

## OPTIMISATION DES SOURCES D'IONS LEGERS DE HAUTE INTENSITE

### DESCRIPTION ET PROBLEMATIQUE

Depuis plusieurs années, le CEA a entrepris de développer la production de faisceaux intenses d'ions légers à partir d'un plasma généré par résonance cyclotronique électronique (ECR). Grâce à cette expérience mondialement reconnue, le CEA a été en charge de la fabrication des sources de protons ou de deutons pour les projets IFMIF, SPIRAL2 et FAIR.

Le but des travaux en cours est d'optimiser la qualité des faisceaux issus de ces sources ECR (émittance, stabilité en temps, reproductibilité et pureté ionique) pour l'injection dans les cavités accélératrices hyper-fréquences.

Pour atteindre ces performances, il est indispensable de bien comprendre les nombreux mécanismes mis en jeu. L'interaction de l'onde radiofréquence injectée avec le plasma et le confinement magnétique sont les points essentiels qu'il faut maîtriser. Une meilleure connaissance de ces deux phénomènes physiques devrait permettre à court terme de faire évoluer les sources vers une meilleure efficacité et compacité.

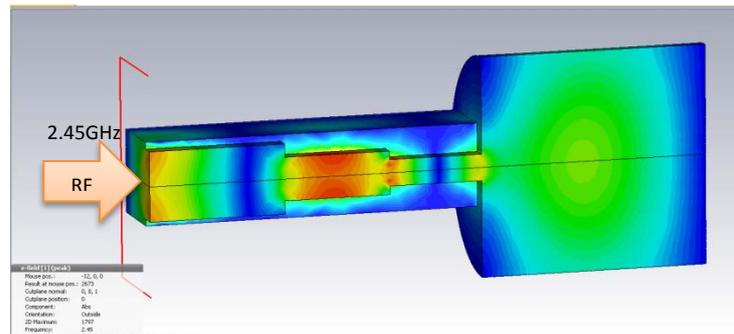
Afin d'améliorer notre compréhension des phénomènes mis en jeu, l'écriture d'un code de modélisation des sources par un post-doc démarrera en octobre 2016 pour une durée de deux ans.

### LABORATOIRE/ENCADREMENT

Le travail de thèse s'effectuera au sein du Service des accélérateurs, de cryogénie et de magnétisme de l'Irfu, au sein du Laboratoire d'Etudes et Développement pour les Accélérateurs (LEDA), qui possède les compétences, les codes de calcul et un banc de test des sources d'ions.

Le doctorant sera principalement encadré par Olivier Tuske, ingénieur chercheur, spécialiste des sources d'ions et des diagnostics faisceau. Il sera en outre entouré d'une équipe scientifique et technique spécialisée dans la conception, la

réalisation et la caractérisation des sources d'ions. Le travail expérimental sera réalisé sur le Banc d'Etude et de Test des Source d'Ions disponible au sein du laboratoire.



**Figure 1** : Simulation de l'injection d'une onde radiofréquence dans une source d'ions

### TRAVAIL PROPOSE

Le doctorant participera à l'écriture du code de modélisation des sources en cours de développement. Il proposera et mettra en œuvre les expériences destinées à la validation de ce code : mesure des caractéristiques du plasma créé dans la source, mesure des caractéristiques du faisceau de particules à la sortie de la source.

Il pourra simuler des géométries innovantes des sources, et participer à la réalisation et à la validation de prototypes.

### FORMATION ET COMPETENCES REQUISES

Le candidat devra être titulaire d'un master ou d'un diplôme d'ingénieur spécialisé soit en modélisation et méthodes numériques, soit en physique expérimentale ou appliquée. Il devra dans tous les cas avoir un excellent niveau général en physique afin d'être capable d'appréhender les problématiques liées au sujet, de proposer et réaliser les développements expérimentaux, et d'analyser les données acquises.

## COMPETENCES ACQUISES

Au travers des activités de simulation et de modélisation numérique, le doctorant apprendra à exploiter des codes de calculs (éléments finis, Particle-in-Cell) existants. Il devra également développer de nouveaux modèles puis les coder (C++, Python), les valider et les utiliser. Il sera également appelé à développer des programmes d'analyse de données.

De plus, le doctorant participera activement à un programme expérimental utilisant des sources d'ions existantes, et pourra proposer, simuler et participer à la réalisation de prototypes de sources innovantes. Ainsi, il apprendra et mettra en œuvre des compétences dans le domaine de l'acquisition et traitement de données, des mesures physiques, du vide, de l'hyper-fréquence...

En définitive, au cours de sa thèse, le candidat assimilera des connaissances spécifiques à la physique des sources d'ions, en particulier la physique des plasmas, qui permettront, s'il le souhaite, de poursuivre une carrière dans ce domaine de recherche. Mais surtout, il pourra acquérir des compétences génériques à la modélisation physique et à l'expérimentation et instrumentation scientifique en général qui pourront être par la suite valorisées dans un d'autres domaines ou dans l'industrie.

## COLLABORATIONS/PARTENARIATS

Les mesures des caractéristiques du plasma pourront être réalisées en collaboration avec le Laboratoire de Physique des Gaz et de Plasmas (LPGP) du CNRS. Le laboratoire collabore par ailleurs avec la société Pantechnik pour la modélisation, la commercialisation et les tests des sources d'ions de haute intensité. Le laboratoire collabore également avec plusieurs grands projets d'accélérateurs nationaux ou internationaux (FAIR, IFMIF, Spiral 2, SARAF, ESS), pour la conception et la réalisation de différents équipements comme des sources, des lignes de transport, des cavités accélératrices ou des diagnostics.

## CONTACTS

Scientifique :

Olivier Tuske : [olivier.tuske@cea.fr](mailto:olivier.tuske@cea.fr)

Optimisation des sources d'ions  
légers de haute intensité

Olivier Tuske

CEA/IRFU