

PhD subject / sujet de thèse (2023)

Title: 4D interference microscopy using an environmental chamber
Titre : Microscopie interférométrique 4D en chambre environnementale

PhD supervisor(s)/ directeur de thèse : FLURY Manuel contact : mflury@unistra.fr

Encadrants : Freddy Anstotz / Paul Montgomery

Host Unit/ Unité d'accueil : ICube Laboratory (D-ESSP Department)
IPP team (Photonics Instrumentation and Processes)

Affiliate institution: University of Strasbourg / INSA Strasbourg

Collaboration(s) (if applicable): Institut Charles Sadron

Attachment to a program (if applicable): FRCR Mirage, ANR LatexDry

Résumé :

La caractérisation microscopique en temps réel dans des atmosphères contrôlées offre de nouvelles possibilités pour comprendre les propriétés de structures complexes, telles que les nouveaux matériaux fonctionnels et les échantillons biologiques. La microscopie interférentielle en lumière blanche est une méthode optique puissante qui permet non seulement la mesure topographique des micro- et nanostructures, mais aussi des mesures spectroscopiques. L'équipe IPP a une grande expérience de cette technique pour la caractérisation en science des matériaux [1] et a commencé à développer différents types de chambres environnementales. Par exemple, pour la technique des "nanobulles", une chambre environnementale a été développée permettant de contrôler la température, la pression et l'humidité. Les premiers résultats montrent le grand intérêt de ce type de mesure pour l'étude des propriétés viscoélastiques de films polymères ultra-minces [2] ou du séchage de gouttes. Une autre solution développée permet la mesure tridimensionnelle de surfaces avec une sensibilité axiale nanométrique en temps réel, ou "Microscopie 4D" [3]. L'objectif du présent projet de thèse est donc de combiner la microscopie 4D rapide avec une chambre environnementale. Les premiers travaux seront d'améliorer et de finaliser le dispositif actuel afin de l'adapter à des mesures non standard sur des échantillons inhabituels, comme pour l'étude du comportement optique de nanostructures telles que celles que l'on trouve sur les ailes de papillon. Dans ce type d'échantillon, on sait que les propriétés optiques des nanostructures dépendent des conditions de l'atmosphère environnante. Enfin, le système sera ensuite adapté à l'étude d'espèces unicellulaires, dont les formes dépendent également de la température et de l'humidité. Tout au long du projet de thèse, il sera nécessaire d'adapter le dispositif, les techniques d'acquisition et de traitement du signal à des échantillons originaux afin de tendre vers une véritable mesure tridimensionnelle et/ou spectroscopique en temps réel. Le projet sera l'occasion de développer des compétences en instrumentation optique, en électronique, en mécanique, en microscopie et en imagerie. Il serait également intéressant d'étudier l'intégration (optique, acquisition et du traitement) d'un tel système afin de le rendre portable.

[1] P. Montgomery, A. Leong-Hoi, *Emerging optical nanoscopy techniques*, Nanotechnology, Science and Applications, 2015, doi:[10.2147/NSA.S50042](https://doi.org/10.2147/NSA.S50042)

[2] P. Chapuis, P. Montgomery, F. Anstotz, A. Leong-Hoi, C. Gauthier, J. Baschnagel, G. Reiter, G. McKenna, A. Rubin, *A novel interferometric method for the study of the viscoelastic properties of ultra-thin polymer films determined from nanobubble inflation*, Review of Scientific Instruments, 2017, doi:[10.1063/1.5000948](https://doi.org/10.1063/1.5000948)

[3] P. Montgomery, F. Anstotz, F. Salzenstein, D. Montaner, *Real time and high quality on-line 4D FF-OCT using continuous fringe scanning with a high-speed camera and FPGA image processing*, Pan Stanford Publishing, 2016, doi [10.1201/9781315364889-12](https://doi.org/10.1201/9781315364889-12)

[4] S. Marbach, R. Claveau, F. Ogor, C. Cordier, J. Schiffler, P. Montgomery, M. Flury, Simultaneous local spectral, colorimetric, and topographic characterization of laser-induced colored stainless steel with low coherence interference microscopy, *Optics and Laser in Engineering*, 2023, doi:[10.1016/j.optlaseng.2022.107402](https://doi.org/10.1016/j.optlaseng.2022.107402)