



## *Proposition de stage recherche / Internship*

### *Master M2 / Master*

### *Université de Strasbourg - Laboratoire ICube*

2021

**Laboratoire d'accueil : ICube (Laboratoire des Sciences de l'Ingénieur, de l'Informatique et de l'Imagerie). Equipe Instrumentation et Procédés Photoniques**

# Caractérisation locale à très haute résolution de matériaux multi-couches et nano particules pour les nouvelles cellules PV

Description du stage (Contexte, travail à réaliser, pré-requis) :

Des techniques de caractérisation basées sur l'interférométrie en lumière blanche qui sont en développement dans l'équipe IPP permettent de mesurer les propriétés optiques et structurales des matériaux sur des zones de l'ordre du  $\mu\text{m}^2$  [1]. Dans ce projet, nous développerons la spectroscopie locale pour la mesure locale d'épaisseur de couches transparentes et la super-résolution [2] pour la caractérisation des nanoparticules développées dans l'équipe MaCEPV dans le domaine des nouveaux matériaux pour des énergies renouvelables [3, 4].

Pour développer des cellules photovoltaïques (PV) plus efficaces et « propres », les matériaux nanostructurés à base de silicium (Si) présentent un grand potentiel, comme par exemple les multicouches contenant des nanoparticules (np) de Si de taille contrôlée pour les cellules PV dites "tandem" [3, 4]. Une des difficultés pour bien maîtriser leurs propriétés physiques est de trouver des techniques de caractérisation à haute résolution, les techniques de spectroscopie classiques permettant des mesures que sur des zones qui mesurent entre  $50 \mu\text{m}$  (ellipsométrie spectroscopique, SE) et plusieurs  $\text{mm}^2$  (spectroscopie).

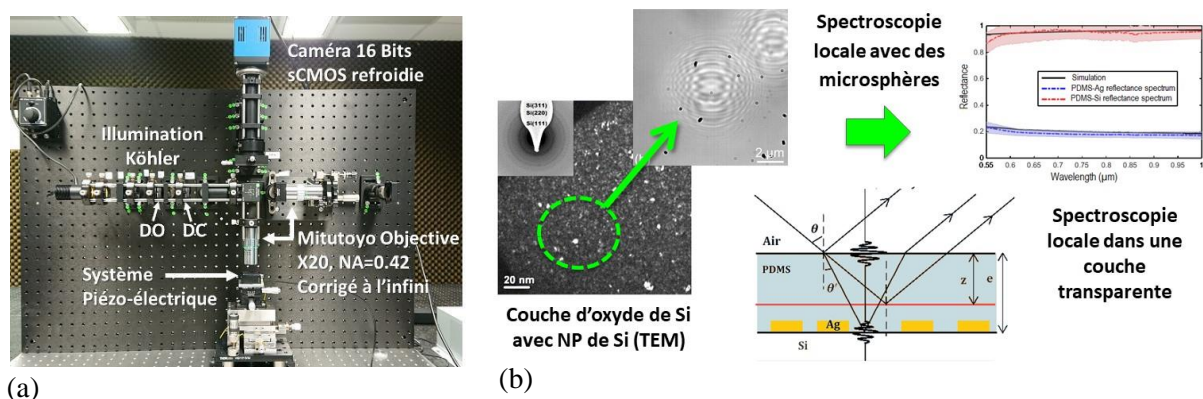


Figure 1. La spectroscopie locale par interférométrie assistée par microsphères : (a) Système de mesure Linnik. (b) Caractérisation des nanoparticules dans des couches d'oxyde de Si.

Par contre, la spectroscopie locale permet des mesures sur une zone de l'ordre du  $\mu\text{m}^2$  [1] et l'utilisation des microsphères [2] devrait pouvoir rendre possible la caractérisation optique des np [5]. Le projet se situe dans le cadre du projet API interne d'ICube "LocalSpec-PV" (Caractérisation LOcale à très hAute résoLution de matériaux multi-coucheS et nano Particules pour IEs nouvelles Cellules PV) et sera en collaboration étroite avec la thèse en cours "Spectroscopie locale dynamique à des échelles nanométriques" de Sébastien MARBACH.

Le travail de stage consistera en l'adaptation du système à différents types de caméras (nombre de pixels, vitesse, dynamique...) et sources d'illumination (laser supercontinuum, plasma...), et l'étude comparative des méthodes d'acquisition et de traitement possible (accumulation, dark, flat...) pour améliorer la qualité des mesures de spectres. Le stagiaire pourrait également être impliqué dans la fabrication d'échantillons de test adaptés. Dans un deuxième temps il faudrait fournir des mesures expérimentales du spectre local de différents matériaux avec le système développé et les comparer avec les résultats de mesures de systèmes classiques. De bonnes compétences en instrumentation et Matlab sont souhaitables.

### References:

- [1] R. Claveau, P. Montgomery, M. Flury, G Ferblantier, [Local inspection of refractive index and thickness of thick transparent layers using spectral reflectance measurements in low coherence scanning interferometry](#), Opt. Materials, 86, 100-105 (2018).
- [2] Perrin S., Leong-Hoi A., Lecler S., Pfeiffer P., Kassamakov I., Nolvi A., Hæggröm E. & Montgomery P., [Microsphere-assisted phase-shifting interferometry](#), Applied Optics, 56, 7249-7255 (2017).
- [3] E. Steveler, H. Rinnert and M. Vergnat, [Low-temperature photoluminescence properties of Nd-doped silicon oxide thin films containing silicon nanocrystals](#), J. Luminescence, 183, 311 (2017).
- [4] F. Ehrhardt, C. Ulhaq-Bouillet , D. Muller, A. Slaoui, G. Ferblantier, [Incorporation of dopant impurities into silicon oxynitride matrix containing silicon nanocrystals](#), J. Appl. Phys., 119, 174303 (2016).
- [5] R. Claveau, P. Montgomery, M. Flury, [Coherence scanning interferometry allows accurate characterization of micrometric spherical particles contained in complex media](#), Ultramicroscopy, 208, 112859 (2020).

**Responsable(s) du stage :** Paul MONTGOMERY  
Mail : [paul.montgomery@unistra.fr](mailto:paul.montgomery@unistra.fr)  
Tél : 03 88 10 62 31  
Gérald FERBLANTIER  
Mail : [gerald.ferblantier@unistra.fr](mailto:gerald.ferblantier@unistra.fr)  
Tel : 03 88 10 63 30