

Laboratoire : Institut Lumière Matière (ILM)
Responsable du laboratoire : P. Dugourd
Equipe : Structure et dynamique multi-échelles des édifices moléculaires ([web](#))
Responsables & Encadrant : Vincent Lorient (MdC), G. Karras(Post-doc), E. Constant (CNRS) et Franck Lépine (CNRS)
Contact : vincent.lorient@univ-lyon1.fr

Proposition de sujet de stage pour les étudiants en Master 2 - Année 2016-2017

Dynamiques ultrarapide dans des molécules d'intérêt astrophysique

En astrophysique moléculaire, une des questions essentielles est de comprendre l'évolution des molécules complexes qui conduit à l'apparition des molécules du vivant. Pour ces objets complexes, les techniques expérimentales sont limitées. Notre groupe a développé une approche dite d'« astrophysique moléculaire ultrarapide UVX » qui propose d'étudier cette question au moyen d'impulsions laser UXV ultracourtes¹.

Dans les milieux interstellaires, les molécules carbonées telles que les HAP (hydrocarbure aromatique polycyclique) interagissent avec des radiations énergétiques (VUV). L'absorption de ce type de photons induit des mécanismes électroniques et vibrationnels ultrarapides aux échelles de temps femtoseconde ($1 \text{ fs} = 10^{-15} \text{ s}$) voir attoseconde ($1 \text{ as} = 10^{-18} \text{ s}$). A l'échelle femtoseconde, l'énergie accumulée peut conduire à différents canaux de dissociation ou à des relaxations internes à travers les degrés de liberté vibrationnels, déterminées par des brisures de l'approximation de Born-Oppenheimer. A l'échelle attoseconde, la réponse électronique domine le mécanisme car cette échelle de temps est bien inférieure aux échelles de temps typiques des vibrations ce qui signifie que les noyaux sont « gelés » lors de la dynamique électronique attoseconde.

L'objectif de ce stage est d'étudier les différents canaux d'ionisation et de dissociation induits par des impulsions lasers ultracourtes VUV-XUV avec une résolution femtoseconde et attoseconde. Ces processus seront sondés à l'aide d'une impulsion de quelques dizaines de femtosecondes par absorption multiphotonique dans l'infra-rouge. La détection des différents HAP sera réalisée à l'aide d'un analyseur de masse moléculaire (temps de vol) et par imagerie de vitesse de particules chargées.

Le (La) candidat(e) doit être très motivé(e) par un stage expérimental dans le domaine de la physique moléculaire et des sciences de l'ultrarapide (impulsions laser courtes). De solides connaissances en mécanique quantique et en optique non-linéaire sont souhaitées. L'anglais scientifique et des connaissances en programmation seront aussi des points positifs.

¹A. Marciniak *et al.* [Nature communication 6 7909 \(2015\)](#)

Laboratory : Institute of Light and Matter (ILM)
Director of the laboratory : P. Dugourd
Team : Structure and multi-scales dynamics of complexes molecules ([web](#))
Supervisor : Vincent Loriot (assistant Prof), G. Karras(Post-doc), E. Constant (CNRS) and Franck Lépine (CNRS)
Contact : vincent.loriot@univ-lyon1.fr

Offer of practice for student in Master 2 - year 2016-2017

Ultrafast dynamics of the astrophysical interest molecules

In molecular astrophysics, one of the central goals is to elucidate the evolution of the complexes molecules that lead the apparition of molecules of biological interest. For such complex systems, the experimental techniques are still limited. In our group, we have developed a new approach called “Ultrafast XUV molecular astrophysics” devoted to this objective through the use of ultrashort XUV laser pulses¹.

In the interstellar medium, molecules such as PAH (Polycyclic Aromatic Hydrocarbon) interact with energetic (VUV) light. The absorption of such photons leads to mechanisms that involve both electronic and vibrationnal motions on the femtosecond timescale ($1 \text{ fs} = 10^{-15} \text{ s}$) but also on the attosecond timescale ($1 \text{ as} = 10^{-18} \text{ s}$). On the femtosecond timescale, the internal energy can lead to different dissociative pathways or to relaxations through the vibrational degrees of freedoms, which consider the breakdown of the Born-Oppenheimer approximation. On the attosecond timescale, pure electronic dynamics have to be considered since this timescale is lower than the vibrationnal periods. This implies that the molecule is frozen while the electronic dynamic takes place.

The aim of this practice is to study different ionization and dissociation channels induced by ultrashort VUV-XUV laser pulses with femtosecond and attosecond resolution. Such processes are probed using a non-resonant infrared laser pulse of few tens of femtosecond in multiphoton regime. The measurement will be realized with a Time of Flight (TOF) mass analyzer and with a Velocity Map Imaging (VMI) spectrometer.

The applicant has to be quite motivated by an experimental practice in the field of molecular physics and ultrafast technology. A good background in quantum mechanics and in non-linear optics is expected. Abilities in computer sciences and some notion in French language would be positive points for the selection.

¹A. Marciniak *et al.* [Nature communication 6 7909 \(2015\)](#)