

# Méthodologie pour le développement d'une gamme opératoire pour la fabrication additive métallique

L. Terrenoir<sup>a\*</sup>, J. Lartigau<sup>a</sup>, L. Laguna Salvado<sup>a</sup>, C. Merlo<sup>a</sup>

a. Univ. Bordeaux, ESTIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY, F-64210 Bidart, France  
[l.terrenoir@estia.fr](mailto:l.terrenoir@estia.fr) + [j.lartigau@estia.fr](mailto:j.lartigau@estia.fr) + [l.lagunasalvado@estia.fr](mailto:l.lagunasalvado@estia.fr) + [c.merlo@estia.fr](mailto:c.merlo@estia.fr)

**Mots clés :** WAAM, Modèle de maturité, Caractérisation mécanique, Caractérisation du processus, Aide à la décision

## Résumé :

*Les procédés de fabrication additive métallique (FAM), méritent encore des efforts d'investigation pour passer la porte des centres de recherche académiques et être employés par les industriels pour la production en petite ou moyenne série. Dans ces travaux, nous proposons de formaliser et valider une méthodologie d'aide à la décision, pour les industriels, pour l'élaboration d'une gamme opératoire en FAM. Nous proposons d'articuler ces travaux de recherche autour de trois axes majeurs : (i) la proposition d'un modèle de maturité adapté aux procédés de FAM, (ii) l'élaboration d'un modèle de connaissance et enfin (iii) le développement d'un modèle d'aide à la décision.*

*La première partie de nos travaux traite de la maturité des processus associés aux procédés Direct Energy Deposition (DED) afin d'aider les entreprises à les intégrer. Une méthodologie a été développée pour construire ce modèle qui permet d'évaluer la maturité d'une technologie DED couplée à un cas d'utilisation. Des entretiens avec quatre experts en FA ont permis de valider la démarche, le modèle proposé et son application. Le modèle d'évaluation de la maturité développé a permis de choisir la technologie DED couplée au cas d'utilisation pour la suite de nos travaux : le procédé arc électrique – fil, ou WAAM-CMT, pour la fabrication de nouvelles pièces.*

*Puis, les relations entre les paramètres du procédé de fabrication et leurs effets non seulement sur les propriétés mécaniques des pièces produites mais également sur les aspects organisationnels du processus de fabrication sont étudiées. Pour cela, les pièces fabriquées sont caractérisées mécaniquement (géométrie, traction, micro-dureté, porosité, microstructure). L'énergie et les ressources (matériau, gaz de protection) consommées et rejetées, le temps de fabrication, le temps de travail et l'environnement de l'opérateur au cours de la fabrication sont analysés afin de déterminer les coûts, l'impact environnemental et humain des différents paramètres de fabrication.*

*Ainsi, une méthodologie est développée pour optimiser les paramètres de fabrication d'un procédé de fabrication additive en fonction non seulement des caractéristiques mécaniques des pièces produites mais également en fonction des aspects financiers, humains et environnementaux. Le procédé a été choisi en fonction de sa maturité grâce au développement d'un modèle d'évaluation de la maturité spécifique aux procédés DED. Cette approche inédite et innovante servira de base pour le développement d'un modèle d'aide à la décision, à destination des industriels, afin de déterminer les paramètres de fabrication correspondant aux indicateurs définis en amont. Ce modèle contribuera à l'industrialisation des procédés de FA.*