

Dernières avancées dans les alliages d'aluminium pour applications aéronautiques.

Timothy WARNER

*Knowledge director and global technical expert, C-TEC,
Constellium Technology Center, Voreppe, France*

Le besoin de réduction de la consommation d'énergie du transport aérien se traduit par des objectifs ambitieux d'allègement des structures aéronautiques. En parallèle, la croissance du trafic aérien implique des cadences de production d'avions de plus en plus élevées ainsi qu'une pression grandissante sur les coûts de fabrication. Le compromis entre poids de la structure et coût de sa fabrication crée de nouveaux défis pour les matériaux pour application aéronautique. Un défi supplémentaire pour les alliages d'aluminium vient de la part croissante d'autres familles de matériaux utilisées dans les aérostructures, dont notamment les composites à matrice polymère.

Le coût d'une pièce aéronautique dépend majoritairement des technologies de fabrication, dont le formage, l'assemblage, les traitements de protection. Constellium collabore avec les avionneurs pour développer de nouvelles technologies de fabrication plus efficientes, mais aussi pour adapter nos produits aux contraintes technologiques concomitantes. Le poids d'une pièce aéronautique dépend à la fois des dispositions constructives et des propriétés des matériaux utilisés. Des améliorations de propriétés telles que la résistance mécanique ou la tolérance aux dommages permettent d'augmenter les contraintes mécaniques admissibles et ainsi réduire les sections (et poids) utilisés.

En réponse à ces challenges, l'industrie de l'aluminium développe de nouvelles solutions pour applications aéronautiques. La nouvelle famille d'alliages Al-Cu-Li de Constellium (connus sous la marque Airware®) permet d'illustrer à la fois l'amélioration des performances ainsi obtenues mais aussi les principes physiques sous-jacents à ces développements. La sélection d'une fourchette de composition en Cu et Li permet de durcir le matériau par la précipitation de nano-phases d'Al₂CuLi, extrêmement efficaces pour l'atteinte des propriétés clés. La pleine réalisation du potentiel de ces compositions nécessite l'optimisation spécifique et précise des gammes de fabrication des tôles et profilés correspondants. Les traitements thermiques par exemple doivent être maîtrisés à un ou deux degrés Celsius près sur des produits de dizaines de mètres de long.

Dans le développement de tels produits, Constellium exploite des méthodes de modélisation et de caractérisation sophistiquées, souvent en collaboration avec les laboratoires publics à la pointe de ces techniques. Au niveau atomique, nous confrontons des résultats de calculs de physique quantique avec des caractérisations par sonde atomique pour élucider les mécanismes physiques du durcissement. À l'autre extrême, nous déployons des méthodes de calcul de structures innovantes pour définir des démonstrateurs à échelle un, qui sont ensuite fabriqués en collaboration avec nos clients aéronautiques. Des exemples de ces méthodes seront présentées ainsi que leur apport à la mise au point des structures aéronautiques du futur.

Mots Clés : Aluminium, Aéronautiques, Modélisation.