



## Propriétés optiques de particules diélectriques et hybrides en vue de la mise en œuvre de nanomarqueurs pour l'imagerie en biologie

**Spécialité** Interaction laser-matière

**Niveau d'étude** Bac+5

**Formation** Master 2

**Unité d'accueil** [SPEC/LEPO](#)

**Candidature avant le** 12/04/2024

**Durée** 5 mois

**Poursuite possible en thèse** oui

**Contact** [FIORINI Celine](#)  
+33 1 69 08 62 38/19 76  
[celine.fiorini@cea.fr](mailto:celine.fiorini@cea.fr)

### Résumé

L'objectif du stage consistera à analyser les propriétés optiques (fluorescence et conversion de fréquence, notamment génération de 2nd harmonique – SHG) de particules diélectriques nanométriques en vue de leur implémentation future pour le marquage et l'imagerie en milieu biologique. Le stage comportera 2 volets : (1) l'étude de l'exaltation du signal SHG de ces particules suite à leur couplage à une nanoantenne plasmonique. (2) la possibilité de contrôler les propriétés d'émission de ces particules par effet piézoélectrique.

### Sujet détaillé

Suite à de premiers travaux menés dans le cadre d'une collaboration entre notre laboratoire et 2 autres laboratoires du plateau de Saclay (ENS Paris-Saclay/ LUMIN et CentraleSupélec/ SPMS), nous avons pu mettre en évidence l'intérêt de nanoparticules diélectriques de BaTiO<sub>3</sub> éventuellement dopées pour l'imagerie optique en milieu biologique. Plus particulièrement, les propriétés à la fois de luminescence et de conversion de fréquence (génération de second harmonique - SHG) de ces particules en font des marqueurs prometteurs en vue d'applications à plus long terme pour le suivi du transport intracellulaire au sein de réseaux neuronaux, ou la mesure du potentiel électrique transitoire extracellulaire de neurones.

L'objectif du stage consistera à analyser les propriétés optiques de particules de BaTiO<sub>3</sub> de taille réduite ( Dans une première partie, il s'agira de démontrer la possibilité d'exalter le signal SHG de ces particules suite à leur couplage à des nanoantennes plasmoniques. Nous avons notamment à notre disposition des nanoparticules recouvertes d'une couronne d'or, pour lesquelles de premières simulations laissent envisager des exaltations intéressantes.

La seconde partie du stage consistera à étudier la possibilité de moduler la réponse des particules (conversion de fréquence ou luminescence dans le cas de particules dopées par des terres rares) via une déformation du cristal obtenue par effet piézoélectrique inverse

L'équipe d'accueil est le groupe Nanophotonique du SPEC/LEPO. Pour les besoins de ses recherches, le groupe a

---

développé un savoir-faire important dans le couplage de mesures optiques avec des microscopies à sondes locales. L'équipe dispose ainsi de plusieurs bancs expérimentaux de ce type, fonctionnant à l'air ou sous ultravide : optique et optique non-linéaire de nano-objets, nouvelles méthodes de microscopies optiques à sonde active ...

Le rôle du stagiaire ira de la préparation des échantillons, à la caractérisation de leurs propriétés optiques (analyses spectrales et résolues en polarisation). Il participera également à l'interprétation des résultats obtenus.

### **Mots clés**

Nanosciences, nanotechnologies, photonique, microscopies à sondes locales

### **Compétences**

Mesures optiques, microscopies à sondes locales

### **Logiciels**

---

## **Optical properties of dielectric and hybrid particles for the implementation of nanolabels for bioimaging**

### **Summary**

The aim of the internship will be to analyse the optical properties (fluorescence and frequency conversion, in particular 2nd harmonic generation - SHG) of nanometric dielectric particles in view of their future implementation for labelling and imaging in biology. The internship will include two parts: (1) the study of the SHG signal enhancement of these particles following their coupling to a plasmonic nano-antenna. (2) the possibility of controlling the emission properties of these particles by piezoelectric effect.

### **Full description**

Following initial work carried out in the framework of a collaboration between our laboratory and two other laboratories on the Saclay plateau (ENS Paris-Saclay/ LUMIN and CentraleSupélec/ SPMS), we have been able to demonstrate the interest of (possibly doped) BaTiO<sub>3</sub> dielectric nanoparticles for optical imaging in biological environments. More particularly, the luminescence and frequency conversion properties (second harmonic generation - SHG) of these particles make them promising markers for long term applications in the monitoring of intracellular transport in neural networks, or the measurement of extracellular transient electric potential in neurons.

The objective of the internship will be to analyse the optical properties of small BaTiO<sub>3</sub> particles (In a first part, we will demonstrate the possibility of enhancing the SHG signal of these particles following their coupling to plasmonic nanoantennas. In particular, we have at our disposal nanoparticles covered with gold, for which first simulations suggest interesting enhancement effects.

The second part of the internship will consist in studying the possibility of modulating the particle response (frequency conversion or luminescence in the case of rare-earth doped particles) following a deformation of the crystal obtained by inverse piezoelectric effect.

The host team is the Nanophotonics group of SPEC/LEPO. For the needs of its research, the group has developed an important know-how in the coupling of optical measurements with local probe microscopies. The team has several experimental benches of this type, operating in air or under ultra-high vacuum: optics and nonlinear optics of nano-objects, new methods of optical microscopy with active probe ...

The role of the student will range from sample preparation, to the characterization of their frequency conversion properties (spectral and polarization-resolved analyses). He will also participate in the interpretation of the results that will be obtained.

### **Keywords**

Nanosciences, nanotechnologies, photonics, local probe microscopy

### **Skills**

Optical measurements, local probe microscopies

### **Softwares**