

# Offre de thèse en génie industriel

## Développement d'une base de données de référence des impacts environnementaux du procédé WAAM : mesures, collecte, structuration et aide à la décision



### Dates importantes

- \* Envoi des dossiers de candidature : avant le 8 octobre 2026
- \* Entretiens : fin octobre 2026
- \* Démarrage de la thèse (souhaité) : novembre 2026

### Localisation

Le poste sera localisé à ESTIA-Recherche à Bidart (64) et à l'ENS Rennes (35). L'organisation précise des temps sur chaque site sera définie avec la candidate ou le candidat.

### Mots clés

- \* Analyse du cycle de vie
- \* Fabrication additive métallique
- \* DED-WAAM
- \* Fiabilité des données
- \* Performance environnementale
- \* Base de données de référence

## Contexte

L'industrie manufacturière représente près de 20 % des émissions nationales de gaz à effet de serre. Dans le contexte des transitions environnementales, la réduction de ces impacts nécessite le développement d'outils permettant d'évaluer de manière fiable la performance environnementale des procédés de fabrication.

L'Analyse du Cycle de Vie (ACV) constitue aujourd'hui l'approche de référence pour quantifier ces impacts et orienter les choix de conception et de production. Toutefois, la qualité des résultats obtenus dépend directement de la disponibilité de données d'inventaire fiables, représentatives et suffisamment détaillées. Or, pour de nombreux procédés émergents, ces données restent partielles ou dispersées, limitant la robustesse des évaluations environnementales et leur utilisation pour l'aide à la décision industrielle.

Cette thèse s'inscrit dans le projet AMI-CMA Procédés du Futur Décarbonés et Durables (PF\_DD) et vise à contribuer au développement de données environnementales de référence pour les procédés avancés de fabrication.

## Sujet de la thèse

Les procédés de Fabrication Additive Métallique (FAM), en particulier ceux dit à dépôt sous énergie dirigée (Directed Energy Deposition, DED), apparaissent particulièrement prometteurs pour la fabrication et la réparation de pièces métalliques à forte valeur ajoutée. Néanmoins, malgré le développement rapide de ces procédés, les connaissances relatives à leurs performances environnementales demeurent limitées [1]. Plusieurs travaux récents soulignent le manque de données fiables et harmonisées concernant la phase de fabrication des procédés de FAM [2,3].

Le procédé Wire Arc Additive Manufacturing (WAAM) fait l'objet d'un intérêt particulier en raison de son niveau de maturité industrielle et de son efficacité énergétique potentiellement supérieure à celle d'autres procédés de FAM [4]. Cependant, les études d'ACV disponibles mettent en évidence d'importantes lacunes concernant les données nécessaires à l'évaluation robuste de ses impacts environnementaux [5,6].



## École doctorale

Le candidat sera inscrit à l'École Doctorale Sciences pour l'Ingénieur de l'ENS Rennes.

## Encadrement scientifique

\* Directeur de thèse :

Olivier Kerbrat, Professeur des universités, Ecole normale supérieure de Rennes

\* Chef de projet PF\_DD :

Pierre Michaud, Directeur du département Fabrication Additive, ESTIA

\* Co-encadrants :

Laura Laguna Salvado et Laurent Terrenoir, Enseignants - Chercheurs, ESTIA

## Contacts

olivier.kerbrat@ens-rennes.fr  
l.lagunasalvado@estia.fr  
laurent.terrenoir@estia.fr  
+33 5 59 43 54 49

## Contrat

CDD de 36 mois avec rémunération brute annuelle de 28 239 €.

Dans ce contexte, l'enjeu scientifique de la thèse consiste à développer une base de données environnementales de référence, fiable et exhaustive, pour le procédé WAAM. Cette base devra permettre de structurer, fiabiliser et rendre exploitables les données nécessaires à l'évaluation environnementale du procédé, tout en garantissant leur pérennité et leur réutilisation dans différents contextes industriels et de recherche.

Pour cela, les travaux s'appuieront sur une cellule WAAM instrumentée permettant d'acquérir les données actuellement manquantes et de compléter les connaissances déjà disponibles dans la littérature et les bases de données existantes.

Les objectifs de la thèse sont :

- [O1] Identifier, analyser et qualifier les données nécessaires à la réalisation d'évaluations environnementales robustes du procédé WAAM en s'appuyant sur la littérature scientifique, les bases de données existantes et les besoins des futurs utilisateurs.
- [O2] Mettre en œuvre les moyens matériels déjà identifiés pour obtenir les données d'inventaire de manière fiable, via le monitoring de la cellule WAAM.
- [O3] Structurer l'ensemble des données, mesurées et collectées, dans une base de données de référence, cohérente, interopérable et réutilisable.
- [O4] Définir des scénarios d'utilisation de la base de données.
- [O5] Démontrer la validité et l'utilité de la base de données développée avec la cellule WAAM instrumentée.
- [O6] Garantir la qualité et la pérennité des données produites.

## Perspectives / Retombées attendues

Les résultats de cette thèse contribueront à l'amélioration de la qualité et de la disponibilité des données environnementales relatives aux procédés de fabrication additive métallique. Le référentiel développé constituera un support à la réalisation d'analyses de cycle de vie plus robustes et plus reproductibles du procédé WAAM.

À terme, cette connaissance permettra de mieux comprendre l'influence des paramètres opératoires sur les performances environnementales du procédé et de soutenir le développement de démarches d'optimisation multicritère intégrant conjointement des critères de qualité, de productivité et d'impact environnemental.

Plus largement, les travaux contribueront à l'industrialisation durable des procédés DED en favorisant une prise de décision fondée sur des données environnementales fiables, sans nécessiter la mise en œuvre systématique de campagnes expérimentales coûteuses pour chaque nouvelle application.

## Candidature

Le dossier de candidature doit comprendre un CV, une lettre de motivation et une lettre de recommandation à envoyer par mail à laurent.terrenoir@estia.fr avant le 8 octobre 2026. Les entretiens seront prévus la dernière quinzaine d'octobre en visio ou en présentiel.



## Profil recherché

**Formation/Expérience.** De formation Bac + 5 (universitaire ou école d'ingénieurs), avec une spécialisation en génie industriel, environnement ou mécanique, le candidat devra présenter des connaissances et compétences dans une ou plusieurs des thématiques suivantes : analyse de cycle de vie, fabrication additive métallique, gestion de la production, évaluation des performances, soutenabilité, big data et intelligence artificielle. De précédentes expériences professionnelles (lors de stages par exemple) en laboratoire de recherche ou en entreprise dans ces domaines seront appréciées.

**Autres aptitudes.** Le candidat devra aussi être curieux, autonome et aimer interagir avec son équipe d'encadrants scientifiques et avec les autres doctorants. Étant amené à être au contact de partenaires académiques ou industriels et des étudiants de l'ESTIA dans le cadre d'activités pédagogiques, le candidat devra aussi faire preuve d'un bon relationnel et d'une capacité à communiquer (en langues française et anglaise) sur son projet mais aussi sur les connaissances acquises lors de son cursus.

## Références

- [1] Gouveia JR, Pinto SM, Campos S, Matos JR, Costa C, Dutra TA, Esteves S, Oliveira L. (2022), Life Cycle Assessment of a Circularity Case Study Using Additive Manufacturing, *Sustainability*, 14(15):9557. <https://doi.org/10.3390/su14159557>
- [5] Ford, S., & Despeisse, M. (2016). Additive manufacturing and sustainability: an exploratory study of the advantages and challenges. *Journal of Cleaner Production*, 137, 1573–1587. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.04.150>
- [2] Ehmsen, S., Klar, M., & Aurich, J. C. (2024). Evaluating the environmental impact of additive manufacturing: A methodology to determine the environmental impact of parts manufactured by high-speed laser directed energy deposition. *Procedia CIRP*, 122, 91–96. <https://doi.org/10.1016/J.PROCIR.2024.01.013>
- [3] L. Terrenoir, L. Laguna Salvado, J. Lartigau, C. Merlo, A. Arjunan. Directed energy deposition processes, towards sustainable performance? EU4DUAL Annual conference 2025, April 2025, San Sebastian, Spain. [EU4Dual-Annual-Conference2025\\_ABSTRACT-BOOKLET.pdf](#), pp253-256.
- [4] Balidas, A., Kerbrat, O., & Hascoet, J.-Y. (2024). The potential of additive manufacturing of metal components to reduce environmental impacts. *Journal of Machine Engineering*, 24(2), 94–104. <https://doi.org/10.36897/jme/186988>
- [5] Wambugu, S., Terrenoir, L., Laguna Salvado, L., Michaud, P., & Kerbrat, O. (2026). Towards in-situ monitoring of environmental impact of WAAM: evaluation of the reliability of life cycle assessment data. *Metal AMS 2026*, March 2026, Senlis, France.
- [6] Abate, R., Guizzi, G., Mattera, G., & Nele, L. (2026). Environmental sustainability assessment of wire arc additive manufacturing: A critical review. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 2026, 1–29. <https://doi.org/10.1007/S00170-026-18690-6>