

Ph. D. thesis proposal / Proposition de thèse 2012

PhD title / Titre de la thèse:

EVOLUTION OF THE LEVEL-DENSITY PARAMETER AS A FUNCTION OF THE ISOSPIN CONTENT OF PALLADIUM ISOTOPES

ÉVOLUTION DU PARAMÈTRE DE DENSITÉ DE NIVEAUX EN FONCTION DE L'ISOSPIN DES NOYAUX DE PALLADIUM

PhD supervisor / Directeur de thèse:

Marie-France Rivet, Paolo Napolitani

Team / Équipe :

Bernard Borderie, Emmanuelle Galichet, Paolo Napolitani, Marie-France Rivet
INDRA – IPN (<http://ipnweb.in2p3.fr/~nim//recherche/indra/indra.html>)

Address / Coordonnées :

91406 ORSAY Cedex (FRANCE) - UMR 8608

Bât 102C, Université Paris-Sud 11

15 rue Georges CLEMENCEAU

napolita@ipno.in2p3.fr 0033 (0)1 69 15 71 22

rivet@ipno.in2p3.fr 0033 (0)1 69 15 71 48

Laboratory / Laboratoire:

Institut de Physique Nucléaire - Orsay

(<http://ipnweb.in2p3.fr>)

Institution / Institut:

CNRS/IN2P3

(<http://institut.in2p3.fr>)

Collaborations:

INDRA (<http://indra.in2p3.fr/spip/>)

Scientific domain / Contexte de recherche:

Exotic nuclei and level density.

The topic aims at achieving a more accurate description of the decay of excited nuclei, extended to the regions of exotic nuclei.

The precise description of such process is crucial for several fundamental-physic issues, ranging from the nuclear equation of state and nuclear-structure properties of nuclei to the cooling of compact stars.

The fundamental quantity which rules the cooling process of a warm nucleus is the level density; the dependence of this latter as a function of the isospin content of the mother nucleus is however still poorly known.

The scope of this research is the extraction of the form of the level density from the first-chance emission and from the details of the full decay sequence.

Noyaux exotiques et densités de niveaux.

La recherche vise à approfondir la compréhension du processus de décroissance de noyaux excités allant de la vallée de stabilité à la ligne d'instabilité proton. Le sujet touche plusieurs points-clés de physique fondamentale, à savoir les propriétés de l'équation d'état, la structure nucléaire des noyaux, jusqu'aux processus de refroidissement des astres compacts.

Les modèles statistiques qui décrivent la désexcitation des noyaux font appel aux densités de niveaux avant et après émission de particules. Un ingrédient fondamental pour le calcul des densités de niveaux est le paramètre associé dont l'évolution le long d'une chaîne d'isotopes d'un élément est expérimentalement mal connue, et les quelques descriptions théoriques contradictoires. L'étude de cette évolution, à partir de la connaissance des émissions de première chance et des séquences complètes de désexcitation, est l'objectif de la recherche proposée.

Subject / Sujet:

The research aims at extracting the level density parameter from the **first completely exclusive experiment dedicated to the measurement of the full decay sequence of hot nuclear systems produced in heavy-ion collisions, along an isotopic chain.**

Excited nuclei of palladium ($Z=46$) ranging over a large chain of isotopes (from ^{92}Pd to ^{104}Pd) were produced with the SPIRAL beams at Ganil (Caen, France) and detected with the experimental device *INDRA+VAMOS*. The full measurement of evaporated charged particles was obtained with the 4π detector *INDRA*, and the measurement of the heavy evaporation residues was performed with the large acceptance spectrometer *VAMOS*; the neutron multiplicity may be obtained by conservation of the system mass number. The observed decay properties allow to fix the level-density parameters through the first emission of the decay sequences.

The proposed research will firstly consist in the data analysis, performed in the *INDRA* collaboration. Further on, the study will focus on the interpretation of the data within a research team at IPN in Orsay. Lastly, on the basis of the new set of experimental results, the theoretical issue of the extension of a nuclear reaction model to long times will be addressed. In particular, the aim is to follow the dynamical evolution of a fusion reaction till first-chance emissions;

such a requirement imposes to introduce quantum ingredients in a transport model which an isospin-dependent form of the level density can validate.

Le sujet de recherche proposé est l'extraction du paramètre de densité de niveaux à partir de la **première expérience complètement exclusive dédiée à la mesure de la séquence de décroissance complète d'un système nucléaire chaud produit dans des collisions d'ions lourds, le long d'une chaîne d'isotopes.**

Des noyaux excités de palladium ($Z=46$) distribués le long d'une longue gamme d'isotopes (du ^{92}Pd au ^{104}Pd) ont été produits par réaction de fusion entre des projectiles d'argon, accélérés par *SPIRAL* au *GANIL*, et des cibles de nickel. Leurs produits de désexcitation étaient détectés par le dispositif expérimental *INDRA+VAMOS*. La mesure complète des particules chargées évaporées est obtenue par le détecteur $\#$ *INDRA*, et la mesure des résidus d'évaporation est réalisée par le spectromètre à large acceptation *VAMOS*. La multiplicité de neutrons sera déduite par simple conservation du nombre de masse total. Les propriétés du processus de décroissance permettent de fixer le paramètre de densité de niveaux à l'aide des émissions de début de chaîne des noyaux excités produits.

La recherche proposée commencera par l'analyse des données au sein d'un groupe issu de la collaboration *INDRA*. L'étude se poursuivra par l'interprétation physique au sein de l'équipe d'Orsay. L'émission de première chance (début de chaîne) pourra aussi être étudiée au plan théorique dans le cadre d'un modèle dynamique quantique de collisions afin de consolider l'interprétation des résultats expérimentaux.

Il y aura aussi, pour couvrir complètement le volet expérimental, la possibilité de participer à une nouvelle campagne expérimentale au *GANIL* avec l'ensemble de détection *INDRA-FAZIA*.

Outre une formation en physique fondamentale, la recherche proposée permet d'acquérir des compétences en analyse numérique, en physique expérimentale à la fois autour de spectromètres et de détecteurs exclusifs, et en phénoménologie des réactions avec des ions lourds. Le doctorant pourra présenter et discuter le projet avec plusieurs membres de la communauté scientifique, notamment dans le cadre de la collaboration *INDRA*, ce qui amènera à des déplacements hors du laboratoire (Caen, Lyon, Bologne, Florence, Naples).