

Étude et conception de structures optiques modifiées par laser pour applications multispectrales

Contexte :

STMicroelectronics et le Laboratoire Hubert Curien proposent un stage autour du développement et de l'analyse de structures optiques modifiées par laser. Le Laboratoire Hubert Curien est reconnu pour ses méthodes innovantes de modification de matériaux à l'aide de lasers, permettant la création de fonctions spectrales variées et complexes.

La physique sous-jacente repose sur l'interaction lumière-matière dans un milieu résonnant, créant des phénomènes complexes qui dépendent fortement des propriétés du laser utilisé. Les propriétés spectrales obtenues résultent d'effets d'interférences, de diffusion et de résonances optiques, offrant une large palette de comportements optiques.

Objectifs du stage :

La structure étudiée dans ce stage est un empilement multicouche intégrant notamment un film de nanoparticules d'aluminium pour des fonctions de filtrage en transmission. Le procédé laser modifie les propriétés (forme, distribution...) des nanoparticules et donc la réponse optique de la structure. La complexité de l'interaction entre le laser et l'arrangement désordonné des nanoparticules empêche la modélisation numérique complète de ce type de structure. Des modèles simplifiés peuvent néanmoins être mis au point afin d'approcher la réponse optique de la structure, par exemple en représentant la couche de nanoparticules par un milieu effectif. Un code basé sur la bibliothèque Python PyMoosh faisant cette approximation a été développé pour calculer la réflectance, la transmittance et l'absorption du système. Il permet l'optimisation des propriétés de l'empilement multicouches en fonction de divers critères. Ce code sera utilisé pour comprendre la physique en jeu dans ce système et pour concevoir de nouvelles structures qui seront réalisées par STMicroelectronics à Grenoble. Les structures réalisées seront modifiées par procédé laser et caractérisées, avant et après modification, au Laboratoire Hubert Curien. Les outils de caractérisation utilisés seront essentiellement, l'imagerie hyperspectrale, la microscopie électronique et la microscopie à force atomique. Une comparaison entre les mesures et la simulation sera également effectuée afin de chercher à améliorer le modèle numérique.

L'étudiant.e devra étudier ce type de structures dont l'application visée pourrait être un capteur multispectral. Les objectifs sont les suivants :

- Étudier et caractériser les structures optiques modifiées par laser via des mesures expérimentales
- Analyser les données obtenues pour comprendre les mécanismes physiques en jeu
- Réaliser des simulations numériques pour concevoir de nouvelles structures qui seront réalisées puis testées

Profil recherché :

L'étudiant devra posséder de solides connaissances en interaction lumière-matière et en optique. Un intérêt marqué pour l'expérimentation, la simulation numérique et l'analyse physique est essentiel pour réussir ce stage.

Durée et lieu :

Stage de 6 mois, réalisé au Laboratoire Hubert Curien à Saint-Étienne, en collaboration étroite avec STMicroelectronics à Grenoble.

Le stage pourra commencer à partir du mois de février 2026.

Contacts : Victor Kalt (victor.kalt@univ-st-etienne.fr), Nathalie Destouches (nathalie.destouches@univ-st-etienne.fr), Olivier Jeannin (olivier.jeannin@st.com), Sandrine Lhostis (sandrine.lhostis@st.com)

Study and design of laser-modified optical structures for multispectral applications

Context:

STMicroelectronics and the Hubert Curien Laboratory are offering an internship focused on the development and analysis of laser-modified optical structures. The Hubert Curien Laboratory is renowned for its innovative methods of modifying materials using lasers, enabling the creation of varied and complex spectral functions.

The underlying physics is based on light-matter interaction in a resonant medium, creating complex phenomena that are highly dependent on the properties of the laser used. The spectral properties obtained result from interference, scattering, and optical resonance effects, offering a wide range of optical behaviors.

Internship objectives:

The structure studied in this internship is a multilayer stack incorporating, in particular, a film of aluminum nanoparticles for transmission filtering functions. The laser process modifies the properties (shape, distribution, etc.) of the nanoparticles and thus the optical response of the structure. The complexity of the interaction between the laser and the disordered arrangement of the nanoparticles prevents complete numerical modeling of this type of structure. However, simplified models can be developed to approximate the optical response of the structure, for example by representing the nanoparticle layer as an effective medium. A code based on the Python PyMoosh library that makes this approximation has been developed to calculate the reflectance, transmittance, and absorption of the system. It allows the properties of the multilayer stack to be optimized according to various criteria. This code will be used to understand the physics involved in this system and to design new structures that will be produced by STMicroelectronics in Grenoble. The structures produced will be modified using a laser process and characterized, before and after modification, at the Hubert Curien Laboratory. The characterization tools used will mainly be hyperspectral imaging, electron microscopy, and atomic force microscopy. A comparison between the measurements and the simulation will also be carried out in order to improve the digital model.

The student will study this type of structure, which could be used in a multispectral sensor. The objectives are as follows:

- Study and characterize laser-modified optical structures through experimental measurements
- Analyze the data obtained to understand the physical mechanisms at play
- Perform digital simulations to design new structures that will be built and then tested

Desired profile:

The student must have a solid understanding of light-matter interaction and optics. A keen interest in experimentation, numerical simulation, and physical analysis is essential for success in this internship.

Duration and location:

6-month internship at the Hubert Curien Laboratory in Saint-Étienne, in close collaboration with STMicroelectronics in Grenoble.

The internship can begin in February 2026.

Contacts : Victor Kalt (victor.kalt@univ-st-etienne.fr), Nathalie Destouches (nathalie.destouches@univ-st-etienne.fr), Olivier Jeannin (olivier.jeannin@st.com), Sandrine Lhostis (sandrine.lhostis@st.com)