

Spectroscopie de photoémission haute résolution et résolue en temps pour l'étude des matériaux photovoltaïques

Mathieu Silly

TEMPO beamline, Synchrotron Soleil, Gif sur Yvette, France

Afin d'augmenter le rendement des cellules photovoltaïques et de se rapprocher de la limite de photoconversion théorique de 33.7% selon le modèle de Shockley-Queisser, de nouveaux matériaux (GaAs, CdTe, perovskite...) en alternative au silicium monocristallin et de nouvelles architectures (polycristaux, films minces, matériaux organiques, boîtes quantiques colloïdales) ont vu le jour. Le rendement de photoconversion se trouve toutefois limité par des paramètres physico-chimiques (travail de sortie des matériaux, alignement des bandes, durée de vie des porteurs de charge, phénomènes de diffusion aux interfaces, stabilité chimique et électronique à l'atmosphère). L'optimisation des matériaux et architectures repose sur une meilleure compréhension et caractérisation de leurs propriétés chimiques et électroniques.

La spectroscopie de photoémission haute résolution et résolue en temps offre une approche originale afin de mieux appréhender les paramètres pertinents en vue d'augmenter le rendement de photoconversion et la stabilité dans le temps des cellules photovoltaïques. La photoémission de niveau de cœur, de par sa sélectivité chimique et sa capacité à sonder les espèces chimiques en fonction de la profondeur du matériau, permet de caractériser les surface et interfaces et de déterminer la répartition en volume des espèces chimiques notamment dans les boîtes quantiques et nanoparticules.[1,2] La mesure de la bande de valence et de l'énergie de coupure des électrons secondaires permet de réaliser un positionnement des bandes en énergie de différents matériaux et de déterminer le dopage des espèces [3]. Enfin, la photoémission résolue en temps, permet de déterminer la durée de vie des porteurs de charge photoinduits. Sa sélectivité chimique permet de déterminer les transferts de charge entre différentes interfaces.[4] Elle donne aussi accès au type de phénomène photoinduit (photovoltage de surface, photoconductivité).[5]

Nous verrons au travers d'exemples, notamment issus des travaux réalisés sur la ligne de lumière TEMPO du Synchrotron SOLEIL, comment les expériences de photoémission en rayonnement synchrotron permettent de répondre aux problématiques actuelles.

Références :

- [1] K. Huang, R. Demadrille, M. G. Silly, F. Sirotti, P. Reiss, and O. Renault, *Acs Nano* **4**, 4799 (2010).
- [2] P. C. J. Clark *et al.*, *Nanoscale* **9**, 6056 (2017).
- [3] C. Livache *et al.*, *Nano Letters* **17**, 4067 (2017).
- [4] B. F. Spencer *et al.*, *Surface Science* **641**, 320 (2015).
- [5] B. F. Spencer *et al.*, *Physical Review B* **88**, 16, 195301 (2013).