
Recherche Expérimentale de Noyaux Très Exotiques Guidée par une Nouvelle Théorie de Stabilité Nucléaire Basée sur la Symétrie

RESPONSABLES:

DOMINIQUE CURIEN ET JERZY DUDEK

INSTITUT PLURIDISCIPLINAIRE HUBERT CURIEN ET UNIVERSITE DE STRASBOURG

TEL : 03 88 10 64 11 ET 03 88 10 64 98 ;

E-MAIL : DOMINIQUE.CURIEN@IPHC.CNRS.FR ET JERZY.DUDEK@IPHC.CNRS.FR

Il y a quelques années a été créée une collaboration internationale ayant pour objectif la découverte de la symétrie tétraédrique en physique subatomique, ceci sous l'initiative de D. Curien et de J. Dudek dans le cadre d'une collaboration avec A. Gozdz de l'Université Marie Curie-Sklodowska (Pologne). Plus de 110 physiciens d'environ 30 institutions de par le monde et incluant 12 théoriciens, ont contribué aux recherches expérimentales et théoriques qui, pas après pas, ont permis de définir des critères de plus en plus précis pour guider la découverte expérimentale. La percée a été obtenue au sein de la collaboration Fukuoka-Strasbourg, Réf. [1] ouvrant la route à l'article récent, Réf. [2], annonçant la première découverte des symétries octaédrique et tétraédrique pour un noyau de la région des Terres-Rares.

Cette recherche vise actuellement à explorer un certain nombre de nouveaux mécanismes, prédits par la théorie, tels que des excitations collectives dominées par des « bandes de rotation collective » exotiques *sans aucune présence* des transitions gamma usuellement dominantes du type quadrupole (E2) et dipôle (E1). Dès lors, on s'attend à l'existence de nouveaux états isomériques de longue durée de vie qui pourraient être identifiés avec le FRS Ion Catcher du GSI de Darmstadt. Ce système peut être utilisé pour étudier les noyaux exotiques produits en fission spontanée, en fission en vol, par fragmentation et transfert multi-nucléons. Les états isomériques d'intérêts ayant une durée de vie plus longue que 10 ms et avec des énergies d'excitation plus grande que 200 keV peuvent y être identifiés indépendamment de leurs propriétés de décroissance. C'est la raison principale qui nous encourage à utiliser le système de détection du GSI dans le cadre de la nouvelle collaboration Darmstadt-Strasbourg, afin de détecter la présence de ces états très exotiques dans la nature.

Le projet de Thèse proposé combinera un certain nombre de techniques innovantes. Guidées par des critères théoriques totalement nouveaux, des analyses de données originales des résultats expérimentaux sélectionnés, seront effectuées suivant les nouvelles méthodes décrites en Réf. [2]. En parallèle, la modélisation théorique des propriétés de la symétrie nouvellement découverte sera effectuée pour différentes régions nucléaires dans le cadre de la collaboration Strasbourg-York [3].

Les propriétés exotiques de décroissance de faible probabilité, espérée pour les configurations nucléaires ayant la symétrie tétraédrique et/ou octaédrique, seront établies en utilisant la modélisation théorique. Elles seront comparées aux résultats expérimentaux existants pour les noyaux pour lesquels la présence de ces symétries exotiques est attendue. Les propriétés de stabilité nucléaire seront examinées du point de vue de la nouvelle génération des noyaux dits « waiting points » qui influencent les schémas de production des processus de nucléosynthèses d'intérêt astrophysique.

Le projet de Thèse inclura aussi une analyse originale du mécanisme de *brisure spontanée de symétrie* en tant qu'outil de *recherche de la symétrie*. La possibilité d'existence de faibles transitions (E2) (dites résiduelles) sera étudiée en utilisant la nouvelle théorie microscopique de dynamique collective basée sur les nouveaux concepts d'adiabaticité nucléaire [4]. Leur présence pourra être étudiée expérimentalement offrant une possibilité unique d'établir l'existence des structures exotiques d'intérêts dans le cadre des collaborations internationales AGATA (Europe) et GRETA (USA).

Références :

[1] S. Tagami, Y. R. Shimizu and J. Dudek, Phys. Rev. C 87, 054306 (2013) ; S. Tagami, Y. R. Shimizu and J. Dudek, J. Phys. G ; Nucl. Part. Phys. 42 (2015) 015106.

[2] *First Evidence for the Presence of Nuclear Octahedral Symmetry in a Rare Earths Nucleus*; J. Dudek, D. Curien, I. Dedes, K. Mazurek, S. Tagami, Y. R. Shimizu and T. Bhattacharjee; Phys. Rev. C97, 021302(R) 2018

[3] The newly established Strasbourg-York collaboration aims at the theoretical studies of the exotic nuclear symmetries using the most powerful methods based on the nuclear mean-field theory; it is guided Professors J. Dobaczewski from the University of York, UK, and J. Dudek from UdS/IPHC Strasbourg and involves their collaborators.

[4] D. Rouvel and J. Dudek, Phys. Rev. C 99, 041303(R) (2019)