

Laboratoire : Institut Lumière Matière (ILM)
Responsable du laboratoire : P. Dugourd
Equipe : Structure et dynamique des édifices moléculaires ([web](#))
Responsables & Encadrant : Vincent Lorient (MdC), G. Karras (Post-doc), C. Bordas (CNRS), Eric Constant (CNRS) & F. Lépine (CNRS)
Contacts : franck.lepine@univ-lyon1.fr

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

Dynamique Quantique et Control Cohérent Attoseconde dans les molécules.

La génération d'impulsions lasers de durée sub-femtoseconde ($1 \text{ fs} = 10^{-15} \text{ s}$) a ouvert de nouvelles perspectives dans l'étude des processus quantiques dans la matière. La capacité de contrôler la lumière à l'échelle attoseconde permet en effet d'envisager de suivre le mouvement des charges à l'échelle atomique et de contrôler les propriétés physiques au moyen de protocoles cohérents dans lesquels la lumière est « sculptée » à l'échelle attoseconde ($1 \text{ as} = 10^{-18} \text{ s}$).

L'équipe Structures et dynamiques multi échelle d'édifices moléculaires de l'ILM est reconnue dans ce domaine à la pointe de la photo-physique actuelle pour ses études de dynamique quantique sur des systèmes moléculaires¹. La physique attoseconde moléculaire est un domaine émergent très largement inexploré qui requière à la fois des technologies lasers et des théories quantiques à la pointe du savoir-faire actuel. Une des premières expériences de contrôle attoseconde pour des molécules polyatomiques a été réalisée par le groupe de l'ILM et concerne la possibilité d'observer l'effet des variations temporelles du champ électrique d'une impulsion laser sur un système moléculaire. En utilisant des impulsions de lumière UVX attosecondes et en mesurant les variations de l'efficacité de l'ionisation moléculaire, il est possible d'observer comment le champ électrique lumineux modifie les propriétés moléculaires à l'échelle attoseconde. Ce premier résultat de contrôle de l'ionisation moléculaire à l'échelle attoseconde (CIMA)² pose de nouvelles questions, sur notre compréhension de l'interaction laser-matière au niveau quantique, sur le rôle de la corrélation électronique et de l'approximation de Born-Oppenheimer dans les protocoles de contrôle attoseconde. L'objectif du stage est d'appréhender ce problème à travers 2 axes : d'abord l'étude de l'effet CIMA par des mesures par imagerie de vitesse 3D d'électrons puis l'étude de l'effet CIMA en fonction de la complexité moléculaire.

Une étude de type pompe-sonde attoseconde XUV-IR sera réalisée par imagerie de vitesse sur des systèmes moléculaires linéaires de petite taille pour lesquels CIMA a été observé. Puis l'étude sera étendue à des systèmes complexes tels que les nano-sphères de carbone C_{60} au moyen de la spectrométrie de masse, ceci permettra d'étendre des études à l'échelle nanoscopique.

Le (la) candidat(e) sera formé(e) aux techniques optiques attosecondes et à l'imagerie de particules chargées afin de pouvoir réaliser ce projet. Des compétences en mécanique quantique et optique sont indispensables. Un attrait pour l'aspect international de la recherche est fortement conseillé.

¹ F. Lépine *et al.* Nature Photonics, 8, 195–204 (2014)

² C. Neidel *et al.* Phys. Rev. Lett. 111, 033001 (2013)