

Offre de Post-Doctorat – Etude du comportement mécanique de composites thermodurcissables durant la polymérisation

Laboratoire d'accueil : Nantes Université, Centrale Nantes, CNRS, **Institut de Recherche en Génie Civil et Mécanique, GeM**, UMR 6183, 44600, Saint-Nazaire, France.

Partenariat : Ariane Group, Nantes Université.

Contexte : Ariane Group produit et met en œuvre depuis de nombreuses années une protection thermique de lanceur en matériau composite carbone/résine thermodurcissable. Cette protection thermique répond au cahier des charges de l'industriel en termes de performances thermiques (propriétés d'isolation et de tenue à l'ablation).

Le comportement thermique et thermo-mécanique du matériau est bien connu au stade composite cuit, ainsi que le comportement thermique pendant la polymérisation. Des travaux ont été initiés afin de comprendre l'évolution des propriétés thermocinétiques et mécaniques du matériau lors de sa mise en œuvre, dans le but de cerner l'origine et de quantifier les contraintes résiduelles présentes dans les pièces de tuyères. La présente proposition vise à approfondir la connaissance du couple matériau/procédé en poursuivant ces travaux.

Objectifs : Les travaux envisagés ont plusieurs objectifs. Ils permettront de développer une méthodologie permettant de simuler les mécanismes mis en jeu lors de la polymérisation des matériaux composites carbone / phénolique en moule fermé et en ambiance autoclave. Il sera ainsi possible de mieux appréhender le développement de contraintes au sein des composites et donc l'impact des contraintes sur les performances de la pièce. Les travaux permettront également de prévoir les éventuelles montées en pression dans les moules et sous ambiance autoclave lors de la fabrication. Ce point sera une aide au dimensionnement des outillages, des moyens et à la maîtrise de la répétabilité du procédé de fabrication.

Les travaux à réaliser incluent l'analyse et la quantification des variations de propriétés mécaniques du matériau en fonction de l'état d'avancement et de la température, l'analyse des produits de polymérisation (nature, diagramme de phase, ...), et l'analyse mécanique in-situ (mesures dilatométriques en cours de mise en œuvre).

Profil recherché : La personne recrutée doit être titulaire d'une thèse de doctorat dans un domaine proche de l'étude. Elle doit idéalement avoir des compétences en mise en œuvre des matériaux composites thermodurcissables (cuisson de pré-imprégnés, autoclave) et en caractérisation mécanique des composites (DMA, dilatométrie, essais conventionnels). Des connaissances en modélisation et simulation du comportement mécanique des matériaux composites seraient un plus (Abaqus). Des compétences transverses (travail en équipe, gestion de projet, rédaction,) sont également attendues.

Informations pratiques : Votre candidature doit inclure une lettre de votre directeur de thèse, un CV détaillé incluant votre parcours universitaire et vos expériences professionnelles, une liste de publications, et une description de deux pages des travaux réalisés durant votre thèse. Merci de combiner ces différents éléments en un fichier unique afin de faciliter le travail de sélection. **La candidature se fait sur le site du CNES avant le 15 mars 2024 :**

<https://recrutement.cnes.fr/en/annonce/2793503-24-308pd-mechanical-behaviour-of-thermoset-composite-materials-during-cure-france>

Pour plus d'informations, contactez : mael.peron@univ-nantes.fr alexandre.hautefeuille@ariane.group

Post-Doctoral position offer – Study of the mechanical behaviour of thermoset composite materials during cure

Laboratory: Nantes Université, Centrale Nantes, CNRS, **Institut de Recherche en Génie Civil et Mécanique, GeM**, UMR 6183, 44600, Saint-Nazaire, France.

Partnership: Ariane Group, Nantes Université.

Context: For years, Ariane Group has manufactured thermal protections for space launchers made out of carbon fibre reinforced thermoset resin composites. These protections meet the industrial specifications in terms of thermal performances (thermal isolation and resistance to ablation). The thermal and thermo-mechanical behaviour of the cured material is known, together with the thermal behaviour during cure.

Earlier works have focused on the identification of the evolution of the cure kinetics and thermal properties during cure together with the evolution of the mechanical properties of the material. The goal was to identify the causes of the development of residual stresses within the manufactured parts and to predict the evolution of their distribution and amplitude during cure. The proposed study aims at improving this description, leading to a more accurate knowledge of the material-process link.

Goals: The proposed study aims at developing a methodology that permits to simulate the different mechanisms occurring during the cure of the carbon fibre reinforced phenolic resin composite material. This latter takes place in a closed mould submitted to an autoclave environment. This would allow to better understand the development of cure induced residual stresses within the material, and its impact on the manufactured part performances. This work will also permit to predict the pressure increase inside the mould during curing. This will highly help the design of the mould and of the manufacturing process, with the aim of improving its reliability and reproducibility.

The proposed work includes the analysis and quantification of the variations of mechanical properties of the involved material as a function of the degree of cure and temperature, the analysis of the curing products (constitution, phase diagram...) and the in-situ analysis of the mechanical behaviour of the material thanks to dilatometric measurements during cure.

Candidate profile: The candidate must have completed a PhD in a field related with the proposed study. Skills in thermoset composite manufacturing processes (prepreg cure, autoclave) are required as well as knowledge in mechanical characterization of composite materials (standard tests, DMA, dilatometry). Skills in mechanical behaviour of composite materials modelling and simulation (Abaqus) would be a plus. Ability to work in a team, project management and writing skills are also highly welcome.

Practical information: Your application must include a letter from your Ph.D. supervisor, a detailed CV including university education and work experience, a list of publications, and a 2-page description of the work undertaken during the course of your PhD. Please combine all of these documents in a single file to ease the review process. **The application can be done at the following link before March 15th, 2024:**

<https://recrutement.cnes.fr/en/annonce/2793503-24-308pd-mechanical-behaviour-of-thermoset-composite-materials-during-cure-france>

For more Information, contact: mael.peron@univ-nantes.fr alexandre.hautefeuille@ariane.group