2

Tableau II.21: Vérification de la compatibilité pour la méthode de dimensionnement selon la surface

Vérifier la compatibilité en puissance	Vérifier la compatibilité en Courant	Vérifier la compatibilité en tension
$P_{calculé}$ (kW)	$I_{calculé}$ (A)	V_{max}
8.800	26.84	397.44

➤ Vérifier la compatibilité en puissance

$$P_{calculé} < P_{max \text{ de l'onduleur}}$$

$$8.800W < 10KW \text{ (pour les onduleurs)}$$

Donc la compatibilité en puissance est vérifiée

➤ Vérifier la compatibilité en tension

La tension max de photovoltaïque est $V_{max}=397.44V$

Donc pour 8 modules en série est compatible avec la Tension maximal admissible de l'onduleur de 430V

➤ Vérifier la compatibilité en courant

$$26.84 = I_{max} \text{ Onduleur } 100A$$

$$22.84A < 100A \text{ donc}$$

La compatibilité en courant vérifier

On remarque que pour le dimensionnement des onduleurs selon la surface, les compatibilités en tension, en courant et en puissance sont vérifiées

Nombre de batterie

Puissance crête :

$$P_c = \frac{E_j}{0.6 * E_i} = \frac{38996}{0.6 * 5} = 12998.66W_c$$

$$C_{batt} = \frac{b_j * N_j}{U * PDP * KP} = \frac{38996 * 2}{48 * 0.7} = \frac{77992}{33.6} = 2321.19(ah)$$

$$N_{batt} = \frac{2321.19}{260} = 8 \text{ batteries}$$

II.4.5. Section des câbles

Dans ce qui suit, on calcule de la section des câbles est établie pour chaque méthodes de dimensionnement proposée

II.4.5.1. La méthode de dimensionnement selon le besoin

Tableau II.22: Calcul de la section des câbles pour la méthode de dimensionnement selon le besoin journalier

Relation à utilisé		Calculs		
Section des câbles cote DC				
Section des câbles entre un panneau et la boîte de raccordement (L=8m)				
$I=1.25 \times ICC$ $S=\frac{\rho \times L \times I}{\Delta V \times V} =$ $\frac{1.6 \times 10^{(-8)} \times L \times 17.5125}{0.02 \times 40.98}$	Section calculée (mm ²)	Section Normalisée	Courant I (A)	Chute de tension (%)
	S1=2.734	S1=4	I= 17.5125	(2%)
Section des câbles entre la boîte de raccordement et le côté DC (L=1m)				
$I=I_{ppm} \times N_{pv}$ I = 13.42× 16 $S=\frac{\rho \times L \times I}{\Delta V \times V} =$ $\frac{1.6 \times 10^{(-8)} \times 1 \times 214.72}{0.02 \times 40.98}$	S=4.19	S=6	I=214.72	(2%)
Section de câbles entre le côté DC et l'onduleur (L=1m)				
$S=\frac{\rho \times L \times I}{\Delta V \times V} = \frac{1.6 \times 10^{(-8)} \times 1 \times 214.72}{0.02 \times 40.98}$ $I=I_{ppm} \times N_{pv}$ I = 13.42× 16	S=4.19	S=6	I=214.72	(2%)
Section des câbles cote AC				
Calcul du courant et de la section cote AC				
$\frac{P_{charge}}{3 \times V}$ $S=B \times \rho_1 \times I_B \times \frac{L}{\varepsilon \times V_n} \times \cos(\delta)$	S=2× 0.0225 ×11.82 $\frac{8}{0.02 \times 230} \times \cos$ (36.68) = 0.7418	S=1.5	I=12.75	(2%)

II.4.5.2. La méthode de dimensionnement selon la puissance

Tableau II.23: Calcul de la section des câbles pour la méthode de dimensionnement selon la puissance

Relation à utilisé		Calculs		
Section des câbles cote DC				
Section des câbles entre un panneau et la boîte de raccordement (L1=8m)				
$I=1.25 \times ICC$ $S=\frac{\rho \times L \times I}{\Delta V \times V} =$ $\frac{1.6 \times 10^{(-8)} \times L \times 17.5125}{0.02 \times 40.98}$	Section calculée (mm^2)	Section Normalisée	Courant I (A)	Chute de tension (%)
	S1=2.734	S1=4	I=17.5125	(2%)
Section des câbles entre la boîte de raccordement et le côté DC (L=1m)				
$I=I_{ppm} \times N_{pv}$ I = 13.42× 13 $S=\frac{\rho \times L \times I}{\Delta V \times V} =$ $\frac{1.6 \times 10^{(-8)} \times 1 \times 174.46}{0.02 \times 40.98}$	S1=3.40	S1=4	I= 174.46	(2%)
Section de câbles entre le côté DC et l’onduleur (L= 1 m)				
$I=I_{ppm} \times N_{pv}$ I = 13.42× 13 $S=\frac{\rho \times L \times I}{\Delta V \times V} =$ $\frac{1.6 \times 10^{(-8)} \times 1 \times 174.46}{0.02 \times 40.98}$	S1=3.40	S1=4	I=174.46	(2 %)
Section des câbles cote AC				
Calcul du courant et de la section cote AC				
$\frac{P_{charge}}{3 \times V}$ $S=B \times \rho_1 \times I_B \times \frac{L}{\varepsilon \times Vn} \times \cos(\delta)$	$S=2 \times 0.0225 \times 11.82$ $\frac{8}{0.02 \times 230} \times \cos (36.68)$ $= 0.7418$	S=1.5	I=10.36	(2 %)

II.4.5.3. La méthode de dimensionnement selon la surface

Tableau II.24: Calcul de la section des câbles pour la méthode de dimensionnement selon la surface

Relation à utilisé		Calculs		
Section des câbles cote DC				
Section des câbles entre un panneau et la boîte de raccordement (L=8m),				
$I=1.25 \times ICC$ $S=\frac{\rho \times L \times I}{\Delta V \times V} = \frac{1.6 \times 10^{(-8)} \times L \times 17.5125}{0.02 \times 40.98}$	Section calculée (mm^2)	Section Normalisée	Courant I(A)	Chute de tension (%)
	S1=2.734	S1=2.5	I=17.5125	(2 %)
Section des câbles entre la boîte de raccordement et le côté DC (L=1m)				
$I=I_{ppm} \times N_{pv}$ I = 13.42× 68 $S=\frac{\rho \times L \times I}{\Delta V \times V} = \frac{1.6 \times 10^{(-8)} \times 1 \times 912.56}{0.02 \times 40.98}$	S1=1.78	S1=2.5	I=912.56	(2 %)
Section de câbles entre le côté DC et l'onduleur (L=1 m)				
$I=I_{ppm} \times N_{pv}$ I = 13.42× 68 $S=\frac{\rho \times L \times I}{\Delta V \times V} = \frac{1.6 \times 10^{(-8)} \times 1 \times 912.56}{0.02 \times 40.98}$	S1=1.78	S1=2.5	I=912.56	(2 %)
Section des câbles cote AC				
Calcul du courant et de la section cote AC				
$\frac{P_{charge}}{3 \times V}$ $S=B \times \rho_1 \times I_B \times \frac{L}{\varepsilon \times Vn} \times \cos(\delta)$	$S=2 \times 0.0225 \times 11.82 \times \frac{8}{0.02 \times 230} \times \cos(36.68) = 0.7418$	S=1.5	I=54.20	(2%)

II.4.5.4. Dimensionnement avec une méthode rapide

À l'aide d'un abaque, il est possible de déterminer rapidement la section du câble en fonction de deux variables : l'intensité maximale du courant (A) et la longueur du câble (mètre).

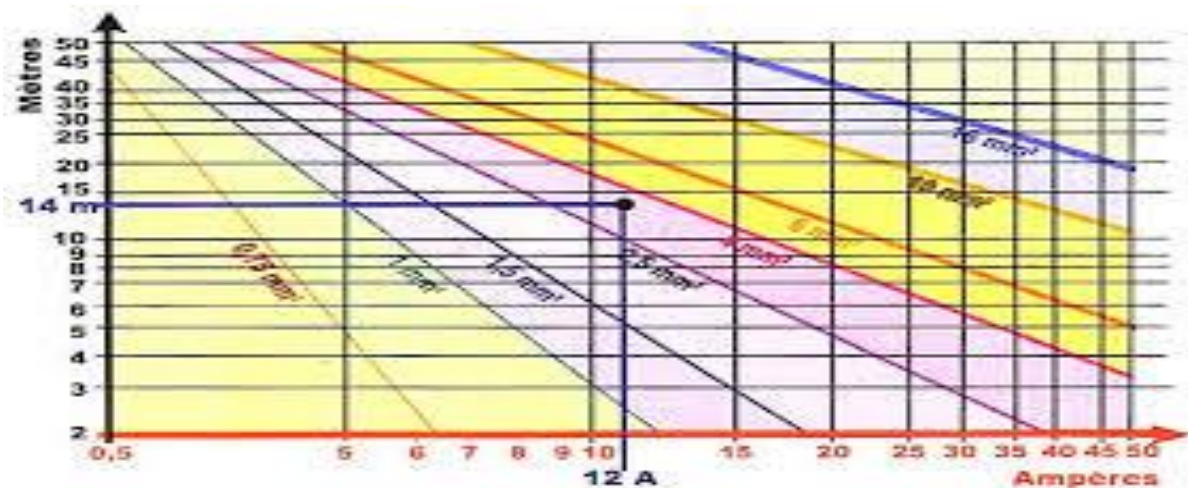


Figure II.2 :Abaque pour déterminer la section de câble

II.4.5.5. Condition de fonctionnement câbles photovoltaïque des

Les câbles utilisés dans la partie champs du système photovoltaïque doivent répondre à des exigences techniques strictes, conformément aux normes telles que l'UTE C32-502. Ces câbles sont spécifiquement conçus pour fonctionner dans des environnements difficiles avec des températures ambiantes variant généralement entre -35°C ET $+70^{\circ}\text{C}$. Par conséquent, il est requis que :

- La température maximale admissible au niveau de l'âme du câble,
- En fonctionnement normal, soit de 90°C
- En cas de surcharge temporaire, la Température maximale admissible de l'âme puisse atteindre 120°C .

II.4.5.6. Courant admissible des câbles IZ

Lors du dimensionnement d'un câble, le premier critère à considérer est le courant admissible, c'est-à-dire l'intensité maximale que le câble peut supporter en fonctionnement continu sans que sa température ne dépasse la limite autorisée. Cette intensité dépend notamment du mode d'installation du câble ainsi que de la température ambiante.

Le courant admissible (I_Z) correspond à la valeur maximale du courant électrique pouvant circuler durablement dans le conducteur sans entraîner une surchauffe, c'est-à-dire sans excéder la température maximale spécifiée pour l'âme du câblé

Le tableau ci-dessous donne les courants admissibles pour un câble en cuivre, sous une température ambiante de 60°C et une température maximale autorisée au niveau de l'âme de 120°C.

Tableau II.25: Courant admissible d'un câble en cuivre (60°C)

Section mm^2	Courant admissible I_Z (A)		
	Un seul câble à l'aire libre	Un seul câble sur paroi	Deux câbles adjacents sur paroi
1.5	29	28	24
2.5	40	38	32
4	54	51	43
6	69	66	56
10	96	92	78
16	130	123	105
25	173	164	139
35	214	203	173
50	259	249	210
70	330	313	268
95	402	379	325
120	465	440	377
150	536	504	434
185	611	575	496
240	720	676	584

Tableau II.26: Courant admissible d'un câble en cuivre (70°C)

Section mm^2	Courant admissible $I_z(A)$		
	Un seul câble à l'aire libre	Un seul câble sur paroi	Deux câbles adjacents sur paroi
1.5	27	26	22
2.5	37	35	30
4	50	47	40
6	64	61	50
10	89	85	72
16	120	114	97
25	160	152	129
35	198	188	160
50	240	228	194
70	306	290	248
95	372	351	301
120	431	407	349
150	496	467	402
185	566	532	459
240	667	626	541

Tableau II.27: Courant admissible d'un câble en cuivre (80°C)

Section mm^2	Courant admissible I_z (A)		
	Un seul câble à l'aire libre	Un seul câble sur paroi	Deux câbles adjacents sur paroi
1.5	25	24	20
2.5	34	32	27
4	46	43	36
6	58	56	47
10	81	77	66
16	109	104	88
25	146	138	117
35	180	171	146
50	218	207	177
70	278	264	226
95	339	319	274
120	392	370	318
150	451	425	366
185	515	484	418
240	607	570	492

Afin d'éviter tout phénomène de surchauffe des câbles, il convient de choisir des sections présentant un courant admissible (I_z) supérieur au courant maximal d'emploi (I_{max}) du circuit électrique.

II.5. Réalisation d'un schéma électrique de l'installation

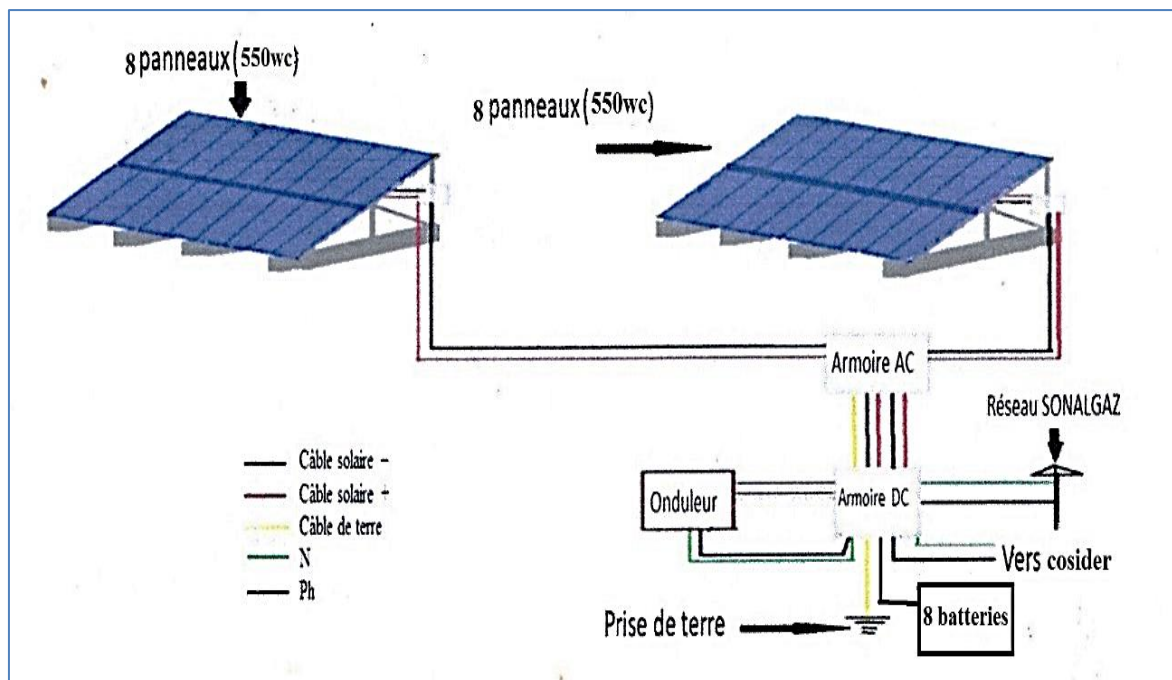


Figure II.3 : Schéma électrique de l'installation réalisée

II.6. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons abordé le dimensionnement d'un système photovoltaïque à injection directe dans le réseau. À travers l'analyse de trois méthodes distinctes, nous avons déterminé les paramètres clés, tels que le nombre de panneaux solaires, la capacité du générateur et la section des câbles. Cette étude vise à garantir une conception optimale du système, alliant performance énergétique et fiabilité d'intégration au réseau électrique.

Chapitre III

Installation du système photovoltaïque

III.1. Introduction

Dans le cadre de notre projet, nous avons mis en œuvre une installation photovoltaïque au sein de l'entreprise Cosider carrière, situé dans la wilaya d'Oran, plus exactement à GDYLE. Cette installation comprend 16 panneaux photovoltaïques, accompagnés de deux onduleurs d'une puissance de 5200w chacun, accordé à des tableaux encastrés apparent. La zone ciblée pour l'installation photovoltaïque se situe dans une région reculée, non desservie par le réseau électrique (Sonelgaz), cette contrainte d'absence d'accès au réseau a justifié le recours à une solution d'électrification autonome basé sur l'Énergie solaire photovoltaïque, afin de répondre durablement aux besoins énergétiques

En complément de cette installation, nous avons également mis en place un **système d'éclairage public solaire**, permettant d'améliorer la visibilité et la sécurité dans la zone. Cette solution contribue à l'autonomie énergétique du site tout en offrant un cadre plus fonctionnel pour les activités de l'entreprise et ses environs.

III.2. Présentation du site étudié

Gdyle est une commune de la wilaya d'Oran en Algérie, elle couvre une superficie de 93,82 km² et compte fin 2009 une population de 42 688 habitants.



Figure III.1 : L'interface du site étudié

Localisation



Figure III.2 : Photo prise par le satellite d'entreprise Cosider

III.3. Détails des équipements utilisés

Les équipements utilisés pour cette installation ont été mis à disposition par l'entreprise partenaire qui nous a accueillis dans le cadre de ce projet SARL PHOTON ENERGIE ALGERIE

III.3.1. Générateur

➤ Caractéristique technique



ECO GREEN ENERGY
Building a Greener World

ATLAS Series Module

Model : EGE-550W-144M (M10)

Attribute		Value
Rated Max Power Puissance Maximale Potencia Maxima	P _{max}	550 W
Power Tolerance Tolérance de Puissance Tolerancia de Potencia		0~+5 W
Voltage at P _{max} Tension à P _{max} Voltaje a P _{max}	V _{mp}	40.98 V
Current at P _{max} Intensité à P _{max} Intensidad a P _{max}	I _{mp}	13.42 A
Open Circuit Voltage Tension circuit ouvert Voltaje Circuito Abierto	V _{oc}	49.68 V
Short Circuit Current Intensité de court-circuit Intensidad a Corto-circuito	I _{sc}	14.01 A
Operating Temperature Temp. Fonctionnement Temp. Funcionamiento		45±2 °C
Weight Poids Peso		29 Kg
Dimensions Dimensions		2279x1134x35 mm
Max. System Voltage Tension Max. du Système Voltage Max. de Sistema		1500 V
Max. Series Fuse Rating Calibrage Max. Fusibles Range Max. Fusibles		25 A
Cell Type Type de cellule Tipo de célula		Monocrystalline
Application Class Classe d'applications		A

WARNING - ELECTRICAL HAZARD
AVERTISSEMENT - DANGER ELECTRIQUE
ADVERTENCIA - PELIGRO ELECTRICO

EN: This photovoltaic module produces electricity when exposed to sunlight. Follow all applicable electrical safety precautions. Only qualified personnel should install or perform maintenance work on this module. Do not damage or scratch the rear surface of the module. Do not handle the module when it is wet.

FR: Ce module photovoltaïque produit de l'électricité lorsqu'il est exposé au soleil. Suivez toutes les précautions de sécurité électrique applicables. Seul un personnel qualifié doit installer ou effectuer des travaux de maintenance sur ce module. Ne pas endommager ou rayer la surface arrière du module. Ne manipuler pas le module lorsqu'il est mouillé.

ES: Este módulo fotovoltaico produce electricidad cuando se expone a la luz solar. Sigue todas las precauciones de seguridad eléctrica aplicables. Solo personal cualificado debe instalar o realizar trabajos de mantenimiento en este módulo. No dañar ni rayar la superficie trasera del módulo. No manipule el módulo cuando está mojado.

Full Product Datasheet can be downloaded scanning the QR code.

La fiche technique complète du produit peut être téléchargée en scannant le code QR.

La hoja de datos completa del producto se puede descargar escaneando el código QR.

ASTM E-891 tested, -10~+50°C All technical data at STC / Toutes les données techniques au STC / Todas las dadas técnicas en STC



Qualité Française



ECO GREEN ENERGY LIMITED
info@eco-greenenergy.com

ECO-GREENENERGY.COM

Figure III.3 : Plaque signalétique de panneau



Figure III.4 : Panneaux photovoltaïques

Le module utilisé est un panneau de 144 demi-cellules au silicium monocristallin, de dimensions 2279*1134*35mm, caractérisé par une face avant en verre trempé, un cadre autoportant en aluminium anodisé, et un boîtier de connexion étanche.

- **La structure de support**



Figure III.5 : Structures porteuses des modules photovoltaïques

- **Raccordement**

Le raccordement des panneaux a été fait en deux chaînes de Huit modules raccordé en série



Figure III.6 : Installation des panneaux solaires sur la structure

III.3.2. Onduleur

On a choisi d'utilisé deux onduleurs pour notre structure de la marque MUST, les deux onduleurs de 5000W d'une puissance CC max 6000W, avec un seul trackers, la série de must choisi (PV1800 pro) est un onduleur sur réseau monophasé avec une excellente taille compacte, avec une haute technologie



Figure III.7 : 2 onduleurs 5000 W

III.3.3. Dispositifs de protections utilisés

III.3.3.1. Cote DC

➤ Parafoudre

Le rôle d'un parafoudre n'est pas seulement de protéger contre les surtensions atmosphériques générées par la foudre. En effet, que peuvent être aussi causés par autre chose que la foudre, comme un défaut électrique



Figure III.8 : Model d'un parafoudre utilisé

➤ Sectionneur

Un sectionneur est un dispositif électrique son rôle est :

- Isoler une partie du circuit électrique.
- Garantir la sécurité des interventions.
- Enlever les risques avant interventions

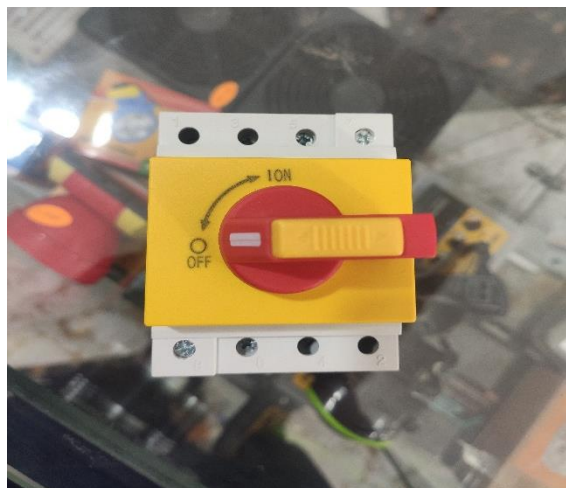


Figure III.9 : Model d'un sectionneur utilisé

III.3.3.2. Coté AC

•Compteur électronique d'énergie

Un compteur électrique est un organe électrique servant à mesurer la quantité d'Énergie électrique consommée dans un lieu : habitation, industrie Il est utilisé par les fournisseurs d'électricité afin de facturer la consommation d'énergie au client.



Figure III.10 : Model d'un compteur utilisé

III.4. Montage de L'installation

Le Montage de l'installation photovoltaïque s'est fait en trois étapes :

- Montage et raccordement de l'armoire de brassage avec l'onduleur.
- La partie génie civil, montage des panneaux et armoire sur les structures.
- Raccordement est mis en servis de l'installation.

III.4.1. Montage de l'armoire de brassage

➤ Installation d'un système photovoltaïque

Dans le cadre de ce projet, nous avons commencé par la mise en place du câblage de l'armoire électrique, en suivant une approche méthodique pour assurer une installation efficace et sécurisée.

➤ Connexion du circuit DC

- Les huit premiers panneaux solaires ont été raccordés en série, leur arrivage relié à un sectionneur.
- De là, le courant passe à travers un **parafoudre** afin de protéger l'installation contre les surtensions atmosphériques.

- Ensuite, la sortie du sectionneur est dirigée vers le **premier onduleur**.
- Le même procédé a été appliqué aux huit autres panneaux, connectés à un **deuxième parafoudre**, avant d’être reliés au **second onduleur**

Pour renforcer la sécurité, chaque onduleur a été connecté à une **mise à la terre**

➤ **Intégration des batteries**

- Les quatre premières batteries ont été raccordées à un disjoncteur modulaire avant d’être connectées au **premier onduleur**.
- La même configuration a été mise en place pour les quatre autres batteries, cette fois-ci reliées au **deuxième onduleur** via un second disjoncteur modulaire.

➤ **Connexion du circuit AC**

- Les **entrées** des deux onduleurs ont été reliées à un disjoncteur, lui-même connecté à un autre disjoncteur en liaison directe avec **Sonelgaz**.
- Les **sorties** des deux onduleurs ont été raccordées à un autre disjoncteur, dont la sortie est reliée au **compteur électronique d’énergie**.
- À partir du compteur, l’énergie est acheminée vers un **commutateur**.
- Enfin, le disjoncteur connectant l’installation au réseau **Sonelgaz** a été relié à la **sortie du commutateur**.

➤ **Sécurisation et protection**

- Un **disjoncteur supplémentaire** a été ajouté à la sortie du commutateur pour offrir une meilleure protection aux onduleurs.
- Les **deux parafoudres** ainsi que les **onduleurs** ont été connectés à une **mise à la terre**, garantissant ainsi une sécurité optimale contre les risques électriques.
- Les **deux onduleurs** ont également été interconnectés en parallèle à l’aide d’un câble permettant un meilleur équilibrage de charge et une continuité de service en cas de défaillance.



Figure III.11 : Câblages des différents éléments de l'armoire

III.4.2. Raccordement des batteries



Figure III.12 : Raccordements des batteries



Figure III.13 : Armoires de brassage fini

On a d'abord commencé par placer les supports sur lesquels les panneaux ont été installés puis on a procédé au scellement des supports, en suite-on à placé nos panneaux en série.

Cette figure ci-dessous montre l'installation des panneaux solaires sur des structures métalliques fixées au sol. Cette méthode a été choisie en raison des contraintes du site, permettant une meilleure orientation et un accès facilité pour la maintenance.



Figure III.14 : Installations des panneaux photovoltaïques au sol

III.4.3. Raccordement du système



Figure III.15 : Les deux onduleurs en pleine fonctionnement

III.5. L'éclairage

III.5.1. Qu'est-ce que L'éclairage ?

Selon le dictionnaire Larousse, "Application de la lumière aux objets ou à leur entourage pour qu'ils puissent être vus ; action, manière d'éclairer, de s'éclairer ; ensemble des appareils qui distribuent une lumière artificielle". (Larousse, 2019)

III.5.2. L'éclairage public

"Éclairage public : distribution de la lumière artificielle dans les lieux publics, l'éclairage public assure la sécurité des personnes et des biens durant l'obscurité, prolonge les activités diurnes et participe à l'embellissement de la ville" (Merlin et Choay, 1998). L'éclairage publics est l'ensemble des moyens d'éclairage mis en œuvre dans les espaces publics, à l'intérieur et à l'extérieur des villes, très généralement en bordures des voiries et places, nécessaires à la sécurité ou à l'agrément de l'homme.

L'éclairage publics permet aux usagers de se déplacer en sécurité sur la chaussée et sur les trottoirs. IL participe au confort de vie des habitants, valorise l'espace urbain (visibilité, lisibilité, esthétique), contribue à l'économie du territoire en renforçant son attractivité (patrimoine, animation de la vie nocturne) (Zaher'elbelle, 2016/2017).



Figure III.16 : Chargements des lampadaires par soleil sur terre



Figure III.17 : Lampadaires allumés

III.5.3. Procédure d'installation des lampadaires solaires

L'implantation des lampadaires suit un processus méthodique garantissant leur stabilité et leur efficacité énergétique. Les étapes principales sont les suivantes

➤ Délimitation de l'emplacement

- Marquer précisément l'endroit où le mât du lampadaire sera installé.
- Vérifier l'orientation pour assurer un bon positionnement du panneau solaire (si applicable).

➤ Creusement de la fosse

- Creuser un trou suffisamment profond et large pour accueillir la base en béton.
- La profondeur dépend du type de terrain et de la hauteur du mât (généralement 50 cm à 1 m).
- S'assurer que les bords sont bien droits pour une fixation solide.



Figure III.18 : Creusements de la fosse

➤ Préparation du socle

- Ajouter du gravier au fond pour stabiliser la structure et éviter l'humidité.
- Préparer le mélange de béton pour couler la base et y intégrer les boulons d'ancrage.



Figure III.19 : Préparations du socle

III.5.4. Montage du panneau solaire

- Fixe le panneau sur le support en haut du mât.
- Oriente-le vers le sud avec un angle optimal selon la latitude pour maximiser l'ensoleillement.



Figure III.20 : Montage d'un panneau double crosse

III.5.5. Tests et validation

- Vérifie toutes les connexions électriques.
- Teste le fonctionnement du système après le coucher du soleil.
- Ajuste si nécessaire pour optimiser l'éclairage.



Figure III.21 : Validation du système d'éclairage public

III.6. Présentation de logiciel de simulation PVSYST

Le programme PVSYST est un logiciel de simulation de systèmes photovoltaïques, développé initialement par le Groupe de Physique Appliquée (GAP) de l'Université de Genève [20]. Ce logiciel est conçu pour être utilisé par les architectes, les ingénieurs et les chercheurs

III.6.1. Rapport PVSYS



PVsyst V8.0.6

PVsyst - Simulation report

Standalone system

Project: cosider oran

Variant: Nouvelle variante de simulation

Standalone system with batteries

System power: 8.80 kWp

Oran - Algeria



PVsyst V8.0.6
VC0, Simulation date:
24/05/25 11:25
with V8.0.6

Project: cosider oran

Variant: Nouvelle variante de simulation

Project summary

Geographical Site
Oran
Algérie

Situation
Latitude 35.70 °N
Longitude -0.65 °W
Altitude 398 m
Time zone UTC+1

Project settings
Albedo 0.20

Weather data
oran
PVGIS api TMY

System summary

Standalone system

Standalone system with batteries

Orientation #1
Fixed plane
Tilt/Azimuth

50 / 0 °

User's needs
Daily household consumers
Constant over the year
Average 39.1 kWh/Day

System information

PV Array
Nb. of modules
Pnom total

16 units
8.80 kWp

Battery pack
Technology
Nb. of units
Voltage
Capacity

Lead-acid, sealed, AGM
8 units
48 V
478 Ah

Results summary

Useful energy from solar 12525 kWh/year
Missing Energy 1743 kWh/year
Excess (unused) 2468 kWh/year

Specific production 1423 kWh/kWp/year
Available solar energy 15682 kWh/year

Perf. Ratio PR 66.97 %
Solar Fraction SF 87.77 %

Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Detailed User's needs	5
Main results	6
Loss diagram	7
Predef. graphs	8



PVsyst V8.0.6
VC0, Simulation date:
24/05/25 11:25
with V8.0.6

Project: cosider oran
Variant: Nouvelle variante de simulation

General parameters

Standalone system		Standalone system with batteries	
Orientation #1			
Fixed plane		Sheds configuration	Models used
Tilt/Azimuth	50 / 0 °	No 3D scene defined	Transposition
			Diffuse
			Circumsolar
			Perez
			Imported
			separate
User's needs			
Daily household consumers			
Constant over the year			
Average	39.1 kWh/Day		

PV Array Characteristics

PV module		Controller	
Manufacturer	Generic	Universal controller	
Model	Mono 550 Wp Twin half-cells bifacial	Technology	MPPT converter
(Original PVsyst database)		Temp coeff.	-5.0 mV/°C/Elem.
Unit Nom. Power	550 Wp	Converter	
Number of PV modules	16 units	Maxi and EURO efficiencies	97.0 / 95.0 %
Nominal (STC)	8.80 kWp	Battery Management control	
Modules	2 string x 8 in series	Threshold commands as	SOC calculation
At operating cond. (50°C)		Charging	SOC = 0.90 / 0.75
Pmpp	8.07 kWp	approx.	55.6 / 49.5 V
U mpp	302 V	Discharging	SOC = 0.20 / 0.45
I mpp	27 A	approx.	45.0 / 48.3 V
Battery			
Manufacturer	Concorde		
Model	PVX-2580L		
Technology	Lead-acid, sealed, AGM		
Nb. of units	2 in parallel x 4 in series		
Discharging min. SOC	20.0 %		
Stored energy	18.4 kWh		
Battery Pack Characteristics			
Voltage	48 V		
Nominal Capacity	478 Ah (C10)		
Temperature	Fixed 20 °C		
Total PV power			
Nominal (STC)	9 kWp		
Total	16 modules		
Module area	41.3 m²		
Cell area	38.2 m²		

Array losses

Thermal Loss factor		DC wiring losses		Serie Diode Loss	
Module temperature according to irradiance		Global array res.	186 mΩ	Voltage drop	0.7 V
Uc (const)	20.0 W/m²K	Loss Fraction	1.5 % at STC	Loss Fraction	0.2 % at STC
Uv (wind)	0.0 W/m²K/m/s				
Module Quality Loss		Module mismatch losses		Strings Mismatch loss	
Loss Fraction	-0.4 %	Loss Fraction	2.0 % at MPP	Loss Fraction	0.1 %



PVsyst V8.0.6

VC0, Simulation date:

24/05/25 11:25

with V8.0.6

Project: cosider oran

Variant: Nouvelle variante de simulation

Array losses

IAM loss factor

Incidence effect (IAM): Fresnel, AR coating, $n(\text{glass})=1.526$, $n(\text{AR})=1.290$

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.963	0.892	0.814	0.679	0.438	0.000



PVsyst V8.0.6

VC0, Simulation date:

24/05/25 11:25

with V8.0.6

Project: cosider oran

Variant: Nouvelle variante de simulation

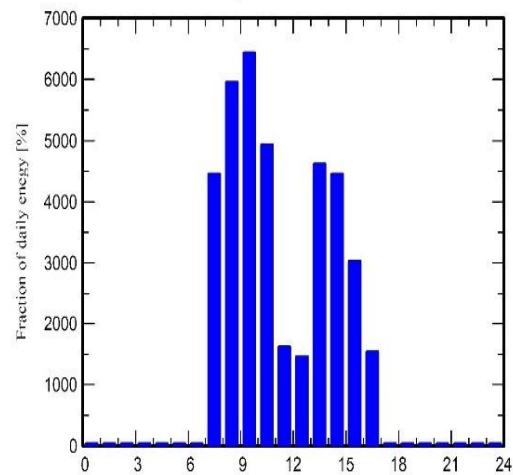
Detailed User's needs

Daily household consumers, Constant over the year, average = 39.1 kWh/day

Annual values

	Nb.	Power	Use	Energy
		W	Hour/day	Wh/day
Lampes (LED ou fluo)	79	18/lamp	8.0	11376
TV / PC / Mobile	15	200/app	7.5	22500
Imprimeur	6	53/app	2.0	636
Frigo / Congélateur	2		24	902
machine a café	1	1500 tot	2.0	3000
photo copieuse	1	163 tot	4.0	652
Consomm. de veille			24.0	24
Total daily energy				39090

Hourly distribution





PVsyst V8.0.6

VC0, Simulation date:

24/05/25 11:25

with V8.0.6

Project: cosider oran

Variant: Nouvelle variante de simulation

Main results

System Production

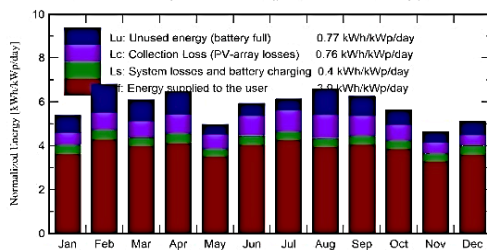
Useful energy from solar 12525 kWh/year
 Available solar energy 15682 kWh/year
 Excess (unused) 2468 kWh/year
 Loss of Load
 Time Fraction 6.2 %
 Missing Energy 1743 kWh/year

Perf. Ratio PR 66.97 %
 Solar Fraction SF 87.77 %

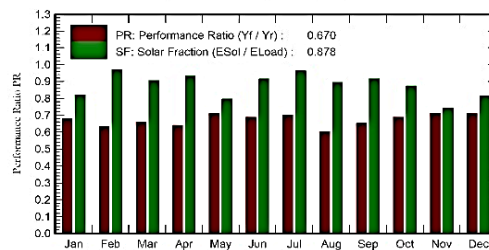
Battery aging (State of Wear)

Cycles SOW 70.6 %
 Static SOW 80.0 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor kWh/m²	GlobEff kWh/m²	E_Avail kWh	EUnused kWh	E_Miss kWh	E_User kWh	E_Load kWh	SolFrac ratio
January	91.7	165.1	1272	209	217	995	1212	0.821
February	122.1	188.3	1435	314	34	1061	1094	0.969
March	154.5	185.3	1409	260	116	1095	1212	0.904
April	197.1	189.5	1429	272	81	1092	1173	0.931
May	181.5	149.9	1127	119	248	964	1212	0.795
June	228.1	171.5	1279	143	99	1073	1173	0.915
July	233.5	183.9	1357	137	43	1169	1212	0.965
August	219.2	199.3	1460	318	128	1084	1212	0.895
September	166.0	183.6	1356	227	98	1075	1173	0.916
October	127.2	172.4	1294	182	155	1057	1212	0.872
November	84.8	137.8	1049	125	299	873	1173	0.745
December	83.0	156.8	1214	160	225	987	1212	0.815
Year	1888.5	2083.3	15682	2468	1743	12525	14268	0.878

Legends

GlobHor Global horizontal 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)

III.7. Conclusion

Après avoir collecté le maximum d'informations et données sur le site étudié L'installation photovoltaïque et le système d'éclairage public solaire mis en place à GDYLE constituent une avancée majeure vers une autonomie énergétique durable et une amélioration du cadre de vie. Grâce à cette solution, une zone isolée, dépourvue d'accès au réseau électrique, bénéficie désormais d'une source fiable et renouvelable d'énergie, répondant aux besoins de l'entreprise COSIDER Carrière tout en apportant une plus-value à la région.

Chapitre IV

*Étude technico-économique de
l'Installation photovoltaïque*

IV.1. Introduction

Après avoir dimensionné les deux parties de l'installation solaire (installation photovoltaïque et éclairage solaire), nous avons établi un devis quantitatif des principaux composants. Cette analyse nous a conduits à nous poser les questions suivantes : Quel est le prix total de l'installation solaire ? Quelle est la combinaison la plus adaptée et la plus économique ? Est-ce que notre installation est rentable ?

Ce chapitre vise à répondre à ces interrogations en réalisant une étude technico-économique des principaux éléments de l'installation photovoltaïque ainsi que de l'éclairage. L'objectif est d'estimer le coût global du projet et d'identifier la solution la plus optimisée en termes d'efficacité et de rentabilité.

IV.2. Les technologies à privilégier pour le photovoltaïque

- Technologie et architecture du photovoltaïque
- Technologie des modules photovoltaïque

Les technologies photovoltaïques incluent plusieurs types de modules, notamment ceux à base de silicium monocristallin et polycristallin. Ces cellules sont aujourd'hui largement utilisées dans le secteur du photovoltaïque en raison de leur bon équilibre entre rendement de conversion et coût, offrant ainsi une solution efficace et économique.

IV.2.1. Technologie d'onduleur

L'onduleur transforme le courant électrique continu produit par les cellules PV en courant électrique alternatif, semblable à celui qui délivre au réseau. En cas de défaillance, l'onduleur se déconnecte automatiquement pour des raisons de sécurité : c'est la « protection de découplage »

Comme tout composant électronique, l'onduleur a une durée de vie limitée. Ainsi il faut prévoir de le changer tous les 8 à 10 ans.

Recommandations

- Opter pour un onduleur performant dont le rendement est proche de 95%.
- Existence d'une protection contre les surtensions.
- Situer l'onduleur dans un endroit aéré, protéger de la pluie et des rayons du soleil.

IV.2.2. Technologie de câblage

Le choix des câblages est très important dont les installations électriques soient cotés section ou matières d'isolation, on a ici quelques sections de câble avec leurs courantes limites :

- 1.5 mm² : moins de 16A
- 2.5 mm² : moins de 20A
- 6 mm² : moins de 32A

Concernant la matière d'isolation elle est choisie selon les conditions du milieu et du climat.

IV.3. Maintenance des installations

Les actions techniques de maintenance minimales doivent être envisagées durant le cycle de vie d'une installation photovoltaïque pour maintenir ou rétablir l'installation dans un état dans lequel elle peut accomplir la fonction pour laquelle elle à été conçue. Toutes les opérations de maintenance doivent être envisagées avec pour priorité d'assurer et de maintenir la sécurité des biens et des personnes. En marge de la maintenance, peuvent être envisagées des Operations visant à pallier l'usure de certains matériels et les adapter à l'évolution des techniques, et également des Operations ayant pour but d'optimiser l'installation existante[21].

On distingue trois niveaux de maintenance correspondant aux opérations qui sont :

- **La maintenance conditionnelle** : basée sur une surveillance des paramètres significatifs de l'installation.
- **La maintenance prévisionnelle** : exécutée en suivant les prévisions extrapolées de l'analyse et de l'évaluation des paramètres significatifs de la dégradation du bien.
- **La maintenance systématique** : exécutée à des intervalles de temps préétablis et sans contrôle préalable de l'état du bien ni de ses éléments constitutifs.

IV.3.1. Point technique de maintenance

Sont à distinguer les actions relatives à la sécurité des personnes et des biens, des actions relatives à la sureté de fonctionnement. Ces actions techniques de maintenance peuvent être amenées à être complété en fonction des obligations de sécurité. La maintenance ne porte que sur les parties accessibles de l'installation.

Les points relatifs à la sécurité des personnes et des biens sur les plans électriques sont les suivants :

État général de l'installation, vérification de l'absence de corrosion, état des câbles, état des boîtes de jonction, état de la connexion, contrôle visuel du disjoncteur, Toutes ces actions doivent être envisagées dans le cadre d'une maintenance symétrique

IV.3.2. Les points réservent à la sureté de fonctionnement

- Nettoyage des modules PV
- Vérifications du maintien des conditions initiales de l'environnement des modules PV
- Vérification du maintien des conditions d'exploitation des locaux
- Dépoussiérage

IV.4. Évaluation du cout de l'installation

Temps de retour de l'investissement :

Temps de retour en année = Cout final de la centrale photovoltaïque subvention déduite / (Nombre de kWh produits en un an x tarif d'achat du kWh par le réseau).

Puissance produite par l'installation :

$$P_c = N \times P_{cpv} \times K \quad (IV.1)$$

Avec :

P_c : puissance crête de l'installation

N : nombre de panneaux

P_{cpv} : puissance crête d'un panneau.

K : facteur de correction.

$$AN : P_c = 16 \times 0.55 \times 0.9$$

$$P_c = 7.29 \text{ kW}$$

$$P_{annuelle} = P_c \times G_s \quad (IV.2)$$

G_s = Gisement solaire moyen annuelle selon la région

Avec :

$P_{annuelle}$: la production annuelle

P_c : la production max de l'installation.

Pour le gisement solaire moyen annuel à Oran est de 1700Kwh/an /m²

$$P_{annuelle} = P_c \times G_s$$

$$P_{annuelle} = 7.29 \times 1700$$

$$P_{annuelle} = 12393 \text{ kW}$$

On calcule la production de notre installation pour une durée de vie de 20 ans, les panneaux photovoltaïques ont des pertes 1% de leur rendement chaque année, d'où au bout de 20ans de production les panneaux ne seront qu'à 80% de leur capacité initiale.

$$P_{produite \text{ en } 20ans} = P_{annuelle} \times P_{annuelle} \times 0.99 + P_{annuelle} \times 8.98 + P_{annuelle} \times 8.80$$

$$P_{produite \text{ en } 20ans} = P_{annuelle} \times (1 + 0.99 + 0.98 + 0.97 + 0.96 + \dots + 0.80)$$

$$P_{produite \text{ en } 20ans} = P_{annuelle} \times 18.9 = 234227.7 \text{ kWh}$$

IV.4.1. Evaluation du cout du kWh

L'élément dont on a besoin pour une durée de vie de 20 ans est donné dans le tableau suivant :

Tableau IV.1: Récapitulatif des prix des différents composants

Eléments	Nombre	Prix unitaire (Da)	Prix total (Da)
Panneaux PV (550WC)	16	23000	368000
Onduleurs (5kw)	2	140000	280000
Structure des panneaux	16	8500	136000
Armoire	2	30000	60000
Fiche MC4	2	300	600
Batterie	8	60000	480000
Structure des batteries	1	20000	20000
Main d'œuvre		10%	
Prix totales des éléments			1344600

A noter que l'armoire contient :

Cote DC :

- Parafoudre.
- Sectionneur pour PV
- Disjoncteur pour batterie.
- Porte fusible, fusible.
- Câblage

Cote AC :

- Disjoncteur différentielle
- Marqueur.
- 2 disjoncteurs 32A

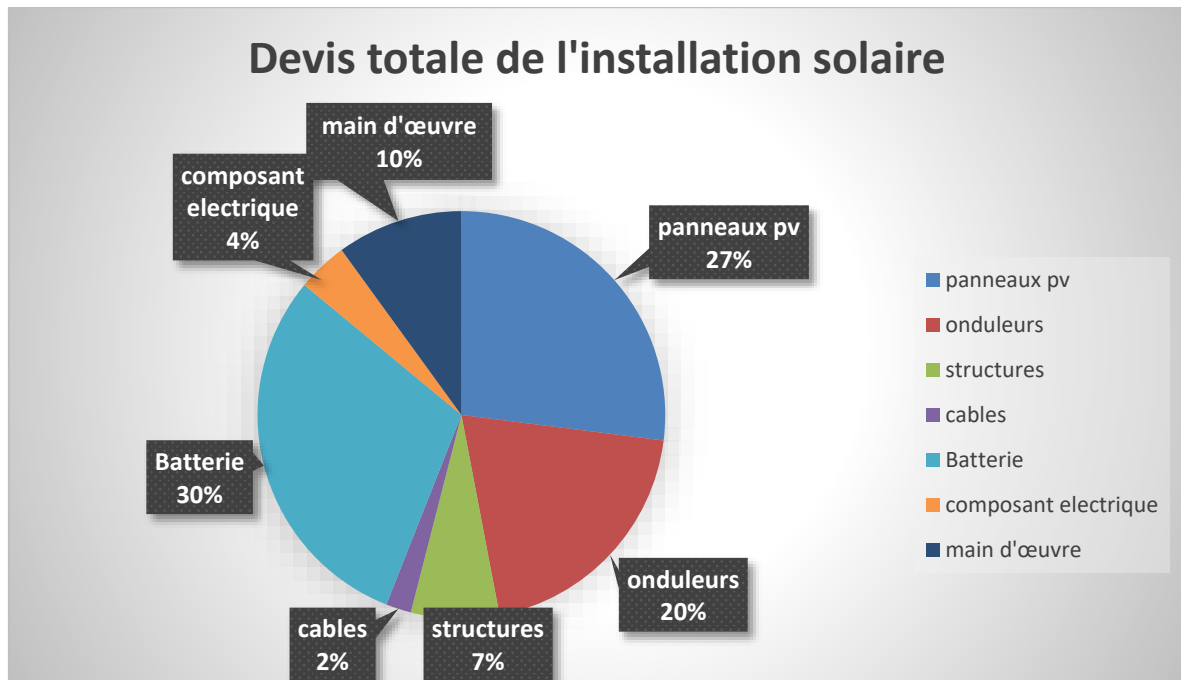


Figure IV.1 : Devis totale de l'installation solaire

Tableau IV.2: Récapitulatif des prix des différents composants d'éclairage

Éléments	Nombre	Prix unitaire (Da)	Prix total (Da)
Poteau de l'éclairage 6metre (galvanisé)	22	17000	374000
Lampadaire	20	30000	600000
Génie civil		10000	100000
Main d'œuvre		10%	
Prix totales des éléments			1074000

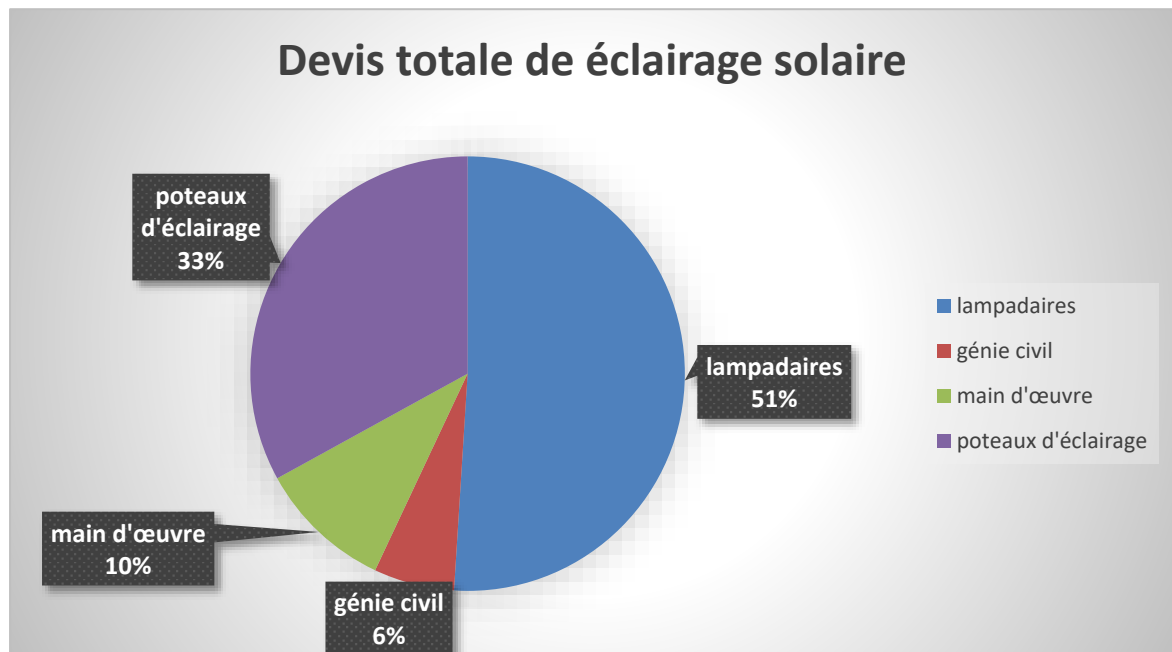


Figure IV.2 : 1. Devis totale d'éclairage solaire

IV.4.2. Coût total de l'installation

$$C_{T20} = C_{panneaux} + C_{onduleur} + C_{cable} + C_{disjoncteur\ batterie} + C_{parafoudre} + C_{armoir} + C_{sictionneur\ pv} + C_{batterie} + C_{disjoncteur\ defférentille} + C_{2disjoncteur} + C_{mo}$$

Avec :

C_{T20} : Coût total de l'installation pour 20ans.

$C_{panneaux}$: Coût des panneaux.

$C_{onduleur}$: Coût des onduleurs.

$C_{disjoncteur\ batterie}$: Coût des disjoncteurs batterie.

$C_{parafoudre}$: Coût des parafoudres.

C_{armoir} : Coût des armoires.

$C_{sictionneur\ pv}$: Coût des sectionneurs pour les panneaux.

$C_{batterie}$: Coût des batteries.

$C_{disjoncteur\ defférentille}$: Coût disjoncteur différentielle.

$C_{2disjoncteur}$: Coût des disjoncteurs.

C_{mo} : Coût de main d'œuvre.

$$C_{T20} = C_{\text{panneaux}} + C_{\text{onduleur}} + C_{\text{disjoncteur batterie}} + C_{\text{parafoudre}} + C_{\text{armoire}} + C_{\text{sictionneur pv}} + C_{\text{batterie}} + C_{\text{disjoncteur defférentille}} + C_{2\text{disjoncteur}} + C_{\text{mo}}$$

$$C_{T20} = 1344600 \text{ DA}$$

On doit prendre en compte le prix de main maintenance considération qui représenter 1% du prix total de l'installation photovoltaïque.

Alors le prix total de l'installation est de $1344600 + 13446 \cdot 00 = 1358046 \text{ DA}$

D'où le coût du kWh est :

$$C_{\text{kWh}} = C_{T20\text{ans}} / P_{\text{produit 20 ans}}$$

$$C_{\text{kWh}} = 5.74 \text{ DA / kWh}$$

Avec

$$c_{\text{tec}} = C_{\text{poteaux}} + C_{\text{lampadaires}} + C_{\text{génie civil}} + C_{\text{main d'oeuvre}}$$

c_{tec} = cout totale de l'éclairage solaire

C_{poteaux} = coût total des poteaux d'éclairages

$C_{\text{lampadaires}}$ = coût total des lampadaires

$C_{\text{génie civil}}$ = coût total de génie civil

$C_{\text{main d'oeuvre}}$ = coût total de la main d'œuvre

$$c_{\text{tec}} = C_{\text{poteaux}} + C_{\text{lampadaires}} + C_{\text{génie civil}} + C_{\text{main d'oeuvre}}$$

$$c_{\text{tec}} = 1074000 \text{ Da}$$

On doit prendre en compte le prix de main maintenance considération qui représenter 1% du prix total de l'installation solaire

Alors le prix total de l'installation est de $1074000 + 10740 = 1\,084\,740 \text{ Da}$

D'où le prix total de l'installation est :

$$C_T = 1\,358\,046 + 1\,084\,740 = 2\,442\,786 \text{ Da}$$

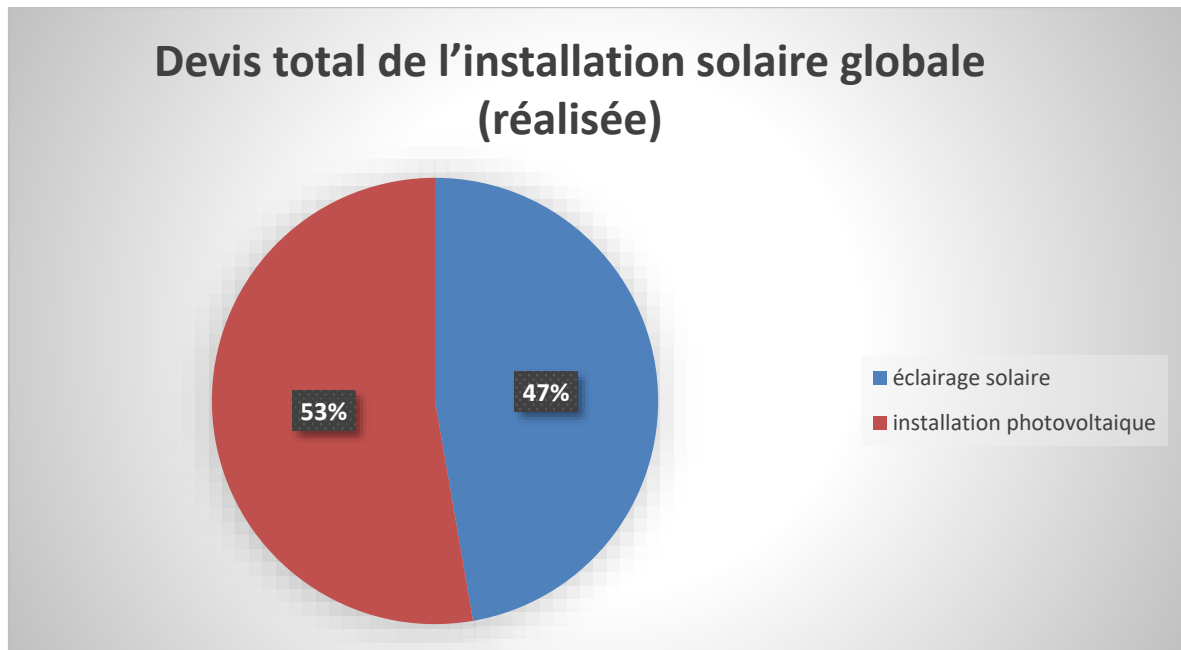


Figure IV.3 : Devis total de l'installation solaire globale

IV.5. Conclusion

Après avoir dimensionné les deux installations solaires photovoltaïques et éclairage solaire dans le chapitre précédent, l'étude technico-économique s'est révélée essentielle pour optimiser le coût global de l'installation.

Ce dernier chapitre débute par une analyse comparative des différents composants de l'installation solaire, visant à identifier la configuration la plus adaptée et la plus rentable, capable de couvrir les besoins en électricité et en éclairage. Cette démarche a conduit à la recommandation d'une installation optimale. Nous avons ensuite établi un devis détaillé pour l'installation dimensionnée précédemment.

Cette étude a mis en évidence que l'adoption d'un système solaire, incluant l'éclairage public solaire, s'avère nettement plus avantageuse sur le plan économique, notamment dans les zones isolées.

Conclusion Générale

Conclusion Générale

Le travail présenté dans ce mémoire concerne électrification par le solaire photovoltaïque d'une entreprise située à Oran. Les études ont été faites sur la base d'un bilan de consommation journalière établi au niveau de ce site. Cette installation autonome est un système générateur d'électricité destiné à effectuer une tâche bien déterminée, autrement dit, il sert à couvrir les besoins énergétiques des sites isolés dans notre cas. Ce système nécessite des modules photovoltaïques qui représentent le champ de captage des rayons solaires, des batteries où nous stockons l'énergie produite par ces modules, un onduleur qui assure la conversion du courant continu en courant alternatif, et de câblage qui relie les différents composants de ce système.

Afin de réussir une installation photovoltaïque autonome, nous avons mené une étude détaillée concernant la méthode de dimensionnement du système photovoltaïque en tenant compte de sa consommation estimée à partir des appareils électriques disponibles au niveau de cette usine. Notre système autonome, est formé de plusieurs modules photovoltaïques d'une puissance nominale de 550 WC destinés à l'alimentation des appareils électriques qui consomment quotidiennement une énergie électrique constante pendant toute la journée. Pour un besoin énergétique de 8,800 KWh/jour, nous avons opté pour l'utilisation de 16 modules combinés entre eux.

La présence de l'onduleur dans notre application a pour but de convertir le courant continu, produit par les panneaux photovoltaïques, en courant alternatif qui sera distribué aux appareils électriques.

Suite à ce travail, nous avons acquis des connaissances concernant une installation photovoltaïque raccordée au réseau, qui fait l'objet actuel des recherches ainsi que son développement.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- [1] S.thornton, «Librairie Eyrolles,» 07 12 2009. [En ligne]. Available: https://books.google.fr/books?id=7SY1CYi_VDAC&printsec=copyright&hl=fr#v=onepage&q&f=false. [Accès le 28 04 2025].
- [2] «<https://lenergie-solaire.net/qu-est-ce-que-energie-solaire/histoire>,».
- [3] C. Dusanter, «Énergie solaire : définition et enjeux,» ,Opera energie , 23 avril 2025.
- [4] J. Smith, «Études d'interconnexion pour la production éolienne,» EEE Power Engineering Society, 25 Mai 2004.
- [5] «www.explorateurs-energie.ch,» explorateurs-energie, 2005. [En ligne].
- [6] H. KANCHEV, «Gestion des flux énergétiques dans un système hybride de sources d'énergie renouvelable : Optimisation de la planification opérationnelle et ajustement d'un micro réseau électrique urbain », Thèse de Doctorat, PRES Université Lille Nord-de-France, France, 2014.
- [7] «MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE , des mines et des energies renouvelables,» société du groupe SONELGAZ, 15 Mars 2011. Available: <https://www.energy.gov.dz/?rubrique=energies-nouvelles-renouvelables-et-maitrise-de-lrenergie>.
- [8] S. Ben machiche « Etude des paramètres limitant le rendement d'une photopile à base d'une structure MIS », Thèse de Magister, Université Hadj Lakhdar, Batna, 2009.
- [9] M. Madani ,« Réalisation des couches antireflets dans les cellules solaires à couches minces », Thèse de Magister, Université Abou-bekr Belkaid, Tlemcen, 2006.
- [10] Ocde, «Ressources naturelles et croissance pro - pauvres enjeux économiques et politiques ISBN 978-92-64-04189-7-recueil d'Organisation de Coopération et de Développement Économique - OCDE 2009.» 2009. [En ligne]. Available: https://www.oecd.org/fr/publications/2009/01/natural-resources-and-pro-poor-growth_g1gh8b4a.html.
- [11] A.Tchapo Singo ,«Système d'alimentation photovoltaïque avec stockage hybride pour l'habitat énergétiquement autonome.», Université Henri Poincaré, Nancy ., 2010.

Références bibliographiques

- [12] M. Nadhir «Contribution à l'étude des Performances des Onduleurs Multiniveaux sur les Réseaux de Distribution. », Thèse de doctorat, Université BADJI MOKHTAR, Annaba, 2014.
- [13] J. Zhao, A. Wang, S. Wenham 24% Efficient PERL Silicon Solar Cells - Recent Improvements in High Efficiency Silicon Cell Research, Solar Energy Materials & Solar Cells, Vol. 41, pp. 87-99, 1996
- [14] F. Brihmat, «Etude conceptuelle d'un système de conditionnement de puissance pour unecentrale hybride PV/Eolien. », Thèse de doctorat, Université Mouloud Mammeri, Tizi ouzou, 2012.
- [15] L.Abbassen, «Etude de la connexion au réseau électrique d'une centrale photovoltaïque. », Thèse de doctorat, Université Mouloud Mammeri, Tizi ouzou, 2011.
- [16] A. Pastor, «HAL science ,«Conception et réalisation de modules photovoltaïques électroniques » toulouse, 2006. Available: <https://hal.science/tel-00128644/>.
- [17] Available: site: www.quelleenergie.fr.
- [18] A.Kolli, «review on DC/DC converter architectures for power fuel cell applications,» Energy Conversion and Management, 2015.
- [19] M. Nebbali, «Etude et dimensionnement d'une installation thèse mémoire fin étude,» Université Mouloud Mammeri, tizi ouzou, 2016.
- [20] N. SAID, «influence de la temperature sur les parametre électrique, caractéristique des photopiles au silicium polycristalin modelisation et analyse par thermographie infrarouge,» université d'aix marseille, marseille, 1986.
- [21] «Photovoltaïque.info,» 20 novembre 2024. [En ligne]. Available: <https://www.photovoltaïque.info/fr/exploiter-une-installation/exploitation-technique/suivi-de-production/exploitation-des-installations-photovoltaïques/>

Annexes

Annexes

Annexe 01 : Fiche technique de l'onduleur

INVERTER MODEL	3KW DC24V	5.2KW DC48V
Rated Output Power	3000W	5200W
Output Voltage Waveform	Pure Sine Wave	
Output Voltage Regulation	230Vac±5%	
Output Frequency	60Hz or 50Hz	
Peak Efficiency	90%	
Overload Protection	5s@≥150% load; 10s@110%~150% load	
Nominal DC Input Voltage	24Vdc	48Vdc
Cold Start Voltage	23.0Vdc	46.0Vdc
Low DC Warning Voltage		
@ load < 20%	22.0Vdc	44.0Vdc
@ 20% ≤ load < 50%	21.4Vdc	42.8Vdc
@ load ≥ 50%	20.2Vdc	40.4Vdc
Low DC Warning Return Voltage		
@ load < 20%	23.0Vdc	46.0Vdc
@ 20% ≤ load < 50%	22.4Vdc	44.8Vdc
@ load ≥ 50%	21.2Vdc	42.4Vdc

Annexe 02 : Modèle d'onduleur utilisé must 5KWH



Annexes

Annexe 03 : Fiche technique du panneau

CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES

Type de cellule	Monocristallin (182x91 mm)
Nombre de cellules	144
Dimensions	2279x1134x35mm (Espace de cellule de 1,5 mm)
Poids	29 kg
Verre	Verre trempé de 3,2 mm, transmission élevée (>94%), revêtement antireflet
Cadre	Alliage d'aluminium anodisé
Boîte de jonction	Indice IP68 (3 diodes by-pass)
Câbles de sortie	4.0 mm ² , 300mm(+) / 300mm(-) ; La longueur peut être personnalisée
Connecteur	Compatible MC4 ou MC4
Max front load (e.g.: snow)	5400 Pa
Max back load (e.g.: wind)	2400 Pa

CARACTÉRISTIQUES DE TEMPÉRATURE

NOCT	45°C ±2 °C	Température de fonctionnement (°C)	-40 °C ~+85 °C
Coefficient de température de Pmax	-0.35%/°C	Tension maximale du système	1500 DC (IEC) 1500 DC (UL)
Coefficient de température de Voc	-0.28%/°C	Calibrage maximal des fusibles séries	25 A
Coefficient de température de Isc	+0.048%/°C		

EMBALLAGE (2279x1134x35mm)

Type	Pcs	Poids
Par palette	31 pièces	940 kg
Conteneurs 40HQ	620 pièces (20 palettes)	18.80 t

Puissance maximale (Pmax)	530 W	535 W	540 W	545 W	550 W
Tolérance de puissance	0~+5 W	0~+5 W	0~+5 W	0~+5 W	0~+5 W
Rendement module (%)	20.51 %	20.70 %	20.89 %	21.09 %	21.28 %
Tension à puissance maximale (Vmp)	40.58 V	40.68 V	40.79 V	40.89 V	40.98 V
Intensité à puissance maximale (Imp)	13.06 A	13.15 A	13.24 A	13.33 A	13.42 A
Tension circuit ouvert (Voc)	49.29 V	49.39 V	49.49 V	49.59 V	49.68 V
Intensité de court-circuit (Isc)	13.64 A	13.73 A	13.83 A	13.92 A	14.01 A

*Conditions standards de test (STC) : Irradiance : 1000 W/m² · Température de cellule : 25 °C · AM : 1,5

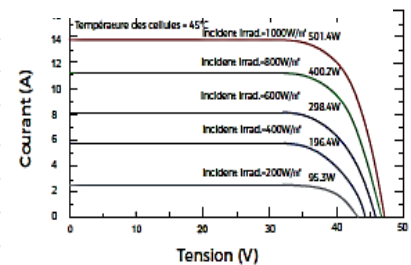
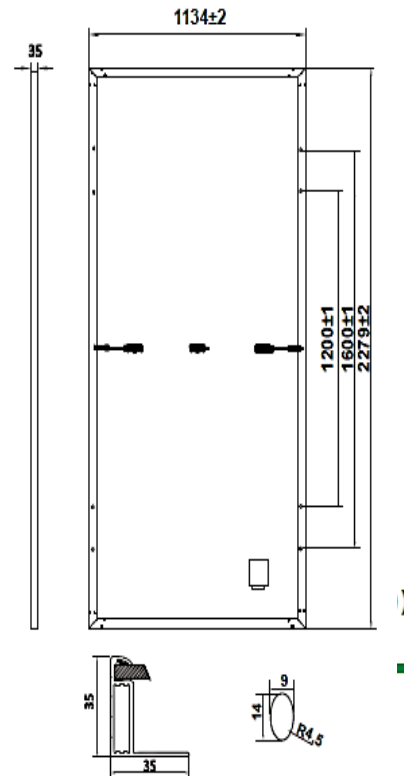
CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES NOCT*

Puissance maximale (Pmax)	395.18 W	398.91 W	402.64 W	406.37 W	410.10 W
Tension à puissance maximale (Vmp)	38.05 V	38.14 V	38.24 V	38.33 V	38.42 V
Intensité à puissance maximale (Imp)	10.37 A	10.44 A	10.52 A	10.59 A	10.66 A
Tension circuit ouvert (Voc)	45.71 V	45.80 V	45.90 V	45.99 V	46.07 V
Courant de court-circuit (Isc)	11.09 A	11.16 A	11.24 A	11.32 A	11.39 A

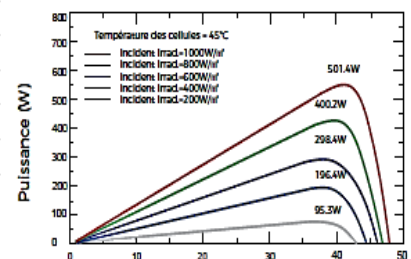
*Température nominale d'utilisation des cellules : Irradiance : 800 W/m² · Température de cellule : 20 °C · AM : 1,5 · Vitesse du vent : 1 m/s

Tension (V)

Dimension du module PV (mm)



MODULE PV : EGE-540W-144M(M10)



Électrification par le solaire photovoltaïque d'une unité administrative de l'entreprise Cosider

Résumé

Le but de ce mémoire est d'étudier et dimensionnement d'un système solaire photovoltaïque pour la production d'électricité en site isolé, qui alimente une unité administrative à Gdyle dans la wilaya d'Oran.

On se base sur les paramètres réels du site et les calculs numériques directs en utilisant les lois liées à la conversion photovoltaïque, puis en deuxième méthode par l'intermédiaire du logiciel spécialisé le Pvsyst. Nous avons déterminé le dimensionnement des différents composants du système PV.

Ce dernier permet un dimensionnement de toutes les installations, y compris le câblage, et la protection. Des résultats obtenus, une similarité presque totale entre les deux méthodes de calcul a été remarquée.

Une comparaison économique est faite entre le système PV et l'éclairage solaire afin d'évaluer la solution la plus adaptée pour l'éclairage et l'alimentation du site isolé.

Mot clé : Système photovoltaïque, Dimensionnement du système photovoltaïque, évaluation économique.

Abstract

The aim of this thesis is to study and size a photovoltaic solar system for electricity production in an isolated site, which supplies power to an administrative unit in Gdyle, located in the Wilaya of Oran.

The study is based on actual site parameters and direct numerical calculations using the laws related to photovoltaic conversion. In a second approach, the specialized software PVSyst is used to determine the sizing of the various components of the PV system.

This software allows for the complete dimensioning of all installations, including wiring and protection systems. The results show an almost total similarity between the two calculation methods. An economic comparison is also made between the PV system and solar lighting in order to evaluate the most suitable solution for lighting and powering the isolated site.

Keywords: Photovoltaic system, Photovoltaic system design, Economic evaluation.