



DEPARTEMENT MULTI-PHYSIQUE POUR L'ENERGETIQUE (DMPE)

Soutenance de thèse de Vincent DROUET

19 décembre 2019 à 10 h 30 – Salle des thèses de l'ISAE/Toulouse

Titre : Modélisation aérothermodynamique des écoulements hypersoniques d'arrière-corps de débris orbitaux

Composition du jury :

- Pierre-Henri MAIRE, Directeur de Recherche au CEA CESTA – Le Barp
- Charles-Henri BRUNEAU, Professeur à l'Université de Bordeaux - Talence
 - Olivier CHAZOT, Professeur au VKI – Bruxelles
 - Julien ANNALORO, Ingénieur de Recherche au CNES - Toulouse
- Jean-Marc MOSCHETTA, Professeur et Directeur de thèse à l'ISAE - Toulouse
- Ysolde PREVEREAUD, Ingénieur de recherche et co-directeur de thèse à l'ONERA/DMPE - Toulouse

Résumé :

Au cours des 40 dernières années, plus de 16 000 tonnes de débris orbitaux ont effectué une rentrée atmosphérique terrestre. On estime que 10 à 40% de cette masse a pu parvenir jusqu'à la surface terrestre, soit plus de 1 600 tonnes de débris, qui représentent un risque réel pour les biens et les personnes. L'estimation du risque à l'impact est devenue un enjeu majeur pour tous les acteurs du spatial et en particulier pour le CNES, en charge de la Loi d'Opération Spatiale (LOS). A ce jour, les méthodes de modélisation aérothermodynamique des objets rentrant dans l'atmosphère se focalisent sur les régions exposées « au vent », et sous-estiment le flux de chaleur et la pression aux parois « à l'ombre ». Cependant, des simulations numériques ont montré que pour certaines géométries, le flux des zones à l'ombre peut être du même ordre que celui des parois au vent. L'objectif de cette thèse est donc de construire des modèles plus précis de flux de chaleur et de pression aux parois à l'ombre des débris orbitaux, en régime hypersonique continu.

Tout d'abord, l'étude des résultats de la littérature sur les écoulements hypersoniques d'arrière-corps, ainsi que de résultats CFD fournis par le CNES, a permis d'identifier les phénomènes aérothermodynamiques à l'origine de niveaux élevés de pression ou de flux de chaleur sur les parois à l'ombre des débris. Trois topologies d'écoulements ont été identifiées (écoulements attachés, écoulements décollés avec recollement fluide ou solide, interactions choc-choc). Pour chaque topologie, l'influence de la géométrie et des paramètres de l'écoulement incident sur les grandeurs pariétales a été quantifiée.

Ensuite, des modèles de distribution de pression et de flux de chaleur sur l'extrados (écoulement attaché) et le culot (écoulement décollé) de cylindres pleins en incidence ont été développés par une méthode d'interpolation par POD (Proper Orthogonal Decomposition). Ces modèles ont été obtenus à partir de résultats de calculs Navier-Stokes 3D pour des écoulements réactifs laminaires, réalisés avec le code CEDRE de l'ONERA. Enfin une évaluation de l'influence de ces modèles sur l'échauffement pariétal le long de la trajectoire de rentrée a été réalisée.

Mots-clés : aérothermodynamique, hypersonique, arrière-corps, modélisation