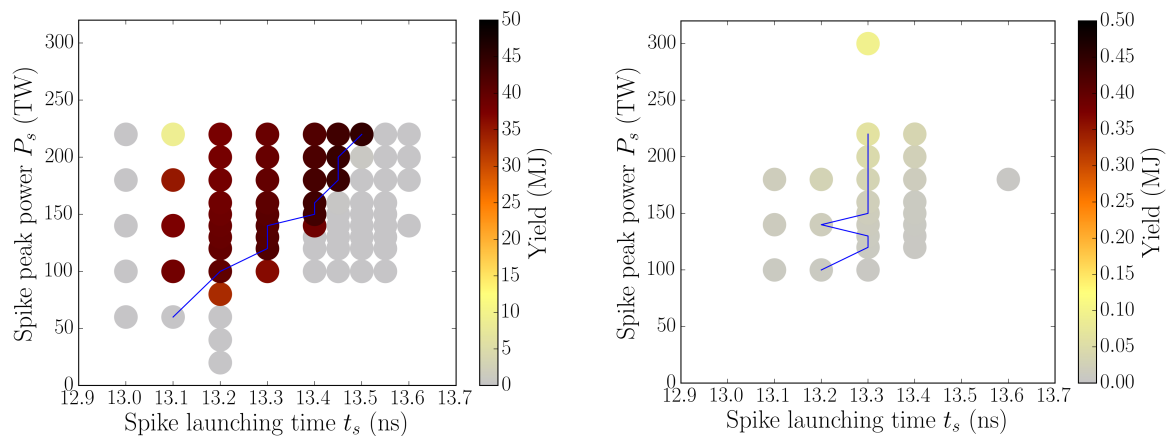


**Sujet : Génération et interaction des électrons supra-thermiques en Fusion par Confinement Inertiel (SL-DAM-19-0794)**

**Contexte :** Le laboratoire CELIA développe des études sur l'interaction laser-matière dans le cadre de la fusion par confinement inertiel avec l'objectif de proposer une solution efficace pour la production d'énergie. Les travaux théoriques et numériques sont soutenus par des expériences menées par des chercheurs du laboratoire auprès des grands lasers en France et ailleurs. Les schémas de FCI nécessitent des intensités lasers telles que l'interaction avec le plasma se produit dans le régime non-linéaire associé avec une rétro-diffusion parasite, à une perturbation forte de la densité et à la génération d'électrons de grandes énergies. Les études menées sur les différents schémas d'allumage en attaque directe et indirecte montrent une sensibilité commune aux électrons supra-thermiques générés par l'interaction laser plasma. Ceux-ci ont un fort effet sur la dynamique des cibles (cf. Fig. 1), mais ne sont pas pris en compte de manière consistante dans les codes hydrodynamiques d'implosion. La thèse proposée a pour but de formuler des modèles décrivant la génération de ces électrons à large échelle tout en incluant la physique microscopique pertinente. En fonction des résultats, l'évaluation de leur effet en attaque directe, notamment pour l'allumage par choc, pourront être envisagées.

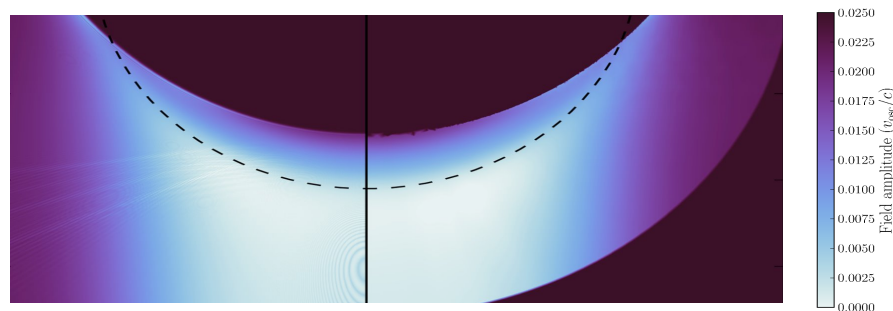


**Fig. 1 :** Énergie thermonucléaire dégagée par une implosion de cible CH-DT en schéma d'allumage par choc, (gauche) en absence et (droite) en présence d'électrons supra-thermiques générés par l'interaction laser-matière. Un modèle simplifié de génération d'électrons à été utilisé, dans une hydrodynamique 1D.

**Objectif de la thèse :** L'objectif de la thèse est de rendre compte à l'échelle fluide de la génération de populations supra-thermiques par l'interaction laser plasma. Les étapes suivantes sont envisagées : (1) étude théorique des mécanismes de génération des électrons par l'interaction laser plasma non linéaire, (2) élaboration de modèles microscopiques utilisant l'échelle fluide pour décrire la génération des électrons, (3) contraindre et valider les modèles à l'aide de simulations numériques avec le code de propagation électromagnétique LPSE, (4) implémentation du modèle réduit dans le code de propagation laser en ligne IFRIIT. L'ensemble de ces travaux permettra d'améliorer la compréhension de l'interaction laser plasma nécessaire au design des cibles pour la fusion inertielle par laser, dans toutes les

géométries envisagées de la FCI, mais aussi pour les configurations plus générales d'étude de la physique des hautes densités d'énergie utilisant des lasers.

**Déroulement de la thèse :** La thèse inclut trois étapes principales. D'abord, le doctorant se familiarisera avec les principales instabilités générant des ondes plasma électroniques susceptibles de générer des électrons rapides en FCI. Cette étape permettra de formuler des modèles physiques décrivant l'accélération d'électrons. Ceux-ci devront décrire la distribution énergétique et angulaire des électrons générés en fonction des conditions locales du plasma et des paramètres des ondes lasers. Ensuite, les modèles physiques seront paramétrisés et testés par comparaison avec des simulations de référence. A cette fin, on utilisera le code LPSE, qui permet de décrire à fine échelle la réponse fluide des ondes plasmas, l'accélération et la propagation des électrons rapides. L'étudiant collaborera avec le Laboratory for Laser Energetics (LLE) sur ce sujet, et notamment avec J. Palastro du groupe Théorie. On pourra envisager un séjour au LLE à des fins de formation et d'utilisation de LPSE. Enfin, l'étudiant participera au développement du modèle de propagation laser 3D IFRIIT (cf. Fig. 2), ce qui permettra de rendre compte de l'effet de ces électrons rapides dans les codes hydrodynamiques ASTER et FLASH. En fonction des résultats, on pourra participer à des simulations d'allumage par choc en 3D, estimer les effets des électrons rapides et proposer des stratégies de mitigation.



**Fig 2 :** Champ électrique d'une onde plane se propageant dans un profil de densité sphérique de FCI, prédit par le solveur électromagnétique LPSE en 100k heures CPU (gauche), et le modèle IFRIIT en 1 heure CPU (droite).

Le candidat devra avoir suivi une formation en physique, et des connaissances en programmation sont souhaitées. Il intégrera le groupe des plasmas chauds du CELIA travaillant sur l'interaction laser-matière tant du point de vue théorique qu'expérimental.

<b>Directeur de thèse et école doctorale :</b>	Alexis Casner (CEA), Arnaud Colaitis (CNRS), Ecole doctorale SPI
<b>Contact :</b>	Arnaud Colaitis CNRS/CELIA – Université de Bordeaux Tél. : 05 57 96 25 82 – arnaud.colaitis@u-bordeaux.fr