

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Intitulé : Vers la prévision du délaminage de structure composite soumise à un impact feu

Référence : **MAS-DMAS-2026-18**
(à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : 01/10/2026

Date limite de candidature :

Mots clés

Composite, Feu, Délaminage, simulation numérique

Profil et compétences recherchées

Master recherche ou grande école, spécialisation en simulations non linéaire éléments finis.

Bonnes connaissances de la mécanique de l'endommagement, de la méthode des éléments finis et intérêt pour le calcul multiphysique.

Présentation du projet doctoral, contexte et objectif

Les matériaux composites sont aujourd'hui utilisés pour réaliser des parties structurelles majeures d'aéronefs du fait de leurs meilleures propriétés mécaniques spécifiques et donc d'un gain notable sur le bilan de masse et sur la consommation de carburant. Relativement au risque « feu », les matériaux composites utilisés assurent une également une bien meilleure résistance au perçage par rapport à leurs prédecesseurs métalliques y compris pour de faibles épaisseurs, ce qui permet de prévenir toute pénétration de flamme à l'intérieur de la cabine pour une durée suffisante à l'évacuation en urgence des passagers. Néanmoins, le comportement des matériaux composites est considérablement plus complexe, avec des phénomènes physiques couplés faisant intervenir à la fois la phase solide du matériau et la phase gazeuse créée par la dégradation du composite et potentiellement inflammable.

Les travaux récents menés à l'Onera notamment dans le cadre de projets internes, nationaux ou européens concernant ont souligné l'importance de tenir compte de la réponse mécanique dans l'estimation de la réponse thermique et donc de la tenue au feu des matériaux composites stratifiés utilisés classiquement dans les structures aéronautiques. Pour cela, l'Onera propose une approche numérique de couplage de code entre ses solveurs thermique et mécanique. Le solveur thermique a pour mission de décrire la dégradation thermique du matériau suite à l'agression en température subie tandis que le solveur mécanique a pour mission de prévoir la dilatation thermique induite par cette température et la fissuration par délaminage conséquence de la montée en pression interne des gaz issus de la pyrolyse et du chargement mécanique induit par le gradient thermique. Bien que ces travaux démontrent l'importance de prendre en compte ces couplages pour la prévision de la réponse thermique, des travaux de recherche conséquents sont à mettre en œuvre pour assurer la prévision de la tenue par ce type d'approche.

Les travaux de cette thèse ont pour objectifs de faire un lien entre les propriétés mécaniques et la dégradation thermique du matériau. Tout la difficulté de ces travaux sera de mettre en place des méthodes expérimentales et numériques pour la caractérisation en fonction de la température et de l'état du matériau du comportement thermo mécanique et de la résistance tant au niveau des plis que de l'interface. Pour cela, le candidat pourra s'appuyer sur une vaste campagne d'essai menée ces dernières années à l'Onera, des moyens de caractérisation matériau standards (DSC, ATG, dilatométrie, essai mécanique en température) et des moyens ou bancs d'essai plus originaux mis en place à l'Onera (essai mécanique à chaud avec insertion de courant électrique, par impact laser ou en présence de flamme). Il s'agira alors dans un premier temps de proposer un modèle de comportement thermomécanique des plis et de l'interface tenant compte de l'évolution de la dégradation thermique de la résine et des fibres. Dans le cas où cette approche sera validée sur des essais à fort gradient thermique, il s'agira dans un second temps de mettre en place une approche de couplage de code pour simuler la réponse d'une plaque en matériau composite soumis à une flamme en couplant les solveurs aérothermique, thermique et mécanique de l'Onera.

Ces travaux seront menés en étroite collaboration avec le département de modèles pour l'aérodynamique et l'énergétique qui a développé les modèles de dégradations thermique pour ces matériaux et avec lequel le département composite travaille ces dernières années autour de cette problématique.

Collaborations envisagées

Laboratoire d'accueil à l'ONERA

Département : Matériaux et Structures

Lieu (centre ONERA) : Châtillon

Contact : Cédric HUCHETTE

Tél. : 01 46 73 45 70 Email : Cedric.Huchette@onera.fr

Directeur de thèse

Nom : Nicolas CARRERE

Laboratoire : ENSTA Bretagne

Tél. : 02.21.09.59.13

Email : nicolas.carrere@ensta.fr

Pour plus d'informations : <https://www.onera.fr/rejoindre-onera/la-formation-par-la-recherche>