

I.1 Introduction

On distingue plusieurs types des sources d'énergies renouvelables : l'énergie hydroélectrique, l'énergie géothermique, l'énergie éolienne, l'énergie de la biomasse et l'énergie photovoltaïque. Excepté l'énergie géothermique qui provient de la chaleur des profondeurs de la terre, ces sources d'énergie proviennent directement ou indirectement du soleil. Elles sont donc disponibles indéfiniment tant que celui-ci brillera. L'énergie photovoltaïque est la plus jeune de l'énergie renouvelable, elle a l'avantage d'être non polluante, souple et faible.

I.2 L'absorption de la lumière

La lumière se compose de photons ; «grains de la lumière », chacun porteur d'une énergie dépendant de sa longueur d'onde (ou couleur du rayon). Ces photons peuvent pénétrer dans certaine matière même passée au travers :

Les objets transparents pour notre oeil laissent passer la lumière visible. Plus généralement, un rayon lumière qui arrive sur un solide peut subir trois événements optiques :

- Réflexion : la lumière est renvoyée par la surface de l'objet.
- Transmission : la lumière traverse l'objet.
- Absorption : la lumière pénètre dans l'objet et n'en ressort pas l'énergie est restituée sous une autre forme [1].

$$I (\text{Flux incident}) = R (\text{réfléchi}) + A (\text{absorbé}) + T (\text{transmis})$$

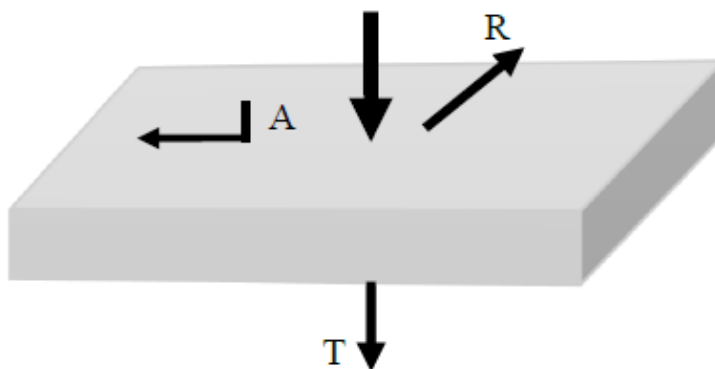


Figure I.1 : réflexion, transmission et absorption [1].

I.3 Les cellules solaires photovoltaïques

I.3.1 Définition

La cellule PV ou encore photopile est le plus petit élément d'une installation photovoltaïque. Elle est composée de matériau semi-conducteur et transforme directement l'énergie lumineuse en énergie électrique. Les cellules photovoltaïques sont constituées :

- D'une fine couche semi-conductrice (matériau possède une bande interdite, qui joue le rôle de la barrière d'énergie que les électrons ne peuvent franchir sans une excitation extérieure, et dont il est possible de faire varier les propriétés électroniques) tel que le silicium, qui est un matériau présentant une conductivité électrique relativement bonne.
- D'une couche antireflet permettant une pénétration maximale des rayons solaires.
- D'une grille conductrice sur le dessus ou cathode et d'un métal conducteur sur le dessous ou anode.
- Les plus récentes possèdent même une nouvelle combinaison de multicouches réfléchissants justes en dessous du semi-conducteur, permettant à la lumière de rebondir plus longtemps dans celui-ci pour améliorer le rendement.



Figure I.2 : Cellules solaires photovoltaïques [3].

I.3.2 Historique

La conversion de la lumière en électricité, appelle effet photovoltaïque, a été découvert par E. Becquerel, en 1839. En 1877, Adams et Day, démontrant un effet analogue au précédent dans les solides. En utilisant l'élément sélénium. En 1920, Lange a réussi à fabriquer des cellules solaires utilisables industriellement avec une bonne reproductibilité de leurs caractéristiques.

L'utilisation des cellules solaires débute en 1950 dans le domaine spatial pour l'alimentation des engins spatiaux (satellites, navettes...).

La première cellule solaire P-N à base de silicium monocristallin a été réalisée par Chapin, Fuller et Pearson dans les laboratoires Bell en 1954. Le rendement était de 6 % mais fut rapidement augmenté à 10%.

C'est dans les années soixante-dix avec la crise énergétique, que les cellules solaires ont connu leurs premières applications terrestres [2].

I.3.3 La conversion photovoltaïque

La conversion d'énergie photovoltaïque met en jeu trois phénomènes physique, intimement liés et simultanés :

- L'absorption de la lumière dans le matériau.
- Le transfert d'énergie des photons aux charges électriques.
- La collecte des charges.

Il est donc clair qu'un matériau doit avoir des propriétés optiques et électriques spécifiques pour permettre la conversion photovoltaïque [3].

I.3.4 Le principe de fonctionnement d'une cellule solaire

Une cellule photovoltaïque est un dispositif qui permet de transformer l'énergie solaire en énergie électrique. Cette transformation est basée sur les trois mécanismes suivants :

- ✓ Absorption des photons (dont l'énergie est supérieure au gap) par le matériau constituant le dispositif
- ✓ Conversion de l'énergie du photon en énergie électrique, ce qui correspond à la création des paires électron/trou dans le matériau semi-conducteur
- ✓ Collecte des particules générées dans le dispositif

Le matériau constituant la cellule photovoltaïque doit donc posséder deux niveaux d'énergie et être assez conducteur pour permettre l'écoulement du courant d'où l'intérêt des semi-conducteurs pour l'industrie photovoltaïque. Afin de collecter les particules générées, un champ électrique permettant de dissocier les paires électron/trou créés est nécessaire. Pour cela on utilise le plus souvent une jonction P-N. d'autres structures, comme les hétérojonctions et les Schottky sont également être utilisées. Le fonctionnement des cellules photovoltaïques est illustré sur la figure I-3

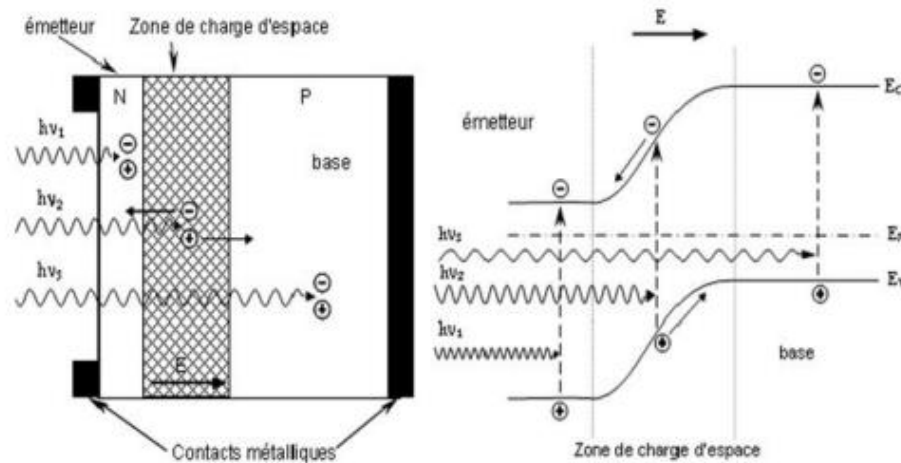


Figure I.3 : structure (gauche) et diagramme de bande (droite) d'une cellule photovoltaïque. Les dimensions respectives de différentes zones ne sont pas respectées [4].

Les photons incidents créent des porteurs dans les zones N et P et dans la zone de charge d'espace. Les photo-porteurs auront un comportement différent suivant la région :

Dans la zone N ou P, les porteurs minoritaires qui atteignent la zone de charge d'espace, sont envoyés par le champ électrique dans la zone P (pour les trous) ou dans la zone N (pour les électrons) ou ils seront majoritaires. On aura un photo-courant de diffusion.

Dans la zone de charge d'espace, les paires électron/trou créés par les photons incidents sont dissociés par le champ électrique : les électrons vont aller vers la région N, les trous vers la région P. on aura un photo-courant de génération [4].

I.3.5 Structure des cellules solaires

Une cellule photovoltaïque, en présence de lumière, ou plus exactement de photons, est capable d'orienter les électrons de façon à créer une différence de potentiel et ainsi de générer une tension électrique (énergie voltaïque). La couche supérieure de la cellule photovoltaïque est composée de silicium (figure I.4). Elle contient une quantité particulièrement importante d'électrons libres, donnant une charge négative. La couche inférieure, elle aussi composée de silicium, contient une quantité d'électrons libres inférieure à la normale, donnant ainsi une charge positive. C'est lorsque les deux couches entrent en contact qu'une zone de charge se crée et génère un champ électrique. Les cellules photovoltaïques sont composées d'un ou plusieurs matériaux semi-conducteurs et permettent la conversion directe de l'énergie solaire en énergie électrique.

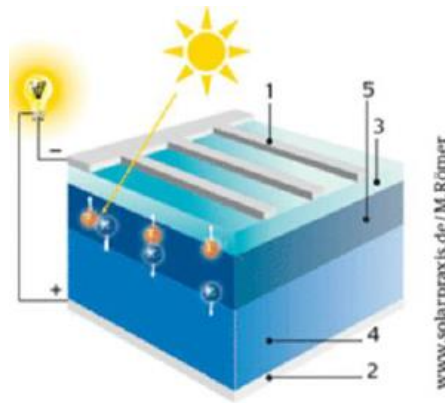


Figure I.4 : Structure d'une cellule photovoltaïque [4].

1) Electrode négative, 2) Electrode positive, 3) silicium dopé N, 4) Silicium dopé P, 5) Couche limite.

Pour provoquer cet effet photoélectrique, le matériau semi-conducteur doit être «dopé». Du fait de l'apport d'éléments chimiques, deux couches se forment, une couche conductrice p avec un excédent de porteurs de charge positifs et une couche conductrice n avec un excédent de porteurs de charge négatifs. Du fait de ce déséquilibre, un champ électrique interne se forme et provoque une séparation de charge en cas d'incidence de la lumière. Les porteurs de charge ainsi libérés peuvent être évacués par des contacts métalliques et utilisés directement comme courant continu (DC) par un appareil électrique ou être alimentés dans le réseau comme courant alternatif (AC) via un convertisseur intercalé.

Pour les capacités plus élevées, les cellules photovoltaïques sont la plupart du temps interconnectées au module. Pour la fabrication de cellules photovoltaïques, on utilise actuellement avant tout du silicium, car c'est le second élément le plus courant sur terre et donc bon marché à valoriser. En plus du silicium, d'autres éléments, comme le cuivre, le gallium ou le cadmium, trouvent leur utilisation dans le photovoltaïque

I.4 Silicium et dépôt de silicium utilisé dans les cellules solaires.

I.4.1 Propriétés photovoltaïques du silicium

Aujourd'hui, plus de 99% des équipements photovoltaïque utilisent le silicium comme matériau bas. Ce dernier se présente sous différentes formes, les plus répandues étant le silicium monocristallin, le silicium polycristallin et le silicium amorphe.

Le silicium offre de nombreux avantages. Il est présent en abondance dans la croûte terrestre (20%). C'est un matériau non toxique. Enfin, il est aisé de modifier les propriétés

électrique du silicium en introduisant dans la matrice des atomes dopants tels que le Bore (induisant un dopage de type p) ou le phosphore (induisant un dopage de type n).

D'un point de vue photovoltaïque, le seul inconvénient du silicium réside dans sa structure électronique qui présente un gap indirect (1,12 eV) et qui ne correspond donc pas exactement au maximum d'intensité du spectre solaire

I.4.2 Cellules solaires à base de silicium amorphe

I.4.2.1 Propriétés générales

Les cellules de silicium amorphe sont le plus souvent à jonction de type p-i-n. Les couches de a-Si : H de type P et N sont séparées par une couche dite intrinsèque d'a-Si où les électrons sont photogénèses. La cellule est de couleur grise très foncée. C'est les cellules des calculatrices et des montres dites "solaires".

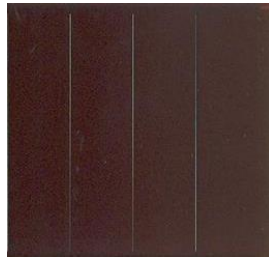


Figure I.5 : *Cellule solaire en silicium amorphe [5].*

Le domaine des semi-conducteurs amorphes a été un des secteurs les plus actifs et les plus passionnants dans la physique de la matière condensée. Le silicium amorphe, noté Si-a, les atomes sont complètement désordonnés (non cristallisé) c'est à dire que certains électrons restent seuls [5].

Ce matériau présente un grand intérêt pour son utilisation en grandes surface. Au-delà du deuxième proche voisin, l'arrangement des atomes dans le silicium amorphe (Si-a) n'est plus régulier. On observe, par l'analyse de diffraction électronique, qu'un certain ordre à courte distance persiste, c'est-à-dire que le nombre des plus proches voisins reste quatre et la distance intra-atomique environ de 2,35 Å.

À cause d'une certaine distribution de la distance intra-atomique et de l'angle de liaison, des distorsions apparaissent dans le réseau, induisant une distribution des états électroniques. Ceci se traduit par l'apparition d'états localisés dans la bande interdite en haut de la bande de valence et en bas de la bande de conduction. Ils forment ce que l'on appelle les queues de bande. D'autre part, ces distorsions peuvent devenir suffisamment

importantes pour empêcher une liaison de se former et ainsi donner lieu à des liaisons insatisfaites que l'on appelle également liaisons pendantes. Ce défaut introduit deux états électroniques au milieu de la bande interdite : l'un avec un électron, et l'autre avec deux électrons.

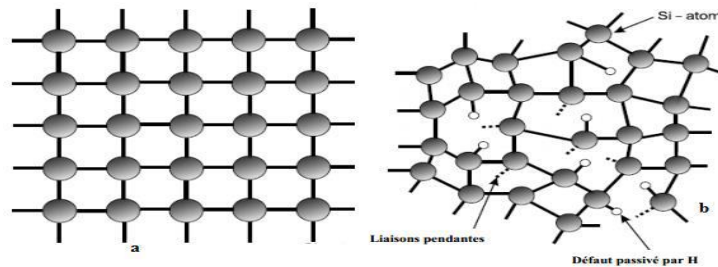


Figure I.6: (a) Structure cristalline du silicium, (b) Structure amorphe du silicium [4].

Ces défauts créent des états dans le milieu du gap qui rendent le dopage inefficace et donc ce matériau inutilisable pour des applications en microélectronique. Heureusement, ces liaisons pendantes peuvent être passivées par l'hydrogène, ce qui permet de réduire la densité de défauts de 10^{15} - 10^{16} cm⁻³ et de redonner aux matériaux ses propriétés semi-conductrices. C'est pourquoi on nomme ce matériau silicium amorphe hydrogéné (a-Si : H).

I.4.2.2 Dépôt du silicium amorphe

Historiquement, le dépôt de silicium amorphe a été réalisé dans un réacteur PECVD radio fréquence. C'est aujourd'hui, la méthode la plus communément utilisée avec une fréquence du plasma de 13,56 MHz. Le silane (SiH₄) est dissocié dans un plasma d'argon et d'hydrogène à une température inférieure à 250°C. D'un point de vue industriel, l'inconvénient de cette technique réside dans la faible vitesse de dépôt comprise entre 1 Å/s et 2 Å/s. Néanmoins, le procédé basse température ouvre un large choix de support pour le dépôt : verre, aciers ou films plastiques.

Afin d'augmenter mes vitesses de dépôt tout en conservant la qualité du matériau, de nouvelles conditions expérimentales ont été testées. En augmentant la pression (5 – 10 mbar au lieu de 0,5 – 0,7 mbar habituellement) et la puissance du plasma, une vitesse de 12 Å/s a été atteinte. Une autre solution mise en œuvre par l'IMT de Neuchâtel consiste à accroître la fréquence du plasma jusqu'à 300 MHz. Le procédé dit VHF PECVD (Very High Frequency PECVD) permet d'obtenir une vitesse de dépôt de 10 Å/s

Une autre méthode basée sur la dissociation du silane par un filment chauffé entre 1600°C, appelée HotWire CVD (HWCVD) permet d'atteindre des vitesses de dépôt de l'ordre de 30 Å/s.

I.5 Différentes filières technologiques des cellules photovoltaïques

Dans ce paragraphe on va citer les différentes filières technologiques des cellules photovoltaïques

I.5.1 Le silicium

La filière silicium représente actuellement 99% du marché des modules photovoltaïques comme le montre la figure 1. 7. Il est l'un des éléments les plus abondants sur Terre parfaitement stable et non toxique. On trouve plusieurs technologies pour le photovoltaïque silicium détaillées ci-après ; d'une part les cellules à base de silicium massif (monocristallin, polycristallin, rubans) dites de première génération, et qui constituent à l'heure actuelle l'essentiel des modules photovoltaïques commercialisés et d'autre part la technologie à base de silicium en couche mince [6].

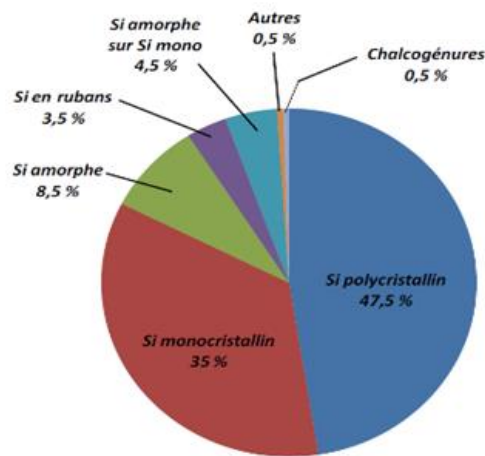


Figure I.7 : Répartition des matériaux sur le marché mondial du photovoltaïque [6].

a) Silicium monocristallin

Il existe deux méthodes par lesquelles il est possible d'obtenir du silicium monocristallin de qualité microélectronique mais nécessitant cependant une dépense d'énergie considérable, proche du MWh. Les siliciums obtenus sont appelés Cz (méthode Czochralski) et FZ (Float Zone), et permettent d'obtenir des rendements de conversion records en laboratoire de l'ordre de 25% pour des cellules de 4 cm² (Université de New South Wales, Australie) soit supérieurs de huit points à ceux de l'industrie.

Les inconvénients de cette technologie sont les rendements faibles obtenus sous un faible éclairage et surtout le coût prohibitif de production des matériaux [6].

b) Silicium polycristallin

Le silicium polycristallin est produit par des techniques de croissance qui assurent la formation d'une structure colonnaire avec de gros cristaux (dénommé silicium multicristallin) afin de limiter les effets néfastes des joints de grains. Cependant, le matériau multicristallin est d'une part contraint et disloqué, et d'autre part contaminé par des impuretés résiduelles de la matière première de silicium. Cette dernière est en partie constituée par des rebuts de l'industrie de la microélectronique, c'est-à-dire le silicium monocristallin Cz ou FZ. Les rendements de conversion industriels, qui étaient de l'ordre de 8 à 10% avant 1980, sont actuellement de 16 à 17% pour des grandes plaquettes de 200 cm². Il s'agit de la technologie la plus représentée sur le marché du photovoltaïque car elle allie à la fois des rendements de conversion élevés avec un coût de production faible par rapport à la filière silicium monocristallin [6].

d) Silicium amorphe

Depuis les années 1970 des recherches intensives ont été entreprises pour utiliser du silicium non cristallisé, c'est-à-dire à l'état amorphe. Ce sont les cellules des calculatrices ou des montres.

Le silicium amorphe présente plusieurs avantages, en particulier son fonctionnement possible en intérieur sous faible éclairage contrairement au silicium cristallin, son fort coefficient d'absorption, sa faible consommation énergétique durant le cycle de production et son aptitude à être déposé sur des grandes surfaces (de l'ordre de 1 m²).

Cependant, les cellules photovoltaïques à base de silicium amorphe présentent de faibles rendements (inférieurs à 10% au niveau industriel) et une diminution assez rapide de performances au cours du temps

L'avenir des couches de silicium amorphe passera probablement, par un mariage avec le silicium cristallin. En effet, les hétéro structures à base de silicium amorphe/silicium cristallin (structure HIT de Sanyo présentent des rendements de laboratoire de plus de 21% et de 16% en production industrielle [6].

I.5.2 Cellules en couches minces

Appelées aussi les chalcogénures, nous citons deux type CdS-CdTe et CIS:

I.5.2.1 Matériaux à base de tellure de cadmium

Jusqu'à une date récente, il était admis que la filière à base de Sulfure de Cadmium et de Tellure de Cadmium (CdS-CdTe) représentait l'une des approches les plus prometteuses pour le photovoltaïque terrestre. La valeur de 1,45 eV de la bande d'énergie interdite du CdTe est idéalement adaptée au spectre solaire [7]. En outre, son très grand coefficient d'absorption fait que la quasi-totalité du spectre est absorbé sur une profondeur de 2 μm , Les résultats de rendement de conversion sont très encourageants: près de 11 % sur une surface de 4900 cm^2 . Cependant, les problèmes d'environnement associés à l'utilisation du Cadmium freinent les tentatives de développement de cette filière.

I.5.2.2 Matériaux à base de séléniure de cuivre indium

Avec un coefficient d'absorption 100 à 1000 fois plus fort que celui du silicium cristallin (dans la gamme de 1,1 à 2,6 eV), le Diséléniure de Cuivre et d'Indium (CIS) est un matériau très prometteur [7]. Ce composé type I-III-VI, de structure chalcopyrite, a un rendement théorique de l'hétérojonction (n) CdS-(p) CuInSe₂ qui se situe autour de 25 %. Les cellules à base de composés chalcopyrites quaternaires de type Cu (Ga,In)(Se,S)₂ ont récemment atteint des rendements de conversion record de 18,8 % en laboratoire [8]. Malgré les difficultés connues pour maîtriser cette filière à grande échelle, un rendement de 12,8 % a été obtenu sur le plan industriel par ZSW [7].

I.5.3 Les cellules III-V multi-jonctions

Il est parfois difficile de trouver un matériau absorbant l'ensemble du spectre solaire avec un fort coefficient d'absorption. Les cellules multi-jonction III-V dites (de troisième génération) répondent à cette problématique. En effet il s'agit de l'empilement de divers composés III-V, chacun optimisés pour absorber une partie du spectre solaire avec efficacité. L'empilement, obtenu par croissance épitaxiale, permet donc de capter une grande partie du spectre solaire, et mène à une cellule unique composée en réalité de plusieurs cellules en série. De part le domaine de spectre solaire dont les photons sont récoltés et la minimisation des pertes dues à la thermalisation, ces cellules permettent d'atteindre les records connus à ce jour en matière de conversion photovoltaïque. Des rendements de plus de 40% ont ainsi été obtenus sous lumière concentrée [8]. Le procédé de fabrication et les matériaux utilisés pour la fabrication de ces cellules entraînent un coût

extrêmement élevé qui cantonne ces matériaux à des applications spatiales.

I.5.4 Les cellules nanocristallines à colorant ou cellules de Gratzel

Inspirée par la photosynthèse, l'équipe de Michael Gratzel a développé au début des années 1990 des cellules solaires fonctionnant selon un principe différent de celui décrit précédemment [9]. Ces cellules sont composées d'un électrolyte, d'un colorant et d'un oxyde semi-conducteur inorganique. Le meilleur rendement certifié reporté est de 10,4 % pour une cellule de 1 cm² et est à mettre au profit de la société Sharp [7]. Des tests de stabilité effectués montrent que la durée de vie des cellules est de 20 ans en fonctionnement. Cependant, à cause de fuites possibles de l'électrolyte liquide, celui-ci est remplacé par des électrolytes solides pour lesquels les rendements chutent alors à 6,7 %

I.5.5 Les cellules photovoltaïques organiques

L'effet photovoltaïque est observé depuis 30 ans dans les matériaux semi-conducteurs organiques. Les premières cellules présentaient des rendements de conversion en énergie très faibles ($<10^{-5}\%$). En 1986 l'équipe de Tang a montré que les rendements proches du 1% sont atteignables [7]. Le rendement n'a pas été amélioré que depuis le début des années 2000, il a dépassé les quatre pourcent avec les travaux de J. Xue, après ça une valeur record de 7.9% est obtenue par la firme SOLARMER, utilisant des matériaux dérivés du fullerène (PCBM) et un copolymère alterne.

I.6 Avantages et inconvénients de l'énergie photovoltaïque

I.6.1 Avantages

- Une haute fiabilité, les modules sont garantis pendant 25 ans par la plupart des constructeurs
- Elle ne comporte pas de pièces mobiles, qui la rendent particulièrement appropriée aux régions isolées. C'est la raison de son utilisation sur les engins spatiaux.
- Le caractère modulaire des panneaux photovoltaïques permet un montage simple et adaptable à des besoins énergétiques divers. Les systèmes peuvent être dimensionnés pour des applications de puissances allant du milliwatt au Mégawatt
- Leurs coûts de fonctionnement sont très faibles vu les entretiens réduits, et ils ne nécessitent ni combustible, ni transport, ni personnel hautement spécialisé.

- La technologie photovoltaïque présente des qualités sur le plan écologique, car le produit final est non polluant, silencieux, peu de déchet, pas de ligne électrique supplémentaire et pas de nuisance sonore olfactive.

I.6.2 Inconvénients

- La fabrication du module photovoltaïque relève de la haute technologie et requiert des investissements d'un coût élevé.
- L'occupation de l'espace pour les installations de grandes dimensions.
- Le rendement réel de conversion d'un module est faible (la limite théorique pour une cellule au silicium cristallin est de 28 %).
- Les générateurs photovoltaïques ne sont compétitifs par rapport aux générateurs Diesel que pour des faibles demandes d'énergie en régions isolées.
- Enfin, lorsque le stockage de l'énergie électrique sous forme chimique (batterie) est nécessaire, le coût du générateur photovoltaïque est accru. La fiabilité et les performances du système restent cependant équivalentes pour autant que la batterie et les composants de régulations associés soient judicieusement choisis.

I.7 Avenir du photovoltaïque

Source d'énergie 100% propre et faible pour des usages très variés, elle figurera à l'avenir parmi les principales sources mondiales. Son handicap majeur reste un coût encore élevé comparée aux sources conventionnelles et aux filières renouvelables

Ce coût diminue de 10% par an, et pour accélérer cette baisse, les autorités nationales et internationales doivent engagés une politique de soutien à long terme de la filière photovoltaïque. C'est précisément l'objectif des programmes lancés depuis quelques années dans plusieurs pays industrialisés. Dans notre pays, l'application du PV reste encore modeste. La première utilisation été dans le domaine des télécommunications. Après, certain puits dans les hauts plateaux ont été équipés par des systèmes de pompages PV. A nos jours, quelques dizaines de village saharien de la région de Tamanrasset et Adrar jouissent des avantages de cette source d'énergie.

I.8 Secteurs d'applications

❖ Domaine spatial

C'est de loin le secteur le plus ancien puisque les premières utilisations de cellules solaires pour des engins spatiaux (satellites, navettes,...) remontent aux années soixante.

Depuis lors, des recherches et développements nombreux ont été réalisés dans le domaine militaire (NASA aux Etats-Unis) et public (ESA en Europe) pour accroître les performances électriques tout en réduisant le poids des modules.

❖ Habitation isolée

L'approvisionnement en électricité dans les régions rurales isolées est un problème d'actualité, en particulier dans les pays en voie de développement. L'extension du réseau pour des demandes relativement faibles et isolées n'est pas rentable pour les sociétés d'électricité.

De nombreuses organisations internationales d'aide aux pays en voie de développement ont choisi la technologie photovoltaïque comme outil de développement social et économique pour fournir des services de base à la population, tels que:

- Le pompage de l'eau pour la consommation du village ou pour l'irrigation, la réfrigération pour la production de glace et la conservation de vaccins, sang, produits agricoles,...,
- l'éclairage (lampe portative, éclairage public, électrification villageoise, ...)

❖ Industrie isolée

Beaucoup d'applications professionnelles exigent une source d'électricité hautement fiable, autonome, sans entretien et sans combustible. Le générateur photovoltaïque est de loin l'option la plus séduisante; on l'utilise avec succès dans les télécommunications (stations relais pour TV, radio, téléphonie, émetteur-récepteur,...), mais aussi pour d'autres applications telles que:

- protection cathodique,
- systèmes silencieux ou sans vibration,
- éclairage, balises et signaux pour la navigation,
- équipement de monitoring,
- télémétrie, etc.

❖ Centrale de puissance

Avec les applications photovoltaïques connectées au réseau d'électricité national, une nouvelle tendance se dégage; elle est caractérisée par un fort potentiel de diffusion dans les pays industrialisés. La plupart des projets utilisent des champs de capteurs plans, mais on expérimente aussi les systèmes à concentration dans les régions riches en rayonnement direct.

Lorsque la pointe de la demande est en phase avec l'ensoleillement, la centrale photovoltaïque connectée au réseau permet de fournir les pointes. C'est le cas dans le sud des E.U. où la demande est maximum aux heures les plus ensoleillées à cause du conditionnement d'air omniprésent.

❖ Résidence urbaine

Le générateur photovoltaïque connecté au réseau est aussi envisagé en zone urbaine avec l'installation de modules sur les toits et façades de bâtiments.

La façade photovoltaïque suscite beaucoup d'enthousiasme en Europe et aux E.U. le recouvrement des façades de bâtiments commerciaux - où la consommation est essentiellement diurne - correspondent mieux aux heures d'ensoleillement. L'orientation verticale (ou quasi) peut être avantageuse dans nos régions de haute latitude pour rehausser la production au creux de l'hiver. Cependant, l'apport énergétique d'une façade recouverte de modules photovoltaïques risque d'être assez négligeable par rapport aux consommations de bâtiments commerciaux. En réalité, l'enthousiasme découle du fait que le revêtement à l'aide de panneaux solaires photovoltaïques reviendrait pratiquement au même prix qu'un recouvrement à l'aide de matériaux classiques.

❖ Biens de consommation

L'électronique moderne requiert de très petites puissances - du milliWatt à la dizaine de Watt de sorte que beaucoup de petits appareils peuvent être alimentés par une petite surface de cellules photovoltaïques. Les calculatrices et les montres sont de loin les applications les plus connues. Les chargeurs de batteries, radios, lampes de poche, luminaires de jardin, systèmes d'alarme, jouets, fontaines, tondeuses à gazon, etc., sont d'autres exemples et cette liste n'est pas limitative.

La plupart de ces mini-générateurs photovoltaïques utilisent des cellules au silicium amorphe, bon marché et mieux appropriées aux faibles illuminations et petites puissances.

Ils constituent une alternative très intéressante aux piles qui comportent des risques divers de contamination de l'environnement par les métaux lourds principalement. Le Japon est le principal producteur et consommateur de ces articles

I.9 Conclusion

Pour conclure, on peut dire que la méthode de conversion photovoltaïque est bien maîtrisée de nos jours, et que des solutions existent pour s'adapter à la demande du consommateur : stockage, transformation puissance redistribuée sont modulables par l'emploi d'accumulateurs plus ou moins importants, de semi-conducteur plus ou moins productifs.

Elle peut se substituer à toute autre source de courant extérieur mais pour de grandes puissances, elle sert surtout d'appoint facile, utile mais pas toujours. La solution économique photovoltaïque est donc assez intéressante mais freinée par des investissements nécessaires trop importants. (L'avenir semble brille) à la filière solaire à couche mince de a-Si: H en ce qui concerne l'amélioration de ses principaux défauts.