Nouvelles cellules solaires photovoltaïques à base de vitrocéramiques de chalcogénures contenant des hétérojonctions internes auto-organisées

X.H. Zhang[1*], M. Cathelinaud[1], B. Fan[1], I.korolkov[1], H.L. Ma[1], J.L. Adam[1], O. Merdrignac[1], H. Lhermite[2], L. Le Brizoual[2], M. Pasquinelli[3], J.J. Simon[3]

[1] *Institut des Sciences chimiques de Rennes (ISCR), Campus de Beaulieu, 35042 Rennes cedex*

[2]*Institut d'Électronique et de Télécommunications de Rennes (IETR), Campus de Beaulieu, 35042 Rennes cedex*

[3]*Institut Matériaux Microélectronique Nanosciences de Provence (IM2NP), Avenue Escadrille Normandie Niemen, 13397 Marseille Cedex 20*

La conversion de l'énergie solaire en électricité représente une solution attractive majeure pour fournir de l'énergie propre et inépuisable. Parmi les différentes technologies photovoltaïques, les cellules solaires à base de silicium dominent largement le marché en forte croissance. Les technologies de couches minces telles que CIGS et CdTe ont atteint des performances élevées et les photovoltaïques organiques ont maintenant également des rendements très intéressants. L'avancée la plus spectaculaire pendant ces dernières années a été réalisée avec des cellules solaires à base de pérovskite ayant déjà des performances exceptionnelles.

L'objectif de notre travail porte sur de nouvelles cellules solaires photovoltaïques à base de vitrocéramiques de chalcogénures contenant des hétérojonctions internes auto-organisées, comme illustré sur la figure 1. Grâce à cette nanostructure unique formée par un réseau de Sb_2Se_3, un mauvais conducteur électrique mais un excellent absorbeur optique, recouvert avec du Cu_2GeSe_3, un bon semi-conducteur, ces vitrocéramiques absorbent fortement le spectre solaire en générant des porteurs de charge qui sont efficacement séparés et conduit vers des collecteurs extérieurs. La durée de vie des charges minoritaires est exceptionnelles longue, de l'ordre de 13 ms[1].

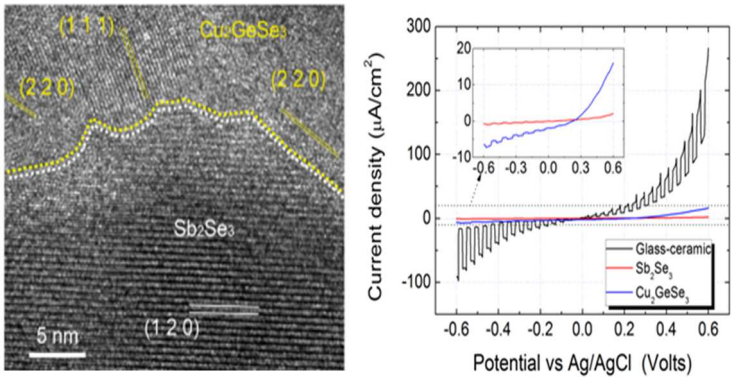

Figure 1

Gauche : nanostructure de la vitrocéramique contenant des hétérojonctions formées par Sb_2Se_3 (type n) et Cu_2GeSe_3 (type p).

Droite: photocourant de Sb_2Se_3 et de Cu_2GeSe_3 individuels et de la vitrocéramique contenant les deux phases, montrant l'importance de la nanostructure.

Une 1ère cellule photovoltaïque a été fabriquée en déposant simplement, par pulvérisation cathodique, une couche de vitrocéramique entre un support en verre recouvert d'une couche ITO et des contacts en aluminium. Une densité de courant Jsc=25 mA/cm^2 avec cependant, sans surprise, un Voc de 140 mV et un facteur de remplissage relativement faibles. Le courant de fuite est également important. Ce dispositif démontre l'efficacité de ces vitrocéramiques pour générer et séparer les porteurs de charge. Une faible couche à base de séléniure entre l'ITO et ces vitrocéramiques permet déjà d'augmenter, de façon très importante, le Voc.

Beaucoup de travaux sont encore nécessaires pour mieux comprendre ces matériaux innovants afin de concevoir des dispositifs à très haut rendement.

[1] Enhancement of charge photo-generation and transport via an internal network of Sb2Se3/Cu2GeSe3 heterojunctions, X.H. Zhang et al, J. Mater. Chem. A, 2014, 2, 17099.