

Sujet de Master 2, équipe ondes et imagerie, LMA (2023-24)

Titre du Stage :

Amélioration du Contrôle Non Destructif (CND) ultrasonore d'une soudure. Analyse d'une maquette de soudage en vue de modéliser sa microstructure, et de prédire la propagation des ultrasons. Validation expérimentale.

Contexte : le projet ANR MINA3D

Le stage s'insère dans le projet ANR MINA3D, qui rassemble des laboratoires publics du LMGC, IUSTI, LMA, du CEA LIST et LTA, et un partenaire industriel EDF.

La démonstration de sûreté des dispositifs industriels complexes (réacteurs nucléaires, ITER, chimie...) repose en partie sur les contrôles des structures, et notamment sur l'examen non destructif périodique des parties soudées, essentiellement en acier inoxydable austénitique. La détection, la localisation et la caractérisation des défauts potentiels par des méthodes ultrasonores constituent des problématiques complexes. En effet, la nature hétérogène et anisotrope de ces soudures épaisses multipasses induit de fortes perturbations dans la propagation du faisceau acoustique (déviation, division, atténuation, bruit) qui faussent les diagnostics. La prédiction exacte de la propagation des ondes ultrasonores est donc nécessaire, et elle dépend de la connaissance fine de la structure cristalline, propre à chaque soudure.

Le modèle de description de soudure actuellement le plus performant (modèle MINA2D) a été mis au point par le LMA. Il fournit une distribution spatiale de la croissance cristalline dans le plan perpendiculaire au sens de soudage (2D), ce qui est suffisant quand on envisage des soudures réalisées à plat. Le projet ANR MINA3D a pour objectif de produire une modélisation 3D réaliste de la structure cristalline dans le cas de soudures réalisées en position (montante, plafond, corniche etc..) et pour lesquelles les effets de la gravité induisent des inclinaisons de la texture. Associé à un modèle de propagation ultrasonore 3D, et étayé par un volet expérimental, le contrôle non destructif des soudures s'en trouvera fortement amélioré.

Sujet de stage :

La prédiction exacte de la propagation des ondes ultrasonores dépend donc de la connaissance fine de la structure cristalline 3D, propre à chaque soudure.

La première partie du stage concerne l'analyse d'une maquette de soudage, réalisée en position corniche (la soudure est horizontale sur une structure verticale), et donc présentant des inclinaisons 3D de la texture (dans le sens du soudage et dans le sens perpendiculaire au soudage). Il s'agira de mesurer visuellement ces inclinaisons de texture via un choix judicieux de micrographies.

Une seconde partie concernera l'analyse des écarts entre ces mesures sur micrographies réelles, et celles simulées, issues d'une modélisation via MINA2D, qui prend en compte l'historique de fabrication de cette soudure.

La troisième et dernière partie sera consacrée aux vérifications expérimentales : la réelle propagation ultrasonore dans la maquette sera mesurée et analysée. Elle sera ensuite comparée aux simulations via MINA2D couplé à un modèle numérique de propagation ultrasonore 2D.

On attend de ce stage une mise en évidence des principaux paramètres d'influence, qui devront par la suite être introduits dans le modèle MINA2D pour obtenir un modèle MINA3D performant. Cette perspective constituera l'essentiel du travail de thèse (financée par l'ANR) qui suivra, et sur laquelle le stagiaire M2 pourra éventuellement postuler.

Compétences recherchées : Matériaux, Ultrasons, programmation (Matlab).

Laboratoire d'accueil :

Le LMA (Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique) est une Unité Mixte de Recherche du CNRS (UMR 7031) rattachée à Aix-Marseille Université (AMU). L'effectif du LMA est d'environ 120 personnes. Parmi les thématiques de recherche, la Caractérisation Non Destructive fait partie des thèmes de l'équipe Ondes et Imagerie (O&I). Le stage se déroulera sur l'antenne d'Aix du LMA (IUT Aix, avenue Gaston Berger).

Gratification : 4,05€/h (grille CNRS)

Date et durée : démarrage vers février 2024, pour une durée de 4 à 6 mois

Encadrants :

Dr. Cécile Gueudré, Maître de Conférence, équipe O&I, LMA, cecile.gueudre@univ-amu.fr

Dr. Jean-Christophe Vallée, ATER, équipe O&I, LMA, jean-christophe.vallee@univ-amu.fr

Dr. Marie-Aude Ploix, Ingénieur Chercheur, équipe O&I, PROTISVALOR/LMA, marie-aude.ploix@univ-amu.fr

Pr. Gilles Corneloup, Professeur Emérite, équipe O&I, LMA, gilles.corneloup@univ-amu.fr