

Année universitaire / Academic year 2020-2021

## PROPOSITION DE STAGE M2 / INTERNSHIP PROPOSAL M2

Organisme / Institution : AMU, centre St Jérôme service 362.

Laboratoire / Laboratory : PIIM/Equipe Turbulence Plasma

Adresse du lieu de stage / Lab address : service 362, centre St Jérôme, ave Escadrille Normandie Niémen, 13013 Marseille.

Responsable de stage / Supervisor : Laurence Chérigier-Kovacic

Téléphone / Phone : 0642548797

e-mail : Laurence.Kovacic@univ-amu.fr

Conditions de stage (rémunération, voyage, logement, cantine, ...)

/ internship conditions (salary, travel, lodging, food,...): gratification de stage  
/ internship reward (3.90€/hour)

### Titre / Title

Mesure absolue d'un champ électrique radiofréquence dans un plasma  
par émission Lyman- $\alpha$  induite par le champ (EFILE)

/

Absolute measurement of a radiofrequency electric field in a plasma  
by Electric Field-Induced Lyman- $\alpha$  Emission (EFILE)

L'objectif de ce stage est d'obtenir la mesure absolue (=calibrée) d'un champ électrique radiofréquence dans le vide et dans un plasma, en particulier au niveau d'une gaine à l'interface entre le plasma et une paroi. Une gaine est une région où le potentiel varie fortement, créant un champ électrique ayant une influence sur les mouvements des particules chargées. Nous utiliserons un diagnostic développé dans l'équipe Turbulence Plasma, (EFILE) permettant de mesurer de façon directe un champ électrique dans le vide ou dans un plasma [1].

[1] L. Chérigier-Kovacic *et al.*, *Rev. Sci. Inst.* 86, 063504 (2015).

La description théorique et les simulations numériques des gaines radiofréquences (RF) sont des domaines de recherche très actifs dans le domaine de la fusion (chauffage ICRF) mais on manque de diagnostics spécifiques et de données expérimentales. Ce diagnostic doit répondre à cette problématique. Ce stage apportera au candidat une formation fondamentale dans ce domaine de recherche.

Ce diagnostic est basé sur l'émission de la raie Lyman- $\alpha$  par un faisceau sonde d'hydrogène dans l'état 2s lorsque celui-ci traverse une région où règne un champ électrique. Suite au couplage 2s-2p créé par le champ, on observe une réduction de la durée de vie du niveau 2s (métable) avec émission de la raie Lyman- $\alpha$  dont l'intensité est proportionnelle au carré de l'amplitude du champ, ce qui permet de le mesurer.

Expérimentalement, afin de contrôler un maximum de paramètres pour valider le diagnostic, on travaille dans des conditions beaucoup plus simples que dans le domaine de la fusion. On génère un champ électrique entre deux plaques parallèles entre lesquelles passe le faisceau sonde, dans une enceinte de configuration cylindrique. Un filament chauffé par un courant émet des électrons primaires qu'on accélère par une différence de potentiel. Par collisions, ces électrons ionisent des atomes d'argon, permettant ainsi la création d'un plasma d'argon non magnétisé.

Ce sujet peut déboucher sur plusieurs perspectives de thèse. Une des applications directes de ce stage serait de mettre au point la mesure de la valeur absolue du champ électrique devant une antenne de chauffage cyclotronique ionique (ICRF). Cette mesure doit être réalisée dans un banc expérimental test reproduisant les conditions de plasma de bord d'un tokamak de façon à calibrer des cartes de champ obtenues par simulation. Ce travail ferait l'objet d'une collaboration avec l'Institut Jean Lamour de Nancy. Une autre application, en développement depuis janvier 2019 (financement Région PACA), est l'étude d'un plasma dans une colonne en champ magnétique sur la machine MISTRAL de l'équipe Turbulence Plasma.

#### English version :

The objective of this work is to obtain the absolute (=calibrated) measurement of a radiofrequency electric field in vacuum and in a plasma, in particular in the sheath at the interface between the plasma and a wall. A sheath is a region where the potential varies strongly, creating an electric field that influences the movement of the charged particles. We will use a diagnostic developed in the Turbulence Plasma team, (EFILE) to directly measure an electric field in a vacuum or in a plasma [1].

[1] L. Chérigier-Kovacic *et al.*, *Rev. Sci. Inst.* 86, 063504 (2015).

Theoretical description and numerical simulations of radiofrequency (RF) sheaths are very active research areas in the field of fusion (ICRF heating) but there is a lack of specific diagnostics and experimental data. This diagnosis should answer this problem. This internship will provide the candidate with a fundamental training in this field of research.

This diagnosis is based on the emission of the Lyman- line (vacuum UV) by a probe beam of hydrogen in the 2s state, when the beam passes through a region with an electric field. As a result of the 2s-2p coupling created by the field (Stark mixing), there is a reduction in the lifetime of the 2s (metastable) level with the emission of the Lyman- line, whose intensity is proportional to the square of the field amplitude, which makes it possible to measure it.

Experimentally, in order to control as many parameters as possible to validate the diagnosis, we are working under much simpler conditions than in the field of fusion. An electric field is generated in a cylindrical chamber between two parallel plates between which the probe beam is sent. A filament heated by a current emits primary electrons that are accelerated by a potential difference. By collisions, these electrons ionize argon atoms, allowing the creation of a non-magnetized argon plasma.

This subject can lead to several thesis perspectives. One of the direct applications of this internship would be to develop the measurement of the absolute value of the electric field in front of an ion cyclotron heating antenna (ICRF). This measurement should be carried out in an experimental test bench reproducing the plasma edge conditions of a tokamak in order to calibrate field maps obtained by simulation. This work would be the subject of a collaboration with the Institut Jean Lamour in Nancy. Another application, in development since January 2019 (financed by the SUD/PACA region), is the study of a plasma in a column in a magnetic field on the MISTRAL machine of the Turbulence Plasma team.