

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. MIRA-BEJAIA



Faculté de Technologie
Département de Génie Electrique

Mémoire de Fin d'étude
En vue de l'obtention du diplôme de Master en Électromécanique
Filière : Électromécanique

Thème

**Dimensionnement d'un système photovoltaïque pour une
alimentation d'un ascenseur électrique**

Présenté par :

Nom et prénom	Spécialité
DJOUDI Youcef	Électromécanique
TANI Juba	Électromécanique

Encadré par:

Mme HAMOUCHE Née SERIR

Mr. HAMITOUCHE Kamel

Année universitaire 2022/2023

Remerciements

Nous remercions ALLAH le tout-puissant de nous avoir donné le courage, la volonté et la patience de mener à terme ce présent travail.

Cher madame Hamouche née SERIRE Chafiaa, cher monsieur HAMITOUCHE Kamel,

Nous tenons à exprimer notre sincère reconnaissance pour votre encadrement précieux tout au long de la réalisation de notre mémoire fine d'étude. Votre soutien inestimable a été déterminant pour la réussite de notre travail.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude envers les membres de l'entreprise Unisolar à akbou, et l'entreprise BM ascenseur à Bejaïa, pour votre soutien et contribution précieuse tout au long de la réalisation de notre mémoire. Votre implication et votre expertise ont grandement enrichi mon travail.

Nos vifs remerciements sont adressés à l'ensemble des enseignants et de l'équipe administrative du département de science et technologie, pour qui nous devons cette réussite.

Dédicaces

*Je dédie ce mémoire,
A toute ma famille, ma mère,
mon père, Mes frères et mes
sœurs.*

*A tous mes amis
En particulier : Z. Djamel Eddine Et à
tous ceux que j'aime.*

Dédicaces

Je dédie ce mémoire,

A toute ma famille, ma mère, mon père, mon frère et ma sœur

Votre soutien inconditionnel a été ma plus grande source de motivation tout au long de mon mémoire. Je vous suis profondément reconnaissant(e) pour votre amour, votre encouragement et votre présence constante.

À mon cher grand-père maternels S. Akli, je tiens à vous remercier pour ton précieux regard éditorial sur mon mémoire. Ton expertise et tes conseils ont enrichi mon travail. À mes oncles maternels bien-aimés, S. Ferhat et S. Mourad, merci pour votre précieuse contribution éditoriale à mon mémoire. Vos conseils avisés ont grandement amélioré la qualité de mon travail.

À mes précieux amis, votre présence et votre soutien indéfectibles ont été une source d'inspiration tout au long de mon parcours.

En particulier :

RACHEF Meustapha

BOUALI Samir

B.Fairouz

Mon meilleur ami :

LASMI Lyes

Résumé

Compte tenu des défis énergétiques actuels. Le système électrique photovoltaïque présente un atout intéressant en vue d'une meilleure maîtrise d'énergie. Ce mémoire porte sur le dimensionnement d'un système photovoltaïque pour alimenter un ascenseur électrique, Leur modélisation et simulation ainsi que la détermination des paramètres optimaux pour assurer une alimentation faible.

خلاصة

نظرًا لتحديات الطاقة الحالية، يقدم النظام الكهربائي الكهروضوئي ميزة مثيرة للاهتمام للتحكم في الطاقة بشكل أفضل. يركز هذا الموجز على تصميم النظام الكهروضوئي لتشغيل مصعد كهربائي، بالإضافة إلى تحديد المعلمات المثلى لضمان إمداد منخفض للطاقة.

Abstract

Given the current energy challenges, the photovoltaic electrical system presents an interesting advantage for better energy control. This brief focuses on the design of a photovoltaic system to power an electric elevator, as well as the determination of optimal parameters to ensure low-power supply.

Sommaire

Introduction générale.....01

CHAPITRE I: GENERALITE SUR LE SYSTEME PHOTOVOLTAÏQUE

1.	Introduction.....	03
2.	Les différents types énergie renouvelables.....	03
3.	Énergie solaire.....	04
4.	Rayonnement solaire.....	04
5.	Gisement solaire en Algérie.....	05
6.	Histoire sur les panneaux solaires.....	06
7.	Principe de fonctionnement d'une cellule photovoltaïque.....	06
8.	Rendement d'une cellule photovoltaïque.....	07
9.	Caractéristiques électrique des cellules photovoltaïques.....	08
10.	Association en série et parallèle des cellule photovoltaïque.....	08
11.	Protection des panneaux photovoltaïque.....	10
11.1	Diode de by-pass.....	10
11.2	Diode antiretour.....	11
12.	Éléments d'un système de production d'électricité solaire.....	11
12.1	Convertisseur DC-DC (Hacheur).....	12
12.2	Convertisseur DC-AC (Onduleur).....	12
13.	Câblage des panneaux solaire.....	13
13.1	Câble solaire.....	13
13.2	Boite de jonction.....	13
13.3	Câble d'alimentation.....	13
14.	Contrôle énergétique et son principe de fonctionnement.....	14
14.1	Mode de fonctionnement.....	14
14.1.1	Premier mode de fonctionnement.....	14
14.1.2	Deuxième mode de fonctionnement.....	15
14.1.3	Troisième mode de fonctionnement.....	15
14.1.4	Quatrième mode de fonctionnement.....	16
14.1.5	Cinquième mode de fonctionnement.....	16
15.	Avantage et inconvénient de l'énergie.....	17
16.	Conclusion.....	18

CHAPITRE II : Modélisation et simulation d'une cellule photovoltaïque

1.	Introduction.....	19
2.	Modélisation et simulation d'une cellule photovoltaïque.....	19
2.1	Modèle idéale	19
2.2	Modèle à une diode.....	20
2.3	Simulation d'un panneau photovoltaïque.....	21
2.4	Résultats de simulation sous MATLAB/SIMULINK.....	23
2.4.1	Caractéristique $I_{pv}(V_{pv})$ et $P_{pv}(V_{pv})$	23
2.4.2	Influence de la température sur la cellule.....	24
2.4.3	Influence de l'éclairement sur la cellule.....	25
3.	Techniques de recherche de point de puissance maximal MPPT.....	26
3.1	La technique perturbation & observation (PO).....	27
4.	Modélisation du convertisseur statique DC-DC.....	28
4.1	Principe de base d'un hacheur.....	28
4.2	Type de hacheur.....	29
4.3	Hacheur parallèle (Boost).....	29
4.4	Principe de fonctionnement.....	30
4.5	Equation régissant le fonctionnement du hacheur.....	30
5.	Application et simulation de la méthode (PO).....	32
5.1	Résultat de la simulation.....	32
5.2	Interprétation des résultats.....	36
6.	Conclusion.....	36

CHAPITRE III : Description et généralité de l'ascenseur

1.	Introduction.....	37
2.	Histoire et évolution.....	37
3.	Définition de l'ascenseur.....	38
4.	Fonctionnement de l'ascenseur.....	39
5.	Différent type d'ascenseur.....	39
6.	Représentation de fonctionnement de l'ascenseur.....	42
7.	Chaine fonctionnelle de l'ascenseur.....	43
8.	Constitution d'un ascenseur.....	44
9.	Sécurité dans l'ascenseur.....	47
10.	Partie électromécanique.....	48
10.1	Critères de choix des moteurs électrique pour les ascenseurs.....	48

10.2	Dimensionnement du moteur électrique.....	49
11.	Armoire de commande d'un ascenseur.....	49
12.	Détecteurs de positions.....	51
12.1	Différents types de détecteurs.....	51
12.2	Choix des détecteurs.....	52
13.	Nombre de démarrage.....	52
14.	Conclusion.....	53

CHAPITRE IV: MODELISATION ET DIMENSIONNEMENTS DU SYSTEME ETUDIE

.....

1.	Introduction.....	54
2.	Description du système étudié.....	54
2.1	Description de l'ascenseur.....	54
2.2	Description des panneaux solaire utilise.....	57
2.2.1	Éléments principaux d'une installation de kit solaire.....	57
3.	Dimensionnement de générateur photovoltaïque.....	59
3.1	Bilan de puissance (bilan énergétique) de l'ascenseur.....	59
3.2	Calcule la puissance consomme par le moteur.....	59
3.3	Puissance totale consommée par l'ascenseur.....	59
3.4	Calcule de l'énergie consommée par l'ascenseur.....	60
3.5	Calcule de l'énergie avec perte de charge.....	60
3.6	Tension de fonctionnement de bus contenu.....	60
3.7	Détermination de la capacité de stockage.....	61
3.8	Calcule du nombre des batteries a installé.....	61
3.9	Calcule de la puissance des panneaux.....	62
3.10	Choix des panneaux solaire.....	62
3.11	Calcule le nombre total de panneau a installé.....	62
3.12	Choix de l'onduleur.....	63
3.13	Branchement des panneaux.....	63
4.	Dispositifs de protection.....	65
4.1	Protection courant continu.....	65
4.2	Protection courant alternatif.....	67
4.3	Mise à la terre.....	68
5.	Coût totale de l'installation.....	69
6.	Système inverseur de deux sources triphasées.....	70
7.	Conclusion.....	71
	Conclusion général.....	72
	Bibliographie.....	74

LISTE DES FIGURES

Figure I.1 : Composantes du rayonnement solaire.....	05
Figure I.2 : Répartition mondiale du gisement solaire.....	05
Figure I.3 : Structure de base d'une cellule photovoltaïque.....	07
Figure I.4 : les différents types des cellules.....	07
Figure I.5 : courbe courant-tension de la cellule.....	08
Figure I.6 : association en série.....	09
Figure I.7 : association en parallèle.....	09
Figure I.8 : association parallèle et série.....	10
Figure I.9 : Diode de by-pass.....	10
Figure I.10 : Diode anti retour.....	11
Figure I.11 : Diagramme du cheminement de l'énergie photovoltaïque.....	11
Figure I.12 : câble solaire.....	13
Figure I.13 : câble d'alimentation.....	13
Figure I.14 : Schéma de principe d'un système PV avec batterie.....	14
Figure I.15 : Mode 1 – Charge déconnectée.....	15
Figure I.16 : Mode 2 – Batterie chargée par le courant excédentaire.....	15
Figure I.17 : Mode 3 – Courant nul dans la batterie.....	16
Figure I.18 : Mode 4 – La batterie se décharge dans le circuit.....	16
Figure I.19 : Mode 5 – La batterie fournit tout le courant d'utilisation.....	17
Figure II.1 : Schéma équivalent d'une cellule idéale.....	19
Figure II.2 : Schéma équivalent d'une PV modelé à une diode.....	20
Figure II.3 : Schéma bloc d'un module photovoltaïque sous Matlab/Simulink....	23
Figure II.4 : Caractéristique I(V) d'une cellule (T=25°C, G=1000W/m ²).....	23
Figure II.5 : Caractéristique P(V) d'une cellule (T=25°C, G=1000W/m ²).....	24
Figure II.6 : Caractéristique I _{pv} (V _{pv}) d'un module sous différentes T.....	24
Figure II.7 : Courbes P _{pv} (V _{pv}) d'un module sous différentes T.....	25
Figure II.8 : Caractéristique I _{pv} (V _{pv}) pour différents niveaux d'éclairement (T=25°C)	25
Figure II.9 : Caractéristique P _{pv} (V _{pv}) pour différents niveaux d'éclairement(T=25°C)	26
Figure II.10 : Chaine élémentaire de conversion photovoltaïque.....	26
Figure II.11 : Caractéristique P _{pv} (V _{pv}) d'un panneau solaire.....	27
Figure II.12 : Organigramme de la méthode de (P&O).....	28
Figure II.13 : Principe de base d'un hacheur.....	29
Figure II.14 : Hacheur parallèle (Boost).....	30
Figure II.15 : Hacheur parallèle, Fonctionnement à courant de source ininterrompu.....	31
Figure II.16 : schéma bloc d'un panneau photovoltaïque commandé par la méthode P&O.....	32
Figure II.17 : allure de la puissance du PV sous les conditions (1000 W/m ² , T _a =25°C)..	33
Figure II.18 : allure de la tension du PV sous les conditions (1000 W/m ² , T _a =25°C)....	33
Figure II.19 : Influence de l'irradiation sur la caractéristique P _{pv} =f(V _{pv}) avec optimisation par la P&O.....	34

Figure II.20: Influence de la température sur la caractéristique $P_{pv}=f(V_{pv})$ avec optimisation par la P&O.....	34
Figure II.21 : Influence de l'irradiation sur la caractéristique $I_{pv}=f(V_{pv})$ avec optimisation par la P&O.....	35
Figure II.22 : Influence de la température sur la caractéristique $I_{pv}=f(V_{pv})$ avec optimisation par la P&O.....	35
Figure III-1 : Les premiers ascenseurs utiliser.....	38
Figure III-2 : Ascenseur et monte-charge.....	39
Figure III.3 : Ascenseur hydraulique.....	40
Figure III.4 : Les différents types de traction.....	41
Figure III.5 : Représentation et le mouvement des différents éléments de l'ascenseur....	42
Figure III.6 : Chaîne fonctionnelle de l'ascenseur.....	43
Figure III.7 : Coupe générale d'un ascenseur.....	44
Figure III.8 : Amortisseur.....	45
Figure III.9 : Cabine d'ascenseur.....	45
Figure III.10 : Câbles de traction.....	46
Figure III.11 : Contrepoids.....	46
Figure III.12 : Exemple d'un système parachute et limiteur de vitesse.....	48
Figure III.13 : Machinerie ascenseur.....	49
Figure III.14 : Armoire de commande d'un ascenseur.....	50
Figure III.15 : Détecteur de proximité inductive.....	51
Figure III.16 : Détecteur de proximité capacitive.....	51
Figure III.17 : Détecteur de proximité photo électrique.....	52
Figure IV.1 : Moteur de l'ascenseur	54
Figure IV.2 : Plaque signalétique du moteur.....	55
Figure IV.3 : Armoire de commande.....	56
Figure IV.4 : Contre poids.....	56
Figure IV.5 : Poulies tendeuse.....	57
Figure IV.6 : Panneaux solaire du type SF400M.....	58
Figure IV.7 : Support charpente métallique	58
Figure IV.8 : Onduleur et régulateur MPPT.....	58
Figure IV.9 : Représentation architectonique de système.....	64
Figure IV.10 : Fusible et port fusible.....	65
Figure IV.11 : Fusible et port fusible.....	66
Figure IV.12 : Sectionneur DC.....	66
Figure IV.13 : Parafoudre DC.....	66
Figure IV.14 : Disjoncteur différentiel.....	67
Figure IV.15 : Interrupteur différentiel.....	68
Figure IV.16 : Mise à la terre.....	68
Figure IV.17 : Schéma électrique et mécanique d'un inverseur de deux source.....	70

Liste des tableaux

Tableau II.1 : Caractéristique électrique du module PV SM 110.....	22
Tableau II.2 : caractéristique électrique de la cellule.....	22
Tableau II.3 : Les modes de perturbation de la méthode P&O.....	27
Tableau IV.1 : Caractéristique électrique du module PV SF400M.....	62
Tableau IV.2 : Caractéristique technique du l'onduleur	63
Tableau IV.3 : Facture de l'installation photovoltaïque	69

Liste d'abréviation

I_{ph}	Photon courant
I_{pv}	le courant généré par le module
E	L'éclairement absorbe par la cellule
E_{ref}	L'éclairement de référence (1000 W/m ²)
V_{pv}	La tension crêt du panneau
I_d	Courant de diode
I_0	Courant de saturation inverse de la diode
V_d	Tension de la diode
V_t	Tension thermique
R_S	Les pertes par effet joule
q	la charge de l'électron
N	Facteur d'idéalité de la photopile
K	Constant de boltzmann
R_{sh}	La résistance shunt
I_p	Le courant de la résistance shunt
P_1, P_2, P_3, P_4	Paramètres constant
E_s	L'éclairement
T_j	Température
T_{jref}	Température sous condition standard
E_{sref}	L'éclairement sous condition standard
I_{0d}	Courant de saturation de la diode
N_s	Nombre total de cellules connecte en série et /ou parallèle
A	Facteur idéal
U	Tension de source continue
α	rapport cyclique
U_L	Tension aux bornes de l'inductance
i_L	courant traversant l'inductance
U_C	Tension disponible à la sortie
U_{C0}	Tension moyenne constante à la sortie du hacheur
U_K	Tension aux bornes de l'interrupteur
V_d	Tension aux bornes de la diode
C	La capacité du condensateur
P_t	Puissance total consommée par l'ascenseur

P_a	Puissance consommée par le moteur
P_L	Puissance consommée par l'éclairage de la cabine
P_C	Puissance consommé par le système de contrôle et d'affichage
E_C	L'énergie électrique journalière consommée par l'ascenseur
T_f	Le temps du fonctionnement de l'ascenseur par jour
E_d	Energie totale demande par l'ascenseur
N	Nombre de jour d'autonomie
D	Décharge maximal admissible aux batteries
U	Tension d'utilisation
C	Capacité totale des batteries
N_{BS}	Nombre de batterie en sérié
N_{BP}	Nombre de batterie en parallèle
N_{tb}	Nombre total de batterie a installé
P_{pv}	Puissance délivré par le générateur photovoltaïque
I_r	Le coefficient d'éclairement solaire
N_P	Nombre totale de panneau a installé
P_m	Puissance crête du panneau

Introduction générale

L'alimentation des ascenseurs en particulier celles de transport des malades, a un aspect essentiel pour assurer leur bon fonctionnement dans les établissements de santé. Traditionnellement ces ascenseurs sont alimentés par le réseau électrique conventionnel, ce qui peut entraîner une dépendance énergétique coûteuse et une empreinte carbone élevée. Hors, l'énergie photovoltaïque émerge comme une alternative prometteuse pour l'alimentation de ces dernières, offrant une solution plus durable et respectueuse de l'environnement. L'énergie photovoltaïque est une technologie qui convertit directement la lumière du soleil en électricité utilisable. Elle repose sur l'utilisation de panneaux solaires composés des cellules photovoltaïques qui captent les photons de la lumière solaire et les transforment en courant. Cette électricité peut ensuite être utilisée pour alimenter divers appareils, comme les ascenseurs monte-malade qui présentent de nombreux avantages. Tout d'abord, elles permettent de réduire la dépendance aux sources d'énergie non renouvelables, contribuant ainsi à la transition vers un mode de fonctionnement plus favorable de l'environnement.

Les panneaux solaires peuvent être installés sur le toit ou sur les façades des bâtiments, exploitant ainsi efficacement l'espace disponible. Ce qui nous permet d'être plus autonomes sur le plan énergétique, réduisant ainsi notre dépendance au réseau électrique conventionnel et les tarifs. Ils peuvent être alimentés pour un ascenseur qui donne une continuité de fonctionnement même après une panne de courant, assurant ainsi une mobilité verticale continue pour les patients et le personnel médical. C'est ainsi que dans les situations d'urgences, les défis techniques et économiques qu'on ressent, la disponibilité intermittente de cette énergie et de son stockage, sont des aspects clés à prendre en compte.

Ce mémoire est organisé en quatre chapitres qui couvrent différents aspects de la conception et de la mise en œuvre d'un système photovoltaïque pour alimenter un ascenseur électrique monte malade.

Le premier chapitre présente une introduction générale aux systèmes photovoltaïques, y compris les principes de base de la conversion d'énergie solaire en énergie électrique, ainsi que les différents types de panneaux solaires disponibles, les composants d'un système photovoltaïque et les facteurs qui affectent ses performances.

Le deuxième chapitre est consacré à la modélisation des cellules photovoltaïques et à la simulation d'un module sous MATLAB/Simulink. Il décrit en détail les modèles mathématiques utilisés pour simuler le comportement des cellules photovoltaïques et explique comment ces modèles peuvent être utilisés pour concevoir des systèmes photovoltaïques efficaces et économiques. Il présente également les différentes méthodes de simulation disponibles, y compris les conditions climatiques, d'où la méthode utilisée est celle de MPPT (PO) avec un hacheur élévateur (Boost)

Dans le chapitre trois, nous décrirons l'ascenseur électrique et ses éléments principaux, nous allons présenter une généralité sur les ascenseurs leur type et ces composantes, leur système de sécurité, et les parties électriques et mécaniques

Enfin, le quatrième chapitre est consacré à présenter l'ascenseur disponible au niveau de l'hôpital (Khlil Amran) à Bejaïa, d'où le choix d'un système photovoltaïque qui pourra révolutionner cet ascenseur a six étages au sein de l'hôpital, y compris les équations à suivre pour déterminer le nombre des déférents composant de cette installation et leur branchement ainsi que le calibre et les déférent dispositifs de protection.

CHAPITRE I

GENERALITE SUR LE SYSTEME PHOTOVOLTAÏQUE

CHAPITRE I: GENERALITE SUR LE SYSTEME PHOTOVOLTAÏQUE

1. Introduction

Les énergies renouvelables sont des sources d'énergie qui se renouvellent naturellement et sont inépuisables ou temps humaine. Contrairement aux énergies fossiles telles que le pétrole et le gaz, qui sont limitées et épuisables. Les énergies renouvelables les plus courantes sont l'énergie solaire, l'énergie éolienne, l'énergie hydraulique, l'énergie géothermique et l'énergie biomasse.

L'utilisation des énergies renouvelables est de plus en plus répandue dans le monde entier, car elles sont non seulement écologiques, mais aussi économiques à long terme.

Les avantages des énergies renouvelables sont nombreux, notamment la réduction des émissions de gaz à effet de serre, la diversification des sources d'énergie, la sécurité énergétique, la création d'emplois locaux et la promotion du développement durable. Le développement et la promotion des énergies renouvelables sont considérés comme l'une des solutions les plus efficaces pour faire face aux défis environnementaux et énergétiques auxquels le monde est confronté aujourd'hui.

2. Différents types énergies renouvelables

Il existe plusieurs types d'énergies renouvelables entre autres [1] :

- L'énergie solaire est produite par la lumière et la chaleur du soleil. Elle peut être convertie en électricité à l'aide de panneaux solaires photovoltaïques.
- L'énergie éolienne est produite par la force du vent, elle est aussi captée par des éoliennes, qui transforment l'énergie cinétique du vent en énergie électrique.
- L'énergie hydraulique est produite par la force de l'eau en mouvement, tel que les chutes et les courants de rivière. Cette énergie est convertie en électricité par des turbines hydrauliques.
- La biomasse est produite à partir de matières organiques comme le bois, les déchets agricoles ou les résidus forestiers. Elle peut être utilisée pour chauffer des bâtiments ou pour produire de l'électricité à l'aide de centrales thermiques à biomasse.
- L'énergie géothermique est produite par la chaleur de la terre qui peut être utilisée pour chauffer des bâtiments ou pour produire l'électricité à l'aide de centrales géothermiques.

3. Énergie solaire

L'énergie solaire est une forme renouvelable qui provient directement du soleil. Elle est produite par la conversion de lumière du soleil en énergie électrique ou thermique utilisable pour alimenter des appareils électriques ou chauffer des bâtiments.

Il existe deux principales technologies pour la production d'énergie solaire :

- Première est la technologie photovoltaïque, qui utilise des cellules solaires pour convertir la lumière du soleil en électricité. Les panneaux solaires photovoltaïques sont généralement installés sur les toits des bâtiments ou dans des fermes solaires pour produire de l'électricité à grande échelle.
- Seconde est la technologie solaire thermique, qui utilise des capteurs solaires pour absorber la chaleur du soleil qui sera convertie en énergie thermique. Cette technologie est utilisée pour chauffer l'eau ou l'air dans les bâtiments, ou pour la produire à grande échelle dans des centrales solaires thermiques.

Le solaire est considérée comme une source d'énergie propre, elle ne produit pas d'émissions polluantes ni de gaz à effet de serre. Cependant, son coût initial est souvent plus élevé que celui des autres sources d'énergie, ce qui peut rendre son adoption difficile dans certaines régions du monde. Mais le défi d'aujourd'hui a rendu l'énergie solaire en constante évolution d'où son coût diminue progressivement, rendant ainsi cette technologie de plus en plus accessible, économiquement viable [2].

4. Rayonnement solaire

Le Soleil émet un rayonnement électromagnétique d'un spectre allant de $0,2\mu\text{m}$ (ultraviolet) à $4\mu\text{m}$ (infrarouge) comme indique la Figure (I.1) [3].

- Le rayonnement solaire direct est reçu directement du soleil, sans diffusion.
- Le rayonnement est constitué par la lumière diffusée par l'atmosphère (air, nébulosité, aérosols).
- L'albédo est la partie réfléchiée par le sol, il est déterminé à l'aide d'un appareil albedomètre et dépend de l'environnement du site.
- Le rayonnement solaire global est la somme des différents rayonnements, qui se mesure avec un pyranomètre.

CHAPITRE I: GENERALITE SUR LE SYSTEME PHOTOVOLTAÏQUE

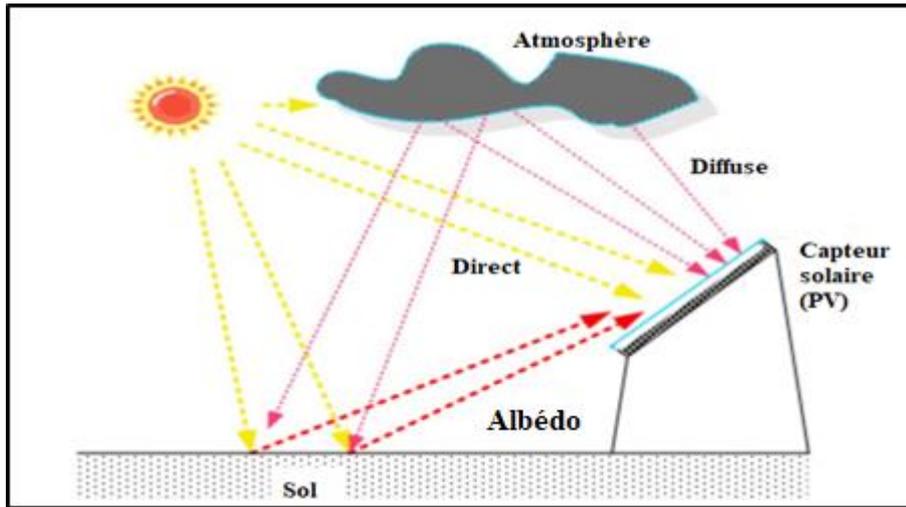


Figure I.1 : Les composantes du rayonnement incident sur une surface inclinée.

5. Gisement solaire en Algérie

La durée d'insolation sur la quasi-totalité du territoire national dépasse les 2000 heures annuellement et peut atteindre les 3900 heures (hauts plateaux et Sahara). L'énergie acquise quotidiennement sur une surface horizontale de 1m^2 est de l'ordre de 5 KWh sur la majeure partie du territoire national, soit près de $1700\text{KWh}/\text{m}^2/\text{an}$ au Nord et $2263\text{ kWh}/\text{m}^2/\text{an}$ au Sud du pays.

La situation géographique de l'Algérie lui offre un gisement solaire très élevé, ce qui la classe parmi les trois pays qui disposent des meilleurs gisements solaires dans le monde comme le montre Figure (I.2) [4].

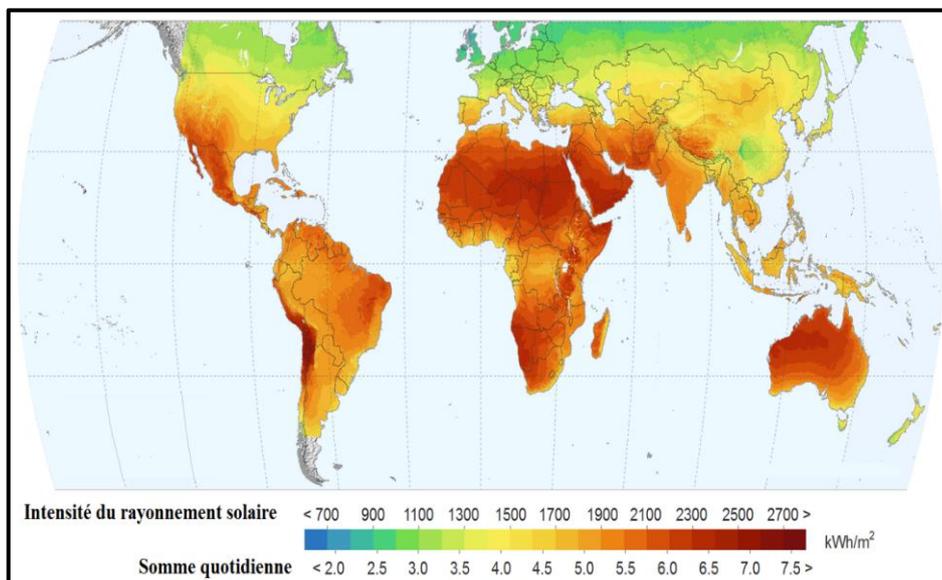


Figure I.2 : Répartition mondiale du gisement solaire.

6. Histoire sur les panneaux solaires

L'histoire des panneaux solaires remonte à plus d'un siècle. En 1839, le physicien français Alexandre-Edmond Becquerel a découvert l'effet photovoltaïque, qui est le principe selon lequel certaines matières sont capables de convertir la lumière du soleil en électricité.

Il a fallu attendre le début du XXe siècle pour que les premières cellules photovoltaïques soient développées. En 1954, les scientifiques américains Daryl Chapin, Calvin Fuller et Gerald Pearson ont créé la première cellule solaire efficace à l'aide de silicium. Cette invention a ouvert la voie à la production de panneaux solaires pour la génération d'électricité. Pendant les années 1960 et 1970, les panneaux solaires ont été utilisés principalement pour les applications spatiales, tels que les satellites.

Dans les années 1980, l'industrie solaire a commencé à se développer pour répondre à la demande croissante en énergie renouvelable. Les panneaux solaires sont devenus plus efficaces, moins chers grâce à l'amélioration des technologies de production et des matériaux. Depuis lors, l'industrie solaire a connu une croissance exponentielle.

Les panneaux solaires sont de plus en plus utilisés pour produire de l'énergie à grande échelle, en particulier dans les régions ensoleillées. Ils sont également utilisés pour fournir de l'électricité aux habitations, aux entreprises et aux communautés qui n'ont pas accès au réseau électrique. Aujourd'hui, ils continuent de s'améliorer avec des cellules solaires plus efficaces et moins coûteuses [5].

7. Principe de fonctionnement d'une cellule photovoltaïque

Pour expliquer le fonctionnement d'une cellule photovoltaïque, il faut reprendre quelques notions de physique. Le silicium, matériau principal de la cellule est composé d'atomes. Ces atomes sont eux-mêmes composés d'un noyau et d'électrons qui gravitent autour de celui-ci [6], [7].

Lorsque les électrons du silicium se retrouvent en contact de photons (particules de la lumière du soleil), ils s'agitent afin qu'ils circulent de façon à créer un courant électrique, il est donc nécessaire d'avoir un pôle positif et un pôle négatif, comme sur les piles électriques. Pour cela, le silicium est associé au bore pour obtenir le pôle positif, et au phosphore pour le pôle négatif (c'est le côté qui est face au soleil). Grâce à ce système de pôles positif et négatif, les électrons se déplacent de façon naturelle entre les deux afin de rééquilibrer les charges. Cela crée un courant électrique (Figure I.3) [8].

CHAPITRE I: GENERALITE SUR LE SYSTEME PHOTOVOLTAÏQUE

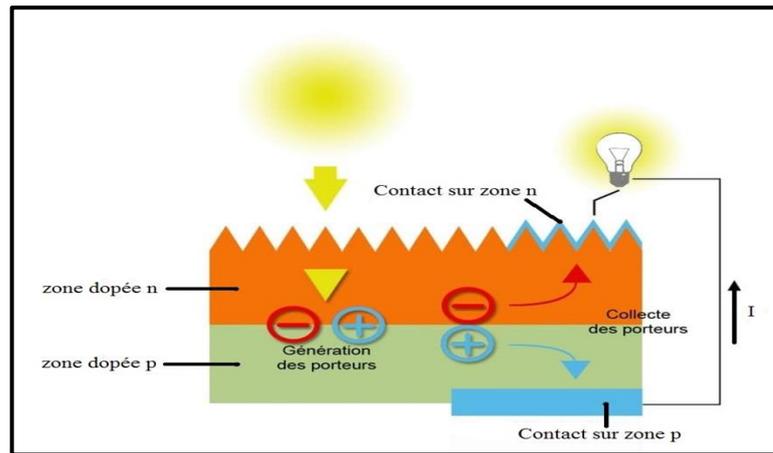


Figure I.3 : Structure de base d'une cellule photovoltaïque

8. Rendement d'une cellule photovoltaïque

Le rendement d'une cellule photovoltaïque mesure l'efficacité avec laquelle elle convertit la lumière du soleil en électricité utilisable. Il s'exprime en pourcentage et correspond au rapport entre la puissance produite par la cellule et la puissance lumineuse reçue par celle-ci (Figure I.4).

Le rendement des cellules photovoltaïques dépend de plusieurs facteurs, tels que la qualité des matériaux utilisés, le design de la cellule, le spectre de la lumière du soleil, la température, etc.

- Les cellules qui ont le moins bon rendement sont celles au silicium amorphe : il est compris entre **6 % et 9 %**.
- Les cellules en silicium polycristallin ont un rendement situé entre **13 % et 18 %**.
- Les cellules ayant le meilleur rendement sont celles au silicium monocristallin, pour un rendement situé entre 16 % et 24 %.

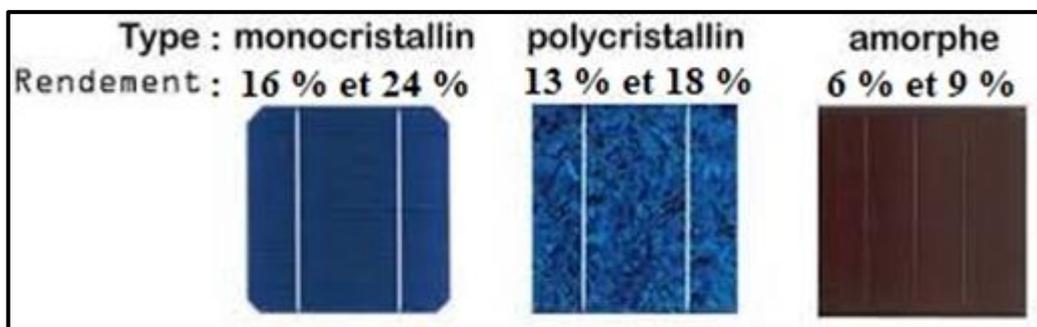


Figure I.4 : les différents types des cellules

Certains facteurs, autres que la technologie utilisée, peuvent avoir un impact sur le rendement d'une cellule photovoltaïque. C'est le cas par exemple de l'orientation et de

CHAPITRE I: GENERALITE SUR LE SYSTEME PHOTOVOLTAÏQUE

l'inclinaison des panneaux, de la zone géographique d'implantation ou encore de la présence de zone ombragée sur le toit. Pour rappel, un rendement optimal est possible avec une orientation sud, une inclinaison à 30° , une région ensoleillée et aucune zone d'ombre sur les panneaux [6], [7].

9. Caractéristiques électriques des cellules photovoltaïques

Sous un éclairage donné, toute cellule photovoltaïque est caractérisée par une courbe courant-tension I-V (Figure I.5), représentant l'ensemble des configurations électriques que peut prendre la cellule. Trois grandeurs physiques définissent cette courbe :

- Sa tension à vide : V_{co} . Cette valeur représenterait la tension générée par une cellule éclairée non raccordée.
- Son courant court-circuit : I_{cc} . Cette valeur représenterait le courant généré par une cellule éclairée raccordée à elle-même.
- Son point de puissance maximal : MPP (*Maximal Power Point*) obtenu pour une tension et un courant optimaux : V_{opt} , I_{opt} (parfois appelés aussi V_{mpp} , I_{mpp}) [9].

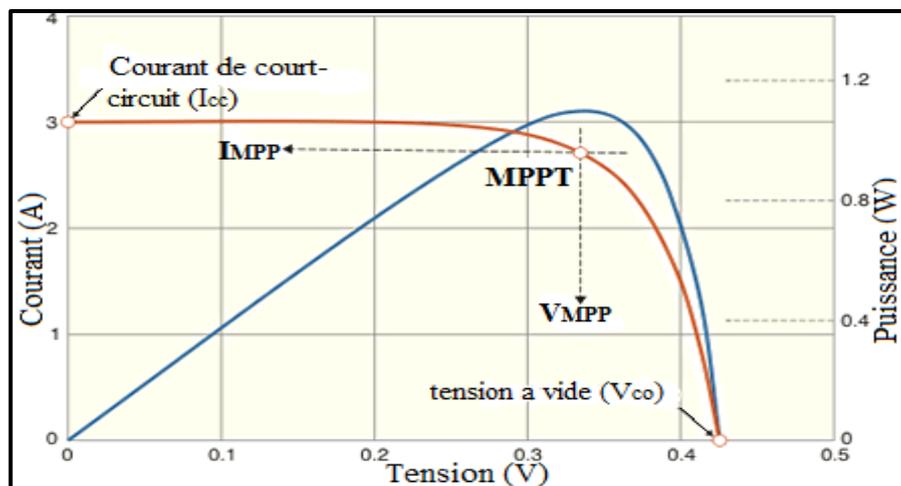


Figure I.5 : courbe courant-tension de la cellule

10. Association en série et en parallèle des cellules photovoltaïques

Dans les conditions standardisées de test, la puissance maximale pour une cellule Si (silicium) de 100 cm^2 (10 sur 10) tourne aux alentours de 1,25 Watt. Cette cellule constitue donc un générateur de très faible puissance, insuffisant pour les applications électriques courantes. Les modules sont donc réalisés par association, en série et/ou en parallèle, de cellules élémentaires (Figure I.6 et I.7). La connexion en série augmente la tension pour un même

CHAPITRE I: GENERALITE SUR LE SYSTEME PHOTOVOLTAÏQUE

courant alors que la connexion en parallèle augmente le courant pour une tension identique. Pour que l'électricité générée soit utilisable pour nos applications électriques, il est donc nécessaire d'associer entre elles un grand nombre de cellules [10].

➤ Association en série

Par association en série (Figure I.6), les cellules sont traversées par le même courant et la tension résultante correspond à la somme des tensions générées par chacune des cellules.

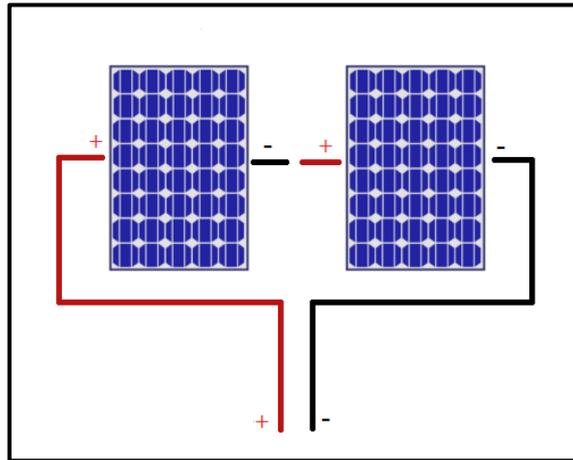


Figure I.6 : association en série.

➤ Association en parallèle

Par association en parallèle (Figure I.7), les cellules sont soumises à la même tension et le courant résultant correspond à la somme des courants générés par chacune des cellules.

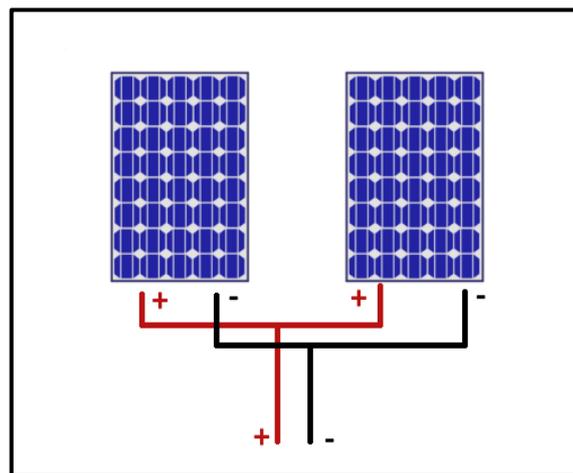


Figure I.7 : association en parallèle.

➤ Combinaison parallèle et série

En combinant les deux méthodes, vous pouvez obtenir à la fois une tension élevée et un courant élevé (Figure I.8), ce qui est souvent nécessaire pour alimenter les charges électriques.

CHAPITRE I: GENERALITE SUR LE SYSTEME PHOTOVOLTAÏQUE

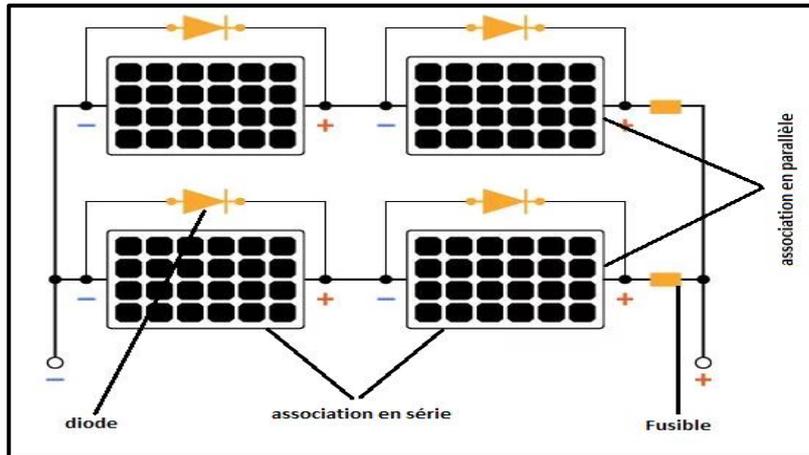


Figure I.8 : association parallèle et série

11. Protection des panneaux photovoltaïques

11.1 Diode de by-pass [11]

Les diodes de dérivation (ou diodes de by-pass) sont souvent utilisées dans les systèmes solaires photovoltaïques pour minimiser les pertes de puissance dues aux ombrages partiels ou aux cellules défectueuses dans un panneau solaire.

Lorsqu'une cellule est ombragée ou endommagée, elle peut devenir une charge pour les autres cellules en série dans le même panneau, ce qui peut réduire considérablement la production d'énergie de l'ensemble du panneau. Les diodes de dérivation sont utilisées pour éviter ce problème en offrant un chemin de dérivation pour contourner la cellule ombragée ou endommagée.

Les diodes de by-pass sont généralement connectées en parallèle avec chaque cellule dans le panneau, ce qui détourne le courant électrique qui la traverse et le dirige vers les autres cellules saines (Figure I.9), évitant ainsi les pertes de puissance dans l'ensemble du panneau.

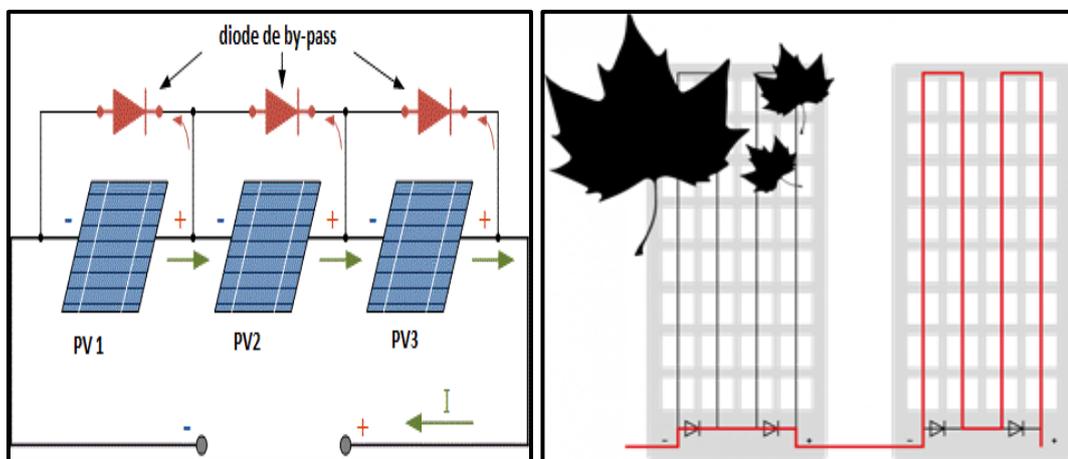


Figure I.9: Diode de by-pass

CHAPITRE I: GENERALITE SUR LE SYSTEME PHOTOVOLTAÏQUE

11.2 Diode anti retour

Utilisée pour empêcher le courant de circuler dans le sens inverse dans un circuit électrique. Dans le contexte des panneaux solaires, une diode antiretour est placée en série avec chaque cellule solaire ou chaque groupe de cellules pour éviter les pertes de rendement comme indique la figure I.10.

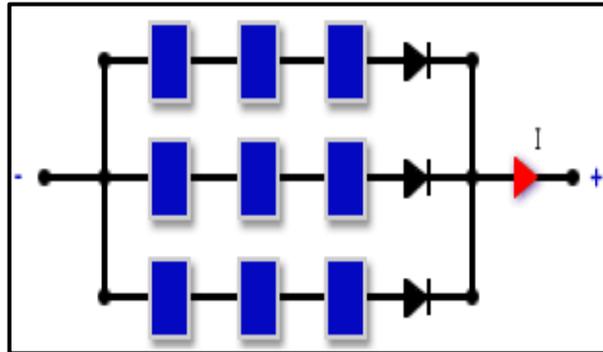


Figure I.10 : Diode anti retour

12. Éléments d'un système de production d'électricité solaire

Ce système PV se compose de plusieurs éléments principalement (Figure I.11), les modules PV qui représentent le champ de captage des rayons solaires. Les batteries qui constituent le champ de stockage ont le régulateur qui protège la batterie contre la surcharge, il règle la valeur de la tension nominale, l'onduleur qui assure la conversion du courant continu en courant alternatif dont les utilisateurs ont besoin et le câblage qui relie les différents composants du système entre eux [12].

Généralement une installation photovoltaïque comprend les éléments suivants :

- Un générateur photovoltaïque.
- Un convertisseur statique continu / continu (DC/DC).
- Un convertisseur statique continu / alternatif (DC/AC).
- Un système de régulation et de stockage.

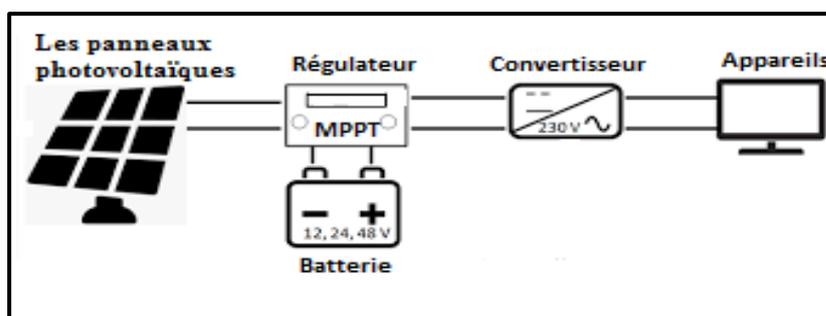


Figure I.11 : Diagramme du cheminement de l'énergie photovoltaïque.

CHAPITRE I: GENERALITE SUR LE SYSTEME PHOTOVOLTAÏQUE

12.1 Convertisseur DC-DC (Hacheur)

Un convertisseur DC-DC pour les panneaux solaires, également appelé régulateur de charge, est un dispositif électronique qui permet de réguler la tension et le courant provenant des panneaux avant de les charger dans une batterie ou de les utiliser pour alimenter les appareils électriques.

Le convertisseur DC-DC pour les panneaux est généralement de type MPPT (Maximum Power Point Tracking), ce qui signifie qu'il est capable d'optimiser l'efficacité de la conversion en recherchant le point de puissance maximale des panneaux en fonction des conditions d'irradiation et de température. Cela permet d'augmenter l'efficacité de conversion et donc de maximiser la production d'énergie électrique à partir des panneaux [12], [13].

12.2 Convertisseur DC-AC (Onduleur)

Un onduleur pour les panneaux, est un équipement électronique qui convertit le courant continu (DC) produit par les panneaux solaires en courant alternatif (AC) utilisable par les appareils électriques. Ces panneaux produisent de l'électricité en courant continu, mais la plupart des appareils électriques domestiques fonctionnent avec du courant alternatif [12], [13].

Il existe plusieurs critères à considérer lors du choix d'un onduleur pour les panneaux notamment :

- La puissance de l'onduleur doit être adaptée à la puissance de sortie. Il est important de choisir un onduleur qui peut supporter la puissance maximale des panneaux, afin de maximiser le rendement du système.
- L'efficacité de l'onduleur détermine la quantité d'énergie produite par les panneaux qui peut être utilisée par les appareils électriques, d'où le choix d'onduleurs de haute qualité d'une efficacité supérieure à 95%.
- Il existe différents types d'onduleurs pour les panneaux solaires, notamment les onduleurs centralisés, les micro-onduleurs et les optimiseurs de puissance.
- La fiabilité de l'onduleur est un facteur important car une panne de celui-ci peut entraîner une perte d'énergie et des coûts de réparation considérable.
- La durée de la garantie est un critère important, car elle peut offrir une protection financière à long terme en cas de défaillance.

13. Câblage des panneaux solaires

Le câblage des panneaux solaires est l'ensemble des connexions électriques nécessaires pour relier les panneaux entre eux au système électrique d'une habitation, qui comprend généralement les éléments suivants [14] :

13.1 Câble solaires :

Ce sont des câbles spécialement conçus pour résister aux conditions extérieures et aux rayons UV (Figure I.12). Ils sont utilisés pour être relier entre eux en série ou en parallèle. Dans tous les cas, les câbles dédiés à utiliser sont les câbles électriques spéciaux solaires photovoltaïques de la série H1Z2Z2-K. Ces câbles sont stockés et disponibles en couleur rouge ou noir (bleu sur commande), en section 4mm², 6mm², 10mm² et 16mm².



Figure I.12 : câble solaire

13.2 Boîtes de jonction :

Ce sont des boîtiers qui permettent de connecter les câbles des panneaux solaires. Ils sont souvent étanches pour protéger les connexions contre l'eau, la poussière et d'autres éléments.

13.3 Câble d'alimentation :

Ce sont des câbles qui relient les panneaux solaires à l'onduleur et les batteries ou tout appareil de gestion située en intérieur (Figure I.13). Ils peuvent être enfouis dans le sol ou fixés sur une structure pour éviter les risques d'endommagement. En effet, les fils et câbles des série H07V-K, H07RN-F ou bien encore U1000 R2V conviennent parfaitement.

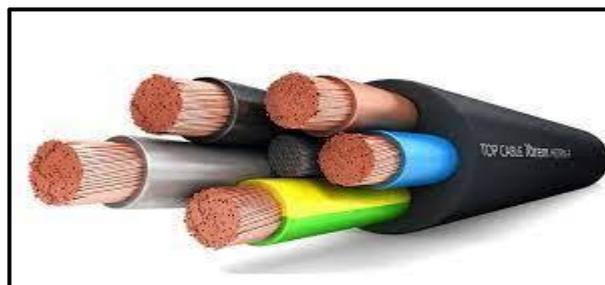


Figure I.13: câble d'alimentation

14. Contrôle énergétique est son principe de fonctionnement

Le panneau solaire charge la batterie en période d'ensoleillement. La batterie d'accumulateurs assure le stockage journalier et / ou saisonnier de l'énergie électrique. La diode anti-retour évite la décharge des accumulateurs à travers le panneau solaire en période d'obscurité. Le régulateur de charge protège la batterie contre la surcharge et éventuellement contre les décharges profondes occasionnelles [15].

➤ Schéma de principe :

Un générateur photovoltaïque avec batterie comprend généralement différents composants de base comme l'indique la figure suivante :

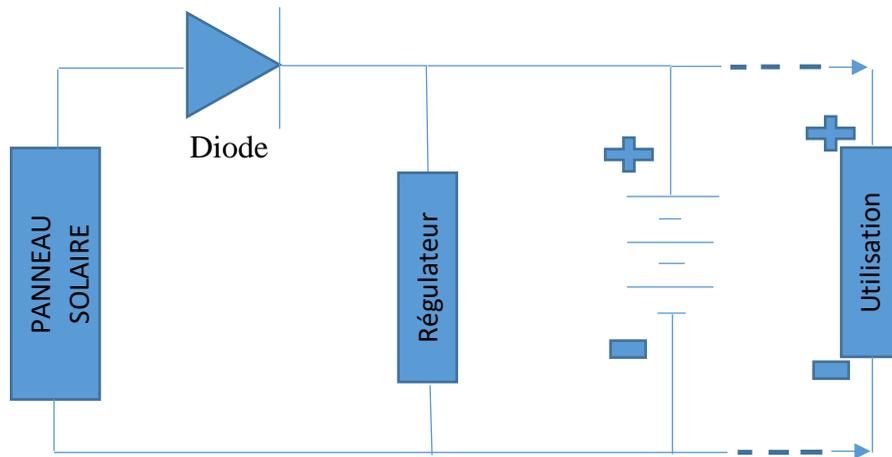


Figure I.14 : Schéma de principe d'un système PV avec batterie

14.1 Mode de fonctionnement

Pour un système donné, 5 modes de fonctionnement peuvent exister en fonction de l'ensoleillement et du courant d'utilisation (Figure I.15, 16, 17, 18, 19) [16].

14.1.1 Premier mode de fonctionnement

➤ Déconnexion de la charge

Si la charge est déconnectée, le courant du panneau solaire, charge la batterie.

CHAPITRE I: GENERALITE SUR LE SYSTEME PHOTOVOLTAÏQUE

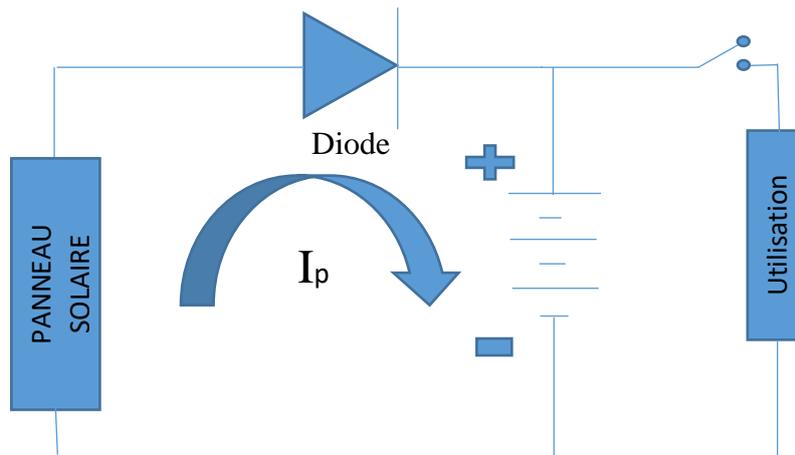


Figure I.15 : Mode 1 – Charge déconnectée

14.1.2 Deuxième mode de fonctionnement

➤ Excédent de courant

La charge est connectée, le courant provenant du panneau solaire est supérieur au courant d'utilisation. Le courant excédentaire charge la batterie :

$$I_p = I_B + I_U$$

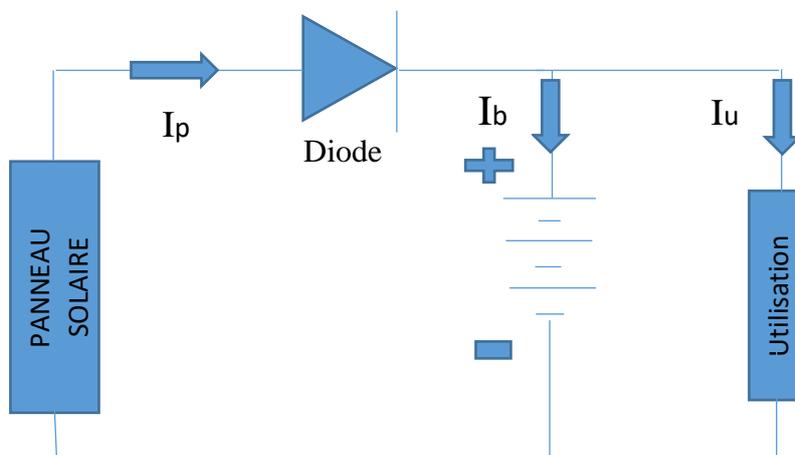


Figure I.16 : Mode 2 – Batterie chargée par le courant excédentaire

14.1.3 Troisième mode de fonctionnement

➤ Courant nul

Quand la charge est connectée, le courant provenant du panneau solaire se trouve pour un ensoleillement donné, égal au courant d'utilisation : $I_P = I_U$. Aucun courant ne traverse la batterie : $I_B = 0$.

CHAPITRE I: GENERALITE SUR LE SYSTEME PHOTOVOLTAÏQUE

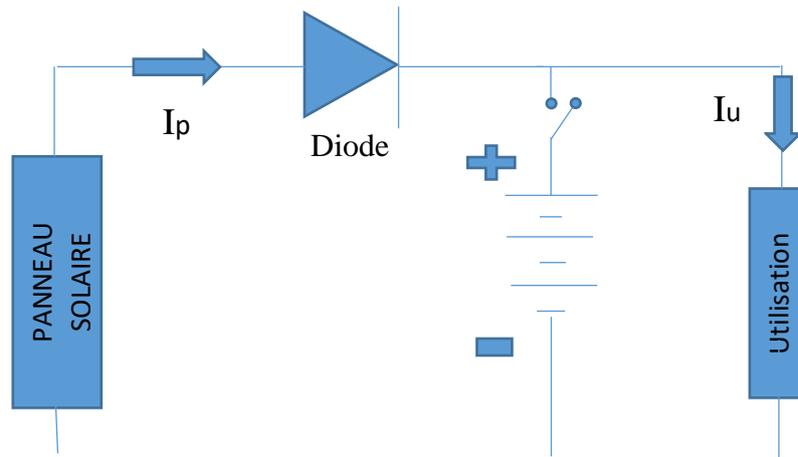


Figure I.17 : Mode 3 – Courant nul dans la batterie

14.1.4 Quatrième mode de fonctionnement

➤ Déficit de courant

Si la charge est connectée, le courant provenant du panneau solaire est inférieur au courant d'utilisation. La batterie se décharge en fournissant le courant déficitaire : $I_B = I_U - I_P$

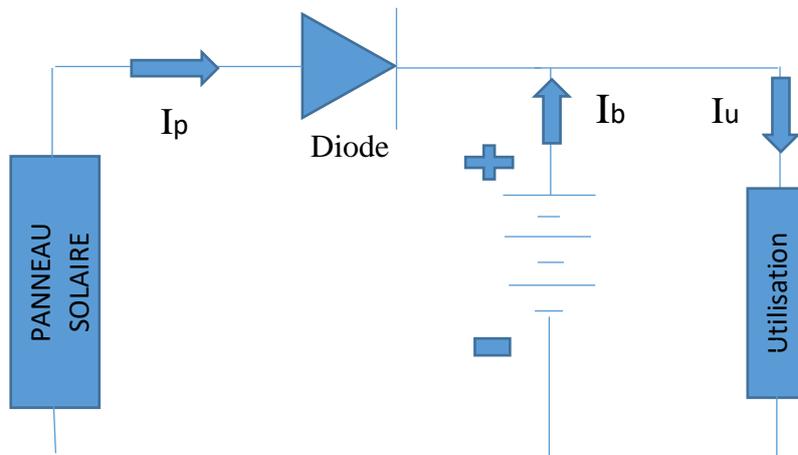


Figure I.18 : Mode 4 – La batterie se décharge dans le circuit

14.1.5 Cinquième mode de fonctionnement

➤ Le mode nocturne

La charge est connectée. Le courant provenant du panneau solaire est nul $I_P = 0$ (période d'obscurité). La diode anti-retour est bloquée. La batterie se décharge en fournissant le courant d'utilisation $I_B = I_U$.

CHAPITRE I: GENERALITE SUR LE SYSTEME PHOTOVOLTAÏQUE

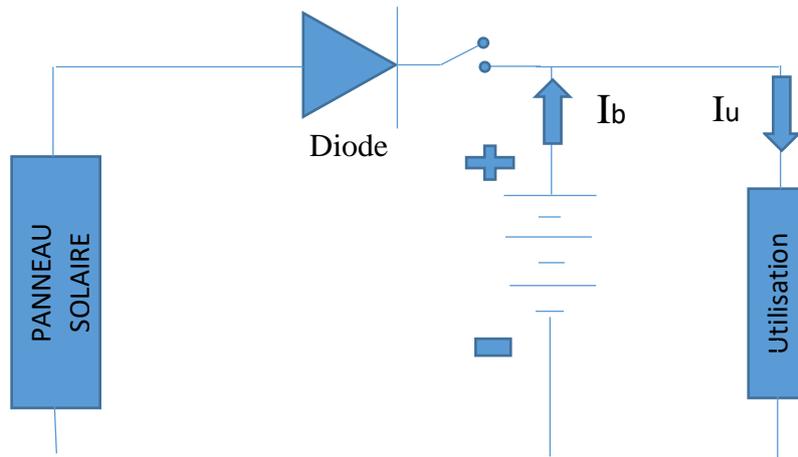


Figure I.19 : Mode 5 – La batterie fournit tout le courant d'utilisation

15. Avantages et inconvénients de l'énergie solaire

➤ **Avantage**

- L'énergie solaire est une source renouvelable qui ne s'épuise pas.
- Contrairement aux combustibles fossiles, les panneaux photovoltaïques n'émettent pas de gaz à effet de serre pendant leur fonctionnement.
- Une fois installés, les panneaux photovoltaïques ont des coûts d'exploitation très faibles, car ils n'ont pas besoin de carburant ou de maintenance fréquente.
- Les panneaux photovoltaïques peuvent être installés sur des toits ou des terrains, ce qui permet de produire de l'électricité localement, évitant ainsi les pertes de transport d'électricité sur de longues distances.
- La durée de vie des panneaux photovoltaïques est d'environ 25 ans, ce qui en fait un investissement à long terme [17].

➤ **Inconvénients**

- Le coût initial d'achat et d'installation de panneaux photovoltaïques est élevé.
- La quantité d'électricité produite par les panneaux photovoltaïques est limitée par l'intensité de la lumière du soleil et les conditions météorologiques.
- Les panneaux photovoltaïques ne fonctionnent pas bien les jours nuageux ou lorsqu'il fait sombre, ce qui signifie qu'ils ne sont pas fiables à 100 %.
- La fabrication des panneaux photovoltaïques peut avoir un impact environnemental important en raison des matériaux utilisés et de la production de déchets.

CHAPITRE I: GENERALITE SUR LE SYSTEME PHOTOVOLTAÏQUE

- Les panneaux photovoltaïques contiennent des produits chimiques et des métaux lourds qui peuvent être toxiques à l'environnement, s'ils ne sont pas éliminés correctement en fin de vie [17].

16. Conclusion

Ce chapitre, présente l'énergie photovoltaïque inclus les panneaux photovoltaïques qui offrent une possibilité de convertir le rayonnement solaire en électricité, ainsi que leur principe de fonctionnement, leur branchement et association, les caractéristiques électriques et les éléments de la protection contre les surintensités et les court-circuits ensuite nous avons étudié les différents modes de stockage d'énergie photovoltaïque et leur contrôle, comme nous avons présenté les composants constituant un système photovoltaïque.

CHAPITRE II

Modélisation et simulation d'une cellule photovoltaïque

1. Introduction

La modélisation des panneaux photovoltaïques est une discipline importante dans le domaine de l'énergie solaire. Elle consiste à créer des modèles mathématiques qui décrivent le comportement des panneaux en fonction de différents paramètres tels que l'ensoleillement, la température, la charge électrique et l'ombrage. L'association de plusieurs cellules PV en série/parallèle crée un générateur photovoltaïque (GPV) qui a une caractéristique statique courante tension $I-V$ non linéaire et présente un point de puissance maximale PPM. Afin de garder le système fonctionne à chaque instant en ce point, un étage d'adaptation entre le PV et la charge doit être utilisée.

Dans ce chapitre, nous allons tenter de définir un modèle s'appliquant au module Photovoltaïque commandé par MPPT, afin d'analyse et évaluer les déférentes caractéristique de ce modelé nous utilisons MATLAB/simulink

2. Modélisation et simulation d'une cellule photovoltaïque

2.1 Modèle idéale

Dans le cas idéal, une cellule à jonction PN soumise à un éclairage photovoltaïque connectée à une charge peut être représentée par un générateur de courant I_{ph} connecté en parallèle avec une diode fournissant le courant selon la Figure (II.1) ci-dessous désignée [18].

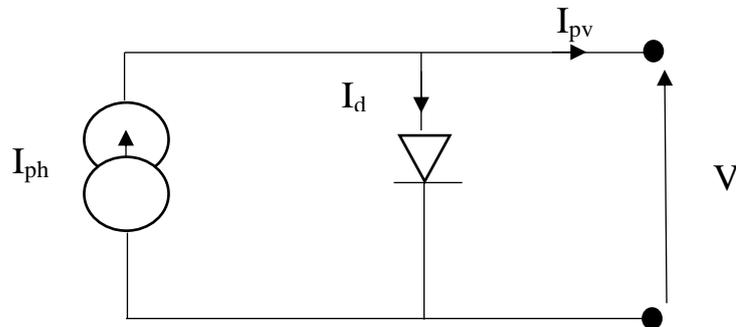


Figure II.1 : Schéma équivalent d'une cellule idéale.

Les équations retenues de ce modèle sont:

$$I_{pv} = I_{ph} - I_d \quad \text{II.1}$$

Le courant I_{ph} est assimilé au courant I_{sc} avec $V_{pv}=0$, courant de court-circuit obtenu en court-circuitant la charge.

$$I_{ph} = I_{sc} = \frac{E}{E_{ref}} \quad \text{II.2}$$

Avec

CHAPITRE II : Modélisation et simulation d'une cellule photovoltaïque

E : L'éclairement absorbé par la cellule

E_{ref} : L'éclairement de référence (1000 W/m²)

$$I_d = I_0 \left(e^{\frac{V_d}{V_t}} - 1 \right) \quad II.3$$

Avec

I_0 : Courant de saturation inverse de la diode

$$V_t = \frac{NKT}{q} \quad II.4$$

V_t : Tension thermique

N : Facteur d'idéalité de la photopile

K : Constant de Boltzmann (1,38.10⁻²³J/K)

q : Charge de l'électron (1,6.10⁻¹⁹C)

2.2 Modèle à une diode

Le schéma équivalent d'une cellule photovoltaïque réelle est représenté sur la Figure (II.2). Ce schéma équivalent est constitué :

- D'une diode (d) représentant la jonction.
- Source de courant (I_{ph}) représentant le photo-courant.
- D'une résistance série (R_s) représentant les pertes par effet Joule.
- Le courant de fuite entre la grille supérieure et la résistance de shunt (R_{sh}), généralement bien supérieure à (R_s) [18].

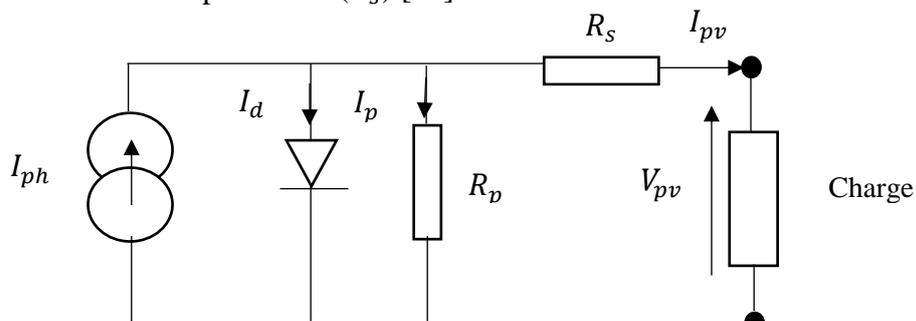


Figure II.2 : Schéma équivalent d'une PV modelé à une diode.

D'après le schéma ci-dessus, la loi de Kirchhoff on obtient l'équation Suivante :

$$I_{pv} = I_{ph} - I_d - I_p \quad II.5$$

I_{pv} : le courant généré par le module

I_{ph} : photon courant

I_d : courant de diode

I_p : le courant shunt

CHAPITRE II : Modélisation et simulation d'une cellule photovoltaïque

Le photon courant produit par la photopile est proportionnel à l'éclairement et dépend aussi de la température, l'expression est la suivante :

$$I_{ph} = P_1 * E_s \left(1 + P_2(E_s - E_{sref}) + P_3(T_j - T_{jref}) \right) \quad \text{II.6}$$

Avec:

E_{sref}, T_{jref} : représentent l'éclairement et la température sous condition STC.

P_1, P_2, P_3 : paramètre constantes

Le courant de la diode est donné par :

$$I_d = I_{od} \left[\exp \left(\frac{q(V_{pv} + R_s I_{pv})}{K.A.N_s.T_j} \right) - 1 \right] \quad \text{II.7}$$

$$I_{od} = P_4 \cdot T_j^3 \cdot \exp \left[\frac{E_g}{K.T_j} \right] \quad \text{II.8}$$

Avec :

I_{od} : courant de saturation de la diode(A).

N_s : nombre totale de cellules connectées en série et / ou en parallèle

E_g : énergie de gap (paramètre caractéristique du matériau pour le Silicium $1.76 \cdot 10^{-19}$)

P_4 : paramètre constante

Le courant de la résistance shunt est donné par :

$$I_p = \frac{V_{pv}}{R_p} \quad \text{II.9}$$

L'équation globale modélisant le générateur photovoltaïque est la suivante :

$$I_{pv} = P_1 * E_s \left(1 + P_2(E_s - E_{sref}) + P_3(T_j - T_{jref}) \right) \cdot T_j^3 \cdot \exp \left[\frac{E_g}{K.T_j} \right] * \left[\exp \left(\frac{q(V_{pv} + R_s I_{pv})}{K.A.N_s.T_j} \right) - 1 \right] - \frac{V_{pv}}{R_p} \quad \text{II.10}$$

2.3 Simulation d'un panneau photovoltaïque

Pour étudier les caractéristiques d'un panneau solaire composé de N_s cellules en série nous allons réaliser le schéma bloc à partir de l'équation global à l'aide du logiciel Matlab-Simulink.

Dans notre travail, nous avons retenu le modèle à une diode qui donne de très bonnes précisions, tout en utilisant le panneau SIEMENS SM 110-24 de 110 W. Le tableau (II-1) donne les caractéristiques électriques du panneau, conformément aux conditions standards ($E = 1000$ W/m², $T_c = 25^\circ\text{C}$).

CHAPITRE II : Modélisation et simulation d'une cellule photovoltaïque

Après la simulation nous allons discuter des résultats de l'effet aux différents paramètres sur les deux caractéristiques courant-tension I_{pv} (V_{pv}) et puissance-tension P_{pv} (V_{pv}) de notre module PV.

➤ **Caractéristiques électriques du panneau SIEMENS SM 110-24**

Les paramètres	Les valeurs
Puissance max du panneau P_m	110W
Puissance nominal P_n	110W
Courant au point de puissance max I_m	3.15A
Tension au point de puissance max V_m	35V
Courant de court-circuit I_{cc}	3.45A
Tension en circuit ouvert V_{oc}	43.5V
Coefficient d'incrémentatation du courant $I_{cc}(a_{cc})$	1.4 mA/°C
Coefficient d'incrémentatation de la tension $V_{oc}(a_{cc})$	-152 mV/°C
Nombre de cellule	72 cellules

Tableau II.1 : Caractéristiques électrique du module PV SM 110-24

➤ **Paramètres de simulation**

T_{jref} [°K] = 298 °K	$P_4 = 31.2367$
E_{ref} [W/m ²] = 1000 W/m ²	$E_g = -1.76e-19$
$P_3 = -0.336e-4$	q [C] = 1.6e-19 C
$P_2 = 0.58e-5$	$A = 1$
$P_1 = 0.00345$	K [J/°k] = 1.3805e-23 J/°k
R_s [ohm] = 0.6 ohm	R_{sh} [ohm] = 150 ohm

Tableau II.2 : caractéristique électrique de la cellule

➤ Schéma bloc d'un module PV en MATLAB SIMULIK

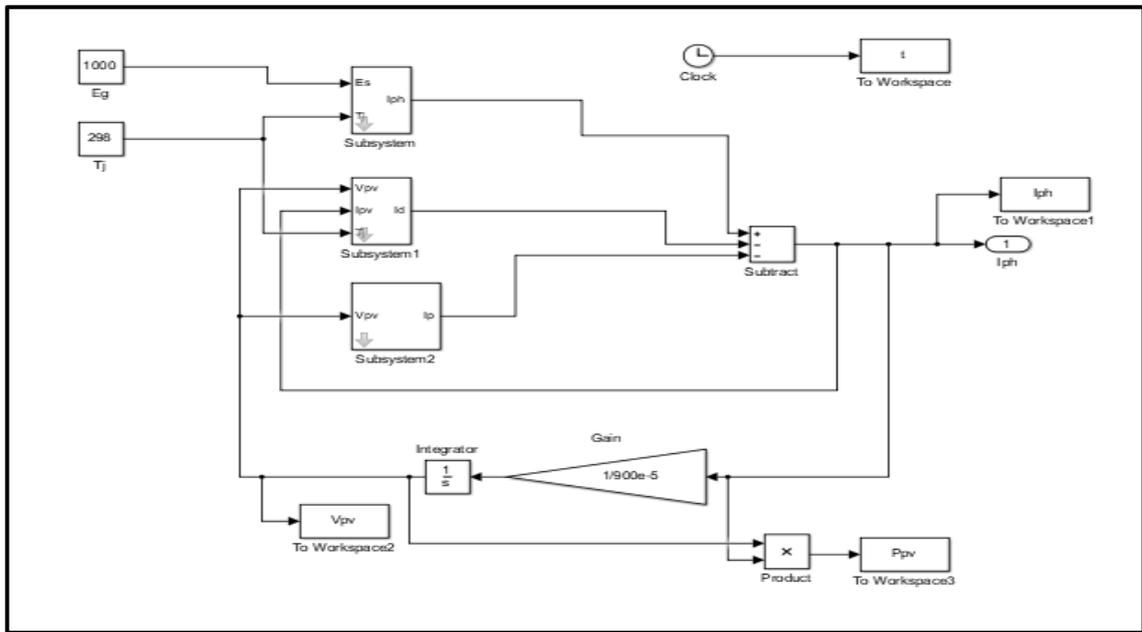


Figure II.3 : Schéma bloc d'un module photovoltaïque sous MATLAB/SIMULINK

2.4 Résultats de simulation sous MATLAB/SIMULINK

2.4.1 Caractéristiques I_{pv} (V_{pv}) et P_{pv} (V_{pv})

L'importance de la courbe I_{pv} (V_{pv}) et P_{pv} (V_{pv}) décrit la capacité de conversion d'énergie de la cellule solaire.

- La figure (II.4) Représente la caractéristique courant-tension d'une cellule solaire dans les conditions de $G=1000 \text{ W/m}^2$ et $T=25^\circ\text{V}$. Le courant de court-circuit est égal 3.45A et la tension de circuit ouvert est 43.3V.

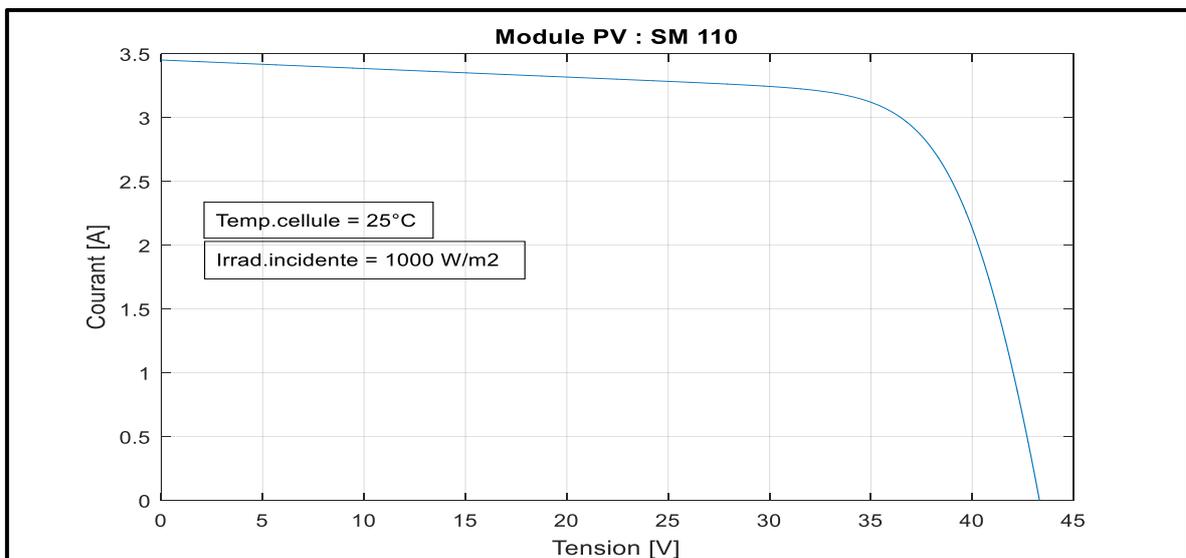


Figure II.4 : Caractéristique $I(V)$ d'une cellule ($T=25^\circ\text{C}$, $G=1000\text{W/m}^2$).

CHAPITRE II : Modélisation et simulation d'une cellule photovoltaïque

- La figure (II.5) Représente la caractéristique puissance-tension d'une cellule Solaire dans les conditions de $G=1000 \text{ W/m}^2$ et $T=25^\circ\text{C}$.

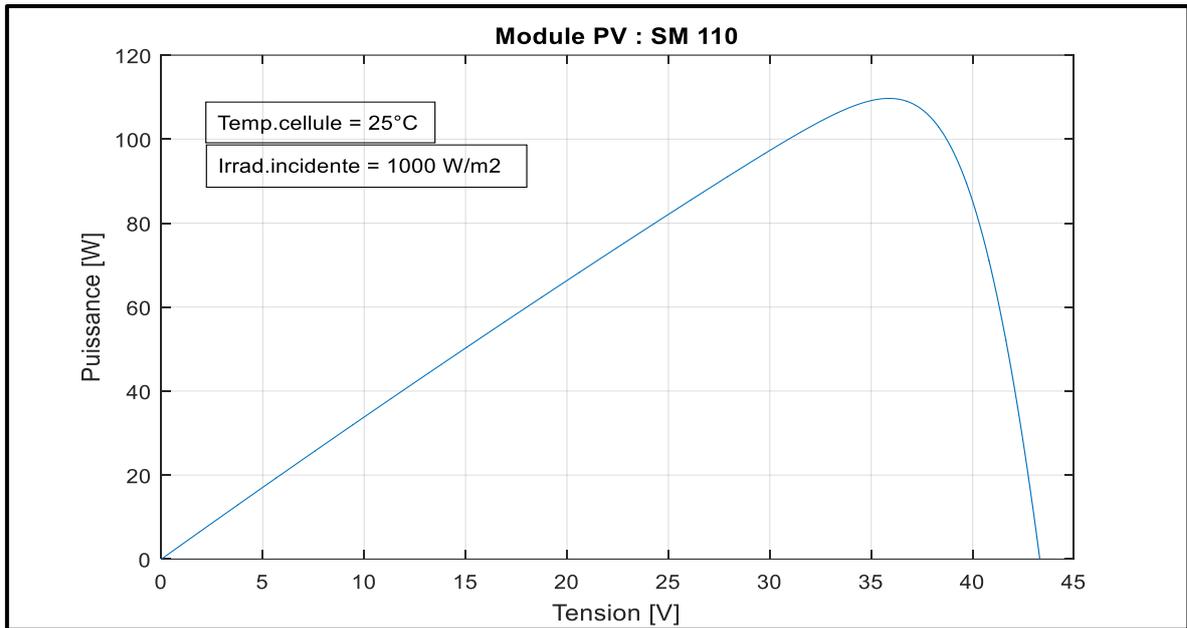


Figure II.5 : Caractéristique $P(V)$ d'une cellule ($T=25^\circ\text{C}$, $G=1000\text{W/m}^2$).

2.4.2 Influence de la température sur la cellule

Les figures (II.6) et (II.7) représentent les caractéristiques I_{pv} (V_{pv}) et P_{pv} (V_{pv}), nous varions ainsi la température de notre module PV, tel que $T=10^\circ\text{C}$, $T=25^\circ\text{C}$, $T=35^\circ\text{C}$, $T=45^\circ\text{C}$ et $T=55^\circ\text{C}$, ce qui conclut le comportement de notre module PV sous un éclairage $E=1000\text{W/m}$.

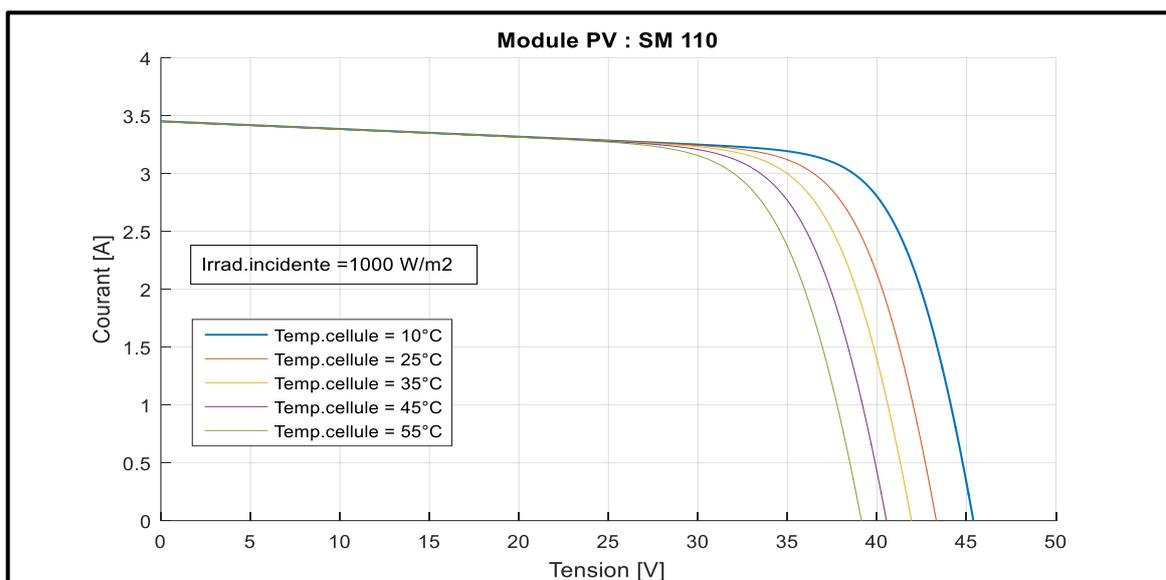


Figure II.6 : Caractéristique I_{pv} (V_{pv}) d'un module sous différentes T .

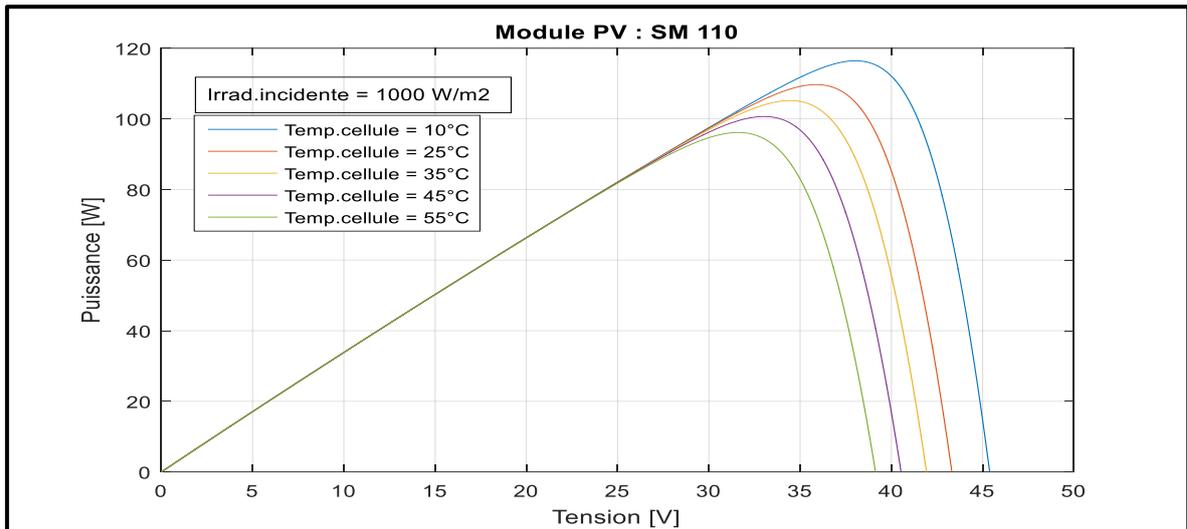


Figure II.7 : Courbes P_{pv} (V_{pv}) d'un module sous différentes T .

Nous remarquons que l'intensité de tension du circuit ouvert et la valeur de puissance diminuent lorsque la température augmente, tandis que l'intensité de courant de court-circuit reste constante. C'est ainsi qu'on constate que la température affecte négativement sur l'intensité de la tension et la valeur de la puissance. Les cellules solaires fonctionnent bien dans un environnement froid.

2.4.3 Influence de l'éclairement sur la cellule

Les figures (II.8) et (II.9) représentent les caractéristiques I_{pv} (V_{pv}) et P_{pv} (V_{pv}) aux différentes valeurs de l'éclairement ($G=200, 400, 600, 800, 1000 \text{ W/m}^2$) pour une valeur de température constante ($T=25^\circ\text{C}$).

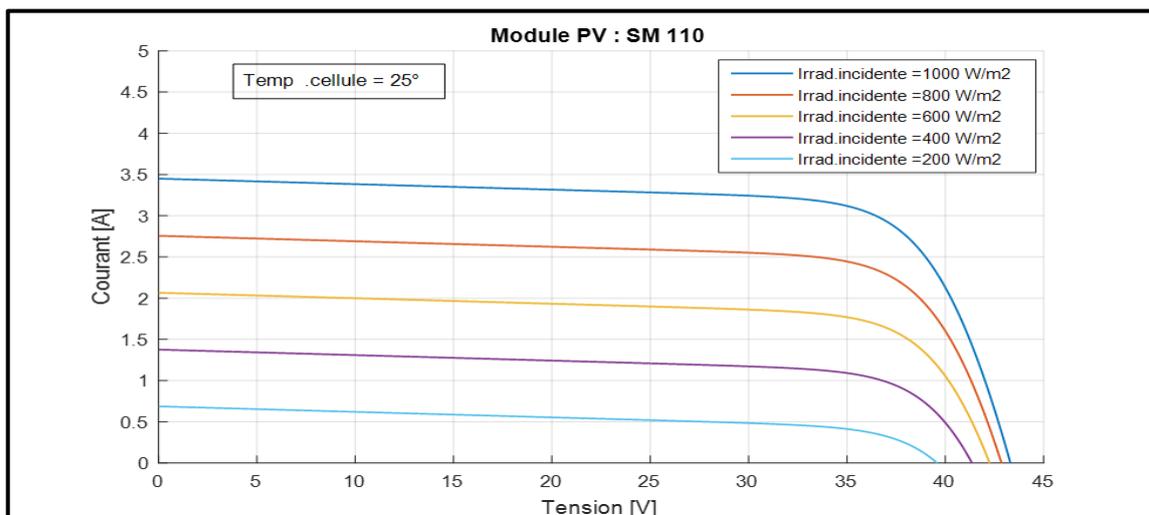


Figure II.8 : Caractéristique I_{pv} (V_{pv}) pour différentes niveaux d'éclairement ($T=25^\circ\text{C}$)

L'intensité du court-circuit est directement proportionnelle à l'intensité de la lumière incidente.

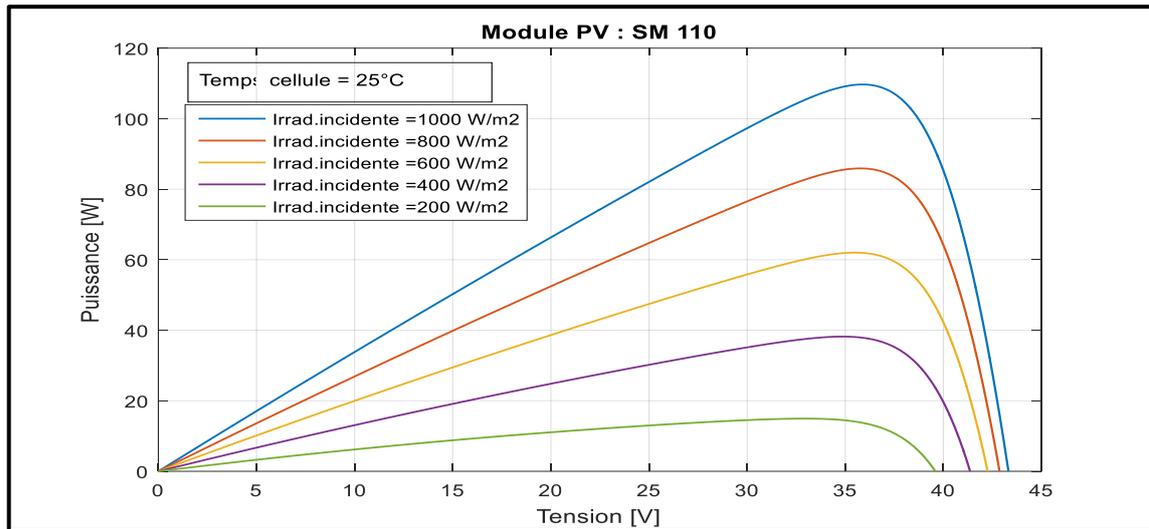


Figure II.9 : Caractéristique $P_{pv}(V_{pv})$ pour différents niveaux d'éclairement ($T=25^{\circ}\text{C}$).

Si l'éclairement augmente, l'intensité du courant du court-circuit augmente ainsi que la valeur de puissance, alors que de la tension de circuit ouvert augmente légèrement. Dans un bon éclairage les cellules solaires fonctionnent parfaitement bien.

3. Techniques de recherche de point de puissance maximal MPPT

Par définition, une commande MPPT (Maximum Power Point Tracking), associé à un convertisseur DC/DC, permet d'optimiser le rendement des panneaux solaires et les batteries jusqu'à 30%, dans le but de faire fonctionner un générateur photovoltaïque de façon à produire en permanence le maximum de sa puissance, le principe de la commande est de faire varier le rapport cyclique α jusqu'à obtenir la valeur optimale de manière à maximiser la puissance du panneau, quels que soient les conditions météorologiques T et G , la commande du convertisseur rend le système au point de fonction maximum (V_{mpp} , I_{mpp}), la figure (II.10) représente la chaîne de conversion PV [19].

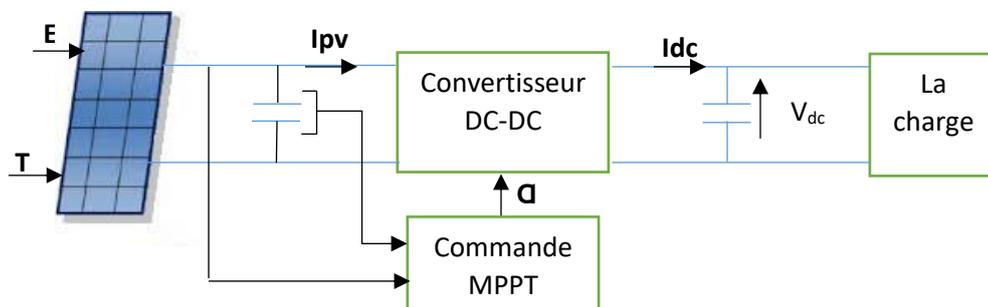


Figure II.10: Chaîne élémentaire de conversion photovoltaïque.

Il existe plusieurs méthodes au suivi du point de puissance maximale du système photovoltaïque désignées comme suit :

CHAPITRE II : Modélisation et simulation d'une cellule photovoltaïque

- Méthode de perturbation et observation (PO).
- Méthode de conductance Incrémentale (IC).
- Méthode de logique floue (FL).
- Méthode de la logique floue optimisée par le PSO (PSO-FL).

Dans ce chapitre on s'intéresse à l'aspect théorique de la méthode de perturbation et observation (PO).

3.1 Technique de Perturbation & Observation (PO)

Sa simplicité est la méthode la plus courante, elle nécessite une boucle de rétroaction avec un petit nombre de mesures. La tension aux bornes du panneau est volontairement perturbée (augmentée ou diminuée) par une constante (C), puis la puissance est comparée à celle obtenue avant perturbation, si la puissance aux bornes du panneau augmente à cause d'une perturbation, les suivantes se font dans le même sens. Le cas contraire, si la puissance baisse, la nouvelle perturbation va dans le sens inverse (Figure II.11) [18].

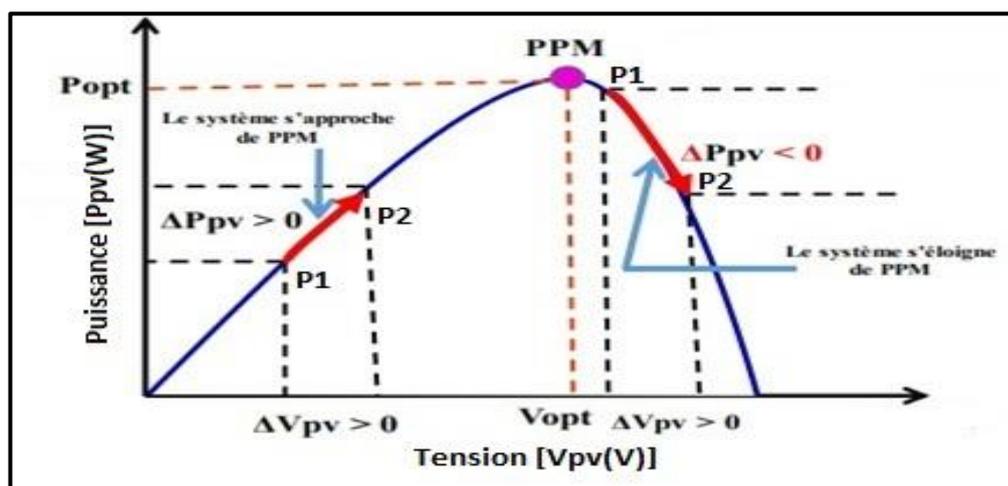


Figure II.11 : Caractéristique P_{pv} (V_{pv}) d'un panneau solaire.

Perturbation	Changement de la puissance	Perturbation suivante
Positive	Positive	Positive
Positive	Négative	Négative
Négative	Positive	Négative
Négative	Négative	Positive

Tableau II.3 : Les modes de perturbation de la méthode P&O

Le Tableau (II.3) résume le principe de fonctionnement de la méthode perturbation et observation.

CHAPITRE II : Modélisation et simulation d'une cellule photovoltaïque

Un organigramme de fonctionnement de cette méthode est montré dans la figure suivante :

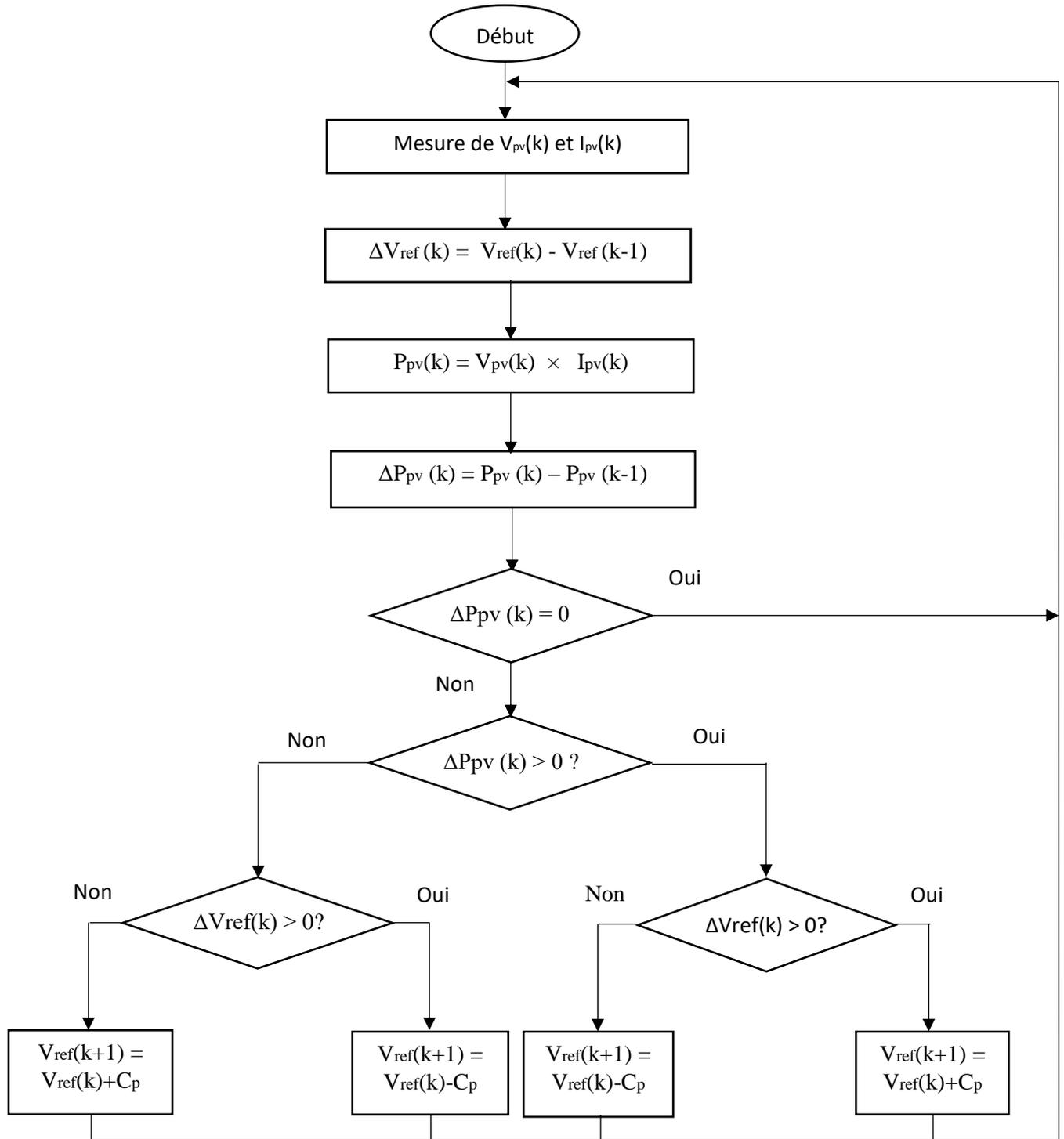


Figure II.12 : Organigramme de la méthode de (P&O)

4. Modélisation d'un convertisseur statique DC/DC

4.1 Principe de base d'un hacheur

Un hacheur est un convertisseur DC/DC utilisé pour convertir l'énergie DC à un autre niveau de tension (ou de courant) DC. Son utilisation est nécessaire pour stocker l'énergie

CHAPITRE II : Modélisation et simulation d'une cellule photovoltaïque

photovoltaïque dans des batteries ou pour alimenter des charges continues (Figure II.13) [20], [23].

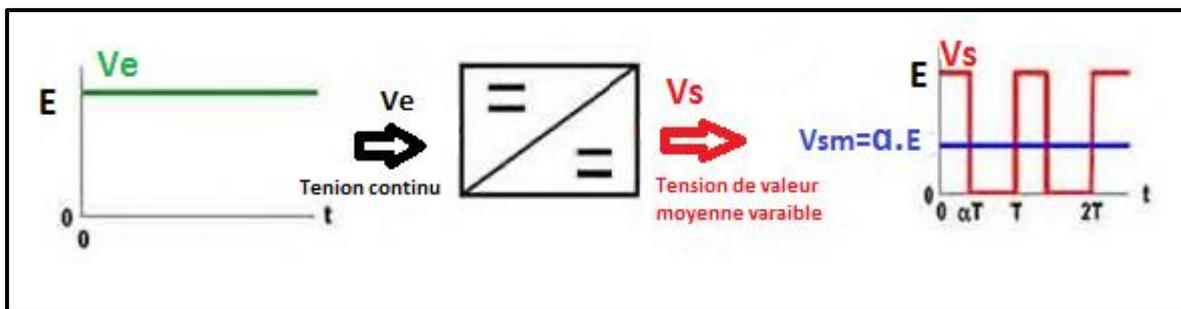


Figure II.13: Principe de base d'un hacheur.

4.2 Types de hacheurs

Selon la position du commutateur et un hacheur, on distingue trois types de convertisseurs DC/DC [21], [23].

- Élévateur de tension « Boost » notamment appelé hacheur survolteur.
- Abaisseur de tension « Buck » ou hacheur dévolteur.
- Abaisseur/Élévateur de tension « Buck-Boost ».

Vu notre objectif on s'intéresse sur un hacheur Boost

4.3 Hacheur parallèle (BOOST)

- Un hacheur parallèle permet de régler le transfert d'énergie d'une source de courant (ou alimentation inductive) vers une source de tension (ou charge capacitive) continue en liaison directe, c'est-à-dire sans élément intermédiaire d'accumulation [20], [24].
- Les alimentations de puissance régulées et le freinage par récupération des moteurs à courant continu fonctionnent par un hacheur parallèle [20], [24].

Le montage étudié est donné à la figure (II.14), fournir une tension moyenne U_{C0} à partir d'une source de tension continue $u < u_{co}$

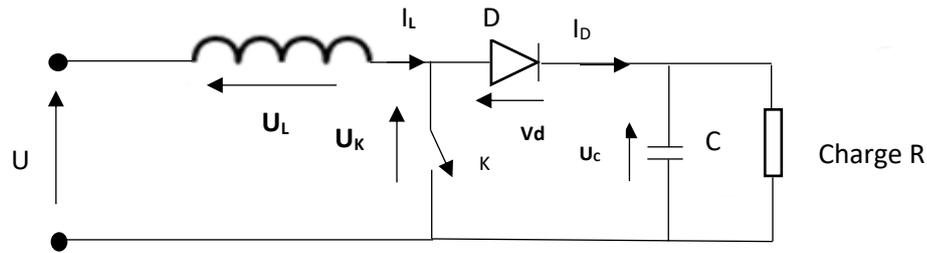


Figure II.14 : Hacheur parallèle (Boost).

4.4 Principe de fonctionnement d'un hacheur Boost

On distingue 2 phases de fonctionnement:

- Lorsque l'interrupteur K est fermé, la diode est polarisée en inverse ($V_d = -u_c$), la charge est donc isolée de la source, puis fournit de l'énergie à l'inductance.
- Lorsque l'interrupteur K est ouvert, l'étage de sortie (C+ charge) reçoit de l'énergie de la source et de l'inductance.

Pour l'analyse en régime permanent présentée, le condensateur de filtrage C a une valeur de capacité suffisamment élevée pour que l'on puisse considérer la tension disponible en sortie constante

$$U_c(t) = U_{c0} \quad \text{II.11}$$

4.5 Equations régissant le fonctionnement d'un hacheur

On désigne deux phases de fonctionnement d'un hacheur Boost, selon l'état de l'interrupteur pendant la période T du signal de commande [20], [22].

➤ 0 à αT : phase d'accumulation d'énergie

L'interrupteur K est fermé (état passant), augmente le courant dans l'inductance, ce qui fait emmagasiner une certaine quantité d'énergie sous forme d'énergie magnétique. La diode D est alors bloquée, la charge est déconnectée de l'alimentation.

- Pour $0 < t < \alpha T$ l'intensité du courant $i_L(t)$ croît linéairement :

$$U = L \frac{di_L(t)}{dt} \quad \text{II.12}$$

$$i_L(t) = \frac{1}{L} \int U dt = \frac{U}{L} (t) + i_L(0) \quad \text{II.13}$$

On a: $U_K = 0$; $i_D = 0$; $V_L = U$

➤ αT à T : phase de roue libre L

CHAPITRE II : Modélisation et simulation d'une cellule photovoltaïque

L'interrupteur est ouvert et l'inductance est connectée en série avec le générateur. Sa FEM s'ajoute à celles du générateur (effet booster). Le courant traversant l'inductance traverse alors la diode D, le condensateur C et la charge R, ce qui provoque le transfert de l'énergie accumulée dans l'inductance vers le condensateur qui fixera la tension de sortie.

Pour $\alpha T < t < T$ l'inductance L démagnétise et le courant $i_L(t)$ décroît :

$$U = L \frac{di_L(t)}{dt} + U_{c0} \quad \text{II.14}$$

$$i_L(t) = \frac{U - U_{c0}}{L} (t - \alpha T) + i_L(\alpha T) \quad \text{II.15}$$

Avec

$$i_L(\alpha T) = \frac{U}{L} \alpha T + i_L(0) \quad \text{II.16}$$

Tel que $U < U_{D0}$ car $i_L(t)$ doit décroître

On déduit les caractéristiques dans la figure (II.15)

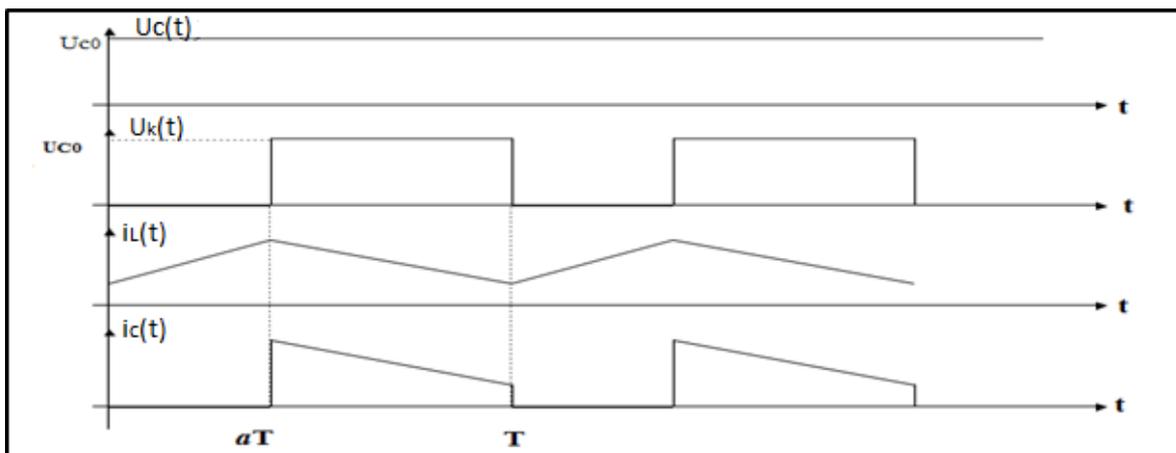


Figure II.15: Hacheur parallèle, Fonctionnement à courant de source ininterrompu.

On détermine facilement la relation liant U à U_{c0} .

On a $U = V_L + U_K$

Donc en moyenne sur une période, compte tenu de fait que la valeur moyenne de $V_L(t)$ est nulle, on obtient :

$$U = U_{k0} = (1 - \alpha) \frac{T}{T} U_{c0} = (1 - \alpha) U_{c0} \quad \text{II.17}$$

Donc :

$$\frac{U_{c0}}{U} = \frac{1}{1 - \alpha} \quad \text{II.18}$$

CHAPITRE II : Modélisation et simulation d'une cellule photovoltaïque

En considérant un circuit sans pertes, la puissance moyenne délivrée par la source est égale à la puissance moyenne disponible en sortie :

$$P_{source} = U * I_{L0} = U_{C0} * I_{C0} \quad \text{II.19}$$

I_{L0} = moyenne de $i_L(t)$

I_{C0} = moyenne de $i_C(t)$

Et donc

$$\frac{I_{C0}}{I_{L0}} = 1 - \alpha \quad \text{II.20}$$

Cette relation permet de dimensionner les conducteurs à utiliser.

5. Applications et simulations de la méthode (P&O)

La figure II.16 présente le schéma block de la méthode (P&O) sous MATLAB/Simulink).

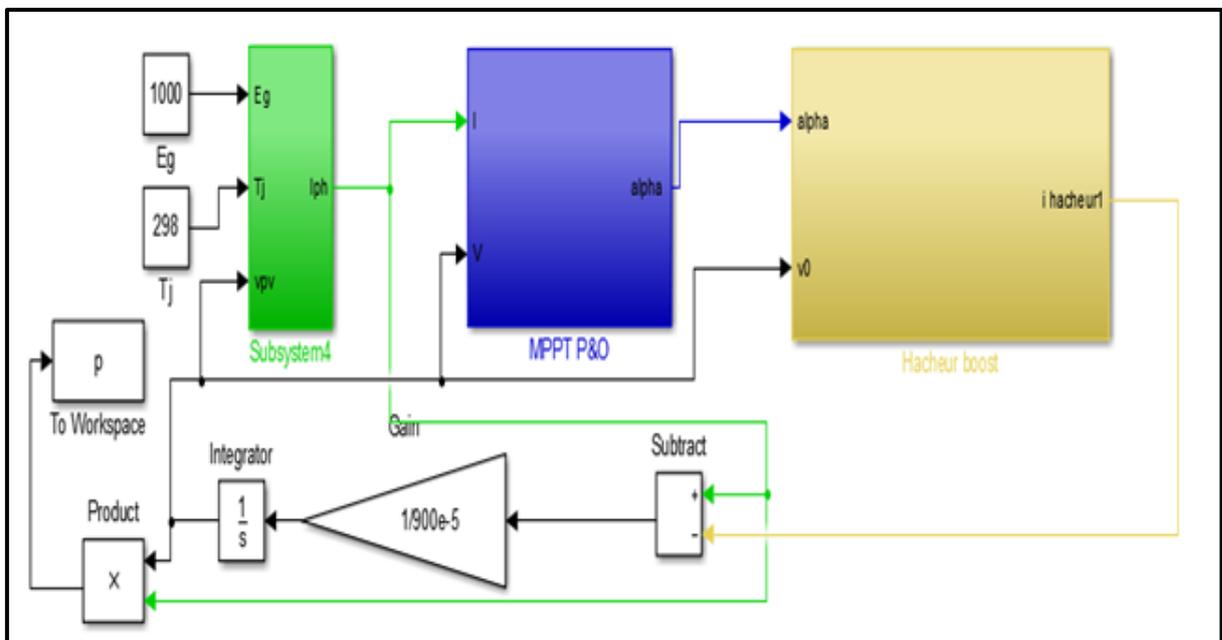


Figure II.16 : schéma bloc d'un panneau photovoltaïque commandé par la méthode P&O

5.1 Résultats de la simulation

Nous présentons ci-dessous les résultats de simulation (sous MATLAB/Simulink), du fonctionnement d'un panneau photovoltaïque de type siemens SM110-24, avec l'application de l'algorithme P&O et un hacheur Boost.

CHAPITRE II : Modélisation et simulation d'une cellule photovoltaïque

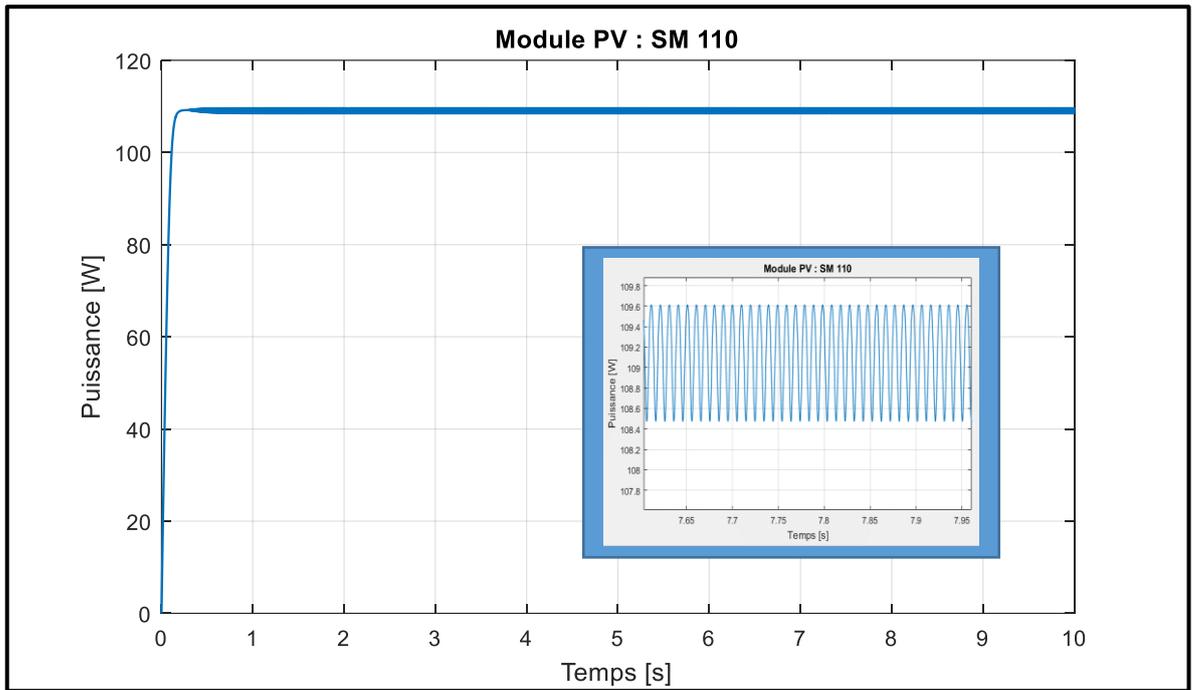


Figure II.17 : allure de la puissance du PV sous les conditions (1000 W/m^2 , $T=25^\circ\text{C}$).

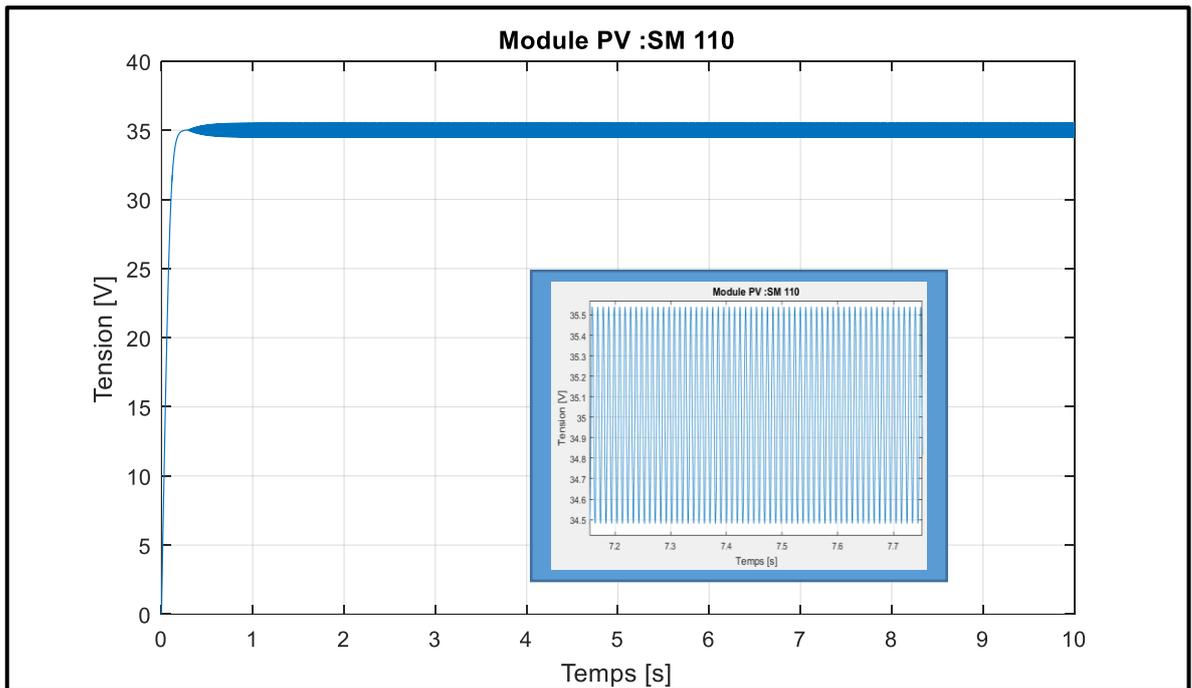


Figure II.18: allure de la tension du PV sous les conditions (1000 W/m^2 , $T=25^\circ\text{C}$).

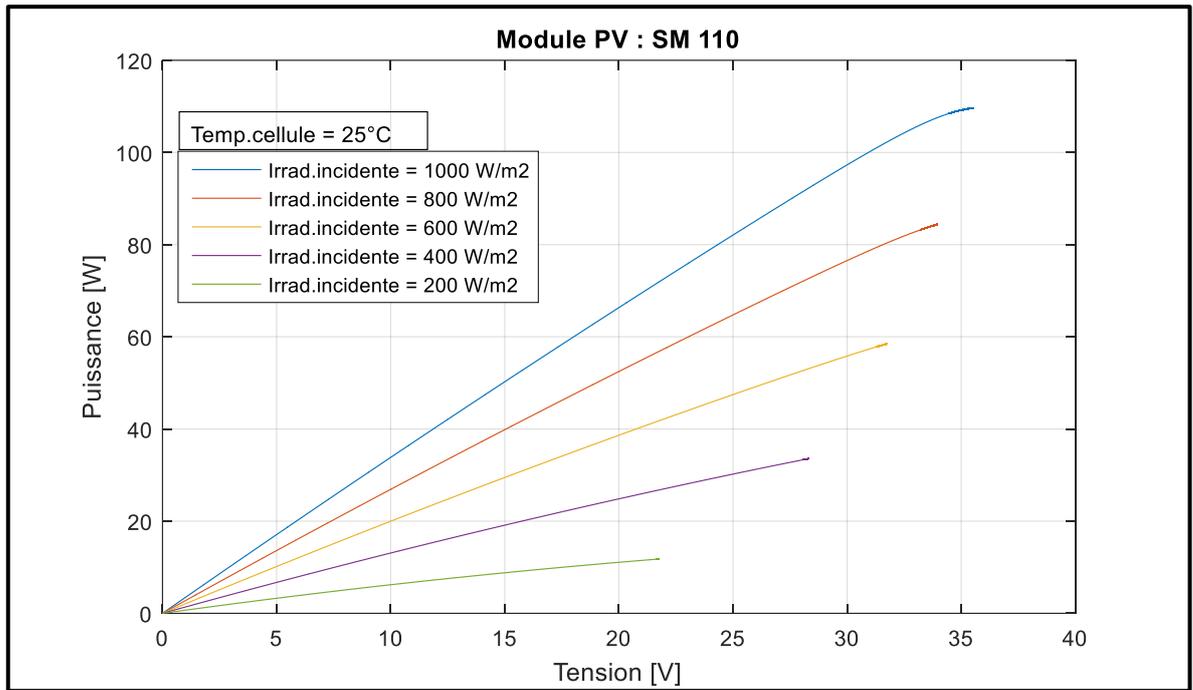


Figure II.19: Influence de l'irradiation sur la caractéristique $P_{pv}=f(V_{pv})$ avec optimisation par la P&O.

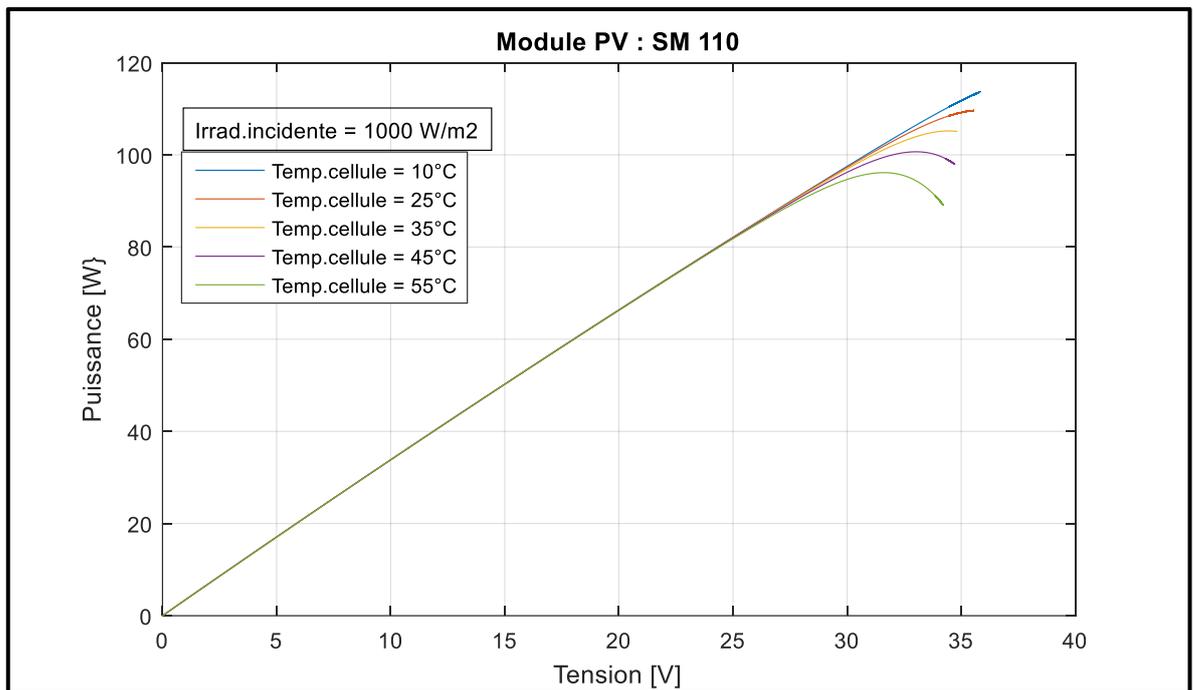
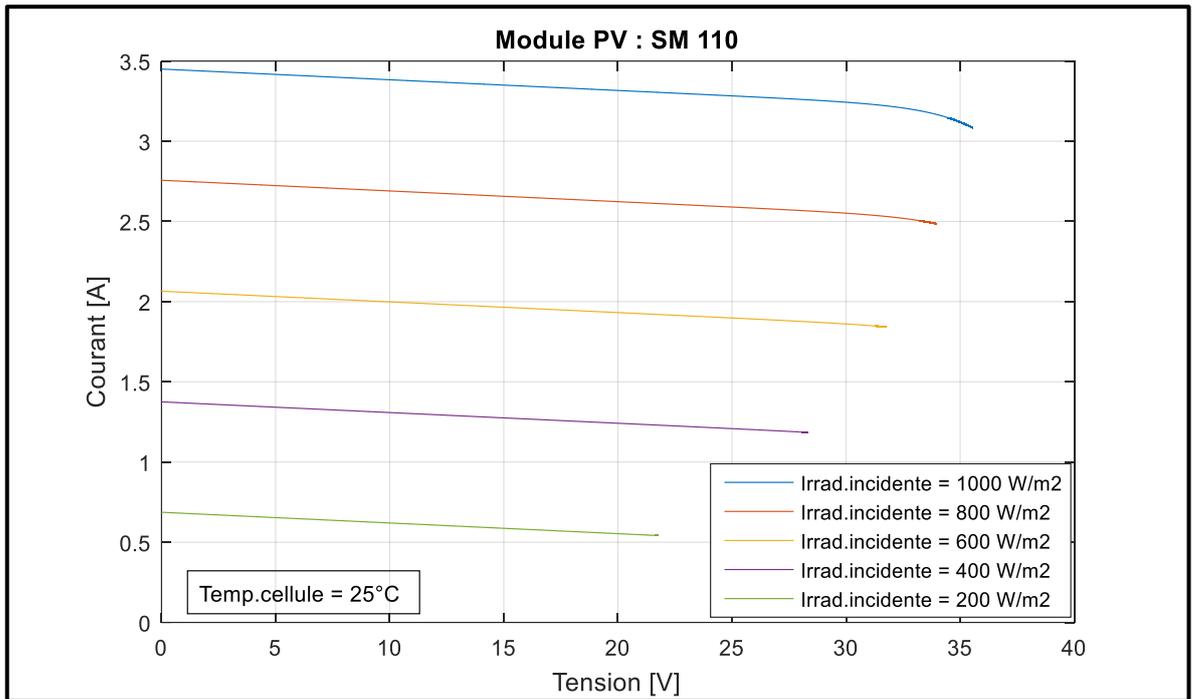
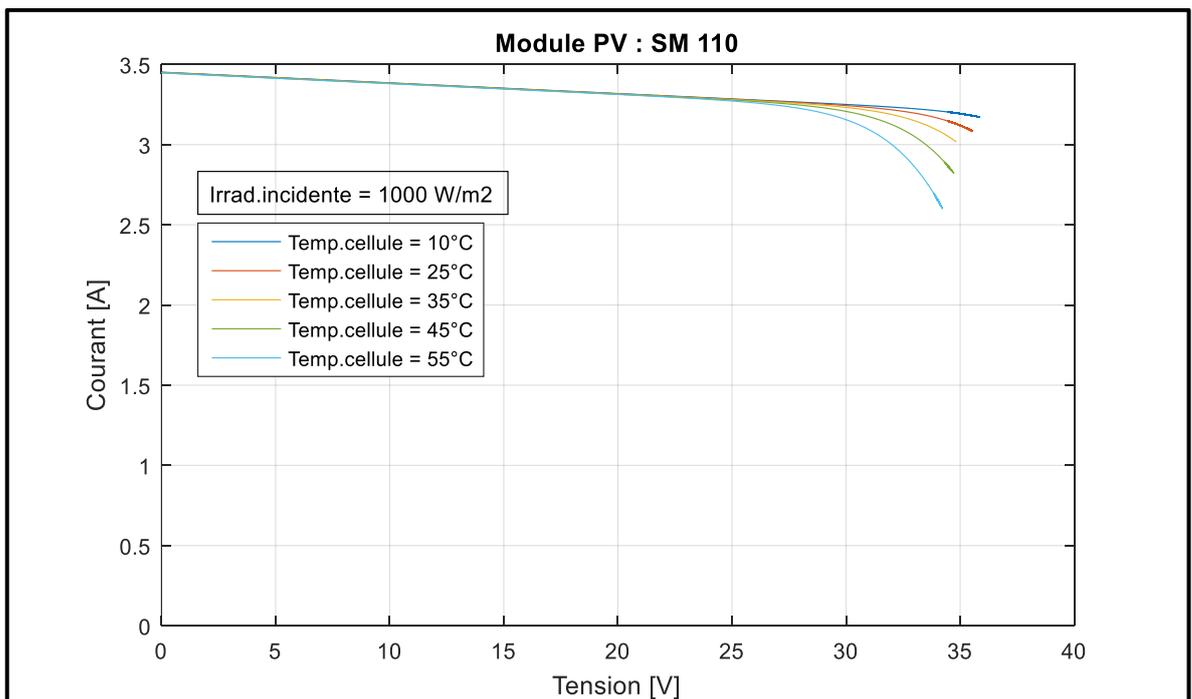


Figure II.20 : Influence de la température sur la caractéristique $P_{pv}=f(V_{pv})$ avec optimisation par la P&O.



FigureII.21 : Influence de l'irradiation sur la caractéristique $I_{pv}=f(V_{pv})$ avec optimisation par la P&O.



FigureII.22 : Influence de la température sur la caractéristique $I_{pv}=f(V_{pv})$ avec optimisation par la P&O.

5.2 Interprétation des résultats

D'après les résultats de la simulation :

- Quand le point de puissance maximale est atteint, la commande maintient le point de fonctionnement (Figure 19-20)
- On remarque que la tension et la puissance convergent vers le point de puissance maximal comme le montre la figure (17) et la figure (18)
- On constate que les allures obtenues par la méthode de perturbation et d'observation (P&O) présentent des oscillations, qui sont dû à la perturbation continue de la tension de fonctionnement.

6. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté la modélisation mathématique de la cellule photovoltaïque, puis nous avons utilisé MATLAB –Simulink pour étudier le comportement de la cellule en fonction des différentes conditions climatiques.

Les points les plus importants et les résultats obtenus à partir de ces études sont les suivants:

- La température est un facteur négatif affectant les performances de la cellule solaire ou d'un module PV car plus la température est élevée plus la production d'énergie est faible.
- La lumière est un élément important qui contribue à améliorer les performances de la cellule solaire et à produire une énergie abondante.

On a étudié et simulé l'optimisation du système par la commande MPPT (P&O) utilisant un convertisseur DC-DC de type Boost, afin de montrer toutes les caractéristiques en fonction de l'irradiation et la température.

Facile à réaliser, la commande par (P&O) présente des oscillations qui sont dû à la perturbation continue de la tension de fonctionnement qui peuvent être minimisées en réduisant la variable de la perturbation.

CHAPITRE III

Description et généralité de l'ascenseur

1. Introduction

Depuis des centaines d'années, les humains ont cherché des moyens de se déplacer verticalement, que ce soit pour atteindre des hauteurs vertigineuses ou pour descendre dans les profondeurs de la terre. Les premiers ascenseurs, appelés « monte-charges », étaient utilisés pour transporter des marchandises lourdes actionnés manuellement.

Cependant, avec l'urbanisation croissante et la nécessité de construire des bâtiments encore plus hauts, les ascenseurs ont évolué pour devenir des machines sophistiquées, capables de transporter des personnes et des objets à des hauteurs impressionnantes.

Aujourd'hui, les ascenseurs sont une caractéristique omniprésente de notre vie quotidienne, présents dans presque tous les bâtiments modernes, des maisons individuelles aux gratte-ciel et même dans les hôpitaux.

Dans cet article, nous allons explorer l'histoire des ascenseurs, leur fonctionnement, les différents types d'ascenseurs disponibles, les normes de sécurité et les innovations récentes qui ont transformé cette technologie.

2. Histoire et évolution

En 1870, l'exploitation des ascenseurs hydrauliques (énergie venant de l'eau ou d'huile sous-pression remplaçant l'énergie-vapeur), s'intensifie pour marquer la fin des ascenseurs mécaniques et l'entrée plus tard, des ascenseurs électriques dans l'histoire.

C'est en 1867 que Léon Edoux réalisa l'ascenseur hydraulique les abattoirs de la Villette, appelé à l'époque Marché aux bestiaux.

En 1880, le premier ascenseur électrique fit son apparition lors de l'Exposition Industrielle à Mannheim, par l'allemand Ernst Werner Von Siemens.

Vers 1889, c'est au tour du premier ascenseur électrique français, fabriqué par Chrétien, à être présenté à l'Exposition Universelle de Paris (Figure III.1)

Toujours en 1889, lors de l'inauguration de la Tour Eiffel, le public a pu assister à la démonstration du fonctionnement de l'ascenseur à 160,4 m de haut à une vitesse de 0,8 m/s, fruit des travaux de Léon Edoux et des frères Otis, fils.

Dès lors, l'ascenseur ne cesse de s'améliorer et c'est à partir de 1924 que l'ascenseur automatisé (sans liftier) a fait son apparition.

Actuellement, on assiste à des évolutions technologiques continues, en termes de fonctionnalités, de standing, de design et surtout de sécurité, auxquelles les grandes nations du monde prennent part.

CHAPITRE III : Description et généralité sur les ascenseurs

Quatre grands groupes dominent le monde de l'ascenseur d'aujourd'hui, dont le groupe Otis (firme multinationale américaine) se trouve toujours au premier rang, viennent ensuite successivement, Schindler (Société suisse), ThyssenKrupp AG (firme allemande) et Koné (société finlandaise).

Ces géants de l'ascenseur rivalisent d'ingéniosité pour apporter chacun un plus à l'ascenseur. À ce propos, on peut citer comme dernières innovations, Gen II pour Otis, Smart pour Schindler, Isis pour Thyssen Krupp, et Monospace pour Koné. Mais il ne faut pas oublier les avancées technologiques affichées par les Chinois ou les Japonais dans ce domaine [25].

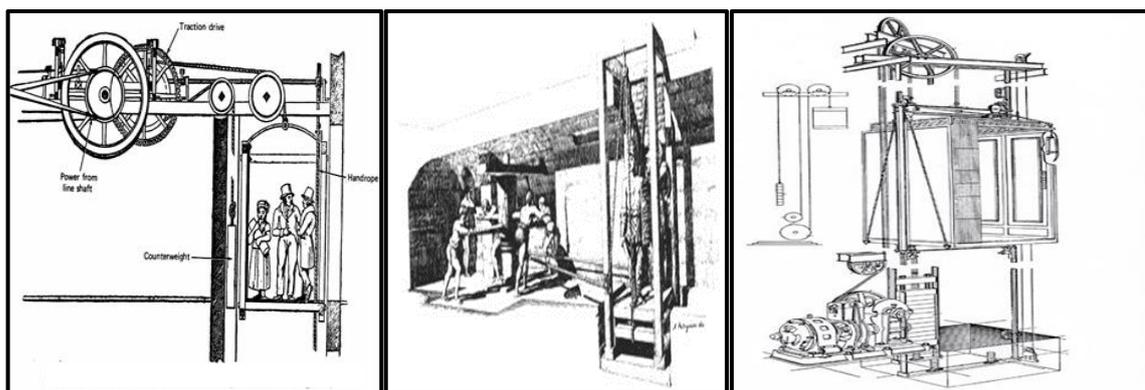


Figure III-1 : Les premiers ascenseurs utilisés.

3. Définition de l'ascenseur

Un ascenseur est un dispositif assurant le déplacement en hauteur d'une charge. Il n'y a pas de distinction nette entre ce terme et d'autres comme monte-charge ou élévateur mais on le réserve souvent aux appareils destinés au transport vertical de personnes dans les bâtiments à niveaux multiples. Le terme désigne aussi couramment la cabine de l'ascenseur, qui n'est qu'un élément du dispositif (Figure III.2).

Le terme monte-charge est dévolu aux installations transportant des charges non accompagnées. Dès l'instant où il y a une possibilité de commander les déplacements à partir de l'intérieur de la cabine (boutons d'étages) celui-ci est considéré comme un ascenseur pour personnes

Un ascenseur se compose d'une cabine qui se meut dans une cage généralement verticale suspendue à un ou plusieurs câbles et contrebalancée par un contrepoids. Leur déplacement se fait le long de guides grâce à un moteur entraînant le(s) câble(s). La vitesse ascensionnelle peut atteindre vingt kilomètres par heure, ce qui représente une centaine d'étages à la minute [26], [33].

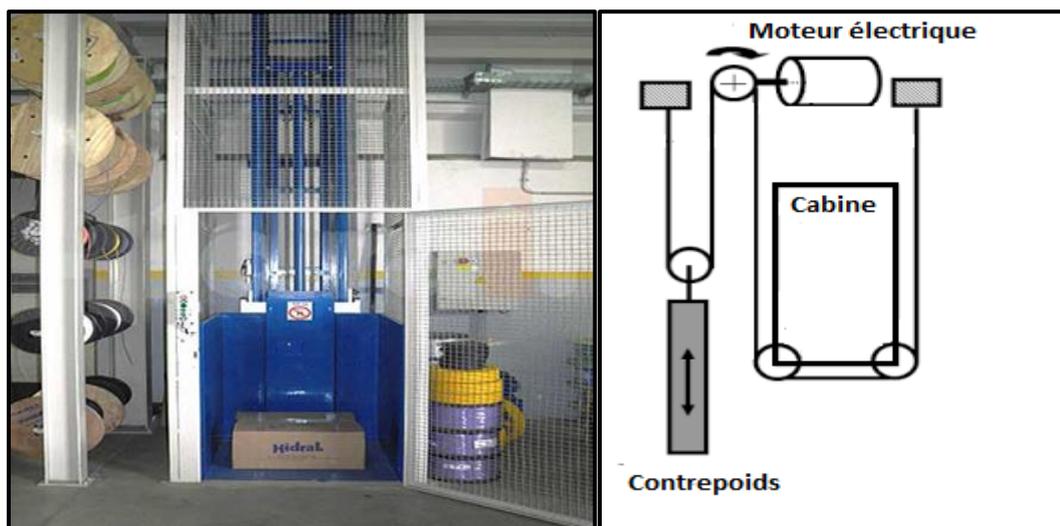


Figure III-2 : Ascenseur et monte-charge.

4. Fonction de l'ascenseur

Sa fonction principale est donc de faciliter la circulation des personnes et des biens à l'intérieur d'un immeuble à plusieurs étages.

La sécurité de l'ascenseur est équipée d'un dispositif de sécurité pour la garantir des usagers, comme les portes de sécurité, les systèmes de freinage et les détecteurs de surcharge.

Le confort peut être équipé de différents équipements pour améliorer pour le bien être des usagers, comme la climatisation, l'éclairage, la musique, etc.

Elle facilite l'accessibilité des personnes à mobilité réduite, des personnes âgées et des personnes transportant des objets lourds ou encombrants [27], [33].

5. Différent type d'ascenseur

Il existe plusieurs types d'ascenseurs, chacun avec ses propres caractéristiques et fonctionnalités. Voici une liste des différents types d'ascenseurs [34], [27]

➤ Ascenseur monte-charge

C'est le type d'ascenseur utilise un moteur électrique pour faire fonctionner la cabine où il n'y a pas de contrepoids qui équilibre la cabine comme dans les systèmes à traction à câble, généralement ce type d'ascenseur utilisé pour faire monter la marchandise.

➤ Ascenseur hydraulique

Cet ascenseur utilise un système hydraulique pour faire monter et descendre la cabine grâce à l'énergie hydraulique à l'aide d'un piston actionné par une centrale hydraulique

(Figure III.3), il est souvent utilisé dans les bâtiments de grande hauteur car il peut supporter des charges plus lourdes que les ascenseurs électriques.

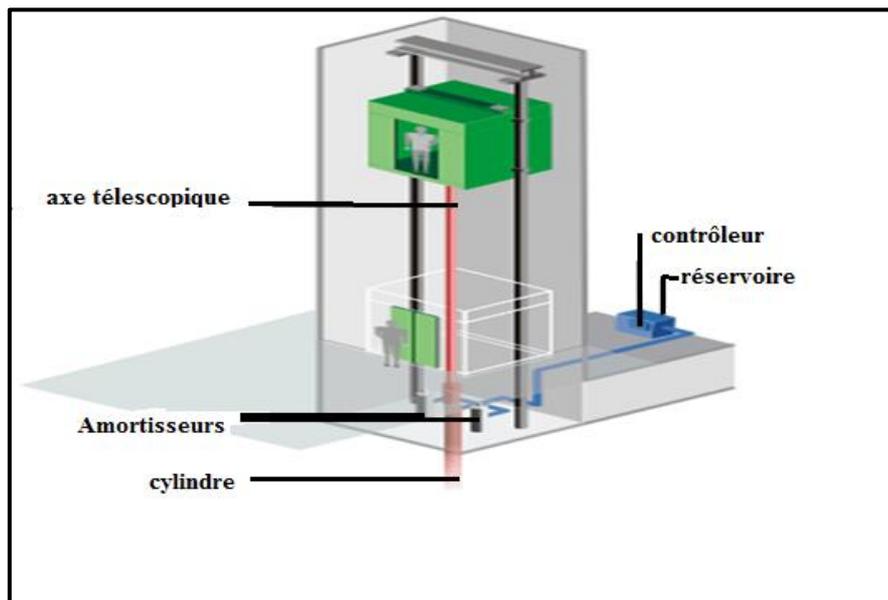


Figure III.3 : Ascenseur hydraulique.

➤ Ascenseur à traction à câbles

Egalement appelé ascenseur à traction, car il utilise des câbles actionnés par une machine que l'on appelle : "treuil" pour faire monter et descendre la cabine. Il est souvent utilisé dans les gratte-ciel pour atteindre des hauteurs plus élevées que les ascenseurs hydrauliques. Ce treuillage contient deux catégories de traction :

➤ Traction directe

Le câble est directement relié à la cabine. L'utilisation d'une traction directe sur un ascenseur électrique présente à la fois des avantages et des inconvénients :

➤ Les avantages

- Les ascenseurs à traction directe ont tendance à être plus rapides que les ascenseurs à traction indirecte.
- Ils sont également plus économes en énergie car ils n'ont pas besoin d'un engrenage supplémentaire pour faire fonctionner le système.
- Ils ont une meilleure précision d'arrêt, ce qui est important pour les immeubles de grande hauteur.

➤ Les inconvénients

- Les ascenseurs à traction directe peuvent être plus bruyants que les ascenseurs à traction indirecte car ils ont besoin d'un moteur plus puissant.

CHAPITRE III : Description et généralité sur les ascenseurs

- Ils peuvent nécessiter des espaces de salle machines plus grandes car le moteur doit être placé à proximité de la poulie.

➤ **Traction indirecte (moufle)**

La cabine d'ascenseur est suspendue à la gaine au bout des câbles de traction. Ceux-ci passent sur une poulie de traction actionnée par le treuil et sont reliés à un contrepoids comme indique la figure (III4). Ce type de traction présente des avantages et des inconvénients.

➤ **Les avantages**

- Les ascenseurs à traction indirecte sont plus silencieux que les ascenseurs à traction directe car ils n'ont pas besoin d'un moteur aussi puissant.
- Ils ont tendance à nécessiter moins d'espace pour la salle des machines car le moteur peut être placé à distance de la poulie.

➤ **Les inconvénients**

- Les ascenseurs à traction indirecte peuvent être plus coûteux à installer et à entretenir car ils nécessitent un engrenage supplémentaire pour faire fonctionner le système.
- Ils peuvent être plus lents que les ascenseurs à traction directe en raison de l'engrenage supplémentaire.

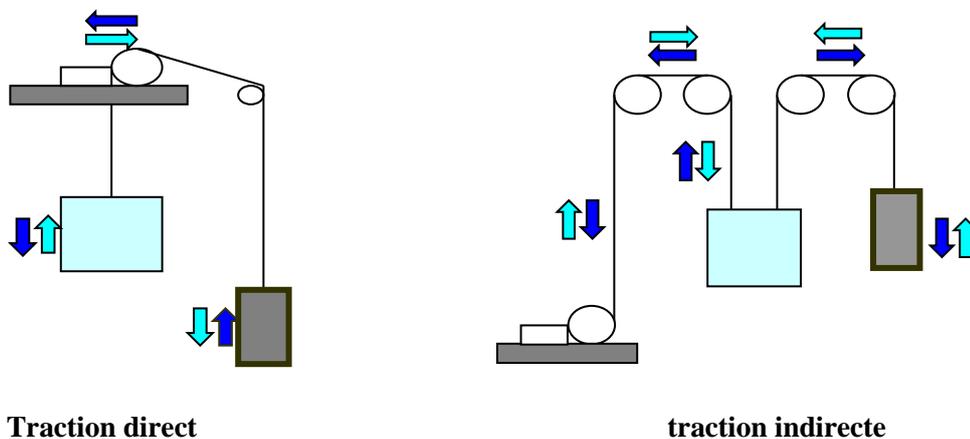


Figure III.4 : Les différents types de traction.

➤ **Ascenseur incliné**

Cet ascenseur suit une trajectoire inclinée plutôt que verticale, ce qui permet de relier des bâtiments qui sont situés sur des terrains en pente ou des zones difficiles d'accès. Il est souvent utilisé dans les stations de ski ou les parcs d'attractions.

➤ Ascenseur à crémaillère

Cet ascenseur utilise une crémaillère pour faire monter et descendre la cabine. Il est souvent utilisé dans les bâtiments à faible hauteur ou les maisons individuelles.

➤ Ascenseur de chantier

Cet ascenseur est temporaire et est utilisé pour transporter des matériaux et des travailleurs sur les chantiers de construction.

Chacun de ces types d'ascenseurs présente des avantages et des inconvénients en termes de coût, de vitesse, de charge maximale, d'efficacité énergétique et de sécurité. Le choix de l'ascenseur approprié dépend des besoins spécifiques du bâtiment et de ses occupants.

6. Représentation de fonctionnement de l'ascenseur

Les mouvements des différents éléments (Figure III.5) [27], [34] :

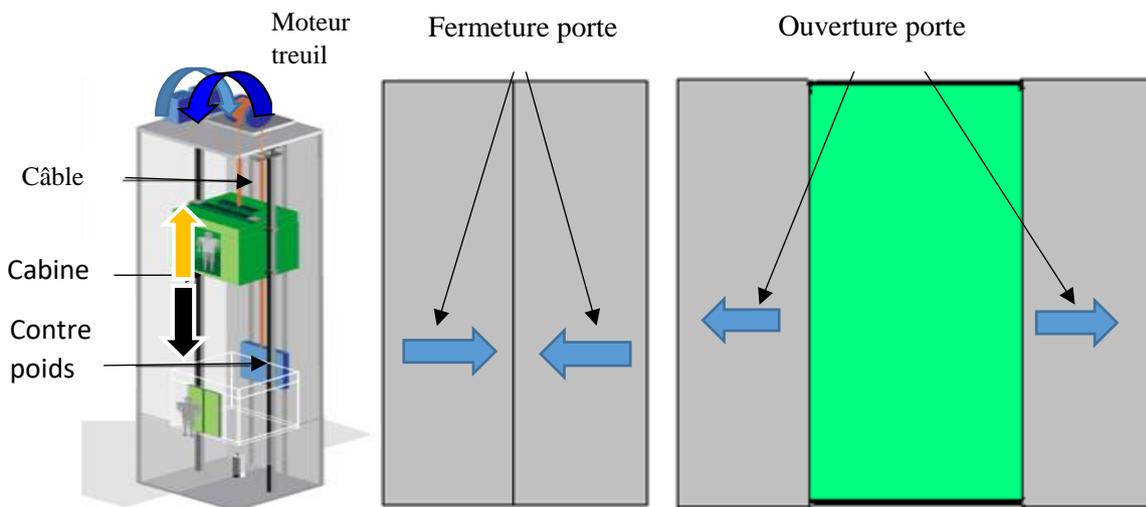


Figure III.5 : Représentation et le mouvement des différents éléments de l'ascenseur.

7. Chaîne fonctionnelle de l'ascenseur

Nous avons décrit le F.A.S.T dans la figure (III.6) uniquement sur la première fonction principale :

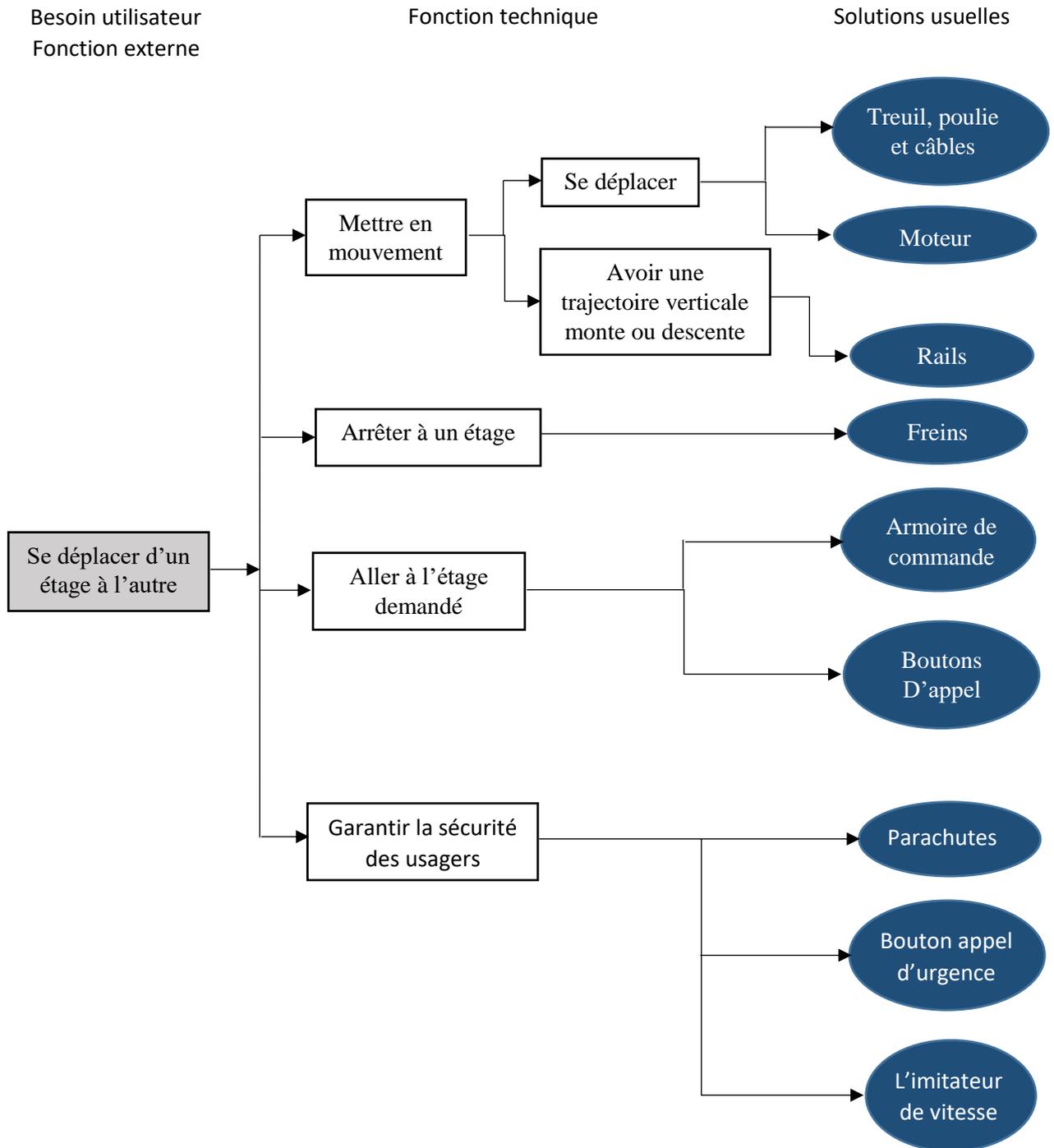


Figure III.6 : Chaîne fonctionnelle de l'ascenseur.

8. Constitution d'un ascenseur

Schéma de la figure (III.7) donne une coupe générale d'un ascenseur :

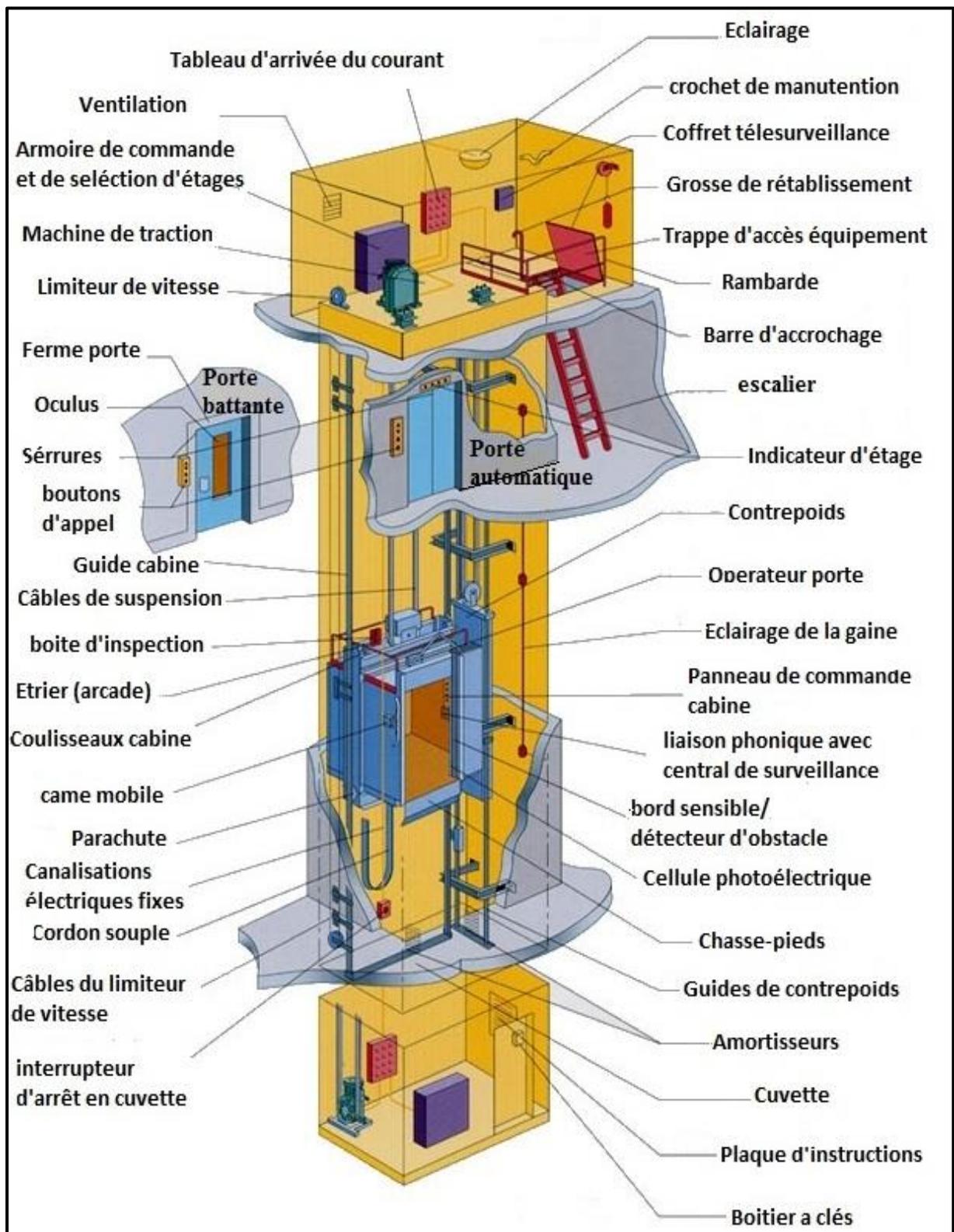


Figure III.7 : Coupe générale d'un ascenseur.

CHAPITRE III : Description et généralité sur les ascenseurs

Un ascenseur se compose essentiellement [27], [33].

➤ **Amortisseurs**

Sont des dispositifs qui permettent de réduire les vibrations et les chocs ressentis lors des mouvements de l'ascenseur (Figure III.8). Ils sont généralement situés en haut et en bas de la cabine, et son conçue pour absorber l'énergie cinétique lors de l'arrêt de l'ascenseur.



Figure III.8 : Amortisseur.

➤ **Boutons d'appels**

On nomme boutons d'appels celles installés aux paliers.

➤ **Boutons d'envois**

Les boutons d'envois sont installés dans la cabine.

➤ **Cabine d'ascenseur**

La cabine d'ascenseur est l'espace dans lequel les passagers se trouvent lorsqu'ils utilisent un ascenseur pour se déplacer entre les différents étages d'un bâtiment (Figure III.9), elle est généralement constituée d'un cadre en métal ou en acier inoxydable avec des parois latérales, un plafond et un sol solides pour assurer la sécurité et la stabilité des passagers.



Figure III.9 : Cabine d'ascenseur.

➤ Câbles de traction

Câbles, généralement en acier (Figure III.10), destinés à suspendre la cabine au contrepoids et faire fonctionner l'ensemble.

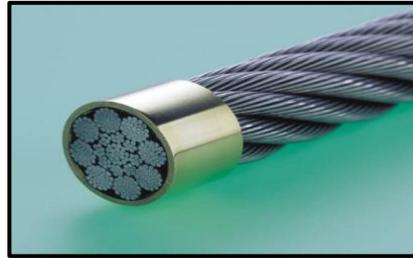


Figure III.10 : Câbles de traction.

➤ Clé de déverrouillage

Clé de secours destinée à procéder à l'ouverture manuelle d'une porte palière,

➤ Contrepoids

Servant à équilibrer une action inverse et compensatrice (Figure III.11).

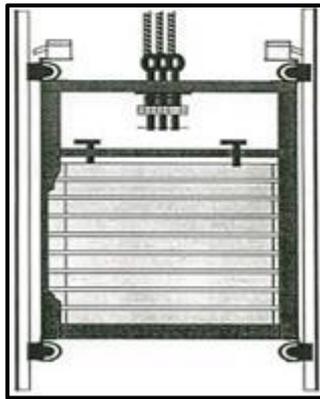


Figure III.11 : Contrepoids.

➤ Cuvette

Partie de la gaine située en contrebas du niveau d'arrêt inférieur desservi par la cabine et contenant les poulies de renvoi et les amortisseurs.

➤ Fin de course

Contact de sécurité placé généralement en gaine et destiné à stopper l'ascenseur en cas de dépassement de sa course normale.

➤ Gaine

Volume dans lequel se déplacent la cabine et le contrepoids. Ce volume est matériellement délimité par le fond de la cuvette, les parois et le plafond.

➤ Guides

Profilés en acier, généralement en forme de T, destinés à guider la cabine et le contrepoids dans la gaine.

➤ **Machinerie**

Local généralement placé au-dessus de la gaine et destiné à contenir l'appareillage et le système de traction. Aussi appelé "salle des machines".

➤ **Moteur de traction**

Moteur équipant le treuil de l'ascenseur et placé dans la machinerie.

➤ **Niveau**

Palier desservi (sous-sol, rez-de-chaussée, étage).

➤ **Parachute**

Organe mécanique, commandé par un câble de limiteur de vitesse, destiné à arrêter et maintenir l'arrêt de la cabine ou le contrepoids sur ses guides en cas de survitesse à la descente ou de rupture des organes de suspension. Lorsqu'en descente, le câble est bloqué par le limiteur de vitesse, il provoque la levée du parachute et le blocage de la cabine.

➤ **Porte(s) de cabine**

La porte de cabine est la porte qui s'ouvre sur l'intérieur de l'ascenseur pour permettre aux passagers d'entrer et de sortir. Elle peut être équipée de différents systèmes d'ouverture et de fermeture, tels que des portes coulissantes ou des portes à battant.

➤ **Portes palières**

Les portes palières sont les portes situées à l'entrée de chaque étage où l'ascenseur s'arrête. Elles sont synchronisées avec la cabine et s'ouvrent en même temps que la porte de cabine lorsque l'ascenseur s'arrête à un étage.

➤ **Poulie de traction**

Poulie équipée généralement de gorges taillées en forme de V de manière à agripper les câbles de traction. Cette poulie, solidaire du treuil, fait lors de sa rotation déplacée l'ensemble cabine et contrepoids.

➤ **Serrure**

Système de sécurité électromécanique verrouillant la porte palière.

9. Sécurité dans les ascenseurs

Les ascenseurs font partie de notre quotidien, que ce soit pour monter au sommet d'un gratte-ciel ou pour faciliter le déplacement des personnes en situation d'handicap.

L'ascenseur est équipé de nombreux composants qui assurent la sécurité des passagers. Nous pouvons parler de la sécurité par la serrure, capteur de position, limiteur de vitesse, frein d'arbre, parachute et l'amortisseur (Figure III.12) [28].

Voici quelques dispositifs de sécurités d'un ascenseur :

CHAPITRE III : Description et généralité sur les ascenseurs

- Serrures

Elles présentent à chaque porte palière l'assurance de leur bonne fermeture et leur verrouillage.

- Limiteur de vitesse

Ce limiteur de vitesse est actionné par un câble relié au levier du parachute. Afin de garantir une sécurité maximale aux usagers.

- Parachute

Dans le cas où le câble de traction de la cabine d'ascenseur viendrait à lâcher, des pinces métalliques qui bloquent les guides et freinent la cabine.

- Amortisseurs

L'immobilisation de l'appareil est réalisée par des amortisseurs. Ce dispositif de sécurité va alors dissiper l'énergie du choc.

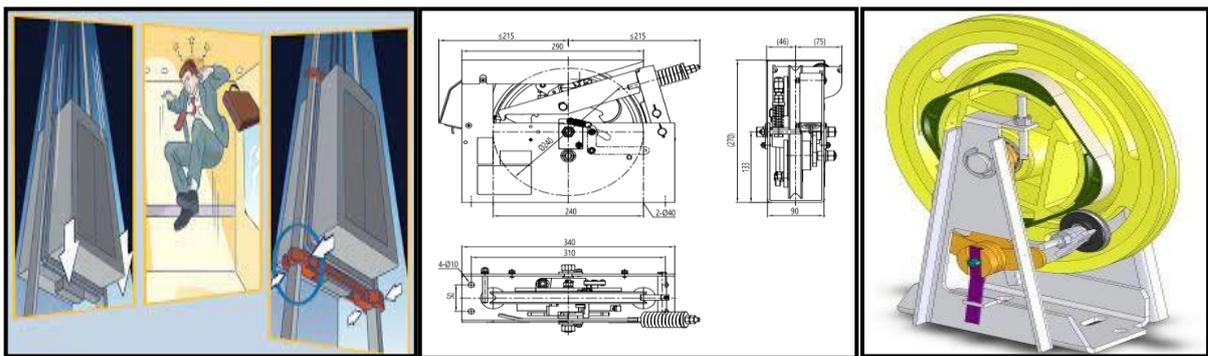


Figure III.12 : Exemple d'un système parachute et limiteur de vitesse.

10. Partie électromécanique

10.1 Critère de choix des moteurs électrique pour les ascenseurs

Sur le plan des performances de confort et de trafic, les différents types de motorisation conviennent dans la plupart des cas. En effet, le dimensionnement de l'installation dépendant surtout de la charge et de la vitesse à atteindre, la gamme disponible sur le marché est assez large pour satisfaire l'ensemble des performances souhaitées, quel que soit le type de motorisation [29].

Pour cette raison, on différencie plutôt les motorisations à traction en fonction des critères principaux suivants :

- Le rendement global.
- La performance énergétique.

- L'encombrement des équipements.

10.2 Dimensionnement du moteur électrique

Le dimensionnement d'un moteur asynchrone se résume, en simplifiant, à déterminer le couple nécessaire à déplacer la charge à vitesse nominale, c'est le couple nominal. On en déduit une puissance nominale mécanique qui va déterminer le choix du moteur. Il faut aussi tenir compte qu'un couple additionnel doit être disponible (sur toute la plage de vitesse) entre le couple de démarrage et celui de la vitesse nominale, c'est ce couple qui assure l'accélération.

Lorsque le couple de démarrage de la charge est supérieur à celui du moteur, il ne démarre pas (Figure III.13). Dans le cas des ascenseurs à traction, le couple de démarrage de la charge peut être important (réducteur à vis sans fin par exemple).



Figure III.13 : Machinerie ascenseur.

11. Armoire de commande d'un ascenseur

Les éléments de la boîte d'installation de contrôleur peuvent varier selon le modèle et le fabricant de l'ascenseur (Figure III.14), mais en général, ils incluent les éléments suivants [32] :

- **Carte de contrôle**

C'est la carte électronique qui contrôle le mouvement de l'ascenseur et assure son bon fonctionnement.

- **Alimentation électrique**

L'alimentation électrique fournit de l'énergie à l'ascenseur pour qu'il fonctionne correctement.

- **Boutons de diagnostic**

CHAPITRE III : Description et généralité sur les ascenseurs

Ces boutons permettent aux techniciens de maintenance de tester les différents composants de l'ascenseur pour détecter d'éventuels problèmes.

➤ **Interface de communication**

Cette interface permet aux techniciens de maintenance de communiquer avec l'ascenseur pour effectuer des réglages ou des mises à jour du système.

➤ **Fusibles et disjoncteurs**

Ces dispositifs de protection électrique protègent l'ascenseur contre les surtensions ou les surintensités électriques.

➤ **Transformateur**

Le transformateur est utilisé pour réduire la tension électrique de l'alimentation électrique pour qu'elle convienne à la carte de contrôle de l'ascenseur.

➤ **Connecteurs de câbles**

Ces connecteurs permettent de relier les différents composants de l'ascenseur et de l'installer correctement.

➤ **Variateur de fréquence**

La commande par variation de fréquence de la vitesse de l'ascenseur est un système de commande électronique qui permet de contrôler la vitesse de l'ascenseur en modifiant la fréquence de l'alimentation électrique du moteur.

En outre, la commande par variation de fréquence permet également de contrôler la courbe d'accélération et de décélération de l'ascenseur, ce qui améliore le confort des passagers, réduit les secousses et les à-coups lors des déplacements.



Figure III.14 : Armoire de commande d'un ascenseur.

12. Détecteurs de positions

Les capteurs de position mécaniques, également appelés interrupteurs de position, sont principalement utilisés dans les systèmes d'automatisation pour assurer la fonctionnalité et détecter la position, également appelés détecteurs de présence [32].

- Détection : Tout objet solide.
- Technologie : Deux fils.

12.1 Différents types de détecteur

➤ Détecteurs de proximité inductifs

Ce type de capteur est dédié à la détection sans contact d'objets métalliques. Ainsi, contrairement aux détecteurs de position, les objets sont proches du capteur mais ne se touchent pas (Figure III.15).



Figure III.15 : Détecteur de proximité inductive.

➤ Détecteurs de proximité capacitifs

Les détecteurs capacitifs présentent l'avantage de pouvoir détecter à courte distance la présence de tous types d'objets (Figure.16).



Figure III.16 : Détecteur de proximité capacitive.

➤ Détecteurs de proximité photo électriques

Un détecteur photoélectrique réalise la détection d'une cible, qui peut être un objet ou une personne, au moyen d'un faisceau lumineux (Figure III.17).



Figure III.17: détecteur de proximité photo électrique.

12.2 Choix des détecteurs

Les critères de choix d'un détecteur dépendent de plusieurs facteurs parmi eux :

- L'environnement : température, humidité, poussières, projections diverses.
- La source d'alimentation : alternative ou continue.
- Le signal de sortie : électromécanique.
- Le type de raccordement : câble, connecteur.

13. Nombre de démarrage d'un ascenseur

Le nombre de démarrages par heure ou par jour permet de déterminer la consommation moyenne ainsi que la chute de tension admissible au démarrage sur le réseau d'alimentation.

Sur la base de ces données, on peut ensuite déterminer le dimensionnement correspondant aux installations électriques nécessaires.

Il est également possible d'en déduire le coût de la consommation d'énergie et le montant de la réserve de puissance à consentir.

Il est ainsi possible de comparer la rentabilité des systèmes d'entraînement [30].

14. Conclusion

Ce chapitre a examiné la définition de l'ascenseur et ses différentes composantes. Nous avons vu comment l'ascenseur est conçu pour transporter efficacement les personnes et les marchandises d'un étage à l'autre. Nous avons également exploré l'histoire de l'ascenseur remontant à plus de cent ans, comment il a évolué pour devenir un outil fiable et sûr.

Les défis importants auxquels l'ascenseur est confronté, notamment en puissance, de vitesse, de durabilité et de sécurité.

Il y a plusieurs solutions pour alimenter l'ascenseur parmi celles-ci nous utilisons l'énergie solaire qui offre des avantages environnementaux, économiques et opérationnels qui sera le sujet du chapitre suivant.

CHAPITRE IV

MODELISATION ET DIMENSIONNEMENTS DU SYSTEME ETUDIE

1. Introduction

Dans cette étude, nous nous intéressons à l'utilisation des panneaux solaires pour alimenter un ascenseur électrique au niveau des services pédiatrie du CHU Khalil AMRAN à Bejaïa, destiné à transporter des patients. Ils sont des équipements critiques dans les hôpitaux, car ils doivent être fiables et sûrs pour transporter des patients malades ou blessés rapidement entre les différents niveaux de l'hôpital, notamment pour des interventions chirurgicales.

Par conséquent, il est important d'assurer que le système d'alimentation solaire est fiable et adapté aux besoins de l'ascenseur. Ce qui peut nous offrir des avantages en termes de réduction des coûts énergétiques et d'impact environnemental, tout en offrant une source d'énergie de secours permanente disponible en cas de coupure de courant.

2. Description du système étudié

2.1 Description de l'ascenseur

Dans cette section, nous allons faire une description sur un ascenseur (monte malades) R+5. Les éléments principaux de l'ascenseur :

➤ Moteur

Le moteur utilisé dans ce cas est de marque Schindler (Figure IV.1), est un type de moteur à courant qui est utilisé pour déplacer la cabine le long de la gaine de l'ascenseur.



Figure IV.1 : Moteur de l'ascenseur.

CHAPITRE IV: MODELISATION ET DIMENSIONNEMENTS DU SYSTEME ETUDIE

➤ **Plaque signalétique du moteur**

La figure (IV.2) présente la plaque signalétique de moteur de l'ascenseur

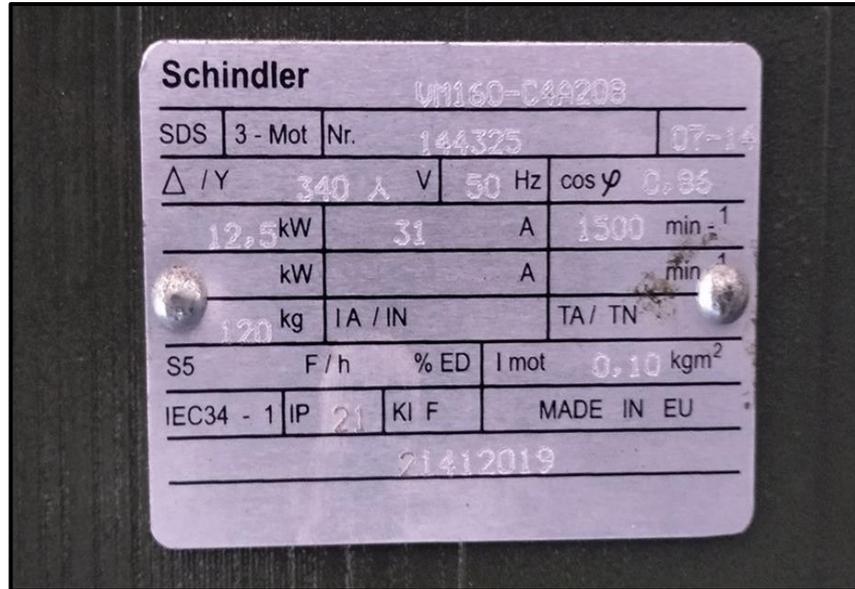


Figure IV.2 : Plaque signalétique du moteur

➤ **Armoire de commande**

L'armoire de commande est le cerveau de l'ascenseur. Elle est à la fois récepteur d'informations et transmetteur d'ordres (Figure IV.3).

Très proche du moteur, elle est constituée de deux parties. La première, destinée à la gestion des informations, fonctionne en basse tension, à 12 ou 24 V. La deuxième, qui commande le moteur, fonctionne en triphasé à 380 V.

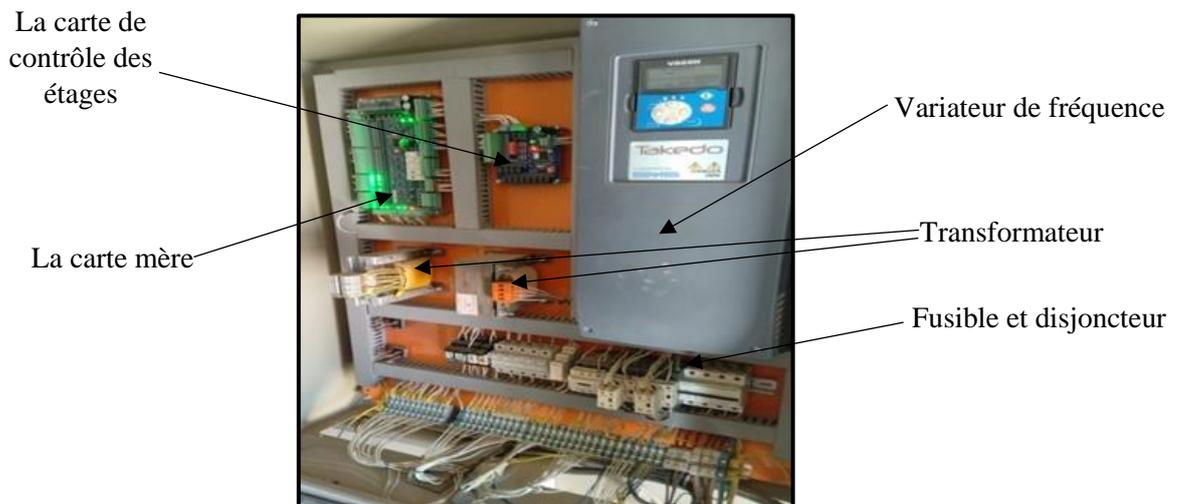


Figure IV.3 : L'armoire de commande.

CHAPITRE IV: MODELISATION ET DIMENSIONNEMENTS DU SYSTEME ETUDIE

➤ **Contre poids**

C'est la charge mobile qui se situe à l'extrémité des câbles de traction, permettant de contrebalancer la cabine en diminuant l'énergie fournie par le moteur, représentant l'équivalent du poids de la cabine et la moitié de sa charge maximale (Figure IV.4).



Figure IV.4 : Contre poids.

➤ **Poulie tendeuse**

Une poulie pour ascenseur est un type spécifique qui est utilisé dans les systèmes de levage d'ascenseur (Figure IV.5). Elle est conçue pour maintenir la tension appropriée sur la courroie ou la chaîne qui relie la cabine de l'ascenseur au mécanisme de levage.



Figure IV.5 : Poulie tendeuse.

2.2 Description des panneaux solaire utilisé

➤ Fournisseur

L'entreprise UNISOLAR ALGERIE est une entreprise spécialisée dans le domaine des énergies renouvelable et l'électricité industrielle, et qui répond aux exigences de la demande des collectivités et des investisseurs privés, dans le domaine de l'éclairage public à base de consommation LED et des kits solaires pour l'alimentation de l'habitat entièrement ou partiellement en électricité, leur équipe assure l'étude, l'installation, la maintenance & la garantie des équipements.

Cette entreprise nous à proposer une gamme de panneaux solaires disponibles à leur niveau sise à Akbou, Bejaia, Alger, comprenant une gamme mono et poly-cristallins de haute qualité et de puissance différente selon le marché Algérien pour différentes utilisations, ainsi que des équipements complémentaires tels que des onduleurs, des batteries, des régulateurs et des câbles de qualité pour une installation au norme réussi, également conçus pour offrir une durée de vie plus de 30 ans, ce qui garantit une fiabilité et une performance à long terme.

2.2.1 Éléments principaux d'une installation de kit solaire

➤ Panneaux solaire

Les panneaux solaires disponibles sur le marché, ont généralement une puissance comprise entre 100 Wc et 400 Wc (Figure IV.6).



Figure IV.6 : panneau solaire de type SF400M

CHAPITRE IV: MODELISATION ET DIMENSIONNEMENTS DU SYSTEME ETUDIE

➤ **Structure porteuse**

Support en charpente métallique galvanisée (contre la corrosion) supportant 16 modules avec une inclinaison adéquate. Avec toutes accessoires pour réalisation des supports massifs en béton implanté au sol pour fixer chaque pied, la figure IV.7 montre quelque support utilisé.



Figure IV.7 : Support charpente métallique

➤ **Onduleur et régulateur MPPT**

Les onduleurs sont des appareils qui convertissent le courant continu en courant alternatif, lors du choix d'un onduleur, il est important de considérer la puissance de sortie, le type d'onde de sortie, l'efficacité et les fonctionnalités de surveillance.

Les régulateurs MPPT sont utilisés dans les systèmes solaires pour optimiser la conversion de l'énergie solaire en électricité en ajustant automatiquement la tension et le courant de charge, Figure IV.8.



Figure IV.8 : Onduleur et régulateur MPPT

3. Dimensionnement du système photovoltaïque

Selon notre objectif, il est essentiel de trouver l'équilibre parfait entre la production d'électricité solaire et les besoins en énergie de cette application spécifique, le dimensionnement correct garantit que la station photovoltaïque fonction de manière optimale.

3.1 Bilan de puissance (bilan énergétique) de l'ascenseur

L'énergie consommée sera utilisée par les éléments suivants :

➤ **Moteur de levage**

Le moteur est responsable de la traction de la cabine et de la consommation d'énergie la plus significative dans un ascenseur qui sera calculer par la suite.

➤ **Eclairage de la cabine**

L'éclairage de la cabine peut nécessiter une puissance relativement faible à environ 300 W.

➤ **Système de contrôle et d'affichage**

La consommation d'énergie dépendra des composantes électroniques utilisées, telle que le système de commande des portes, les afficheurs, les boutons de commande et les systèmes de communication pouvant atteindre 700 W.

➤ **Durée du fonctionnement de l'ascenseur**

On estime que la durée du fonctionnement de cet ascenseur peut atteindre jusqu'à $T_f = 4 \text{ h/j}$.

3.2 Calcule la puissance consommée par le moteur

Selon les caractéristiques du moteur on calcule la puissance absorbée P_a par l'équation suivante :

$$P_a = \sqrt{3}UI\cos(\emptyset) \quad \text{IV.1}$$

On aura donc $P_a = 15.7 \text{ kW}$

3.3 Puissance totale consommée par l'ascenseur

La puissance consommée par l'ascenseur sera égale à la somme des puissances consommée par le moteur, l'éclairage de la cabine et le système de contrôle, donnée par :

$$P_t = P_a + P_L + P_C \quad \text{IV.2}$$

Par calcule on trouve : $P_t = 16.7 \text{ kW}$

CHAPITRE IV: MODELISATION ET DIMENSIONNEMENTS DU SYSTEME ETUDIE

Tel que :

- P_t : puissance totale consommée.
- P_a : puissance consommée par le moteur.
- P_L : puissance consommée par l'éclairage de la cabine.
- P_C : puissance consommée par le système de contrôle et d'affichages.

3.4 Calcul de l'énergie consommée par l'ascenseur

Après avoir calculé la puissance totale consommée par l'ascenseur et détermine le temps de fonctionnement de l'ascenseur par jour nous pouvons calculer l'énergie journalier consommée comme suit :

$$E_c = P_t * T_f \quad \text{IV.3}$$

Donc $E_c = 66.81 \text{ kWh/j}$

- E_c : énergie électrique journalière consommée par l'ascenseur [kWh/j]
- T_f : durée moyenne du fonctionnement de l'ascenseur par jour.

3.5 Calcul de l'énergie demandée par l'ascenseur

L'énergie demandée est calculée en prenant en compte la somme des pertes de transfère de puissance, tel que les pertes par effet joule dans les différents câbles ainsi que le rendement des composants dans l'installation photovoltaïque qui est estimé à environ de 25% à 30% de la puissance consommée E_c .

$$E_d = E_c + 25\% E_c \quad \text{IV.4}$$

Qui donne $E_d = 83.51 \text{ kWh/j}$

- E_d : Energie total demandée par l'ascenseur.

3.6 Tension de fonctionnement de bus continu

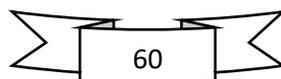
Le choix de la tension d'utilisation dépend de la puissance totale consommée par l'ascenseur tel que :

$$U=12V \longrightarrow P_t < 1000W$$

$$U=24V \longrightarrow 1000 < P_t < 2000W$$

$$U=48V \longrightarrow P_t > 2000W$$

donc pour $P_t = 16700W > 2000W$ \longrightarrow la tension de bus continu sera $48V$



3.7 Détermination de la capacité du stockage

Le calcul de la capacité de la batterie dépend de plusieurs facteurs, tel que la consommation électrique quotidienne, l'autonomie souhaitée, le taux de décharge de la batterie et la tension de fonctionnement donnée par :

$$C = \frac{E_d \times N}{D \times U} \quad \text{IV.5}$$

Tel que :

C : Capacité totale des batteries en Ampère-heure [Ah]

E_d : énergie total demandée par jour [Wh/j]

N : nombre de jour d'autonomie

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

U : tension d'utilisation [V]

dans notre cas on a considéré $N = 1$ car l'ascenseur située dans un site connecté au réseaux.

➤ **Application**

$$C = \frac{83510 \times 1}{0.8 \times 48} = 2174.74 \text{ Ah}$$

La capacité totale des batteries a installé est égale à $C = 2200 \text{ Ah}$.

3.8 Calcule du nombre des batteries à installer

La capacité des batteries choisies est de 260 Ah avec une tension de 12 V.

Le nombre de batteries nécessaires à installer sera alors :

➤ Nombre de batterie en série

$$N_{Bs} = \frac{48}{12} = 4 \text{ en serie}$$

➤ Nombre de branche en parallèle

$$N_{Bp} = \frac{2200}{260} = 9 \text{ branches}$$

➤ Nombre totale de batterie

$$N_{tb} = 9 * 4 = 36 \text{ batteries}$$

CHAPITRE IV: MODELISATION ET DIMENSIONNEMENTS DU SYSTEME ETUDIE

3.9 Calcule de la puissance des panneaux

Le calcul de la puissance des panneaux solaires dépend de plusieurs facteurs, notamment l'ensoleillement moyen de la région et la puissance demandé.

$$P_{pv} = \frac{E_d(kwh) \times 1000}{I_r} \quad \text{IV. 6}$$

Le coefficient d'éclairement solaire I_r dépend de la zone géographique à installer, qui sera égale à $I_r = 4.5 \text{ kWh/m}^2$ à Bejaïa [17].

$$P_{pv} = \frac{83.51 \times 1000}{4.5} = 18557.8 \text{ W}$$

3.10 Choix des panneaux solaires

On a choisi les panneaux (SF400M) qui sont disponibles sur le marché.

➤ Les caractéristiques du module (SF400M)

Paramètres	valeurs
Puissance max du panneau P_m	400 Wc
Courant au point de puissance max I_{mpp}	10.53 A
Tension au point de puissance max V_{mpp}	38 V
courant de court-circuit I_{cc}	11.16 A
Tension en circuit ouvert V_{oc}	45.60 V
Efficacité du module	20.09 %
courant du fusible séries maximal	15 A

Tableau IV.1 : les caractéristiques techniques du module SF400M

3.11 Calcule du nombre total de panneau a installé

Le nombre total de panneaux est égale à la puissance totale délivré par le GPV sur la puissance crête d'un panneau

$$N_p = \frac{P_{pv}}{P_m} \quad \text{IV.7}$$

On aura donc $N_p = \frac{18557.8}{400} = 46.39$

Dans ce cas soit on choisit 46 panneaux ou 48 panneaux pour avoir un nombre pair

➤ **Vérification**

Pour $N_p = 46$

$$P_m * 46 = 400 * 46 = 18400 < 18557.8 \text{ W}$$

CHAPITRE IV: MODELISATION ET DIMENSIONNEMENTS DU SYSTEME ETUDIE

Pour $N_p = 48$

$$P_m * 48 = 400 * 48 = 19200 > 18557.8 \text{ W}$$

➤ Donc notre installation photovoltaïque dispose **48 panneaux solaires**

3.12 Choix de l'onduleur

On choisit un onduleur hybride vu la puissance demandée qui aura les caractéristiques suivantes :

- Tension de branchement des batteries 48 V
- Puissance de l'onduleur qui doit satisfaire la condition :

$$80\% P_{pv} < P_{ond} < 100\% P_{pv}$$

Donc la puissance de l'onduleur sera égale à **$P_{ond} = 18 \text{ kW}$** .

Dans notre installation on utilisera **4 onduleurs de 5000W** vu la disponibilité sur le marché, le tableau ci-dessous donne les caractéristiques de l'onduleur.

➤ Caractéristique technique de l'onduleur

Paramètres	valeurs
Plage de tension MPPT	120-550
Puissance PV maximale	6000W
Puissance de sortie	5000W
Tension d'entrée des batteries	48 V
Courant d'entrée max	12A
Tension de sortie	3Ph 380V

Tableau IV.2 : caractéristiques technique du l'onduleur

3.13 Branchement des panneaux

Le branchement des panneaux dépend de la tension d'entrée de l'onduleur (VCC) pour avoir une tension à la sortie de GPV compatible avec celle de l'onduleur.

Donc on branche 12 panneaux en série pour avoir la tension $U = 38 * 12 = 456V < 600V$ qui sera appliqué pour chaque onduleur, et comme le courant d'entrée max de l'onduleur est de 12A et nos panneaux délivrent en série 10.59 A, alors cette solution est efficace en termes d'installation.

On réalise cette chaîne par une représentation architectonique de système dans la figure IV.9.

CHAPITRE IV: MODELISATION ET DIMENSIONNEMENTS DU
SYSTEME ETUDIE

CHAPITRE IV: MODELISATION ET DIMENSIONNEMENTS DU SYSTEME ETUDIE

La figure IV.10 présente l'onduleur utilisé dans notre installation.



Figure IV.10 : onduleur de type STECA hybride 5kW.

4. Dispositifs de protection

Les dispositifs de protection d'une installation photovoltaïque sont conçus pour garantir la sécurité électrique de l'appareillages et des personnes est régie par des normes françaises et européennes en termes de sécurité électrique:

4.1 Protection courant continu

Une protection courant continu est exigée dans chaque installation d'un système photovoltaïque avec des coffres de type IP65 tel que [35], [36] :

➤ Protection des branches

La protection d'un champ photovoltaïque est réalisée à l'aide de fusible installé sur chaque branche (Figure IV.10) et sera choisi en tenant compte de :

- La tension de fonctionnement du fusible qui doit être de 1,15 fois la tension à vide dans les conditions STC des modules raccordés en série : $1,15 \times V_{co} \times N_{ms}$
- Le calibre des fusibles doit être compris entre 1,5 et 2 fois le courant I_{cc} (STC) de chaque chaîne. ($1,5 \times I_{cc} \leq \text{calibre fusible} \leq 2 \times I_{cc}$).

CHAPITRE IV: MODELISATION ET DIMENSIONNEMENTS DU SYSTEME ETUDIE



Figure IV.11 : Fusible et port fusible.

➤ **Interrupteur de coupure/ sectionneur DC**

Il sera placé juste à la sortie du générateur et servira entre autres d'isoler électriquement le champ PV afin de permettre des opérations de maintenance en sécurité (Figure IV.11).



Figure IV.12 : Sectionneur DC

➤ **Parafoudre**

Le parafoudre permet de protéger contre les risques de surtensions éventuelles dans l'installation (Figure IV.12).



Figure IV.13 : Parafoudre DC

4.2 Protection courant alternatif

Une protection courant alternative est exigée en aval de l'onduleur. Il est donc placé entre l'onduleur et l'armoire électrique. Il comporte un dispositif de coupure et de sectionnement général AC sur la liaison principale.

➤ **Disjoncteur différentiel**

Un disjoncteur différentiel est utilisé pour détecter les fuites de courant, les court-circuit, les surcharges électriques et couper l'alimentation en cas de défaut d'isolement, assurant ainsi la sécurité électrique en prévenant les risques d'incendie (Figure IV.13). Il est essentiel pour se conformer aux normes de sécurité et localiser les problèmes électriques.



Figure IV.14 : Disjoncteur différentiel

➤ **Interrupteur différentiel**

Le rôle d'un interrupteur différentiel est de détecter les fuites de courant et de couper l'alimentation électrique en cas de défaut d'isolement. Il agit comme un dispositif de protection pour prévenir les risques de chocs électriques en réagissant rapidement aux courants de fuite anormaux et il surveille en permanence le courant entrant et sortant d'un circuit et déclenche automatiquement en cas de déséquilibre, assurant ainsi la sécurité des personnes et des biens (Figure IV.14).

CHAPITRE IV: MODELISATION ET DIMENSIONNEMENTS DU SYSTEME ETUDIE



Figure IV.15 : interrupteur différentiel

4.3 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 d'isolement. 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.

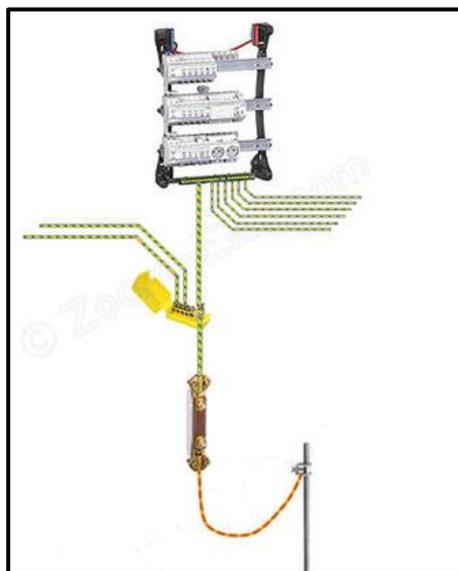


Figure IV.16 : Mise à la terre

5. Coût total de l'installation

D'après l'étude et dimensionnement de notre system, une étude économique sue l'ensemble des composent est effectuer en présentant une facture qui était faite et donné dans le tableau suivant :

N°	DESIGNATION	U	QTE	PRIX/U HT	Total HT
1	F/P Panneau solaire égal ou plus à 345 WC	U	48	29000,00	1 392 000,00
2	F/P Onduleur hybride OFF grid STECA 5 kW	U	4	190000,00	760 000,00
4	F/P Batteries AGM/GEL 12V de 260 Ah	U	36	60000,00	2 160 000,00
5	F/P Disjoncteur DC	U	4	8000,00	32 000,00
6	F/P Fusible DC et porte Fusible	U	4	2500,00	10 000,00
7	F/P Sectionneur DC	U	4	4500,00	18 000,00
8	F/P Parafoudre DC	U	4	13000,00	52 000,00
9	F/P Disjoncteur AC	U	4	15000,00	60 000,00
10	F/P Câble DC 6 mm2 noir et rouge	MI	300	300,00	90 000,00
11	F/P Câble 2*2, 5mm2	MI	40	1500,00	60 000,00
12	F/P Câble 35 mm2	MI	15	2600,00	39 000,00
13	F/P chemins de câble et gain	U	1	25000,00	25 000,00
14	F/P Kit de protection	MI	50	450,00	22 500,00
15	F/P Armoire de commande	U	1	20000,00	20 000,00
16	F/P Accessoires divers générales	U	1	80000,00	80 000,00
17	F/P supports de fixations métalliques galvanisées Avec accessoires de fixations adéquats.	U	1	300000,00	300 000,00
18	F/P supports pour batteries métalliques	U	1	40000,00	40 000,00
19	Transport et mis en place de marchandise,	U	1	300000,00	300 000,00
				Montant HT	5 190 500,00
				TVA 19%	986 195,00
				Montant TTC	6 176 695,00

LA PRESENTE FACTURE S'ARRETE A LA SOMME DE : Sept millions quatre cent soixante-dix-sept et neuf cent soixante dinars algériens

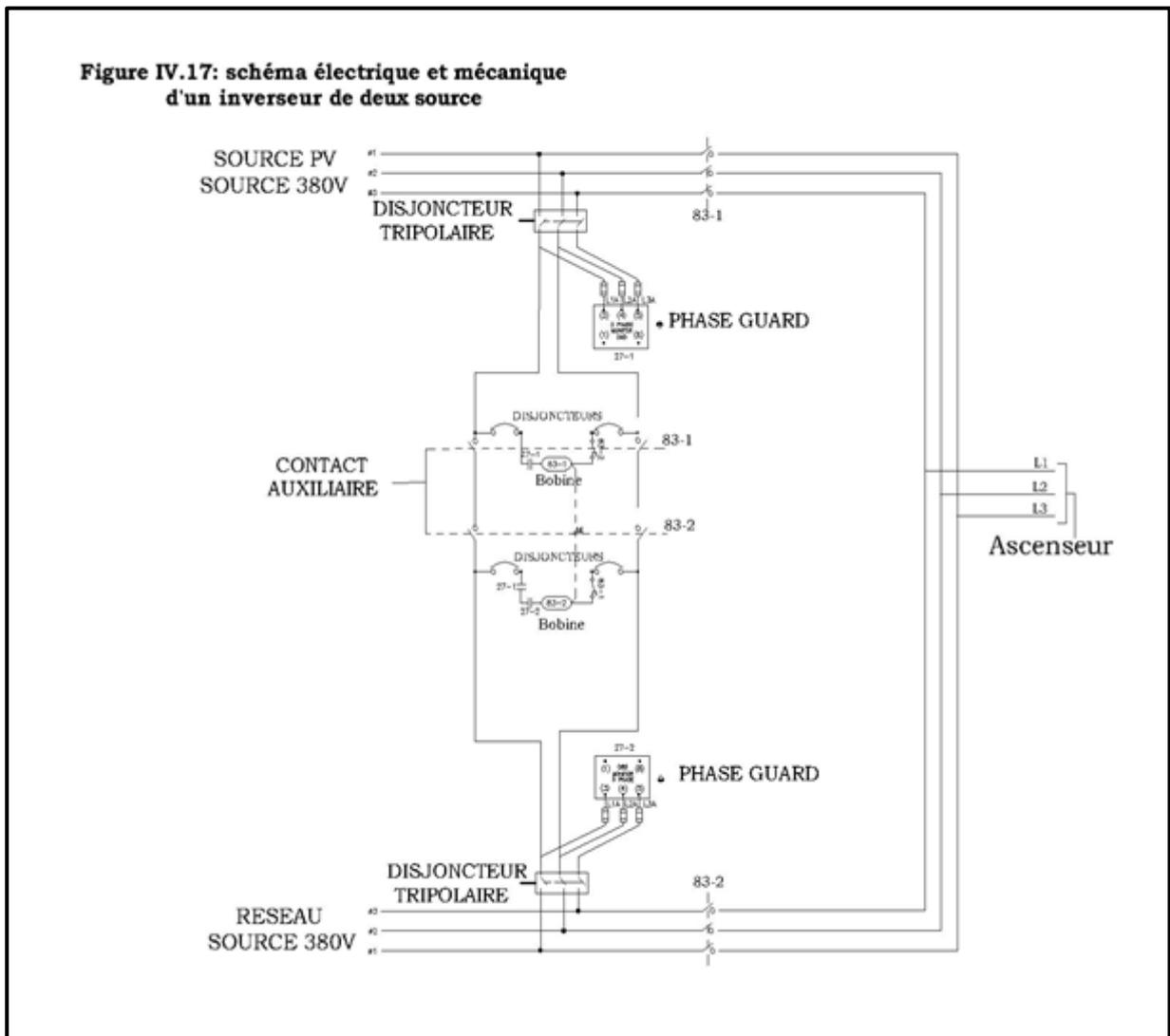
L'assistance technique et les déplacements de l'équipe pour le suivit technique selon la mobilité de la cabine sont intégrés est dans le devis pendant une année.

Tableau IV.3 : Facture de l'installation photovoltaïque

6. Système inverseur de deux sources triphasées

Le système inverseur de deux sources triphasées assure une alimentation électrique ininterrompue en commutant automatiquement entre deux sources (Figure IV.17). La source A est constituée des panneaux solaires et de l'onduleur, fournissant une alimentation triphasée. La source B est le réseau électrique traditionnel. Il est également équipé d'un système de stockage d'énergie connectée à l'onduleur.

En cas de décharge du système de stockage d'énergie ou de défaillance de la source A, l'inverseur détecte ces conditions et effectue une transition fluide vers la source B du réseau électrique. Cela garantit une alimentation continue aux charges critiques, y compris l'ascenseur, sans interruption significative entre les différentes sources disponibles en fonction des conditions du système.



7. Conclusion

Ce chapitre a permis de réaliser une étude et dimensionnement d'un ascenseur a six étages au sein de l'hôpital Khalil Amrane de Bejaia, et ceci en effectuant une série de calculs de puissance et d'énergie consommée.

Le calcul du nombre de panneaux solaires a été effectué en tenant compte des besoins énergétiques de l'ascenseur ainsi que l'ensoleillement local moyen.

Notre dimensionnement nous a permis de déterminer le nombre des dérivés composant cette installation et leur branchement ainsi que le calibre des dérivés dispositifs de protection.

Après avoir obtenu les prix de chaque composante de l'installation sur le marché, nous avons calculé le coût total de cette installation de plus nous avons parlé du système inverseur de deux sources triphasées, qui assure une alimentation fiable et continue de l'ascenseur en cas de variations de l'énergie solaire.

L'éléments principale de l'ascenseur et le moteur asynchrone triphasé qui nécessite de la puissance réactive pour son fonctionnement, cette puissance peut être fournie par le banc de batterie via l'onduleur hybride utilise, ce qui fera augmenter le courant qui le traverse, pour remédier, un banc de capacité sera étudié et réalisé et connecté avant la charge, ce qui fera alimenter le moteur en énergie réactive et diminuer le courant traversant l'onduleur.

CHAPITRE IV : MODELISATION ET DIMENSIONNEMENTS DU SYSTEME ETUDIE

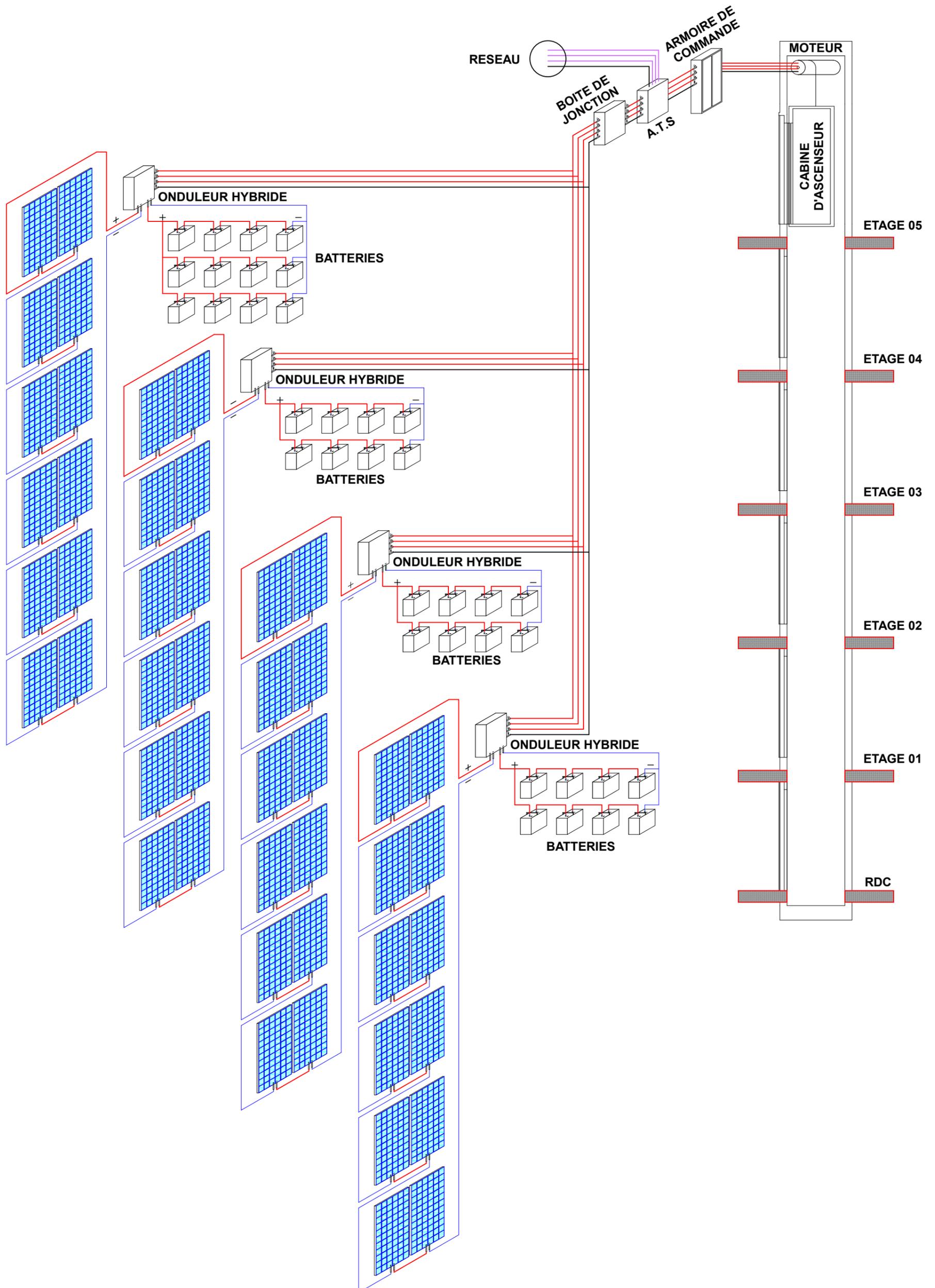


FIGURE IV.9: REPRESENTATION ARCHITECTONIQUE DU SYSTEME

Conclusion général

Notre travail a été consacré à l'étude et dimensionnement de l'alimentation d'un ascenseur par l'énergie photovoltaïque. L'objectif principal est de résoudre les problèmes liés aux coupures d'électricité et aux pannes couramment rencontrées avec les groupes électrogènes.

Cette solution contribue à la durabilité de notre étude et dimensionnement de système PV en réduisant les émissions de gaz à effet de serre tout en préservant l'environnement. Pour assurer la sécurité du personnel médical qui utilise l'ascenseur dans les situations d'urgence.

Pour atteindre cet objectif et après avoir présenté des généralités sur les systèmes PV, nous avons commencé par la modélisation mathématique d'une cellule photovoltaïque, le modèle obtenu formalise un groupement de cellule en série, en se basant sur les caractéristiques du panneau étudié, la présentation de ce modèle nous a permis d'élaborer le schéma Simulink de notre système.

Après l'étape de la modélisation, nous nous sommes intéressés au problème de maximisation de la puissance délivrée par le générateur PV, pour ce faire, nous avons utilisé la commande MPPT par perturbation et observation (P&O) utilisant un convertisseur statique élévateur (DC-DC Boost) idéal pour le système car il permet d'avoir une tension à sa sortie supérieure à celle fournie par le GPV.

Dans le chapitre trois, nous avons présenté des généralités sur les ascenseurs ainsi que leurs fonctionnements et les différentes parties qui les composent.

La suite de ce travail présente l'ascenseur étudié aux niveaux des services pédiatrie du CHU Khalil AMRAN à Bejaia et ceci pour déduire la puissance consommée par l'ascenseur en fonction des nombres de démarrages par jours, afin de calculer le nombre total des panneaux nécessaires à installer qui sont de type SF400M, les batteries, puissance de l'onduleur et le régulateur qui seront utilisés dans notre installation. La fin on a calculé le coût total de cette installation.

Pour réduire la facture de l'installation, nous avons proposé d'autres solutions pour réduire ces coûts, telles que :

- En peut faire un changement du moteur de même couple qui produit, mais sa consommation d'énergie est réduite, avec un rendement plus élevé comme les nouveaux moteurs, alors va également réduire le nombre des composants utilisé ainsi que la surface d'installation des panneaux.

Ce travail a démontré l'importance de la recherche et de l'innovation dans le domaine de l'énergie renouvelable. Nous espérons que les résultats de cette étude son utiles pour l'industrie des ascenseurs.

Bibliographie

- [1]. <https://youmatter.world/fr/definition/energies-renouvelables-definition/>
- [2]. <https://www.edfenr.com/lexique/energie-solaire/>
- [3]. A.BiskeretM.Chiri. "Commande d'un système photovoltaïque en mode isolé et en mode Connecté au réseau". Mémoire de Master école nationale polytechnique, 2012.
- [4].Dj.BENATIALLAH. [Détermination du gisement solaire par imagerie satellitaire avec intégration dans un système d'information géographique pour le sud d'Algérie]. En vue de l'obtention du Diplôme de Doctorat en science, université Adrar
- [5]. M. HARAOUIBA, « étude et simulation d'un générateur de panneau, » FACULTE DE SCIENCE DE L'INGENIORT, ANNABA, 2019.
- [6]. O.BENSEDDIK et F.DJALOUUD '' Etude et optimisation du fonctionnement d'un Système photovoltaïque ''Mémoire de Master Université Kasdi Merbah-Ouargla 27/06/2012.
- [7]. B. Souad. « Elaboration d'une stratégie optimale pour l'exploitation combinée des énergies renouvelables » Thèse de Doctorat, Université des Frères Mentouri-Constantine 2016.
- [8]. A. Salim. « Contribution à la commande des systèmes photovoltaïques: application aux systèmes de pompage » Thèse de Doctorat, Université de Reims Champagne-Ardenne et de l'Université de Sfax. 2015
- [9]. Si yahiaoui Souad (Etude et dimensionnement d'un système d'éclairage public PV dans l'université d'Adrar) Université Ahmed Draya d'ADRAR
- [10]. B. Djamil « optimisation d'un système d'énergie photovoltaïque application au pompage. » Magister en électrotechnique université Mentouri de Constantine 28/ 11/ 2007
- [11]. KH. Amar, « Etude et conception d'une architecture en vue de la détection de défauts dans une installation photovoltaïque. » Mémoire de Magister UNIVERSITE SETIF 1.
- [12].L. SEIDOU Imorou, " Etude et dimensionnement des systemes de pompage photovoltaïque dans les localites rurales du benin : cas de adjakpata ",Memoire pour l'obtention du diplome d'ingenieur 2ie avec le grade de master, Promotion [2015/2016] Institut International d'Ingenierie. BURKINA.
- [13]. A.BiskeretM.Chiri. "Commande d'un système photovoltaïque en mode isolé et en mode Connecté au réseau". Mémoire de Master école nationale polytechnique, 2012.
- [14]. Systèmes PV_Polytech_Alain Ricaud_Oct-11.doc
- [15]. S. Patrice. « LE STOCKAGE ÉLECTROCHIMIQUE DE L'ÉNERGIE : PRINCIPES, APPLICATIONS ET FUTURS DÉFIS » Thèse de Doctorat, France (07AVRIL 2015).

- [16]. Al. Ricaud, " Modules et systèmes photovoltaïques" Polytech' Savoie Sep 2008
- [17]. H. Mohamed, « Etude simulation d'un générateur de panneau photovoltaïque, » Faculté : Sciences de l'Ingénierat Département : Electronique. Université badji mokhtar annaba
- [18]. C. Serir, «optimisation des systèmes de pompage photovoltaïque», Mémoire de Magister de l'Université de Bejaia, Algérie, 2012
- [19]. H., Abid, H., Loukil, K., Toumi, A., & Abid, M. (2014). Etude comparative de cinq algorithmes de commande MPPT pour un système photovoltaïque. Revue des Energies Renouvelables, 17(3), 435-445.
- [20]. B. Abdelkader'' Modélisation et Diagnostic d'un Onduleur Triphasé par l'Approche Bond Graph ''Mémoire de Magister UNIVERSITE FERHAT ABBAS DE SETIF 02/12/2009.
- [21]. F. Slama '' Modélisation d'un système multi générateurs photovoltaïques interconnectés au réseau électrique''Mémoire de Magister UNIVERSITE FERHAT ABBAS - SETIF-01/04/2011.
- [22]. A. Meflah, ''Modélisation et commande d'une chaine de pompage photovoltaïque Mémoire de Magister UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID – TLEMCEN 2011
- [23]. université de Savoie «licence EEA module U6 énergie et convertisseurs d'énergie
- [24]. Cabal, C. (2008). Optimisation énergétique de l'étage d'adaptation électronique dédié à la conversion photovoltaïque (Doctoral dissertation, Université de Toulouse, Université Toulouse III-Paul Sabatier).
- [25]. <https://guiderenovation.fr/histoire-ascenseur/>
- [26]. <https://www.techno-science.net/definition/821.html>
- [27]. S. Mourad (Commande, simulation et supervision d'un ascenseur OTIS à base d'un API S7-300 au sein de la société ASSM DE BEJAIA)
- [28]. <https://www.octelift.shop/fr/content/24-composants-securite-ascenseur>
- [29]. <https://energieplus-lesite.be/concevoir/ascenseurs2/choisir-la-motorisation-de-l-ascenseur-a-traction/>
- [30]. <https://energieplus-lesite.be/concevoir/ascenseurs2/dimensionner-l-ascenseur/>
- [31]. <https://ascenseur-tp2016-lazos-90.websself.net/lascenseur>
- [32]. miafst2_2s_2015-05_fr. NEW LIFT Steuerungsbau GmbH Lochhamer Schlag 8 82166 Gräfelfing (Allemagne)
- [33]. M. Sonia, M. Tassadit <<Conception, et réalisation d'un ascenseur à base de la carte de développement ARDUINO UNO>>, Mémoire de fin 115 d'études En vue de l'obtention du diplôme de MASTER en Electronique, Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou, 2017/2018

- [34]. UV J.S.P. 3, Module: PPBE. Typologie des ascenseurs, [ASSOCIATION
DEPARTEMENTALE-METROPOLITAINE DES JEUNES SAPEURS-POMPIERS]
- [35]. Dr.MM.Bouzaki cours energies renouvelables photovoltaïque.USDB
- [36]. UNION TECHNIQUE DE L'ELECTRICITE C 15-712-1 : GUIDE PRATIQUE
{Installations photovoltaïques raccordées au réseau public de distribution}