

Impact des facteurs extrinsèques (stockage, température, lumière) sur la conductivité électrique des couches et des interfaces dans les cellules solaires à pérovskite (PSC)

R. TAPADINHAS^{1,2,3}, M. BOUTCHICH^{1,2}, J-P. KLEIDER^{1,2}, W. FAVRE³, O. BONINO³

1. Sorbonne Université, CNRS, Laboratoire de Génie Electrique et Electronique de Paris, 75252, Paris, France

2. Université Paris-Saclay, CentraleSupélec, CNRS, Laboratoire de Génie Electrique et Electronique de Paris, 91192, Gif-sur-Yvette, France

3. Univ. Grenoble Alpes, CEA, Liten, Campus Ines, 73375 Le Bourget du Lac, France

Les cellules tandem pérovskite/silicium (Pk/c-Si) suscitent un intérêt croissant, notamment grâce à leur rendement théorique de conversion pouvant atteindre 42 % [1], ce qui dépasse largement la limite de 29,56 % des cellules à simple jonction en silicium [2]. Bien que des rendements prometteurs de 34,85 % aient déjà été obtenus [3], ces dispositifs restent toutefois limités par une dégradation rapide de la cellule supérieure en pérovskite, en particulier lorsqu'elle est exposée à des facteurs extrinsèques tels que la lumière, une excitation électrique ou encore la chaleur [4].

Afin de mieux comprendre les mécanismes à l'origine de cette dégradation, des mesures courant-tension (I-V) ont été réalisées sur des structures de test intégrant une couche de pérovskite, associée à différentes configurations d'électrodes : Ag, ITO/Ag, et C60/BCP/ITO/Ag (électrode extractrice d'électrons). Ces tests ont permis d'évaluer la résistance totale du passage des porteurs de charge à travers les électrodes et la couche de pérovskite, et ainsi d'estimer la conductivité latérale de cette dernière. Par ailleurs, l'influence de la température, de l'exposition lumineuse, de la répétition des mesures et des conditions de stockage a également été étudiée.

La figure 1 présente l'évolution de la conductivité électrique d'une couche de pérovskite déposée sur verre, en fonction du temps, de la température et de l'exposition lumineuse. Les mesures ont été effectuées sous vide, à l'aide d'électrodes ITO/Ag espacées de 0,7 mm. Lors de chaque cycle thermique, l'élévation de la température de 301 K à 349 K entraîne une augmentation de la conductivité entre 60% et 800%, aussi bien à l'obscurité que sous illumination à 630 nm.

La photo-génération induit une augmentation instantanée de la conductivité électrique de plus de trois ordres de grandeur à t_0 . Cependant, cette conductivité diminue rapidement au cours des six premiers jours, avant de se stabiliser. Après 13 jours, la conductivité mesurée à 301 K sous illumination a diminué de 97 %.

Le profil de dégradation est différent à l'obscurité : la conductivité électrique augmente initialement d'un ordre de grandeur après le premier cycle thermique, puis décroît lentement avec le temps. Une baisse de 20 % est observée entre le jour 1 et le 13^e jour.

Lors des prochaines Journées Nationales du Photovoltaïque (JNPV), seront présentés l'impact des différentes configurations d'électrodes sur les résistances totales, ainsi que l'évolution des propriétés électriques de la pérovskite sous l'influence de facteurs extrinsèques

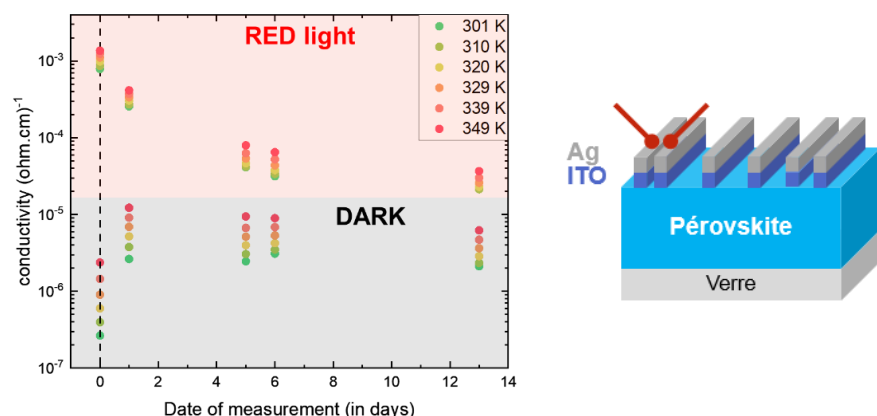


Figure 1 -Évolution de la conductivité électrique dans le temps en fonction de la température et de l'éclairement

- [1] F. Hou *et al.*, « Monolithic perovskite/silicon tandem solar cells: A review of the present status and solutions toward commercial application », *Nano Energy*, vol. 124, p. 109476, juin 2024, doi: 10.1016/j.nanoen.2024.109476.
- [2] F. Fu *et al.*, « Monolithic Perovskite-Silicon Tandem Solar Cells: From the Lab to Fab? », *Adv. Mater.*, vol. 34, n° 24, juin 2022, doi: 10.1002/adma.202106540.
- [3] « Interactive Best Research-Cell Efficiency Chart | Photovoltaic Research | NREL ». Consulté le: 15 juillet 2025. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.nrel.gov/pv/interactive-cell-efficiency>
- [4] J. Zhou *et al.*, « Recent Advances in the Combined Elevated Temperature, Humidity, and Light Stability of Perovskite Solar Cells », *Sol. RRL*, vol. 6, n° 12, p. 2200772, 2022, doi: 10.1002/solr.202200772.