

# Spécialité de Master « Optique, Matière, Plasmas »

Stage de recherche (4 mois minimum, à partir de début mars 2013)

## Proposition de stage pour l'année 2012-2013

Date de la proposition : 09/10/2012

<b>Responsable du stage / internship supervisor:</b>			
Nom / name:	Chatel / Chalopin	Prénom/ first name :	Béatrice / Benoît
Tél :	05 61 55 84 84	Fax :	05 61 55 83 17
Courriel / mail:	<a href="mailto:beatrice.chatel@irsamc.ups-tlse.fr">beatrice.chatel@irsamc.ups-tlse.fr</a> / <a href="mailto:benoit.chalopin@irsamc.ups-tlse.fr">benoit.chalopin@irsamc.ups-tlse.fr</a>		
<b>Nom du Laboratoire / laboratory name:</b> Laboratoire Collisions Agrégats Réactivité (LCAR)			
Code d'identification : UMR 5589		Organisme : CNRS-Université Paul Sabatier	
Site Internet / web site: <a href="http://www.lcar.ups-tlse.fr/femtocontrol/">http://www.lcar.ups-tlse.fr/femtocontrol/</a>			
Adresse / address: Université Paul Sabatier, Bât 3R1B4, 118 Route de Narbonne, 31062 Toulouse			
Lieu du stage / internship place: Université Paul Sabatier - Toulouse			

### **Titre du stage / internship title: Génération d'impulsions courtes d'électrons à partir d'une pointe de nanotube de Carbone**

Depuis plusieurs années, motivés à la fois par l'élaboration de nouvelles sources d'électrons pour la microscopie, plusieurs groupes de recherches s'intéressent à l'utilisation de pointes de tungstène de taille nanométrique (d'une cinquantaine à quelques centaines de nanomètres), illuminées par une impulsion laser femtoseconde. Ces expériences tirent parti à la fois de la très haute intensité crête fournie par une impulsion laser ultra-courte, et de la taille nanométrique de ces objets qui, par l'effet de pointe, contribue à l'augmentation du champ électrique local. En fonction des propriétés du laser utilisé, plusieurs phénomènes physiques peuvent ainsi voir le jour : émission de champ, régime multi-photonique, régime de tunneling optique, recollision des électrons avec la pointe et émission d'harmoniques.

Nous proposons d'implémenter un dispositif utilisant une pointe constituée d'un **nanotube de Carbone unique**. La structure électronique exceptionnelle des nanotubes de Carbone en fait des candidats particulièrement prometteurs pour les propriétés de la source d'électrons en termes d'efficacité et de cohérence spatiale, mais aussi un candidat potentiellement intéressant pour observer pour la première fois la génération d'harmoniques d'ordre élevé, corollaire possible de l'émission et la recollision d'électrons sur de telle structure. Actuellement le dispositif expérimental qui nécessite de travailler sous ultraviolet est en place, les premières émissions d'électron ont été observées sur des pointes-test de tungstène. Le spectromètre d'électrons fonctionne et sa résolution ultime est en cours de mesure. Le prochain challenge est l'utilisation des pointes de carbone, mises au point par le CEMES, laboratoire toulousain.

**L'objet du stage concernera l'étude des propriétés fondamentales de ces impulsions électroniques en fonction des paramètres du laser.** En particulier le spectre d'électron donnera des informations sur l'interaction et le régime d'émission que l'on peut observer (régime multiphotonique ou bien le régime tunnel optique). Des simulations se feront en collaboration avec des groupes de théoriciens de l'institut afin de comprendre les mécanismes en jeu. Utilisant un façonneur d'impulsions laser pour la génération d'une séquence d'impulsions de délai variable, une autocorrélation des impulsions électroniques sera mesurée en fonction du nombre d'électrons produits par impulsion. Ceci donne en particulier une idée du rôle de la charge d'espace. Ces mesures seront effectuées avec différentes longueurs d'onde pour le laser d'excitation (dans l'UV, l'IR et l'IR proche). Ce stage, à forte composante expérimentale, nécessite l'utilisation de plusieurs prouesses technologiques : travail en ultraviolet, utilisation d'un spectromètre d'électrons de basse énergie, optimisation de la source laser femtoseconde, façonnage d'impulsions, optique non-linéaire.

Cette expérience se trouve à l'**interface entre l'univers de l'optique extrême, et celui des nanotechnologies**. Ce travail se fait en étroite collaboration avec le [CEMES](#), laboratoire situé à Toulouse, spécialiste de nanotechnologies et qui fabrique les pointes

**Mots-clés :** Impulsions ultra-courtes, impulsions d'électrons, génération d'harmoniques, nanotube de carbone, optique non-linéaire

**Bibliographie:** [1] Krausz, Attosecond physics, Rev. Mod. Phys. **81**, p163 (2009)

[2] Krüger et al. Attosecond control of electrons emitted from a nanoscale metal tip, Nature **475**, p 78 (2011)

<b>Ce stage pourra-t-il se prolonger en thèse ? Possibility of a PhD ? : Oui/Yes</b>			
<b>Si oui, financement de thèse envisagé/ financial support for the PhD:</b>			
Lasers et matière	X	Lumière, Matière : Mesures Extrêmes	X
Optique de la science à la technologie	X	Plasmas : de l'espace au laboratoire	