

Estimation accélérée des performances en fatigue des matériaux et structures composites thermoplastiques par le suivi de leur auto-échauffement

Cette thèse s'inscrit dans le domaine de la fatigue des matériaux composites. Elle consiste à estimer les performances en fatigue d'un matériau composite thermoplastique tissé, en fibres de carbone et matrice PA66, par des essais d'auto-échauffement. Suite à une caractérisation de l'endommagement du matériau sous chargement monotone par un suivi acoustique, thermique et optique, une campagne d'essais de fatigue est réalisée sur deux configurations du matériau, à 0° et à 45°. Plusieurs méthodes de modélisation de la courbe S-N sont proposées, afin de déterminer la limite de fatigue du matériau. Il est montré que l'estimation de cette limite et de son intervalle de confiance est rendue difficile par la forte dispersion des données expérimentales. Des essais d'auto-échauffement sont alors réalisés, consistant à appliquer un chargement de fatigue sur un nombre de cycles limité, en incrémentant la contrainte maximale appliquée palier après palier. Des outils de traitement du signal sont développés afin de déterminer une contrainte seuil et son intervalle de confiance à partir de laquelle l'échauffement s'accélère. Cependant, cette contrainte seuil reste conservative par rapport à la limite de fatigue. Une autre approche est alors développée, consistant à suivre les amplitudes du signal thermique. De nouveaux outils de traitement du signal sont développés, dans le but de réaliser des cartographies de l'éprouvette à partir des amplitudes des harmoniques. Il est alors montré qu'il est possible d'obtenir les mêmes courbes que les courbes d'auto-échauffement en réalisant un suivi des amplitudes des harmoniques, et ce pour une centaine de cycles seulement. Un nouveau protocole d'essai d'auto-échauffement est alors mis en place, fondé sur une centaine de paliers de quelques centaines de cycles seulement, permettant d'aboutir à un suivi des harmoniques avec des courbes finales quasi-continues en un minimum de temps.

Mots-clés : Composite tissé, PA66, fatigue, auto-échauffement, thermographie, endommagement