

# Couche sélective d'électrons en SnO<sub>2</sub> déposé par ALD pour des cellules photovoltaïques tandem pérovskite/silicium

Félix Gayot<sup>1</sup>, Elise Bruhat<sup>1</sup>, Matthieu Manceau<sup>1</sup>, Eric De Vito<sup>2</sup>, Stéphane Cros<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Univ. Grenoble Alpes, INES, F-73375 Le Bourget du Lac, France CEA, LITEN, Département des Technologies Solaires, F-73375 Le Bourget du Lac

<sup>2</sup>Univ. Grenoble Alpes, CEA, LITEN, Département des Technologies des Nanomatériaux, 38054 Grenoble Cedex, France

Le développement de cellules photovoltaïques tandem est aujourd'hui une voie prometteuse pour surpasser les performances des technologies silicium (Si) standards. Grâce à l'intégration d'une sous-cellule pérovskite (PK) directement au-dessus d'une sous-cellule Si usuelle, les dispositifs tandem pérovskite/silicium 2 terminaux (2-T) montrent de très hauts rendements théoriques (>35% [1-2]). Cette étude s'inscrit dans le développement d'une structure tandem 2-T où la sous-cellule PK est intégrée en configuration NIP sur une sous-cellule à hétérojonction de Si (figure 1.a). Dans cette architecture, la couche sélective d'électrons (ESL) doit notamment assurer le transfert des électrons photogénérés dans la PK vers la couche de recombinaison. Cette ESL, généralement une couche d'oxyde d'étain (SnO<sub>2</sub>) [3], est couramment déposée par spin-coating [4-5]. Cependant, lors de la fabrication de cellules tandem PK/Si 2T, le dépôt de l'ESL nécessite d'être non agressif, homogène et conforme à la sous-cellule Si qui présente une surface de grande taille, rugueuse voire texturée. Face à ces spécificités, l'Atomic Layer Deposition (ALD) semble particulièrement intéressant pour le dépôt d'ESL [6]. Ces travaux s'intéressent au développement d'une ESL en SnO<sub>2</sub> déposée par ALD pour une application en cellules tandem PK/Si.

A épaisseur égale, les couches de SnO<sub>2</sub> développées ont de meilleures propriétés électroniques que les couches standards déposées par spin-coating pour une transmission optique effective similaire (voir tableau 1). De plus, la figure 1.b confirme qu'un film de PK peut croître sur ces nouvelles couches, malgré un comportement de cristallisation différent. L'étude plus poussée de ces films et la mise en œuvre de caractérisations chimiques avancées (XPS) affine la compréhension des différences de cristallisation de la PK qui apparaissent lorsque l'ESL est déposée par ALD. Ces résultats ouvrent la voie à la réalisation de dispositifs photovoltaïques tandem intégrant ces nouvelles ESL.

Tableau 1- Comparaison des propriétés opto-électroniques de couches minces (30nm) de SnO<sub>2</sub>

	$\rho$ [ $\Omega$ .m]	$T_{\text{eff}}$ [%] (750-1200nm)
SnO <sub>2</sub> <sup>spin-coating</sup>	2,26	79,65
SnO <sub>2</sub> <sup>ALD</sup>	$5,9 \times 10^{-5}$	76

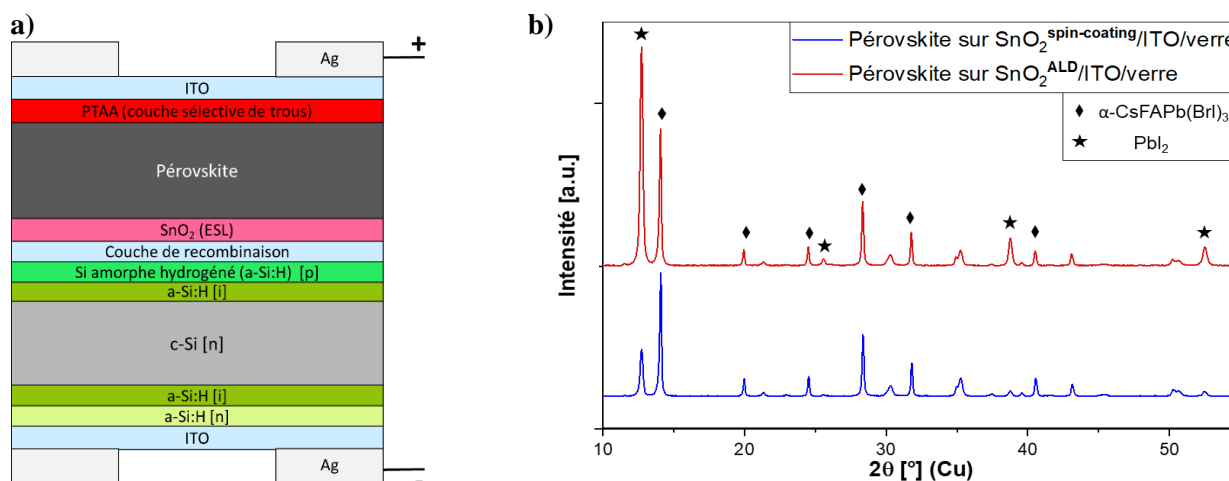


Figure 1 - Schéma d'une cellule tandem PK/Si 2-T (a) et diffractogrammes des rayons X de films PK sur deux types de SnO<sub>2</sub> (b)

## Références :

- [1] Löper P. et al., IEEE Journal of Photovoltaics, 2014, 4 (6), 1545–1551
- [2] Wali Q. et al., Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2018, 84 89–110
- [3] Jiang Q., Zhang X., You J., Small, 2018, 14, 1801154
- [4] Ke W. et al., J. Am. Chem. Soc. 2015, 137, 6730–6733
- [5] Jung K.-H. et al, J. Mater. Chem. A, 2017,5, 24790-24803
- [6] Zardetto V., et al., Sustainable Energy Fuels, 2017, 1, 3