

Caractérisation et modélisation du comportement de matériaux composites soumis à des chargements thermomécaniques

Contexte de l'étude

L'utilisation de matériaux composites vise à réduire le poids des structures tout en maintenant des propriétés de rigidité et de résistance élevées. Cette utilisation répandue de matériaux inflammables augmente cependant les risques d'incendie. Par exemple, la sécurité des passagers d'aéronefs dont le fuselage est réalisé en matériaux composites requiert des efforts de recherche et développement pour comprendre les mécanismes de dégradation thermique, modéliser leur influence sur les propriétés mécaniques et enfin réduire les risques d'incendie sans remettre en cause les performances.

Il est généralement observé qu'un flux de chaleur incident conduit à une transformation du matériau sain en charbon, entraînant une baisse de la tenue mécanique, diminuant ainsi le temps à rupture.

Des études menées récemment à l'Institut P' montrent, pour une classe de matériaux à matrice thermodurcissable, que la diminution des propriétés mécaniques est proportionnelle à la densité d'énergie reçue lors de l'agression. On dispose actuellement de résultats expérimentaux à l'échelle d'éprouvettes de faible épaisseur (en raison des capacités des bancs disponibles) fournissant des paramètres de modélisation (tels que les variations des propriétés mécaniques lors de la dégradation thermique) mais dont la question de la transposition à l'échelle de la structure réelle se pose. De plus, les conditions « académiques » d'agression thermique (cône calorimètre) sont peu représentatives d'un incendie réel. De plus, si des travaux de la littérature explorent la tenue résiduelle de composites préalablement soumis à un flux de chaleur, il existe peu d'informations sur le comportement consécutif à l'application simultanée de ces deux chargements.

Actions envisagées

Afin de poursuivre l'exploration de la tenue de structures composites lorsqu'elles sont soumises simultanément à une charge mécanique et une agression thermique représentative d'un incendie, l'Institut P', dans le cadre de cette thèse cofinancée par la DGA, se propose d'explorer des conditions les plus proches possibles de la réalité.

En particulier, l'étude de l'influence du type d'agression thermique (rayonnante/convective), la réalisation d'essais sur échantillons de plus forte épaisseur et la modélisation des couplages à prendre en compte lors d'une agression thermomécanique restent d'actualité.

L'influence de la source thermique est un premier verrou. Même pour des puissances similaires, il apparaît que les résultats obtenus avec un cône calorimètre et un brûleur sont différents et remettent en cause les essais de normalisation.

Il est aussi nécessaire de pouvoir caractériser l'évolution des propriétés mécaniques résiduelles au cours et suite à un sinistre. Pour ce faire, un nouveau banc dédié à l'étude du comportement de structures de fortes épaisseurs sera conçu et développé. Il associera une machine de traction de forte capacité (1200kN) et un caisson modulaire permettant de varier les sources d'agression thermique.

A partir des résultats des essais, un modèle apte à simuler les interactions entre les transferts de chaleur et la dégradation thermique d'une part, et le comportement mécanique de structures composites sous chargement quelconque d'autre part sera développé. Le but est de pouvoir fournir un outil prédictif à même de simuler le comportement thermomécanique de structures

quelconques soumises simultanément à un chargement mécanique et à un flux de chaleur, où dégradation thermique, endommagement mécanique et transferts de chaleur sont couplés.

Afin de réaliser les actions évoquées précédemment, le programme de la thèse comportera trois principaux volets :

1. Réalisation et exploitation d'un caisson d'agression thermique permettant de varier les sources – adaptation sur une machine de traction de forte capacité
2. Définition et réalisation d'une matrice d'essais thermomécaniques couplés sur échantillons et semi-structures, évaluation des modifications des propriétés thermiques et mécaniques, observation des endommagements
3. A partir des résultats des essais, développement d'un modèle apte à simuler les interactions entre les transferts de chaleur et la dégradation thermique d'une part, et du comportement mécanique de structures composites sous chargement quelconque, d'autre part.

Equipe d'accueil et informations pratiques

Ce sujet a été retenu pour un cofinancement par la Direction Générale de l'Armement. Les détails de ce programme et les conditions d'éligibilité peuvent être consultées sur la page <http://www.ixarm.com/Theses-DGA-classiques>

Le dossier sera définitivement accepté à l'issue de l'analyse des candidatures par la DGA, à déposer au plus tard le 23/04/2019. L'Institut P' recherche un candidat ayant des connaissances en mécanique des matériaux et en matériaux composites. En cas de validation du dossier du candidat par la DGA, la thèse débutera à la rentrée 2019. La thèse se déroulera dans l'équipe « Endommagement et Durabilité » de l'Institut P' (UPR CNRS 3346), dans les locaux de l'ISAE-ENSMA à Poitiers. Le doctorant sera encadré par Denis Bertheau (Ingénieur de Recherche CNRS) et Damien Halm (Professeur ENSMA). Il profitera du support de l'équipe technique du laboratoire, experte en caractérisation et simulation du comportement des matériaux et des structures en conditions sévères

La rémunération est d'environ 1800€ bruts mensuels.

Merci de faire parvenir votre candidature (CV détaillé, lettre de motivation) ou vos demandes de renseignement à : damien.halm@ensma.fr