

THESE DE DOCTORAT DE

NANTES UNIVERSITE

ECOLE DOCTORALE N° 602
Sciences de l'Ingénierie et des Systèmes
Spécialité : Génie mécanique

Par

« Sarra OUESLATI »

« Prédiction de défauts du procédé WAAM par monitoring in-process et Intelligence Artificielle »

Projet de soutenance de thèse à IUT de Nantes - Carquefou, le 23/01/2026
Unité de recherche : LS2N, UMR 6004

Rapporteurs avant soutenance :

Nicolas Béraud Maitre de conférences, HDR – Université Grenoble Alpes
Sylvain Lavernhe Professeur – Université Paris-Saclay

Composition du Jury :

Président :	Prénom Nom	Fonction et établissement d'exercice (8)(à préciser après la soutenance)
Examinateurs :	Emmanuel Duc	Professeur – SIGMA Clermont
Dir. de thèse :	Mathieu Ritou Farouk Belkadi	Professeur – Nantes Université Professeur – Centrale Nantes
Co-encadrants :	Elodie Paquet Philippe Le Bot	Maître de conférences – Nantes Université PhD, Expert monitoring – IRT Jules Verne

Invité

Mathias Riou PhD, Expert monitoring – Naval Group

Titre : Prédiction de défauts du procédé WAAM par monitoring in-process et Intelligence Artificielle

Mots clés : Monitoring, Smart Manufacturing, Fabrication additive

Résumé: La Fabrication Additive par soudage à l'Arc (WAAM) est une technologie prometteuse pour produire des pièces métalliques de grandes dimensions à haut taux de dépôt et à coût réduit. Néanmoins, la stabilité du procédé reste difficile à assurer en raison des interactions complexes entre paramètres opératoires et instabilités génératrices de défauts. Cette thèse traite la détection et la prédiction de ces instabilités par le monitoring in-process et des techniques d'Intelligence Artificielle (IA).

Un système expérimental de monitoring a été développé, intégrant l'acquisition multi-capteurs des mesures électriques, géométriques et thermiques, ainsi que les données issues du poste à souder et du robot.

Les techniques de traitement du signal ont été appliquées pour identifier des indicateurs pertinents et construire des classificateurs fiables pour la détection d'instabilités.

Un modèle prédictif a ensuite été proposé pour prédire les instabilités liées aux dérives de la distance entre le tube contact et la pièce (CTWD).

Enfin, un cadre de monitoring à base de connaissances a été introduit, intégrant la modélisation ontologique et des outils de vision par ordinateur pour la détection de défauts et la gestion des connaissances. Les résultats démontrent que la combinaison du monitoring in-process, de l'apprentissage automatique et de la gestion de connaissances offre un cadre robuste et interprétable pour la compréhension du procédé et l'assurance qualité en WAAM. Ces travaux contribuent au développement de systèmes de monitoring intelligents et autonomes pour la fabrication additive métallique par soudage à l'arc

Title : Defect Prediction in the WAAM using process monitoring and Artificial Intelligence

Keywords : Monitoring, Smart Manufacturing, Additive Manufacturing

Abstract: Wire Arc Additive Manufacturing (WAAM) is a promising technology for producing large metallic components with high deposition rates and reduced costs. However, ensuring process stability remains challenging due to the complex interactions between process parameters and the occurrence of instabilities leading to defects. This thesis addresses the detection and prediction of process instabilities in WAAM through in-process monitoring and Artificial Intelligence (AI) techniques.

An experimental monitoring system was developed, including multi-sensor data acquisition combining electrical, geometrical, and thermal measurements besides the welding machine and welding robot data.

Signal processing techniques were first applied to identify relevant features for instability detection and to build reliable classifiers

Then, a predictive model was proposed to anticipate instabilities caused by drifts in the Contact Tube to Workpiece Distance (CTWD).

Finally, a knowledge-based monitoring framework was introduced, integrating ontology modeling and computer vision tools for defect detection and knowledge management.

The results demonstrate that combining in-process monitoring, machine learning, and knowledge management provides a robust and interpretable framework for process understanding and quality assurance in WAAM. This research contributes to the development of intelligent and autonomous monitoring systems for metal additive manufacturing by arc welding.

