

# PROPOSITION DE STAGE 2024

Licence  Master 1  Master 2  Fin d'études

**Intitulé / Title :** Modélisation de l'extraction d'ions négatifs pour le chauffage additionnel d'ITER

## RÉSUMÉ / SUMMARY :

Le plasma d'hydrogène issu d'une source radio fréquence de forte puissance se détends dans une enceinte à travers un champ magnétique afin de réduire au maximum la température électronique et de favoriser leur attachement pour créer des ions négatifs, en volume. Un autre mécanisme de production d'ions négatifs (H-) est également à l'œuvre dans la chambre de diffusion, dit l'ionisation de surface très efficace si les parois sont recouvertes de caesium, par exemple.

Les deux mécanismes permettent ensemble d'obtenir des fortes densités d'ions négatifs. Ces ions sont par la suite extraits et accélérés jusqu'à 1 MeV, puis neutralisés, afin de générer un faisceau de neutres de haute énergie et de fort courant (17 A) pour assurer le chauffage des espèces lourdes dans ITER – système dit Injecteur de Neutres (IdN).

L'étude porte sur la modélisation de la région du plasma d'où les ions négatifs sont extraits par une simulation particulière (Particle-in-Cell Monte Carlo – PIC-MC). Plus précisément, il s'agit de simuler de manière auto-consistante la formation du ménisque (l'isopotentielle nulle) dans le plasma. Le profil du ménisque conditionne la mise en forme du faisceau, et donc les propriétés finales des neutres énergétiques en sortie de IdN.

Le logiciel ONIX (Orsay Negative Ion eXtraction) mise au point au LPGP il y a plus de 10 ans, sera utilisé pendant ce stage. On regardera particulièrement les moyens de réduire le courant d'électrons co-extrait avec les ions négatifs, et ce malgré les barrières magnétiques très complexes. Une attention particulière sera accordée à la mise en place d'une électrode particulière, à côté de la grille plasma, qui a montré expérimentalement son efficacité pour la réduction du courant d'électrons.

ONIX est écrit en FORTRAN90 et il est parallélisé à l'aide du protocole MPI (Message Passing Interface). Ce travail se déroule en étroite collaboration avec Max Planck Institut für PlasmaPhysik, Garching, Allemagne (équipe Prof. U. Fantz).

### Objectifs / Missions

Le/la stagiaire travaillera à Orsay, dans les locaux du LPGP disposant d'un environnement numérique dédié (machines de calcul, compilateurs, etc.). Un accès à distance est prévu sur le supercalculateur MARCONI (Euroatom) hébergé à Garching. Le travail du/de la stagiaire s'articulera autour des trois axes suivants :

- Prise en main du code ONIX existant
- Analyse de la routine permettant l'ajout d'une électrode auxiliaire.
- Etude paramétrique à l'aide d'ONIX afin de d'augmenter le courant de H-extrait.

### NOM DU LABORATOIRE / LABORATORY NAME :

Laboratoire de Physique des Gaz et des Plasmas

**Code d'identification :** UMR8578

**Organisme/institution :** CNRS et UPSaclay

### Adresse du lieu de stage / Lab address :

Univ. Paris-Saclay, Bât 210, Rue Henri Becquerel, 91405 Orsay

### Site Internet / Web site :

<https://www.lpgp.universite-paris-saclay.fr/>

### RESPONSABLE DE STAGE / INTERNSHIP SUPERVISOR :

**Nom / Name :** MINEA

**Prénom / First name :** Tiberiu

### Courriel / Mail :

tiberiu.minea@universite-paris-saclay.fr;

**Tél :** 01 69 15 66 54

### Autres contacts / Other contacts :

Adrien REVEL

adrien.revel@universite-paris-saclay.fr

### STAGE / INTERNSHIP :

**Durée / Duration :** 5 à 6 mois à partir de début mars

### Prise en charge du transport /

**Payment for transport : OUI / NON**

**Rémunération / Scholarship : OUI / NON**

**Possibilité de thèse :** OUI concours EDOM