

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Intitulé : Etude expérimentale d'un propulseur ECRA alimenté au diiode

Référence : **PHY-DPHY-2025-21**

(à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : 01/10/2025

Date limite de candidature : 01/06/2025

Mots clés : Propulsion spatiale, physique des plasmas, Propulseur ECRA, Plasma d'iode, Propergol alternatif

Profil et compétences recherchées :

- Connaissance en physique des plasmas souhaitable mais non indispensable
- Expérience en recherche en physique expérimentale souhaitable mais non indispensable
- Master "Physique Appliquée", "Physique des Plasmas", "Physique fondamentale", "Physique Générale"

Présentation du projet doctoral, contexte et objectif

Le diiode est envisagé depuis les années 2010 comme alternative à l'usage des gaz nobles, et en particulier du xénon, comme gaz propulsif (propergol) pour les moteurs électriques de satellites (propulseurs plasmas). Les avantages de ce gaz sont nombreux : haute densité de stockage sous état solide dans des réservoirs non-pressurisés, masse atomique élevée, faible énergie d'ionisation et sections efficaces d'ionisation élevée. Le premier vol d'un propulseur plasma à l'iode a été réalisé en 2020 par la société ThrustMe avec un modèle de propulseur à grille de faible puissance (30 Watts). Depuis, l'évolution des prix du xénon et les difficultés d'approvisionnement poussent vers une généralisation de l'utilisation de l'iode. Néanmoins, l'iode possède des propriétés qui rendent son utilisation plus difficile que celle des gaz nobles. La molécule de diiode permet de produire une grande variété d'ions à l'état plasma, ce qui complexifie la maîtrise des équilibres chimiques du plasma en vue de l'optimisation des propulseurs. Cette thèse va permettre de contribuer à une meilleure compréhension de ces équilibres chimiques en étudiant le fonctionnement d'un propulseur ECRA alimenté au diiode.

Le propulseur ECRA est un propulseur électrique de satellite innovant développé à l'ONERA. Il utilise de l'énergie électrique micro-onde pour ioniser le gaz propulsif. Le plasma ainsi créé est accéléré dans une tuyère magnétique qui permet la conversion de l'énergie électronique en moment axial ionique. C'est l'éjection de ce flux d'ions qui est responsable de la force de poussée produite par le propulseur. Les récents développements et les résultats obtenus à l'ONERA sur ce type de propulseurs démontrent les potentialités énormes de cette technologie. Une d'entre elles est sa combinaison avec le propergol diiode. La simplicité de ECRA, sa compacité, sa faible sensibilité à la corrosion et sa haute température électronique pourrait faire de cette combinaison un nouveau prototype de propulseur très performant.

Le projet de recherche sera donc axé sur l'évaluation des performances de ECRA opéré à l'iode et sur l'analyse des raisons amenant aux performances mesurées. L'étudiant-e sera en charge de la mise en place et de la réalisation des mesures de poussée du propulseur en s'appuyant sur l'expérience de l'équipe de l'ONERA. Il-Elle analysera ces résultats en étudiant la composition du plasma dans le champ lointain du propulseur et les trajectoires des différents types d'ions dans la tuyère magnétique. Il-Elle apprendra ainsi à utiliser un banc d'expérimentation en propulsion spatiale, à estimer les performances d'un prototype de propulseur et à manipuler les plasmas de diiode. Il-Elle apprendra à maîtriser un grand nombre de diagnostics plasmas et contribuera aux développements des connaissances sur les plasmas d'iode et sur les propulseurs à tuyère magnétique.

Collaborations envisagées : Ecole polytechnique, laboratoire de physique des plasmas

Laboratoire d'accueil à l'ONERA

Département : Physique, Instrument, environnement, espace

Lieu (centre ONERA) : Palaiseau

Contact : Victor Désangles

Tél. : 0180386434 Email : victor.desangles@onera.fr

Directeur de thèse (envisagé)

Nom : Pascal Chabert

Laboratoire : LPP

Tél. :

Email :

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