

Introduction générale

Le photovoltaïque (PV) a émergé de la révolution technologique qui s'est opérée avec l'apparition des composants électroniques utilisant les propriétés des semi-conducteurs (transistors, diodes électroluminescentes, etc.). La technologie PV a fortement évolué depuis une cinquantaine d'années, si bien qu'aujourd'hui, l'énergie solaire photovoltaïque est devenue une composante importante des politiques énergétiques qui visent à développer les énergies dites « renouvelables ».

Les tout premiers dispositifs photovoltaïques sont apparus dans les années 1950. La conquête de l'espace des années 1960 a fortement motivé leur développement, qui évolue en parallèle à celui des transistors à base de silicium. Une cellule solaire est alors mille fois plus coûteuse à produire qu'aujourd'hui. C'est dans les années 1970, avec la crise pétrolière, que l'attention se tourne vers cette technologie, reconnue comme une potentielle alternative aux autres formes de production d'énergie. Dès lors, son développement industriel s'accélère et l'efficacité des cellules atteint 20%(en laboratoire) en 1985. Les progrès continuent les années suivantes avec l'émergence de nouveaux types de dispositifs dont le coût de production baisse considérablement. Actuellement, le photovoltaïque est reconnu non seulement comme un moyen indépendant et efficace de produire de l'énergie, mais offre aussi la possibilité de réduire les dommages environnementaux causés par les moyens habituels de production d'électricité. En 2014, ce secteur ne contribue cependant qu'à 0.5% de la production d'électricité mondiale, et à 2,2% de la part des énergies renouvelables. Il est habituel aujourd'hui de distinguer trois générations de cellules: Les cellules de première génération, Les cellules de seconde génération, Les cellules de troisième génération [1].

Cependant, la faible absorption de la lumière, en particulier pour les longueurs d'onde situées près du gap du matériau absorbant, a rapidement été identifiée comme la limitation principale de ces cellules. Une attention particulière s'est donc portée sur ces pertes optiques, qui sont encore plus critiques lorsqu'on considère des couches ultraminces dont les épaisseurs sont de l'ordre du micromètre, voire moins. Pour traiter ce problème, les texturations relevant de l'optique géométrique pour les cellules à base de wafers de silicium s'avèrent inadaptées car de dimensions bien supérieures à l'épaisseur d'une couche mince.

Dans notre cas, nous avons cherché à tirer profit des propriétés optiques particulières et ajustables des cristaux photoniques (CP), qui sont des structures caractérisées par un indice de réfraction périodique selon une, deux ou trois directions de l'espace. Plus précisément, nous avons proposé de graver la couche active pour former un CP afin d'y contrôler le temps de résidence des photons, et ainsi d'augmenter l'absorption sur une large gamme spectrale avec une grande acceptance angulaire [2].

Dans ce travail de mémoire nous nous sommes intéressés à l'étude des cristaux photoniques pour le piégeage de la lumière dans les cellules solaires photovoltaïques. Une solution est alors d'utiliser des stratégies pour allonger le chemin optique des rayons lumineux ou optimiser la durée de vie des photons dans le milieu absorbant afin de diminuer l'épaisseur physique des matériaux tout en absorbant efficacement la lumière. Dans ce contexte, l'utilisation des propriétés des cristaux photoniques, dont l'indice de réfraction varie périodiquement dans l'espace, semble être prometteuse. Le principe consiste à coupler une partie de la lumière incidente à des modes optiques résonants d'un cristal photonique présent dans l'une des couches d'une cellule solaire. Ceci permet de contrôler le temps d'interaction entre les photons et le milieu photo-actif afin de favoriser l'absorption de la lumière.

De nos jours, il existe plusieurs familles de cellules photovoltaïques, même si les plus Répandues dans le domaine de l'industrie sont les cellules à base de silicium cristallin et les cellules à couches minces utilisant du silicium amorphe. A l'heure actuelle, l'intérêt scientifique se porte aussi vers des cellules utilisant des matériaux autres que le silicium.

L'objectif de ce travail réside dans l'obtention l'étude des cristaux photoniques pour le contrôle de variation de l'absorption dans les cellules solaires photovoltaïques fabriqué à base des matériaux différents (a-Si:H, GaAs, InP). Ce manuscrit est constitué de quatre chapitres :

- Le premier chapitre : consacré le fonctionnement général d'une cellule solaire photovoltaïque.
- Le deuxième chapitre : les cristaux photoniques et L'énumération des différents cristaux photoniques
- Le troisième chapitre : est consacré à la présentation du logiciel Rsoft CAD et les deux outils de simulations « **DiffRACTMOD** » et « **FullWave** » utilisé.

- Le quatrième chapitre : sera consacré à l'étude des propriétés optiques de la couche absorbante structurée à cristaux photoniques 1D et 2D et non structurée de (a-Si:H, GaAs, InP) et on compare l'absorption entre eux). Nous terminons ce mémoire par une conclusion.