

## Proposition de thèse – 2022-2025

**Thématique** : Physique théorique

**Sujet de thèse** : Interactions effectives régularisées et limites de la carte des noyaux atomiques

**Directeur de thèse** : Karim Bennaceur

**Téléphone** : +33 4 72 44 84 50

**Email** : k.bennaceur@ip2i.in2p3.fr

**Adresse** : IP2I Lyon – Bureau 338  
Domaine Scientifique de la Doua – Bât. Paul Dirac  
4 rue Enrico Fermi – 69622 Villeurbanne Cedex - France

### Description du travail demandé :

Les propriétés élémentaires des noyaux atomiques, comme leurs masses, tailles et formes, peuvent être décrites par des méthodes de champ moyen comme la méthode de Hartree- Fock-Bogolyubov. Ces approches reposent sur l'utilisation d'une interaction effective décrivant l'interaction forte entre les nucléons dans le noyau, l'interaction coulombienne entre les protons étant quant à elle traitée de manière exacte (dans une approche dite « hamiltonienne »).

Notre équipe (en collaboration avec les universités de York au Royaume-Uni et de Jyväskylä en Finlande) travaille sur l'ajustement d'une interaction effective dite « régularisée », c'est à dire une interaction dont la forme de départ est celle d'une interaction de Skyrme mais dont les « delta » de Dirac modélisant la portée nulle sont remplacés par des fonctions gaussiennes. Cette interaction est utilisée de manière cohérente dans le canal « particule-trou » (champ moyen normal) et dans le canal « particule-particule » (appariement).

Le travail de thèse proposé s'inscrit dans la continuité de celui fait par Ph. Da Costa qui a développé une interaction à trois corps « semi-régularisée » et sera la suite d'un travail proposé comme stage de M2 sur une interaction « spin-orbite » régularisée.

Il s'agira tout d'abord de calculer la contribution à l'énergie et au champ moyen d'un terme tensoriel régularisé (qui sera le seul terme manquant dans la hiérarchie de termes possibles d'interaction régularisée à deux corps jusqu'à l'ordre « NLO »).

Cette première étape sera suivie de l'ajustement des paramètres de l'interaction obtenue sur des données expérimentales. Ce travail devra comprendre l'utilisation de méthodes d'analyse covariante afin d'analyser l'adéquation entre les paramètres de l'interaction et les observables utilisées pour les contraindre, d'évaluer l'indépendance et la pertinence de ces paramètres et enfin de calculer des barres d'erreur statistiques.

Ces termes spin-orbite et tensoriel régularisés permettront d'avoir beaucoup plus de souplesse pour décrire de manière réaliste l'évolution des énergies de particules individuelles et des effets de couches avec la masse et l'asymétrie des noyaux. Ce travail permettra donc notamment d'améliorer la description des noyaux lourds et de

fournir de nouvelles prédictions concernant la position de l'éventuel îlot de stabilité des noyaux super-lourds. Il permettra également de calculer les limites de stabilité de la carte des noyaux (« drip-lines ») avec une évaluation des barres d'erreur statistiques concernant leur positions.

Les conséquences sur le processus r de nucléosynthèse qui est particulièrement sensible à la position de la drip-line neutron et aux effets de couches loin de la stabilité pourront également être évaluées.