



# Etude des noyaux isomériques produits dans la fission spontanée de $^{252}\text{Cf}$

C. Gautherin, M. Houry, W. Korten, Y. Le Coz, R. Lucas, Ch. Thiesen (DAPNIA/SPhN Saclay, France)

C. Badimon, G. Barreau, T. P. Doan, G. Pedemay (CENBG)

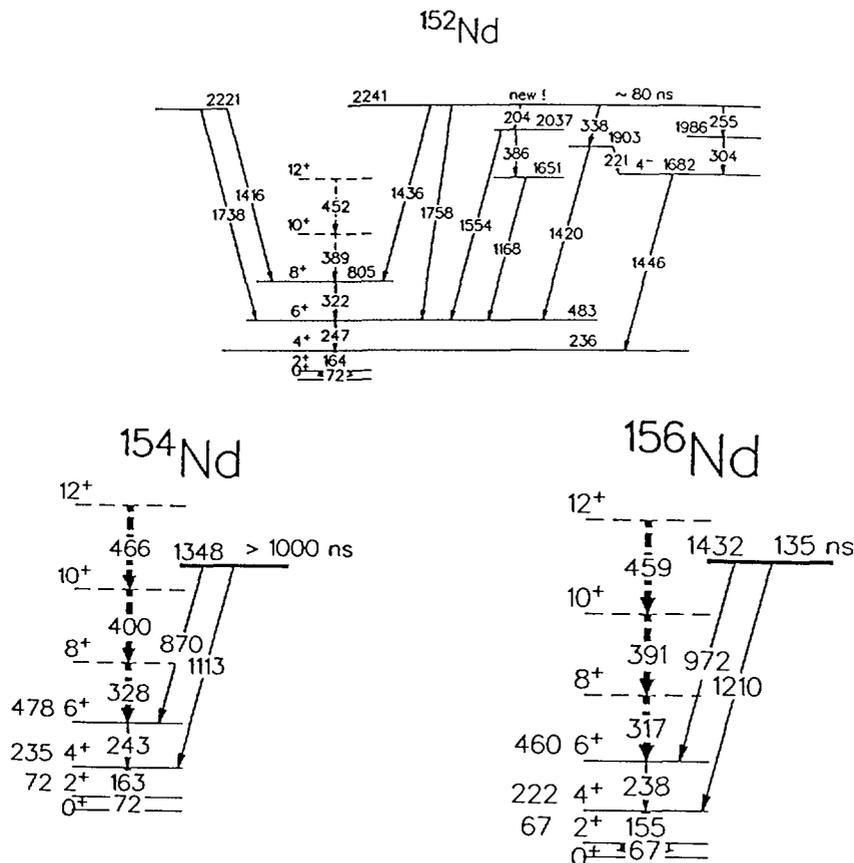
G. Belier, M. Girod, V. Meot, S. Péru (CEA Bruyères-le-Châtel, France)

A. Astier, L. Ducroux, M. Meyer, N. Redon (IPN Lyon, France)

Isomeric states have been studied in fission fragments produced by spontaneous fission of  $^{252}\text{Cf}$ . 34 isomeric nuclei have been identified using coincidences between  $\gamma$ -rays detected in EUROGAM II and fission fragments detected in photovoltaic cells. Lifetime from 20 ns up to 2  $\mu\text{s}$  have been measured. Microscopic calculations show evidence for K-isomerism in  $^{152,154,156}\text{Nd}$ .

L'utilisation du multidétecteur  $\gamma$  EUROGAM a suscité un regain d'intérêt pour la spectroscopie des noyaux riches en neutrons produits dans la fission [1]. Les résultats obtenus apportent un éclairage nouveau quant à la structure nucléaire des noyaux déformés situés dans la région des masses 90-100 ou dans la région des terres rares  $A = 140-150$ . Dans ce travail, nous nous sommes intéressés aux noyaux isomériques produits en grand nombre dans la fission spontanée de  $^{252}\text{Cf}$ .

Le dispositif expérimental est constitué d'un détecteur additionnel de fragments de fission placé au centre d'EUROGAM II. Ce dispositif comprend deux cellules photovoltaïques placées à 5 mm de part et d'autre d'une



source mince de  $^{252}\text{Cf}$ . Les cellules photovoltaïques ont une double fonction : détecter les fragments en coïncidence et fournir à EUROGAM l'ordre de détection des  $\gamma$  retardés dans un intervalle de temps de 1  $\mu\text{s}$ . Cette géométrie très compacte permet de confiner l'émission  $\gamma$  au voisinage immédiat du centre de détection d'EUROGAM.

Les masses des fragments sont déduites de leurs énergies cinétiques à partir des méthodes utilisées pour les détecteurs Silicium [2]. Parmi les très nombreuses transitions retardées mises en évidence, 200 ont été attribuées

sans ambiguïté à 34 noyaux et 8 nouveaux isomères ont pu être identifiés dans les noyaux  $^{104}\text{Mo}$ ,  $^{135}\text{Xe}$ , et  $^{152,154,156}\text{Nd}$ . Les schémas de désintégration des isomères observés dans les 3 isotopes de néodyme sont présentés sur la figure ci-dessous :

Les états isomériques se situent à 2 241 keV ( $^{152}\text{Nd}$ ), 1 348 keV ( $^{154}\text{Nd}$ ) et 1 432 keV ( $^{156}\text{Nd}$ ). Les durées de vie mesurées se situent entre 80 ns ( $^{152}\text{Nd}$ ) et plus d'une microseconde ( $^{154}\text{Nd}$ ).

La désexcitation de ces états s'effectue par des transitions de grande énergie (> 500 keV) vers les premiers états ( $4^+$ ,  $6^+$  voire  $8^+$ ) de la bande de rotation construite sur l'état fondamental. On notera que la désexcitation du niveau isomérique de  $^{152}\text{Nd}$  s'avère plus complexe et s'effectue en partie par l'intermédiaire de 2 niveaux déjà connus et situés à plus basse énergie.

Globalement, les schémas de désexcitation des niveaux isomériques de ces 3 isotopes de néodyme sont très voisins de ceux observés pour les noyaux  $^{156,158}\text{Sm}$ .

Des travaux récents [3] suggèrent que les niveaux isomériques de ces 2 isotopes de samarium devraient être des états excités à 2 quasi-particules neutron tels que  $J^\pi=K^\pi=5^-$  dont il est raisonnable d'envisager l'existence dans les noyaux  $^{152,154,156}\text{Nd}$ .

L'interprétation microscopique de ces niveaux isomériques a été amorcée à l'aide d'un calcul Hartree-Fock-Bogolioubov contraint utilisant la force de Gogny. Ces résultats montrent que les noyaux  $^{152,154,156}\text{Nd}$  sont déformés prolates dans leur état fondamental : la bande de rotation construite sur cet état fondamental est bien reproduite par le calcul. Pour ces noyaux, les énergies des premiers états excités à 2 quasi-particules se situent au-delà de 1 MeV en accord avec l'expérience. Le calcul confirme la similitude des états isomériques de  $^{156}\text{Nd}$  et de  $^{158}\text{Sm}$  associés à des états à 2 quasi-particules neutrons  $J^\pi=K^\pi=5^-$  ( $\nu 5/2$  (642)  $\otimes$   $\nu 5/2$  (523)), en revanche la même similitude ne se retrouve pas dans les noyaux isotones  $^{154}\text{Nd}$  et  $^{156}\text{Sm}$  : le calcul prévoit un état excité à 2 quasi-particules proton  $J^\pi=5^-$  très proche du niveau isomérique mesuré dans  $^{156}\text{Sm}$  mais aucun pour celui de  $^{154}\text{Nd}$ . En ce qui concerne le noyau  $^{152}\text{Nd}$ , la densité des états calculée est très proche de celle des états mesurés entre 1,6 et 2,3 MeV, cependant le manque d'information précise sur les spin et parité des niveaux mesurés interdit toute confrontation avec les calculs.

L'objet de cette expérience était de montrer les possibilités d'un détecteur de fragments de fission couplé à un multidétecteur  $\gamma$ . Il s'agissait là d'un dispositif modeste ne comportant que 2 cellules photovoltaïques. Un équipement plus performant et comportant 32 cellules devrait être prochainement installé auprès d'EUROGAM.

#### Références :

- [1] J.-H. Hamilton et al. *Prog. Part. Nucl. Phys.* Vol.35, 635(1995)
- [2] G. Barreau et al. *Nucl. Phys.* A432 411(1985)
- [3] S. J. Zhu et al. *J. Phys.* G21 L57 (1995)