

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Saâd DAHLAB, Blida-1

Faculté de Technologie

Département des Énergies Renouvelables



**Mémoire Présenté pour l'obtention du diplôme de
Master**

Option : conversion photovoltaïque

Thème

**Conception et Réalisation d'une Valise Solaire
Photovoltaïque**

Par LAZALI Hadjer
KAMLI Meriem

Soutenu devant le jury composé par :

Madame H.MAZOUZ	M.C.A	USDB1	Président
Madame B.AMROUCHE	M.C.A	USDB1	Examineur
Monsieur F.KHODJA	M.C.B	USDB1	Examineur
Monsieur M.BOUZAKI	M.C.B	USDB1	Promoteur
Monsieur T.DOUMAZ	M.A.A	USDB1	Co-Promoteur

Juillet 2022

الملخص

الغرض الرئيسي من هذا العمل هو تحجيم مكونات حقيبة الطاقة الشمسية الضوئية المتنقلة مع تصميم هذه الأخيرة وت نفيذها ودراسة أدائها للاستخدام العسكري لتسهيل الاستخدام الفردي في المواقع المعزولة والمواقع ذات الاستهلاك المنخفض مع الحاجة إلى التنقل العالي. هذا العمل هو تذكير ببعض العموميات حول النظام الكهروضوئي. ينصب التركيز على مكونات النظام الكهروضوئي المستقل مع تفاصيل كل مكون. أيضا دراسة بليوغرافية لمختلف المكونات والأنواع المختلفة من مجموعات الطاقة الشمسية كما قدمنا أساليب التشغيل الخاصة بها مع مزاياها وعيوبها.

تحجيم و تحقيق الحقيبة الشمسية سمحت لنا الاختبارات التجريبية بالحصول على أداء الأخيرة.
الكلمات المفتاحية

مجموعة الطاقة الشمسية المتنقلة، حقيبة الطاقة الشمسية ، بطارية، لوحة كهروضوئية ، منظم الشحن، انفيرتر، تحجيم ، تنفيذ.

Résumé

Le but principal de ce travail est de dimensionner les composants d'une valise solaire photovoltaïque mobile avec la conception et la réalisation de cette dernière et d'étudier ses performances pour un usage militaire pour faciliter l'utilisation individuelle dans les sites isolés et les sites de petite consommation avec la nécessité d'une grande mobilité.

Ce travail fait un rappel de quelques généralités sur le système photovoltaïque. L'accent est mis sur les composants d'un système photovoltaïque autonome avec les détails de chaque composant. De même une étude bibliographique des différents composants et différents types de kits solaires. On a présenté aussi, leurs modes de fonctionnement, leurs avantages et leurs inconvénients.

Un dimensionnement analytique et la réalisation de la valise solaire, des testes expérimentaux nous a permit d'obtenir les performances de cette dernière.

Mots-clefs

Kit solaire mobile, Valise solaire, Batterie, Panneau photovoltaïque, Régulateur, Onduleur, Dimensionnement, Réalisation.

Abstract

The main purpose of this work is to size the components of a mobile solar photovoltaic suitcase with the design and realization of the latter and to study its performance for military use to facilitate individual use in the isolated sites and sites of low consumption with the need for high mobility.

This work is a reminder of some generalities about the photovoltaic system. The focus is on the components of an autonomous photovoltaic system with the details of each component. Also a bibliographical study of the different components and different types of solar kit .we also presented their operating methods, their advantages and disadvantages.

An analytical dimensioning and the realization of the solar suitcase, experimental tests allowed us to obtain the performance of the latter.

Keywords

Mobile solar kit, Solar suitcase, Battery, Photovoltaic panel, Regulator, Inverter, Dimensioning, Realization.

Remerciements

*Avant tout, nous remercions **ALLAH** le tout puissant de nous a donné la force, le courage, durant ces années d'études et pour mener à terme ce modeste travail.*

Nous remercions notre prometteur Dr. BOUZAKI Mohammed Moustafa d'avoir accepté de diriger ce mémoire en y apportant tous les moyens nécessaires et les aides qui nous a permis de compléter ce travail.

Nous remercions notre Co-prometteur Dr. DOUMAZ Toufik pour sa compréhension, ses conseils, ses observations et son aide durant la réalisation de ce modeste travail.

Nous remercions H.MAZOUZ présidente de jury et les membres du jury B.AMROUCHE et F.KHODJA d'avoir accepté à l'examinassions de ce travail.

Sans oublier de remercier les enseignants du département des énergies renouvelables pour leurs efforts lors de notre formation.

Enfin, nous remercions, également, toute personne qui a participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

*A mon cher **père**, à ma chère **mère**, qu'ALLAH les garde et les Protège pour leur tendresse, leurs conseils, leurs sacrifices, Leurs encouragements et pour leurs soutien moral et financier.*

*A la mémoire de mon grand-père **Miloud**.*

*A mes deux chères sœurs **Nour El Houda** et **Lamia**, mes deux chers frères **Yakoub** et **Ishak**, pour leurs soutiens et leurs amours.*

*A tous ma **famille**.*

*A tous mes **amis**.*

A tous ceux qui m'ont toujours soutenu et encouragé tous long de mes études.

LAZALI Hadjer

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

*A mes chers **parents** qui m'ont fourni un soutien et une confiance sans faille. Que DIEU vous protège et vous garde pour moi.*

*A la mémoire de ma grand-mère **Halima**.*

*A mes précieuses sœurs **Maria, Khadidja** et **Fatima Zohra**.*

*A mes précieux frères **Youcef** et **Nadhir**.*

*A mes adorables **amies**, pour leur fidélité et soutien.*

A tous mes amis avec lesquels j'ai partagé des moments de joie et de bonheur.

KAMLI Meriem

Sommaire

Introduction Générale	1
Chapitre I Présentation D'un Système Photovoltaïque Autonome.....	3
I.1 Introduction.....	3
I.1 Système Photovoltaïque.....	3
I.1.1 Système PV connecté au réseau	3
I.1.2 Système autonome.....	3
I.2 Les composants d'un système photovoltaïque autonome.....	5
I.2.1 Les panneaux solaires.....	5
I.2.2 Régulateur.....	6
I.2.3 Batterie.....	7
I.2.4 Les onduleurs.....	10
I.2.5 Câblage	11
I.2.6 Protection électrique	12
I.3 Conclusion	15
Chapitre II Système Photovoltaïque mobile.....	16
II.1 Introduction.....	16
II.2 Historique du kit solaire.....	16
II.3 Les différents types de kits solaires	17
II.4 Définition du kit solaire autonome.....	18
II.5 Description du kit solaire	19
II.6 Exemples de kits sur le marché.....	20
II.7 Comment maintenir le kit solaire.....	22
II.8 Les avantages du kit solaire autonome	22
II.9 Les inconvénients du kit solaire autonome.....	23
II.10 Les applications du kit solaire.....	23
II.11 Pourquoi avons-nous besoin de kit solaire mobile ?.....	23

II.12	Conclusion.....	24
Chapitre III	Réalisation d'une valise solaire photovoltaïque.	25
III.1	Introduction	25
III.2	Comment fonctionnent ce kit solaire ?.....	25
III.3	Dimensionnement de la valise solaire mobile.....	26
III.3.1	Estimation de la consommation du côté DC de la valise.....	26
III.3.1	Les équipements du courant continu.....	28
III.3.2	Les détails de l'interface du côté DC de la valise	30
III.3.3	Estimation de la consommation du côté AC de la valise.....	31
III.3.4	Les équipements de courant alternatif	33
III.4	Descriptions des équipements	34
III.4.1	Panneau solaire	34
III.4.2	Batterie	35
III.4.3	Eclairage ampoule LED	35
III.5	Mode d'utilisation de ce kit solaire	35
III.6	Conseils d'utilisation générale	36
III.7	Le désigne de notre valise solaire	36
III.8	Les étapes d'installation de notre valise solaire	39
III.9	Le prototype finale de la valise solaire.....	45
III.10	Conclusion.....	48
Chapitre IV	Tests et Résultats.....	47
IV.1	Introduction	47
IV.2	Equipement de travail.....	47
IV.2.1	Environnement matériel.....	47
IV.2.2	Environnement logiciel	48
IV.3	Implémentation.....	48
IV.3.1	Côté DC de la valise	48

IV.3.2	Côté AC de la valise	55
IV.4	Conclusion.....	59
	Conclusion Générale.....	60
	Bibliographie	62

Liste des figures

Chapitre 1

Figure (I-1) : Système PV connecté au réseau sans batterie	3
Figure (I-2) : Système PV autonome ou isolé.	4
Figure (I-3) : Schéma d'une cellule photovoltaïque.	6
Figure (I-4) : Régulateur PWM.	7
Figure (I-5) : Régulateur MPPT.	7
Figure (I-6) : Caractéristique charge et décharge.	9
Figure (I-7) : Exemple sur les câbles.	11
Figure (I-8) : Les appareils de protections et de coupures.	12
Figure (I-9) : Organigramme d'appareils de protections.	13
Figure (I-10) : Les fusibles.	13
Figure (I-11) : Le parafoudre.	14
Figure (I-12) : Mise à la terre.	14

Chapitre 2

Figure (II-1) : L'évolution de kit solaire.	17
Figure (II-2) : Kit solaire autonome.	18
Figure (II-3) : Kit autoconsommation avec batterie.	18
Figure (II-4) : Kit solaire photovoltaïque autonome.	19
Figure (II-5) : Valise solaire photovoltaïque nomade.	20
Figure (II-6) : Kit solaire mobile 1.	20
Figure (II-7) : Kit solaire mobile 2.	21
Figure (II-8) : Kit solaire mobile 3.	22

Chapitre 3

Figure (III-1) : La radio.	30
Figure (III-2) : Les sorties de DC.	30
Figure (III-3) : Haut –parleur TF/USB.	31
(Figure III-4) : Vue en perspective.	37
Figure (III-5) : Vue de face.	37
Figure (III-6) : Vue arrière.	37
Figure (III-7) : Vue de droite (Baffle et entrée des connexions).	38
Figure (III-8) : Vue de gauche.	38

Figure (III-9) : Vue de dessous (torche).....	38
Figure (III-10) : Vue de dessus.	39
Figure (III-11) : Fabrication de la valise.....	39
Figure (III-12) : Installation du haut-parleur et du plateau de sortie.	40
Figure (III-13) : Installation du plateau de radio.....	40
Figure (III-14) : Installation de lampes LED.	41
Figure (III-15) : Installation de panneau solaire de côté DC.	41
Figure (III-16) : Installation de torche.	42
Figure (III-17) : Face supérieur de l'intérieur après l'installation.	42
Figure (III-18) : Installation de la batterie de côté DC.	43
Figure (III-19) : Installation de la batterie, l'onduleur et le régulateur de côté AC.....	44
Figure (III-20) : Face inférieur de l'intérieur après l'installation.	44
Figure (III-21) : Les panneaux du côté AC.....	45
Figure (III-22) : L'image finale de l'intérieur de notre valise solaire.....	45
Figure (III-23) : Pochette portable des panneaux solaires.	46
Figure (III-24) : L'image finale vue du haut de notre valise solaire.....	46
Figure (III-25) : L'image finale à partir du côté droit de notre valise solaire.....	47
Figure (III-26) : L'image finale de face et de face supérieure de notre valise solaire.	47
Chapitre 4	
Figure (IV-1) : Installation de Valise solaire côtés AC et DC.	47
Figure (IV-2) : Multi mètre.	48
Figure (IV-3) : Chronomètre.	48
Figure (IV-4) : Les variations du tension de la batterie de côté DC en tant que la décharge avec toutes les charges sont en marche.	49
Figure (IV-5) : La décharge de batterie de côté DC avec seule la torche est allumée.	50
Figure (IV-6) : La décharge de batterie de côté DC avec seuls les trois lampes sont en marche.	52
Figure (IV-7) : La décharge de batterie sachant que seule la radio est en marche.....	52
Figure (IV-8) : Les variations du tension de la batterie de côté DC en tant que la charge.	54
Figure (IV-9) : La variation de tension des panneaux solaires lors de la charge de la batterie en fonction du temps.	56
Figure (IV-10) : Variation de la tension de batterie lors de la charge par les panneaux solaires.....	56
Figure (IV-11) : La décharge de batterie en fonction du temps.	57

Liste des tableaux

Chapitre 1

Tableau (I-1) : Comparaison entre les types des batteries. [10].....	9
---	---

Chapitre 3

Tableau (III-1) : Tableau de bilan énergétique.	26
Tableau (III-2) : Les équipements de côté DC de la valise.	28
Tableau (III-3) : Tableau de bilan énergétique.	31
Tableau (III-4) : Les équipements de côté AC de la valise.	33

Chapitre 4

Tableau (IV-1) : Les valeurs de tension de la batterie en décharge.	49
Tableau (IV-2) : Représente les valeurs de la tension de la batterie déchargée.....	50
Tableau (IV-3) : Représente les valeurs de la tension de la batterie déchargée.	51
Tableau (IV-4) : Représente les valeurs de la tension de la batterie déchargée.	52
Tableau (IV-5) : Représente les valeurs de la tension de la batterie déchargée.	53
Tableau (IV-6) : Estimation de l'énergie consommée journalière par les composants du côté DC.....	54
Tableau (IV-7) : Représente les valeurs de la tension de la batterie et de panneaux solaires lors de la charge de la batterie.	55
Tableau (IV-8) : Représente les valeurs de la tension de la batterie déchargée.	57
Tableau (IV-9) : Estimation de l'énergie consommée journalière par les composants du côté AC.....	58
Tableau (IV-10) : Etude économique de notre valise solaire.	58

Nomenclature

Symbole	Signification
AC	Courant alternatif (alternating current).
CdTe	Tellure de Cadmium.
CIS	Cuivre Indium Selenium.
CIGS	Cuivre Indium Gallium Selenium.
C	Capacité de stockage.
DA	Dinar Algérien.
DC	Courant continu (Direct current).
DOD	Profondeur de décharge (depth of discharge).
DVD	Disque vidéo numérique (Digital video disque).
E_C	Energie consommée.
F	Coefficient de correction.
H_{moy}	durée d'ensoleillement moyenne.
I	Courant circulant dans le câble.
I_{MPP}	Courant au point de puissance maximal.
I_{sc}	Courant de court circuit.
L	Longueur du câble.
LED	Diode électroluminescente (Light –emitting diode).
Li-ion	Lithium –Ion.
MPPT	Maximum Power Point.
N	Négatif.
N_p	nombre de panneaux.

N_a	Nombre de jours d'autonomie.
Ni-Mh	Nickel métal hydrure.
P	Positif.
PR	Ration de performance.
P_{MPP}	Point de puissance maximale.
PV	Photovoltaïque.
PWM	Pulse-Width Modulation.
Pb	Plomb.
P_C	puissance crête.
P_{ond}	Puissance de l'onduleur.
P_{tot}	Puissance totale.
S	Section de câble.
STC	Standard test conditions.
TF	Transflash.
UV	Ultra violet.
USB	Bus série universel (universal serial bus).
U ou V	Tension.
V_{MPP}	Tension au point de puissance maximal.
V_{OC}	Tension de circuit ouvert.
V_{sys}	Tension du système.
V_{reg}	Tension du régulateur.
η_{ond}	Rendement de l'onduleur.
ρ	Résistivité du matériau conducteur.
ε	Chute de tension.

Liste des unités

Symbole	unité de la mesure	signification
A	Intensité de courant	Ampère
Ah	Charge électrique (capacité de batterie)	Ampère heure
°C	Température	Degré Celsius
cm	Longueur	Centimètre
h	Tempe	Heure
Hz	Fréquence	Hertz
h/j	Durée d'utilisation	Heure par jour
mm ²	surface	Millimètre carré
kg	Poids	Kilogramme
m	Longueur	Mètre
mn	Tempe	Minute
V	Tension	Volt
W	Puissance	Watt
Wh	Energie	Watt heure
Wh/kg	Densité massique d'énergie	Watt heure par kilogramme
Ω .mm ² /m	Résistivité	Ohm Millimètre carré par

Introduction Générale

Plus de 1,5 milliard de personnes dans le monde aujourd'hui n'ont toujours pas accès à l'électricité, et beaucoup d'entre elles vivent dans des régions rurales et éloignées qui sont loin du réseau principal national [1]. Les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique sont la meilleure voie pour atténuer le changement climatique et réussir à réduire une grande partie des émissions à la vitesse requise. L'incitation économique et les énormes pas en avant de la technologie électronique favorisent l'utilisation de système photovoltaïque. La technologie solaire s'est considérablement banalisée au cours des dernières années, elle est considérée aujourd'hui par certains comme un bien de consommation courante. L'arrivée sur le marché des kits solaire mobile et autres systèmes portatifs, ainsi que les baisses de prix ont, en effet, permis à cette technologie de se répandre dans les pays en développement, y compris auprès des populations les plus démunies. Cette diffusion technologique est considérablement facilitée par la simplicité de sa mise en œuvre et la robustesse de la technique.

Un kit solaire mobile est une installation électrique pour alimenter en électricité solaire une application à exploitation modeste. Il y a tout un spectre d'applications possibles, tels que des sites isolés, le matériel électronique (vidéo, lecteur musique, etc.), ainsi que pour des applications mobiles (téléphone, ordinateur, etc.), est une source d'énergie pour votre matériel.

Les technologies des kits mobiles photovoltaïques facilitent à l'homme pour faire plusieurs activités. Le kit solaire pratique à l'avantage d'être autonome et immédiatement fonctionnel. En somme, c'est une manière efficace, gratuite et écologique de consommer de l'électricité.

L'objectif de notre travail est l'étude et la réalisation d'une valise solaire photovoltaïque mobile (transportable où que vous alliez) très pratique, performante et fiable avec le moindre coût possible, facile à utiliser et prête à l'emploi, parfaite pour tout déplacement en milieu naturel (militaire) sans accès à l'électricité, donc vous pouvez avoir accès à l'énergie partout.

Les kits solaires sont les éléments clés pour réussir le développement durable et l'efficacité énergétique par le recours à valise solaire photovoltaïque mobile donc ce travail consiste à dimensionner et à conception puis à réalisation d'une valise solaire mobile. Nous allons évaluer l'effet du type des panneaux photovoltaïques choisis ainsi que l'effet de la

capacité de la batterie sur la performance de notre kit photovoltaïque dans des conditions climatiques réels.

Le présent travail inclut quatre chapitres

Dans le premier chapitre de notre mémoire, nous présentons des rappels sur le système photovoltaïque. Nous détaillerons Les composants d'un système photovoltaïque autonome à savoir Les panneaux solaires, le Régulateur, la Batterie, l'Onduleur, les câbles, Les équipements de protection.

Ensuite, le deuxième chapitre est consacré aux généralités sur les Système Photovoltaïque mobile, les différents types des kits solaires. L'étude des différents éléments qui constituent un kit photovoltaïque autonome : leurs avantages et inconvénients, leurs application.

L'étude expérimentale à partir du dimensionnement des composants et de la modélisation, les différents éléments qui constituent un kit photovoltaïque autonome, leur mode de fonctionnement, leurs conseils d'utilisation. Ensuite nous présentons toutes les étapes de la réalisation illustrées étape par étape seront étudiés au troisième chapitre.

Dans le quatrième chapitre, expose les résultats obtenus après plusieurs tests sur chaque élément séparément afin d'évaluer leurs performances, puis nous avons montré le graphique de ces tests avec une interprétation de chaque test.

Enfin, notre travail est clôturé par une conclusion générale à travers laquelle, on a exposé les principaux points.

CHAPITRE I :
PRESENTATION D'UN SYSTEME
PHOTOVOLTAÏQUE AUTONOME

Chapitre I Présentation D'un Système Photovoltaïque Autonome

I.1 Introduction

Alors que le gisement d'énergies fossiles et fissiles ne sera encore plus exploitable que pendant quelques dizaines d'années, l'énergie renouvelable dont l'énergie solaire poursuivra ses bienfaits sur terre pendant encore des milliards d'années.

Dans ce chapitre on va essayer de donner une idée générale sur les systèmes photovoltaïques autonomes, les différents composants systèmes photovoltaïques autonomes et quelques concepts sur le kit solaire qui vont nous aider à bien rentrer dans le thème.

I.1 Système Photovoltaïque

I.1.1 Système PV connecté au réseau

Un tel système s'installe sur un site raccordé au réseau (Sonelgaz en Algérie). Généralement sur des habitations ou des entreprises qui souhaitent recourir à une forme d'énergie renouvelable et qui bénéficient d'un bon ensoleillement.

On peut distinguer des systèmes PV raccordés aux réseaux avec et sans batteries de stockage.

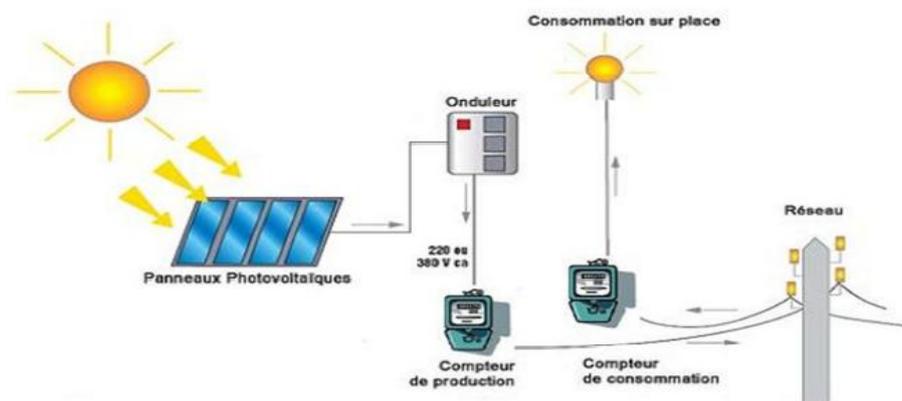


Figure (I-1) : Système PV connecté au réseau sans batterie. [2]

I.1.2 Système autonome

Les systèmes autonomes sont complètement indépendants d'autres sources d'énergie.

Chapitre I : Présentation d'un système photovoltaïque autonome

Ils servent habituellement à alimenter les maisons, les chalets ou les camps dans les régions éloignées ainsi qu'à des applications comme la surveillance à distance et le pompage de l'eau.

Selon l'utilisation ou non du stockage électrochimique, les systèmes photovoltaïques Autonomes sont classés comme suit :

- Des systèmes photovoltaïques autonomes avec stockage.
- Des systèmes photovoltaïques sans stockage (au fil du soleil).

➤ **Systèmes autonomes avec stockage**

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

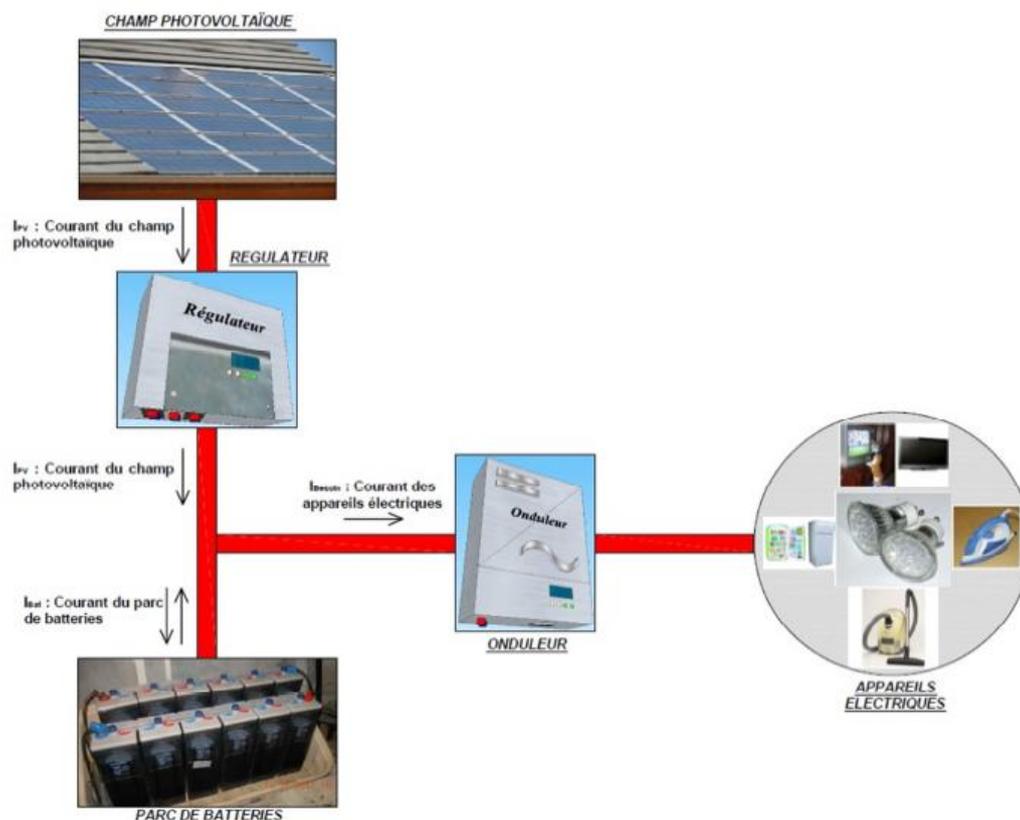


Figure (I-2) : Système PV autonome ou isolé. [3]

➤ **Les systèmes autonomes sans stockage**

Dans ce cas, l'appareil alimenté ne fonctionnera qu'en présence d'un éclairage solaire suffisant pour son démarrage. C'est intéressant pour toutes les applications qui n'ont pas

Chapitre I : Présentation d'un système photovoltaïque autonome

besoin de fonctionner dans l'obscurité, et pour lesquelles le besoin en énergie coïncide avec la présence de l'éclairage solaire. Mais il faut bien dimensionner le générateur photovoltaïque de sorte qu'il ait assez de puissance pour alimenter l'appareil à l'éclairage le plus faible.

Le pompage photovoltaïque est un exemple de cette catégorie de systèmes autonomes où le stockage de l'eau dans un réservoir est généralement le plus adopté par rapport au stockage électrochimique.

La pompe solaire est branchée directement sur le générateur photovoltaïque par l'intermédiaire d'un convertisseur DC/DC ou DC/AC selon que nous utilisons respectivement un moteur à courant continu ou un moteur à courant alternatif. Le débit d'arrivée d'eau dans le réservoir est donc variable et en fonction du rayonnement solaire.

I.2 Les composants d'un système photovoltaïque autonome

I.2.1 Les panneaux solaires

I.2.1.a Définition

La cellule photovoltaïque ou encore photopile est l'élément constitutif des modules Photovoltaïques. Un panneau photovoltaïque est constitué de plusieurs cellules en série ou en parallèle afin d'obtenir une tension souhaitée.

I.2.1.b La cellule PV

La cellule photovoltaïque est composée d'un matériau semi-conducteur qui absorbe L'énergie lumineuse et la transforme directement en courant électrique. [4]

I.2.1.c Principe de fonctionnement de la cellule photovoltaïque

Le principe de fonctionnement de cette cellule repose sur l'effet photovoltaïque, en effet une cellule est constituée de deux couches minces d'un semi-conducteur, ces deux couches sont dopées différemment :

Pour la couche N, apport d'électrons périphériques

Pour la couche P, déficit d'électrons

Ces deux couches présentent ainsi une différence de potentiel. L'énergie des photons lumineux captés par les électrons périphériques (couche N) leur permet de franchir la barrière de potentiel et d'engendrer un courant électrique continu. Pour effectuer la collecte de ce courant, des électrodes sont déposées par sérigraphie sur les deux couches de semi-conducteur. [4]

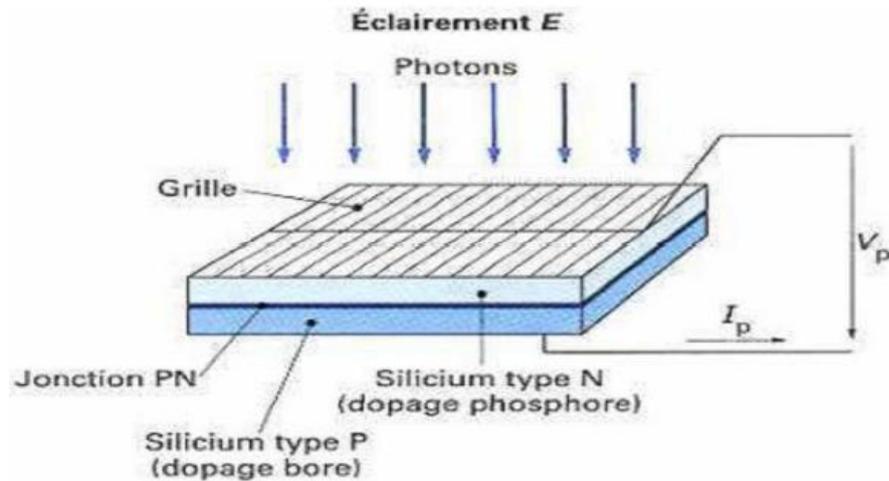


Figure (I-3) : Schéma d'une cellule photovoltaïque.[4]

I.2.1.d Technologies des cellules

Le matériau le plus répandu dans les photopiles ou cellules solaires est le silicium, semi-conducteur de type IV. Il est dit tétravalent, cela signifie qu'un atome de silicium peut se lier avec quatre autres atomes de même nature. On utilise également des matériaux composites tel que l'arséniure de gallium et des couches minces comme de CdTe (tellurure de cadmium) et le CIS (cuivre-indium-diséléniure) et encore le CIGS.

Il existe plusieurs types de cellules solaires :

Les cellules monocristallines.

Les cellules polycristallines.

Les cellules amorphes...etc.

I.2.2 Régulateur

Afin d'éviter les surcharges et les décharges trop profondes des batteries, le régulateur solaire (aussi appelé régulateur de charge ou même contrôleur de charge) gère le niveau d'énergie stockée dans les batteries :

- il limite la charge quand la batterie est complètement chargée
- il ralentit la décharge afin d'éviter les décharges profondes

Il y a 2 éléments principaux à prendre en compte

- la tension entre les panneaux et les batteries : le régulateur doit pouvoir accepter cette tension (en général 12V, 24V ou 48V).

- l'intensité maximale du régulateur : l'intensité du régulateur (en ampères, A) doit être supérieure à l'intensité de court circuit du ou des panneaux solaire auquel il est connecté.

Il existe deux sortes de régulateur de charges

➤ **PWM**

Un régulateur solaire classique (PWM) ne transforme pas l'énergie produite par les panneaux : l'énergie non absorbée par les batteries est perdue.



Figure (I-4) : Régulateur PWM. [5]

➤ **MPPT**

Le régulateur MPPT fonctionne comme un convertisseur de puissance : la tension perdue au niveau des panneaux solaires est récupérée pour augmenter le courant de charge des batteries.

Ainsi, les régulateurs MPPT permettent le branchement en série des panneaux solaires (jusqu'à 150V) pour simplifier le câblage et diminuer le diamètre de câble nécessaire.



Figure (I-5) : Régulateur MPPT. [6]

I.2.3 Batterie

Dans un système photovoltaïque autonome ; la ressource solaire ne pouvant être disponible à tout moment, On utilise des batteries d'accumulateurs pour fonction le stockage d'une partie de l'énergie produite par les panneaux solaires afin qu'elle soit disponible dans des périodes où le rayonnement solaire est faible ou inexistant. Le stockage se fait sous la forme d'énergie électrique à travers l'usage de batteries.ces batteries spécifiques sont appelées batterie solaire.

I.2.3.a Définition

La batterie solaire est constituée des deux électrodes l'une positive et l'autre négative et une solution électrolytique : solution d'acide sulfurique de viscosité variable [7]. Entre les deux électrodes, une différence de potentiel de près de deux volts est établie, et la valeur instantanée dépend de l'état de charge de la batterie.

Chapitre I : Présentation d'un système photovoltaïque autonome

Il existe des batteries solaires fonctionnant en puissance nominal de 2 V, 6 V ou 12 V. La capacité est inversement proportionnelle à la tension. Nous pouvons associer plusieurs batteries en série pour obtenir une tension adaptée à l'utilisation et on les associe en parallèle pour avoir la capacité et la puissance nécessaire à l'autonomie désirée (il vaut mieux mettre en série de grands éléments qu'en parallèle de petits).

Les tensions des batteries seront déterminées par rapport à celle aux récepteurs à courant continu et la tension des modules, Le nombre de batterie sera déterminé à partir de l'autonomie désirée. [8]

I.2.3.b Les caractéristiques d'une batterie solaire

➤ **Capacité de stockage(c)**

La capacité d'une batterie est la quantité d'énergie que l'on peut stocker et que l'on peut restituer par celle-ci sous tension nominale; elle est exprimée en ampère-heure (Ah). [9]

➤ **Tension nominale (U)**

C'est la tension à laquelle l'énergie stockée est restituée normalement à la charge. [9]

➤ **Courant maximal (I)**

C'est le Courant de crête. [9]

➤ **Le rendement**

C'est le rapport entre l'énergie électrique restituée par l'accumulateur et l'énergie fournie à l'accumulateur. [9]

➤ **Rapports de chargement et déchargement**

Si la batterie est chargée ou est déchargée à un rythme différent que celui spécifié, la capacité disponible peut augmenter ou diminuer. Généralement, si la batterie est déchargée à un rythme plus lent, sa capacité augmentera légèrement. Si le rythme est plus rapide, la capacité sera réduite. [9]

➤ **Le taux d'autodécharge**

L'autodécharge est la perte de capacité en laissant l'accumulateur au repos (sans charge) pendant un temps donné. [9]

➤ **La durée de vie**

Un accumulateur peut être chargé puis déchargé complètement un certain nombre de fois avant que ses caractéristiques ne se détériorent. Par ailleurs, quel que soit le mode d'utilisation de l'accumulateur, il y'a une durée de vie totale exprimée en année (ou en nombre de cycles). [9]

➤ **Profondeur de décharge(DOD)**

Chapitre I : Présentation d'un système photovoltaïque autonome

Profondeur de décharge est le pourcentage de la capacité totale de la batterie qui est utilisé pendant un cycle de charge/décharge. [9]

➤ La charge

Pendant la charge, l'accumulateur est un récepteur (environ 2.2 V) (point M), on note un accroissement rapide de la tension, les plaques polarisées, la fin de charge est atteinte à 2.6 ou 2.7V. [9]

➤ La décharge

Durant une assez longue durée d'utilisation, la tension reste remarquablement constante à la valeur de 2V environ. À partir du point N, elle diminue brusquement à 1.8 V, il faut alors recharger l'accumulateur. [9]

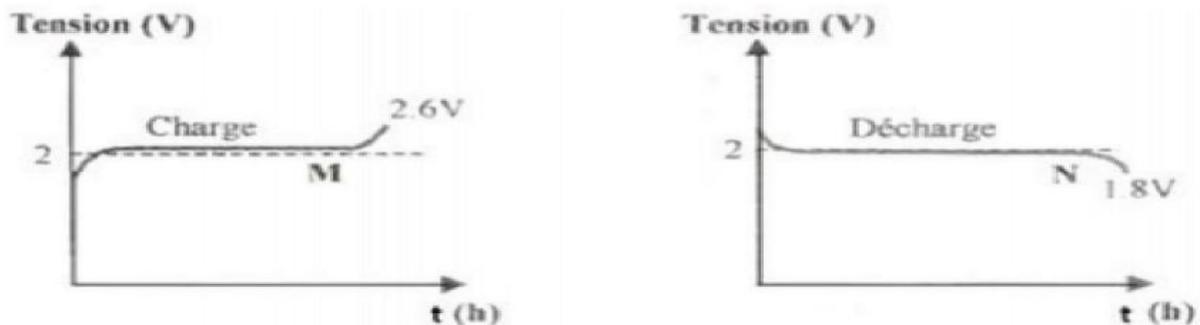


Figure (I-6) : Caractéristique charge et décharge. [9]

I.2.3.c Les Types de batteries

Tableau (I-1) : Comparaison entre les types des batteries. [10]

Type	Energie massique	Tension d'un élément	Durée de vie (nombre de recharges)	Autodécharge par mois
Plomb-acide (Pb-acide)	30-50 Wh/Kg	2V	200-300	5%
Nickel Cadmium (Ni-Cd)	48-80 Wh/Kg	1.25V	1500	20%
Nickel métal hydrure (Ni-Mh)	60-120 Wh/Kg	1.25V	300-500	30%
Lithium -Ion (Li-ion)	110-160 Wh/Kg	3.7V	500-1000	10%

Les batteries les plus courantes sont de type plomb-acide à plaque plane pour les installations de faible puissance.

I.2.4 Les onduleurs

La tension produite par les modules photovoltaïques est continue et celle fournie par les batteries pour l'alimentation des charges est aussi de nature continue. Dans ces conditions, il faudra intégrer obligatoirement un onduleur (convertisseur) au système PV qui est un dispositif d'électronique pour convertir la sortie continue (DC) en électricité alternative(AC).

Un onduleur est un appareil électrique permettant de transformer la tension /courant continue issue des modules photovoltaïque ou des batteries en tension /courant alternatif. [11]

I.2.4.a Définition du l'onduleur autonome

Un onduleur **autonome** délivre une tension avec une fréquence soit fixe, soit ajustable par l'utilisateur. Il n'a pas toujours besoin de réseau électrique pour fonctionner ; par exemple un convertisseur de voyage que l'on branche sur la prise allume-cigare d'une voiture utilise le 12 V continu du véhicule pour générer du 120 ou 230 V, alternatif en 50 ou 60 Hz.

I.2.4.b Différents type d'onduleurs autonomes

➤ Onduleurs à onde carré

C'est la technique la plus simple et la plus ancienne pour simple et la plus ancienne pour sont pas toujours capables d'alimenter certains appareils. [12]

➤ Onduleurs à onde sinusoïdale modifiée

La technologie utilisée est plus élevée que les onduleurs à onde carré, et mieux adaptés aux installations photovoltaïque autonome en termes d'efficacité et de rendement global. [12]

➤ Onduleurs à onde sinusoïdale

Sont généralement les plus chers et plus aboutie que les onduleurs précédente. [12]

I.2.4.c Le rôle (caractéristique) de l'onduleur Pour installations autonomes

- Puissance de fonctionnement déterminée par la demande.
- Entrée: tension fixe de la batterie.
- Caractéristiques significatives: rendement à charge variable, consommation à vide, variations de tension de sortie.

Chapitre I : Présentation d'un système photovoltaïque autonome

•Forme de la tension de sortie: idéalement sinusoïdale, peut être trapézoïdale, presque carrée, etc.

I.2.5 Câblage

Toute installation solaire photovoltaïque comporte des câbles permettant le passage de l'électricité du panneau à la batterie, puis aux charges. [13]



Figure (I-7) : Exemple sur les câbles. [13]

I.2.5.a Caractéristique des câbles

Il faut prendre en compte les aspects suivants

- Etre protégé contre les courts circuits et le courant de fuite à la terre.
- Les câbles doivent avoir une protection appropriée contre l'intempérie.
- Etre résiste aux UV et aux intempéries avec une large gamme de température (-40°C à 120°C).
- Éviter l'entrée éventuelle de l'eau via des tubes dans le mur et des boîtes résistants à l'intempérie au moment de passer les câbles à travers les murs.
- Présenter une gamme de tension élevée (>2kv).
- Etre légers, minces, faciles à installer et d'une bonne maniabilité.
- Etre ignifuges avec une faible toxicité en cas d'incendie et sans halogène.
- Disposer des pertes de puissance faibles (max 1%).
- La pose des câbles doit respecter les normes de sécurité et d'installation en vigueur dans le pays en question.

I.2.5.b Choix du câble

En générale les câbles recommandés côté courant continue CC sont en cuivre souple (multibrin), le cuivre présente le meilleur rapport prix/conductivité, et le caractéristique

Chapitre I : Présentation d'un système photovoltaïque autonome

multibrin permet d'assurer des connexions de qualité optimale donc de minimiser les pertes d'énergie par chute de tension. [13]

Principalement, On recherche à maintenir la chute de tension entre les panneaux solaires et la batterie à un niveau inférieur à 5%.

La relation mathématique suivante permet de calculer la section de câble :

$$S = \frac{\rho \times L \times I}{\varepsilon \times V} \text{ [mm}^2\text{]} \quad (\text{I-1})$$

ρ : Résistivité du matériau conducteur (cuivre ou aluminium) en service normal ; exprimée en $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.

L : Longueur du câble (m).

I : Courant circulant dans le câble; exprimée en A.

ε : chute de tension; exprimée en %.

V : Tension du courant; exprimée en V.

I.2.6 Protection électrique

I.2.6.a Les équipements de protection

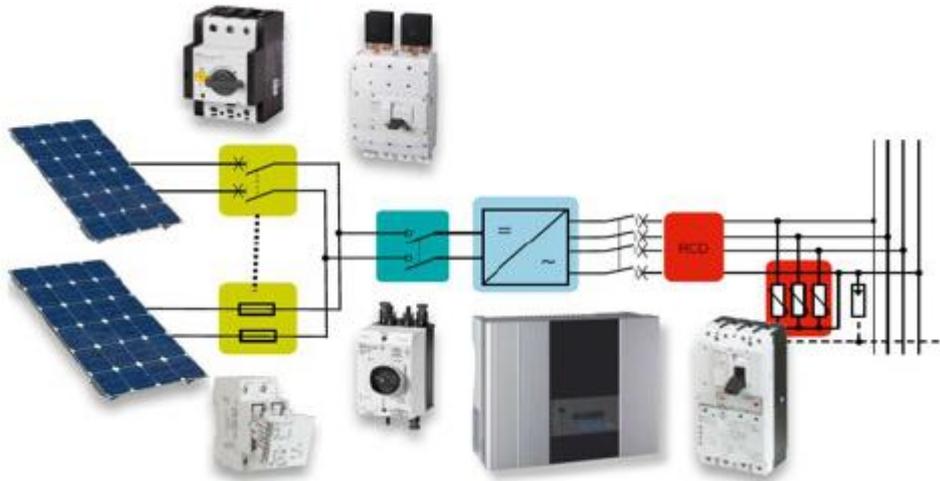


Figure (I-8) : Les appareils de protections et de coupures. [14]

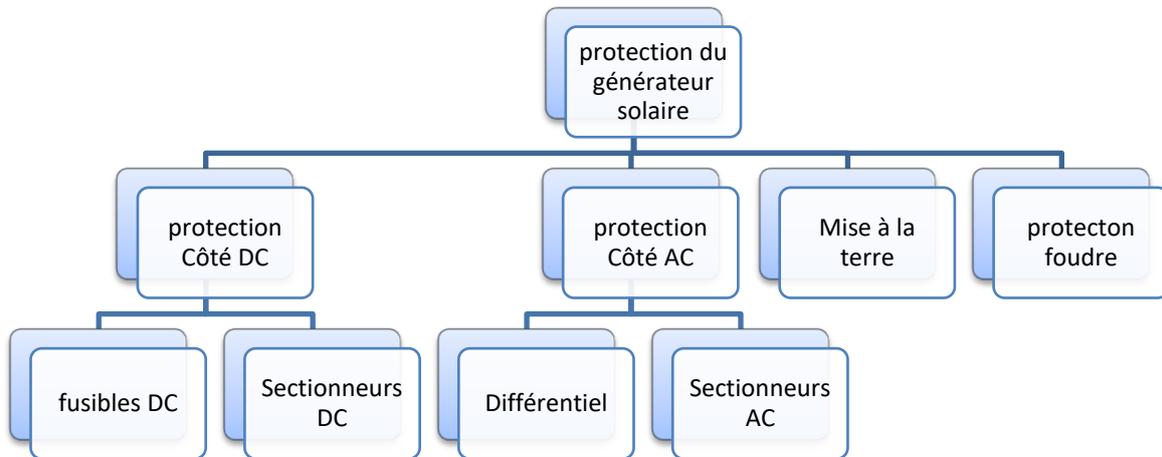


Figure (I-9) : Organigramme d'appareils de protections.

a Protection fusible

Est un organe de sécurité qui coupe le courant électrique lors d'un court-circuit ou d'une surcharge.

Calibre du fusible :

- La tension de fonctionnement d'un fusible doit être de 1.15 fois la tension à vide dans les conditions STC des modules raccordés en série.



Figure (I-10) : Les fusibles. [15]

b Protection Interrupteur -sectionneur

Il sera placé entre le champ PV et l'onduleur ; on utilise des sectionneurs fusibles pour la protection contre le court circuit ; éventuellement suivi d'un interrupteur sectionneur pour

Chapitre I : Présentation d'un système photovoltaïque autonome

pouvoir couper le circuit électrique de l'installation en plein fonctionnement, pratiquement dangereux à l'aide d'un sectionneur.

c Le parafoudre

Il est généralement placé entre un conducteur actif et la masse de l'équipement à protéger, elle-même reliée à la terre et parfois entre conducteurs actifs, est utilisé pour la protection contre les surtensions issues des foudres.



Figure (I-11) : Le parafoudre. [16]

d La Mise à la terre

La mise à la terre est une protection contre tout accident électrique éventuel sur une personne en contact avec un appareil présentant un défaut électrique et aussi une protection pour le matériel mis en place dans le système. On relie donc tout l'équipement électrique et les parties métalliques à la terre à l'aide d'un conducteur de faible résistance de sorte que le courant électrique en défaut soit évacué dans la terre.

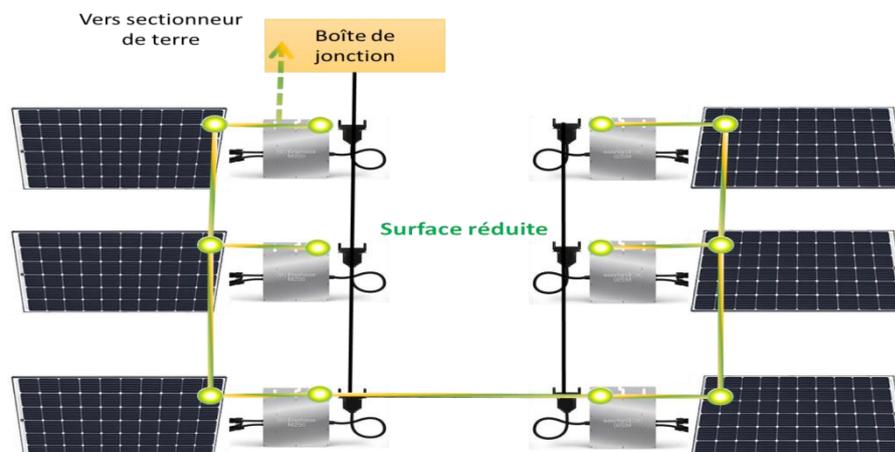


Figure (I-12) : Mise à la terre. [17]

I.3 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les types des Systèmes Photovoltaïques connecté au réseau et autonome. Ainsi, les différents éléments constituant le système d'installation photovoltaïque autonome.

Chapitre II :
Système Photovoltaïque mobile

Chapitre II Système Photovoltaïque mobile

II.1 Introduction

Pour les populations vivant en zones rurales non connectées au réseau, ainsi que pour les populations connectées au réseau mais souffrant de ses défaillances, l'acquisition d'un kit solaire permet de couvrir les besoins tels que la recharge d'un téléphone portable, l'éclairage, voire une télévision [18]. Les kits photovoltaïques individuels ont été largement promus dans les pays en développement durant les 2 dernières décennies et ont beaucoup à offrir pour les petites activités et les ménages isolés. [19]

II.2 Historique du kit solaire

Les kits solaires sont historiquement les systèmes solaires les plus déployés en électrification rurale, mais ils ont longtemps souffert d'une mauvaise image et véhiculent l'idée d'électricité de « moindre qualité ». Récemment, 3 avancées ont permis un essor plus rapide de ces systèmes

- La baisse des prix des panneaux solaires. Même si cet aspect semble le plus logique, ce n'est pas le plus influent. Les prix ont tout de même été divisés par 10 en 15 ans.
- La diffusion de batterie plus compactes et plus performantes de type lithium par exemple ayant une durée de vie d'au moins 5 ans, voir 10 ans à 50% de leur performance, ce qui décuple la capacité de stockage vis-à-vis de technologie conventionnelle telle que les batteries acide-plomb.
- L'utilisation de technologie de LED pour les luminaires, augmentant d'un facteur 10 le rendement de ceux-ci et donc divisant par 10 le besoin en énergie.

Pour le même niveau de service, l'évolution de kit solaire est illustrée ci-dessous. [20]

	
<p>Panneau solaire 100 Wp Batterie de voiture Lampe CFL 10 W chacune Prix : ~ 1000€ Durée de vie : 2 ans</p>	<p>Panneau solaire 10Wp Batterie lithium intégrée aux luminaires Lampes LED 1, 3 ou 5 W chacune (plusieurs niveaux d'éclairage) Radio comprise Prix : ~100€ Durée de vie : 5 – 10 ans Garantie : 2 ans</p>

Figure (II-1) : L'évolution de kit solaire. [20]

II.3 Les différents types de kits solaires

Il convient de distinguer deux principaux types de kits: **le kit solaire autonome** et **le kit solaire utilisé pour de l'autoconsommation**.

- **Le kit solaire autonome**

Dans le cas d'un système solaire autonome, le recours au réseau est inexistant comme dans le cas de la maison autonome. Le kit contient nécessairement une batterie solaire pour faire face aux périodes creuses de production d'électricité et vivre en toute autonomie.

Le régulateur solaire, aussi appelé contrôleur de charge, peut être un complément intéressant pour optimiser la charge de la batterie. [21]



Figure (II-2) : Kit solaire autonome. [21]

- **Le kit solaire pour de l'autoconsommation :**

Dans le cas du kit solaire pour de l'autoconsommation, le but recherché n'est pas l'autonomie car le recours au réseau d'électricité reste indispensable. Le but est avant tout d'optimiser la production de sa propre électricité pour limiter le recours au réseau. [21]



Figure (II-3) : Kit autoconsommation avec batterie. [21]

À noter qu'il existe aussi des petits kits dont l'utilisation principale est de charger les téléphones ou d'alimenter de petits appareils électroniques. Ce type de kit contient généralement un panneau solaire, un adaptateur USB, un câble et éventuellement une ou plusieurs batteries. [21]

II.4 Définition du kit solaire autonome

Un kit solaire autonome, c'est un pack complet qui contient le nécessaire pour produire et stocker votre propre énergie. Avec ça, vous faites un maximum d'autoconsommation.

Ce genre d'équipement est idéal pour alimenter en électricité un site isolé. En règle générale, les kits vendus en magasin ou sur le web sont composés de

- Un ou plusieurs panneaux solaires
- Une ou plusieurs batteries
- Un onduleur
- Un régulateur de charge
- Un coffret AC/DC
- Un système de fixation

Sachez qu'il existe également des petits kits pour alimenter n'importe quels appareils électroniques peu énergivores comme les Smartphones. Ça peut toujours vous dépanner. [22]



Figure (II-4) : Kit solaire photovoltaïque autonome. [22]

II.5 Description du kit solaire

Le kit solaire est un système solaire facile à utiliser. Il s'agit d'un « générateur solaire » qui convertit la lumière du soleil en électricité, et qui peut être utilisé comme source d'énergie pour faire fonctionner votre électroménager tels que lampes à économie d'énergie, ordinateur portable radio, DVD, télévision, ventilateur électrique, récepteur satellite, etc. Ce système d'alimentation d'énergie solaire est une grille indépendante, et est très utile pour les emplacements en difficultés d'approvisionnement en électricité, ou dans les endroits où les réseaux électriques sont difficiles d'accès.

Ce produit a été conçu de telle sorte que vous êtes capable de l'étendre à un plus grand système solaire.



Figure (II-5) : Valise solaire photovoltaïque nomade. [23, 24]

II.6 Exemples de kits sur le marché

➤ Le kit solaire autonome 1

Un kit spécialement pour les lieux isolés. Ça peut être un chalet, un mobile home, un bateau, un abri de jardin... Pour faire simple, ça va concerner tous les lieux qui ne sont pas raccordés au réseau.

La qualité de l'équipement est très bonne et c'est sans parler de sa productivité. Bien orienté, il peut produire jusqu'à 180 W.

Avec la batterie de 22 Ah incluse, vous aurez aussi du courant la nuit. Par contre, il y a un petit bémol. Le kit n'est pas complet, il manque la connectique. Alors même si la qualité de ce kit est excellente, il aurait été plus pratique d'avoir tout le matériel nécessaire directement fourni. [22]



Figure (II-6) : Kit solaire mobile 1. [22]

➤ **Le kit solaire autonome 2**

Le kit est pratique pour plusieurs utilisations. Il peut aller de 100 à 200 W. En plus de ça, le panneau est de bonne qualité et avec un rendement très important.

Petit plus (qui est non négligeable), il fonctionne très bien en cas de mauvais temps. Il faut le reconnaître, ce n'est un avantage qui n'est pas donné à tous les panneaux solaires.

La batterie est incluse seulement pour le kit de 200W ou plus. Si vous voulez une puissance plus petite, il faudra penser à en ajouter une (ou plusieurs).

C'est un kit idéal pour les camping-cars. Vous n'avez pas besoin d'être un bon bricoleur pour l'installer. C'est super facile et ça ne vous prendra que peu de temps.

Chaque petit détail a été pensé pour vous faciliter la vie. Prenons l'exemple des câbles. Ils sont beaucoup plus longs que la moyenne. En fait, c'est pour que vous puissiez installer votre kit là où vous le souhaitez.

Le seul inconvénient c'est la puissance limitée sur port USB. Vu la puissance de vos appareils électroniques. [22]



Figure (II-7) : Kit solaire mobile 2. [22]

➤ **Le kit solaire autonome 3**

Kits solaires pour nomade. Chaque personne peut trouver un équipement qui correspond à ses besoins.

Ça peut vous convenir si vous cherchez un simple chargeur solaire pour téléphone ou une grosse centrale solaire pour site isolé. Mais il faut reconnaître que l'idéal c'est de l'installer sur un camping-car. C'est super simple d'installation et en plus de ça, très pratique.

Le gros plus c'est que tout est compris dans le kit, même la batterie. Sans batterie vous ne serez pas autonome.

Les kits solaires sont équipés de ports USB de qualité. Le petit plus c'est un allume-cigare et une sortie USB charge rapide (pour certains kits). [22]



Figure (II-8) : Kit solaire mobile 3. [22]

II.7 Comment maintenir le kit solaire

Un kit solaire bien entretenu sera performant sur le long terme et aura une longue durée de vie.

- **Le panneau solaire** : Même s'ils sont autonettoyants, on pensera à nettoyer le panneau par chiffon doux. Ce nettoyage est à réaliser à l'aube ou le soir, lorsque les panneaux ne fonctionnent pas sous l'effet du soleil.
- **La batterie** : s'il s'agit de batteries Acide-plomb ouvertes il est nécessaire de remettre de l'eau distillée régulièrement. Pour tous les modèles de batteries : tous les 3-4 mois, vérifier l'état des cosses et les nettoyer en cas d'oxydation, vérifier les tensions du chargeur et les tensions de chaque élément.
- **Le régulateur** : L'entretien du régulateur consistera à vérifier que ses branchements divers sont en bon état. On enlèvera également la poussière qui bouche ses grilles d'aération.

II.8 Les avantages du kit solaire autonome

- L'énergie solaire est propre, silencieuse et ne générant ni gaz à effet de serre, ni aucun déchet.
- Rechargeables sur secteur si vous avez accès au réseau de distribution d'énergie électrique ou par énergie solaire grâce aux panneaux solaires portables.
- Les coûts de maintenance d'un tel dispositif sont faibles. La robustesse des matériaux face aux intempéries et à l'usure entraîne un fonctionnement fiable et durable.

- C'est la solution idéale pour le transport dans les sites éloignés. Ils assurent leurs besoins en électricité pour un coût plus que raisonnable.
- La possibilité de stockage (batteries) répond, à la demande, à vos besoins d'énergie. Le stockage de l'énergie collectée en journée est utilisé la nuit ou en cas de pic de consommation.

II.9 Les inconvénients du kit solaire autonome

- Il faut parfois multiplier le nombre de panneaux solaires pour couvrir en totalité (ou presque) les besoins du lieu d'installation.
- La production d'électricité est variable car elle dépend de facteurs imprévisibles : météo, jour, nuit, saisons, etc.

II.10 Les applications du kit solaire

- Les travaux nocturnes.
- Eclairage nocturne.
- Camping.
- la navigation ou à d'autres activités en plein air
- Randonnées et sorties crépusculaire.
- Les activités militaires.
- Les nomades.
- Déplacement dans des zones isolées du réseau.
- Les chantiers ...

II.11 Pourquoi avons-nous besoin de kit solaire mobile ?

- En cas d'urgence: le kit solaire peut garder votre besoin électrique ordinaire pendant l'ouragan, la tempête de neige etc.
- Alimentation extérieure: vous pouvez suspendre les ampoules sur la tente, la cabine, la caravane à l'aide des crochets en acier inoxydable. Ce produit sert aussi à éclairer la chambre ou à l'extérieur de la maison.
- Sans alimentation électrique: il peut être utilisé dans les zones où il n'y a pas d'alimentation électrique.
- Entretien simple: ce système d'éclairage à énergie solaire demande simple maintenance et il est facile à installer.

II.12 Conclusion

Un kit solaire autonome, c'est la solution parfaite pour être totalement indépendant(e) en électricité. Parce que ça vous permet de produire et de stocker votre électricité. Vous êtes donc autonome.

Chapitre III :
Réalisation d'une valise solaire
photovoltaïque.

Chapitre III Réalisation d'une valise solaire photovoltaïque.

III.1 Introduction

Un kit solaire a pour but de fournir une alimentation électrique de partout et à tout moment là où le réseau de distribution n'arrive pas ou pour sécuriser des appareils sensibles quand le réseau est défaillant [25]. Il peut nous accompagner dans notre vie quotidienne, soit rangé chez soi ou bien dans notre voiture, il nous accompagne dans nos randonnées et sorties crépusculaires, il nous éclaire en cas de panne de voiture, etc.

Après avoir présenté d'une manière générale la partie théorique d'un kit solaire photovoltaïque, on va l'appliquer dans ce chapitre pour la conception et la réalisation pratique d'un kit solaire.

On s'intéresse au dimensionnement d'un kit photovoltaïque efficace et stable et économique pour subvenir aux besoins en électricité des régions les plus isolées surtout dans le domaine militaire avec la possibilité d'être utilisé dans d'autres domaines selon les besoins des utilisateurs.

La conception de la valise photovoltaïque a été faite au niveau du département des énergies renouvelables, faculté de technologie de l'Université Saâd DAHLAB – Blida1.

L'objectif de notre étude est de réaliser une installation de kit solaire photovoltaïque pour les zones isolées et les urgences qui soient la moins coûteuse, plus efficace et plus durable avec une faible maintenance.

III.2 Comment fonctionnent ce kit solaire ?

Le panneau solaire convertit La lumière du soleil directement en énergie électrique (courant continu) sans pièces tournantes et sans bruit ensuite cela est envoyé vers la batterie.

La batterie agit comme un périphérique de stockage, de sorte que la puissance est disponible même lorsqu'il n'y a pas de soleil. Elle agit également comme un stabilisateur de puissance, puisque l'électricité du panneau solaire varie selon l'éclairement du soleil. La batterie utilisée dans cette installation est de type plomb-acide (**Pb**), pour leur coût initialement bas.

L'onduleur est alimenté par la batterie et convertit l'électricité à partir de 12V DC à 220V AC, de sorte que l'utilisation des appareils électroménagers AC soit possible.

Le régulateur de charge est connecté entre le panneau solaire et la batterie pour contrôler le courant circulant entre la batterie et le générateur PV et donc la charge de la batterie (les limites de la charge et la décharge).

Le système solaire génère de l'électricité proportionnellement à la quantité de lumière reçue par le panneau solaire. Lorsque le temps est clair et le soleil en angle normal, la production de la puissance est maximale. Au contraire, en temp nuageux, des variations saisonnières, des poussières sur le panneau solaire, une mauvaise orientation ou tout ombrage les performances du panneau solaire seront fortement diminuées.

III.3 Dimensionnement de la valise solaire mobile

Dimensionnement de la valise solaire photovoltaïque militaire

III.3.1 Estimation de la consommation du côté DC de la valise

Etape 1 : L'estimation de bilan énergétique :

Tableau (III-1) : Tableau de bilan énergétique.

Charge	Nombre	Puissance unitaire (W)	Durée d'utilisation (h/j)	Puissance (W)	Energie (Wh/j)
Lampe	3	3	1	9	9
Chargeur multi USB	1	15	1/2	15	7.5
				P_{tot}= 24W	E_C= 16.5 Wh/j

Etape 2 : Choix de panneau

- Calcul de la puissance crête **P_C** du panneau

$$P_C = \frac{E_c \times N_a}{H_{moy}} \quad [Wc] \quad (III-1)$$

E_c : l'énergie consommée par jour (Wh/j).

N_a : le nombre de jours d'autonomie (j).

H_{moy} : durée d'ensoleillement moyenne (h).

$$P_C = \frac{16.5 \times 1}{6} = 2.75 \text{ Wc}$$

- Détermination du nombre de panneaux solaires nécessaires :

$$N_P = \frac{P_C}{P_{\text{unitaire de panneau}} \times PR} \quad (\text{III-2})$$

P_C : la puissance crête du champ photovoltaïque (Wc).

PR : ration de performance ($PR = \eta_{\text{onduleur}} \times \eta_{\text{batterie}} \times \eta_{\text{électrique}}$) ; $PR = 0.65$ (sans unité).

$$N_P = \frac{2.75}{3 \times 0.8} = 1.14$$

Selon le marché on va choisir 1 module PV de 3W 9V.

Étape 3: Estimation de la capacité de stockage de la batterie

$$C = \frac{E_c \times N_a}{DOD \times V_{\text{sys}}} \quad [\text{Ah}] \quad (\text{III-3})$$

DOD : Profondeur de décharge (%).

V_{sys} : Tension du système (V)

$$C = \frac{16.5 \times 1}{0.7 \times 6} = 3.92 \text{ Ah}$$

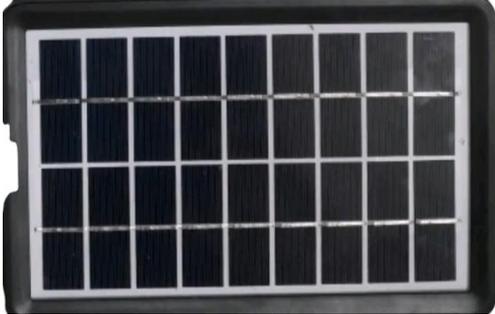
$$N_B = \frac{E_c \times N_a}{DOD \times V \times C} \quad (\text{III-4})$$

$$N_B = \frac{16.5 \times 1}{0.7 \times 6 \times 4} = 0.98$$

Selon le marché on va choisir 1 batterie de 4AH/6V.

III.3.1 Les équipements du courant continu

Tableau (III-2) : Les équipements de côté DC de la valise.

Série	Caractéristique des équipements	Quantité
1	<p style="text-align: center;">Panneau Solaire</p> <p>Technologie : Silicium Polycristallin Modèle : 9V3W Dimension : 14×23 cm $P_{MPP} : 3W$ $V_{MPP} : 9V$ $I_{MPP} : 333mA$ $V_{OC} : 10.8V$ $I_{SC} : 383mA$ avec 2.8 m câble connecter.</p> 	1 Pièce
2	<p style="text-align: center;">La Baraterie</p> <p>Technologie : plomb-acide Tension : 6V Capacité : 4Ah Poids : 0.7kg Dimension : 10× 6.5 × 5cm</p> 	1 Pièce
3	<p>Eclairage ampoule LED</p> <p>Type :DC 6V 3W + Port –ampule E27</p> 	3 Pièce

4	<p>Fil de lampe à LED 2.8 mètres de longueur + Interrupteur Marche / Arrêt</p>		3 Pièce
5	<p>Accessoires pour fixer les lampes</p>		3 Pièce
6	<p>Torche P=10 W</p>		1 Pièce
7	<p>Câble connexion de batterie 9cm de longueur</p>		1 Pièce
8	<p>la radio P=10 W</p>		1 Pièce
9	<p>Câble chargeur multi USB P=15 W</p>		1 Pièce
10	<p>La valise Matériel : aluminium Longueur : 40cm Largeur : 30cm Epaisseur : 15cm Poids : 1.5kg</p>		1 Pièce

III.3.2 Les détails de l'interface du côté DC de la valise

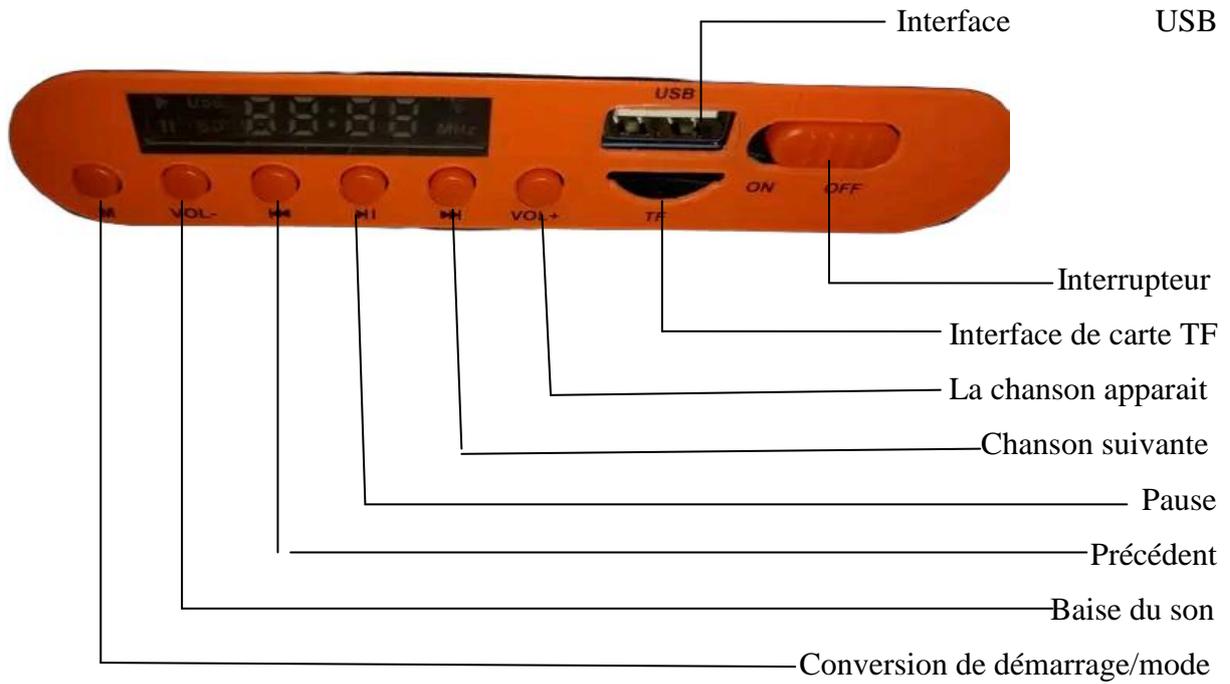


Figure (III-1) : La radio.

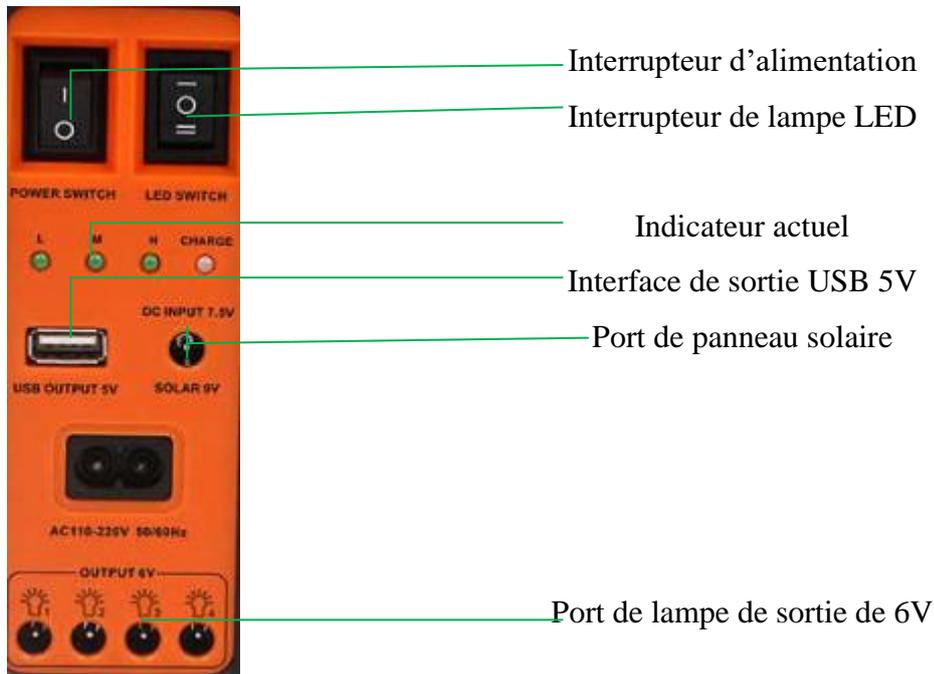


Figure (III-2) : Les sorties de DC.

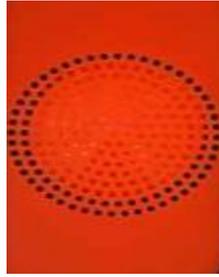


Figure (III-3) : Haut –parleur TF/USB.

III.3.3 Estimation de la consommation du côté AC de la valise

Etape 1 : L'estimation de bilan énergétique

Tableau (III-3) : Tableau de bilan énergétique.

Charge	Nombre	Puissance unitaire (W)	Durée d'utilisation (h/j)	Puissance (W)	Energie (Wh/j)
Consommateur de 100W	1	100	1	100	100
				P_{tot} =100W	E_C=100Wh /j

Etape 2 : Estimation de l'onduleur

$$P_{ond} = \frac{p_{tot} \times F}{\eta_{ond}} \quad [\text{W}] \quad (\text{III-5})$$

P_{ond} : Puissance de l'onduleur (w).

P_{tot} : Puissance total des charges (w).

F : Coefficient de correction (sans unité).

η_{ond} : Rendement de l'onduleur (%).

$$P_{ond} = \frac{100 \times 1.25}{0.9} = 138.89W$$

- La tension de système est choisie par rapport à la puissance de l'onduleur

12V pour $P < 500W$

24V pour $500W < P < 2000W$

48V pour $P > 2000W$

Donc : $V=12V$.

Selon le marché On va choisir un onduleur de 12V/300W

Etape 3: Estimation de la capacité de stockage de la batterie

$$C = \frac{E_C \times N_a}{DOD \times V_{syst}} \quad [\text{Ah}] \quad (\text{III-6})$$

$$C = \frac{100 \times 1}{0.7 \times 12} = 11.90 Ah$$

$$N_B = \frac{E_c \times N_a}{DOD \times V \times C} \quad (III-7)$$

$$N_B = \frac{100 \times 1}{0.7 \times 12 \times 12} = 0.99$$

Selon le marché on va choisir 1 batterie de 12AH/12V

Etape 4 : choix de panneau :

- Calculez la puissance crête **P_c** du panneau :

$$P_C = \frac{E_c \times N_a}{H_{moy}} \quad [Wc] \quad (III-8)$$

$$P_C = \frac{100 \times 1}{6} = 16.67 W_c$$

- déterminer le nombre de panneaux solaire nécessaires :

$$N_P = \frac{P_C}{P_{unitaire \text{ de panneau}} \times PR} \quad (III-9)$$

$$N_P = \frac{16.67}{25 \times 0.8} = 0.83$$

Selon le marché on va choisir 2 modules PV de 25W 10V.

On va brancher 2 modules PV en série pour augmenter la tension de 10V pour charger la batterie de 12V.

Etape 5: Choix du régulateur : On va choisir un régulateur de type **PWM**

$$V_{reg} = V_{syst} \quad (III-10)$$

$$V_{reg} = 12V$$

Selon le marché on va choisir un régulateur de type PWM 12V .

III.3.4 Les équipements de courant alternatif

Tableau (III-4) : Les équipements de côte AC de la valise.

Série	Caractéristique des équipements	Quantité
1	<p style="text-align: center;">Panneau Solaire</p> <p>Technologie : Silicium Polycristallin</p> <p>Modèle : PV-25</p> <p>Dimension : 50×35 cm</p> <p>P_{MPP} : 25W</p> <p>V_{MPP} : 10V</p> <p>I_{MPP} : 2.5A</p> <p>V_{OC} : 11V</p> <p>I_{SC} : 2.75A</p> <p>Poids : 1kg</p> <p>avec 60cm câble connecter.</p> <p>2 panneaux en série</p> 	2 Pièce
2	<p style="text-align: center;">Batterie</p> <p>Technologie : plomb-acide</p> <p>Tension : 12V</p> <p>Capacité : 12Ah</p> <p>Dimension : 15× 9 × 9.5cm</p> <p>Poids : 1.2kg</p> 	1 Pièce
3	<p style="text-align: center;">Régulateur solaire de Charge</p> <p>PWM 12/24V 10A 300W_P</p> <p>Modèle : SOLSUM 10.10F</p> 	1 Pièce

<p>4</p>	<p style="text-align: center;">Onduleur</p> <p>12 V DC à 220V AC, 300W Max</p> <p>Modèle : SDA-300</p> <p>$\eta_{\text{ond}}=0.9$</p> <p>Poids : 0.9kg</p> <div style="text-align: center;">  </div>	<p>1 Pièce</p>
<p>5</p>	<p>La valise</p> <p>Matériel : aluminium</p> <p>Longueur : 40cm</p> <p>Largeur : 30cm</p> <p>Epaisseur : 15cm</p> <p>Poids : 1.5kg</p> <div style="text-align: center;">  </div>	<p>1 Pièce</p>

III.4 Descriptions des équipements

III.4.1 Panneau solaire

Nous avons choisi un panneau solaire portable de Technologie Silicium Polycristallin pour les caractéristiques suivant

- transmission élevée de la lumière
- Un taux de conversion élevé (pouvant atteindre 18%) rende la cellule solaire en silicium Polycristallin plus efficace.
- permet d'économiser beaucoup d'énergie.
- Le niveau élevé de résistance à l'eau rend le panneau solaire très imperméable.
- La protection à plusieurs niveaux assure la sécurité du chargement de la batterie du panneau solaire.
- Les verres hautement transparents atteignent une transmission de la lumière extrêmement élevée jusqu'à 93% pour obtenir plus d'énergie solaire. [26]

III.4.2 Batterie

Nous avons choisi une batterie de technologie plomb-acide pour les caractéristiques suivant

- les batteries aux plomb-acide étanches ne polluent pas.
- L'avantage principal de ce type de piles est le faible entretien, l'absence de niveaux d'électrolyte à effectuer, le faible taux de dégazage, la facilité de transport et d'intégration.
- Durée de vie de 3 à 5 ans. [26]

III.4.3 Eclairage ampoule LED

- Haute efficacité et qualité
- Multifonction
- Cohérence : la tension de fonctionnement est de 5 à 6 volts en courant continu.
- L'éclairage LED consomme 80 % moins d'énergie et émet 50 % de chaleur en moins que les ampoules à incandescence classiques.
- Cette ampoule LED compacte de puissance 3 W est très lumineuse et efficace.
- idéale comme éclairage d'urgence + éclairage de camping et bien plus encore. [26]

III.5 Mode d'utilisation de ce kit solaire

✚ Utiliser l'interrupteur principal pour allumer le système, les voyants d'état de la batterie clignotent en second.

✚ Le Panneau solaire :

- Le panneau solaire doit être monté face à la lumière du soleil, la face de cellule en contact direct avec le soleil. Assurez-vous qu'aucune ombre est projetée sur cette cellule solaire afin d'améliorer la puissance de sortie du panneau
- Pour la première utilisation, la valise doit être exposé au soleil au moins 4 heures aussi le panneau doit être directement exposé au soleil, l'inclinaison de la valise par contre n'est pas importante.

✚ La batterie :

Le niveau de charge de la batterie du côté DC est afficher grâce aux les trois témoins qui se trouve sur le côté :

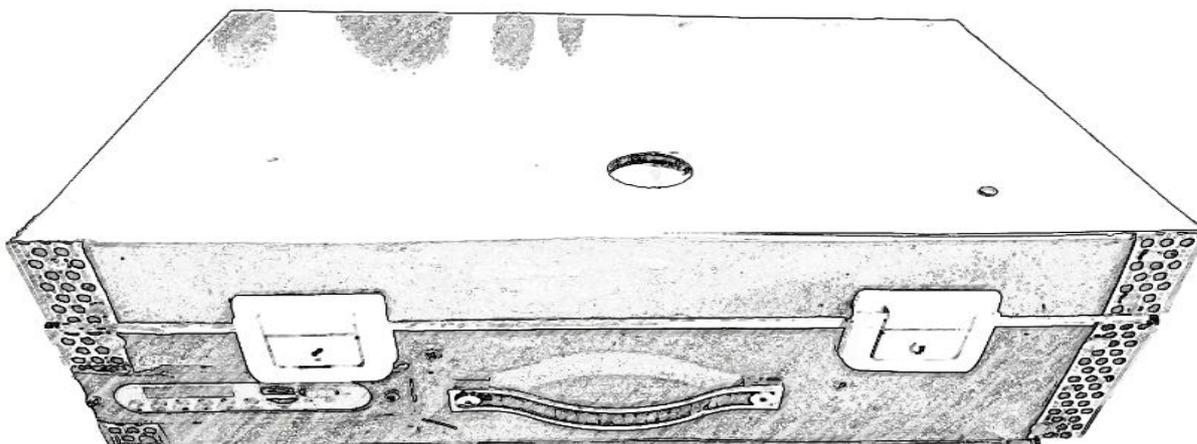
- Lampe verte allumée : batterie pleine 100%, c'est un bon moment pour charge les appareils.

- Lampe orange allumée : batterie chargée à 50%, vous pouvez charger les appareils les jours ensoleillés.
 - Lampe rouge allumée : batterie chargée à 20%, la batterie est faible et l'alimentation s'éteindra bientôt, attendez le prochain jour ensoleillé pour charger la batterie ou charger-le avec le chargeur à l'intérieur si vous êtes connecté au réseau.
- ✚ **A défaut** : une entrée de 12v permettant la charge de la valise de côté DC avec un chargeur qui se trouve à l'intérieur de cette dernière.

III.6 Conseils d'utilisation générale

- Pensez à éteindre les appareils quand vous ne les utilisez pas.
- Eviter l'exposition aux températures élevées.
- Assurer –vous que les câbles restent bien fixé, protégez-les si vous voyez qu'ils risquent de s'endommager.
- Nettoyer souvent la surface du panneau solaire avec un chiffon doux pour de meilleures performances.
- Ne pas inverser la polarité de la charge, du panneau et de la batterie.
- Ne pas toucher les câbles dénudés afin d'empêcher un choc électrique.
- Ne pas séparer le panneau solaire pendant l'expédition.
- Minimiser la consommation lors de l'allumage orange.
- Laissez la batterie se charger complètement avant toute utilisation et évitez le fonctionnement de la valise dans le cas de la charge profonde de la batterie.
- Ne pas ajouter de batterie ou panneaux différents au kit solaire.

III.7 Le désigne de notre valise solaire



(Figure III-4) : Vue en perspective.

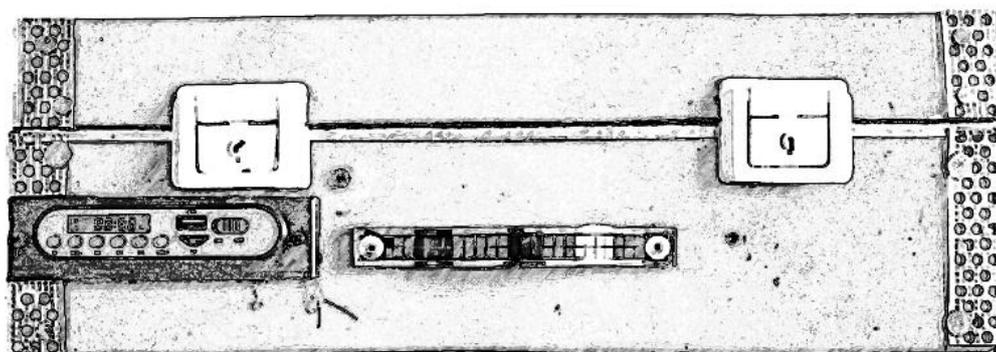


Figure (III-5) : Vue de face.

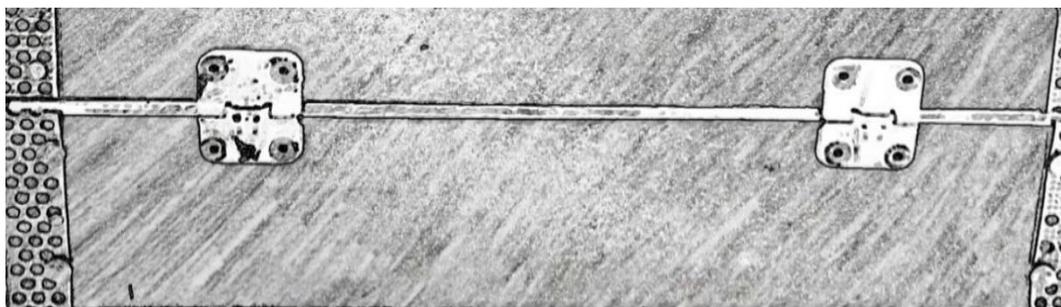


Figure (III-6) : Vue arrière.

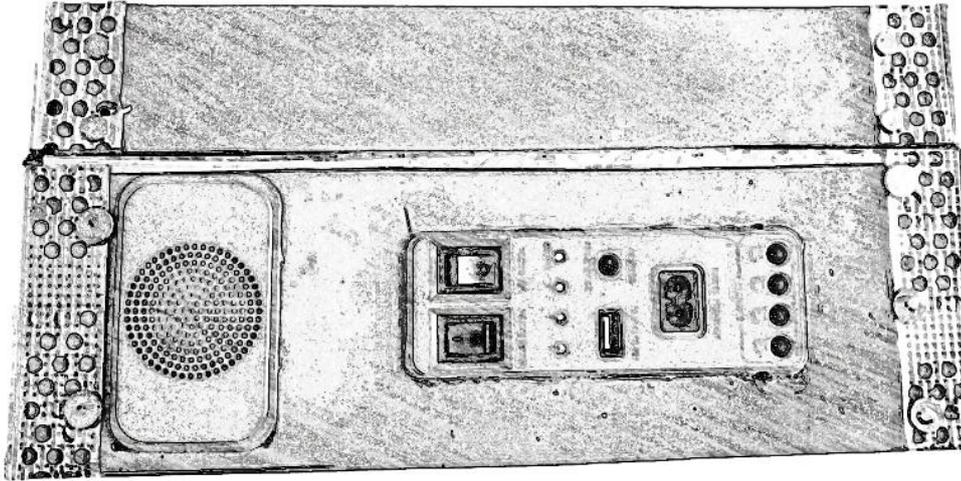


Figure (III-7) : Vue de droite (Baffle et entrée des connexions).

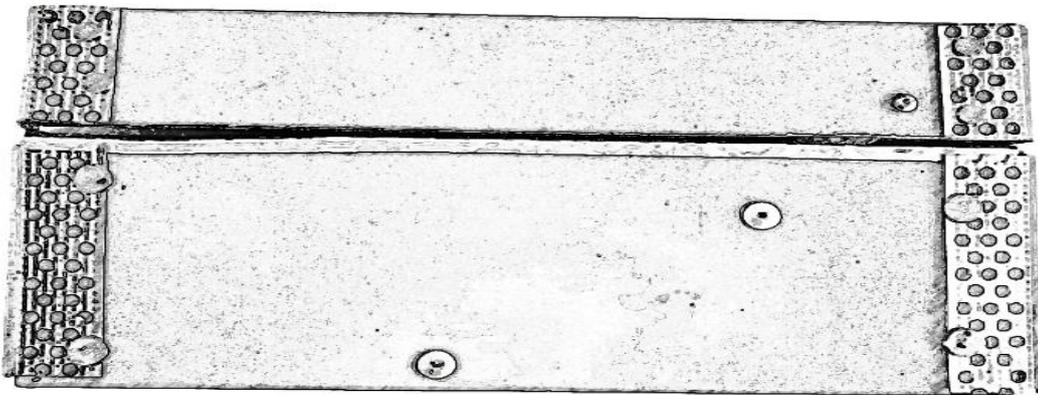


Figure (III-8) : Vue de gauche.

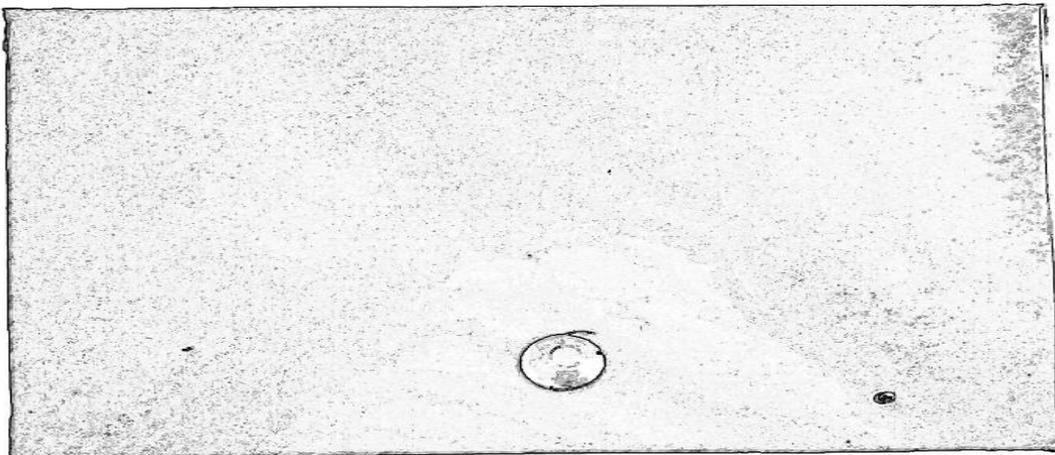


Figure (III-9) : Vue de dessous (torche).



Figure (III-10) : Vue de dessus.

III.8 Les étapes d'installation de notre valise solaire

Etape 1 : Nous fabriquons la valise en aluminium après avoir calculé ses dimensions puis installons ses accessoires.



Figure (III-11) : Fabrication de la valise.

Etape 2 : Nous faisons des trous appropriés pour installer le haut-parleur et le plateau de sortie sur le côté de la valise.



Figure (III-12) : Installation du haut-parleur et du plateau de sortie.

Etape 3 : Nous faisons aussi des trous appropriés pour installer la radio sur le devant de la valise.



Figure (III-13) : Installation du plateau de radio.

Etape 4 : Nous installons des attaches pour accrocher les lampes sur la face supérieure intérieure de la valise, les lampes sont amovible un fil de 2.8 mètre pour accrocher les lampes au besoin.



Figure (III-14) : Installation de lampes LED.

Etape 5 : Nous installons une vis sur la face supérieure intérieure de la valise, et la fixons au panneau solaire, nous pouvons également l'installer le panneau solaire sur la face supérieure extérieure de la valise en présence du soleil.



Figure (III-15) : Installation de panneau solaire de côté DC.

Etape 6 : Nous faisons un trou sur le dessus de notre valise pour installer la torche comme suit :

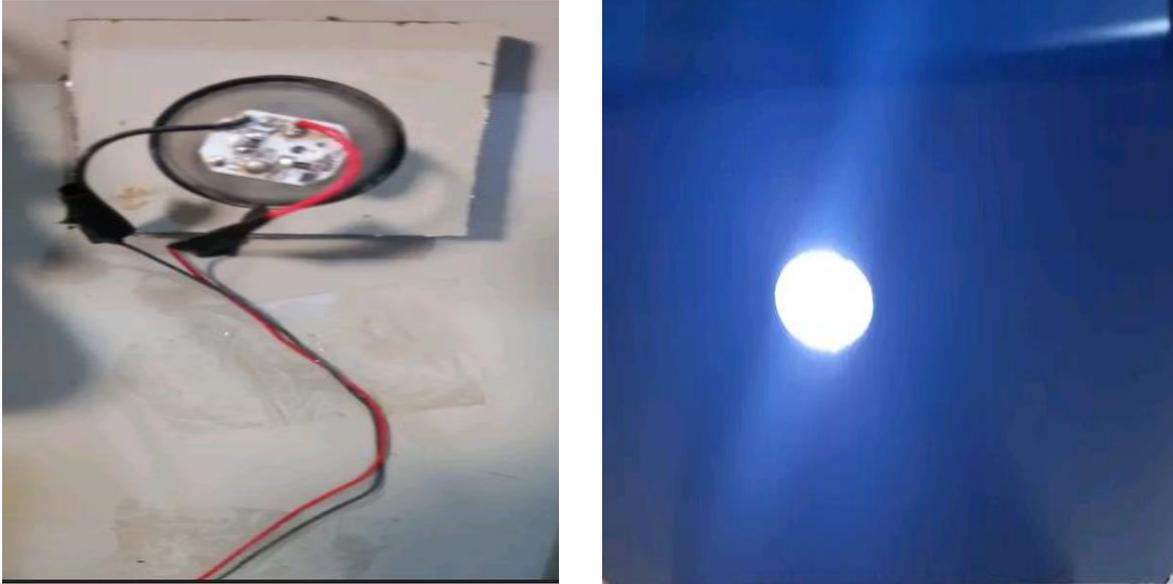


Figure (III-16) : Installation de torche.

Donc, nous avons installé les lampes LED, le panneau solaire et la torche de côté DC sur la face supérieure intérieure de la valise et c'est la forme final :



Figure (III-17) : Face supérieur de l'intérieur après l'installation.

Etape 7 : Nous connectons la batterie de côté DC avec la boîte de dérivation, puis nous les installons au bas de la valise.

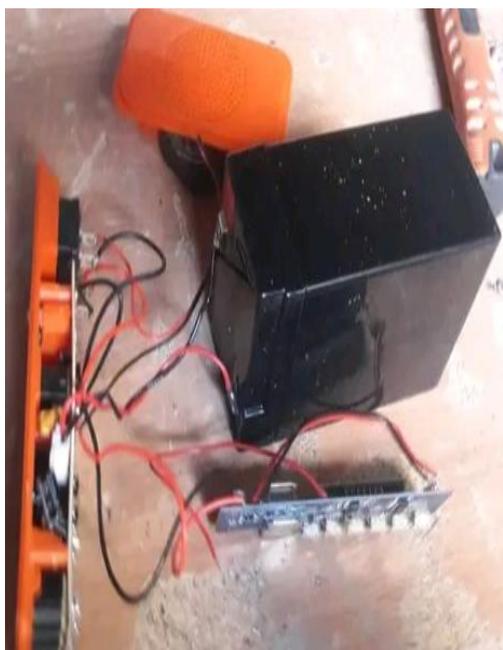


Figure (III-18) : Installation de la batterie de côté DC.

Etape 8 : nous divisons la face inférieure de l'intérieur à deux. À droit pour le côté AC et à gauche pour le côté DC.



Figure (III-19) : Installation de la batterie, l'onduleur et le régulateur de côté AC.

Nous installons le système photovoltaïque de côté AC (2 panneau solaire en série, batterie, régulateur, onduleur)



Figure (III-20) : Face inférieure de l'intérieur après l'installation.

Etape 9 : nous connectons les deux panneaux solaires de côté AC en série, et nous faisons une pochette portable séparé de la valise pour transporter les panneaux solaires.



Figure (III-21) : Les panneaux du côté AC.

III.9 Le prototype finale de la valise solaire

Notre valise solaire comprend deux systèmes, l'une côté AC (la face supérieure intérieure de la valise et la face inférieure de l'intérieur à droite) et l'autre côté DC (la face inférieure de l'intérieur à gauche).

Les figures suivant illustrant le prototype final de l'intérieur et de l'extérieur de la valise solaire

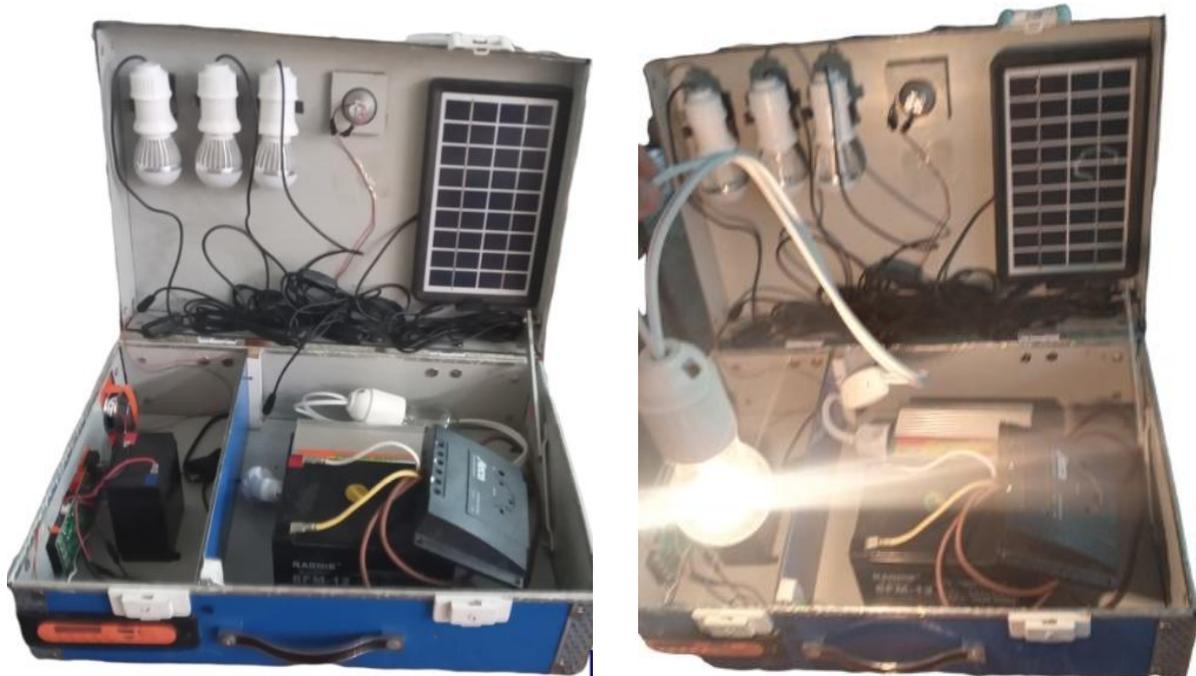


Figure (III-22) : L'image finale de l'intérieur de notre valise solaire.



Figure (III-23) : Pochette portable des panneaux solaires.



Figure (III-24) : L'image finale vue du haut de notre valise solaire.

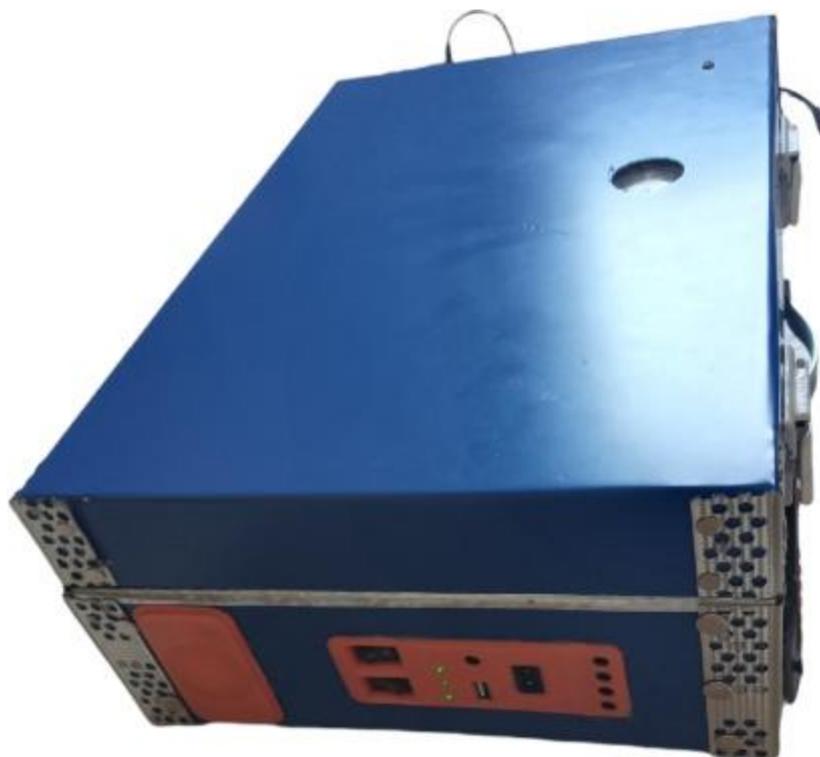


Figure (III-25) : L'image finale à partir du côté droit de notre valise solaire.



Figure (III-26) : L'image finale de face et de face supérieure de notre valise solaire.

III.10 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons passé en revue toutes les étapes d'installation de notre valise solaire photovoltaïque en mentionnant tous les appareils utilisés et leurs caractéristiques en plus de la raison pour laquelle nous avons choisi ces appareils.

Ainsi, nous avons fourni des conseils et des avertissements et le principe de fonctionnement de la valise photovoltaïque.

Et finalement, nous avons présenté le prototype final de la valise solaire.

Chapitre IV :

Tests et Résultats

Chapitre IV Tests et Résultats

IV.1 Introduction

L'implémentation est la phase la plus importante après celle de la conception.

Dans ce chapitre, nous allons commencer par la description de l'équipement de travail puis on fait des tests sur notre système. La valise comprend deux systèmes, l'une côté AC et l'autre côté DC.

Dans la premier partie on mesure la tension part rapport au temps pour chaque utilisation des appareils et à la fin, on trace les courbes correspondantes à l'aide de « OriginPro8 », C'est un logiciel pour créer des graphiques riches, élégants et colorés.

IV.2 Equipement de travail

L'équipement de travail est constitué par deux parties nommées environnement matériel et Environnement logiciel.

IV.2.1 Environnement matériel

Le développement de l'environnement matériel est caractérisé par :

1. Valise solaire composée deux parties côté AC et côté DC



Figure (IV-1) : Installation de Valise solaire côtés AC et DC.

2. Multi mètre



Figure (IV-2) : Multi mètre.

3. Chronomètre



Figure (IV-3) : Chronomètre.

IV.2.2 Environnement logiciel

L'environnement logiciel consiste sur Outil pour créer des graphiques « Origine Pro8 ».

IV.3 Implémentation

IV.3.1 Côté DC de la valise

IV.3.1.a La décharge de la batterie avec toutes les charges sont en marche

On mesure la tension à la borne de la batterie 6V avec l'appareil multi mètre, il faut se mettre sur la position voltage en courant continu. Ensuite il faut calibrer la mesure du voltage sur le multimètre : se mettre à 20 Volts car cela correspond le mieux à ce que l'on veut mesurer (aux alentours de 6 Volts). Attention cependant car si vous choisissez trop petit, vous pourrez claquer le fusible du multimètre et on allume tout les appareils (Torche, 3 Lampes, Chargeur Tel, Radio).

Tableau (IV-1) : Les valeurs de tension de la batterie en décharge.

Temps (min)	0	5	10	15	20	25	30	35
Tension de batterie (volt)	6.17	5.88	5.80	5.68	5.44	4.80	3.50	2.16

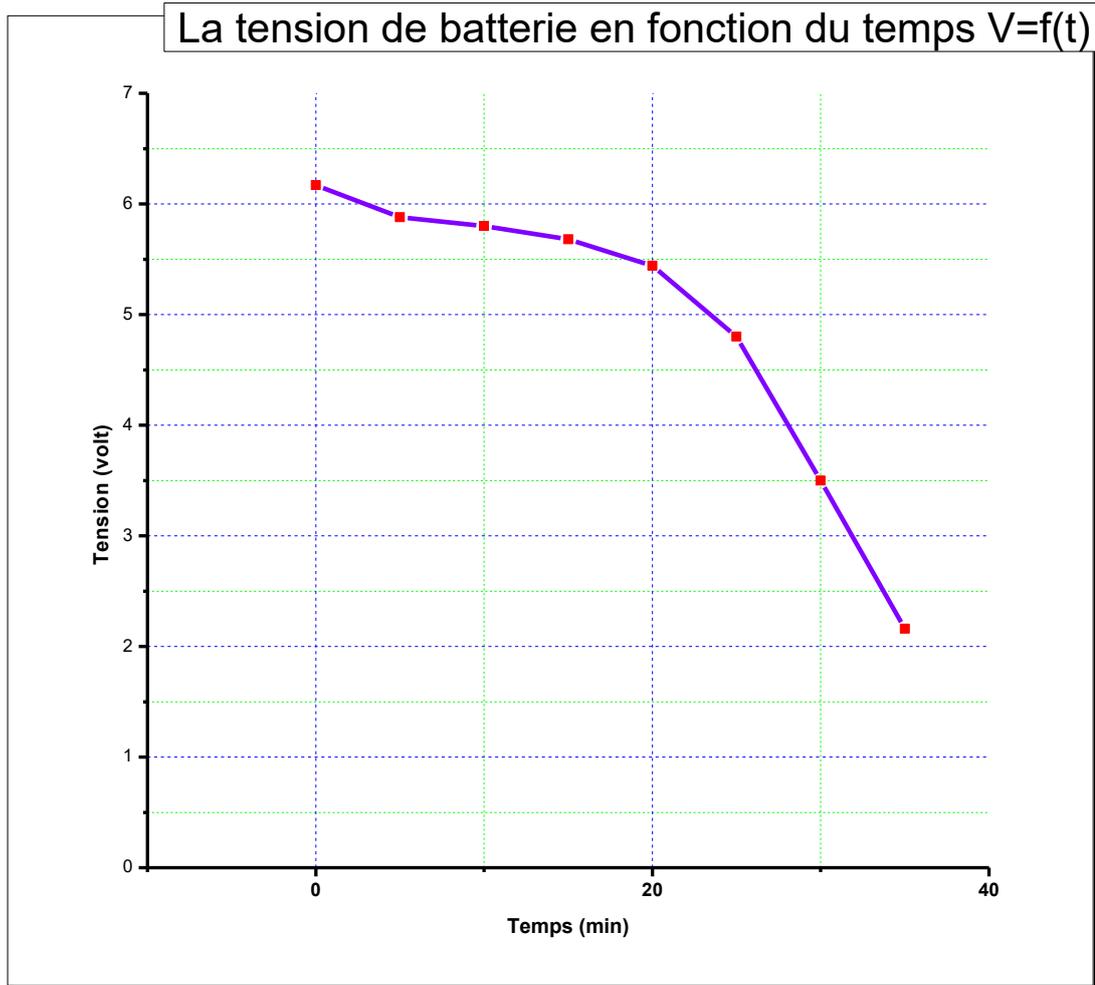


Figure (IV-4) : Les variations du tension de la batterie de côté DC en tant que la décharge avec toutes les charges sont en marche.

IV.3.1.b La décharge de la batterie sachant que seule la torche est allumée

On mesure la tension à la borne de la batterie 6V et on allume la torche jusqu'à la décharge de la batterie.

Tableau (IV-2) : Représente les valeurs de la tension de la batterie décharge.

Temps (min)	Décharge de batterie (volt)
0	5.75
5	5.09
10	4.08
15	3.97
20	4.00
25	4.01
30	3.99
35	3.96
40	3.90
45	3.89
50	3.84
55	3.82
60	3.78
65	3.73
70	3.70

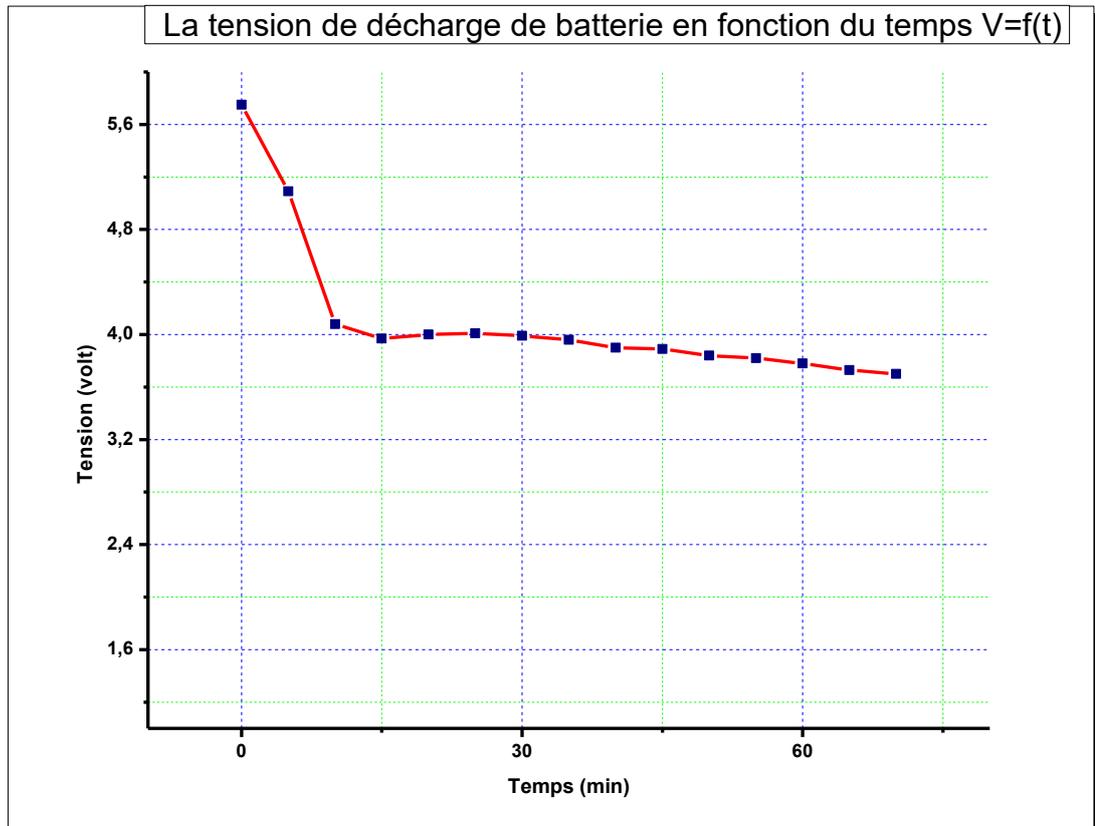


Figure (IV-5) : La décharge de batterie de côté DC avec seule la torche est allumée.

Remarque : dans cette partie il ya un chute de tension a cause de la batterie que nous avons utilisé dans la valise est vieux parce que le matériel nécessaire n'est pas disponible.

IV.3.1.c La décharge de la batterie sachant que seuls les 3 lampes sont en marche

Tableau (IV-3) : Représente les valeurs de la tension de la batterie déchargée.

Temps (mn)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Voltage de batterie (Volt)	6.36	6.16	6.14	6.11	6.08	5.97	5.88	5.71	5.53	4.81	3.74	3.51

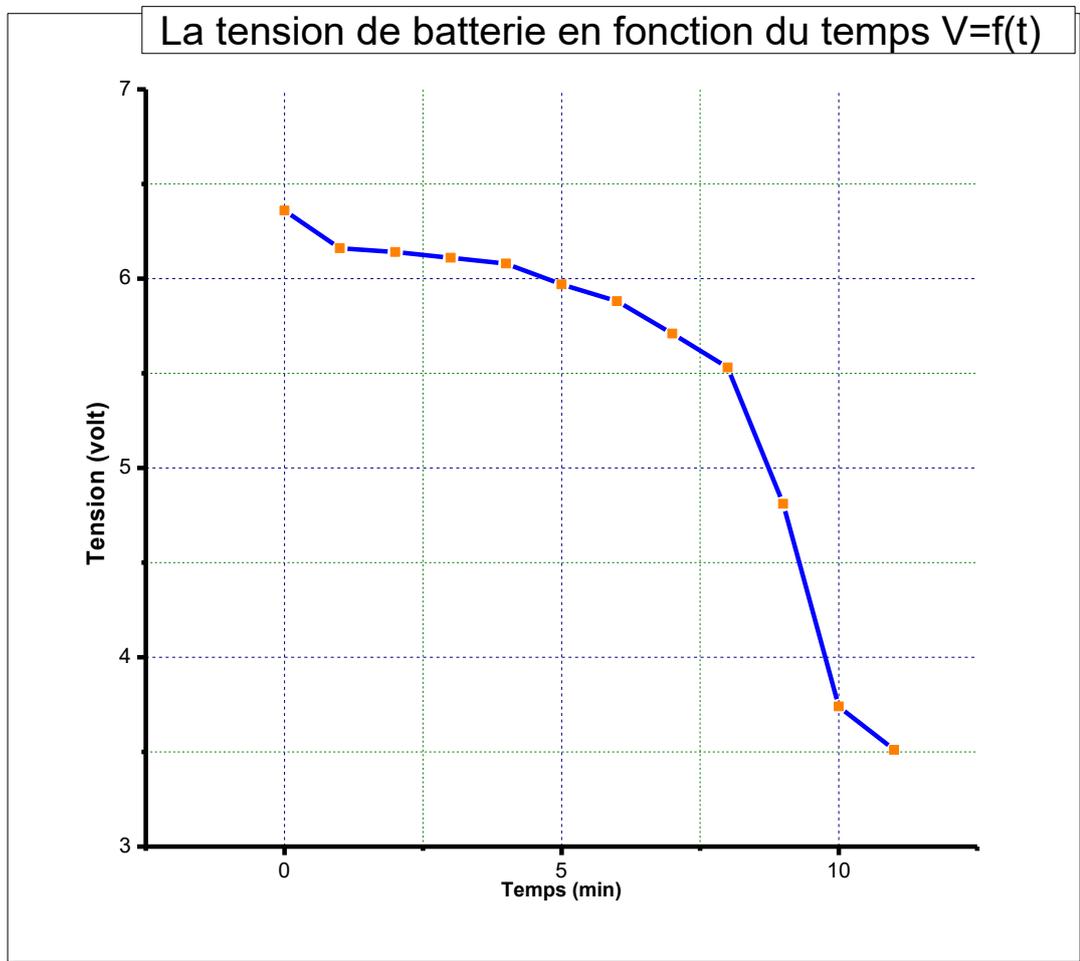


Figure (IV-6) : La décharge de batterie de côté DC avec seuls les trois lampes sont en marche.

IV.3.1.d La décharge de la batterie sachant que seule la radio est en marche

Tableau (IV-4) : Représente les valeurs de la tension de la batterie déchargée.

Temps (mn)	0	5	10	15	20	25	30	35
Voltage de batterie (Volt)	6.23	6.13	6.1	6.05	5.9	5.83	5.79	5.7

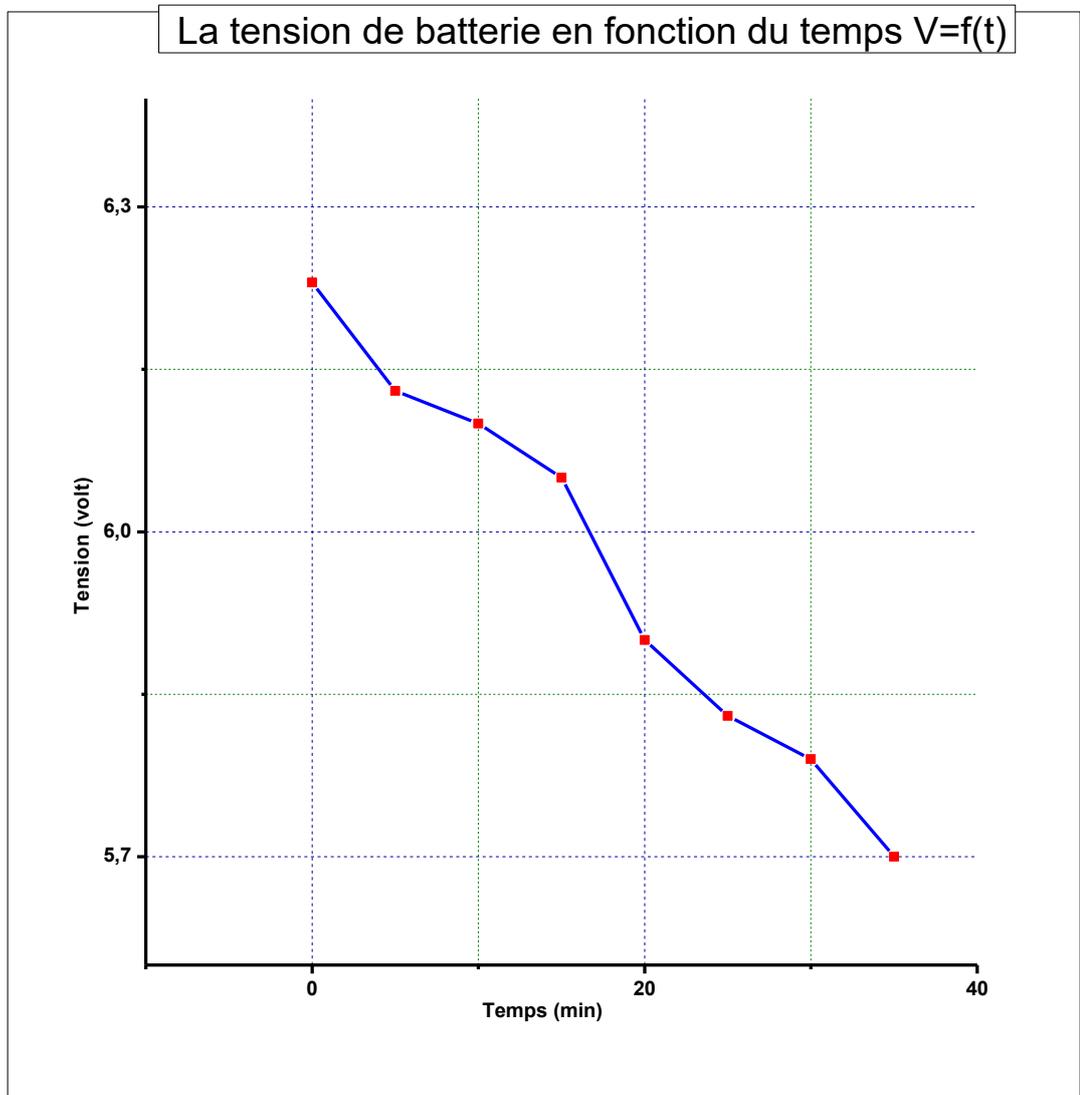


Figure (IV-7) : La décharge de batterie sachant que seule la radio est en marche.

IV.3.1.e La Charge de la batterie avec le panneau

On mesure la tension à la borne de la batterie on trouve 5.82V et on place le panneau

Tableau (IV-5) : Représente les valeurs de la tension de la batterie déchargée.

Temps (mn)	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Voltage de batterie (Volt)	5.82	6.03	6.15	6.19	6.20	6.23	6.24	6.24	6.24

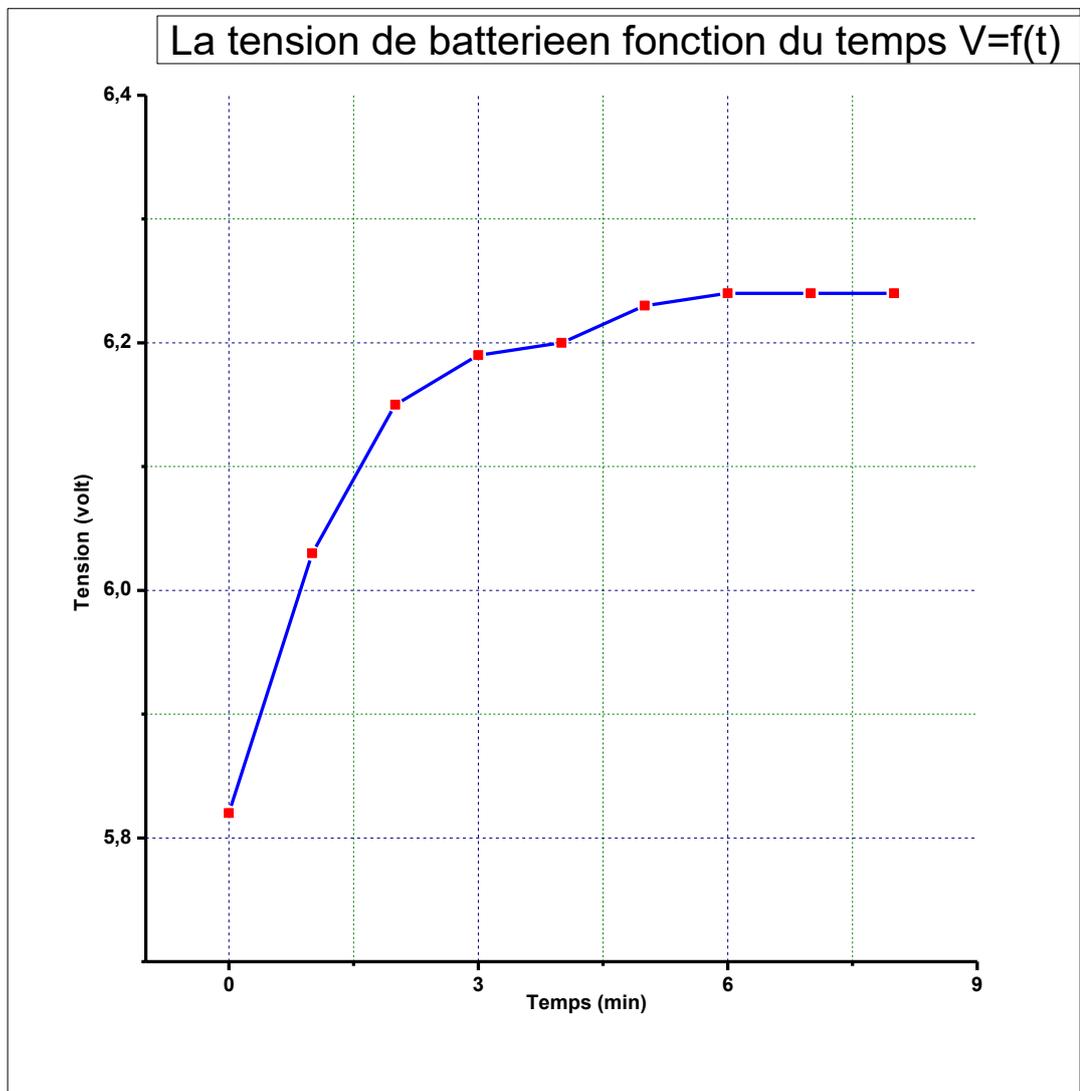


Figure (IV-8) : Les variations du tension de la batterie de côté DC en tant que la charge.

IV.3.1.f Interprétation pour le côté DC

La Figure (IV-8) représente la variation de la tension de la batterie en fonction du temps. La tension est inférieure à 5 Volts : la batterie est extrêmement déchargée et il y a le risque qu'elle ne se remette jamais parfaitement de cette situation. IL faut alors parfois remplacer l'électrolyte quand cela est possible (accès par capuchons sur la haut de la batterie).

La tension est légèrement inférieure ou égale à 6 Volts : il lui reste encore des forces vitales pour pouvoir repartir du bon pied. Cependant il faut faire vite car dans cet état la batterie se dégrade rapidement et de manière irréversible (sauf remplacement de l'électrolyte).

Quand la tension est supérieure à 6 Volts : il lui reste du jus mais sachez qu'elle n'est rechargée à 100% que quand elle est à 6.6 Volts minimum (jusqu'à 7.5 grand maximum). Si par exemple elle est à 6.1 Volts, la charge sera à peu près de 20%. A 6.3 Volts 50%, à 6.5 Volts, à 85%, etc.

Quand la tension est supérieure à 8 Volts donc elle est trop chargée. Le régulateur de tension doit limiter les surtensions et doit mettre la batterie hors service.

La batterie que nous avons utilisée dans la valise est vieille parce que le matériel nécessaire n'est pas disponible.

L'énergie consommée journalière par les composants du côté DC

Tableau (IV-6) : Estimation de l'énergie consommée journalière par les composants du côté DC.

Consommation	Puissance(W)	Temps(h)	Energie stockée de batterie (Wh)
Torche	10	0.5	5
Radio	10	0.5	5
Lampe	5	0.9	4.5
Chargeur	15	0.3	4.5

Le tableau montre la consommation individuelle de chaque composant. Initialement, notre valise salaire avec cet équipement que nous avons pu choisir ne peut pas faire fonctionner toutes les charge de courant continue (les lampes-le chargeur-la torche-la radio) à la fois pendant une longue période de temps. Nous pouvons allumer la torche ou la radio

alternativement avec les lampes ou le chargeur. Aussi, on peut utiliser l'éclairage du côté AC de la valise. A l'avenir, on peut améliorer le système en choisissant des panneaux plus puissants et des batteries de plus grande capacité ce qui permettra l'allumage simultané de toutes les charges DC.

IV.3.2 Côté AC de la valise

IV.3.2.a La Charge de la batterie avec les deux panneaux

On mesure la tension aux bornes de la batterie 12V avec l'appareil multi mètre, il faut se mettre sur la position voltage en courant continu. Ensuite il faut calibrer la mesure du voltage sur le multimètre : se mettre sur le calibre de 20 Volts car cela correspond le mieux à ce que l'on veut mesurer (aux alentours de 12 Volts). Attention cependant car si vous choisissez trop petit, vous pourrez claquer le fusible du multimètre.

Tableau (IV-7) : Représente les valeurs de la tension de la batterie et de panneaux solaires lors de la charge de la batterie.

Temps (min)	tension de batterie (Volt)	tension de panneau (Volt)
0	12.63	22.5
5	12.90	13.15
10	12.91	12.9
15	13.14	12.8
20	13.18	12.9
25	13.22	13.1
30	13.10	12.9
35	13.24	16.1
40	13.21	15.6
45	13.20	13.9
50	13.20	13.1
55	13.26	13.8
60	13.05	13.1
65	13.20	13.1
70	13.25	13.1
75	13.20	13.1
80	13.25	13.3

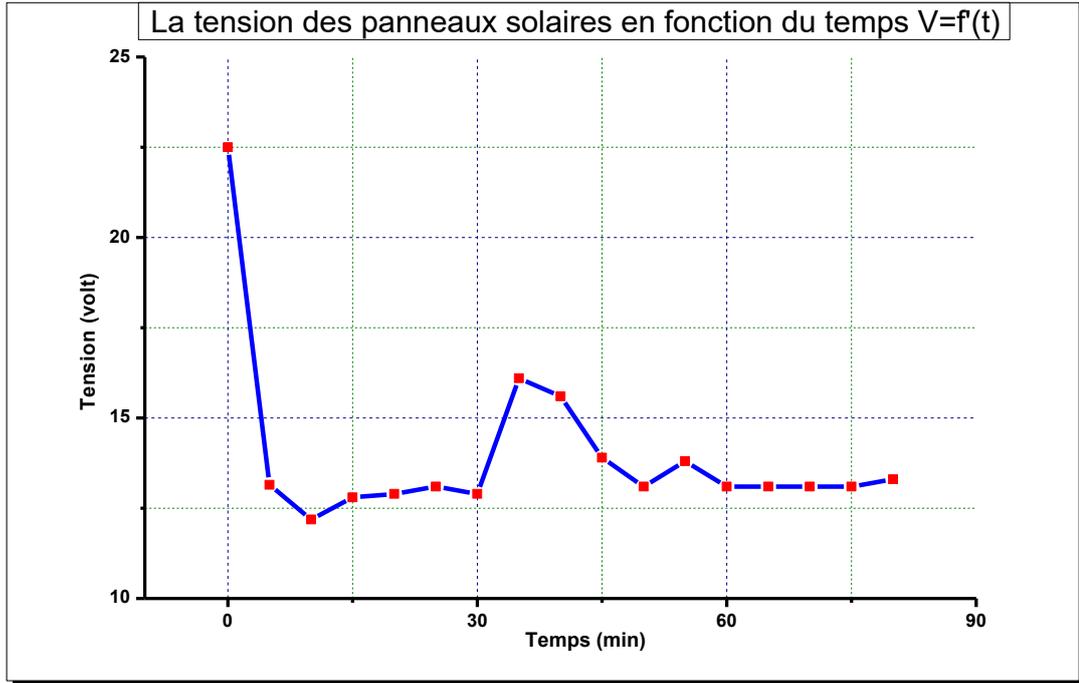


Figure (IV-9) : La variation de tension des panneaux solaires lors de la charge de la batterie en fonction du temps.

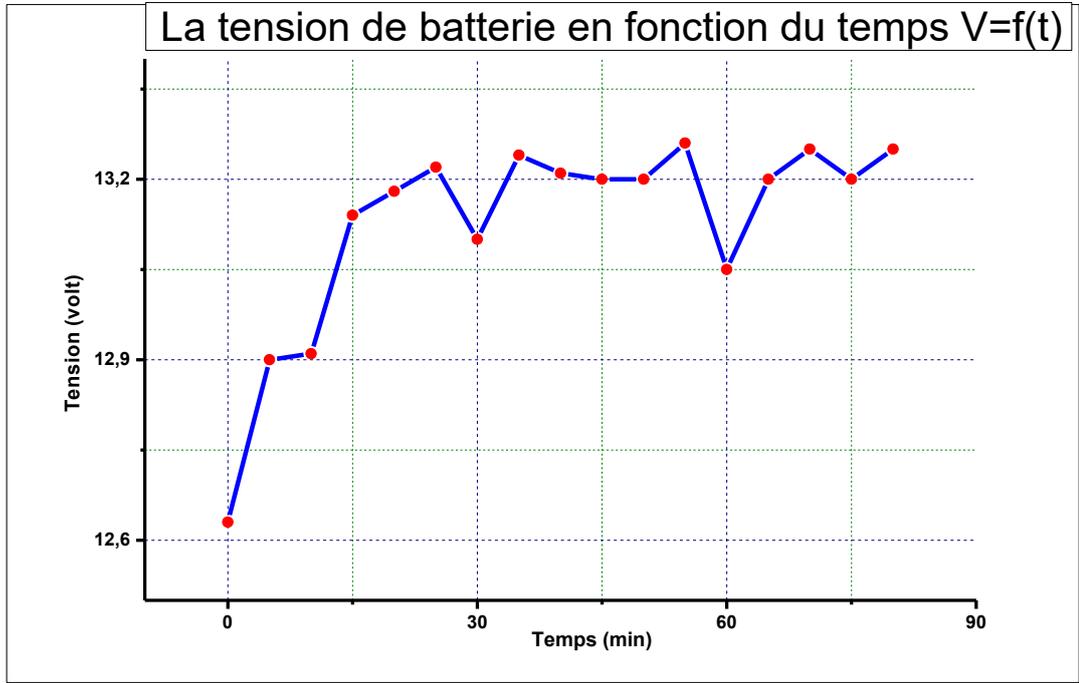


Figure (IV-10) : Variation de la tension de batterie lors de la charge par les panneaux solaires.

IV.3.2.b La décharge de la batterie avec une consommation de 100W

Tableau (IV-8) : Représente les valeurs de la tension de la batterie déchargée.

Temps (mn)	0	5	10	15	20	25
tension de batterie (Volt)	13.08	12.15	11.98	11.84	11.50	11.02

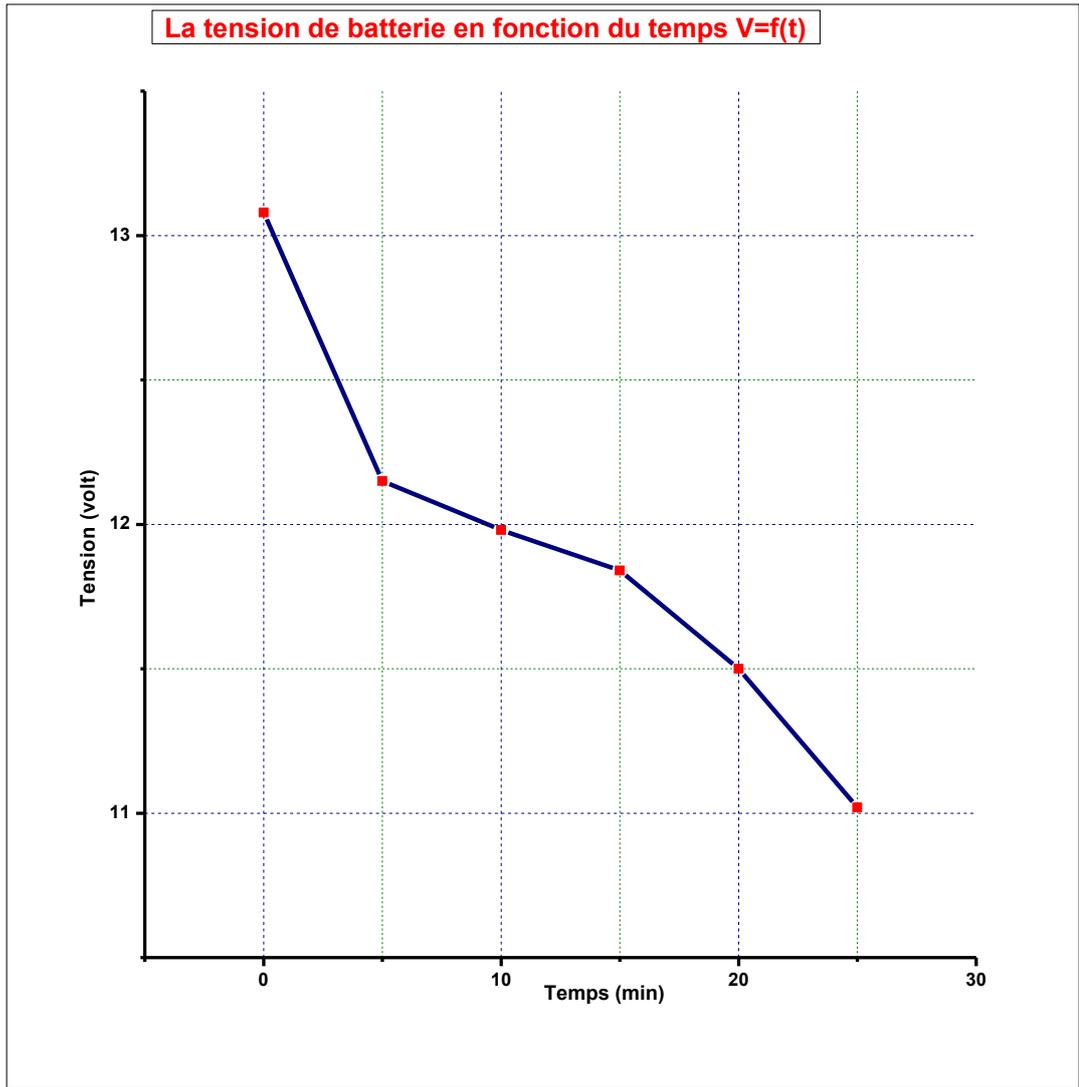


Figure (IV-11) : La décharge de batterie en fonction du temps.

IV.3.2.c Interprétations pour le côté AC

La Figure (IV-11) représente la variation de la tension de la batterie en fonction du temps. Quand la tension est inférieure à 11 Volts : la batterie est extrêmement déchargée et il y a le

risque qu'elle ne se remette jamais parfaitement de cette situation. IL faut alors parfois remplacer l'électrolyte quand cela est possible (accès par capuchons sur la haut de la batterie).

Quand la tension est légèrement inférieure ou égale à 12 Volts : la batterie est à plat mais il lui reste encore des forces vitales pour pouvoir repartir du bon pied. Cependant il faut faire vite car dans cet état la batterie se dégrade rapidement et de manière irréversible (sauf remplacement de l'électrolyte).

Quand la tension est supérieure à 12 Volts : il lui reste du jus mais sachez qu'elle n'est rechargée à 100% que quand elle est à 12.6 Volts minimum (jusqu'à 13.5 grand maximum). Si par exemple elle est à 12.1 Volts, la charge sera à peu près de 20%. A 12.3 Volts 50%, à 12.5 Volts 85%, etc.

Quand la tension est supérieure à 14 Volts : attention elle est trop chargée ... Le régulateur de tension l'alternateur qui doit limiter les surtensions doit être hors service.

L'énergie consommée journalière par les composants du côté AC

Tableau (IV-9) : Estimation de l'énergie consommée journalière par les composants du côté AC.

Besoin	Puissance (W)	Temps (h)	Energie (Wh)
Consommation 100W	100	1	100

Etude économique

Tableau (IV-10) : Etude économique de notre valise solaire.

Les appareils	Prix (en DA)
Valise en aluminium	3000
Les lampes	600
Batterie 6v	700
Radio	500
Torche	150
Boite de dérivation	500
Les Câbles	500
Douilles	150
Prise	150
2 panneaux 25W	14000
Batterie 12V	2300
Régulateur	2500
Onduleur	3500
Total	28550

IV.4 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté le prototype qui a été produit et on a fait plusieurs tests sur notre valise plus l'étude économique de la valise.

En outre, il représente une réelle facilité d'utilisation parce qu'il a des avantages élevés.

Conclusion Générale

Ce travail de mémoire consistait à concevoir, à dimensionner, à réaliser et à étudier les performances d'un kit solaire photovoltaïque mobile avec le meilleur rapport qualité/prix et la plus longue durée de vie possible pour un usage militaire avec la possibilité de l'utiliser dans d'autres domaines en fonction des besoins de consommation d'électricité.

Pour cela, au début de notre étude nous avons étudié les systèmes photovoltaïques autonomes ainsi que les composants qui les constituent. Nous nous sommes intéressés aussi à la compréhension du kit solaire et connexe.

Ensuite, pour dimensionner le kit solaire, une évaluation des besoins énergétique été faite, Nous avons dimensionné un Valise solaire d'autonomie 3 heures et poids de 5 Kg avec deux côtés suivants :

- Côté DC (qui alimentera les charge de courant continue (la radio-les lampes-le chargeur –la torche) : concernant les panneaux photovoltaïques nous avons opté pour un module en silicium Polycristallin de 9V3W et pour les batteries nous avons opté pour une batterie au plomb Acide, de capacité de 4Ah 6V.
- Côté AC (pour une consommation de 100 Watts qui alimentera les charges de courant alternatif) : Nous avons opté pour deux modules en silicium Polycristallin de 25W10V et pour une batterie au plomb Acide, d'une capacité de 12Ah 12V.

Quand à l'onduleur nous avons choisi un onduleur qui présente un rendement de 98% pour alimenter les charges alternatives de côté AC de la valise. Concernant le régulateur notre choix s'est porté sur un régulateur PWM 12/24V 10A 300W_P

Et enfin on a effectué des tests sur la valise solaire et à chaque fois en fonction du temps. On a effectué des tests en individuels (composant par composant) et des tests en tandem (utilisation de deux ou trois composants en même temps) le tout en fonction de la tension du panneau solaire dans le cas d'un bon éclaircissement ou de la tension de batterie (décharge de batterie) en absence d'éclaircissement. Les résultats obtenus lors de ces testes ont permis de tracer différentes courbes. L'analyse de ces courbes nous montre que le type de panneau et la capacité de la batterie influent sur la performance de notre kit solaire.

Sachant que le côté économie est très important dans notre étude nous avons aussi calculé le prix de notre valise et nous l'avons montré dans le dernier chapitre.

En perspective, d'abord, il serait intéressant de concevoir une valise solaire de plus grande puissance et de plus grande autonomie pour permettre différents usages et aussi à des appareils nécessitant plus de puissance. Ensuite, étudier l'impact de l'orientation et de l'inclinaison des panneaux solaire sur le rendement du système. Enfin, améliorer la valise pour devenir moins lourde (utilisation de batteries au lithium et de grandes capacité, des panneaux flexibles et de plus grande puissance, un onduleur intégré et enfin une valise en un matériau du futur léger et très résistant comme du carbone).

Bibliographie

- [1] : Virginie Escudié, « L'accès à l'énergie photovoltaïque dans les microprojets d'aide au Développement. Pertinence, exigences et alternatives », décembre 2014 par La Guilde Européenne du Raid.
- [2] : Site internet: <http://www.hisour.com/fr/grid-connected-photovoltaice-power-systeme-39912/> (Consulté le 03/2022).
- [3] : Site internet: http://fr.solarpedia.net/wiki/index.php?title=fichier:Sch_install_autonome.jpg (Consulté le 03/2022).
- [4]: Akassewa Tchapo SINGO, « Système d'alimentation photovoltaïque avec. Stockage hybride pour l'habitat énergétiquement autonome », Université Henri Poincaré, Nancy-I, 2010.
- [5] : Site internet: http://www.myshop-solaire.com/regulateur-salaire-pwm-20a-12-24v-victron-energy-_r_689_i_1032.html (Consulté le 03/2022).
- [6] : Site internet: <http://www.achatbatterie.fr/regulateur-mppt-75-15-12-24v-victron-l-105-x-ht-40-c2x21312416> (Consulté le 03/2022).
- [7]: A, Labouret. M, Viloz. « Energie solaire photovoltaïque » le manuel du professionnel.3eme édition Dunod, 2006
- [8] : H.Yotto « Etude et conception d'une mini centrale PV » mémoire fin d'études Master 2, IE Bénin 2011
- [9] : AMARA Karima, Mémoire de Magister « contribution à l'étude de conception d'une centrale photovoltaïque de puissance (IMW) interconnectée au réseau de distribution électrique moyenne tension », UMMTO 2014/2015.
- [10] : Franck, « le choix d'une batterie solaire,» Responsable de la SARL Ampoule-leds France, 2006_2018.
- [11] : Labouret Anne, « Energie solaire photovoltaïque », Paris : Dunod, 2006, 3emeEdition.
- [12] : Hankins Mark, « installation solaires photovoltaïques autonomes : conception et installation d'unités non recordées au réseau », Paris, Dunod 2012.
- [13] : CHERIFI Farida et GRIM Naima, Mémoire de fine d'études «Dimensionnement d'un système photovoltaïque autonome», Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou 2018.
- [14] : Site internet: <http://www.wattuneeed.com/fr/conten/44-protection-d-une-installation-electrique-wks> (Consulté le 03/2022).

[15] : Site internet: http://www.automation-sense.com/blog/automatisme/les_fusibles-electriques.html (Consulté le 03/2022).

[16] : Site internet: <http://www.wattneed.com/fr/materiel-electrique/1704-parafoudre-pv-de-type-2-0712971130340.html> (Consulté le 03/2022).

[17] : Site internet: http://www.myshop-solaire.com/mise-a-la-terre-_r_79_a_457.html (Consulté le 03/2022).

[18] : Mac omboui, « solaire domestique .un don du ciel pour les investisseurs »,13 janvier 2020.

[19] : AIE- agence international de l'énergie, « injection de photovoltaïque en réseau diesel isolé-quelque critère de faisabilité », octobre 2007

[20]: D. Lecoufle et V. Butin et J. Darlu, « RIMDIR – Composante Energie », Rapport Intermédiaire – Volet A : Diagnostic et Cadrage, 05/04/2018, Réf : CICEXP173011 / RICEXP00598-01.

[21] : site internet : [http:// ekwateur.fr/ autoconsommation-guide/kit solaire/](http://ekwateur.fr/autoconsommation-guide/kit_solaire/) (Consulté le 05/2022).

[22]: site internet : [http://www.nouvelr-energie.com /PV/meilleur –kit –solaire-autonome](http://www.nouvelr-energie.com/PV/meilleur-kit-solaire-autonome) (Consulté le 05/2022).

[23] : Site internet: <http://www.cdiscount.com/bricolage/r-valise+panneau+solaire+photovoltaique.html> (Consulté le 05/2022).

[24] : Site internet: <http://www.objetsolaire.com/catalogue/chargeur-solaire-valtaic/valise-solaire-chargeur-ordinateur-voltaic.html> (Consulté le 05/2022).

[25] : site internet : www.solaris-store.com (Consulté le 06/2022).

[26] : site internet : www.amazon.fr (Consulté le 03/2022).