

# Étude des propriétés barrière à la diffusion du cuivre de l'ITO ultrafin

Valentin Duval<sup>a,b</sup>, Adeline Lanterne<sup>a</sup>, Erwann Fourmond<sup>b</sup>, Bernadette Grange<sup>a</sup>, Johann Jourdan<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Univ. Grenoble Alpes, CEA, Liten, Campus INES, 73375 Le Bourget du Lac, France

<sup>b</sup>INSA Lyon, INL, UMR 5270, Bâtiment Irène Joliot Curie, 69622 Villeurbanne, France

Le cuivre est de plus en plus étudié en substitution à l'argent en tant qu'électrode dans les cellules photovoltaïques. Il est en effet moins cher, plus abondant, et a une conductivité électrique similaire à celle de l'argent. Toutefois, le cuivre diffuse rapidement dans le silicium cristallin et y forme des défauts impactant fortement la durée de vie des porteurs de charge. C'est pourquoi une couche barrière à sa diffusion est nécessaire dans les cellules entre l'électrode et le substrat en silicium. Dans les cellules à hétérojonction (SHJ), la couche de 100 nm d'oxyde d'indium dopé à l'étain (ITO), utilisée comme oxyde transparent conducteur (OTC), est connue pour être une barrière efficace. Cet OTC consommant trop d'indium, une épaisseur plus faible d'ITO est aujourd'hui envisagée ( $\leq 15$  nm), mais les propriétés barrière de l'ITO sur ces épaisseurs ne sont pas connues. L'objet de cette étude est donc de vérifier si l'ITO ultrafin est une barrière efficace à la diffusion du cuivre à température ambiante, après recuit des métallisations.

Des précurseurs SHJ de taille M2 (156,75 x 156,75 mm<sup>2</sup>) ont été fabriqués avec une couche d'ITO d'épaisseur variable entre 100, 15 ou 5 nm. Des échantillons sans ITO ont été conservés pour comparaison. Les échantillons ont tous été caractérisés par mesure de durée de vie et par photoluminescence (PL), puis une électrode en cuivre de 3x3,5 cm<sup>2</sup> a été déposée par sérigraphie. Un recuit de la pâte de 5 minutes ou 1h15 à 110 °C a par la suite été effectué dans une étuve. Les cellules ont enfin été à nouveau caractérisées par mesure de durée de vie et par PL après le recuit et un suivi a été réalisé pendant 38 jours à température ambiante.

Comparé aux très fortes dégradations observées sans ITO indiquant que le cuivre aurait diffusé dans le silicium cristallin, les échantillons avec ITO ne se détériorent pas, même avec seulement 5 nm (cf. Figure 1). L'ITO en tant que barrière au cuivre semble donc fiable à température ambiante suite à un faible recuit et pour des épaisseurs de 100 jusqu'à 5 nm. Suite à ces résultats prometteurs, les propriétés barrière de l'ITO ultrafin seront étudiées plus en profondeur en le soumettant à un test de vieillissement en température simulant la diffusion totale du cuivre durant la vie d'un module photovoltaïque.

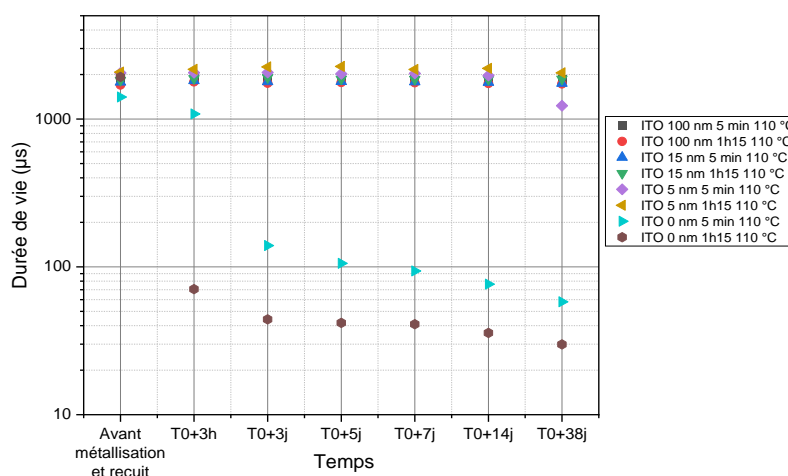


Figure 1 : Évolution de la durée de vie en fonction du temps à  $T_{\text{ambiante}}$  après un recuit de la métallisation