



# Mémoire de fin d'études

PRESENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION  
DU DIPLOME DE : Master

Filière : Physique  
Option : Physique Énergétique et Énergies renouvelables

THÈME :

*Étude et dimensionnement d'une station de recharge solaire pour  
fauteuil roulant électrique.*

Préparé par : AYED HANIA

Soutenu le : 23/06/2024

Devant le jury :

|              |                   |     |                   |
|--------------|-------------------|-----|-------------------|
| Président :  | Kahoul Abdelhalim | Pr  | Université de BBA |
| Rapporteur : | Daoudi Salim      | Pr  | Université de BBA |
| Examineur :  | Imekhlaf Anis     | MCB | Université de BBA |
| Examineur :  | Khalfallah Farid  | MCA | Université de BBA |

Année Universitaire 2023-2024

## Remerciement

Au terme de ce travail, je tiens à remercier Dieu le tout-puissant de  
Me avoir donné le courage, la volonté et la patience pour achever ce

Travail. J'ai l'honneur et le plaisir de présenter notre sincère

Remerciement à notre professeur

Pr. SALIM DAOUDI pour l'encadrement et l'encouragement

Physique et moral, merci aussi pour me donner tout ce dont j'ai

Besoin dans cette période.

Mes remerciements aux respectables membres du jury pour l'honneur

Qu'ils nous font de juger notre travail

Encouragé et soutenu pendant les deux années de nos études.

Mes remerciements les plus sincères et les plus profonds sont adressés à

Tous ceux qui ont contribué et aidé de près ou de loin qui me aider pour l'étude

de la mémoire

Remerciements aussi ma famille pour tous ce qu'ils font pour moi.

Souhaite enfin que ce projet soit au niveau de vos attentes et qu'il

permette

D'enrichir un tant soit peu la bibliothèque de notre Université.

## Dédicace

Je dédie ce modeste travail  
À ma chère mère HAYETE MESSIKH,  
Elle qui a consacré sa vie à l'éducation de ses enfants  
Elle qui m'a élevé avec amour et tendresse  
Elle qui a toujours cru en moi  
Aux sacrifices qu'elle a faits pour sa famille  
À mon cher père IBRAHIM qui n'a cessé de me soutenir À mes chères sœurs et frères,  
CHAMSO, YOUNES, KHAOULA, MANASSA, MINA ET mes  
jumeaux  
MOUHAMED, ABDELMOUHAYMEN  
A tous mes proches ROUMAÏSSA, SEDJDA et ceux qui mes  
Sont chers  
À tous les membres de la famille AYED  
À toutes les personnes que je porte dans mon cœur  
FOUAD, TASNIME  
A tous mes amis ILHAM, HAYET, MOUHAMED  
Aux étudiants de la spécialité Physique énergétique PROMO 2022  
À mes enseignants durant mon cursus scolaire, du primaire à  
L'université  
À mes proches et sa famille  
Merci à toutes les personnes qui m'ont aidé de près ou de loin.

AYED HANIA

## Sommaire

### *Remerciement*

### *Dédicace*

|                               |                                     |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| Tables des matières : .....   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Liste des tableaux : .....    | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Liste des figures:.....       | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Introduction Générale : ..... | 1                                   |

## **Chapitre I: Energie solaire photovoltaïque**

|  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| I-1- Introduction : .....                                    | 3                                   |
| I-2- Historique : .....                                      | 3                                   |
| I-2-1- Les premières découvertes .....                       | 3                                   |
| I-2-2- Le photovoltaïque dans l'espace .....                 | 4                                   |
| I-2-3- Le photovoltaïque envahit le quotidien.....           | 4                                   |
| I-3- Rayonnement solaire porteur d'énergie : .....           | 4                                   |
| I-4- L'effet photovoltaïque.....                             | 5                                   |
| I-5- Le silicium métallurgique (MG-Si) .....                 | 6                                   |
| I-5-1- Purification du silicium métallurgique : .....        | 7                                   |
| I-5-2- Silicium solaire .....                                | 8                                   |
| I-6- le dopage.....  | 12                                  |
| I-6-1.Dopage de type N :.....                                | 13                                  |
| I-6-2- Dopage de type P :.....                               | 13                                  |
| I-6-3- Les 3 méthodes de dopages :.....                      | 14                                  |
| I-7- Les différents types de cellules solaires :.....        | 19                                  |
| I-7-2- Les cellules amorphes :.....                          | 20                                  |
| I-7-3- Cellule sans silicium en couche mince CIS / CIGS..... | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| I-7-4-Cellule multi jonction .....                           | 21                                  |
| I-8- Conclusion.....   | 22                                  |
| References bibliographiques.....                             | 23                                  |

## Chapitre II: Les chaises roulantes

|  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| II-1-Introduction :                                      | 25                                  |
| II-2- Historique   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| II-3- Descriptif du fauteuil roulant électrique :        | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| II-4- Les différents FRE :                               | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| II-5- Les composants électriques des chaises roulantes : | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| II-5-1- La batterie :                                    | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| II-5-2- Moteur :   | 32                                  |
| II-5-3- Le système d'alimentation électrique :           | 32                                  |
| II-5-4- Joystick :                                       | 33                                  |
| II-5-5- Contrôleur :                                     | 34                                  |
| II-5-6- Freins :   | 34                                  |
| II-6- Les besoins électriques de la chaise électrique :  | 35                                  |
| II-6-1- Alimentation électrique et Batteries:            | 35                                  |
| II-6-2- Puissance et Performance:                        | 35                                  |
| II-6-3- Autonomie et Durée de Vie de la Batterie:        | 36                                  |
| II-6-4- Recharge et Maintenance:                         | 36                                  |
| II-6-5- Innovation et Évolution Technologique:           | 36                                  |
| II-7- Les avantages d'un fauteuil roulant électrique :   | 36                                  |
| II-8- Les inconvénients d'un fauteuil roulant électrique | 37                                  |
| II-9-L'autonomie d'un fauteuil roulant électrique :      | 37                                  |
| II-9-1- Les facteurs variables comprennent :             | 38                                  |
| II-9-2- Quant aux facteurs fixes, ils incluent :         | 38                                  |
| II-10-Conclusion :                                       | 39                                  |
| References bibliographiques.....                         | 40                                  |

## Chapitre III: Dimensionnement d'une station de recharge solaire

|   |    |
|---|----|
| III.1. Introduction :                       | 41 |
| III.2. procédure de calcul                  | 41 |
| Etape I : Consommation énergétique.....     | 41 |
| Etape II : Energie solaire récupérable..... | 42 |

|   |    |
|---|----|
| Etape III :Données météorologiques .....                              | 44 |
| Etape IV : Dimensionnement du générateur photovoltaïque .....         | 45 |
| Etape V : Dimensionnement du parc de batteries .....                  | 46 |
| Etape VI : Dimensionnement du régulateur de charge .....              | 48 |
| Etape VII : Dimensionnement de l'onduleur .....                       | 50 |
| Etape VIII : Le dimensionnement des câbles électriques solaires ..... | 51 |
| III.3 Description de la station de recharge solaire : .....           | 53 |
| Conclusion : .....  | 55 |
| Références Bibliographiques .....                                     | 56 |
| Conclusion générale : .....   | 57 |
| Annexes.....  |    |

## Liste des figures.....

---

### Liste des figures:

|   |    |
|---|----|
| Figure I.1. L'aperçu du physicien Alexandre Edmond Bequeret .....   | 03 |
| FigureI.2. L'effet photovoltaïque.....  | 05 |
| Figure.I.3. Principe de fonctionnement d'une cellule solaire .....  | 06 |
| Figure.I.4.Production du silicium métallurgique .....   | 07 |
| Figure.I.5 .Réacteur Siemens .....  | 08 |
| Figure I.6.Silicium Solaire .....   | 09 |
| Figure.I.7.Technique de tirage Czochralski .....  | 10 |
| Figure.I.8 .schéma de principe de la zone fondu .....   | 11 |
| Figure.I.9. Cristallisation d'un lingot multi cristallin par solidification dirigées .....  | 11 |
| Figure.I.10.Obtention des wafers photovoltaïques .....  | 12 |
| Figure.I.11.Dopage type N.....  | 13 |
| Figure.I.12. Dopage type P.....   | 14 |
| Figure.I.13.La filière photovoltaïque utilise majoritairement le dopage par diffusion.....  | 15 |
| Figure.I.14. Un wafer dopé N avec un wafer type P .....   | 16 |
| Figure.I.15. la jonction P-N.....   | 16 |
| Figure.I.16. Fonction de la jonction P-N dans wafer.....  | 18 |
| Figure.II.1. L'horloger allemand Stephen Farffler .....   | 26 |
| Figure.II.2. l'inventeur canadien Johann.....   | 27 |
| Figure.II.3. Les différents types de fauteuils (A : Fauteuil d'intérieur, B : Fauteuil<br>d'extérieur C Fauteuil verticalisateur, D : Fauteuil à hauteur variable)..... | 28 |
| Figure.II.4. Photo réelle d'une batterie de capacité 12V.....   | 29 |
| Figure.II.5. Schéma électrique simplifié d'une batterie .....   | 30 |
| Figure.II.6. Représentation schématique d'une batterie .....  | 31 |
| Figure.II.7. Le type du moteur utilisable avec Schéma électrique .....  | 32 |
| Figure.II.8. La partie commande d'une chaise roulante avec Schéma électrique .....  | 33 |
| Figure.II.9. L'aperçu d'un contrôleur. ....   | 34 |
| Figure.II.10. Photo réelle des freins électrique de la chaise roulante .....  | 35 |
| FigureIII.1. Définition des angles pour un plan incliné : inclinaison $\beta$ , azimuth $\chi$ et l'angle<br>d'incidence $\theta$ .....                                 | 43 |

## Liste des figures.....

---

|  |    |
|--|----|
| FigureIII.2. Aperçu d'une batterie solaire.....                      | 48 |
| FigureIII.3.exemple de régulateur de charge.....                     | 49 |
| FigureIII.4. Aperçu de l'onduleur.....                               | 50 |
| FigureIII.5. Le câble solaire .....                                  | 51 |
| Figure III.6. Image d'une station de recharge solaire .....          | 52 |
| Figure III.7. Organigramme de notre station de recharge solaire..... | 54 |



## Liste des tableaux .....

---

---

### Liste des tableaux :

|   |    |
|---|----|
| Tableau III.1. Relation entre la latitude et l'inclinaison des panneaux pour une utilisation annuelle. .... | 44 |
| Tableau III.2 : Tension du champ en fonction de sa puissance crête .....                                    | 46 |

# **Introduction générale**

### **Introduction générale :**

La mobilité est un aspect essentiel de la vie quotidienne, offrant indépendance et accès à une multitude d'activités pour tous. Pour les personnes à mobilité réduite, en particulier celles utilisant des fauteuils roulants électriques, l'accès à une source d'énergie fiable pour leur moyen de déplacement est d'une importance capitale. Cependant, la dépendance à l'électricité conventionnelle pose des défis en termes de disponibilité, de coûts et d'impact environnemental. Dans ce contexte, l'étude et la réalisation d'une station de recharge solaire pour fauteuil roulant électrique offrent une solution innovante et durable.

L'avènement des énergies renouvelables, notamment l'énergie solaire, ouvre de nouvelles perspectives pour répondre aux besoins énergétiques tout en réduisant l'empreinte environnementale. En exploitant la lumière du soleil, une ressource abondante et gratuite, une station de recharge solaire pour fauteuil roulant électrique peut fournir une source d'énergie fiable, propre et économique. Cette approche présente des avantages multiples, notamment une réduction des coûts opérationnels à long terme, une plus grande autonomie pour les utilisateurs de fauteuils roulants électriques et une contribution significative à la transition vers une société plus durable.

L'étude d'une telle station de recharge solaire nécessite une approche multidisciplinaire et intégrée. En combinant des compétences en ingénierie électrique, en conception mécanique, en énergies renouvelables et en accessibilité, il est possible de développer une solution techniquement viable, ergonomique et adaptée aux besoins spécifiques des utilisateurs de fauteuils roulants électriques. De la conception initiale à l'installation et à la maintenance, chaque étape du processus exige une compréhension approfondie des exigences fonctionnelles, des contraintes techniques et des normes de sécurité.

Cette introduction détaillée à l'étude d'une station de recharge solaire pour fauteuil roulant électrique met en lumière l'importance de cette initiative dans la promotion de la mobilité inclusive, de la durabilité environnementale et de l'innovation technologique. À travers une approche holistique et collaborative, il est possible de transformer les défis en

## **Introduction générale.....**

---

opportunités, offrant ainsi une meilleure qualité de vie et une plus grande autonomie aux personnes en situation de handicap.

En détaillant selon le plan suivant :

- Le premier chapitre est consacré à une présentation brève de l'énergie solaire photovoltaïque, qu'expliquer quelque principe tels que l'effet photovoltaïque, les panneaux solaires ...etc.
- Le deuxième chapitre consiste à la compréhension et la description des chaises roulantes électriques, leurs types, ses caractéristiques...etc.
- Le troisième et le dernier chapitre, nous exposons le dimensionnement d'une station de recharge solaire pour charger un fauteuil roulant.

Nous terminons ce travail par une conclusion générale.

**Chapitre I :**  
***Energie solaire photovoltaïque***

## **I-1- Introduction :**

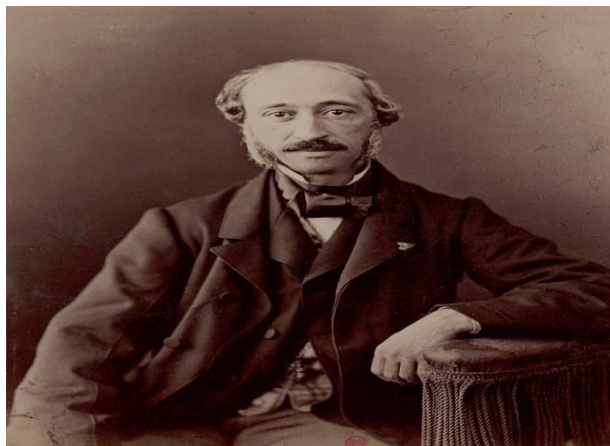
L'énergie solaire est une source renouvelable exploitant la lumière et la chaleur du soleil pour produire de l'électricité et de l'énergie thermique . Les panneaux solaires composés de cellules photovoltaïques ,convertissent la lumière en électricité .Cette énergie, propre et inépuisable, est utilisée pour chauffer l'eau, produire de l'électricité .

Ce chapitre est consacré d'une part à une brève présentation de quelques notions sur le rayonnement solaire, ensuite on peut expliquer le principe de fonctionnement d'une cellule photovoltaïque .Nous avons ensuite montre la technologie de silicium. .

## **I-2- Historique :**

### **I-2-1- Les premières découvertes**

La découverte de l'effet photovoltaïque remonte à 1839, l'année où le physicien français Alexandre Edmond Becqueret découvre la possibilité de produire de l'électricité grâce à la lumière et la présence de matériaux semi-conducteurs comme le silicium- Après 1913, naissent les premières cellules photovoltaïques, mais ce n'est qu'en 1916 que Robert Millikan parvient à produire un courant continu. Le premier véritable panneau solaire, avec un rendement de 6 %, est développé en 1954 par les chercheurs des laboratoires Bell. [1].



**Figure I.1. :**L'aperçu du physicien Alexandre Edmond Becqueret .

## **I-2-2- Le photovoltaïque dans l'espace**

Les panneaux solaires sont nés, mais sont encore trop coûteux. La recherche spatiale s'empare du sujet afin d'équiper ses satellites qui ont besoin d'une énergie durable. Suite à la prouesse des laboratoires Bell, qui étaient parvenus à un rendement de 6 %, la recherche progresse jusqu'à obtenir un rendement de 9 %. En 1958, les premières cellules voyagent à bord du satellite Vanguard 1. Puis c'est au tour des premiers panneaux solaires, fixés sur le satellite Explorer 6, en 1959. [1].

## **I-2-3- Le photovoltaïque envahit le quotidien**

La recherche continue son travail afin de pouvoir adapter les panneaux solaires à une utilisation terrestre. L'Université Delaware est à l'origine de la première maison alimentée par des cellules photovoltaïques en 1973. Plusieurs paramètres font de l'énergie solaire une ressource de plus en plus sollicitée : l'augmentation du coût des énergies fossiles et la prise de conscience liée à l'épuisement des ressources naturelles en font partie. L'usage domestique des panneaux solaires se développe davantage d'année en année. Selon l'ADEME, environ 20 000 foyers résidentiels sont équipés d'un système d'autoconsommation solaire en 2017.

## **I-3- Rayonnement solaire porteur d'énergie :**

Le rayonnement solaire désigne l'ensemble des ondes électromagnétiques émises par le soleil à partir des photons de longueurs d'ondes  $\lambda$  qui transportant l'énergie sous la relation :

$$E = h\nu = h\frac{c}{\lambda} \quad [1].$$

Avec :

E(J) : énergie.

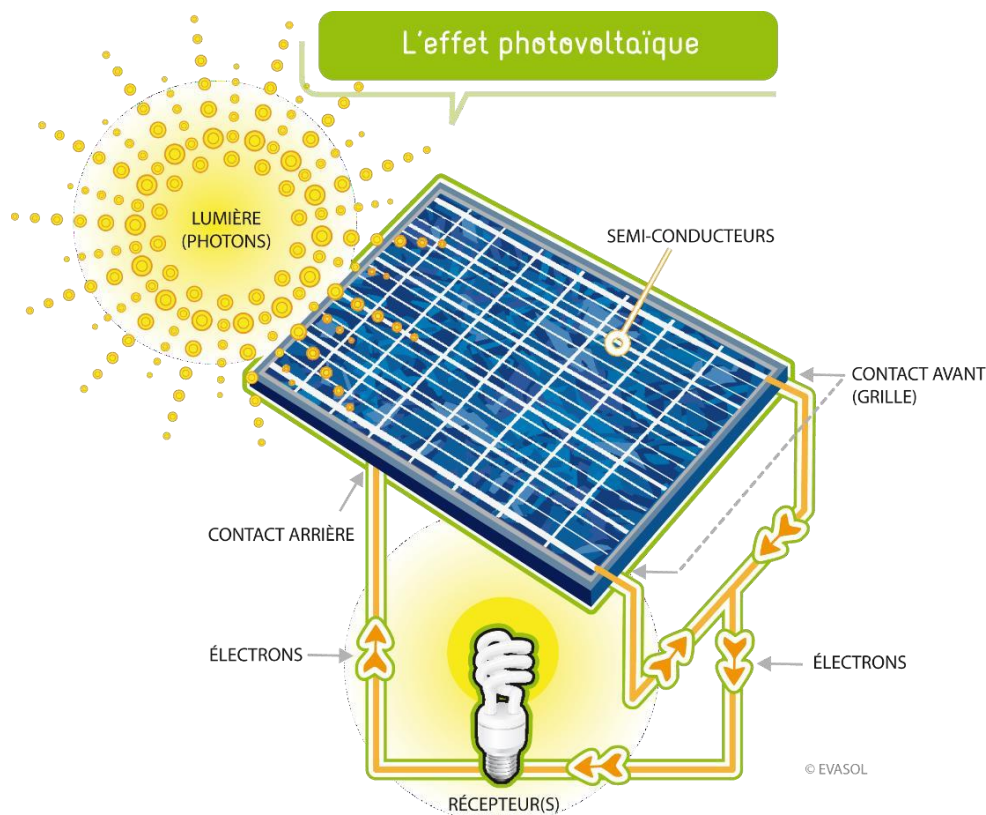
h : constante de Planck ( $h=6,62.10^{-34}$  J.s).

$\lambda$  (m) : longueur d'onde (souvent exprimée en  $\mu\text{m}$ ).

$\nu$  (Hz) : fréquence.

## I-4- L'effet photovoltaïque

Le terme photovoltaïque est d'origine Grecque, il est composé de deux mots : photo qui signifie la « lumière » et le nom de l'inventeur de la pile électrique « Alessandro Volta » [55]. L'effet photovoltaïque est la conversion directe d'une partie de la lumière émise par le soleil (photons) en énergie électrique par le biais de cellule photovoltaïque lorsque sa surface est exposée à la lumière, elle aussi connue sous le nom de photopile. [16].



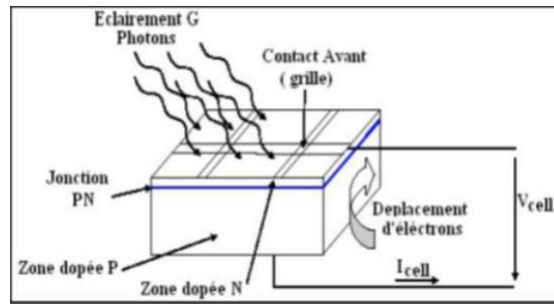
FigureI.2. L'effet photovoltaïque.

### Principe de fonctionnement

Une cellule photovoltaïque est réalisée à partir de deux couches de silicium, une dopée P et l'autre dopée N créant ainsi une jonction PN avec une barrière de potentiel. Lorsque les photons sont absorbés par le semi-conducteur, ils transmettent leur énergie aux atomes de la jonction PN de telle sorte que les électrons de ces atomes se libèrent et créent des paires électron-



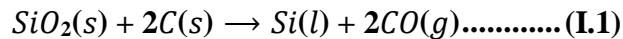
trous. Ils créent alors des électrons (chargés N) et des trous (chargés P). Ceux-ci créent alors une différence de potentiel entre les deux couches. Cette différence de potentiel est mesurable entre les connexions des bornes positive et négative de la cellule.

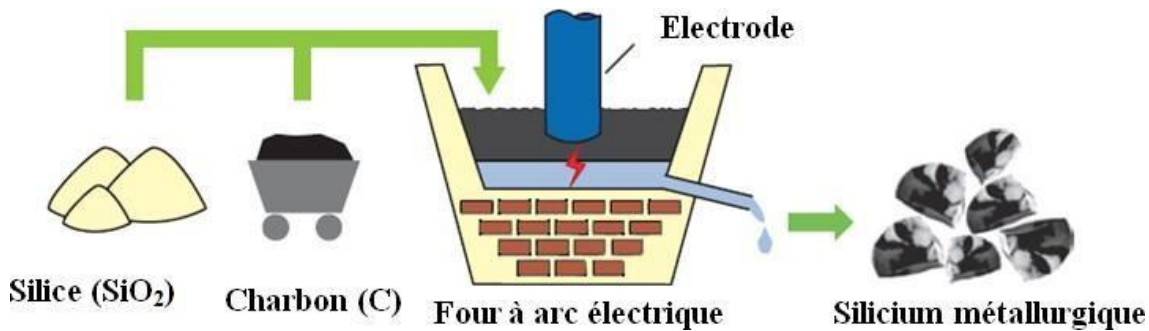


**Figure. I.3.** Principe de fonctionnement d'une cellule solaire [17]

### **I-5- Le silicium métallurgique (MG-Si)**

En 2010, la production de silicium polycristallin a été de 145 000 tonnes, dont 83% pour l'industrie solaire (source US Geological Survey). (Attention : on utilise souvent abusivement le terme polycristallin pour parler des modules multicristallins, or le silicium polycristallin n'intervient qu'au début pour ensuite être transformé en silicium monocristallin ou multicristallin). Sur la base d'un besoin de 15t/MWc, l'industrie photovoltaïque a produit 8 GWc de panneaux photovoltaïques à base de silicium cristallin. L'obtention de ce matériau arrive par réduction carbochimique (la réduction de la silice avec le carbone (C) dans un four à arc électrique). Les creusets des fours sont remplis avec du quartz et des matériaux carbonés puis sont portés à très haute température environ 1800°C. La réaction globale de réduction s'écrit : [2].





**Figure.I.4.** Production du silicium métallurgique [2].

Le silicium en fusion est alors déversé dans des poches puis séparé du laitier avant d'être coulé dans des lingotières. Le silicium ainsi obtenu présentera une pureté typique de 98.5 % et les impuretés présentes proviennent soit des intermédiaires de réaction, soit des impuretés contenues dans la matière première (métalliques, carbone, bore et phosphore) [3].

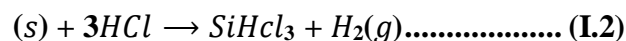
**I-5-1- Purification du silicium métallurgique :**

La pureté du silicium obtenu par ce procédé est comprise entre 98% et 99,5%. il faut encore le purifier pour obtenir un matériau de qualité électronique.

La purification du silicium (MG-Si) en silicium (EG-Si) s'effectue par voie gazeuse en utilisant des gaz chlorés. Différents procédés existent comme le procédé « Union Carbide » ou le procédé « Ethyl Corporation », le plus connu étant le procédé « Siemens ».

Actuellement, la voie chimique occupe la quasi-totalité du marché avec deux procédés majoritaires à partir de trichlorosilane (75%) et de mono silane (25%).

L'hydro-chloration du MG-Si catalysée par le cuivre dans un réacteur à lit fluidisé, pour obtenir le trichlorosilane (SiHCl<sub>3</sub>) suivant la réaction:



Cette réaction réduit les concentrations du bore (B) et du phosphore(P) à quelquesppm-a (partie par milliard atomique).

Le trichlorosilane vaporisé et injecté avec l'hydrogène ( $H_2$ ) dans le réacteur « Siemens », se décompose sur la surface de filaments chauffés à  $1100\text{ }^\circ\text{C}$  suivant la réaction [3]:

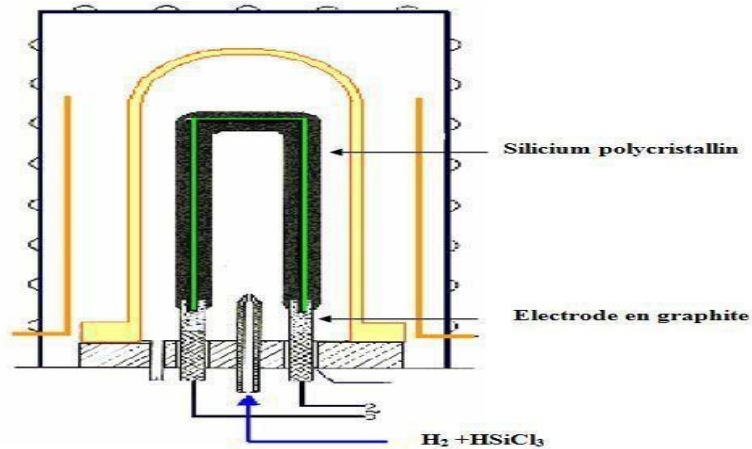
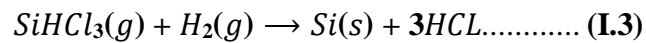


Figure .I.5 .Réacteur Siemens [3]

Après la distillation, la teneur est en très haute pureté, le silicium est alors de qualité électronique. Le silicium pur obtenu (donc intrinsèque) doit maintenant subir un doubletraitement à la fois d'enrichissement en matériau dopant afin d'en faire du silicium extrinsèque de type p ou n comportant une proportion d'une impureté connue et d'obtenir de plus un monocristal convenablement orienté. Le silicium électronique obtenu est ensuite cristallisé en lingots. [4].

### I-5-2- Silicium solaire

Les applications photovoltaïques nécessitent un degré de purification élevé, d'autres procédés moins énergivores que celui de « Siemens » sont utilisés pour produire du silicium de grade solaire. Une de ces techniques est celui de « réacteur fluidisé », la production étant plus rapide et la consommation d'énergie est moins de 70% par rapport à celle de la procédé "Siemens" Néanmoins, le traitement est difficile et nécessite de grandes compétences. Dans ce procédé, le (MG-Si) est directement purifié en silicium métallurgique amélioré. Il existe plusieurs versions de ce procédé comme celui de la société « 6N-Silicone » qui consiste à fondre le (MG- Si) dans l'aluminium (Al) liquide à  $800\text{ }^\circ\text{C}$  au lieu de  $1414\text{ }^\circ\text{C}$ , ensuite, on laisse la masse fondue se refroidir pour former des cristaux de silicium [5].



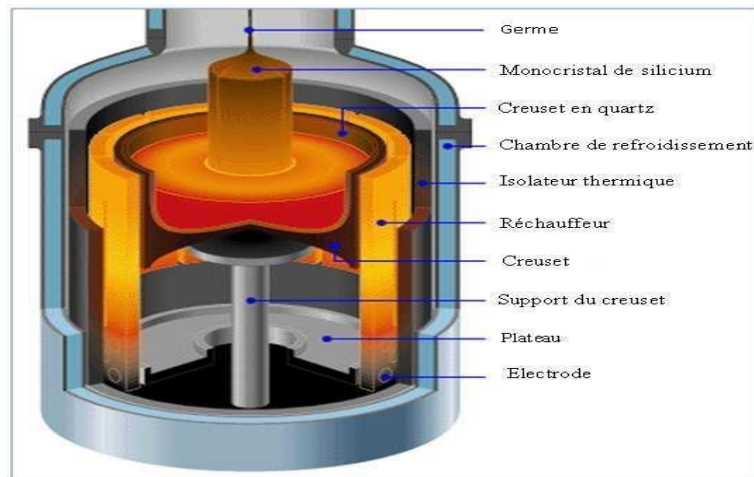
**Figure I.6.** Silicium Solaire [15].

### I-5-2-1- Obtention des lingots de silicium

Après avoir vu les méthodes qui permettent d'obtenir le silicium qui va servir de matière première aux cellules photovoltaïques, nous allons nous intéresser aux différentes techniques permettant d'élaborer les lingots de silicium qui serviront ensuite à la fabrication des panneaux solaires. Les lingots de silicium élaborés pour ces applications peuvent être monocristallins ou multi-cristallins

**a) Lingots monocristallins :** Plusieurs techniques sont utilisées pour cristalliser le silicium purifié, les plus connues sont, le procédé « Czochralski » (Cz) et le procédé Fusion de Zone « Float Zone » (FZ) qui produisent du silicium monocristallin.

\* **La méthode de tirage Czochralski (Cz) :** Cette méthode qui a été inventée par Jan Czochralski (1916), consiste à fondre le silicium poly cristallin dans un creuset en quartz à 1450 °C, des dopants (bore et phosphore) peuvent alors être ajoutés pour doper le silicium de type p ou de type n. Un germe de silicium monocristallin d'une orientation cristallographique précise est placé en contact avec la surface libre de silicium fondu du bain en fusion... ..... Le silicium solidifié et tiré lentement vers le haut, prend l'orientation cristallographique du germe. (Figure I.5). Ensuite la vitesse de tirage est augmentée jusqu'à atteindre la vitesse spécifique à laquelle le cristal croît avec le diamètre désiré. Le lingot obtenu peut atteindre 30 cm de diamètre et 2 m de longueur. Pour le photovoltaïque, les diamètres finaux des cellules actuelles, obtenues à partir des lingots, se situent généralement entre 12.5 et 15.6 cm [7].



**Figure.I.7.** Technique de tirage Czochralski [7].

\* **Procédé fusion de zone** : La méthode de fusion de zone ou aussi appelée zone flottante est utilisée pour élaborer des lingots de silicium de très haute résistivité en utilisant le principe de ségrégation des impuretés au cours de la solidification en fonction de leur coefficient de partage. La fusion/solidification est réalisée par le mouvement d'une bobine le long de l'échantillon de bas en haut

L'avantage majeur de cette technique ne requiert pas l'utilisation d'un creuset car le liquide est maintenu par la tension de surface et par le champ magnétique. Cette méthode présente un inconvénient majeur de par la limitation du diamètre des échantillons [8].

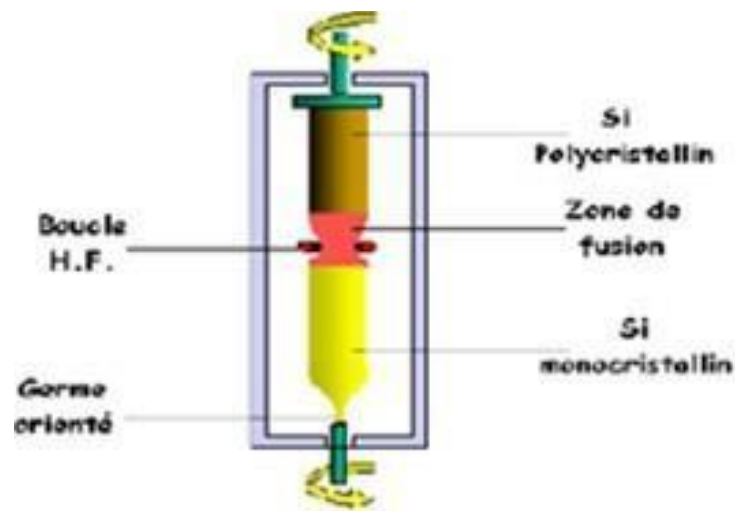


Figure.I.8 :schéma de principe de la zone fondue[9].

### b) Lingots multi cristallins

\* **Procédé de solidification dirigée Bridgman** La méthode de solidification dirigée consiste à faire fondre une charge de silicium préalablement purifié dans un creuset en silice. Ce dernier est recouvert d'une couche anti- adhérente de nitrure de silicium ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) séparant et limitant toute réaction entre le silicium liquide et la silice solide. La température du bain de silicium est homogénéisée, puis le creuset est progressivement refroidi du bas vers le haut. Un gradient de température se forme et un front de solidification se crée. Des grains de tailles et d'orientations différentes avec une croissance colonnaire se développent et forment un silicium dit « multi cristallin».

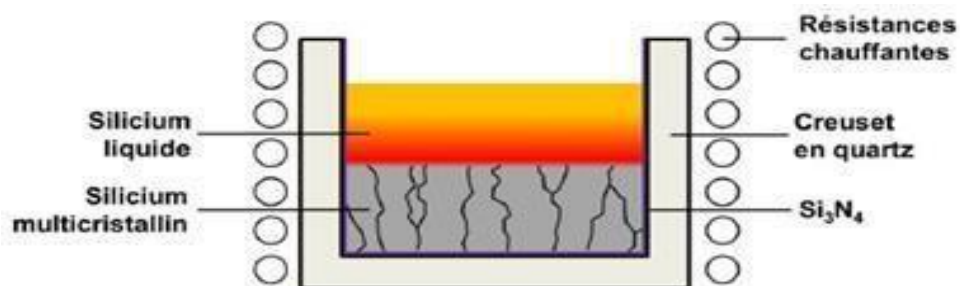
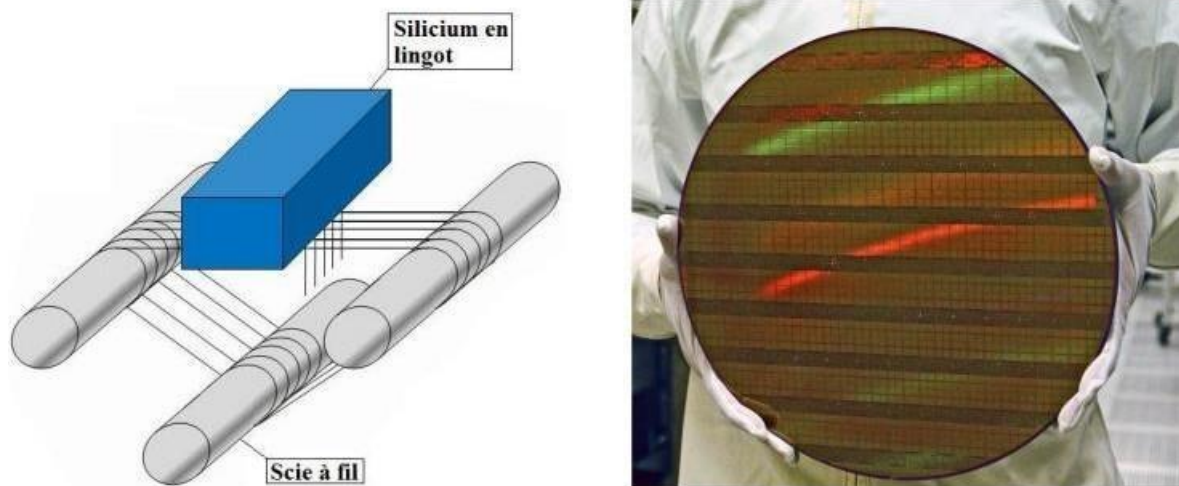


Figure.I.9. Cristallisation d'un lingot multi cristallin par solidification dirigées[2].

\* **Obtention des wafers photovoltaïques** : Les lingots monocristallins ou les briques multicristallines sont finalement découpés en plaquettes à l'épaisseur souhaitée (en général entre 150 et 300  $\mu\text{m}$ ). Dans le procédé standard où l'abrasion est réalisée par des particules de Sic, cette étape est couramment effectuée à l'aide d'une scie à fil d'acier lubrifié qui, par un jeu de rouleaux, permet la découpe de la totalité du lingot/de la brique en une opération

L'épaisseur du fil étant de 120 à 140  $\mu\text{m}$ , cette étape conduit à une perte massive de matière. Seuls 60% de la masse du lingot sont transformés en plaquette, le reste étant sous la forme de fines particules de silicium mélangées au lubrifiant, et donc difficilement récupérables. [9]



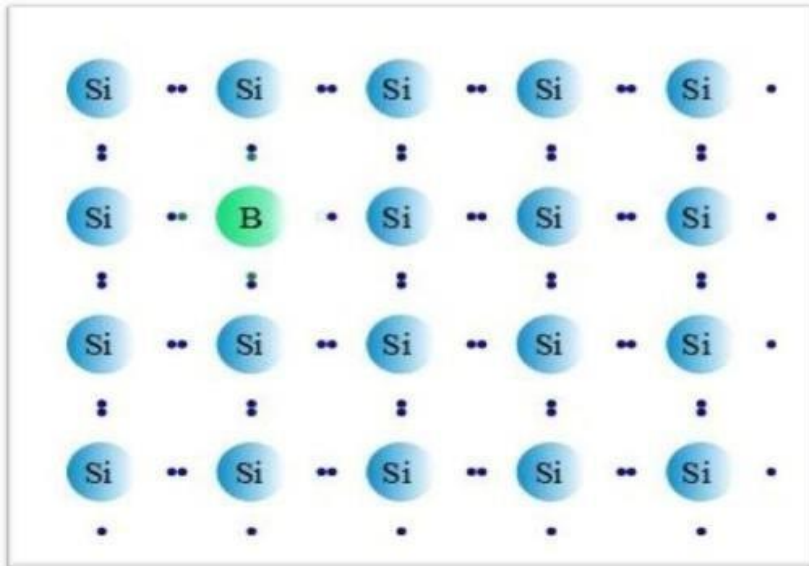
**Figure.I.10.**Obtention des wafers photovoltaïques [9].

### I-6- le dopage

Le dopage est une méthode permettant de réaliser la jonction P-N. Cela consiste à introduire des impuretés dans un cristal intrinsèque pour modifier ces propriétés électriques. Le semi-conducteur dopé est alors appelé "semi-conducteur extrinsèque". Il existe deux types de dopage : le type N (Négatif) et le type P (Positif).

**I-6-1.Dopage de type N :**

Le dopage de type N consiste à ajouter un atome de phosphore au sein de la structure cristalline du silicium. Le phosphore disposant de 5 électrons sur sa couche électronique externe va s'associer avec 4 atomes de silicium, laissant ainsi libre un électron : Cet ajout a pour effet de donner à la structure cristalline une charge globale négative.

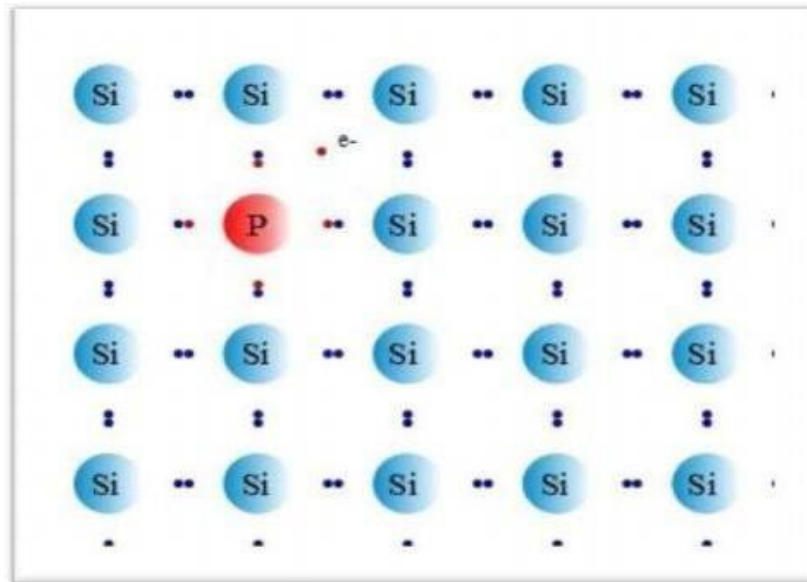


**Figure.I.11.**Dopage type N[9].

**I-6-2- Dopage de type P :**

Le dopage de type P consiste à ajouter un atome de bore au sein de la structure cristalline du silicium. Le bore disposant de 3 électrons sur sa couche électronique externe va s'associer avec 4 atomes de silicium, laissant ainsi libre un trou. Cet ajout a pour effet de donner à la structure cristalline une charge globale positive [9].





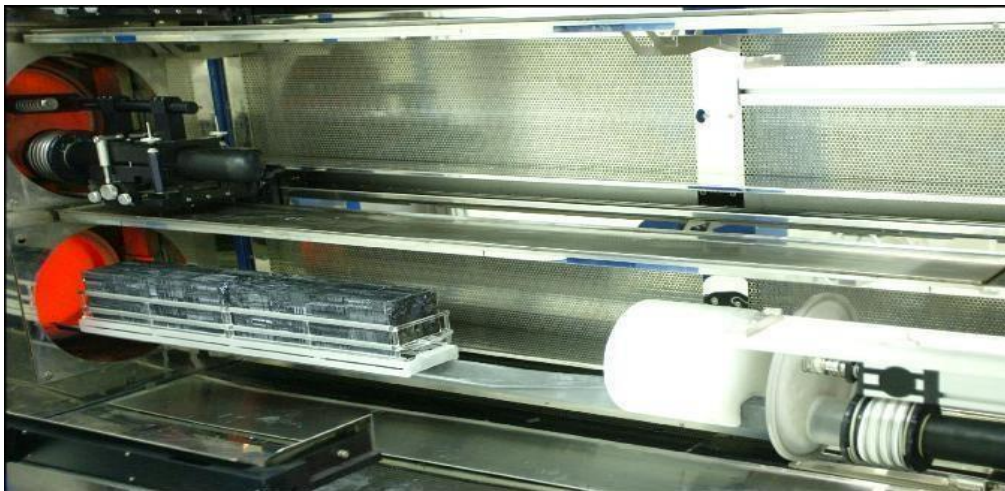
**Figure.I.12.** Dopage type P[9].

**I-6-3- Les 3 méthodes de dopages :**

LA DIFFUSION - On utilise un four, dans lequel on injecte des gaz avec une solution dopante pour le silicium. Avec la chaleur, le dopant a une énergie suffisante pour entrer dans la plaquette de silicium. Cette méthode est assez ancienne, et nécessite d'avoir une température uniforme dans le four.

• LE CROISSANCE EPITAXIALE - Cette méthode utilise toujours un four, mais cette fois-ci les atomes du dopant sont déposés sur le silicium qui se présente sous la forme d'une plaquette. On a ainsi un dépôt en surface, et non pas une insertion comme pour la méthode de dopage par diffusion. La température du four doit avoisiner les 1 200 °C.

• LE BOMBARDEMENT IONIQUE - Une source (appelé faisceau ionique énergétique) produit des ions, qui sont ensuite accélérés, et par le biais d'un contrôle très précis, ceux-ci vont alors se positionner sur la plaquette. L'avantage de ce principe est que l'opération se déroule à température ambiante. Le défaut de cette technique est qu'elle peut provoquer des dommages au silicium induisant un réarrangement indésirable de sa structure cristalline, exigeant ainsi une recristallisation subséquente. [10].



**Figure.I.13.** La filière photovoltaïque utilise majoritairement le dopage par diffusion. [10].

Dans le processus de fabrication d'une cellule photovoltaïque, les wafers, obtenus par sciage des lingots de silicium purifié, subiront soit un dopage de type N soit un dopage de type P. La suite du procédé est d'associer un wafer dopé N avec un wafer type P :

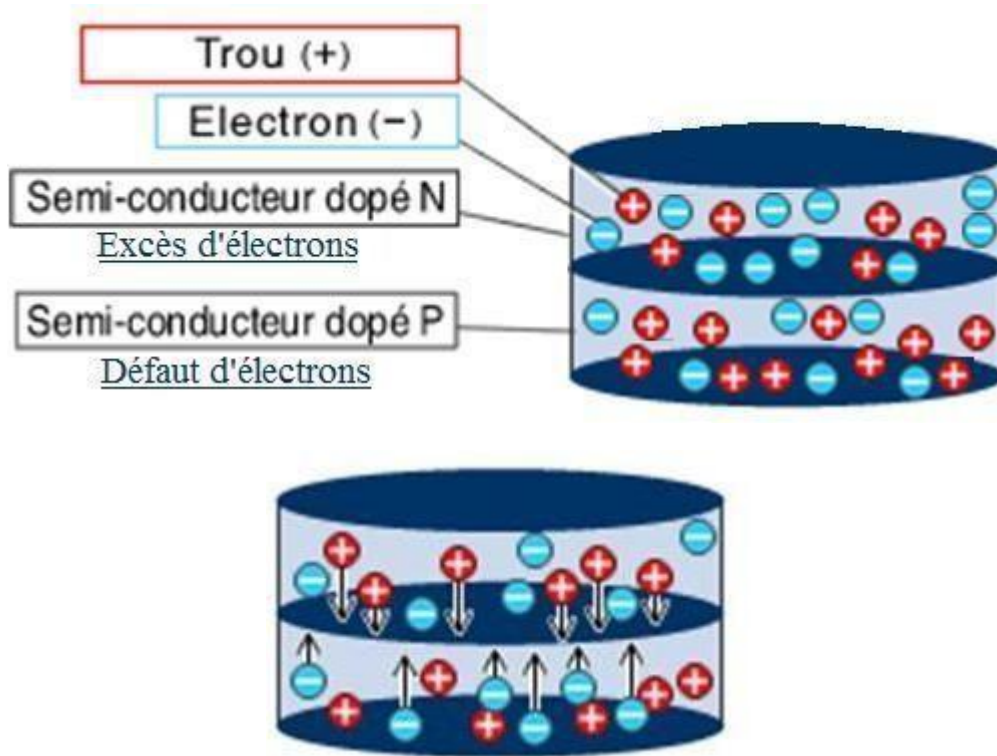


Figure.I.14 un wafer dopé N avec un wafer type P [10].

Les électrons en excès de la région dopé N ont tendance à diffuser vers la région P (où ils sont minoritaires). Il en est demême pour les trous en sens inverse.

Les électrons et les trous se concentrent alors au niveau de l'interface entre les deux tranches.

Cela a pour effet de créer un champ électrique créant une barrière de potentiel au niveau de la zone centrale. Cette zone devient un isolant et s'appelle **la jonction P-N**. [10].

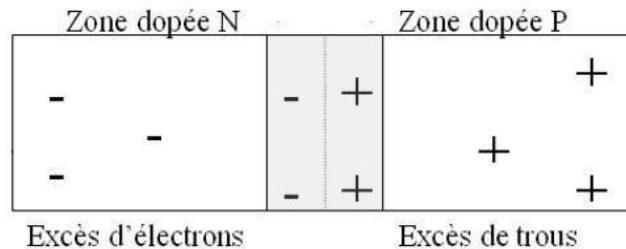


Figure.I.15 la jonction P-N [10].

Le champ électrique ainsi créé a tendance à repousser les électrons vers la zone N et les trous vers la zone P. De ce fait, lorsque la zone dopé N est exposé au rayonnement lumineux, un

## Chapitre I.....Energie solaire photovoltaïque

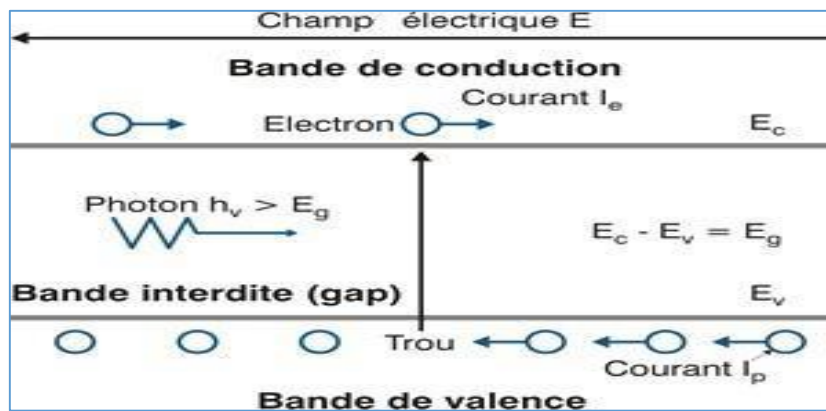
électron de la couche de valence du silicium est arraché, laissant parallèlement un trou. Sous l'effet de champ électrique créé par la jonction P-N, l'électron diffuse à l'extrémité de la zone N, et le trou se déplace à l'extrémité de la zone P. Lorsque les deux faces de ces deux zones sont reliés par un conducteur, un courant se crée, car l'électron va combler le trou. Une cellule photovoltaïque est constituée d'une tranche dopée N posée sur une tranche dopée P. L'interface entre les deux tranches s'appelle la jonction P-N. La tranche dopée N correspondra à la partie de la cellule exposée au rayonnement solaire. [10].

Une cellule photovoltaïque est un dispositif qui permet de transformer l'énergie solaire en l'énergie électrique. Cette transformation est basée sur les trois mécanismes suivants :

Absorption des photons, ayant une énergie est supérieure au gap du semi-conducteur par le matériau constituant le dispositif.

Conversion de l'énergie du photon en énergie électrique, donc création de paires électron/trou dans le matériau.

Collecte des particules générées dans la cellule



L'énergie nécessaire pour transférer un électron de la bande de valence vers la bande de conduction est égale à l'énergie de bande interdite. Un photon ayant une énergie supérieure ou égale à  $E_g$ , engendre ainsi la génération d'un électron libre dans la bande de conduction (BC). Ce processus laisse dans la bande de valence (BV) un trou. L'ensemble formé par ces deux particules s'appelle un exciton. Ces derniers sont instantanément dissociés à la température ambiante. Aussi, l'éclairement augmente le courant inverse par la création de paires électron-trou dans la ZCE mais aussi dans les zones dopées

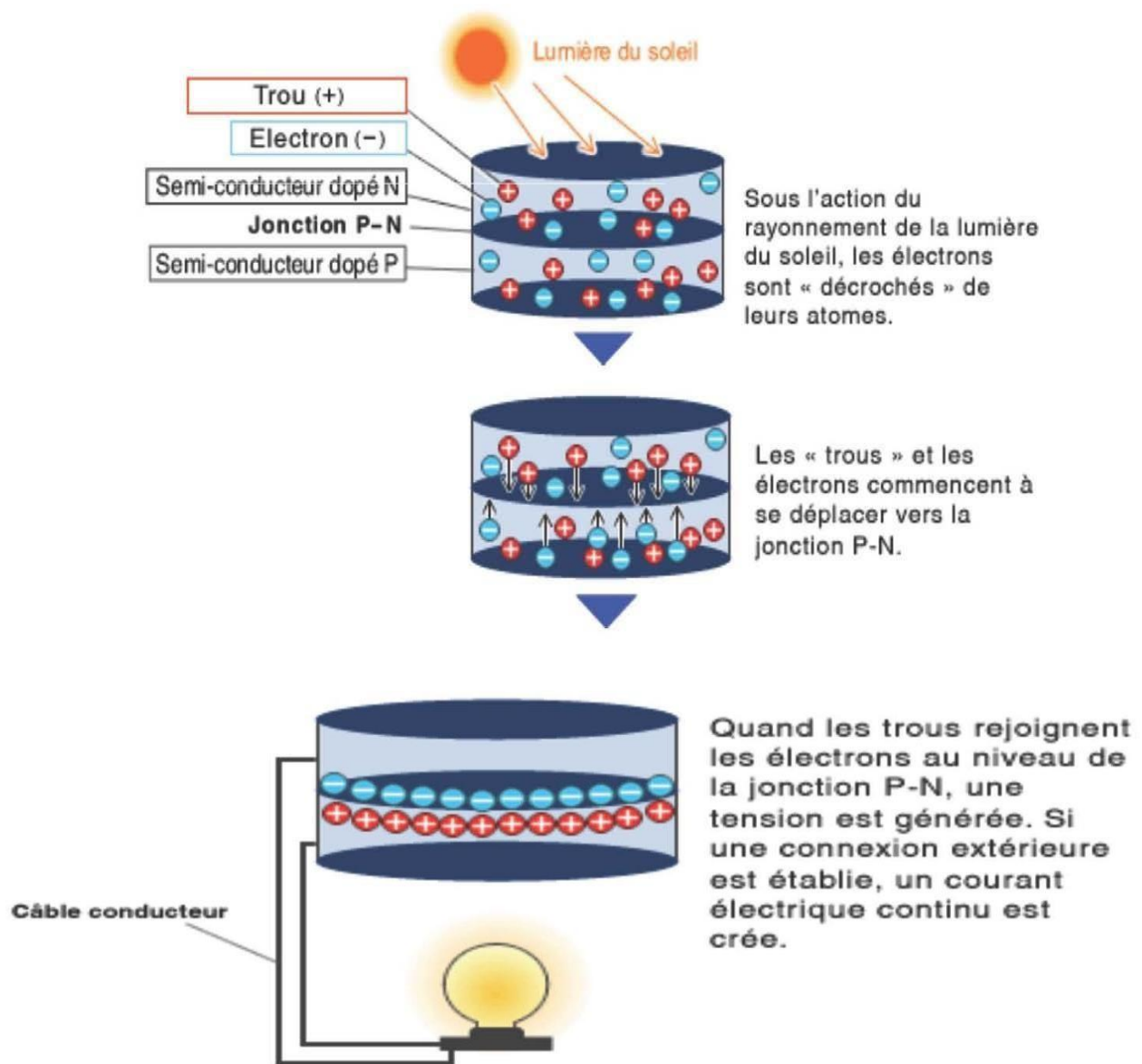


Figure.I.16 Fonction de la jonction P-N dans wafer [10]

### **I-7- Les différents types de cellules solaires :**

#### **I-7-1-Les panneaux en silicium cristallin**

A l'heure actuelle, les panneaux en silicium cristallin sont les plus utilisés et sont divisés en deux catégories :

##### **I-7-1-1-Silicium monocristallin :**

Les panneaux monocristallins sont composés de cristaux de silicium de grande pureté. Le lingot de silicium monocristallin a une forme cylindrique, un diamètre de 13-20 cm et une longueur de 200 cm, et est obtenu par la croissance d'un cristal filiforme en lente rotation. Ce cylindre est ensuite coupé en plaquettes de 200-500  $\mu\text{m}$  d'épaisseur et la surface est traitée pour obtenir des « microrainures » visant à minimiser les pertes par réflexion.

Le principal avantage de ces cellules est leur efficacité (14 à 17%), leur longue durée de vie et la conservation des caractéristiques avec le temps.

Le coût de ces modules est d'environ 3.2 à 3.5 €/W et les panneaux élaborés avec cette technologie sont généralement caractérisés par une couleur bleu foncé. [11]

##### **a) Avantages :**

Meilleur rendement que le polycristallin (environ 150 Wc/m<sup>2</sup>)

Durée de vie importante (+/- 30 ans) [14]

##### **b) Inconvénients :**

Plus cher que le polycristallin

Rendement faible sous un faible éclairement [14]

##### **I-7-1-2-panneaux en silicium poly cristallin:**

Les cristaux constituant les cellules s'agregent en prenant différentes formes et sens. En fait, les irisations typiques des cellules en silicium polycristallin sont causées par les différents sens des cristaux et donc par le comportement différent par rapport à la lumière. Le lingot de silicium polycristallin est obtenu en faisant fondre et en coulant le silicium dans un moule en forme de parallépipède. Les plaquettes ainsi obtenues ont une forme carrée et des stries caractéristiques de 180-300 $\mu\text{m}$  d'épaisseur.

L'efficacité est inférieure à celle du silicium monocristallin (12 à 14%), toutefois le coût est plus

avantageux, de 2.8 à 3.3 €/W. La durée de vie est élevée (comparable à celle du silicium monocristallin) de même que la conservation des performances avec le temps (85% de l'efficacité initiale après 20 ans).

Les cellules élaborées à partir de cette technologie peuvent être reconnues à leur surface présentant des grains de cristaux assez visibles. [12] [13]

### **a) Avantages :**

- Bon rendement (environ 100 Wc/m<sup>2</sup>)
- Durée de vie importante (+/- 30 ans)
- Moins cher que le monocristallin[14]

### **b) Inconvénients :**

Rendement faible sous un faible éclairage[14]

### **I-7-2- Les cellules amorphes :**

Le silicium amorphe (a-Si) a été le premier matériau utilisé pour réaliser une cellule solaire en couche mince grâce à sa forte absorption. Cependant, le rendement de conversion reste médiocre à cause du taux de recombinaison élevé qui caractérise la structure amorphe, il est situé entre 8% et 10%. Le silicium amorphe a été d'abord utilisé pour des applications «portables » de faible puissance pour des produits électroniques comme les calculettes ou les montres à quartz. L'amélioration des performances joint au coût inférieur au silicium cristallin lui ont permis de pénétrer le marché des panneaux solaires dans certaines applications où le coût importe plus que le rendement. Les recherches actuelles se concentrent sur l'amélioration des performances des cellules et la mise au point de techniques de dépôt plus rapides pour développer des cellules multi-jonctions. [12] [13]

### **a) Avantages :**

- Fonctionnent avec un éclairage faible
- Bon marché par rapport aux autres types de cellules
- Moins sensible aux températures élevées Souple [14].

### **b) Inconvénients :**

Rendement faible en plein soleil (environ 60 Wc/m<sup>2</sup>), les cellules en couche mince nécessitent une



surface plus importante pour atteindre les mêmes rendements que les cellules épaisses

Durée de vie courte (+/- 10 ans), performances qui diminuent sensiblement avec le temps [14]

### **I-7-3- Cellule sans silicium en couche mince CIS / CIGS**

Les cellules CIS représentent une nouvelle génération de cellules solaires sous forme de films minces, de type CIS (cuivre, indium, sélénium) ou CIGS (cuivre, indium, gallium et sélénium). Les matières premières nécessaires à la fabrication de ces cellules sont plus faciles à se procurer que le silicium utilisé dans les cellules photovoltaïques classiques (bien que ce dernier soit déjà très abondant sur terre). De plus, leur efficacité de conversion énergétique est la plus élevée à ce jour pour des cellules photovoltaïques en couche mince. [14]

#### **a) Avantages :**

Meilleurs rendements par rapport aux autres cellules photovoltaïques en couche mince

La cellule peut être construite sur un substrat flexible

#### **b) Inconvénients :**

Les cellules en couche mince ont un rendement plus faible que les cellules "épaisses"

### **I-7-4-Cellule multi jonction**

Les cellules multi-jonction sont composées de différentes couches qui permettent de convertir différentes parties du spectre solaire et ainsi d'obtenir les meilleurs rendements de conversion. [14]

#### **a) Avantages**

Rendement inégalé

#### **b) Inconvénients**

Pas ou peu d'applications commerciales



## **I-8- Conclusion**

Le rayonnement solaire porte continuellement une énorme quantité d'énergie radiante dans le système solaire, la terre intercepte une toute petite partie de l'énergie solaire rayonnée dans l'espace. Le dopage est l'étape le très importante pour l'amélioration de la conductivité et sur les propriétés électriques de silicium La cellule photovoltaïque basée sur la jonction PN une excitation lumineuse crée, aux alentours de la jonction, des paires électron-trou qui se déplacent sous l'influence du champ électrique de la jonction.

Enfin, la technologie photovoltaïque présente des qualités sur le plan écologique car le produit fini est non polluant, silencieux et n'entraîne aucune perturbation du milieu, si ce n'est par l'occupation de l'espace pour les installations de grandes dimensions (installation de recharge solaire pour les chaises roulantes).

### **Références & bibliographe**

- [1].Petite histoire du photovoltaïque - Europe Énergie (europe-energie.com)
- [2].A. Mekemeche, « Modélisation à deux dimensions des propriétés physiques de cellules solaires au silicium à base de substrat de type n. Étude de quelques cas particuliers de cellules innovantes», Thèse de doctorat, Université Abdel Hamid Ibn Badis, Mostaganem, Alger,(2017).
- [3].A.Fauveau, «Etude des mécanismes de conduction électrique à basse température pour la mesure des teneurs en dopants dans le silicium photovoltaïque»,Thèse de doctorat, Université Grenoble Alpes, France,(2017).
- [4].A.Benmeddour, «Etude et simulations numériques des contraintes thermomécaniques dans le silicium photovoltaïque», Thèse de doctorat, Université Mentouri Canstantine, Alger,(2010).
- [5].E.A. Alsema, , M.J. Wild-Scholten, V.M. Fthenakis,« Environ mental Impacts Of PV Electricity Generation - A Critical Comparison Of Energy Supply Options». The 21st European Photovoltaic Solar Energy Conference,(2006).
- [6].T.Schutz-kuchly,« Investigation du silicium de qualité solaire de type n pour la fabrication de cellules photovoltaïques», Thèse de doctorat, Université d'Aix- Marseille, (2011).
- [7].T.Schutz-kuchly,« Investigation du silicium de qualité solaire de type n pour la fabrication de cellules photovoltaïques», Thèse de doctorat, Université d'Aix- Marseille, (2011).
- [8].A. Tanoudji, «Solidification dirigée du silicium multi-cristallin pour les applications photovoltaïques: caractérisation in situ et en temps réel par imagerie X synchrotron», Thèse de doctorat, Aix-Marseille, (2013).
- [9].F.Jay, « Nouveaux substrats de silicium cristallin destinés aux cellules photovoltaïque à haut rendement: cas du silicium mono-like et du dopage aux donneurs thermiques liés à l'oxygène pour les cellules à hétérojonction de silicium», Thèse de doctorat, Université Grenoble Alpes ,(2016).
- [10].**www.Halou.com**
- [11]*M. Gauthier, M. Grau, O. Nichiporuk, F. Madon, V. M.-T. Yen, N. L. Quang, A. Zerga, A. Slaoui, D. Blanc-Pélissier, A. Kaminski et a. M. Lemiti, «Industrial Approaches of Selective Emitter on Multicrystalline Silicon Solar Cells», chez 24th EPVSEC, Hamburg, (2009).*
- [12]*F.Boucard, « Modélisation de la diffusion des dopants dans le silicium pour la réalisation de*

*jonction fines », Université Louis Pasteur – Strasbourg I, Français, (2003).*

[13] N.B. Cowern, K. Janssen, G. V. d. Walleand et D. Gravesteijn, «Impurity diffusion via an intermediate species: The B-Si system,» *Physical Review Letters*, vol. 65, p. 24-34,

[14] [www.ecosources.or](http://www.ecosources.or)

[15] <https://4.bp.blogspot.com/-0Wv5BMPB4e8/V->

[16] W.BENSACI : Modélisation et simulation d'un système photovoltaïque adapté par une commande MPPT. 2012.

[17] F.HANANOU et A.ROUABAH : Modélisation et simulation d'un système photovoltaïque.  
juin 2014

## **Chapitre II**

### ***Les chaises roulantes***

### **II-1-Introduction :**

Pour les patients à mobilité réduite ou à troubles sévères du mouvement (tétraplégie, quadriplégie, paralysie cérébrale, myopathie, etc.), les fauteuils roulants électriques se sont révélés être un moyen indispensable pour compenser les difficultés de mobilité. De nombreux modèles sont disponibles en marché. Leurs propriétés mécaniques sont différentes (siège, mécanisme de déplacement) et électriques (motorisation, contrôle, alimentation), ainsi que leurs possibilités de contrôle (Interface homme-machine, contrôles supplémentaires). Ces différences ont fait l'objet de plusieurs des décennies d'investigation et d'innovation technologique pour adapter la chaise ciblant différents types de défauts de mouvement et visant à offrir plus d'autonomie aux utilisateurs, confortable et sûr. Ainsi de nombreux paramètres tels que la vitesse ou l'accélération maximale autorisée est réglable pour prendre en compte les possibilités physiques utilisateur

Un grand nombre de personnes handicapées sont incapables d'utiliser un fauteuil roulant électrique standard ou ont des difficultés à conduire. Pour permettre à ces individus d'agir de manière indépendante, les chercheurs s'intéressent depuis plus de deux décennies à l'amélioration de l'interface homme-machine. Plus précisément, soit en améliorant le fonctionnement de l'utilisateur sur le joystick classique du fauteuil, soit en implémentant une nouvelle interface de contrôle.

Un autre domaine de recherche concerne le développement de fauteuils roulants électriques « intelligents » (FRE). L'intelligence du fauteuil roulant réside dans sa capacité à détecter l'environnement et le temps de décharge de la batterie.

Les laboratoires de recherche ont développé un certain nombre de prototypes de chaises intelligentes. La plupart des technologies et méthodes de robotique mobile ont été mises en œuvre et testées, mais n'apportent malheureusement pas de réels progrès aux utilisateurs : uniquement des fonctionnalités de bas niveau (détection d'obstacles, suivi de ligne). [4]

### II-2- Historique

- **1300 avant J.-C.** : Apparition du premier fauteuil roulant en Chine sous forme de meubles montés sur des roulettes.
- **6ème siècle avant J.-C.** : Preuves de l'existence du fauteuil roulant en Chine et en Grèce antique.
- **1554** : Fabrication du premier prototype de fauteuil roulant pour Philippe II d'Espagne.
- **17ème siècle** : L'horloger allemand Stephen Farffler crée un fauteuil roulant auto-propulsé grâce à une manivelle.



**Figure II.1.** L'horloger allemand Stephen Farffler. [16].

- **Première guerre mondiale** : Production à grande échelle de fauteuils roulants pour les blessés sur les champs de bataille.
- **1933** : Deux nord-américains, Everst et Jennings, fabriquent un fauteuil roulant pliable.
- **Seconde Guerre mondiale** : L'inventeur canadien Johann Klein invente le fauteuil roulant électrique.



**FigureII. 2** : L'inventeur canadien Johann. [17]

- **Aujourd'hui** : De nombreuses améliorations ont été apportées aux fauteuils roulants électriques pour les rendre plus pratiques et confortables

### II-3- Descriptif du fauteuil roulant électrique :

Les fauteuils roulants électriques conviennent aux personnes qui ne peuvent pas se déplacer seules en fauteuil roulant manuel. Ils vous permettent de retrouver votre indépendance, notamment lorsque vous êtes en déplacement et hors de la maison. [5]

Le fauteuil est alimenté par des commandes électroniques, mais des commandes spéciales doivent parfois être utilisées.

### II-4- Les différents FRE :

Il existe différents types de fauteuils qui sont présentés dans la (figure 1) [5].



**Figure II.3.** Les différents types de fauteuils (A : Fauteuil d'intérieur, B : Fauteuil d'extérieur C : Fauteuil verticalisateur, D : Fauteuil à hauteur variable).

Fauteuil d'intérieur : pliable et plus petit qu'un fauteuil d'extérieur. Veuillez noter qu'il Mais le pliage par un tiers est difficile et fatigant. Sa plage d'autonomie est de 10 à 16 km, vitesse réglable entre 0 et 6 km/h. Vous pouvez le mettre dans le coffre de votre voiture.

Fauteuil d'extérieur : Non pliant, il est plus volumineux. Son autonomie va de 16 à 45 km et sa vitesse est réglable de 0 à 10 km/h. Ce fauteuil nécessite un moyen de transport adapté car



## **Chapitre II ..... Les chaises roulantes**

---

on ne étude d'un Fauteuil Roulant Electrique Adapté par Panneau Solaire 49 peut pas le mettre dans un coffre de voiture. Le diamètre de ses roues permet de franchir des seuils ou des petits obstacles.

Fauteuils verticaux : La verticalisation permet de s'éloigner de sa position assise pour ajuster sa position en position verticale. Cela nous permet également de mieux comprendre l'environnement et peut important pour l'intégration sociale. Les chaises doivent être équipées de genouillères et de sangles niveau du coffre.

Fauteuil à hauteur variable : permettent à l'utilisateur de se lever d'une position assise. Comme verticalisation il vous permet de mieux comprendre votre environnement et est idéal pour intégration sociale. Certains fauteuils électriques peuvent allier verticalité et hauteur la position assise est variable. [6]

### **II-5- Les composants électriques des chaises roulantes :**

La chaise roulante électriques se compose de :

#### **II-5-1- La batterie :**

Le fauteuil roulant électrique est alimenté par deux batteries rechargeables. Ces batteries fournissent l'énergie nécessaire pour faire fonctionner le moteur et les autres composants électriques du fauteuil roulant. [10]



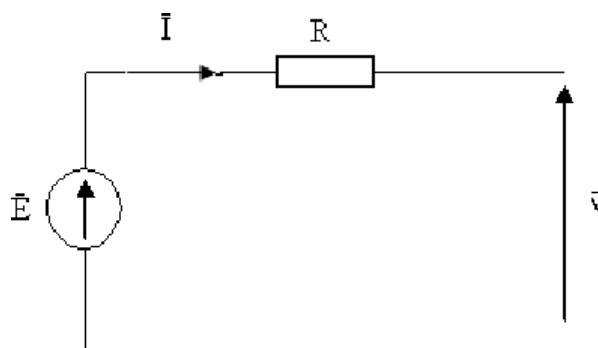
**Figure .II.4.** Photo réelle d'une batterie de capacité 12V.

### II-5-1-1- Fonctionnement d'une batterie :

- Une batterie est un dispositif électrochimique qui stocke de l'énergie chimique et la convertit en énergie électrique utilisable.
- Elle est composée de cellules individuelles contenant des réactions électrochimiques qui génèrent un courant électrique.
- À l'intérieur de la batterie, il y a deux électrodes (une anode et une cathode) plongées dans un électrolyte.
- Lorsque la batterie est connectée à un circuit électrique, une réaction chimique se produit, libérant des électrons de l'anode et fournissant de l'énergie électrique à l'appareil connecté.
- Les ions positifs se déplacent de l'anode vers la cathode à travers l'électrolyte, où ils réagissent avec les électrons pour former des produits chimiques stockés dans la batterie. . [12].

### II-5-1-2- Types de batteries :

- **Batterie au plomb-acide** : Couramment utilisée dans les voitures et les motos, elle est composée de plaques de plomb immergées dans de l'acide sulfurique.
- **Batterie lithium-ion** : Elle est utilisée dans de nombreux appareils électroniques et véhicules électriques. Son élément de base est une cellule avec une cathode, un électrolyte et une anode. . [13]

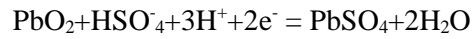


FigureII.5. Schéma électrique simplifié d'une batterie.

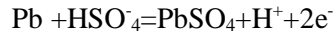
Les équations électrochimiques d'une batterie acide-plomb:

**Décharge :**

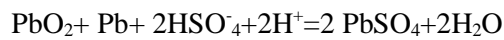
- Réaction à l'électrode positive



- Réaction à l'électrode négative



- Réaction globale

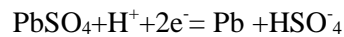


**Charge :**

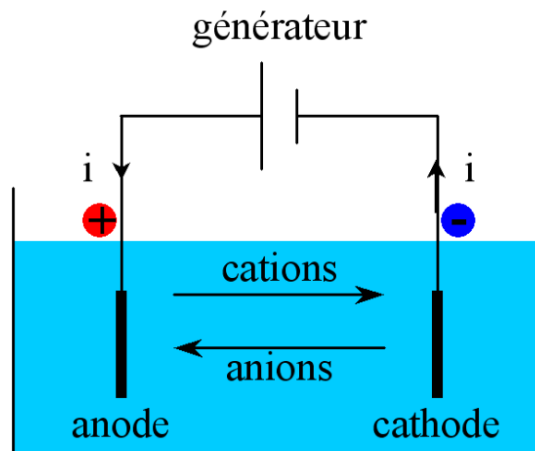
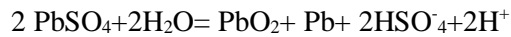
- Réaction à l'électrode positive



- Réaction à l'électrode négative



- Réaction globale



**Figure : II.6.** : Représentation schématique d'une batterie.

### II-5-2- Moteur :

Un **moteur électrique** est un dispositif qui convertit l'énergie électrique en énergie mécanique.

Le moteur est ce qui fait tourner les roues du fauteuil roulant. Dans la plupart des fauteuils roulants électriques, il y a deux moteurs, un pour chaque roue arrière. [10]

#### - Composantes d'un moteur électrique et leur fonctionnement :

- **Le stator** : C'est la partie fixe du moteur. Il est constitué d'une carcasse en acier et de bobines de cuivre disposées autour de celle-ci. Lorsque ces bobines sont alimentées en électricité, elles créent un champ magnétique.
- **Le rotor** : C'est la partie mobile du moteur. Il est composé d'un axe en acier avec des pièces métalliques appelées "pôles". Ces pôles sont aimantés grâce à des aimants permanents ou des bobines électromagnétiques. Lorsque le champ magnétique tournant du stator passe à proximité du rotor, il induit un mouvement de rotation.

### II-5-3- Le système d'alimentation électrique :

Il fournit l'électricité nécessaire au moteur. Il se compose d'un boîtier de commande pour réguler la vitesse et le sens de rotation, ainsi que de câbles électriques reliant le boîtier de commande au stator. [14]

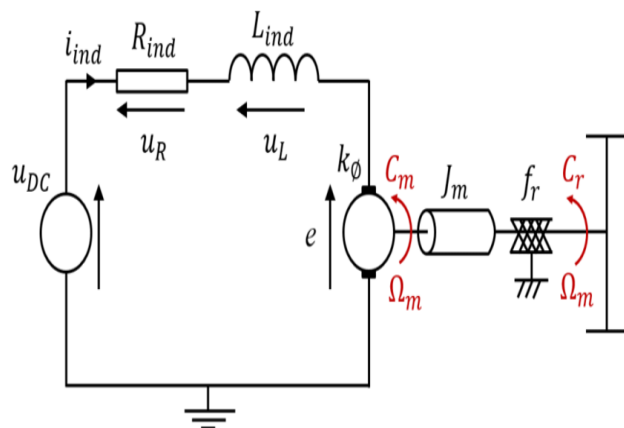
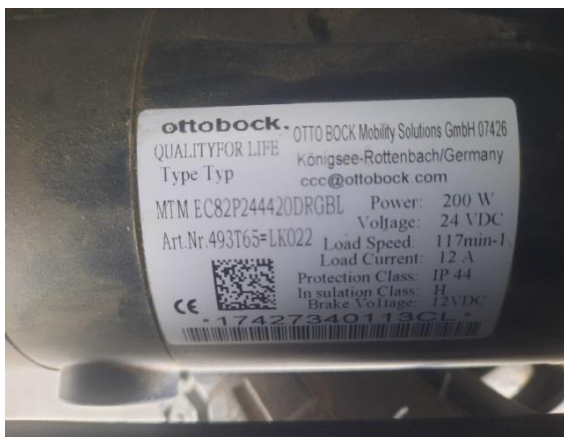
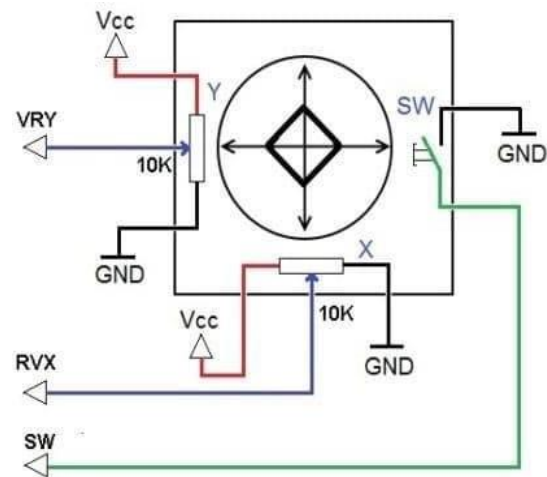


Figure II.7. Le type du moteur utilisable avec Schéma électrique

### II-5-4- Joystick :

Le joystick est le dispositif de commande principal d'un fauteuil roulant électrique. L'utilisateur peut déplacer le joystick dans différentes directions pour contrôler le mouvement du fauteuil roulant. Par exemple, pousser le joystick vers l'avant fait avancer le fauteuil roulant, tandis que le tirer vers l'arrière le fait reculer. [10]



**Figure II.8.** La partie commande d'une chaise roulante avec Schéma électrique

#### II-5-4- 1- Structure interne :

- Un joystick est composé de deux potentiomètres indépendants, un pour chaque axe (X et Y).
- Chaque potentiomètre a une valeur de 10 k $\Omega$  et peut bouger indépendamment dans sa direction respective.
- Le **commutateur (SW)** est connecté à un bouton-poussoir interne. [15]

#### II-5-4- 2- Broches du joystick

- **GND** : Masse (terre) du module.
- **+5V** : Alimentation positive du module.

- **VRx** : Tension proportionnelle à l'axe X.
- **VRy** : Tension proportionnelle à l'axe Y.
- **SW** : Commutateur (bouton-poussoir). [15]

### II-5-5- Contrôleur :

Le contrôleur est le “cerveau” du fauteuil roulant électrique. Il reçoit les signaux du joystick et les traduit en instructions pour le moteur. Par exemple, si l'utilisateur pousse le joystick vers l'avant, le contrôleur envoie un signal au moteur pour faire avancer le fauteuil roulant. [10]

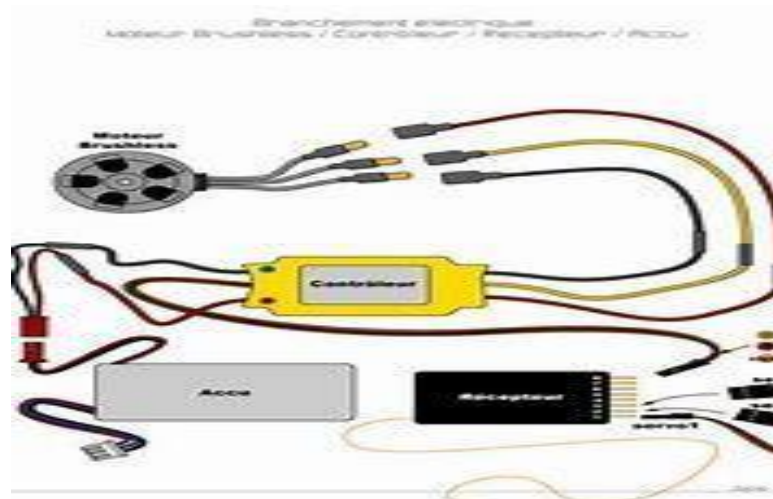
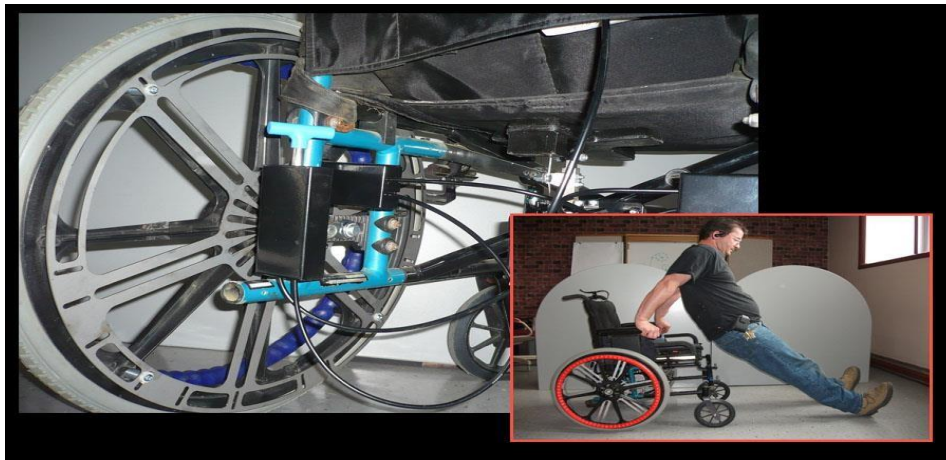


Figure II.9. L'aperçu d'un contrôleur.

### II-5-6- Freins :

Les fauteuils roulants électriques sont généralement équipés de freins électromagnétiques. Ces freins sont activés lorsque le joystick est relâché, ce qui permet d'arrêter le fauteuil roulant en toute sécurité. [10]



**Figure II.10.** Photo réelle des freins électrique de la chaise roulante.

### **II-6- Les besoins électriques de la chaise électrique :**

Les chaises roulantes électriques représentent une avancée significative dans la mobilité des personnes à mobilité réduite. Ces appareils électriques offrent une alternative essentielle aux chaises roulantes manuelles, permettant aux utilisateurs de se déplacer de manière autonome et efficace. Cependant, pour fonctionner de manière optimale, ces chaises dépendent de sources d'énergie électrique bien spécifiques.

#### **II-6-1- Alimentation électrique et Batteries:**

Au cœur de toute chaise roulante électrique se trouve une batterie rechargeable qui alimente le moteur électrique. Ces batteries peuvent être de différents types, notamment des batteries au plomb-acide, des batteries au lithium-ion ou des batteries gel. Chaque type présente ses avantages et ses inconvénients en termes de poids, de durabilité et d'autonomie. [11] .

#### **II-6-2- Puissance et Performance:**

La puissance électrique nécessaire pour faire fonctionner une chaise roulante dépend de plusieurs facteurs, notamment le poids de l'utilisateur, le terrain sur lequel la chaise est utilisée, et la vitesse souhaitée. Les moteurs électriques des chaises roulantes sont conçus pour fournir la puissance nécessaire pour surmonter les obstacles et les pentes, tout en offrant une conduite

confortable. [11]

### **II-6-3- Autonomie et Durée de Vie de la Batterie:**

L'autonomie d'une chaise roulante électrique est un aspect crucial à prendre en compte.

Elle détermine la distance maximale que l'utilisateur peut parcourir avant de devoir recharger la batterie. Les fabricants de chaises roulantes électriques s'efforcent constamment d'améliorer l'autonomie des batteries pour offrir une plus grande liberté de mouvement aux utilisateurs. [11]

### **II-6-4- Recharge et Maintenance:**

La recharge des batteries est une étape essentielle pour maintenir la chaise roulante en état de fonctionnement. Les utilisateurs doivent s'assurer de recharger régulièrement leur chaise roulante électrique pour éviter les pannes inopinées. De plus, une maintenance régulière, telle que le nettoyage des contacts électriques et le remplacement des batteries usées, est nécessaire pour garantir la longévité et la fiabilité de l'appareil. [11]

### **II-6-5- Innovation et Évolution Technologique:**

Avec les progrès constants dans le domaine de la technologie des batteries et des moteurs électriques, les chaises roulantes électriques continuent d'évoluer. Les nouvelles innovations visent à améliorer l'autonomie, la performance et la fiabilité des chaises roulantes, offrant ainsi une plus grande liberté et une meilleure qualité de vie aux personnes à mobilité réduite. [11]

## **II-7- Les avantages d'un fauteuil roulant électrique :**

- **L'énergie électrique** : L'avantage principal d'un fauteuil roulant électrique par rapport à un fauteuil manuel est qu'il possède un petit moteur électrique. Ce moteur permet de déplacer le fauteuil roulant de manière beaucoup plus facile et simple, sans nécessiter de force du haut du corps. Il permet également au fauteuil roulant de se déplacer dans n'importe quelle direction. [7]
- **Déplacement sur terrain difficile** : Un fauteuil roulant électrique est conçu pour l'exploration extérieure, notamment sur des terrains accidentés et en pente. Grâce à de



grands gradins et à une puissance suffisante dans le moteur électrique, il vous aide à surmonter toutes sortes d'obstacles.

- **Réglage en hauteur** : Le fauteuil roulant électrique permet un réglage libre de la hauteur du fauteuil roulant. Contrairement à un fauteuil roulant manuel, le fauteuil roulant électrique permet à l'utilisateur de changer de hauteur à n'importe quel niveau, que ce soit pour atteindre une étagère plus haute ou pour s'asseoir à une hauteur plus basse à table. Presque tous les fauteuils roulants électriques permettent au patient de changer la hauteur d'une simple pression sur un bouton.

### **II-8- Les inconvénients d'un fauteuil roulant électrique**

- **Coût élevé** : Malgré leurs avantages, les fauteuils roulants électriques sont souvent coûteux en raison de leurs composants électriques et de leur élément motorisé.
- **Batteries** : Les fauteuils roulants électriques nécessitent une ou deux batteries pour alimenter les roues et les autres fonctions électriques. Ces batteries doivent être rechargées régulièrement, ce qui peut prendre plusieurs heures. [8]
- **Mode d'exercice limité** : L'utilisation d'un fauteuil roulant électrique réduit l'occasion de faire de l'exercice régulièrement. Contrairement aux fauteuils roulants manuels, les fauteuils roulants électriques effectuent tous les mouvements mécaniquement, ce qui peut augmenter le risque de complications de santé à long terme et réduire les fonctions humaines de base comme la capacité d'équilibrer le corps pendant le mouvement.

### **II-9-L'autonomie d'un fauteuil roulant électrique :**

L'autonomie d'un fauteuil roulant électrique est influencée par deux catégories de facteurs, fixes et variables [9] :

#### **II-9-1- Les facteurs variables comprennent :**

- ✓ La charge transportée
- ✓ Les caractéristiques et la surface du terrain
- ✓ L'environnement

- ✓ Votre style de conduite
- ✓ La pression des pneus
- ✓ Les options électriques
- ✓ La capacité de la batterie

### **II-9-2- Quant aux facteurs fixes, ils incluent :**

- ✓ Le poids du fauteuil
- ✓ La dimension des batteries
- ✓ Le type de propulsion et de moteur
- ✓ La distribution du poids du fauteuil
- ✓ Le type de propulsion et de moteur
- ✓ La distribution du poids du fauteuil

**II-10-Conclusion :**

Les chaises roulantes électriques sont une avancée significative dans l'assistance aux personnes à mobilité réduite. Elles offrent plus d'autonomie et de confort grâce à leur système motorisé qui permet une manœuvre facile, de plus, les options de personnalisation et les technologies intégrées, comme les commandes programmables et les systèmes de navigation, améliorent considérablement la qualité de vie des utilisateurs. Cependant, il est important de considérer l'accessibilité des environnements, la durabilité des batteries et le coût lors du choix d'une chaise roulante électrique. En résumé, elles représentent une solution précieuse mais nécessitent une réflexion approfondie pour s'adapter aux besoins individuels.

### Références bibliographiques :

- [1] Assem, Houria, et al. "Stratégie de gestion d'énergie dans une station de charge à énergie solaire photovoltaïque." *Journal of Renewable Energies* 21.3 (2018): 365-371.
- [2] Serrar, Ahmed. *Étude et conception des systèmes de recharge solaire pour voiture électrique en Algérie*. Diss. Université du Québec à Trois-Rivières, 2019.
- [3] AHMED, RAID. "D'étude d'un Fauteuil Roulant Electrique Adapté par Panneau Solaire."
- [4] : Watson N., Woods B. (2008) A social and technological history of the wheelchair. In : Le Fauteuil Roulant, Actes des 21ème Entretien de la Fondation Garches., pp. 9-20. Watson N., Woods B. (2008) A social and technological history of the wheelchair. In : Le Fauteuil Roulant, Actes des 21ème Entretien de la Fondation Garches., pp. 9-20
- [5] : Vignier N., Ravaud J.F. (2008) Les utilisateurs de fauteuil roulant en France : aspects sociaux épidémiologiques. In : Le Fauteuil roulant. Actes des 21èmes entretiens de la Fondation Garches. Pp. 21-33.
- [6] : thèse. Planification automatique de trajectoire d'un fauteuil roulant intelligent
- [7] : [mdm-france./fauteuil-roulant-électrique](http://mdm-france./fauteuil-roulant-électrique).
- [8] : [passionatepeople.invacare.fr/avantages-fauteuil-roulant-electrique-pliant](http://passionatepeople.invacare.fr/avantages-fauteuil-roulant-electrique-pliant).
- [9] : Matériel médical, de bien-être et de confort
- [10] Fauteuil Roulant Électrique : Un Guide Complet ([guide-senior.net](http://guide-senior.net))
- [11] Wheelchair Selection and configuration 'by Rory A.cooper ,et al.
- [12] Just a moment... ([schemaselectriques.com](http://schemaselectriques.com))
- [13] La batterie lithium-ion : comment ça marche ? | Planète Énergies ([planete-energies.com](http://planete-energies.com))
- [14] Comment fonctionne un moteur électrique : explications et schémas ([umvie.com](http://umvie.com))
- [15] Joystick Module Pinout, Features, Arduino Circuit & Datasheet ([components101.com](http://components101.com))
- [16] Viewsource :<https://www.bing.com>
- [17] <https://custom-images.strikinglycdn.com>

**Chapitre III:**  
***Dimensionnement***  
***d'une station de***  
***recharge solaire***

## **Chapitre III.....Dimensionnement d'une station de recharge solaire**

---

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

La méthode de dimensionnement consiste à déterminer d'abord la puissance crête d'un panneau photovoltaïque qui fournit l'énergie électrique nécessaire pendant la journée. Elle consiste à déterminer la période de besoin en électricité, et la consommation requise. Cette étape comporte peu de calculs, mais demande relativement beaucoup de réflexion car une erreur à ce stade peut rendre l'installation photovoltaïque obsolète.

La méthode comporte 08 étapes qui se résument comme suit :

### **III.2. procédure de calcul**

#### **Etape I : Consommation énergétique**

Un système bien adapté nécessite l'évaluation de la puissance électrique des applications à alimenter. L'énergie nécessaire s'exprime par :

$$E_c = P \times t \quad \text{(III.1)}$$

Avec :

**E<sub>c</sub>** : énergie consommée en (Wh).

**P** : puissance de fonctionnement de l'appareil en (W).

**t** : temps d'utilisation par heure(h).

L'énergie est donc le produit de la puissance par le temps. La relation (III.1) permet de calculer les besoins journaliers en énergie.

En effet, comme un système photovoltaïque doit fournir son énergie durant une journée entière, il est naturel de prendre la période de 24 heures comme unité de temps. L'énergie E, est donc l'énergie électrique consommée en 24 heures par l'application et s'exprime en Watt- heure par jour (Wh/j). On l'appelle aussi consommation journalière.

Pour calculer la consommation totale d'une installation, on calcule d'abord l'énergie électrique consommée en 24 heures par chaque équipement ou chaque fonction électrique et ensuite on les additionne.

## **Chapitre III.....Dimensionnement d'une station de recharge solaire**

---

Elle s'exprime par :

$$E_T = \sum P_i \times t_i \quad (\text{III.2})$$

Avec :

**P<sub>i</sub>** : Puissance électrique d'un appareil « i » exprimée en Watt (W).

**T<sub>i</sub>** : Durée d'utilisation de cet appareil « i » en heure par jour (h/j).

Lorsque tous les appareils fonctionnent à la même tension, la consommation journalière peut également se chiffrer en Ampère - heure par jour (Ah/j), unité pratique pour tous les systèmes liés à une batterie.

Comme ces équipements fonctionnent en alternatif et que la consommation énergétique passe par un onduleur, il est nécessaire de tenir compte du rendement de l'onduleur pour évaluer la puissance requise, on écrit alors :

Puissance corrigée = puissance des appareils à alimenter × Rendement de l'onduleur

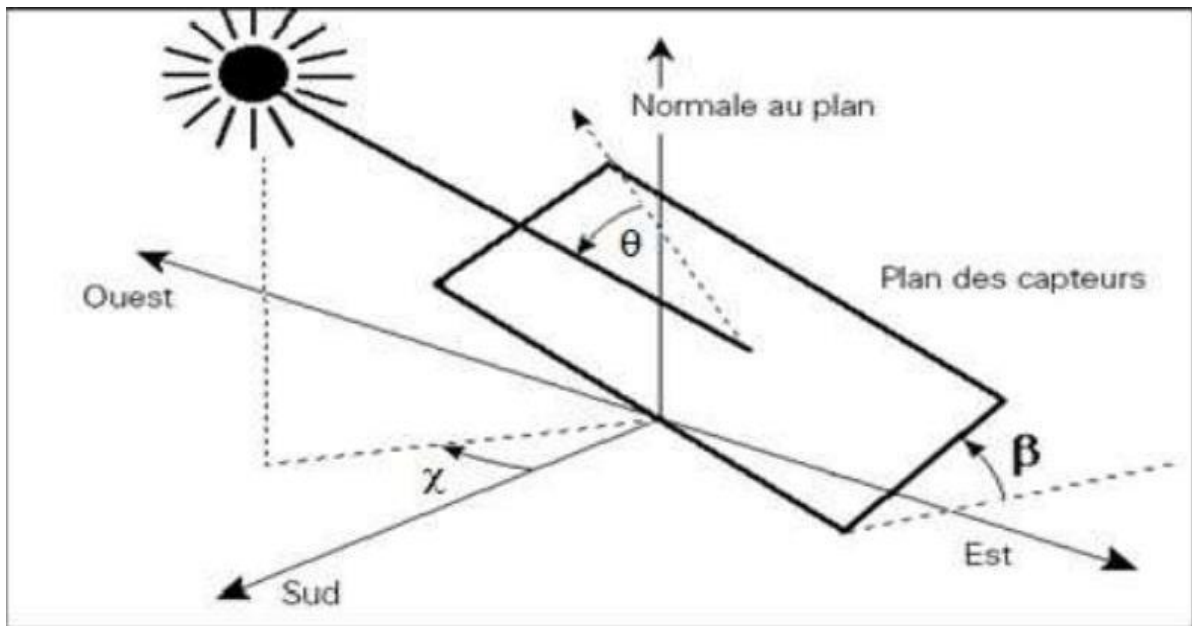
### **Etape II : Energie solaire récupérable**

➤ Inclinaison et orientation optimales des capteurs photovoltaïques

L'énergie fournie par les capteurs photovoltaïques est directement proportionnelle à l'ensoleillement. Afin d'optimiser au mieux l'installation solaire il faut donc tenir compte de ce facteur, qui dépend à son tour du lieu de l'installation, de l'orientation et de l'inclinaison de ces capteurs.

Idéalement, Ils doivent être orientés en plein Sud dans l'hémisphère Nord et en plein Nord dans l'hémisphère Sud, à l'écart des zones ombragées, et inclinés d'un angle qui permet l'optimisation de l'énergie récupérée.

Un plan incliné est caractérisé par son inclinaison  $\beta$  (par rapport à l'horizontale), et son orientation ou azimut  $\chi$  par rapport au sud. [25]



**Figure III.1.** : Définition des angles pour un plan incliné : inclinaison  $\beta$ , azimut  $\chi$  et l'angle d'incidence  $\theta$ . [25]

Plus les rayons sont proches de la perpendiculaire au plan des panneaux ( $\cos \theta \approx 1$ ), plus la quantité d'énergie disponible est importante.





- En moyenne, sur l'année, l'inclinaison optimale pour maximiser l'énergie annuelle produite est égale à la latitude du lieu.
- Une inclinaison plus forte que la latitude peut augmenter l'énergie récupérée en hiver (la trajectoire du soleil étant basse dans le ciel), au détriment de celle récupérée en été. L'inverse est réalisé pour une inclinaison plus faible que la latitude.

Ces considérations sont prises en compte lors du dimensionnement d'un système photovoltaïque. Le tableau suivant donne les valeurs de l'inclinaison recommandée des capteurs photovoltaïques pour une utilisation annuelle constante en fonction de la latitude. [26]



## Chapitre III.....Dimensionnement d'une station de recharge solaire

**Tableau III.1. :** Relation entre la latitude et l'inclinaison des panneaux pour une utilisation annuelle.

| INCLINAISON \ ORIENTATION | 0°<br> | 30°<br> | 60°<br> | 90°<br> |
|---------------------------|---|--|---|--|
| EST                       | 93%   | 90%  | 78%   | 55%  |
| SUD - EST                 | 93%   | 96%  | 88%   | 66%  |
| SUD                       | 93%   | 100%   | 91%   | 68%  |
| SUD - OUEST               | 93%   | 96%  | 88%   | 66%  |
| OUEST                     | 93%   | 90%  | 78%   | 55%  |

### ➤ Ombrage ou repérage des masques

Il arrive que les modules soient placés face à un type d'obstacle comme les bâtiments, montagnes, arbres...etc. qui masqueront le soleil.

Ces effets d'ombrage sur le rayonnement reçu sont très difficiles à estimer intuitivement, cependant, il faut faire attention aux ombrages partiels et même ponctuels puisqu'ils influent sur la production d'énergie et provoque un déficit de production important dont il faut tenir compte.

Il faut noter que lorsqu'une cellule est ombrée, c'est le courant de toute la chaîne des cellules en série qui est limité et cela peut avoir de graves conséquences si les panneaux ne sont pas équipés de diodes anti-retour.

### Etape III : Données météorologiques

La conception des systèmes photovoltaïques nécessite la connaissance du rayonnement solaire utile sur le site d'installation. Cette connaissance est l'un des paramètres essentiels de l'étude préalable.

Pour un besoin électrique donné, plus l'énergie solaire reçue est grande, moins est le nombre de panneaux solaires à installer et inversement. En traversant l'atmosphère, le rayonnement solaire est absorbé et diffusé au sol. L'influence de l'atmosphère provoque la

### **Chapitre III.....Dimensionnement d'une station de recharge solaire**

diffusion et l'absorption d'une partie du rayonnement incident.

La modification par l'atmosphère du rayonnement solaire obéit à des phénomènes assez complexes et surtout en grande partie aléatoires. Le flux lumineux reçu au niveau du sol à un instant donné dépend d'un grand nombre de paramètres : Gaz présents dans l'atmosphère, Nuages, Albédo (réflectivité du sol), Température ambiante, Vent, Humidité relative, etc... tous ces paramètres dépendent du lieu géographique, de la saison, de l'heure de la journée, des conditions météorologiques du moment. Il est donc important de disposer de données fiables en recourant à des statistiques accumulées sur les années antérieures grâce à un instrument de mesure appelé « héliographe ».

Grace à cet instrument de mesure, les stations météorologiques élaborent des statistiques de rayonnement solaire intégré en [KWh/m<sup>2</sup>. J] à partir de toutes les données récoltées. Ce sont ces données, globales sur une journée, qui servent la plupart du temps au dimensionnement d'un système photovoltaïque.

#### **Etape IV : Dimensionnement du générateur photovoltaïque**

Cette étape consiste à calculer la quantité de modules photovoltaïques que l'on devra posséder pour couvrir les besoins en électricité.

##### **➤ Puissance crête d'un générateur photovoltaïque**

La puissance crête des panneaux à installer dépend de l'irradiation du lieu d'installation. On la calcule en appliquant la formule suivante : [27]

$$P_{ch} = \frac{E_c}{k \times I_r} \quad (III.3)$$

$P_{ch}$  : Puissance crête de champs photovoltaïque en Watt crête (Wc)

$E_c$  : Energie consommée par jour (Wh/jour)

$I_r$  : Temps moyen d'ensoleillement journalier (h/jour)

En Algérie :  $2 \leq I_r \leq 8$ . On prend la moyenne de 7 h/Jour

## **Chapitre III.....Dimensionnement d'une station de recharge solaire**

**K:** Coefficient correcteur, ce coefficient tient compte :

- De l'incertitude météorologique.
- De l'inclinaison non corrigée des modules suivant la saison.
- Du point de fonctionnement des modules.
- Du rendement moyen charge/décharge de la batterie (90%).
- Du rendement de régulateur (95%).
- Des pertes dans les câbles et connexions pour les systèmes avec batterie.

**K** est en générale compris entre 0,55 et 0,75. La valeur souvent utilisée dans les calculs du système avec batterie est  $k=0,65$ . [28]

### ➤ **Tension de fonctionnement du champ photovoltaïque**

On choisit la tension de fonctionnement en fonction de la puissance crête du champ photovoltaïque en watt. De façon générale : [27]

**Tableau III.2 :** Tension du champ en fonction de sa puissance crête

| Puissance crête ( $W_c$ ) | Moins de 500W | De 500 à 2000 W | De 2000 à 10000W | Plus de 10000W |
|---------------------------|---------------|-----------------|------------------|----------------|
| Tension de champ (V)      | 12            | 24              | 48               | 96             |

### **Etape V : Dimensionnement du parc de batteries**

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

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

$$C_{ch} = \frac{E_c \times N}{D \times U} \quad (\text{III.4})$$

### **Chapitre III.....Dimensionnement d'une station de recharge solaire**

---

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

$E_c$ : Énergie consommée par jour (Wh/j)

N : nombre de jour d'autonomie

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

U : tension de la batterie (V)

**Pour notre cas :**

On a :  $C_{ch}=55\text{Ah}$ ;  $D=0,8$ ;  $U=24\text{V}$ ;

Nous calculons l'énergie consommée par le fauteuil électrique

D'après la formule (III.4) on a :

$$E_c = \frac{C_{ch} \times D \times U}{N}$$

Pour N = 1 jour on trouve  $E_c= 1056 \text{ W/j}$

La puissance installée pour délivrer cette énergie ( $E_c= 1056 \text{ W/j}$ ) est :

On suppose que : N=12h donc

$$P_c = \frac{1056}{12} = 90 \text{ W}$$

✓ Nous concluons que nous avons besoin d'un seul panneau solaire de capacité supérieur de **90W**.

La durée de vie en d'une batterie décroît rapidement lorsque la profondeur de décharge augmente. En général, on essaie de limiter la profondeur de décharge à 50%, c'est-à-dire que l'on utilisera que la moitié de la capacité de batteries.



Figure III.2. Aperçu d'une batterie solaire.

### Etape VI : Dimensionnement du régulateur de charge

Pour choisir le régulateur de charge adapté au système solaire photovoltaïque, plusieurs critères doivent être pris en compte. Ces critères dépendent de la puissance de système solaire et de la tension de parc de batterie. Le choix du régulateur aura un impact important sur le courant de charge de l'installation. Il fait de sorte que la batterie soit bien chargée et la protège contre la surcharge mais il ne gère pas les problèmes de décharge éventuels.

## Chapitre III.....Dimensionnement d'une station de recharge solaire

- Le courant de charge de l'installation : L'ampérage maximum du régulateur dépend de l'intensité de court-circuit du panneau solaire, c'est-à-dire le courant maximum que peut fournir le panneau. Le courant maximal que les modules sont susceptibles de débiter à un instant donné et supporté par le régulateur. Pour estimer ce courant, prendre 1,5 fois le courant de court- circuit et 1,5 fois le courant  $I_m$  total au point de puissance maximum.

Dans notre cas, le courant est calculé par la formule suivante :

$$I_{ent} = \frac{P_C}{U} \quad (III.5)$$

D'après le calcul on trouve  $I_{ent} \approx 4A$

On peut choisir un régulateur de tension de 24 V et de courant d'environ 7A



Figure III.3. exemple de régulateur de charge.

## **Chapitre III.....Dimensionnement d'une station de recharge solaire**

### **Etape VII : Dimensionnement de l'onduleur**

Le convertisseur de courant se dimensionne en fonction de plusieurs critères :

- La tension d'entrée : c'est la même que la tension des batteries ou du régulateur (12, 24 ou 48V DC).
- La tension de sortie : en Algérie nous utilisons du 220/230 V, 50Hz.
- La puissance nominale : c'est la puissance que les appareils consomment en électricité.

Pour fonctionner de façon "normale". Pour connaître cette puissance nominale, il suffit de faire la somme des puissances des appareils électriques susceptible d'être utilisés en même temps Il faut toujours choisir un convertisseur dont la puissance est légèrement supérieure à celle des appareils.

- La puissance maximale : l'onduleur doit être capable de fournir une grande puissance (généralement 2 ou 3 fois la puissance nominale). Cette particularité est utile pour les appareils qui possèdent un moteur (réfrigérateur, micro-onde, lave-linge, ...), car leur consommation augmente très fortement lors du démarrage. En général, si vous avez correctement dimensionné la puissance nominale, la puissance maximale est prévue par ces onduleurs est suffisante.
- Le rendement : Une partie de l'électricité transformée est consommée par le convertisseur de courant (entre 80 et 95% de l'énergie est restituée). Il est important de contrôler ce rendement, sachant qu'un bon produit se situe autour de 90%.

De plus, la plupart des convertisseurs consomment de l'énergie même lorsqu'ils ne fonctionnent pas (stand-by). Certains sont équipés d'un système de marche/arrêt qui permet de grandes économies dans les petites installations photovoltaïques.



**FigureIII.4.** Aperçu de l'onduleur.



## Chapitre III.....Dimensionnement d'une station de recharge solaire

### Etape VIII : Le dimensionnement des câbles électriques solaires

Pour assurer le transport de l'énergie des modules jusqu'au régulateur de charge, on ne peut pas utiliser n'importe quel câble électrique.

Les câbles solaires sont étudiés pour résister aux conditions liées à leur utilisation. Ils sont les seuls à pouvoir assurer une longue durée de vie (supérieure à 30 ans) tout en minimisant les pertes d'énergie.

La résistance d'un câble électrique ne dépend ni de la tension ni de l'intensité du courant qui le traverse, mais dépend de la résistivité ( $\rho$ ) du matériau utilisé (cuivre, argent, fer, ...), de la longueur du câble, de sa section, et de sa température.

Le cuivre est de loin le conducteur le plus utilisé, et sa résistivité oscille entre  $16 \times 10^{-9} \Omega \cdot m$  à  $0^\circ C$  et  $17 \times 10^{-9} \Omega \cdot m$  à  $25^\circ C$ . L'équation permettant de connaître la résistance est la suivante :

$$R = \rho \times L / S \dots \dots \dots (III.5)$$

Avec :

R : la résistance en ( $\Omega$ )

$\rho$  : la résistivité en ( $\Omega \cdot m$ )

L : la longueur du câble en (m)

S : la section du câble s en ( $mm^2$ )



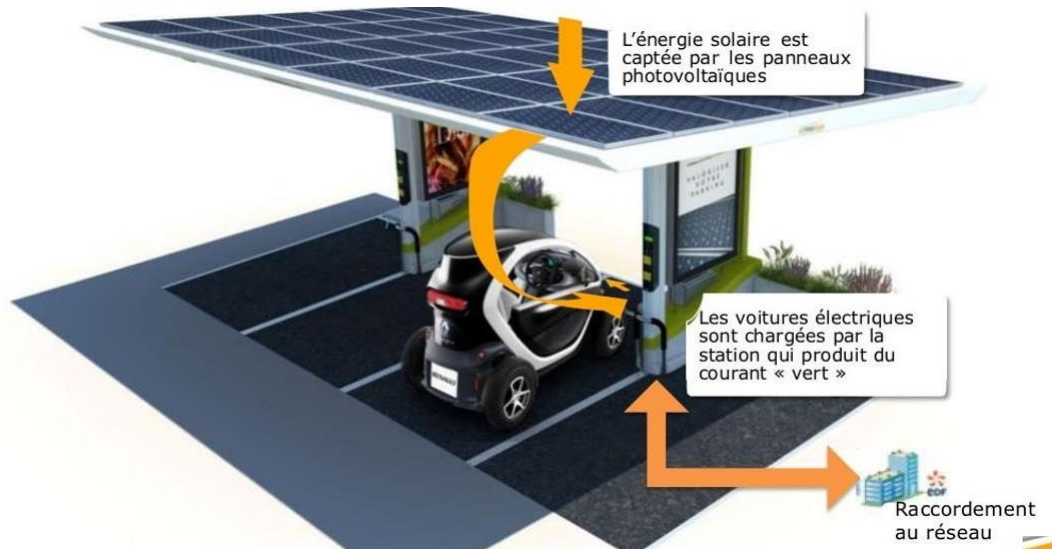
FigureIII.5. Le câble solaire.



## Chapitre III.....Dimensionnement d'une station de recharge solaire

### ➤ Application :

Pour mieux comprendre les étapes utiles au dimensionnement d'une station de recharge solaire on se propose de faire une application sur une chaise roulante comme un exemple. La figure (III.6) illustre les différents éléments de la station de recharge.



**Figure III.6.** Image d'une station de recharge solaire.

Les panneaux photovoltaïques, disposés sur la toiture de la stat, captent les rayons solaires qu'ils transforment en électricité par effet photovoltaïque. Pour assurer un fonctionnement optimal de ces panneaux, on dispose un régulateur de charge qui assure la charge du parc de batteries et l'alimentation des appareils fonctionnant en courant continu. Pour les équipements fonctionnant en courant alternatif, on utilise à cet effet, un onduleur qui convertit le courant continu en courant alternatif.

### ➤ Localisation du site (étape II)

**Wilaya :** Bordj bou Arreridj

**Site :** ELAnnaser

**Latitude :** 36°, 070 Nord

**Longitude :** 4°, 756 Est

**Altitude :** 928 mètres

**Albédo :** 0,2

## **Chapitre III.....Dimensionnement d'une station de recharge solaire**

---

**Température ambiante min : +8°C**

**Température ambiante max : +37°C**

**Données météorologiques (étape 3)**

En Algérie :

La durée d'ensoleillement journalière minimale est de : 4 h/jour

La durée d'ensoleillement journalière maximale est de 12h/jour

En général on prend la moyenne de : 8 h/jour

### **III.3. Description de la station de recharge solaire :**

Notre station de recharge comme elle présenter par l'organigramme de la figure (III.7) est constituée d'une panneau solaire qui entraine au premier lieu pour capter de l'énergie solaire et le transformer en énergie électrique ,puis en second lieu le courant obtenu à partir le panneau prend le chemin vers le régulateur pour la correction automatique de la tension électrique ,puis vers la prise pour l'utilisation (charger la batterie du fauteuil roulant).

**Remarque :** La présence de l'onduleur dans notre travail a pour but de convertir le courant continu, produit par les panneaux photovoltaïques, en courant alternatif qui sera distribué aux appareils électriques(en cas de remplacer le fauteuil par un autre appareil qui utilise le courant alternatif AC).

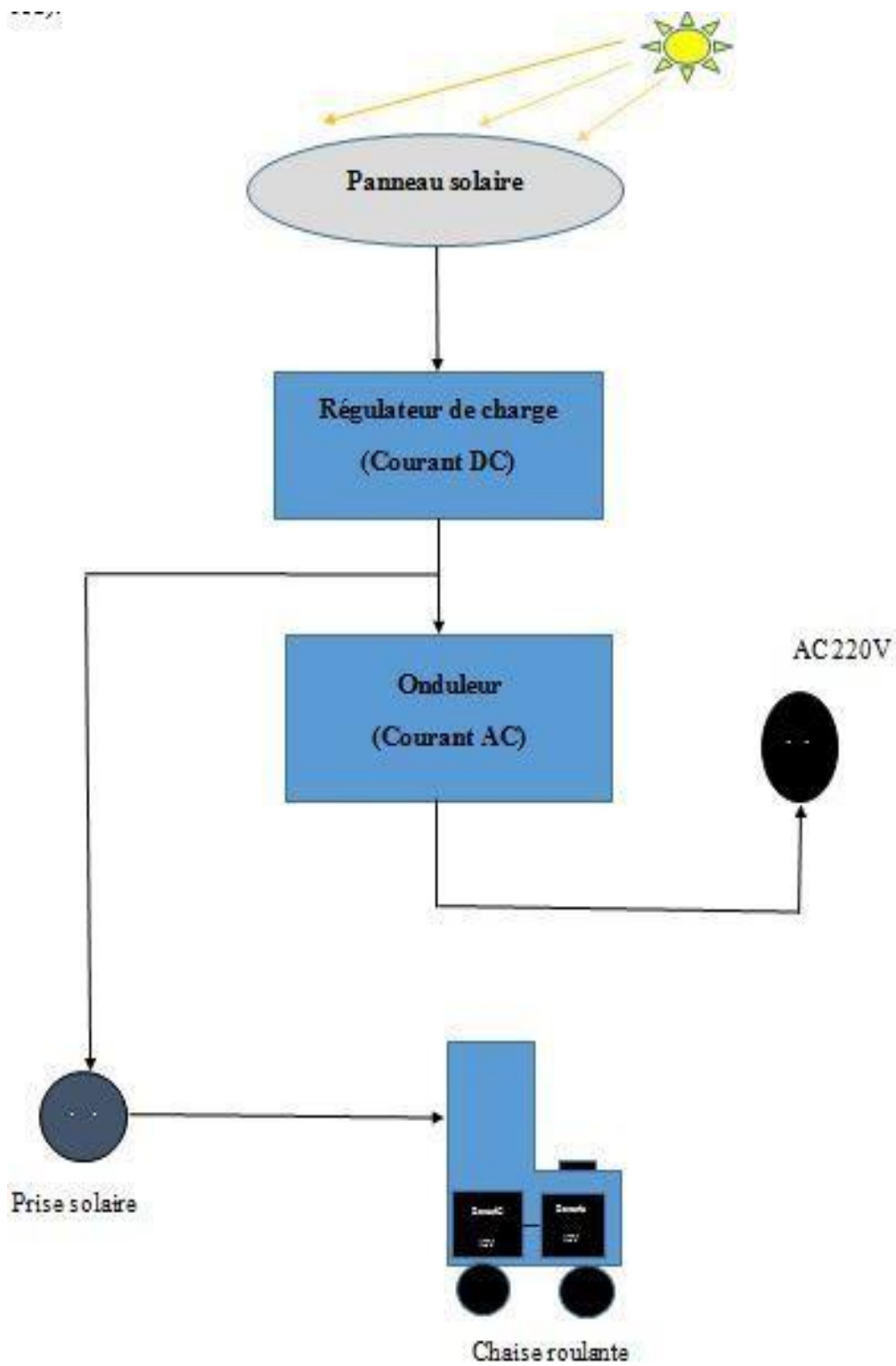


Figure III.7. Organigramme de notre station de recharge solaire.

### **Chapitre III.....Dimensionnement d'une station de recharge solaire**

---

#### **Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons présenté les différents composants d'une station solaire photovoltaïque avec leurs rôles. Le bon fonctionnement de cette installation requiert un bon dimensionnement de ces composants.

Nous pouvons dire que "l'étude et le dimensionnement d'une station de recharge solaire pour fauteuil roulant électrique" a une grande importance, telle que l'utilisation de l'énergie renouvelable, en l'occurrence l'énergie solaire, pour recharger les fauteuils roulants électriques. C'est un grand pas vers la réalisation de la durabilité dans le domaine des soins de santé et l'amélioration de la qualité de vie des personnes qui dépendent des fauteuils roulants.

De plus, ce projet peut contribuer à réduire les émissions de carbone et l'impact environnemental de l'énergie traditionnelle. Cependant, le projet nécessite une recherche intensive et un développement pour assurer l'efficacité et l'efficacité du système.

À l'avenir, ce type de technologie pourrait avoir un impact majeur sur la façon dont les appareils électriques portables sont conçus et fonctionnent. Cependant, cela nécessite davantage de recherche et de développement pour s'assurer que cette technologie peut répondre aux besoins croissants de la société.

## **Chapitre III.....Dimensionnement d'une station de recharge solaire**

---

### **Références Bibliographiques:**

- [1] S. Kammoun, assistance de navigation pour les non-voyants, Thèse de doctorat en informatique, Université de Toulouse , France, 2013.
- [2] R.Farcy, R.Leroux, A.Jucha, R.Damaschini, Grégoire et A. Zouaghi, Electronic travel aids and electronic orientation aids for blind people : Technical, rehabilitation and Everyday life points of view, In M.A. Hersh, editeur, Conference & Workshop on Assistive Technologies for People with Vision & Hearing Impairments Technology for Inclusion, 2006.
- [3] L.A. Johnson et C. M. Higgins, A navigation aid for the blind using tactile-visual sensory substitution, In Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, volume1, New York City, USA, 2006
- [4] J. Wang, S. Wang et Y. Zhang, « Artificial intelligence for visually impaired, » Displays, vol. 77, p. 102391, 2023
- [5] <https://magazine.cflou.com/sunu-le-bracelet-connecte-pour-les-deficients-visuels/19/03/2024>
- [6] <https://www.helloedlife.com/product-page/we-walk-smart-walking-cane-219/03/2024>
- [7] [https://www.ictjournal.ch/news/2023-05-31/une-canne-pour-malvoyants-qui-guide-et\\_informe-sur-lenvironnement19/03/2024](https://www.ictjournal.ch/news/2023-05-31/une-canne-pour-malvoyants-qui-guide-et_informe-sur-lenvironnement19/03/2024)
- [8] <https://www.raspberryme.com/guide-complet-du-capteur-a-ultrasons-hc-sr04-avec-arduino/>
- [9] <https://arduino.blaise-pascal.fr/capteur-de-distance-a-ultrasons/>
- [10] <https://components101.com/sensors/ultrasonic-sensor-working-pinout-datasheet>
- [11] <https://components101.com/sensors/-module>

# *Conclusion générale*

## **Conclusion générale.....**

---

### **Conclusion générale :**

L'étude et le dimensionnement d'une station de recharge solaire pour fauteuil roulant électrique démontre un potentiel certain pour améliorer la mobilité des utilisateurs de fauteuil roulant électrique, et permet-leur de s'arrêter partout où cela les aide.

#### **Avantages majeurs:**

- **Autonomie accrue:** Réduction de la dépendance aux prises murales, augmentant la liberté et l'étendue des déplacements possibles pour les utilisateurs.
- **Durabilité:** Source d'énergie renouvelable et propre, contribuant à la réduction de l'empreinte carbone et à la lutte contre le changement climatique.
- **Accessibilité:** Amélioration de l'accès aux transports et aux services pour les personnes à mobilité réduite, favorisant leur inclusion sociale et économique.
- **Économies potentielles:** Réduction des coûts énergétiques liés à la recharge sur le réseau électrique.

#### **Points à considérer:**

- **Coût initial:** Investissement initial élevé pour l'achat et l'installation de la station de recharge.
- **Efficacité variable:** La quantité d'énergie solaire captée dépend des conditions météorologiques et de l'ensoleillement.
- **Maintenance:** Entretien et nettoyage réguliers des panneaux solaires pour maintenir leur efficacité.

#### **Recommandations:**

- **Poursuite de la recherche et du développement:** Améliorer l'efficacité des panneaux solaires, réduire les coûts et optimiser les systèmes de stockage d'énergie.
- **Mise en place de programmes d'aide:** Subventions ou incitations financières pour faciliter l'adoption de cette technologie par les utilisateurs.
- **Sensibilisation et éducation:** Informer les utilisateurs de fauteuil roulant électrique et le grand public des avantages et des possibilités offertes par les stations de recharge solaires.

## **Conclusion générale.....**

---

L'intégration de stations de recharge solaires pour les fauteuils roulants électriques s'inscrit dans une démarche de mobilité durable et inclusive. Encourager l'adoption de cette technologie par le biais de politiques et d'investissements adéquats permettra d'améliorer considérablement la qualité de vie des utilisateurs de fauteuil roulant électrique tout en contribuant à un avenir plus durable.

Effectivement, il y a d'autres améliorations qui peuvent être appliquées dans le futur telles que la disponibilité d'équipement pour gagner le temps et développer les inventions. Enfin, nous espérons que l'élaboration de cette mémoire servira de support pour les promotions à venir comme maquette pour les travaux.



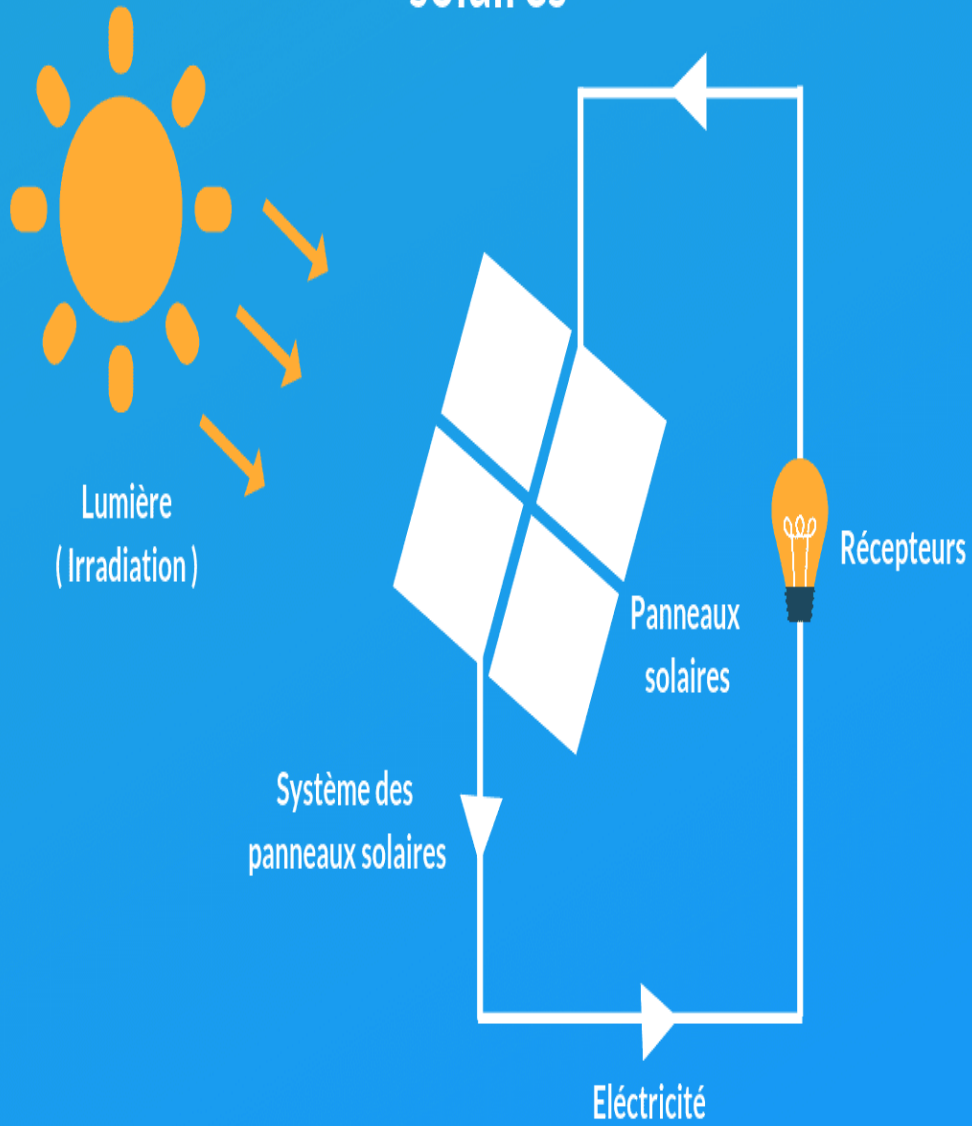
# *Annexes*

Annexes.....

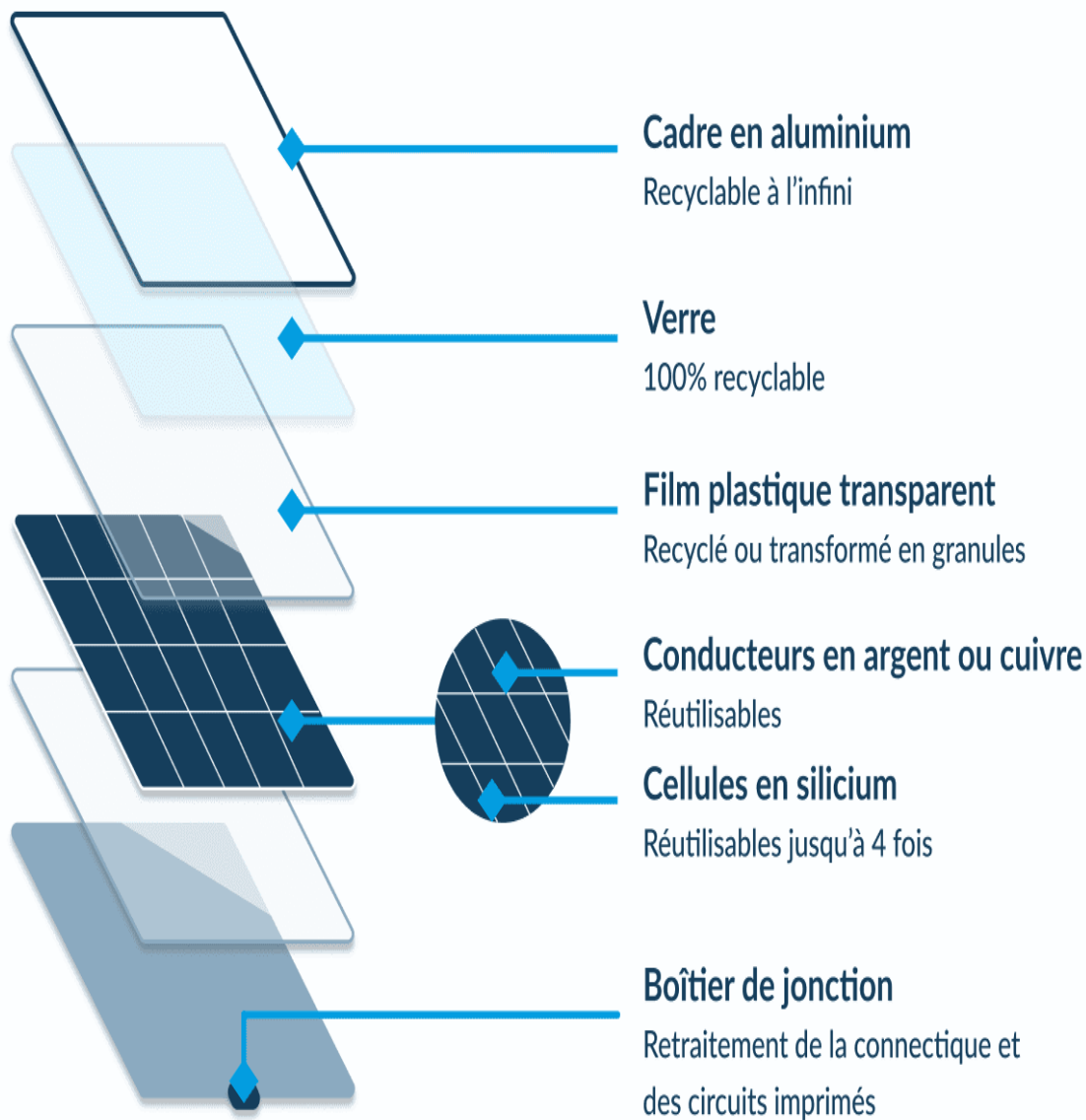
Annexes :

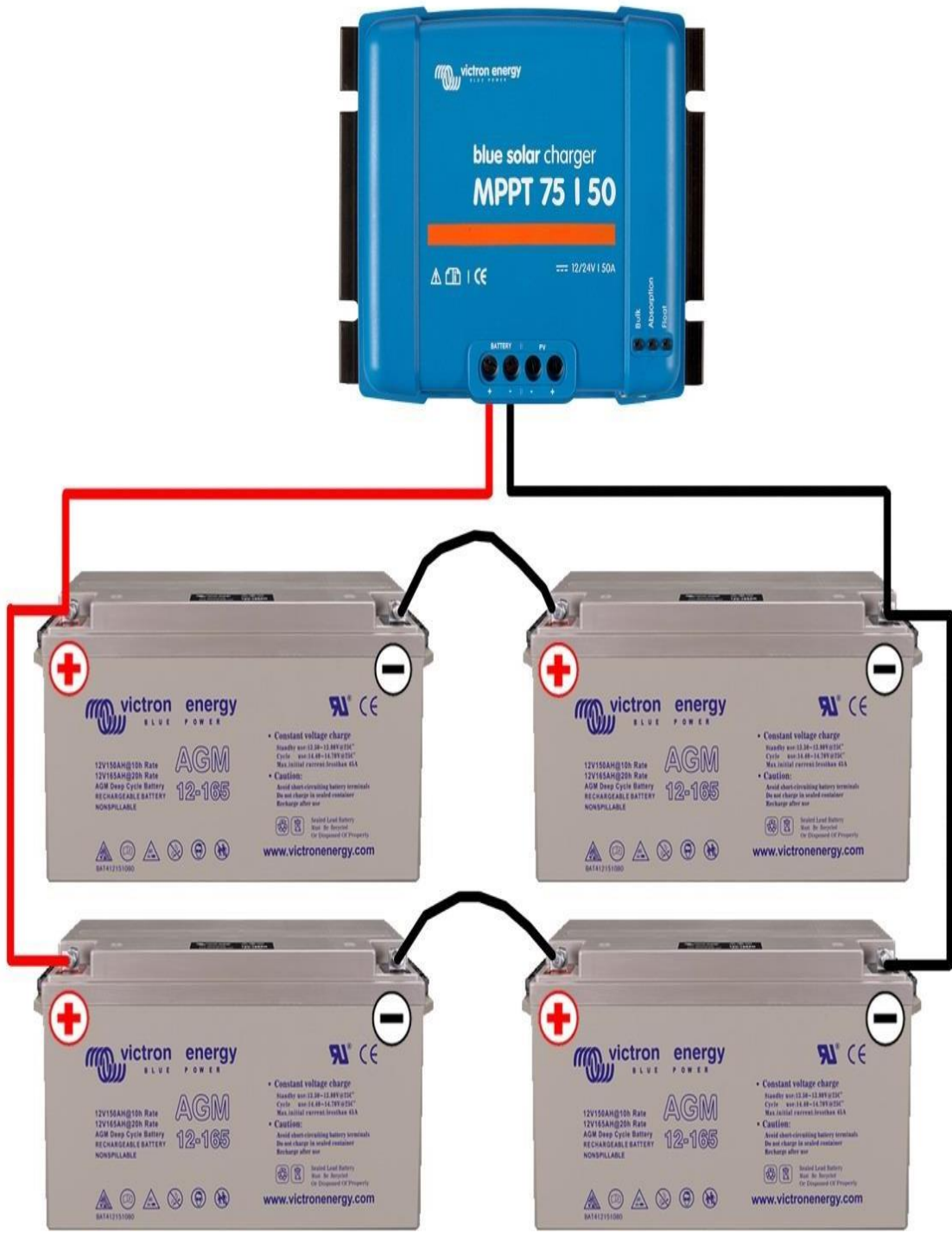


# Fonctionnement des panneaux solaires



## Composition d'un panneau solaire : tout se recycle







**NITECORE®**

## Extension Cable

Compatible with NITECORE FSP100 and more solar panels.

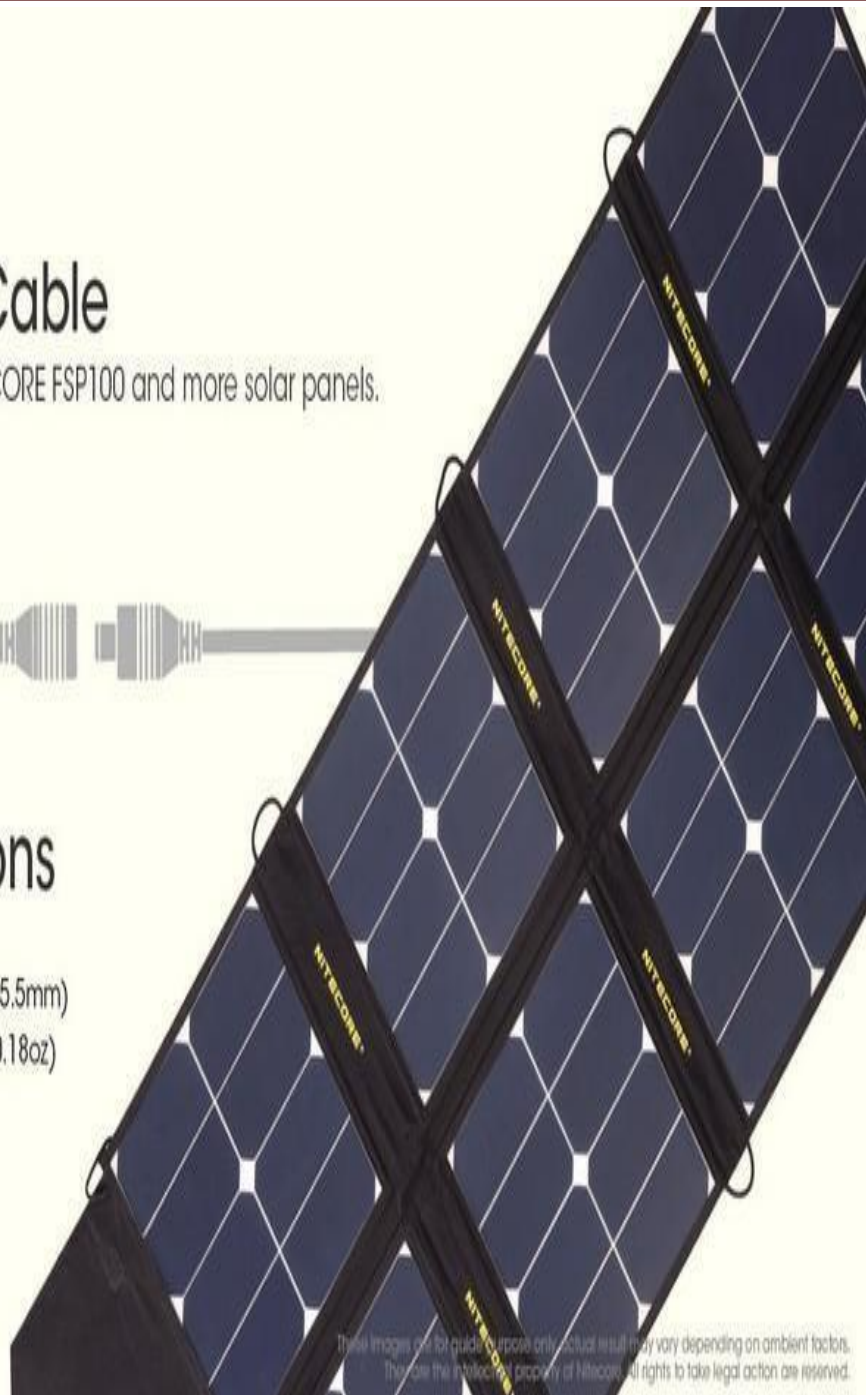


## Specifications

Length: 10m (33ft)

Connectors: DC to DC (7.9\*5.5mm)

Weight: 500g±5g (17.64oz±0.18oz)



These images are for guide purpose only, actual result may vary depending on ambient factors.  
They are the intellectual property of Nitecore. All rights to take legal action are reserved.

## ملخص

تشكل دراسة محطة شحن بالطاقة الشمسية للكراسي المتحركة الكهربائية نهجا جديرا بالثناء يجمع بين التكنولوجيا والاستدامة وتحسين نوعية الحياة للأشخاص ذوي القدرة المحدودة على الحركة. يتميز هذا المشروع بالقدرة على إحداث تغيير إيجابي في حياة العديد من الأشخاص من خلال تزويدهم بقدرة أكبر من حرية الحركة ومصدر نظيف للطاقة

وتقوم فكرة المشروع على إيجاد حل مبتكر يهدف إلى تحسين حركة واستقلالية الأشخاص ذوي القدرة المحدودة على الحركة، وخاصة أولئك الذين يعتمدون على الكراسي المتحركة الكهربائية. توفر محطة الشحن الشمسية هذه بديلاً مستداماً ومستقلاً لتلبية احتياجات شحن هذه الكراسي، مع تقليل الاعتماد على مصادر الطاقة التقليدية

**الكلمات المفتاحية:** كرسي متحرك كهربائي، الشحن بالطاقة الشمسية، الطاقة المتجددة (الطاقة الشمسية)، محطة الشحن، الأشخاص ذوي القدرة المحدودة على الحركة.

## Résumé :

L'étude d'une station de recharge solaire pour fauteuil roulant électrique. constituent une démarche louable qui allie technologie, durabilité, et amélioration de la qualité de vie pour les personnes à mobilité réduite. Ce projet a le potentiel de changer positivement la vie de nombreuses personnes en leur offrant une plus grande liberté de mouvement et une source d'énergie propre.

L'idée du projet repose sur la création d'une solution innovante visant à améliorer la mobilité et l'indépendance des personnes à mobilité réduite, en particulier celles qui dépendent de fauteuils roulants électriques. Cette station de recharge solaire offre une alternative durable et autonome pour répondre, aux besoins de recharge de ces fauteuils, tout en réduisant la dépendance aux sources d'énergie traditionnelles.

**Mots clés :** Fauteuil roulant électrique, Recharge solaire, Énergie renouvelable (Énergie solaire), Station de recharge, Personnes à mobilité réduite.

## Abstract:

The study and creation of a solar charging station for electric wheelchairs constitutes a laudable approach which combines technology, sustainability, and improvement in the quality of life for people with reduced mobility. This project has the potential to positively change the lives of many people by providing them with greater freedom of movement and a clean source of energy.

The idea of the project is based on the creation of an innovative solution aimed at improving the mobility and independence of people with reduced mobility, particularly those who rely on electric wheelchairs. This solar charging station offers a sustainable and autonomous alternative to meet the charging needs of these chairs, while reducing dependence on traditional energy sources.

**Keywords** Electric wheelchair, Solar charging, Renewable energy (Solar energy), Charging station, People with reduced mobility.