

Ce travail a porté sur la caractérisation de cellules photovoltaïques en couches minces à base de CIGS obtenu par co-évaporation. Cette filière est prometteuse, en raison des rendements records qu'elle permet d'obtenir (~ 20 % sur petite surface). La couche tampon la plus répandue dans ces dispositifs est une couche de sulfure de cadmium (CdS) élaborée par voie chimique. En raison de sa toxicité, la présence de Cadmium peut être un frein à un développement industriel important. Des couches tampon alternatives ont été donc développées pour la remplacer telles que celles à base de sulfure de Zinc (ZnS). Par ailleurs, l'ingénierie de gap du CIGS montre une baisse de rendement importante quand le taux de gallium dépasse le pourcentage de ~ 30 %. Nous avons observé également une métastabilité plus importante des dispositifs ayant une couche tampon en ZnS. Pour identifier l'origine des dégradations des performances, plusieurs techniques de caractérisation ont été utilisées.

Dans un premier temps, nous avons présenté les différentes techniques de caractérisations pour étudier les dispositifs à base de CIGS. Nous avons porté une attention particulière à la technique de caractérisation de photo-courant modulé (SGMPCS) dans laquelle des nouveaux développements ont été apportés. Cette technique consiste à éclairer l'hétérojonction avec une lumière monochromatique modulée en intensité, d'énergie inférieure à celle du gap de l'absorbeur CIGS. Cette technique nous a permis d'étudier la densité d'états électroniques localisés dans le gap de l'absorbeur.

Dans un deuxième temps, nous avons appliqué la technique SGMPCS à l'étude des dispositifs à base de CIGS. Deux séries ont été caractérisées correspondant soit à une variation du taux de gallium (ingénierie du gap de CIGS) soit à une variation de la température du dépôt. Les résultats de la première série montrent que le taux de 18 % de Ga donne le meilleur rendement pour les échantillons caractérisés possédant un taux de gallium variant de 0% à 50%. La mesure de spectroscopie d'admittance met en évidence un défaut N_1 plus profond pour l'échantillon à 0 % de Ga que pour l'échantillon à 18 % de Ga. De plus le défaut D_2 sondé par la SGMPCS dans l'échantillon à 0 % de Ga est inexistant dans l'échantillon à 18 % de Ga.

Nous avons donc émis l'hypothèse que le défaut D_2 est l'un des facteurs qui dégrade le rendement de cellules à base de CIGS. On obtient également, par mesure de la décroissance temporelle de la photoconductivité suite à un flash lumineux, une durée de vie de porteur plus faible pour l'échantillon à 0 % de Ga que pour l'échantillon à 18 % de Ga. Un faible signal de PL mesuré sur l'échantillon à 0 % de Ga montre un phénomène de recombinaison plus important qui est lié à la présence de défauts supplémentaires dans cette cellule. Les défauts D_1 et D_2 possèdent des origines physiques différentes démontrées grâce à la loi de Meyer-Neldel et les cellules possédant un rendement supérieur à 13 % ne présentent aucun défaut de type D_2 . Enfin, nous pensons que les défauts de type D_1 observés sur les échantillons CdS/CIGS sont des défauts d'interface ou présents dans la couche OVC, et pourraient avoir plusieurs états de charge.

Enfin, les dispositifs possédant une couche tampon Zn(O,OH,S) ont été étudiés. Nous avons caractérisé les échantillons à plusieurs stades :

- (1) « état initial » où l'échantillon est vierge,
- (2) après vieillissement sous lumière pendant un certain intervalle de temps, (3) après un recuit à 200 °C et (4) vieillissement sous lumière après le recuit. Le rendement de la cellule réalisé avec une couche tampon Zn(O,OH,S) à l'état initial est très faible. Il augmente en fonction du temps d'éclairement et sature après 30 min. Le recuit thermique améliore considérablement le rendement de ces dispositifs, qui devient comparable à celui d'un dispositif avec CdS. Les mesures électriques mettent en évidence la présence de charges à l'origine d'un phénomène de métastabilité. Nous avons remarqué que celles-ci peuvent changer leur état dans la structure CIGS, avant ou après le vieillissement. Cette observation expérimentale peut être expliquée à l'aide de la simulation par une couche dopée p^+ à l'hétéro-interface CdS/CIGS. L'origine de ces charges pourrait être l'ion hydroxyde HO^- , l'oxygène, le zinc ou d'autres éléments chimiques à l'hétéro-interface. Une autre hypothèse est la possibilité de la présence de ces ions au niveau des joints de grain, ce qui limiterait la photoconductivité du matériau. La formation d'un dipôle électrique lié à l'existence d'une couche très résistive à l'interface pourrait aussi être responsable des phénomènes observés.