

OSPero 2- Outdoor Stability of triple-mesoscopic perovskite solar cells.

Yvan BONNASSIEUX, Hindia NADHI
Frédéric OSWALD
Anne MIGAN DUBOIS
Johan PARRA, Jordi BADOSA

LPICM - CNRS, École polytechnique, IP Paris
NIMBE, IRAMIS, LICSEN - CNRS, CEA Saclay
GEEPS – CNRS, Université Paris-Saclay
SIRTA-LMD – IPLS, CNRS, École polytechnique

Introduction

Pour réussir leur entrée sur le marché photovoltaïque, les cellules solaires pérovskite (PSC) doivent encore relever plusieurs défis de taille. La scalabilité des processus et la stabilité des dispositifs doivent être garanties. Cette dernière, en particulier, a longtemps été l'une des principales causes de scepticisme et reste sous-estimée dans la plupart des études. Les cellules solaires à pérovskite sont encore généralement considérées comme ayant une faible stabilité à long terme. Les principaux facteurs de dégradation proviennent de l'instabilité de leur composition, de la migration des ions, de la réactivité des halogénures/métaux, ainsi que de leur sensibilité à l'humidité, à l'oxygène et aux rayons UV.

Un consensus récemment publié sur les procédures d'étude de la stabilité des cellules solaires en pérovskite, basé sur les protocoles du Sommet international sur la stabilité photovoltaïque organique (ISOS), décrit des mesures et des procédures de vieillissement qui constituent un bon indicateur de la stabilité à long terme et qui sont valables pour les technologies établies telles que le silicium. Cependant, elles ne reflètent pas parfaitement les conditions de fonctionnement en extérieur avec des cycles jour-nuit, des variations rapides de l'irradiance, de la température ou de la pluie. En raison de la caractéristique unique de migration ionique des PSC, ces conditions changeantes peuvent affecter le rendement et la stabilité à long terme des dispositifs. Les variations de l'intensité du champ électrique au cours des cycles jour-nuit provoquent une redistribution régulière des ions, qui peut être réversible, mais qui, combinée aux variations de température, peut, à long terme, créer de nouveaux centres de recombinaison dans la masse ou aux interfaces.

Nous nous proposons étudié de manière classique la stabilité des cellules solaires méso scopiques dans des conditions de laboratoire contrôlées à l'aide de différentes techniques et protocoles : stockage dans l'obscurité (ISOS-D), polarisation électrique dans l'obscurité (ISOS-V), cycle lumière-obscurité (ISOS-LC), test de stabilité intrinsèque (ISOS-I), cycle thermique (ISOS-T), cycle solaire-thermique (ISOS-LT).

Les conditions de fonctionnement en extérieur sont rarement prises en compte et seuls quelques rapports sont disponibles. Ils montrent qu'à mesure que la durée des tests augmente, les dispositifs subissent des dégradations réversibles et, surtout, irréversibles, qui ne sont potentiellement pas détectées dans une procédure de suivi du point de puissance maximale (MPP) à température constante et à irradiance solaire constante, confirmant la nécessité de réaliser des tests en extérieur dans des conditions de fonctionnement réelles

Projet OSPero 2

Le projet OSPero2 vise à réaliser un banc de caractérisation du vieillissement outdoor optimisé pour des cellules solaires à base de pérovskites. Il se positionne dans la continuation des résultats significatifs déjà obtenus dans le cadre financement précédent de E4C, via une collaboration entre le LPICM, le NIMBE, le GEEPS et le SIRTA LMD :

- Projet OSPero sur une première structure de caractérisation.
- Stage de master sur la structuration de nouveau banc bas coût.

Les résultats obtenus sont significatifs et on montrer la possibilité de concevoir à faible cout un banc de caractérisation outdoor permettant de suivre le vieillissement de 4 cellules en parallèle (Courbe IV et MPPT) pour environs 1000€.



Raspberry PI 5

+



μSMU (*from Undalogic*)

Figure 1: Banc de caractérisation à faible cout

Objectifs

Ce nouveau projet de soutien ce place directement dans la continuité des résultats déjà obtenus :

- Duplication du banc de mesure pour tester en parallèle de 16 à 20 cellules fournir par des partenaires pour comparer les résultats.
- Intégration de mesure complémentaires : températures, irradiance, humidité, ...



Figure 2: Banc de caractérisation outdoor au SIRTA

Demande financière : 10k€

- 4 à 5 Banc de caractérisation outdoor, à faible cout de cellules solaires pérovskites (16 à 20 cellules en parallèles).
- Support mécanique des cellules
- Intégration de capteurs complémentaires (températures, irradiance, humidité, ...).

Bibliographie

1. Y. Zhou, et al. Energy Environ. Sci. 2019, 12, 1495.
2. Z. Ahmad, et al, Sci. Rep. 2017, 7, 15406.
3. K. Domanski, et al. ACS Nano 2016, 10, 6306.
4. R. Wang, et al. Adv. Funct. Mater. 2019, 29, 1808843.
5. A. Abate et al. Nat Energy 5, 35–49 (2020).
6. A. Abate et al. Energy Environ. Sci. 2017, 10, 604.
7. W. Song et al. J. Phys. Energy 2020, 2, 021003
8. G. Grancini et al., Nat. Comm., 8, 15684, (2017).
9. X. Li et al. Energy Technol. 2015, 3, 551 – 555