

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 : 01/01/2024

Date limite de candidature : 01/01/2024

Durée : 24 mois - **Salaire net :** environ 25 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, voir en propulsion électrique, expérience de la démarche expérimentale.

Présentation du projet postdoctoral, contexte et objectif :

L'utilisation de technologies de propulsion électrique pour satellite, ou propulsion plasma, se démocratise du fait des hautes impulsions spécifiques de ces technologies et des gains d'ergol associés. L'apparition de nouveaux acteurs privés, le déploiement de constellations comportant un nombre important de satellites, et la multiplication des usages du spatial suscitent des besoins croissants en nouveaux systèmes de propulsion, compacts, bons marché et compatibles avec de nouveaux ergols. En effet, 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 ces besoins. Le but de ce projet de recherche postdoctoral est d'étudier la technologie ECRA dans son utilisation avec l'iode. Le propulseur ECRA, proposé et développé par l'ONERA, se distingue par l'utilisation d'une source de plasma micro-onde 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, voire efficace, 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) peu explorés par la communauté. 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 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...) dans un nouveau caisson à vide dédié aux études sur l'iode et inauguré à l'automne 2023. 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), 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

POST-DOCTORATE PROPOSAL

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

Reference : **PDOC-DPHY-2024-01**

Start of contract: 01/01/2024

Application deadline: 01/01/2024

Duration: 24 months - **Net yearly salary:** about 25 k€ (medical insurance included)

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, possibly in electric propulsion, experience of the experimental approach.

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

The use of electric propulsion technologies for satellites or plasma propulsion is becoming more widespread, thanks to the high specific impulse of these technologies and the associated savings in propellant. The emergence of new private players, the deployment of constellations comprising a large number of satellites, and the multiplication of uses of space are giving rise to a growing need for new propulsion systems that are compact, inexpensive and compatible with new propellants. The increasing use of xenon on ground and the difficulty of producing it are putting pressure on its supply for space applications and causing a rapid rise in its price. New disruptive technologies and new studies are therefore required to replace xenon with alternative gases. The aim of this post-doctoral research project is to study the ECRA technology in its use with iodine as propellant. ECRA, proposed and developed by ONERA, is characterised by the use of a microwave plasma source 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, which has only been studied in the laboratory, has already demonstrated very good performances with xenon [1]. Its low pressure, high electronic temperature and absence of a cathode operation make it particularly compatible, and potentially efficient, with iodine [2]. With a strong experimental component, this project will enable the study of the performances of ECRA with this new propellant and a fine description of chemical equilibrium of the iodine plasma in these regimes (low Pr, high Te), which have been scarcely explored by the community. It will thus contribute to a better understanding of the chemical equilibrium of iodine plasmas and the operation of a magnetic nozzle engine with an electronegative gas. It will involve adapting the ECRA thruster to iodine, developing and installing diagnostics adapted to electric propulsion and iodine plasmas (thrust balance, ExB probe, LIF, spectroscopy, etc.) in a new vacuum chamber dedicated to iodine studies and due to start its operation in autumn 2023. This position will enable the candidate to develop skills in the handling and study of electric thrusters (vacuum techniques, plasma diagnostics, etc.) and, in particular, specific methods for handling iodine. Depending on the candidate's affinity, a contribution to the development of numerical methods for estimating the plasma's 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, 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), 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