

Étude de la mise en oeuvre de composites thermostables cyanate-ester pour pièces structurales aéronautiques tièdes

Thèse soutenue le 14/03/2019

Il existe des pièces situées dans des zones chaudes/tièdes (300-400°C) de l'avion sont actuellement en titane (mât moteur) ou en composite à matrice époxy (plenum). Comment pourrait-t-on diminuer la masse de ces pièces tout en évitant leur dégradation à hautes températures de fonctionnement ? Le projet TACT (Technologie pour Aérostructures composites Tièdes), porté par Nimitech Innovation®, propose une solution innovante consistant à mettre en œuvre par voie RTM des pièces structurales tièdes à base de renfort en fibres de carbone (FC) et de matrice Cyanate ester (CE). Le choix de la matrice thermodurcissable CE est justifié par son caractère thermostable, c'est-à-dire sa capacité d'opérer en continu à de hautes températures de fonctionnement (avec une température de transition vitreuse $T_g > 300^\circ\text{C}$). Par ailleurs, elle possède la facilité de mise en œuvre des époxydes du fait qu'elle s'adapte généralement bien aux paramètres du procédé RTM. Toutefois, l'exothermie élevée de la matrice CE lors de la réticulation implique un gradient de température dans la pièce composite et peut ainsi engendrer des problèmes de surchauffe. Les travaux scientifiques menés dans le cadre de cette thèse se focalisent sur la problématique de surchauffe de la résine pendant le processus de polymérisation très exothermique dans le moule RTM. L'objectif serait ainsi de maîtriser le cycle de cuisson du composite afin d'éviter tout problème d'emballement ou de dégradation pendant la réticulation de la matrice. Dès lors, la thèse s'organise de la manière suivante: dans un premier temps, le comportement thermocinétique de la matrice CE (pure et catalysée) est analysé pendant l'étape de réticulation, et ceci dans l'optique de contribuer à l'optimisation de cycle de cuisson lors de la mise en œuvre du composite FC/CE par procédé RTM. Ensuite, les propriétés thermiques (capacité calorifique, conductivité, diffusivité) en fonction du degré d'avancement de la résine CE sont menés afin d'évaluer le gradient thermique régi par l'équation de la chaleur permettant de maîtriser la cuisson de la résine dans l'épaisseur. Par ailleurs, la vitrification de la matrice CE est étudiée par le suivi de la température de transition vitreuse T_g en fonction de la température et du taux d'avancement à l'aide de différents techniques de mesure (DSC, DMA, TMA). Enfin, une modélisation de la vitrification à l'aide du modèle Di-Benedetto permettra l'estimation de la température de transition vitreuse $T_{g\infty}$ pour réseau entièrement réticulé.

Mots clés : Composite, Cyanate ester/fibres de carbone, Thermostable /zone tiède, Rtm, Cinétique de polymérisation, Polycyanurates