

Invitation à la soutenance de thèse

ABLATION D'UN MATERIAU DE PROTECTION THERMIQUE EN REGIME TURBULENT

Maxime Stuck

12 décembre 2023 à 9h30

Institut Lasers et Plasmas
2640 Avenue du Médoc - 33114 Le Barp
Amphithéâtre

Devant le jury composé de :

Héloïse Beaugendre, professeure INRIA Bordeaux,
Sofiane Benhamadouche, maître de conférence EDF R&D,
Rémi Manceau, directeur de recherche LMAP Pau,
François Charru, professeur IMFT,
Marina Olazabal-Loumé, directrice de recherche CEA-CESTA,
François Chedevergne, directeur de recherche ONERA,
Jacques Couzi, ingénieur-chercheur CEA-CESTA,

Rapporteuse
Rapporteur
Examineur
Examineur
Directrice de thèse
Directeur de thèse
Encadrant, invité

Résumé

Lors de sa rentrée dans l'atmosphère, la surface de la pointe avant d'un véhicule spatial est soumise à des pressions et des flux thermiques très intenses (parfois supérieurs à 10 MW/m²). Afin de garantir l'intégrité du corps de rentrée dans de telles conditions, des systèmes de protection thermique, généralement à base de matériaux céramiques, ont dû être développés. Les températures et flux de chaleur extrêmes que doit supporter cette protection entraînent l'oxydation et la sublimation du carbone qui la compose, conduisant à son ablation. La dissipation d'énergie due à cette perte de masse retarde alors l'échauffement du corps de rentrée.

Ces travaux de thèse s'inscrivent dans le contexte de l'étude et de la modélisation des phénomènes liés à l'interaction entre un écoulement turbulent et un véhicule de rentrée atmosphérique. On s'intéresse exclusivement ici à l'apparition de creusements macroscopiques tridimensionnels, appelés *coups de gouge*, lors du processus d'ablation, et notamment au rôle de la turbulence au sein de la couche limite dans leur formation. L'apparition de tels motifs sur la surface de l'objet a en effet pour conséquence une augmentation des transferts thermiques entre l'écoulement et le corps de rentrée, ce qui tend à accélérer la dégradation de la protection. C'est pourquoi la prise en compte des phénomènes relatifs à l'apparition des coups de gouge revêt un caractère important dans l'optique d'un dimensionnement optimal des boucliers thermiques. L'objectif concret de cette thèse consiste tout

d'abord à étudier la croissance de telles structures dans les premiers instants de leur formation, lors de l'ablation de la protection. Dans ces premiers instants, la déformation de la paroi est de faible amplitude, et les interactions entre la couche limite turbulente et la paroi sont linéaires. Des travaux précédents ayant suggéré un lien entre la taille des creusements et les caractéristiques de la couche limite turbulente, nous avons centré notre étude sur la compréhension de ces interactions. L'approche RANS (Reynolds Average Navier–Stokes) étant privilégiée dans des contextes industriels, et notamment lors des phases de dimensionnement des protections thermiques, un deuxième objectif de notre étude est de mettre au point des stratégies de modélisation RANS permettant de reproduire les phénomènes liés aux interactions entre la paroi déformée et la couche limite turbulente.



Coups de gouge sur la pointe avant de l'essai en vol TATER (Hochrein & Wright, 1976)

Mots clés

Couche limite turbulente, Réponse linéaire forcée, Reynolds Averaged Navier–Stokes, Aérodynamique, Ablation,