



université
de
BORDEAUX



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

Modélisation de la déformation élasto-plastique d'un matériau diélectrique induite par une impulsion laser femtoseconde

Avec le développement de sources laser compactes délivrant des impulsions sub-picosecondes (durée inférieure à 10^{-12} s), la structuration de verre par laser est devenu un procédé très précis et performant. Cette technique d'écriture directe permet de créer en volume des structures de dimension nanométrique et micrométrique avec des géométries tridimensionnelles (3D) complexes. Cependant, ce procédé reste à ce jour relativement empirique et une compréhension plus approfondie des différents phénomènes physiques prenant place lors de l'interaction laser-matière est nécessaire pour pouvoir l'optimiser et le développer. Les travaux menés au CELIA sur la structuration de matériaux par laser femtoseconde ont permis de développer un modèle multi-physique et la chaîne de codes associée, décrivant l'ensemble des processus physiques de l'absorption des photons à la relaxation du matériau. Plus particulièrement, la relaxation hydrodynamique est simulée en utilisant le code CHIC (code lagrangien 2D) dans lequel, en collaboration avec le CEA/CESTA, un modèle de relaxation thermo-élasto-plastique 2D plan a été intégré. Dans certaines conditions de symétrie adaptées à cette implémentation, des premières études ont permis de démontrer le rôle crucial de ce mécanisme de relaxation pour la structuration des matériaux.

Afin de rendre compte de la symétrie d'un faisceau laser et donc de l'interaction, l'objectif principal de ce post-doctorat est d'implémenter ce modèle en géométrie 2D axi-symétrique sur la base d'un schéma numérique existant. Dans ce cadre, la réponse des matériaux est régie par un modèle hypo-élasto-plastique dans lequel l'évolution temporelle du déviateur des contraintes est exprimée en fonction du déviateur des taux de formation. Les lois de conservation usuelles sont décrites dans le formalisme lagrangien, et la plasticité est traitée en utilisant une décomposition additive du tenseur des taux de déformation et un critère de chargement du type von Mises. Le schéma numérique utilisé pour discrétiser ce modèle appartient à la classe des schémas Volumes Finis colocalisés sur maillage mobile. La vitesse des nœuds du maillage est obtenue via un solveur nodal qui peut être vu comme une extension multidimensionnelle du solveur de Godunov acoustique. La loi de conservation géométrique est satisfaite par construction, ce qui assure une variation de volume des mailles compatible du déplacement des nœuds. Par ailleurs la conservation de l'énergie totale ainsi qu'une inégalité d'entropie sont vérifiées localement. Ce dernier point implique la conversion de l'énergie cinétique en énergie interne à travers les ondes de choc conformément au second principe de la thermodynamique. Le travail d'adaptation de ce schéma pour prendre en compte la géométrie cylindrique portera sur une analyse fine des discrétisations des opérateurs gradient et divergence. Au-delà des aspects numériques, il s'agira également de modéliser et simuler la structuration des matériaux par laser. L'influence des paramètres laser (énergie, géométrie du faisceau, etc) sera notamment abordée.

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

La durée du contrat CNRS est d'une année renouvelable une fois. Le salaire net mensuel est compris entre 2000 et 2800 euros en fonction de l'expérience du candidat.

Encadrants CEA/CESTA pour les aspects numériques : Pierre-Henri Maire et Jérôme Breil

Contacts : pierre-henri.maire@cea.fr ; jerome.breil@cea.fr

Encadrants CELIA pour la physique de l'interaction : Benoît Chimier et Guillaume Duchateau

Contacts : benoit.chimier@u-bordeaux.fr ; guillaume.duchateau@u-bordeaux.fr