



Post-doctorante ou Post-doctorant : Suivi multi-échelle par mesure de champs (multi-modale) et identification par méthodes inverses des physiques mises en jeu lors de l'élaboration de composites par infusion de résine thermoplastique à température ambiante – CDD de 12 mois, potentiellement renouvelable

Mesure de champs pour l'élaboration de composites

CENTRE DE RECHERCHE ET D'ENSEIGNEMENT SMS / DEPARTEMENT MPE

ENVIRONNEMENT DU POSTE :

L'Institut Mines-Télécom est le 1er groupe public de Grandes Écoles d'ingénieur.e.s et de management de France. Constitué de huit Grandes Écoles publiques et de deux écoles filiales, l'Institut Mines-Télécom anime et développe un riche écosystème d'écoles partenaires, de partenaires économiques, académiques et institutionnels, acteurs de la formation, de la recherche et du développement économique.

Mines Saint-Étienne, École de l'Institut Mines-Télécom, est chargée de missions de formation, recherche, innovation, transfert industriel et culture scientifique. Avec 2 500 élèves, 500 personnels, et un budget de 50 M€, elle rayonne sur 3 campus dédiés à l'industrie des futurs, à la santé et au bien-être et à la souveraineté numérique et microélectronique. Elle est classée dans le top 15 des Ecoles d'ingénieurs Françaises et dans le Top 500 des Universités mondiales.

La stratégie 2023-2027 de Mines Saint-Etienne s'inscrit dans celle de l'Institut Mines Telecom. Elle a pour ambition :

- D'accompagner les transitions écologique, numérique, et générationnelle et d'en former les acteurs
- De soutenir la souveraineté nationale et européenne en microélectronique et numérique

Pour renforcer son action de recherche en élaboration de matériaux composites structuraux, elle recrute un(e) post-doctorant(e) dans le domaine du suivi et de l'identification des phénomènes physiques (mécanique des solides, mécanique des fluides, thermique, physico-chimie, ...) mis en jeu à diverses échelles au cours de l'élaboration de composites par infusion de résine thermoplastique à basse température. Ce travail de recherche est co-financé par un soutien du Carnot M.I.N.E.S¹ et le Labcom ANR DISC-AER (<https://www.linkedin.com/company/labcom-disc-aer/>), laboratoire commun à Mines Saint-Etienne et à la société EENUEE qui développe un aéronef de transport régional à fuselage porteur et propulsion électrique (<https://eenuee.com/>). Ce travail de recherche sera mené dans un environnement dynamique² où des permanents et doctorants de Mines Saint-Etienne et EENUEE, mais aussi des autres écoles des Mines impliquées dans ce projet Carnot (IMT Douai, IMT Alès, IMT Albi) interagiront autour de la maîtrise des procédés par infusion utilisant des résines thermoplastiques de dernière génération. Des séjours courts et rencontres sur ces différents sites, ainsi que sur le site Arkema de Lacq (64), seront organisés au cours de ce post-doctorat.

DESCRIPTION DU POSTE :

Le poste est localisé sur le campus de Saint-Étienne, dans l'équipe MPE (Mécanique et Procédés d'Élaboration directe) du Centre SMS (Sciences des Matériaux et des Structures). L'un des domaines d'expertise de cette équipe est l'élaboration de matériaux (bio-)composites structuraux, et notamment la maîtrise du procédé d'élaboration pour atteindre les propriétés mécaniques visées. Fort de son expérience reconnue dans ce domaine, et notamment en lien avec le secteur aéronautique (notamment Chaire Hexcel – Mines Saint-Etienne, 2015-2022 ; 2,2 M€ ; 7 thèses et 2 post-docs <https://www.mines-stetienne.fr/en/author/drapier/research-topics/>) MPE intègre désormais les résines thermoplastiques de dernière génération (projet ANR LINEN et Labcom ANR DISC-AER), qui laissent entrevoir un bilan carbone tout à fait remarquable des structures composites produites (mise en œuvre à

¹ Projet fédérateur 2024 du Carnot M.I.N.E.S : AVICAR L'Avion du futur bas Carbone et Responsable

² Lancement du projet ANR PRME LINEN (PI J. Bruchon, SMS/MPE) en Octobre 2024 : recrutement en cours de 2 doctorants et 1 post-doc à venir, budget 500 k€.

basse température, réparabilité, assemblage par soudage, recyclabilité, ...) autant qu'une tenue à l'impact accrue et une modularité dans la conception grâce aux conditions d'élaboration envisagées (infusion, assemblage autogène).

Le procédé envisagé ici est l'infusion de résine, procédé peu coûteux et parfaitement adapté pour élaborer des pièces minces (de type coques) mais parfois assez complexe à mettre en place : une résine liquide imprègne un renfort fibreux sous l'action d'une simple dépression qui assure également la compaction de l'ensemble (les performances des structures composites sont liées au 1^{er} ordre à leur 'compacité'). Le renfort est constitué de fibres de carbone, éventuellement recyclées, de quelques dizaines de micromètres de diamètre. L'objectif est de caractériser l'imprégnation de la résine dans le réseau fibreux à diverses échelles (échelle de la pièce, échelle des renforts, échelle des fibres) et les interactions fluide-structure associées (gonflement macroscopiques, effets capillaires). Pour cela, un équipement de stéréocorrélation dédié sera mis en place pour le suivi optique multi-échelle de l'imprégnation et de la saturation. A partir de ces mesures de champ cinématique par corrélation d'images numériques, et grâce à des modélisations numériques des mêmes mécanismes mises en place dans notre code de calculs par éléments finis interne, les paramètres contrôlant l'imprégnation seront identifiés par des méthodes inverses adéquates ; il s'agit notamment des perméabilités orthotropes, en régimes transitoire et saturé, ainsi que des pressions capillaires en jeu en régime transitoire.

Ce post-doc de 12 mois pourra être étendu à 18 mois, voire 24 mois, en fonction des résultats obtenus. Une seconde phase du projet pourrait en effet consister à travailler sur l'étape de polymérisation de la résine. Le suivi par stéréocorrélation sera complété par un suivi par thermographie infrarouge, afin de caractériser la cinétique de polymérisation auxquels sont associés les retraits chimiques qui peuvent être conséquents dans le cas de la résine visée, et qui peuvent conduire à développer des contraintes résiduelles non-négligeables, néfastes pour le comportement mécanique de la pièce réalisée.

PROFIL RECHERCHÉ :

Le candidat devra être titulaire d'un doctorat en mécanique ou dans un domaine connexe (physique, chimie) appliqué aux matériaux visés ici. Il devra avoir un goût prononcé pour les aspects expérimentaux et l'instrumentation, autant que pour les méthodes inverses en mécanique. Des connaissances dans au moins l'un des domaines suivants seraient un plus : corrélation d'images numériques, modélisation numérique des procédés, identification par méthodes inverses, analyse d'images. Dans tous les cas, le candidat devra montrer l'envie de compléter sa formation pour aller vers l'identification des propriétés physiques qui contrôlent les interactions résine/réseau fibreux à plusieurs échelles. Le candidat devra être force de proposition et faire preuve d'une bonne autonomie. Enfin, il devra démontrer une grande capacité à travailler en équipe et interagir avec des personnes aux compétences diverses et variées. Le candidat doit maîtriser le français ou l'anglais, à l'écrit et à l'oral.

POURQUOI NOUS REJOINDRE :

L'Institut Mines-Telecom se caractérise par :

<https://www.youtube.com/watch?v=m39m6hdNC48>

- Un environnement scientifique d'excellence
- Un groupe présentant des entités sur l'ensemble du territoire français

Mines Saint-Etienne se distingue par :

- Un environnement de travail privilégié avec un taux d'encadrement des étudiants et un taux d'environnement (fonctions support et soutien) élevé
- Des moyens expérimentaux et numériques de premier plan
- Une activité de recherche contractuelle importante (11 M€ / an de contrats en Recherche et Innovation), majoritairement avec des partenaires industriels
- 25% d'étudiants internationaux, Membre du réseau T.I.M.E. et de l'Université Européenne EULIST
- Un centre de Culture Scientifique Technique et Industrielle – La Rotonde - unique en France, qui multiplie son impact sur la société (> 50 000 visiteurs par an)
- Un cadre agréable/ accessibilité en transport ou proche des axes routiers
- Des frais de transports en commun pris en charge à hauteur de 75% (sous conditions)

- Un forfait mobilité durable
- Un foyer du personnel (activités sportives, culturelles, avantages CE sur des loisirs et temps de convivialité)
- La possibilité de télétravail partiel
- 49 jours de congés et RTT

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES :

Conditions de recrutement :

- CDD de droit public d'une durée de 12 mois, potentiellement renouvelable
- Prise de fonction souhaitée : **au plus tôt**
- Rémunération sera fixée selon le profil du candidat, en fonction des règles définies par le cadre de gestion de l'Institut Mines Télécom
- Temps plein
- Poste basé à Saint-Étienne

Le poste est ouvert à toutes et tous avec, sur demande, des aménagements pour les candidates et candidats en situation de handicap.

Emploi ouvert aux titulaires de la fonction publique et/ou aux personnes contractuelles. Toute candidature peut faire l'objet d'une enquête administrative.

Modalités de candidatures :

Les dossiers de candidature (CV, lettre de motivation, lettre de recommandation le cas échéant, pièce d'identité) sont à déposer sur la plateforme RECRUITEE et seront analysés jusqu'au recrutement sur le poste :

<https://institutminestelecom.recruitee.com/o/post-doctorante-ou-post-doctorant-suivi-multi-echelle-par-mesure-de-champs-multi-modale-cdd-de-12-mois-potentiellement-renouvelable-2>

Les candidats retenus après examen de leur dossier de candidature seront reçus en entretiens.

Dans le cadre de sa politique Égalité, Diversité et Inclusion, l'École des Mines de Saint Etienne est un employeur soucieux de l'équité de traitement entre les candidatures.

En savoir plus :

Pour tous renseignements sur le poste, s'adresser à :

Sylvain Drapier, Professeur

Mail : drapier@emse.fr

Tel. : +33 (0)6 16 68 19 83

Pour tous renseignements administratifs, s'adresser à :

Julie JAFFRE – Gestionnaire RH

Mail : julie.jaffre@emse.fr

Tel. : +33 (0)4 77 42 00 17

Liens utiles :

<https://www.mines-stetienne.fr/>

<https://www.imt.fr/>

<https://www.youtube.com/watch?v=QUeuC5iQiN0>

La protection de vos données :

<https://www.mines-stetienne.fr/wp-content/uploads/2018/12/Informations-des-candidats-sur-les-traitements-de-donn%C3%A9es-personnelles.pdf>