



وزارة البحث العلمي والتعليم العالي
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة عبد الحميد بن باديس مستغانم
Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem
كلية العلوم و التكنولوجيا
Faculté des Sciences et de la Technologie
DEPARTEMENT DE GENIE ELECTRIQUE



MEMOIRE
Pour obtenir le diplôme de
MASTER EN ELECTROTECHNIQUE

Filière: Electrotechnique
Spécialité: Electrotechnique Industrielle

Présenté Par :

Mr BOUGAILA Mohamed El Habib

Mr KAZI TANI Mourad Oualid

**Etude d'Installation d'une Station de
Recharge pour les Véhicules Electriques
Couplée à un Réseau de Distribution
Hybride (Eolien, PV et Réseau Sonelgaz)**

Soutenu le

30/06 / 2024

devant le jury composé de :

Présidente :	Mme ABBAD	Pr	Université de Mostaganem
Examineur :	Mme REZINI	MCA	Université de Mostaganem
Rapporteur :	Mr BENTOUNES	Pr	Université de Mostaganem

Remerciements

Tout d'abord et avant tout on remercie énormément ALLAH le tout puissant qui nous a donné la foi en lui seul, le courage et la force pour mener à bout ce modeste travail.

Mesdames, Monsieur, membres du jury, à qui nous adressons nos vifs remerciements, tous les mots se perdent devant notre émotion, devant l'intérêt qu'ils ont porté à la correction de notre mémoire de recherche en améliorant sa qualité et de le juger, est un grand honneur pour nous.

*Nos remerciements exceptionnels à notre Encadreur
Monsieur BENTOUNES
pour son assistance, ses conseils, son encouragement et surtout sa patience durant la réalisation de ce mémoire.*

Nos remerciements vont aussi à toute l'équipe pédagogique et administrative de notre Département de Génie Electrique.

Que tous ceux qui nous ont apporté de l'aide, que ce soit sur le plan moral ou matériel trouvent ici l'expression de notre dévouement.

Encore Merci.

Dédicaces

A ceux qui m'ont tout donné sans rien exiger en retour;

Mes chers parents, pour leur amour, leur support affectif et leur savoir qui me l'ont enseigné dans ma vie et durant mon parcours d'étudiant;

A mes frères et petites sœurs, ainsi qu'à toute ma famille, mes amis du collège, en premier lieu mon binôme KAZITANI et mes amis du quartier.

Med Habib BOUGAILA



Dédicaces

*Un grand plaisir que je dédie ce travail à
mes Chers Parents qui ont été toujours à mes côtés
et m'ont toujours soutenu tout au long
de ces longues années d'études.*

*A mes frères et sœur, à tous mes amis, sans
oublier mon binôme BOUGAILA Habib*

Comme je le dédie à tous mes professeurs.

Mourad Oualid KAZITANI



Sommaire

- Introduction Générale	01
	02

Chapitre I : Généralités sur l'énergie, l'énergie solaire, les systèmes Photovoltaïques et Energie Eolienne

- Introduction	03
I. Les Energies Renouvelables et non renouvelables	03
❖ Energie non renouvelable	03
❖ Energie renouvelable	03
II. Energie Solaire	04
II.1. Généralités sur le Soleil	05
II.2. Position du Soleil	06
III. Systèmes Photovoltaïques	06
Historique	06
III.1. Principe de Fonctionnement des Cellules Photovoltaïques	06
	07
III.2. Cellules Photovoltaïques	08
III.2.1. Définition d'une Cellule Photovoltaïque	08
III.2.2. Différents Types de Cellules Photovoltaïques	08
a- Cellule monocristalline	08
b- Cellule Poly Cristalline	08
III.2.3. Caractéristiques Electriques des Cellules Photovoltaïques	09
III.2.4. L'Influence des Différents Paramètres dans le Système PV	09
2.4.1. Introduction	09
2.4.2. Influence de l'éclairement	10
III.3. Model Photovoltaïque	10
III.3.1. Association des Cellules	10
III.3.1.1. Association de Cellules en série	10
III.3.1.2. Association de Cellules en Parallèles	10
III.3.1.3. Association de Cellules Photovoltaïques mixte	11
IV. Avantages et Inconvénients des Systèmes Photovoltaïques	11
1. Avantages	11
2. Inconvénients	11
V. Energie Eolienne	11
V.1. Historique	12
V.2. Définition de l'énergie Eolienne	12
V.3. Caractéristiques des Eoliennes	12
V.4. Avantages et Inconvénients de l'Energie Eolienne	13
1. Avantages	13
2. Inconvénients	13
- Conclusion	13

I.	Introduction	14
II.	Véhicules Tout Electriques	14
	1. Définition	14
	Historique des Véhicules Electriques	14
		15
	2. Eléments de Base Constituant un Véhicule Electrique	16
	Le moteur Electrique	16
	Batterie de Traction	16
	La Puissance de Fonctionnement	16
	L'énergie Magasinée	16
	Etat de Charge	16
	3. Les Récents Développements des Batteries de Traction	17
	La Batterie Cambridge Crude semi liquide	17
	3.1. La Batterie Lithium ou Lithium oxygénée	17
	Source de recharge pour Véhicule Electrique	17
	4. Les Voitures Electriques à Energie Renouvelable Solaire	18
	4.1. Type de Chargeurs de Voiture Electrique	18
	4.2. Présentation des Bornes de Recharge	18
	Types de Bornes de Recharge pour Véhicules Electriques	19
	Bornes de Recharge du niveau 1	19
	Bornes de Recharge du niveau 2	19
	Niveaux de Charge	20
	Connecteurs et Prises pour Véhicules Electriques : Facultatif	20
	4.3. Connecteurs CA	20
	4.4. Connecteurs CC	21
	5. Types des Principales Batteries Utilisées dans les VE	22
	6. Batterie Lead Acid	22
	6.1. Batterie Nickel-Metal-Hydrate ($N_I - M_H$)	22
	6.2. Batterie Nickel-Cadmium ($N_I - C_D$)	22
	6.3. Batteries Lithium Ion (Li-ion)	23
III.	Conclusion	24

Chapitre III : Dimensionnement des Systèmes Photovoltaïques et Eoliens

I. Introduction	25
Zone d'étude	26
I. Situation Géographique	26
I.1. Géomorphologie	26
I.2. Climat	26
I.3. Températures	27
I.4. Ensoleillement	28
II. Dimensionnement du Système	29
1. Cas d'Etude	29
2. Application	29
a- La consommation d'Energie	29
b- Energie consommée Totale	29
3. Système Photovoltaïque	29
o Irradiation à Mostaganem	29
▪ Les données	30
▪ Choix du Panneau	31
▪ Choix de l'Onduleur	32
▪ Système de Stockage	32
4. Détermination du nombre de Batteries nécessaires	33
5. Système Eolien	34
a- Les Données	34
b- Calcul de la Surface Eolienne	34
c- Calcul de la Puissance du vent	34
d- Calcul de la Puissance Eolienne	34
e- Calcul consommation totale des Lampes	34
f- Calcul Courant Total des Lampes	34
g- Calcul durée de Fonctionnement	35
III. Conclusion	35

LISTE DES FIGURES

Chapitre I :

- Figure 1** : Exemples d'énergie non renouvelable
Figure 2 : Les grandes familles d'énergie renouvelable
Figure 3 : Carte du monde de l'irradiation moyenne annuelle sur un plan horizontal.
Figure 4 : Les deux types d'énergie solaire
Figure 5 : Normes de mesures du spectre d'énergie lumineuse émis par le soleil, notion de la Convention AM.
Figure 6 : Principe de conversion de l'énergie solaire en énergie électrique par cellule Photovoltaïque
Figure 7 : Le champ électrique de la jonction PN.
Figure 8 : Cellule monocristalline - Cellules poly cristalline
Figure 9 : Caractéristique I(V) d'une cellule photovoltaïque
Figure 10 : Influence de l'éclairement sur la caractéristique $I = F(V)$

Chapitre II :

- Figure 1** : La jamais contente
Figure 2 : voiture électrique de W. P 1902
Figure 3 : Voiture électrique la Anderson 1918
Figure 4 : Composants constituant une voiture électrique
Figure 5 : Exemple des stations de recharge pour VE
Figure 6 : Chargeurs embarqués et externes
Figure 7 : Borne de recharge simple(a), double(b)
Figure 8 : Borne de recharge niveau 1
Figure 9 : Borne de recharge niveau 2 Niveaux de charge
Figure 10 : Type prise 1
Figure 11 : Type prise 2
Figure 12 : Type prise CCS
Figure 13 : Type prise CHademo

Chapitre III :

- Figure 01** : Représentation de l'énergie solaire reçue au sol
Figure 02 : Localisation de la Wilaya de MOSTAGANEM
Figure 03 : Diagramme Ombro-thermique de la wilaya de Mostaganem
Figure 04 : Localisation de la zone d'étude, la wilaya de Mostaganem
Figure 05 : Courbe des moyennes mensuelles des températures sur la période 1999-2010.
Figure 06 (a), (b) : Courbe l'influence des phénomènes atmosphériques (nbre de jours) au cours de l'année sur le rayonnement du sol.
Figure 07 : Courbe d'irradiation à Mostaganem
Figure 08 : Schéma Installation Panneau solaire
Figure 09 : Schéma de connexion éolienne en 12V

LISTE DES TABLEAUX

Chapitre II :

Tableau 1: Niveaux des bornes de recharge.

Tableau 2 : Tableau comparatif des technologies des batteries

Chapitre III :

Tableau. 1.3. Moyennes mensuelles des températures sur la période 1999-2010

Tableau 1.4. Les différents phénomènes agissant sur l'ensoleillement pour la wilaya de Mostaganem (Nombre moyen de jours)

LISTE DES ABREVIATIONS ET DES SYMBOLES

λ_0	Longueur d'onde
Ah	Ampère par Heure
AM	Air Mass (masse d'air)
C	Vitesse de Lumière
CCS	Combined Charging System (Système de Recharge Combinée)
Cp	Coefficient de Puissance
D. Fonct	Durée de Fonctionnement
Eph	Energie d'un photon
Ec	Energie Consommée
Ect	Energie Consommée Totale
Ep	Energie Produite
h	Constante de Planck
I (A)	Courant Circulant dans l'assemblage
Icc (A)	Courant Circulant dans Chaque Cellule
I (V)	Courant Extraït de la Génératrice
I Lampes	Courant Total des Lampes
I _R	Irradiation
Km / h	Kilomètre par heure
Lead-acid	Plomb – Acide
Li-ion	Lithium-ion
Lit	Lithinée des ions
MPP	(en anglais : <i>maximal power point</i>) point de puissance maximal
Mh	Intermétallique Hydratable
N	Négatif
N	Nombre de Panneaux Photovoltaïques
Ni-Mh	Nickel Métal Hydrure
Ni-Cd	Nickel Cadmium
NiooH	Hydroxyde de Nickel
P	Positif
PV	Photovoltaïque
Pc	Puissance Crête du Générateur Photovoltaïque
Pu	Puissance Unitaire
Pv	Puissance du Vent
Pe	Puissance d'Entrée
Pt Lampes	Consommation Totale des Lampes
Rp	Résistance Parallèle
Rs	Résistance Série
SOC	State Of Charge (Etat de Charge)
VE	Véhicule Electrique
V	Volte
V (V)	Tension aux Bornes de l'Assemblage
VOD (V)	Tension aux Bornes d'une Cellule

RESUME :

Aujourd'hui, notre atmosphère ainsi que les réserves des ressources non renouvelables sont en danger face à l'augmentation de la consommation non contrôlée des fossiles par les centrales électriques, les moyens de transport et l'industrie, etc. Actuellement, les ressources renouvelables sont multiples et ont différentes sources, comme: le soleil, le vent, l'eau, la terre et la biomasse. Ces sources d'énergies renouvelables jouent un rôle très important notamment la production de l'électricité propre.

Grace aux avancés de la science dans ce domaine, les chercheurs ont réussi à trouver d'autres sources propres et renouvelables ainsi qu'un moyen de transport économique et non polluant est le véhicule électrique (VE). Alors que le développement de ce dernier demande une couverture suffisante de ces infrastructures de recharge, ces infrastructures sont généralement connectées au réseau électrique, qui lui ajoute des charges polluantes ainsi que des pics de consommation.

ABSTRACT

Today, our atmosphere as well as the reserves of non-renewable resources are at risk in the face of increasing uncontrolled consumption of fossil fuels by power stations, transport and industry, etc. Currently, renewable resources are multiple and have different sources, such as: sun, wind, water, land and biomass. These renewable energy sources play a very important role, particularly in the production of clean electricity.

Thanks to advances in science in this field, the researchers have succeeded in finding other clean and renewable sources as well as a cost-effective and non-polluting means of transport, the electric vehicle (EV). While the development of the latter requires sufficient coverage of these charging infrastructure, these infrastructure are generally connected to the electricity grid, which adds polluting loads as well as consumption peaks.

ملخص

اليوم، إن ظروفنا الجوية، فضلاً عن احتياجات الموارد غير المتجددة، هي في خطر بسبب زيادة استهلاك المواد الكيميائية غير المعتادة من قبل المنشآت الكهربائية، وسائل النقل والصناعات وما إلى ذلك. في وقتنا الحاضر، فإن الموارد المتجددة متعددة وتتكون من مصادر مختلفة، مثل الشمس، الرياح، الماء، الأرض و الطاقة الحيوية. وتلعب مصادر الطاقة المتجددة دوراً هاماً في إنتاج الكهرباء النظيفة.

وبفضل التقدم العلمي في هذا المجال ، تمكن الباحثون من العثور على مصادر أخرى نظيفة ومستدامة ، بالإضافة إلى طريقة النقل النقدية والغازية و هي السيارة الكهربائية (VE). على الرغم من أن تطوير هذه البنية التحتية يتطلب تغطية كافية من هذه البنيات، إلا أن هذه البنيات عادة ما تكون متصلة بالطاقة الكهربائية، مما يزيد من تكلفة التلوث، فضلاً عن ارتفاع استهلاك الطاقة.

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE :

Depuis la naissance de l'humanité, la consommation énergétique est en très forte croissance dans toutes les régions du monde. Aujourd'hui, la production mondiale d'énergie est produite à partir de 74% des combustibles fossiles (pétrole, charbon et gaz), de 20% par les énergies renouvelables (hydraulique, biomasse, solaire, éolien, etc...) et de 6% par le nucléaire.

Malheureusement, l'année 2017 a vu des augmentations concernant les émissions mondiales des gaz à effet de serre CO₂, alors qu'elles étaient stables depuis 2014, d'après ces statistiques on constate que la consommation de ces énergies continuera à augmenter avec le développement de la population et le confort recherché dans tous les secteurs, de même la diminution et l'épuisement rapide de la quantité des énergies fossiles réservées et disponibles partout dans le monde. Notez que le rythme actuel de la consommation des fossiles est le double qu'il est prévu et seront épuisées avant la fin de ce siècle. [1]

L'avenir énergétique et écologique mondial est en danger, il a incité la recherche scientifique à trouver des alternatives sources d'énergie qui ne s'épuisent pas et respectueuses de l'environnement afin de le préserver pour la génération avenir contre le réchauffement climatique due à l'exploitation des fossiles et de faire face contre le problème de l'instabilité des prix (gaz, essence, diesel, etc).

Actuellement, les ressources renouvelables sont multiples et ont différentes sources, comme: le soleil, le vent, l'eau, la terre et la biomasse. Ces sources d'énergies renouvelables jouent un rôle très important notamment la production de l'électricité propre. Elles sont disponibles en grandes quantités au niveau mondial qui nous permettront particulièrement de limiter la consommation et l'exploitation de toutes formes d'énergies conventionnelles. [1]

L'exploitation des énergies renouvelables est une solution merveilleuse, décentralisée, adaptée et présente peu de danger soit humain ou écologique. La conversion de ces énergies en énergies thermique, chimique ou électrique est quasiment faisable pour différentes applications qui soit individuel ou industriel.

L'énergie chimique de l'essence et de l'air est transformée en chaleur par combustion. Celle-ci est transmise par la production de gaz chauds, aux cylindres, puis aux pistons. A ce stade, elle se transforme en énergie mécanique et déclenche le mouvement de la voiture, qui acquiert une certaine énergie cinétique. Les frottements de l'air sur la carrosserie et des roues sur le sol transforment intégralement cette énergie en chaleur (en terrain plat et à vitesse constante). Une partie de l'énergie issue du moteur est convertie en énergie électrique, alimentant un alternateur. Le courant ainsi engendré sert à produire les étincelles dans les bougies, pour enflammer le combustible, et à recharger la batterie dont l'énergie chimique augmente. Il sert aussi à allumer les phares pour émettre de l'énergie lumineuse ; on consomme donc, à une vitesse donnée, un peu plus d'essence de nuit que de jour. [3]

Pour résoudre ces problèmes, aujourd'hui, les consommateurs sont de plus en plus conscients des impacts environnementaux des véhicules conventionnels ainsi que la dépendance contre les énergies fossiles. Le véhicule électrique (VE) qui apparait comme la meilleure solution dans le contexte de la propreté, le confort et l'indépendance des carburants. Afin que les Véhicules Electriques soient utilisables et populaires, il est indispensable qu'une couverture suffisante des ces infrastructures de recharge.

Les stations de recharge pour les Véhicules Electriques sont généralement connectées aux réseaux, à savoir que malgré les moteurs des Voitures Electriques ne produisent pas des pollutions, il existe toujours des pollutions dues à la charge des batteries à partir des sources électriques utilisant les combustibles fossiles traditionnels pour la production de l'électricité. [1]

Dans le cas de notre étude, on abordera à parler de l'exploitation de l'énergie solaire qui a connu un fort avancé dans le monde, particulièrement elle est devenue le sujet de jour dans notre pays l'Algérie, on parle de la transformation de l'énergie solaire en énergie thermique et la transformation de l'énergie solaire en électricité. L'Algérie dispose un gisement solaire parmi les gisements les plus élevé du monde, grâce à sa situation géographique. Étant donné que la durée d'ensoleillement sur la quasi-totalité du territoire national Algérien dépasse les 2000 heures annuellement et peut atteindre les 3900 heures dans les hauts plateaux et le Sahara [1].

Il faut savoir que le projet d'une voiture électrique « made in Algeria » n'est pas une simple utopie. Au contraire, c'est une réalité tangible qui se dessine, prête à relever les défis et à repousser les limites de ce qui est possible. En plein cœur de l'Algérie bourgeoonne un projet aussi audacieux qu'innovant : la conception d'une voiture 100% électrique, entièrement fabriquée sur place. Ce véhicule, qui se veut respectueux de l'environnement, est le fruit d'une coopération entre des entités publiques et privées. Il incarne une révolution attendue dans le paysage automobile algérien [2]

Notre objectif dans ce mémoire, est d'exposer les phases de transformation de l'énergie.

Le présent mémoire comporte 3 grands chapitres à savoir :

- ❖ Le premier chapitre présentera les généralités des énergies renouvelables et non renouvelables, l'énergie solaire, définition des systèmes photovoltaïques ses avantages et inconvénients, les cellules photovoltaïques ainsi que les différents types de cellules solaires au silicium. Ensuite, nous ferons un penché sur le principe de fonctionnement de la cellule photovoltaïque, de ses caractéristiques et de ses paramètres, l'influence des différents paramètres du système, le module photovoltaïque et enfin l'énergie éolienne.
- ❖ Le deuxième chapitre va se baser sur les Véhicules Électriques et Infrastructures de Recharge.
- ❖ Le troisième et dernier chapitre conclura sur le dimensionnement du système photovoltaïque et éolien, et comme étude de cas nous avons choisis la wilaya de Mostaganem pour son climat, son ensoleillement et sa température durant les mois de l'année.

CHAPITRE I : Généralités sur l'énergie, l'énergie solaire, les systèmes Photovoltaïques et Energie Eolienne

INTRODUCTION :

L'énergie est renouvelable si la consommation ne limite pas son utilisation future. C'est le cas de l'énergie solaire, de l'énergie éolienne, des voies navigables, de la terre et généralement de la biomasse humide ou de la biomasse sèche, dans la limite de la durée de vie humaine. Ce n'est pas le cas avec les combustibles fossiles et les combustibles nucléaires. Il est clair que la dynamique énergétique du 21^e siècle réunira de nouveaux acteurs du secteur des énergies renouvelables pour assurer un développement durable.

Parmi les systèmes utilisant les énergies renouvelables, on citera ceux utilisant l'énergie solaire et l'énergie éolienne. Plusieurs technologies pour les systèmes d'énergie solaire et éolienne sont possibles, mais les plus intéressantes sont le solaire photovoltaïque et l'éolien à axe horizontal.

Ce chapitre présente d'une manière générale les énergies renouvelables (solaire, éolienne), leurs définitions ainsi leurs avantages et inconvénients.

I. LES ENERGIES RENOUVELABLES ET NON-RENOUVELABLES

Parmi les ressources énergétiques classifiées primaire, on peut également les affecter, en fonction de leur source, en deux grandes catégories d'énergie. La première appelée énergies non-renouvelables, comme le pétrole, le gaz naturel et le charbon (ressources dites fossiles car issues de la fossilisation des végétaux et animaux), de l'énergie nucléaire (Uranium), et la seconde dites énergies renouvelables, qui sont naturellement régénérées comme l'énergie solaire ou l'énergie éolienne. Par définition : [1]

- ❖ **Énergie non renouvelable** : Une énergie est dite non renouvelable si elle est produite à un rythme trop lent pour que son stock puisse être renouvelé à l'échelle de temps humain et être considérée comme inépuisable (Par ex. le pétrole nécessite plus de millions d'années en décomposition de résidus de végétaux et animaux pour une consommation d'une centaine d'années, idem pour l'Uranium). Les énergies non renouvelables engendrent de nombreux déchets et émettent des gaz à effet de serre. Elles sont largement utilisées car elles fournissent un très bon rendement énergétique.



Mine de charbon (©collège lutterbach) Puits extraction du pétrole (©notre planète) Mine d'Uranium-Niger (©énergie média)

Figure 1. Exemples d'énergie non renouvelable

- ❖ **Énergie renouvelable** : Ce terme est employé pour désigner une ressource qui se renouvelle assez rapidement pour être considérée comme inépuisable et disponible en grande quantité à l'échelle de temps humain au moins.

Puisque la nature renouvelle sans cesse ces ressources, elles sont donc naturellement illimitées (Ex. Elagage d'un arbre en 10 ans, la vie végétale se forme en quelques mois à quelques années). Elles sont issues de deux grandes sources d'énergies : le Soleil et la Terre (cf Figure 2).

Leur caractéristique commune est de ne pas produire, en phase d'exploitation, d'émissions polluantes (ou peu), et ainsi d'aider à lutter contre l'effet de serre et le réchauffement climatique.

Ces ressources représentent cinq grandes familles d'énergie:

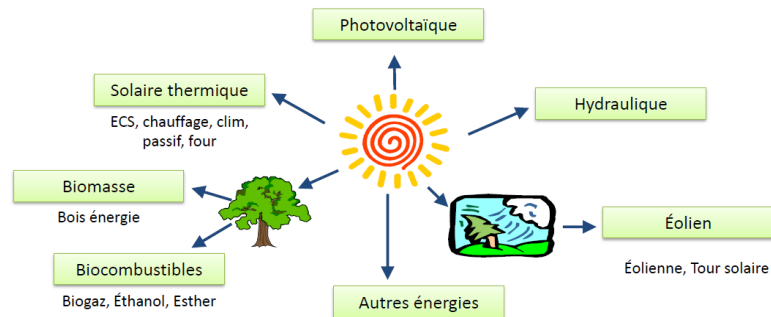


Figure 2. Les grandes familles d'énergie renouvelable

II. ENERGIE SOLAIRE

II.1. GENERALITES SUR LE SOLEIL

Le soleil est une sphère avec une matière extrêmement chaude et gazeuse avec un diamètre de $1,39.10^9m$, et est à distance moyenne de $1,49.10^{11}m$ de la terre. Comme vu de la terre, le soleil tourne autour de son axe une fois toutes les quatre semaines, cependant il ne tourne pas comme un corps solide; une rotation est faite en 27 jours à l'équateur et en 30 jours aux régions polaires. Il est considéré comme un corps noir avec une température effective de $5800K$, et rayonne principalement dans le visible et le proche infra rouge (de $300nm$ à $1200nm$) avec un maximum aux environs de $500nm$. [2]

Cette énergie est produite par les réactions de fusion dans le soleil et est filtrée par l'atmosphère. Le rayonnement solaire apporte sur terre une énergie de 2000 à $2500 Kwh/m^2$ par an, ce qui est supérieur à la totalité des ressources fossiles jamais découvertes (Figure 3).

La quantité d'énergie exploitable de ces ressources malheureusement "non renouvelables" ne représente que $0,5\%$ de ce que nous recevons chaque année par rayonnement solaire.

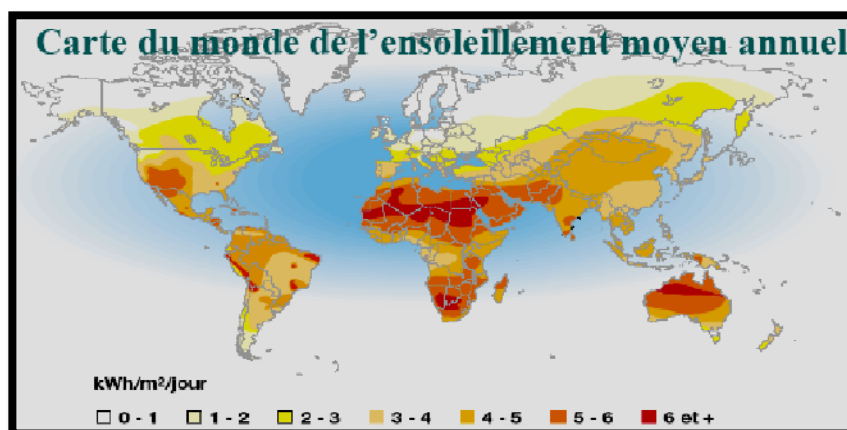


Figure 3 : Carte du monde de l'irradiation moyenne annuelle sur un plan horizontal. [2]

L'énergie solaire est la ressource énergétique la plus abondante sur terre. Elle est à l'origine de la majorité des énergies renouvelables, mais elle est très atténuée.

Comme le montre la Figure 4, le rayonnement solaire peut être utilisé pour produire soit directement de l'électricité à l'aide de semi-conducteur photovoltaïque, soit de la chaleur solaire thermique pour le chauffage ou la production électrique.

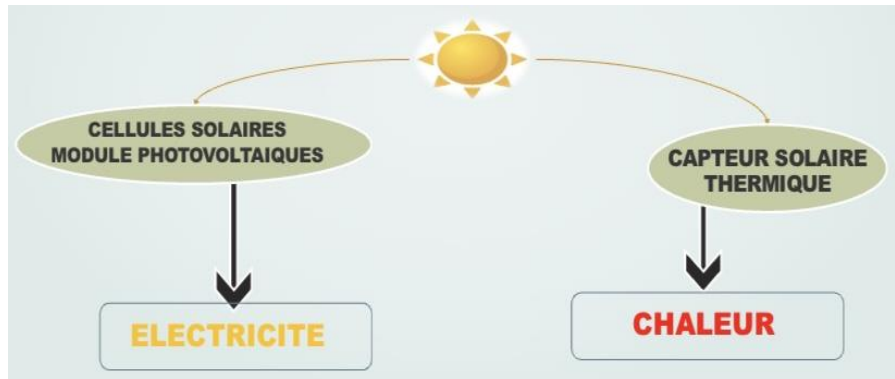


Figure 4 : Les deux types d'énergie solaire [2]

Le rayonnement solaire est constitué de photons dont la longueur d'onde s'étend de l'ultraviolet ($2,5 \mu\text{m}$) à l'infrarouge lointain ($3 \mu\text{m}$), et transportant chacun une énergie E_{ph} , qui répond elle même à la relation suivante :

$$E_{ph} = h \frac{C}{\lambda_0} \quad (I.1)$$

Dans laquelle :

λ_0 : Longueur d'onde (m)

h : Constante de Planck

C : Vitesse de la lumière (m/s).

On utilise la notion AM pour Air Mass afin de caractériser le spectre solaire en termes d'énergie émise. L'énergie totale transportée par le rayonnement solaire sur une distance soleil-terre est de l'ordre de 1350W/m^2 (AM0) dans l'espace hors atmosphère terrestre (Figure 5).

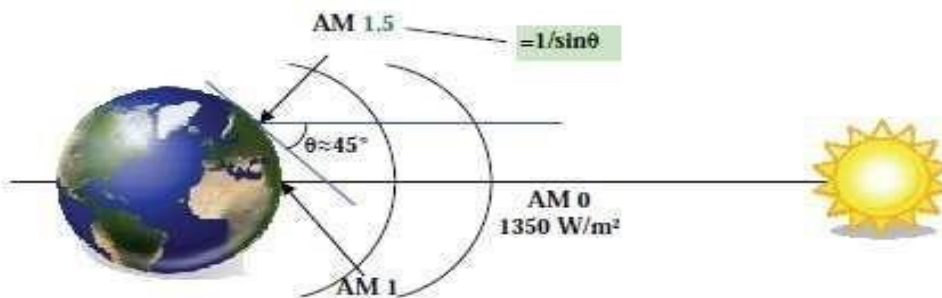


Figure 5: Normes de mesures du spectre d'énergie lumineuse émis par le soleil, notion de la convention AM. [2]

Lorsque le rayonnement solaire traverse l'atmosphère, il subit une atténuation et une modification de son spectre, à la suite de phénomènes d'absorption et de diffusion dans les gaz, l'eau et les poussières. Ainsi, la couche d'ozone absorbe une partie du spectre lumineux provenant du soleil, et en particulier une partie des ultraviolets dangereux pour la santé. Le rayonnement solaire direct reçu au niveau du sol (à 90° d'inclinaison) atteint 1000W/m^2 du fait de l'absorption dans l'atmosphère (AM1). Cette valeur change en fonction de l'inclinaison des rayons lumineux par rapport au sol. Plus l'angle de pénétration θ est faible, plus l'épaisseur atmosphérique que les rayons auront à traverser sera grande, d'où une perte d'énergie conséquente.

Par exemple, l'énergie directe transportée par le rayonnement solaire atteignant le sol avec un angle de 48° avoisine les 833 W/m^2 (AM1.5).

II.2. POSITION DU SOLEIL

Les ondes électromagnétiques provenant du soleil portent l'énergie, la projection de cette énergie dépend de l'orientation de la surface réceptrice. Pour récupérer le maximum d'énergie en provenance du soleil, il est nécessaire d'orienter au mieux le récepteur par rapport aux rayons lumineux. La connaissance de la position du soleil en fonction du temps est primordiale. L'énergie solaire est produite et utilisée selon plusieurs procédés, l'énergie thermique, l'énergie solaire photovoltaïque et l'énergie solaire thermodynamique [2].

III. SYSTÈMES PHOTOVOLTAÏQUES

Historique :

Les systèmes photovoltaïques sont utilisés depuis 40ans. Les applications ont commencé avec le programme spatial pour la transmission radio des satellites. Elles se sont poursuivies avec les balises en mer et l'équipement de sites isolés dans tous les pays du monde, en utilisant les batteries pour stocker l'énergie électrique pendant les heures sans soleil [3].

1839 : Découverte de l'effet photovoltaïque par Alexandre Edmond Becquerel. Il avait observé que certains matériaux faisaient des étincelles lorsqu'ils étaient exposés à la lumière. Il démontra qu'il s'agissait d'une conversion directe de la lumière en électricité.

1954 : Trois chercheurs américains, Gerald Pearson, Daryl Chapin et Calvin Fuller, mettent au point une cellule photovoltaïque à haut rendement au moment où l'industrie spatiale naissante cherche des solutions nouvelles pour alimenter ses satellites.

1958 : Une cellule avec un rendement de 9% est mise au point. Les premiers satellites alimentés par des cellules solaires ont été envoyés dans l'espace.

1973 : La première maison alimentée par des cellules photovoltaïques a été construite à l'Université de Delaware.

1983 : La première voiture alimentée par l'énergie photovoltaïque a parcouru une distance de 4 000 km en Australie.

III.1.. Principe de fonctionnement des cellules photovoltaïques :

L'effet photovoltaïque qui se définit par la transformation directe d'une énergie électromagnétique (rayonnement) en énergie électrique de type continu directement utilisable, à lieu lorsqu'un photon de lumière d'énergie suffisante heurte un atome sur la partie négative de la cellule, le photon va exciter un électron et l'arracher de sa structure moléculaire, créant ainsi un électron libre sur cette partie, cet électron participe à la conduction électrique. Mais seulement les photons ayant une énergie supérieure à l'énergie de la bande interdite vont créer une paire électron trou. [3]

Cet effet met en jeu trois phénomènes physiques, intimement liés et simultanés :

- ❖ L'absorption de la lumière dans le matériau ;
- ❖ Le transfert d'énergie des photons aux charges électriques ;
- ❖ La collecte des charges ;

Dans un matériau photovoltaïque, une partie du flux lumineux absorbé sera restitué sous forme d'énergie électrique. Il faut donc au départ que le matériau ait la capacité d'absorber la lumière visible, puisque c'est ce qu'on cherche à convertir : lumière du soleil ou des autres sources artificielles. L'énergie absorbée (à des photons d'énergie supérieure à celle du band gap) permet aux électrons d'être libérés (laissant un ion positif). Ces électrons libérés sont susceptibles de produire un courant électrique si on les attire ensuite vers l'extérieur [3].

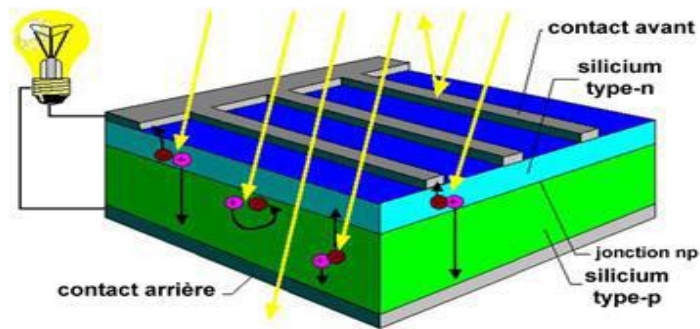


Figure 6 : Principe de conversion de l'énergie solaire en énergie électrique par cellule Photovoltaïque

Pour que les charges libérées par l'illumination soient génératrices d'énergie, il faut qu'elles circulent. Il faut donc les attirer hors du matériau semi-conducteur dans un circuit électrique. Cette extraction des charges est réalisée au sein d'une jonction créée volontairement dans le semi-conducteur. Le but est d'engendrer un champ électrique à l'intérieur du matériau, qui va entraîner les charges négatives d'un côté et les charges positives de l'autre côté. C'est possible grâce au dopage du semi-conducteur.

Deux méthodes de dopage sont possibles :

- ❖ Le dopage de type n (négatif), qui consiste à introduire dans la structure cristalline semi-conductrice des atomes étrangers qui ont la propriété de donner chacun un électron excédentaire, libre de se mouvoir dans le cristal (ex : le phosphore).
- ❖ Le dopage de type p (positif) utilise des atomes dont l'insertion dans le réseau cristallin donnera un trou excédentaire. (ex : le bore).

Lorsque l'on effectue deux dopages différents (type n et type p) de part et d'autre de la cellule, il en résulte, après recombinaison des charges libres (électrons et trous), un champ électrique constant créé par la présence d'ions fixes positifs et négatifs.[3]

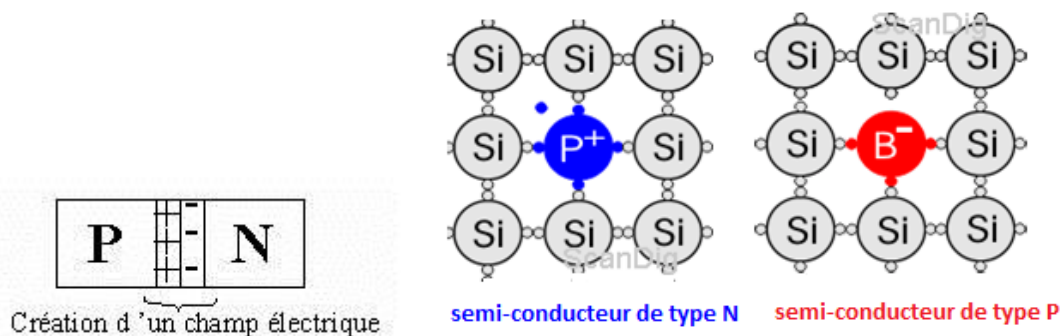


Figure 7 : Le champ électrique de la jonction PN.

III.2. Cellules photovoltaïques :

III.2.1. Définition d'une cellule photovoltaïque : [3]

Une cellule photovoltaïque est un composant optoélectronique qui transforme le photon reçu en une tension électrique continue, et cela se fait à partir d'un processus nommé l'effet photo-électrique. Elle est généralement faite de matériaux semi-conducteurs. Ces cellules réunies forment le module ou le panneau photovoltaïque.

III.2.2. : Différents types de cellule photovoltaïque : [3]

Il existe plusieurs types de cellules solaires au silicium parmi ces dernière nous citons :

a- Cellule monocristalline :

Première génération de photopiles :

- ▶ Forme de plaquettes rondes, carrées ou pseudo-carrées, de surface bleu-gris uniforme ;
- ▶ Rendement excellent de 15 % et jusqu'à 24 % en labo ;
- ▶ Méthode de production laborieuse et difficile, et donc, très chère ;
- ▶ Il faut une grande quantité d'énergie pour obtenir un cristal pure.

b- Cellules poly cristalline :

Elles sont élaborées à partir d'un bloc de silicium cristallisé en plusieurs cristaux dont les orientations sont différentes. On les prépare en sciant en couches minces un bloc de silicium coulé. Elles ont un éclat brillant nacre bleu-Gri (multicolore).

- ▶ Rendement de 13 % et jusqu'à 20 % en labo ;
- ▶ Coût de production moins élevé ;
- ▶ Procédé moins gourmand en énergie.

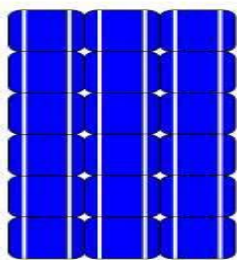


Figure 8 ! Cellule monocristalline



Cellules poly cristalline

III.2.3. Caractérisation électrique des cellules photovoltaïques :

Les performances de la cellule solaire sont représentées à travers la caractéristique courant tension I(V). Cette dernière apporte une lecture claire des paramètres caractérisant la cellule solaire comme le rendement de la cellule, les différents types des résistances parasites et le facteur de forme. Le courant est mesuré en fonction de la tension appliquée sous obscurité et sous ensoleillement, la lumière permet de décaler la courbe I-V vers le bas dans le quatrième quadrant, car le courant photoélectrique provoque la production de l'énergie [4].

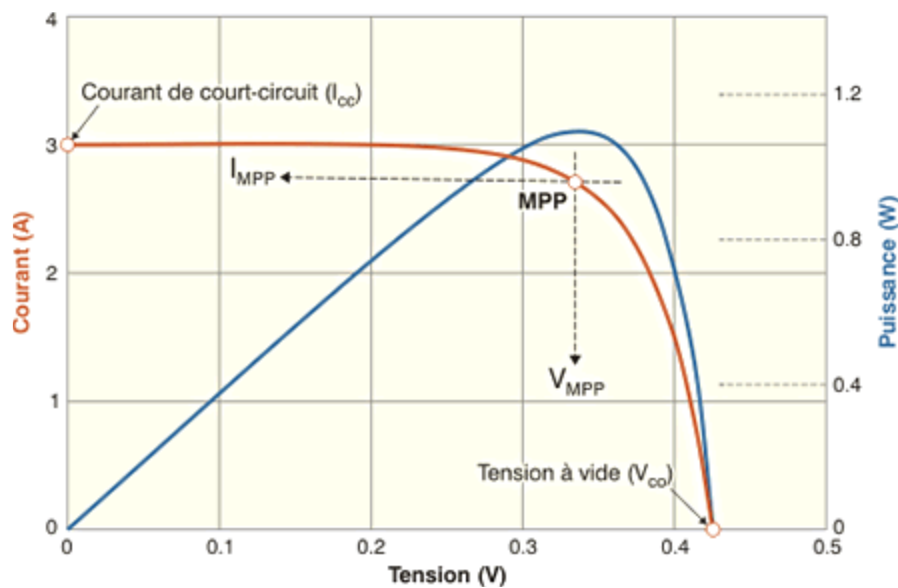


Figure 9 : Caractéristique I(V) d'une cellule photovoltaïque

III.2.4 L'INFLUENCE DES DIFFÉRENTS PARAMÈTRES DANS LE SYSTÈMES PHOTOVOLTAIQUES [5]

2.4.1. Introduction :

Dans la littérature, le modèle de Bishop est généralement retenu comme le modèle le plus adapté pour modéliser une cellule photovoltaïque tant en fonctionnement normal qu'en fonctionnement dans le régime inverse. Ce modèle prend en considération l'effet d'avalanche de la cellule.

L'étude de l'influence des différents paramètres sur la caractéristique du modèle est très importante pour pouvoir ensuite classifier le type de défaut responsable de la variation de ces paramètres.

Nous ne nous intéressons dans ce chapitre qu'à un seul paramètre qui est le plus susceptible de varier suite à un défaut quelconque.

2.4.2. Influence de l'éclairement

L'augmentation d'ensoleillement se traduit par un déplacement de la caractéristique $I = f(V)$ suivant l'axe des courants pour une température $T = 25^\circ\text{C}$.

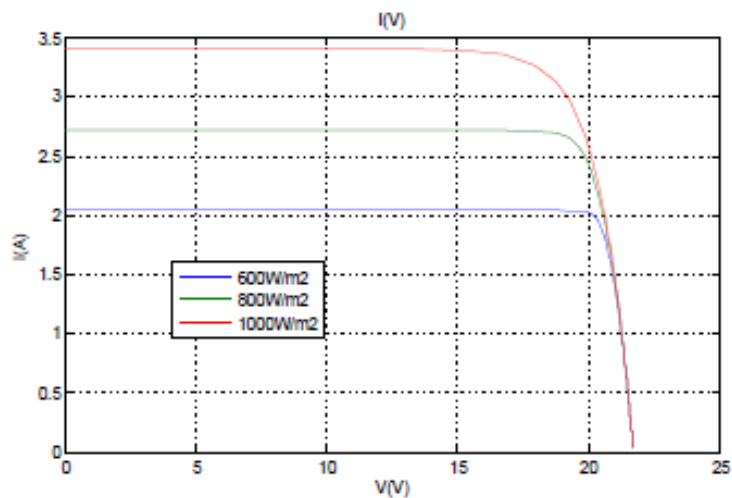


Figure 10: Influence de l'éclairement sur la caractéristique $I = F(V)$

III.3. MODULE PHOTOVOLTAÏQUE [6]

III.3.1.. Association des cellules

III.3.1.1. Association de cellules en série :

Si on assemble en série n cellules, la tension aux bornes de l'assemblage est égale à la somme des tensions délivrées par chacune des cellules.

$$V = n V_{co} \quad (\text{I.2})$$

$V(V)$: Tension aux bornes de l'assemblage.

$V_{co}(V)$: Tension aux bornes d'une cellule.

Dans le cas d'une association en série, les cellules délivrent le même courant mais elles peuvent fonctionner avec des tensions différentes.

III.3.1.2. Association de cellules en parallèle :

Si on assemble en parallèle m cellules, le courant aux bornes de l'assemblage est égal à la somme des courants produits par chacune des cellules.

$$I = m I_{cc} \quad (\text{I.3})$$

$I(A)$: Courant circulant dans l'assemblage.

$I_{cc}(A)$: Courant circulant dans chaque cellule.

Dans le cas d'une association en parallèle, les cellules délivrent la même tension mais elles peuvent fonctionner avec des courants différents.

III.3.1.3. Association de Cellules Photovoltaïques mixte :

La plupart des panneaux photovoltaïques commerciaux sont constitués par des sous réseaux de cellules connectées en série. Chacun de ces sous-réseaux est lui-même constitué d'un groupe de cellules photovoltaïque connectés en série. Le nombre de cellules par sous-réseaux est le fruit d'un compromis économique entre protection et pertes d'une partie importante du générateur photovoltaïque en cas de défaut partiel. [7]

$$I = I_{pv}N_p - I_0N_p \left[\exp \left(\frac{V + R_s \left(\frac{N_s}{N_p} \right) I}{V_{ts}N_s} \right) - 1 \right] - \frac{V + R_s \left(\frac{N_s}{N_p} \right) I}{R_p \left(\frac{N_s}{N_p} \right) I} \quad (I.4)$$

IV. AVANTAGES ET INCONVENIENTS DES SYSTEMES PV [8]

1. Avantages :

Les systèmes solaires électriques offrent de nombreux avantages, dont les suivants :

- ▶ Ils sont de fonctionnement sûr, non polluants et silencieux;
- ▶ Ils sont très fiables;
- ▶ Ils n'exigent presque aucun entretien;
- ▶ Ils fonctionnent de façon rentable dans les régions éloignées et dans de nombreuses applications résidentielles et commerciales;
- ▶ Ils sont flexibles et peuvent être élargis à n'importe quel moment pour répondre aux besoins en matière d'électricité;
- ▶ Ils ont une longue durée de vie.
- ▶ Le de réalisation d'une centrale PV est minimal ;
- ▶ Se sont des systèmes décentralisés.

2. Inconvénients :

L'inconvénient majeur d'énergie d'origine photovoltaïque est le cas d'absence d'ensoleillement, ciel couvert ou pendant la nuit, ce qui exige un stockage d'énergie produite par le système durant les jours ensoleillés sous forme chimique dans des accumulateurs, qui sont souvent des batteries à plomb, sachant que ces batteries imposent la contrainte de décharge pas plus de 60% ou 70% au maximum de leur capacité maximal. L'énergie stockée n'est pas intégralement restituée, le coût additionnel de système de stockage est capital, en outre, ses systèmes ont une durée de vie limitée de 3 à 5 ans, qui alourdit l'investissement.

V. ENERGIE EOLIENNE [9]

Après avoir pendant longtemps oublié cette énergie pourtant exploitée depuis l'antiquité, elle connaît depuis environ 30 ans un essor sans précédent qui est dû notamment aux premiers chocs pétroliers. A l'échelle mondiale, l'énergie éolienne depuis une dizaine d'années maintient une croissance de 30% par an.

V.1. Historique

Parmi toutes les énergies renouvelables, c'est l'énergie du vent qui a été exploitée en premier par l'homme. Depuis l'antiquité, elle fut utilisée pour la propulsion des navires et ensuite les moulins à blé et les constructions permettant le pompage d'eau. Les premières utilisations connues de l'énergie éolienne remontent à 2 000 ans avant J.-C. environ. La Première description écrite de l'utilisation des moulins à vent en Inde date d'environ 400 ans avant J.-C. En Europe, ce n'est qu'au VIIème siècle que l'on voit apparaître les premiers moulins à vent. Utilisés tout d'abord pour moulinier le grain, d'où leur nom de " moulins ", ils furent aussi utilisés aux Pays-Bas pour assécher des lacs ou des terrains inondés.

A l'arrivée de l'électricité donne l'idée au britannique Lord Kelvin en 1802 de songer pour la première fois à transformer l'énergie éolienne en énergie électrique. En effet il essaya d'associer une génératrice d'électricité à un moteur éolien.

Toutefois au cours des dernières années se dessine une nette tendance au développement de «fermes éoliennes» ou «parcs éoliens» raccordés aux réseaux de distribution avec les machines de 300KW à 1.5MW.

Ces éoliennes servent aujourd'hui à produire du courant alternatif pour les réseaux électriques, au même titre qu'un réacteur nucléaire, un barrage hydro-électrique ou une centrale thermique au charbon.

Cependant, les puissances générées et les impacts sur l'environnement ne sont pas les mêmes.

V.2. Définition de l'énergie éolienne

L'énergie en provenance du vent traverse la turbine éolienne qui est un élément d'interface entre le domaine de la mécanique des fluides et de la mécanique traditionnelle. L'intérêt d'une éolienne se justifie par la possibilité qu'elle apporte de récupérer l'énergie cinétique présentée dans le vent et la transformée en énergie mécanique de rotation, Cette énergie mécanique peut être exploitée principalement de deux manières :

- ▶ Soit conservation de l'énergie mécanique : le vent est utilisé pour faire avancer un véhicule (navire à voile ou char à voile), pour pomper de l'eau (moulins de Majorque, éoliennes de pompage pour abreuver le bétail) ou pour faire tourner la meule d'un moulin.
- ▶ Soit Transformation en énergie électrique : l'éolienne est accouplée à un générateur électrique pour fabriquer du courant continu ou alternatif, le générateur est relié à un réseau électrique ou bien il fonctionne de manière autonome avec un générateur d'appoint (par exemple un groupe électrogène) et/ou un parc de batteries ou un autre dispositif de stockage d'énergie.

V.3. Caractéristiques des éoliennes

On classe les éoliennes suivant la disposition géométrique de l'arbre sur lequel est montée l'hélice. Il existe principalement deux types de turbines éoliennes :

- ❖ Eolienne à axe horizontal.
- ❖ Eolienne à axe vertical.

V.4. AVANTAGES ET INCONVENIENTS DE L'ENERGIE EOLIENNE

1. Avantages :

- L'énergie éolienne est une énergie renouvelable contrairement aux énergies fossiles.
- L'énergie éolienne est une énergie propre. Elle n'a aucun impact néfaste sur l'environnement comme les autres sources d'énergie qui ont causé un changement radical du climat par la production énorme et directe du CO₂.
- L'énergie éolienne ne présente aucun risque et ne produit évidemment pas de déchets radioactifs contrairement à l'énergie nucléaire.
- Mode d'exploitation des éoliennes et la possibilité de les arrêter à n'importe quel moment, leur donne l'avantage d'avoir un bon rendement, contrairement aux modes de fonctionnement continus de la plupart des centrales thermiques et nucléaires.

2. Inconvénients :

- Nature stochastique du vent a une influence sur la qualité de la puissance électrique produite, ce qui représente une contrainte pour les gérants des réseaux.
- Coût de l'énergie éolienne reste plus élevé par rapport aux autres sources d'énergie classique surtout sur les sites moins ventés.
- Bruit : il a nettement diminué grâce aux progrès réalisés au niveau des Multiplicateurs.

Conclusion :

Les énergies renouvelables constituent donc une alternative aux énergies fossiles à plusieurs titres : Elles sont généralement moins perturbatrices de l'environnement, elles n'émettent pas de gaz à effet de serre et ne produisent pas de déchets. Elles sont inépuisables et elles autorisent une production décentralisée adaptée à la fois aux ressources et aux besoins locaux. Enfin elles offrent une importante indépendance énergétique.

Dans ce chapitre, nous avons exposé de manière brief l'énergie solaire, grâce à l'existence de technologies solaires photovoltaïques et thermiques, qui offre un potentiel énergétique considérable et contribue de manière significative à la transition vers un avenir énergétique plus propre et durable.

Nous avons eu tendance dans ce chapitre à définir les systèmes photovoltaïques, les cellules photovoltaïques ainsi que les différents types de cellules solaires au silicium. Nous avons présenté ensuite le principe de fonctionnement de la cellule photovoltaïque, les caractéristiques et les paramètres d'une cellule photovoltaïque, l'influence des différents paramètres du système, ainsi que le module photovoltaïque. Enfin, nous avons exposé les avantages et inconvénients des systèmes photovoltaïques.

Nous avons conclu ce chapitre par l'énergie éolienne, qui fait aujourd'hui partie du paysage des producteurs d'électricité. C'est une énergie propre utilisant des ressources locales et qui a atteint un coût d'exploitation lui permettant d'être compétitive. Cependant son intégration dans les systèmes électriques n'est pas sans conséquence sur leur fonctionnement. C'est pourquoi, pour garantir la sûreté du système et permettre la poursuite de l'intégration de cette énergie, les conditions techniques de raccordement évoluent.

CHAPITRE II: Les Véhicules Électriques et Infrastructures de Recharge

I. INTRODUCTION :

Les voitures électriques représentent une avancée majeure dans l'industrie automobile, offrant une alternative écologique aux véhicules traditionnels alimentés par des combustibles fossiles. Elles sont propulsées par des batteries rechargeables. La recharge des véhicules électriques nécessite l'installation de borne de recharge dans tout le pays, c'est l'un des facteurs clés de succès qui permet aux utilisateurs d'obtenir de l'énergie de recharge à tout moment.

L'installation est appelée : infrastructure de recharge. Afin de réaliser ce chargeur, il doit être connecté au réseau monophasé plutôt que triphasé pour pouvoir remplacer les équipements de charge lent et rapide.

Les bornes de recharge pour les voitures électriques sont des infrastructures essentielles pour soutenir l'adoption croissante des véhicules électriques. Elles permettent aux conducteurs de recharger leurs voitures, généralement en utilisant l'électricité provenant du réseau électrique. Ces bornes peuvent être installées dans divers endroits tels que les domiciles, les stations de service.

II. VEHICULES TOUT ELECTRIQUES :

1. Définition :

Le véhicule électrique est salué pour son bilan énergétique et économique favorable, ainsi que son impact environnemental positif, grâce à l'absence de dépendance aux énergies fossiles et aux émissions de gaz à effet de serre. Cependant, il présente des défis tels que des performances inférieures aux véhicules conventionnels, des problèmes liés à la recharge utilisant souvent des sources d'énergie fossile, des coûts élevés, le recyclage des batteries et une autonomie limitée.

Des solutions sont proposées, telles que les bornes de recharge utilisant des énergies renouvelables et l'intégration de super condensateurs pour augmenter l'autonomie [1]. Malgré ces défis, les véhicules électriques affichent un rendement énergétique supérieur à 90 %, contrairement aux véhicules thermiques qui perdent plus de 60 % de l'énergie contenue dans le carburant [1].

Haut du formulaire

Historique des véhicules électriques :

D'après les sources [1][2][3][4], le développement des véhicules électriques remonte aux années 1830, avec Robert Anderson et Thomas Davenport produisant des modèles précurseurs. En 1859, Gaston Planté a inventé la batterie rechargeable au plomb acide, améliorée plus tard par Camille Faure vers 1881.

En 1897, les premiers taxis électriques ont été lancés à New York, et en 1899, la Jamais Contente est devenue la première voiture électrique à dépasser les 100 km/h, conduite par Camille Jenatzy. La figure 01 présente un modèle de cette voiture qui a été conduite par le Belge Camille Jenatzy en Belgique.



Figure 01 : La jamais contente [5].

- En 1900, un tiers des voitures américaines étaient électriques.
- En 1902, la Phaeton de Wood 2 Figure 2 a parcouru 29 km à 22,5 km/h.



Figure 02 : Voiture électrique de W. P 1902

- En 1918 : l'Anderson Electric Car Company présente son modèle dans la figure 03 :



Figure 03: Voiture électrique la Anderson 1918 [5].

- En 1966, le Congrès américain a recommandé le développement des véhicules électriques, surtout pendant la crise pétrolière de 1973. À partir des années 2000, l'intérêt pour les voitures électriques a été ravivé, avec près de 100 000 en circulation aux États-Unis en 2007.
- En 2009, les véhicules électriques apparaissent comme une alternative de transport, et en 2019, ils sont devenus populaires, soutenus par des objectifs mondiaux, visant à mettre en circulation plus de 2 millions de véhicules électriques d'ici l'année 2020.

2. Éléments de base constituant un Véhicule Electrique :

Les véhicules électriques (VE) se déclinent en divers types, dépourvus des éléments classiques tels que le système d'injection ou le pot d'échappement (Figure 04). Leur flexibilité, leur silence et leur absence d'émissions de gaz à effet de serre sont caractéristiques. Typiquement, un véhicule électrique comprend des batteries, un ou plusieurs moteurs électriques, des convertisseurs de puissance, un chargeur embarqué ou externe, ainsi qu'un système de surveillance des batteries (BMS).[6]

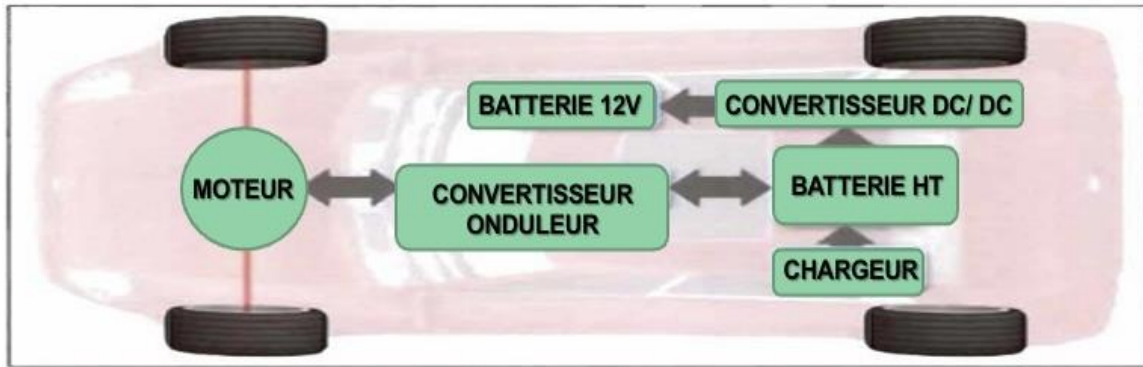


Figure 04: Composants constituant une voiture électrique [7].

Le moteur électrique :

Les véhicules électriques (VE) sont équipés d'au moins un moteur électrique, chargé par le constructeur automobile, qui transforme l'énergie électrique des batteries en énergie mécanique pour propulser le véhicule. Ce moteur a également la capacité de récupérer l'énergie cinétique lors du freinage, la transformant ainsi en énergie électrique. Les trois types de moteurs électriques principalement utilisés par les constructeurs automobiles sont les moteurs à courant continu, synchrones et asynchrones. [8] [9]

Batterie de traction :

Les véhicules électriques requièrent un système de stockage, les batteries variant en prix, poids et autonomie, adaptées aux performances recherchées par les constructeurs. Les batteries de traction emmagasinent l'énergie cinétique du freinage. Les avancées des moyens de transport électrique dépendent des progrès des systèmes de stockage, définis par leur puissance, capacité et état de charge : [8] [10] [11]

Haut du formulaire

La puissance de fonctionnement : Cette puissance devra être égale ou supérieure à la puissance demandée par le moteur afin qu'elle puisse l'alimenter.

L'énergie magasinée : Correspond à l'autonomie du véhicule qui sera défini à partir de la quantité d'énergie stockée en kWh.

État de charge : State of charge (SOC) autrement dit en anglais qui donne l'état de charge de la batterie à l'instant et en pourcentage %. Aujourd'hui on trouve sur le marché plusieurs types de batteries dédiés à l'électrification des Véhicules Electriques (VE).

3. Les récents développements des batteries de traction :

Le développement des Véhicules Electriques est étroitement lié aux avancées des systèmes de stockage embarqués, malgré une densité énergétique inférieure des batteries comparées aux carburants. Des recherches sont menées pour pallier les limitations, notamment le modèle Lithium-Nano phosphate du MIT, basé sur les nanotechnologies, et le modèle Lithium-Titanate de Toshiba et Altair-Nano, offrant une longue durée de vie et une recharge rapide.

Plus récemment, le professeur Gerbrand Ceder de l'institut MIT travail sur deux nouveaux modèles qui sont :

La batterie Cambridge Crude semi liquide :

La découverte que les ions peuvent se déplacer rapidement avec de nouvelles structures de batteries ouvre la voie à des charges et décharges extrêmement rapides. Cette avancée promet d'éliminer le besoin de chargeurs embarqués dans les véhicules grâce à un échange de liquides chargés et déchargés, facilité par un système de pompage. [12]

3.1 La batterie Lithium-air ou Lithium-oxygène :

Cette batterie est caractérisée par son faible poids, alors qu'il est à quatre fois inférieur qu'une batterie Lithium traditionnelle, le principe est d'utilisé des nanotechnologies afin de limiter la quantité de carbone [12].

Sources de recharge pour véhicules électriques :

Les véhicules électriques peuvent se recharger à partir de diverses sources d'énergie, renouvelables ou non, nécessitant une expansion adéquate des infrastructures de recharge [13]. Ces stations peuvent être alimentées par le réseau électrique, des énergies renouvelables ou une combinaison des deux, comme illustré dans la Figure 04.



Figure 05: Exemple des stations de recharge pour Véhicules Electriques [13].

4. Les voitures électriques à énergie renouvelable solaire :

Les Voitures Electriques alimentées par l'énergie solaire sont une idée passionnante dans le domaine des véhicules écologiques. Bien que les voitures électriques soient déjà considérées comme plus respectueuses de l'environnement que les voitures à essence en raison de leurs émissions nulles sur la route, les véhicules solaires vont encore plus loin en utilisant l'énergie solaire pour alimenter leurs batteries.

4.1. Type de chargeurs de voiture électrique:

Les processus de charge des batteries des véhicules électriques comprennent la charge conductrice, sans fil et l'échange de batterie. La charge conductrice utilise une prise électrique avec deux connecteurs, assurant une recharge lente ou rapide avec une efficacité élevée. La charge sans fil peut être inductive ou capacitive, mais elle est plus lente et moins efficace que la charge conductrice, augmentant les émissions de CO2. L'échange de batterie nécessite le remplacement rapide de la batterie, mais implique des contraintes liées à la taille et au type de batterie standard. Dans cette étude, la charge conductrice est privilégiée. [14]

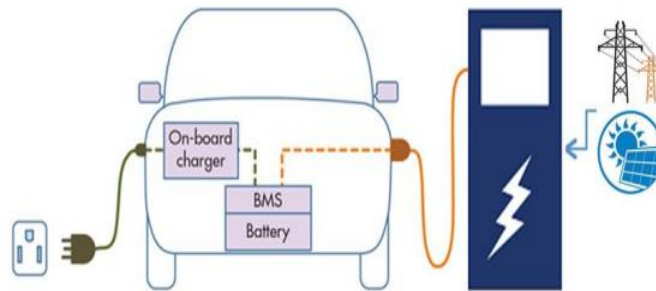


Figure 06: Chargeurs embarqués et externes.

4.2. Présentation des bornes de recharge :

Une borne de recharge (Figure 07.a), généralement fixée à un tableau électrique ou branché sur une prise, est équipée de câbles de charge munis de prises mobiles similaires à un pistolet à essence. Elle permet de recharger la batterie des véhicules électriques en les branchant simplement (Figure 7.b). Des indicateurs lumineux signalent si le véhicule est connecté et en cours de recharge, et certaines bornes intègrent des fonctionnalités supplémentaires telles que des compteurs d'énergie, des systèmes de paiement électronique, ou encore des contrôles d'accès.



Figure 07: Borne de recharge simple(a), double(b)

Types de bornes de recharge pour les véhicules électriques :

► Bornes de recharge de niveau 1 :

Les bornes de niveau 1 représentés dans la Figure 08, offrent la recharge la plus lente, utilisant une prise murale ordinaire et un courant alternatif d'environ 1,2 kW. Une recharge complète peut prendre plus d'une journée selon la capacité de la batterie, par exemple, 20 heures pour obtenir 36 kWh, équivalant à 180 km.

En 2022, la plupart des nouveaux modèles de Véhicules Electriques avaient une autonomie d'au moins 320 km.

Haut du formulaire



Figure 08: Borne de recharge niveau 1

► Bornes de recharge de niveau 2 :

Les bornes de niveau 2 fournissent un courant alternatif avec une puissance de sortie de 6,2 à 7,2 kW, pouvant atteindre 19,2 kW pour certaines installations commerciales. Recommandées pour la recharge domestique, elles offrent un bon compromis entre performance, simplicité et coût, adapté aussi à un usage public ou commercial. Leur connecteur universel SAE J1772 les rend compatibles avec la plupart des modèles de Véhicules Electriques américains, nécessitant une puissance de sortie plus élevée que les bornes de niveau 1.



Figure 09 : Borne de recharge niveau 2

Niveaux de charge :

Les bornes de recharge sont classées en fonction du niveau de tension qui correspond à la puissance nominale, où le niveau 1 et le niveau 2 correspondent principalement à la charge embarquée et le niveau 3 correspond à la charge hors bord. Le taux de charge détermine le temps de charge, le coût de charge, l'équipement de recharge et l'utilisation du réseau public.

Les différents niveaux de bornes de recharge sont présentés dans le tableau 1. [20]

Tableau 1: Niveaux des bornes de recharge.

Type d'alimentation	Niveaux	Plage de tension	Gamme de courant	Puissance nominale	Type de chargeur
Courant monophasé (AC)	Niveau 1	120 V 240 V	16 A 13-16 A	1.9 KW 3 KW	À bord
Courant alternatif monophasé/triphasé	Niveau 2	208-240 V	80 A	20 KW	À bord
Charge triphasée / combo	Niveau 3	300-600 V	400 A max	120-240 kW	Hors bord
DC	Niveau 1	200-500 V	<80 A	40 KW	Hors bord
DC	Niveau 2	200-500 V	<200 A	100 KW	Hors bord
DC	Niveau 3	200-600 V	<400 A	240 KW	Hors bord

Connecteurs et prises pour véhicules électriques : Facultatif

Il existe différents types de connecteurs pour les Véhicules Electriques, selon le type de borne de recharge, CA ou CC, auquel ils sont connectés. La prise pouvant être utilisée dépend du connecteur et du type de borne de recharge du véhicule.

4.3. Connecteurs CA:

Ces connecteurs sont communément appelés Type 1 et Type 2 :

Le Type 1 est une prise monophasée qui permet de charger jusqu'à 7,4 kW, selon la capacité du Véhicule Electrique et du réseau électrique (Figure 10). Les connecteurs Type 1 se trouvent le plus souvent dans les Véhicules Electriques fabriqués en Amérique et en Asie.



Figure 10: Type prise 1

Le Type 2 supporte les courants monophasés et triphasés, ce qui permet de recharger plus vite jusqu'à 22 kW. Les connecteurs Type 2 se trouvent le plus souvent dans les Véhicules Electriques fabriqués en Europe (Figure 11).



Figure 11: Type prise 2

4.4. Connecteurs CC:

Il existe deux types principaux de connecteurs CC : CCS et CHAdeMO :

Le CCS (Combined Charging System, soit système de recharge combiné) combine un connecteur Type 2 et deux broches d'alimentation supplémentaires pour permettre une « recharge rapide » en CC et une recharge en courant CA triphasé standard (Figure 12).



Figure 12: Type prise CCS

CHAdeMO (également connu sous le nom de JEVS japonais) est le nom commercial d'un connecteur développé au Japon pour permettre de recharger son véhicule rapidement et à puissance élevée (Figure 09).

Les constructeurs asiatiques sont à la pointe de la technologie en proposant des Véhicules Electriques compatibles avec cette prise qui ne supporte que la recharge CC.



Figure 13: Type prise CHAdeMO

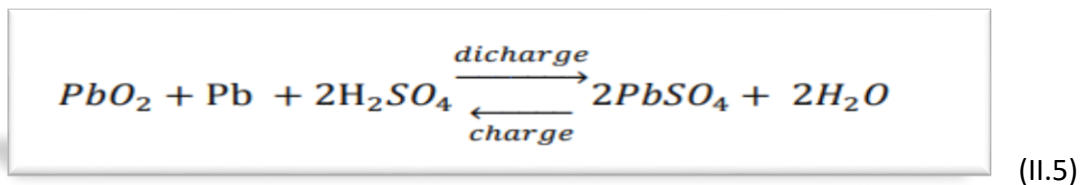
5. Types des principales batteries utilisées dans les Véhicules Electriques :

L'une des principales types batteries utilisées pour les applications de Véhicules Electriques depuis qu'elles existent, sont la batterie Lead-acid, la Nickel-Métal-Hydrure (Ni-MH), la Nickel Cadmium (Ni-Cd) et la Lithium-ion (Li-ion).

6. Batterie Lead Acid:

Le terme Lead-Acid signifie: plomb-Acide. Ce type de batterie est également utilisé dans les voitures conventionnelles pour le démarrage, l'allumage, l'éclairage et d'autres fonctions électriques. Elle a été utilisée au début de la technologie des Véhicules Electriques. Elle est relativement peu coûteuse mais la construction de cette batterie est trop lourde et souffre d'une autonomie insuffisante pour une application VE [4].

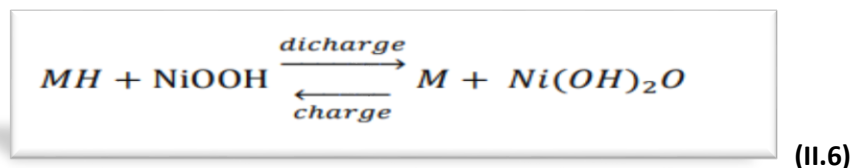
Pendant le processus de charge et de décharge de la réaction électromécanique suit comme dans l'équation (I.1). [15]



6.1. Batterie Nickle-Metal-Hydrite (Ni-MH):

Les batteries Lithium-Ion (Li-Ion), utilisées dans les Véhicules Electriques hybrides, offrent une longue durée de vie, une capacité élevée de stockage d'énergie et un poids léger comparé au plomb-acide. Elles peuvent fournir une puissance instantanée élevée mais peuvent voir leur durée de vie réduite par des décharges rapides et répétées. Cependant, elles ne sont pas encore suffisamment performantes pour être la seule source d'énergie des Voitures Electriques. [16]

La réaction électromécanique de cette batterie peut être représentée par l'équation (I.2) pour les processus de charge et de décharge. [15].

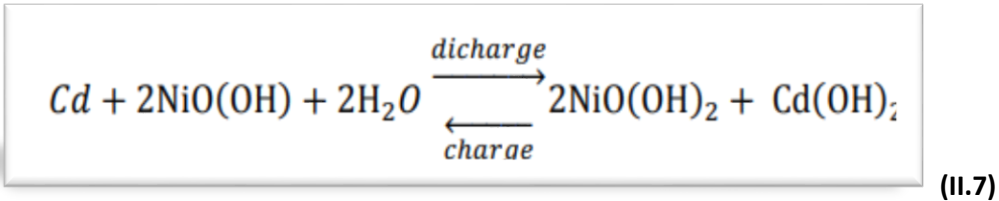


L'accumulateur est composé d'une électrode positive à base d'hydroxyde de nickel (NiOOH). Dans l'électrode négative, Le Cadmium est remplacé par un composé intermétallique hydratable, nommé par convention (MH). Ces deux électrodes sont isolées électriquement par une séparation. L'électrolyte utilisé est le même que pour le Ni-Cd. [15]

6.2. Batterie Nickel-Cadmium (Ni-Cd):

La batterie Ni-Cd a une durée de vie plus longue grâce à sa capacité à tolérer des décharges profondes prolongées, et elle est plus légère que la Lead-Acide. Cependant, sa faible capacité électrique relative peut entraîner des risques de fusion ou de combustion lors de décharges profondes ou de charges rapides. De plus, la toxicité du cadmium limite son utilisation et encadre strictement son application. [17].

L'équation (I.3) représente la réaction électrochimique complète de la batterie Ni-Cd pendant les processus de charge et de décharge. [15]

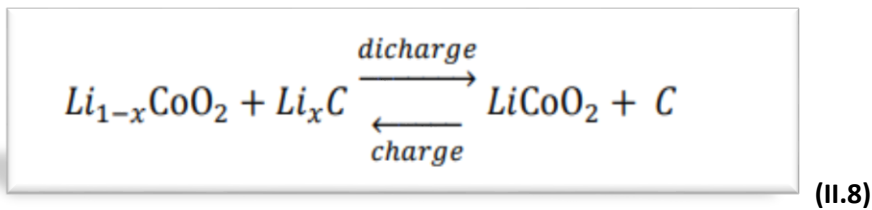


6.3. Batteries Lithium Ion (Li-ion):

La batterie Li-ion, l'une des principales technologies pour les Véhicules Electriques en dehors de Ni-MH[18], englobe l'ensemble du système comprenant des cellules électrochimiques, un module de gestion, un dispositif de refroidissement et un emballage, ainsi que les contacts et câblages électriques. Bien que son coût soit plus élevé, la Li-ion reste le choix préféré pour de nombreux Véhicules Electriques en raison de ses performances supérieures.

Haut du formulaire

Le processus électromécanique complet de charge et de décharge de cette batterie est régi par l'équation suivante [15] :



Pour l'électrode positive en oxyde de métal, le choix s'est porté sur le dioxyde de cobalt (LiCoO2), lamellaire, offrant le meilleur potentiel de fonctionnement et capacité massique pour la transition lithinée des ions Li+. L'électrode négative en graphite dur (HC) permet une intercalation réversible des ions Li+ dans son réseau, préservant ainsi la structure globale. [19].

Haut du formulaire

Le tableau (T.2) donne une comparaison des différentes technologies des batteries:

Tableau 2 : Tableau comparatif des technologies des batteries

Batterie	Plomb acide	Ni-Cd	Ni-Mh	Li-ion
Densité énergétique (Wh/kg)	30-50	45-80	60-120	160-200
Nombre de cycles (charge/décharge)	500 à 800	1000 à 2000	600 à 1500	400 à 1200
Temps de charge	6 à 12h	1 à 2h	2 à 4h	2 à 4h
Température de fonctionnement	-20 à 60C	-40 à 60C	-20 à 60C	-20 à 60C

7. Conclusion :

Dans ce chapitre II, nous avons présenté les Voitures Electriques à énergie renouvelable solaire. Les bornes de charge, et les batteries qui sont des éléments cruciaux dans les Voitures Electriques, jouant un rôle déterminant dans leur efficacité, leur autonomie et leur praticité.

Les bornes de charge et les batteries représentent les fondements sur lesquels repose la transition vers une mobilité électrique durable. Leur évolution constante et leur intégration harmonieuse dans l'infrastructure énergétique sont essentielles, pour réaliser pleinement le potentiel des Voitures Electriques dans la lutte contre le changement climatique et la dépendance aux combustibles fossiles.

CHAPITRE III: Dimensionnement des Systèmes Photovoltaïques et Eoliens

I. INTRODUCTION : [01]

Pour la réalisation d'une installation photovoltaïque, le dimensionnement reste une étape indispensable. Dimensionner un système photovoltaïque c'est déterminer en fonction de sollicitations telles que l'ensoleillement et le profil de charge, l'ensemble des éléments de la chaîne photovoltaïque, à savoir, la taille du générateur, la capacité de stockage, le cas échéant la puissance d'un convertisseur, voire l'inclinaison des modules et la tension d'utilisation. Une installation surdimensionnée veut dire des surcoûts, tandis qu'une installation sous dimensionnée veut dire manque de fiabilité.

Quelque soit la méthodologie utilisée et la précision avec laquelle sont pris en compte les différents composants de la chaîne, on reste confronter à deux types d'estimations :

- La première sur la demande qui dans la plupart des cas est assez grossièrement définie car souvent mal connue et qui subit des fluctuations journalières, hebdomadaires ou saisonnières.
- La seconde sur le gisement solaire au sujet duquel on se heurte à un manque crucial de données représentatives. Ce problème nous amène à calculer l'irradiation selon des données relatives au site de l'installation. Ceci démontre que la fiabilité d'une installation PV est étroitement liée au dimensionnement qui est lié à son tour à la disponibilité de données fiables.

Le mérite d'une installation photovoltaïque est souvent mesuré par sa capacité à fournir de l'énergie en toute circonstance.

D'autre part, et avant de se lancer dans l'installation d'éoliennes pour un site étudié de faisabilité est nécessaire. Il se concentre sur les critères de base, Les éoliennes nécessitent une exposition aux vents forts et normaux. Tout d'abord, nous devons : [2]

- Analyser la topographie des lieux, c'est le premier critère qui ce prend en compte ;
- Avoir un terrain large et clair, ce dernier doit être exposé à des vents réguliers et suffisants.
- Un anémomètre peut aider à mesurer l'énergie éolienne sur le terrain

ZONE D'ETUDE:

I. SITUATION GEOGRAPHIQUE : [04]

I.1. Géomorphologie

La wilaya de Mostaganem se situe au Nord-Ouest de l'Algérie qui s'étend sur une superficie de 2269 Km² pour une population de 807.518 d'habitants. Dotée d'un littoral de 124 km

Elle est limitée :

- A l'Est par la vallée de Chellif ;
- Au Sud par la vallée de la mina et les montagnes de Bel-Hacel ;
- Au Nord, la Méditerranée ;
- A l'Ouest par la dépression de la Macta.

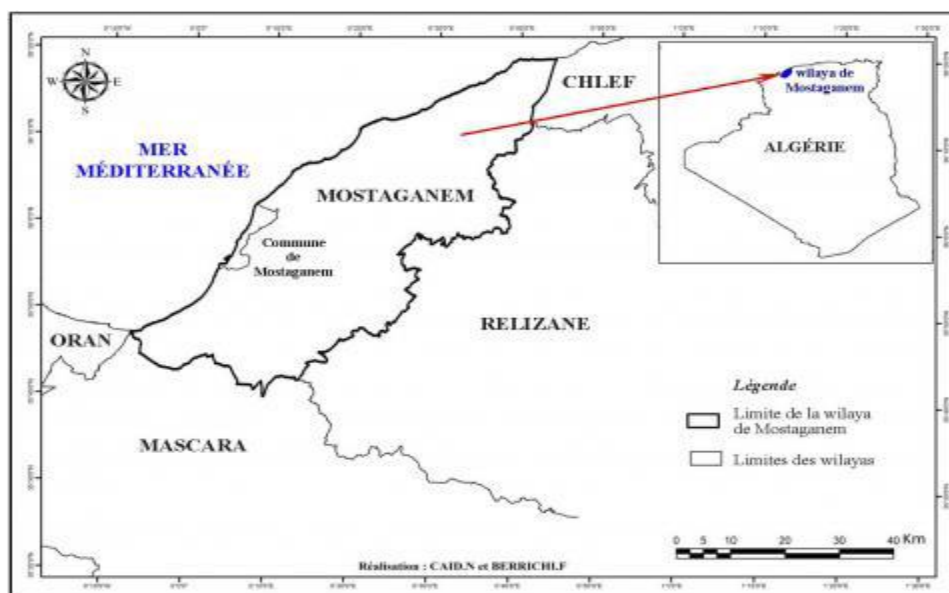


Figure 02 : Localisation de la Wilaya de Mostaganem [05].

I.2. Climat :

Le climat d'Algérie a fait l'objet de nombreuses études analytiques et synthétiques, à reconnaître l'intégration du climat algérien au climat méditerranéen, caractérisé par une saison sèche et chaude coïncidant avec la saison estivale, et une saison froide et pluvieuse en coïncidence avec la saison hivernale.

Le climat de Mostaganem est dit tempéré chaud. La pluie dans Mostaganem tombe surtout en hiver, avec relativement peu de pluie en été. Sur l'année, la température moyenne à Mostaganem est de 18.3 °C, avec des précipitations moyennes de 387 mm (climate.data.com).

La région possède deux principales unités morphologiques de relief :

- ❖ Les monts Dahra.
- ❖ Le plateau de Mostaganem.

Le mois le plus sec dans la wilaya de Mostaganem est celui du mois de Juillet avec seulement 1 mm. Le mois de Novembre, avec une moyenne de 74 mm, affiche les précipitations les plus importantes.

I.3. Températures [07]

Les températures moyennes mensuelles à Mostaganem sont comprises entre 3.4°C et 27.9°C comme il est détaillé dans le tableau ci dessous.

En hiver, les températures minimales connaissent des moyennes relativement basses. Les valeurs prises en considération sont celles ayant une signification biologique (Emberger, 1955), et sont :

- La moyenne des « minima » du mois le plus froid « m »,
- La moyenne des « maxima » du mois le plus chaud « M ».

Ces valeurs sont considérées comme les paramètres les plus importants pour la vie végétale.

- Pour la station de Mostaganem, la valeur minimale moyenne de température enregistrée est de 11 °C.
- Pour la station de Mostaganem, la valeur maximale moyenne de température enregistrée est de 27 °C.

Mois / Année	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne (°C)
1999-2010	11	12	14	17	19	21	24	27	23	20	16	13	18,08

Tableau. 1.3. Moyennes mensuelles des températures sur la période 1999-2010 [07].

Ainsi les moyennes mensuelles et annuelles des températures de la station de Mostaganem sont représentées dans la figure ci-dessous :

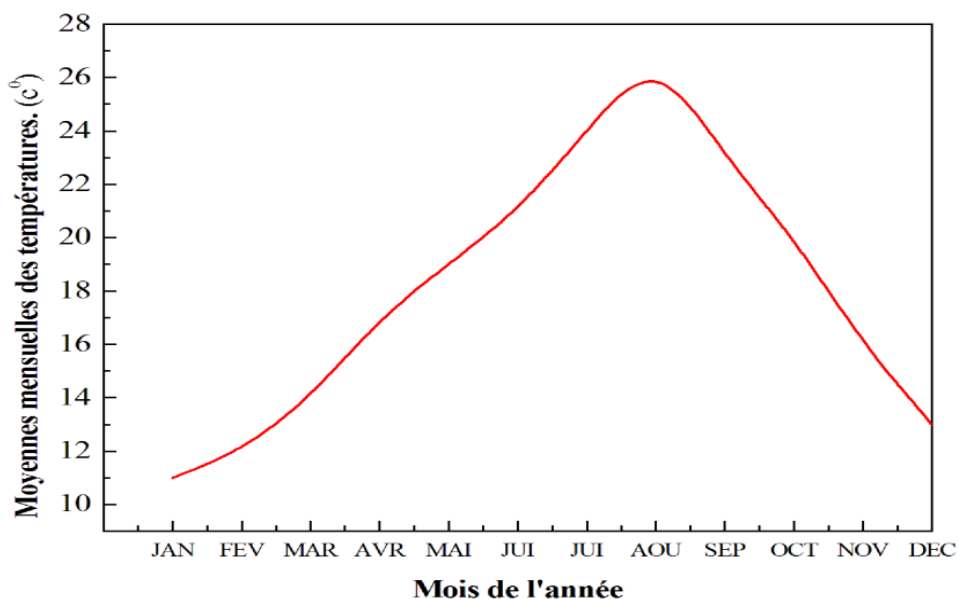


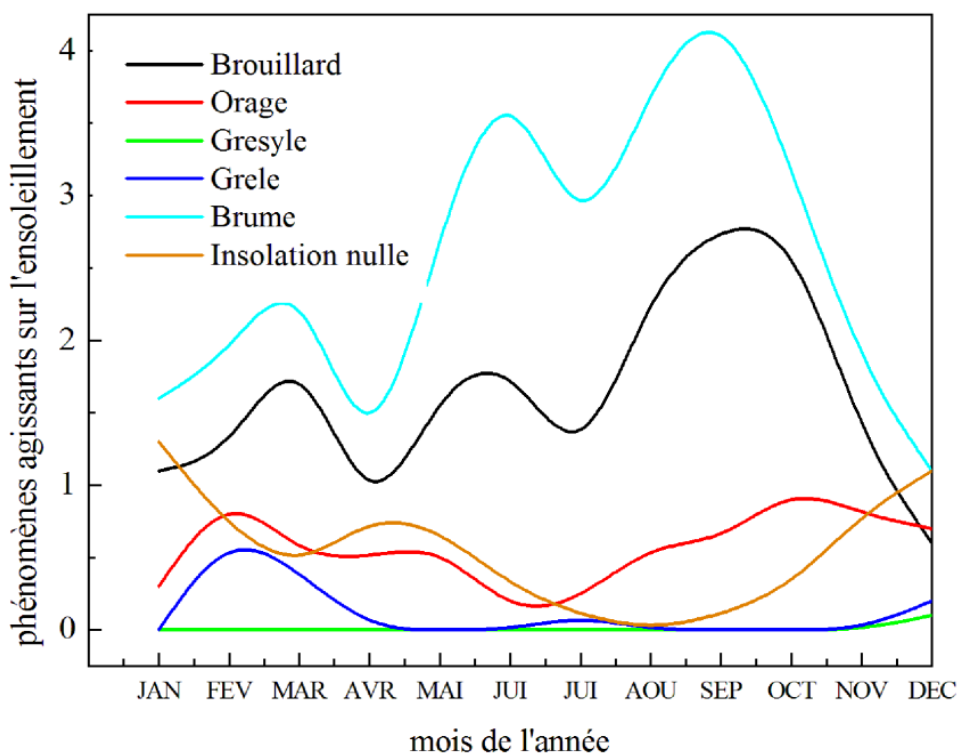
Figure 05 : Courbe des moyennes mensuelles des températures sur la période 1999-2010.

I.4. Ensoleillement :

Selon les conditions atmosphériques, le ciel peut être plus ou moins couvert de nuages au cours d'une journée. Ceux-ci occultent le soleil, totalement ou partiellement, empêchant ainsi le rayonnement d'atteindre directement le sol [Tab 1.4].

Phénomène	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	Annuel
Brouillard	1,1	1,2	2,1	0,6	1,7	1,9	1,0	2,4	2,8	2,8	1,3	0,6	19,5
Orage	0,3	1,0	0,5	0,5	0,6	0,1	0,2	0,6	0,6	1,0	0,8	0,7	6,9
Gresyl	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
Grêle	0,0	0,7	0,4	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	2,3
Brume	1,6	1,9	2,6	0,9	2,8	4,0	2,5	3,8	4,4	3,2	1,8	1,1	30,6
Insolation nulle	1,3	0,7	0,4	0,8	0,7	0,3	0,1	0,0	0,1	0,3	0,8	1,1	6,6
Rosée	10,0	8,0	9,4	6,0	3,9	0,6	0,1	0,4	2,1	5,0	8,7	8,6	62,8
Eclair	0,0	0,1	0,1	0,2	0,0	0,1	0,0	0,6	0,1	0,2	0,2	0,1	1,7
Nuages Bas	0,0	0,6	0,2	0,3	1,1	0,8	0,6	0,9	0,6	1,0	0,6	0,1	6,8
Pluie	6,4	7,4	6,6	6,1	9,0	2,4	1,4	2,2	4,6	8,8	8,6	11,9	75,4
Ciel de Sable	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,3
Chasse Sable	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1

Tableau 1.4. Les différents phénomènes agissant sur l'ensoleillement pour la wilaya de Mostaganem (Nombre moyen de jours) [07].



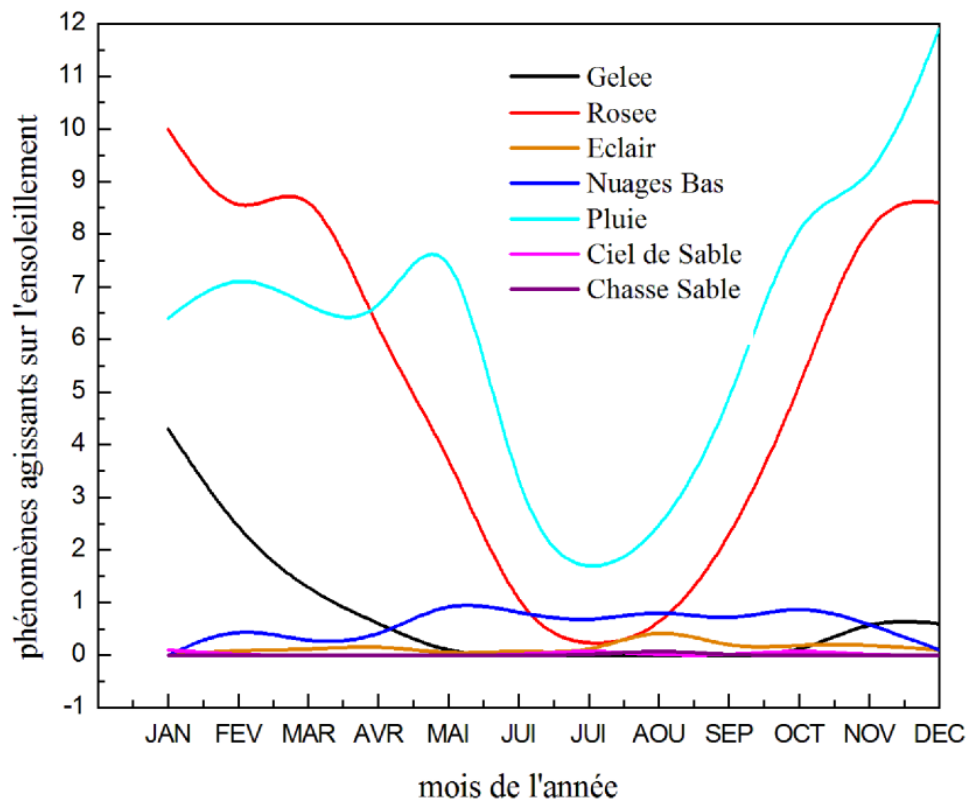


Figure 06 (a), (b) : Courbe l’influence des phénomènes atmosphériques (nombre de jours) au cours de l’année sur le rayonnement du sol.

II. DIMENSIONNEMENT DU SYSTEME:

1. Cas d’étude :

Dans notre étude, nous avons une station de recharge avec trois (03) véhicules électriques :

- a- Un (01) Véhicule électrique de modèle PEUGEOT E 208 avec un chargement lent, il consomme 0,15 KWH / Km ;
- b- Un (01) Véhicule électrique de modèle RENAULT Zoe avec un chargement accéléré, il consomme 0,16 KWH / Km ;
- c- Un (01) Véhicule électrique TESLA model 3 avec un chargement rapide, ce dernier consomme 0,17 KWH / Km.

2. Application :

a- La consommation d’énergie :

- Voiture 1 : $E_C = 0,15 K_{wh} \times 50 Km$
 $E_C = 7,5 K_{wh}$
- Voiture 2 : $E_C = 0,16 K_{wh} \times 80 Km$
 $E_C = 12,8 K_{wh}$
- Voiture 3 : $E_C = 0,17 K_{wh} \times 100 Km$
 $E_C = 17 K_{wh}$

b- Energie consommée totale :

$$E_{CT} = 7,5 + 12,8 + 17$$

$$E_{CT} = 42,895 \text{ KWh}$$

3- Système Photovoltaïque :

○ Irradiation à Mostaganem :

L'irradiation ou rayonnement solaire, c'est l'énergie reçue pendant une certaine durée. On distingue plusieurs composantes qui sont principalement :

- Rayonnement direct ;
- Rayonnement diffus ;
- Rayonnement global.

Pour le moyennement d'ensoleillement à Mostaganem, il est de 5 Kwh / m² / J

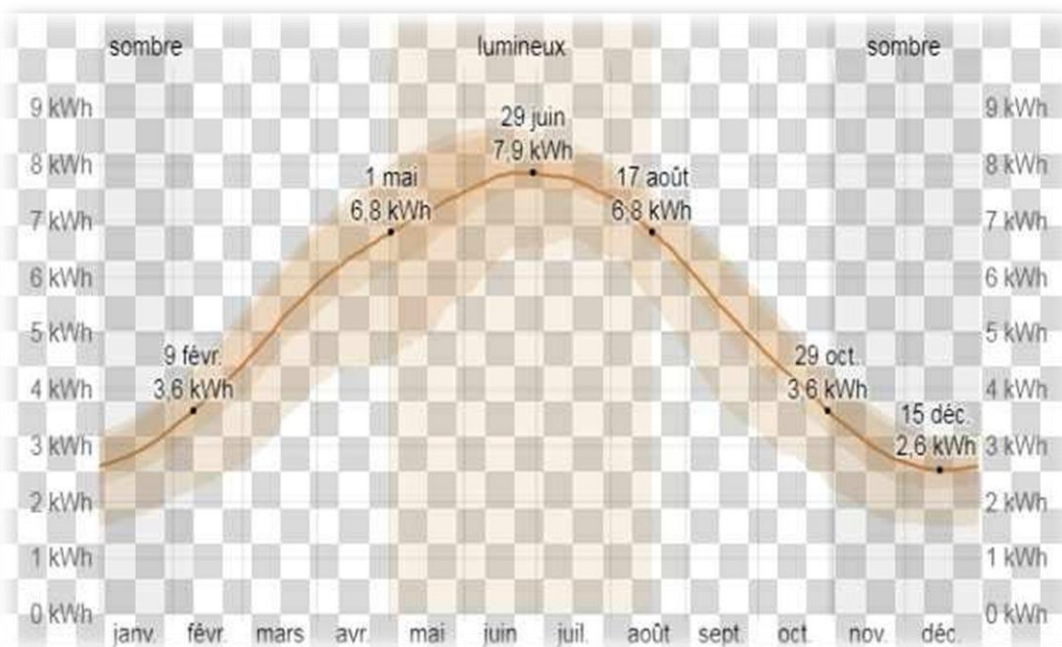


Figure 07: Courbe d'irradiation à Mostaganem

- Les données :

$$I_R = 5 \text{ KWh} / \text{m}^2 / \text{J}$$

$$E_C = 37,30 \text{ KWh}$$

$$E_P = 37,30 + 15\% \times 37,30 \quad (\text{III.9})$$

$$E_P = 42,895 \text{ KWh}$$

15% pour prendre en considération les différentes pertes.

- Choix du panneau :

Après évaluation des besoins électriques d’une installation PV, le dimensionnement du champ PV qui consiste à calculer la puissance crête nécessaire au bon fonctionnement de l’installation.

N : Nombre de panneaux photovoltaïques

P_c: Puissance crête du générateur PV [W_c]

P_u : Puissance unitaire [W_c] [Puissance d’un panneau PV que vous aurez choisi]_U

Nous avons choisis le panneau poly cristalline de **P_C = 300 W_C**

► **Calcul de la puissance crête d’un panneau :**

$$P_C = \frac{E_P \times 1000}{I_R} \Rightarrow P_C = \frac{42,895 \times 1000}{5} = 8579 \text{ W} \quad \text{(III.10)}$$

► **Calcule le nombre de panneaux :**

Donc

$$N = \frac{P_{CR}}{P_{CV}} \Rightarrow N = \frac{8579}{300} = 28,59 \quad \text{(III.11)}$$

Nous avons pris **30 panneaux**

$$P_C = 30 \times 300 = 9000 \text{ Kw} \quad \text{(III.12)}$$

- Choix de l’onduleur :

Un onduleur pour un site autonome a pour rôle de convertir la tension continue délivrée par le parc de batteries en une tension alternative pour couvrir les besoins de la charge électrique.

Les critères importants pour choisir l’onduleur sont :

- **Profile de charge** : L’onduleur doit assurer la puissance journalière selon les besoins des appareils.
- **Puissance nominale** : L’onduleur doit avoir une puissance nominale supérieure à celle de la charge, avec une marge de 30%.
- **Rendement de l’onduleur** : Comme indiqué précédemment, le rendement de l’onduleur doit être de 95%.
- **Consommation en veille** : L’onduleur doit avoir un système de mise en veille ou bien avoir une consommation à vide pratiquement nulle.
- **Stabilité en tension et en fréquence** : L’onduleur doit délivrer une tension secteur de (220V AC) plus au moins approchée.
- **Protection** : L’onduleur doit être muni d’une protection contre les surcharges et les courts circuits ainsi contre les températures élevées.

Nous avons pris l’onduleur bidirectionnel pour les raisons suivantes :

- Il converti le courant A_C en D_C
- Il converti le courant D_C en A_C

Notre choix a été sur l’onduleur bidirectionnel de 10 Kw.

3- Système de stockage :

- ▲ La tension de batterie : 48V
- ▲ La capacité de batterie : 500 Ah

Il faut tenir compte des pertes et les ajouter à l'estimation

Nous avons utilisé un onduleur, donc :

$$E_c / (\text{rendement d'onduleur} \times 1 - \text{perte en ligne}) \quad (\text{III.13})$$

Rendement onduleur : 0,9

1 - Perte en ligne : 0,97

$$37,3 / 0,9 \times 0,97 = 42,73 \text{ KWh} \quad (\text{III.14})$$

Il faut prendre en compte la profondeur maximale des décharges des batteries est égale à 80%.

$$42,73 / 0,8 = 53,41 \text{ KWh} \quad (\text{III.15})$$

2 Détermination du nombre de batteries nécessaires :

Convertir de KWh à Wh

$$53,41 \times 1000 = 53410 \text{ Wh} \quad (\text{III.16})$$

Convertir de Wh à Ah

$$53410 / 48 = 1112,7 \text{ Ah} \quad (\text{III.17})$$

Il faut diviser le résultat par la capacité des batteries

$$1112,7 / 500 = 2,225 \quad (\text{III.18})$$

Donc, il nous faut trois (03) batteries.

Nous avons choisis la batterie au lithium de marque V TAC, cette batterie est d'une capacité de stockage de 10 kWh à une tension de travail de 48 V. Cette batterie solaire peut être déchargée jusqu'à 80% (DOD) et jusqu'à un total de 5000 cycles.

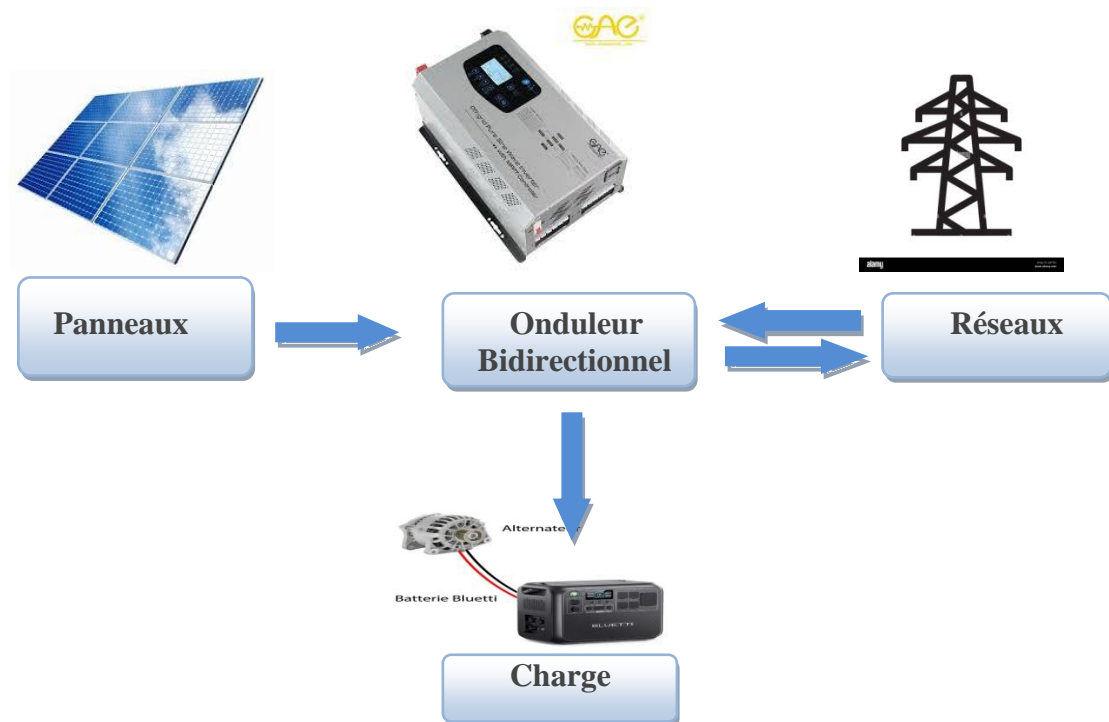


Figure 08 : Schéma Installation Panneau solaire

❖ Pour le mois de Juillet :

Nous avons 30 panneaux avec

$$I_R = 7,5 \text{ KWh} / \text{m}^2 / \text{J} \quad (\text{III.19})$$

Donc

$$\begin{aligned} E_P &= N_P \times P_G \times I_R = E_P = 30 \times 300 \times 7,5 \\ E_P &= 67,5 \text{ KWh} \end{aligned} \quad (\text{III.20})$$

Ce qui est fait, nous avons une surcharge, donc l'onduleur va réinjecter sur le réseau le surplus de production.

❖ Pour le mois de Décembre :

$$\begin{aligned} I_R &= 4 \text{ KWh} / \text{m}^2 / \text{J} & E_P &= N_P \times P_G \times C_R \\ E_P &= 30 \times 300 \times 4 \\ E_P &= 36 \text{ KWh} \end{aligned} \quad (\text{III.21})$$

Donc, nous n'avons pas assez d'énergie pour injecter depuis le réseau.

3. Système éolien :

a- Les données:

$$\begin{aligned} V P \text{ éolienne} &= 300 \text{ W} \\ \text{vent} &= 3 \text{ m/s} \\ d \text{ éolienne} &= 1.12 \text{ m} \end{aligned} \quad (\text{III.22})$$

b- Calculer la surface éolienne :

$$S = 0.985 \text{ m}^2 \quad (\text{III.23})$$

c- Calculer la puissance du vent:

$$P_v = 0.6 * S * v^3 = 0.6 * 0.985 * 3^3 = 15.96 \text{ W} \quad (\text{III.24})$$

d- Calculer la puissance éolienne :

Loi de Betz pour calculer le coefficient de puissance:

$$\begin{aligned} C_p &= 0.59 = 59 \% \\ f(v) = C_p * v^3 &= 0.59 * 3^3 = 15.93 \end{aligned} \quad (\text{III.25})$$

Donc:

$$P_e = 0.6 * S * f(v) = 0.6 * 0.985 * 15.93 = 9.41 \text{ W} \quad (\text{III.26})$$

e- Calculer la consommation totale des lampes:

$$P_T \text{ lampes} = 54 * 4 = 216 \text{ W} \quad (\text{III.27})$$

f- Calculer le courant total des lampes :

$$I \text{ lampes} = 18 \text{ A} \quad (\text{III.28})$$

g- Calculer la durée de fonctionnement:

$$D \text{ fonctionnement} = 5.55 \text{ h} \quad (\text{III.29})$$

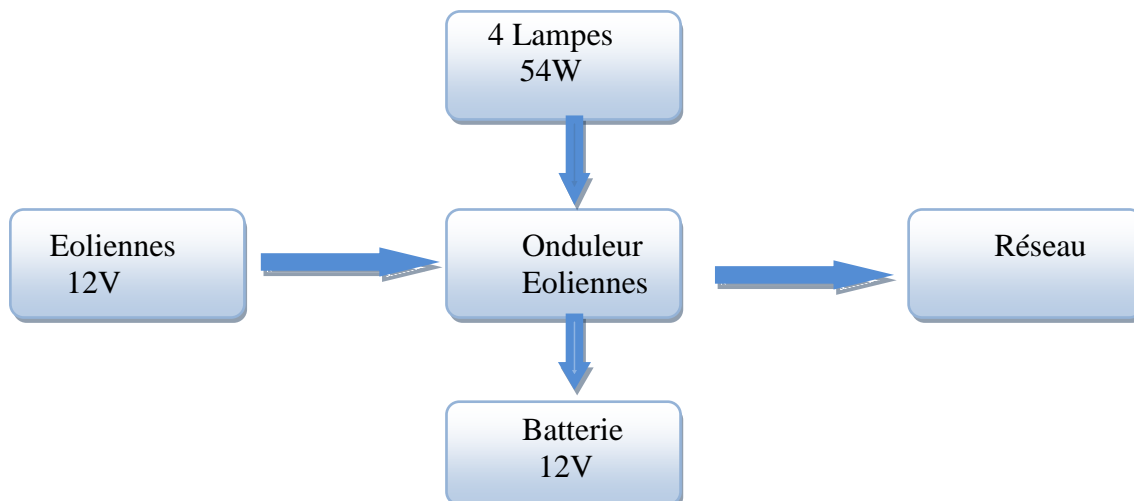


Figure 09 : Schéma de connexion éolienne en 12V

III. Conclusion :

Dans ce chapitre III, nous avons eu l'occasion de détailler un peu pour réaliser une installation photovoltaïque et son dimensionnement qui est le plus essentiel. En premier lieu, nous avons fait pour notre étude la situation géographique de la wilaya de Mostaganem, nous avons parlé de son climat, sa température, son ensoleillement tel détaillé sur un tableau par mois et par phénomène au cours de l'année.

Ensuite et en deuxième point, concernant le dimensionnement du système, nous nous sommes basé sur la consommation d'énergie pour les véhicules source de notre étude. Nous avons fait le choix de panneau et le choix de l'onduleur avec leurs calculs.

Enfin, nous avons terminé ce chapitre par le système éolien, les données, en calculant la surface éolienne et la puissance du vent comme mentionné sur le schéma de connexion éolienne en 12V (Cf Figure 09)..

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE :

En conclusion, l'étude détaillée du dimensionnement d'une installation photovoltaïque destinée à alimenter une borne de recharge pour véhicules électriques a mis en lumière plusieurs points essentiels.

Tout d'abord, elle a confirmé la faisabilité technique de ce projet, démontrant que l'énergie solaire peut efficacement répondre aux besoins énergétiques variables de la borne de recharge tout au long de l'année.

Sur le plan économique, bien que l'investissement initial dans une telle installation puisse sembler significatif, l'analyse a montré que les économies à long terme sur les coûts d'électricité, combinées à d'éventuelles incitations gouvernementales, rendent ce projet financièrement viable et attrayant.

Du point de vue environnemental, l'utilisation de l'énergie solaire pour la recharge des véhicules électriques réduit considérablement l'empreinte carbone globale, contribuant ainsi à la lutte contre le changement climatique et à la durabilité environnementale.

Le monde de la recherche aussi se penche sur l'intelligence artificielle. Aujourd'hui, cette dernière représente l'une des bases importantes pour le développement de l'industrie des véhicules électriques. La conduite autonome, l'optimisation de l'efficacité énergétique et la maintenance prédictive sont autant d'éléments qui permettent sur le long terme une amélioration de l'expérience de conduite et un meilleur impact environnemental des véhicules. Des chercheurs indiens de l'Odisha University of Technology and Research ont développé un modèle virtuel capable de déterminer « quand l'énergie d'un champ solaire doit être utilisée pour optimiser le rendement des moteurs électriques ».

Enfin, pour assurer la durabilité et l'efficacité à long terme de l'installation, il est recommandé d'adopter des pratiques de gestion énergétique avancées, telles que le stockage d'énergie et l'optimisation de la consommation.

En somme, cette étude montre que l'intégration de l'énergie solaire dans les infrastructures de recharge pour véhicules électriques représente non seulement une solution technique et économique, mais aussi un pas significatif vers un avenir énergétique durable et résilient.

Cette conclusion résume les principaux résultats de votre mémoire tout en soulignant l'importance et les avantages de votre travail dans le contexte actuel de transition énergétique vers des sources renouvelables.

SOURCES

Introduction Générale

- [1] Université Québec à Trois-Rivières, SERRAR Ahmed -.Mémoire *sur* Étude et conception des systèmes de recharge solaire pour voiture électrique en Algérie Pg 1 à 4. *Année* : 2009.
- [2] Actualités / voiture-electrique.net/voiture-électrique-algérienne publié par Claire DELACROIX le 28/11/2023
- [3] **CEA.fr** / Les transformations d'énergie produites dans une voiture / Publié le 01 Juillet 2012

Chapitre I :

- [1] **Ressources/physique-chimie/sources-énergie./France.** Date 27/11/2017
- [2] FERRAH Billel. Annaba. Chap1 Généralité sur le soleil Pg 5,6,7. Année 2015
- [3] Université Biskra. /Chap1 principe de conversion Photovoltaïque 7pg. Année 2020
- [4] Université de Tlemcen/ ARRAS Aida. Mémoire Caractérisation des cellules Photovoltaïques. Année 2018
- [5] UMMTO.FGEL./ Tizi-Ouzou. IMESSAOUDENE Said_LACEB Ch. Année : 2013
- [6] Université du SENEGAL Bambey. Chap5 Mémoire Caractéristiques électriques d'une cellule Photovoltaïque./ Année 2015
- [7] Université de Annaba/ FERGANI Med A- AISSAOUI Med H./ Chap2 Mémoire Modélisation et Simulation d'un panneau solaire pg24. / Année 2020
- [8] Université de Tlemcen/ BENCHERIF Mohamed. Chap1 Mémoire Systèmes Photovoltaïque pg16. Année 2006
- [9] Université de Annaba/ FERRAH Billel. Chap1 Mémoire Généralité sur le soleil Pg 27,28. Année 2015

Chapitre II :

- [1] Zducauto.org. Année 2018.
- [2] A. Daanoue, "Contribution à l'Etude et à l'Optimisation d'une Machine Synchrone à Double Excitation pour Véhicules Hybrides", Thèse Doctorat, Grenoble : 'Ecole Doctorale d'Electrotechnique, Electronique, Automatique et Traitement du Signal (EEATS), 2006,152p.
- [3] Voiture électrique.net. Année 2018.
- [4] S. Sadeghian, Développer la mobilité électrique : des projets d'acteurs au projet de territoire. Thèse doctorat, Paris : Université Paris-Est, 2013,446p.
- [5] France-pittoresque.
- [6] B. t. Sarrazin. Optimisation d'une chaîne de traction pour véhicule électrique. Thèse doctorat, Grenoble : 'École Doctorale Electronique, Electrotechnique, Automatique et Traitement du Signal, Université de Grenoble, 2012,
- [7] Education.fr/sti/ressources _ techniques/ Véhicules-Electriques-et hybrides-technologie-ndeg 189.
- [8] N. Marc.Méthodologie de dimensionnement d'un véhicule hybride électrique sous contrainte de minimisation des émissions de CO2.Thèse doctorat :Orléans : école Doctorat L'Energie, Matériaux, Sciences de la Terre et de l'Univers, Université d'Orléans, 2013, 248p.

- [9] D. C. E. L. B. Mbemba, "Modélisation, conception et expérimentation d'un véhicule hybride léger pour usages urbains," Thèse de Doctorat, Besançon : Université de Franche-Comté, 2012, 172p.
- [10] G. Souffran, Dimensionnement de la chaîne de traction d'un Véhicule Electrique Hybride basé sur une modélisation stochastique de ses profils de mission. Thèse de Doctorat, Nantes : Ecole doctorale Sciences et Technologies de l'information et de mathématiques, 2012, 214 p.
- [11] A. Florescu, "Gestion optimisée des flux énergétiques dans le Véhicule Electrique," Thèse de Doctorat, Grenoble, l'École Doctorale :Électronique, Électrotechnique, Automatique et Traitement du Signal (EEATS), 2012.
- [12] Tanguy, Kevin. Modélisation et optimisation de la recharge bidirectionnelle de Véhicules Electriques: application à la régulation électrique d'un complexe immobilier. Mémoire, Québec : Université Laval, 2013, 76 p.
- [13] Journall GEEE%2714%20papers/IDI35.pdf.
- [14] D. Savio Abraham et al., Architectures, critères, convertisseurs de puissance et stratégies de contrôle des bornes de recharge pour véhicules électriques dans les micro réseaux. Electroniques, janv. 2021, vol. 10, n° 16,p 1895
- [15] A F Zoubir, M Abdelhamid, B Abdelber, M Yahia , M Abdellah, B Mokhtar. Identification des paramètres internes d'une batterie pour des applications photovoltaïques. Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf , 2015, 133p.
- [16] S. Zaouzaou, S. Meziani, Etude et simulation des convertisseurs statiques existant dans un Véhicule Electrique, Mémoire de Master, Université Abderrahmane Mira de Bejaia, 2017.
- [17] S. Zaouzaou, S. Meziani, Etude et simulation des convertisseurs statiques existant dans un Véhicule Electrique , Mémoire de Master, Université Abderrahmane Mira de Bejaia, 2017.
- [18] Ombach, G. and J. Junak. Weight and efficiency optimization of auxiliary drives used in automobile. in 2010 XIX International Conference on Electrical Machines (ICEM). Année 2010. Rome.
- [19] M. Park et al, «A review of conduction phenomena in Li-ion batteries,» Elsevier, Journal of Power Sources, pp. 1-26, Année 2010.
- [20] BROWNSON, JS. Solar Energy Conversion Systems. Oxford Academic Press, pages100-103, Année 2014

Chapitre III :

- [01] Université de Blida / Présenté par MESSAOUD Ilyes. Mémoire Étude et dimensionnement d'un système photovoltaïque autonome. Année 2023
- [02] Université Ahmed Draïa – Adrar/ Présenté par W.KOUIDRI. R.LEMAALEM. Mémoire Dimensionnement d'un parc éolien au sud algérien. Année : 2018
- [03] LAROUSSE, « Le Petit LAROUSSE Illustré », Edition 2007.
- [04] Université A.B.ELKAID - Tlemcen/ Présenté par A.DAHOU. Mémoire Caractérisation des cellules Photovoltaïques. Année 2018
- [05] Jaque BERNARD, « Energie solaire : Calculs et optimisation », Edition ellipses, Année 2004.
- [06] Rachid MAOUEDJ, « Application de l'énergie photovoltaïque au pompage hydraulique sur les sites de Tlemcen et Bouzareha », mémoire Magister, Université de Tlemcen, Année 2005
- [07] ATLAS Climatique National, Station Mostaganem, Partie 1, Recueil de données