

## **Influence d'une source ICP sur les instabilités plasma dans le propulseur double étage ID-HALL**

A. Guglielmi, A. Martin Ortega, Freddy Gaboriau, J.P. Boeuf

*LAPLACE, Université de Toulouse, CNRS, INPT, UPS, 118 Route de Narbonne, 31062 Toulouse, France*

### **Résumé**

Contrairement aux propulseurs chimiques servant à la mise à poste, les propulseurs électriques à courant de Hall (PH) sont des moteurs de petite taille utilisés pour le maintien à poste des satellites, le changement d'orbite et les missions interplanétaires. Souvent caractérisés par de faibles poussées, ils ont l'avantage d'avoir une vitesse d'éjection et une impulsion spécifique très importantes. Cette propriété leur permet ainsi de fonctionner pendant de très longues périodes tout en réduisant de façon importante la masse de fluide propulsif embarqué.

Le principe de fonctionnement est basé sur l'ionisation d'un gaz rare (Xe, Kr) par une différence de potentiel appliquée au travers d'une barrière magnétique. Cette dernière permet une magnétisation des électrons, mais pas des ions du plasma, plus lourds. De par le confinement magnétique des électrons, la conductivité électronique est localement plus faible conduisant ainsi localement à renforcer le champ électrique. Les ions dans cette région sont alors soumis au champ électrique et sont donc accélérés à des vitesses pouvant dépasser plusieurs dizaines de km/s. La chute de potentiel au niveau de la barrière magnétique est alors responsable de l'accélération des ions et donc, simultanément, de la poussée et de l'impulsion spécifique. Afin de pouvoir agir indépendamment sur ces deux paramètres, un propulseur de Hall double étage (ID-Hall, Inductive Double stage **HALL** thruster)) a été développé. Le premier étage est l'étage d'ionisation, constitué d'une source plasma indépendante à couplage inductif (ICP), et le second étage est l'étage d'accélération constitué de la barrière magnétique.

À partir de mesures faites par sonde de flux ionique, RPA (Retarding Potential Analyzers), et caméra haute vitesse, nous avons pu quantifier les instabilités et les paramètres électroniques et ioniques du plasma, ainsi que les performances du propulseur. En fonctionnement double étage, la source RF affecte de manière significative le transport des électrons et les instabilités plasma dans le propulseur.

Des oscillations basses fréquences de grandes amplitudes (Breathing Mode) présentent en fonctionnement simple étage (source inductive RF éteinte), sont fortement atténuées lorsque la source RF est active. Ce régime d'oscillations a été analysé par RPA résolu en temps et comparé à des résultats obtenus à l'aide d'un modèle bi-dimensionnel transitoire hybride appelé HALLIS.

De plus, d'autres résultats en double étage montrent qu'à basses tensions de décharge, le courant de décharge est inférieur à celui en simple étage. Le courant du faisceau d'ion ainsi que l'énergie des ions extraits sont ainsi plus élevés en double étage.

Enfin, des images résolues en temps obtenues par caméra rapide mettent en évidence des instabilités azimutales dans le propulseur (Rotating Spokes). Les captures d'images simultanées du propulseur à différents points de vue nous ont permis de caractériser ces instabilités (vitesse de rotation, localisation dans le propulseur) par une méthode de parallaxe.