

Caractérisations chimiques avancées par couplage GD-OES/XPS: Etude multi-techniques de la régénération chimique et électrochimique des cratères GD-OES de matériaux III-V

Djoumana Badrounine^{1,2}, Solène Béchu^{1,2}, Anaïs Loubat², Damien Aureau², Mathieu Frégnaux²,
Jackie Vigneron², Anne-Marie Goncalves², Nathalie Simon², Muriel Bouttemy², Arnaud Etcheberry²

1. IPVF, Institut Photovoltaïque d'Île-de-France, 30 RD 128, 91120 Palaiseau, France.

2. ILV, Université de Versailles Saint-Quentin en Yvelines, Université Paris-Saclay, 78035 Versailles,
France.

Contact : solene.bechu@ipvf.fr

L'intérêt des composés III-V dans les applications photovoltaïques se renforce avec le développement des cellules solaires tandem ou à multi-jonctions. Les architectures de ces cellules devenant de plus en plus complexes, de nouvelles méthodes de caractérisation adaptées à ces structures en empilement et compatibles avec les différents procédés de préparation multi-étapes apparaissent nécessaires. La maîtrise et l'optimisation de chacune des étapes d'élaboration de ces cellules solaires, et par conséquent de chaque couche et interfaces générées sont donc des points clés pour obtenir les performances les plus élevées. La combinaison des mesures de propriétés électriques et optiques associée à une caractérisation fine de la composition chimique de toutes les couches et interfaces dans l'architecture finale de la cellule représente un réel atout pour comprendre et réorienter les étapes de fabrication.

Le travail présenté ici s'inscrit dans cette démarche et présente une stratégie de profilage chimique avancé de différents matériaux semi-conducteurs mettant en œuvre une combinaison de deux techniques de caractérisation : la spectroscopie à décharge lumineuse (SDL ou GD-OES) et la spectroscopie des photoélectrons X (XPS). L'intérêt est de combiner l'importante vitesse d'érosion de la GD-OES afin d'atteindre rapidement des régions enterrées, à un diagnostic chimique quantitatif *via* la spectroscopie XPS réalisée aux interfaces. Ces mesures XPS réalisées au fond du cratère GD-OES permettent d'obtenir la composition chimique précise de la surface (quelques nanomètres). Cependant, une étude précédente [1] a mis en évidence par XPS que l'arrêt du plasma au cours d'un profil GD-OES peut engendrer une modification de surface des matériaux (amorphisation, redépôt,...). L'introduction d'une étape intermédiaire de préparation de surface est donc nécessaire avant de réaliser les mesures XPS.

Nous proposons ici une méthode efficace et facile à mettre en œuvre pour régénérer la chimie de la surface perturbée dans le cratère GD-OES *via* des traitements électro-chimiques ou chimiques qui seront illustrés sur différents matériaux semi-conducteurs III-V (InP, GaAs, InAs). Afin de déterminer la nature de la modification, l'épaisseur sur laquelle s'étend cette zone perturbée au fond du cratère GD-OES ainsi que l'efficacité du traitement de régénération employé, une approche multi-techniques est employée. Les études réalisées en GD-OES et en XPS sur ces matériaux III-V seront complétées par les analyses morphologiques et de composition plus globales en « volume » (SEM/EDS-Secondary Electron Spectroscopy/Electron Dispersive Spectrometry) mais également microstructurales (EBSD – Electron Backscattered diffraction). Cela permettra d'établir les conditions du recouvrement de la chimie et de la structure du matériau en fond de cratère après dissolution de la zone perturbée.

Ref : [1] D. Mercier, M. Bouttemy, J. Vigneron, P. Chapon et A. Etcheberry. (2015). GD-OES and XPS coupling: A new way for the chemical profiling of photovoltaic absorbers. *Appl. Surf. Sci.*, 347, 799 - 807.

Remerciements : Ce travail a été effectué dans le cadre du projet I de l'IPVF (Institut Photovoltaïque d'Île de France) et supporté financièrement par le Programme d'Investissement d'Avenir ANR-IEED-002-01.