# Session STO
# Évaluation d'un composite T1100S/UF3376 à base de fibre de carbone à haute résistance destiné aux applications de stockage d'hydrogène cryo-compressé dans le secteur aérospatial

**Wajih Akleh, Xavier Gabrion, Violaine Guicheret, Vincent Placet**

*Université Marie et Louis Pasteur, SUPMICROTECH, CNRS, Institut FEMTO-ST, F-25000 Besançon, France*

Dans le contexte du changement climatique et des problèmes de pollution, l'hydrogène devient l'un des principaux centres d'intérêt, en raison de sa nature propre et polyvalente [1]. Les réservoirs de stockage de l'hydrogène sont soumis à des conditions de fonctionnement sévères, caractérisées par une pression interne très élevée et température du gaz très basse, proche du cryogénique. L'utilisation d'un réservoir d'hydrogène dans ces conditions de service exige un niveau élevé de sécurité dans sa conception afin de garantir son bon fonctionnement et son intégrité mécanique.

Dans le cadre du projet CAVENDISH (Clean Aviation), les efforts visent le développement d'un avion propulsé à l'hydrogène. Dans cet objectif, un matériau composite à base de fibre de carbone de très haute performance et de dernière génération, le T1100S/UF3376, est étudié en tant que candidat pour le développement du réservoir d'hydrogène de cet avion.

Très peu étudié dans la littérature scientifique, la caractérisation du matériau T1100S/UF3376 adopte l'approche de l'évaluation de son potentiel restant après fatigue, réalisée sur le matériau sous forme d'anneau fabriqué en enroulement filamentaire. Ce choix de la géométrie et de la méthode de fabrication des éprouvettes provient principalement de leur représentativité par rapport à la structure objectif, le réservoir de stockage. L'essai à demi-disques est employé pour mener une campagne expérimentale de fatigue à température ambiante et à température basse, proche des conditions de service réelles du réservoir.

Contrairement aux études existantes sur le comportement en fatigue des matériaux composites [2-3], les anneaux T1100S/UF3376 présentent une amélioration de 10 % de leur potentiel restant après fatigue par rapport à leur résistance quasi-statique apparente dans le cas vierge. En outre, le matériau sous forme d'anneau subit une rigidification apparente lors de l'essai de cyclage. Nombreuses hypothèses sont investiguées afin d'expliquer ces phénomènes inattendus pour un matériau sollicité en fatigue. La relaxation des contraintes résiduelles de fabrication due au chargement cyclique joue un rôle modeste dans le gain de résistance apparente qui s'ensuit, avec environ 60 MPa libérés, l'équivalent d'une hausse de 2 %. Plus notamment, le changement structural de la géométrie de l'éprouvette au cours de son chargement cyclique induit une modification de son état de contraintes lors de l'essai statique après la fatigue ; le moment fléchissant, inhérent à la méthode demi-disques, est réduit dans la géométrie post-fatigue, menant à une répartition des contraintes multiaxiales moins fatale dans l'anneau, augmentant ainsi sa résistance apparente de 2 % environ. Au total, la relaxation de contrainte résiduelle et le changement structural expliquent une part importante du gain apparent, de l'ordre de 120 MPa, ou environ 4 % de la résistance statique.

Ce projet a été financé par le programme de recherche et d'innovation Horizon de l'Union européenne dans le cadre de la convention de subvention n° 101102000. Le projet CAVENDISH est réalisé dans le cadre du programme Clean Aviation Joint Undertaking, le principal programme de recherche et d'innovation de l'Union européenne visant à transformer l'aviation en un avenir durable.

Références :

[1] Hassan IA, Ramadan HS, Saleh MA, Hissel D. Hydrogen storage technologies for stationary and mobile applications: Review, analysis and perspectives. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2021 Oct 1;149:111311.

[2] Tserpes KI, Papanikos P, Labeas G, Pantelakis S. Fatigue damage accumulation and residual strength assessment of CFRP laminates. Composite structures. 2004 Feb 1;63(2):219-30.

[3] Ganesan C, Joanna PS. Modeling the residual strength and fatigue life of carbon fiber composites under constant amplitude loading. Mechanics of Advanced Materials and Structures. 2020 Nov 2;27(21):1840-8.