

Prévision de la durée de vie de structures aéronautiques sous chargement statique et dynamique par la méthode numérique « Virtual Testing »

Début de thèse : octobre 2019

Partenaires : Communauté d'agglomération Tarbes-Lourdes-Pyrénées, la Région Occitanie, IUT de Tarbes et Daher

DESCRIPTIF DU PROJET

Les matériaux composites à fibres longues tiennent une place de plus en plus importante dans le secteur du transport. Ils permettent l'amélioration des propriétés mécaniques et l'intégration de fonctions dans les structures tout en minimisant la masse.

En service, les composants aéronautiques sont fortement sollicités mécaniquement. En effet, ils sont très souvent soumis à des impacts dus à de la grêle ou des oiseaux et des sollicitations dynamiques répétées. Les endommagements fragilisent la structure, et par conséquent diminuent leur durée de vie. Aujourd'hui, la prévision de la durée de vie résiduelle en fonction du niveau d'endommagement d'une structure composite reste encore problématique dans les bureaux d'étude.

Pour palier à ces problèmes, il faudrait d'une part suivre l'apparition et l'évolution d'endommagements grâce à des méthodes de contrôle non destructif (CND) telle que la thermographie infrarouge et relier les paramètres mesurés au niveau d'endommagement ; d'autre part établir les relations entre ce dernier et la durée de vie de la structure. Pour ce faire, les études expérimentales permettent de comprendre les mécanismes d'endommagement et de constituer une base de données, tandis que les approches numériques proposent des outils de calcul des structures efficaces et fiables afin de prévoir leur durée de vie. Le comportement des matériaux composites étant hétérogène et anisotrope et leurs mécanismes d'endommagement très complexes, l'intégration de ces phénomènes physiques dans la prévision de la durée de vie devient impossible sans un outil numérique.

Le présent projet a pour objectif final de réaliser un outil de conception par la méthode numérique « Virtual Testing » capable de prévoir la durée de vie d'une structure composite en fonction de l'évolution de son niveau d'endommagement.

L'équipe de recherche sur le site de Tarbes fait partie de l'Institut Clément Ader (ICA) et travaille depuis plus d'une dizaine d'années sur les thématiques du CND et de la caractérisation expérimentale et numérique des comportements mécaniques. Basée sur les expériences et les connaissances acquises, l'idée de ce projet est de profiter de la variation de la température d'une structure due aux échauffements dégagés par les endommagements du matériau, tels que la microfissuration dans la matrice, la rupture des fibres et le délaminage entre deux plis de composite, etc. Ces échauffements se mesurent très bien aujourd'hui grâce à la thermographie infrarouge mais ces informations sont très peu prises en compte dans la modélisation du comportement mécanique. En effet, les problèmes d'endommagement des matériaux et des structures sont habituellement étudiés sous l'hypothèse simplificatrice de découplage entre les évolutions thermique et mécanique. Cette description mécanique n'est valable que si le couplage thermomécanique est faible. Lorsque le matériau est pré-endommagé, il est localement fortement sollicité avec des concentrations de déformation et de contrainte. De plus, l'échauffement dû au frottement des matériaux endommagés peut être significatif. Le couplage thermomécanique ne peut plus être négligé.

La première étape de ce projet consiste tout d'abord à modéliser analytiquement et numériquement les phénomènes thermiques qui interviennent lors de l'endommagement de structures composites soumises à des sollicitations statiques et/ou dynamiques ; puis à établir les relations entre les paramètres thermiques mesurés et le niveau d'endommagement d'une structure composite.

Les différentes étapes de la thèse seront les suivantes :

- Réaliser une étude bibliographique permettant de synthétiser les études effectuées sur la modélisation thermique des endommagements de structures composites sous sollicitations statique et dynamique des composites ;
- Effectuer des essais mécaniques sous chargements statiques avec un suivi d'essai par thermographie infrarouge afin de pouvoir comprendre la technique de mesure de champs mais également l'historique et l'évolution de l'échauffement de l'échantillon ;
- Modéliser thermiquement les phénomènes observés expérimentalement afin de pouvoir étoffer les lois de comportement existantes ;
- Etendre les essais aux chargements dynamiques et surtout proposer une modélisation du comportement dynamique des structures composites.

Profil du candidat :

Le candidat, issu d'une formation en mécanique, devra justifier d'une expérience très importante dans la modélisation et la simulation numérique et montrer un fort intérêt pour ces dernières. Des compétences en contrôle non destructif et plus particulièrement en thermographie infrarouge seraient un atout. Un bon niveau d'anglais est requis.

Contacts :

Marie-Laetitia PASTOR ICA Téléphone 05-62-44-42-27 e-mail : marie.laetitia.pastor@iut-tarbes.fr
Xiaojing GONG ICA Téléphone 05-62-44-42-46 e-mail : xiaojing.gong@iut-tarbes.fr

Lieu : Institut Clément Ader ó IUT de Tarbes