

## FINANCEMENT DE THÈSE ACQUIS

Durée : 3 ans à compter du 1<sup>er</sup> octobre 2024

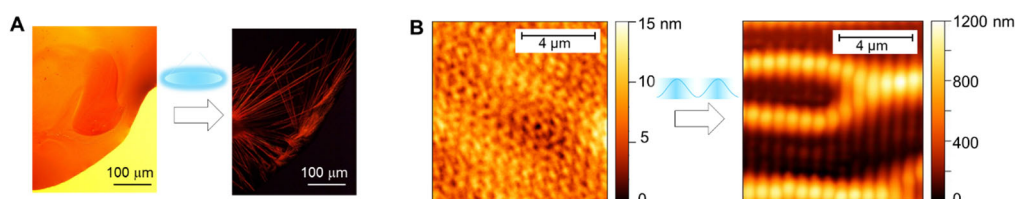
NANTES UNIVERSITÉ - FRANCE

### ÉLABORATION ET ÉTUDES DE MATÉRIAUX PHOTOSTIMULABLES COOPÉRATIFS POUR MODULER L'ORGANISATION DE SYSTÈMES BIOLOGIQUES COMPLEXES

**Contexte** : Le façonnage de composés moléculaires sous forme de matériaux est devenu omniprésent dans de nombreux domaines de la vie quotidienne (médicaments, afficheurs, écrans plats...). Il procède la plupart du temps par auto-assemblage de petites molécules fonctionnelles pour former des nanomatériaux ou des films nanométriques dont les propriétés sont gouvernées par l'orientation et la densité en molécules. Si de nombreux efforts ont porté sur l'optimisation des propriétés individuelles des molécules, les études s'intéressant à la maîtrise de phénomènes coopératifs aux échelles nanométriques sont encore balbutiantes. Et pourtant, l'activation de réponses d'ensemble sous l'effet d'une faible perturbation, qu'elle soit d'ordre optique, mécanique, thermique, électrique, ou encore magnétique, offre un très fort potentiel (matrice de croissance d'organoïdes en biologie, matériaux thermoélectriques pour la production d'énergie par récupération de chaleur, spintronique pour le transfert et le stockage d'information, ou encore conception de micro-et nanorobots comme futurs actuateurs en médecine chirurgicale).

**Travaux** : Dans ce contexte, les travaux de thèse porteront sur des molécules photoactivables connues pour entraîner des réponses macroscopiques sous forme de matériaux, comme la délivrance de principes actifs ou la déformation contrôlée de films minces (Figure 1). Il s'agira non seulement d'élaborer ces molécules, mais également d'étudier leurs processus coopératifs sous forme de films minces, et d'en exploiter les déformations d'ampleur pour moduler les propriétés de surface et ainsi contrôler l'adhésion et les interactions de systèmes biologiques complexes (cellules, adduits protéiniques). Les études physico-chimiques menées viseront d'abord à sonder l'aptitude à la déformation de ces films, alors exposés à l'effet de la lumière ou à une perturbation mécanique, engendrée à l'échelle nanométrique par une pointe de microscope à force atomique (AFM). Elles s'étendront ensuite au couplage de systèmes biologiques avec des surfaces photodéformables pour modifier de manière contrôlée et quantifier l'organisation et les réponses associées grâce à l'utilisation seule de lumière.

**Profil** : L'ensemble des travaux de thèse sera mené dans le cadre d'un programme national de l'ANR (EUR LUMOMAT) et se déroulera conjointement dans les laboratoires CEISAM – UMR CNRS 6230 et IMN – UMR CNRS 6502 de Nantes Université, ayant développé une forte expertise dans la fabrication et les caractérisations photophysiques et mécaniques de nanomatériaux moléculaires et polymériques, pour des applications biologiques et optoélectroniques variées. La personne recrutée devra faire preuve d'une forte motivation, d'une ouverture d'esprit interdisciplinaire, et d'une formation solide en physico-chimie moléculaire.



**Figure 1.** Modifications de la matière photoinduite. A) Transition amorphe-cristallin sous illumination homogène. B) Formation de superstructures micrométriques sous illumination structurée.

**Contacts : Eléna Ishow / Stéphane Cuénot**

Nantes Université - Faculté des Sciences et Techniques CEISAM & IMN

E-mail : [elena.ishow@univ-nantes.fr](mailto:elena.ishow@univ-nantes.fr) / [stephane.cuenot@cnrs-imn.fr](mailto:stephane.cuenot@cnrs-imn.fr)

<https://ceisam.univ-nantes.fr> / <https://www.cnrs-imn.fr>

**PhD FUNDING – GROSS INCOME 2100 € per year**

**3 years - Starting date: October 2024, 1<sup>st</sup>**

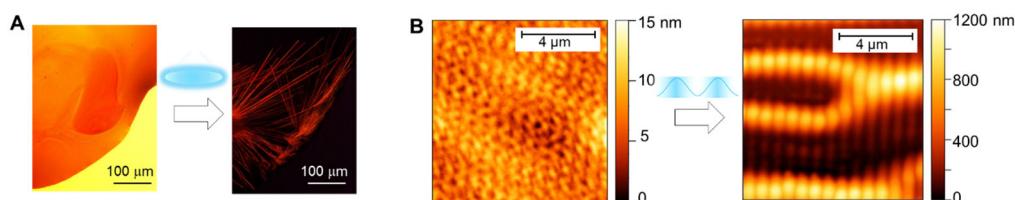
**NANTES UNIVERSITY - FRANCE**

**MANUFACTURING AND STUDIES OF COOPERATIVE PHOTOSWITCHABLE MATERIALS FOR TUNING THE ORGANIZATION OF COMPLEX BIOLOGICAL SYSTEMS**

**Context.** Materials manufacturing out of molecular compounds nowadays addresses numerous areas of our daily life (drugs, displays, flat screen...). Self-assembling of small functional molecules is often involved to yield nanomaterials or nanometer-thin films with properties ruled by the molecular orientation and density. Optimizing the properties of individual molecules has thus usually been the main concern, and yet mastering cooperative phenomena at the nanoscale has still been overlooked despite its utmost importance. Indeed, bulk activation in response to weak perturbations produced by optical, mechanical, thermal, electrical or magnetic stimuli represents high stakes, addressing many topics (biological scaffolds for growing organoids, thermoelectrical materials to produce energy from heat recovery, spintronics for high-speed and high-density information transfer and storage, production of micro- and nanorobots as future possible actuators in surgery).

**Research studies.** The targeted research work will thus deal with photoactivatable molecules, amenable to large macroscopic response when processed as materials, which can lead to drug delivery and controlled deformation of thin films (Figure 1). It will address the synthesis of molecules before processing them as thin films, in order to study cooperative processes by inducing major surface deformations, modulate surface properties, and eventually control adhesion and interactions of complex biological systems (cells, protein/DNA assemblies). Physico-chemical investigations will first probe the ability of thin films to deform under light exposure or mechanical perturbation, provoked at the nanoscale by a tip of an atomic force microscope (AFM). They will be expanded to the coupling of biological systems with photodeformable surfaces to modify and quantify in a controlled fashion the resulting organization and responses, through light only.

**Profile.** All these PhD studies will be carried out in the framework of a national program of the French Research Agency (ANR - EUR LUMOMAT) in tight collaboration between two research units CEISAM – UMR CNRS 6230 and IMN – UMR CNRS 6502 at Nantes University, acquainted with strong expertise in the manufacturing, and photophysical and mechanical investigations of molecular and polymer nanomaterials, for various biological and optoelectronic applications. The recruited candidate is expected to possess a strong working-together spirit, be open-minded and ready to interdisciplinarity, and have strong expertise physical chemistry.



**Figure 1.** Photoinduced matter changes. A) Amorphous-crystalline transitions under homogenous illumination. B) Formation of micrometer-high reliefs under structured illumination.

**Contact: Eléna Ishow / Stéphane Cuénot**

Nantes University / France - Faculty of Sciences and Techniques CEISAM & IMN

E-mail : [elena.ishow@univ-nantes.fr](mailto:elena.ishow@univ-nantes.fr) / [stephane.cuenot@cnrs-imn.fr](mailto:stephane.cuenot@cnrs-imn.fr)

<https://ceisam.univ-nantes.fr/> / <https://www.cnrs-imn.fr>

**Application will first proceed by e-mail by sending a detailed CV, at least one letter of recommendation and final marks in the master grade.**