

L'importance de l'analyse combinatoire dans la production à grande échelle de Kesterites

Fabien Atlan¹, Pedro Vidal-Fuentes¹, Jacob Andrade-Arvizu¹, David Payno¹, Maxim Guç¹, Victor Izquierdo-Roca¹, Alejandro Pérez Rodríguez^{1,2}

¹Catalonia Institute for Energy Research (IREC), Jardins de les Dones de Negre 1, 2^a pl., 08930, Barcelona, Spain

²UB, Departament d'Enginyeria Electrònica i Biomèdica, Universitat de Barcelona, Martí i Franquès 1, 08028 Barcelona, Spain

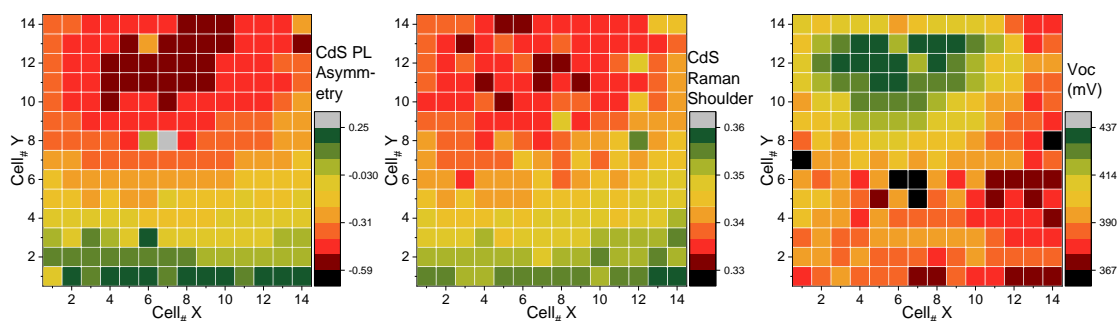
La production d'énergie renouvelable va directement de pair avec le développement de technologies photovoltaïques adaptées et évolutives, où la production à grande échelle dépend de l'avancement de nouveaux concepts et matériaux à couches minces basés sur des processus de production à faible coût et des matériaux sans CRM^{1,2}.

Dans ce contexte, il est nécessaire pour les technologies basées sur la kesterite, ou autres de passer de petites cellules de taille de laboratoire, à des applications extensives ou une production délocalisée. Pour cela, il faut tout d'abord passer par des dispositifs autonomes à moyenne échelle (ordre de 25 à 100 cm²).

La difficulté pour passer à une plus grande surface se révèle dans l'inhomogénéité. Les dispositifs explorés ici sont basés sur une structure de couches minces. Pour que les échantillons fonctionnent correctement, les couches doivent présenter une haute qualité où le degré de complexité lié à la perfection des couches est en effet un défi, surtout si le coût réduit doit être maintenu. Cela se reflète amplement lors du passage d'appareils de petite à grande surface, où l'inhomogénéité devient un facteur limitant inévitable.

De petites variations, à savoir des oscillations d'épaisseur ou des changements de composition, qui ne sont pas observées à petite échelle, définissent ou limitent le rendement de l'appareil. L'étude suivante est la mesure des effets de ces variations sur l'efficacité des dispositifs PV, et comment les contrôler sur une ligne de production, grâce à une analyse combinatoire de différentes techniques de caractérisations.

Nous nous pencherons plus précisément sur le cas de la couche buffer de CdS (dépôt par CBD). Pour cela, un échantillon CZTSe de 5x5cm (196 cellules de 3x3mm) a été produit. Après avoir mesurer les paramètres optoélectroniques, les spectres de Raman et de Photoluminescence de chacune des cellules ont été mesurée (325, 442 et 532nm) ainsi que XRF. Les couches d'absorbeurs et de ZnO sont homogènes (532 et 325nm, et XRF) en revanche, certaines zones du CdS semblent montrer de légères différences. Il s'avère que ces différences sont corrélées avec le Voc des cellules. Ces analyses permettent donc de mettre en avant quels paramètres ont un impact sur l'efficacité des cellules, et nous donnent un moyen d'améliorer le dépôt de CdS en surveillant facilement chacun de ses paramètres.



Mapping de l'asymétrie de la bande PL du CdS (gauche), des épaules du pic CdS du Raman (centre) et du Voc (droite) de chaque cellule.

(1) Candelise, C., et al., Prog. Photovoltaics Res. Appl. 2012, 20 (6), 816–831.

(2) Green, M., et al., Prog. Photovoltaics Res. Appl. 2021, 29 (1), 3–15.