

POST-DOCTORATE PROPOSAL

Title : Experimental study of a ECR plasma thruster for satellite fuelled with Iodine

Reference : PDOC-DPHY-2024-01

Start of contract: to be defined

Application deadline: 01/10/2024

Duration: 24 months – **Gross salary:** about 38 k€

Keywords: Electric propulsion for satellites, ECR thruster, Iodine plasmas for electric propulsion

Profile and skills required: Young doctorate in physics or a related field, desirable skills in plasma physics and/or in electric propulsion, experience of the experimental approach.

Presentation of the post-doctoral project, context and objectives:

The use of electric propulsion technologies for satellites, or plasma propulsion, is becoming more widespread due to the efficiency of these technologies and the associated savings in propellant. The deployment of constellations comprising a large number of satellites, the emergence of large-scale space programmes and the multiplication of the uses of space technologies are creating a need for new propulsion systems. At the same time, the increase in terrestrial uses of Xenon and the difficulty of producing it increases pressure on its supply for space applications and causes a rapid rise of its price. "Disruptive" technologies and studies to replace xenon with alternative gases are therefore needed to address this problem and ensure the sustainability of the use of electric propulsion in orbit.

The aim of this post-doctoral research project is to study the ECRA technology in its use with iodine. The ECRA thruster, developed by ONERA, differs from traditional technologies in that it uses a microwave source to produce a plasma whose charges are accelerated in a magnetic nozzle. The plasma jet is naturally neutral, allowing the thruster to operate without a cathode and making it easily compatible with propellants such as air or Iodine. This technology has demonstrated very good performance with xenon in the laboratory [1]. Its characteristics: low pressure, high electron temperature and the absence of a cathode make it particularly compatible with iodine [2]. This postdoctoral project, with a strong experimental component, will enable the study of the performances of the ECRA thruster with this new propellant and to study the equilibrium of the iodine plasma in these regimes (low Pr, high Te). It will thus contribute to a better understanding of the chemical equilibrium of Iodine plasmas in a specific and unexplored plasma parameters regime. The project also aimed at studying the operation of an electron driven magnetic nozzle engine using an electronegative gas. It will involve adapting the ECRA thruster to iodine and developing diagnostics adapted to electric propulsion and Iodine plasmas (thrust balance, ExB probe, LIF, spectroscopy, etc.). This position will enable the candidate to develop skills in electric thruster experimentation (vacuum techniques, plasma diagnostics, etc.) and to learn how to handle iodine plasmas. Depending on the candidate's sensitivity, a contribution to the development of numerical methods to estimate plasma chemical equilibrium, in collaboration with ONERA and LPP researchers, will be possible. This project is part of the EPPSI (Electron cyclotron resonance Plasma Propulsion for Satellites using Iodine) project which also include a PhD grant and is funded by the ANR from 2024 to 2028.

[1] V. Desangles et al., "[ECRA thruster advances, 30W and 200W prototypes performances](#)", Journal of electric propulsion 2, 10, 2023

[2] B. Esteves, "[Investigation of iodine plasmas for space propulsion applications](#)", PhD dissertation, Institut Polytechnique de Paris, 2022

External collaborations: collaboration with teams from the Plasma Physics Laboratory (LPP) at Ecole Polytechnique, specialists in diagnostics and chemical equilibrium models for iodine plasmas.

Host laboratory at ONERA

Department: Physics, instrumentation, environment and space

Location (ONERA centre): Palaiseau

Contact: Victor Désangles

Phone: +33 1 80 38 64 34

Email : victor.desangles@onera.fr

PROPOSITION DE POST-DOCTORAT

Intitulé : Etude expérimentale d'un moteur de satellite ECR opéré à l'iode

Référence : **PDOC-DPHY-2024-01**

Début du contrat : à définir

Date limite de candidature : 01/10/2024

Durée : 24 mois - **Salaire brut** : environ 38 k€ annuel

Mots clés : Propulsion électrique pour satellite, propulseur ECR, plasma d'iode pour la propulsion électrique

Profil et compétences recherchées : Jeune docteur(e) en physique ou domaine proche, compétences souhaitées en physique des plasmas et/ou en propulsion électrique, expérience de la démarche expérimentale souhaitée.

Présentation du projet postdoctoral, contexte et objectif :

L'utilisation de technologies de propulsion électrique pour satellite, ou propulsion plasma, se démocratise du fait de l'efficacité de ces technologies et des gains d'ergol associés. Le déploiement de constellations comportant un nombre important de satellites, l'apparition de programme spatiaux de grandes envergures et la multiplication des usages du spatial suscitent des besoins en nouveaux systèmes de propulsion. Simultanément, l'augmentation des utilisations terrestres du xénon ainsi que sa difficulté de production provoque une tension sur son approvisionnement pour les applications spatiales et une augmentation rapide de son prix. De nouvelles technologies dites disruptives ainsi que de nouvelles études pour remplacer le xénon par des gaz alternatifs sont donc nécessaires pour répondre à ce problème et assurer la pérennité de l'utilisation de la propulsion électrique en orbite.

Le but de ce projet de recherche postdoctoral est d'étudier la technologie ECRA dans son utilisation avec l'iode. Le propulseur ECRA, développé par l'ONERA, se distingue des technologies traditionnelles par l'utilisation d'une source micro-onde pour produire un plasma, dont les charges sont accélérées dans une tuyère magnétique. Le jet de plasma est naturellement neutre, permettant le fonctionnement du propulseur sans cathode et le rendant aisément compatible avec des ergols comme l'air ou l'iode. Cette technologie a démontré de très bonnes performances au xénon en laboratoire [1]. Ses caractéristiques : basse pression, haute température électronique et absence de cathode la rendent particulièrement compatible avec l'iode [2]. Ce projet postdoctoral, à forte composante expérimentale, permettra d'étudier d'une part les performances du moteur ECRA avec ce nouvel ergol et d'autre part d'étudier l'équilibre du plasma d'iode dans ces régimes plasmas (basse Pr, haute Te). Il contribuera ainsi à une meilleure compréhension de l'équilibre chimique des plasmas d'iode et à la compréhension du fonctionnement d'un moteur à tuyère magnétique opéré avec un gaz électronégatif. Il comportera l'adaptation du propulseur ECRA à l'iode, le développement de diagnostics adaptés à la propulsion électrique et aux plasmas d'iode (balance de poussée, sonde ExB, LIF, spectroscopie...).

Ce poste permettra au candidat de développer ses compétences en expérimentation de propulseurs électriques (techniques du vide, diagnostics plasma, ...) et à apprendre à manipuler des plasmas d'iode. Suivant la sensibilité du candidat, une contribution au développement de méthodes numériques d'estimation de l'équilibre chimique du plasma, en collaboration avec les chercheurs de l'ONERA et du LPP sera possible. Ce projet fait partie du projet EPPSI (Electron cyclotron resonance Plasma Propulsion for Satellites using Iodine) et inclus également un financement de doctorat. Il est financé par l'ANR de 2024 à 2028.

[1] V. Desangles et al., "[ECRA thruster advances, 30W and 200W prototypes performances](#)", Journal of electric propulsion 2, 10, 2023

[2] B. Esteves, "[Investigation of iodine plasmas for space propulsion applications](#)", PhD dissertation, Institut Polytechnique de Paris, 2022

Collaborations extérieures : collaboration avec les équipes du laboratoire de physique des plasmas (LPP), spécialistes de diagnostics et de modèles d'équilibre chimique des plasmas d'iode.

Laboratoire d'accueil à l'ONERA

Département : Physique, instrumentation, environnement et espace

Lieu (centre ONERA) : Palaiseau

Contact : Victor Désangles

Tél. : 01 80 38 64 34

Email : victor.desangles@onera.fr