

Offre de thèse 2023- CEMEF

TITRE	<i>Propagation de fissures en 3D dans une interface CMO/CMO à l'échelle mésoscopique</i>
Acronyme du projet	
Mots-clés	Composite CMO, Propagation de fissure, Modélisation numérique
Objectif général	Le but de la thèse est d'étudier et de simuler la propagation de fissures en 3D dans une interface CMO/CMO, afin d'alimenter une loi de comportement macroscopique de délaminage du composite.
Contexte	<p>La Commission Européenne s'est donnée comme objectif de réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) de l'Union européenne de plus de 80% d'ici 2050 par rapport aux niveaux de 1990, et même de tendre à la neutralité carbone à cette échéance. Dans l'aéronautique, un des moyens pour atteindre ces objectifs consiste à alléger la masse des structures, permettant ainsi un gain de consommation de carburant.</p> <p>L'utilisation de matériaux composites pour la fabrication de pièces structurelles est une solution afin d'y parvenir. En effet, sur le moteur LEAP développé par Safran Aircraft Engines, le composite tissé 3D (CMOT3D) est utilisé pour la fabrication des aubes et du carter fan.</p> <p>Dans le cas du carter LEAP, la préforme du composite est enroulée plusieurs fois autour d'un axe avant injection de la résine polymère. Des interfaces sont ainsi créées entre chaque pli du composite. Ces interfaces, constituées essentiellement de résine, sont les zones privilégiées pour l'amorçage et la propagation de fissures lors de l'endommagement de la pièce.</p> <p>La caractérisation et la modélisation des phénomènes menant à ces endommagements sont donc des axes de développement majeurs afin d'optimiser le dimensionnement des pièces.</p>
Présentation détaillée avec si possible figure(s)	Le but de la thèse est d'étudier et de simuler la propagation de fissures en 3D dans une interface CMO/CMO, afin d'alimenter une loi de comportement macroscopique du délaminage du composite. Cette approche multiéchelle de l'endommagement, présentée sur la Figure 1, nécessite d'atteindre plusieurs objectifs.

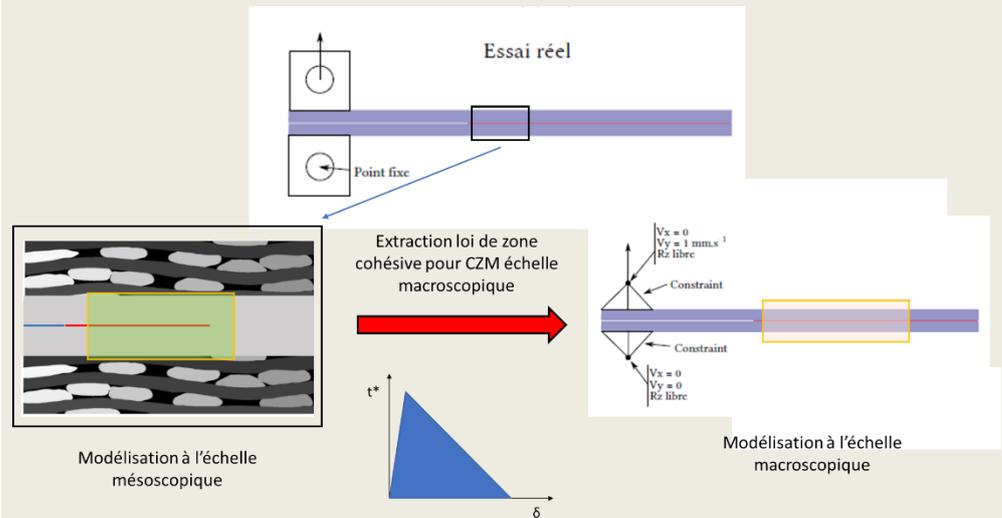


Figure 1 : Illustration de la démarche de l'étude

➤ Etude expérimentale

Dans un premier temps, un protocole expérimental permettant de caractériser la propagation de fissure dans l'interface CMO/CMO sera défini. Ce protocole devra couvrir la caractérisation du délaminage *mode I*, *mode II* et *mode mixte*, dans les directions des chaînes et des trames, pour plusieurs épaisseurs de substrats et pour différents niveaux de vieillissement humide du composite. Ces essais seront instrumentés de manière *in-situ* et/ou *post-mortem* afin de permettre la description de la cinétique d'endommagement dans l'interface CMO/CMO. De plus, certaines éprouvettes seront tomographiées avant et après les essais, de manière à en extraire numériquement la mésostructure.

➤ Etude numérique

L'objectif suivant consistera à simuler la propagation de fissure dans l'interface CMO/CMO. Pour ce faire, des images de tomographie seront utilisées afin de générer un Volume Élémentaire Représentatif (VER) de l'interface CMO/CMO. En s'appuyant sur des travaux antérieurs menés par le CEMEF, cette partie consistera à obtenir un maillage conforme et représentatif de la topologie de la mésostructure des substrats en composite tissé 3D et de leur interface. Par comparaison essai/calcul, le ou les lois cohésives de l'échelle mésoscopique seront identifiés sur les essais de caractérisation, en fonction des directions du matériau et du type de sollicitation.

En s'appuyant sur la modélisation à l'échelle mésoscopique, une stratégie de simulation de la propagation de fissures multiéchelle sera définie, mise en œuvre et validée à partir des données expérimentales disponibles. Ces travaux consisteront notamment à faire le transfert de la loi cohésive mésoscopique vers une loi de délaminage macroscopique utilisant également les éléments à zones cohésives.

Salaire approximatif brut annuel	≈ 35 k€
Type projet/ collaboration	Thèse CIFRE financée par SAFRAN
Profil & compétences	Ingénieur ou M2 en mécanique numérique ou science et génie des matériaux
Lieu	<ul style="list-style-type: none"> • CEMEF, MINES ParisTech, Sophia-Antipolis (06), France • SAFRAN AIRCRAFT ENGINES sur le site de Villaroche, Rond-Point René Ravaud, 77 550 MOISSY-CRAMAYEL
Equipe(s) de recherche	Physical Mechanics of Industrial Polymers (MPI) Computational Solid Mechanics (CSM)
Encadrant / Dir. de thèse	<p><u>CEMEF:</u> J.L. Bouvard (jean-luc.bouvard@minesparis.psl.eu) D. Pino Munoz (daniel.pino_munoz@minesparis.psl.eu)</p> <p><u>SAFRAN AIRCRAFT ENGINES:</u> F. Rasselet (francois.rasselet@safrangroup.com) E. Marin (edouard.marin2@safrangroup.com)</p>

Pour postuler : Le dépôt de votre candidature se fait en ligne uniquement en remplissant le formulaire CEMEF en ligne sur : <https://applyfor.cemef.mines-paristech.fr/phd/>