

# Prédiction de la microstructure de dépôts WAAM-TIG à partir d'observations vidéo du bain fondu

## Approche en Champ Complet et Intelligence Artificielle

### Contexte

La fabrication additive par dépôt de fil métallique grâce au soudage à l'arc (WAAM) est le procédé de choix pour le prototypage rapide de pièces de grande dimension (~mètre). Les verrous techniques concernent l'optimisation du procédé. Les verrous scientifiques essentiels sont la caractérisation métallurgique et mécanique du produit final et la prédiction des microstructures. Quand les verrous scientifiques seront levés, l'optimisation du procédé et des valeurs d'usage peut être envisagée.

### Travail antérieur et connaissances acquises

Dans le procédé WAAM, les échelles mis en jeux vont du  $\mu\text{m}$  (dendrites) à quelques mm (cordons). La caractérisation des microstructures doit se faire à l'échelle des dépôts. Une thèse antérieure a été dédiée la prédiction des microstructures résultantes du procédé WAAM CMT. Un modèle basé sur des observations optiques combinées avec de la segmentation d'image, des réseaux neuronaux convolutifs et une approche en Champ de Phase a permis de prédire la texture cristallographique à l'échelle des cordons. Nous avons une avance dans la modélisation à l'échelle réelle du procédé WAAM/CMT.

### Travail de thèse proposé

Nous proposons de caractériser et de prédire les microstructures de solidification d'acier 316LSi obtenues par le procédé WAAM TIG. Le doctorant aura l'occasion de réaliser soi-même les dépôts sur notre installation instrumentée. La première étape consistera à extraire par segmentation d'images vidéo la forme des bords de fusion et de les comparer avec des observations de cordons réalisées en microscopie optique. Ces résultats seront utilisés comme entrées pour la modélisation des microstructures par champ de phase. Le doctorant adaptera le cadre de la modélisation à la prédiction des textures locales et la prédiction de la répartition de phases ferritiques et austénitiques dans les cordons. Les prédictions de l'ensemble des modèles seront confrontées à des observations MEB et EBSD.

### Profil de candidat(e) souhaité(e)

Le(a) doctorante fait preuve d'un goût prononcé pour la modélisation physique et numérique en sciences de matériaux. Le(a) doctorante sera aussi amené(e) à faire des observations en microscopie optique et balayage. Les candidatures d'étudiant(e)s actuellement en deuxième année de master mécanique ou matériaux sont les bienvenues.

### Début de la thèse et durée, date limite de candidature

La thèse sera financée sous forme de contrat à durée déterminée. Le contrat débute le 1 octobre 2024 pour une durée de 3 ans. Les candidatures doivent être posées avant le 30 avril 2024 auprès du contact mentionné en bas de l'offre.

### Intérêt pour la future carrière

#### Publications

Une thèse dédiée au WAAM vient de se terminer. Cette thèse donnera lieu à trois publications dans des journaux à comité de lecture. Actuellement une première publication soumise à Additive Manufacturing (index 12) est en relecture. Pour la thèse proposée, nous pouvons attendre trois publications de haut niveau dans des journaux à comité de lecture.

Ce sujet ouvre la porte pour des postes de R&D dans des grands groupes français ou pour une carrière académique.

### Contact

Helmut Klöcker, Ecole des Mines de Saint Etienne, 04.77.42.00.78, 06.43.14.61.33

klocker@emse.fr