

SCoDD

Collecte et exploration des données hétérogènes pour la caractérisation de la dégradation d'une buse Cold Spray

SCoDD : Smart Cold Spray Degradation Diagnostics

Equipe projet :

- Laboratoire Informatique et Société Numérique (LIST3N) : Khac Tuan HUYNH, Yves LANGERON, Babiga BIRREGAH ;
- Centre de Recherche d'Innovation et de Transfert de Technologie en Techniques Jet Fluide et Usinage (CRITT TJFU) : Yosri KHALSI, Abdel TAZIBT

Contact co-encadrants :

- LIST3N : tuan.huynh@utt.fr
- CRITT TJFU : y.khalsi@critt-tjfu.com

Présentation du laboratoire d'accueil, du projet SCoDD, et de l'offre de stage

Le laboratoire Informatique et Société Numérique (LIST3N) est une Unité de Recherche (UR) de l'Université de Technologie de Troyes. En 2024, cette UR englobe 64 permanents, pour un effectif total de 166 personnes, réunies autour d'un projet scientifique commun structuré en quatre axes : *Réseaux et Cybersécurité* (RECY), *Optimisation* (OPTI), *Technologies et Pratiques* (TPRA) et *Modélisation stochastique apprentissage & décision* (MSAD). Ce projet s'inscrit dans une approche intégrée de la chaîne de traitement des données.

Le projet SCoDD (Smart Cold Spray Degradation Diagnostics) s'intègre pleinement dans les thématiques de l'axe MSAD, ainsi que dans sa stratégie à mettre en place des collaborations industrielles et des projets structurants avec des acteurs régionaux. Il s'inscrit dans la perspective du montage futur d'un projet ANR ou européen, portant sur le couplage d'approches orientées données avec des modèles de sûreté de fonctionnement, dans le but de développer un *système intelligent de diagnostic de la dégradation des buses Cold Spray*, en partenariat avec le CRITT TJFU (Centre de Recherche d'Innovation et de Transfert de Technologie en Techniques Jet Fluide et Usinage). Cette collaboration permet de développer une solution innovante, à un niveau de maturité technologique TRL 7-8, répondant aux besoins croissants du marché de la réparation de pièces et de surfaces ainsi que de la fabrication additive de pièces de grandes dimension par le procédé Cold Spray. Il s'agit de développer une méthode universelle, basée sur l'intelligence artificielle, permettant de caractériser la dégradation d'une buse en technologie Cold Spray à partir de données expérimentales hétérogènes et évolutives dans le temps.

La technologie Cold Spray est un procédé innovant de projection à froid de poudres métalliques, utilisée pour la réparation ou la fabrication additive de pièces métalliques. En évitant la fusion des matériaux, ce procédé permet de préserver les propriétés mécaniques et microstructurales des métaux projetés. Des travaux récents ont mis en évidence l'importance du design des buses pour améliorer la performance de dépôt (Li et al., 2025), et l'intérêt de l'apprentissage automatique pour modéliser la formation de défauts tels que la porosité (Sharma et al., 2024). Toutefois, un défi majeur de cette technologie réside dans la dégradation progressive de la buse d'injection, qui

impacte directement la qualité, l'uniformité et les performances des dépôts métalliques réalisés (Eberle et al., 2025).

L'objectif principal de ce stage est de contribuer à une meilleure compréhension du phénomène de dégradation de la buse, en s'appuyant sur les données collectées à partir d'expérimentations qui seront réalisées au CRITT TJFU sur un banc d'essai instrumenté. Ces données, potentiellement de nature hétérogène et évolutives dans le temps (mesures acoustiques ou thermiques, signaux temporels et fréquentielles, paramètres physiques du procédé, indicateurs de performance des dépôts, etc.), constituent une base précieuse, mais complexe, à analyser et à traiter efficacement par une méthode unique.

Dans ce contexte, le stage consistera à adopter une approche intégrée, combinant les techniques les plus appropriées pour le traitement de chaque type de données collectées, en vue d'en extraire des caractéristiques pertinentes. Ces traitements seront ensuite fédérés par un réseau de neurones profond, capable d'exploiter l'ensemble des informations disponibles pour synthétiser un indicateur de la dégradation de la buse. Une telle approche promet de déboucher sur une méthodologie robuste, généralisable et adaptable à d'autres contextes de surveillance de composants critiques dans les procédés de fabrication avancés.

Références

- Li, H., Le, Y., Xu, H., & Li, Z. (2025). Design of the Dual-Path Cold Spray Nozzle to Improve Deposition Efficiency. *Journal of Manufacturing and Materials Processing*, 9(5), 144.
- Sharma, D., Boruah, D., Bakir, A. A., Ameen, A., & Paul, S. (2024). Machine learning-based predictions of porosity during cold spray deposition of high entropy alloy coatings. *Coatings*, 14(4), 404.
- Eberle, M., Pinches, S., King, H., Guzman, P., Qin, K., & Ang, A. (2025). Predicting Deposition Efficiency Across Diverse Cold Spray Process Parameters Using Machine Learning. *Journal of Thermal Spray Technology*, 1-24.

Description de la mission

La mission principale du/de la stagiaire s'articulera autour des étapes suivantes :

1. Étude bibliographique sur la technologie Cold Spray, les mécanismes d'usure des buses et les approches IA pertinentes pour l'analyse de données hétérogènes et temporelles.
2. Collecte, exploration et structuration des données à partir d'un banc d'essai expérimental instrumenté proposé par CRITT TJFU: prétraitement, extraction et sélection de caractéristiques, visualisation.
3. Développement d'un modèle d'IA pour synthétiser un ou plusieurs indicateurs de dégradation de la buse à partir des caractéristiques issues des méthodes précédentes.
4. Validation des modèles développés en termes de performances et robustesse.

Ce stage permettra au/à la stagiaire de développer des compétences pluridisciplinaires à l'interface de la sûreté de fonctionnement, la science des données et l'intelligence artificielle, au sein d'un environnement de recherche appliquée orienté vers les enjeux industriels, en interaction avec les métiers de transfert du CRITT TJFU et de ses réseaux d'entreprises.

Profil recherché

- Connaissances en traitement de données, statistiques ou apprentissage automatique,
- Intérêt pour les procédés industriels et les problématiques métiers,
- Maîtrise de Python ou MATLAB ou d'outils similaires d'analyse de données,
- Autonomie, rigueur, esprit d'analyse.

Modalités de stage

<u>Date de début de stage :</u>	Septembre ou octobre 2025 (selon la disponibilité du/de la stagiaire)
<u>Durée du stage :</u>	6 mois, avec une indemnité d'environ 600€/mois
<u>Lieu du stage :</u>	UTT, Troyes - des déplacements ponctuels seront nécessaires pour la collecte de données auprès du CRITT TJFU.
<u>Niveau :</u>	BAC +3/+4/+5, Master 2

Candidature

Pour candidater, merci d'envoyer votre CV, lettre de motivation et dernier relevé des notes à tuan.huynh@utt.fr avant la date du **23 juin 2025**. Un entretien et la mise en place du conventionnement sont prévus avant le **01 juillet 2025**.