

CALCUL DE LA FORME DES SPECTRES BÊTA

X. MOUGEOT, M.-M. BÉ, C. BISCH¹

¹CEA, LIST, LNHB
Gif-sur-Yvette, F-91191, France
xavier.mougeot@cea.fr

Le Laboratoire National Henri Becquerel (LNE-LNHB) est le laboratoire national de référence pour la métrologie des rayonnements ionisants. Depuis quelques années, nos utilisateurs formulent une demande croissante pour une connaissance précise de la forme des spectres en énergie des émissions bêta, assortie d'incertitudes bien établies.

Lors de la désintégration bêta d'un radionucléide, l'énergie disponible se répartit entre l'électron, l'antineutrino et le noyau fils. Cette désintégration à trois corps conduit à un spectre en énergie continu pour les électrons. La forme de ce spectre est notamment influencée par la nature de la transition, qui peut être « permise » ou « interdite » selon la structure des noyaux en jeu. L'énergie des électrons présente donc un spectre continu ayant des formes variées.

Ces spectres sont nécessaires en métrologie des rayonnements ionisants, dans le milieu médical pour l'imagerie, la radiothérapie et la dosimétrie, ainsi que pour les industriels du nucléaire pour les calculs de puissance résiduelle ou pour la gestion du combustible après irradiation. De plus, la mesure des neutrinos produits au cœur des réacteurs fait actuellement l'objet d'intenses recherches. Leur spectre en énergie est directement lié aux spectres bêta produits par les radionucléides présents. Elle permettrait une surveillance infalsifiable et en temps réel des installations nucléaires de par le monde, tout en donnant accès à la quantité produite de matériaux fissiles à usage militaire. Dans le domaine médical des radionucléides émetteurs bêta ont été proposés pour une utilisation en radiothérapie ciblée (TRT, *Targeted Radionuclide Therapy*). Cependant, le parcours des électrons est du même ordre de grandeur que la dimension des organes d'un petit animal. La dose moyenne absorbée doit donc être calculée en tenant compte du parcours de l'électron, ce qui suppose de connaître la répartition en énergie du nombre d'électrons.

Peu de travaux expérimentaux ont été menés sur la mesure des spectres bêta depuis les années 1970. Les études se sont concentrées principalement sur les transitions permises et premières interdites non-unicques. Les spectres étaient alors suffisamment bien connus pour les applications de l'époque. Mais les utilisateurs actuels souhaitent des incertitudes plus faibles et sont aussi demandeurs des spectres des transitions interdites uniques et non-unicques d'ordres supérieurs.

Cette contribution présentera les calculs de spectres bêta effectués au LNE-LNHB, et se focalisera plus particulièrement sur les effets atomiques à basse énergie. Nos calculs seront comparés aux mesures récentes des spectres du ⁶³Ni et du ²⁴¹Pu, dont les faibles énergies de transition en font des candidats idéaux pour tester les prédictions théoriques. Ces comparaisons permettront de valider nos calculs des effets d'écran atomiques et d'échange. Elles mettront en évidence la nécessité d'une prise en compte de ces effets pour une connaissance précise des spectres bêta à basse énergie.