

DÉPARTEMENT PMDM : Procédés Métallurgie Durabilité Matériaux PROPOSITION THÈSE DE DOCTORAT

TITRE	Assemblage multi-matériaux métal/composite pour structure hybride
CONTEXTE	<p>Les assemblages multi-matériaux représentent une stratégie de conception de plus en plus pertinente pour optimiser la répartition fonctionnelle des matériaux au sein des structures. Ils permettent d'associer des matériaux aux propriétés complémentaires (résistance mécanique, conductivités thermique et électrique, etc.) afin de répondre aux exigences multi-physiques des systèmes tout en réduisant leur masse. Cet allègement contribue directement à la diminution des consommations énergétiques et des émissions de gaz à effet de serre (GES), notamment dans les secteurs du transport terrestre et de l'aéronautique.</p> <p>Dans ce contexte, l'objectif de cette thèse est d'élargir ces approches à l'étude et au développement d'assemblages hybrides métal/composite, en vue de proposer des solutions innovantes et performantes pour les applications industrielles à fortes contraintes du type automobile ou énergie.</p> <p>Ce travail de thèse s'inscrit dans la continuité de recherches menées sur les assemblages multi-matériaux acier/aluminium, reposant sur un couplage entre la texturation laser et la projection à froid (cold spray), en partenariat avec LISI Automotive. Ces développements ont conduit au dépôt du brevet μ-MACH ASSEMBLY PROCESS® (micro mechanical anchoring cold hybrid assembly process) et à la réalisation d'un démonstrateur industriel.</p>
OBJECTIFS / DESCRIPTION	<p>Cette thèse vise à étudier la faisabilité des assemblages métal/composite ce qui passe par la maîtrise de ses différentes phases de construction. Pour y parvenir, trois étapes clés seront menées :</p> <ul style="list-style-type: none"> • La première étape concerne le développement et la validation d'un modèle numérique pour déterminer les mécanismes mis en jeu au cours de l'assemblage. • La deuxième étape se focalise sur l'étude expérimentale de l'interface entre le métal et le composite afin d'assurer une résistance mécanique adéquate pour l'application visée. Dans ce cadre, différentes techniques, telles que la texturation laser, le dépôt par projection thermique et le micro-usinage seront comparées. Une analyse approfondie de la

	<p>fonctionnalisation de surface sera également entreprise pour identifier les paramètres opératoires de chacun de ces procédés de façon à optimiser la résistance mécanique et la fatigue de l'assemblage.</p> <ul style="list-style-type: none"> La dernière étape consistera à appliquer la méthodologie de fabrication optimale, issue des étapes précédentes, pour produire une pièce réelle fonctionnelle du secteur de l'automobile actuellement fabriquée à partir de procédés conventionnels tels que le rivetage, le boulonnage ou le collage.
MOTS-CLEFS	Assemblage multi-matériaux, projection thermique, texturation laser, fabrication additive, simulation numérique
RESPONSABLES	<p>Directeur de thèse : Mme. Marie-Pierre PLANCHE, marie-pierre.planche@utbm.fr Co-Directeur de thèse : M. Ludovic VITU, ludovic.vitu@utbm.fr</p>
MOYENS / LIEU	<p>Laboratoire d'accueil : Laboratoire Interdisciplinaire Carnot De Bourgogne – Axe PMDM – Rue de Leupe, 90400 Sevenans https://lermps.utbm.fr/en/ https://icb.cnrs.fr/procedes-metallurgiques-durabilite-materiaux/</p> <p>Université : Université de Technologie de Belfort Montbéliard (UTBM) https://www.utbm.fr/recherche-innovation/ Domaine : Sciences pour l'ingénieur École doctorale : Sciences Physiques pour l'Ingénieur et Microtechniques - SPIM - ED 37</p>
FINANCEMENT	<p>Financement : MESRI</p> <p>Dossier à envoyer pour le mardi 20 mai 2025 Début du contrat : 1^{er} Octobre 2025 Salaire mensuel brut : 2200€ (à partir du 1^{er} janvier 2026 : 2300€ brut)</p>
PROFIL DU CANDIDAT(E)	Le ou la candidat(e) devra avoir un diplôme d'ingénieur ou de master en mécanique et/ou matériaux et/ou Modélisation Numérique ou un domaine proche. Le (ou la) candidat(e) doit également avoir un goût prononcé pour l'expérimentation, un bon niveau d'anglais, de bonnes qualités rédactionnelles.
REFERENCES	<p>[1] Kusuran A., Darut G., Vitu L., Planche M.-P., & Merces, D. (n.d.). <i>Additive Manufacturing of Multi-Material Assembly</i>. 161–166. https://doi.org/10.31399/asm.cp.itsc2023p0161</p> <p>[2] Kusuran A., Vitu L., Darut G., Merces D., Planche M.-P., <i>Aluminum alloy/steel assembly by Cold Spray, 10th RIPT, Julich, June 2022, Germany</i></p> <p>[3] Graziosi S., Cannazza F., Vedani M., Ratti A., Tamburrino F., & Bordegoni M. (2020). Design and testing of an innovative 3D-printed metal-composite junction. <i>Additive Manufacturing</i>, 36, 101311-. https://doi.org/10.1016/j.addma.2020.101311</p> <p>[4] Feistauer E. E., Santos J. F., & Amancio-Filho S. T. (2019). A review on direct assembly of through-the-thickness reinforced metal–polymer composite hybrid structures. <i>Polymer Engineering & Science</i>, 59(4), 661–674. https://doi.org/10.1002/pen.25022</p>



PMDM DEPARTMENT: Process Metallurgy Durability Materials THESIS PROJECT PROPOSAL

TITLE	Multi-material metal/composite assembly for hybrid structures
CONTEXT	<p>Multi-material assemblies represent an increasingly relevant design strategy for optimizing the functional distribution of materials within structures. They make it possible to combine materials with complementary properties (mechanical strength, thermal and electrical conductivity, etc.) to meet the multi-physical requirements of systems, while reducing their mass. This lightweighting contributes directly to reducing energy consumption and greenhouse gas (GHG) emissions, particularly in the land transport and aeronautics sectors.</p> <p>In this context, the aim of this thesis is to extend these approaches to the study and development of hybrid metal/composite assemblies, with a view to proposing innovative, high-performance solutions for high-stress industrial applications such as automotive and energy.</p> <p>This thesis follows on from research carried out on multi-material steel/aluminum assemblies, based on a coupling between laser texturing and cold spray, in partnership with LISI Automotive. These developments led to the filing of the μ-MACH ASSEMBLY PROCESS® patent (micro mechanical anchoring cold hybrid assembly process) and the production of an industrial demonstrator.</p>
OBJECTIVES / DESCRIPTION	<p>The aim of this thesis is to study the feasibility of metal/composite assemblies, which involves mastering the various construction phases. To achieve this, three key stages will be carried out:</p> <ul style="list-style-type: none"> • The first stage concerns the development and validation of a numerical model to determine the mechanisms involved during assembly. • The second stage focuses on the experimental study of the interface between metal and composite to ensure adequate mechanical strength for the intended application. Different techniques, such as laser texturing, thermal spray deposition and micromachining, will be compared. An in-depth analysis of surface functionalization will also be carried out to identify the operating parameters for each of these processes, with a view to optimizing the mechanical strength and fatigue life of the assembly.

	<ul style="list-style-type: none"> The final stage will involve applying the optimal manufacturing methodology resulting from the previous stages to produce a real, functional part currently manufactured using conventional processes such as riveting, bolting or bonding in the automotive sector.
KEYWORDS	Multi-material assembly, thermal spraying, laser texturing, additive manufacturing, numerical simulation
SUPERVISORS	Thesis supervisor: Mme. Marie-Pierre PLANCHE, marie-pierre.planche@utbm.fr Thesis co-supervisor: M. Ludovic VITU, ludovic.vitu@utbm.fr
LABORATORY	Host Laboratory: Carnot Interdisciplinary Laboratory of Burgundy – PMDM Axis – Rue de Leupe, 90400 Sevenans https://lermps.utbm.fr/en/ https://icb.cnrs.fr/procedes-metallurgiques-durabilite-materiaux/ University: University of Technology of Belfort Montbéliard (UTBM) https://www.utbm.fr/recherche-innovation/ Field: Engineering Sciences Doctoral School: Engineering Physics and Microtechnology - SPIM - ED 37
FUNDING	Funding: MESRI Application to be submitted by Tuesday, May 20, 2025 Contract start date: October 1, 2025 Gross monthly salary: €2,200 (from January 1, 2026: €2,300 gross)
CANDIDATE PROFILE	The candidate must have an engineering degree or master's degree in mechanics and/or materials and/or digital modeling or a related field. The candidate must also have a strong taste for experimentation, a good level of English, and good writing skills.
REFERENCES	[1] Kusuran A., Darut G., Vitu L., Planche M.-P., & Merces, D. (n.d.). <i>Additive Manufacturing of Multi-Material Assembly</i> . 161–166. https://doi.org/10.31399/asm.cp.itsc2023p0161 [2] Kusuran A., Vitu L., Darut G., Merces D., Planche M.-P., <i>Aluminum alloy/steel assembly by Cold Spray, 10th RIPT, Julich, June 2022, Germany</i> [3] Graziosi S., Cannazza F., Vedani M., Ratti A., Tamburrino F., & Bordegoni M. (2020). Design and testing of an innovative 3D-printed metal-composite junction. <i>Additive Manufacturing</i> , 36, 101311-. https://doi.org/10.1016/j.addma.2020.101311 [4] Feistauer E. E., Santos J. F., & Amancio-Filho S. T. (2019). A review on direct assembly of through-the-thickness reinforced metal–polymer composite hybrid structures. <i>Polymer Engineering & Science</i> , 59(4), 661–674. https://doi.org/10.1002/pen.25022

