**THEME**: **Etude et installation d’un système hybride (Energie solaire photovoltaïque et réseau électrique « Senelec ») cas d’une maison F2**

PLAN

Introduction générale

**Chapitre1** **Généralité sur les systèmes solaires photovoltaïques**

I**ntroduction**

1. **Technologie du générateur photovoltaïque**

*1.1* la cellule photovoltaïque

*1.1.1*  Caractéristique

*1.1.2* Type de cellules

*1.1.3* Paramètres de qualité

*1.1.4* Le dopage

*1.2* Paramètre de performance de la cellule photovoltaïque

1. **Les composants d’une installation solaire photovoltaïque** 
   1. Les panneaux solaires
   2. Les batteries
   3. Le régulateur
   4. L’onduleur
   5. Les conducteurs

**Chapitre2** **Dimensionnement du système photovoltaïque**

1. **Détermination des grandeurs**
   1. Détermination du besoin énergétique
   2. Calcul du nombre de panneaux
   3. Calcul des batteries
   4. Calcul des régulateurs
   5. Calcul des onduleurs
   6. Calcul des sections des conducteurs

**Chapitre3** **Couplage entre réseau Senelec solaire photovoltaïque**

1. **Fonctionnement hybride de l’installation**
   1. Schéma hybride de fonctionnement
   2. L’inverseur de connexion
2. **Diagnostique du système** 
   1. Les appareillages de protection
   2. La maintenance

**Introduction générale**

La consommation d’énergie est liée au développement économique. Force est de constater qu’aussi bien en termes de production que de consommation, l’Afrique reste aujourd’hui, avant tout, une terre en crise énergétique représentant un véritable frein à son développement. Avec 14% de la population mondiale, l’Afrique ne représente que 3,20% environ par rapport à la consommation mondiale d’énergie primaire. La plupart des pays de l’Afrique subsaharienne, et le SENEGAL en particulier, ont encore aujourd’hui un déficit taux d’accès à l’électricité. La consommation de l’énergie électrique est précédée de la production, du transport et de la distribution aux consommateurs ; ce qui représente un fardeau financier pour l’électrification des sites isolés. Les besoins en électricité des pays mentionnés ci-dessus sont majoritairement satisfaits par des centrales thermiques ; par conséquent, le coût de l’énergie électrique est en permanence tributaire du coût des hydrocarbures, lequel ne cesse d’augmenter. En outre, l’utilisation des combustibles fossiles donne lieu à l’émission de nombreux polluants et de gaz à effet de serre. Paradoxalement, l’Afrique dispose d’un énorme potentiel énergétique peu ou presque pas exploité : le soleil (74% du continent reçoit un ensoleillement moyen annuel supérieur à 1900kWh/m²/an), ce qui plaide en faveur du développement des systèmes d’énergie solaire dans ces régions. Alors, ceci n’est pas dû à un manque de ressources d'énergie, mais au mauvais état des infrastructures existantes et au manque de visibilité vis-à-vis des technologies alternatives, notamment les énergies renouvelables. Les systèmes de secours (groupes électrogènes, accumulateurs d’énergie) sont toujours indispensables, en raison des perturbations dues à une forte variabilité de la demande des utilisateurs que connaît le réseau électrique basse tension. A ce jour, les techniques développées selon le lieu d’utilisation et les puissances demandées offrent la possibilité de combiner plusieurs systèmes de production d’énergie (systèmes hybrides). Ces nouvelles technologies ont l’avantage de pouvoir alimenter en électricité aussi bien des réseaux locaux isolés que le réseau existant. L’hybridation des sources de production d’énergie peut se présenter actuellement comme une alternative énergétique rationnelle par rapport aux sources conventionnelles pour l’électrification des zones rurales et des villes. En effet, la disponibilité locale et le coût nul de la matière première (soleil, vent), l’augmentation du prix et la raréfaction des énergies fossiles, ainsi que les problèmes de pollution engendrés par ces derniers militent en faveur de l’utilisation des énergies renouvelables. On distingue plusieurs types de systèmes hybrides à savoir (liste non exhaustive) :

- Systèmes d’énergie hybride PV/Diesel avec ou sans stockage ;

- Systèmes d’énergie hybride Eolien/PV/Diesel avec ou sans stockage ;

- Systèmes d’énergie hybride Eolien/PV avec ou sans stockage ;

- Systèmes d’énergie hybride Eolien/Diesel ;

- Systèmes d’énergie hybride PV/SENELEC (ou autres fournisseurs d’énergies).

Ces systèmes sont caractérisés par leur aspect modulaire et peuvent être installés à proximité

Des utilisateurs, en zones isolées ou en milieu urbain.

Ce mémoire se focalise sur l’étude des systèmes hybrides PV/SENELEC.

Dans ce contexte général, cette étude s’intéresse à la filière photovoltaïque et consiste essentiellement à la modélisation et au raccordement du système photovoltaïque au réseau électrique. Le mémoire présenté est organisé en quatre chapitres.

**Le premier chapitre** se chargera de la description générale et du principe de fonctionnement des systèmes photovoltaïques.

**Le second chapitre** consiste à faire le dimensionnement de notre installation. **Le troisième chapitre** sera consacré au couplage du système hybride et les simulations de notre réalisation. De nous intéresser la maintenance du système

**Chapitre 1 : Généralités sur le système solaire photovoltaïque**

**Introduction**

L’électricité est produite à partir de la lumière du soleil au moyen d’installations photovoltaïques. Celles-ci alimentent des sites isolés ou le réseau de distribution général. Le solaire photovoltaïque, c’est la transformation du rayonnement solaire en électricité, à partir du moment où les photons (particules de lumière) mettent en mouvement les atomes de matériaux semi-conducteurs (généralement le silicium), qui constituent les cellules photovoltaïques présentes dans les capteurs. Le module photovoltaïque est un assemblage en série de cellules photovoltaïques, protégées par un verre sécurité antireflet, il crée un courant électrique continu qui circule dans les capteurs. L’onduleur intervient ensuite pour convertir le courant continu produit par le photovoltaïque en courant alternatif, compatible avec celui du réseau de distribution de l’électricité.

Enfin, le compteur mesure l’électricité qui est fournie au réseau.

Aujourd’hui, grâce à sa fiabilité et à son concept respectueux de l’environnement,

Le photovoltaïque prend une place prépondérante.

Ainsi, les éléments d’un système solaire photovoltaïque sont indiqués dans la fig. 1 et énoncés ci-dessous :

* Générateur photovoltaïque
* Batterie
* Régulateur
* Onduleur

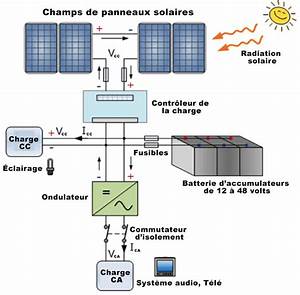


Figure1 : élément d’un système solaire photovoltaïque

**Technologie du générateur photovoltaïque**

Un générateur photovoltaïque se compose d'un certain nombre de modules formés par un certain nombre de cellules photovoltaïques, connectées ensemble en série et en parallèle pour fournir le courant et la tension nécessaires. La performance du générateur dépend de la variabilité des modules que comprend le générateur et les cellules comprises par les modules. La tension de sortie du générateur photovoltaïque dépend du nombre de modules en série alors que le courant de sortie dépend du nombre de modules en parallèle. L'ensemble intégré des modules photovoltaïques ainsi que la structure de soutènement est défini comme rangée photovoltaïque, voir figure 9.



Figure 2 : champ photovoltaïque

**1.1 la cellule photovoltaïque**

Les cellules photovoltaïques convertissent les radiations solaires en énergie électrique. Cependant la conversion est limitée par le spectre de la radiation solaire qui peut être utilisée. Afin d'être protégé contre l'eau, le tiret, l'humidité et la chaleur, les cellules solaires sont placées dans une encapsulation en verre plat, simple ou double. A l’heure actuelle, fondamentalement, trois types de technologie sont employés dans la production des cellules solaires : silicium monocristallin, polycristallin et amorphe, avec des rendements qui s’étendent de 15%, 13% et 7% respectivement

**1.1.1 caractéristique**

La caractéristique statique courant-tension d'un générateur photovoltaïque présente un point de fonctionnement où la puissance électrique débitée dans la charge est maximale. Les coordonnées de ce point dépendent de nombreux paramètres dont l'éclairement, la température, l'état de vieillissement des cellules. Pour fonctionner à tout instant à la puissance maximale, nous adaptons la charge à courant continu (1,5 kW) à l'aide d'un hacheur à transistor puis nous réalisons sur ce système un asservissement extrémal. Par principe, ce dispositif recherche en permanence le point de fonctionnement optimal quelle que soit l'origine des perturbations qui le modifient.

**1.1.2 types de cellule**

Une cellule photovoltaïque peut être réalisée avec de nombreux semi-conducteurs. En réalité il existe aujourd’hui trois principaux types de cellule : le silicium cristallin, les couches minces et les cellules organiques. Ces filières se partagent inégalement le marché

**Le silicium cristallin**

La filière silicium représente aujourd’hui l’essentiel de la production mondiale des panneaux photovoltaïques. Cette filière comporte deux technologies : le silicium monocristallin et le silicium multi cristallin.

**Les couches minces**

L’énergie solaire à couche mince est un type de panneau photovoltaïque qui**utilise une mince couche de produits chimiques qui peut convertir la lumière du soleil en énergie utilisable**. Cette technologie est commercialisée comme une alternative aux panneaux solaires traditionnels en silicium rigide.

**Les cellules organiques**

On utilise de plus en plus de matériaux organiques dans le domaine du photovoltaïque. Bien que cette filière soit vraiment récente, les progrès annuels sont spectaculaires. Les matériaux organiques, moléculaires ou polymériques, à base de carbone, d’hydrogène et d’azote, sont particulièrement intéressants en termes d’abondance, de coût, de poids et de mise en œuvre. Comme les semi-conducteurs non organiques, ils possèdent des niveaux d’énergies susceptibles d’absorber les photons en créant des paires électron-trou utilisables grâce à des transitions entre les niveaux dits HOMO (Hightest occupied molecular orbital) et des niveaux dits LUMO (Lowest unoccupied molecular orbital). D’autres recherches se sont orientées vers un modèle de cellule photovoltaïque à la fois organique et inorganique (cellules hybrides) qui offre de nombreux avantages par rapport aux cellules traditionnelles. Ainsi, il a été élaboré une cellule nanocristalline qui imite la photosynthèse des plantes. Des molécules organiques pigmentées (colorant), absorbent la lumière et libèrent ainsi des électrons. Les électrons sont véhiculés vers l’anode par une couche poreuse de dioxyde de titane (TiO2), un matériau semi-conducteur inorganique. A l’anode, les électrons sont dirigés vers un circuit externe où leur passage produit de l’énergie électrique

**1.2.3 Paramètres de qualité**

Les paramètres les plus importants d’un panneau photovoltaïque sont :

- Courant de court-circuit (ICC) : C’est l’intensité de courant maximale fournie par le panneau.

Il s’agit du courant qui se produit lors de la connexion directe des deux pôles. ICC est généralement autour de 3 A.

**-** Tension de circuit ouvert (Uc0) : C’est la tension maximale fournie par le panneau. Elle se produit quand les pôles se trouvent « en plein air ». Uc0 est généralement inférieur à 22 V dans les modules qui fonctionnent avec 12 V.

**-** Point de puissance maximale : Il existe un point de fonctionnement (IP max, Vmax) où la puissance fournie est maximale (Pmax=Imax x Vpmax). C’est le point de puissance maximale du panneau. Il est indiqué en watts (W).

**-** Facteur de forme FF : Il s’agit de la relation entre la puissance maximale fournie par le panneau et le produit Isc x Vos. Il présente une notion sur la qualité du panneau et sa valeur se trouve normalement entre 0,7 et 0,8.

**-** Efficacité ou rendement ŋ : C’est le ratio entre la puissance électrique maximale que le panneau peut transmettre à la charge et la puissance du rayonnement solaire (Pl) frappant le panneau. Il se trouve normalement autour de 10 %.

**Notes :**

Les valeurs d’ Isc, Vos, IP max et vpmax sont fournies par le fabricant en relation avec des Conditions Standard (CS) de mesurage, notamment :

(i) irradiance G(CE) = 1kW/m2 ; (ii) au niveau de la mer ; (iii) pour la température des cellules Tc (CE) = 25ºC.

La puissance maximale fournie par le module est indiquée en watt crête (WC). Les caractéristiques principales d’un module photovoltaïque sont marquées par : sa puissance crête (WC) ; son courant de court-circuit (A) ; sa tension de circuit ouvert (V) ; et sa tension de fonctionnement (12 V ; 24 V ; 48 V).

**1.2.4 le dopage**

Un semi-conducteur est dit intrinsèque lorsqu'il est pur : il ne comporte aucune impureté et son comportement électrique ne dépend que de la structure du matériau. Le dopage consiste à implanter des atomes correctement sélectionnés (nommés « impuretés ») à l'intérieur d'un semi-conducteur intrinsèque afin d'en contrôler les propriétés électriques. Cette technique, le dopage, augmente la densité des porteurs à l'intérieur du matériau semi-conducteur. Si elle augmente la densité d'électrons (donneurs), il s'agit d'un dopage de type N. Si elle augmente celle des trous (accepteurs), il s'agit d'un dopage de type P. Les matériaux ainsi dopés sont appelés semi-conducteurs extrinsèques. Une jonction P-N est créée par la mise en contact d'un semi-conducteur dopé N et d'un semi-conducteur dopé P qui donne naissance à une zone interfaciale chargée siège d’un champ électrique.

**1.2** **Paramètre de performance de la cellule photovoltaïque**