

Caractérisation et modélisation d'un propulseur plasma à résonance cyclotronique des électrons

Félix CANNAT

L'objet de ce travail consiste en la caractérisation et la modélisation d'un propulseur électrique à résonance cyclotronique électronique développé à l'ONERA. L'objectif est d'étudier la physique du propulseur (transfert d'énergie par résonance cyclotronique, pertes aux parois, couplage micro-onde/plasma, processus d'extraction et d'accélération) et de développer des outils de dimensionnement afin d'améliorer ses performances. Un prototype expérimental du propulseur a été caractérisé autour des degrés de liberté de fonctionnement tels que la fréquence, le champ magnétique, la puissance, la géométrie et le débit de gaz. Les résultats obtenus permettent de définir les conditions pour un fonctionnement optimal du propulseur en termes de rendement d'utilisation massique, de rendement énergétique et de rendement de divergence. Il a été montré que la position de la zone de résonance, le diamètre de la cavité ainsi que la pression de fonctionnement sont des paramètres clés pour l'optimisation des performances. Ces travaux de recherche ont mené à la conception d'une nouvelle configuration du propulseur ayant permis d'augmenter très significativement le rendement total du propulseur. Pour une puissance de 30 W et un débit de xénon de 0,1 mg/s, le propulseur fournit une poussée de 1 mN avec une impulsion spécifique de 1000 s et une efficacité totale de 16 %. En parallèle, un modèle global de décharge électrique, adapté à la configuration du propulseur, a permis d'estimer les performances et d'identifier les paramètres importants. Cette analyse apporte des perspectives de dimensionnement pour le développement futur du propulseur. Pour compléter ce modèle, des simulations préliminaires de propagation d'ondes électromagnétiques dans un plasma magnétisé ont été réalisées. Les résultats obtenus permettent de mieux comprendre le dépôt de puissance micro-onde dans le propulseur et de reproduire le comportement du champ magnétique observé expérimentalement.

Le mercredi 25 novembre 2015 à 14H00

**Laboratoire de Physique des Plasmas – Ecole Polytechnique – 91128 Palaiseau
Salle de conférence CPHT (aile 0)**

Composition du jury :

Directeur de thèse : Dr. Pascal Chabert (LPP – CNRS)

Rapporteurs : Dr. Laurent Garrigues (LAPLACE – CNRS – Toulouse)
Dr. Stéphane Mazouffre (ICARE – CNRS – Orléans)

Examineurs : Dr. Ane Aanesland (LPP – CNRS)
Dr. Claude Boniface (CNES – Toulouse)
Thierry Lamy (LPSC/IN2P3 – CNRS – Grenoble)

Membre Invité : Matias Wartelski (Airbus Defence and Space – Toulouse)

Encadrant ONERA : Dr. Julien Jarrige (DMPH/FPA)

