

# Spécialité de Master « Optique, Matière, Plasmas »

## Proposition de stage

Date de la proposition :

<b>Responsable du stage / internship supervisor:</b> Merdji Hamed			
Nom / name:	Merdji	Prénom/ first name :	Hamed
Tél :	0169085163	Fax :	0169081213
Courriel / mail:	hamed.merdji@cea.fr		
<b>Nom du Laboratoire / laboratory name:</b> Service des Photons Atomes et Molécules, CEA			
Code d'identification :	Organisme :CEA Saclay		
Site Internet / web site:	<a href="http://www.cea.fr">http://www.cea.fr</a>		
Adresse / address:	Centre d'Etudes de Saclay, 91 191 Gif sur Yvette		
Lieu du stage / internship place:	CEA		

### Titre du stage / internship title: **Source EUV cohérente assistée par nano-champ plasmonique**

Résumé / *summary* : Nous proposons au cours de ce stage d'étudier la génération de rayonnement EUV cohérent assistée par nano-champ plasmonique. Il a été montré récemment que les champs locaux générés par des nanostructures métallique permettait **d'amplifier de manière cohérente localement les champs laser** [Kim et al. Nature 2008]. Il serait donc possible de générer des champs intenses ( $10^{14}$  W/cm<sup>2</sup>) à partir de champs de l'ordre de  $10^{11}$  W/cm<sup>2</sup> obtenus simplement par un oscillateur laser femtoseconde de dimensions et de coûts extrêmement modestes. Grâce aux avancées récentes réalisées en nano-fabrication, il est possible de réaliser des structures ayant des gains locaux de l'ordre de  $10^4$  à  $10^5$ . En 2011, une autre démonstration d'amplification en régime classique par le groupe de Kim a ensuite suivi sur des structures 3D avec l'observation d'harmonique d'ordre beaucoup plus élevé (harmonique 43 du laser fondamental) [Park et al. Nature Photonics 2011]. Cependant, **ces travaux sont actuellement très controversés : la nature cohérente du processus est remise en cause** par les travaux du groupe de Ropers [Sivis et al. Nature 2012]. Leur interprétation est que le rayonnement observé est celui de l'émission incohérente du plasma créé par les atomes de xénon placés dans le champ laser amplifié par champ plasmonique.

Nous proposons au cours de ce stage de mesurer pour la première fois la **cohérence de la source EUV nano-plasmonique**. La génération d'harmonique d'ordre élevé est maintenant un processus bien compris et maîtrisé aussi bien expérimentalement que théoriquement. Le rayonnement X cohérent ultrabref (femtoseconde à attoseconde) est utilisé dans notre groupe pour des expériences d'imagerie nanométrique ultrabref d'objets uniques (systèmes nano-magnétique, nanoplanktons, etc...). Nous disposons notamment de techniques de détection par caméra CCD permettant de mesurer le profil en champ lointain de l'émission par les nano-sources EUV avec une très grande dynamique et une sensibilité au photon unique. La figure ci-dessous montre la simulation de de cette mesure.

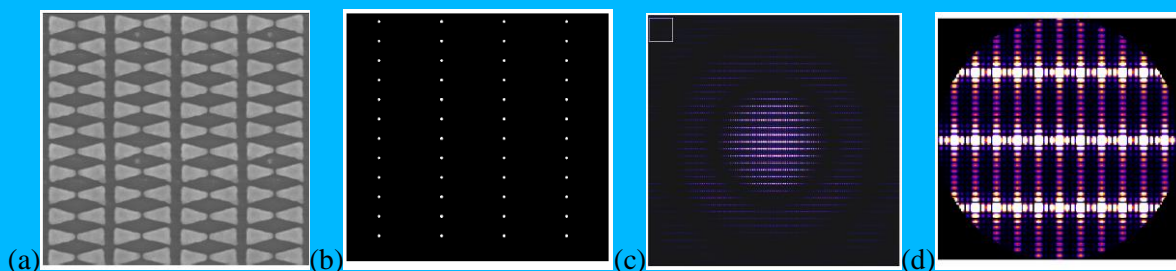


Figure 1 : (a) Imge MEB des nano-antennes. (b) distribution des sources EUV de 20nm de diamètre calculés à partir de (a). (c) Emission en champ lointain des nano-sources harmoniques montrés en (b) (d) zoom sur le premier disque d'Airy qui montre les modulations interférométriques issus des interférences multiples des nano-sources cohérentes.

**La mise en évidence des modulations interférométriques montrées sur la figure 4d permettrait de démontrer sans ambiguïté la nature cohérente du rayonnement associé au processus de génération de génération d'harmonique d'ordre élevé.** Les caractéristiques (cohérence, spectre, front d'onde) de la source seront étudiées pendant le stage. Des tests en imagerie nanométrique pourront être envisagés soit pendant le stage soit lors de la poursuite de ces travaux dans une thèse de doctorat. Enfin, la structure attoseconde de la lumière ouvre en effet des perspectives uniques d'imagerie nanométrique attoseconde qui seront étudiés en thèse.

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