


Proposition de sujets de thèse Optimisation d'un accélérateur plasma laser piloté par laser

- Spécialité Physique
- Ecole Doctorale [EDOM - Ondes et Matière](#)
- Titre  Optimisation d'un accélérateur plasma laser piloté par laser
- Titre  Optimisation of a laser driven plasma accelerator
- Directeur de thèse [Mme Brigitte CROS](#) - Tel : 01 69 15 81 77
- Encadrement Encadrement au CEA par Alban MOSNIER Ingénieur chercheur au Commissariat à l'Energie Atomique CEA/IRFU/SACM
- http <http://www-instn.cea.fr/formations/formation-par-la-recherche/doctorat/liste-des-sujets-de-these/optimisation-dun-accelereur-a-plasma-pilote-par-laser,16-0295.html>
- Unité de recherche [Laboratoire de Physique des Gaz et des Plasmas UMR 8578](#) - Tel : 01 69 15 72 51
- Mots clés  Interaction laser-plasma, accélération d'électrons, dynamique de faisceau de particules
- Mots clés  Laser-plasma interaction, electron acceleration, particle beam dynamics
- Profil candidat  Titulaire de Master ou diplôme d'ingénieur avec excellent niveau en physique connaissance approfondie en physique des accélérateurs et/ou physique des plasmas
- Profil candidat  Master degree with excellent grades in Physics excellent knowledge in accelerator physics and/or plasma physics.
- Présentation détaillée  Les champs électriques longitudinaux générés par la force pondéromotrice d'une impulsion laser ultra courte se propageant dans un plasma sous-dense peuvent atteindre des valeurs très élevées (plusieurs dizaines de GV/m), soit près de trois ordres de grandeur supérieures aux champs accélérateurs atteignables dans les accélérateurs conventionnels. De plus, l'onde progressive longitudinale ainsi créée (appelée onde plasma ou onde de sillage) ayant une longueur d'onde de quelques dizaines de microns est parfaitement adaptée pour accélérer des paquets d'électrons ultra courts. Cependant si des résultats expérimentaux récents ont montré des faisceaux d'électrons accélérés à plusieurs GeV à partir d'impulsions laser ultra-courtes et intenses (plusieurs centaines de TW) les faisceaux produits présentent encore des qualités médiocres, en termes de dispersion en énergie (plusieurs %) ou de stabilité. Afin d'améliorer la qualité des faisceaux délivrés par les accélérateurs plasma, la configuration qui a été choisie consiste en un premier étage injecteur, suivi de un ou plusieurs étages accélérateur, suivant l'énergie de sortie désirée. En effet, il est préférable découpler le mécanisme d'injection du mécanisme d'accélération, permettant ainsi un ajustement indépendant des paramètres.
- Le régime d'ondes plasma considéré étant fortement non linéaire, la modélisation à l'aide de codes (Particle-In-Cell) de simulation numériques 3D est essentielle pour comprendre et optimiser les nombreux paramètres en jeu, du plasma, de l'impulsion laser et des faisceaux d'électrons. En plus des valeurs d'énergie atteinte et de charge par paquet, les critères de performance des modules plasma sont la dispersion en énergie et l'émission transverse des faisceaux accélérés. D'autre part, toute déviation par rapport aux paramètres optimaux étant source de dégradation de la qualité des faisceaux obtenus, il est indispensable d'étudier les effets des erreurs sur l'intensité du laser, la densité du plasma et de désalignement transverse. L'objectif final étant une description complète du système accélérateur laser plasma, module injecteur et modules accélérateurs, incluant le transport du faisceau laser, ainsi que le transport du faisceau d'électrons entre les modules.
- Présentation détaillée  The longitudinal electric fields generated by the ponderomotive forces of an ultra short laser pulse propagating in a sub-dense plasma can reach very high fields (tens of GV/m), e.g. about three orders of magnitude higher than the maximum accelerating fields in conventional accelerators. Furthermore, the plasma wave, with a wavelength of a few tens of microns, is perfectly suited to

accelerate of ultra short electron bunches. However, if recent experimental results demonstrated the acceleration of electron beams up to several GeV from ultra-short and intense (several hundreds TW) laser pulses, the produced beams still present poor qualities, in terms of energy spread (several %) or stability. To improve the quality of the beams delivered by plasma accelerators, the chosen configuration consists of a first injector stage, followed by one or several accelerator stages. Indeed, it is preferable to decouple the injection mechanism of the acceleration mechanism, providing an independent adjustment of parameters.

As plasma wave considered is strongly non-linear, the modelling by means of 3D numerical codes (Particle-In-Cell) is essential to understand and optimize the numerous parameters of the plasma, laser pulse and electron beam. In addition to the values of the output energy and accelerated bunch charge, the criteria of performance of the plasma modules are the energy spread and the transverse emittance of the accelerated beams. Besides, as any deviation from the optimal parameters will spoil the beam quality, it is essential to study the effects of errors in laser intensity, plasma density and component alignment. The final goal is a complete description and analysis of the laser plasma accelerating system, including the transport of the laser beam, as well as the transport of the electron beam between stages.

Thématique	Physique
Domaine	Interaction laser plasma, accélération d'électrons
Financement	Hors concours - Europe
Précision sur le financement :	Financement acquis
Objectif	Optimiser les paramètres du plasma et du faisceau laser dans des cellules plasma pour l'accélération de faisceaux d'électrons à haute énergie avec faible dispersion en énergie dans les accélérateurs à plasma pilotés par laser. Sujet vital pour la physique des accélérateurs pouvant mener à une percée majeure afin de réduire la taille et le coût des accélérateurs à haute énergie
Contexte	Cette thèse s'inscrit dans le cadre d'un projet « Design Study » du programme européen pour la recherche et l'innovation « Horizon 2020 ». Ce projet, qui rassemble 16 laboratoires et universités de 5 états membres EU, a pour objectif de produire un rapport d'avant-projet (Conceptual Design Report) pour une installation européenne d'accélérateur plasma d'au moins 5 GeV devant délivrer des faisceaux de qualité avec deux utilisateurs pilotes, de la physique des hautes énergies et de la science du photon.
Méthode	Modélisation numérique d'un accélérateur à l'aide de codes existant.
Résultat attendu	Mise au point d'un schéma d'accélérateur laser plasma multi-étages
Référence bibliographique	C. B. Schroeder et al, Phys. Rev. Special Topics, Accelerators and beams 13, 101301 (2010) J.L. Vay et al., Physics of Plasmas 18, 123103 (2011) B.S. Paradkar et al. Physics of Plasmas 20, 083120 (2013)

Début de la thèse : 1 octobre 2016

Date limite de candidature : 1 juin 2016

Date de mise a jour du sujet : 5 février 2016