

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Intitulé : Mesure de champ électrique en champ proche par génération d'harmoniques secondaires (E-FISH)

Référence : **PHY-DPHY-2025-24**
(à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : Octobre 2025

Date limite de candidature : 30 avril 2025

Mots clés

Diagnostic Laser, Plasma, Optique Non-linéaire

Profil et compétences recherchées

Les critères de sélection des étudiants sont les suivants : excellentes connaissances en physique, capacité intellectuelle, capacité à générer des idées pour résoudre des problèmes, capacité à prendre des décisions, intérêt pour le travail expérimental, compétences de base en programmation, anglais au niveau B2, intégrité et sens des responsabilités. L'accès à l'ONERA nécessite l'obtention d'une autorisation délivrée par la Délégation Générale à l'Armement

Présentation du projet doctoral, contexte et objectif

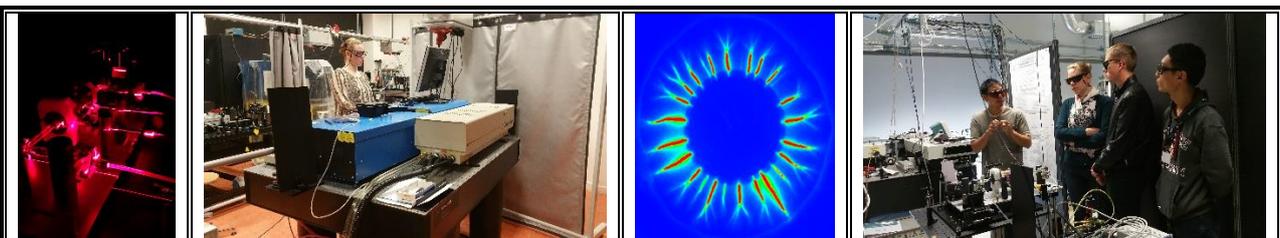
Contexte

La caractérisation du champ électrique dans le voisinage d'un système polarisé électriquement est une information extrêmement précieuse pour comprendre et modéliser les processus plasmas qui peuvent s'y dérouler. Cependant, pour être pertinente, cette mesure ne doit pas perturber la distribution du champ électrique (par l'insertion de sondes ou d'électrodes, par exemple). En conséquence, la méthode de mesure du champ électrique doit être non-intrusive.

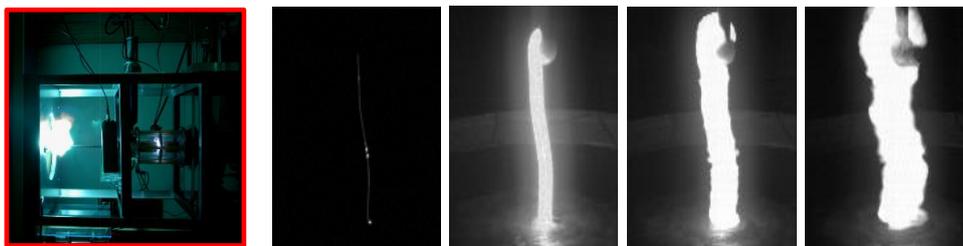
Dans le domaine aérospatial, on peut considérer deux applications qui bénéficieraient d'une telle technique. La première porte sur la mesure de la distribution du champ électrique dans des plasmas générés pour la stabilisation de la combustion dans des foyers aéronautiques ou pour la réalisation d'actionneurs plasmas. La seconde application concerne la caractérisation de la distribution du champ électrique autour d'une structure dans un champ atmosphérique statique, afin d'évaluer la probabilité de survenue d'un foudroiement.

Récemment, une nouvelle technique de diagnostic laser, appelée EFISH (Electric Field Induced Second Harmonic), a été proposée dans le but de mesurer le champ électrique en volume de manière non-intrusive. Elle s'appuie sur la génération d'harmoniques secondaires à l'aide d'un laser impulsionnel. La génération d'harmoniques secondaires par le champ électrique (E-FISH) est un phénomène optique non linéaire dû à l'asymétrie de la polarisabilité induite par le champ électrique appliqué. Ceci permet la génération de l'harmonique, autrement interdite dans les milieux homogènes. Ce phénomène a récemment été utilisé avec succès pour les mesures de champ électrique dans les plasmas de laboratoire [1], [2]. Toutefois, pour être appliquée plus largement sur des dispositifs aérospatiaux, plusieurs problématiques subsistent : résolution insuffisante pour certaines configurations électrostatiques, sensibilité à la distribution du champ, faisabilité d'une mesure à distance.

Cette thèse, consacrée au développement d'une technique de mesure du champ électrique à distance par détection laser, a pour ambition d'examiner et de proposer des solutions à ces problématiques. Elle s'inscrit dans un projet de collaboration entre l'Institut Polytechnique de Paris (IPP) et l'Office national d'études et de recherches aérospatiales (ONERA). La thèse sera codirigée par deux encadrants : un de l'IPP et l'autre de l'ONERA.



© LPP, École Polytechnique: diagnostic laser du plasma



Images Onera: Essais de foudroiement sur le banc Grifon

Objectifs & plan de travail

Dans un premier temps, le candidat assemblera un dispositif EFISH en laboratoire, afin d'étudier les performances d'un dispositif à l'état de l'art. Ensuite, le candidat proposera et mettra en œuvre des améliorations afin de permettre d'augmenter la résolution de la mesure d'une part, et d'augmenter la portée du dispositif d'autre part. Ce faisant, il pourra réaliser :

- des campagnes de mesure sur des applicateurs plasmas utilisés sur des bancs de combustion,
- des campagnes de mesures hors du laboratoire pour démontrer la faisabilité de la méthode pour des mesures à distance.

Enfin, le candidat pourra proposer des améliorations du diagnostic pour améliorer sa résolution spatiale, par exemple en modifiant le profil du faisceau laser.

Compétences développées

- Physique expérimentale
- Techniques lasers
- Optique non-linéaire, physique des plasmas
- Travail collaboratif, participation à des campagnes de mesures

Collaborations

Cette thèse sera effectuée en collaboration entre l'ONERA et le laboratoire LPP de l'Institut Polytechnique de Paris (École Polytechnique). Le candidat répartira son temps entre les deux laboratoires, situés à 3 km l'un de l'autre.

Des collaborations internationales pourront également être envisagées (Singapour).

Laboratoire d'accueil à l'ONERA

Département : Physique, instrumentation, environnement, espace

Lieu (centre ONERA) : PALAISEAU

Contact : paul-quentin.elias@onera.fr

Tél. : 01 80 38 61 71 Email :

Directeur de thèse

Nom : Svetlana Starikovskaia

Laboratoire : Laboratoire de Physique des Plasmas, École Polytechnique

Tél. :

Email :

svetlana.starikovskaia@lpp.polytechnique.fr

Pour plus d'informations : <https://www.onera.fr/rejoindre-onera/la-formation-par-la-recherche>