

## Dynamique des solides au cycle optique.

**Spécialité** Interaction laser-matière

**Niveau d'étude** Bac+5

**Formation** Master 2

**Unité d'accueil** [LIDYL/DICO](#)

**Candidature avant le** 31/03/2021

**Durée** 4 mois

**Poursuite possible en thèse** oui

**Contact** [GUIZARD Stephane](#)  
+33 1 69 08 78 86  
[stephane.guizard@cea.fr](mailto:stephane.guizard@cea.fr)

**Autre lien** <http://attolab.fr/>

### Résumé

Ce stage s'insère dans un projet de recherche, financé par l'ANR, dont objectif est de sonder la dynamique des solides avec une résolution temporelle ultime, femtoseconde et sub-femtoseconde, en développant de nouvelles méthodes pompe-sonde optiques sur l'Equipex Attolab, au LOA (ENSTA-X) et à l'Orme des Merisiers (CEA-Université Paris Saclay).

### Sujet détaillé

Le programme de recherche TOCYDYS (Toward Optical CYcle DYnamics in Solids), à caractère fondamental, a pour but de sonder la dynamique des solides, avec une résolution temporelle à l'échelle du cycle optique et de franchir la limite de résolution femtoseconde. Nous nous concentrerons dans un premier temps sur les isolants tels que la silice et le quartz (SiO<sub>2</sub>) ou le saphir (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

Le travail sera réalisé sur les facilités récemment ouvertes au LOA et au LIDYL de l'Equipex AttoLAB (<http://attolab.fr/>). Nous aurons accès aux lasers stabilisés en phase et impulsions VUV ultra brèves VUV associées.

Les expériences consisteront à exciter les échantillons avec des impulsions de quelques cycles optiques (intensité de 10<sup>12</sup> à 10<sup>15</sup> W/cm<sup>2</sup>) et à sonder la dynamique par mesure de changement de réflectivité, dans les domaines IR et visible, puis avec les trains d'impulsions attosecondes dans le VUV. Nous aurons un accès direct aux mécanismes physiques de l'interaction laser matière et aux étapes initiales de la relaxation électronique du solide : ionisation multiphotonique, tunnel ou Zener, modulation de la bande interdite, diffusion inélastique des porteurs, ionisation par impact, effet Auger, etc.

Durant la première partie du programme, au Laboratoire d'Optique Appliquée- LOA, les mesures seront faites dans les domaines visible et proche IR, avec pour objectif d'atteindre la résolution du cycle optique. Ensuite, dans la deuxième partie, nous construirons un montage pour la mesure de réflectivité dans le domaine VUV, capable d'enregistrer les variations de l'amplitude de l'impulsion sonde, mais aussi ou de la phase en utilisant l'interférométrie spatiale dans le domaine VUV.

---

Le programme de recherche TOCYDYS a reçu un financement de l'agence nationale de la recherche (ANR) pour la période 2020-2023. Le stage de Masters est donc financé. Celui-ci pourra se dérouler, pour la partie expérimentale, au LOA, en collaboration avec Davide Boschetto (<https://loa.ensta-paristech.fr/research/appli-research-group/>) ou à l'Orme des Merisiers (<http://attolab.fr/>).

### **Mots clés**

Physique des solides, dynamique électronique, phénomène ultrarapides, physique attoseconde.

### **Compétences**

Lasers femtosecondes, méthodes pompe sonde optiques, détection synchrone.

### **Logiciels**

---

## **Towards optical cycle dynamics in solids.**

### **Summary**

This internship is part of a research project, funded by the french Agency ANR, whose purpose is to probe the carrier dynamics in solids with ultimate femtosecond and sub-femtosecond resolution, by developing new optical pump-probe methods on the Equipex Attolab, at LOA (ENSTA) and at L'Orme des Merisiers (CEA- Université Paris Saclay).

### **Full description**

The fundamental TOCYDYS (Toward Optical Cycle Dynamics in Solids) research program aims to probe the dynamics of solids with temporal resolution at the optical cycle scale and to cross the femtosecond resolution limit. We will initially concentrate on insulators such as silica and quartz (SiO<sub>2</sub>) or sapphire (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

The experiments will be carried out on the facilities recently opened at LOA and LIDYL of Equipex Attolab (<http://attolab.fr/>), where we will have access to phase-stabilized lasers and associated ultra short VUV pulses.

The experiments will consist of exciting the samples with pulses of a few optical cycles (intensity in the range 10<sup>12</sup> to 10<sup>15</sup> W/cm<sup>2</sup>) and probing the dynamics by measuring change of reflectivity, in the IR and visible domains, then with attosecond pulse trains in the VUV.

We will have direct access to the physical mechanisms of the material laser interaction and to the initial stages of the electronic relaxation of the solid: multiphoton, tunnel or Zener ionization, modulation of the band gap, inelastic diffusion of the carriers, impact ionization, Auger effect, etc.

During the first part of the program, at the Laboratory of Applied Optics- LOA, the measurements will be made in the visible and near IR domains, with the objective to achieve the resolution of the optical cycle. Then, in the second part, we will construct a set-up for the reflectivity measurement in the VUV domain, capable of recording variations in the amplitude of the probe pulse, but also of the phase using spatial interferometry in the VUV domain.

The TOCYDYS research program received funding from the National Research Agency (ANR) for the period 2020-2023. So the Masters internship is funded. The experimental part will be conducted at LOA in collaboration with Davide Boschetto (<https://loa.ensta-paristech.fr/research/appli-research-group/>) or at the attolab facility (CEA Saclay-Orme des Merisiers, <http://attolab.fr/>).

### **Keywords**

Solid state physics, carrier dynamics, ultrafast phenomena, attosecond physics.

### **Skills**

Femtosecond lasers, optical pump probe techniques, synchronous detection.

### **Softwares**