



Centre Lasers Intenses et Applications
UMR5107 - Université de Bordeaux - CNRS - CEA
351 Cours de la Libération – 33405 Talence Cedex
<http://www.celia.u-bordeaux.fr>
Tél : 05 40 00 61 81 – Fax : 05 40 00 25 80

Sujet de post-doctorat – Physique/Intelligence Artificielle

Minimisation de l’empreinte laser par “machine learning” dans le contexte de la fusion par confinement inertiel

Le laboratoire CELIA développe des études sur différents schémas de fusion inertielle par laser 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 (Laser MégaJoule au CEA/CESTA) et à l'étranger (Laser Omega au Laboratory for Laser Energetics (LLE) à Rochester, USA). Afin d'optimiser l'implosion de la cible, l'impulsion laser est mise en forme spatialement et temporellement, notamment par une pré-impulsion d'une centaine de picosecondes et d'intensité de quelques centaines de TW/cm². Cependant cette dernière introduit des inhomogénéités spatiales à la surface et en volume de la cible, amplifiées par le comportement solide initial de la matière. Ces empreintes générées par la pré-impulsion vont dégrader la symétrie de la cible lors de son implosion, et donc diminuer l'efficacité du confinement inertiel. A l'heure actuelle, la plupart des codes de calcul hydrodynamique dédiés à la modélisation de la fusion inertielle, supposant un état plasma dès le début de l'interaction, sont incapables de rendre compte de certaines observations expérimentales. Nous venons de développer au CELIA un outil original de simulation multi-physique et multi-échelle qui inclut la transition de phase d'un matériau homogène induite par le laser. Cependant, dans le cas d'un design de cible où sa surface est une mousse de polystyrène (matériau hétérogène) permettant d'atténuer l'effet de l'empreinte laser grâce à ses propriétés optiques, nous ne disposons d'aucune approche permettant de décrire son évolution sous flux laser.

Afin de réduire l'influence de l'empreinte laser, nous proposons un post-doctorat qui aura vocation à coupler l'outil physico-numérique du CELIA à un modèle microscopique décrivant l'évolution de la réponse optique d'une mousse lors de la transition solide-plasma. La première étape du travail consistera à construire ce modèle microscopique sur la base de travaux déjà réalisés sur la résolution de l'équation d'Helmholtz. Les temps calculs étant prohibitifs dans la perspective de leur couplage au code hydrodynamique grande échelle, le modèle physique sera remplacé par une architecture avancée d'un réseau de neurones. La seconde étape consistera à entraîner l'algorithme d'intelligence artificielle afin qu'il reproduise au mieux les prédictions du modèle physique. En particulier les paramètres pertinents du modèle seront déterminés. La troisième étape du post-doctorat consistera à effectuer des simulations multi-échelles avec l'outil développé, en comparant en particulier les résultats obtenus avec matériau homogène et hétérogène. La pertinence des résultats obtenus du point de vue des mécanismes physiques sera analysée, ce qui permettra de comprendre plus finement l'influence de l'état solide initial. Enfin il s'agira d'étudier la possibilité de mettre en œuvre expérimentalement les configurations simulées afin de valider l'approche.

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

Encadrants : Guillaume Duchateau (CEA), Arnaud Colaitis (CNRS), et Gaël Poëtte (CEA)
Contacts : guillaume.duchateau@cea.fr ; arnaud.colaitis@u-bordeaux.fr ; gael.poette@cea.fr