

# L'état fondamental de $^{87}\text{Br}_{52}$ est-il déformé ?

*Spin of the ground state of  $^{87}\text{Br}$ , a sign of deformation ?*

Porquet Marie-Geneviève, Astier Alain, Deloncle Isabelle, Prévost Aurélien

**Collaborations :**

- (1) INRNE, BAS, 1784 Sofia, Bulgarie
- (2) IPHC, IN2P3-CNRS, 67037 Strasbourg
- (3) IPNL, IN2P3-CNRS, 69622 Villeurbanne Cedex
- (4) CEA/Saclay, DSM/DAPNIA/SPhN, 91191 Gif sur Yvette
- (5) JINR, Dubna, Russie

*Abstract: The first five excited states of  $^{87}\text{Kr}$  observed in our fusion-fission experiment had been also observed in the  $\beta$ -decay of  $^{87}\text{Br}$ . They cannot have the low-spin values which had been derived from the spin and parity values of the  $^{87}\text{Kr}$  ground state adopted in the compilations,  $I^\pi=3/2^-$ . Hence the  $^{87}\text{Br}$  (g.s.) spin value has to be revised. The new value,  $I^\pi=5/2^-$  is discussed in terms of deformation which would arise as soon as the neutron number departs from  $N=50$  provided that several proton sub-shells with  $\Delta l = 2$  are active.*

## Introduction

Il était jusqu'ici admis que l'état fondamental du noyau  $^{87}\text{Br}_{52}$  devait avoir un spin  $3/2^-$ , à l'image de son isotope voisin  $^{85}\text{Br}_{50}$ , puisque le  $35^\circ$  proton est placé sur l'orbite  $\pi p_{3/2}$  dans le cadre du modèle en couches sphériques. Les résultats que nous avons obtenus sur les états de haut moment angulaire de  $^{87}\text{Kr}$  nous ont conduits à réviser cette valeur. La valeur que nous proposons,  $5/2^-$ , peut s'interpréter en supposant que l'état fondamental de  $^{87}\text{Br}$  n'est pas sphérique.

## I - Résultats

Les premières mesures des états excités de  $^{87}\text{Kr}$  ont été réalisées par l'étude de la décroissance  $\beta$  de  $^{87}\text{Br}$ . Les valeurs de leurs spins et parités ont été déterminées en utilisant les règles de sélection des moments angulaires associées aux probabilités de décroissance mesurées, en partant de la valeur  $3/2^-$  pour l'état fondamental de  $^{87}\text{Br}$ . C'est ainsi que toutes les valeurs attribuées étaient inférieures ou égales à  $5/2$  [1].

Dans les expériences de fusion-fission que nous effectuons, les noyaux sont produits à haut moment angulaire et les états excités

mesurés sont les états "yrasts". À ce titre, ils ont toujours une valeur de moment angulaire supérieure à celle de l'état fondamental. Sachant que le spin de l'état fondamental de  $^{87}\text{Kr}$  est  $5/2^+$ , nous nous attendions donc à ce qu'aucun des états identifiés dans la décroissance  $^{87}\text{Br} \rightarrow ^{87}\text{Kr}$  ne soit observé dans nos mesures.

Pour identifier les transitions inconnues émises par les états de haut moment angulaire de  $^{87}\text{Kr}$ , nous avons donc utilisé la méthode des coïncidences des photons émis par les fragments complémentaires (voir la contribution "Excitations de  $^{87}\text{Kr}$  à haut moment angulaire").

Après avoir construit le schéma des niveaux excités de  $^{87}\text{Kr}$  et déterminé les valeurs de leur spin par corrélation angulaire, nous avons constaté que cinq de nos états avaient même énergie et même mode de désexcitation que des états figurant dans le schéma de décroissance, mais que leurs valeurs de spin étaient supérieures. Cette incohérence nous a conduits à refaire l'analyse des anciens résultats de décroissance en partant des valeurs de spin mesurées dans notre travail.

L'attribution d'une valeur  $I^\pi=5/2^-$  à l'état fondamental de  $^{87}\text{Br}$  rendent totalement

compatibles les résultats des deux types de mesures. Nous proposons donc de changer la valeur  $3/2^-$  qui avait été précédemment choisie sur des critères de continuité, sans aucun argument expérimental.

## II - Discussion

L'ordre des orbites sphériques de proton situées juste au dessus de la fermeture de couches à  $Z = 28$  peut être déterminé à partir des résultats obtenus sur l'état fondamental et le premier état excité des isotopes de  ${}_{29}\text{Cu}$ . Il dépend du nombre de neutrons, plus exactement du remplissage de l'orbite  $vg9/2$  qui s'effectue de  $N=40$  à  $N=50$  [2] : la première orbite change ainsi de  $\pi p3/2$  dans les isotopes légers à  $\pi f5/2$  dans les plus lourds. Corollairement la seconde orbite change de  $\pi f5/2$  à  $\pi p3/2$ .

La même valeur mesurée,  $I^\pi=3/2^-$ , pour les états fondamentaux sphériques des deux isotones  $N=50$ ,  ${}^{87}\text{Rb}$  et  ${}^{85}\text{Br}$ , s'interprètent donc naturellement par le fait que leur proton célibataire est situé sur la seconde orbite,  $\pi p3/2$ . Si la symétrie sphérique reste conservée pour  $N=52$ , on s'attendrait à ce que les états fondamentaux des deux isotones,  ${}^{89}\text{Rb}$  et  ${}^{87}\text{Br}$ , aient encore la même valeur de spin,  $I^\pi=3/2^-$ .

Bien que  ${}^{89}\text{Rb}$  ait un état fondamental  $I^\pi=3/2^-$ , ses multiples états excités observés dans la décroissance  $\beta$  de  ${}^{89}\text{Kr}$  ne s'expliquent absolument pas dans le cadre d'un modèle sphérique ou quasi-sphérique [3]. Par contre, en considérant une déformation *prolate* ( $\epsilon \sim 0.15$ ), nous avons pu décrire tous les niveaux observés à basse énergie comme des états collectifs bâtis sur les trois orbites proches du niveau de Fermi pour  $Z=37$ ,  $3/2^-$  [301] issue de  $\pi p3/2$ ,  $5/2^-$  [303] issue de  $\pi f5/2$  et  $1/2^-$  [301] issue de  $\pi p1/2$ .

Une telle interprétation permettrait de comprendre la nouvelle valeur de spin que nous proposons pour l'état fondamental de  ${}^{87}\text{Br}$  : le niveau de Fermi pour  $Z=35$  se trouverait alors proche de l'orbite  $5/2^-$  [303] issue de  $\pi f5/2$ .

Comment comprendre cette apparition brusque d'une déformation ? Dès que le nombre de protons devient inférieur à 38, plusieurs orbites de protons sont situées de part et d'autre du niveau de Fermi,  $\pi p1/2$ ,  $\pi p3/2$  et  $\pi f5/2$ , qui donnent lieu à de nombreuses excitations. Aussitôt que la contrainte sphérique imposée par le nombre magique  $N=50$  est levée, ces excitations de type quadrupolaire  $\Delta l = 2$  deviendraient dominantes.

Ces résultats ont déjà fait l'objet d'une publication [4].

## III - Futur

La déformation de  ${}^{87}\text{Br}$  pourrait être confirmée par la structure de ses états excités. L'idéal serait évidemment d'identifier les états des bandes collectives. Malheureusement nos données de fusion-fission ne permettent pas d'atteindre cet isotope, situé à la limite de production pour la réaction  ${}^{208}\text{Pb}+{}^{18}\text{O}$ . Nous pouvons alors nous tourner vers des résultats de décroissance radioactive : pour un noyau déformé, la densité d'états présents à basse énergie est beaucoup plus forte que pour un noyau sphérique.

Nous ferons prochainement cette étude auprès de l'accélérateur ALTO, le noyau père,  ${}^{87}\text{Se}$ , étant suffisamment produit par la photo-fission de l'uranium pour réaliser ces mesures.

### Références :

- [1] S. Raman et al., Phys. Rev. C 28 (1983) 602
- [2] S. Franchoo et al., Phys. Rev. C 64 (2001) 054308
- [3] E.A. Henry et al., Phys. Rev. C7 (1973) 222
- [4] M.-G. Porquet et al., Eur. Phys. J. A28 (2006) 153