

# Étude du vieillissement de cellules photovoltaïque par spectroscopie d'impédance

K. Dantas Avelino<sup>1,2</sup>, S. Le Gall<sup>1</sup>, J-P. Kleider<sup>1</sup>, T. Pauporté<sup>2</sup>

<sup>1</sup> GeePs, Université Paris-Saclay, CNRS, CentraleSupélec, Sorbonne Université, 91192, Gif-sur-Yvette, France

<sup>2</sup> Institut de Recherche de Chimie Paris, IRCP, UMR 8247 (CNRS – Chimie ParisTech), 11 rue Pierre et Marie Curie, 75231 Paris Cedex 05

Avec l'apparition de nouveaux matériaux photovoltaïque (PV) peu stables et comportant des dynamiques de défauts différentes des matériaux conventionnels tel que le silicium ou les matériaux III-V, les techniques de caractérisation de matériaux doivent être adaptées pour répondre à ces nouveaux enjeux. La sensibilité aux phénomènes de couches et d'interfaces des techniques de spectroscopie électrique, en font des outils adaptés pour répondre à ces nouvelles problématiques [1].

L'objectif des travaux de recherche menés ici est d'étudier la dégradation de différentes cellules PV par des techniques de spectroscopie électrique. Dans un premier temps, nous avons cherché à comprendre les effets de couches et d'interfaces au sein des cellules, à travers les mesures de capacité par spectroscopie d'impédance et d'admittance. Dans un second temps, nous avons étudié les variations de ces effets capacitifs dans le temps, lorsque la cellule est soumise à des facteurs de vieillissement.

Pour cela, des mesures par spectroscopie d'impédance à l'obscurité, sous lumière et pour différentes tensions DC appliquées ont été effectuées sur des cellules à l'état de l'art pérovskite (PVK) à ~26 % de rendement de l'université de Tianjin en chine [2] et Silicium hétérojonction (Si-hj) à 13 % provenant du projet PEPR TASE. Pendant un mois, les cellules PVK ont été conservées dans de l'azote et les cellules Si-hj ont été soumises à une lumière de 1000W/m<sup>2</sup> et à des mesures courant-tension J(V) régulières. À la suite de cette phase, les mesures de spectroscopie d'impédance ont été répétées pour nous permettre d'en mesurer l'évolution. Les mesures par spectroscopie d'impédance montrent que les cellules Si-hj ont un comportement capacitif similaire selon la fréquence, sous lumière et/ou à l'obscurité. Ces cellules Si-HJ ne montre pas un vieillissement significatif au cours du temps. Les cellules PVK, quant à elles, ont un comportement capacitif similaire à l'obscurité alors qu'elles présentent 2 comportements distincts sous lumière différents selon la fréquence. Les réponses capacitives hautes fréquence (HF) pourraient être attribuées à la variation de la concentration de porteur de charges de part et d'autre de la jonction, tandis que les réponses basses fréquences (LF) pourraient être associées à la mobilité ionique ou à celle des défauts [3].

Les valeurs de capacités HF et LF augmentent avec la tension DC appliquée alors que la résistance des courants de fuite à travers la jonction diminue avec la tension pour les deux types de cellules. Cette résistance de fuite sera interprétée comme une résistance shunt dans le schéma électrique équivalent d'une cellule solaire. Après une période de stockage, les capacités HF augmentent alors que les capacités LF diminuent (Fig.1), montrant une amélioration de la qualité des cellules PVK.

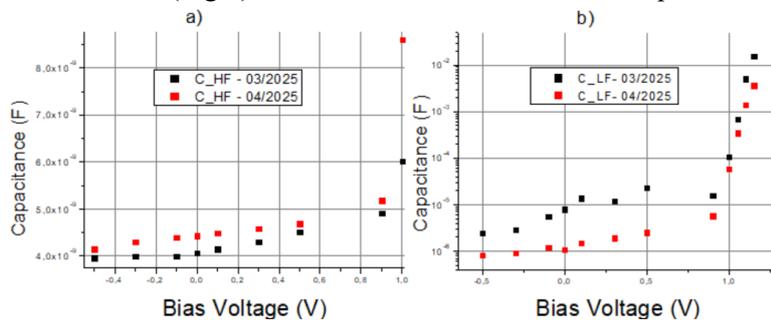


Figure 1 : Évolution de la capacité (a) HF et (b) LF en fonction de la tension pour une cellule solaire pérovskite mesurée à un mois d'intervalle.

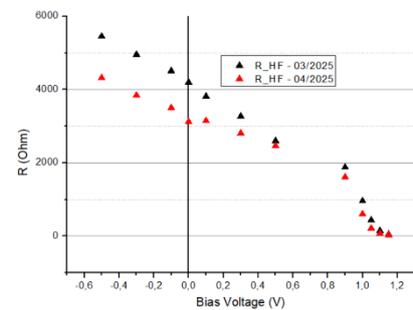


Figure 2 : Évolution de la résistance HF en fonction de la tension pour une cellule solaire pérovskite mesurée à un mois d'intervalle.

[1] A. Guerrero et al., 'Impedance Spectroscopy of Metal Halide Perovskite Solar Cells from the Perspective of Equivalent Circuits', *Chemical Reviews*, **2021** 121 (23), 14430-14484, doi: 10.1021/acs.chemrev.1c00214

[2] Prof. Cong Chen, State Key Laboratory of Reliability and Intelligence of Electrical Equipment, Hebei University of Technology, Tianjin 300401, P. R. China

[3] Monojit Bag et al., 'Kinetics of Ion Transport in Perovskite Active Layers and Its Implications for Active Layer Stability', *Journal of the American Chemical Society*, **2015** 137 (40), 13130-13137, doi:10.1021/jacs.5b08535