

# Spécialité de Master « Optique, Matière, Plasmas »

## Proposition de stage

Date de la proposition :

<b>Responsable du stage / internship supervisor:</b> Boutu Willem			
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		

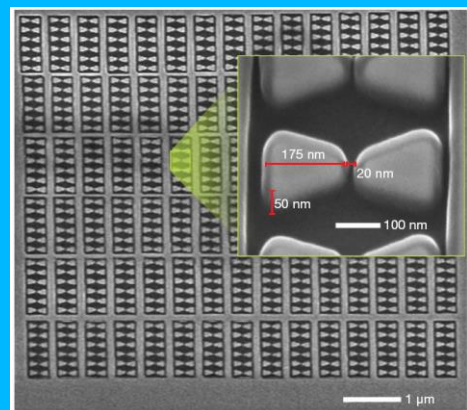
### Titre du stage / internship title: Champs relativistes assistés par nanoplasmonique

**Résumé / summary :**  
 Il a été montré très récemment [Purvis et al. Nature Photonics 2013] qu'il était possible de piéger la lumière relativiste dans des structure nanométriques (nanowire) d'or pour atteindre des régimes de chauffage volumétrique de plasmas ultra-chauds et denses. Typiquement, les densités sont 100 fois supérieures à la densité critique et des températures de plusieurs milliers de keV peuvent être atteintes en utilisant des énergies laser inférieures au joule.

Nous proposons au cours de ce stage une autre approche permettant **d'amplifier localement les champs laser à l'aide des champs plasmoniques** générés par des nano-antennes. Il serait donc possible de générer des champs relativistes ( $10^{18}$  W/cm<sup>2</sup>) à partir de champs de l'ordre de  $10^{14}$  W/cm<sup>2</sup> obtenus par des lasers femtosecondes extrêmement modestes, quelques dizaines de millijoules, de dimensions et de coûts 10 à 100 fois inférieurs à celui utilisé par Purvis et al.. Grâce aux avancées récentes réalisées en nano-fabrication et en fonctionnalisation de surface, couplées à une amélioration des techniques de caractérisation et des outils numériques de modélisation des propriétés optiques de nanostructures métalliques, il est possible de réaliser des structures ayant des gains locaux de l'ordre de  $10^4$  à  $10^5$ . Une démonstration d'amplification en régime classique a été réalisée très récemment [Sivis et al. Nature 2012] que nous proposons d'**étendre au régime relativiste** au CEA.

Les cibles seront similaires à celles présentées sur l'image ci-contre [Kim et al. Nature 2008]. Nous utiliserons des cibles de titane présentant l'avantage d'avoir un seuil de transition autour de 32 eV que nous pouvons sonder en utilisant une source extrême-UV de durée femtoseconde, la génération d'harmonique d'ordre élevé. Lors de ce stage, nous réaliserons les premiers tests d'augmentation de champ laser sur la création de plasma nanométrique. Une des signatures de l'amplification locale du champ laser sera donnée par l'état d'ionisation des atomes de titane mesurés par spectroscopie d'émission et d'absorption (seuil M du titane).

La dynamique ultrarapide la transition de phase solide-plasma sera aussi caractérisée **par imagerie cohérente nanométrique femtoseconde**. L'avantage de cette technique tient à la possibilité d'obtenir une image de résolution nanométrique sans avoir recours à une optique. Les techniques d'holographie par transformée de Fourier permettent la reconstruction directe de l'image sans ambiguïté. L'utilisation des sources « laser-like » de longueur d'onde nanométrique (harmonique d'ordre élevé) permet d'atteindre des résolutions record (quelques nanomètres). L'objectif de ce stage sera de réaliser les premières expériences d'imagerie nanométrique résolues temporellement à la femtoseconde.



<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			