

---

**SUJET DU STAGE M2 (+ Projet Lab) : Modélisation CFD du procédé de soudage laser en mode keyhole : simulation des écoulements fluides**

Encadrants :

Rodolphe BOLOT (ICB, UMR 6303 CNRS) [rodolphe.bolot@u-bourgogne.fr](mailto:rodolphe.bolot@u-bourgogne.fr), 03 85 73 10 42

Alexandre MATHIEU (ICB) [alexandre.mathieu@u-bourgogne.fr](mailto:alexandre.mathieu@u-bourgogne.fr)

Date du stage : \_\_\_\_\_ Février 2020 à juin 2020

Contexte scientifique :

L'équipe Laser Traitement des Matériaux de l'ICB, localisée au Creusot, est spécialisée dans le soudage laser des métaux et alliages, et plus particulièrement les assemblages dissimilaires posant souvent des problèmes de métallurgie (formation de phases intermétalliques fragilisant l'assemblage et limitant sa tenue mécanique). Le mode de soudage dit « keyhole » est celui majoritairement utilisé. Suivant ce mode, la puissance du laser est telle qu'une forte vaporisation est engendrée au niveau du matériau irradié (interface en cas de soudage). Il s'en suit une éjection de vapeur métallique au point d'impact du laser. Cette éjection engendre une pression de recul sur la surface, ce qui permet la formation d'un trou profond et étroit. Le déplacement relatif de l'assemblage à souder relativement au faisceau laser permet ainsi la formation d'un cordon présentant un fort rapport d'aspect (cordon étroit et profond), ce cordon étant formé par le déplacement du trou formé, ce dernier se refermant dans le sillage du déplacement du laser. Au sein de l'équipe, des tentatives de modélisation du procédé ont déjà été réalisées sous COMSOL. Cependant les calculs s'avèrent très longs de par le nombre d'éléments requis. La compréhension des mécanismes en jeu s'avère importante, car l'homogénéité de la distribution des deux matériaux d'origine dans le cordon en dépend, ce qui agit directement sur la composition élémentaire du cordon, et donc sur les phases métalliques qui en découlent. C'est dans ce contexte que se déroule actuellement la thèse d'Antoine Mannucci (CIFRE en collaboration avec la PME Laser Rhône Alpes : LRA), portant essentiellement sur des aspects expérimentaux liés à l'assemblage Titane/inox, et que débute la thèse de Manoj Raja Kumar (étude du mode de soudage keyhole par mesures expérimentales). Ces 2 thèses confirment l'intérêt que l'équipe porte à cette problématique. Néanmoins, aller plus loin dans l'étude du procédé par modélisation CFD devient un impératif et représente la brique manquante.

Programme scientifique :

L'objectif de ce projet sera d'étudier par calcul de type CFD sous FLUENT l'écoulement inhérent au soudage laser en mode keyhole. La formation du « trou » occasionné par l'irradiation laser locale sera étudiée de même que sa fermeture dans le sillage du laser lors du déplacement relatif de l'ensemble. Le modèle développé sera mis en œuvre sous FLUENT via utilisation de la méthode VOF (Volume Of Fluid) dédiée au suivi d'interface liquide/gaz. Les difficultés à résoudre seront nombreuses (notamment présence d'une phase compressible) si bien qu'une poursuite des travaux est attendue dans le cadre d'une thèse. Le candidat pourra s'appuyer sur la bonne connaissance du logiciel FLUENT par les encadrants responsables des travaux. Par ailleurs la confrontation du modèle avec des mesures expérimentales correspondantes sera mise en œuvre (caméra rapide). Là encore, le candidat pourra s'appuyer sur un savoir-faire local préexistant.

Profil recherché :

Spécialité : Sciences de l'Ingénieur, Génie des procédés

Compétences : au moins une parmi : Physique des interactions laser/matière, Mécanique, Informatique et programmation