

## PhD subject / sujet de thèse (2024)

**Title:** White Light Interferometric Nanoscopy for Real-Time Measurements in Controlled Atmosphere

**Titre :** Nanoscopie à l'aide de l'interférométrie en lumière blanche pour des mesures en temps réel dans une atmosphère contrôlée

**PhD supervisor(s)/ directeur de thèse :** Prof. FLURY Manuel / mflury@unistra.fr  
Ass. Prof. ANSTOTZ Freddy / freddy.anstotz@unistra.fr

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

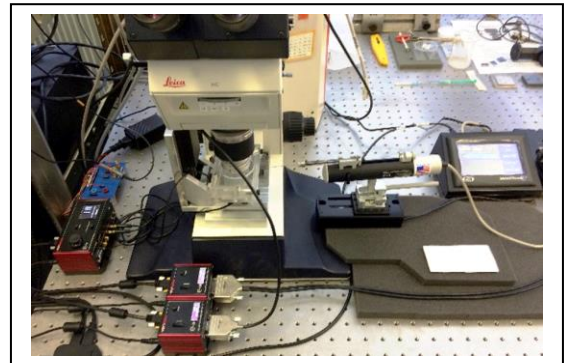
**Affiliate institution:** University of Strasbourg / INSA of Strasbourg

**Collaboration(s) (if applicable):** Institut Charles Sadron, Mines Saint-Etienne

**Attachment to a program (if applicable):** Possible link with ITI HiFunMat

### Summary:

Real-time microscopic characterization in a controlled atmosphere presents new challenges for standard techniques such as electron microscopy, atomic force microscopy or confocal microscopy. These techniques can often damage samples, are complex to implement, or take too long to acquire. Far-field optical methods enable not only label-free imaging of micro- and nanostructures, but also rapid measurements over large heights, such as white light interferometry. The IPP team has extensive experience in the white light interferometric microscopy technique [1]. This solution allows three-dimensional measurement of surfaces with nanometric axial sensitivity in real time, which the team called 4D interferometric microscopy [2]. The objective of the thesis project is to adapt our 4D interferometric measurement methods with the use of an environmental chamber. An environmental enclosure allows the monitoring of temperature, pressure and humidity by observing a sample sensitive to these parameters. The candidate will first have to improve and finalize the current device in order to adapt it to the different samples available. The IPP team is involved in different projects, which involve measuring the three-dimensional shape of drying drops for wettability measurements. The first objectives will be to be able to adapt the current system to this type of non-standard real-time measurements. Furthermore, the team also worked on the optical behavior of available nanostructures, for example on butterfly wings or on thin biological films: we know that these nanostructures depend on the conditions of the surrounding atmosphere. Finally, this work can be adapted to studies on unicellular species as myxomycetes, whose shapes also depend on temperature and humidity. Throughout the thesis project, it will be necessary to adapt the techniques for setting up, acquiring and processing the signal to the original samples in order to move towards a true three-dimensional and rapid measurement.

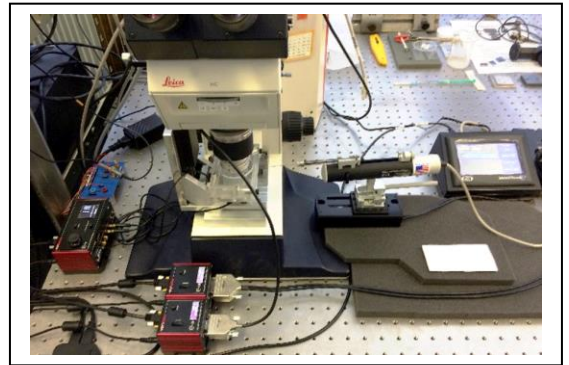


### **References:**

- [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. Montgomery, M. Flury et al., Characterization of Functional Materials Using Coherence Scanning Interferometry and Environmental Chambers, ACS Omega, 2023, pages 1-13, doi: [10.1021/acsomega.2c07007](https://doi.org/10.1021/acsomega.2c07007)
- [3] S. Marbach, R. Claveau et al., 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)

## Résumé en français :

La caractérisation microscopique en temps réel en atmosphère contrôlée présente de nouveaux défis pour les techniques standards telles que la microscopie électronique, la microscopie à force atomique ou la microscopie confocale. Ces techniques peuvent souvent endommager les échantillons, sont complexes à mettre en œuvre ou prennent trop de temps à acquérir. Les méthodes optiques en champ lointain permettent non seulement une imagerie dite label-free des micro et nanostructures, mais également des mesures rapides sur de grandes hauteurs, comme l'interférométrie en lumière blanche. L'équipe de l'IPP possède une vaste expérience dans la technique de microscopie interférométrique en lumière blanche [1]. Cette solution permet la mesure tridimensionnelle de surfaces avec une sensibilité axiale nanométrique en temps réel, ce que l'équipe a baptisé microscopie interférométrique 4D [2]. L'objectif du projet de thèse est d'adapter nos méthodes de mesure interférométrique 4D avec l'utilisation d'une chambre environnementale. Une enceinte environnementale permet le suivi de la température, de la pression et de l'humidité en observant un échantillon sensible à ces paramètres. Le candidat devra tout d'abord améliorer et finaliser le dispositif actuel afin de l'adapter aux différents échantillons disponibles. L'équipe IPP est impliquée dans différents projets, qui consistent à mesurer la forme tridimensionnelle du séchage des gouttes pour des mesures de mouillabilité. Les premiers objectifs seront de pouvoir adapter le dispositif actuel à ce type de mesures temps réel non standards. Par ailleurs, l'équipe a également travaillé sur le comportement optique des nanostructures disponibles, par exemple sur les ailes de papillons ou sur des films minces biologiques : on sait que ces nanostructures dépendent des conditions de l'atmosphère environnante. Enfin, ces travaux peuvent être adaptés aux études sur les espèces unicellulaires comme les myxomycètes, dont les formes dépendent également de la température et de l'humidité. Tout au long du projet de thèse, il sera nécessaire d'adapter les techniques de mise en place, d'acquisition et de traitement du signal aux échantillons originaux afin d'évoluer vers une véritable mesure tridimensionnelle et rapide.



## References:

- [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. Montgomery, M. Flury et al., *Characterization of Functional Materials Using Coherence Scanning Interferometry and Environmental Chambers*, ACS Omega, 2023, pages 1-13, doi: [10.1021/acsomega.2c07007](https://doi.org/10.1021/acsomega.2c07007)
- [3] S. Marbach, R. Claveau et al., 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)