

« Vers une interaction nucléaire effective de Gogny généralisée étendue à des forces spin-orbite et tenseur de portées finies »

Résumé en français : Peu après son élaboration à la fin des années 1960, l'interaction de Daniel Gogny s'est imposée comme une référence dans le paysage des interactions nucléaires, effectives et phénoménologiques. Sa nature de portée intrinsèquement finie offre en effet la possibilité de traiter sur un même pied d'égalité le champ moyen et les corrélations d'appariement, sans risque de divergences ultraviolettes, même au-delà du champ moyen. Par ailleurs, la force tenseur, composante essentielle des interactions réalistes, a souvent été écartée des formulations effectives. Pourtant, elle s'est très tôt révélée nécessaire à la reproduction des propriétés élémentaires du système nucléaire le plus rudimentaire, le deutéron. Depuis, son action s'est manifestée à bien des égards, de l'arrangement des énergies à une particule, en passant par la description des résonances géantes et des états de Gamow-Teller, jusqu'à impacter la magie de noyaux super lourds.

Dans ce travail de thèse, nous nous proposons d'étendre l'expression analytique de l'interaction de Gogny à des termes spin-orbite et tenseur de portées finies. La forme résultante, voulue de portée intégralement finie, permet de retrouver la plupart des expressions analytiques établies à ce jour. Elle est en ce sens dénommée « interaction de Gogny généralisée ». Le code numérique utilisé pour déduire les paramètres est adapté aux termes nouvellement ajoutés, et une paramétrisation intitulée DG, issue de l'ajustement global de l'ensemble des paramètres, en est extraite. Pour ce faire, les propriétés d'appariement proton-neutron ont notamment été contrôlées pour la première fois dans une interaction de Gogny, via des contraintes sur les éléments de matrice appropriés. La consistance de l'interaction de Gogny généralisée est d'abord évaluée dans la matière nucléaire infinie, en comparaison à diverses paramétrisations antérieures et des calculs réalistes. Les équations d'état des matières symétrique et neutrique, ainsi que des grandeurs physiques telles l'énergie potentielle décomposée en canaux (S,T), les ondes partielles ou des critères de stabilité associés aux paramètres de Landau dans la théorie des liquides de Fermi sont analysés. Les résultats obtenus dans les noyaux finis, aussi bien au niveau du champ moyen, à partir de l'approximation Hartree-Fock-Bogoliubov, qu'au-delà, par l'intermédiaire de la méthode du mélange des configurations multiparticules-multitrons, sont décisifs. Les caractéristiques substantielles des principales interactions de Gogny sont préservées tandis que de nombreux amendements sont à recenser. Au niveau du champ moyen, le décalage dans les rayons de charge des isotopes du plomb est plus fidèlement décrit, des inversions entre états à une particule sont constatés, la destruction d'une partie de l'énergie d'appariement survient dans des chaînes isotopique et isotonique, la nature des déformations quadrupolaires axiales de certains noyaux mous sont modifiées et les hauteurs des barrières de fission abaissées dans plusieurs pré-actinides et actinides. Au-delà du champ moyen, la reproduction des premières énergies d'excitation de nombreux noyaux légers pairs-pairs et impairs est considérablement améliorée. Elle est interprétée la plupart du temps comme la signature d'une compétition subtile entre forces spin-orbite et tenseur dans l'évolution des couches en énergie.