

PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : **DMAS-2025-27**
(à rappeler dans toute correspondance)

Lieu : Châtillon

Département/Dir./Serv. : DMAS

Tél. : 01 46 73 45 70

Responsable(s) du stage : Cédric HUCHETTE

Email : cedric.huchette@onera.fr

DESCRIPTION DU STAGE

Thématique(s) : Modélisation et caractérisation multi-échelle et multi-physique des matériaux

Type de stage : Fin d'études bac+5 Master 2 Bac+2 à bac+4 Autres

Intitulé : De la dégradation thermique des composites à l'endommagement mécanique par délaminage

Sujet : 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 apportent un gain notable sur le bilan de masse et sur la consommation de carburant. Relativement au risque « feu », les matériaux composites utilisés assurent également une bien meilleure résistance au perçage par rapport à leurs prédécesseurs 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.

Cette problématique aéronautique rejoint de plus en plus une autre problématique plus aérospatiale celle-ci du dimensionnement des structures pour la rentrée atmosphérique. En effet, cette problématique redevient un sujet préoccupant pour les industriels suite l'interdiction prochaine de l'usage de certaines résines pour des raisons de sécurité de santé et d'environnement. Se pose alors à nouveau la question du dimensionnement des structures avec de nouveaux matériaux résistants à des flux de chaleur importants et/ou pouvant alors jouer un rôle mécanique et structurel plus fort.

Dans les deux cas mentionnés précédemment, la question du couplage entre la modélisation de la dégradation thermique en volume du composite et des mécanismes de fissuration consécutifs aux chargements thermomécaniques induits, est un problème qui demande la mise en place d'outils actuellement inexistantes en standard dans les codes de calculs commerciaux. C'est pour cela que l'Onera développe dans le cadre de projets internes, nationaux ou internationaux des outils de modélisation de la dégradation thermique des composites et d'endommagement des composites par chargement thermomécanique. L'objectif de ce stage sera de s'intéresser à la modélisation du délaminage induit par des chargements thermiques élevés consécutifs aux cas d'usage de ces matériaux dans les applications mentionnées précédemment.

Pour cela, le travail proposé dans ce stage consistera à proposer une solution de modélisation de ce mécanisme de fissuration mécanique induit par la pression des gaz de pyrolyse issus de la dégradation thermique du composite stratifié. Pour cela, le ou la stagiaire s'appuiera sur les développements récents et les méthodes de couplage des deux codes internes de l'Onera dédiés à la modélisation de la tenue au feu des composites (code mécanique [Z-set](#) et thermique MoDeTheC) pour dans un premier temps comprendre les effets de la dilatation thermique, de l'évolution des propriétés physiques du matériau et de la pression interne sur l'état de contrainte au niveau de l'interface pour ensuite proposer une méthode de modélisation de la dégradation de cette dernière.

Ces travaux seront menés en étroite collaboration avec le département Multi-physique pour l'énergétique, nos partenaires académiques et industriels.

Est-il possible d'envisager un travail en binôme ? A renseigner

Méthodes à mettre en oeuvre :

Recherche théorique

Travail de synthèse

Recherche appliquée

Travail de documentation

Recherche expérimentale

Participation à une réalisation

Possibilité de prolongation en thèse : Oui

Durée du stage :

Minimum : 5 mois

Maximum : 6 mois

Période souhaitée :

PROFIL DU STAGIAIRE

Connaissances et niveau requis :

mécanique générale ; mécanique des matériaux ; calcul par éléments finis

Ecoles ou établissements souhaités :

Master 2 ou 5ème année d'école d'ingénieur