

PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : **DPHY-2025-28**
 (à rappeler dans toute correspondance)

Lieu : Palaiseau

Département/Dir./Serv. : DPHY/FPA

Tél. : 0180386480

Responsable(s) du stage : Federico Boni

Email : federico.boni@onera.fr

DESCRIPTION DU STAGE

Thématique(s) : Plasma et diagnostics, plasmas magnétisés à haute pression

Type de stage : Fin d'études bac+5 Master 2 Bac+2 à bac+4 Autres

Intitulé : Extension du champ d'application du diagnostic curling probe aux plasmas collisionnels et magnétisés

La mesure de la densité des électrons est un facteur clef pour la caractérisation, la modélisation et le contrôle des plasmas dans les applications industrielles et aérospatiales. Des travaux antérieurs réalisés à l'ONERA ont permis de mettre au point un diagnostic plasma peu intrusif permettant une mesure locale de la valeur absolue de la densité des électrons dans les plasmas à basse pression ($p < \text{mbar}$). Cette technologie repose sur la sonde *curling probe*, une sonde résonante micro-onde dont la fréquence de résonance dépend de la permittivité relative du milieu environnant (cf. Figure 1). Dans un plasma, la permittivité est influencée par la densité électronique, le taux de collisions parmi les différentes espèces, ainsi que par la présence éventuelle d'un champ magnétique externe. Les modèles actuellement disponibles ont été validés dans des régimes dits faiblement collisionnels et faiblement magnétisés, où ces effets peuvent être négligés.

Ce projet propose d'étudier et de développer des modèles adaptés aux régimes collisionnels et magnétisés, afin de caractériser les plasmas formés autour d'un objet soumis à un écoulement à très haute vitesse, tel qu'un lanceur réutilisable en phase de rentrée atmosphérique par exemple. Dans un premier temps, l'étudiant.e réalisera une étude théorique des différents modes de propagation d'une onde électromagnétique dans un plasma collisionnel et magnétisé. Ensuite, l'étudiant.e effectuera des simulations numériques 3D (à l'aide de COMSOL Multiphysics) pour caractériser la réponse fréquentielle de la sonde dans les conditions d'intérêt. En s'appuyant sur l'étude théorique et sur les résultats des simulations, l'étudiant.e développera des modèles d'analyse pour l'utilisation de la sonde dans les conditions étudiées. La possibilité d'effectuer des essais expérimentaux pour valider les modèles proposés sera également explorée.

Est-il possible d'envisager un travail en binôme ? Non

Méthodes à mettre en oeuvre :

- | | |
|---|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> Recherche théorique | <input checked="" type="checkbox"/> Travail de synthèse |
| <input checked="" type="checkbox"/> Recherche appliquée | <input type="checkbox"/> Travail de documentation |
| <input type="checkbox"/> Recherche expérimentale | <input type="checkbox"/> Participation à une réalisation |

Possibilité de prolongation en thèse : Non

Durée du stage : Minimum : 4 mois Maximum : 6 mois

Période souhaitée : printemps-été 2025

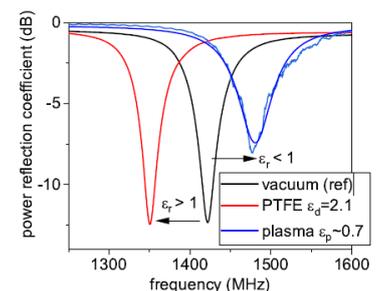


Figure 1. Mesure de la réponse fréquentielle de la sonde en présence d'un étalon solide (PTFE) et d'un plasma produit dans les installations à vide de l'ONERA.

PROFIL DU STAGIAIRE

Connaissances et niveau requis :

Electromagnétisme et micro-ondes, physique des plasmas, mécanique des fluides, simulations numériques

Ecoles ou établissements souhaités :

Master ou école d'ingénieur avec parcours pertinent