

# Spécialité de Master « Optique, Matière, Paris »

Stage de recherche (4 mois minimum, à partir de début mars)

## Proposition de stage

Date de la proposition : 9 novembre 2016

|  |   |                      |                                      |
|--|---|----------------------|--------------------------------------|
| <b>Responsable du stage / internship supervisor:</b>                 |   |                      |                                      |
| Nom / name:  | BLONDEL   | Prénom/ first name : | Christophe                           |
| Tél : 0169352056   |   | Fax : 0169410156     |                                      |
| Courriel / mail:   | <a href="mailto:christophe.blondel@u-psud.fr">christophe.blondel@u-psud.fr</a>                            |                      |                                      |
| <b>Nom du Laboratoire / laboratory name: laboratoire Aimé-Cotton</b> |   |                      |                                      |
| Code d'identification :  | UMR 9188  | Organisme :          | CNRS, univ. Paris-sud, ENS de Cachan |
| Site Internet / web site:  | <a href="http://web2.lac.u-psud.fr/spip.php?article544">http://web2.lac.u-psud.fr/spip.php?article544</a> |                      |                                      |
| Adresse / address:   | bâtiment 505, campus universitaire d'Orsay, 91405 Orsay cedex   |                      |                                      |
| Lieu du stage / internship place:                                    | le même / the same  |                      |                                      |

|  |
|--|
| <b>Titre du stage / internship title:</b> Amplification du photodétachement en cavité optique pour la production de neutres énergétiques ou la microscopie de photodétachement sur voies de faible probabilité /<br><i>Amplification of the photodetachment process for fast neutral beam generation or photodetachment microscopy with less probable channels.</i>  |
| <b>Résumé / summary</b><br><p>Les faisceaux de neutres (<math>D^0</math>) à haute énergie (1 MeV) nécessaires pour le chauffage des plasmas de fusion confinés magnétiquement sont actuellement produits, même sur ITER, par épluchage collisionnel, sur cible gazeuse, d'ions <math>D^-</math> préalablement accélérés, avec un assez mauvais rendement. Ils pourraient également être produits par photodétachement laser et rien alors, en principe, n'interdirait de viser des taux de neutralisation élevés (au-delà de 90 %). La faiblesse des sources lumineuses disponibles a jusqu'ici empêché la mise en œuvre de cette idée.</p> <p>La nouveauté est que les progrès récents des lasers, tant en puissance qu'en qualité spectrale, permettent aujourd'hui d'envisager l'obtention en continu de taux de photo-neutralisation élevés, en configuration opérationnelle pour le chauffage des plasmas de fusion. L'élément-clé du dispositif serait une cavité optique (cavité Fabry-Perot) repliée, de quelques dizaines de mètres de longueur, encadrant un faisceau d'ions de 40 A convenablement profilé. Avec une finesse de quelques milliers, l'injection, dans la cavité, du faisceau d'un laser continu de 1 kW doit pouvoir produire une puissance circulante supérieure à 3 MW, inférieure au seuil d'endommagement des optiques mais suffisante pour produire le photodétachement presque total du faisceau d'anions. Les miroirs à haute réflectivité et de très faible absorption (&lt; 1 ppm) nécessaires pour atteindre la finesse cible pourraient sans difficulté, dans l'enceinte du réacteur, être placés en dehors de l'îlot nucléaire, à l'abri des polluants et des radiations.</p> <p>L'objectif du stage est de mener à son terme une expérience de démonstration, commencée en 2014 au LAC. Destinée à conforter l'étude de principe, elle vise, sur un jet d'ions négatifs <math>H^-</math> de dimensions et d'énergies cinétiques réduites mais avec une cavité optique atteignant déjà un facteur 1000 d'amplification, à obtenir un taux de neutralisation qui dépasse la valeur symbolique de 63 % (1-1/e). Bien que la puissance lumineuse nécessaire, sur des ions moins rapides et sur un faisceau moins large, soit plusieurs ordres de grandeur inférieure à celle que requerraient des injecteurs de neutres dimensionnés pour ITER, la finesse à laquelle il faut travailler est déjà du même ordre de grandeur qu'en « vraie grandeur ». Les premiers signaux de photodétachement ont été obtenus pendant l'été 2016, mais avec des taux de neutralisation encore faibles. L'optimisation du recouvrement des faisceaux, du réglage optique de la cavité, de l'asservissement du laser sur celle-ci (ou réciproquement), devraient permettre d'atteindre les taux espérés. Des mesures supplémentaires de correction des effets thermiques pourraient néanmoins s'avérer nécessaires, ce que la poursuite des expériences en 2017 doit permettre de déterminer.</p> <p>La maîtrise du photodétachement en cavité optique ouvre également de nouvelles possibilités pour la <b>microscopie de photodétachement</b> - c'est-à-dire l'étude des interférences qui se produisent au sein même de l'onde électronique photodétachée, en présence d'un champ électrique extérieur - lorsque la section efficace de photodétachement est faible. Tel est le cas du photodétachement à indicatrice anisotrope, à l'ordre le plus bas en « onde p », dont on attend des interférogrammes électroniques à certains égards paradoxaux, mais qui n'ont encore jamais été observés.</p> |
| <b>Ce stage pourra-t-il se prolonger en thèse ? Possibility of a PhD ? : oui/yes</b>   |
| <b>Si oui, financement de thèse envisagé/ financial support for the PhD: école doctorale Ondes &amp; matière</b>   |

|                                |   |                          |   |
|--------------------------------|---|--------------------------|---|
| Lumière, Matière, Interactions | X | Lasers, Optique, Matière | X |
|--------------------------------|---|--------------------------|---|