

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE 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.

Spécialité : énergies renouvelables en électrotechnique

## Thème

**Dimensionnement d'un système à  
énergie renouvelable**

*Présenté par*

Mr KHOUALDI Nabil

Mr OUCHENE Nacer-eddine

*Encadré par*

M<sup>me</sup> RAHRAH Karima

*Co-promoteur*

Mr OUCHENE Nassim

Année universitaire 2021 /2022

## *Remerciements*

*Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout Puissant et Miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.*

*Nous remercions très sincèrement :*

- *Mme RAHRAH Karima qui a proposé et dirigé ce travail pour ses précieux conseils, orientations, patience qui ont constitué un apport considérable.*
- *Mr BENHARAT Mounir qui nous a accueillis dans son entreprise.*
- *Mr OUCHENE Nassim pour son aide et ses encouragements*
- *Les membres du jury qui ont fait l'honneur de bien vouloir examiner ce travail.*
- *A tous les employés de l'entreprise Mounir Solar Energy.*

*Enfin, à tous ceux qui ont participé de près et de loin à la finalisation de ce travail.*

*Merci.*

# *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail :*

*A mes chers parents qui n'ont pas arrêté à m'encouragé et qui ont grandement aidé et contribué à la réussite dans mon parcours grâce à leurs sacrifices, que dieu vous protège et vous prête une longue et heureuse vie.*

*A mon cher frère : Walid.*

*A mes chères sœurs : Sonia, Kenza, Lynda et ses deux enfants Ayan et Elena ainsi que son mari Sofiane.*

*A tous mes amis.*

*A toute personne que j'aime.*

*Nabil*

# *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail à :*

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

*Mon très cher frère : Anis*

*Ma petite sœur que j'aime énormément : Sidra*

*Tous mes amis (es) : Yahia, Adel, Messipsa, Sonia, sylvia,*

*Sonia, Sara ainsi que tous mes amis.....*

*Nacreddine*

# Sommaire

Listes des figures	
Liste des tableaux	
Symboles et abréviations	
Introduction générale.....	1
Chapitre I : Présentation de l'organisme d'accueil.....	2
I.1.Introduction.....	2
I.2.Présentation de l'entreprise Mounir solar energy .....	2
I.2.1. Localisation de l'entreprise.....	3
I.2.2Le magasin de l'entreprise .....	4
I.3.Les principaux services de l'entreprise.....	5
I.4.Les valeurs de l'entreprise .....	6
I.5.L'innovation technologique .....	6
I.6.L'innovation organisationnelle.....	6
I.7.Organigramme général de la société.....	7
I.7.1Moyens humains affectés au chantier .....	8
I.7.2.Moyens matériels affectés à la prestation des travaux .....	9
I.8.Dispositions arrêtées par l'entreprise pour garantir la qualité des prestations à réaliser et le respect des délais d'exécutions .....	9
I.9.Projets réalisés.....	10
Conclusion.....	11
Chapitre II : Présentation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau.....	12
II.1.Introduction .....	12
II.2.Energie solaire photovoltaïque.....	12
II.3.Les différents Systèmes photovoltaïques .....	12
II.3.1. Les systèmes autonomes.....	13
II.3.1.1. Système photovoltaïque autonome sans stockage électrochimique.....	13
II.3.1.2. Système photovoltaïque autonome avec stockage électrochimique .....	13
II.3.2. Les systèmes hybrides .....	14
II.3.3. Les systèmes raccordés au réseau .....	14
II.4. Les éléments d'un système PV .....	15
II.4.1. Générateur photovoltaïque.....	15
II.4.1.1. Cellule solaire.....	15
II.4.1.2. Principe de fonctionnement d'une cellule photovoltaïque.....	16
II.4.1.3. Technologies des cellules photovoltaïques.....	17

# Sommaire

II.4.1.4. Le rendement des cellules PV .....	19
II.4.1.5. Association des modules photovoltaïques.....	19
II.4.1.6. Choix de l'inclinaison des panneaux photovoltaïques.....	21
II.4.1.7. Protection du panneau .....	21
II.4.2. Les convertisseurs .....	22
II.4.2.1. Onduleur .....	22
II.4.2.2. Hacheur .....	23
II.5. MPPT .....	24
II.6. La protection d'un système photovoltaïque.....	24
II.7. Installation mécanique des panneaux.....	25
II.8. Avantages et inconvénients de l'énergie photovoltaïque .....	25
II.8.1. Avantages .....	25
II.8.2. Inconvénients .....	26
Conclusion.....	26
Chapitre III : Dimensionnement et réalisation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau .....	27
III.1. Introduction.....	27
III.2. Le but de dimensionnement.....	27
III.3.3. La méthode du besoin journalier .....	28
III.5. Partie I : Etude et dimensionnement.....	29
III.5.1. Présentation du projet.....	29
III.5.2. Description de l'école.....	29
III.5.3. Bilan Energétique pour l'école primaire .....	30
III.5.4. Etapes de dimensionnement du système étudié.....	30
III.5.4.1. Evaluation du besoin en électricité.....	31
III.5.4.2. Puissance crête du champ photovoltaïque.....	32
III.5.4.3. Dimensionnement des panneaux photovoltaïques .....	32
III.5.4.4. Dimensionnement de l'onduleur.....	33
III.5.4.5. Dimensionnement section des câbles.....	37
III.6. Partie II : Réalisation du projet.....	39
III.6.1. Equipements utilisés dans l'installation.....	39
III.6.1.1. Installation du générateur photovoltaïque .....	39
III.6.1.2. Câblage électrique.....	42
III.6.1.3. Onduleur.....	43
III.6.1.4. Les éléments de protection.....	44
III.7. Partie III : Devis estimatif de l'installation .....	52

## Sommaire

<b>III.7.1. Devis estimatif total des panneaux .....</b>	<b>52</b>
<b>III.7.2. Devis estimatif total des câbles électriques .....</b>	<b>52</b>
<b>III.7.3. Devis estimatif total de l'onduleur .....</b>	<b>52</b>
<b>III.7.4. Devis estimatif de l'armoire électrique .....</b>	<b>53</b>
<b>III.7.5. Divis estimatif total de l'installation photovoltaïque .....</b>	<b>53</b>
<b>III.7.6. Devis estimatif total de l'installation photovoltaïque en pourcentage .....</b>	<b>54</b>
<b>Conclusion .....</b>	<b>54</b>
<b>Conclusion générale .....</b>	<b>56</b>

## Listes des figures

### **Chapitre I : Présentation de l'organisme d'accueil**

<b>Figure I. 1:</b> Logo de l'entreprise MOUNIR SOLAR ENERGY .....	2
<b>Figure I. 2:</b> Local de l'entreprise MOUNIR SOLAR ENERGY .....	3
<b>Figure I. 3 :</b> Localisation de l'entreprise MOUNIR SOLAR ENERGY .....	3
<b>Figure I. 4:</b> Les lampadaires à énergie renouvelable.....	4
<b>Figure I. 5 :</b> Les onduleurs, régulateurs, MPPT .....	4
<b>Figure I. 6:</b> Les panneaux solaires, les batteries.....	5
<b>Figure I. 7 :</b> Organigramme générale de la société .....	7
<b>Figure I. 8 :</b> Equipe affectée au chantier .....	8
<b>Figure I. 9:</b> Installation photovoltaïque à kenchella.....	10
<b>Figure I. 10:</b> Installation photovoltaïque à AÏN TAYA .....	11

### **Chapitre II : Présentation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau**

<b>Figure II. 1:</b> Conversion énergie solaire PV .....	12
<b>Figure II. 2:</b> Structure d'un système PV autonome.....	13
<b>Figure II. 3:</b> Structure d'un système hybride .....	14
<b>Figure II. 4:</b> Structure d'un système photovoltaïque connecté au réseau .....	15
<b>Figure II. 5 :</b> Structure basique cellule photovoltaïque .....	16
<b>Figure II. 6:</b> Principe de fonctionnement d'une cellule photovoltaïque.....	16
<b>Figure II. 7:</b> Silicium monocristallin.....	17
<b>Figure II. 8 :</b> Silicium polycristallin.....	18
<b>Figure II. 9:</b> Silicium amorphe.....	19
<b>Figure II. 10:</b> Caractéristique résultante d'un groupement en série de ns cellules identiques .....	20
<b>Figure II. 11:</b> Caractéristique résultante d'un groupement en parallèle de np cellules identiques .....	20
<b>Figure II. 12:</b> Caractéristique résultante d'un groupement hybride de (np+ ns) cellules identiques ...	21
<b>Figure II. 13 :</b> Exemple d'association sécurisée de deux modules PV en parallèle avec leur diode de protection.....	22
<b>Figure II. 14 :</b> Schéma symbolique de l'onduleur.....	22
<b>Figure II. 15:</b> Convertisseur DC /DC (élevateur de tension) .....	23
<b>Figure II. 16:</b> Convertisseur DC/DC (abaisseur de tension) .....	23

### **Chapitre III : Dimensionnement et réalisation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau**

<b>Figure III. 1 :</b> Schéma bloc de l'installation PV .....	28
<b>Figure III. 2:</b> Localisation de l'école primaire Takhlicht.....	29
<b>Figure III. 3:</b> Schéma de branchement de l'installation.....	37
<b>Figure III. 4:</b> Panneau photovoltaïque .....	40
<b>Figure III. 5:</b> Réalisation de la structure .....	40
<b>Figure III. 6:</b> Raccordement des panneaux en série.....	41
<b>Figure III. 7:</b> L'installation des panneaux.....	41
<b>Figure III. 8:</b> Les boîtes de jonction.....	42
<b>Figure III. 9:</b> Cheminement de câble .....	42
<b>Figure III. 10:</b> Onduleur Growatt 6000W.....	43
<b>Figure III. 11:</b> Plaque signalétique onduleur .....	43
<b>Figure III. 12:</b> Branchement de l'onduleur .....	43

## Listes des figures

<b>Figure III. 13:</b> Armoire électrique .....	44
<b>Figure III. 14:</b> Les composants de protection .....	44
<b>Figure III. 15:</b> Eléments de protections partie DC.....	45
<b>Figure III. 16:</b> Sectionneur.....	45
<b>Figure III. 17:</b> Parafoudre .....	46
<b>Figure III. 18:</b> Disjoncteur .....	46
<b>Figure III. 19:</b> Eléments de protection partie AC .....	47
<b>Figure III. 20:</b> Porte fusible .....	47
<b>Figure III. 21:</b> Parafoudre .....	48
<b>Figure III. 22:</b> Interrupteur-sectionneur .....	48
<b>Figure III. 23:</b> Disjoncteur .....	49
<b>Figure III. 24:</b> Smart meter .....	49
<b>Figure III. 25:</b> Disjoncteur différentiel .....	50
<b>Figure III. 26:</b> Contacteur .....	50
<b>Figure III. 27:</b> Schéma global du système PV étudié .....	51
<b>Figure III. 28:</b> Prix des éléments de l'installation photovoltaïque en pourcentage .....	54

## Liste des tableaux

<b>Tableau III. 1:</b> Consommation de l'école dans une journée .....	30
<b>Tableau III. 2:</b> Les caractéristiques du système PV .....	32
<b>Tableau III. 3:</b> Fiche technique d'un panneau PV .....	32
<b>Tableau III. 4:</b> Fiche technique de l'onduleur Growatt 6000TL3-S .....	34
<b>Tableau III. 5 :</b> Fiche technique de panneau photovoltaïque.....	39
<b>Tableau III. 6:</b> Devis estimatif des panneaux .....	52
<b>Tableau III. 7:</b> Devis estimatif total des câbles .....	52
<b>Tableau III. 8 :</b> Devis estimatif de l'onduleur .....	52
<b>Tableau III. 9:</b> Devis estimatif de l'armoire électrique .....	53
<b>Tableau III. 10:</b> Devis estimatif total de l'installation photovoltaïque.....	53

## Symboles et abréviations

**PV** : Photovoltaïque

**DC** : Courant continu

**AC** : Courant alternatif

**MSE** : Mounir Solar Energy

**OP** : Ouvriers professionnels

**MPPT**: Max Peak Power Tracker

**N**: Nord

**E** : Est

**L** : Longueur

**I** : Largeur

**E** : Epaisseur

**DA** : Dinar Algérien

**I<sub>d</sub>** : Le courant de diode

**U<sub>d</sub>** : Tension de diode

**D** : Diode

**C** : Capacité

**V<sub>s</sub>** : Tension de sortie

**I** : Courant d'entrée

**L** : Inductance

**I<sub>L</sub>** : Courant de l'inductance

**I<sub>cc</sub>**: Courant de court-circuit

**V<sub>oc</sub>** : Tension à vide

**P<sub>i</sub>** : La puissance totale de chaque appareil

**P<sub>n</sub>** : La puissance unitaire de chaque appareil

**n<sub>i</sub>** : Le nombre des appareils

**E<sub>i</sub>** : L'énergie journalière consommée d'un équipement

**Δt** : La durée d'utilisation de chaque appareil

**B<sub>j</sub>**: Besoin journalier

**P<sub>PV,tot</sub>** : Puissance crête du champ PV

## Symboles et abréviations

**P** : Les pertes

**N<sub>e</sub>** : Nombre d'heure équivalent

**N<sub>pv</sub>** : Nombre de panneaux de PV

**P<sub>PV,U</sub>** : Puissance d'un panneau PV

**P<sub>ond</sub>** : Puissance de l'onduleur

**P<sub>ond,min</sub>** : Puissance de l'onduleur minimale

**P<sub>ond,max</sub>** : Puissance de l'onduleur maximale

**N<sub>pvs, min</sub>** : nombre de panneau en série minimal

**N<sub>pvs, max</sub>** : nombre de panneau en série maximal

**U<sub>MPP,min,ond</sub>** : Tension minimale de l'onduleur

**U<sub>MPP,max,ond</sub>** : Tension maximale de l'onduleur

**U<sub>MPP,pv</sub>** : Tension a puissance maximale du panneau

**N<sub>pv,p</sub>** : Nombre de panneaux en parallèle

**I<sub>max,ond</sub>** : Le courant nominal de l'onduleur

**I<sub>MPP,pv</sub>** : Le courant a puissance maximal d'un panneau

**ρ** : Résistivité du matériau conducteur en service normal

**L** : Longueur de la canalisation (m)

**S** : Section des conducteurs (mm<sup>2</sup>)

**ε** : Chute de tension

**B** : Coefficient qui vaut 1 en triphasé et 2 en monophasé

**cos φ** : Facteur de puissance

**I<sub>B</sub>** : Courant maximal d'emploi

# Introduction générale

# Introduction générale

## **Introduction générale**

L'énergie photovoltaïque est très demandée dans nos jours pour sa rentabilité et sa disponibilité.

L'énergie photovoltaïque est une possibilité efficace et durable. C'est pourquoi la recherche scientifique s'oriente vers la généralisation, l'amélioration et l'optimisation de l'utilisation du système solaire. L'optimisation d'un système solaire repose sur des critères dimensionnels et la maximisation de la production d'énergie pour de bons rendements.

L'utilisation croissante de sources renouvelables telles que les panneaux solaires au niveau des habitations ne cessent de se développer permettant ainsi une indépendance partielle vis-à-vis des réseaux électriques. [1]

Compte tenu de sa situation géographique, l'Algérie dispose d'un potentiel considérable en matière d'énergies renouvelables. Notons qu'elle dispose d'un des gisements les plus importants dans le monde.

On a consacré ce manuscrit au dimensionnement et la réalisation d'une installation photovoltaïque raccordé au réseau pour l'alimentation d'une école primaire CHAHID AOUDIA ABDELKADER située à Takhlicht commune Fenaia willlaya Bejaia.

Pour cela, nous divisons le mémoire en trois chapitres :

- Le premier chapitre sera consacré à la présentation de l'organisme d'accueil (l'entreprise MOUNIR SOLAR ENERGY)
- Dans le deuxième chapitre, nous avons présenté un système photovoltaïque raccordé au réseau en détaillant ses composants
- Le troisième chapitre dédié à l'étude et dimensionnement du système photovoltaïque raccordé au réseau, la réalisation pratique de notre projet.

Nous clôturerons notre mémoire par une conclusion générale.

# **Chapitre I : Présentation de l'organisme d'accueil**

# Chapitre I : Présentation de l'organisme d'accueil

## Chapitre I : Présentation de l'organisme d'accueil

### I.1.Introduction

Aujourd'hui le monde entier a pris conscience de l'importance des énergies renouvelables qui sont devenues une priorité pour l'avenir. C'est pour cette raison, qu'une enveloppe financière importante est allouée par le gouvernement Algérien à l'investissement dans ce potentiel en énergies renouvelables. [2]

Ce chapitre est consacré à la présentation de l'organisme d'accueil Mounir Solar Energy MSE, localisation de l'entreprise, le magasin de l'entreprise,....

### I.2.Présentation de l'entreprise Mounir solar energy

Ets MOUNIR SOLAR ENERGY est une société spécialisée dans le domaine de l'énergie solaire et dans le cadre de développement de l'énergie renouvelable en générale depuis 2018. Elle est une société qui répond aux exigences de la demande des collectivités et des investisseurs privés, dans le domaine de l'éclairage public à basse consommation et l'éclairage solaire, et aussi de l'habitat entièrement ou partiellement autonome. Elle intervient dans l'étude, fourniture, installation et maintenance des équipements de l'énergie solaire, électricité générale et industrielles. Elle dispose aussi d'un point de vente des équipements d'énergie solaire.



**Figure I. 1:** Logo de l'entreprise MOUNIR SOLAR ENERGY

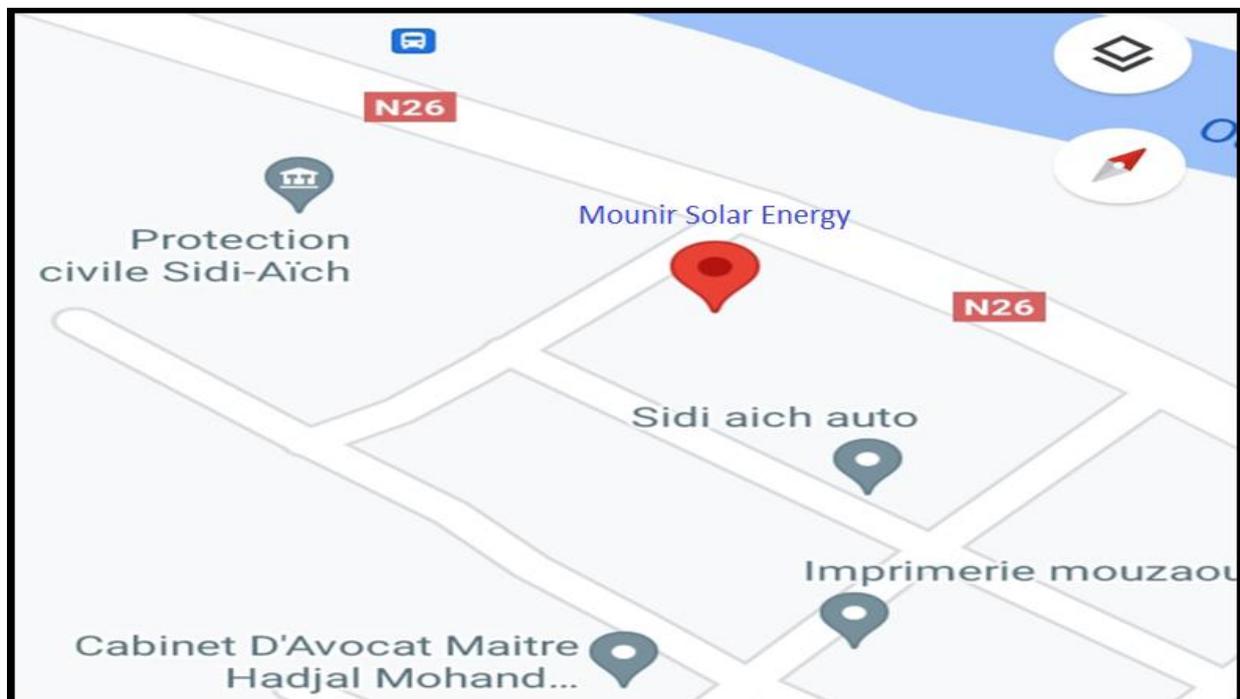
## Chapitre I : Présentation de l'organisme d'accueil



**Figure I. 2:** Local de l'entreprise MOUNIR SOLAR ENERGY

### I.2.1. Localisation de l'entreprise

MOUNIR SOLAR ENERGY est situé au quartier de la Gare, RN26 à coté la protection civile de Sidi-Aich Willaya BEJAIA.



**Figure I. 3 :** Localisation de l'entreprise MOUNIR SOLAR ENERGY [3]

# Chapitre I : Présentation de l'organisme d'accueil

## I.2.2 Le magasin de l'entreprise

L'entreprise MSE dispose d'un magasin, qui se situe au niveau du siège, chargé de la commercialisation du matériel d'installation des systèmes de l'énergie renouvelable.

Voici quelques articles du magasin :

- Des panneaux solaires ;
- Des batteries ;
- Des régulateurs ;
- Des éclairages publics à énergie solaire ;
- Les onduleurs ;
- Des armoires électriques.



**Figure I. 4:** Les lampadaires à énergie renouvelable



**Figure I. 5 :** Les onduleurs, régulateurs, MPPT

## Chapitre I : Présentation de l'organisme d'accueil



**Figure I. 6:** Les panneaux solaires, les batteries

### **I.3. Les principaux services de l'entreprise**

- Consulting, étude, et dimensionnement technique ;
- Conseil et orientation des sociétés nationales et internationales dans le domaine de l'industrie et l'énergie solaire ;
- Conseil, assistance, évaluation et préparation de programme de formation ;
- Evaluation du coût de projet selon vos besoins en matière d'énergie solaire ;
- Fourniture, installation et maintenance des panneaux solaires ;
- Fourniture, installation et maintenance d'éclairage solaire intégré (all-in one, all-in two) séparé (batterie, panneau, régulateur et luminaire) ;
- Fourniture, installation et maintenance des chauffe-eaux solaires ;
- Fourniture, installation et maintenance du système de pompage solaire ;
- Installation des réseaux électrique et photovoltaïque ;
- Suivi du projet durant toute la période de la garantie.

# **Chapitre I : Présentation de l'organisme d'accueil**

## **I.4. Les valeurs de l'entreprise**

Les collaborateurs sont tous impliqués dans la démarche qualité de l'entreprise par des réunions de sensibilisation, des formations et une responsabilisation dans leur quotidien, ce qui a permis de renforcer le savoir-faire de l'équipe de travail.

L'équipe de travail est compétente et autonome quant à la prise de décisions urgentes sur les chantiers ce qui permet à l'équipe d'être très réactive et de respecter les délais.

La qualification, la proximité et la disponibilité des équipes seront pour les clients les garanties d'un service approprié.

## **I.5. L'innovation technologique**

Le défi quotidien de l'entreprise est de proposer à leurs clients les meilleures solutions pour les économies d'énergie, le confort et le respect de l'environnement.

Leurs équipes aiment les défis.

Le bureau d'étude permet de renforcer leur savoir-faire. Il accueille régulièrement des jeunes stagiaires. Ceux-ci apportent des idées nouvelles et régulièrement ces jeunes sont recrutés par l'entreprise.

L'entreprise a acquis un vrai savoir-faire dans le domaine du solaire et aussi dans la réalisation d'installation très économe en énergie type géothermie grâce à la réalisation ces dernières années de marchés publics et privés...

## **I.6. L'innovation organisationnelle**

L'expérience de réalisation de chantiers a permis à l'entreprise de développer un mode opératoire d'organisation.

Il garantit un suivi, une traçabilité des étapes du chantier dans le respect des délais et des contraintes des clients.

Pour chaque phase du chantier, le rôle de chacun est défini. La bonne exécution des travaux est assurée par une information organisée rendue possible grâce à l'établissement de rapports listés dans le mode opératoire.

# Chapitre I : Présentation de l'organisme d'accueil

## I.7. Organigramme général de la société

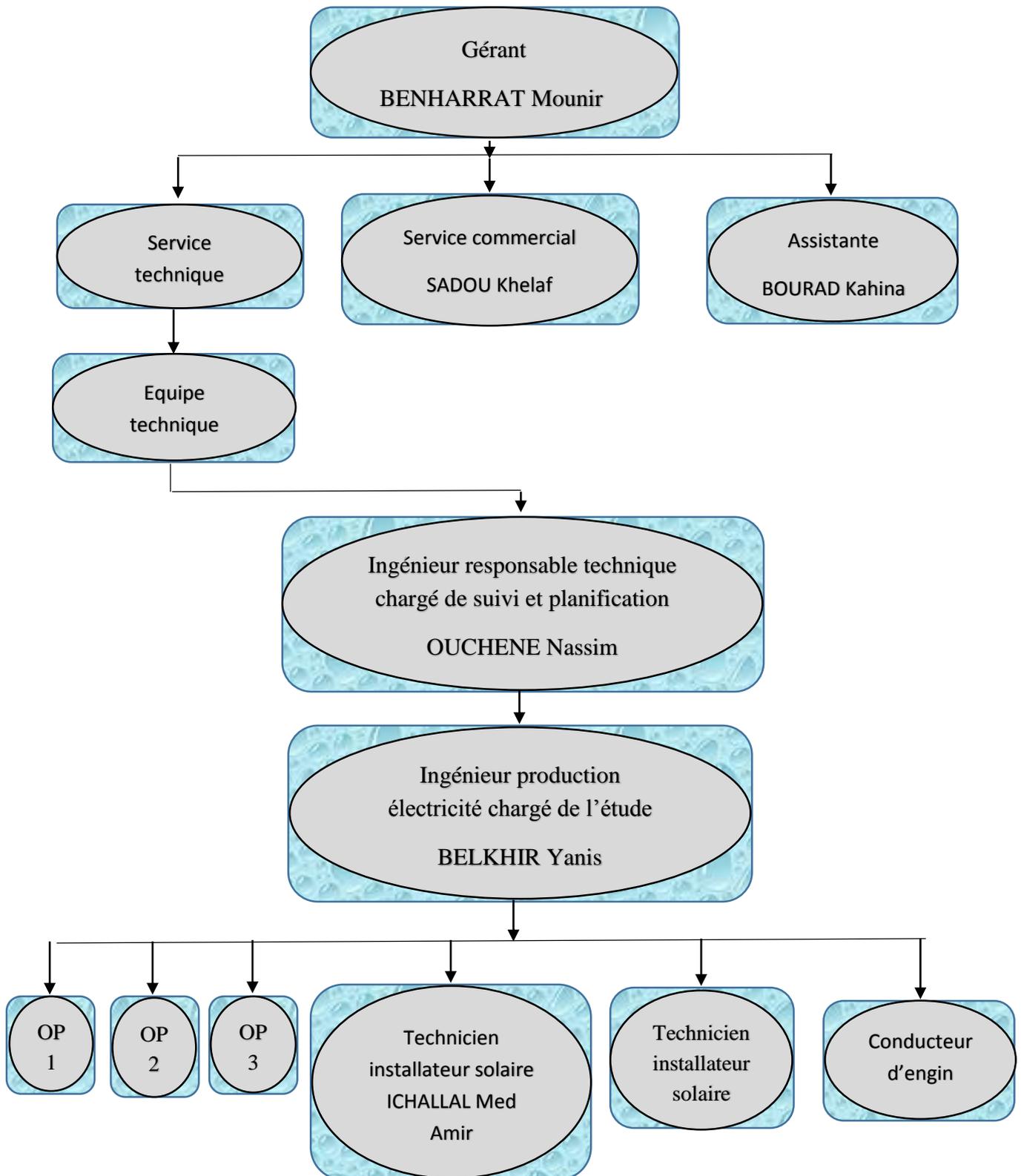


Figure I. 7 : Organigramme générale de la société

# Chapitre I : Présentation de l'organisme d'accueil

## I.7.1 Moyens humains affectés au chantier

L'entreprise dispose d'une équipe (pluridisciplinaire) capable de faire preuve d'autonomie et d'initiative pour la réalisation des prestations demandés dans le cadre du marché.

Equipe affecté à la mission :

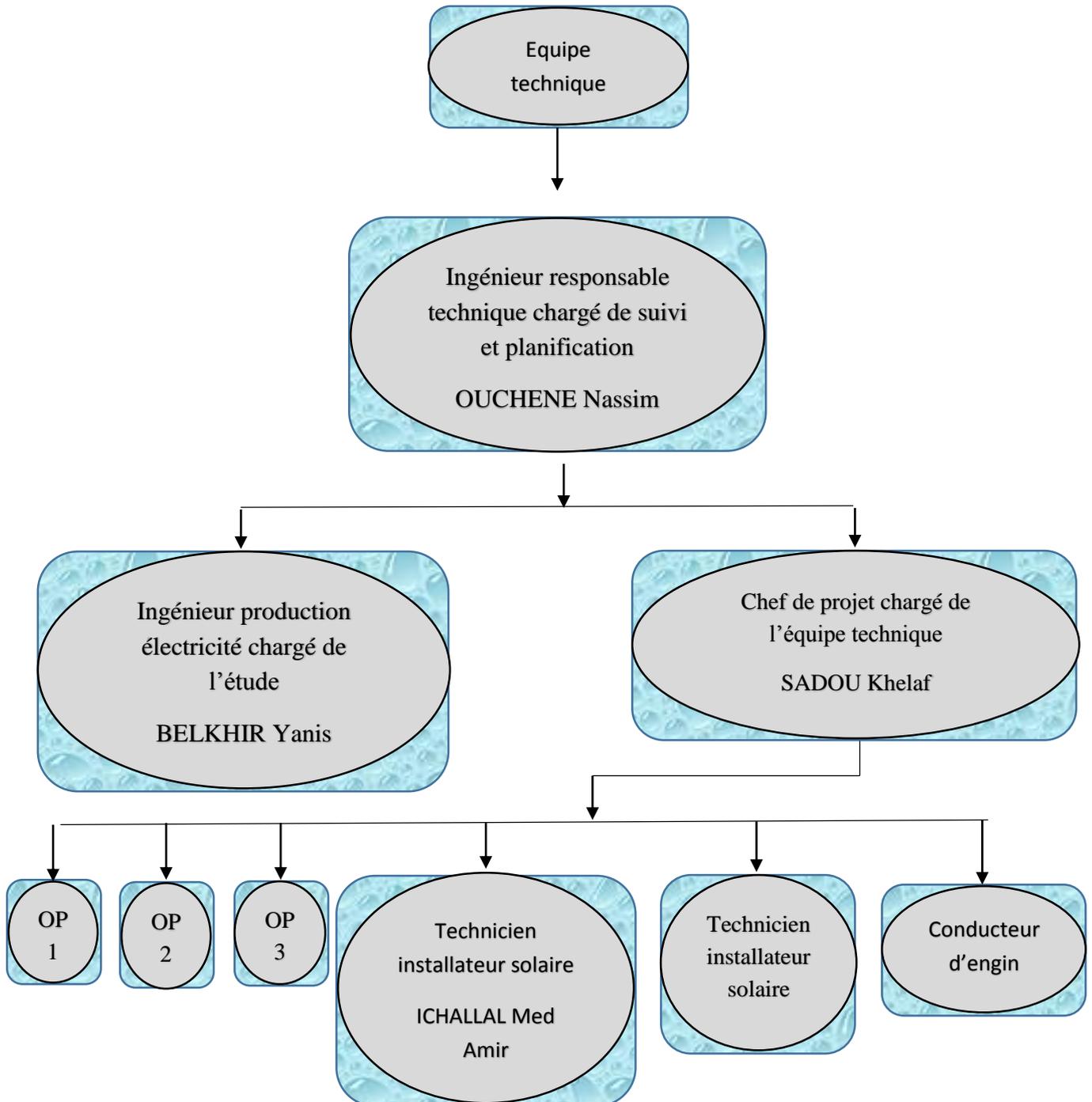


Figure I. 8 : Equipe affectée au chantier

# **Chapitre I : Présentation de l'organisme d'accueil**

**Nombre de personnes affectées au chantier (mini ou maxi selon planning) :**

- Suivi de travaux ;
- Chef de chantier ;
- Etude et planification ;
- Ouvriers professionnels (OP).

## **I.7.2.Moyens matériels affectés à la prestation des travaux**

Le personnel ci-dessus désigné a déjà une bonne connaissance de ce type de travaux à réaliser et aura :

- 02 Camions attitrés au transport du matériel et de l'approvisionnement des fournitures ;
- Véhicule touristique pour le déplacement éventuel d'un technicien pour une intervention d'urgence ;
- 02 Engins.

## **I.8.Dispositions arrêtées par l'entreprise pour garantir la qualité des prestations à réaliser et le respect des délais d'exécutions**

### **➤ Indication sur le programme d'exécution :**

- Visite sur chantier pour finaliser l'étude technique et entamer la partie pratique ;
- Approvisionnement et transport des équipements et fournitures nécessaires ;
- Sécuriser le lieu de chantier :
  - Mettre les panneaux de signalisation ;
  - Prendre toutes les mesures de sécurité et protection humaine et matérielle ;
- Installation de système solaire :
  - Mise en place et fixation de la structure en acier galvanisé démontable pour porter des panneaux solaires sur les chalets ;
  - Mise en place et fixation du matériel avec tous les accessoires (Onduleur, panneaux solaires, coffret de protection AC/DC, armoire de commande, piquet de terre....) ;
- Câblages électriques et les raccordements ;
- La remise en état des lieux après travaux ;
- Mise en marche du système solaire.

# Chapitre I : Présentation de l'organisme d'accueil

## **I.9.Projets réalisés**

L'entreprise Mounir Solare Energy active à travers le territoire national, depuis sa création à ce jour elle a exploité environ 500KW d'électricité et elle a procédé à la réalisation de plusieurs projets, nous pouvons citer à titre d'exemple, l'installation de Khenchela et celle de Aïn taya dont ci-joints les photos de ces projets.



**Figure I. 9:** Installation photovoltaïque à khenchella

## Chapitre I : Présentation de l'organisme d'accueil



**Figure I. 10:** Installation photovoltaïque à AÏN TAYA

### **Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons présenté l'organisme d'accueil qui est l'entreprise MSE, en présentant l'organigramme général, les moyens humains et les moyens matériels. En fin on a cité les dispositions arrêtées par l'entreprise pour garantir la qualité des prestations à réaliser et le respect des délais d'exécutions.

# **Chapitre II : Présentation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau**

## Chapitre II : Présentation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau

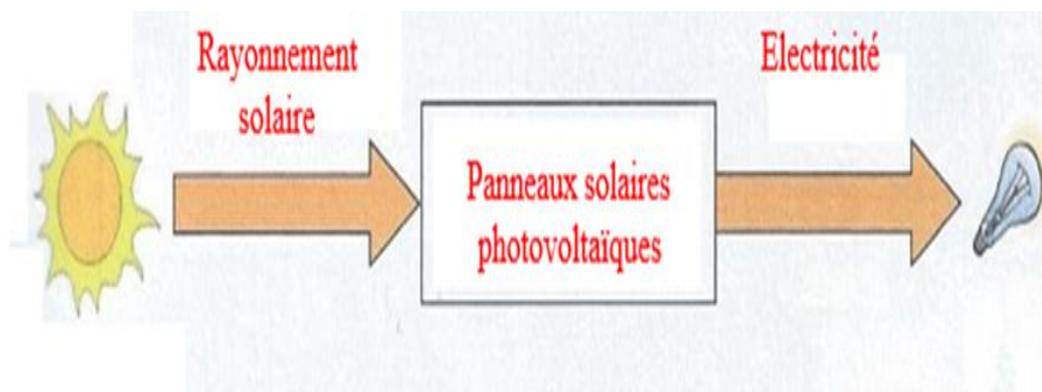
### Chapitre II : Présentation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau au réseau

#### II.1.Introduction

Ce chapitre est consacré à la présentation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau. Nous avons décrit l'énergie solaire photovoltaïque, son principe de fonctionnement ainsi que les différents systèmes photovoltaïques. Nous terminons ce chapitre par citer les avantages et inconvénients de l'énergie solaire photovoltaïque.

#### II.2.Energie solaire photovoltaïque

L'utilisation photovoltaïque de l'énergie solaire consiste à convertir directement le rayonnement lumineux en électricité. Elle emploie pour ce faire des modules ou panneaux photovoltaïque, composés de cellules solaires ou de photopiles qui réalisent cette transformation d'énergie. La conversion photovoltaïque est basée sur l'absorption de photons dans un matériau semi-conducteur qui fournit des charges électrique, donc du courant, dans un circuit extérieur. [4]



**Figure II. 1:** Conversion énergie solaire PV

#### II.3.Les différents Systèmes photovoltaïques

Selon la manière dont l'énergie est utilisée, il existe trois différents types de Systèmes PV :

- Systèmes autonomes ;
- Systèmes hybrides ;
- Systèmes raccordés au réseau.

## Chapitre II : Présentation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau

### II.3.1. Les systèmes autonomes

Le rôle des systèmes autonomes est d'alimenter un ou plusieurs consommateurs situés dans une zone isolée du réseau électrique. La Figure II.2 présente un exemple d'un système PV autonome, en remarquant qu'il y a un système de stockage qui est associé aux générateurs PV pour assurer l'alimentation à chaque instant et pendant plusieurs jours malgré l'intermittence de la production. Ce système est utilisé en tampon, celui-ci étant rechargé en cas de surplus de production et déchargé en cas de surconsommation. [5]



**Figure II. 2:** Structure d'un système PV autonome

#### II.3.1.1. Système photovoltaïque 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. Mais il faut bien dimensionner le générateur photovoltaïque de sorte de qu'il ait assez de puissance pour alimenter l'appareil à l'éclairage le plus faible. Le pompage photovoltaïque est un exemple de cette catégorie de système autonome.

#### II.3.1.2. Système photovoltaïque 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 est indispensable pour

## Chapitre II : Présentation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau

assurer le fonctionnement nocturne ou durant un nombre de jours prédéfinis dans le dimensionnement des systèmes photovoltaïques.

Le système de stockage représente une partie très importante du coût de l'installation, et ses conditions de fonctionnement sont très contraignantes. Par conséquent, des systèmes de gestion de l'énergie ont été développés afin d'optimiser la durée de vie du système de stockage et de réduire les coûts de fonctionnement. Un sous-dimensionnement a notamment pour conséquences un vieillissement prématuré du système de stockage ainsi qu'un accroissement des délestages de consommation et de production alors qu'un surdimensionnement peut conduire à un surcoût économique.

### II.3.2. Les systèmes hybrides

Les systèmes hybrides sont généralement des systèmes PV couplés à d'autres sources comme par exemple une éolienne ou un groupe électrogène. Le rôle du second producteur d'énergie est de palier aux insuffisances éventuelles de la production photovoltaïque. [6]

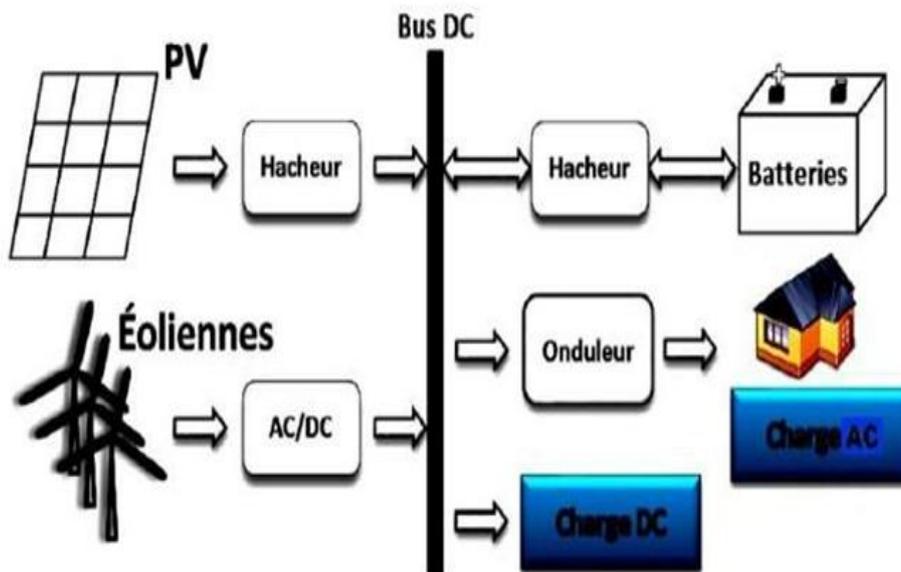


Figure II. 3: Structure d'un système hybride

### II.3.3. Les systèmes raccordés au réseau

Le générateur photovoltaïque connecté au réseau est l'application la plus envisagée en zone urbaine avec l'installation de module sur les toits et les façades de bâtiments. L'intégration d'élément photovoltaïque dans les structures de bâtiment a de nombreux atouts. En étant connecté au réseau, ces systèmes permettent d'éviter des problèmes de stockage et de transport de l'électricité. L'excès de production après transformation en alternatif à l'aide d'un onduleur,

## Chapitre II : Présentation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau

est injecté dans le réseau. En période de non production (la nuit), l'électricité est prélevée sur le réseau. La Figure (II.4) représente la structure d'un système PV connecté au réseau électrique: [7]



**Figure II. 4:** Structure d'un système photovoltaïque connecté au réseau

Dans notre travail nous nous sommes intéressés au système raccordés au réseau électrique.

### **II.4. Les éléments d'un système PV**

#### **II.4.1. Générateur photovoltaïque**

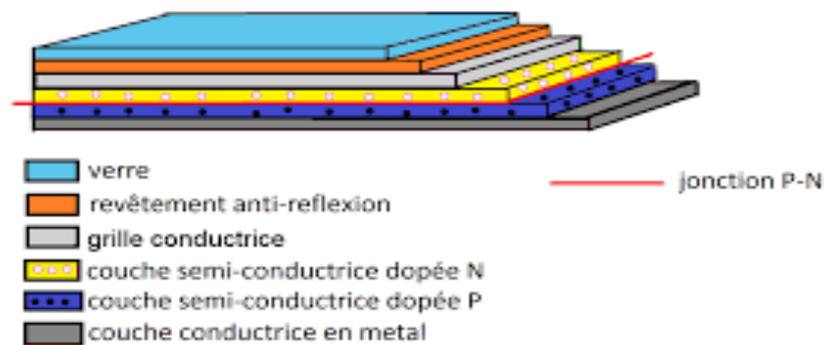
##### **II.4.1.1. Cellule solaire**

La cellule PV ou encore photopile est le plus petit élément d'une installation photovoltaïque. Elle est composée de matériau semi-conducteur et transforme directement l'énergie lumineuse en énergie électrique. Les cellules photovoltaïques sont constituées :

- ✓ D'une fine couche semi-conductrice (matériau possède une bande interdite, qui joue le rôle de la barrière d'énergie que les électrons ne peuvent franchir sans une excitation extérieure, et dont il est possible de faire varier les propriétés électroniques) tel que le silicium, qui est un matériau présentant une conductivité électrique relativement bonne.
- ✓ D'une couche antireflet permettant une pénétration maximale des rayons solaires.
- ✓ D'une grille conductrice sur le dessus ou cathode et d'un métal conducteur sur le dessous ou anode.

## Chapitre II : Présentation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau

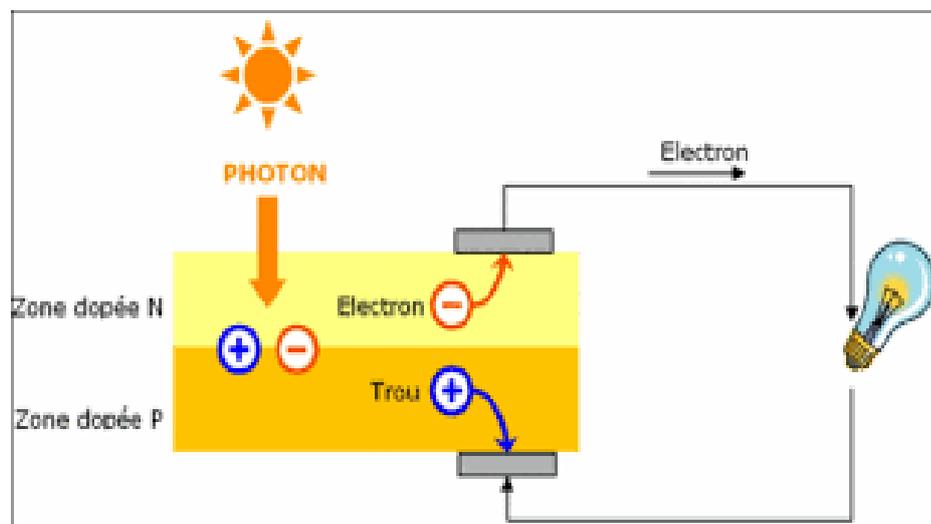
- ✓ Les plus récentes possèdent même une nouvelle combinaison de multicouches réfléchissants justes en dessous du semi-conducteur, permettant à la lumière de rebondir plus longtemps dans celui-ci pour améliorer le rendement. [8]



**Figure II. 5 :** Structure basique cellule photovoltaïque

### II.4.1.2. Principe de fonctionnement d'une cellule photovoltaïque

La cellule photovoltaïque est réalisée à partir de deux couches de silicium, l'une est dopée en bore (P), chargée positivement, l'autre en phosphore (N), chargée négativement, créant une jonction P-N avec une barrière de potentiel. Lorsque les photons sont absorbés par le semi-conducteur, c-à-dire elles transmettent leurs énergies aux atomes de la jonction (P-N), de tel sorte qu'elles libèrent des charges électriques de signes opposés en créant une différence de potentiel (ddp), qu'on peut la mesurée entre la connexion des bornes positives et négatives de la cellule. La figure ci-contre représente le schéma équivalent d'une cellule photovoltaïque.[9]



**Figure II. 6:** Principe de fonctionnement d'une cellule photovoltaïque

## Chapitre II : Présentation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau

### II.4.1.3. Technologies des cellules photovoltaïques

Il existe différents types de cellules solaires photovoltaïques, et chaque type de cellules à un rendement et un coût qui lui est propre. Cependant, quel que soit leur type, leur rendement reste assez faible : de 5 à 22% de l'énergie qu'elles reçoivent. [10]

Les cellules solaires peuvent être réparties en trois groupes, selon le matériau de base utilisé :

#### ➤ **Silicium monocristallin**

Matériau le plus répandu, présentant un bon rendement à fort et moyen éclairement, il est à la base des panneaux « terrestres » les plus performants après ceux à l'arséniure de gallium.

- Rendement électrique des panneaux : 15%STC.
- Puissance des panneaux : 5 à 150Wc.
- Gamme d'éclairement : 100 à 1000 W /m<sup>2</sup>
- Usage : tous usages en extérieur de forte et moyenne puissance (télécoms, balisage, relais, habitat...). [11]



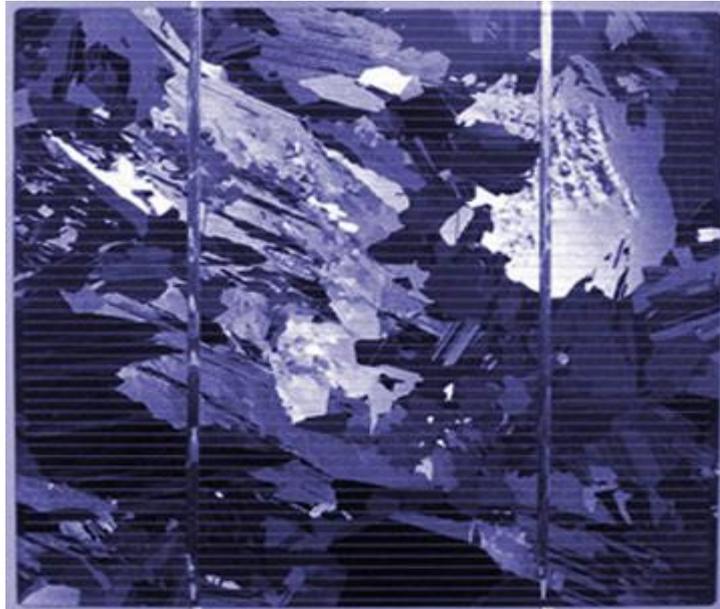
**Figure II. 7:** Silicium monocristallin [12]

#### ➤ **Silicium polycristallin**

Cousin germain du précédent (composés de multicristaux), il est un peu moins performant, essentiellement aux éclaircements modérés, et également moins onéreux.

## Chapitre II : Présentation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau

- Rendement électrique des panneaux : 12-14%STC.
- Puissance des panneaux : 5a 150 Wc.
- Gamme d'éclairement : 200 a 1000W /m<sup>2</sup>.
- Usage : id. silicium cristallin [11]



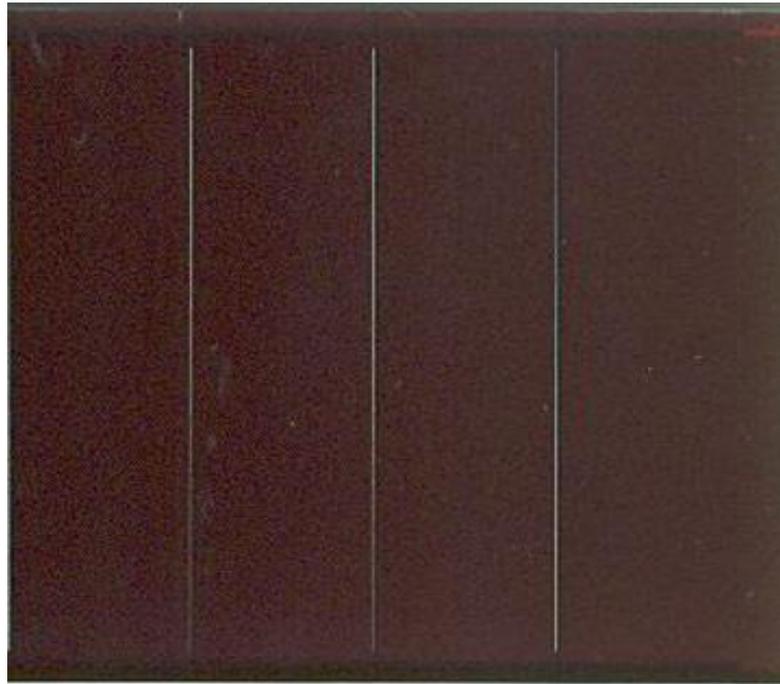
**Figure II. 8 : Silicium polycristallin [13]**

### ➤ **Silicium amorphe**

Nettement moins puissant au soleil que les deux précédents, ce silicium en couche très mince répond par contre à tous les éclairagements, extérieur et intérieur. Sa technologie de fabrication est théoriquement moins onéreuse (mais la production n'a pas atteint des niveaux comparables) et permet de réaliser des petits formats, grâce à la mise en série intégrée et la simplicité de découpe.

- Rendement électrique des panneaux : 5-7%STC (jusqu'à 9% pour la « multi-jonction »).
- Puissance des photopiles intérieures : 0 à 1W<sub>c</sub>.
- Puissance des panneaux extérieurs : 0,5 à 60W<sub>c</sub>.
- Gamme d'éclairement : 20 lux (en intérieur) a 1000W /m<sup>2</sup> (en extérieur).
- Usage : électronique professionnelle et grand public (montres, calculettes...), électronique de faible consommation en extérieur, baies vitrées semi-transparentes.[11]

## Chapitre II : Présentation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau



**Figure II. 9:** Silicium amorphe [13]

### **II.4.1.4. Le rendement des cellules PV**

Le rendement  $\eta$ , des cellules PV désignent le rendement de conversion en puissance. Il est défini comme étant le rapport entre la puissance maximale délivrée sous la cellule et la puissance lumineuse incidente.

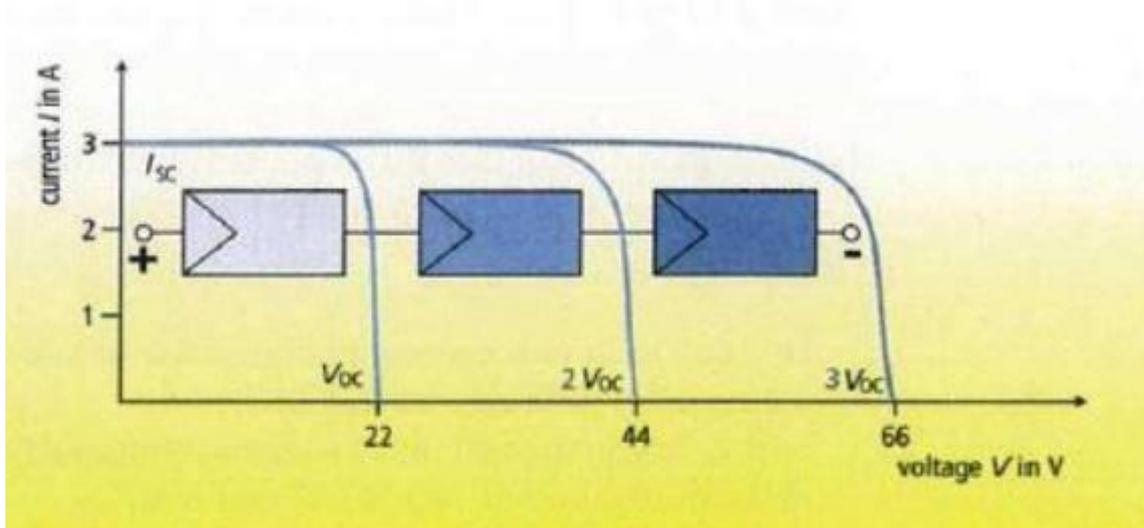
Ce rendement peut être amélioré en augmentant le facteur de forme, le courant circuit et la tension à circuit ouvert.

### **II.4.1.5. Association des modules photovoltaïques**

#### **➤ Association en série**

Dans un groupe en série, les cellules sont traversées par le même courant et la caractéristique résultante du groupement en série est obtenue par addition des tensions à courant donné. La caractéristique d'un groupement de  $n$ s cellule PV identiques est présentée sur la figure (II.10) suivante : [14]

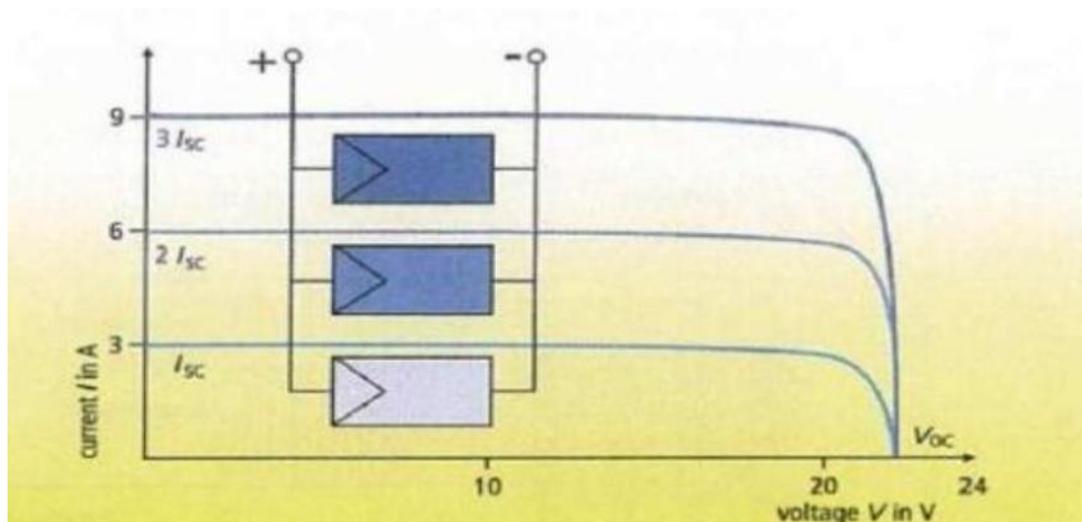
## Chapitre II : Présentation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau



**Figure II. 10:** Caractéristique résultante d'un groupement en série de ns cellules identiques

### ➤ Association en parallèle

Les propriétés du groupement en parallèle des cellules sont du a la mémé celles du groupement en série. Ainsi, dans un groupement de cellules connectées en parallèle, les cellules sont soumises à la même tension et la caractéristique résultante de groupement est Obtenue par addition des courants à tension donnée.

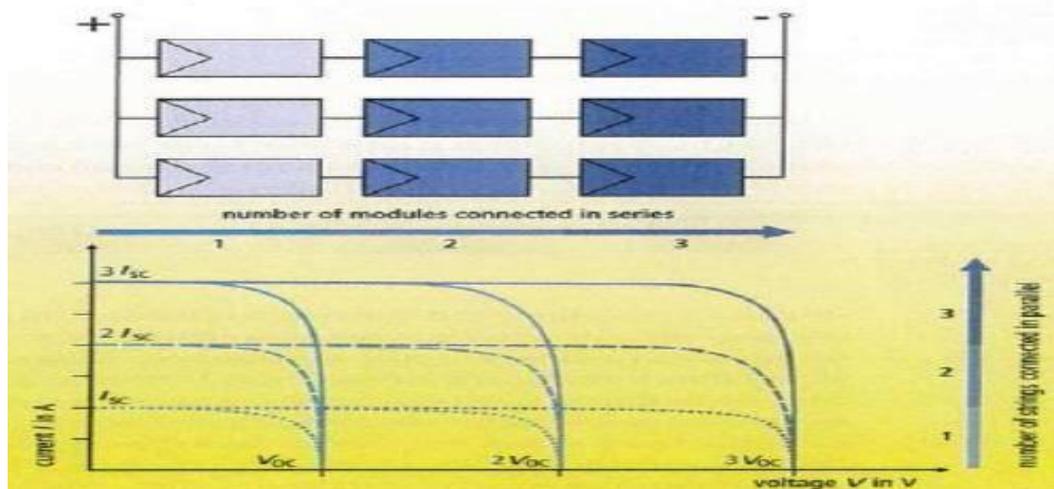


**Figure II. 11:** Caractéristique résultante d'un groupement en parallèle de np cellules identiques

## Chapitre II : Présentation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau

### ➤ Association série et parallèle

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



**Figure II. 12:** Caractéristique résultante d'un groupement hybride de  $(np+ ns)$  cellules identiques

#### II.4.1.6. Choix de l'inclinaison des panneaux photovoltaïques

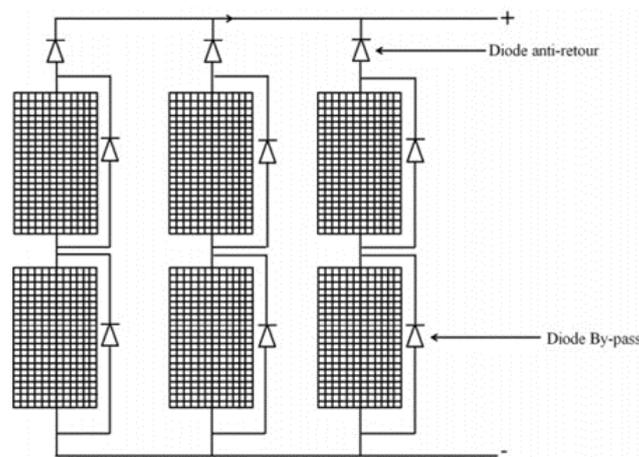
Pour une production maximale, les panneaux photovoltaïques doivent être inclinés pour que leurs surfaces soient perpendiculaires aux rayons du soleil. La valeur de cet angle d'inclinaison correspond à l'angle que font ces modules avec le plan horizontal (latitude). La direction doit être le sud dans l'hémisphère nord et le nord dans l'hémisphère Sud. Toute autre direction serait plus ou moins significative, proportionnel à l'erreur d'angle.

#### II.4.1.7. Protection du panneau

- **Diodes anti-retour :** évitent les courants négatifs dans les modules PV. Cela peut se produire lorsque plusieurs modules sont connectés en parallèle, ou lorsqu'une charge directement connectée peut-être commutée du mode récepteur au mode générateur, Comme les batteries de nuit.
- **Diodes by-pass :** peuvent isoler un sous-réseau cellulaire en l'absence de lumière Homogénéiser pour éviter les points chauds et les dommages graves éclairé. La conduction de ces diodes affecte les caractéristiques de sortie de générateur, en raison

## Chapitre II : Présentation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau

de la perte d'une partie de la production d'énergie et de la présence de deux Puissance maximum.



**Figure II. 13 :** Exemple d'association sécurisée de deux modules PV en parallèle avec leur diode de protection

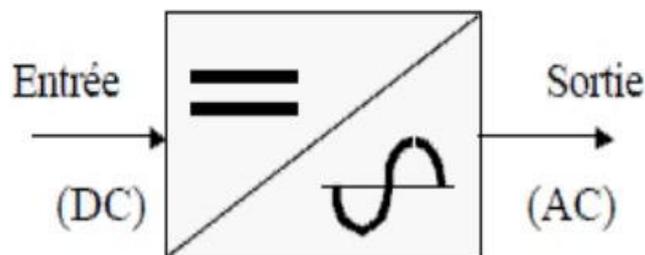
### II.4.2. Les convertisseurs

Les convertisseurs sont des appareils servent à transformer la tension continue fournie par les panneaux ou les batteries pour l'adapter à des récepteurs fonctionnant en une tension continue différente ou une tension alternative.

#### II.4.2.1. Onduleur

Un onduleur est un convertisseur statique qui permet d'alimenter une charge en courant alternatif à partir d'une source continue. C'est un convertisseur continue-alternatif.

Le symbole est le suivant :



**Figure II. 14 :** Schéma symbolique de l'onduleur

L'onduleur est dit autonome quand il impose sa propre fréquence à la charge.

- Si la source continue est une source de tension, l'onduleur est appelé onduleur de tension. Il impose la forme d'onde de la tension aux bornes de la charge.

## Chapitre II : Présentation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau

- Si la source continue est une source de courant, l'onduleur est appelé onduleur de courant. Il impose la forme d'onde du courant (alternatif) qui traverse la charge. On parle de commutateur de courant. Par contre la forme d'onde de la tension aux bornes de la charge dépend de la nature de la charge. [15]

### II.4.2.2. Hacheur

Un hacheur permet d'obtenir une tension unidirectionnelle de la valeur moyenne réglable à partir d'une source de tension continue. Avec un interrupteur peut être un thyristor ou un transistor. C'est un convertisseur continue-continue. [16]

- **Hacheur survolteur**

Ce type sert à produire une tension plus élevée que celle fournie par les panneaux ou les batteries de stockages.

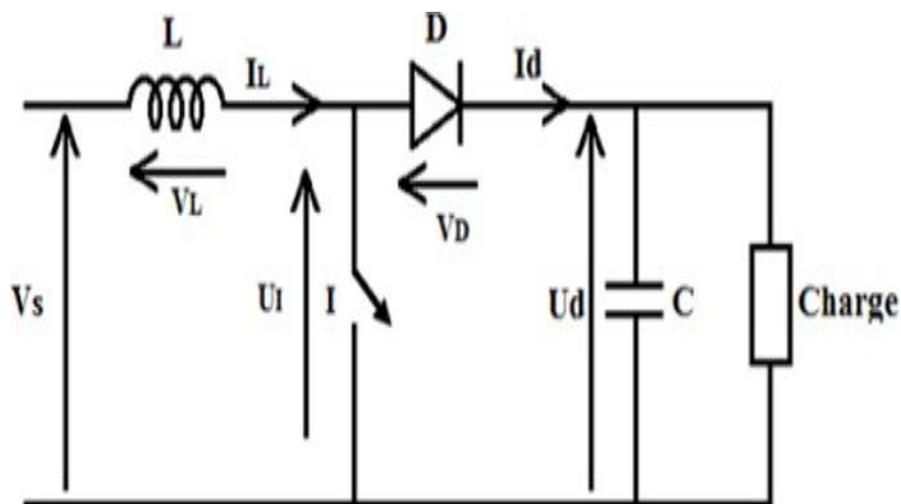


Figure II. 15: Convertisseur DC /DC (élevateur de tension)

- **Hacheur dévolteur**

Ce type sert à produire une tension plus basse que celle fournie par les panneaux ou les batteries.

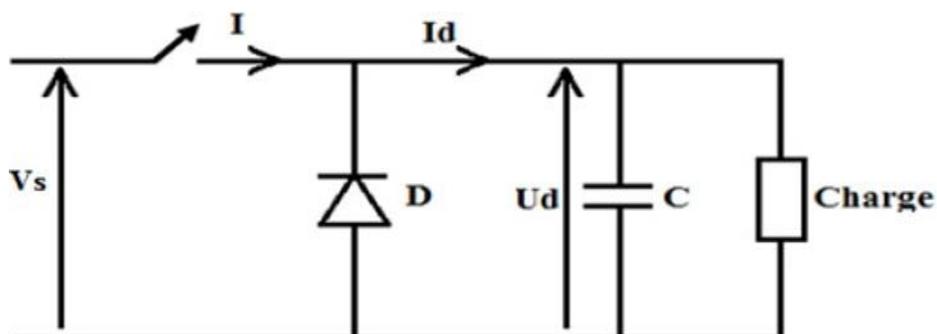


Figure II. 16: Convertisseur DC/DC (abaisseur de tension)

## **Chapitre II : Présentation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau**

### **II.5. MPPT**

Le premier circuit qui relie le champ photovoltaïque à l'onduleur dispose d'un MPPT (Max Peak Power Tracker), soit un dispositif de recherche du point de puissance maximale. Ce circuit teste les variations de courant/tension produites par le champ photovoltaïque pour rester en permanence au coude de la caractéristique I/V, maximisant ainsi la puissance produite. Le MPPT incorpore un transformateur de tension DC/DC qui transforme la tension continue variable d'entrée en une tension interne continue mais fixe qui sera ensuite transformée en une ou trois tensions alternatives dans les onduleurs mono ou triphasés. [5]

### **II.6. La protection d'un système photovoltaïque**

Chaque élément de ce système doit être protégé par des organes convenables à sa nature et principe de fonctionnement sans oublier le raccordement de cet élément avec des câbles qui remplissent les conditions d'utilisation de point de vue section ou construction et pour cela on va mettre chaque élément avec la protection qui correspond :

#### **➤ Les panneaux solaires**

On met des disjoncteurs DC ou fusible plus la mise à la terre et le parafoudre.

#### **✓ Mise à la terre**

La mise à la terre est un moyen de protection pour maintenir les tensions de contact ou de décharge aussi faibles que possible, pour que des personnes ou installations ne soient blessées ou endommagées. Les systèmes photovoltaïques à courant supérieur à 2A sont considérés comme des installations à courant fort et doivent par conséquent être mis à la terre [17].

#### **✓ Protection contre la foudre**

Les protections contre la foudre sont indispensables si l'on veut garantir une alimentation fiable en électricité. Le nombre de pannes recensées augmente avec l'altitude, il est fortement recommandé de prévoir des protections supplémentaires à celles qui sont en général incorporées aux régulateurs. Trois principes doivent être respectés pour réaliser une protection contre la foudre, ces derniers sont :

- Conduire le courant de foudre vers la terre par le chemin le plus direct ;
- Minimiser les surfaces des boucles de masse ;
- Limiter l'onde de surtension par des parafoudres.

## **Chapitre II : Présentation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau**

### **➤ Le régulateur de charge**

Il est déjà équipé d'une protection interne représenté par les deux éléments qui sont raccordé avec lui (les panneaux et les batteries) et qui sont équipés avec cette propre protection indiquée.

### **➤ L'onduleur**

Généralement les onduleurs solaires sont protégés eu même contre les surcharges, court-circuit ou autre défaut, mais malgré ça, il est indispensable de mettre un disjoncteur différentiel à la sortie de l'onduleur pour éviter les défauts de la charge tel que court-circuit ou surcharge sans oublier la mise à la terre de tout le système afin d'obtenir une bonne protection.

### **➤ Le câblage dans les deux cas (DC et AC)**

On choisit la section et le chemin de câble convenable de point vue température ambiante, chute de tension ...etc.

## **II.7. Installation mécanique des panneaux**

On rencontre principalement trois types d'installations mécaniques pour des systèmes photovoltaïques reliés au réseau :

- Le montage surimposé en toiture ou façade,
- L'intégration au bâtiment,
- Le montage sur châssis

## **II.8. Avantages et inconvénients de l'énergie photovoltaïque**

### **II.8.1. Avantages**

- Sa gratuité.
- Pas de pollution.
- Sa fiabilité et la longue vie de l'installation.
- Sa structure fixe.
- Un cout de maintenance bas.
- Sa flexibilité (dimensionnement selon les besoins, modularité).
- L'installation ne produit aucun bruit.
- Son potentiel illimité (5 % de la surface des déserts suffiront pour alimenter la planète entière).

## **Chapitre II : Présentation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau**

### **II.8.2.Inconvénients**

- Le cout élevé de l'installation.
- Le rendement relativement bas des panneaux photovoltaïques.
- La puissance est réduite lorsque les conditions climatiques sont défavorables (nuages).
- Le stockage de l'énergie électrique sous forme chimique (batterie) est nécessaire pour une installation autonome.
- Même si l'électricité produite par une installation photovoltaïque est sans pollution, la fabrication, l'installation l'extraction des panneaux ont impact sur l'environnement.

### **Conclusion**

Au cours de ce chapitre, nous avons présenté les différents éléments qui entrent dans la constitution d'un système photovoltaïque raccordé au réseau tel que les cellules photovoltaïques, leurs technologies et les différents branchements. Ensuite nous nous sommes intéressés au convertisseur et à la protection d'un système photovoltaïque raccordé au réseau. Finalement nous avons cité les avantages et les inconvénients de l'énergie photovoltaïque.

**Chapitre III : Dimensionnement et  
réalisation d'un système  
photovoltaïque raccordé au réseau**

## **Chapitre III : Dimensionnement et réalisation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau**

### **Chapitre III : Dimensionnement et réalisation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau**

#### **III.1. Introduction**

Le dimensionnement des systèmes solaires exige une analyse précise du besoin électrique et des différents facteurs pouvant influencer leurs rendements, données météorologiques, et environnements d'installation.

On a consacré ce chapitre au dimensionnement et la réalisation d'un projet photovoltaïque raccordé au réseau pour alimenter une école primaire. Cette réalisation rentre dans le cadre d'un stage pratique au sein de l'entreprise **MOUNIR SOLAR ENERGY**.

Pour cela, nous divisons le chapitre en trois parties :

- Etude et dimensionnement
- Réalisation du projet
- Devis estimatif de l'installation

#### **III.2. Le but de dimensionnement**

Le dimensionnement est une étape primordiale dans la conception des systèmes photovoltaïques. En effet, le dimensionnement optimal de tels systèmes s'obtient lorsque les différents composants tels que les panneaux, l'onduleur, le régulateur et les câbles sont choisis de façon adéquate pour une ressource solaire donnée et un profil de consommation donné. [18]

Le but est de déterminer l'ensemble des paramètres de dimensionnement du système afin de minimiser les différents coûts, tout en assurant l'alimentation du consommateur sans interruption. [19]

#### **III.3. Méthodes de dimensionnement**

##### **III.3.1. La méthode de mois le plus défavorable**

Dans cette méthode, on estime l'énergie récupérable pour une période critique d'un mois, appelé le mois le plus défavorable ce mois correspond au mois pendant lequel la valeur de l'irradiation moyenne mensuelle est la plus faible de l'année ou dans certains pays la période d'hivers est rude (le mois de décembre est choisi en Algérie). [20]

## **Chapitre III : Dimensionnement et réalisation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau**

### **III.3.2. La méthode de la moyenne annuelle**

Dans cette méthode, on utilise l'irradiation journalière [KWh/m<sup>2</sup>.j] comme la méthode du mois le plus défavorable. Mais pour une moyenne qui s'étend pour toute une année au lieu d'un seul mois. Donc on calcule la moyenne mensuelle de l'énergie (irradiation) récupérable sur un site pour les 12 mois de l'année. C'est la méthode la plus appliquée au système photovoltaïque hybride, et les systèmes ayant un profil de charge assez élevé.

### **III.3.3. La méthode du besoin journalier**

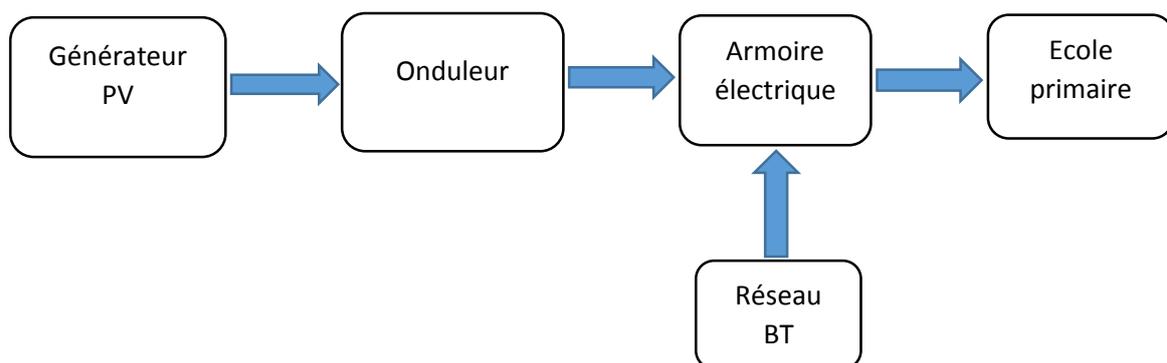
La méthode la plus utilisée pour l'estimation des besoins de puissance et d'énergie, consiste à recenser les différents appareils électriques et leurs durées d'utilisation. Pour mesurer la puissance totale maximale nécessaire pour le bon dimensionnement de l'installation photovoltaïque, nous avons fait en sorte que tous les appareils soient en plein fonctionnement.

Dans notre étude nous avons utilisés la méthode de besoin journalier.

### **III.4.Schéma bloc de l'installation PV**

Ce projet consiste à la réalisation d'une installation photovoltaïque raccordé au réseau électrique pour l'alimentation de l'école primaire dont voici les différentes étapes :

- Installation du générateur PV
- Raccordement du générateur PV à l'onduleur
- Raccordement de l'onduleur et le réseau BT à l'armoire électrique



**Figure III. 1 : Schéma bloc de l'installation PV**

## Chapitre III : Dimensionnement et réalisation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau

### III.5. Partie I : Etude et dimensionnement

#### III.5.1. Présentation du projet

Dans ce projet, nous avons présenté une installation photovoltaïque raccordée au réseau pour alimenter l'école primaire CHAHID AOUDIA ABDELKADER TAKHLICHT. Le site étudié est situé au niveau de la commune de Fenaia, wilaya du Bejaia.

Ses coordonnées géographiques sont :

**Latitude :** 36,67 N

**Longitude :** 4,79 E



**Figure III. 2:** Localisation de l'école primaire Takhlicht

#### III.5.2. Description de l'école

L'école primaire CHAHID AOUDIA ABDELKADER TAKHLICHR est constituée de :

- 7 classes
- Administration (1 bureau)
- Salle de profs
- Cantine
- 2 Sanitaires

## Chapitre III : Dimensionnement et réalisation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau

### III.5.3. Bilan Energétique pour l'école primaire

Avant d'entamer le calcul de dimensionnement, il est indispensable d'établir le bilan énergétique afin de déterminer la consommation journalière de l'école.

Le tableau ci-dessous représente le bilan énergétique :

	Les charges	Nombre	Puissance de charge appareil (W)	Puissance (W)	Durée d'utilisation (h)	Energie journalier (Wh/j)
	Ordinateur	1	150	150	4	600
Administration	Modem wifi	1	4	4	8	32
	Imprimant	1	50	50	0.5	25
	Lampes	3	18	54	8	432
Cantine	Réfrigérateur	1	600	600	6	3600
	Pompe d'eau	1	400	400	5	2000
	Lampes	9	18	162	8	1296
Les classes	Lampes	60	18	1080	8	8640
Sanitaire	Lampes	2	18	36	6	288
Salles des profs	Lampes	2	18	36	8	282
	Prises	2	141	282	/	216
					<b>Total</b>	17411

**Tableau III. 1:** Consommation de l'école dans une journée

### III.5.4. Etapes de dimensionnement du système étudié

Les étapes de dimensionnement d'une installation photovoltaïque raccordé au réseau sont :

- 1) Evaluation du besoin en électricité ( $B_j$ ) ;
- 2) Calcul de la puissance crête du champ photovoltaïque ( $P_c$ ) ;
- 3) Dimensionnement des panneaux ;
- 4) Dimensionnement de l'onduleur ;
- 5) Dimensionnement des câbles.

## Chapitre III : Dimensionnement et réalisation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau

### III.5.4.1. Evaluation du besoin en électricité

C'est l'étude de la consommation d'énergie requise par des dispositifs, qui sont généralement connus pour chaque appareil en watts ou en calories par jour dans différents périodes (été, Hiver, Vacances). Donc c'est la somme de l'énergie quotidienne moyenne nécessaire pour le processus de dimensionnement, par exemple, TV, lampe, réfrigérateur, et d'autres appareils. [21]

#### - La puissance totale de chaque appareil

$$P_i = P_n \times n_i \quad III. 1$$

$P_i$  : La puissance totale de chaque appareil

$P_n$  : La puissance unitaire de chaque appareil

$n_i$  : Le nombre des appareils

#### - L'énergie journalière consommée d'un équipement

$$E_i = P_i \times \Delta t \quad III. 2$$

Avec :

$E_i$  : L'énergie journalière consommée d'un équipement

$P_i$  : la puissance totale de chaque équipement

$\Delta t$  : la durée d'utilisation de chaque appareil

#### - Puissance des charges totale

$$P_{ch} = \sum_1^n P_i = 2854W \quad III. 3$$

#### - Besoin journalier de l'école par jour

$$B_j = \sum_1^n E_i \quad III. 4$$

Avec :

$B_j$  : Besoin journalier

$E_i$  : L'énergie journalière consommée d'un équipement

Le calcul de besoin journalier

$$B_j = \sum_1^n E_i = 17411Wh$$

## Chapitre III : Dimensionnement et réalisation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau

Besoin journalière $B_j$ (wh /j)	17411
Nombre d'heure équivalent (h)	4
Les pertes	30%
Puissance de panneau photovoltaïque (W)	300

**Tableau III. 2:** Les caractéristiques du système PV

### III.5.4.2. Puissance crête du champ photovoltaïque

$$P_{PV,tot} = \frac{B_j \times (1 + \sum P)}{N_e} \quad III. 5$$

Avec :

$P_{PV,tot}$  : Puissance crête du champ PV

$B_j$  : Besoins journaliers

$P$  : Les pertes

$N_e$  : Nombre d'heure équivalent

Le calcul de la puissance crête du champ PV

$$P_{PV,tot} = \frac{B_j \times (1 + \sum P)}{N_e} = \frac{17391 \times 1.3}{4} = 5658.575 W_c$$

### III.5.4.3. Dimensionnement des panneaux photovoltaïques

Cette étape consiste à calculer le nombre de modules PV nécessaire pour répondre à la demande en puissance.

Le module choisi pour notre étude est un module de type AS-R04-300P d'une puissance optimale de  $P_c = 300 W_c$ .

Puissance Nominale $W_c$	300
Courant de court-circuit (A)	9.37
Tension à vide (V)	39.93
Courant à puissance max (A)	8.92
Tension à puissance max (V)	33.3

**Tableau III. 3:** Fiche technique d'un panneau PV

## Chapitre III : Dimensionnement et réalisation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau

### Nombre de panneaux

$$N_{PV} = Ent \left[ \frac{P_{PV,tot}}{P_{PV,U}} \right] \quad III. 6$$

Avec :

**N<sub>PV</sub>** : Nombre de panneaux de PV.

**P<sub>PV,tot</sub>** : Puissance crête du champ PV [W<sub>c</sub>].

**P<sub>PV,U</sub>** : Puissance d'un panneau PV [W<sub>c</sub>].

Le calcul nombre de panneau à installer

$$N_{PV} = Ent \left[ \frac{P_{PV,tot}}{P_{PV,U}} \right] = \frac{5658.575}{300} = 20 \text{ panneaux}$$

#### III.5.4.4. Dimensionnement de l'onduleur

Le dimensionnement des onduleurs va imposer la façon de câbler les modules entre eux à partir des trois critères suivants :

➤ **La compatibilité en puissance**

Les onduleurs sont également caractérisés par une puissance maximale admissible. Il faut veiller à ce que la puissance du groupe PV ne dépasse pas la puissance maximale admissible en entrée. Étant donné que la puissance délivrée par le groupe PV varie en fonction de la luminosité et de la température, on prendra en compte la puissance crête des modules pour le calcul de dimensionnement. Il faudra alors s'assurer que la somme des puissances crêtes de tous les modules du groupe PV ( $P_{ch}$ ) soit inférieure à la puissance maximale admissible par l'onduleur ( $P_o$ ). Idéalement, la puissance délivrée par le groupe PV doit être sensiblement égale à la puissance maximale admissible de l'onduleur. La détermination de la configuration « champ photovoltaïque/onduleur » permet de proposer pour chaque puissance considérée, une installation qui valorise au mieux sa production énergétique.

➤ **La compatibilité en tension**

Un onduleur est caractérisé par une tension d'entrée maximale admissible  $U_{max}$ . Si la tension délivrée par les modules PV est supérieure à  $U_{max}$ , l'onduleur choisi risque d'être endommagé. Ce dépassement est, par ailleurs, la seule cause d'endommagement définitif de l'onduleur.

## Chapitre III : Dimensionnement et réalisation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau

La valeur de  $U_{max}$  permet de déterminer le nombre maximum de modules en série pour une branche. Cela dépend de la tension délivrée par les modules PV. Dans le calcul d'un dimensionnement, on considère que la tension délivrée par un module est sa tension à vide notée  $U_{oc}$ .

### ➤ La compatibilité en courant

Un onduleur est caractérisé par un courant maximal admissible en entrée. Le courant débité par le groupe PV ne devra pas dépasser la valeur du courant maximal admissible  $I_{max}$  par l'onduleur. Lors du dimensionnement, le courant délivré par la chaîne PV est égale au courant de court-circuit des modules PV, noté  $I_{cc}$  et indiqué sur la fiche technique des modules PV, il détermine le nombre des branche de module en parallèle.

On a choisi un onduleur de la marque Growatt 6000TL3-S, avec la fiche technique qui indique les caractéristiques

Puissance d'entrée cc max (W)	7200
Tension nominal (V)	620
Plage MPPT (V)	140-1000
Tension de démarrage (V)	140
Max. Tension cc (V)	1000
Courant d'entrée max (A)	11/11
Tension nominal AC (V)	230/400 ; 320-478
Nombre de trackers MPP	2
Nombre de chaînes d'entrée par tracker	1

**Tableau III. 4:** Fiche technique de l'onduleur Growatt 6000TL3-S

Puissance crête totale des panneaux

$$P_{c,tot} = P_{pv,u} \times N_{pv} \quad III. 7$$

$P_{c,tot}$  : Puissance crête totale des panneaux

$P_{pv,u}$  : Puissance crête d'un panneau

$N_{pv}$  : Nombre des panneaux

## Chapitre III : Dimensionnement et réalisation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau

Calcul de puissance crête totale des panneaux

$$P_{c,tot} = P_{pv,u} \cdot N_{pv} = 300 \times 20 = 6000 W_c$$

### ➤ Compatibilité en puissance

$$P_{ond,min} = P_{c,tot} \times 0.9 = 6000 \times 0.9 = 5400 W \quad III. 8$$

$$P_{ond,max} = P_{c,tot} \times 0.95 = 6000 \times 0.95 = 5700 W \quad III. 9$$

Avec :

**P<sub>ond</sub>** : Puissance de l'onduleur

**P<sub>c,tot</sub>** : Puissance crête total des panneaux

**P<sub>ond,min</sub>** : Puissance de l'onduleur minimale

**P<sub>ond,max</sub>** : Puissance de l'onduleur maximale

### ➤ Compatibilité en tension

$$N_{pvs,min} = Ent \left[ \frac{U_{MPP,min,ond}}{U_{MPP,pv} \times 0.85} \right] = \frac{140}{33.3 \times 0.85} = 4 \quad III. 10$$

$$N_{pvs,max} = Ent \left[ \frac{U_{MPP,max,ond}}{U_{MPP,pv} \times 1.25} \right] = \frac{1000}{33.3 \times 1.25} = 24 \quad III. 11$$

Avec :

**N<sub>pvs,min</sub>** : nombre de panneau en série minimal

**N<sub>pvs,max</sub>** : nombre de panneau en série maximal

**U<sub>MPP,min,ond</sub>** : Tension minimale de l'onduleur

**U<sub>MPP,max,ond</sub>** : Tension maximale de l'onduleur

**U<sub>MPP,pv</sub>** : Tension a puissance maximale du panneau

L'onduleur peut supporter jusqu'à 24 panneau tant que on a 2 MPPT alors chaque un peut supporter 12 panneau

### ➤ Compatibilité en courant

$$N_{pv,p} = \frac{I_{max,ond}}{I_{MPP,pv} \times 1.25} = \frac{11}{8.92 \times 1.25} = 1 \quad III. 12$$

Avec :

## Chapitre III : Dimensionnement et réalisation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau

$N_{pv,p}$  : Nombre de panneaux en parallèle

$I_{max,ond}$  : Le courant nominal de l'onduleur

$I_{MPP,pv}$  : Le courant a puissance maximal d'un panneau

### Vérification de la compatibilité

On calcule la puissance, courant et la tension pour vérifier les compatibilités de ces derniers avec celle de l'onduleur

### Vérification la compatibilité en puissance

$$P_{calculé} = N_{pv,s} \times N_{pv,p} \times P_{pv,c} = 12 \times 1 \times 300 = 3600 \text{ W} \quad III. 13$$

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

$$3600 < 7500 \text{ W}$$

Donc la compatibilité est vérifiée

### Vérification la compatibilité en Tension

$$V_{max} = N_{pv,s} \times U_{co} = 12 \times 39.93 = 479.16 \text{ V} \quad III. 14$$

$$V_{max} < V_{nominal}$$

$$479.16 < 620 \text{ V}$$

Donc les modules en série sont compatibles avec la tension

### Vérification la compatibilité en courant

$$I_{calculé} = I_{MPP} \times N_{pv,p} = 11 \times 1 = 11 \text{ A} \quad III. 15$$

$$I_{calculé} \text{ égale à } I_{max} \text{ de l'onduleur}$$

$$11\text{A} (I_{calculé}) = 11\text{A} (\text{Courant d'entrée max})$$

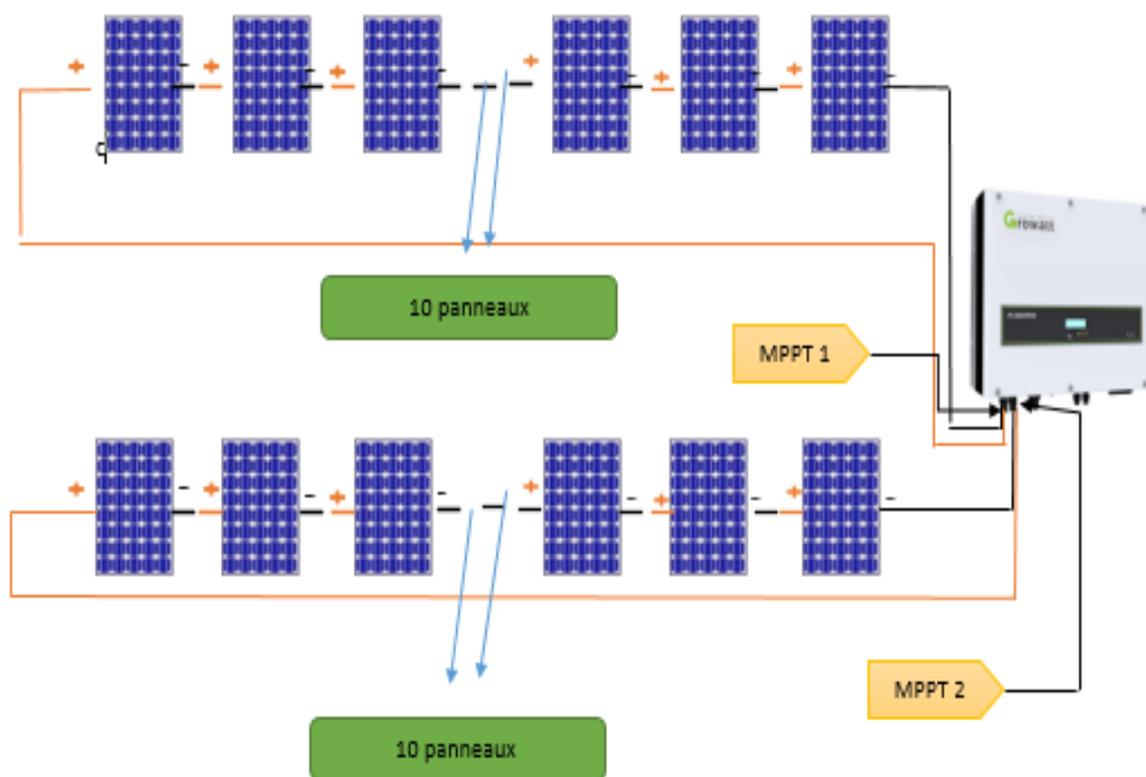
Dans ce cas la compatibilité en courant est vérifiée

L'onduleur Growatt 6000TL3-S est largement suffisant pour notre installation car on a 20 panneaux et l'onduleur peut supporter jusqu'à 24 panneaux.

### ➤ Raccordement

Dans notre installation on a 20 panneaux et l'onduleur à 2 MPPT alors on va raccorder 10 panneaux en série dans chaque MPPT.

## Chapitre III : Dimensionnement et réalisation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau



**Figure III. 3:** Schéma de branchement de l'installation

### III.5.4.5. Dimensionnement section des câbles

Section des câbles c'est la surface en  $\text{mm}^2$  de la coupe transversale de la partie conductrice (l'âme) d'un fil électrique.

Dans ce qui suit, on calcule la section des câbles pour les différentes côté DC et AC

Avec :

$\rho$  : Résistivité du matériau conducteur en service normal

$L$  : Longueur de la canalisation (m)

$S$  : Section des conducteurs ( $\text{mm}^2$ )

$\varepsilon$  : Chute de tension

$B$  : Coefficient qui vaut 1 en triphasé et 2 en monophasé

$\cos \varphi$  : Facteur de puissance

$I_B$  : Courant maximal d'emploi

## Chapitre III : Dimensionnement et réalisation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau

### *III.5.4.5.1. Section des câbles cotés DC*

- **Section des câbles entre panneau et la boîte de raccordement (L=9m)**

$$I = 1.25 \times I_{cc} \quad \text{III. 16}$$

$$I = 1.25 \times 9.37 = 11.71 \text{ A}$$

$$S = \frac{\rho \times L \times I}{\varepsilon \times U_{pm}} \quad \text{III. 17}$$

$$S = \frac{0.01851 \times 9 \times 11.71}{0.02 \times 33.3} = 2.9 \text{ mm}^2$$

Donc la section de câble commercialisé qu'on utilise est :  $S_c = 4 \text{ mm}^2$

- **Section des câbles entre la boîte de raccordement et le coté DC (L=25 m)**

$$I = I_{MPP} \times N_{pv-pa} \quad \text{III. 18}$$

$$I = 8.92 \times 1 = 8.92 \text{ A}$$

$$S = \frac{\rho \times L \times I}{\varepsilon \times V} \quad \text{III. 19}$$

$$S = \frac{0.01851 \times 25 \times 8.92}{0.02 \times 33.3} = 6.19 \text{ mm}^2$$

Donc la section de câble commercialisé qu'on utilise est :  $S_c = 10 \text{ mm}^2$

- **Section des câbles entre le coté DC et l'onduleur (L= 12m)**

$$I = I_{MPP} \times N_{pv} \quad \text{III. 20}$$

$$I = 8.92 \times 1 = 8.92 \text{ A}$$

$$S = \frac{\rho \times L \times I}{\varepsilon \times V} \quad \text{III. 21}$$

$$S = \frac{0.01851 \times 12 \times 8.92}{0.02 \times 33.3} = 2.97 \text{ mm}^2$$

Donc la section de câble commercialisé qu'on utilise est :  $S_c = 4 \text{ mm}^2$

### *III.5.4.5.2. Section des câbles cotés AC*

- **Calcul du courant et de la section coté AC (L=9m)**

$$I_B = \frac{P_{ch}}{3 \times V} \quad \text{III. 22}$$

## Chapitre III : Dimensionnement et réalisation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau

$$I_B = \frac{2854}{3 \times 380} = 2.50 \text{ A}$$

$$S = b \times \rho \times I_B \times \frac{L}{\varepsilon \times V} \times \cos \varphi \quad \text{III. 23}$$

$$S = 1 \times 0.01851 \times 2.5 \times \frac{900}{0.02 \times 380} \times 0.8 = 4.38 \text{ mm}^2$$

Donc la section de câble commercialisé qu'on utilise est :  $S_c = 6 \text{ mm}^2$

### III.6. Partie II : Réalisation du projet

Dans cette partie, nous présenterons les différentes étapes qu'on a suivies pour réaliser notre projet qui est composé d'une installation photovoltaïque raccordé au réseau pour l'alimentation d'une école primaire CHAHID AOUDIA ABDELKADER TAKHLICHT dans la commune de Fenaia, willaya du Bejaia. L'installation comporte vingt panneaux photovoltaïques, un onduleur de 6000W et une armoire de brassage, cette dernière se décompose en 3 partie (coté DC, coté AC et coté commande). En cas de faible ensoleillement, l'installation ne satisfait pas le besoin énergétique du client, donc le manque d'énergie électrique, va être couvert par sonelgaz.

#### III.6.1. Equipements utilisés dans l'installation

##### III.6.1.1. Installation du générateur photovoltaïque

➤ **Caractéristiques techniques**

<b>Puissance maximal (Pmax +5w)</b>	<b>300 W</b>
<b>Courant court-circuit (Icc)</b>	9,37 A
<b>Tension circuit ouvert (Vco)</b>	39,93 V
<b>Courant max (I<sub>mp</sub>)</b>	8,92 A
<b>Tension max (V<sub>mp</sub>)</b>	33,30 V
<b>Condition STC</b>	1000W/m <sup>2</sup> ; 25 C°
<b>Maximum BYPASS Diode</b>	15 A

**Tableau III. 5** : Fiche technique de panneau photovoltaïque

Les modules qu'on a utilisés sont des panneaux de type AS R04-300PERC, 60 cellules au polycristalline. Dimensions (L×l×E) : 1675mm×996mm×40mm, structure double verre, cadre aluminium anodisé, plage de fonctionnement du module -45C° +85C°, boîte de connexion étanche.

## Chapitre III : Dimensionnement et réalisation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau



*Figure III. 4:* Panneau photovoltaïque

### ➤ **Structure support**

La figure présente la structure porteuse des panneaux photovoltaïques, la matière utilisée dans la structure est le galvanisé et vis d'acier pour la stabilité de la structure. L'orientation de cette dernière est en plein sud  $180^\circ$  et l'inclinaison de  $30^\circ$ .



**Figure III. 5:** Réalisation de la structure

## Chapitre III : Dimensionnement et réalisation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau

### ➤ Raccordement

Le raccordement des panneaux s'est fait en deux chaînes de dix modules en série.



**Figure III. 6:** Raccordement des panneaux en série



**Figure III. 7:** L'installation des panneaux

## **Chapitre III : Dimensionnement et réalisation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau**

### **➤ La boîte de jonction**



**Figure III. 8:** Les boîtes de jonction

### **III.6.1.2. Câblage électrique**

L'ensemble des interconnexions comprend les éléments suivants :

- Interconnexions modules
- Interconnexions régulateur
- Interconnexions de l'armoire électrique



**Figure III. 9:** Cheminement de câble

## Chapitre III : Dimensionnement et réalisation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau

### III .6.1.3. Onduleur

On a choisi d'utiliser un onduleur de la marque Growatt, de puissance 6000W d'une puissance cc max 7200W, avec deux trackers.



Figure III. 10: Onduleur Growatt 6000W

Figure III. 11: Plaque signalétique onduleur



Figure III. 12: Branchement de l'onduleur

## Chapitre III : Dimensionnement et réalisation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau

### III.6.1.4. Les éléments de protection

#### ➤ Armoire électrique

C'est un boîtier robuste utilisé pour protéger les composantes électriques ou électroniques et les appareillages de commutation. On a utilisé une armoire de moyenne taille de 1150×750×280 mm qui va contenir les composantes de protection électrique.

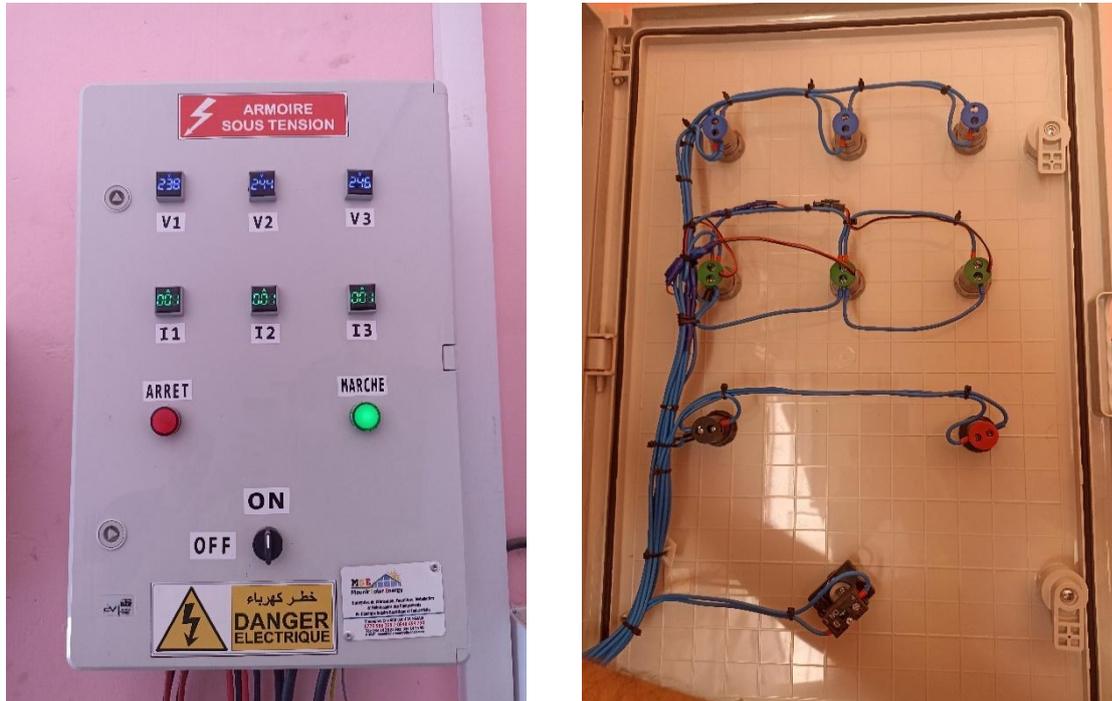


Figure III. 13: Armoire électrique

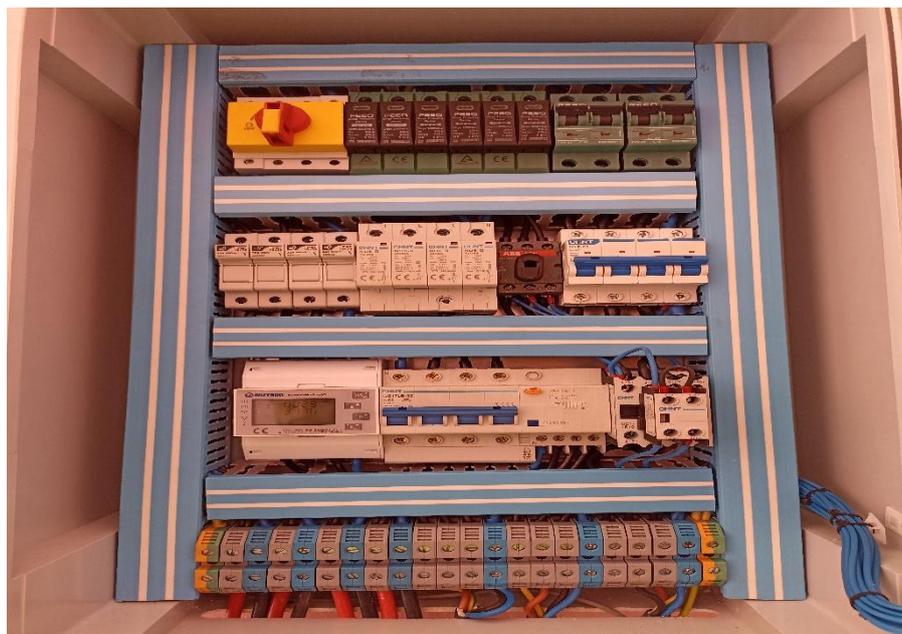


Figure III. 14: Les composants de protection

## Chapitre III : Dimensionnement et réalisation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau

### ➤ **Partie DC**

C'est elle qui protège le coté DC de l'installation



**Figure III. 15:** Eléments de protections partie DC

### - **Sectionneur**

Un sectionneur est une fonction qui permet de séparer des circuits mais ne permet pas de le commuter et de le protéger. Le sectionneur est nécessaire dans le cas où nous aurions besoin d'isoler les panneaux solaires photovoltaïques pour l'entretien.



**Figure III. 16:** Sectionneur

## Chapitre III : Dimensionnement et réalisation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau

### - Parafoudre

Le rôle d'un parafoudre n'est pas seulement de protéger contre les surtensions atmosphériques générées par la foudre. En effet, il prévient de tous les écarts de tension, qui peuvent être aussi causés par autre chose que la foudre, comme un défaut électrique, ou un court-circuit. [22]



Figure III. 17: Parafoudre

### - Disjoncteur

C'est un appareil qui permet de couper l'électricité en cas de court-circuit ou de surintensité. Fonctionne de la même manière qu'un interrupteur, mais il se déclenche automatiquement.



Figure III. 18: Disjoncteur

## Chapitre III : Dimensionnement et réalisation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau

### ➤ Partie AC

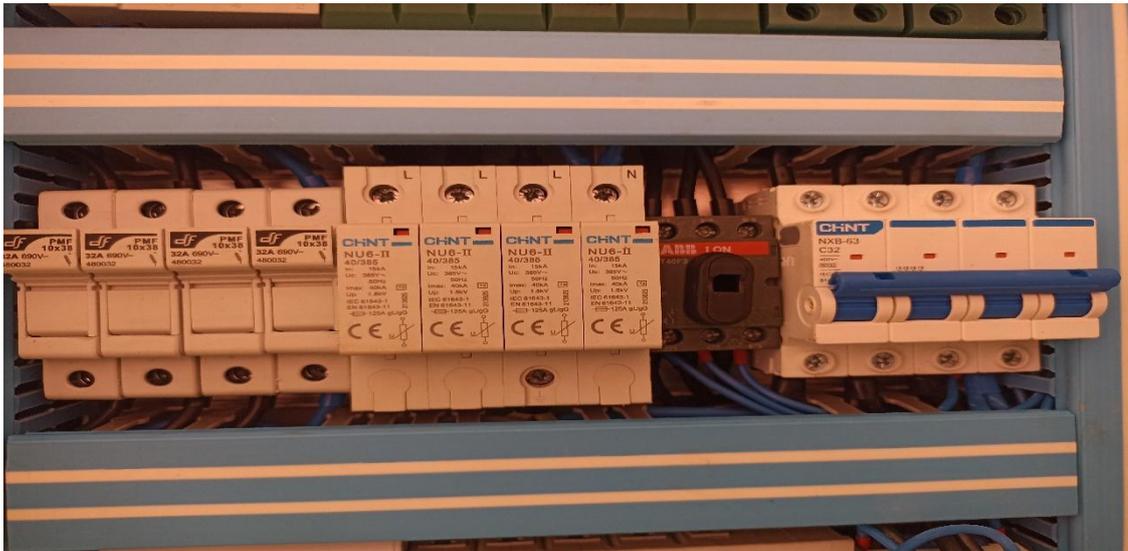


Figure III. 19: Eléments de protection partie AC

#### - Porte fusible

C'est un appareil qui protège les modules photovoltaïques contre les courants de court-circuit, en même temps, des interventions peuvent être effectuées au point de rupture sur les modules connectés.



Figure III. 20: Porte fusible

## Chapitre III : Dimensionnement et réalisation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau

### - Parafoudre triphasé

C'est un dispositif de protection contre les surtensions qui protège les systèmes électriques.



Figure III. 21: Parafoudre

### - Interrupteur-sectionneur

Un interrupteur-sectionneur est un appareil de protection joue le rôle de disjoncteur pour couper l'alimentation électrique de votre logement en urgence. Elle a une double fonction (celle d'un interrupteur et d'un sectionneur). [23]



Figure III. 22: Interrupteur-sectionneur

## Chapitre III : Dimensionnement et réalisation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau

### - Disjoncteur

Un disjoncteur est un interrupteur électrique à commande automatique conçu pour laisser circuler le courant électrique et protéger un circuit électrique contre les dommages causés par un courant excessif provenant d'une surcharge, d'un court-circuit.



Figure III. 23: Disjoncteur

### ➤ Partie commande

### - Smart meter

Un smart meter, ou compteur intelligent en français, est un compteur énergétique capable de suivre en détail, et souvent en temps réel, la consommation électrique d'un bâtiment, d'une entreprise ou d'un foyer. Ce compteur intelligent est en outre communicant et transmet par différents canaux (courant porteur, internet, téléphone) les informations recueillies.

**EASTRON**



Figure III. 24: Smart meter

## Chapitre III : Dimensionnement et réalisation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau

### - Disjoncteur différentiel

Un disjoncteur différentiel a pour rôle principal d'assurer la sécurité des occupants d'un logement vis-à-vis de l'électricité. Il agit aussi comme protecteur des appareils électriques de la maison contre les surcharges électriques ou les courts-circuits.

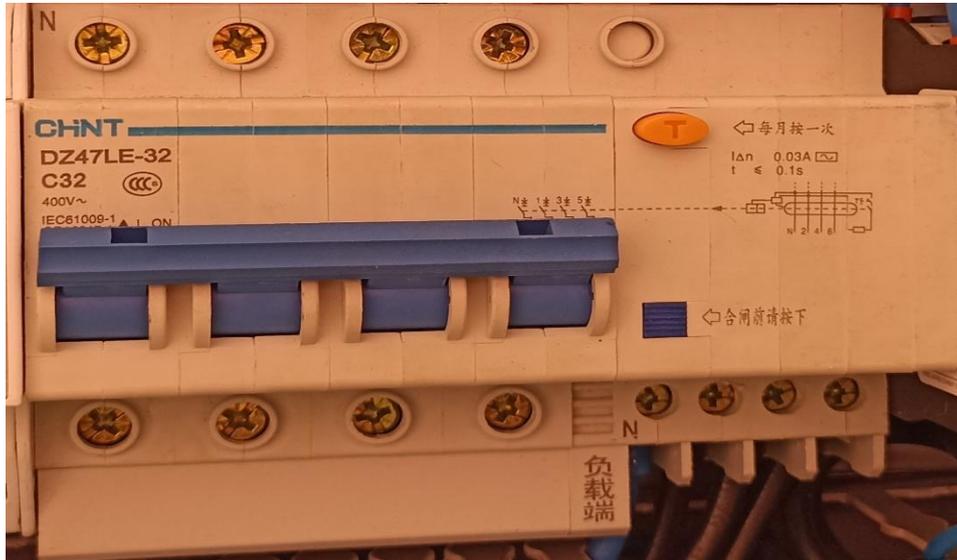


Figure III. 25: Disjoncteur différentiel

### - Contacteur

Un contacteur est un appareil électrotechnique destiné à établir ou interrompre le passage du courant, à partir d'une commande à distance.

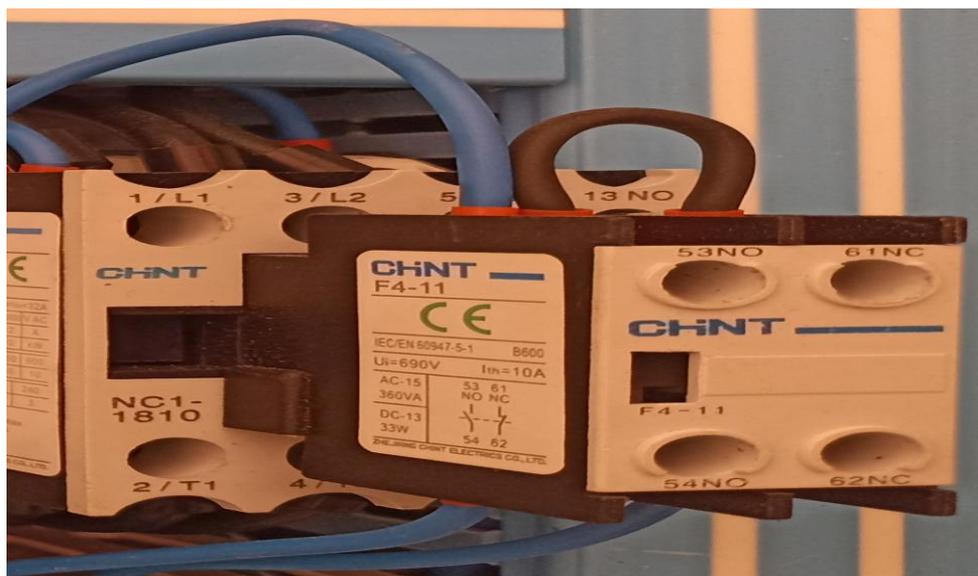


Figure III. 26: Contacteur

## Chapitre III : Dimensionnement et réalisation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau

### III.5.2. Schéma global de notre installation

La figure (III.29) représente le schéma global du système étudié

En présence d'un rayonnement lumineux, le générateur PV produit un courant électrique continu, les modules sont connectés en série de façon à obtenir des caractéristiques électriques (tension et courant) compatibles avec l'onduleur qui procède à la conversion de l'électricité de DC en AC, ensuite l'électricité passe vers le smart meter qui a pour rôle le comptage de la consommation électrique et en cas de non satisfaction de la consommation du client le smart meter donne l'ordre au réseau sonelgaz pour compenser le manque de l'énergie électrique.

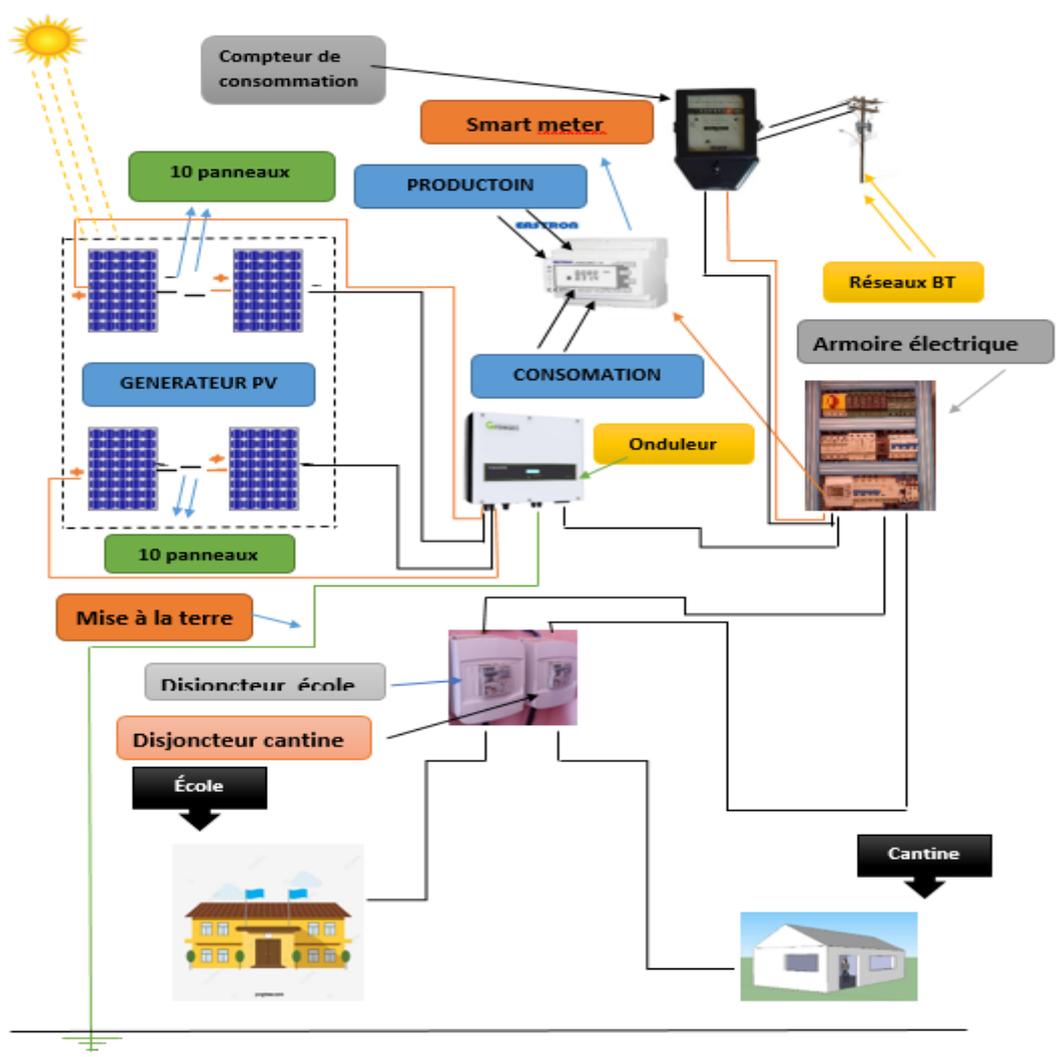


Figure III. 27: Schéma global du système PV étudié

## **Chapitre III : Dimensionnement et réalisation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau**

### **III.7. Partie III : Devis estimatif de l'installation**

Chaque étude technique est accompagnée de devis estimatif et quantitatif, comprenant le prix unitaire et total par équipement, permettant d'obtenir une estimation financière de l'installation.

#### **III.7.1. Devis estimatif total des panneaux**

Types de panneaux	Nombre de panneaux	Prix unitaire (DA)	Prix totale (DA)
AS R04-300PERC	20	35000	700 000

*Tableau III. 6:* Devis estimatif des panneaux

#### **III.7.2. Devis estimatif total des câbles électriques**

Câble électrique	Longueur	Prix unitaire (DA)	Prix total (DA)
Câble 4 mm <sup>2</sup>	21m	150	3150
Câble 6 mm <sup>2</sup>	9m	250	2250
Câble 10 mm <sup>2</sup>	25m	400	10000

*Tableau III. 7:* Devis estimatif total des câbles

#### **III.7.3. Devis estimatif total de l'onduleur**

Onduleur	Nombre d'onduleur	Prix unitaire (DA)	Prix total (DA)
6000VA	1	500000	500000

*Tableau III. 8 :* Devis estimatif de l'onduleur

## Chapitre III : Dimensionnement et réalisation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau

### III.7.4. Devis estimatif de l'armoire électrique

Armoire électrique	nombre	Prix unitaire (DA)	Prix total (DA)
Sectionneurs	1	2500	2500
Disjoncteur différentiel triphasé	1	4850	4850
Porte fusible	6	2000	12000
Parafoudre	4	2200	8800
Parafoudre triphasé	1	2600	2600
Contacteur	1	3000	3000
Smart metre	1	5400	5400
Disjoncteur triphasé	1	975	975
Disjoncteur monophasé	4	680	2720
Interrupteur –sectionneur	1	600	600
		<b>TOTAL</b>	43445

*Tableau III. 9:* Devis estimatif de l'armoire électrique

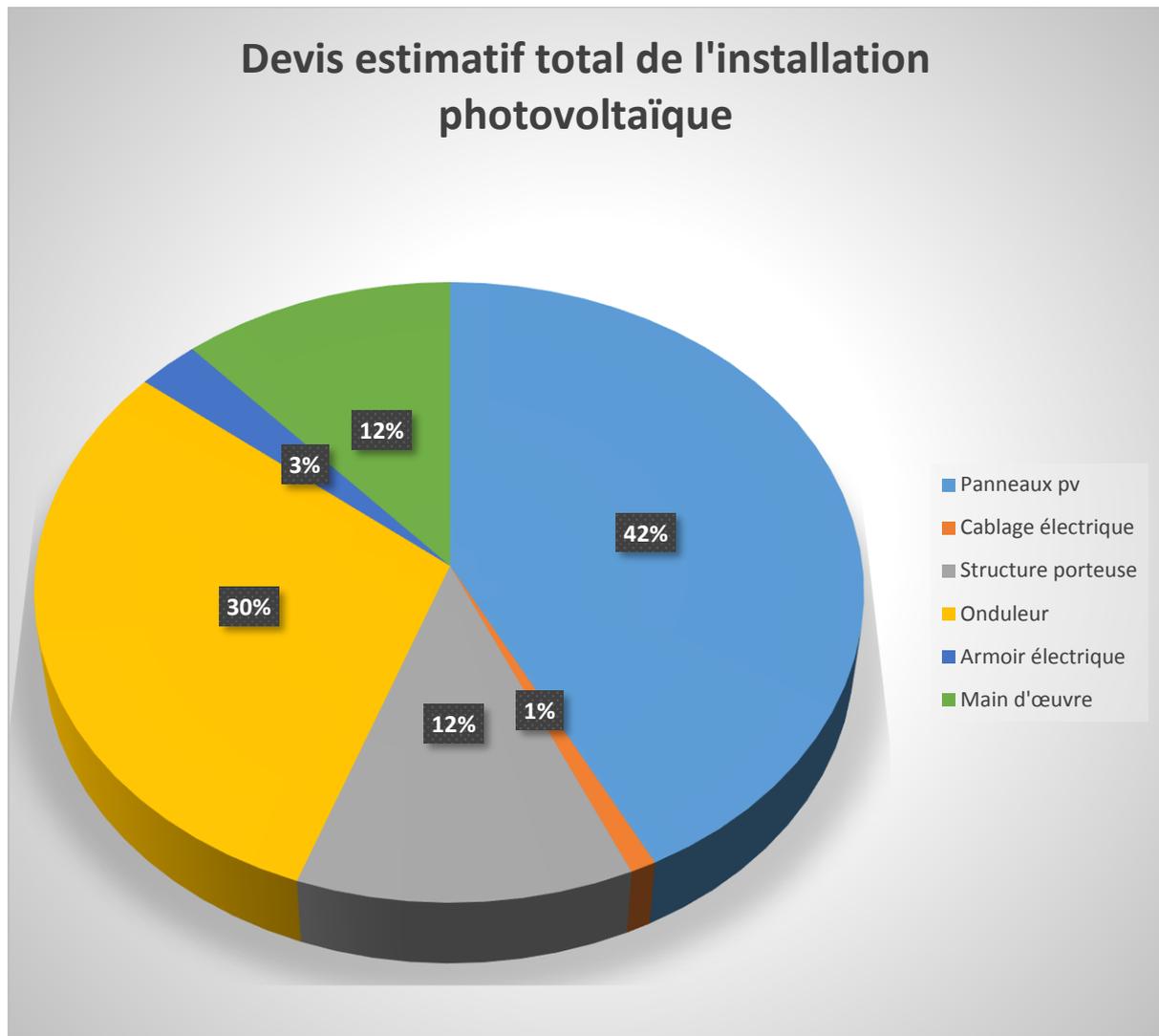
### III.7.5. Divis estimatif total de l'installation photovoltaïque

Désignation des travaux	Prix (DA)
Panneau photovoltaïque 300w	700000
Onduleur 6kw MPPT intégré	500000
Structure porteuse panneaux galvanisé	200000
câblage électrique	15400
armoire de commande avec signalisation	43445
Main d'œuvre	190000
<b>TOTAL</b>	
	1648845

*Tableau III. 10:* Devis estimatif total de l'installation photovoltaïque

## Chapitre III : Dimensionnement et réalisation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau

### III.7.6. Devis estimatif total de l'installation photovoltaïque en pourcentage



**Figure III. 28:** Prix des éléments de l'installation photovoltaïque en pourcentage

D'après le graphe on constate que les panneaux solaires et l'onduleur sont les éléments les plus coûteux dans notre installation, représentant 42% et 30% respectivement du coût de l'installation.

### **Conclusion**

Ce chapitre est consacré au dimensionnement et la réalisation du système photovoltaïque raccordé au réseau étudié. Nous avons dimensionné le nombre de panneaux photovoltaïques, le type d'onduleur et la section des câbles, ainsi nous avons définis les différents éléments nécessaires pour la protection de l'installation. Finalement nous avons déterminé le coût de cette installation.

# **Conclusion générale**

## **Conclusion générale**

### **Conclusion générale**

Le travail présenté dans ce manuscrit concerne l'étude, le dimensionnement et la réalisation d'un système photovoltaïque raccordé au réseau.

Nous avons commencé dans le premier chapitre par la présentation de l'entreprise Mounir Solar energy a fin de décrire les valeurs de l'entreprise est ces innovations technologiques est organisationnelle est ces moyens humain affectés au chantier et les moyens matériels affectées à la présentation des travaux.

Ensuite dans le deuxième chapitre nous avons passé à la description d'un système photovoltaïque raccordé au réseau en citant les différents éléments constituant se système ou on a décrit l'énergie solaire photovoltaïque, le principe de fonctionnement des cellules ainsi les différents systèmes PV.

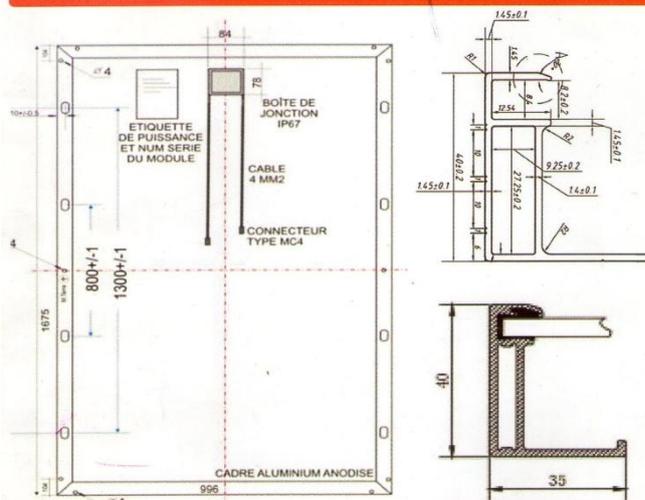
Le dernier chapitre, nous l'avons consacré au dimensionnement et la réalisation d'un projet photovoltaïque raccordé au réseau pour alimenter l'école primaire CHAHID AOUDIA ABDELKADER TAKHLICHT ainsi que le devis estimatif de l'installation.

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.

# ANNEXE

## Fiche technique du panneau photovoltaïque

### DIMENSIONS DU MODULE AS-R04



### PERFORMANCE MODULE: COURBE I-V



### CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES

	AS R04-250P	AS R04-260P	AS R04-270P	AS R04-280M	AS R04-300PERC
Puissance Nominale (+/- 5w) Wc	250	260	270	280	300
Courant de court-circuit Isc (A)	8.68	8.81	9.5	8.99	9.37
Tension à vide Voc (V)	37.91	38.27	38.37	38.61	39.93
Courant à P <sub>MPP</sub> I <sub>pm</sub> (A)	8.24	8.42	8.46	8.63	8.92
Tension à P <sub>MPP</sub> V <sub>pm</sub> (V)	30.78	31.58	32.01	32.28	33.3

### SPÉCIFICATIONS MÉCANIQUES

Dimensions (L x l x E)	Non cadré : 1666 mm x 990 mm x 7 mm Cadré : 1675 mm x 996 mm x 40 mm
Poids	25 Kg (non cadré) 26 Kg (avec renforts) 28 Kg (cadré)
Verre avant	3,2 mm trempé extra blanc (EN12150) avec 2 couches antireflets (taux de transmission 97%)
Verre arrière	2.8 mm trempé extra blanc (EN 12150)
Cellules PV	6 x 10 cellules solaires (156.75x156.75) poly/mono/ PERC
Boîte de jonction et Connecteurs	Boîte de jonctions : PV-XT1206 IP 67 3-diodes Bypass 15A Connecteurs : MC4, IP 67
Câbles	4 mm <sup>2</sup> câble solaire, (+) 1000mm, (-) 1000mm

### NOCT

Température nominale de la cellule	45°
Coefficient de température de ISC [α]	0.04
Coefficient de température de VOC [β]	-0.31
Coefficient de température de PMPP [γ]	-0.4

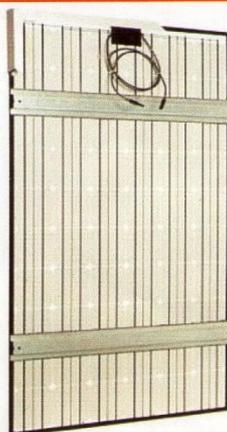
### PROPRIÉTÉ POUR CONCEPTION D'UN SYSTÈME

Tension Max du système [V]	1000/1500
Courant de retour Max [A]	15
Classe de sécurité	II
Résistance au feu	C2
Plage de fonctionnement du module	-45°c +85°c
Charges de Vent	2400P
Charges de Neige	5400P

### MODULE CADRÉ



### NON CADRÉ AVEC RENFORTS



### MODULES NON CADRÉ



Tél : +213 33 29 32 93  
Fax : +213 33 29 32 32

web : [www.aures-solaire.com](http://www.aures-solaire.com)  
e-mail : [infos@aires-solaire.com](mailto:infos@aires-solaire.com)

AURES SOLAIRE  
Zone d'activité Ain Yagout, Batna-ALGERIE

# ANNEXE

## Fiche technique de l'onduleur

Datasheet	3000TL3-S	4000TL3-S	5000TL3-S	6000TL3-S
<b>Input Data</b>				
Max. recommended PV power (for module STC)	3600W	4800W	6000W	7200W
Max. DC voltage	1000V	1000V	1000V	1000V
Start Voltage	140V	140V	140V	140V
MPP1 voltage range	140V-1000V	140V-1000V	140V-1000V	140V-1000V
Nominal voltage	620V	620V	620V	620V
Max. input current	11A/11A	11A/11A	11A/11A	11A/11A
Number of independent MPP trackers/stings per MPP tracker	2/1	2/1	2/1	2/1
<b>Output (AC)</b>				
Rated AC output power	3000W	4000W	5000W	6000W
Max. AC apparent power	3000VA	4000VA	5000VA	6000VA
Max. output current	5.1A	6.8A	8.5A	10.2A
AC nominal voltage	230V/400V ; 320-478V	230V/400V ; 320-478V	230V/400V ; 320-478V	230V/400V ; 320-478V
AC grid frequency	50Hz/60Hz ± 5Hz	50Hz/60Hz ± 5Hz	50Hz/60Hz ± 5Hz	50Hz/60Hz ± 5Hz
Power factor	0.8leading - 0.8lagging	0.8leading - 0.8lagging	0.8leading - 0.8lagging	0.8leading - 0.8lagging
THDI	<3%	<3%	<3%	<3%
AC grid connection type	3W+N+PE	3W+N+PE	3W+N+PE	3W+N+PE
<b>Efficiency</b>				
Max. efficiency	97.5%	97.8%	98.0%	98.0%
Euro-eta	96.5%	96.7%	96.9%	97.1%
MPPT efficiency	99.5%	99.5%	99.5%	99.5%
<b>Protection Devices</b>				
DC reverse polarity protection	yes	yes	yes	yes
DC switch	yes	yes	yes	yes
Output over current protection	yes	yes	yes	yes
Output AC overvoltage Protection - Varistor	yes	yes	yes	yes
Ground fault monitoring	yes	yes	yes	yes
Grid monitoring	yes	yes	yes	yes
Integrated all-pole sensitive leakage current monitoring unit	yes	yes	yes	yes
<b>General Data</b>				
Dimensions (W / H / D) in mm	480/448/200	480/448/200	480/448/200	480/448/200
Weight	21.2kg	21.2kg	21.2kg	21.2kg
Operating temperature range	-25 °C ... +60 °C			
Noise emission (typical)	< 35 dB(A)	< 35 dB(A)	< 35 dB(A)	< 35 dB(A)
Altitude	3000m	3000m	3000m	3000m
Self-consumption night	< 0.5W	< 0.5W	< 0.5W	< 0.5W
Topology	Transformerless	Transformerless	Transformerless	Transformerless
Cooling concept	Natural	Natural	Natural	Natural
Environmental Protection Rating	IP65	IP65	IP65	IP65
Relative humidity	0-100%	0-100%	0-100%	0-100%
<b>Features</b>				
DC connection	H4/MC4(opt)	H4/MC4(opt)	H4/MC4(opt)	H4/MC4(opt)
AC connection	Connector	Connector	Connector	Connector
Display	LCD	LCD	LCD	LCD
Interfaces:RS232/RS485/RF/Ethernet/Wi-Fi	yes/yes/opt/opt/opt	yes/yes/opt/opt/opt	yes/yes/opt/opt/opt	yes/yes/opt/opt/opt
Warranty:5 years/10 years	yes/opt	yes/opt	yes/opt	yes/opt
CE, IEC 62109-1/2, VDE 0126-1-1, Greece, UTE C 15-712, VDE-AR-N4105, G98, EN50438, CEI 0-21, AS4777, IEC 61727, IEC 62116, CQC				

## **Références bibliographiques**

- [1] Ibrahim TAHRAOUI, Amine Halil « Dimensionnement et étude d'une installation photovoltaïque pour une habitation domestique » Diplôme de master faculté de technologie, Université ABOU BEKR BELKAID de Tlemcen, 2017.
- [2] BELABED Rafik, « Etude et dimensionnement d'une installation photovoltaïque » Diplôme de master en génie mécanique option énergétique, université MOULOUD MAMMERI de TIZI-OUZZOU, 2017.
- [3] Google Maps.
- [4] Anne LABOURET, Michel VILLOZ, « Installation photovoltaïque conception et dimensionnement d'installation raccordées au réseau » 5<sup>e</sup> édition, Dumond, Paris 2012.
- [5] Belkhir Yanis, Babahamed Khadidja. «Etude et faisabilité d'une installation photovoltaïque pour une mosquée». Diplôme Master en energies renouvelables en électrotechnique pour université Abderrahmane-Mira de Bejaia, 2020.
- [6] XUAN-LINH DANG, «Contribution à l'étude des systèmes photovoltaïques (PV)/Stockage distribués. Impact de leur intégration à un réseau fragile». Thèse de Doctorat d'école Normale Supérieure De Cachan, 2014.
- [7] Boudehouche Mouhamed Djallal et Oouennoughi Mokhtar. « Gestion d'un système photovoltaïque avec stockage », Mémoire Master en électrotechnique, Université Abderrahmane-Mira de Bejaia, 2016.
- [8] Karima AMMARA, « Contribution à l'étude de conception d'une centrale photovoltaïque de puissance (1MW) interconnecter au réseau de distribution électrique moyenne tension » Mémoire de Magister en électronique pour université MOULOUD MAMMERI TIZI-OUZZOU, 2015.
- [9] Hichem DAHMANI, Mohamed BOUZAIA, « Etude et dimensionnement d'un système photovoltaïque dédiée à une habitation » Diplôme de master en sciences et technologie pour université MOULOUD MAMMERI TIZI-OUZZOU.
- [10] Abdelfettah BERRGUI, Amjed ABSA, « Etude technicoéconomique d'une installation photovoltaïque pour application dans la région de ouargla » Diplôme de master en électrotechnique industrielle pour université KASDI MERBAH OUARGLA, 2020.
- [11] A. LABOURET, P.CUMUNEL, J-P. BRAUN, B. FERAGGI, « Cellules solaires les bases de l'énergie photovoltaïque » 3<sup>e</sup> édition Paris, 2001.

## Références bibliographiques

- [12] Samia TAGUELMIMT, Noureddine KLIOUA, « Audit énergétique et dimensionnement en énergie solaire photovoltaïque de l'Algérie presse service » Diplôme de master en électrotechnique pour université A. Mira Bejaia, 2016.
- [13] <https://www.ecosources.org/types-de-cellules-photovoltaïques> : Portail des énergies renouvelables et de l'écoconstruction.
- [14] Nassim OUCHENE, Farid IDIR, « Etude et réalisation d'un système photovoltaïque avec stockage » Diplôme de master en énergies renouvelables en électrotechnique pour université A. Mira Bejaia, 2019.
- [15] Valérie LEGER, Alain JAMEAU, « Conversion d'énergie Electrotechnique Electronique de puissance » Parsi : Elipses 2004.
- [16] Karim AMROUCHE, Nasr-eddine BENHACINE, « Etude et dimensionnement d'un système de pompage et multi-sources » Diplôme de master en énergies renouvelables en électrotechnique pour université A. Mira Bejaia, 2018.
- [17] Alain RICAUD, « Modules et systèmes photovoltaïques » Septembre 2008.
- [18] Tounsia BENKHEMMOU, « Etude et dimensionnement d'une installation photovoltaïque intégrée au bâtiment : cas d'un laboratoire au CDER » Diplôme de master en réseau électrique pour université MOULOUD MAMMERI TIZI-OUZOU, 2014.
- [19] Clarence SEMASSOU, « Aide à la décision pour le choix de sites et systèmes énergétiques adaptés aux besoins du Benin » Thèse doctorat en mécanique, université Bordeaux 1 école doctoral : sciences physiques pour l'ingénieur (SPI), 2011.
- [20] AYACHE IDIR, « Etude et contrôle d'un système photovoltaïque en fonctionnement autonome », Master en Electromécanique, Université Abderrahmane-Mira de Bejaia, 2020.
- [21] Ghedeir Brahim Dhif et Sayah Lembarek Mouadh, « Gestion d'énergie d'un système photovoltaïque », Master professionnel en Electronique, Université Kasdi Merbah Ouargla, 2018.
- [22] Tayeb ACHERCHOUR, Haroune SABIB, « Etude et réalisation d'une installation photovoltaïque reliée au réseau » Diplôme de master en énergies renouvelables pour université de Bejaia, 2021.

## **Références bibliographiques**

[23] Kahina BOURAD, « Dimensionnement d'un système photovoltaïque avec stockage »  
Diplôme de master en énergies renouvelables en électrotechnique, 2021.