ONERA
THE FRENCH AEROSPACE LAB

www.onera.fr

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Intitulé : Étude d'actionneurs magnétohydrodynamiques pour la rentrée atmosphérique.

Référence : **PHY-DPHY-2024-05**
(à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : 01/10/2024	**Date limite de candidature :** 01/06/2024

Mots clés

Physique des plasmas, magnétohydrodynamique, MHD, rentrée atmosphérique, actionneurs MHD, hypersonique

Profil et compétences recherchées

- Connaissances en physique des plasmas et/ou mécanique des fluides souhaitables.
- Intérêt prononcé pour la physique expérimentale avec une composante d'utilisation de codes de simulation numérique
- Master Physique des Plasmas, mécanique des fluides/ formation ingénieur.

Présentation du projet doctoral, contexte et objectif

La rentrée atmosphérique d'engins artificiels ou naturels est une problématique scientifique riche et complexe. En effet, en l'espace de quelques secondes, l'objet rentrant parcourt une très vaste gamme de conditions de vol, passant par exemple de plusieurs milliers de mètres par secondes à haute altitude à une vitesse quasiment nulle au niveau du sol, dans le cas d'un atterrissage contrôlé. Les applications autour de la rentrée atmosphérique relèvent des domaines du spatial civil (vol habité, transport de matériel), de l'exploration spatiale (retour d'échantillons) ou encore des applications défense. Dans ce contexte, les enjeux sur de futures technologies de rupture se concentrent autour de la gestion des flux de chaleurs, du contrôle de trajectoire ou encore du problème de communication radio en rentrée (« blackout »).

La magnétohydrodynamique (MHD) permet, pour chacune de ces problématiques, d'envisager des avancées prometteuses. Par application d'un champ magnétique sur l'écoulement de rentrée, naturellement ionisé et conducteur à fortes vitesses, des courant induits peuvent être générés et rétroagir sur l'écoulement par l'intermédiaire de la force de Laplace. Il a ainsi été démontré expérimentalement que le front du choc généré en amont du véhicule pouvait être repoussé par l'action de ces forces. Ainsi, les efforts aérodynamiques et thermiques peuvent être modifiés « à distance », grâce à la présence du champ magnétique. La compréhension de la physique de cette interaction, nécessaire pour en maîtriser tous les aspects, nécessite une combinaison de travaux théoriques, numériques et expérimentaux. L'ONERA travaille depuis plusieurs années sur des outils permettant de modéliser et étudier des configurations d'actionneurs MHD. La prochaine étape importante dans ce travail vise à confronter ces outils à des expériences MHD hypersoniques richement instrumentées.

Dans cet objectif, ce projet de recherche visera à concevoir, mettre en place et mener de telles expériences au sein des souffleries du laboratoire ICARE qui est doté de moyens dédiés à l'étude des processus physiques à l'œuvre en rentrée atmosphérique. Pour cela, l'étudiant/e s'appuiera sur l'expérience du laboratoire ICARE pour la réalisation de mesures permettant d'évaluer les conditions plasmas (densités électronique, températures…) autour de la maquette et les efforts qui s'appliquent sur celle-ci. En parallèle, l'étudiant/e sera amené à prendre en main les codes de calculs MHD développés à l'ONERA (CEDRE, TARANIS…) pour dimensionner et confronter les résultats. Une contribution importante à la compréhension de la MHD de rentrée en régime « hors-équilibre » est attendue à l'issue de ces travaux. L'étudiant/e aura de plus acquis une solide expérience dans le domaine de l'hypersonique expérimental, des diagnostiques plasmas et de la modélisation de la MHD.

Collaborations envisagées

Laboratoire ICARE, CNRS

Laboratoire d'accueil à l'ONERA	**Directeur de thèse**
Département : Physique, Instrument, environnement, espace	Nom : Viviana Lago
Lieu (centre ONERA) : Palaiseau	Laboratoire : ICARE, Orléans
Contact : Benjamin Khiar	Tél. : 02 38 25 77 15
Tél. : 01 80 38 64 27 Email : benjamin.khiar@onera.fr	Email : viviana.lago@cnrs-orleans.fr

Pour plus d'informations : https://www.onera.fr/rejoindre-onera/la-formation-par-la-recherche