

Spécialité de Master « Optique, Matière, Plasmas »

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

Proposition de stage

Date de la proposition :

Responsable du stage / internship supervisor:			
Nom / name:	Quéré	Prénom/ first name :	Fabien
Tél : 01.69.08.10.89		Courriel / mail:	Fabien.quere@cea.fr
Nom du Laboratoire / laboratory name:			
Code d'identification :	LIDYL	Organisme :	CEA
Site Internet / web site:	http://iramis.cea.fr/LIDyL/		
Adresse / address:	CEA Saclay, 91 191 Gif-sur-Yvette Cedex		
Lieu du stage / internship place:	CEA Saclay		

Simulation haute-performance de l'interaction laser-plasma à ultra-haute intensité : effet du moment angulaire orbital de la lumière

Les lasers femtosecondes permettent aujourd'hui d'atteindre des intensités au foyer dépassant 10^{20}W/cm^2 , pour lesquelles le mouvement des électrons d'une cible soumise au champ laser devient relativiste. Il s'agit d'un régime extrême de l'interaction laser-matière, qui met en jeu une physique riche et complexe, restant encore largement à explorer. L'interaction laser-plasma dans ce régime dit relativiste ouvre en outre des perspectives très prometteuses en termes d'applications scientifiques ou sociétales. Ces lasers permettent notamment aujourd'hui d'accélérer des électrons à des énergies de plusieurs GeV sur des distances de quelques centimètres seulement, ce qui permet d'envisager la mise au point d'accélérateur de particules ultracompacts. De plus, l'interaction laser-plasma à ultra-haute intensité (UHI) permet la génération d'impulsion ultra-brèves (attosecondes), ouvrant de nouvelles voies pour l'étude de phénomènes ultra-rapides.

Les codes dits 'Particle-In-Cell' (PIC) constituent un outil particulièrement bien adapté à l'étude des phénomènes mis en jeu lors de l'interaction laser-plasma UHI. Le principe de ces codes est de résoudre, de façon couplée, les équations du mouvement relativiste de N 'macroparticules' décrivant le plasma, et les équations de Maxwell, décrivant à la fois le champ laser incident et les champs générés par le plasma lui-même. Le nombre N de macroparticules étant typiquement supérieur à la centaine de millions, ces codes sont généralement utilisés sur des machines de calcul massivement parallèles. Ils jouent à l'heure actuelle un rôle absolument crucial dans l'étude de la physique UHI. La but de ce stage, idéalement poursuivi par une thèse, est d'une part de participer au développement d'un code PIC de dernière génération, appelé SMILEI, et d'autre part d'exploiter ce code pour interpréter les résultats d'expériences et prédire de nouveaux effets physiques susceptibles d'être mis en évidence expérimentalement.

Le développement de SMILEI a été initié en janvier 2013 par un consortium de laboratoires du plateau de Saclay, regroupant des spécialistes de physique des plasmas, de simulation numérique, et des spécialistes du calcul haute-performance. Il est actuellement opérationnel en 2 dimensions, et une version 3D est en cours de développement. Au sein de cette collaboration, et en binôme avec un spécialiste du sujet, le stagiaire/thésard sera chargé d'implémenter dans SMILEI une version parallélisée (selon un schéma hybride MPI/OpenMP) du nouveau solveur pseudo-spectral pour les équations de Maxwell récemment développé aux Lawrence Berkeley Lab (USA), et qui devrait permettre un gain de temps de calcul considérable. Cet aspect du travail lui assurera une formation au meilleur niveau international en techniques de calcul haute performance sur des architectures informatiques très innovantes, avec à la clé des tests du code SMILEI sur le futur supercalculateur NERSC du Berkeley Lab composé des nouveaux processeurs Intel MIC.

De plus, il assurera le développement de diagnostics pour l'analyse des résultats de simulation, et effectuera des simulations sur des sujets précis, notamment en vue d'interpréter les expériences réalisées sur le laser 100 TW UHI du CEA. Un enjeu particulièrement important est de parvenir à simuler en 3D l'interaction du laser avec un plasma dense généré sur cible solide, notamment afin de pouvoir étudier les nouveaux phénomènes physiques mis en jeu lorsqu'un moment angulaire orbital est appliqué au laser. Grâce à ce volet, le stagiaire/thésard acquerra une expertise dans l'utilisation de ces codes et sur la physique mise en jeu. Ce stage, ainsi que la thèse qui suivra éventuellement, seront encadrés conjointement par des physiciens du LULI (CNRS/Polytechnique) et par des physiciens du CEA Saclay.

Ce stage pourra-t-il se prolonger en thèse ? Possibility of a PhD ? : OUI

Si oui, financement de thèse envisagé/ financial support for the PhD: bourse CEA, EDOM ou Monge

Lasers, Optique, Matière	X	Lumière, Matière, Interactions	X
Plasmas : de l'espace au laboratoire			