

SUJET DE THESE G-SCOP 2026

Titre de la thèse : Jumeau numérique du procédé WAAM pour la mise en place de boucles de rétroaction multiéchelle.

Directeur(s) de thèse : Nicolas Béraud

Co-directeur de thèse : -

Co-encadrant(s) : -

Ecole doctorale : IMEP2

Date de début (souhaitée) : 01/10/2026

Financements envisagés – Contexte – Partenaires éventuels :

Allocation de recherche de l'ED IMEP-2

Description du sujet :

Le procédé Wire Arc Additive Manufacturing (WAAM) est un procédé de fabrication additive par dépôt de fil métallique fondu par arc électrique. Sa flexibilité permet d'envisager son usage pour la fabrication et la réparation de pièces. Néanmoins la maîtrise de la qualité des pièces produites reste un frein à son développement. Des travaux ont déjà été menés au laboratoire G-SCOP pour améliorer la qualité des pièces produites grâce à l'utilisation de simulations thermiques ou du contrôle en boucle fermée du procédé grâce à une caméra proche infrarouge.

Les récents investissements financés par l'UGA dans une nouvelle cellule de fabrication instrumentée permettent d'envisager la réalisation d'un jumeau numérique du procédé WAAM. L'objectif de la thèse est la création d'un jumeau numérique du procédé WAAM pour la mise en place de boucles de rétroaction multiéchelle. Dans un premier temps, les données de simulation et de monitoring devront être confrontées afin d'être capables d'identifier les dérives du procédé. Dans un second temps, en fonction du type de dérive, des boucles de rétroaction devront être mises en place pour corriger les dérives. Cela sera réalisé à différentes échelles spatiale et temporelle, à l'échelle de la pièce avec la modification des

conditions de chauffe, à l'échelle de la couche avec la modification à la volée de la trajectoire à l'aide d'un modèle de Fabrication Assistée par Ordinateur dynamique et à l'échelle du cordon avec l'ajustement des paramètres de fabrication. Enfin, un protocole expérimental sera établi afin de vérifier que la mise en place du jumeau numérique permet l'amélioration de la qualité des pièces produites.

Contact(s) : nicolas.beraud@grenoble-inp.fr

ENGLISH VERSION

Title: Digital twin of the WAAM process for multiscale feedback loops.

Brief Description:

The Wire Arc Additive Manufacturing (WAAM) process is an additive manufacturing technique based on the deposition of a metallic wire melted by an electric arc. Its flexibility makes it suitable for both the manufacturing and repair of parts. However, controlling the quality of the produced components remains a major barrier to its wider adoption. Previous research conducted at the G-SCOP laboratory has aimed at improving part quality through the use of thermal simulations and closed-loop process control based on near-infrared camera monitoring.

Recent investments funded by Université Grenoble Alpes (UGA) in a new instrumented manufacturing cell make it possible to envisage the development of a digital twin of the WAAM process. The objective of this PhD project is to create a digital twin of the WAAM process in order to implement multi-scale feedback control loops.

In a first stage, simulation data and monitoring data will be compared to enable the identification of process drifts. In a second stage, depending on the type of drift detected, appropriate feedback control loops will be implemented to correct these deviations. This will be carried out at different spatial and temporal scales: at the part scale by modifying heating conditions, at the layer scale by on-the-fly trajectory modification using a dynamic Computer-Aided Manufacturing model, and at the bead scale by adjusting manufacturing parameters. Finally, an experimental protocol will be established to verify that the implementation of the digital twin leads to an improvement in the quality of the produced parts.