

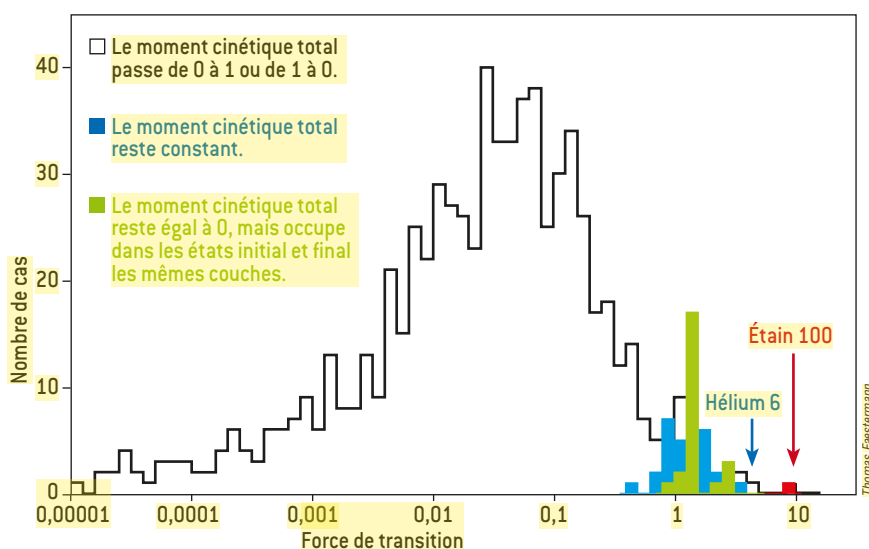
prédictions faites par le modèle en couches, on obtient des résultats plausibles. En tout cas, nous n'avons pas obtenu d'indications fortes que la désintégration bêta se passerait différemment du scénario théorique (voir la figure 2). Un aspect du modèle en couches était ainsi confirmé.

Nous avons aussi pu interpréter le spectre des énergies de désintégration. En comparant les spectres d'énergie des positrons avec des spectres calculés pour différentes énergies de désintégration, nous avons déterminé l'énergie de la transition de l'étain 100 à l'indium 100 excitée avec une précision de tout juste cinq pour cent. Connaissant la demi-vie et cette énergie, nous avons alors déduit la valeur de la force de transition de l'étain 100, soit 9,1. Cette force de transition est la plus élevée jamais mesurée et prédite dans une désintégration bêta ! Pour comparaison, pour l'hélium 6, la force de transition n'est que de 4,7 (voir la figure 6).

Vers l'étude des niveaux excités

Qu'est-ce qui rend la décroissance bêta de l'étain 100 si forte ? Pour le comprendre, il faut prendre un peu de champ. Le spin et le moment cinétique orbital d'un état nucléaire ne peuvent être mesurés indépendamment : c'est le moment cinétique total que l'on mesure. Or ce dernier ne résulte pas du seul remplissage de couches par des nucléons décrits par le modèle en couches, mais en principe plutôt d'un très grand nombre de configurations différentes. C'est là que le caractère doublement magique de l'étain 100 présente un fort atout : il réduit considérablement le nombre de configurations mises en jeu, ce qui rend le modèle en couches bien adapté. Les comparaisons entre expérience et théorie sont ainsi facilitées.

Les calculs correspondants se fondent sur les fonctions de probabilité utilisées en théorie quantique. Un noyau atomique peut se trouver simultanément dans plusieurs configurations, c'est-à-dire dans une « superposition d'états ». Dans un processus de désintégration, l'ensemble de ces configurations et leurs probabilités interviennent. Un calcul quantique récent indique que l'état fondamental de l'étain 100 est constitué à 82 pour cent d'une configuration à 10 protons dans la sous-couche $g_{9/2}$ et comportant une sous-couche $g_{7/2}$ complètement vide en neutrons.



6. LES VALEURS POSSIBLES DE LA FORCE DE TRANSITION de la désintégration bêta des noyaux atomiques sont représentées ci-dessus sur une échelle logarithmique, en regard des fréquences d'apparition correspondantes. On distingue des transitions « permises » (blanc, bleu) et « superpermises » (vert et rouge). Les transitions seulement « permises » sont caractérisées par des forces de transition deux à trois fois inférieures à celle de la désintégration bêta de l'étain 100, dont la plus fréquente est la valeur 9,1.

BIBLIOGRAPHIE

C. B. Hinke *et al.*, Superalloyed Gamow-Teller decay of the doubly magic nucleus Sn-100, *Nature*, vol. 486, pp. 341-345, 2012.

D. Bazin, Nuclear physics : symmetrical tin, *Nature*, vol. 486, pp. 330-331, 2012.

N. D. Cook, Models of the Atomic Nucleus, Springer (2^e éd.), 2010.

Une des configurations restantes est par exemple celle où une paire de protons ou de neutrons est excitée, c'est-à-dire placée dans une couche d'énergie supérieure.

Entre-temps, presque toutes les données de l'année 2008 ont été analysées. Nous sommes aussi en phase de démarrage d'une expérience supplémentaire sur l'étain 100. Dans le cadre d'une collaboration internationale avec des équipes de France, d'Allemagne, du Japon, de Pologne et d'autres pays, nous avons l'intention d'effectuer cette année une expérience sur l'accélérateur RIBF de l'institut de recherche japonais RIKEN. Les ions accélérés n'y atteignent certes que la moitié de la vitesse possible au GSI, mais la très haute intensité des faisceaux d'ions compense largement cet inconvénient, de sorte que l'on espère dix fois plus de données.

Cela nous permettra non seulement d'améliorer la précision de notre expérience, mais peut-être aussi de réaliser de nouvelles découvertes. Par exemple, certains théoriciens prédisent qu'un certain état excité de l'étain 100 pourrait avoir une durée de vie suffisante pour ne se désintégrer qu'après un temps de vol de 100 milliardièmes de seconde. Nous ne pourrions confirmer cette prédiction qu'après avoir obtenu plus d'une centaine de mesures, ce qui inaugurerait l'étude des états excités de l'étain 100.