

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Intitulé : Validation et étude des performances d'un micro-capteur pour la mesure de poussée de propulseurs plasmiques

Référence : **PHY-DPHY-2023-16**
(à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : octobre 2023

Date limite de candidature : 10 juin 2023

Mots clés

PROPULSION ELECTRIQUE, PLASMA, CAPTEURS MEMS, MICROTECHNOLOGIES

Profil et compétences recherchées

École d'ingénieur ou université (Master 2 plasma ou micro-technologies)

- Physique appliquée, connaissance en plasmas souhaitable mais non indispensable
- Instrumentation
- Connaissances en micro-technologies (procédés de fabrication) souhaitable mais non indispensable
- Études expérimentales

Présentation du projet doctoral, contexte et objectif

Depuis ces dernières années, la propulsion plasmique des satellites connaît un essor important. En effet, certaines technologies historiques (propulseurs à effet Hall, propulseurs à grille) ont démontré leur maturité et leurs performances avantageuses, incitant de plus en plus d'opérateurs à proposer des plateformes « tout-électrique ». En parallèle, la vague du « New Space » induit le développement rapide de nouveaux concepts de propulseurs électriques. Cette activité se traduit notamment par des besoins accrus en termes de caractérisation des moteurs.

Dans ce contexte, l'ONERA, avec le soutien du CNES, a proposé un concept de sonde de poussée destinée à mesurer la poussée exercée par le propulseur en sondant son jet de plasma. L'intérêt de cette approche est qu'elle permet une mesure locale, potentiellement embarquable sur un satellite, et moins complexe qu'une balance de poussée, qui est la méthode traditionnelle pour la caractérisation de ces propulseurs. Au cœur de cette sonde se trouve un capteur MEMS à quartz, conçu et réalisé dans les salles blanches de l'ONERA. Un premier prototype de sonde spécifiquement optimisé pour la mesure dans un plasma a été développé et testé sur un propulseur ECR développé également par l'ONERA (fig 1.). Cependant, pour valider le principe de la mesure, un certain nombre de problématiques subsistent. La première problématique porte sur l'étalonnage de la mesure dans le jet. Il est nécessaire de la réaliser in-situ pour garantir la fiabilité de la mesure. Il faut donc adapter le diagnostic pour intégrer cette exigence dans la mesure. La seconde problématique concerne la minimisation de la dérive du capteur. Ceci nécessite de bien maîtriser l'interaction entre le plasma et la sonde et de caractériser les sources de biais. Enfin, la troisième problématique porte sur la reconstruction du vecteur de poussée du moteur lors du sondage du faisceau. Ceci implique de comprendre finement le transfert de quantité de mouvement entre le plasma et le capteur.

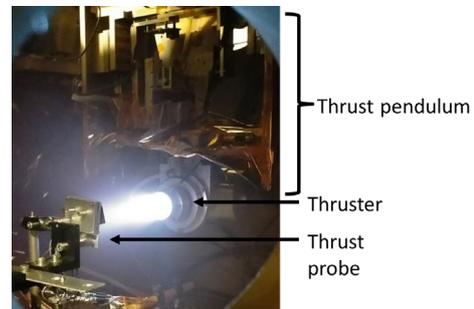


Fig. 1 : Prototype de sonde de pression plasma devant un propulseur ONERA ECR 30W

L'objectif de cette thèse est d'adresser ces trois problématiques pour démontrer les performances de cette nouvelle technique de mesure. Pour cela, le candidat s'appuiera sur l'expertise de l'ONERA en propulsion électrique et en microsystèmes mécaniques. Il sera amené à optimiser le capteur MEMS notamment pour améliorer la calibration en poussée et la compensation de la dérive. Le candidat réalisera des campagnes de mesures sur différents types de propulseurs : source à ions, propulseurs à gaz froid, propulseurs ECR et un propulseur à effet Hall de faible puissance.

Collaborations envisagées

Le travail sera réalisé au sein de deux unités de recherche de l'ONERA :

- L'unité « Capteur et Micro-Technologies », en charge de la conception et de la caractérisation du capteur MEMS
- L'unité « Foudre, Plasmas et Propulsion Électrique », en charge des mesures sur les propulseurs électriques et de l'étude de l'interaction plasma-sonde.

Selon le déroulement des travaux, une collaboration est également envisagée avec un acteur industriel pour le test du capteur sur un propulseur commercial.

Laboratoire d'accueil à l'ONERA

Département : Aérodynamique, Aéroélasticité, Acoustique

Lieu (centre ONERA) : Palaiseau

Contact : Paul-Quentin Elias

Tél. : 01 80 38 61 71 Email : paul-quentin.elias@onera.fr

Directeur de thèse

Nom : Paul-Quentin Elias

Laboratoire :

Tél. : 01 80 38 61 71

Email : paul-quentin.elias@onera.fr

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