



وزارة البحث العلمي والتعليم العالي

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة عبد الحميد بن باديس مستغانم

Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem

كلية العلوم و التكنولوجيا

Faculté des Sciences et de la Technologie

DEPARTEMENT DE GENIE ELECTRIQUE

N° d'ordre : M...../GE/2021



MEMOIRE

Présenté pour obtenir le diplôme de

MASTER EN GENIE ELECTRIQUE

Filière : Télécommunications

Spécialité : Systèmes des télécommunications

par

Benchehida Hadja Khadidja

Freha Fatiha

Modélisation d'un système solaire par Simulink et Réseaux de Neurones

Soutenu le 18 /07/ 2021 devant le jury composé de :

Président : Mme. Abad Amal	Professeur	Université de Mostaganem
Examineur : Mr. Yagoub benabdellah	Professeur	Université de Mostaganem
Rapporteur : Mr. Daoud Mohammed	MCA	Université de Mostaganem
Co-encadreur : Mr. Azzedine Mohammed	MAA	Université de Mostaganem

Année Universitaire 2020/2021

Remerciements :

Nous rendons nos profondes gratitudees à dieu qui nous a aidés à réaliser ce modeste travail. Nous exprimons nos profondes gratitudees à nos parents pour leurs encouragements, leurs soutiens et pour les sacrifices qu'ils ont enduré. Nous remercions notre encadreurs *Mr Daoud Mohamed * pour les efforts qu'il a déployés, pour nous aider, conseiller, encourager et corriger. Nous remercions aussi tout le corps enseignant et administratif qui a contribué à notre formation universitaire

Dédicaces

Nous consacrons CE MODESTE TRAVAIL A :

Nos chers parents

Nos sœurs et nos frères

Toutes nos familles

Tous nos amis

Tous les enseignants qui m'ont aidé de proche ou de loin pour être un jour

master d'électronique

Résumé :

L'objectif visé dans ce travail est la modélisation d'un système photovoltaïque commandé par MPPT (Suivi du point maximum de puissance) par Simulink et selon le mécanisme d'intelligence artificielle " réseau de neurone artificielle ", puis utiliser ce système en tant qu'alimentation du système Wifi dans les zones dépourvues d'électricité.

Dans notre travail, on a conçu un système PV où le générateur PV est le module SPX-20-250BLK, Les résultats de simulation obtenus sous Matlab/Simulink montrent la performance du contrôle dans le comportement dynamique du système photovoltaïque, modélisé en RNA en donnant des résultats identiques à ceux de Simulink qui est pris comme référence dans le cas de caractéristiques et de MPPT.

Mots-clés:

Système PV, commande MPPT, réseaux de neurone, modélisation, simulation, caractéristiques, performance..

Abstract:

The objective of this work is the modeling of a photovoltaic system controlled by MPPT (Monitoring of the maximum power point) by Simulink and according to the artificial intelligence mechanism "artificial neuron network", then use this system as a 'power supply for the Wifi system in areas where there is no electricity.

In our work, we designed a PV system where the PV generator is the module SPX-20-250BLK, The simulation results obtained under Matlab / Simulink show the performance of the control in the dynamic behavior of the photovoltaic system, modeled in RNA giving results identical to those of Simulink which is taken as a reference in the case of characteristics and MPPT.

Keywords:

PV system, MPPT control, neural network, modeling, simulation, characteristics, erformance.

ملخص

الهدف من هادا العمل هو نمذجة نظام كهروضوئي يتم التحكم فيه بواسط MPPT(مراقبة اقصى نقطة طاقة) بواسطة Simulink ووفقا لالية الذكاء الاصطناعي "شبكة الخلايا العصبية الاصطناعية" ، ثم استخدام هادا النظام كمصدر طاقة لشبكة "Wifi" نظاما في المناطق التي لا يوجد فيها كهرباء. في عملنا ، قمنا بتصميم نظام الكهروضوئية حيث يكون المولد *SPX-20-250BLK*، تظهر نتائج المحاكاة حيث الكهروضوئي هو الوحدة النمطية تظهر نتائج المحاكاة التي تم الحصول Matlab / Simulink أداء التحكم في السلوك الديناميكي للنظام الكهروضوئي ، على RNA التيتعطي نتائج مماثلة لتلك الخاصة بـ Simulink والتي يتم أخذها كمرجع .

الكلمات الدالة

نظام PV، تحكم MPPT، الشبكة العصبية ، النمذجة، المحاكاة ، الخصائص .

Liste des figures

Chapitre I:

Généralités sur les systèmes photovoltaïques

Figure I.1: Représentation du flux énergétique (spectre solaire).....	4
Figure I.2 : le Rayonnement Solaire a la surface de la Terre (max : 1000 W/m ²).....	5
Figure I.3 : les types de rayonnements solaires et absorptions de gaz carbonique.....	5
Figure I.4 : le rayonnement solaire en différents temps de la journée.....	6
Figure I.5 : l'intensité du rayonnement selon la position du Soleil et de la couverture nuageuse.....	6
Figure I.6 : Le fonctionnement d'une cellule solaire.....	8
Figure I.7 : la vraie cellule solaire.....	8
Figure I.8 : la circulation du courant électrique circule.....	9
Figure I.9 : Principe de fonctionnement d'une cellule solaire.....	9
Figure I.10 : Déplacement d'électrons et de trous vers un circuit externe.....	10
Figure I.11 : l'éclairement E dans une jonction PN.....	11
Figure I.12 : courbe de tension actuelle.....	12
Figure I.13 : courbe de $I_{cc}=f(V_{sc})$	12
Figure I.14 : courbe de $I_{pcc}=f(V_{oc})$	13
Figure I.15: courbe de $I_{cc}=f(V_{oc})$	14
Figure I.16 : Module photovoltaïque a 36 cellules.....	15
Figure I.17: Les cellules connectées en parallèle.....	16
Figure I.18 : n_p cellules en parallèle et n_s cellules en série.....	16
Figure I.19 : Caractéristiques d'un groupe de panneaux solaires hybrides.....	17
Figure I.20 : station de panneaux photovoltaïques.....	18
Figure I.21: Production de l'énergie solaire. Cellule solaire.....	18
Figure I.22 : illustration des énergies renouvelables.....	19
Figure I.23 : Onduleur de système énergie solaire.....	19
Figure I.24: Système d'énergie solaire.....	20
Figure I.25: diodes de dérivation.....	20
Figure I.26 : diodes de dérivation.....	21
Figure I.27: diodes by-pass.....	21

Chapitre II :
Les réseaux de neurones

Figure II.1: illustration du travail d'un neurone humain.....	23
Figure II.2: Structure d'un neurone	24
Figure II.3: Comportement d'une cellule nerveuse.....	24
Figure II.4: Modèle de neurone de réseau de neurones artificiels.....	25
Figure II.5 : Fonction sigmoïde.....	25
Figure II.6: illustration des couches du réseau de neurones.....	26
Figure II.7: dessin démonstratif du réseau.....	27
Figure II.8 réseau de neurones (illustration 3D).....	28

Chapitre III :
Modélisation d'un PV en Simulink et réseau de Neurones

Figure III.1 : Modèle électrique d'une cellule PV a 1 diode.....	31
Fig.III.2 : Schéma Simulink pour simulation du courant I	32
Fig. III.3: Schéma Simulink pour simulation du courant IO.....	33
Fig.III.4 : Schéma Simulink pour simulation du courant Irs.....	33
Fig.III.5 : Schéma Simulink pour simulation du courant Ish	34
Fig.III.6: Schéma Simulink pour simulation du courant Iph.....	34
Figure III.7 : Schéma de simulation global du Système PV.....	35
Fig.III.8 : Schéma Simulink pour simulation du panneau PV.....	36
Fig. III.9 : Module PV réalisé par les sous-blocs.....	36
Fig. III.10: Courbe caractéristique $I=f(V)$ et $P=f(V)$	37
Fig. III.11: Les caractéristiques de $I=f(V)$ en variables valeurs de températures et irradiance Standard (200 W/m ²).....	37
Fig. III.12: Les caractéristiques de $P=f(V)$ en variables valeurs de températures et irradiance Standard (200 W/m ²).....	38
Fig. III.13 : Les caractéristiques de $I=f(V)$ en différentes valeurs d'irradiance et une température Standard de 25°C.....	39
Fig. III.14: Les caractéristiques de $P=f(I)$ en différentes valeurs d'irradiance et une température Standard de 25°C.....	40
Figure III.15: le 1 ^{er} bloc de conception du réseau par logiciel MATLAB.....	41
Figure III.16: le 2 ^{ème} bloc d'apprentissage du réseau par logiciel MATLAB.....	41

Fig. III.17 : Les caractéristiques de $I=f(V)$ en différentes valeurs de température et irradiance constante (200w/m^2)	42
Fig. III.18: Les caractéristiques de $P=f(V)$ en différentes valeurs de température et irradiance constante (200w/m^2)	43
Fig. III.19: Les caractéristiques de $I=f(V)$ en variables valeurs d'irradiance et Température Standard (25°C)	43
Fig. III.20: Les caractéristiques de $P=f(V)$ en variables valeurs d'irradiance et Température Standard (25°C)	44
Fig. III.21: performance du réseau de neurones.....	45
Figure III.22 : symbole d'un hacheur (convertisseur DC/DC).....	46
Figure III.23 : fermeture et ouverture d'un commutateur en fonction du temps.....	46
Figure III.24: hacheur série avec un moteur à courant continu et une diode de roue libre.....	47
Figure III.25: configuration du hacheur parallèle	47
Figure III.26 : Schéma de base d'un convertisseur dévolteur-survolteur	48
Figure III.27: Schéma synoptique de la commande MPPT.....	48
Fig. III.27: Algorithme de la méthode P&O.....	49
Fig. III.28: Algorithme de la méthode conductance incrémental.....	50
Fig.III.29 : Modèle Simulink avec MPPT du système PV	51
Fig. III.30 : Courbe de $I_{mx}=f(t)$	51
Fig. III.31: Courbe de $V_{mx}=f(t)$	52
Fig. III.32: Courbe de $P_{mx}=f(t)$	53
Figure (III.33) : courbe de I_{mx} (perturbation) en différentes valeurs d'irradiance et de température	54
Figure (III.34): courbe de V_{mx} (perturbation) en différentes valeurs d'irradiance et de température	55
Figure (III.35): courbe de P_{mx} (perturbation) en différentes valeurs d'irradiance et de température	56
Figure (III. 36): modélisation du courant (I) avec réseau de neurones et Simulink.....	57
Figure (III. 37): modélisation du voltage (V) avec réseau de neurones et Simulink.....	57
Figure (III. 38) : Modélisation de la puissance (P) avec réseau de neurones et Simulink.....	58

Chapitre IV :
Alimentation d'un réseau wifi par panneau solaire

Figure IV.1 : Installation WIFI-Solaire	60
Figure IV.2: Sculptures géantes Marguerites pour WIFI -Etats Unis-	61
Figure IV.3: Structure interne d'un câble coaxiale	61
Figure IV.4: réflexion et réfraction dans une Fibre optique.....	62
Figure IV.5: logo du Bluetooth.....	63
Figure IV.6: Symbole et logo du Wifi.....	64
Figure IV.7: création du réseau de point d'accès Wifi.....	67
Figure IV.8 : Piratage d'un réseau Wifi.....	68
Figure IV.9 : modification du Network Adapter pour la connexion avec le Home Gateway	71
Figure IV.10 : modification de l'Iot Server pour la connexion avec le Home Gateway.....	71
Figure IV.11: simulation d'une maison intelligente par logiciel" Cisco Packet Tracer" contrôlée par Box Internet et alimentée par panneau solaire.....	72
Figure IV.12: tous les équipements connectés avec le Home Gateway.....	73
Figure IV.13: la maison intelligente est pilotable depuis la TabletPC-PT.....	73

Liste des tableaux

Chapitre 3

Tableau III.1 : eqm entre caractéristique $I=f(v)$ Simulink et RN.....	40
Tableau III.2 : eqm entre caractéristique $I=f(v)$ Simulink et RN.....	40

Chapitre 4

Tableau IV.1 : tableau démonstratif pour les couches basses du modèle OSI.....	58
Tableau IV.2 : tableau démonstratif pour les différentes normes du Wifi.....	59
Tableau IV.3 : les Portées et débits des normes du standard 802.11	60
Tableau IV.4 : tableau pour les conditions ajoutées.....	66

Abréviations

Abréviation	Signification
PV	Photovoltaïque
G	Eclairement solaire (W/m ²).
I	Courant fourni par la cellule
ΔT	augmentation de température par rapport aux conditions Standards de Test (25°C)
STC	Standard test conditions
E	Energie
V	fréquence [Hz].
C	vitesse de la lumière [m/s].
H	longueur d'onde [m]
AM	Masse d'air
Wc	Watt crête
K	Constante de Boltzmann (1.38×10 ⁻²³ Joules/Kelvin).
Q	Charge d'un électron =1.6×10 ⁻¹⁹ C.
I _s	Courant de saturation de la diode [A]
I _{mp}	Courant de fonctionnement à puissance maximale.
V _{mp}	Tension de fonctionnement à puissance maximale.
V _{co}	Tension de circuit ouvert
I _{cc}	Courant de court-circuit
I _{sc}	Coefficient de dépendance en température du courant de court-circuit
FF	Facteur de forme
Sc	section de la cellule[cm ²]
η	Rendement.
P _{in}	Puissance incidente [W]
DC	Courant continue
AC	Courant alternatif
I ₀	courant de saturation inverse de la diode
I _{sh}	Courant shunt
I _{ph}	Photo courant.
I _{cell}	Courant délivré par lacellule
N _s	le nombre des cellules en série
V	la tension aux bornes du module
I	le courant du module
T	la température ambiante en K
A	le facteur d'idéalité
R _s	les résistances série
R _{sh}	Les résistances shunt.
T	Température de la cellule en Kelvin.
P	Puissance
FR	Le facteur de remplissage
P _{max}	Puissance maximale
V _{pv}	la tension de sortie du panneau
T _s	1/f _s période de commutation.

d	rapport cyclique du commutateur
D	La diode
L	l'inductance
MPPT	Suivi du point maximum de puissance
Cs	convertisseur statique
CV	Constant Voltage
Inc.CoN	Incrément de conductance
ΔG	incrémentielle
Eqm	Erreur quadratique moyenne

Sommaire

Résumé :.....	4
Abstract:.....	5
ملخص.....	6
Liste des figures	7
Liste des tableaux	10
Abréviations.....	11
Introduction générale.....	1
Chapitre I :	2
Généralités sur les systèmes photovoltaïques	2
I.1-Introduction :	3
I.2 Historique :	3
I.3 Ressource solaire :	4
1. 4. La Normalisation :	7
I.5- Développement de systèmes photovoltaïques en Algérie :	7
I.6. Cellules photovoltaïques :	7
1.6.1 L'effet photovoltaïque :	8
1.6.2 Principe de fonctionnement d'une cellule photovoltaïque :	9
1.6.3 Technologie d'une cellule photovoltaïque :	10
I.7 .Caractéristiques de la cellule photovoltaïque :	10
I.7.1 Puissance crête d'une cellule PV :	12
I.7.2 Courant de court-circuit, I_{cc} :	13
I.7.3 Tension de Circuit-ouvert, V_{oc} :	13
I.7.4 Facteur de forme, FF :	13
I.7.5 Rendement de conversion, η :	14
I.8. Module photovoltaïque :	14
I.8.1. Association en série :	15
I.8.2 Association en parallèle :	15
I.8.3 Association hybride en (série/parallèle) :	15
I.9. Systèmes PV :	17
I.9.1. Système de protection :	19
I.10.conclusion :	21
Chapitre II :	22
Les réseaux de neurones.....	22
II.1.Introduction:	23

II.2. Le Neurone :	23
II.2.1. Modèle Biologique :	23
II.2.2. Modèle d'un Neurone Artificiel :	24
II.3. Les Réseaux de Neurones :	26
II.3.1. Définition :	26
II.4. Réseaux de Neurones et Architectures :	26
II.4.1. Le Choix de l'Architecture du Réseau de Neurones :	27
II.5. Les Caractéristiques des Réseaux de Neurones :	27
II.5.1. Apprentissage des réseaux de neurones :	28
II.6. Les différents types de RNA :	28
II.7. Conclusion :	29
Chapitre III :	30
Modélisation d'un PV en Simulink et réseau de Neurones	30
III.1. Introduction :	31
III.2. Modélisation d'un système photovoltaïque:	31
III.2.1. Modélisation mathématique d'une cellule photovoltaïque :	32
III.2.2. Modélisation par Simulink d'un système photovoltaïque :	33
III.2.2.1. Modélisation par Simulink d'une cellule photovoltaïque :	33
III.2.2.2. Modélisation par Simulink d'un système photovoltaïque :	35
III.2.3. Caractérisation des générateurs photovoltaïques :	37
III.2.3.1. Simulation par Simulink des caractéristiques (I-V) et (P-V) :	37
III.2.3.2. Simulation par Réseaux de Neurones des caractéristiques (I-V) et (P-V) :	40
III.2.3.3. Etude comparative entre le réseau de neurones et Simulink pour la caractéristiques $I=f(V)$:	44
III.3. Les convertisseurs DC/DC (Hacheurs) :	45
III.3.1. Rapport cyclique d'un régulateur :	45
III.3.2. Les types de convertisseurs DC/DC :	46
III.3.2.1. Le hacheur dévolteur (Buck converter – Step down chopper) :	46
III.3.2.2. Le hacheur survolteur (Boostconverter – Step up chopper) :	46
III.3.2.3. Le hacheur dévolteur-survolteur (Buck– Boost) :	47
III.3.3. Définition du MPPT (maximum power point Tracking) :	47
III.3.3.1. Principe du MPPT :	47
III.3.3.2. Algorithmes MPPT:	48
III.3.3.3. Modélisation par Simulink du système commandé par MPPT :	50
III.3.3.4. Simulation par Simulink de la MPPT :	51
III.3.3.5. Simulation par Simulink et Réseaux de Neurones de la MPPT.	56
III.4. Conclusion :	58
Chapitre IV :Alimentation d'un réseau wifi par panneau solaire	59
IV.1. Introduction :	60

IV.2.les supports de la transmission :	61
IV.2.1.Les câbles :	61
IV.2.2.La fibre optique :	62
IV.2.3.La radiofréquence RF :	62
IV.2.4.Le Bluetooth :	63
IV.2.5.Le WIFI :	63
IV.2.5.1.Le Wifi (802.11) :	64
IV.2.5.2.Portées et débits :	65
IV.2.5.3.Avantages et inconvénients du réseau Wifi :	66
IV.2.5.4. L'équipement indispensable :	66
IV.2.5.5. Problèmes de sécurité ?	67
IV.2.5.6. Solution pour les Problèmes :	68
IV.2.5.7. Exemples de programmes pour Wifi :	68
IV.2.5.8. Matériels disponible en Algérie :	69
IV.3. Réalisation d'une maison intelligente alimentée par panneau Solaire avec le Logiciel "Cisco Packet Tracer" :	69
IV.4. Conclusion :	73
Conclusion générale :	74
Les Références :	75

Introduction générale

Avec le développement de la science et la découverte de nouvelles technologies sont devenus des exigences, Les niveaux d'énergie dans le monde sont en constante augmentation, et bien que l'énergie renouvelable soit considérée comme une nouvelle source d'énergie, cette dernière est utilisée depuis l'Antiquité pour le chauffage, le transport, l'éclairage et d'autres besoins humains.

Le soleil fournissait l'éclairage pendant la journée et aidait au chauffage, et avec l'augmentation de diverses activités industrielles et autres activités humaines, qui à leur tour sont devenues partie intégrante de sa vie quotidienne,

Pratiquement, il est indispensable de convertir l'énergie solaire de l'éclairage solaire en énergie électrique. Cela nécessitant d'utiliser des panneaux solaires et d'autres outils tels que les convertisseurs, les onduleurs,..., etc. Ces panneaux constituent une excellente source de conversion d'énergie propre et durable. Cependant, leur puissance électrique varie en fonction des conditions environnementales ambiantes telles que : la température de la cellule photovoltaïque, niveau d'irradiance solaire. A cet effet, plusieurs recherches sont lancées dans sens pour maintenir cette puissance maximale. C'est dans ce contexte que vient notre travail.

Dans ce travail, nous avons utilisé une méthode basée sur l'intelligence artificielle en utilisant les réseaux de neurones artificiels pour obtenir un modèle (V-I) d'une cellule PV ou panneaux PV.

L'intérêt de ce travail est l'étude du système énergétique photovoltaïque indépendant. Notre mémoire se compose de quatre chapitres en plus de l'introduction générale, la conclusion générale et la perspective.

Dans le premier chapitre, nous commençons par introduire des généralités à la technologie PV. Nous avons entamé l'élément de base du système PV qui est la cellule, ses caractéristiques, le module et sa description, le système PV et divers connexion, dans le deuxième chapitre, nous introduisons les réseaux de neurones artificiels avec ses caractéristiques et ses modèles. Dans le troisième chapitre nous avons entamé la modélisation et la simulation des caractéristiques PV et l'étage MPPT avec Simulink et réseaux de neurones. Enfin dans le quatrième chapitre nous avons présenté une description d'un réseau wifi nous avons défini les supports de transmission et leur domaine d'utilisation et la relation entre les panneaux solaires et le réseau wifi dans le domaine de télécommunication.

En parallèle avec notre projet, nous avons pratiqué un stage professionnel dans le domaine de support de transmission qui nous à aider à mieux comprendre les différents types utilisés dans notre wilaya.

Chapitre I :

Généralités sur les systèmes photovoltaïques

I.1-Introduction :

L'électricité photovoltaïque est un processus de transformation des rayons du soleil en énergie électrique. Alors que les autres énergies fossiles et fissiles ne sont plus exploitables que pendant quelques dizaines d'années, l'énergie renouvelable dont l'énergie solaire poursuivra ses bienfaits durables sur terre pendant encore des milliards d'années. Dans ce chapitre on va essayer de donner une idée générale sur l'énergie solaire, les différents types des systèmes photovoltaïques et leur structure.

I.2 Historique :

- **1839** : La découverte de l'effet photovoltaïque par le physicien français Antoine Becquerel.
- **1875** : Werner Von Siemens expose devant l'Académie des Sciences de Berlin un article sur l'effet photovoltaïque dans les semi-conducteurs.
- **1887** : L'effet photoélectrique a été compris et présenté en 1887 par Heinrich Rudolf Hertz qui en publia les résultats dans la revue scientifique Annalen der Physik.
- **1905** : Einstein expliqua le phénomène photoélectrique en 1905 et obtint le prix Nobel de physique sur ses travaux en 1921.
- **1954** : Trois chercheurs américains, Chapin, Pearson et Prince des laboratoires BELL mirent au point la première cellule photovoltaïque au silicium avec un rendement de 4%, au moment où l'industrie spatiale naissante cherche des solutions nouvelles pour alimenter ses satellites.
- **1958** : Une cellule photovoltaïque avec un rendement de 9 % est mise au point. Les premiers satellites Vanguard alimentés par des cellules photovoltaïques sont envoyés dans l'espace.
- **1973** : La première maison alimentée par des cellules photovoltaïques est construite à l'Université de Wilmington dans l'Etat du Delaware, USA.
- **1983** : La première voiture alimentée par de l'énergie photovoltaïque parcourt une distance de 4 000 km en Australie.
- **1995** : Des programmes de toits photovoltaïques raccordés au réseau ont été lancés, au Japon et en Allemagne, et se généralisent depuis 2001.
- **2000** : Entrée en application le 1er avril 2000 et modifiée en 2004 et en 2009, l'EEG RenewableEnergy Sources Act (EEG) est le résultat de la transposition de la directive européenne relative à la promotion des énergies renouvelables dans le secteur de l'électricité.
- **2005** : En décembre 2005 mise en réseau de la première centrale solaire photovoltaïque du groupe PrimeEnergy à Weil amRhein (Baden-Württemberg), Hegenheimerstrasse 17, 79576 Weil amRhein
- **De 2010 à 2016** : la puissance installée du parc photovoltaïque mondial a été multipliée par 6 entre fin 2010 (50 GW) et fin 2016 (305 GW).[1]

I.3 Ressource solaire :

Le rayonnement solaire est une émission de particules appelées photons qui atteignent la terre avec différentes longueurs d'onde afin de correspondre à une énergie spécifique décrite par la relation suivante :

$$E [J] = hv = h \cdot c/\lambda \quad (I.1)$$

Avec :

λ : longueur d'onde [m].

ν : fréquence [Hz].

c : vitesse de la lumière [m/s].

La répartition énergétique des différentes longueurs d'ondes du rayonnement électromagnétique du Soleil est appelé spectre solaire.

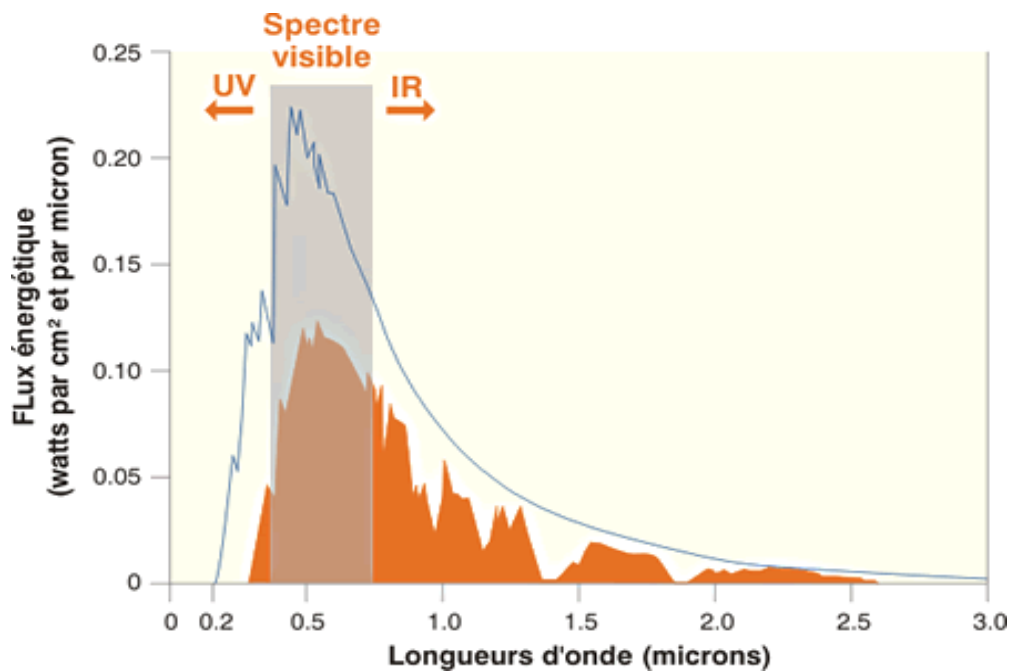


Figure I.1: Représentation du flux énergétique (spectre solaire)

Le soleil rayonne la plus grande partie de son énergie dans les hautes fréquences. Avec sa température d'émission de 5 500°C. La lumière visible représente 46 % de l'énergie totale émise par le soleil. 49 % du rayonnement énergétique émis par le soleil se situe au-delà du rouge visible, dans l'infrarouge. C'est ce rayonnement que nous ressentons comme une onde de chaleur. Le reste du rayonnement solaire, l'ultraviolet, représente l'ensemble des radiations de longueur d'onde inférieure à celle de l'extrémité violette du spectre visible. [

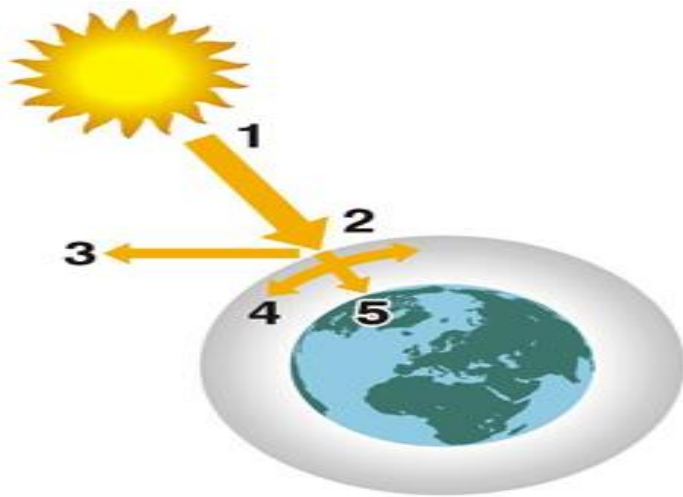


Figure I.2 : le Rayonnement Solaire a la surface de la Terre (max : 1000 W/m²)

1. *Puissance émise par le soleil : 63 500 kW/m².*
2. *Constante solaire : 1 370 W/m².*
3. *Rayonnement réfléchi.*
4. *Rayonnement absorbé et diffusé.*

En traversant l'atmosphère, une partie du rayonnement qui atteint le sol se propage dans particules d'air et de poussière (c'est ce rayonnement diffus, appartenant notamment à la frange bleue du spectre visible qui est responsable de la couleur bleue du ciel clair). D'autre part, la vapeur d'eau, le gaz carbonique et l'ozone de l'atmosphère absorbant 10 à 15 % du rayonnement solaire. Le reste du rayonnement atteint directement la surface.

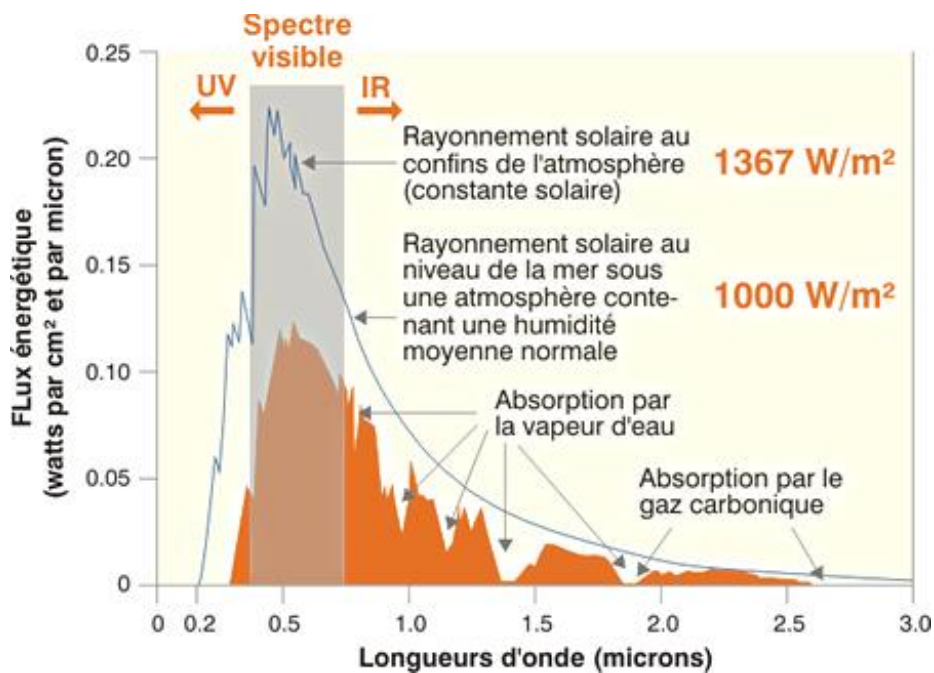


Figure I.3 : les types de rayonnements solaires et absorptions de gaz carbonique

Outre la composition de l'atmosphère, le facteur le plus important pour évaluer la quantité du rayonnement solaire qui atteint la surface de la Terre est l'épaisseur d'atmosphère que le rayonnement doit traverser.[2]

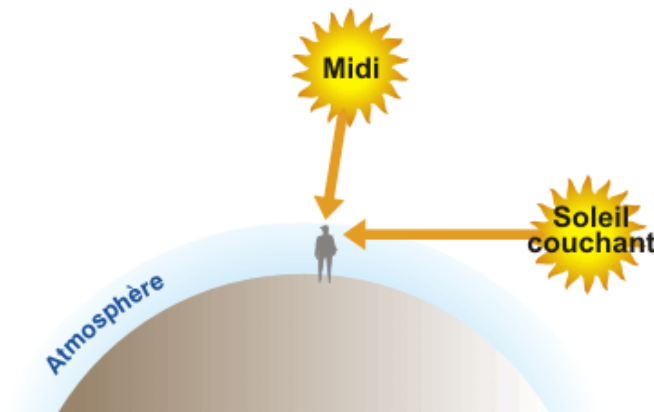


Figure I.4 : le rayonnement solaire en différents temps de la journée

Au milieu du jour, le Soleil est au-dessus de nos têtes, et ses rayons ont à traverser une épaisseur d'air moindre avant d'arriver sur Terre. Mais au début et à la fin de la journée, le Soleil est bas sur l'horizon ; la traversée de l'atmosphère se fait alors plus longue. L'atmosphère absorbe et diffuse d'autant plus de particules de lumière qu'elle est plus épaisse et plus dense. Ainsi, au coucher du Soleil, les rayons sont suffisamment affaiblis pour permettre à l'œil humain de fixer le Soleil sans trop d'éblouissement. Par contre, lorsque l'altitude augmente, la couche d'atmosphère à traverser est plus réduite : dans les sites de montagnes, l'intensité du rayonnement augmente sensiblement. [L'épaisseur d'atmosphère traversée influence donc le spectre lumineux reçu. Le rayonnement solaire reçu sur une surface varie donc au cours du temps en fonction de la position du Soleil et de la couverture nuageuse.[2]

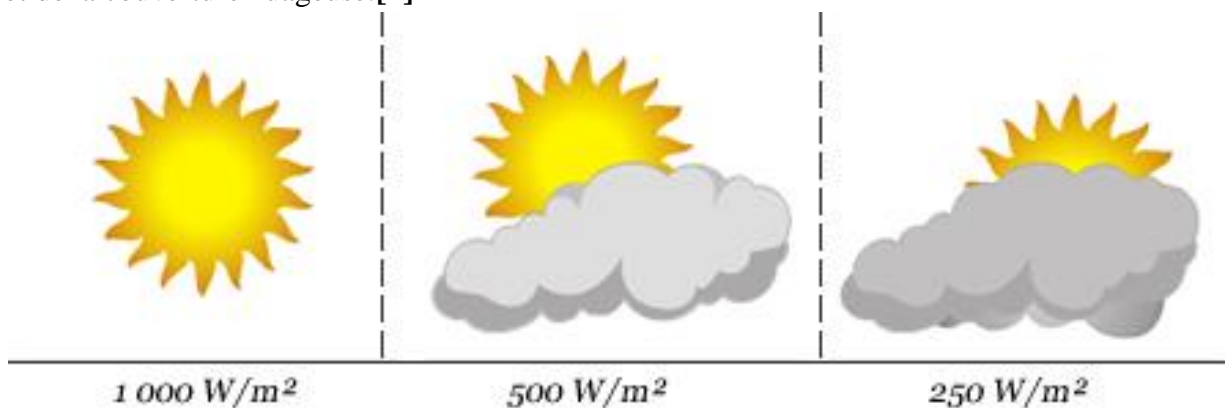


Figure I.5 : l'intensité du rayonnement selon la position du Soleil et de la couverture nuageuse.

1. 4. La Normalisation :

1. - « STC signifie « Conditions de test standard » et sont la norme de l'industrie pour les conditions dans lesquelles un panneau solaire est testé. Il existe trois conditions de test standard qui sont :

1.1 - Température de la cellule solaire – 25°C

1.2 - Irradiance solaire – 1000 Watts par mètre carré. Sa quantité d'énergie lumineuse tombant sur une zone donnée à un moment donné.

1.3 - Masse de l'air – 1.5. Il fait référence à la quantité de lumière qui doit traverser l'atmosphère terrestre avant de pouvoir atteindre la surface de la Terre[3]

1.5- Développement de systèmes photovoltaïques en Algérie :

Le développement des énergies renouvelables en Algérie vise à : la protection de l'environnement ; contribuer à la lutte contre le réchauffement climatique ; participation à la politique nationale d'aménagement du territoire. Ce projet met en évidence la nécessité de connaître l'évolution et l'introduction des matériaux de technologie moderne.[4]

Selon le ministère de l'énergie, Un programme de développement des énergies renouvelables d'une capacité de 16 GW à l'horizon 2035 et ce, exclusivement basé sur l'énergie solaire photovoltaïque, a été présenté comme l'un des éléments clés de la transition énergétique en Algérie. [5]

1.6. Cellules photovoltaïques :

Une cellule photovoltaïque est constituée de matériaux semi-conducteurs qui absorbent les photons émis par le soleil et génèrent un flux d'électrons, et pour produire un courant électrique, les électrons doivent circuler dans le même sens. Ceci est réalisé en utilisant deux types de silicium. La couche de silicium contient un électron de plus que le silicium, tandis que l'autre côté contient un électron de moins. le fonctionnement est comme une batterie : la couche avec les électrons supplémentaires devient la borne négative (n) et le côté déficient en électrons devient la borne positive (p). [6]

HOW A PHOTOVOLTAIC CELL WORKS

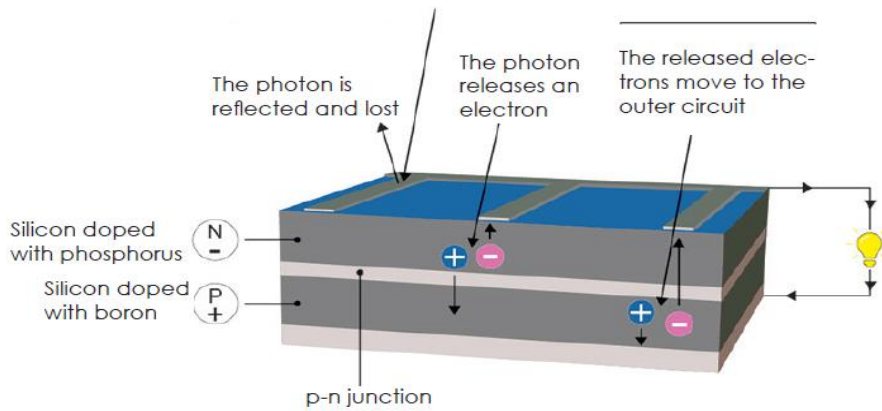


Figure I.6 : Le fonctionnement d'une cellule solaire

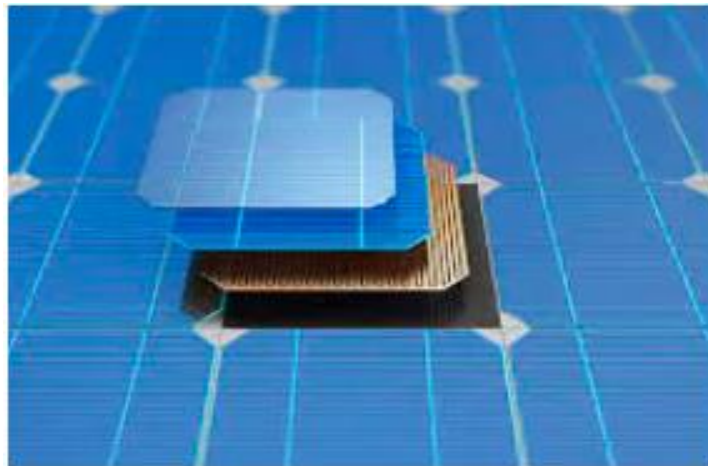


Figure I.7 : la vraie cellule solaire

1.6.1 L'effet photovoltaïque :

L'énergie lumineuse est convertie en énergie électrique par la production et la transmission dans un matériau semi-conducteur avec des charges électriques positives et négatives sous l'influence de la lumière. Cette substance est constituée de deux parties, une avec un excès d'électrons et une avec un déficit en électrons, appelées dopée de type n et dopée de type p, un champ électrique est créé lorsque la région initialement dopée devient chargée positivement, et la région initialement saturée est chargée négativement. Une jonction (appelée p-n) se forme. En ajoutant des contacts métalliques sur les régions n et p.[7]

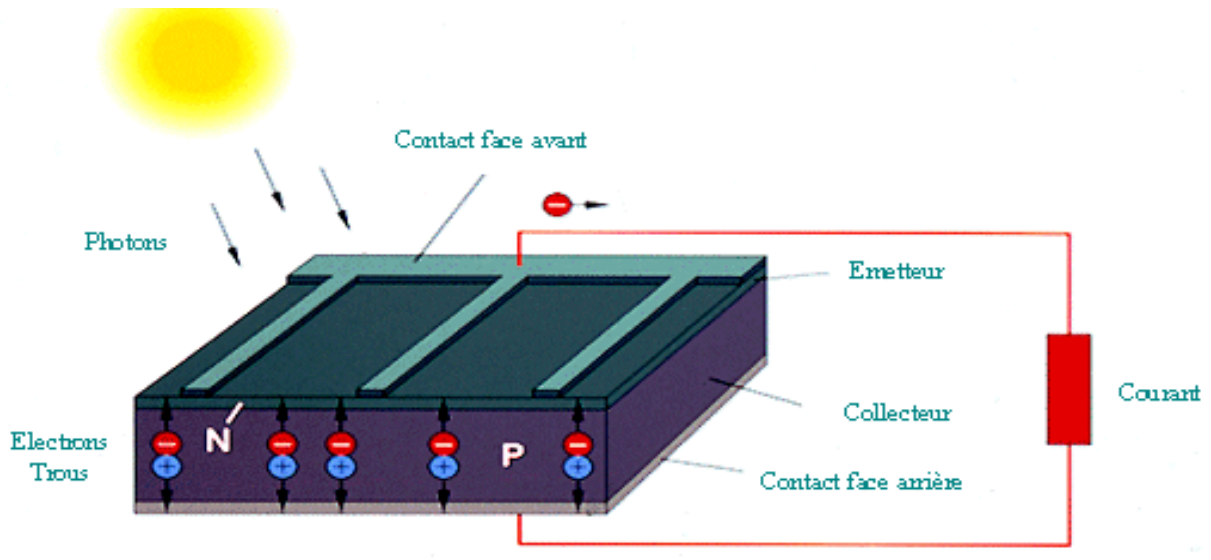


Figure I.8 : l'effet photovoltaïque

1.6.2 Principe de fonctionnement d'une cellule photovoltaïque :

L'image ci-dessus est lorsque la lumière du soleil frappe une cellule solaire en silicium. Pour générer de l'énergie électrique, les électrons et les trous générés à la jonction de la couche P et de la couche N doivent être dans un état dans lequel ils peuvent se déplacer. Cependant, les électrons et les trous sont complètement séparés et doivent se déplacer pour générer de l'énergie électrique. Par conséquent, il est nécessaire de classer la classe P et la classe N en + (plus) et - (moins), il est donc nécessaire de générer de l'énergie électrique.

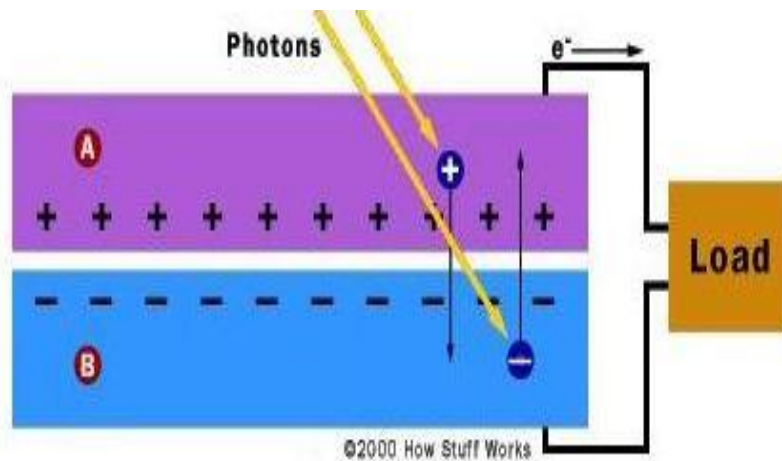


Figure I.10 : Déplacement d'électrons et de trous vers un circuit externe

La dernière étape consiste à générer de l'énergie électrique dans des cellules solaires. Le calque P. est collé Et la couche N ensemble, la couche N a des propriétés positives et la couche P a des propriétés négatives. Les électrons de couleur bleue passent au violet et les

trous violets passent progressivement au bleu. Grâce à ce processus, seuls les électrons en déplacement sont collectés dans la couche N et les trous ne sont collectés que dans la couche. [8]

1.6.3 Technologie d'une cellule photovoltaïque :

a) Cellules solaires au silicium :

Les cellules solaires sont généralement assemblées en unités plus grandes qui peuvent être installées sur les toits de bâtiments résidentiels ou commerciaux et pour créer de grands systèmes à grande échelle qui sont déployés sur des racks montés au sol.

b) Cellules solaires à couche mince :

Les cellules solaires à couche mince sont la technologie la plus couramment utilisée car elles sont constituées de couches très minces d'un matériau semi-conducteur, ce qui les rend idéales pour les applications portables ou d'autres utilisations car elles sont flexibles et légères.

c) Cellules solaires III-V :

Ces cellules solaires sont généralement beaucoup plus chères à fabriquer que les autres technologies, Il tire son nom des éléments qui le composent. Les cellules solaires III-V sont principalement construites à partir d'éléments du groupe III, mais elles convertissent la lumière du soleil en électricité avec des rendements beaucoup plus élevés. Pour cette raison, il nécessite un rapport énergie/poids élevé.

d) Cellules solaires de nouvelle génération :

Ces technologies de nouvelle génération peuvent offrir des coûts inférieurs, une plus grande facilité de fabrication.

e) Recherche sur la fiabilité et l'intégration du réseau :

Les services publics et les régulateurs gouvernementaux veulent savoir comment ajouter des systèmes solaires photovoltaïques au réseau électrique sans perturber l'équilibre délicat entre l'offre et la demande d'électricité, de sorte que les propriétaires et les entreprises doivent s'assurer que les panneaux solaires qu'ils installent ne se dégraderont pas en performance et continueront à produire de l'électricité de manière fiable pendant des années.[9]

I.7 .Caractéristiques de la cellule photovoltaïque :

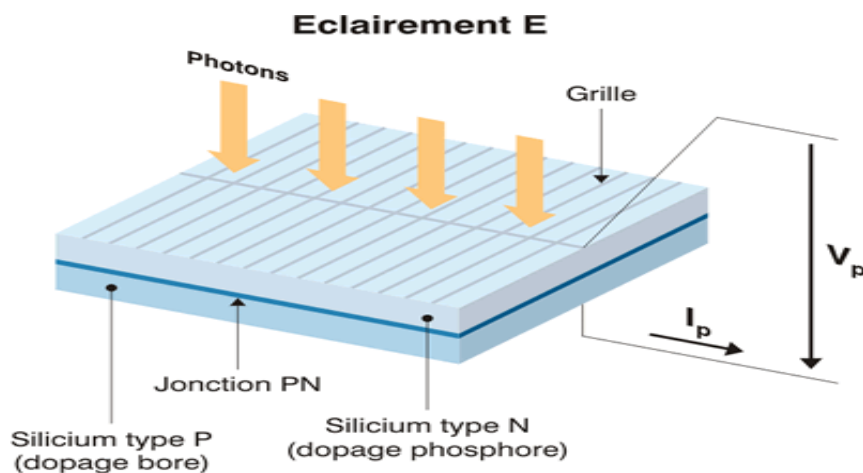


Figure I.11 : l'éclairement E dans une jonction PN

Toute cellule photovoltaïque est caractérisée par une courbe courant-tension (I-V) qui représente toutes les configurations électriques que la cellule peut prendre. Trois grandeurs physiques définissent cette courbe :

- Tension à vide : V_{co} . Cette valeur représente la tension générée par une cellule éclairée non connectée.
- Courant de court-circuit : I_{cc} . Cette valeur représente le courant produit par une cellule lumineuse auto-connectée.
- Maximum Power Point : MPP obtenu pour une tension et un courant optimaux : V_{opt} , I_{opt} (parfois appelé V_{mpp} , I_{mpp}).

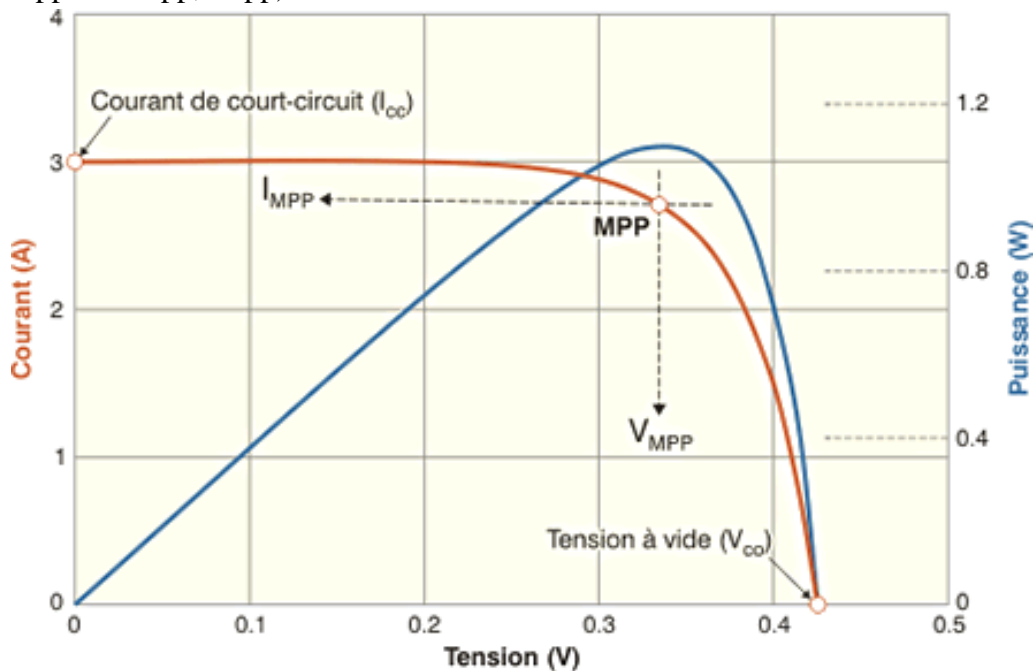


Figure I.12 : courbe de tension actuelle

Raccordement des cellules entre elles :

Cette cellule constitue un générateur de très faible puissance et est insuffisante pour les applications électriques actuelles puisqu'elle est de l'ordre de 1,25 Watt, les unités sont donc réalisées par mise en série et/ou en parallèle des cellules primaires. Il est nécessaire d'incorporer un grand nombre de cellules, afin que l'électricité produite soit utilisable dans nos applications électriques.[10]

Association en série :

Les cellules sont croisées avec le même courant par couplage en série, et la tension de sortie correspond à la somme des tensions produites par chaque cellule.

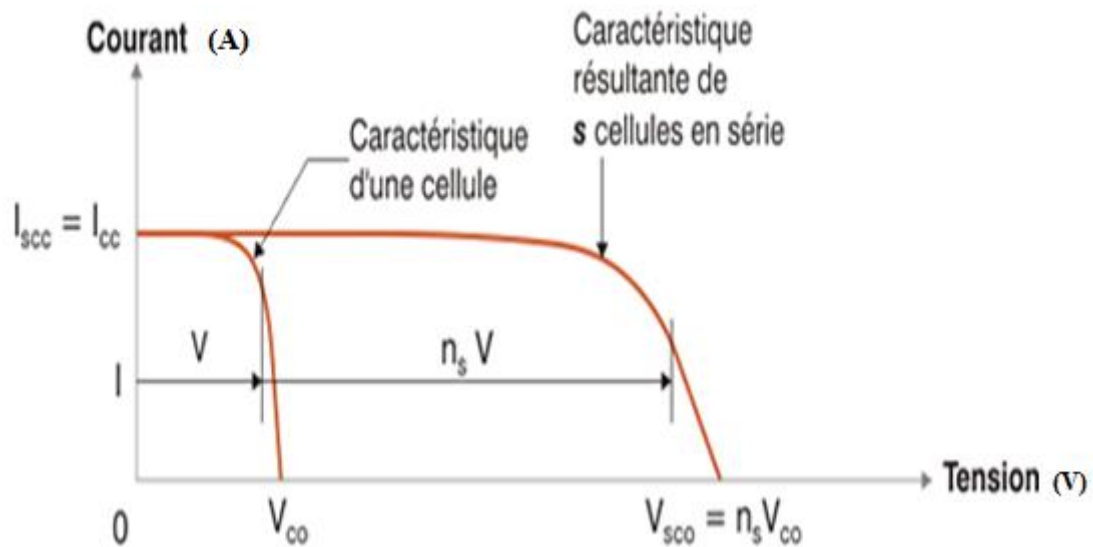


Figure I.13 : courbe de $I_{cc}=f(V_{sco})$

Association en parallèle :

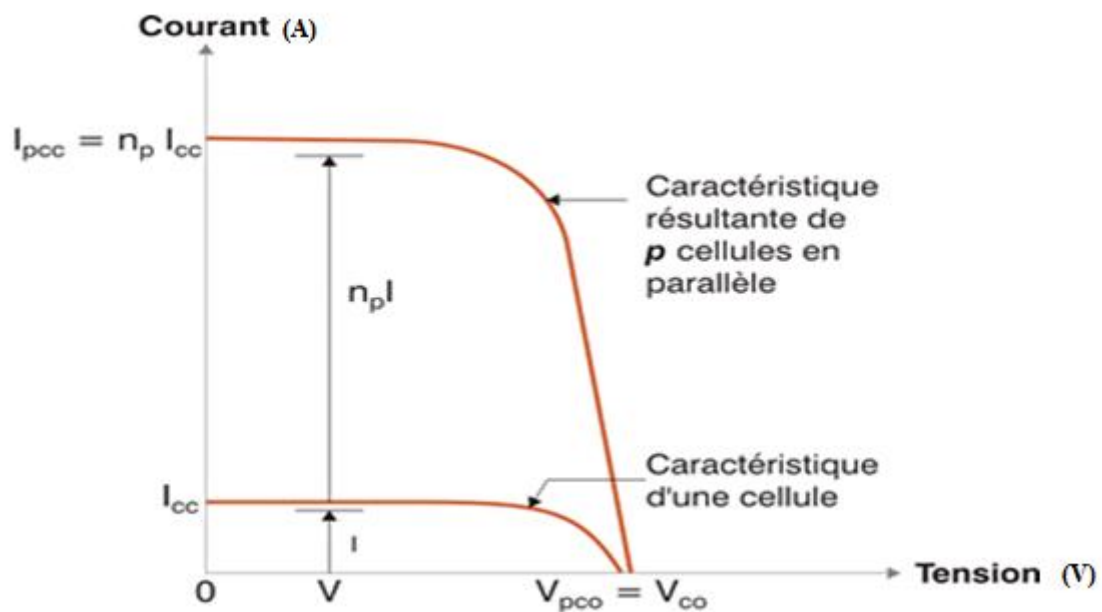


Figure I.14 : courbe de $I_{pcc}=f(V_{co})$

Les cellules sont soumises à la même tension en se connectant en parallèle, où le courant résultant correspond à la somme des courants produits par chaque cellule.[10]

I.7.1 Puissance crête d'une cellule PV :

La puissance crête d'un élément photovoltaïque noté W_c (watt crête) ou W_p (watt peak) est la puissance électrique maximale qu'il peut générer dans les conditions de mesure standard suivante :

- Température : 20 degrés Celsius .

- Irradiance reçue : 1000 W/m²
- Masse d'air : 1,5. [11]

I.7.2 Courant de court-circuit, I_{cc} :

Le courant de court-circuit a des valeurs différentes en fonction de l'intensité de la lumière du soleil. Il fait référence au courant lorsque les pôles positif (+) et négatif (-) du panneau sont connectés, et le courant par unité de surface du courant panneau solaire est exprimé en termes de densité de courant de court-circuit.[12]

I.7.3 Tension de Circuit-ouvert, V_{oc} :

Lorsqu'un circuit est formé, un dispositif à faible rendement tel qu'une cellule solaire perd sa tension et son courant en raison du circuit de composants, et comme condition pour obtenir la tension maximale, la tension en circuit ouvert doit être mesurée de sorte que la tension et le courant devenir bas, c'est-à-dire que le circuit est dans un état ouvert, le courant est nul.[13]

$$V_{oc} = \frac{KT}{q} \ln \frac{I_{cc}}{I_s} + 1 \quad (I.2)$$

I.7.4 Facteur de forme, FF :

Le « fill factor », plus communément connu sous son acronyme « FF », est un paramètre, associé à V_{oc} et I_{sc} , qui détermine la puissance maximale de la cellule solaire. La puissance de la cellule solaire est nulle aux points de fonctionnement du courant de court-circuit et de la tension en circuit ouvert où FF est défini comme un rapport La puissance maximale de la cellule solaire par le produit de V_{oc} et I_{sc} donc:

$$FF = \frac{P_{MP}}{V_{OC} \times I_{SC}} \quad (I.3)$$

$$FF = \frac{V_{MP} I_{MP}}{V_{oc} I_{sc}} \quad (I.4)$$

Graphiquement, le FF est une mesure de "l'équerrage" de la cellule solaire et est également l'aire du plus grand rectangle qui s'adaptera à la courbe IV. Le FF est illustré ci-dessous.[13 ; 14]

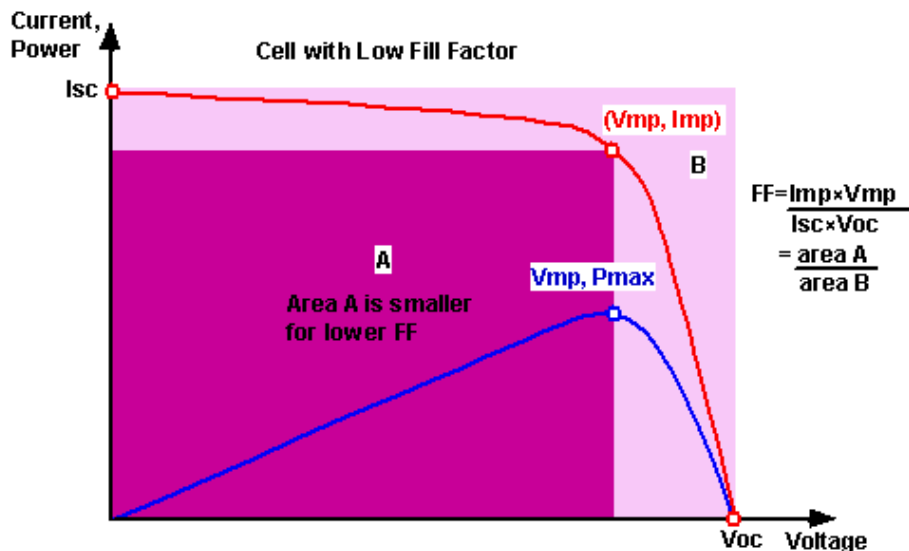


Figure I.15: courbe de $I_{cc}=f(V_{oc})$

I.7.5 Rendement de conversion, η :

C'est Le rapport de la puissance utile d'une machine de conversion d'énergie entre l'entrée et la durée de l'énergie.[14; 15]

$$\eta = \frac{A \cdot FF \cdot V_{co} \cdot I_{cc}}{P_{IN}}$$

P_{IN} : Puissance incidente [W] ;

$\frac{P_{IN}}{A}$: Densité de puissance incidente [W/m^2] ;

A : Section de la cellule [cm^2].

(I.5)

I.8. Module photovoltaïque :

Le module photovoltaïque est le composant principal de tout système photovoltaïque qui convertit directement la lumière du soleil en courant continu (CC). Il s'agit d'un assemblage de cellules photovoltaïques (PV), également appelées cellules solaires, pour obtenir la tension et le courant requis, un groupe de modules photovoltaïques est connecté dans un grand ensemble appelé générateur photovoltaïque. Les modules PV peuvent être connectés ensemble en série et/ou en parallèle pour fournir la tension et le courant requis par un système particulier.[16]

I.8.1. Association en série :

Les cellules sont traversées par le même courant et la tension résultante correspond à la somme des tensions produites par chaque cellule, en se mettant en série, et assemblées pour former une plaque, cette dernière permettant d'augmenter la tension du secteur. Générateur photovoltaïque permettant ainsi d'augmenter la puissance électrique du panneau.[17]

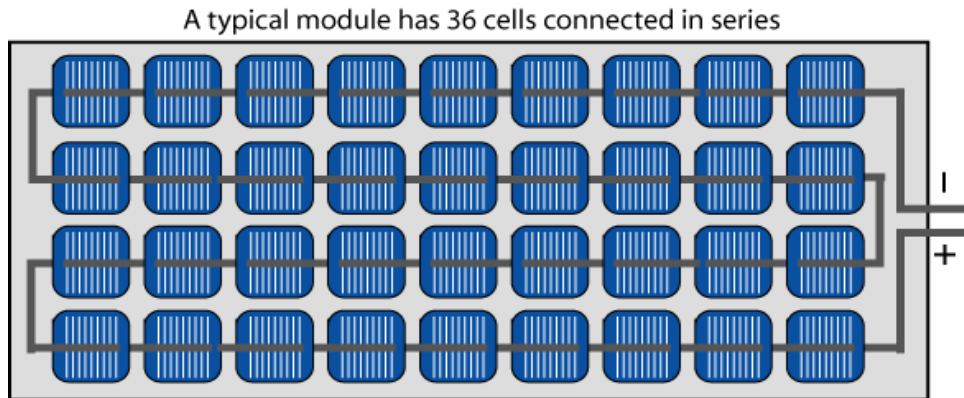


Figure I.16 : Module photovoltaïque a 36 cellules

I.8.2 Association en parallèle :

Les cellules sont soumises à la même tension et le courant de sortie correspond à la somme des courants produits par chaque cellule en se connectant en parallèle, c'est possible et augmente le courant de sortie produit par le générateur photovoltaïque.[17]

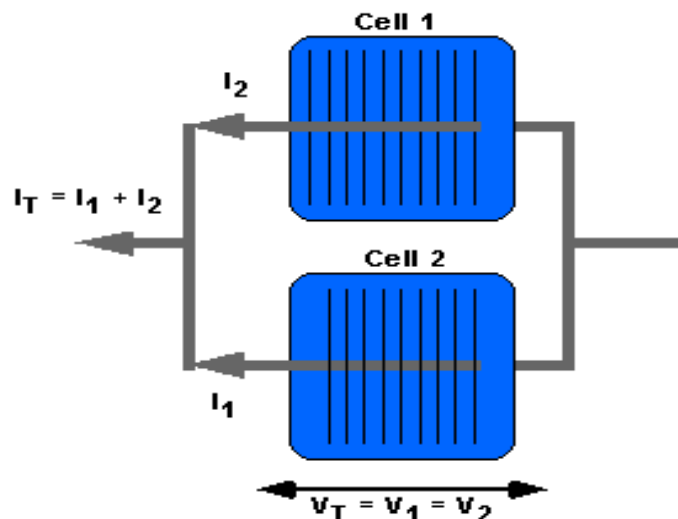


Figure I.17: Les cellules connectées en parallèle

I.8.3 Association hybride en (série/parallèle) :

on est obligé d'utiliser un groupement mixte, Pour avoir une satisfaction en courant et en tension,, Le générateur photovoltaïque est constitué d'un réseau série-parallèle de nombreux modules photovoltaïques regroupés par panneaux photovoltaïques , on utilise ce

type d'association pour en tirer une tension importante puisque l'association en série des photopiles délivre une tension égale à la somme des tensions individuelles et un courant égal à celui d'une seule cellule . La caractéristique d'un groupement de deux modules solaires est représentée par la figure ci-dessous [17]

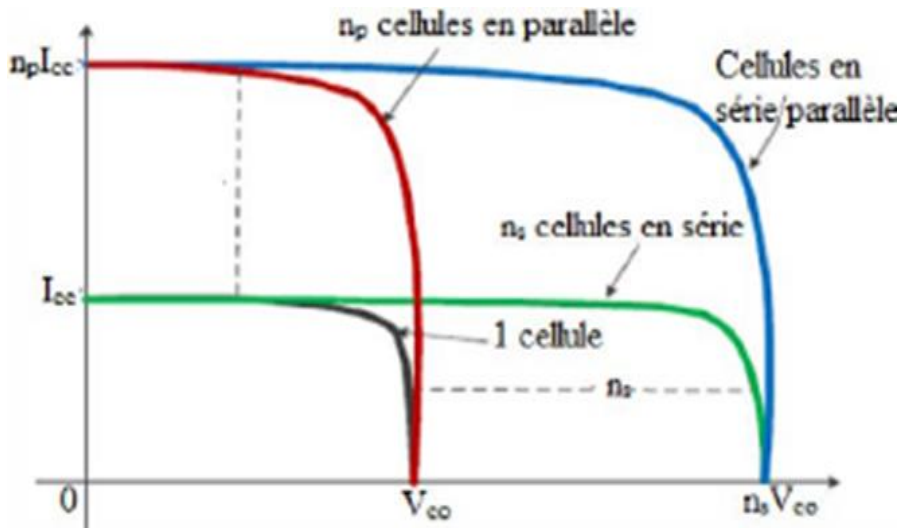


Figure I.18 : n_p cellules en parallèle et n_s cellules en série

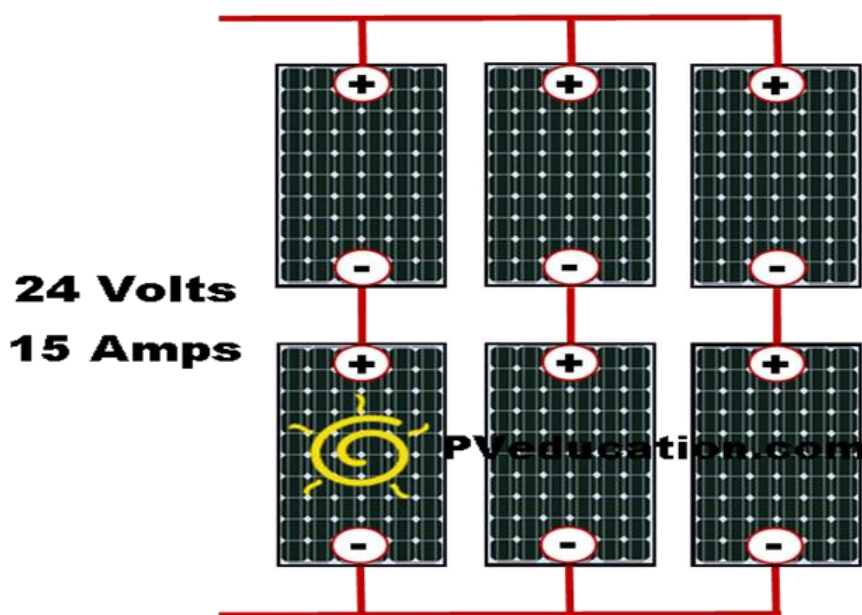


Figure I.19 : Caractéristiques d'un groupe de panneaux solaires hybrides

La figure (I.19) est un exemple d'une combinaison de câblage en série et en parallèle.

I.9. Systèmes PV :

Il s'agit d'un système d'alimentation composé de plusieurs composants, dont un onduleur solaire qui convertit le courant continu en courant alternatif, un panneau solaire et d'autres accessoires électriques. De plus, les systèmes photovoltaïques convertissent directement la lumière en électricité, il ne faut donc pas la confondre avec d'autres technologies.[18]



Figure I.20 : station de panneaux photovoltaïques

La durée de vie moyenne d'un système de production d'énergie solaire est de 20 à 30 ans ou plus et c'est ce qui le distingue.[13]

1/ cellule solaire :



Figure I.21: Production de l'énergie solaire. Cellule solaire

Une cellule solaire est un appareil qui convertit l'énergie lumineuse en énergie électrique. Plusieurs plaques sont connectées en série pour former une unité car la tension de la cellule solaire est faible, L'unité de base est un type de cellule de semi-conducteur.[19]

2/ module solaire :



Figure I.22 : illustration des énergies renouvelables

Module de système d'énergie solaire :

Un réseau de cellules solaires est un système dans lequel plusieurs de ces modules de cellules solaires sont connectés en série et en parallèle et installés en fonction de leur utilisation prévue, Un module de cellule solaire fait référence à une série de cellules connectées en série en assemblant plusieurs cellules et en les installant dans un cadre spécifique.

3/ onduleur :



Figure I.23 : Onduleur de système énergie solaire

Les modificateurs sont une partie essentielle des systèmes de production d'énergie photovoltaïque connectés au réseau. Il est largement utilisé en général.

4/ dispositif de conversion de puissance :

Il obtient la puissance maximale du module de cellules solaires et remplit les fonctions de surveillance et de protection électriques afin que le système d'alimentation solaire puisse fonctionner de manière stable. Il se compose d'une partie onduleur et d'une partie contrôleur de puissance. [19]



Figure I.24: Système d'énergie solaire

5/ batterie de stockage :

C'est un appareil qui fournit de l'énergie électrique à la charge lorsqu'il n'est pas possible de produire de l'électricité lorsqu'il pleut ou dans l'obscurité, et c'est un élément essentiel d'un système photovoltaïque indépendant.[12]

I.9.1. Système de protection :

Les diodes de dérivation sont utilisées dans les systèmes photovoltaïques pour protéger les cellules photovoltaïques partiellement ombragées des cellules pleinement fonctionnelles du même panneau solaire lorsqu'elles sont utilisées dans des réseaux série haute tension.[20]

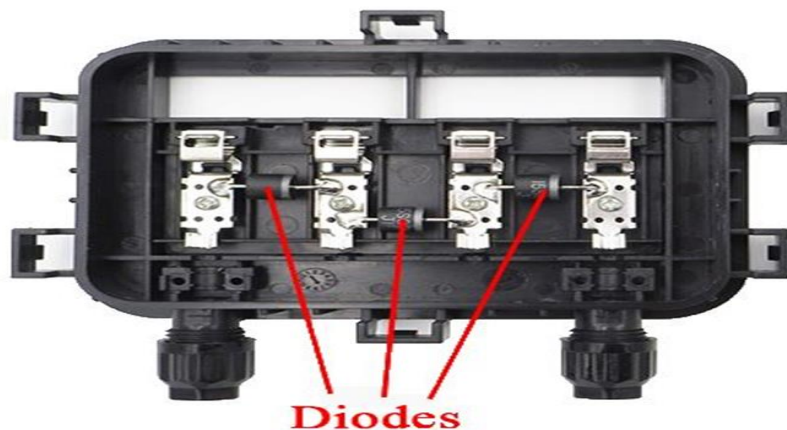


Figure I.25:diodes de dérivation

Protection par diode de dérivation :

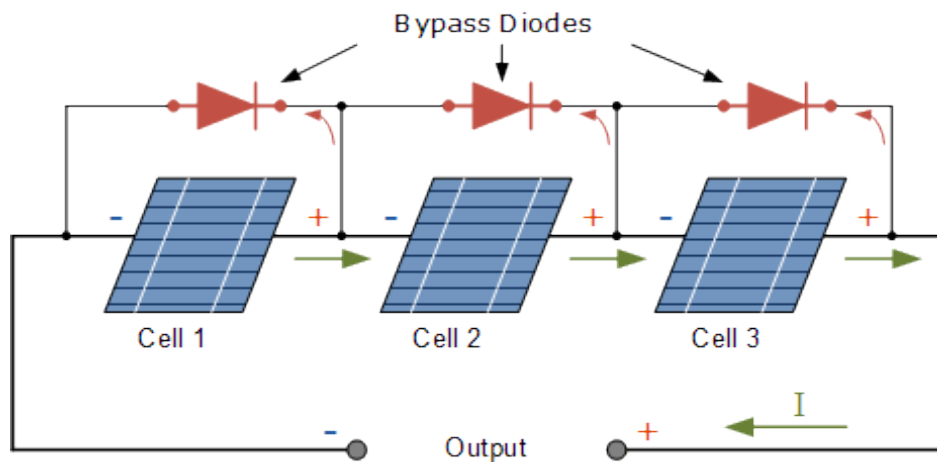


Figure I.26 : diodes de dérivation

Ces diodes de dérivation connectées à l'extérieur sont connectées en mode polarisé inverse à travers chaque cellule, donc la borne positive de la diode est connectée au côté positif de la cellule tandis que la borne négative de la diode est connectée au côté négatif de la cellule.[33]

Protection par diode by-pass :

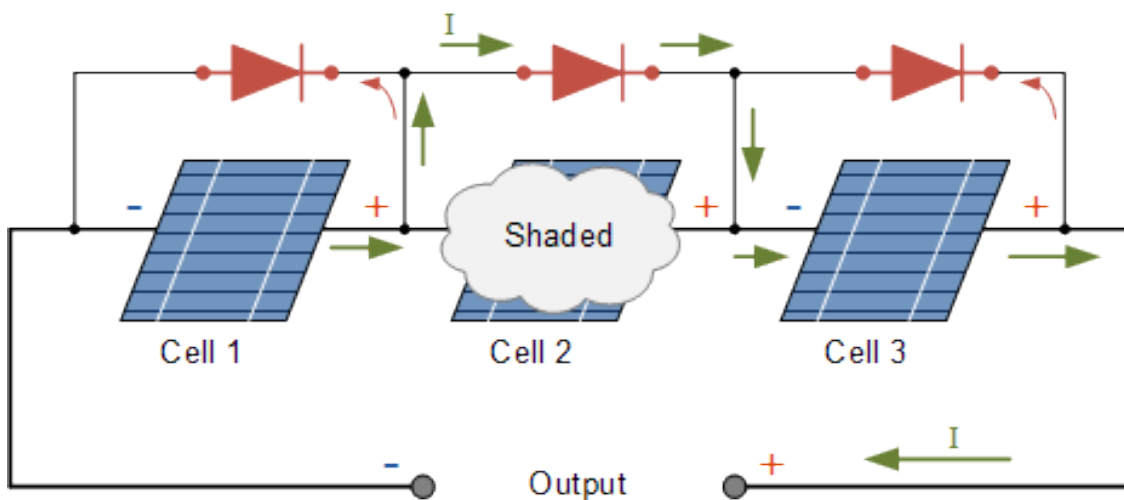


Figure I.27: diodes by-pass

Comme les cellules ombrées génèrent une puissance directionnelle, elles dévient la diode de dérivation connectée en parallèle, la cellule 2 cesse de produire de l'énergie électrique et se comporte comme une résistance semi-conductrice.[34]

I.10.conclusion :

Une fois les panneaux solaires exposés au soleil, l'énergie photovoltaïque est produite en convertissant les rayons du soleil en énergie par la cellule photovoltaïque grâce à un phénomène physique appelé effet photoélectrique. Les performances de l'unité photovoltaïque sont fortement affectées par les conditions climatiques, notamment le rayonnement solaire et la température de l'unité, et la génération peut varier en fonction du matériau utilisé dans la fabrication de la cellule. La liaison de plusieurs cellules dans une chaîne crée un module. Un système photovoltaïque qui a la caractéristique d'une tension non linéaire qui montre la puissance maximale.

Chapitre II :

Les réseaux de neurones

II.1.Introduction:

Avant la conception des réseaux neuronaux, "Ada Lovelace" a pensé à réaliser «l'analyse du système nerveux», Bien que ces recherches (analogies spéculatives entre les cerveaux et les machines) soient aussi anciennes, après cela le chercheur "Charles Babbage" a proposé le moteur analytique de "calculatrices" ayant des capacités neuronales humaines. Cette idée a été transmise à un siècle après quand "Alan Turing" s'est inspiré par ces recherches, et il a réussi à réaliser le «Test de Turing» (premier pas d'intelligence artificielle), qui a donné naissance aux réseaux de neurones.

Dans ce chapitre, nous allons présenter et définir les réseaux de neurones, leurs caractéristiques, ainsi que les concepts utilisés et leur mode de fonctionnement.

II.2. Le Neurone :

C'est une cellule électriquement excitable qui transmet des informations et les traite par des signaux électriques-chimiques. Au niveau de synapses, Les signaux entre un neurone et un autre se produisent, et quand les neurones se connectent les uns avec les autres ; nous obtenons un réseau de neurones.[21]

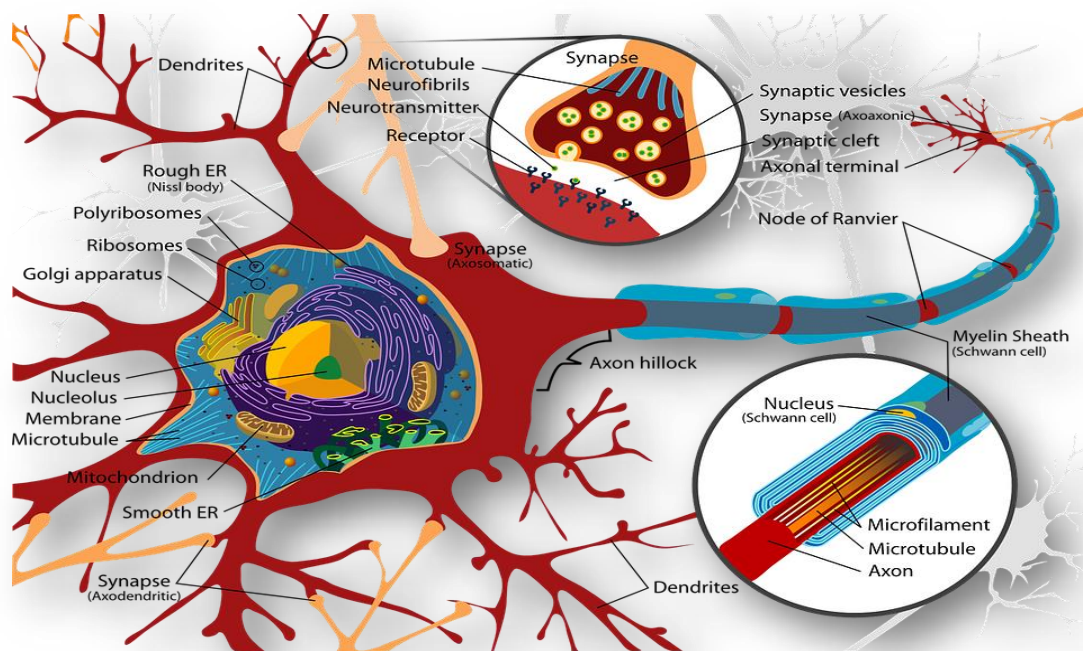


Figure II.1: illustration du travail d'un neurone humain

II.2.1. Modèle Biologique :

Dans un cerveau humain Plus de 100 milliards de neurones sont connectés en parallèle en plus de 100 trillions de synapses; tout neurone reçoit des signaux d'entrée d'autres neurones par les "dendrites", un neurone reçoit un signal et envoie un autre à un autre neurone par l'axone. Le rôle des synapses est la connexion des neurones.[22]

Structure of a Typical Neuron

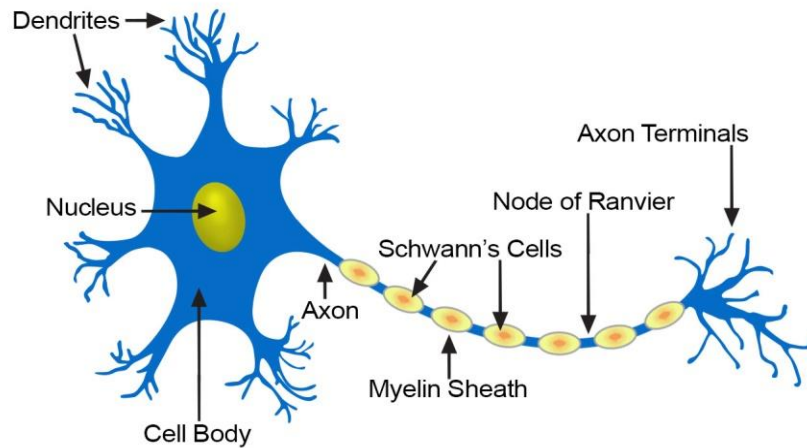


Figure II.2: Structure d'un neurone

Composition biologique des cellules neurones (nerveuses)

Les cellules nerveuses d'abord stockent des émetteurs externes reçus (dendrites) via des synapses en un corps cellulaire, si elles dépassent leur capacité, les émetteurs sont envoyés via des axones.[22]

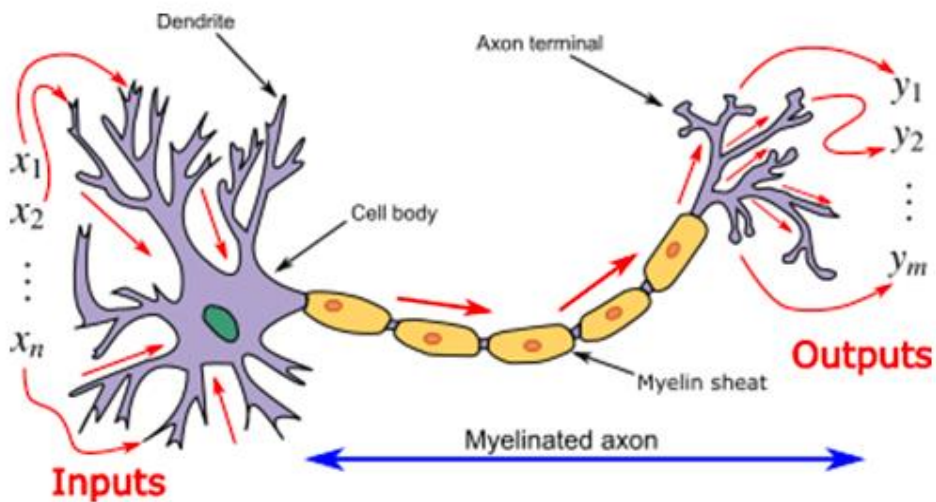


Figure II.3: Comportement d'une cellule nerveuse

II.2.2. Modèle d'un Neurone Artificiel :

Un neurone en réseau de neurones artificiels est représenté en tant que modèle mathématique d'un neurone biologique ; C'est-à-dire qu'ils ont le même travail, lorsqu'il dépasse sa capacité, il envoie une valeur de sortie, voir la figure suivante :

Neuron model:

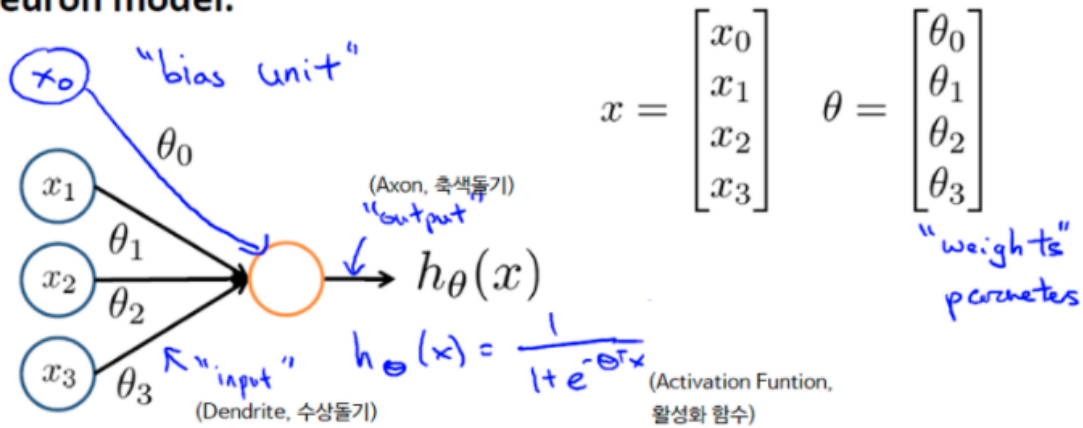


Figure II.4: Modèle de neurone de réseau de neurones artificiels

Les entrées x_1 , x_2 et x_3 et leurs paramètres respectivement θ_1 , θ_2 et θ_3 , agissent comme des dendrites neurones biologique. La sortie de ces entrées est exprimée par une fonction h_θ (fonction d'activation).

Un neurone peut être exprimé par la fonction tangente hyperbolique qui est utilisée comme fonction d'activation, et toutes les valeurs réelles les convertis en valeurs comprises entre 0 et 1. [22]

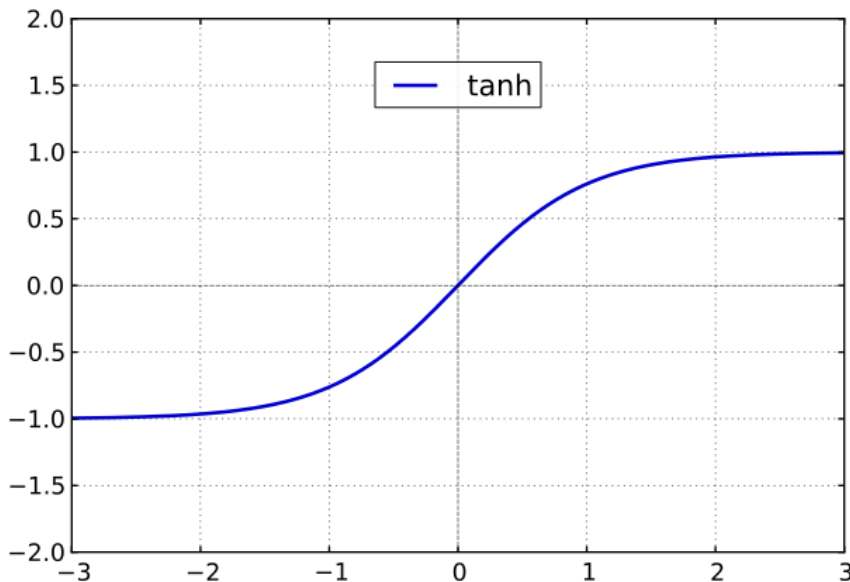


Figure II.5 : Fonction tangente hyperbolique

Cette fonction est définie par :

$$\tanh(x) = \frac{\sinh(x)}{\cosh(x)} = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}} = \frac{e^{2x} - 1}{e^{2x} + 1} = 1 - \frac{2}{e^{2x} + 1}$$

C'est une bijection de classe C^∞ de \mathbb{R} dans $] -1, 1[$ [strictement croissante, et impaire. Sa dérivée est :

$$\frac{1}{\cosh^2} = 1 - \tanh^2$$

Cette fonction est utilisée dans notre Modélisation.

II.3. Les Réseaux de Neurons :

II.3.1. Définition :

On les définit par une série d'imitations simples des fonctions du neurone d'un cerveau humain, pour permettre l'apprentissage de machines (machine Learning), il fait partie de la famille d'intelligence artificielle.[23]

Fonctionnement d'un Réseau :

Le neurone d'abord va calculer la somme de ses entrées x , il est pondéré par les poids w , ensuite cette valeur va passer par la fonction d'activation afin de générer sa sortie.

Le réseau prend forme d'un algorithme, il peut se modifier lui-même par les résultats de ses actions, ce qui permet un apprentissage et une résolution de problèmes sans algorithme.[24]

II.4. Réseaux de Neurons et Architectures :

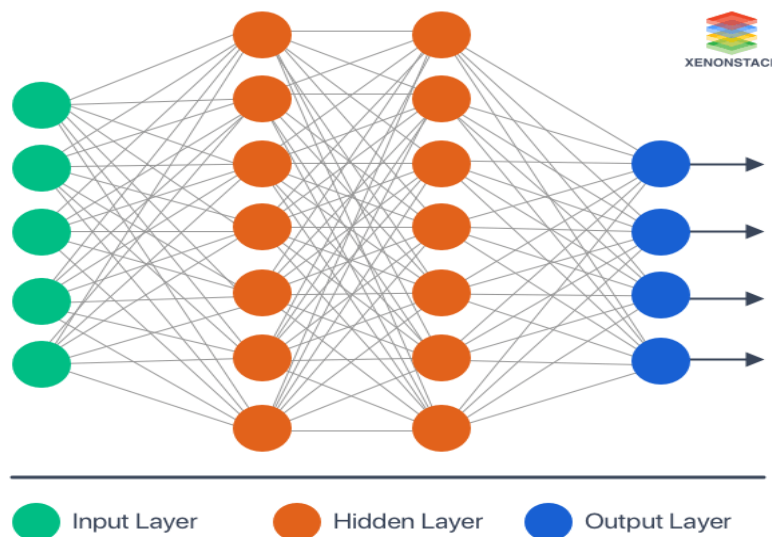


Figure II.6: illustration des couches du réseau de neurones

- ✓ **Couche d'entrée** : elle reçoit les entrées du monde extérieur sur lesquelles le réseau va faire l'apprentissage, et le traitement.

- ✓ **Couche de sortie** : elle répond aux informations durant son apprentissage de n'importe quelle tâche.
- ✓ **Couche cachée** : elle se situe entre les couches d'entrée et de sortie ; son travail est de transformer l'entrée en information que l'unité de sortie peut utiliser.

Chaque neurone caché est lié au neurone de sa couche précédente (entrée) et de la couche suivante (sortie).[25]

II.4.1. Le Choix de l'Architecture du Réseau de Neurons :

Selon son traitement, sa complexité et sa méthode de traitement de données, Un réseau de neurones peut prendre d'autres formes.

Les architectures ont leurs points de forces et de faiblesses et peuvent être combinées pour l'optimisation des résultats ; Le choix de l'architecture est très important et il est déterminé souvent par l'objectif.

Familles des architectures:

- ✓ Réseaux de neurones Feedforwarded
- ✓ Réseaux de neurones récurrents (RNN)
- ✓ Réseaux de neurones à résonance
- ✓ Réseaux de neurones auto-organisés. [26]

II.5. Les Caractéristiques des Réseaux de Neurons :

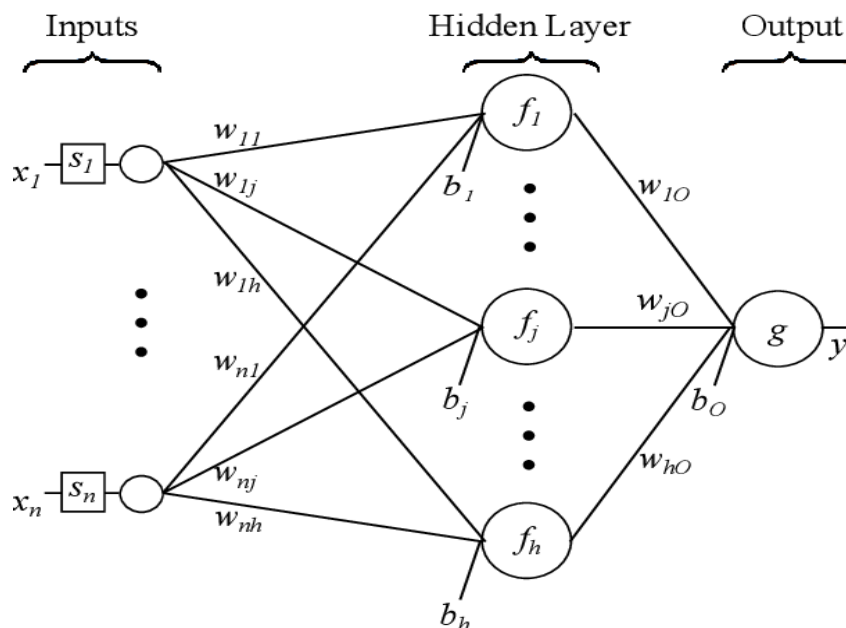


Figure II.7: dessin démonstratif du réseau

Les caractéristiques de l'RNA :

- ✓ **Feed-forwarding** : le modèle RNA a comme caractéristique que le flux suit le sens de la gauche (entrée) vers la droite (sortie).
- ✓ **Il se compose de : couche d'entrée + au moins une couche cachée + une couche de sortie.** maintenant que le nombre de couches cachées augmente, on peut l'appeler un modèle « d'apprentissage en profondeur », En théorie, on suppose que plus il y a de couches cachées, les performances du modèle sont meilleures.[27]

Caractéristiques de la couche cachée :

Elle agrège les valeurs d'entrée ; afin que le nombre de couches cachées augmente et que le flux progresse vers la sortie, nous obtenons par suite des informations plus avancées.[27]

II.5.1. Apprentissage des réseaux de neurones :

Il existe deux principaux modes d'apprentissage des réseaux de neurones :

a. L'apprentissage supervisé :

Exige que quelqu'un indique au réseau de quelle façon interpréter et interagir avec diverses entrées. Le but est de s'assurer que les méthodes utilisées par les réseaux de neurones adaptatifs pour le traitement d'informations sont sans d'erreurs et améliorer le comportement du réseau désiré.

b. L'apprentissage non supervisé :

Agit avec l'environnement selon une unité centrale de traitement et en fonction de la programmation originale, il prend ses propres décisions en comment il va se comporter ; Pour cela, il organise et reconstruit les informations reçues puis prévoit ce qui va résulter par ce changement effectué de données. L'apprentissage se fait en ligne ou hors ligne, en ligne signifie que le réseau apprend le tout puis accomplit une tâche. L'apprentissage hors ligne c'est l'apprentissage indépendant du réseau et son comportement.

c. Le mode hybride :

Contient les deux autres approches, car la partie des poids va être déterminée par apprentissage supervisé et l'autre par apprentissage non supervisé.[28]

II.6. Les différents types de RNA :

Il existe plusieurs types de réseaux de neurones artificiels (RNA), Selon chaque neurone et son fonctionnement en cerveau humain, ces types sont :

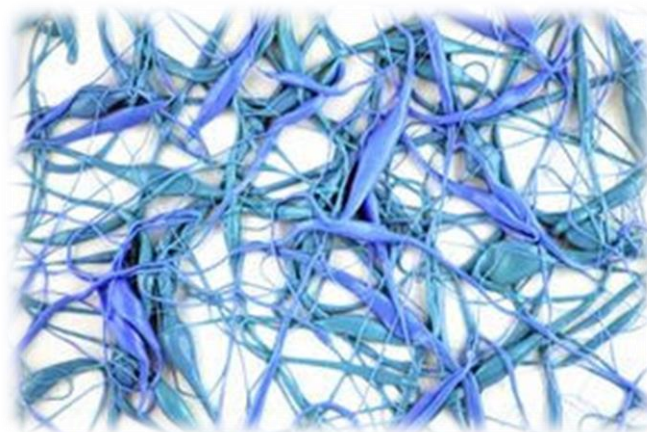


Figure II.8 réseau de neurones (illustration 3D)

Feedback ANN :

Dans ce type, la sortie retourne dans notre réseau afin d'obtenir des résultats meilleurs en interne ; cependant Selon le "Lowell Center for Atmospheric Research" de l'Université du Massachusetts, le réseau de rétroaction est correspond bien au réglage des problèmes d'optimisation et le renvoie des informations en lui-même, Les ANN de rétroaction sont utilisées par les corrections d'erreurs de notre système interne.[29]

FeedForward ANN :

C'est un réseau de neurones simple composé d'une couche d'entrée, d'une couche de sortie et d'une ou plusieurs couches de neurones, il a une très bonne évaluation de sa sortie après examination de son entrée, nous remarquons la puissance du réseau dans le comportement de groupe des neurones connectés puis la sortie est définie. Il a comme avantage son apprentissage d'évaluation et sa reconnaissance des modèles d'entrée.

Classification-Prédiction ANN :

Le sous-ensemble de l'ANN à anticipation est appelé l'ANN de classification-prédiction, il est appliquée dans les explorations de données. il identifie des modèles particuliers et les classe en groupes spécifiques, après il les classent sous forme de « nouveaux modèles » pour le réseau. [29]

II.7. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons décrit c'est quoi un neurone, et comment former un réseau en niveau d'une machine, ça nous a permis d'appuyer sur des fondements mathématiques qui nous permettent d'envisager un large éventail d'applications, et surtout dans le domaine de la fabrication, qui lui-même prend beaucoup de temps à travailler, sans oublier les domaines de la classification qui permettent une approche efficace et générale de résolution des problèmes.

Chapitre III :
**Modélisation d'un PV en Simulink et réseau
de Neurones**

III.1.Introduction :

L'énergie solaire est la source gratuite et la plus puissante et meilleure parmi les énergies renouvelables. L'électricité obtenue par les panneaux solaires est le résultat d'une transformation la lumière du soleil en électricité par des cellules PV, Elles sont précisément constituées d'une jonction PN.

Le regroupement des cellules forme des modules, ces modules regroupés forment des champs photovoltaïques(les cellules sont connectées en série et / ou parallèle). L'objectif de ce travail est de modéliser un module PV d'une manière compréhensible et intelligible et décrire le principe de fonctionnement du module PV. [30]

III.2. Modélisation d'un système photovoltaïque:

Le modèle de la cellule photovoltaïque ci-dessous est le plus utilisé à cause de sa simplicité, sa rapidité en simulation, et sa précision. [31]

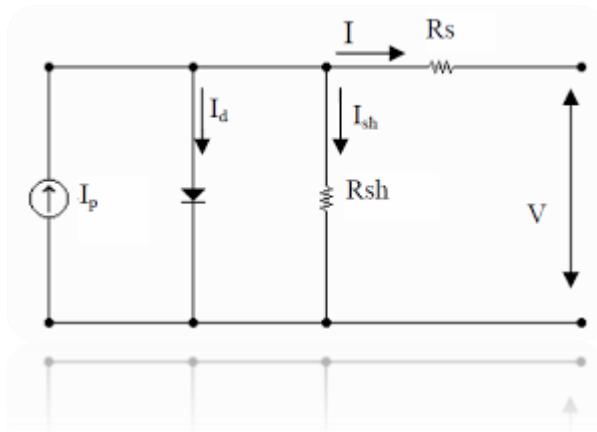


Figure III.1 : Modèle électrique d'une cellule PV a 1 diode

III.2.1. Modélisation mathématique d'une cellule photovoltaïque :

D'après le circuit, le courant généré par la cellule est donné par l'équation qui suit :

$$I = I_{ph} - I_o \left(\exp \frac{q(V + R_s I)}{aKT N_s} - 1 \right) - \frac{(V + R_s I)}{R_{sh}} \quad (III.1)$$

q et **a** et **K** et **T** respectivement signifient la charge de l'électron, le facteur d'idéalité de la diode, la Constante de Boltzmann et la température de la cellule, **V** est la tension aux bornes de la cellule, **I** est le courant de la cellule.

On modélise la perte de tension par une Résistance en série **RS** et les courants de fuite par une résistance en parallèle **Rsh**.

I_{ph} : Photo courant.

I₀ : Courant de la diode.

I_{sh} : Courant shunt

L'équation des courants du modèle est:

$$I = I_{ph} - I_{sh} - I_0 \quad (III.2)$$

Le reste des équations qui définissent la caractéristique I-V:

$$I_{ph} = (I_{sc} + k_i (T + T_{ref})) \frac{G}{G_{ref}} \quad (III.2)$$

$$I_0 = I_{rs} \left(\frac{T}{T_{ref}} \right)^3 \exp \left[\frac{q \cdot E_{g0} \left(\frac{1}{T_{ref}} - \frac{1}{T} \right)}{A \cdot K} \right] \quad (III.3)$$

I_{ph}, I₀, N_s, V, I, T, a, G, R_s, et R_{sh} respectivement sont, le photo-courant, le courant de saturation inverse de la diode, le nombre des cellules en série, la tension aux bornes du module, le courant du module, la température ambiante en K, le facteur d'idéalité, irradiation solaire (w/m²), les résistances série et shunt du module.

D'après cela, le comportement physique du module photovoltaïque est contrôlé par les paramètres I_{ph}, I₀, R_s et de R_{sh} d'un côté, et d'un autre avec la température et l'irradiation solaire. [31]

III.2.2. Modélisation par Simulink d'un système photovoltaïque :

III.2.2.1. Modélisation par Simulink d'une cellule photovoltaïque :

Schéma de simulation du courant I :

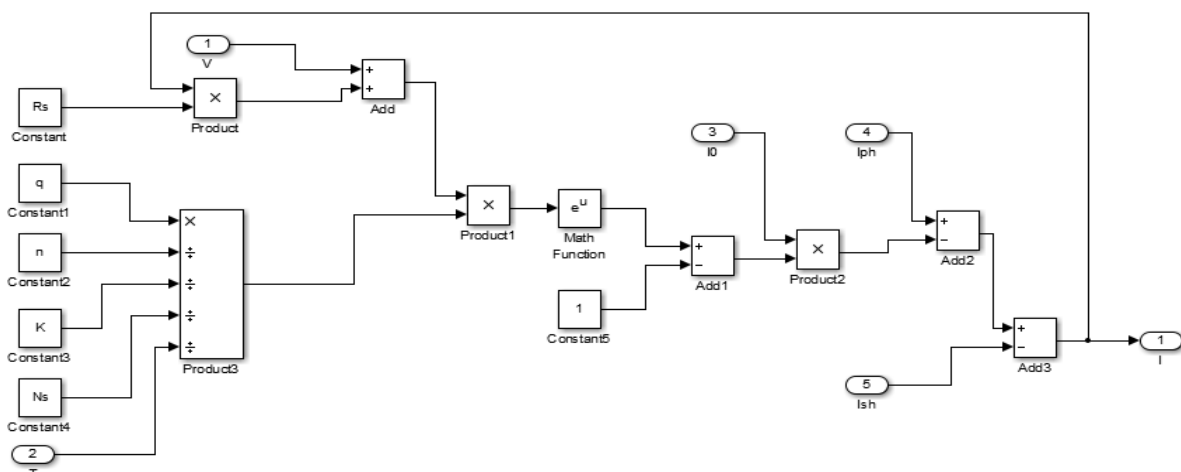


Fig.III.2 : Schéma Simulink pour simulation du courant I

Schéma de simulation du courant I_0 :

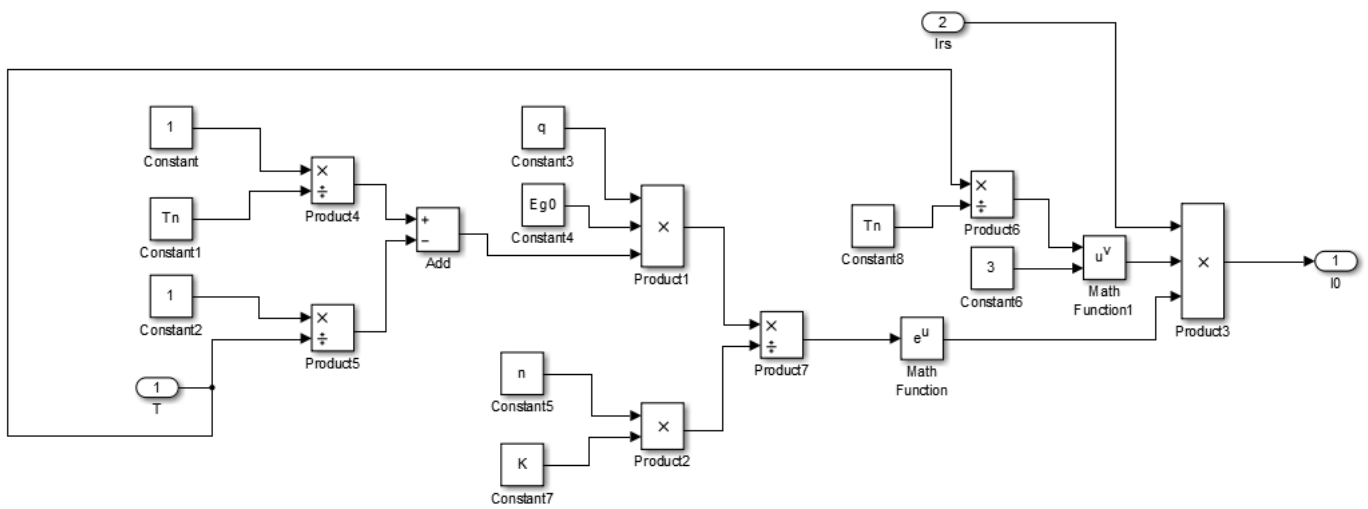


Fig. III.3: Schéma Simulink pour simulation du courant I_0

Schéma de simulation du courant I_{rs} :

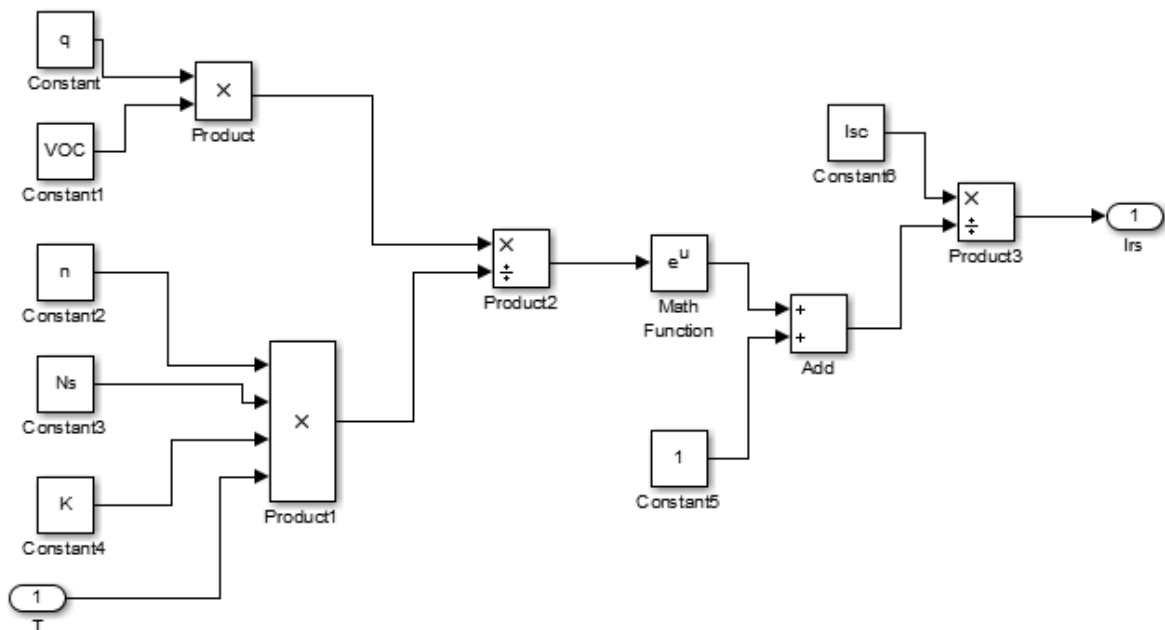


Fig.III.4 : Schéma Simulink pour simulation du courant Irs

Schéma de simulation du courant Ish :

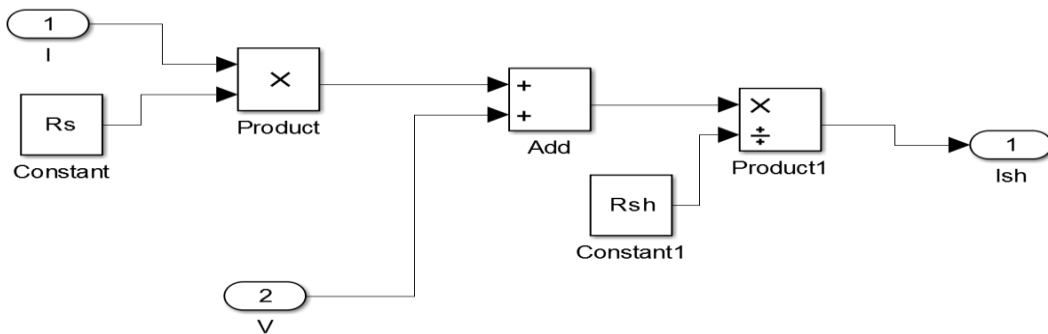


Fig.III.5 : Schéma Simulink pour simulation du courant Ish

Schéma de simulation du courant Iph :

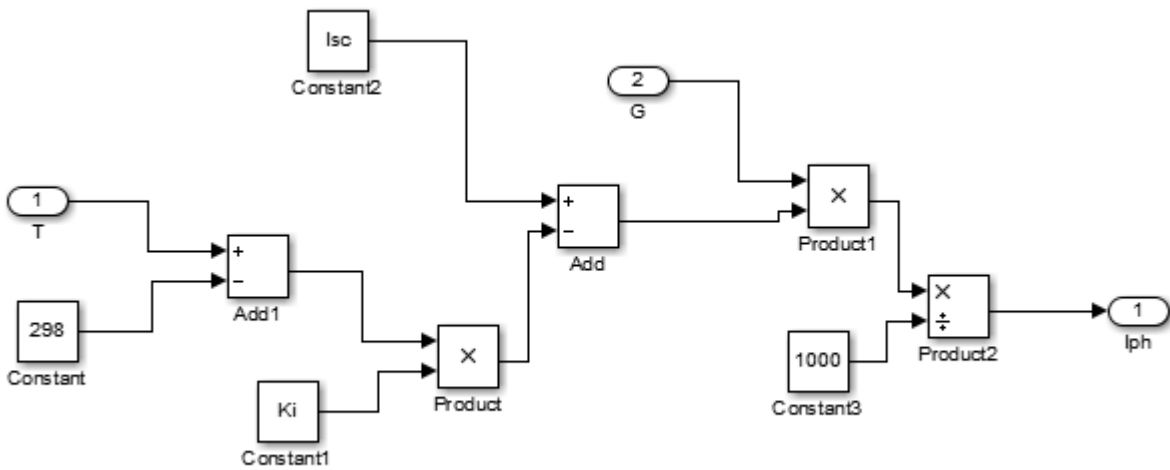


Fig.III.6: Schéma Simulink pour simulation du courant Iph

III.2.2.2. Modélisation par Simulink d'un système photovoltaïque :

III.2.2.2.1. Système photovoltaïque :

Le système photovoltaïque est contrôlé par la commande MPPT comme le montre la figure suivante : [32]

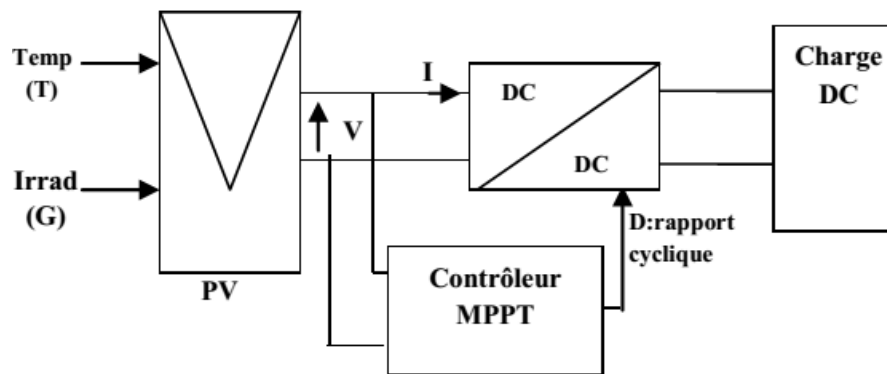


Figure III.7 : Schéma de simulation global du Système PV

III.2.2.2.2. Modélisation par Simulink d'un système photovoltaïque :

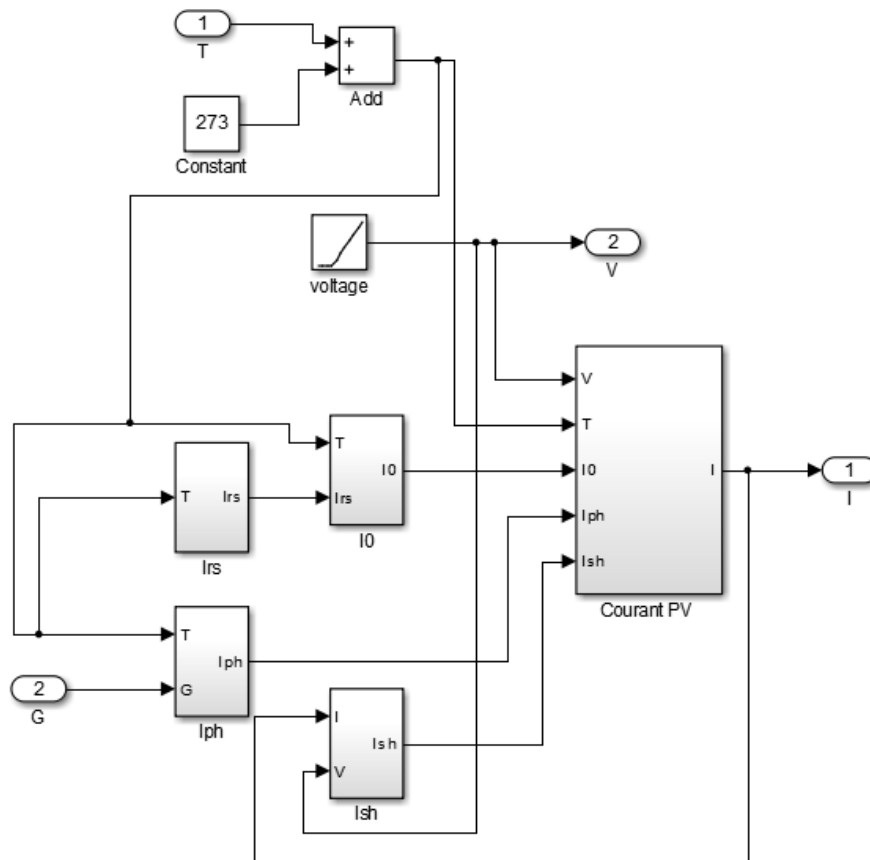


Fig.III.8 : Schéma Simulink pour simulation du panneau PV

Le schéma précédent constitué par les sous-systèmes est transformé au système suivant (voir la figure suivante).

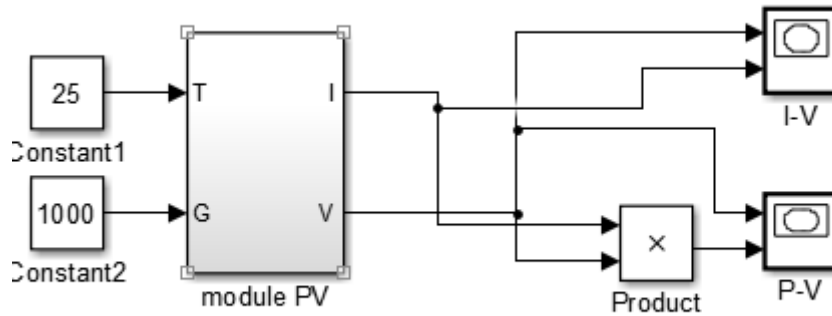


Fig. III.9 : Module PV réalisé par les sous-blocs

III.2.3 Caractérisation des générateurs photovoltaïques :

III.2.3.1 Simulation par Simulink des caractéristiques (I-V) et (P-V) :

Les courbes caractéristiques (I-V) et (P-V) obtenues par simulation en utilisant le modèle sous conditions standards sont donnés par la figure suivante :

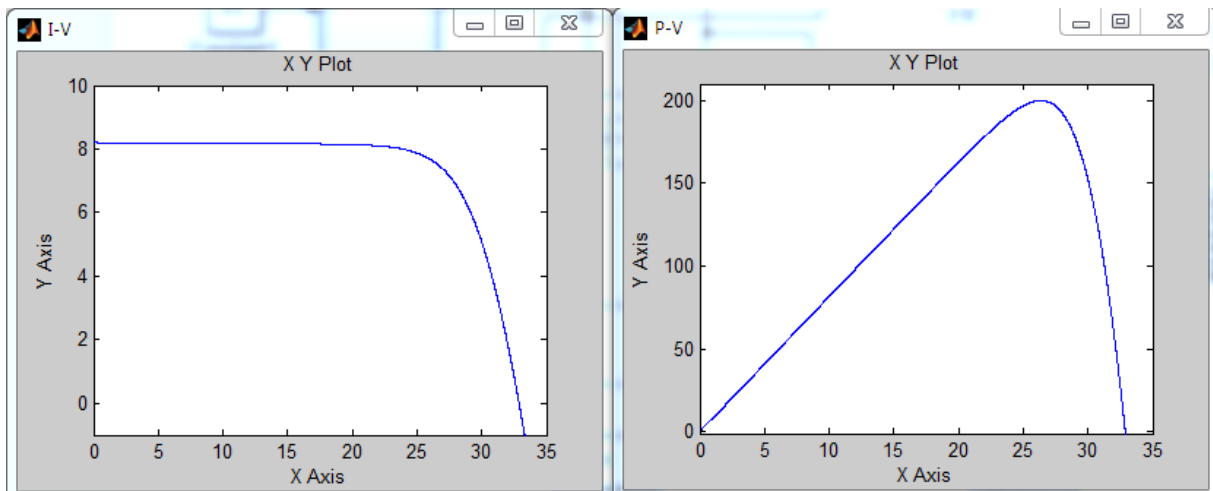


Fig. III.10: Courbe caractéristique $I=f(V)$ et $P=f(V)$

III.2.3.1.1. Influence de la température :

Les valeurs de températures qu'on a utilisées sont variables : [25 35 45 55] avec l'irradiance standard (200 W/m^2).

a) caractéristiques $I=f(V)$:

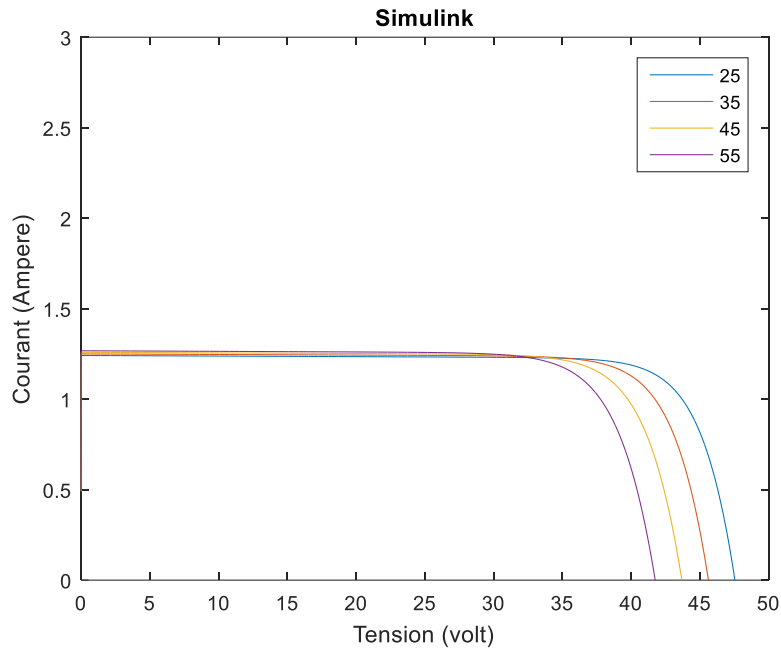


Fig. III.11: Les caractéristiques de $I=f(V)$ en variables valeurs de températures et irradiance Standard (200 W/m^2).

b) caractéristiques $P=f(V)$:

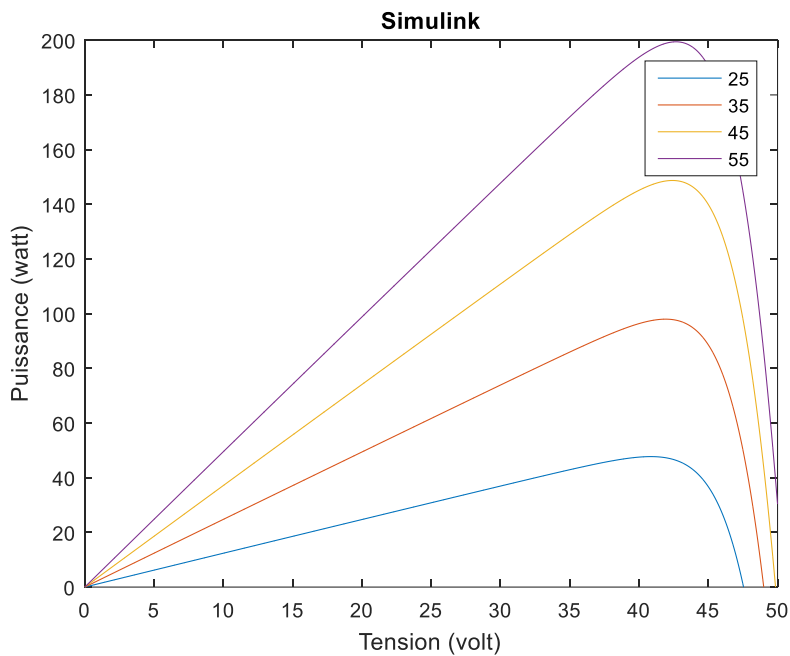


Fig. III.12: Les caractéristiques de $P=f(V)$ en variables valeurs de températures et irradiance Standard (200 W/m^2).

Les chutes de tension sont dues à une augmentation du courant de saturation inverse dans la diode. Le courant est un résultat de la variation de la température de la concentration des

porteurs intrinsèques, qui rapporte un taux de recombinaison plus élevé à l'intérieur du semi-conducteur.

Autrement dit La température est un paramètre très important dans le fonctionnement des cellules Photovoltaïques par ce que les propriétés électriques d'un semi-conducteur sont très sensibles à la température, elle a une influence très importante sur le comportement de la cellule et donc sur son rendement, elle se traduit principalement par une chute de la tension générée (avec une très légère augmentation du courant).

La perte de tension d'un module ou d'une cellule peut être estimée par la formule suivante :

$$U(T^\circ) = U(25^\circ\text{C}) + (\Delta T^\circ * a)$$

Avec :

- ✓ ΔT : augmentation de température par rapport aux conditions Standards de Test (25°C)
- ✓ a : coefficient de température V_{oc} [mV/K], sa valeur est par défaut.

III.2.3.1.2. Influence de l'irradiation :

Les valeurs d'irradiance qu'on a utilisées sont : [200,400, 600,800] avec la température standard (25°C).

a) caractéristiques $I=f(V)$:

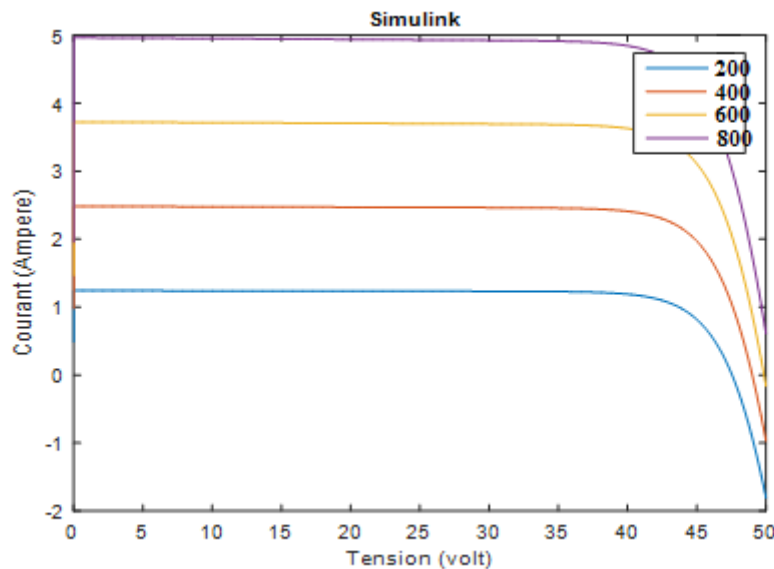


Fig. III.13 : Les caractéristiques de $I=f(V)$ en différentes valeurs d'irradiance et une température Standard de 25°C

b) caractéristiques $P=f(V)$:

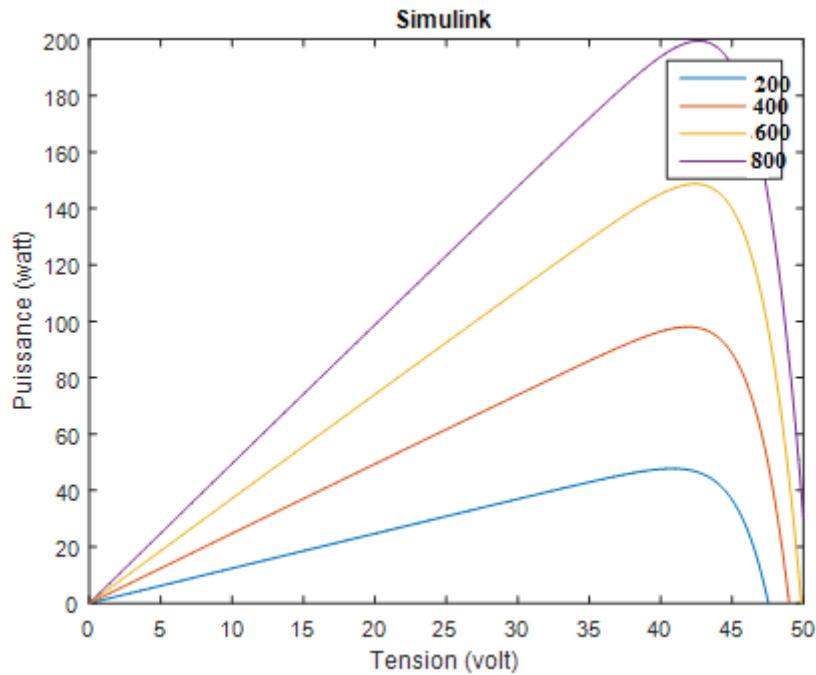


Fig. III.14: Les caractéristiques de $P=f(I)$ en différentes valeurs d'irradiance et une température Standard de 25°C

On peut remarquer aussi que la puissance de sortie d'un panneau solaire ne dépend pas Uniquement de la température et de l'insolation, mais aussi de la tension V de fonctionnement.

On remarque d'après la figure que le courant augmente nettement avec l'irradiation, et pour cela nous déduisons que la puissance $P=V \cdot I$ augmente Aussi avec l'irradiation, Cependant, la tension augmente quand l'irradiation solaire augmente.

III.2.3.2 Simulation par Réseaux de Neurones des caractéristiques (I-V) et (P-V) :

Notre but est de créer un modèle à base de RNA afin de reproduire fidèlement la réponse d'un module PV, notre travail est effectué sur le module dont les

Caractéristiques sont présentées à la figure suivante.

Pour la modélisation, nous allons utiliser la technique de réseaux de neurones. Le processus responsable du réseau comporte les étapes suivantes:

- La collection de données caractérisée, dans notre cas, par les paramètres d'entrées qui sont l'éclairement G (w/m) et la température T (°C) , pour chaque paire (G,T) nous avons une sortie représenté par une courbe I-V.

- Le choix de l'architecture du réseau de neurones avec 1 couche d'entrée à 3 nœuds (la température (T_e) , l'irradiation (G) et V_{pv} (la tension de sortie du panneau)), 1 couche

cachée ayant 5 nœuds et finalement 1 couche de sorties avec 1 nœud (courant, tension ou puissance, les fonctions d'activations utilisées, etc.)

- L'apprentissage du réseau de neurones RNA sur les bases d'apprentissage et de validation.

Pour l'apprentissage du RNA nous avons utilisé 4 différentes courbes, associant

Différentes valeur de l'éclairement G (w/m^2) pour une température T de 25 °C.

- Mesure des performances du réseau de neurones sur la base de test.

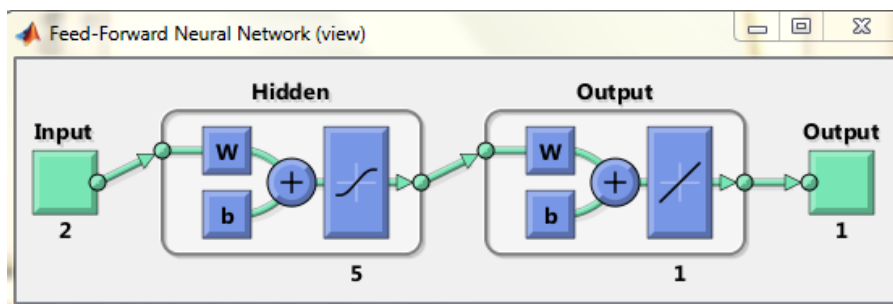


Figure III.15: le 1^{er} bloc de conception du réseau par logiciel MATLAB

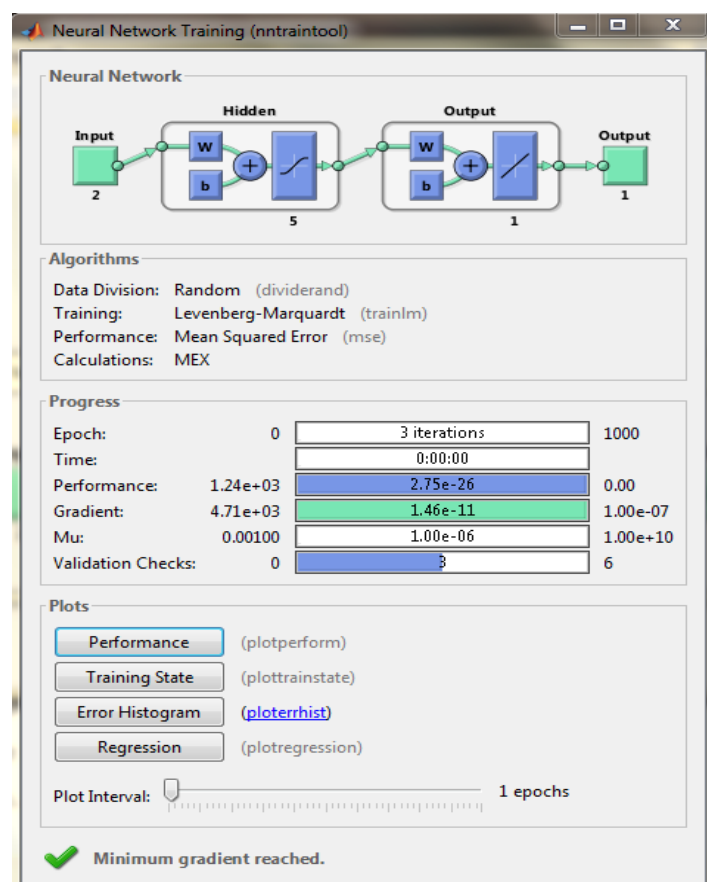


Figure III.16: le 2^{ème} bloc d'apprentissage du réseau par logiciel MATLAB

III.2.3.2.1. Influence de la température :

Les valeurs de températures qu'on a utilisées sont variables : [25 35 45 55] avec l'irradiance standard (200 W/m²).

a) caractéristiques I=f(V) :

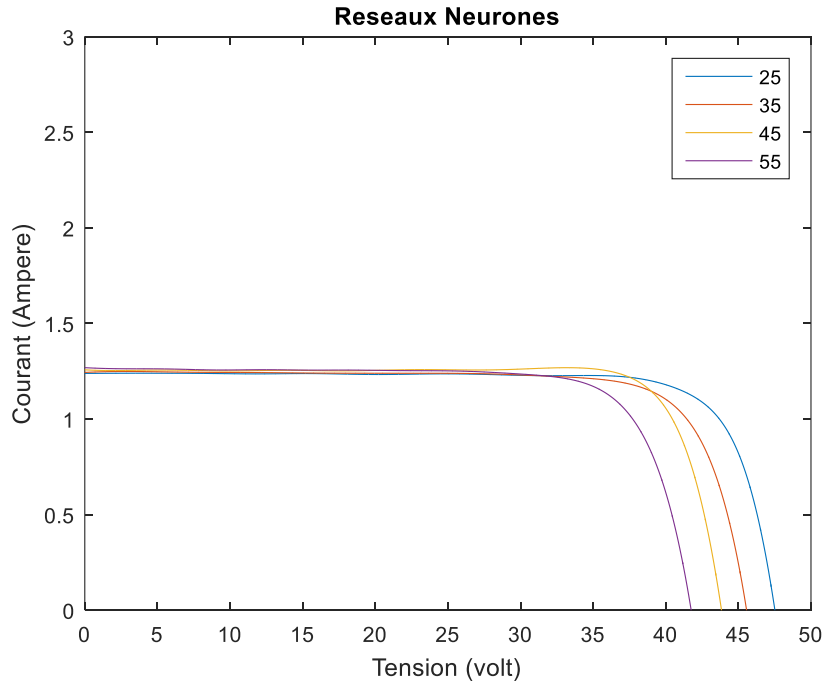


Fig. III.17 : Les caractéristiques de I=f(V) en différentes valeurs de température et irradiance constante (200w/m²)

b) caractéristiques P=f(V) :

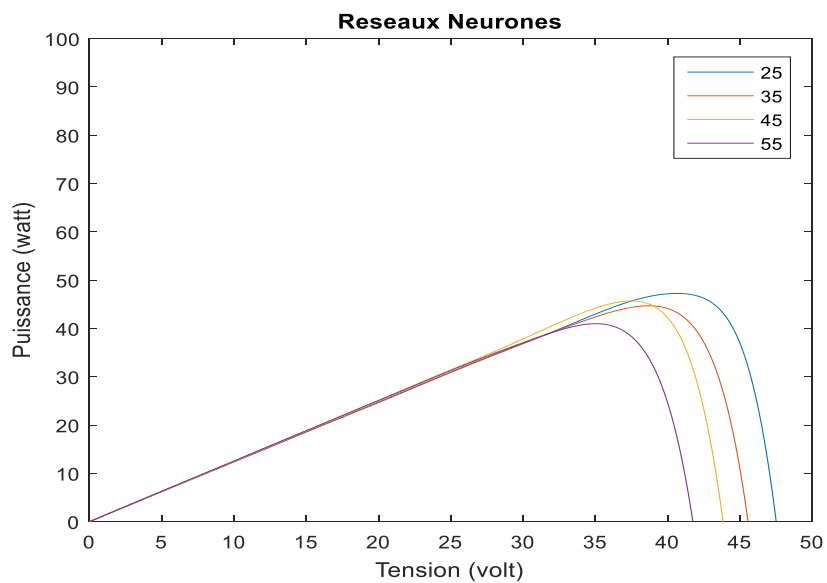


Fig. III.18: Les caractéristiques de P=f(V) en différentes valeurs de température et irradiance constante (200w/m²)

III.2.3.2.2. Influence de l'irradiation :

Les valeurs d'irradiance qu'on a utilisées sont : [200,400,600,800] avec la température standard (25°C).

a) caractéristiques $I=f(V)$:

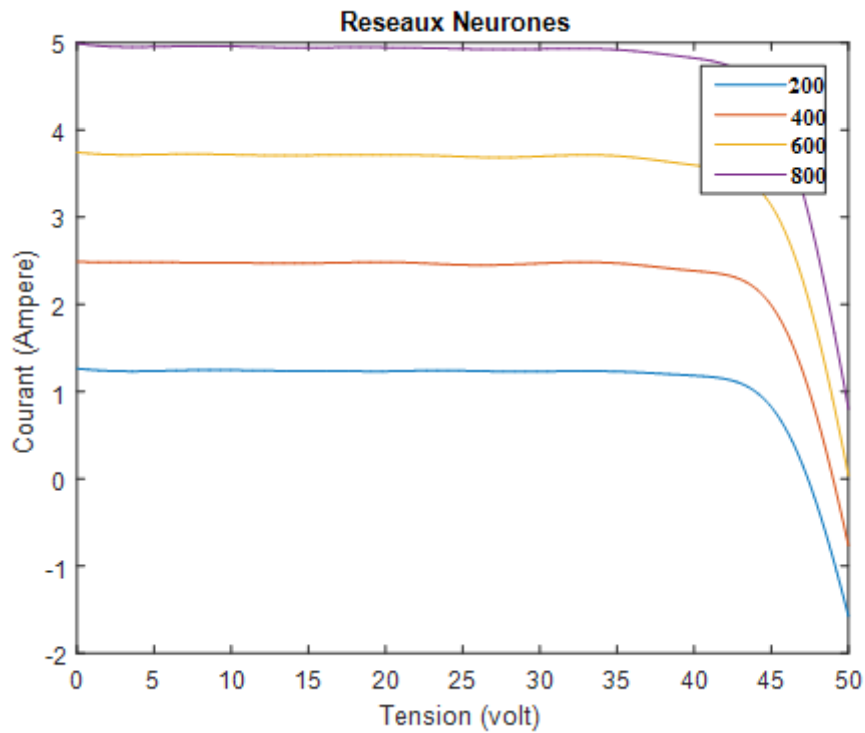


Fig. III.19: Les caractéristiques de $I=f(V)$ en variables valeurs d'irradiance et Température Standard (25°C)

b) caractéristiques $P=f(V)$:

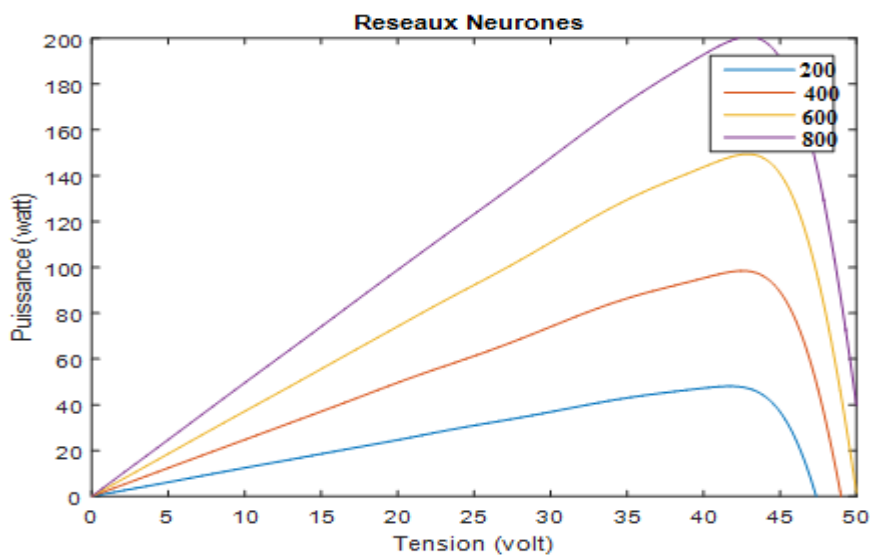


Fig. III.20: Les caractéristiques de $P=f(V)$ en variables valeurs d'irradiance et Température Standard (25°C)

III.2.3.3. Etude comparative entre le réseau de neurones et Simulink pour la caractéristiques $I=f(V)$:

III.2.3.3.1. Influence de la température :

Les valeurs de températures qu'on a utilisées sont variables : [25 35 45 55] avec l'irradiance standard (200 W/m²).

G=200	Te=25	Te=35	Te=45	Te=55
Eqm	0.0000	0.0002	0.0016	0.0001

Tableau (III.1): Eqm entre caractéristiques $I=f(v)$ Simulink et RN

III.2.3.3.2. Influence de l'irradiation :

Les valeurs d'irradiance qu'on a utilisées sont : [200, 400, 600,800] avec la température standard (25°C).

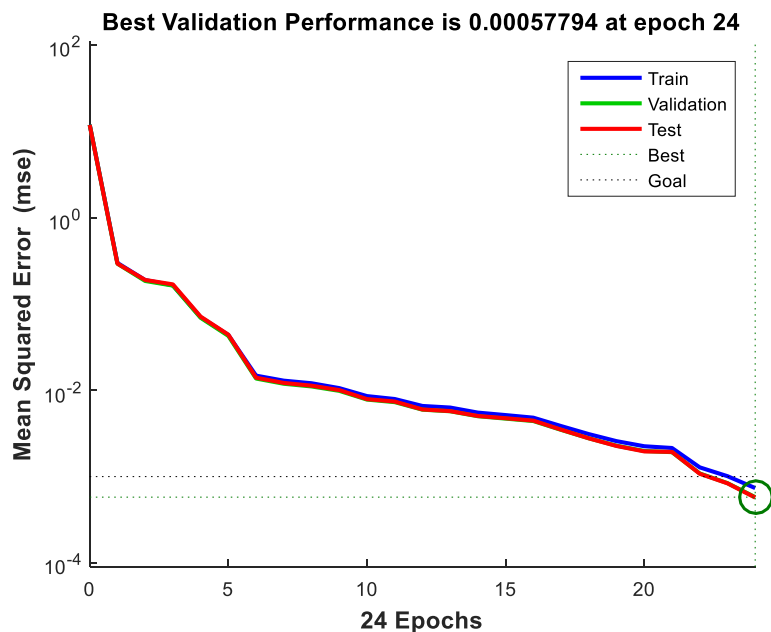


Fig. III.21: Performance du réseaux de neurones

G=200	Te=25	Te=35	Te=45	Te=55
eqm	$0.6713 \cdot 10^{-3}$	$0.6487 \cdot 10^{-3}$	$0.6783 \cdot 10^{-3}$	$0.7537 \cdot 10^{-3}$

Tableau III.2 : Eqm entre caractéristiques $I=f(v)$ Simulink et RN

D'après les caractéristiques $I=f(v)$, $P=f(v)$ obtenues par Simulink et réseau de neurones, nous observons qu'ils sont presque confondus et cela est montré par les erreurs mentionnées dans les tableaux.

Comme les résultats le montrent, le réseau de neurones a été fidèle pour la modélisation des courbes de $I=f(V)$, et $p=f(V)$ une fois l'apprentissage des quatre courbes est terminé, nous avons trouvé les mêmes résultats que ceux de simulink qui est pris comme référence.

On remarque une meilleure performance pour un bon test et apprentissage.

III.3. Les convertisseurs DC/DC (Hacheurs) :

Ce sont des convertisseurs de type continu-continu qui contrôlent la puissance électrique en circuits de courant continu avec un rendement élevé.

Un hacheur se compose de condensateurs, d'inductances et de commutateurs en cas idéal (ne consomment aucune puissance active ce qui résulte de bons rendements).

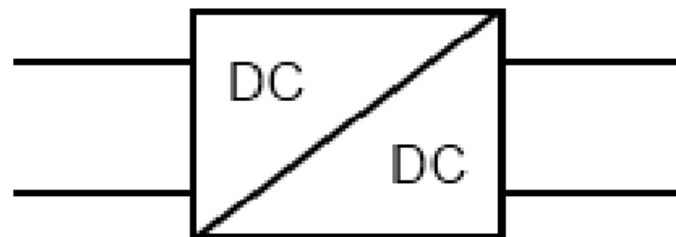


Figure III.22 : symbole d'un hacheur (convertisseur DC/DC)

Le rôle hacheur est de créer l'adaptation entre la source (GPV) et la charge afin de transférer une puissance maximale. [33]

III.3.1. Rapport cyclique d'un régulateur :

Ce rapport est défini comme étant la fraction de la période de découpage où l'interrupteur (K) est passant. Ce dernier qui est un dispositif semi-conducteur fonctionne en mode tout-rien (bloqué – saturé). voir la figure suivante :

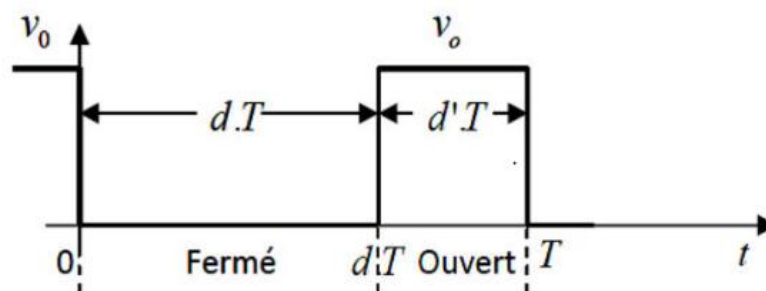


Figure III.23 : fermeture et ouverture d'un commutateur en fonction du temps

Lors du fonctionnement du hacheur, le transistor est commuté à une fréquence constante f_s avec un temps de fermeture $d.T_s$ et un temps d'ouverture $d'.T_s$.

On a :

- ✓ $T_s=1/f_s$ (période de commutation).
- ✓ d : rapport cyclique du commutateur ($d \in [0, 1]$ sachant que $d'=1-d$). [34]

III.3.2. Les types de convertisseurs DC/DC :

III.3.2.1. Le hacheur dévolteur (Buck converter – Step down chopper) :

Aussi appelé hacheur série. On le représente par la figure suivante dans un circuit avec un moteur en courant continu et une diode de roue libre.

L'interrupteur S peut être soit un thyristor classique (SCR) avec un circuit d'aide à l'extinction, Soit un GTO, ou soit un transistor de puissance ou MOSFET. [35]

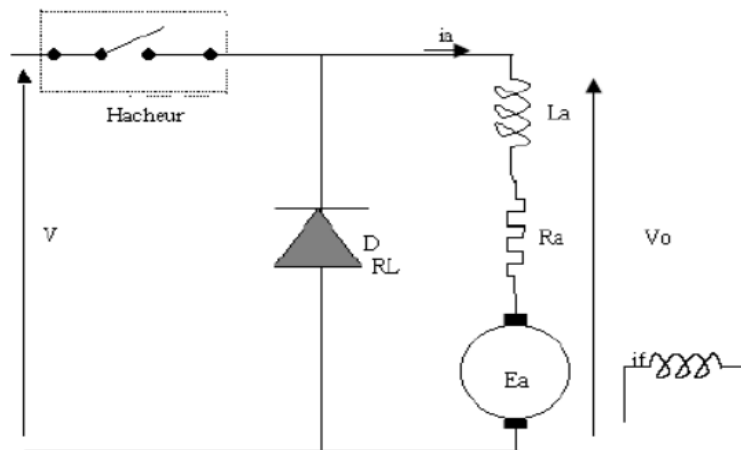


Figure III.24: hacheur série avec un moteur à courant continu et une diode de roue libre

III.3.2.2. Le hacheur survolteur (Boostconverter – Step up chopper) :

Appelé aussi le hacheur parallèle, en état de fonctionnement (S fermé et D ouverte), l'inductance L stocke une énergie électrique, et après l'ouverture de S , l'énergie stockée se décharge à travers la diode D et la charge. [36]

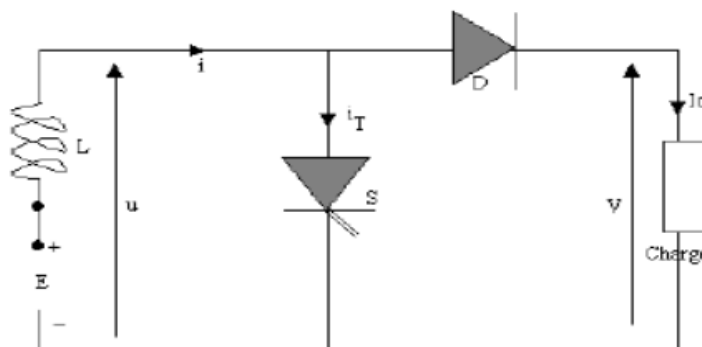


Figure III.25: configuration du hacheur parallèle

III.3.2.3. Le hacheur dévolteur-survolteur (Buck– Boost) :

Il représente une alimentation à découpage qui convertit une tension continue en une autre tension continue de plus faible ou plus grande valeur avec une polarité inverse. mais ce convertisseur a un interrupteur qui ne possède pas de borne reliée au zéro, sa commande est ainsi compliqué. [37]

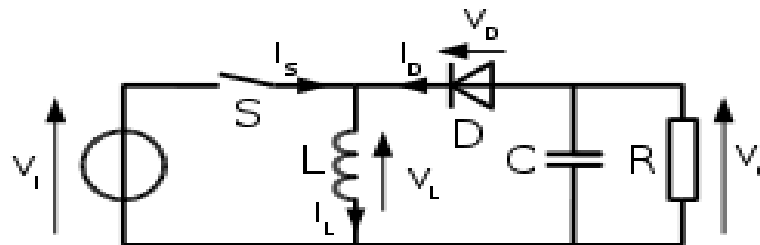


Figure III.26 : Schéma de base d'un convertisseur dévolteur-survolteur

III.3.3. Définition du MPPT (maximum power point Tracking) :

C'est un montage électronique qui permet d'obtenir le maximum d'énergie (puissance)

De l'installation photovoltaïque au niveau du régulateur.

Il optimise le rendement des panneaux solaires jusqu'à 30% ; c'est à dire pour un panneau solaire donné, les batteries reçoivent 30% d'électricité supplémentaire. [38]

III.3.3.1 Principe du MPPT :

La commande MPPT varie le rapport cyclique du convertisseur statique (Cs), à l'aide d'un signal électrique approprié, pour obtenir la puissance max fournit par le GPV.[39]

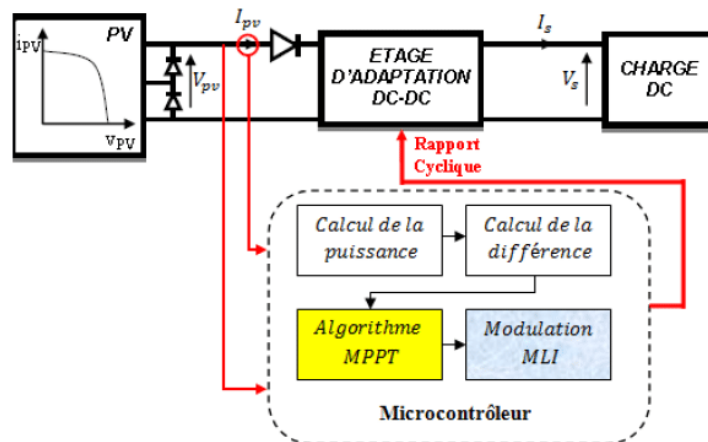


Figure III.27: Schéma synoptique de la commande MPPT

III.3.3.2 Algorithmes MPPT:

Les plus utilisés sont:

L'algorithme de tension constant (CV, Constant Voltage)

L'algorithme du Courant constant (Constant Current)

Perturbation et Observation (P&O, Perturb and Observe)

L'algorithme de Conductance Incremental (IncCond ,Incremental Conductance)

L'algorithme P&O et IncCond appartiennent a la technique de monté de pente (Hill Climbing).

Les méthodes les plus répandus sont :

III.3.3.2.1. Perturbation et observation (P&O) :

Responsable de la perturbation de la tension de fonctionnement afin d'assurer une puissance maximale. Malgré qu'il existe plusieurs variantes avancées et plus optimisées de cet algorithme, le P&O MPPT de base est représenté dans la figure suivante.

Dans notre cas nous avons utilisé la méthode de Perturbation et Observation (P&O, Perturb and Observe). [40]

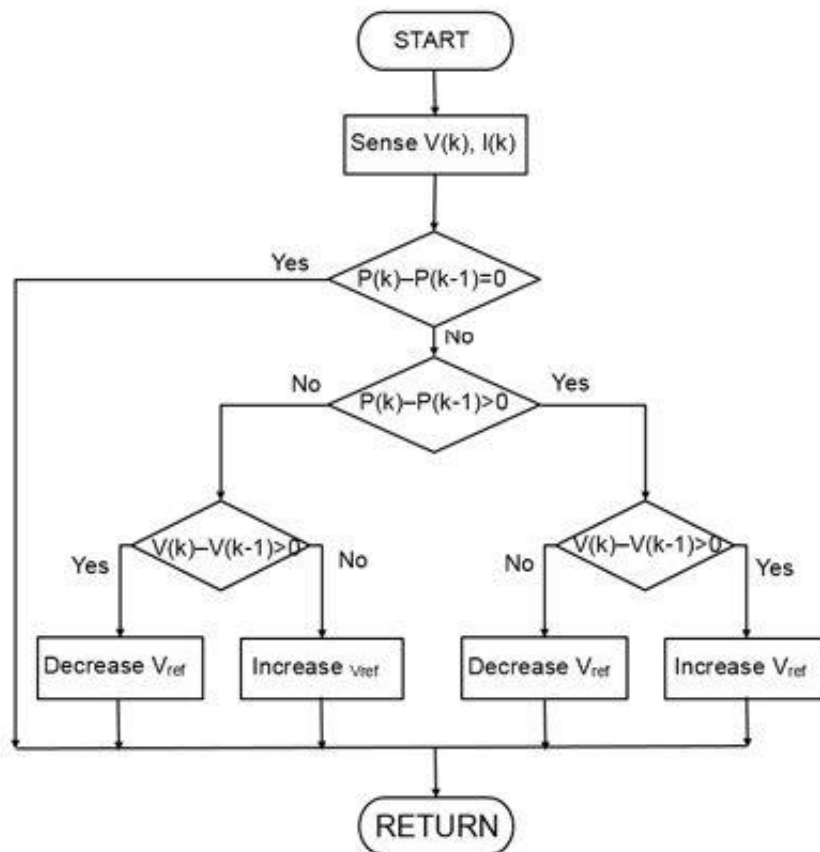


Fig. III.27: Algorithme de la méthode P&O

III.3.3.2.2. Conductance Incremental :

La technique "Incrément de conductance" (Inc.CoN) est responsable des variations de la puissance en fonction de la tension. En comparant la conductance G à la conductance incrémentielle ΔG , nous cherchons le maximum de la courbe $P=f(V)$ en cherchant le point d'annulation de la dérivée de la puissance. La puissance en sortie de la source et donné par :

$$P_{pv} = V_{pv} * I_{pv} \quad (III.6)$$

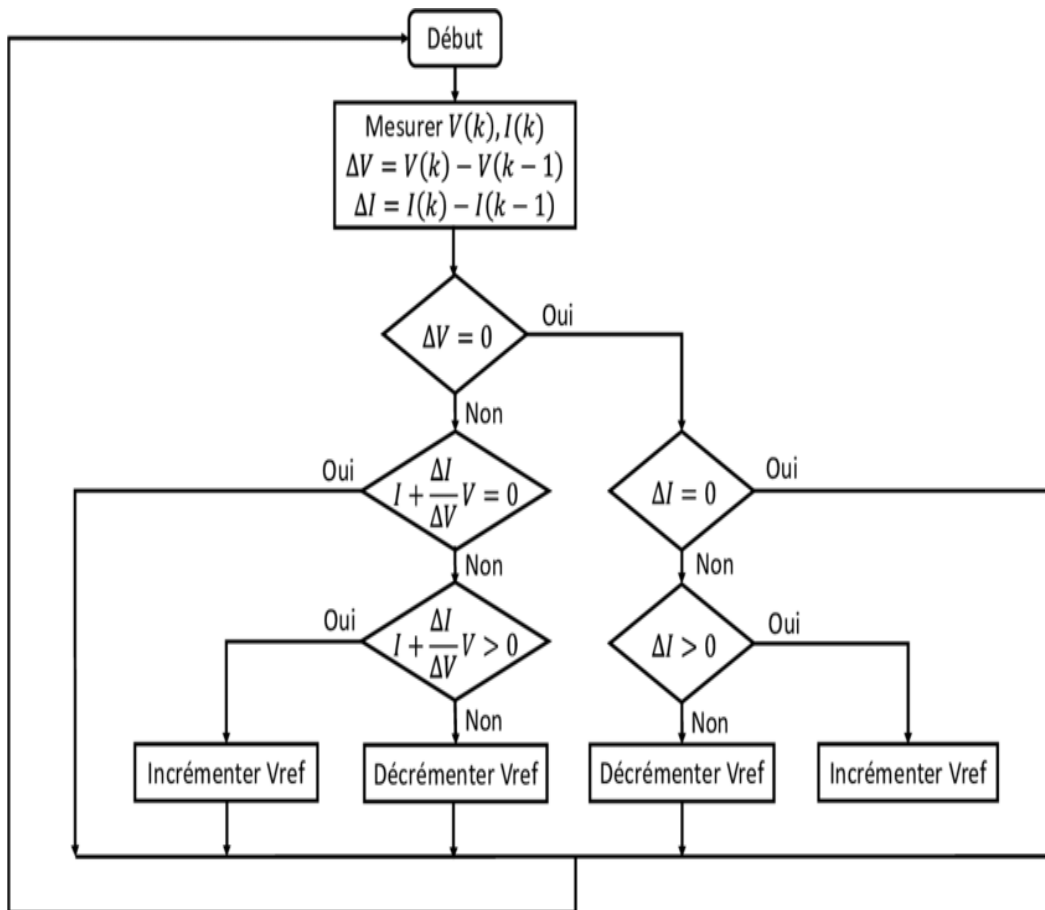


Fig. III.28: Algorithme de la méthode conductance incrémental

III.3.3.3. Modélisation par Simulink du système commandé par MPPT :

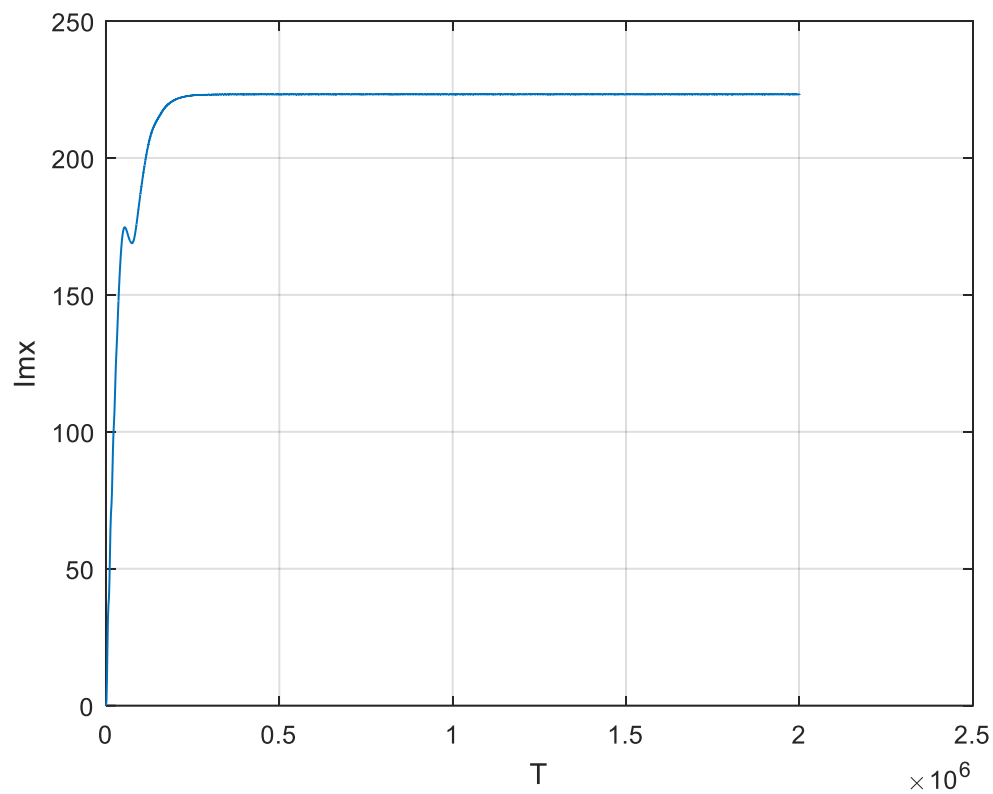


Fig. III.30 : Courbe de $I_{mx}=f(t)$

De la figure (III.37), nous remarquons que le courant met un temps d'oscillation de (0.25×10^6) pour se stabiliser à la valeur maximale du courant (225A).

a.2) Etude de la tension V_{mx} en fonction du temps :

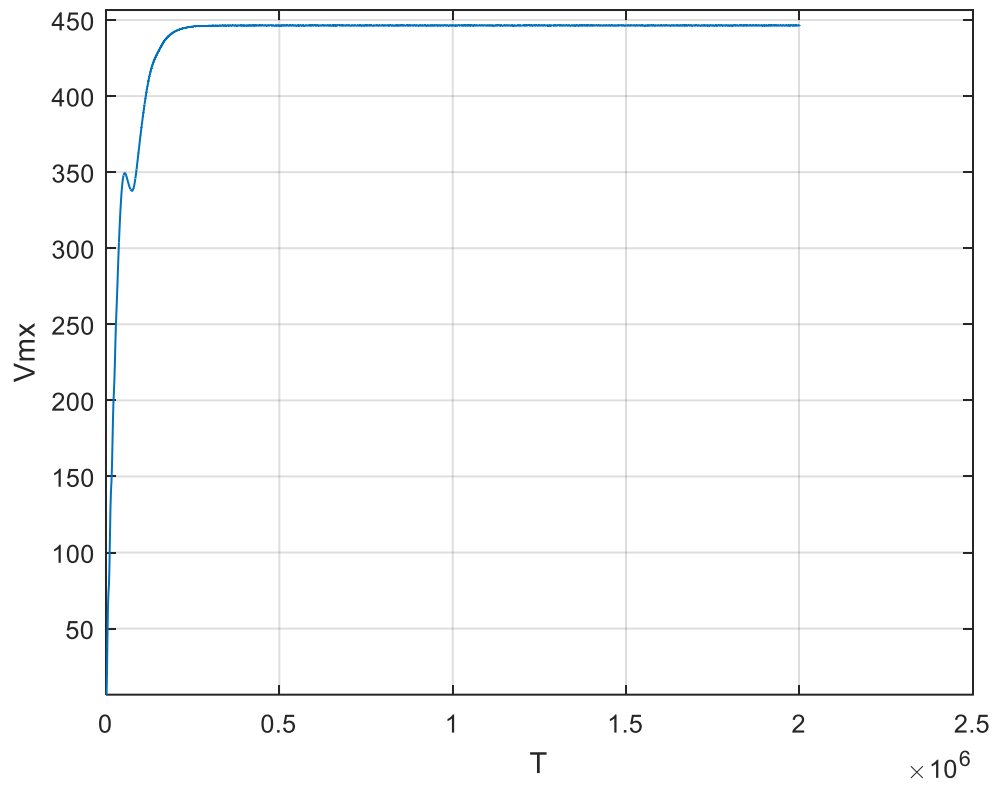


Fig. III.31: Courbe de $V_{mx}=f(t)$

De la figure (III.38), nous remarquons que la tension met un temps d'oscillation de (03×10^{-6}) pour se stabiliser à la valeur maximale de la tension (450V).

a.3) Etude de la puissance P_{mx} en fonction du temps :

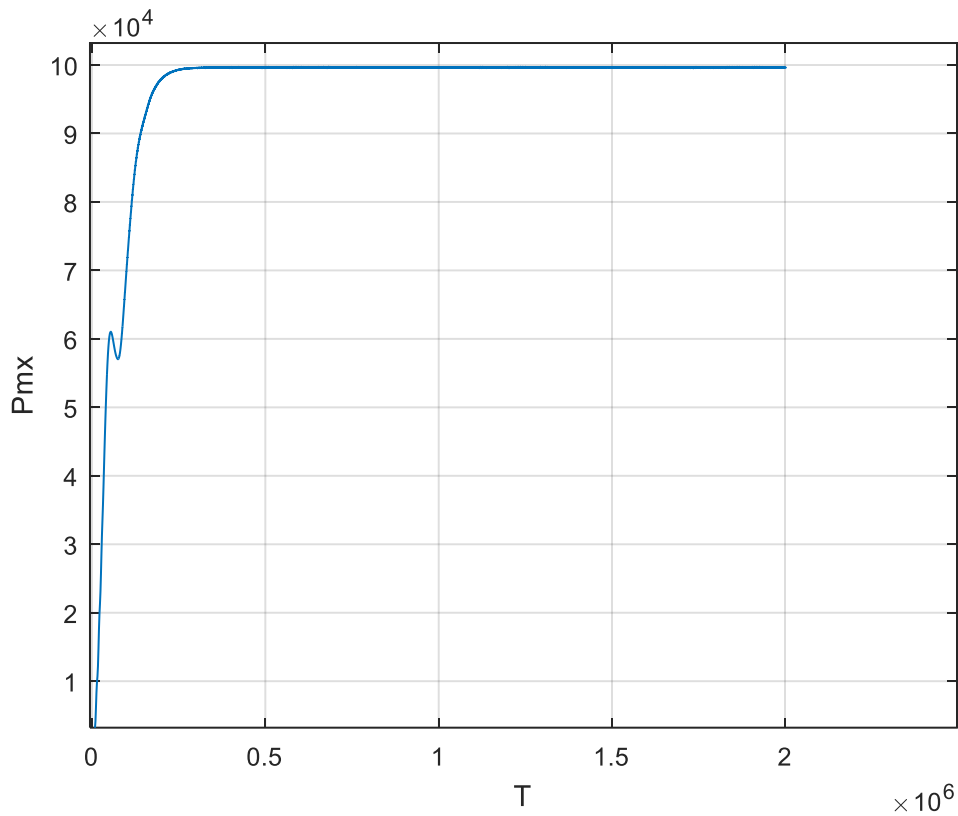


Fig. III.32: Courbe de $P_{mx}=f(t)$

De la figure (III.39), nous remarquons que la puissance met un temps d'oscillation de $(0.2 \cdot 10^6)$ pour se stabiliser à la valeur maximale de la puissance ($11 \cdot 10^4$ W).

b) Avec perturbation

la 1^{er} étape initiale avec $G=1000\text{W}/\text{M}^2$ ET $T=25^\circ\text{C}$

la 2^{ème} étape est avec perturbation : $G=800\text{W}/\text{M}^2$ ET $T=23^\circ\text{C}$

la 3^{ème} étape est avec perturbation : $G=600\text{W}/\text{M}^2$ ET $T=18^\circ\text{C}$

la 4^{ème} étape est avec perturbation : $G=1000\text{W}/\text{M}^2$ ET $T=25^\circ\text{C}$

b.1) Etude du courant I_{mx} en fonction du temps :

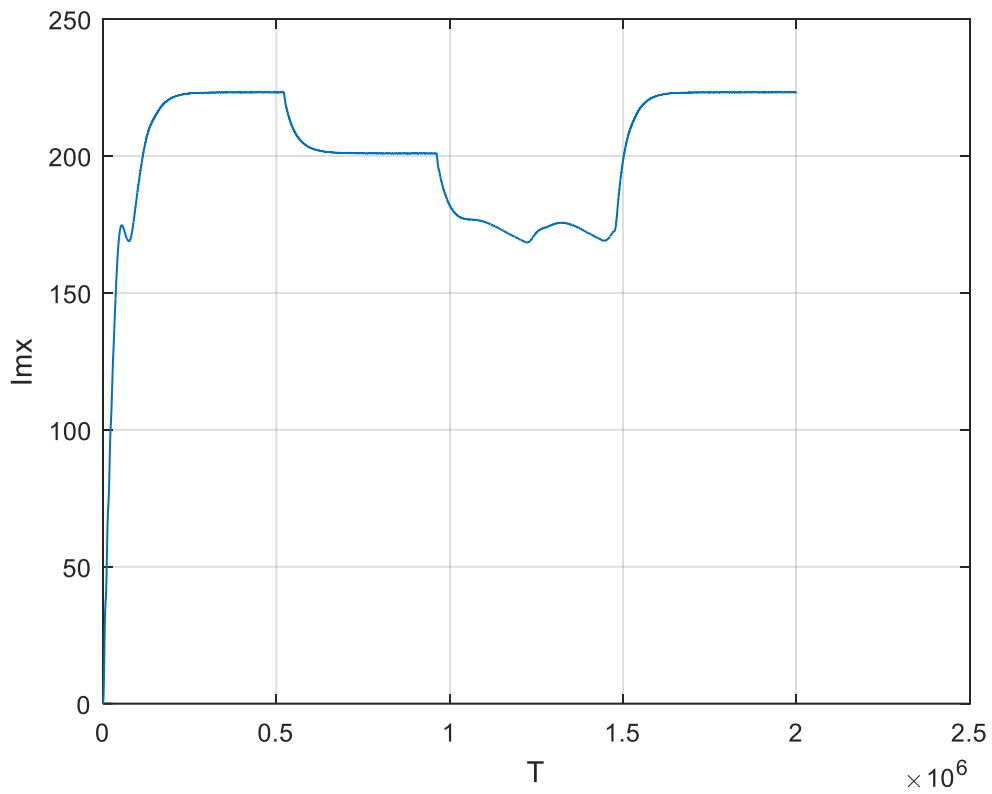


Figure (III.33) : courbe de Imx (perturbation) en différentes valeurs d'irradiance et de température

b.2) Etude de la tension Vmx en fonction du temps :

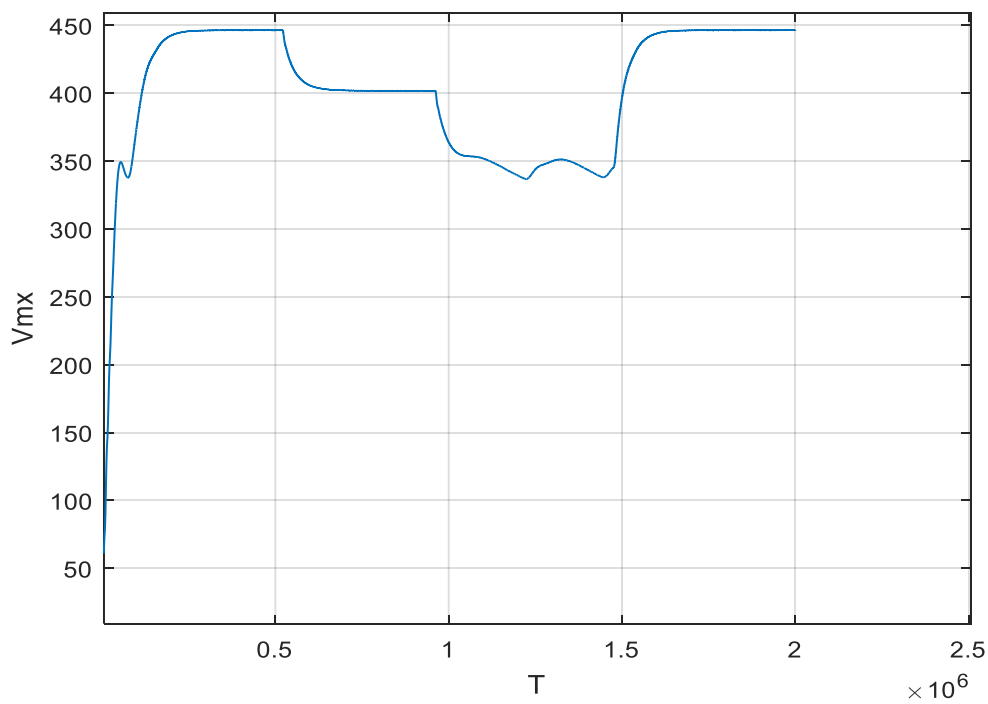


Figure (III.34): courbe de Vmx (perturbation) en différentes valeurs d'irradiance et de température

b.3) Etude de puissance Pmx en fonction du temps :

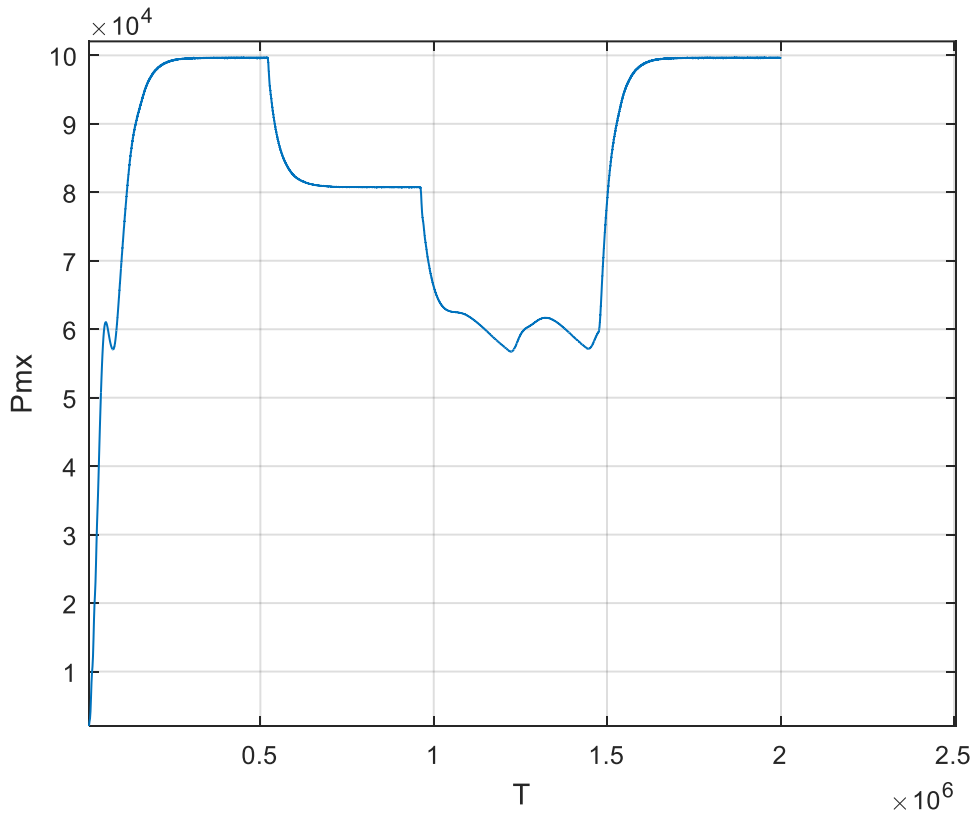


Figure III.35: courbe de Pmx (perturbation) en différentes valeurs d'irradiance et de température

On remarque bien que les paramètres (courant, tension et puissance) de mppt suivent bien les conditions de l'environnement.

III.3.3.5. Simulation par Simulink et Réseaux de Neurones de la MPPT

D'abord, nous avons pris les valeurs mppt du courant, tension et puissance, et nous avons utilisé, Simulink et Réseaux de Neurones., nous avons obtenu les courbes suivantes :

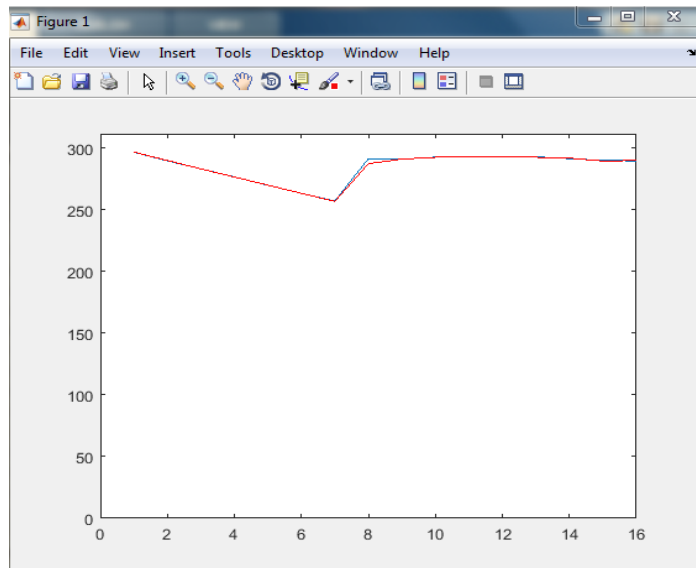


Figure (III. 36): modélisation du courant (I) avec réseau de neurones et Simulink

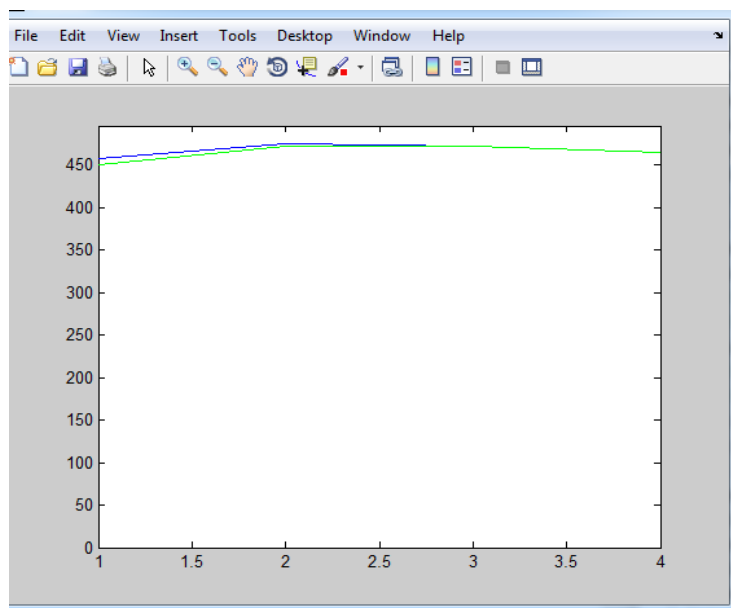


Figure (III. 37): modélisation du voltage (V) avec réseau de neurones et Simulink

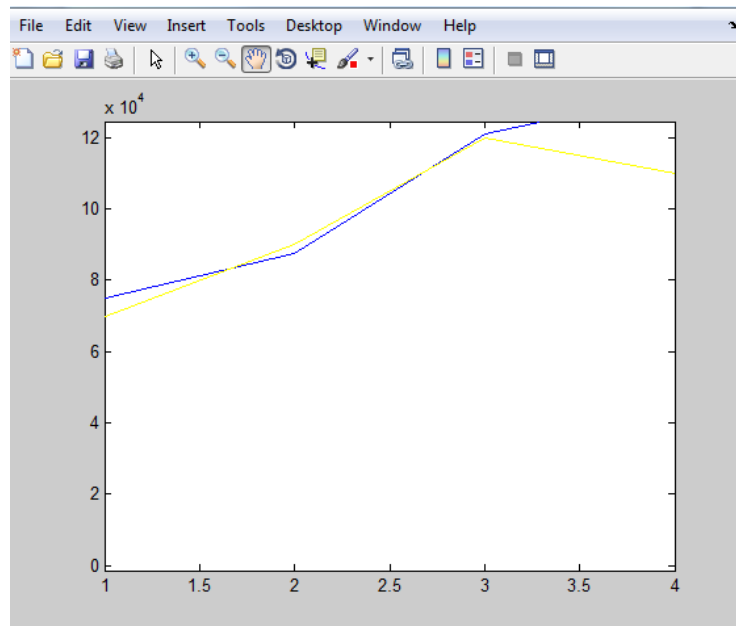


Figure (III. 38) : Modélisation de la puissance (P) avec réseau de neurones et Simulink

D'après les résultats obtenus de modélisation des figures précédentes, les réseaux de neurones et Simulink sont presque équivalentes, alors les RN ont assuré leur fidélité, par conséquent les RNA ont une capacité de représenter n'importe quelle fonction, linéaire ou pas, simple ou complexe.

III.4. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons modélisé le système photovoltaïque avec les réseaux de neurones et Simulink et par simulation par les mêmes méthodes on a obtenu les mêmes résultats pour les caractéristiques $i=f(v)$ et $p=f(v)$ et pour les paramètres de mppt.

Les réseaux de neurones artificiels ont montré qu'ils sont aptes pour la modélisation parce qu'ils sont simple à manipuler et nécessitent un peu de réglages.

Chapitre IV :
**Alimentation d'un réseau wifi par panneau
solaire**

IV.1. Introduction :

L'évolution de la technologie moderne a vraiment changé notre façon de vivre, mais malgré cela on remarque que l'énergie solaire est encore peu utilisée en informatique, a par son usage comme mini chargeur de téléphones portables ou sous forme de n'importe quelle source d'alimentation, on a pensé à étudier la faisabilité du WIFI-Solaire, [pourquoi précisément le WIFI ?](#)

On a choisi le WIFI car sa portée est moyenne (a partir de 46m en intérieur et 92m en extérieur) par rapport au Bluetooth à la portée limitée (a partir de 10 mètres) et au RF (environ 1000 mètres ou plus).



Figure IV.1 : Installation WIFI-Solaire

L'idée consiste à rassembler des panneaux solaires et un convertisseur qui sera suffisamment puissant pour l'alimentation des routeurs WIFI. Elle peut être utile pour les entreprises, universités, bâtiments..., et ça peut fonctionner sans discontinuer pendant environ 7 jours de pluie ou de ciel nuageux.

Exemples : L'installation des sculptures géantes sous forme de marguerites en Etats Unis sur les quelles environ 10 personnes peuvent s'asseoir et se servir du WIFI et en même temps recharger leurs mobile ou ordinateurs portable. [41]



Figure IV.2: Sculptures géantes Marguerites pour WIFI -Etats Unis-

IV.2.les supports de la transmission :

Un support de transmission assure la connexion entre la source et le destinataire, c'est un canal physique qui relie des ordinateurs, des périphériques...etc.les plus utilisés sont : **les câbles, la fibre optique et les systèmes sans fil.**

IV.2.1.Les câbles :

Il existe 3types de câbles :

Le coaxial, la paire torsadée non blindée et la paire torsadée blindée, sans oublier la fibre optique.

Fonctionnement des câbles coaxiaux:

Le fonctionnement se fait en transportant des données dans le conducteur central en même temps il ya une perte d'atténuation (arrêt de la perte du signal par les couches de blindages environnantes), la diélectrique (1ere couche) est responsable de l'isolation.

Avantages :

Facile a installer et très durable ainsi que ses meilleures performances sure courte distance, capacité moyenne, très conseillé pour les installations domestiques sans oublier sa satisfaisante résistivité.

[42]

Inconvénients :

Les câbles coaxiaux connaissent des inconvénients aussi en transmission du signal comme les graves pertes dans les longues distances et les fuites au niveau de la connexion, et dans le cas d'utilisation intensive la vitesse devient fluctuante. [42]

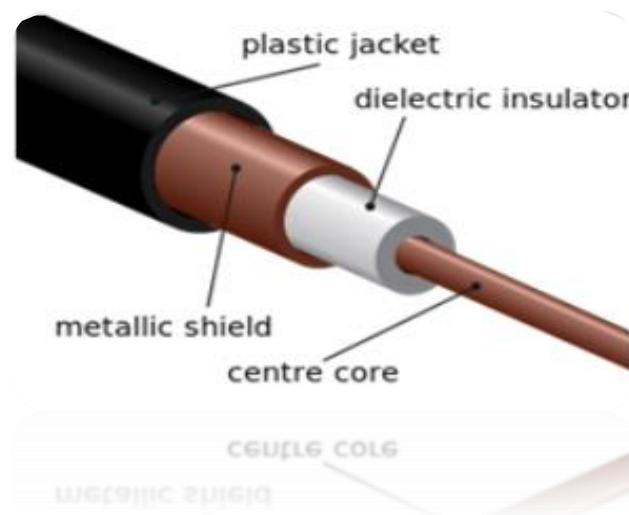


Figure IV.3: Structure interne d'un câble coaxiale

IV.2.2.La fibre optique :

Le fonctionnement :

Fonctionne par le principe de la réflexion interne totale, c'est à dire le déplacement de la lumière dans un milieu optiquement dense qui résulte un angle plus grand que l'angle critique en limite et donc la lumière est complètement réfléchie.

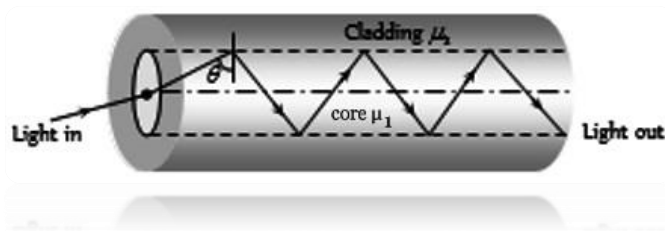
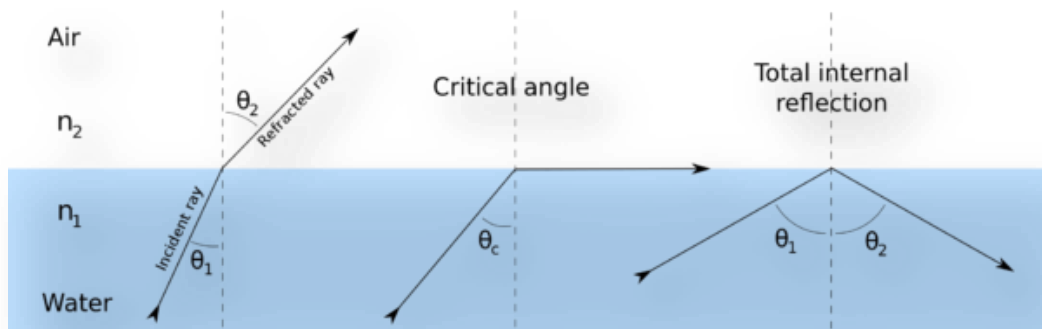


Figure IV.4: réflexion et réfraction dans une Fibre optique

Les avantages et les inconvénients :

Pour les avantages, la fibre a une bande passante supérieure à celle des câbles en cuivre, elle a moins de perte de puissance et la transmission atteint jusqu'à de longues distances, flexible, résiste aux interférences, sa taille est 4.5 fois supérieure à celle du fil de cuivre, occupe moins d'espace sans oublier l'installation qui est très facile.

Pour les inconvénients, la fibre est difficile à exploiter car elle ne produit pas d'énergie électromagnétique, difficile à fusionner, et son installation est rentable. [43]

IV.2.3.La radiofréquence RF :

la RF c'est une fréquence d'onde électromagnétique située entre 3 kHz et 300 GHz, elle inclut les fréquences utilisées par différents moyens de radiocommunication (ex : le Wifi), et des signaux pour d'autres usages comme les radars, sa fréquence est inférieure aux radiations optiques.

Avantages :

Le rapport qualité/prix est le meilleur avantage de la RF, permet de grands écarts entre les portiques (2,5 m) ce qui aide à augmenter leur efficacité, elle permet un large choix de badges et d'étiquettes antivols adaptés à chaque produit.

Inconvénients :

Les ondes magnétiques ne peuvent pas traverser les liquides et les métaux à cause de la haute fréquence que la RF utilise, aussi les badges antivols de radiofréquence sont très imposants, ce qui les rendra beaucoup moins discrets. [44]

IV.2.4. Le Bluetooth :

Il fonctionne en utilisant des ondes radio au lieu de fils ou de câbles pour la connexion à un téléphone mobile, ou ordinateur...etc. C'est une norme de technologie de courte portée et on le trouve dans de nombreux produits à usage quotidien.



Figure IV.5: logo du Bluetooth

Les avantages et les inconvénients :

Le Bluetooth a une meilleure portée que la communication infrarouge, utilisé pour le transfert de données et de voix, ne coûte pas cher, disponibilité.

D'un autre côté il peut perdre la connexion dans certaines conditions, il a aussi par rapport au WIFI une faible bande passante, sa communication est à courte portée, pas très sécurisé et peut être piraté.[52]

IV.2.5. Le WIFI :

Wifi (Wireless fidelity) c'est le nom commercial donné à la norme IEEE 802.11, Désigne la connectivité sans fil, c'est la technologie qui permet à un ordinateur, un téléphone mobile ... de se connecter à haut débit à Internet sans connexion filaire physique, inventé par une société de marque en 1999 comme un nom qui serait facilement rappelé.

Cette technologie utilise des signaux radio afin de transmettre des informations entre les appareils, par conséquent ce dernier reçoit des informations du Web de la même manière qu'une radio reçoit du son.

Comment ça marche?

L'émetteur sans fil (hub) reçoit des informations d'Internet via la connexion haut débit à domicile. Cet émetteur convertit ces informations en ondes radio et les émet, créant un réseau local sans fil(WLAN).

Afin qu'un téléphone ou un ordinateur puisse capter les signaux du Wifi, il doit être équipé d'un adaptateur sans fil. [53]



Figure IV.6: Symbole et logo du Wifi

IV.2.5.1. Le Wifi (802.11) :

Définit les couches basses du modèle OSI , c'est-à-dire une liaison sans fil qui utilise des ondes électromagnétiques (la couche physique et la couche liaison de données).

La couche physique est responsable de la modulation des ondes radioélectriques et de la signalisation pour la transmission de données, pour la couche liaison de données elle définit l'interface entre le bus de la machine et la couche physique, cette méthode d'accès ressemble à celle dans le standard Ethernet ,cette norme réalité a trois couches physiques :[45]

Couche Liaison de données(MAC)	802.2			
802.11				
Couche Physique(PHY)	<table border="1"> <tr> <td>DSSS</td> <td>FHSS</td> <td>Infrarouges</td> </tr> </table>	DSSS	FHSS	Infrarouges
DSSS	FHSS	Infrarouges		

Tableau IV.1: tableau démonstratif pour les couches basses du modèle OSI

la norme	Nom	Définition
802.11a	Wifi5	Obtenir un haut débit (54 Mbps théoriques, 30 Mbps réels). spécifie 8 canaux radio dans la bande de fréquence des 5 GHz.
802.11b	Wifi	c'est la norme la plus connue, Elle propose un débit théorique de 11 Mbps avec une portée jusqu'à 300 m dans un environnement dégagé. La plage de fréquence est la bande des

		2.4 GHz, et 3 canaux radio.
802.11c	Pontage 802.11 vers 802.1d	La norme 802.11c est une modification de la norme 802.1d pour établir un pont avec les trames 802.11.
802.11d	Internationalisation	La norme 802.11d est un ajout à la norme 802.11, pour permettre une utilisation internationale des 802.11 (réseaux locaux).
802.11e	Améliorer la qualité du service	La norme 802.11e (couche <i>liaison de données</i>), elle a comme but de préciser les besoins des différents paquets en bande passante et délai de transmission de afin de réaliser une excellente transmission de la voix et de vidéo.
802.11f	Itinérance	La norme 802.11f travail avec le protocole (<i>Inter-Access point roaming Protocol</i>).
802.11g		La norme 802.11g (54 Mbps théoriques, 30 Mbps réels), bande de fréquence des 2.4 GHz.
802.11h		Rapproche la norme 802.11 du standard Européen (Hiper LAN 2, le <i>h</i> de 802.11h).
802.11i		Cette norme améliore la sécurité des transmissions, elle s'appuie sur l' <i>AES (Advanced Encryption Standard)</i> et utilise les normes 802.11a, 802.11b et 802.11g pour le chiffrement des communications des transmissions.
802.11r		Elle utilise des signaux infrarouges.
802.11j		c'est la version japonaise du 802.11h européenne.
802.11n		Normalisée en 2001, Elle produit un débit qui atteint jusqu'à 450 Mbits/s.

Tableau IV.2 : tableau démonstratif pour les différentes normes du Wifi

IV.2.5.2. Portées et débits :

Les différentes normes 802.11a, 802.11b et 802.11g (*normes physiques*) représentent des révisions du standard 802.11 et comme cela nous obtenions de différents débits en fonction de la portée. [46]

Standard	Bande de fréquence	Débit	Portée
Wifi a (802.11a)	5 GHz	54 Mbit/s	10 m
Wifi B (802.11b)	2.4 GHz	11 Mbit/s	140 m
Wifi G (802.11g)	2.4 GHz	54 Mbit/s	140 m
Wifi N (802.11n)	2.4 GHz / 5 GHz	450 Mbit/s	250 m

Tableau IV.3 : les Portées et débits des normes du **standard** 802.11

IV.2.5.3. Avantages et inconvénients du réseau Wifi :

- ✓ L'avantage le plus connu du réseau Wifi est la mobilité qu'il offre, en conséquence Les personnes peuvent emmener leur téléphone mobile ou ordinateur portable partout sans faire tous types de branchements.
- ✓ On peut facilement se connecter sur un réseau Wifi à condition qu'on se trouve dans la zone de couverture, si le signal est trop faible, on a toujours un recours à des répéteurs pour étendre la couverture
- ✓ Le coût d'installation d'un réseau Wifi n'est pas couteux, il suffit tout simplement de poser le point d'accès, les antennes, les répéteurs... etc. par rapport a un réseau filaire qui coute beaucoup plus.
- ✓ L'inconvénient principal pour l'utilisation du Wifi c'est la sécurité du réseau, comme les fuites d'informations et la présence d'utilisateurs non autorisés.
- ✓ Même si le réseau est bien installé et configuré, Le signal peut facilement être perturbé. [47]

IV.2.5.4. L'équipement indispensable :

Le Wifi se connecte au LAN qui existe à l'aide d'un connecteur RJ45, d'autres modèles se connectent sur un Switch (commutateur) ou sur un hub (routeur), le matériel d'installation compte un ordinateur servant de passerelle internet.

Le routeur Wifi permet de se connecter à Internet même lorsque les autres ordinateurs du réseau sont tous éteints en le branchent à un modem ADSL Ethernet. Le point d'accès Wifi

autorise donc le partage de données juste entre des ordinateurs allumés et les périphériques dont il est relié avec. [48]

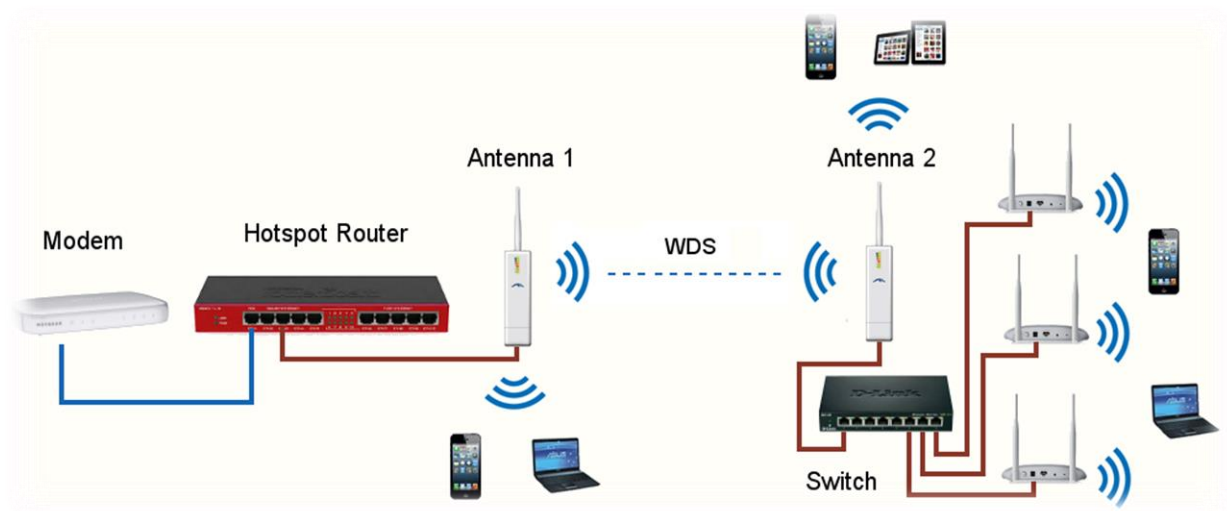


Figure IV.7: création du réseau de point d'accès Wifi

IV.2.5.5. Problèmes de sécurité ?

Les problèmes de connexion du Wifi sont dus dans le cas d'un matériel défectueux ou d'une mauvaise installation ou bien d'un mauvais réseau par le fournisseur d'accès à Internet.

Un réseau Internet lent ?

Le principal problème du Wifi c'est **la lenteur de la connexion** malgré le bon signal d'internet affiché. Ce problème généralement est le résultat **d'un débit très faible** qui minimise les performances et empêche une bonne connexion.

Les causes sont :

- ✓ Beaucoup **d'appareils connectés** au même temps
- ✓ Le réseau Internet lui-même son **débit** est faible
- ✓ Une mauvaise connexion **DSL**

Que faire lors qu'Internet se déconnecte d'une façon régulière ?

On Vérifie l'alimentation électrique et les branchements ainsi que l'état de l'équipement connecté ou remplacer le box Internet mis par défaut. [49]

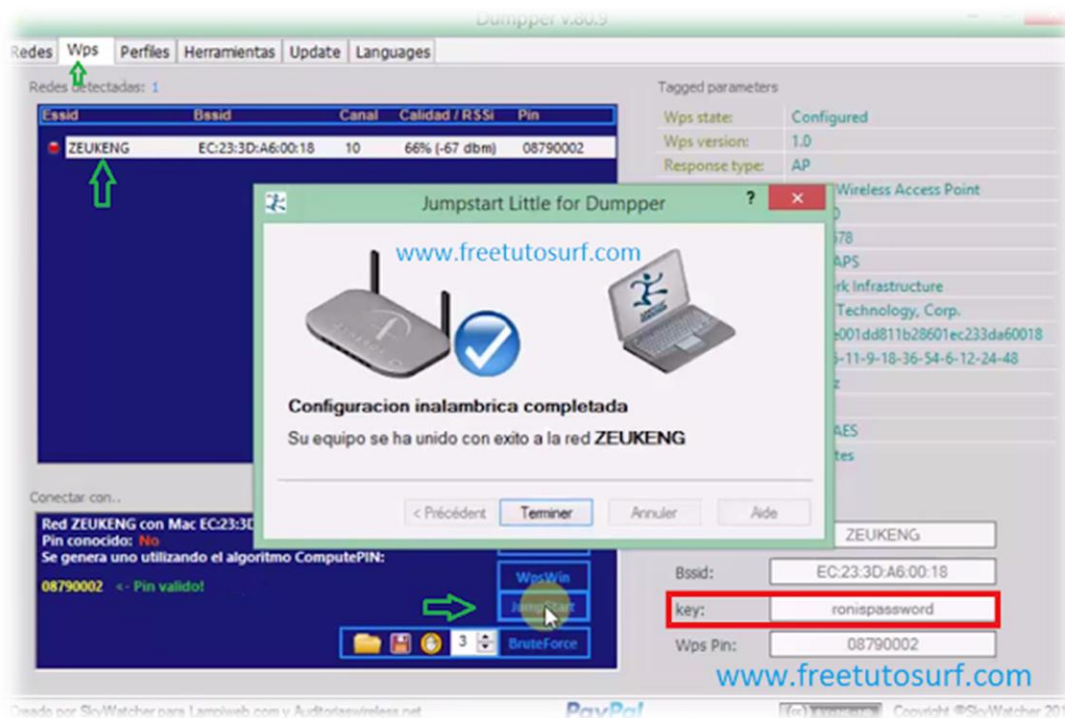


Figure IV.8 : Piratage d'un réseau Wifi

IV.2.5.6. Solution pour les Problèmes :

En cas de la désactivation de connexion automatique et successive, il s'agit sûrement d'un **conflit d'adresse IP** (perte d'adresse IP), dans ce cas Il faut vérifier la configuration de connexion dans la zone des propriétés de réseau, Ou bien vérifier que l'ordinateur utilise le protocole DHCP.

- Eteignez et rallumez le signal Wifi
- On assure qu'on reçoit internet correctement
- Changement du box de place
- Un répéteur de signal devrait être ajouté
- Changement du canal de fréquence du box
- Remettre les appareils à jour et changer le hardware

IV.2.5.7. Exemples de programmes pour Wifi :

Virtual Router

Très simple à configurer et à prendre en main, Virtual Router est un utilitaire libre parfait pour transformer votre PC ou votre lap top en borne Wifi.



inSSIDer

Est un bon logiciel pour analyser et mieux comprendre les éventuels problèmes liés à votre connexion Wifi.



Wifi Network Backup Manager Utility

Sauvegarder, restaurer et partager ses configurations Wifi.



WirelessMon

Pour visualiser, localiser et connaître de nombreuses informations sur les réseaux disponibles dans votre voisinage. Il permet aussi d'effectuer rapidement un diagnostic de votre propre matériel sans-fil. [50]



IV.2.5.8. Matériels disponible en Algérie :

Fibres optiques , câbles sous-marins, ConnexionxDSL , Lien Wifi, Lien WiMAX ou du coaxial, Faisceaux hertziens. [51]

IV.3. Réalisation d'une maison intelligente alimentée par panneau Solaire avec le Logiciel "Cisco Packet Tracer" :

Le logiciel Cisco Packet Tracer :

C'est un simulateur de matériel réseau Cisco (routeurs, commutateurs), il est créé par "Cisco Systèmes" qui le fournit gratuitement aux centres de formation, étudiants et diplômés qui participent aux programmes de formation Cisco (Cisco Networking Academy), il permet d'apprendre les principes du réseau, et peut être utilisé pour s'entraîner, se former, et pour la simulation réseau.

Pour enrichir notre recherche nous avons réalisé une maison intelligente alimentée par panneau solaire et qui marche avec le contrôle d'Une passerelle domestique, appelée box Internet, qui est de son tour alimenté par notre panneau.

Nous a avons utilisé comme équipements :

- 0- light
- 1- Window
- 2- Water level Monitor
- 3- Lawn sprinkler
- 4- Old car
- 5- Siren
- 6- MCU-PT
- 7- Temperature Monitor
- 8- Solar Panel
- 9- Webcam
- 10- TabletPC-PT
- 11- Air Conditioner
- 12- Thermostat
- 13- Garage Door
- 14- TV-PT
- 15- Smoke Detector
- 16- Door
- 17- Furnance
- 18- Battery
- 19- Cable-Modem-PT
- 20- Fan
- 21- Coaxial-Splitter-PT
- 22- Internet

L'adresse IP de notre Box Internet (Home Gateway) est : 192.168.25.1.

D'après cela, nous devons configurer tous les appareils et les liées avec le Home Gateway en faisons un double click et modifient le **Network adapter** 1 ou 2 et le **Iot Server** comme le montre les figures suivantes :

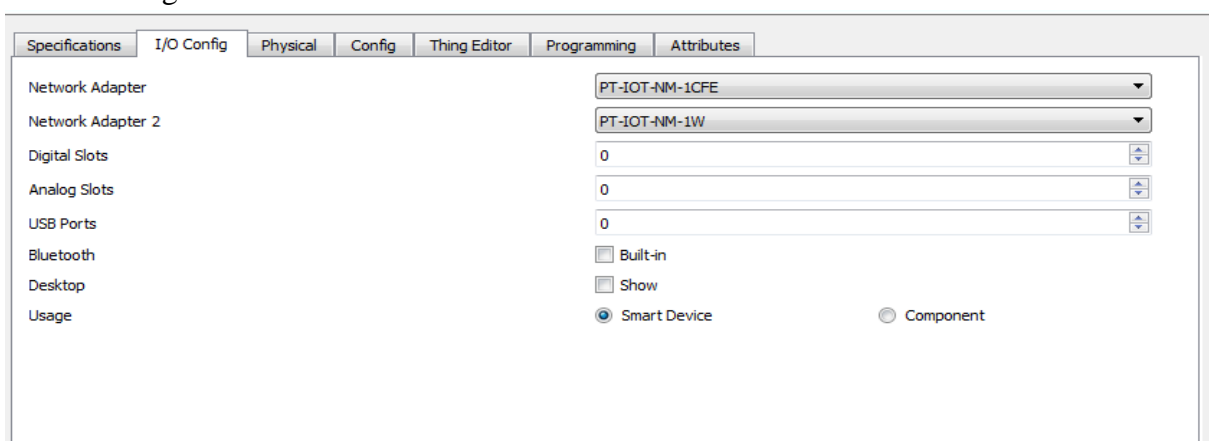


Figure IV.9 : modification du Network Adapter pour la connexion avec le Home Gateway

IoT Server

None
 Home Gateway
 Remote Server

Server Address

User Name

Password

Figure IV.10 : modification de l'Iot Server pour la connexion avec le Home Gateway

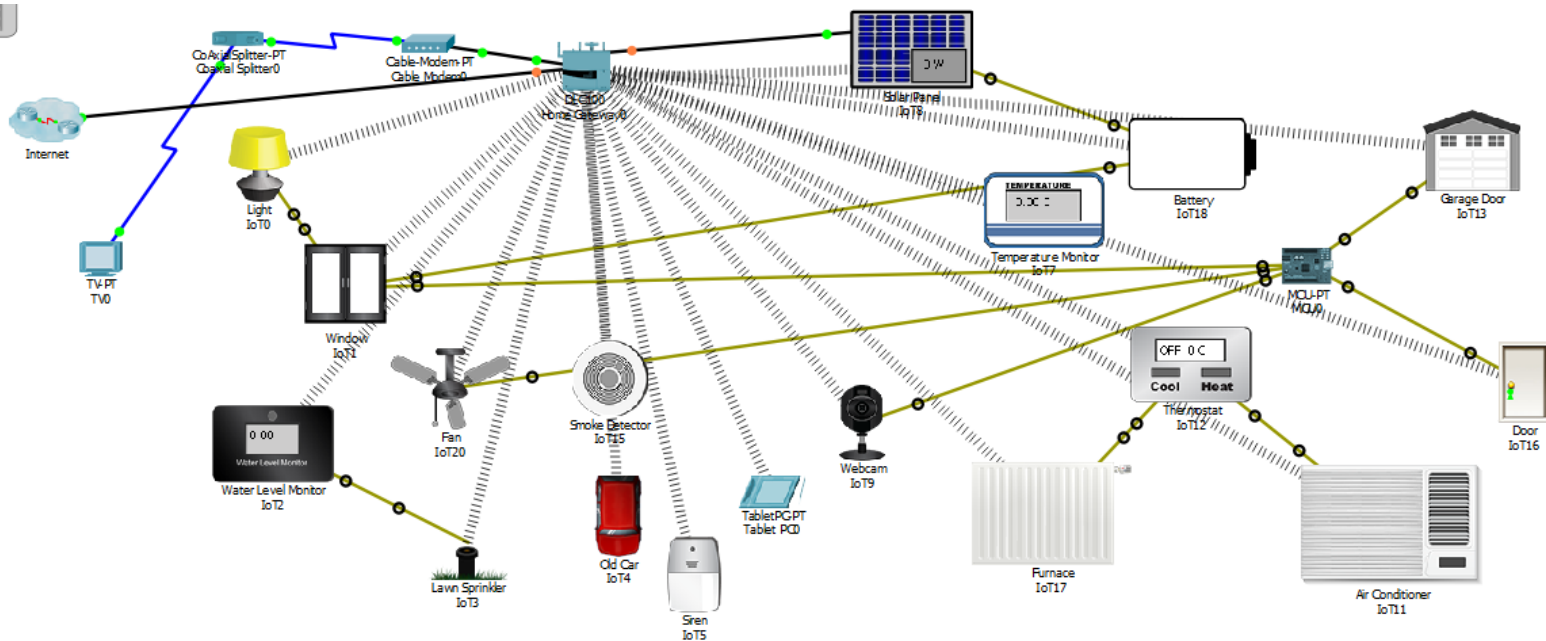


Figure IV.11: simulation d'une maison intelligente par logiciel'' Cisco Packet Tracer'' contrôlée par Box Internet et alimentée par panneau solaire

Après, nous faisons un double click, sur la tablette et dans le Web Browser nous faisons entrer l'adresse IP du Box Internet et tout l'ensemble des équipements connectés s'affiche (voir la figure suivante) :



Figure IV.12: tous les équipements connectés avec le Home Gateway

Nous faisons entrer un ensemble de conditions pour assurer le travail de la maison:

Actions	Enabled	Name	Condition	Actions
Edit Remove	Yes	Open devices	IoT 15 Level>0	Set IoT1 On to true Set IoT13 On to true Set IoT16 Lock to Unlock Set IoT20 Status to High Set IoT3 Status to true

Tableau IV.4 : tableau pour les conditions ajoutées

Et voilà, notre maison commence à travailler quand on met l'IoT4 devant l'IoT15 (smoke detector), le système commence à marcher, le Garage et la porte et la fenêtre s'ouvrent pour que la personne peut s'évader en cas d'incendie, sans oublier le ventilateur et le système d'arrosage pour éteindre l'incendie.

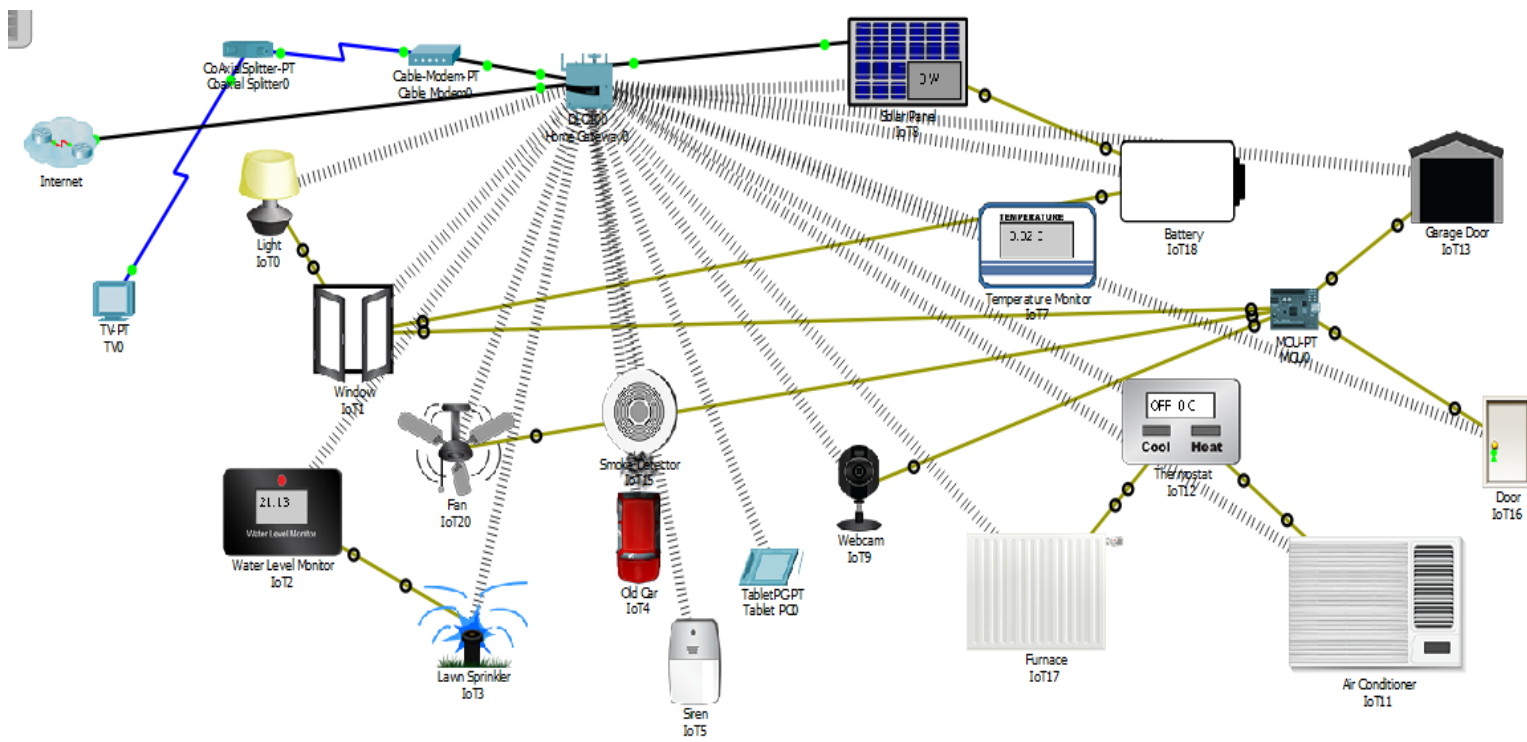


Figure IV.13: la maison intelligente est pilotable depuis la TabletPC-PT

IV.4. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons étudié la relation entre Wifi et panneau solaire, en s’inspirant par les différentes idées technologiques a travers le monde en relation avec notre sujet. Nous avons réalisé une maison intelligente comme bonus pour notre recherche dans le domaine du Wifi-Solaire. L’usage des panneaux solaires dans notre pays est presque inexistant ; nous souhaitons en futur que notre projet soit utilisé et développé pour sa consommation réduite d’énergie et son installation rentable.

Conclusion générale :

Dans le domaine des énergies renouvelables, l'énergie solaire est la plus utilisée et la plus répandue vue sa disponibilité dans tout le globe terrestre, un panneau solaire est muni d'une façon générale de convertisseur DC/DC commandé par un MPPT (P&O) dans notre cas).

Le but de notre projet est de tester et modéliser un système solaire en Simulink et en réseau de neurones en tenant compte des paramètres caractéristiques tels que le rayonnement, les paramètres interne du module, la température et les résistances (série et shunt).

Après, on a simulé le modèle en réseau de neurones avec des méthodes dans le domaine de l'intelligence Artificielle), ensuite nous avons fait une comparaison entre les résultats pour les courbes I-V et P-V et le MPPT obtenus en RNA et Simulink pris comme référence; les résultats étaient satisfaisants et le RNA était fidèle et a donné une bonne régression. Avec une erreur négligeable.

En fin, nous avons enrichi notre projet par une petite simulation du Wifi-Solaire par le logiciel CISCO Packet Tracer, d'abord on a défini les différents types de transmission, puis leur problèmes de sécurité et les solutions pour la résolution des problèmes, et pour montrer que cette énergie est exploitable et peut être utilisée dans notre vie quotidienne, nous avons fait une simulation d'un système alimenté par panneau solaire et dirigé par un box Internet, après configuration des appareils; le modèle fonctionne et donne de bons résultats.

En perspective on peut :

- Modéliser le système photovoltaïque avec d'autres méthodes telles que les algorithmes génétiques
- On peut utiliser ces modèles pour la détection des pannes dans les systèmes photovoltaïques.

Les Références :

CHAPITRE 1 :

[1] « Joly Jean pierre » Technologies photovoltaïques: Historique, état de l'art et perspectives , Institut National de l'Énergie Solaire, Savoie Techno lac, <https://www.prime-energy-technics.ch/actualites/histoire-du-photovoltaïque>

[2] « Toufik Sebbagh, Abdelouahed Assia» Etude de l'impact des facteurs Climatiques (Température, ensoleillement) sur la puissance des cellules photovoltaïques Etude de l'impact des facteurs Climatiques (Température, ensoleillement) sur la puissance des cellules photovoltaïques, At: Ecole Normale Supérieure d'Enseignement Technologique de Skikda , Décembre 2014

[3] « Aly Elkholy » Experimental evaluation of 8 kW grid-connected photovoltaic system in Egypt Photovoltaic Cells Department, Electronics Research Institute, Giza, Egypt b Electrical Engineering Department, Faculty of Engineering, Menoufiya University, Egypt Received 17 May 2015; received in revised form 19 September 2015; accepted 19 October 2015 Available online 2 August 2016 <https://core.ac.uk/download/pdf/82118457.pdf>

[4]) « Djamel ANTEURI , Bariza GOURARI »(PROJETS D'ÉNERGIES SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE DANS LE DÉVELOPPEMENT DURABLE DE L'AGRICULTURE DANS LA RÉGION DE BOURDJ BOU ARREDJ (ENJEUX, CONCEPT ET MÉTHODOLOGIE) page 1 résumé) October 30-31, 2016, Constantine,Algeria

[5] « Gwenelle Deboute » <https://www.pv-magazine.fr/2020/12/09/lalgerie-etoffe-sa-capacite-de-production-de-panneaux-solaires/>, DÉCEMBRE 9, 2020

[6] « Richard Komp » How do solar panels work? , <https://ed.ted.com/lessons/how-do-solar-panels-work-richard-komp> ,5 janv. 2016

[7] « Moussaab Belarbi »Contribution à la modélisation des paramètres électriques des cellules solaires sensibilisées par colorant,https://www.researchgate.net/figure/Principe-de-fonctionnement-dune-cellule-PV_fig1_323384804, May 2016

[8] « KASSOUM SANGARE »Déplacement d'électrons et de trous vers un circuit externe (source : warwick) UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL, THÈSE PRÉSENTÉE COMME EXIGENCE PARTIELLE, DOCTORAT DE CHIMIE, NOVEMBRE 2020

[9] « Nadia Benalouache » (Comment est fabriqué l'énergie solaire? Jusqu'à ce que la lumière du soleil se transforme en électricité) Thèse présentée pour obtenir le grade de docteur Aix-Marseille Université Université de Sfax UMR 7303 TELEMME – LR SYFACTE École Doctorale 355 – Espaces, Cultures, Sociétés École Doctorale – Lettres, Arts et Humanités Discipline : Géographie, 30 juin 2017

[10] « Mr. MESSAOUDENE Hichem » Mémoire Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Magister en Electronique OPTION : Microélectronique, Faculté de Technologie, Département d'Electronique, 2013/2014,<http://eprints.univbatna2.dz/1134/1/elec%20%20MESSAOUDENE%20HICHEM.pdf>

[11] « Chris Deline, Nick DiOrion, Dirk Jordan, NREL Fatima Toor » Progress & Frontiers in PV Performance, September 12, 2016, <https://www.nrel.gov/docs/fy16osti/67174.pdf>

[12] « M. l'Ambassadeur Alfredo Suescum (Panama) Addendum » COMPTE RENDU DE LA RÉUNION TENUE AU CENTRE WILLIAM RAPPARD LES 11-12 JUIN 2013, 17 septembre 2013 file:///C:/Users/mpi%20071/Downloads/M73A1.pdf

[13]« SaadMotahhir, AbdelazizGhzizal, Aziz Derouich » Saad Motahhir, Abdelaziz Ghzizal, Aziz Derouich. Modélisation et commande d'un panneau photovoltaïque dans l'environnement PSIM. Congrès International de Génie Industriel et Management des Systèmes, May 2015, fès, Maroc. fhal-01351493, <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01351493/document>

[14] « Sakhri Riadh & Mettouchi Ahmed Sedik » Diagnostique d'un champ solaire photovoltaïque par réseaux de neurones artificiels, 2017-2018, <http://di.univ-blida.dz:8080/xmlui/handle/123456789/3064>

[15]« Hyeryeong Lee, Kwangbae Kim, and Ohsung Song» Properties of Perovskite Solar Cells with GO Addition on TiO₂, Department of Materials Science and Engineering, University of Seoul, Seoul 02504, Republic of Korea, <http://kjmm.org/upload/pdf/kjmm-2019-57-7-456.pdf>

[16] « Ankita Gaur,G. N. Tiwari » Journal of Solar Energy, 2013,<https://scholar.google.com/citations?user=c13GSu4AAAAAJ&hl=vi>

[17]«Thomas Mambrini »Caractérisation de panneaux solaires photovoltaïques en conditions réelles d'implantation ET en fonction des différentes technologies. Météorologie. Université Paris Sud - Paris XI, 2014. Français. ffNNT : 2014PA112380ff. fftel-01164783f, https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01164783/file/VD2_MAMBRINI_THOMAS_16122014.pdf

[18] « Dr. BELAID LALOUNI Sofia » Université A.MIRA de BEJAIA Faculté de Technologie, Département de Génie Electrique, 2014/2015, http://univ.ency-education.com/uploads/1/3/1/0/13102001/st06_lessons_ge-energie_solaire.pdf

[19] « Hyundai Solar » HYUNDAI SOLAR MODULE, Printed Date : 05/2019 , <https://rexel-cdn.com/Products/Hyundai/HIA-S300HG-BF-.pdf?i=D2094F53-7B5B-47BF-9557-B18655A9C5D6>

[20] « Woo Gyun Shin , Suk WhanKo , Hyung Jun Song, Young ChulJu , HyeMi Hwang and Gi Hwan Kang» Origin of Bypass Diode Fault in c-Si Photovoltaic Modules: Leakage Current under High Surrounding Temperature , Received: 13 August 2018; Accepted: 11 September 2018; Published: 12 September 2018 ,<http://ko.dsnsolar.com/info/pv-junction-box-s-bypass-diode-for-solar-panel-54221983.html>

CHAPITRE II:

[21] « 2017 INSTITUT COREEN DE DEVELOPPEMENT DU CERVEAU » Qu'est-ce qu'un neurone ? (http://kbrain.co.kr/board_FXki69/890)

[22] « Laure Buhry » Estimation de paramètres de modèles de neurones biologiques sur une plate-forme de SNN (Spiking Neural Network) implantés "in silico". Micro et nanotechnologies/Microélectronique. Université Sciences et Technologies - Bordeaux I, 2010. Français. fftel-00561396f, <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00561396/document>

[23] « WIKIPEDIA », réseau neuronal artificiel, 23 juillet au 5 septembre, https://ko.wikipedia.org/wiki/%EC%9D%B8%EA%B3%B5_%EC%8B%A0%EA%B2%BD%EB%A7%9D

[24] « GHANNAME WISSAL, BARHOUN MOUNA, BENJEBBAR OULAYA »
©2001-2021 Futura-Sciences, tous droits réservés - Groupe MadeInFutura (<https://www.futura-sciences.com/tech/definitions/informatique-reseau-neuronal-601/>)

[25] «Navdeep Singh Gill » Artificial Neural Networks Applications and Algorithms,by Navdeep Singh Gill | 07 April 2021 , <http://www.xenonstack.com/blog/artificial-neural-network-applications>

[26] «DjamelBelhaouci » Démystifier le Machine Learning, Partie 2 : les Réseaux de Neurones artificiels,©2018-21 JURI'PREDIS - TOUS DROITS RÉSERVÉS , <https://www.juripredis.com/fr/blog/id-19-demystifier-le-machine-learning-partie-2-les-reseaux-de-neurones-artificiels>

[27] « YounghunJo » [ML] ANN (Réseau de neurones artificiels) YounghunJo 2020. 5. 12, <https://techblog-history-younghunjo1.tistory.com/73>

[28] « netinbag » Copyright © NetinBag Tous droits réservés.(<https://www.netinbag.com/ko/internet/what-is-an-adaptive-neural-network.html>)

[29] « © 2021 Solar Energy Industries Association » <https://www.seia.org/initiatives/about-solar-energy>

CHAPITRE III:

[30] « Saadmotahhir, Abdelazizelghizal, azizDerouich » Modélisation et commande d'un panneau photovoltaïque dans l'environnement PSIM. Congrès International de Génie Industriel et Management des Systèmes, May 2015, fès, Maroc,hal-01351493,T19_R155.pdf

[31] «Nedjma Aouchiche » Conception d'une commande MPPT optimale à base d'intelligence artificielle d'un système photovoltaïque.. Autre. Université Bourgogne Franche-Comté, 2020. Français. ffNNT : 2020UBFCA001ff. fftel-02902953f, <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-02902953/document>

[32] « BENCHIA HAMZA » « Modélisation d'un module photovoltaïque par les réseaux de neurones artificiels », Mémoire de Master Académique en Génie électrique, Université d'OUM EL BOUAGHI, 06 /2017.

[33] «Hidri.Imed » tension $u(t)$ à ses bornes par une commande à la fermeture d'un semi-conducteur,<http://www.isetn.rnu.tn/archives/fr/images/documents/cours/Electronique%20de%20puissance%20L2%20S2.pdf>

[34] «Abderrahim EI » High Tech High Graduate School of Education Hightech,2018 https://www.academia.edu/10794471/Les_HACHEURS

[35] « AbdouhalimHassaniZaidou » Stratégies de commande et réglage des bus continus dédiés aux systèmes de production d'énergies éolienne et solaire,© Memoire Online 2000-2020 , https://www.memoireonline.com/09/13/7351/m_Strategies-de-commande-et-reglage-des-bus-continus-dedies-aux-systemes-de-production-d-energ13.html

[36] «Aplus » Cours d'Electrotechnique, © Copyright 2019. All Rights Reserved. By APLUS , <https://apluseduc.com/2386-iii-hacheur-parallele-ou-eleveur-un-quadrant-boost>

[37] « Karkarine Abdelkader » MEMOIRE DE MASTER DOMAINE: Sciences et Technologies FILIERE: Électrotechnique OPTION: commande des systèmes industriels Thème Modélisation et contrôle d'un système photovoltaïque, juin 2017, <https://biblio.univ-annaba.dz/ingeniorat/wp-content/uploads/2017/12/Karkarine-Abdelkader.pdf>

[38] « T. T. Guingane, Z. Koalaga, E. Simonguy, F. Zougmore, D. Bonkougou » Modélisation et simulation d'un champ photovoltaïque utilisant un convertisseur élévateur de tension (boost)

avec le logiciel MATLAB /SIMULINK. Journal International de Technologie, de l'Innovation, de la Physique, de l'Energie et de l'Environnement, Université Clermont Auvergne, 2016, 2, <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01495747/document>

[39] « HAIK Ammar » MEMOIRE Présenté pour obtenir le diplôme de MASTER EN GENIE ELECTRIQUE, Option : Electrotechnique industriel, 2019/2020, pfe_memoirdefauts de gpv.pdf

[40] « M. LUCAS HERNANDEZ » En vue de l'obtention du DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE TOULOUSE Délivré par : Institut National Polytechnique de Toulouse (INP Toulouse) Discipline ou spécialité : Génie Électrique, Etude et réalisation d'un convertisseur AC/DC Buck Boost réversible à haut rendement pour alimentation de secours ,3 février 2017, https://oatao.univ-toulouse.fr/20732/1/HERNANDEZ_Lucas.pdf

CHAPITRE IV :

[41] « Jean-Philippe Mildé » Le wifi solaire : des cas concrets qui fonctionnent !, le 23 octobre 2009, <https://www.greenit.fr/2009/10/23/le-wifi-solaire-des-cas-concrets-qui-fonctionnent/-->

[42] « MOSTARI LATIFA » Supports de Transmission, UNIVERSITE HASSIBA BENBOUALI CHLEF FACULTE DE TECHNOLOGIE DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE, Décembre 2019 <https://www.univ-chlef.dz/ft/wp-content/uploads/2020/04/supports-trans.pdf>

[43] « Copyright © © 2021. Culture Informatique » C'est quoi la Fibre Optique? <https://culture-informatique.net/cest-quoi-la-fibre-optique/>

[44] « Techno-Science » Wi-Fi - Définition ET Explications, <https://www.techno-science.net/definition/3915.html>

[45] « Avenuepopulaire » WiFi - Portée et débit, 1 juin 2017 © 2021 CCM Benchmark , <https://www.commentcamarche.net/contents/1280-wifi-portee-et-debit>

[46] « BrunoKerouanton » Avantages et inconvénients du Wi-Fi en milieu professionnel 09/2006 – Bruno Kerouanton – Diffusion libre sous licence Creative Commons, <https://bruno.kerouanton.net/papers/netfocus-sept06-wifi.pdf>

[47] « David P Blinn,TristanHenderson,DavidKotz » Analysis of a Wi-fi Hotspot Network,June 2005, Conference: Proceedings of the International Workshop on Wireless Traffic Measurements and Modeling , https://www.researchgate.net/publication/229076873_Analysis_of_a_Wi-fi_Hotspot_Network

[48] « Edouard, Editeur à Citypassenger » Copyrights © 2019-2020 Citypassenger , <https://www.citypassenger.com/7-astuces-pour-resoudre-ses-problemes-de-connexion-wifi/#:~:text=Eteignez%20et%20rallumez%20votre%20signal%20WiFi&text=Cela%20peut%20se%20faire%20depuis,avion%20devrait%20faire%20l'affaire.-->

[49] « internetmatters » Copyright 2021 internetmatters.org <https://www.internetmatters.org/fr/issues/>

[50] « © CLUBIC SAS 2021 » Utilitaires Wi-fi : les logiciels les plus téléchargés pour Windows, © CLUBIC SAS 2021, <https://www.clubic.com/telecharger/windows/utilitaires-wi-fi/>

**[51]« KaraRogers » What's the Difference Between Bluetooth and Wi-Fi?
<https://www.britannica.com/story/whats-the-difference-between-bluetooth-and-wifi#:~:text=Although%20both%20are%20wireless%20forms,range%20data%20transfer%20between%20devices.&text=Wi%2DFi%2C%20on%20the%20other,to%20connect%20to%20%20Internet>**

**[52] « Magali Rangin » Quelle est la différence entre les technologies Bluetooth et Wi-Fi ?
16/10/2008, <https://www.01net.com/astuces/quelle-est-la-difference-entre-les-technologies-bluetooth-et-wi-fi-394165.html>**

**[53] « Rédaction AE » Internet: le câble sous-marin Orval-Alval en exploitation « effective »
Par Rédaction AE , 12 janvier 2021,<https://www.algerie-eco.com/2021/01/12/internet-le-cable-sous-marin-orval-alval-en-exploitation-effective/>**