

**INTERNSHIP PROPOSAL**

*(One page maximum)*

Laboratory name: CENBG (Centre d'Étude Nucléaire de Bordeaux-Gradignan)  
CNRS identification code: 0407  
Internship director's surname: de Roubin / Husson  
e-mail: [deroubin@cenbg.in2p3.fr](mailto:deroubin@cenbg.in2p3.fr) / [husson@cenbg.in2p3.fr](mailto:husson@cenbg.in2p3.fr) Phone number: [+33 5 57 12 08 51](tel:+33557120851)  
Web page: <https://www.cenbg.in2p3.fr/>  
Internship location: Centre d'Etudes Nucléaires de Bordeaux Gradignan  
19 Chemin du Solarium  
33175 Gradignan  
Thesis possibility after internship: YES  
Funding: YES If YES, which type of funding: CNRS/IN2P3

**Caractérisation des pièges de Penning PIPERADE**

Le groupe Noyaux Exotiques du CENBG est fortement impliqué dans le développement du futur hall DESIR faisant partie du projet d'extension SPIRAL2 de l'accélérateur de particules GANIL à Caen. Dans ce hall DESIR seront installés de nombreux dispositifs expérimentaux (décroissance  $\beta$ , spectroscopie laser, spectroscopie assistée par pièges ...) afin de mesurer, à basses énergie, les propriétés fondamentales des noyaux exotiques produits par le GANIL.

Nous développons en particulier un dispositif appelé PIPERADE (Pièges de Penning pour les RADioisotopes à DESir) qui sera installé à l'entrée du hall afin d'une part de mesurer précisément la masse de noyaux exotiques, pour étudier la structure du noyau atomique, comprendre les forces agissant au sein du noyau (interactions forte et faible) ou encore apporter des données cruciales pour les modèles de nucléosynthèse stellaire et d'autre part de purifier les faisceaux d'ions en fonction de la masse de ces derniers.

Ceci sera réalisé grâce à un système de double piège de Penning utilisant le couplage d'un champ magnétostatique homogène et d'un champ électrostatique quadripolaire, ainsi que de radiofréquences pour confiner et manipuler les ions.

Avant l'injection des ions dans les pièges de Penning, ceux-ci doivent être refroidis (réduction de l'énergie transverse) et regroupés en paquets pour une capture efficace dans le piège. Pour cela, un piège de Paul linéaire appelé GPIB (General Purpose Ion Buncher) a également été développé dans le cadre du projet PIPERADE pour être installé en amont du double-piège de Penning.

Tous les éléments constitutifs du projet PIPERADE ont été construits ces dernières années et sont maintenant installés dans le hall de montage du CENBG afin d'être testés et caractérisés avant de transporter le tout au GANIL à l'horizon 2024. À ce jour, la ligne de faisceau est opérationnelle et nous sommes dans la phase des tests fonctionnels et de la caractérisation du GPIB et des deux pièges de Penning.

Le stage proposé se déroulera au CENBG et portera sur la mise en fonctionnement des pièges de Penning et la manipulation des paquets d'ions dans ceux-ci. Le travail proposé consiste en une étude systématique des méthodes d'excitations des ions dans les pièges de Penning. Le programme de pilotage des pièges étant écrit dans le langage de programmation Python (largement utilisé dans la recherche et l'industrie), une bonne connaissance de ce dernier serait profitable.

Please, indicate which speciality(ies) seem(s) to be more adapted to the subject:

Condensed Matter Physics: YES/NO      Soft Matter and Biological Physics: YES/NO  
Quantum Physics: YES/NO                      Theoretical Physics: YES/NO