
Structural Design of Aircraft Engines

(RTO-EN-AVT-207)

Executive Summary

This RTO Lecture Series reviewed the challenges of the structural design of aero-engines. The constant improvement of aircraft engine performance during the last 30 years had lead towards complex components, reduced masses and higher temperatures, particularly relevant to military propulsion. As a consequence, the structural loads are significantly increased in complex assemblies, with highly loaded parts, and with narrow security margins regarding static stresses, temperatures, cyclic loads and vibration. A 40% increase of the shop visit has been achieved since 15 years thanks to a better understanding of the ageing process. During the aircraft engine development process, structural engineers address from the architecture definition to the multidisciplinary design (aerodynamic iteration, thermo-mechanic design, etc.) and finally the certification documents demonstrating no hazardous effects appear at frequencies above 10⁻⁹ per flight hour.

This Lecture Series course, given by eleven lecturers, covered the following issues:

- Aircraft engine global engine dynamics;
- Prediction of the engine integrity;
- Foreign object damage;
- Thermal stresses;
- Aeromechanical design;
- High cycle fatigue calculations;
- Forced response prediction;
- Flutter;
- Mistuning and non linear dynamics;
- Design strategies to mitigate unsteady forcing; and
- Creep life prediction.

Conception structurelle des moteurs d'aéronef

(RTO-EN-AVT-207)

Synthèse

La présente série de conférences de la RTO a passé en revue les défis de la conception structurelle des moteurs d'aéronef. L'amélioration constante des performances des moteurs d'aéronef ces 30 dernières années a entraîné l'apparition d'éléments complexes, la réduction du poids et l'augmentation des températures, particulièrement importantes dans la propulsion militaire. En conséquence, les charges structurelles se sont considérablement accrues dans les ensembles complexes ; les pièces supportent des charges très élevées et les marges de sécurité sont étroites en ce qui concerne les contraintes statiques, les températures, les charges cycliques et les vibrations. Les visites en atelier ont augmenté de 40 % en 15 ans, grâce à une meilleure compréhension du processus de vieillissement. Pendant le processus d'élaboration des moteurs d'aéronef, les ingénieurs « structure » s'occupent de la définition de l'architecture jusqu'à la conception pluridisciplinaire (itération aérodynamique, conception thermomécanique, etc.) et aux documents d'homologation démontrant qu'aucun effet dangereux n'apparaît à une fréquence supérieure à 10-9 par heure de vol.

La présente série de conférences, donnée par onze conférenciers, a traité des questions suivantes :

- Dynamique générale des moteurs d'aéronef ;
- Prédiction de l'intégrité du moteur ;
- Dégâts causés par un corps étranger ;
- Contraintes thermiques ;
- Conception aéromécanique ;
- Calculs de la fatigue mégacyclique ;
- Prédiction de la réponse forcée ;
- Flottement ;
- Mauvais réglage et dynamique non linéaire ;
- Stratégies de conception pour atténuer le forçage instationnaire ; et
- Prédiction de la durée du fluage.