

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE SUPERIEURE EN SCIENCES APPLIQUEES
--T L E M C E N--



المدرسة العليا في العلوم التطبيقية
École Supérieure en
Sciences Appliquées

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

المدرسة العليا في العلوم التطبيقية
-تلمسان-

Mémoire de fin d'étude

Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : **Électrotechnique**
Spécialité : **Énergie et environnement**

Présenté par :
AMARA Chaimaa
BENCHOHRA Khadidja

Thème

***Évaluation des infrastructures de charges
des véhicules électriques sur le réseau
électrique pour la recharge dans le secteur
résidentiel***

Soutenu publiquement, le 12 / 07 /2021, devant le jury composé de :

Mme H. SEBAGH	MCA	ESSA. Tlemcen	Présidente
Mme N. KANOUN	MCB	Univ. Tlemcen	Directrice de mémoire
Mr G.ABDELLAOUI	MCB	ESSA. Tlemcen	Co- Directeur de mémoire
Mr M. MHAMMEDI	MAA	ESSA. Tlemcen	Examinateur
Mme S. BOURI	MCA	Univ. Tlemcen	Examinatrice

Année universitaire : 2020/2021

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dédicace

Je dédie ce travail:

A ma très chère mère

Quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point te remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles.

A mon très cher père

Tu as toujours cru en moi et a mis à ma disposition tous les moyens nécessaires pour que je réussisse dans mes études.

Que ce travail traduit ma gratitude et mon affection.

A mes sœurs et frère

qui ont toujours su me motiver même dans les moments doute. Un grand merci pour leur encouragement et leur soutien moral.

A toute la famille...

A tout mes amis (es)...

A celle qui a partagé ce travail avec moi

A mes enseignants

A toute la promotion " ÉLECTROTECHNIQUE "

AMARA Chaimaa

Dédicace

Un grand plaisir que je dédie ce modeste travail:

A l'être le plus cher de ma vie, ma mère.

A celui qui ma fait de moi une femme, mon père.

A mes chers sœurs et frères.

A toute personne qui occupe une place dans mon cœur .

A tous les membres de ma famille et toute personne qui porte le nom BENCHOHRA.

Je dédie ce travail à tous ceux qui ont participé à ma réussite.

A celle qui a partagé ce travail avec moi.

BENCHOHRA Khadidja

Remerciement

Nos remerciement vont en premier lieu à ALLAH l'Omniscient Elkayoum.

Ce document présente les travaux effectués dans le cadre de l'obtention du diplôme Master au département d'électrotechnique option énergie et environnement de l'école supérieure en sciences appliquées à TLEMCEN.

Si le projet a pu bien être mené, c'est grâce à la contribution de nombreuses personnes que nous tenons à remercier.

Ce projet est le résultat de trois mois de travail, et de recherche sous la supervision du notre encadrante Madame KANOUN Ep BOUAYED Nawel, que nous remercions profondément pour ses instructions et qui nous a aidé à progresser dans ce mémoire. Ainsi que pour nous avoir motivé à travailler et poursuivre le travail.

Profonde gratitude et respect à monsieur ABDELLAOUI Ghouti pour ses qualités scientifiques et humaines pour nous avoir donné le souffle de vie, la force, son esprit critique, son soutien et instructions nécessaires pour accomplir ce travail.

Nous voudrions aussi remercier également les membres du jury qui nous rendent honneur en acceptant d'examiner notre modeste travail. Leurs présences, l'intérêt qu'ils portent à notre projet, les conseils et remarques qu'ils nous auront apportés ne pourrait que enrichir ce travail.

Enfin, nous remercions tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

ملخص

سيزداد عدد السيارات الكهربائية بشكل كبير في السنوات المقبلة إضافة إلى محطات الشحن ، خاصة في المجمعات السكنية.

لقد تطورت اليوم تقنيات البطارية والشحن بوتيرة سريعة و ستستمر في القيام بذلك لسنوات عديدة قادمة.

العمل المقدم في هذه الأطروحة مخصص لمحاكاة البنية التحتية لشحن المركبات الكهربائية.

تتمثل الخطوة الأولى في شرح كيفية تثبيت البنية التحتية للشحن مع نظام كهروضوئي المتصل بشبكة التوزيع.

أما الخطوة الثانية ف تتمثل في نمذجة باستخدام برنامج MATLAB / SIMULINK .
المركبات الكهربائية باستخدام برنامج

الكلمات المفتاحية: بطارية، البنية التحتية للشحن، نظام كهروضوئي، شبكة التوزيع.

Résumé

Le nombre de véhicules électriques va considérablement augmenter dans les prochaines années, et avec lui le besoin en bornes de recharge, notamment en résidentiel collectif.

Aujourd'hui, la situation est différente: les technologies de batterie et de charge ont progressé à un rythme rapide et continueront de le faire pendant de nombreuses années.

Le travail présenté dans ce mémoire est consacré à la simulation d'une infrastructure de recharge d'un véhicule électrique.

Une première étape consiste à expliquer comment une infrastructure de recharge est installée avec un système PV connecté à un réseau de distribution.

La seconde étape consiste à modéliser avec logiciel MATLAB / SIMULINK un système PV connecté au réseau pour l'installation d'une infrastructure de recharge d'un VE.

Mots clés : Batterie, Infrastructure de recharge, Système PV, Réseau de distribution.

Abstract

The number of electric vehicles will increase considerably in the next few years, and with it the need for charging stations, particularly in multi-family housing.

Today, the situation is different: battery and charging technologies have advanced at a rapid pace and will continue to do so for many years.

The work presented in this thesis is dedicated to the simulation of an electric vehicle charging infrastructure.

The first step is to explain how a charging infrastructure is installed with a PV system connected to a distribution network.

The second step is to model with MATLAB / SIMULINK software a grid-connected PV system for the installation of an EV charging infrastructure.

Keywords : Battery, Charging infrastructure, PV system, Distribution network.

Table des matières

Résumé	v
Liste des Figures	vii
Liste des Tableaux	viii
Liste des Abréviations	ix
Introduction générale	1
1 La connection d'un système PV au réseau pour l'installation d'une infrastructure de recharge d'un VE	3
1.1 Introduction	3
1.2 Histoire de VE	4
1.3 Principe de fonctionnement d'une cellule photovoltaïque	8
1.3.1 Rendement d'un panneau solaire	9
1.3.2 Assemblage des panneaux solaires	11
1.3.3 La connection PV au réseau	12
1.4 Avantages de la recharge des VE dans les IR	13

1.5	La combinaison entre le pilotage de la charge des véhicules électriques et la production solaire	14
1.5.1	À l'échelle d'un site, l'autoconsommation	14
1.5.2	À l'échelle locale	15
1.5.3	À l'échelle du système électrique	15
1.6	Lignes directrices pour l'installation d'une infrastructure de recharge de VE	15
1.6.1	ÉTAPE 1: Déterminer l'approche à adopter pour l'installation de l'infrastructure de recharge de VE	16
1.6.2	ÉTAPE 2:Collecte et évaluation des données	20
1.6.3	ÉTAPE 3 :Conception, documentation et attribution de contrats . .	22
1.6.4	ÉTAPE 4 :Installation	23
1.7	Conclusion	24
2	Organisation des réseaux d'énergie électrique	25
2.1	Introduction	25
2.2	Définition du réseau d'énergie électrique	26
2.3	Problème de connexion des systèmes photovoltaïques au réseau	27
2.4	Les réseaux de transport d'électricité	28
2.4.1	Définition	28
2.4.2	Les moyens de réglages	29
2.5	Les réseaux de distribution d'électricité	30
2.5.1	La structure des réseaux de distribution	31
2.5.2	Le poste source	32
2.5.3	Le réseau HTA	33
2.5.4	Les postes-transformateurs HTA/BTA	34
2.5.5	Le réseau BTA	35
2.5.6	La qualité de la fourniture	35
2.5.7	Le réglage des plans de tension	36

2.5.8	Les plans de protection	37
2.5.9	Le système d'information	38
2.5.10	Le système de comptage	39
2.6	Conclusion	40

3 Modélisation et conception d'un système PV intégré au réseau pour la recharge des VE **41**

3.1	Introduction	41
3.2	L'outil Matlab/Simulink	42
3.3	Le pouvoir énergétique du soleil	43
3.4	Description du notre système	44
3.5	Modélisation du générateur photovoltaïque	45
3.6	Caractéristiques de PV	48
3.7	Caractéristique courant-tension d'un module	50
3.7.1	Influence de l'irradiation sur le générateur PV	50
3.7.2	Influence de la température sur le générateur PV	51
3.7.3	Influence de la résistance série et la conductance shunt	51
3.7.4	Influence de l'association série/parallèle des cellules PV	53
3.8	Description de l'évolution des paramètres en fonction de la température . .	55
3.8.1	Le courant de court circuit I_{cc}	55
3.8.2	La tension de circuit ouvert V_{co}	56
3.8.3	Le facteur de forme FF	57
3.9	Protection d'un GPV	58
3.10	Configuration du système étudiée	58
3.10.1	Un générateur photovoltaïque	59
3.10.2	Philosophie du MPPT	60
3.10.3	Les convertisseurs DC-DC pour les systèmes d'énergie solaire	61
3.10.4	Convertisseur BOOST	61

3.10.5	Convertisseur Buck	64
3.10.6	Filtre LC	66
3.10.7	Les batteries	67
3.10.8	Le réseau électrique	67
3.11	Simulation et résultats	67
3.11.1	La simulation de convertisseur DC-DC	68
3.11.2	Simulation du générateur PV	70
3.11.3	Simulation du batteries	73
3.11.4	La simulation du réseau électrique	74
3.11.5	La simulation du système globale	75
3.12	Conclusion	77
	Conclusion générale	77
	Références	80

Table des figures

1.1	Une des premières voitures électrique(Thomas Parker 1884)	5
1.2	La Jamais Contente 1899	5
1.3	La voiture électrique EV1(GM 1996)	6
1.4	La Prius (TOYOTA 1997)	6
1.5	Le Tesla Roadster	7
1.6	Honda E	8
1.7	Exemple de caractéristique courant tension d'un module	8
1.8	Rayonnement solaire	9
1.9	Panneau solaire monocristallin	10
1.10	Panneau solaire polycristallin	10
1.11	Panneau solaire amorphe	11
1.12	Montage de panneaux photovoltaïques en série	11
1.13	Montage de panneaux photovoltaïques en parallèle	12
1.14	Parking de charge et centrale photovoltaïque connecté au réseau électrique	13
2.1	Vue globale du réseau électrique.	27
2.2	Structure de réseau de distribution.	31
2.3	Schéma général d'un poste source HTB/HTA	32
2.4	Poste HTA/BT sur réseaux aériens.	34

2.5	Poste en cabine	35
3.1	Bibliothèque SIMULINK	43
3.2	Architecture du système.	44
3.3	Architecture du système.	46
3.4	Schéma électrique équivalent de la cellule photovoltaïque Modèle à une diode	46
3.5	Caractéristique I-V	48
3.6	Caractéristique P-V	48
3.7	Les courbes I-V et P-V pour différentes valeurs d'irradiation	50
3.8	Les courbes P-V pour différentes valeurs d'irradiation	50
3.9	Influence de la température sur la caractéristique I-V d'une cellule solaire .	51
3.10	Influence de la résistance série sur la caractéristique I-V d'une cellule solaire éclairée	52
3.11	Influence de la résistance shunt sur la caractéristique I-V d'une cellule solaire éclairée	53
3.12	Association des modules solaires en série	54
3.13	Caractéristique I-V des cellules photovoltaïques raccordées en série	54
3.14	Association des modules solaires en parallèle	55
3.15	Caractéristique I-V des cellules photovoltaïques raccordées en parallèle . .	55
3.16	L'évolution du courant de court circuit ($I_{cc}=I_{ph}$) en fonction de température.	56
3.17	La tension en circuit ouvert V_{co} d'une cellule solaire au silicium poly-cristallin en fonction de la température.	57
3.18	Variation de FF avec la température dans la gamme 288-323 K pour la cellule solaire au silicium poly cristallin.	58
3.19	GPV relié au réseau par l'intermédiaire d'un hacheur et d'un onduleur. . .	59
3.20	Circuit équivalent d'un module PV.	60
3.21	schéma de base d'un convertisseur Boost	62
3.22	Formes d'ondes du convertisseur Boost (courants à gauche, tension à droite)	63

3.23	Schéma de base d'un convertisseur Buck	64
3.24	Formes d'ondes du convertisseur Buck (courants à gauche, tension à droite)	65
3.25	Schéma bloc d'un convertisseur DC-DC	68
3.26	Caractéristique de la tension de sortie et d'entrée du hacheur BOOST . . .	69
3.27	L'allure de tension d'entrée et du sortie de BUCK	69
3.28	Irradiation solaire constante de $1000W/m^2$	70
3.29	Un GPV sur MATLAB	71
3.30	Les caractéristiques V-I	72
3.31	l'allure de puissance pour PV	72
3.32	Programme MPPT sur MATLAB	73
3.33	Schéma bloc du batteries	74
3.34	signal du sortie de batterie	74
3.35	Le schéma bloc du réseau électrique	75
3.36	Modélisation complète du systeme PV connecté au réseau	76
3.37	L'allure de la tension triphasée du réseau	76

Table des tableaux

2.1	Niveaux de tension normalisés.	32
3.1	Caractéristique du panneau PV utilis.	48

La liste des Abréviations

AC (CA)	Courant Alternatif.
BTA	Basse Tension A.
BTB	Basse Tension B.
CC	Courant Continu.
EAVE	European Audiovisual Entrepreneurs(Creative Europe Media Guide).
EnRs	Energies renouvelables.
EV	Electric Vehicle.
FF	Facteur de forme.
GPV	Générateur photovoltaïque.
HTA	Haute Tension A.
HTB	Haute Tension B.
IR	Immobiliers Résidentiels.
MPPT	Maximum Power Point Tracker.
MT	Moyenne Tension.
PPM	Point de puissance maximale.
PV	Panneau Photovoltaïque.
SI	Système d'information.

TBT Très Basse Tension.

VE Véhicule électrique.

Introduction générale

Depuis quelques années,[1] les véhicules électriques (VE) sont devenus de plus en plus courants. Le sien Cependant, la date pour commencer aujourd'hui n'est pas encore arrivée. Dû devenir une réalité vers 1830, avec Robert Anderson en tant que créateur. Selon beaucoup de faits, particulièrement impliquant l'avènement des batteries et des véhicules à moteur thermique avec l'amélioration continue des performances, les véhicules électriques vont pratiquement devenir obsolètes et disparaître de la circulation dans les années 1920-1930. Ce n'est que dans les années 1990 que ces automobiles vont faire leur réapparition avec, entre autres, un projet de déploiement de véhicules électriques en Californie, et surtout la commercialisation de la fameuse voiture hybride thermique électrique proposée par le constructeur japonais Toyota, la Prius (Huault-Dupuy, 2014). Ces derniers événements sont en partie combinés avec le plan climat de l'union européenne (20-20-20).

Les voitures électriques ne sont pas une idée nouvelle, mais pour maintenir cette vision de la contribution à un environnement plus propre, il est nécessaire de s'assurer que l'alimentation électrique de ce type de voiture est «verte», c'est-à-dire provenant de sources d'énergie renouvelable. Un déploiement accru du VE n'est cependant pas sans conséquence, notamment vis-à-vis des réseaux électriques. La recharge de ces véhicules sur notre territoire comporte les risques suivants: Affectent le réseau électrique à l'aide une source renouvelable, en particulier son infrastructure.

Dans le cadre de ce travail, les services système que les systèmes PV (photovoltaïques) ou les systèmes de recharges peuvent apporter au réseau. Après un tour d'horizon des principaux aspects des véhicules électriques et de leur recharge. En suite une proposition de modèle sera établie au travers d'une définition des principaux paramètres et hypothèses retenus dans le cadre de la modélisation.

Dans le premier chapitre nous allons traité l'historique du véhicule électrique et l'intégration à grande échelle de l'énergie photovoltaïque sur le réseau électrique. Puis l'installation d'une infrastructure pour les VE dans les IR.

Dans le deuxième chapitre, nous entamons une étude générale du réseau électrique, avec l'étude de ses différents composants nécessaire au transport et à la distribution de l'énergie électrique.

Celle-ci fera l'objet du dernier chapitre et aura comme but de lié au rechargement, en milieu résidentiel "du parc" entier de VE, il a donc une bonne visibilité.

La connection d'un système PV au réseau pour l'installation d'une infrastructure de recharge d'un VE

1.1 Introduction

Aujourd'hui, la part de l'électricité produite par des sources d'énergie renouvelables augmente. Les systèmes les plus courants sont les systèmes éolien et solaire, mais l'énorme solaire de l'Algérie favorise les systèmes solaires. Plus précisément, l'installation de systèmes photovoltaïques (PV) isolés ou connectés au réseau peut être utilisée presque partout avec des dimensions appropriées.

Les systèmes photovoltaïques connectés au réseau ont été mis en service au début des années 90 et se sont rapidement répandus dans les pays développés, principalement soutenus par un large éventail d'incitations gouvernementales. Le principal avantage de cette configuration, en plus de réduire les coûts dus à l'absence de batteries, est que l'excédent d'énergie généré à chaque fois est directement injecté dans le réseau de distribution par rapport à la consommation de la charge. Ce dernier assurera la sauvegarde dans le cas contraire (faible consommation d'énergie). Par conséquent, l'intégration des

Chapitre 1. La connection d'un système PV au réseau pour l'installation d'une infrastructure de recharge d'un VE

systèmes photovoltaïques dans le réseau de distribution est un enjeu stratégique important dans la future politique énergétique des pays du Sud [2].

Ces dernières années, la production d'énergie photovoltaïque s'est développée rapidement. C'est une source d'énergie intermittente: la puissance dépend du système photovoltaïque à rayonnement solaire et la connexion entre le système de charge du véhicule électrique et le réseau de distribution (le caractère intermittent de l'énergie solaire; le caractère aléatoire du système de charge du véhicule électrique) produira divers effets sur le fonctionnement du réseau de distribution.

Par conséquent, le but de ce travail est de développer des stratégies intelligentes de contrôle / commande pour les onduleurs photovoltaïques et les systèmes de charge de véhicules électriques. Dans le cadre de ce travail, des services système tels que des systèmes photovoltaïques et des systèmes de charge peuvent être introduits dans le réseau pour fournir un groupe de véhicules électriques [2].

1.2 Histoire de VE

La première voiture électrique est apparue dans les années 1830 (1832-1839). La première personne à avoir inventé la voiture électrique était l'homme d'affaires écossais (Robert Anderson). Cela ressemble plus à une voiture électrique. Vers 1835, l'Américain (Thomas Davenport) construit une petite locomotive électrique. Vers 1838, Robert Davidson d'Écosse est arrivé avec un modèle similaire à une vitesse de 6 km / h. Les deux inventeurs n'utilisaient pas de piles rechargeables [3].

En 1859, Gaston Planté de France a inventé une batterie rechargeable au plomb-acide, qui a été améliorée par Camille Faure en 1881. EN 1884 Sur la figure 1.1, Thomas Parker assis dans une voiture électrique, devenant le numéro un au monde [3].

En 1897, ils ont vu les premiers taxis électriques dans les rues de New York. En 1899, une entreprise Belgique fabriqua "La Jamais Contente", la première voiture électrique à dépasser les 100 km / h), (elle atteindra 105 km / h). La voiture est conduite



Figure 1.1: Une des premières voitures électrique(Thomas Parker 1884)

par la Belge Camille Jenatzy et est équipée de pneus Michelin, en forme de torpille figure 1.2. À partir de 1900, les véhicules électriques entrent dans les beaux jours. Plus d'un



Figure 1.2: La Jamais Contente 1899

tiers des voitures en circulation sont des voitures électriques et le reste des voitures à essence et à vapeur. Dans les années 1920-1930, certains facteurs ont contribué au déclin des véhicules électrique. Nous pouvons citer leur faible autonomie, leur vitesse est trop lente, la disponibilité du pétrole, et leur prix est le double de celui d'une Ford essence. Le parrain des voitures hybrides, Victor Wouk, a fabriqué la première voiture hybride,

Chapitre 1. La connection d'un système PV au réseau pour l'installation d'une infrastructure de recharge d'un VE

la Buick Skylark de GM. En 1988, le président de General Motors, Roger Smith, a lancé un fonds de recherche pour développer un nouveau type de véhicule électrique qui sera produit entre 1996 et 1998. Et deviendra EV1 figure 1.3 [3].



Figure 1.3: La voiture électrique EV1(GM 1996)

En 1997, Toyota Motor a lancé la Prius, la première voiture hybride à être mise en production en série. Au cours de la première année, 18 000 unités ont été vendues au Japon. En 2006, Toyota a dépassé le cap des ventes mondiales de 500 000 unités avec sa célèbre voiture hybride Prius, figure1.4. De 1997 à 2000, de nombreux constructeurs ont introduit des modèles hybrides électriques: Honda EV. En plus, il y avait GM EV1, Ford Ranger pick-up EV, Nissan Altra EV, Chevrolet S-10 EV et Toyota RAV4 EV[3].



Figure 1.4: La Prius (TOYOTA 1997)

En 2003 en France, Renault fait une tentative avec la sortie de sa voiture hybride Kangoo Electroad mais abandonne la production après environ 500 véhicules.

Tesla à démarrer la production du premier véhicule en 2008, figure 1.5.

Chapitre 1. La connection d'un système PV au réseau pour l'installation d'une infrastructure de recharge d'un VE



Figure 1.5: Le Tesla Roadster

En 2010 et 2011, Toyota et EDF ont testé une nouvelle voiture hybride dérivée de Prius, en vue d'une commercialisation future. L'expérience a eu lieu à Strasbourg. Cette voiture hybride à essence peut être rechargée sur une prise de courant domestique, cela permet à de courts trajets de fonctionner uniquement à l'électricité. Dans ce cas, la propulsion à essence ne peuvent être utilisées que pour des trajets plus longues [3].

Volkswagen lance le plan d'électrification Roadmap E, en 2017. Son objectif est de produire jusqu'à trois millions de véhicules électriques par an et sur le marché 80 nouveaux modèles des marques du Groupe.

En 2019, les grands constructeurs automobiles japonais annoncent tous des petites voitures susceptibles de casser les barrières de prix, ralentissant ainsi le développement de ce produit Segments de marché: nouvelle Honda E, figure 1.6 [3].



Figure 1.6: Honda E

1.3 Principe de fonctionnement d'une cellule photovoltaïque

Les cellules photovoltaïques utilisent l'effet photoélectrique pour générer un courant continu en absorbant le rayonnement solaire. Cet effet permet aux cellules de convertir directement l'énergie lumineuse des photons en énergie électrique à travers des matériaux semi-conducteurs chargés. Et leur caractéristique tension-courant figure 1.7 [4] :

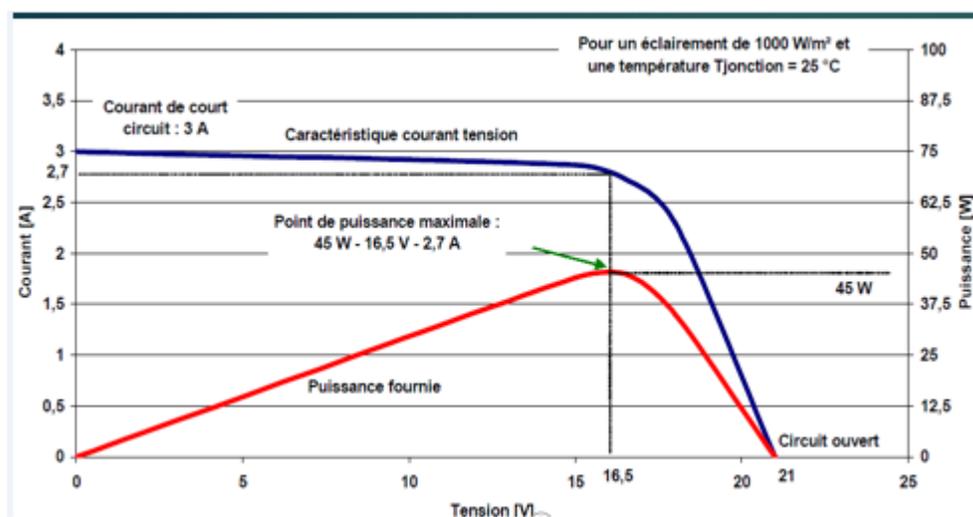


Figure 1.7: Exemple de caractéristique courant tension d'un module

Le but est de fonctionner dans la zone où le module produit sa puissance maximale,

Chapitre 1. La connection d'un système PV au réseau pour l'installation d'une infrastructure de recharge d'un VE

c'est-à-dire autour de 16.5 V, ce que correspond à la tension des batteries d'accumulateurs.

Les cellules photovoltaïques sont constituées de deux types de matériaux semi-conducteurs, l'un avec un excès d'électrons et l'autre avec un manque d'électrons. Ces deux parties sont appelées respectivement "dopage" de type n et de type p. Le dopage des cristaux de silicium consiste à améliorer la conductivité du matériau. L'image 1.8 montre le phénomène du rayonnement solaire :

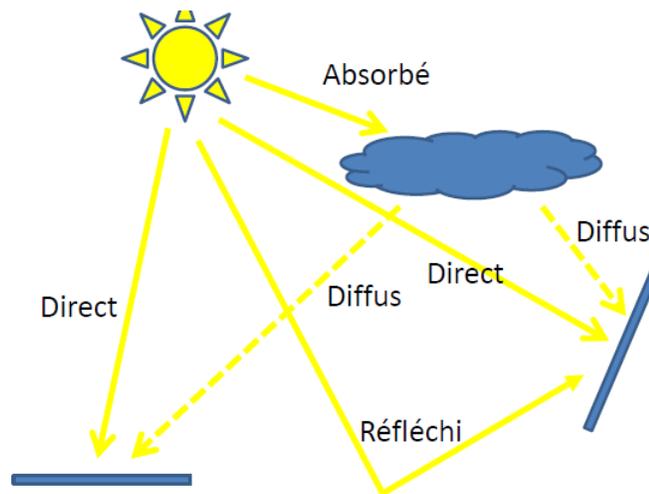


Figure 1.8: Rayonnement solaire

1.3.1 Rendement d'un panneau solaire

Une très grande partie du rayonnement reçu par vos panneaux solaires est transformée en chaleur (exposez un corps au soleil, il va inévitablement chauffer). L'autre partie du rayonnement est transformée en électricité : c'est notre fameux rendement [4].

1. De ce point de vue, les panneaux solaires monocristallins affichent les meilleurs rendements du marché, de l'ordre de 12 à 18%, figure1.9.



Figure 1.9: Panneau solaire monocristallin

2. Pour autant, certaines marques de panneaux solaires polycristallins affichent des rendements compétitifs, pouvant même aller jusqu'à 15%, figure 1.10.

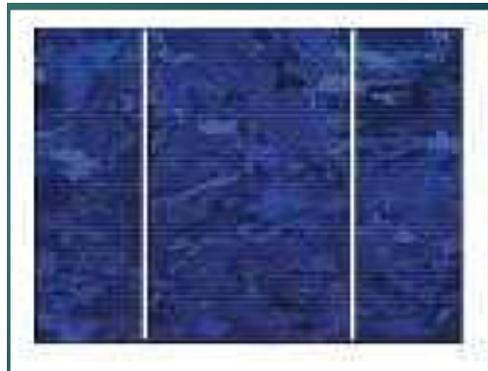


Figure 1.10: Panneau solaire polycristallin

3. Dernièrement pour les panneaux solaires amorphes affichent des rendements, de l'ordre de 6 à 8%, figure 1.11.



Figure 1.11: Panneau solaire amorphe

1.3.2 Assemblage des panneaux solaires

Montage de panneaux photovoltaïques en série

Lorsqu'on souhaite augmenter la tension de chaque panneau tout en conservant le même ampérage, un ensemble de panneau photovoltaïque connecté en série peut être sélectionné. Nous connectons le pôle positif d'un panneau au pôle négatif de l'autre panneau. Ce type de connexion est réalisé à l'aide de panneaux de même ampérage. En fait, si nous connectons deux panneaux avec des ampérages différents, le réglage s'alignera sur l'ampérage inférieur, figure 1.12 [5] [6].

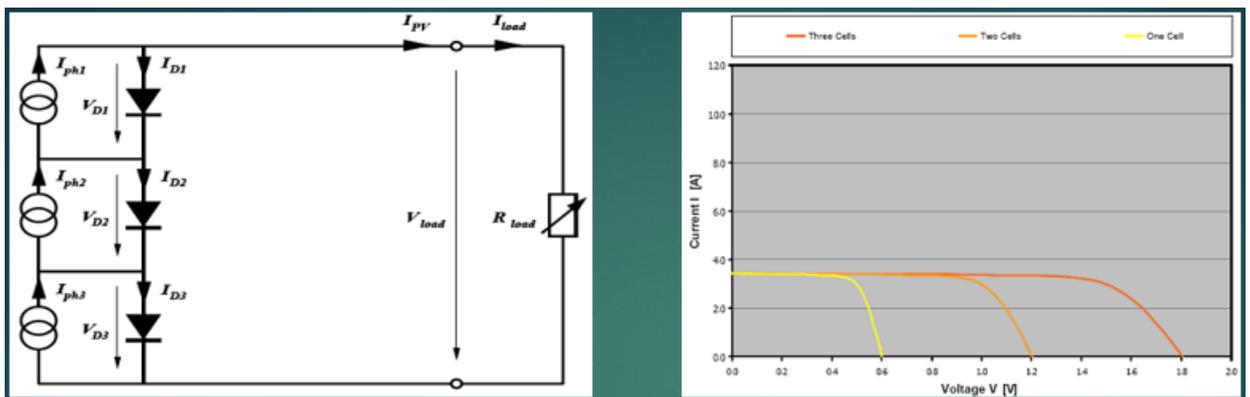


Figure 1.12: Montage de panneaux photovoltaïques en série

Montage de panneaux photovoltaïques en parallèle

L'installation de panneaux photovoltaïques en parallèle augmentera le courant alors que la tension reste la même. Par conséquent, ce type de connexion affecte l'ampérage plutôt que la tension. La borne positive de chaque panneau est connectée l'une à l'autre et la borne négative est également connectée l'une à l'autre. Lorsqu'une résistance élevée est requise, choisissez ce type de connexion. Afin d'éviter le risque de surtension et de court-circuit, connectez les panneaux de même tension ensemble. D'autre part, des panneaux de différentes résistances peuvent être utilisés pour obtenir l'ampérage requis [5].

Nous vous proposons deux méthodes de connexion pour votre référence, mais lors du processus d'installation. S'il y a une chose à retenir, c'est que chaque installation peut répondre pleinement aux besoins électriques personnalisés, figure 1.13.

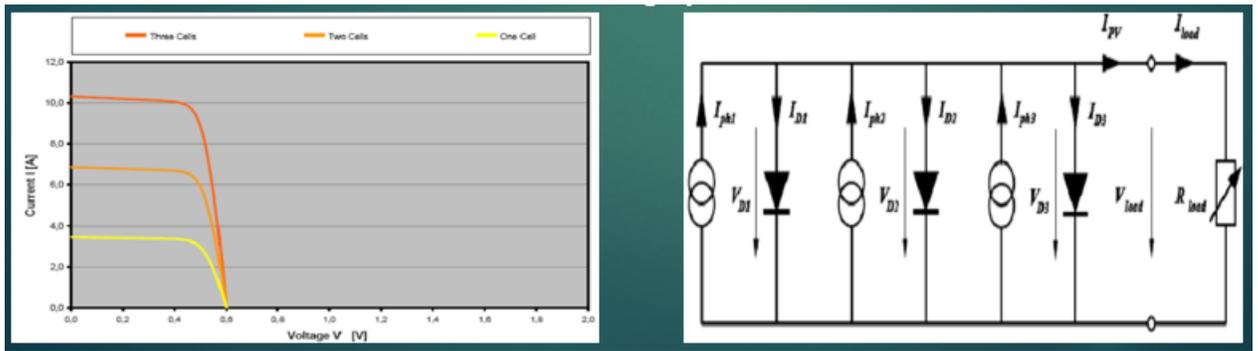


Figure 1.13: Montage de panneaux photovoltaïques en parallèle

1.3.3 La connection PV au réseau

Figure 1.14 représente le système photovoltaïque connecté au réseau, et sa fonction principale Engagé à produire de l'électricité à partir de sources d'énergie renouvelables dans le réseau. D'un point de vue physique, l'énergie générée par le module est directement consommée par le module " Voiture électrique". Surproduction possible par rapport à la consommation injecté instantanément dans le réseau. Ce réseau est utilisé comme sauvegarde pour la production PV. Actuellement, pour certaines raisons, l'utilisation d'éléments de stockage dans ces systèmes est interdite Economique [5].

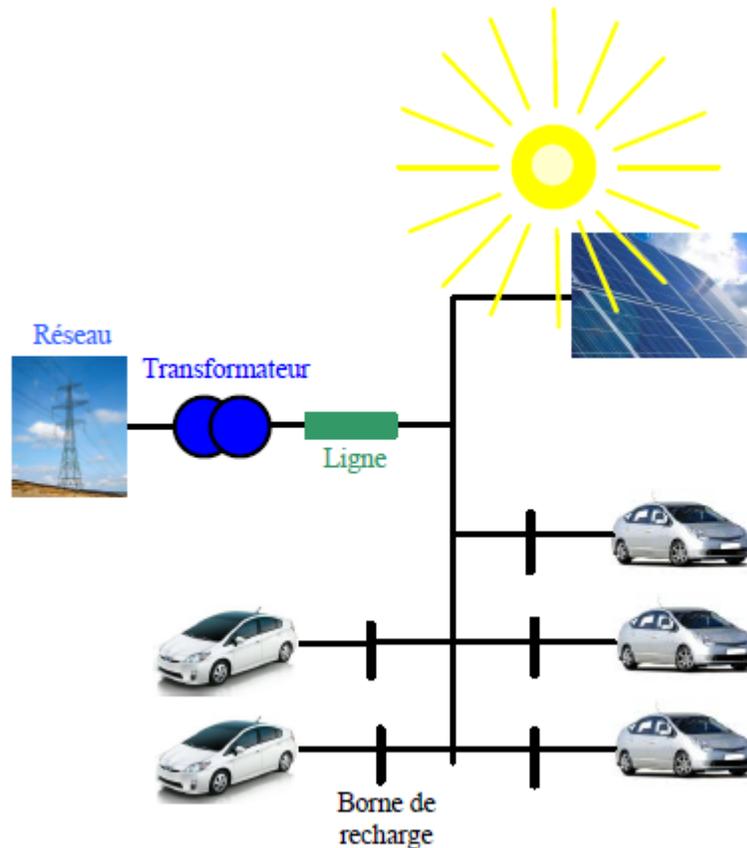


Figure 1.14: Parking de charge et centrale photovoltaïque connecté au réseau électrique

1.4 Avantages de la recharge des VE dans les IR

De plus en plus de promoteurs, de propriétaires et de gestionnaires immobiliers résidentiels commencent à comprendre les avantages de l'installation de bornes de recharge pour véhicules électriques dans leurs immeubles. Voici une liste de certains de ces avantages [7]:

- La disponibilité d'une infrastructure de recharge d'articles offre aux villes des options de voyage, attirant et fidélisant les locataires ou les résidents qui louent des véhicules électriques.
- Élément sources de revenus supplémentaires: les propriétaires et les gestionnaires

d'immeubles et de propriétés peuvent obtenir de nouvelles sources de revenus grâce à la promotion des produits et services vantés sur les bornes de recharge.

- Commodité de l'objet: pour les propriétaires de ces véhicules, la possibilité de recharger les véhicules électriques à la maison est un gros avantage, et ils peuvent être prêts à payer plus pour vivre dans des bâtiments qui offrent cette commodité.
- L'installation de bornes de recharge peut aider les bâtiments neufs ou existants à obtenir des crédits ou des points supplémentaires dans le cadre de l'évaluation de la performance environnementale du bâtiment.
- Il convient également à noter que, alors que le marché des véhicules électriques continue de croître, l'accès à la recharge dans ces bâtiments deviendra bientôt plus nécessaire que la commodité.

1.5 La combinaison entre le pilotage de la charge des véhicules électriques et la production solaire

La recharge de véhicules électriques pourra se faire en fonction de la production solaire.

1.5.1 À l'échelle d'un site, l'autoconsommation

Aujourd'hui, il existe un contrat d'autoconsommation pour deux connexions de production. Cela est particulièrement vrai pour la production photovoltaïque sur les toits, qui nécessite une meilleure isolation des bâtiments, une gestion intelligente de l'énergie grâce à la domotique et le déploiement d'énergies renouvelables locales. L'électricité excédentaire est renvoyée au réseau [8].

1.5.2 À l'échelle locale

En collaboration avec les acteurs du marché, l'entreprise tente de combiner la recharge des énergies renouvelables dans des conditions réelles. Selon les principes suivants, plusieurs projets sont en cours: Basé sur la production d'énergie renouvelable, l'information est transmise au système de facturation du client, et les clients sont encouragés à facturer lorsque l'énergie renouvelable locale est produite. Près de dix ans. En particulier, Enedis a développé un système de prévision des énergies renouvelables au niveau de chaque parc solaire et de chaque poste. Cela permet de prévoir la production et la consommation de l'échelle de la sous-station source [8].

1.5.3 À l'échelle du système électrique

Plus généralement, la gestion du réseau électrique et les prévisions associées prennent en compte le développement des énergies renouvelables et les moyens de maîtrise des consommations. On estime que la consommation moyenne des véhicules électriques est de 2 MWh / an, ce qui se traduira par une consommation cumulée de 30 TWh pour 15 millions de véhicules. La production photovoltaïque est complémentaire tout au long de l'année. La production d'énergie solaire est la plus élevée en été. Les perspectives d'optimisation sont renforcées [8].

1.6 Lignes directrices pour l'installation d'une infrastructure de recharge de VE

Cette section fournit une méthode générale pour installer une infrastructure de recharge EV en IR. Le processus décrit dans cet article se concentre sur des considérations liées aux bâtiments existants, reconnaissant que ces facteurs posent le plus grand défi pour la recharge des VE. La plupart de ces bâtiments ayant été construits avant l'invention des véhicules électriques, leurs systèmes électriques et plans de stationnement et des garages

Chapitre 1. La connection d'un système PV au réseau pour l'installation d'une infrastructure de recharge d'un VE

n'étaient pas conçus pour recharger les véhicules électriques. Cependant, de nombreuses solutions actuellement disponibles sur le marché peuvent contribuer à simplifier la recharge à domicile, même pour les résidents d'immeubles plus anciens [7].

Il est important que la méthode de recharge des VE en IR doit prendre en compte les intérêts de tous les résidents du bâtiment et prévoir la demande future. En abordant ces problèmes pendant la phase de planification des nouveaux bâtiments, il est possible d'éviter bon nombre des problèmes les plus courants rencontrés lors de l'installation d'une infrastructure de recharge de VE dans les IR existants. De plus en plus de juridictions se rendent compte qu'il est plus facile et plus rentable d'organiser la recharge des VE le plus tôt possible pendant la construction. Étant donné que la durée de vie des nouveaux bâtiments peut être de plusieurs décennies, parfois même plus longue, l'infrastructure électrique est soigneusement établie pour permettre à l'utilisation des véhicules électriques d'augmenter au fil du temps [7] [7].

Il est à noter que chaque bâtiment est unique, les solutions de recharge des véhicules électriques devront donc être adaptées en conséquence. Bien que cette section fournisse des informations générales, l'ordre des étapes et les exigences peuvent être différents dans chaque bâtiment. Il est recommandé de retenir les services fournis par des professionnels qualifiés pour concevoir et installer toute infrastructure de recharge de VE [7] [7]

1.6.1 ÉTAPE 1: Déterminer l'approche à adopter pour l'installation de l'infrastructure de recharge de VE

Amorcer la discussion sur l'installation de l'infrastructure de recharge des VE

La première discussion est l'occasion d'examiner les étapes nécessaires à l'installation de l'infrastructure de recharge, de définir clairement les responsabilités de toutes les parties tout au long du processus et d'identifier les parties prenantes qui doivent être impliquées. Plus important encore, il offre la possibilité de déterminer les informations à collecter pour s'assurer que toutes les personnes impliquées ont la même compréhension de base

Chapitre 1. La connection d'un système PV au réseau pour l'installation d'une infrastructure de recharge d'un VE

des véhicules électriques et de l'infrastructure de recharge des véhicules électriques. Bien que la discussion initiale ne soit pas nécessaire, elle peut éviter les malentendus dans le reste du processus et peut désigner des personnes responsables de chaque étape.

Certains comités d'immeuble ou comités d'appartements peuvent également souhaiter mettre en place un comité EV qui convoquera des personnes chargées de collecter des informations ou de prendre de petites décisions au nom de leurs membres. Le comité peut être composé de propriétaires de véhicules électriques pour avoir une vue éclairée. Bien que la mise en place d'un comité puisse faciliter le processus de collecte d'informations, il ne faut pas choisir dès le départ comment installer les bornes de recharge pour véhicules électriques et où les placer avant de consulter un professionnel ayant une meilleure expertise. Selon le plan du bâtiment, la configuration et la capacité du système électrique déterminent la faisabilité [7].

Recueillir de l'information

Avant de prendre la décision d'installer l'infrastructure de charge pour les véhicules électriques, il est important que les panneaux de construction, les conseils de copropriété et les gestionnaires immobiliers aient une compréhension de base des véhicules électriques et de leurs principes de fonctionnement, comprennent les différents types de méthodes de charge et prévoient de surmonter des problèmes spécifiques. À ce stade du processus, la collecte d'informations ne doit pas se concentrer sur la détermination de solutions de charge individuelles, mais doit se concentrer sur l'augmentation de la confiance globale afin que les gens puissent discuter en toute confiance de diverses options et prendre des décisions éclairées.

Bien que les besoins d'information exacts doivent être déterminés par le comité du bâtiment, le comité d'appartement ou le gestionnaire de l'immeuble, il y a quelques éléments de base à prendre en compte lors de la première collecte d'informations. Ces considérations se répartissent en deux catégories interdépendantes: le bon sens et les connaissances, et l'établissement de connaissances spécifiques. Il existe de nombreuses

Chapitre 1. La connection d'un système PV au réseau pour l'installation d'une infrastructure de recharge d'un VE

excellentes ressources Web et organisations dédiées aux problèmes de VE. Ils permettront d'acquérir des connaissances et de faire connaître les véhicules électriques et la recharge des véhicules électriques.

Afin d'obtenir des plans, des dessins ou l'accès à la salle électrique, il est nécessaire de travailler avec l'administrateur du bâtiment pour collecter des informations spécifiques au bâtiment. Lors de la collecte d'informations, veuillez prêter attention au problème pour consulter un électricien, une société d'ingénierie ou un fournisseur de solutions de recharge de véhicules électriques [7].

Interroger les résidents

Plus le projet d'installation d'infrastructure de recharge de VE sera pris en charge, plus le processus sera facile. Certains membres du comité de construction ou du comité de copropriété peuvent exprimer leur intérêt pour les véhicules électriques et peuvent donc parrainer la démarche. Il peut être utile de mener une enquête auprès des résidents pour évaluer l'intérêt pour la recharge des véhicules électriques afin d'établir des méthodes pour cela dans un appartement ou un complexe d'appartements. Concernant la question de savoir si les résidents possèdent des véhicules électriques ou envisagent d'acheter des véhicules électriques, l'enquête peut prendre la forme de quelques questions pour obtenir des informations sur les marques et les modèles afin d'établir les besoins de recharge. D'autres questions peuvent viser à mieux comprendre l'attitude générale des véhicules électriques, les habitudes de conduite et les préférences concernant l'emplacement des infrastructures de recharge.

Les conseils d'administration d'immeubles ou les conseils de copropriété qui ont réussi à installer ce type d'infrastructure dans un bâtiment peuvent être une ressource de consultation utile. En contact avec des personnes qui ont de l'expérience dans ce processus, vous pouvez poser des questions, discuter des leçons apprises et peut-être même examiner les solutions de recharge de VE installées dans les bâtiments[7].

Définir l'approche initiale concernant la recharge des VE

Dans cette étape, la méthode ne doit pas prendre la forme d'une politique VE détaillée, qui spécifie des règles ou des exigences de tarification spécifiques. Ces décisions devront être prises par le biais de conversations avec des entrepreneurs électriciens expérimentés, des sociétés d'ingénierie et des fournisseurs de solutions de recharge de VE, associées à la conception de la solution. Au lieu de cela, la méthode devrait identifier les objectifs, les facteurs de succès et les considérations politiques possibles, et fournir des orientations générales dans les domaines suivants.

- S'engage à travailler avec toutes les parties prenantes concernées pour déterminer la solution de charge la plus appropriée.
- Un engagement du comité de construction du comité d'appartement ou du gestionnaire d'immeuble à prendre en compte les besoins de tous les résidents, qu'ils soient ou non propriétaires de véhicules électriques. En d'autres termes, la priorité absolue est de satisfaire les meilleurs intérêts de toutes les personnes vivant dans le bâtiment.
- S'engage à promouvoir le développement d'une solution qui prend en compte non seulement les besoins de recharge actuels, mais aussi les besoins des futurs propriétaires de véhicules électriques. Cela permet de garantir que les coûts associés à l'installation sont équitablement répartis entre les propriétaires actuels et futurs de VE. Par exemple, les propriétaires actuels de véhicules électriques ne devraient pas supporter la totalité du fardeau financier de l'installation d'infrastructures (telles que des câbles ou des panneaux), ce qui profitera aux futurs utilisateurs.
- L'engagement du comité de construction du comité d'appartement ou du gestionnaire d'immeuble à prendre en compte les besoins de tous les résidents, qu'ils soient ou non propriétaires de véhicules électriques. En d'autres termes, la priorité absolue est de satisfaire les meilleurs intérêts de toutes les personnes vivant dans le bâtiment.

Chapitre 1. La connection d'un système PV au réseau pour l'installation d'une infrastructure de recharge d'un VE

- Dans la mesure du possible, décrivez la relation entre le comité du bâtiment ou le comité de cogestion et le gestionnaire de l'immeuble, ainsi que les responsabilités de toutes les parties tout au long du processus. Les gestionnaires immobiliers peuvent construire le processus d'installation à travers des installations similaires qui ont déjà été effectuées dans d'autres bâtiments et obtenir des éclaircissements utiles. Cependant, comme ils peuvent être chargés de superviser plusieurs autres bâtiments, il peut être plus approprié de ne les consulter qu'en cas de besoin au lieu de s'attendre à ce qu'ils soient responsables du projet [7].

1.6.2 ÉTAPE 2:Collecte et évaluation des données

Rechercher un entrepreneur-électricien, une firme d'ingénierie ou un conseiller en VE qualifié

Un entrepreneur électricien agréé doit être embauché pour effectuer tous les travaux électriques et s'assurer que les composants électriques sont sûrs et conformes aux réglementations et normes applicables. Ces derniers peuvent engager d'autres électriciens pour effectuer des tâches spécifiques, mais sont toujours responsables de la conception, de la planification et de la supervision générale de l'installation. Afin de se qualifier pour certains programmes de rabais, un électricien agréé doit installer la borne de recharge.

Compte tenu des considérations étendues propres aux bâtiments existants, il est recommandé que le tiers consulté possède une expérience et une expertise dans l'infrastructure de recharge des VE d'IR. L'installation implique l'utilisation d'équipements spéciaux et la possibilité de devoir effectuer des travaux électriques et de génie civil plus complexes.

Par conséquent, il est préférable d'engager un électricien qui a suivi un programme de formation lié aux VE afin d'avoir la certitude qu'il connaît bien les caractéristiques des installations de bornes de recharges de VE [7].

Chapitre 1. La connection d'un système PV au réseau pour l'installation d'une infrastructure de recharge d'un VE

Amorcer la consultation initiale

Le conseil d'administration de l'immeuble, le conseil de copropriété ou le gestionnaire de l'immeuble voudra obtenir des réponses à un certain nombre de questions lorsqu'il communiquera avec des candidats en vue de retenir les services d'un entrepreneur-électricien, d'une firme d'ingénierie ou d'un fournisseur de solutions de recharge de VE.

Examiner les plans du montage électrique et les dessins architecturaux

L'entrepreneur-électricien, la firme d'ingénierie, le fournisseur de solutions de recharge de VE ou le conseiller en VE devra examiner tous les plans de montage électrique ou les dessins architecturaux illustrant les secteurs pertinents de l'immeuble (exemple: local électrique et stationnement). En règle générale, ces documents sont fournis par le gestionnaire ou le propriétaire de l'immeuble d'appartements.

Évaluer les données sur l'énergie

Le principal défi en matière d'alimentation lors de l'installation d'une infrastructure de recharge de VE en IR est la puissance disponible. En fonction du nombre d'autres appareils connectés au circuit, les transformateurs, les tableaux de distribution et les artères d'alimentation du bâtiment peuvent ne pas avoir suffisamment de capacité restante pour installer un grand nombre de stations de charge VE dédiées. Une évaluation de la charge doit donc être effectuée pour concevoir un VE. Avant de commencer l'installation, veuillez charger la solution et obtenir un permis de travail électrique.

Visiter les lieux

Bien que certaines évaluations sur site pendant le processus d'installation puissent être complémentaires, ce service peut entraîner certains coûts. Par conséquent, il est important d'expliquer en détail avant de continuer. Le but de la visite doit être de confirmer ce qui suit:

1. La configuration et l'infrastructure du local électrique des articles sont en parking.

Chapitre 1. La connection d'un système PV au réseau pour l'installation d'une infrastructure de recharge d'un VE

2. La capacité du système électrique de construction d'articles à prendre en charge la charge EV.
3. Des entrepreneurs en électricité, des sociétés d'ingénierie, des fournisseurs de solutions de recharge de véhicules électriques ou des consultants en véhicules électriques effectueront des visites sur place pour confirmer les informations collectées jusqu'à présent.
4. Étant donné que chaque IR est unique, cette visite offre la possibilité de collecter des données supplémentaires, en particulier lorsqu'il est préférable de comprendre directement certaines considérations de conception ou de configuration.

1.6.3 ÉTAPE 3 : Conception, documentation et attribution de contrats

Élaborations d'options

Les considérations pour la sélection des options de charge des VE pour IR peuvent être construites selon les catégories générales mais interdépendantes suivantes :

1. Physique: les considérations de conception physique incluent(La localisation de la place de parking par rapport à l'infrastructure électrique).
2. Technologie de projet: considérations techniques, y compris les défis liés au système d'électricité et sa capacité à accueillir la recharge des véhicules électriques.
3. Finance: Les considérations financières comprennent les coûts associés à l'installation, à l'exploitation et à la gestion de l'infrastructure de recharge des VE [7].

Conception préliminaire

Le responsable de la conception de la solution de charge définira l'option la plus efficace pour le bâtiment en fonction des facteurs mentionnés à l'étape précédente. Cette

Chapitre 1. La connection d'un système PV au réseau pour l'installation d'une infrastructure de recharge d'un VE

section fournit une description générale de certaines technologies et solutions qui peuvent être applicables à l'IR. Il est au-delà de la portée de ce guide d'explorer toutes les options disponibles, en particulier compte tenu des différences de disposition et des caractéristiques uniques de chaque bâtiment.

Approbation de la conception et attribution des contrats

Les entrepreneurs en électricité, les sociétés d'ingénierie, les fournisseurs de solutions de recharge de VE ou les consultants en VE soumettront également des candidatures pour participer à des programmes d'incitation, ou demanderont des réductions ou des exemptions pour les solutions de charge de VE nécessaires à l'installation de véhicules. Selon la personne responsable du processus de conception, un processus d'appel d'offres peut également être lancé pour déterminer quelle entreprise effectuera la construction et l'installation.

1.6.4 ÉTAPE 4 :Installation

Préparation en vue de l'installation

La préparation initiale en vue de l'installation pourrait impliquer les activités suivantes :

1. Pour obtenir l'équipement requis (par exemple: câbles, disjoncteurs, panneaux, etc.).
2. Le Projet apporte les modifications nécessaires aux plans d'étage, aux dessins ou aux documents liés à la construction.
3. Prépare les documents requis pour la demande de licence.
4. Dépend de la situation, mettez à niveau le service ou évaluez un nouveau service qui convient.
5. Coordonne le travail de toutes les parties concernées, y compris les entrepreneurs généraux ou les entreprises de services publics [7].

Installation

Responsabilités: Entrepreneur électricien.

Bien que le processus de construction et d'installation de l'infrastructure de recharge EV varie considérablement en fonction du bâtiment, du client et du nombre et du type d'EVS installés, il existe de nombreuses considérations générales pour la plupart des installations d'application.

Inspection finale

Une fois l'installation terminée, mais avant d'utiliser la station de charge EV pour la première fois, l'équipement installé doit être testé, les connexions électriques effectuées et les inspections finales effectuées. Le titulaire du permis doit contacter le bureau local de délivrance des permis pour demander une inspection.

1.7 Conclusion

Ce chapitre pose la question de l'intégration à grande échelle de l'énergie photovoltaïque sur le réseau électrique. Nous avons constaté que le photovoltaïque ne remplacera pas dans la production d'électricité de l'Algérie qu'en contrôlant sa production d'électricité pour une utilisation optimisée. Et l'ajout d'un système de stockage à une installation régulière connectées au réseau devient alors indispensable. L'installation d'une infrastructure pour les VE dans les IR est plutôt complexe mais son importance est incontestable pour appuyer l'engagement pris à l'effet de poursuivre le déploiement des VE.

Chapitre 2

Organisation des réseaux d'énergie électrique

2.1 Introduction

L'électricité représente dans le monde près de 20 % de la consommation finale d'énergie. Le système électrique est ainsi au centre du développement de nos sociétés modernes et son bon fonctionnement est donc primordial pour la continuité des activités économiques. Les réseaux électriques des pays sont aujourd'hui en pleine mutation. Ces réseaux ont la particularité d'être des réseaux de grandes dimensions, interconnectés et conçus pour fonctionner avec de la génération centralisée de forte puissance. L'ouverture du marché de l'énergie électrique et les préoccupations environnementales grandissantes, liées au changement climatique planétaire amènent des changements importants sur ces réseaux électriques [9].

L'objet de ce deuxième chapitre est de donner les clefs pour mieux comprendre les défis auxquels le système électrique doit d'ores et déjà faire face.

Ce chapitre s'articule autour de trois parties. Après un bref rappel du fonctionnement général des systèmes électriques, une description des réseaux de transport est donnée en deuxième partie. Enfin, une autre description des réseaux de distribution plus détaillée est donnée en dernière partie.

2.2 Définition du réseau d'énergie électrique

Un réseau électrique est un ensemble d'infrastructures permettant d'acheminer l'énergie électrique des centres de production vers les consommateurs d'électricité.

Il est constitué de lignes électriques exploitées à différents niveaux de tension, connectées entre elles dans des postes électriques. Les postes électriques permettent de répartir l'électricité et de la faire passer d'une tension à l'autre grâce aux transformateurs [10].

Le réseau électrique est conçu pour assurer [11]:

- La fiabilité de l'alimentation électrique. Le réseau interconnecte toutes les unités de production et vise à fournir une fonction de secours en cas de panne et / ou de défaillances.
- L'optimisation de la disponibilité de l'énergie électrique aux consommateurs, ainsi les réseaux.
- Suite à la libéralisation du secteur de l'électricité, le réseau vise également à jouer un rôle dans la promotion du marché de l'électricité et à assurer un maximum de transactions commerciales. Dans ce cas, le réseau doit autoriser toutes les transactions entre différents nœuds du réseau et au-delà des frontières d'état. En effet, l'objectif est de permettre à tous les utilisateurs de choisir librement leur fournisseur d'électricité et leur type de production en fonction de leurs propres critères (prix, qualité de service, énergie verte, etc.).
- Récemment, il y a eu une nouvelle révolution, c'est-à-dire que l'augmentation de la production distribuée (petites unités) va à l'encontre de la centralisation, qui est à la base de la conversion d'énergie primaire depuis l'avènement de l'électricité. En particulier, cela est principalement dû à l'émergence de méthodes de production à petite échelle (la taille de la charge moyenne des utilisateurs domestiques), qui peuvent être produites de manière compétitive à l'échelle du kW dans les zones à

forte densité de clientèle. Sans réseaux interconnectés, ce type de production ne sera pas possible et les réseaux interconnectés resteront au cœur d'un approvisionnement énergétique fiable.

Une vue globale du réseau est donnée à la figure 2.1 .

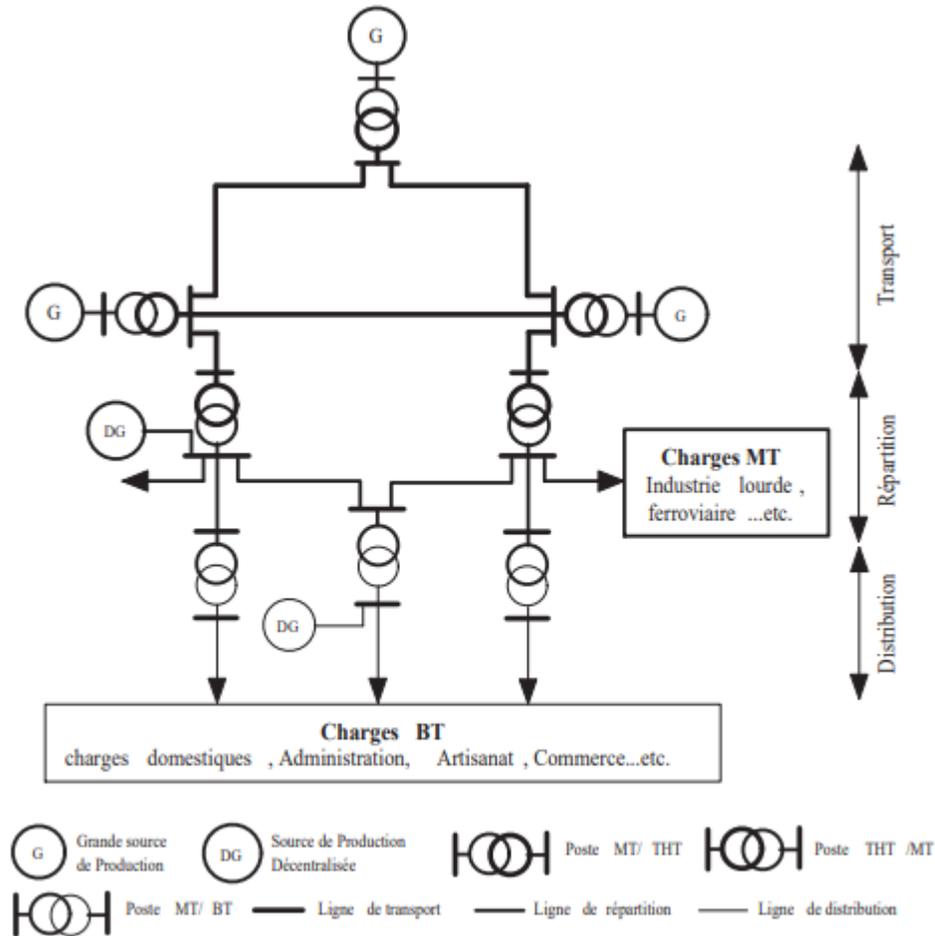


Figure 2.1: Vue globale du réseau électrique.

2.3 Problème de connexion des systèmes photovoltaïques au réseau

Les problèmes concernant l'interconnexion du système photovoltaïque au réseau sont [12]:

- Le débrogage de système photovoltaïque si le réseau présente une défaillance (le problème d'islanding).
- La protection contre la foudre.
- La qualité de puissance fournie au réseau.
- Les effets des systèmes multiples sur une partie du réseau, en particulier monophasé non équilibré.
- Le dosage fiable des flux de puissance.
- Risques techniques et financiers.

2.4 Les réseaux de transport d'électricité

2.4.1 Définition

Il est reconnu que l'électricité est difficilement stockable en grande quantité, il est ainsi primordiale pour la production de s'adapter constamment à la consommation. C'est pour cette raison que l'énergie produite doit être acheminée en temps réel jusqu'aux consommateurs.

Afin d'assurer ce routage, il existe deux types de réseaux électriques: les réseaux de transport et les réseaux de distribution. L'alternateur génère de l'énergie électrique moyenne tension (12 à 15 kV), qui est injectée dans le réseau de transport via le poste de transformation, et transmise à haute ou très haute tension pour réduire les pertes dans la ligne. Le niveau de la tension de transport varie en fonction de la distance et de la puissance transportées. Plus la distance est grande, plus la tension et la puissance sont élevées. Par exemple, le réseau de transport en Algérie utilise 220 kV (voir 400 kV pour certains lignes dans le sud notamment), le réseau européen utilise 400 kV, et le réseau nord-américain 735 kV [13].

2.4.2 Les moyens de réglages

Concernant la tension, nous verrons qu'il s'agit essentiellement d'un problème local (compensation). Il est nécessaire de limiter le transfert de réactifs dans le réseau. En fonction du niveau de tension et du type de client, nous autorisons la plage de variation de 5 à 10

En revanche, la fréquence (liée à la vitesse de rotation de l'alternateur) est une préoccupation pour l'ensemble du système électrique interconnecté. Tout déséquilibre entre la production et la consommation entraînera un changement de vitesse (le déséquilibre entre la fréquence du couple moteur fourni par la turbine et le couple résistif correspondant à la charge du réseau). La fréquence doit être maintenue dans la plage de ± 1 Hz. Cet ajustement fait intervenir la "zone de réglage". C'est-à-dire, la plus petite partie d'un réseau équipé d'un système de réglage fréquence puissance, la zone de réglage actuelle chevauche généralement un pays. Une zone de réglage doit être capable de maintenir l'échange de puissance à la valeur programmée [14].

Réglage primaire (les premières secondes après perturbation)

S'il n'y a pas de régulation spéciale, si le couple de résistance (consommation) augmente, alors la fréquence chute (augmente) pour trouver un nouvel équilibre. Ce n'est pas autorisé, vous devez donc action automatique (menée par les régulateurs de vitesse de chaque centrale prévue en réglage primaire) La fréquence doit être maintenue à l'entrée d'huile du turbomoteur. Selon la nature de la charge, cette action (réglage primaire) peut varier considérablement suivant la nature des charges et des turbines, c'est une action décentralisée. Ce réglage est automatique, il peut à lui seul faire dériver la fréquence.

Réglage secondaire (endéans les 15 minutes après perturbation)

Ce réglage (également automatique) prend effet après un réglage primaire (c'est-à-dire environ une minute plus tard). Il a pour but de restaurer la fréquence de référence.

C'est pour le contrôle l'énergie échangée sur des liaisons d'interconnexion entre des réseaux gérés séparément. En effet, le transit se développera proportionnellement à l'inertie du réseau pour se stabiliser à la nouvelle valeur. La fonction d'ajustement de l'énergie de chaque réseau interconnecté à la fois. Il est centralisé (émis par le centre de conduite) et agit sur plusieurs équipes au sein de la zone perturbatrice. Cette fois, nous avons défini l'énergie réglante secondaire.

Réglage tertiaire (dans les 15 à 30 minutes après perturbation)

Il est nécessaire de réajuster les modes de fonctionnement de la centrale (en tenant compte des coûts marginaux de production) pour restaurer les meilleures conditions économiques. Ce paramètre est également centralisé dans la zone où la panne s'est produite pour la première fois. Le but de l'ajustement est de rétablir le meilleur état de l'économie et d'aider à reconstituer les réserves secondaires.

2.5 Les réseaux de distribution d'électricité

Le réseau de distribution s'étend des postes sources alimentées par un réseau haute tension (HT) de 60 kV ou plus aux abonnés qui fournissent la moyenne tension (MT) ou la basse tension (BT).

Les réseaux de distribution à moyenne tension :

- MT (30 et 10 kV le plus répandu).
- Neutre à la terre par une résistance.
- Limitation à 300 A pour les réseaux aériens.
- Limitation à 1000 A pour les réseaux souterrains.
- Réseaux souterrains en boucle ouverte.

Les réseaux de distribution à basse tension :

- BT (230/400 V).

- Neutre directement à la terre.
- Réseaux de type radial, maillés et bouclés.

2.5.1 La structure des réseaux de distribution

La structure arborescente du réseau de distribution signifie que tout point desservi n'est fourni que par le chemin d'alimentation à partir de la poste source, passant par le réseau HTA, la poste HTA / BTA à son tour, puis atteignant l'emplacement du consommateur dans le réseau BTA. À l'exception du réseau BTA, le réseau HTA est bouclable lorsqu'il est construit dans des zones souterraines ou à haute densité afin de pouvoir être ré-alimenté lorsque l'un des composants d'alimentation normaux est tombé en panne. Des unités de production décentralisées sont également connectées aux réseaux HTA et BTA, ce qui nécessite une étude particulière [15].

La structure physique d'un réseau de distribution est illustrée à la figure 2.2.

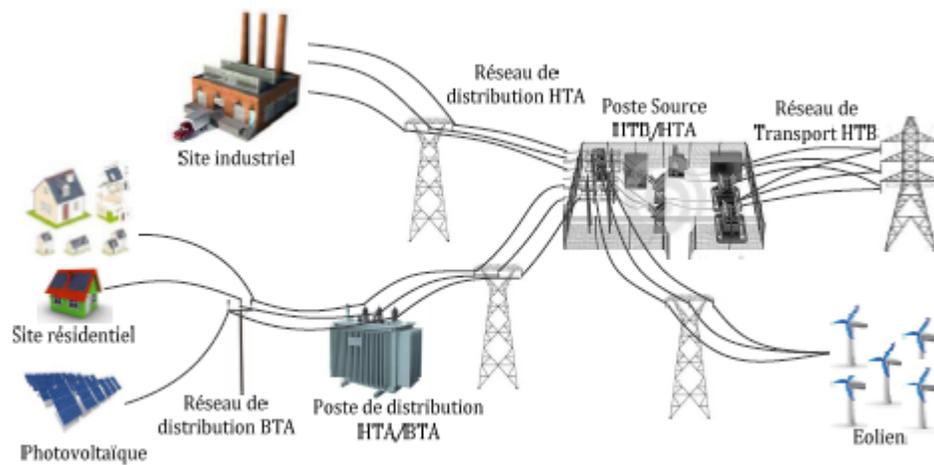


Figure 2.2: Structure de réseau de distribution.

Le réseau de distribution se distingue par des niveaux de tension inférieure à 50 KV. Les niveaux de tension normalisés sont présentés dans le Tableau 2.1.

Appellation normalisée	Niveau de tension
TBT	$U_n < 50V$
BTA	$50V < U_n < 500V$
BTB	$500V < U_n < 1000V$
HTA	$1KV < U_n < 50KV$
HTB	$50KV < U_n$

Table 2.1: Niveaux de tension normalisés.

2.5.2 Le poste source

Les postes HTB/HTA illustrés dans la figure 2.3, appelés aussi les postes sources, en général alimentés par le réseau de répartition à 63 ou 90kV (quelquefois directement par le réseau de transport a 225kV) constituent l'interface entre les réseaux de transport/répartition HTB et les réseaux de distribution HTA.

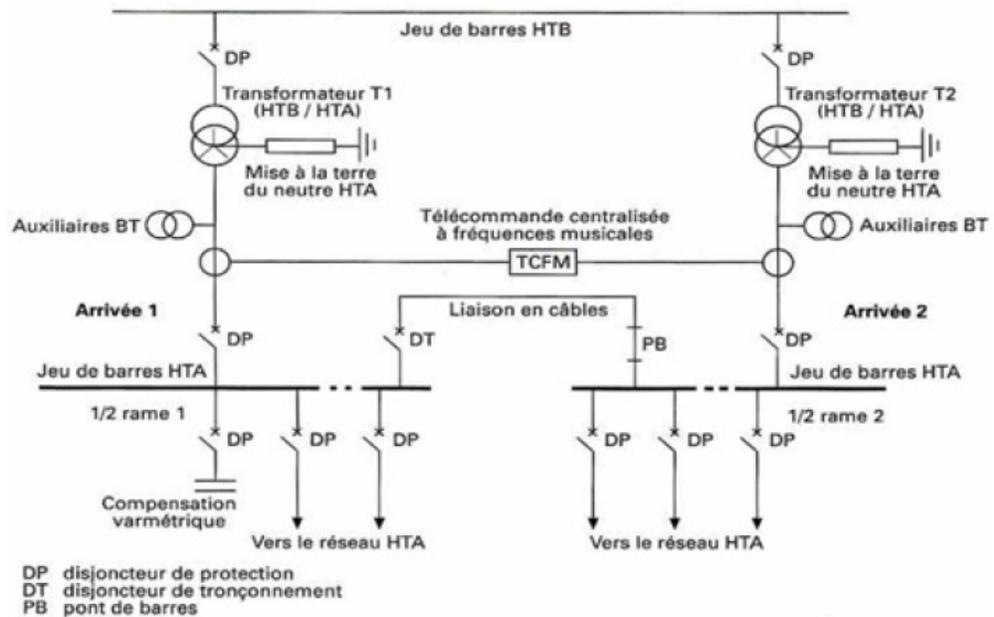


Figure 2.3: Schéma général d'un poste source HTB/HTA

Leurs fonctions essentielles sont :

- La transformation de la tension du niveau HTB vers le niveau HTA, depuis une ou plusieurs lignes HTB et par l'intermédiaire d'un ou de plusieurs transformateurs HTB/HTA.
- La répartition de l'énergie électrique avec un ou plusieurs tableaux de répartition HTA, formés de l'assemblage de disjoncteurs HTA raccordés par embrochage à un jeu de barres .
- La protection du réseau HTA par des disjoncteurs actionnés par différents types de protections définis selon le plan de protection retenu sur le réseau .

2.5.3 Le réseau HTA

Il se compose de tous les points de départ de poste source. Le nombre de départs pour chaque poste source peut aller de dix à cinquante. Le départ HTA alimente les postes clients connectés en HTA et les postes de transformation HTA/BT dits « de distribution publique » utilisés pour alimenter les clients basse tension. Le départ HTA du poste source HTB / HTA se termine dans la mesure du possible dans un autre poste source pour fournir une seconde source d'alimentation:

- Le secours des clients raccordés sur ce départ.
- Le secours du poste-source lui-même.

Nous distinguons les zones urbaines desservies en souterrain et les zones rurales alimentées par une ossature souterraine et des dérivations aériennes. Les dérivations, par définition non bouclables, sont parfois réalisées en souterrain, à condition de disposer d'un moyen sûr de réalimentation de la clientèle en cas de panne, une réparation sur un câble durant environ 12 heures. Les groupes électrogènes, moyens de réalimentation rapides, sont pris en compte lors des études de structure des réseaux HTA. Des armoires de

coupures en ligne ont été mises en place sur les réseaux HTA, ainsi que des interrupteurs télécommandés [15].

2.5.4 Les postes-transformateurs HTA/BTA

Les postes HTA/BT assurent l'alimentation et la protection du réseau BT. Nous rencontrons deux types principaux :

- Les postes HTA/BT sur réseaux aériens (figure 2.4) sont très majoritairement représentés par les transformateurs sur poteau sans appareil de coupure sur la HTA.



Figure 2.4: Poste HTA/BT sur réseaux aériens.

- Les postes HTA/BT sur réseaux souterrains sont majoritairement représentés par les postes en cabine (figure 2.5) avec deux interrupteurs sectionneurs HTA pour manœuvrer sur l'artère et un interrupteur fusible en protection du transformateur.



Figure 2.5: Poste en cabine

2.5.5 Le réseau BTA

La finalité d'un réseau BTA est d'acheminer l'électricité du réseau de distribution HTA aux points de consommation finaux. Il représente le dernier niveau dans la structure du système électrique. Sa configuration, de type aérien ou souterrain, est souvent influencée par l'environnement. En principe, aucun bouclage n'est réalisé sur le réseau et la réalimentation en cas défaut se fait que par réparation du tronçon en question. Aujourd'hui, les nouveaux branchements sont dimensionnés à 18 kVA et sont réalisés en monophasé. Si les besoins de l'utilisateur l'exigent ou le réseau n'est plus en mesure de garantir les bonnes conditions d'alimentation, le raccordement se fait en triphasé. Pour les puissances supérieures, les branchements sont triphasés jusqu'à la limite de 250 kVA [15].

2.5.6 La qualité de la fourniture

La qualité de la fourniture d'énergie électrique est l'un des éléments contractuels conclus entre les gestionnaires de réseau et les utilisateurs. Il comporte deux éléments clés:

- La durée des interruptions empêchant la continuité de l'alimentation électrique. Ces interruptions sont souvent liées à des phénomènes aléatoires et leurs durées sont très variables. Elles peuvent être groupées en trois classes : longues ($>3\text{min}$), brèves

(1s <...< 3min) et très brèves (< 1s). L'ampleur de ces défaillances dépend de la robustesse des ouvrages, de l'architecture du réseau et du système d'automatisation et de cicatrisation du réseau.

- La qualité de la forme du signal électrique (tension).

Ces variations de la forme d'onde de la tension résultent souvent des phénomènes de :

- Creux de tension.
- Surtensions transitoires.
- Variations rapides et lentes de tension.
- Déséquilibres de tension.

La nature des installations connectées au réseau (production / consommation) et la structure du réseau jouent un rôle majeur dans la délimitation de ces imperfections. Leur taille dépend de la densité du réseau et également des performances du dispositif de réglage [15].

2.5.7 Le réglage des plans de tension

La tension naturelle fluctuera. Elle est d'abord affectée par des changements lents et généralisés liés aux cycles de changement de consommation saisonniers, hebdomadaires et quotidiens (sans action préventive de la part des gestionnaires, la tension serait plutôt basse aux heures de pointe et haute aux heures creuses), Elle connaît également des changements rapides. associés à de multiples aléas: fluctuations aléatoires de la charge, modifications de la topologie du réseau et déclenchement d'ouvrages de transport ou de groupes de production.

Par conséquent, afin de maintenir la tension dans la plage souhaitée en tout point du réseau, il est nécessaire de disposer de moyens de réglage adaptés et parfaitement coordonnés entre eux.

La gestion du réseau ne consiste pas seulement à s'assurer que les transits sont inférieur à la capacité de transport de chaque ouvrage du réseau.

Plusieurs paramètres techniques doivent également être surveillés, dont les niveaux de tension: dans toutes les situations prévisibles de production et de consommation, la tension doit rester dans la plage autorisée partout sur le réseau. En effet, la tension peut localement être dégradée.

Afin de maintenir la tension dans la plage acceptable de l'équipement, un équipement de régulation automatique de tension sera distribué sur le réseau. Ils agissent principalement sur Production, vous pouvez réguler la tension des points du réseau auxquels ils sont connectés. Ces dispositifs sont très importants pour empêcher l'apparition de pannes du système électrique et d'autres phénomènes, et pour la sécurité du fonctionnement du système électrique. Afin de fournir une tension supérieure à la tension minimale autorisée en tout point du réseau (même en bout de ligne), les groupes de production élèvent la tension à un niveau supérieur à la tension nominale [16].

2.5.8 Les plans de protection

Le principe de protection principal du réseau de distribution est de détecter les courts-circuits entre phases et de détecter les défauts d'isolement à la terre. Le transformateur HTB/HTA du poste source est équipé d'une fonction de protection contre la surchauffe. Il existe aussi des télémesures des départs HTA, notamment pour une utilisation en zone urbaine lors de la récupération temporaire de charges d'urgence. Sur les réseaux BT, un fusible placé sur le dessus du départ empêche le court-circuit le plus éloigné de se produire.

Il faut distinguer les protections des plans de protection. Une protection est un composant matériel ou logiciel du plan de protection du réseau. Or, la protection est représentée par la fonction contenue dans l'équipement. Dans le reste de cet ouvrage, il est appelé «protection», «équipement de protection» ou «automate de protection». La protection est physiquement composée d'équipements alimentés par des capteurs (également appelés

«réducteurs de mesure ou transformateurs de mesure»). La protection est généralement sensible aux normes directement mesurables. Cependant, dans certains cas, la protection est conçue pour être sensible aux phénomènes physiques générés par l'événement initiateur. C'est le cas par exemple du relais Buchholz sensible au mouvement d'huile produit dans un transformateur par la décomposition du diélectrique sous l'effet d'un arc électrique.

Le rôle des transformateurs de mesure consiste à fournir à l'automate et en temps réel des grandeurs analogues et proportionnelles aux grandeurs électriques du réseau. L'automate assure le traitement de ces grandeurs et, lorsque les limites sont atteintes, commande le système d'alerte et éventuellement la mise hors tension de l'ouvrage en défaut suivant un processus défini et configuré par l'exploitant.

Les performances du système de protection ou de protection sont limitées par la métrologie et la technologie employée. Afin d'atteindre le niveau de performance souhaité, il est souvent utile de regrouper plusieurs appareils de manière cohérente, appelée plan de protection.

2.5.9 Le système d'information

Le système d'information (SI) du réseau de distribution contient plusieurs bases de données relatives aux caractéristiques du réseau (topologie, données de charge, etc.). Ils fournissent un support pour la modélisation des comportements de réseau, permettant une recherche évolutive. Ces données sont mises à jour à mesure que la topologie du réseau change. Le SI intègre également des données de conduite et d'exploitation dédiées au SI de télé-conduite. Ils vous permettent de visualiser et de contrôler l'état du réseau en temps réel.

D'autres données relatives à l'intervention sur le réseau sont saisies dans la base de données du SI. Ils sont indispensables pour le suivi des travaux et des modifications sur le réseau. De plus, les systèmes d'information sont désormais complétés par des systèmes de gestion de l'énergie destinés à contrôler les flux commerciaux (données énergétiques et relevés de puissance transmis aux fournisseurs). Par conséquent, il est très important pour

les distributeurs de garantir la qualité des données et les performances du système [15].

2.5.10 Le système de comptage

L'énergie produite est transmise aux clients par l'intermédiaire de compteurs qui enregistrent les consommations de ces derniers pour ensuite être facturées. Ils existent trois (03) types de comptage que sont :

- Le comptage BTA (Basse tension).
- Le comptage HTA/BTA (Haute tension / Basse tension).
- Le comptage HTA (Haute tension).

Les comptages basse tension (BTA)

Ils se subdivisent en deux groupes :

- Les comptages simple tarif dont l'énergie consommée est enregistrée par des compteurs ordinaires pour des intensités comprises entre 3 et 30 A en monophasé et en triphasé.
- Les comptages double tarif dont l'intensité est supérieure à 30A. Pour ce cas de figure le client alimenté, est situé à quelques mètres du poste de distribution public et que la puissance demandée n'excède pas quelques kilowatts.

Les comptages (HTA/BTA)

Ce type de comptage est généralement utilisé pour les clients privés dont l'alimentation en énergie électrique nécessite la construction d'une ligne moyenne tension et d'un poste de transformation. Il peut être près de réseau ou même loin. Lorsque la puissance installée n'excède pas ces deux (02) méthodes de mesure, elle sera autorisée 1250 KVA, en plus de cette fonction, une autre mesure est nécessaire pour le compteur Côté HTA.

Les comptages haute tension (HTA)

Lorsque la puissance installée est supérieure à 1250 KVA, elle est mesurée côté HTA utilise des équipements spéciaux tels que les cellules de comptages. Utilisez ce type de comptage dans les industries où les besoins en énergie sont supérieurs à plusieurs kilovolts ampères. Cette possibilité fait Les clients peuvent installer de manière flexible plusieurs transformateurs avec un seul compteur d'énergie placé au poste de livraison [17].

Les compteurs utilisés pour ces trois (03) types de comptages sont :

- Les compteurs électromécaniques monophasés.
- Les compteurs électromécaniques triphasés .
- Les compteurs numériques.

2.6 Conclusion

L'électricité est devenue un bien essentiel, pour ne pas dire vital. La transition vers une économie bas carbone en dépend. Le numérique aussi. Or, les systèmes électriques doivent faire face à de nouveaux défis : décentralisation de la production et intégration des énergies renouvelables, arrivée des « réseaux intelligents » et de nouveaux usages comme le véhicule électrique.

Nous avons fait dans ce chapitre une étude générale du réseau électrique, avec l'étude de ses différents composants nécessaire au transport et à la distribution de l'énergie électrique.

L'objectif du prochain chapitre sera de modéliser une infrastructure de recharge d'une VE avec un système PV intégré au réseau.

Chapitre 3

Modélisation et conception d'un système PV intégré au réseau pour la recharge des VE

3.1 Introduction

La modélisation consiste à développer un ensemble d'équations ou de règles pour décrire le phénomène de manière simulable en fonction des moyens utilisés, elle a pour but de vérifier théoriquement le comportement de certains paramètres et de les optimiser tout en respectant certaines contraintes. Le modèle généré par la modélisation est utilisé pour prédire le comportement du système en fonction de la contrainte connue. Ces informations sont réalisées par modélisation et simulation [5].

Le système proposé dans cette étude est un système photovoltaïque connecté au réseau, qui se compose d'un réseau, d'une série de panneaux photovoltaïques et d'un convertisseur statique connecté à la batterie, avec une bonne valeur déterministe. Nous utilisons le logiciel MATLAB / Simulink pour contrôler la puissance, la tension et le courant, ainsi que la modélisation et la simulation. Ci-dessous, nous montrerons également un modèle de chaque élément qui compose le système.

3.2 L'outil Matlab/Simulink

MATLAB est un logiciel de calcul matriciel à syntaxe simple. Avec ses fonctions spécialisées, peut être aussi considéré comme un langage de programmation adapté pour les problèmes scientifiques. Aussi est un interpréteur: les instructions sont interprétées et exécutées ligne par ligne. Il fonctionne dans plusieurs environnements tels que X-Windows, Windows, Macintosh.

Il existe deux modes de fonctionnement:

1. Mode interactif: MATLAB exécute les instructions au fur et à mesure qu'elles sont données par l'utilisateur.
2. Mode exécutif: MATLAB exécute ligne par ligne un "fichier M" (programme en langage MATLAB).

L'environnement du MATLAB était représenté par :

- **Fenêtre Commande:** Dans cette fenêtre, l'utilisateur donne les instructions et MATLAB retourne les résultats.
- **Fenêtres Graphique:** MATLAB trace les graphiques dans ces fenêtres.
- **Fichiers M:** Ce sont des programmes en langage MATLAB (écrits par l'utilisateur).
- **Toolboxes:** Ce sont des collections de fichiers M développés pour des domaines d'application spécifiques (Signal Processing Toolbox, System Identification Toolbox, Control System Toolbox, u-Synthesis and Analysis Toolbox, Robust Control Toolbox, Optimization Toolbox, Neural Network Toolbox, Spline Toolbox, Chemometrics Toolbox, Fuzzy Logic Toolbox, etc).
- **Simulink:** C'est l'extension graphique de MATLAB permettant de travailler avec des diagrammes en blocs figure 3.1 [5].

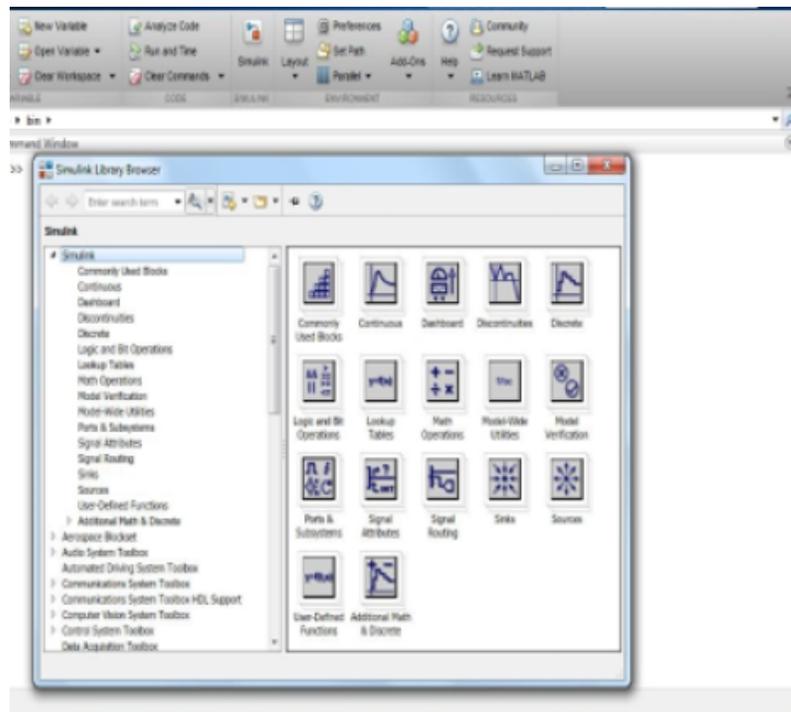


Figure 3.1: Bibliothèque SIMULINK

- **Blocksets:** Ce sont des collections de blocs Simulink développés pour des domaines d'application spécifiques (DSP Blockset, Power System Blockset, etc.).

3.3 Le pouvoir énergétique du soleil

Le soleil est à l'origine de la vie sur terre, et il vivra éternellement grâce à sa contribution continue. L'énergie, cette énergie est en effet très impressionnante. Il vient sous notre forme rayonnement électromagnétique qui nous illumine à travers l'espace et nous réchauffe Cultiver des plantes...

L'énergie solaire est produite par la réaction de fusion thermonucléaire de l'hydrogène hélium au cœur du soleil, ce processus produira des défauts de qualité Δm Converti en énergie $triangle E$ selon la célèbre relation d'Einstein :[18]:

$$\Delta E = \Delta m C^2$$

Chapitre 3. Modélisation et conception d'un système PV intégré au réseau pour la recharge des VE

C est la vitesse de la lumière dans le vide ($C = 2.99792108m/s$).

Presque toutes les sources d'énergie renouvelables proviennent du soleil, Utilisé directement pour l'énergie solaire (photovoltaïque ou photothermique) ou indirectement Énergie éolienne (réchauffement de la qualité de l'air), système hydraulique (circulation d'eau) et Énergie produite par la biomasse (chlorophylle) et la gravité (énergie marémotrice). Ceux-ci L'énergie est théoriquement inépuisable car elle est reproductible, mais elles sont limité à un moment et à un endroit donnés.[19]

L'énergie solaire est la plus disponible et la plus important. Cependant, la terre reçoit environ 15 000 énergie solaire chaque année Multiplié par le double de la consommation énergétique mondiale actuelle L'énergie solaire peut être utilisée:

- La première est de générer de la chaleur (solaire Chaleur).
- La seconde est la production d'électricité (solaire photovolta).

3.4 Description du notre système

La figure 3.2 montre l'architecture de notre étude du système PV connecté au réseau électrique, ce système alimente un parc des véhicules électriques [5]. Nous avons:

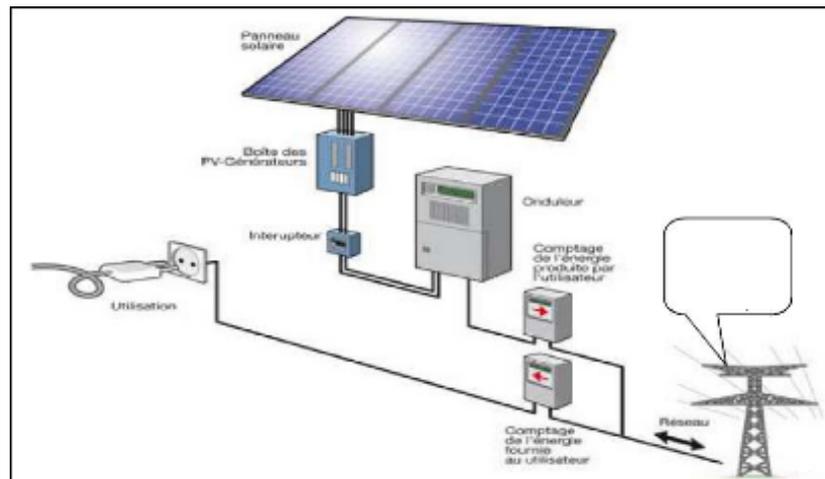


Figure 3.2: Architecture du système.

Un système PV: est composé d'une série des panneaux photovoltaïque connectés au redresseur CC qui fournit une puissance maximale en utilisant un algorithme MPPT.

Un réseau électrique qui est relié le deuxième source PV en utilisant un convertisseur AC/DC pour faciliter la combinaison, ensuite la sortie est relié aussi avec un convertisseur DC/AC pour alimenter les batteries des VE. [5]

3.5 Modélisation du générateur photovoltaïque

Le générateur photovoltaïque convertit la lumière en énergie électrique. c'est réalisé en reliant les panneaux en série et en parallèle. Dans cette étape, nous allons présenter les composants du système de conversion photovoltaïque. Comment la température, le rayonnement et les caractéristiques électriques de la charge changent, sont commandé par une plate-forme pour contrôler le système photovoltaïque avec une puissance maximale (MPPT). Afin d'atteindre cet objectif, nous avons choisi d'utiliser le logiciel MATLAB. C'est un outil de modélisation complet pour l'électrotechnique. Il offre la possibilité d'implémenter facilement des algorithmes à l'aide de la bibliothèque SIMULINK. Schéma fonctionnel de la chaîne de conversion photovoltaïque, figure 3.3.[6]

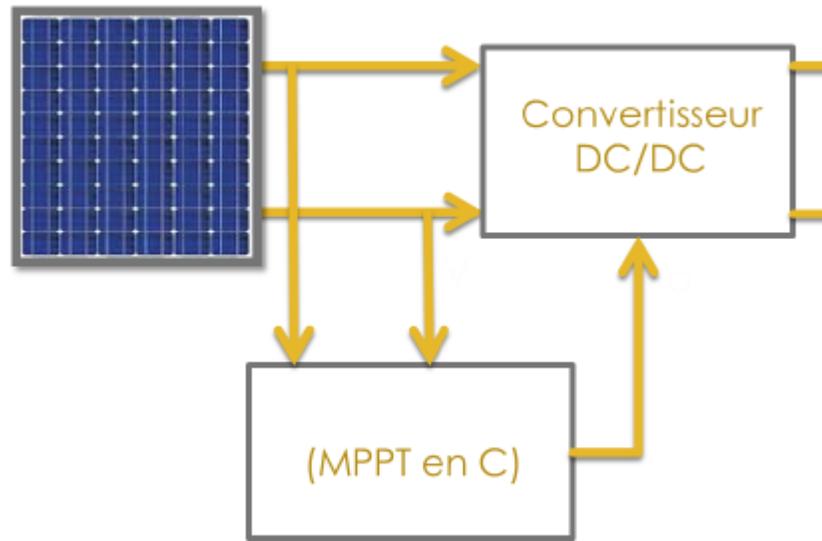


Figure 3.3: Architecture du système.

L'utilisation des circuits équivalents est convenable pour simuler les caractéristiques d'une cellule photovoltaïque. Le modèle consiste en un générateur de courant I_{ph} monté en parallèle avec une diode, une résistance série R_s et une résistance parallèle (résistance shunt) R_{sh} . Il est représenté par le circuit équivalent de la figure 3.4. [6]

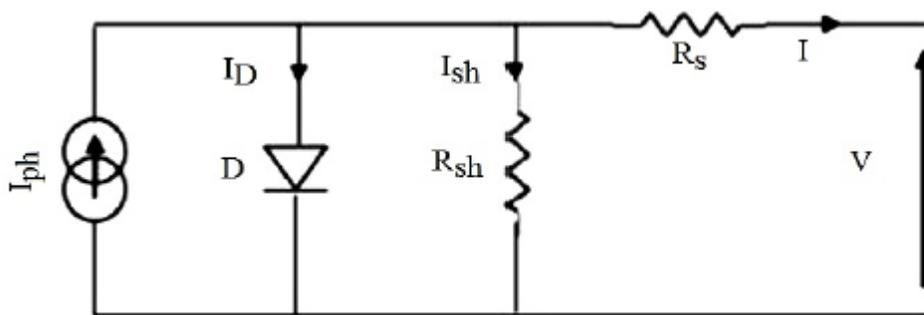


Figure 3.4: Schéma électrique équivalent de la cellule photovoltaïque Modèle à une diode

Ce circuit peut être utilisé pour une seule cellule, de même que pour un module constitué de plusieurs cellules ou pour un champ constitué de plusieurs modules. Le courant généré par un module photovoltaïque constitué de N cellules en série, en fonction

Chapitre 3. Modélisation et conception d'un système PV intégré au réseau pour la recharge des VE

de la tension V aux bornes est donné par la relation :

$$I = I_{ph} - I_0 \left[\exp\left(\frac{v + R_s I}{n V_t}\right) - 1 \right] - \frac{v + R_s I}{R_{sh}}$$

[6]

Avec:

I_{ph} : Photo-courant du module.

I_0 : Courant de saturation inverse de la diode.

n : Facteur d'idéalité de la jonction et n dans l'intervalle [1 1.5].

V_t : est la tension thermique du module pour un nombre N_s de cellules en série et définie par:

$$V_t = \frac{N_s k T}{q}$$

avec:

q : Charge de l'électron.

k : Constante de Boltzmann.

T : Température des cellules variant en fonction de l'éclairement et de la température ambiante par la relation:

$$T - T_a = \frac{G}{800 * N_{OCT} - 20}$$

[6] Avec:

T_a : Température ambiante.

N_{OCT} : Tension nominale de fonctionnement de la cellule (Nominal Operating Cell Temperature) dans les conditions suivantes:

Vitesse de vent supérieure à 1m/s.

$T = 20^\circ\text{C}$

avec : $G = 800\text{W}/\text{m}^2$

3.6 Caractéristiques de PV

La caractéristique de PV indique comment une cellule solaire réagira à toutes les charges possibles dans un ensemble des conditions d'ensoleillement et de la température. Les deux figures 3.5 et 3.6 exprime le phénomène IV (le courant en fonction du tension)et le phénomène PV (la puissance en fonction du tension).

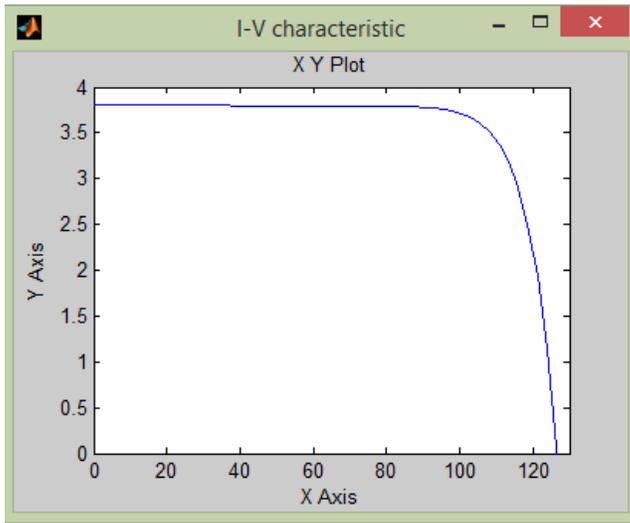


Figure 3.5: Caractéristique I-V

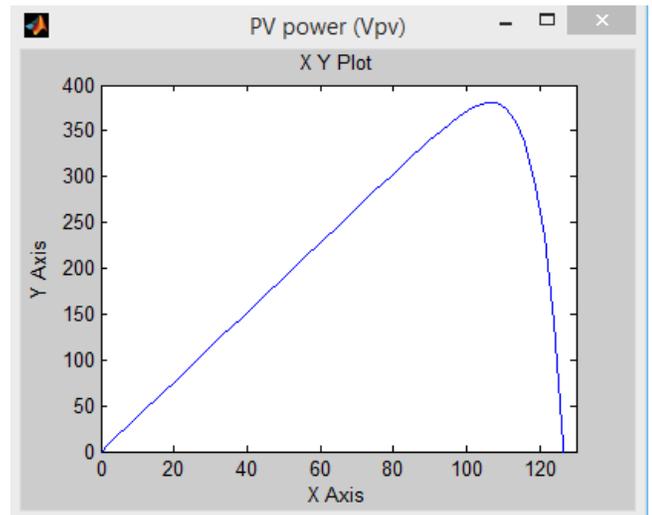


Figure 3.6: Caractéristique P-V

A l'école de ESSAT(École supérieure de science appliquée Tlemcen), les panneaux photovoltaïques sont à base du semi-conducteur 'silicium mono-cristallin'. Chaque panneau est composé de 72 cellules et une cellule individuelle ne produit qu'une très faible puissance électrique, pratiquement de 1 à 3W. Le tableau suivant 3.1 montre les paramètres nécessaires pour le PV utiliser:

Constructeur	Puissance nominale	Tension nominale	Tension à vide	courant nomiale
JIAWEI EUROPE	210 W	37,20 V	45,90 V	5,65 A

Table 3.1: Caractéristique du panneau PV utilis.

Nous pouvons définir:

Chapitre 3. Modélisation et conception d'un système PV intégré au réseau pour la recharge des VE

Puissance maximale: La puissance maximale fournie par le panneau photovoltaïque c'est le produit entre la tension de sortie de panneau photovoltaïque V_{op} et le courant de sortie de panneau photovoltaïque I_{op} [20]:

$$P_{max} = V_{op} * I_{op}$$

Puissance crête: La puissance électrique produite par un module est variée en fonction du rayonnement solaire, la puissance crête d'un module est la puissance donnée sous un éclairage de $1000W/m^2$ et pour la température de référence de $25^{\circ}C$ de la cellule [20].

Rendement: Le rendement passe par le point de puissance maximum et il dépend les conditions de fonctionnement électrique(courant,tension)des cellules. Il existe des principaux facteurs qui influencent directement sur le rendement de la cellule photovoltaïque [20] :

Absorption incomplète des photons Seuls les photons avec une énergie E telque: $E = h\nu$ supérieure à E_g (E_g :largeur de la bande interdite)sont absorbés. Avec:

E : L'énergie du photon.

h : La constante de Planck telque :

$$h = 6,63 * 10^{-34}[J * s]$$

v : La fréquence(en hertz).

Excès d'énergie: L'excès d'énergie des photons absorbés($h\nu-E_g$)n'est pas utilisé pour former des paires électron-trou.disparaît sous forme de chaleur.

Réflexion sur la surface: Seule une partie du flux entrant est absorbée dans le matériau. L'autre partie réfléchié par la surface est souvent perdue. Cette perte due au semi-conducteur peut être réduite par des traitements de surface pour forcer le rayonnement dans le semi-conducteu.

3.7 Caractéristique courant-tension d'un module

La modélisation des modules photovoltaïques doit passer par un choix judicieux de circuits équivalents dont les paramètres sont calculés expérimentalement à partir des caractéristiques courant-tension I-V. Les modèles mathématiques de cellules solaires sont essentiels pour optimiser les performances ou diagnostiquer tout fonctionnement des générateurs photovoltaïques. La détermination précise de ces paramètres reste un défi pour les chercheurs, ce qui a conduit à diversifier les modèles et les méthodes numériques dédiés à la caractérisation [21].

3.7.1 Influence de l'irradiation sur le générateur PV

Puisque la lumière du soleil est un paramètre très important dans le comportement des cellules Photovoltaïque. Les figures 3.7 et la figure 3.8 sont les courbes de comparaison des valeurs simulées et expérimentales pour différentes plages de rayonnement solaire. Cependant, lorsque le rayonnement solaire augmente de $400W/m^2$ à $1000W/m^2$, la tension augmente de 1V .

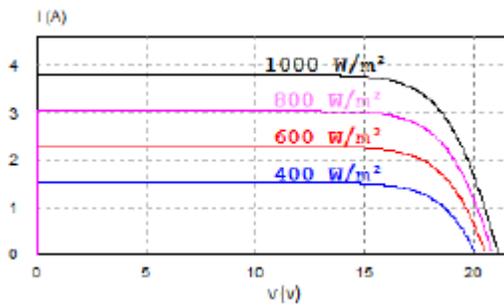


Figure 3.7: Les courbes I-V et P-V pour différentes valeurs d'irradiation

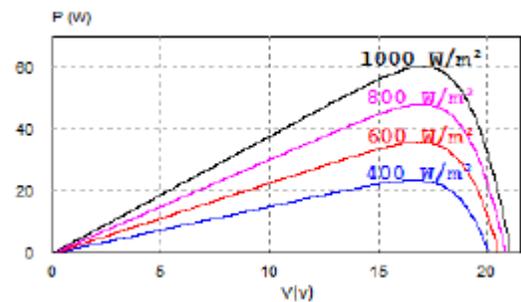


Figure 3.8: Les courbes P-V pour différentes valeurs d'irradiation

3.7.2 Influence de la température sur le générateur PV

Comme nous savons, les paramètres météorologiques, en particulier la température du réseau ne restent pas constante toute la journée, mais change considérablement. Il vaut alors la peine d'étudier l'influence de la variation moyenne de la température au cours du journée sur les performances du système optimisé. Pour plusieurs données de température entre 0 et 60°C et rayonnement solaire constant égal à $1000W/m^2$, nous avons présenté la caractéristique $I_{pv} = f(V_{pv})$ du générateur PV, les variations en fonction de la température de la fréquence du variateur.

On observe que l'évolution de la température implique une augmentation du courant du court circuit I_{cc} , en même temps nous remarquons une diminution nette de la tension en circuit ouvert V_{co} . L'augmentation de la température implique une diminution de la tension maximale V_m et un léger accroissement du courant maximale I_m) et encore une baisse dans la puissance maximale P_m). Figure 3.9

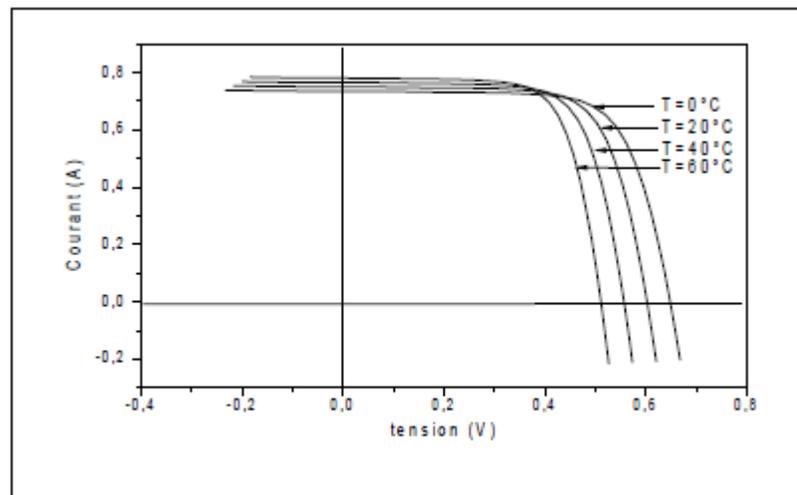


Figure 3.9: Influence de la température sur la caractéristique I-V d'une cellule solaire

3.7.3 Influence de la résistance série et la conductance shunt

La résistance série et la conductance shunt R_s et R_{sh} influent sur la caractéristique I-V du panneaux solaires surtout sous éclairément :

Influence de la résistance série

L'effet de la résistance série R_s sur la caractéristique I-V de la cellule solaire sous éclairage est exprimé sur la figure 3.10. Nous remarquons que la tension de circuit ouvert V_{co} et le courant du court circuit I_{cc} ne sont pas changés, mais la caractéristique se déforme rapidement sous l'effet de R_s . Cette influence implique une diminution de la pente de la caractéristique I-V dans la zone de fonctionnement du cellule qui est indiqué comme une source de tension si R_s augmente.

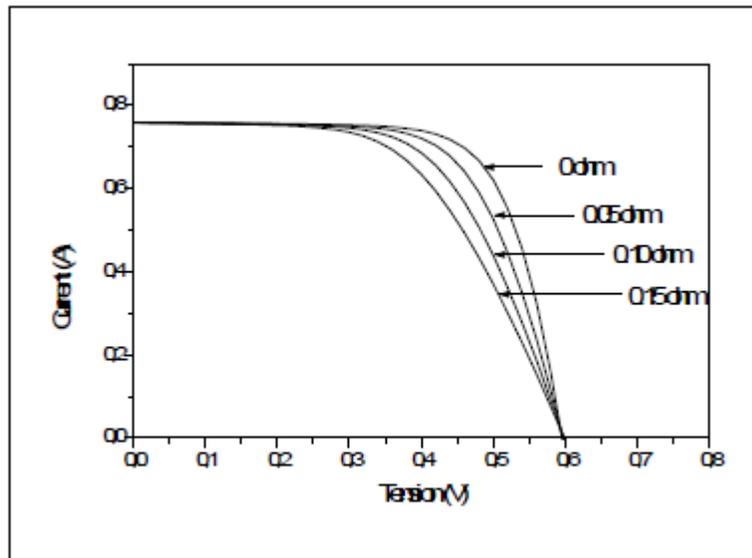


Figure 3.10: Influence de la résistance série sur la caractéristique I-V d'une cellule solaire éclairée

Influence de la conductance shunt (parallèle)

La figure 3.11 suivante explique l'effet de la résistance parallèle R_{sh} ou (R_p) sur le courbe I-V de la cellule solaire sous éclairage. Nous remarquons que la tension de circuit ouvert V_{co} et le courant du court circuit I_{cc} ne sont pas changés, mais la caractéristique se change rapidement, cette effet est exprimé par une augmentation de la pente de la caractéristique I-V de la cellule dans la zone correspondant à un fonctionnement comme une source de courant (basse tension).

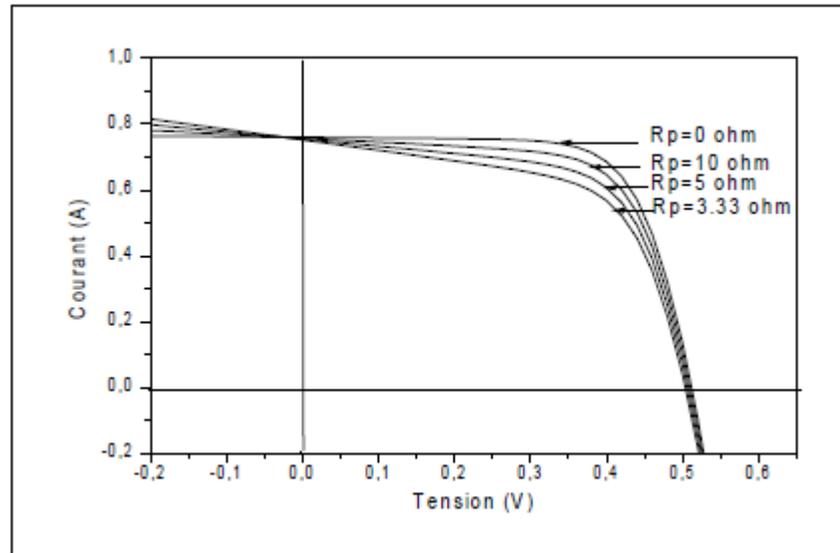


Figure 3.11: Influence de la résistance shunt sur la caractéristique I-V d'une cellule solaire éclairée

3.7.4 Influence de l'association série/parallèle des cellules PV

La cellule génère une petite d'énergie avec une voltage faible. Pour générer une puissance forte, les cellules PV peuvent être associées en série (tension croissante) et en parallèle (courant croissant) pour former un champ PV.

Influence de l'association série des cellules PV

La figure 3.18 et la figure 3.13 montrent une association en série de cellules fournit dans sa sortie une tension égale à la somme des tensions partielles et un courant égale à la valeur d'entrée d'une seule panneau.

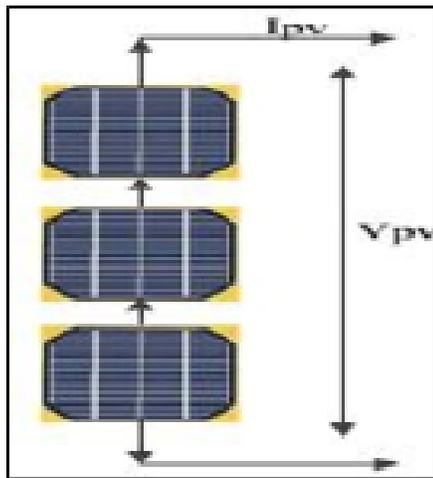


Figure 3.12: Association des modules solaires en série

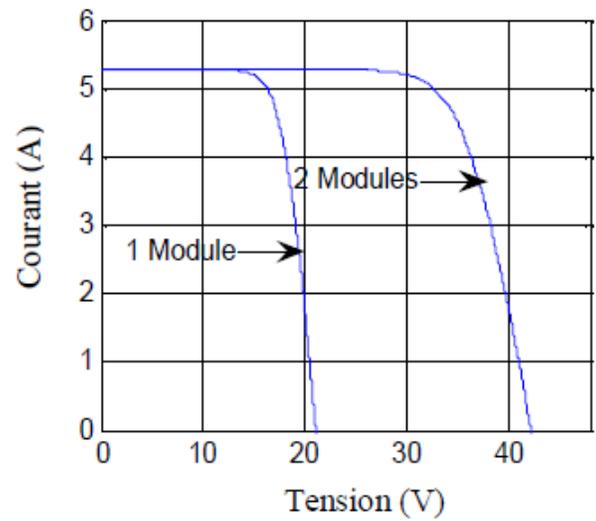


Figure 3.13: Caractéristique I-V des cellules photovoltaïques raccordées en série

Influence de l'association parallèle des cellules PV

La figure 3.14 et la figure 3.15 indiquent l'association parallèle de cellules solaires fournit un courant égal à la somme des courants individuels et une tension égale à celle d'une seule cellule.

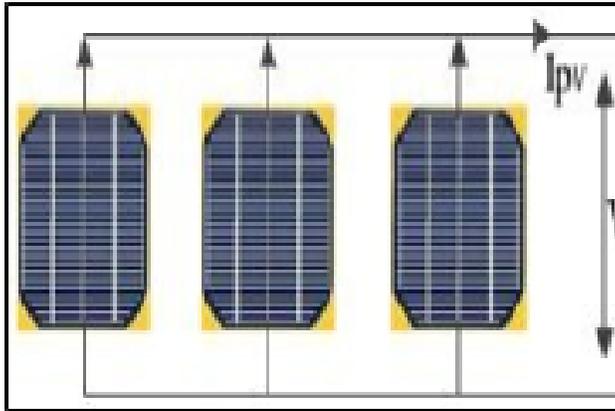


Figure 3.14: Association des modules solaires en parallèle

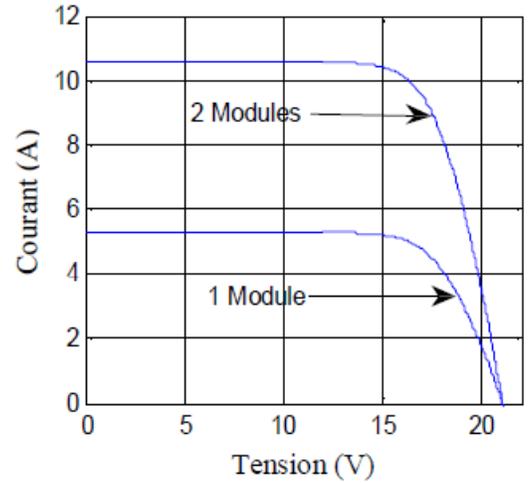


Figure 3.15: Caractéristique I-V des cellules photovoltaïques raccordées en parallèle

Et alors, l'équation suivante indique l'association parallèle:

$$I_{PCC} = N_p \cdot I_{cc}$$

$$V_{PCO} = V_{CO}$$

3.8 Description de l'évolution des paramètres en fonction de la température

3.8.1 Le courant de court circuit I_{cc}

Dans la figure 3.16 nous avons des courbes I-V mesurées à une température variable sous un éclairement constante de $100mW/cm^2$ pour une cellule au silicium. D'après cette effet, nous pouvons voir l'augmentation de la température implique à une augmentation

du courant de court circuit I_{cc} . Nous avons également remarqué une augmentation linéaire de I_{cc} avec la température dans l'intervalle de 288 à 323K.

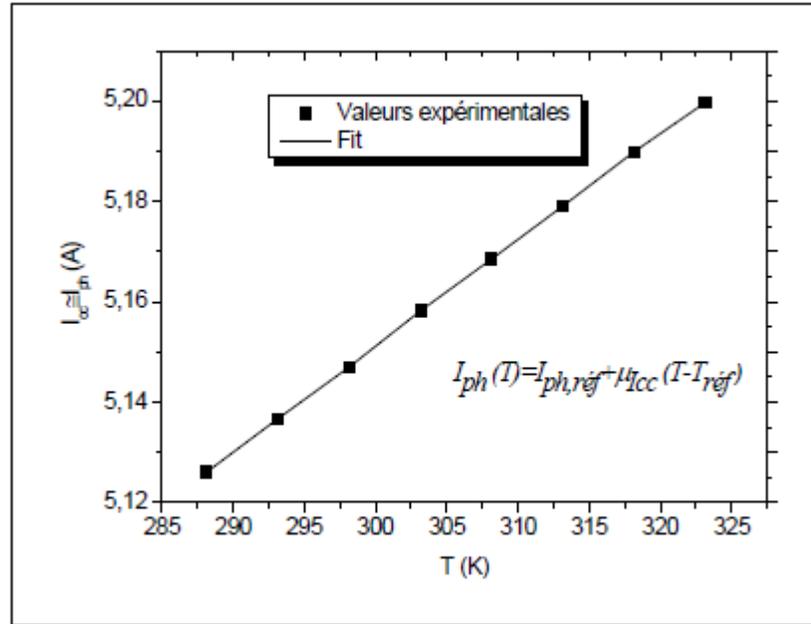


Figure 3.16: L'évolution du courant de court circuit ($I_{cc}=I_{ph}$) en fonction de température.

3.8.2 La tension de circuit ouvert V_{co}

Dans la courbe illustrée sur la figure 3.17, nous pouvons voir que l'augmentation de la température mène à une diminution de V_{co} . Le comportement thermique de V_{co} sous un éclairage constant est montré dans la figure 3.17 sous une irradiance de $100mW/cm^2$.

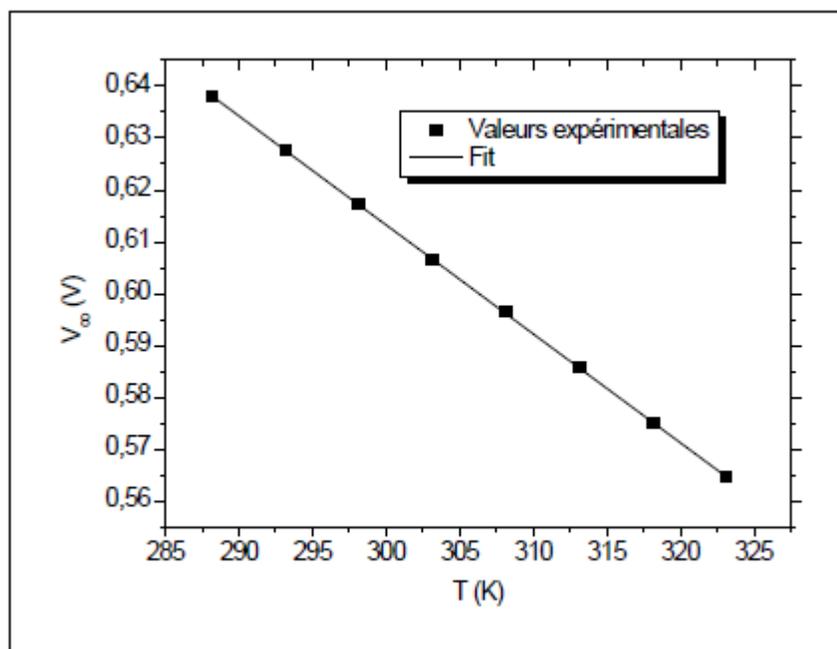


Figure 3.17: La tension en circuit ouvert V_{co} d'une cellule solaire au silicium poly-cristallin en fonction de la température.

3.8.3 Le facteur de forme FF

La variation de FF avec la température dans la gamme 288-323 K pour les cellules solaires au silicium poly cristallin est illustrée dans la figure 3.18, avec un éclairement de $100mW/cm^2$, le FF diminue avec l'augmentation de la température. Ce ci est vrai pour l'ensemble des cellules solaires.

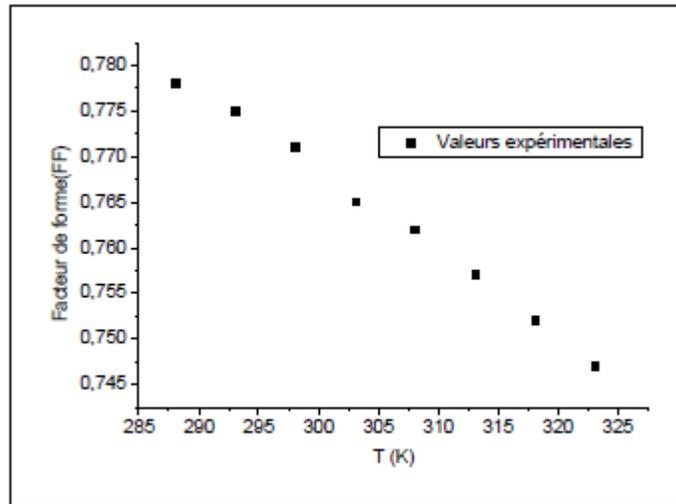


Figure 3.18: Variation de FF avec la température dans la gamme 288-323 K pour la cellule solaire au silicium poly cristallin.

3.9 Protection d'un GPV

Quand nous plaçons une installation photovoltaïque, il faut assurer la protection électrique de cette installation afin d'augmenter sa durée de vie en évitant les pannes destructrices liées à combinaison des cellules et de leurs fonctionnement. Donc, deux types de protection sont classiquement utilisés dans les installations actuelles :

1. La protection en cas de connexions en parallèle de modules PV pour éviter les courants négatifs dans les générateur PV (diode anti-retour).
2. La protection lors de la mise en série.

3.10 Configuration du système étudiée

La configuration étudiée se compose d'un générateur solaire PV, MPPT, un hacheur survolteur (boost), un onduleur de tension triphasé, batteries et le réseau électrique (grid). Le modèle global du système représenté par la (Fig 3.19) est constitué de:

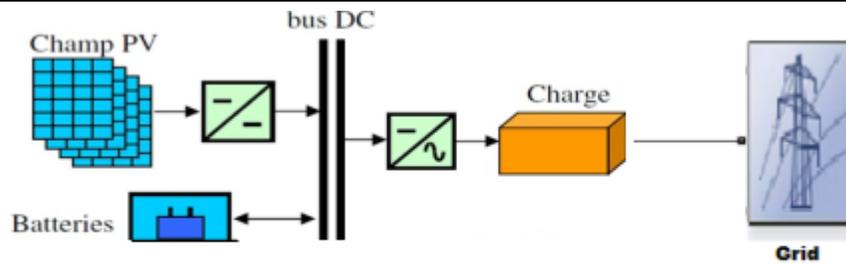


Figure 3.19: GPV relié au réseau par l'intermédiaire d'un hacheur et d'un onduleur.

3.10.1 Un générateur photovoltaïque

Un générateur photovoltaïque PV est l'ensemble des cellules solaires, des connexions, des pièces de protection, des supports, etc. Dans la présente modélisation, l'accent est mis uniquement sur la cellule/module/réseau. Les cellules solaires sont constituées d'une jonction p-n fabriquée dans une fine tranche ou couche de semi-conducteur (généralement du silicium). Dans l'obscurité, la caractéristique de sortie I-V d'une cellule solaire présente une caractéristique exponentielle similaire à celle d'une diode. Lorsque l'énergie solaire (photons) frappe la cellule solaire, avec une énergie supérieure à l'énergie de la bande interdite du semi-conducteur, les électrons sont arrachés aux atomes du matériau, créant des paires électron-trou. Ces porteurs sont séparés sous l'influence des champs électriques internes de la jonction p-n, et créent un courant proportionnel au rayonnement incident. Lorsque la cellule est en court-circuit, ce courant circule dans le circuit externe. Lorsqu'elle est en circuit ouvert, ce courant est dérivé en interne par la jonction p-n. Ce courant est dérivé en interne par la diode intrinsèque de la jonction p-n.

Le circuit équivalent du GPV est présenté sur la (Fig 3.20)

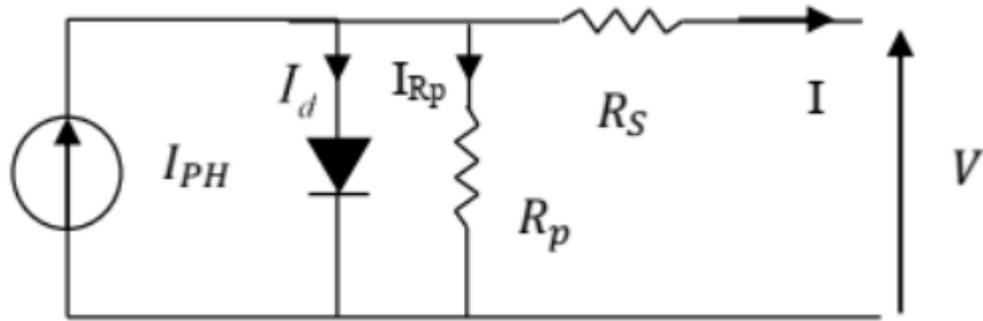


Figure 3.20: Circuit équivalent d'un module PV.

3.10.2 Philosophie du MPPT

Les cellules photovoltaïques sont utilisées pour fournir de l'énergie à de nombreuses d'applications électriques. Afin d'obtenir la puissance maximale du panneau solaire, vous devez utiliser un point tracker La puissance maximale (MPPT : Maximum Power Point Tracker) est utilisée pour le contrôle changements dans les caractéristiques de courant-tension de cellule. Nous avons vu que, les cellules ont les caractéristiques des cellules et leur évolution en fonction de l'éclairage ou température.

Le terme MPPT ou Maximum Power Point Tracking maximum, par une certaine méthode (la recherche): c'est un problème de se tenir au plus haut point. Les caractéristiques de puissance peuvent y être conservées quelle que soit l'évolution de la température, lumière du soleil ou autre.

Pour avoir la meilleure connexion entre le GPV, la charge et produire la meilleure puissance, le Maximum Power Point Tracking (MPPT) a été développé depuis 1968, ces genres de contrôleurs forcent le générateur à travailler à son Maximum Power Point (MPP) induisant une amélioration du rendement du système.

Le rendement d'un MPPT est défini par:

$$\eta_{MPPT} = \frac{\int_0^t P_m(t).dt}{\int_0^t P_{max}(t).dt}$$

Avec:

P_m : Puissance mesurée produite par le panneau PV sous le contrôle MPPT.

P_{max} : Puissance maximale qu'il pouvait produire sous la même température et le même ensoleillement.

3.10.3 Les convertisseurs DC-DC pour les systèmes d'énergie solaire

Un Convertisseurs DC-DC est type de hacheur que peut être réalisé à l'aide d'interrupteur électronique commandable à l'ouverture et à la fermeture tels que les thyristors, les transistors bipolaires ou MOSFET fonctionnant en régime de commutation (tout ou rien). Le principe du hacheur consiste à établir puis interrompre périodiquement la liaison source-charge à l'aide de l'interrupteur électronique. Celui ci doit pouvoir être fermé ou ouvert à volonté afin d'avoir une tension de sortie continue réglable. Les convertisseurs DC-DC (ou hacheurs) sont utilisés dans les systèmes d'énergie solaire pour adapter la source DC variable (panneau PV) à la charge qui demande en général une tension DC constante .

3.10.4 Convertisseur BOOST

Ou hacheur parallèle, est une alimentation à découpage qui convertit une tension continue en une autre tension continue de plus forte valeur.

Principe de fonctionnement

Le fonctionnement d'un convertisseur Boost peut être divisé en deux phases distinctes selon l'état de l'interrupteur Q, figure 3.21.

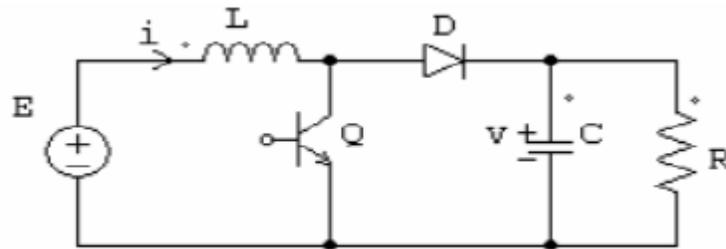


Figure 3.21: schéma de base d'un convertisseur Boost

- Une phase d'accumulation d'énergie : lorsque l'interrupteur Q (voir figure 1) est fermé (état passant), cela entraîne l'augmentation du courant dans l'inductance donc le stockage d'une quantité d'énergie sous forme d'énergie magnétique. La diode D est alors bloquée et la charge est alors déconnectée de l'alimentation.
- Lorsque l'interrupteur est ouvert, l'inductance se trouve alors en série avec le générateur et sa f.é.m. s'additionne à celle du générateur (effet survolteur). Le courant traversant l'inductance traverse ensuite la diode D , le condensateur C et la charge R . Il en résulte un transfert de l'énergie accumulée dans l'inductance vers la capacité. En mode de conduction continue, on a les formes d'ondes de courant et de tension de la figure 3.22

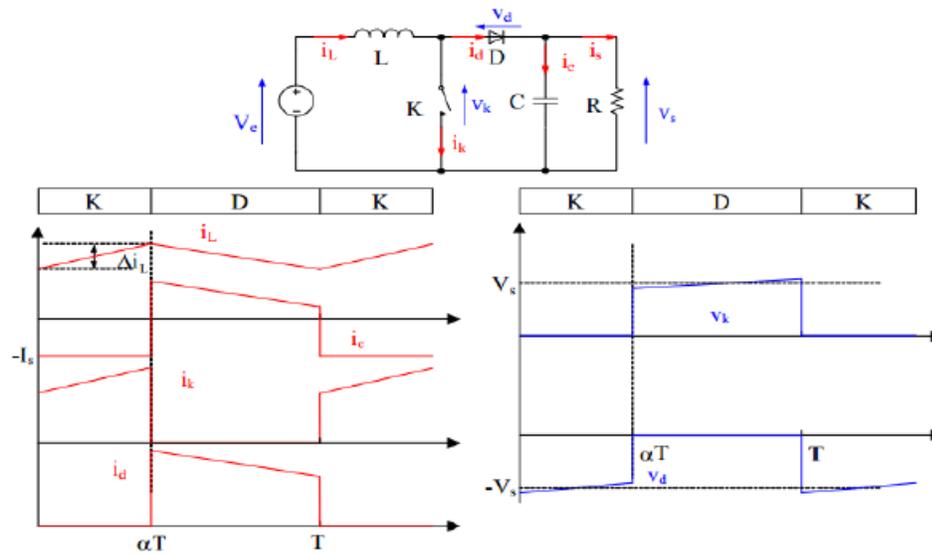


Figure 3.22: Formes d'ondes du convertisseur Boost (courants à gauche, tension à droite)

Application

On utilise un convertisseur boost pour augmenter la tension disponible d'une source continue.

Les systèmes alimentés par batterie d'accumulateurs utilisent souvent plusieurs accumulateurs en série afin de disposer d'un niveau de tension suffisamment élevé. La place disponible étant souvent limitée, il n'est pas toujours possible de disposer d'un nombre suffisant d'éléments. Un convertisseur boost permet d'augmenter la tension fournie par les batteries et ainsi diminuer le nombre d'éléments nécessaires pour atteindre le niveau de tension désiré. Les véhicules hybrides ainsi que les systèmes d'éclairage sont deux exemples typiques d'utilisation des convertisseurs boost.

1. Les convertisseurs boost sont utilisés dans des applications de faible puissance comme les systèmes d'éclairage portatifs. Une diode électroluminescente blanche nécessite une tension de 2,7 à 3,6 V environ pour fonctionner, un convertisseur boost permet d'augmenter la tension fournie par une pile de 1,5 V afin de réaliser une lampe torche faible consommation [22].

2. Les convertisseurs boost peuvent aussi délivrer des tensions bien plus élevées afin d'alimenter les tubes à cathode froide présents dans le rétro-éclairage des écrans à cristaux liquides ou les flash des appareils photo par exemple [22].
3. Une automobile hybride comme la Toyota Prius utilise un moteur électrique, nécessitant une tension de 500 V. Sans convertisseur boost, cette automobile devrait embarquer 417 éléments d'accumulateurs NiMH connectés en série pour alimenter ce moteur. Cependant, la Prius n'utilise que 168 éléments ainsi qu'un convertisseur boost afin de passer la tension disponible de 202 à 500V [22].

3.10.5 Convertisseur Buck

Un convertisseur Buck, ou hacheur série, il convertit une tension continue en une autre tension continue de plus faible valeur.

Principe de fonctionnement

Le fonctionnement d'un convertisseur Buck peut être divisé en deux configurations suivant l'état de l'interrupteur Q, figure 3.23 [22].

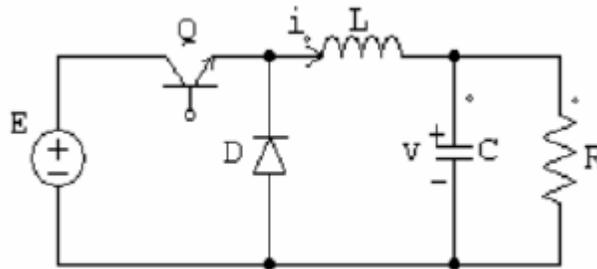


Figure 3.23: Schéma de base d'un convertisseur Buck

Le fonctionnement d'un convertisseur Buck peut être divisé en deux configurations suivant l'état de l'interrupteur Q (voir figure I.5) :

1. Dans l'état passant, l'interrupteur Q (voir figure I.5) est fermé, la tension aux bornes de l'inductance vaut.

Chapitre 3. Modélisation et conception d'un système PV intégré au réseau pour la recharge des VE

2. Le courant traversant l'inductance augmente linéairement. La tension aux bornes de la diode étant négative, aucun courant ne la traverse.
3. Dans l'état bloqué, l'interrupteur est ouvert. La diode devient passante afin d'assurer
4. Continuité du courant dans l'inductance. La tension aux bornes de l'inductance vaut.
5. Le courant traversant l'inductance décroît.
6. Lorsque ce convertisseur fonctionne en mode de conduction continue, on a les formes d'ondes de courant et de tension de la figure 3.24.

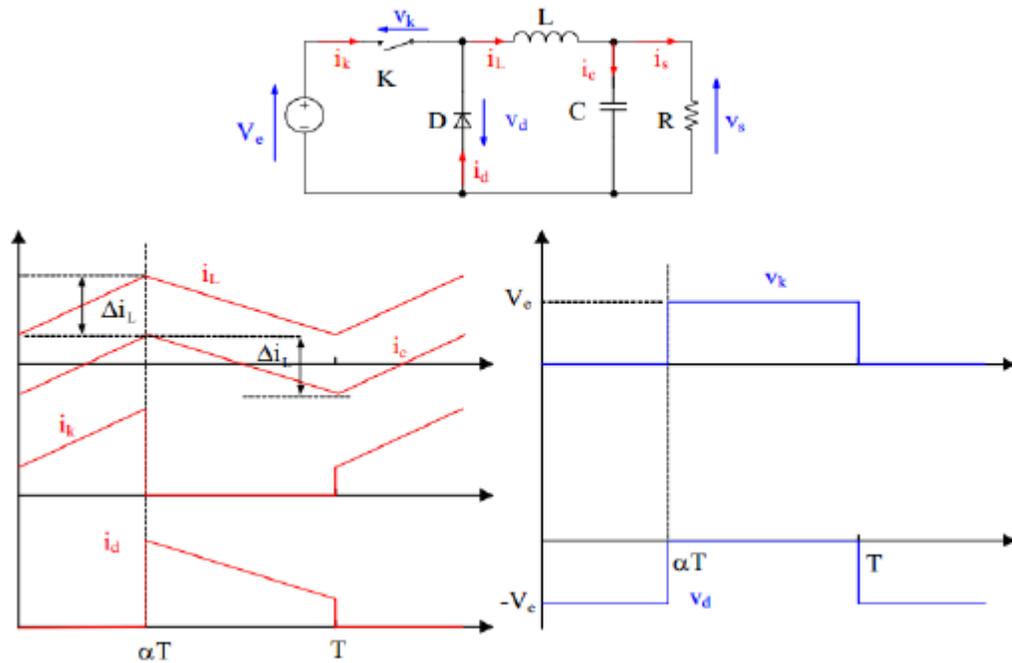


Figure 3.24: Formes d'ondes du convertisseur Buck (courants à gauche, tension à droite)

Application

Ce type de convertisseur est utilisé pour des applications que l'on peut classer en deux catégories :

Chapitre 3. Modélisation et conception d'un système PV intégré au réseau pour la recharge des VE

1. Les applications visant à obtenir une tension continue fixe (et parfois régulée) à partir d'un générateur de tension continue supérieure [22].
2. Conversion des 12-24V fournis par une batterie d'ordinateur portable vers les quelques Volts nécessaires au processeur [22].
3. Conversion de la tension du secteur redressée en continu fixe.
4. Les applications permettant d'obtenir une tension réglable mais toujours inférieure à celle présente à l'entrée [22].
5. Variateur de tension continue.

Pour ces deux catégories d'application, on souhaite également que l'impédance interne du système ainsi créée soit faible - du même ordre de grandeur que celle du générateur qui alimente le dispositif - ce qui interdit l'usage d'un diviseur de tension dissipant sous forme de chaleur l'excès de tension et possédant un faible rendement ce qui est rédhibitoire pour les applications d'électronique de puissance.

Un convertisseur Buck bien conçu possède un fort rendement (jusqu'à 95) et offre la possibilité de réguler la tension de sortie [22].

3.10.6 Filtre LC

Le filtre LC élimine les harmoniques de découpage presque parfaitement et son comportement est quasiment idéal lorsqu'on travaille à vide (courant de sortie nul) et avec des signaux de fréquences proches de la fréquence fondamentale [23].

Pour pouvoir connecter l'onduleur de tension en parallèle avec le réseau et le faire pour fonctionner en source de courant, il faut utiliser un filtre de raccordement inductive (L ou LCL). La fonction de ce filtre permet d'une part de transformer le compensateur en un dipôle de courant du point de vue du réseau, d'autre part de réduire la dynamique du courant, de façons de rendre le contrôle plus facile.

Le filtre de type (L) peut réduire les harmoniques près de la fréquence de commutation. Pour obtenir cela, la valeur de cette inductance doit être relativement élevée, cependant cette augmentation peut mettre en péril la capacité compensation du système. Le filtre (LCL) est une autre méthode de raccordement [23].

3.10.7 Les batteries

La batterie lithium-ion (Li-Ion), comme toute batterie, est une batterie de stockage électrochimique qui utilise le lithium sous forme ionique. Il libère de l'électricité grâce à l'échange réversible d'ions lithium entre deux électrodes :

Généralement anode en graphite et cathode en oxyde métallique. Cet échange a lieu dans l'électrolyte liquide. Une batterie lithium-ion se compose de plusieurs cellules, qui sont connectées les unes aux autres par des configurations séries et parallèles selon la tension nécessaire et les besoins énergétiques de l'appareil ou de la charge qu'elle est destinée à alimenter.

Il est nécessaire de définir quelques concepts de base pour décrire et caractériser. Lors du traitement de divers documents sur ce sujet, la batterie va vieillir. La première chose à noter est que le nom « batterie lithium-ion » couvre une large gamme de batteries avec différentes compositions électrochimiques [24].

3.10.8 Le réseau électrique

Il représente le réseau électrique de distribution publique d'amplitude $V_r = 583$ V et de fréquence $f = 50$ Hz.

3.11 Simulation et résultats

Pour prouver la conception du système de charge d'un VE. La simulation de ce système a été divisée en quatre sous-systèmes:

- Simulation du convertisseur statique.
- Simulation du générateur PV.

- Simulation du batteries.
- Simulation du réseau électriques.

3.11.1 La simulation de convertisseur DC-DC

Le convertisseur DC-DC peut donner la même tension en sortie qu'en entrée mais stabilisée et équilibré. Il y a deux tension à déterminer : La tension d'entrée (input) qui est en général celle de GPV et la tension de sortie (output) qui est celle du récepteur à alimenter (batterie). La tension d'entrée est définie par une plage de tension assez large car elle est amenée à varier en fonction de l'éclairément solaire. La tension de sortie est constante mais peut être réglable. Figure 3.25 montre ce bloc:

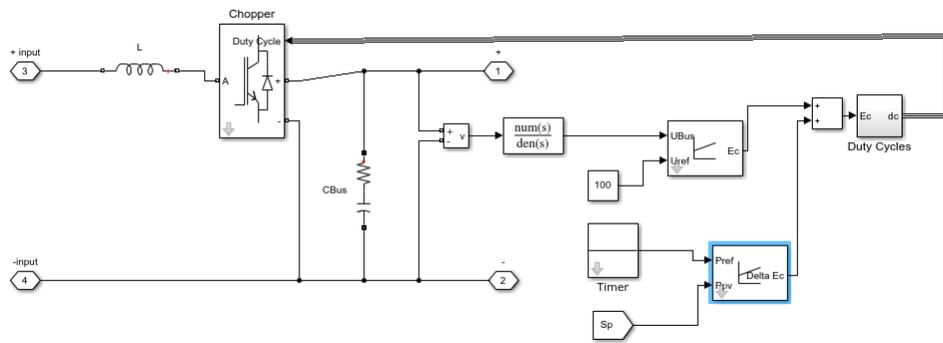


Figure 3.25: Schéma bloc d'un convertisseur DC-DC

Si $S1=1$ le circuit fonctionne comme boost convertter(amplificateur de tension),
figure 3.26



Figure 3.26: Caractéristique de la tension de sortie et d'entrée du hacheur BOOST

Commentaire

La tension de sortie subie un régime transitoire oscillant puis un régime permanent, le signal du sortie de l'hacheur est supérieure à celle d'entrée et c'est ça son rôle.

Si $S_2=1$ le circuit fonctionne comme buck converter(abaisseur de tension), figure 3.27

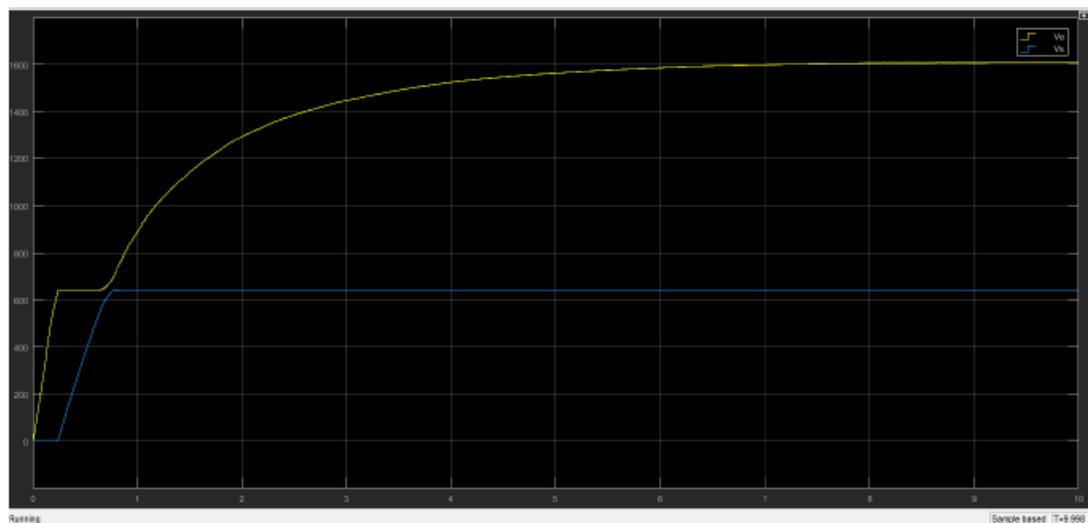


Figure 3.27: L'allure de tension d'entrée et du sortie de BUCK

Commentaire

Chapitre 3. Modélisation et conception d'un système PV intégré au réseau pour la recharge des VE

La tension de sortie est stable, le signal du sortie de l'hacheur est inférieure à celle d'entrée et c'est ça son rôle.

3.11.2 Simulation du générateur PV

Irradiation solaire

Pour réaliser ce système, nous avons utilisé un ensoleillement de $1000W/m^2$ et une température de $25^\circ C$ comme la figure 3.28 montre :

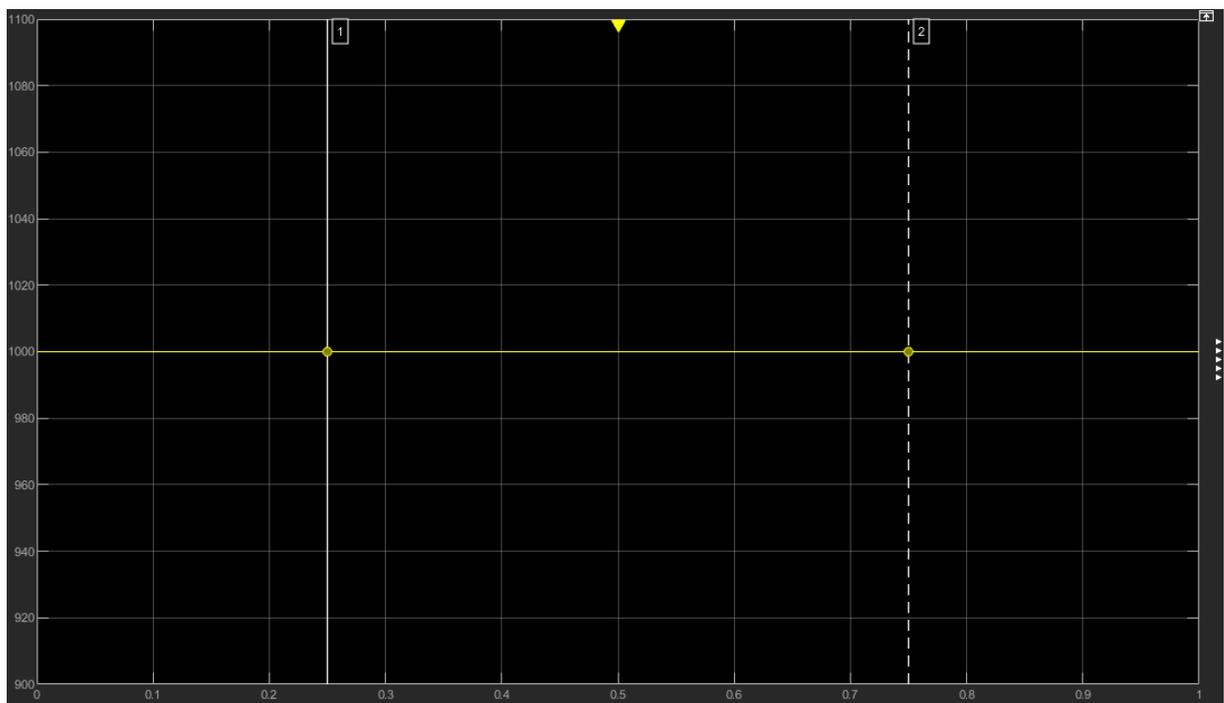


Figure 3.28: Irradiation solaire constante de $1000W/m^2$

Un générateur PV avec MPPT

Nous avons réaliser un générateur PV avec MPPT qui sont reliées en série comme la figure3.29 montre:

Chapitre 3. Modélisation et conception d'un système PV intégré au réseau pour la recharge des VE

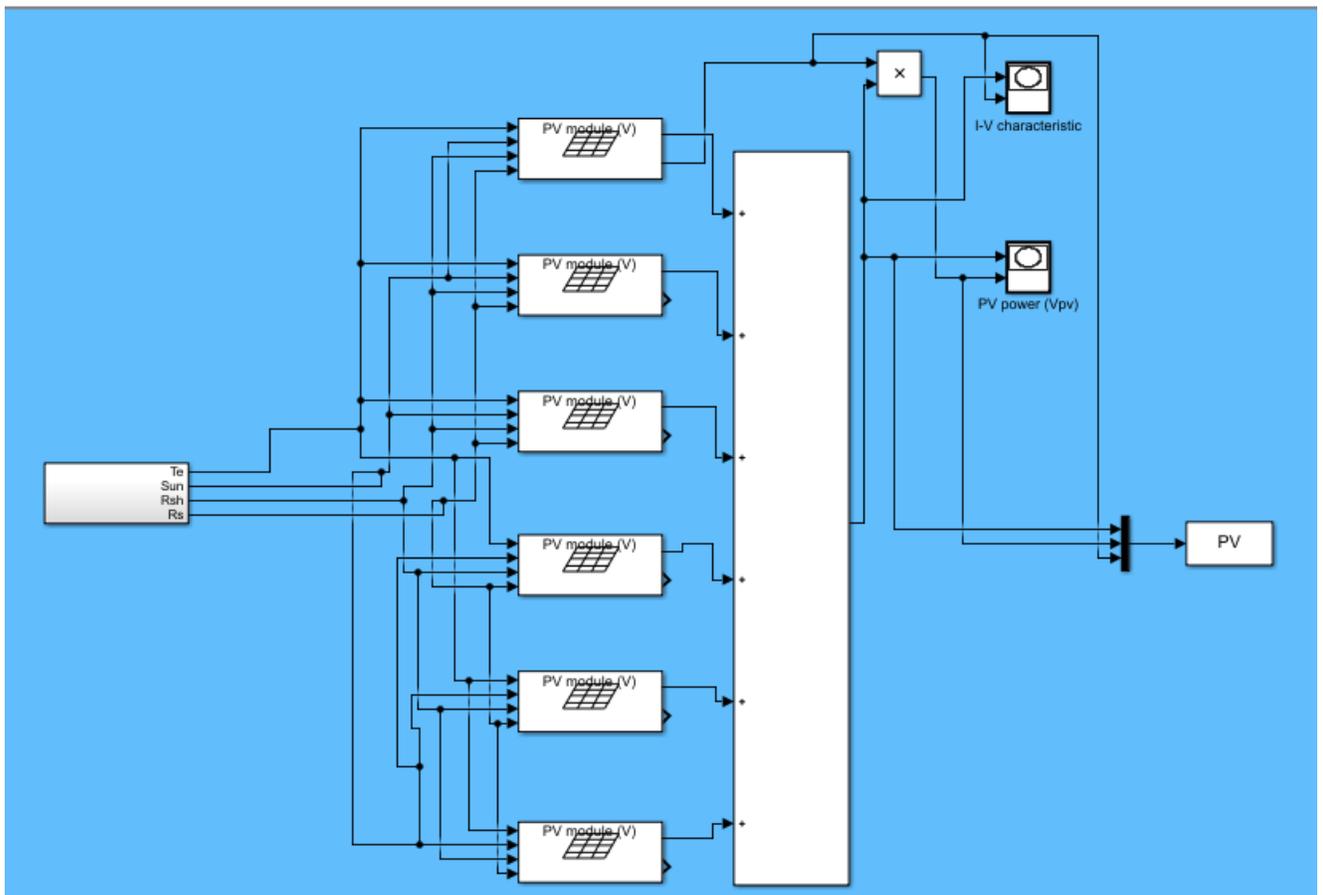


Figure 3.29: Un GPV sur MATLAB

Les résultats obtenus de cette simulation sont illustrés dans la figure 3.30 et la figure 3.31

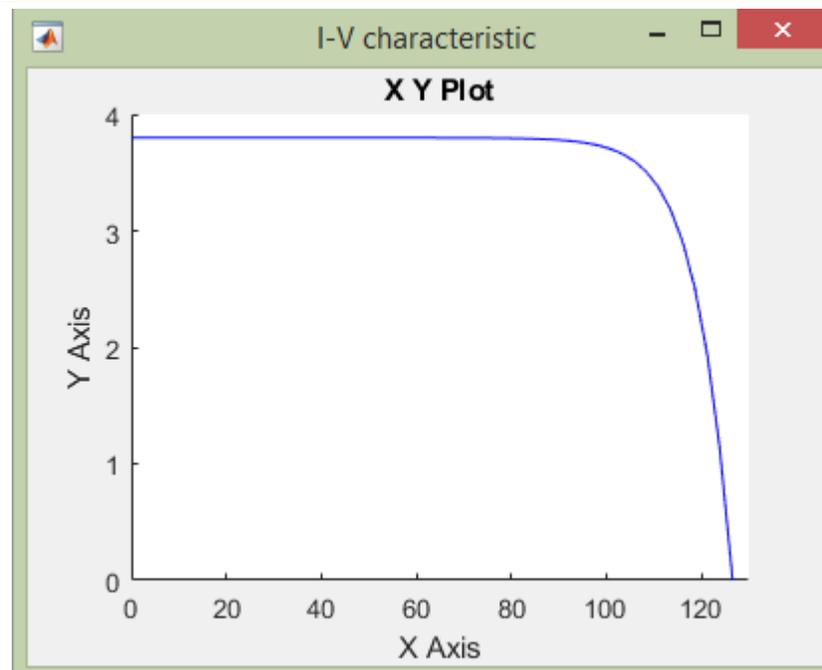


Figure 3.30: Les caractéristiques V-I

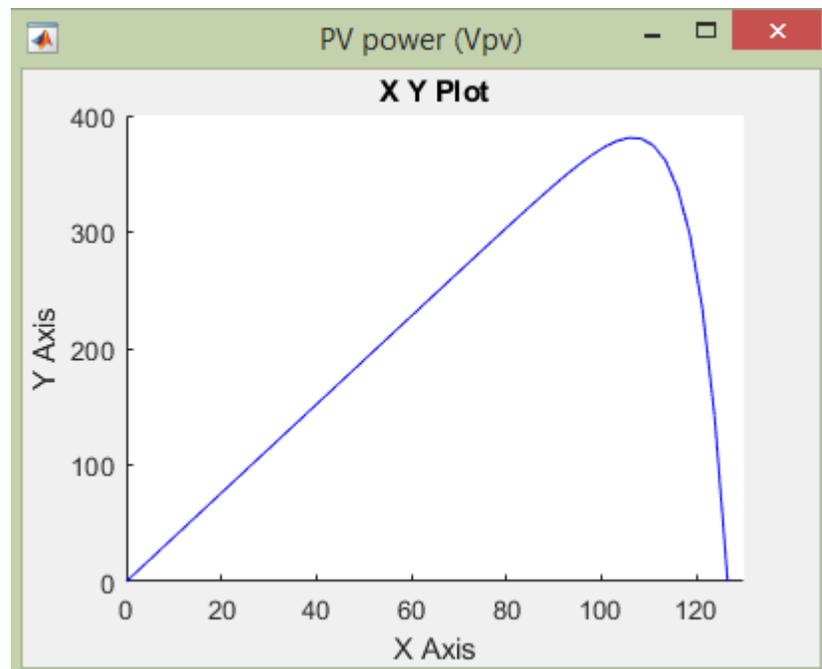
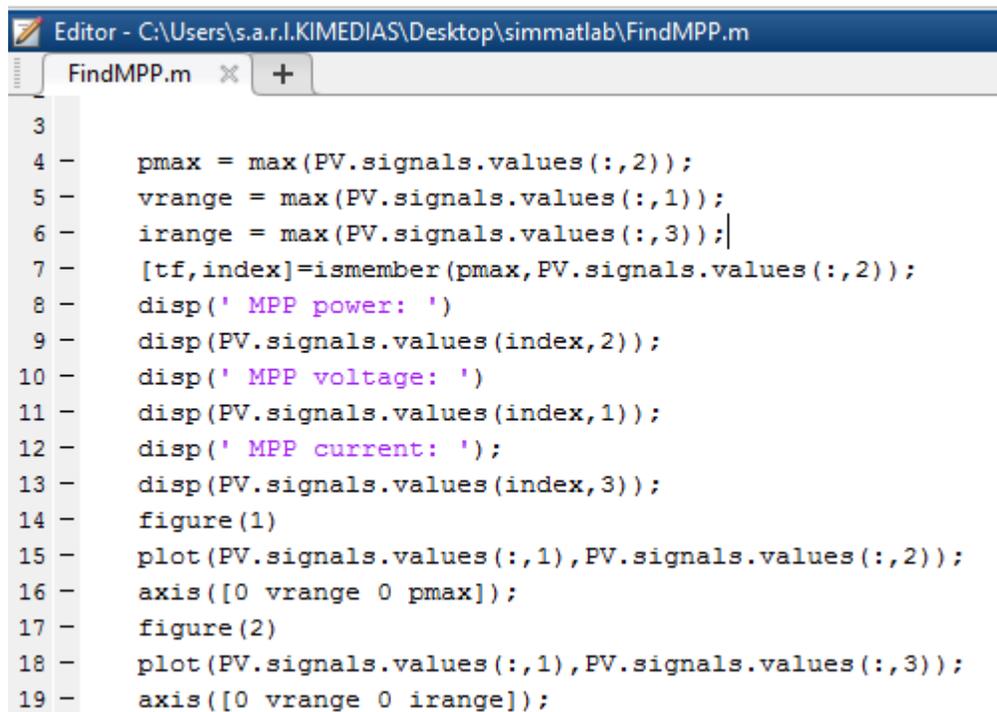


Figure 3.31: l'allure de puissance pour PV

Le programme de MPPT ci-dessous dans la figure 3.32 est exprimé en MATLAB

pour obtenir la valeur maximale du puissance :



```
Editor - C:\Users\s.a.r.I.KIMEDIAS\Desktop\simmatlab\FindMPP.m
FindMPP.m x +
3
4 - pmax = max(PV.signals.values(:,2));
5 - vrange = max(PV.signals.values(:,1));
6 - irange = max(PV.signals.values(:,3));
7 - [tf,index]=ismember(pmax,PV.signals.values(:,2));
8 - disp(' MPP power: ')
9 - disp(PV.signals.values(index,2));
10 - disp(' MPP voltage: ')
11 - disp(PV.signals.values(index,1));
12 - disp(' MPP current: ');
13 - disp(PV.signals.values(index,3));
14 - figure(1)
15 - plot(PV.signals.values(:,1),PV.signals.values(:,2));
16 - axis([0 vrange 0 pmax]);
17 - figure(2)
18 - plot(PV.signals.values(:,1),PV.signals.values(:,3));
19 - axis([0 vrange 0 irange]);
```

Figure 3.32: Programme MPPT sur MATLAB

Commentaire

Pour assurer le fonctionnement d'un GPV a son point de puissance maximale (PPM), contrôleurs MPPT sont utilisé, nous avons remarqué que, la puissance, le courant et la tension délivrés par le GPV sont réglable, nous pouvons constater que le point de fonctionnement du GPV (rendement maximale) dépend de la puissance maximale , l'inclinaison du panneau (90°), température et aussi l'éclairement. Les caractéristiques du PV sont correctement affichées dans les signaux précédentes .

3.11.3 Simulation du batteries

Beaucoup de modèles sont nécessaires pour simuler exactement le comportement du batterie. Le schéma bloc de la figure 3.33 permet de calculer le point de fonctionnement en fonction du courant demandé, de la température (SOC %) et le voltage . Le signal du sortie de la batterie est illustré dans la fig 3.34 .

Chapitre 3. Modélisation et conception d'un système PV intégré au réseau pour la recharge des VE

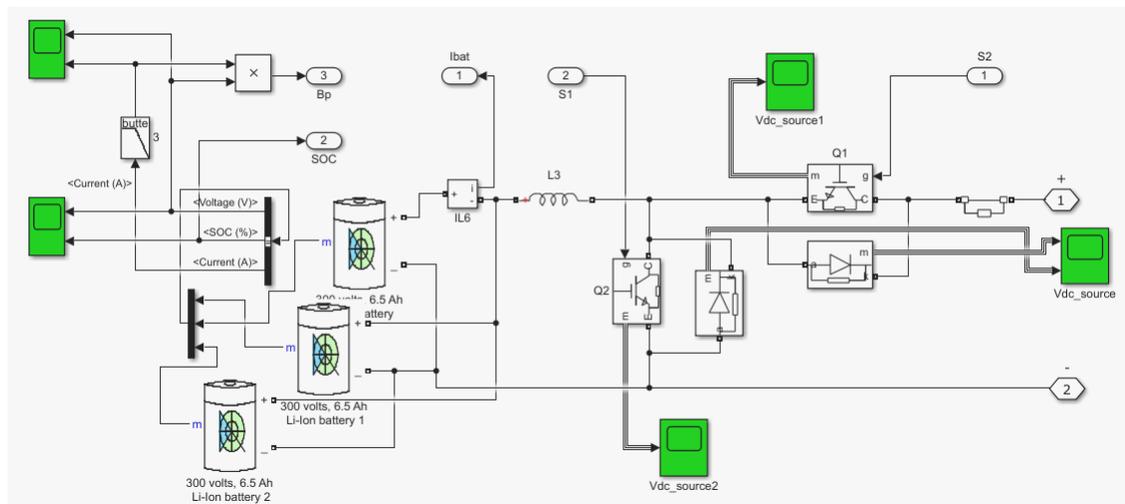


Figure 3.33: Schéma bloc du batteries

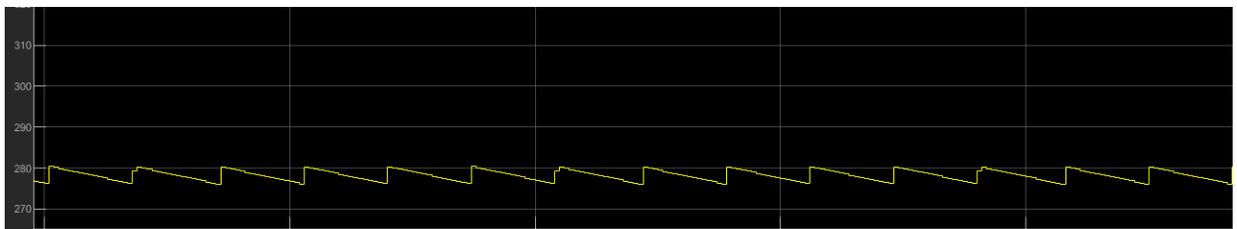


Figure 3.34: signal du sortie de batterie

Commentaire

Ce modèle est basé sur un schéma électrique. Il définit la tension à la borne de la batterie dépend de certains paramètres, tels que courant appliqué, son état de charge et de décharge. Il prend en compte l'efficacité de charge pour calculer l'évolution de son état de charge, qui est un phénomène propre aux batteries au lithium, entraînant d'importantes montée de tension en fin de charge.

3.11.4 La simulation du réseau électrique

la figure 3.35 représente le schéma bloc d'un onduleur au côté réseau pour convertir la tension continu en tension alternatif et un filtre raccordé avec un réseau BT pour le lissage de tension (Inductance de 0.36 H) avec une fréquence de 50Hz [25].

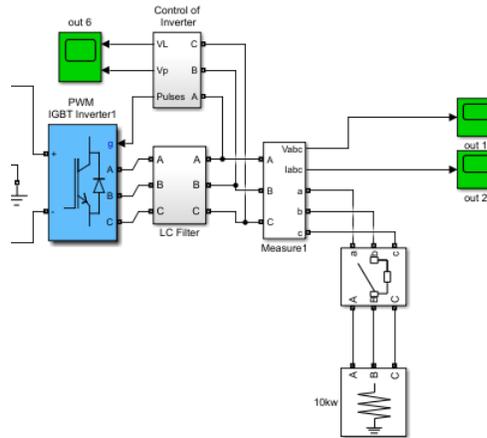


Figure 3.35: Le schéma bloc du réseau électrique

Nous avons converti le courant continu en courant alternatif comme les figures montrent, dans le but de faciliter le couplage des deux sources électriques dans le bus DC.

3.11.5 La simulation du système globale

La simulation est réalisée à l'aide du logiciel Matlab/Simulink. Notre système est une combinaison de deux sources d'énergies : photovoltaïque et réseau, cette combinaison est assurée la compensation entre ces deux [25].

En général, ce système globale est un système connecté à un hacheur survolteur (boost), ce dernier est connecté sur le bus continu d'un onduleur de tension triphasé qui est connecté au réseau électrique (grid).

La figure 3.36 représente le schéma bloc du système globale.

Chapitre 3. Modélisation et conception d'un système PV intégré au réseau pour la recharge des VE

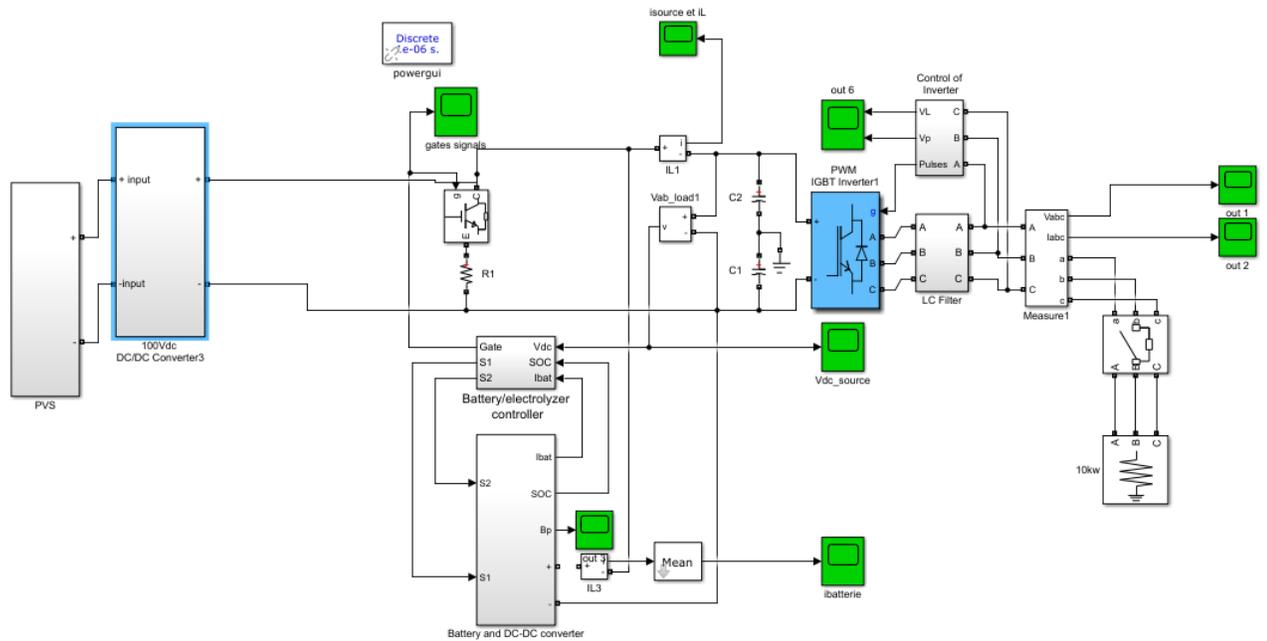


Figure 3.36: Modélisation complète du système PV connecté au réseau

Le réseau triphasé a trois grandeurs sinusoïdales de même fréquence, déphasées entre elles de $2\pi/3$, et ayant même valeur efficace, forment un système triphasé équilibré comme la figure 3.37 montre ci-dessous.

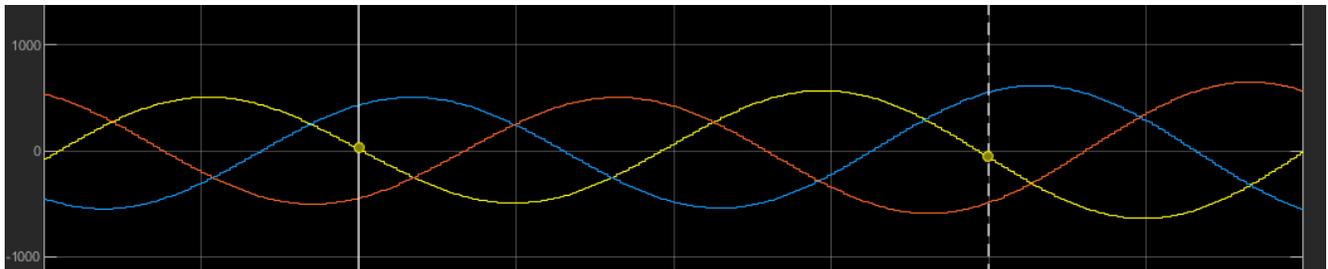


Figure 3.37: L'allure de la tension triphasée du réseau

D'après la figure 3.37, nous observons que la tension fourni au réseau par le système photovoltaïque est sinusoïdale et équilibré.

3.12 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présentés une description des différentes étapes de simulation d'un GPV raccordé au réseau, et illustré les schémas block réalisés sous simulink et nous avons passé en revue quelques concepts sur le soleil et son pouvoir énergétique et ses caractéristiques de rayonnement. Ensuite, nous avons décrit les convertisseurs, les systèmes photovoltaïques, leurs caractéristiques I-V, leurs circuits équivalents et leurs principaux grandeurs caractéristiques, mécanisme et recherche de la conversion photovoltaïque et l'influence de divers paramètres (éclairage, température et résistance parasite série et parallèle) en fonction de leurs caractéristiques, nous avons aussi étudié la protection d'un GPV et le plus important nous traitons la philosophie de MPPT .

Conclusion générale

Le contexte politique, économique et énergétique actuel appuie le développement de la production, le transport, la distribution et la consommation de l'énergie électrique en Algérie. Ce développement favorisera la mise en oeuvre du programme national des énergies renouvelables (EnRs) et de l'efficacité énergétique; ce qui indique clairement la volonté de notre pays d'encourager l'utilisation d'une électricité à la fois efficiente et faiblement carbonée. D'où l'enjeu de l'intégration des EnRs dans les réseaux électriques dans les meilleures conditions techniques, économiques et sécuritaires.

L'énergie électrique principalement distribuée sous forme d'un système triphasé sinusoïdale permet de fournir la puissance électrique nécessaire aux équipements et matériels de l'électrotechnique. C'est particulièrement l'aspect de sinusoïdal de la tension d'origine qu'il est nécessaire de conserver, afin de lui préserver ses qualités essentielles pour la transmission de la puissance utile aux équipements terminaux.

Lorsque la forme d'onde de la tension n'est pas sinusoïdale, on rencontre alors des perturbations qui génèrent des dysfonctionnements et des échauffements des récepteurs et appareillages raccordés sur un même réseau d'alimentation électrique.

La qualité de l'énergie dans les réseaux électriques est un paramètre important dans leurs développements. La généralisation des charges déformantes dans les réseaux de distribution Basse Tension (BT) nécessite d'apporter les solutions adaptées pour remédier à ces perturbations par la mise en place de solutions passives, actives ou hybrides.

Ce travail a pour objectif d'étudier l'impact de l'installation photovoltaïque (PV) connectée au réseau électrique interne sur la qualité de la tension.

La mesure va permettre d'obtenir une image précise des paramètres du réseau électrique, nécessaire et indispensable pour analyser et évaluer la tension, pour une bonne recharge des batteries.

Pour cela, nous avons commencé par l'installation d'une infrastructure de recharge d'une VE à partir d'un système PV intégré au réseau.

Nous avons ensuite défini la structure de réseau électrique, et le fonctionnement de ce dernier.

Les résultats de la simulation montrent que cette méthode de poursuite atteint le MPP rapidement et avec une stabilité remarquable.

La thématique de ce projet m'a apporté de nouvelles connaissances dans le domaine des énergies renouvelables et en particulier l'énergie solaire qui est en grande évolution ces derniers temps.

Références

- [1] A. H. Arab, S. Bouchakour, S. O. Amrouche, K. Abdeladim, S. Semaoui, B. Taghezouit, A. Razagui, S. Boulahchiche, F. Tobbal, and N. Yassaa, “Qualité de la tension au point d’injection du système photovoltaïque du cder,” *Revue des Energies Renouvelables*, vol. 20, no. 1, pp. 1–9, 2017.
- [2] B. Chauchat, “Chargeur de batteries intégré pour véhicule électrique,” Ph.D. dissertation, Institut National Polytechnique de Grenoble-INPG, 1997.
- [3] A. Daanoune, “Contribution à l’étude et à l’optimisation d’une machine synchrone à double excitation pour véhicules hybrides,” Ph.D. dissertation, Université de Grenoble, 2012.
- [4] V.-L. Nguyen, “Couplage des systèmes photovoltaïques et des véhicules électriques au réseau: problèmes et solutions,” Ph.D. dissertation, Université de Grenoble, 2014.
- [5] C. BERNARD, C. Sebrao-Oliveira, B. Laval, and C. Vaudouer, “Panneau photovoltaïque et algorithme mppt à base de logique floue,” *rapport rédigé dans le cadre de l’UV BA04-Energie renouvelables, automne*, 2009.
- [6] K. Kety, K. Amou, K. Sagna, K. Tepe, Y. Lare, and K. Napo, “Modélisation et simulation d’un générateur photovoltaïque: Cas du module polycristallin ecoline lx-260p installé au dispensaire de sévagan (togo),” *Revue des Energies Renouvelables*, vol. 19, no. 4, pp. 633–645, 2016.
- [7] A. ACADEMIQUE, “Impact du développement du parc automobile électrique sur les réseaux électriques belges, pour la recharge dans le secteur résidentiel.”
- [8] N. Taverdet-Popiolek, D. Quénard, F. Thais, S. Vinot, and O. Wiss, “Étude de cas mettre l’innovation sur la trajectoire du facteur 4: la mobilité solaire en 2030.”
- [9] B. Berseneff, “Réglage de la tension dans les réseaux de distribution du futur,” Ph.D. dissertation, Université de Grenoble, 2010.
- [10] E. VOLEAC, “Le réseau électrique, un élément indispensable pour la vie moderne,” 2009.

-
- [11] J.-L. LILIEN, “Transport et distribution de l’énergie électrique,” *Cours donné à l’Institut d’Electricité Montefiore-Université de Liege*, vol. 92, 2006.
- [12] L. Abbassen, “Etude de la connexion au réseau électrique d’une centrale photovoltaïque,” Ph.D. dissertation, Université Mouloud Mammeri, 2011.
- [13] F. Hamoudi, “Réseaux de transport et de distribution électrique,” *Polycopié, Université A/Mira-Bejaia*.
- [14] O. Richardot, “Réglage coordonné de tension dans les réseaux de distribution à l’aide de la production décentralisée,” Ph.D. dissertation, Institut National Polytechnique de Grenoble-INPG, 2006.
- [15] A. Bouallaga, “Gestion énergétique d’une infrastructure de charge intelligente de véhicules électriques dans un réseau de distribution intégrant des énergies renouvelables.” Ph.D. dissertation, Université Lille 1 Sciences et Technologies, 2015.
- [16] A. ABDOUNE, “Modélisation et optimisation du système photovoltaïque,” Ph.D. dissertation, Université Mohamed Boudiaf-M’Sila, 2012.
- [17] M. Karim and I. Belkacem, “Etude et dimensionnement des protections du poste électrique 66/30 kv de zarzaitine,” Ph.D. dissertation, Université Mouloud Mammeri, 2017.
- [18] C. BOUTGHAN and A. CHAKER, “Optimisation de la conversion photothermique par les surfaces sélectives, nature et taille de l’absorbeur.”
- [19] S. Bensalem, “Effets de la température sur les paramètres caractéristiques des cellules solaires,” Ph.D. dissertation, 2018.
- [20] M. Messaoud, “Etude et optimisation d’un modèle de conversion d’énergie photovoltaïque. application au pompage,” 2017.
- [21] R. Khezzar, M. Zereg, and A. Khezzar, “Comparaison entre les différents modèles électriques et détermination des paramètres de la caractéristique i_v d’un module photovoltaïque,” *Revue des énergies renouvelables*, vol. 13, no. 3, pp. 379–388, 2010.
- [22] S. Atchoum, “Réalisation d’un convertisseur buck-mppt,” 2017.
- [23] A. CHEBANA, “contrôle d un système photovoltaïque connecte au reseau,” Master’s thesis, 2014.
- [24] M. Taïki Vaïtchemé, “Modélisation et simulation d’un système de stockage intégré dans un micro-réseau autonome solaire-éolien,” Ph.D. dissertation, Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue, 2019.

-
- [25] G. CHEIKH and A. DAOUD, “Étude des techniques d’hybridation entre les différentes sources d’énergie électrique.” Ph.D. dissertation, Mr. ABDELLAOUI Ghouti, 2020.