

# Développement d'un adhésif UV-polymérisable optimisé pour l'encapsulation de cellules solaires Pérovskites

Mathis Majorel<sup>1,3</sup>, Christian Laurichesse<sup>2</sup>, Frederic Chaput<sup>3</sup> et Stéphane Cros<sup>1</sup>.

1. Université Grenoble Alpes, CEA, LITEN, INES, 73375 Le Bourget du Lac, France

2. Arkema France, Groupement de recherches de Lacq BP13 64170 Lacq

3. Laboratoire de Chimie, Université de Lyon, Ecole Normale Supérieure de Lyon, Université Claude Bernard Lyon 1, CNRS UMR 5182, 46 allée d'Italie, 69364, Lyon, France

La dégradation dans le temps des cellules photovoltaïques intégrant un absorbeur de type Pérovskite (cellules simples jonction ou tandem) est l'une des problématiques les plus importantes à résoudre dans la perspective de commercialisation de ces technologies. Parmi les processus de dégradation identifiés, ceux mettant en jeu des mécanismes de photo-oxydation ou d'hydrolyse peuvent être limités par l'usage d'une encapsulation performante qui prévient les entrées d'eau et d'oxygène<sup>1</sup>.

Parmi les nombreuses voies d'encapsulations<sup>2</sup> possibles, celles comportant la lamination de capots de protection (rigides ou flexibles) au moyen de matériaux de scellage sont les plus employées. Dans ce cadre, la nature du matériau de scellage est cruciale car les mécanismes de perméation des gaz (eau ou oxygène) depuis les bords du dispositif (perméation latérale) ont été identifiés comme important et limitant souvent l'efficacité de l'encapsulation<sup>3,4</sup>. Parmi les matériaux de scellage, les formulations adhésives, liquide et UV-polymérisables sont fréquemment utilisées, notamment lorsque les critères de protection vis-à-vis de l'atmosphère (humidité, oxygène et UV) sont élevés, ce qui est le cas pour les technologies Pérovskites, plus sensibles à l'atmosphère que des technologies silicium.

Nous présentons ici le développement de formulations adhésives acrylate/méthacrylate UV polymérisables adaptées à l'encapsulation des technologies photovoltaïques Pérovskites. Différents critères ont été définis tels que la transmission de la lumière de 300 à 750nm, les propriétés adhésives sur différents types de capots, la tenue thermique, les propriétés barrières aux gaz et la compatibilité des formulations avec les cellules solaires.

Outre la réalisation et les caractérisations effectuées sur les différentes formulations adhésives (mesures DSC, tests d'adhésion, mesure de la transmission UV-visible, tests de barrières aux gaz), nous avons mis en œuvre des essais spécifiques pour caractériser les entrées d'eau depuis les bords<sup>5</sup> et effectué des essais de durée de vie en conditions de chaleur humide (85°C, 85%RH) sur des dispositifs réels.

Nous avons ainsi pu mettre en évidence l'importance de la tenue thermique des formulations mais aussi le rôle déterminant des interfaces avec les capots et par conséquent évaluer l'adhésion. Ces travaux ont permis, par ailleurs, d'identifier des mécanismes de perméation complexes dans les matériaux de scellage, aux interfaces et ainsi de mieux appréhender la problématique complexe de l'encapsulation.

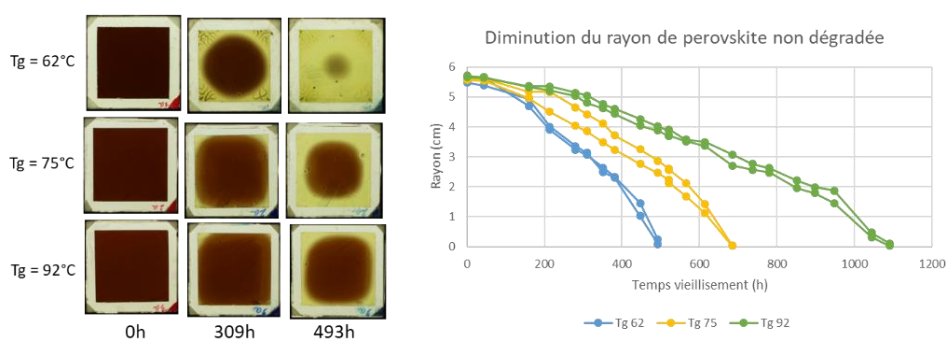


Figure 1. Clichés et paramètres issus du test spécifique de mesure de la perméation latérale («Perovskite test») en fonction du temps de vieillissement (à 85°C/85%RH) et de la température de transition vitreuse ( $T_g$ ) des formulations adhésives.

- (1) Xie, H.; Lira-Cantu, M. Multi-Component Engineering to Enable Long-Term Operational Stability of Perovskite Solar Cells. *J. Phys. Energy* **2020**, *2* (2), 024008. <https://doi.org/10.1088/2515-7655/ab8278>.
- (2) Uddin, A.; Upama, M.; Yi, H.; Duan, L. Encapsulation of Organic and Perovskite Solar Cells: A Review. *Coatings* **2019**, *9* (2), 65. <https://doi.org/10.3390/coatings9020065>.
- (3) Klumbies, H.; Müller-Meskamp, L.; Münch, T.; Schubert, S.; Leo, K. The Influence of Laterally Inhomogeneous Corrosion on Electrical and Optical Calcium Moisture Barrier Characterization. *Rev. Sci. Instrum.* **2013**, *84* (2), 024103. <https://doi.org/10.1063/1.4791798>.
- (4) Boldrighini, P.; Fauveau, A.; Thérias, S.; Gardette, J. L.; Hidalgo, M.; Cros, S. Optical Calcium Test for Measurement of Multiple Permeation Pathways in Flexible Organic Optoelectronic Encapsulation. *Rev. Sci. Instrum.* **2019**, *90* (1), 014710. <https://doi.org/10.1063/1.5021182>.
- (5) Booker, E.; Boutin, J.-B.; Roux, C.; Manceau, M.; Berson, S.; Cros, S. Perovskite Test: A High Throughput Method to Screen Ambient Encapsulation Conditions. *Energy Technol.* *n/a* (n/a), 2000041. <https://doi.org/10.1002/ente.202000041>.