

Mise en évidence des isotopes ^{55,56}Zn

J. Giovinazzo, B. Blank, M. Chartier, S. Czajkowski, J.-P. Dufour, A. Fleury, M.S. Pravikoff, J.-C. Thomas, CENBG
Ph. Dessagne, Ch. Miehé, Ch. Longour, IReS Strasbourg
A. Bruce, L. Frankland, B. Graham, M. Harder, Univ. Brighton
C.J. Moor, C.D. O'Leary, R.D. Page, M.J. Taylor, D. Wells, Univ. Liverpool
K. Chandler, Univ. Surrey
M. Bentley, D. Joss, Univ. Staffordshire
J. Simpson, D. Warner, Daresbury laboratory
Z. Janas, M. Pfitzner, M. Sawicka, Univ. Warsaw
J.M. Daugas, F. De Oliveira, M. Lewitowicz, GANIL Caen

Abstract

In a projectile fragmentation experiment at LISE3 / GANIL to study proton-rich nuclei in the A=50 mass region, with a 73 MeV/A ⁵⁸Ni beam on a nickel target, we could show the existence of two new isotopes : ^{55,56}Zn.

Cette expérience, menée au GANIL fin 1999, avait initialement trois objectifs :

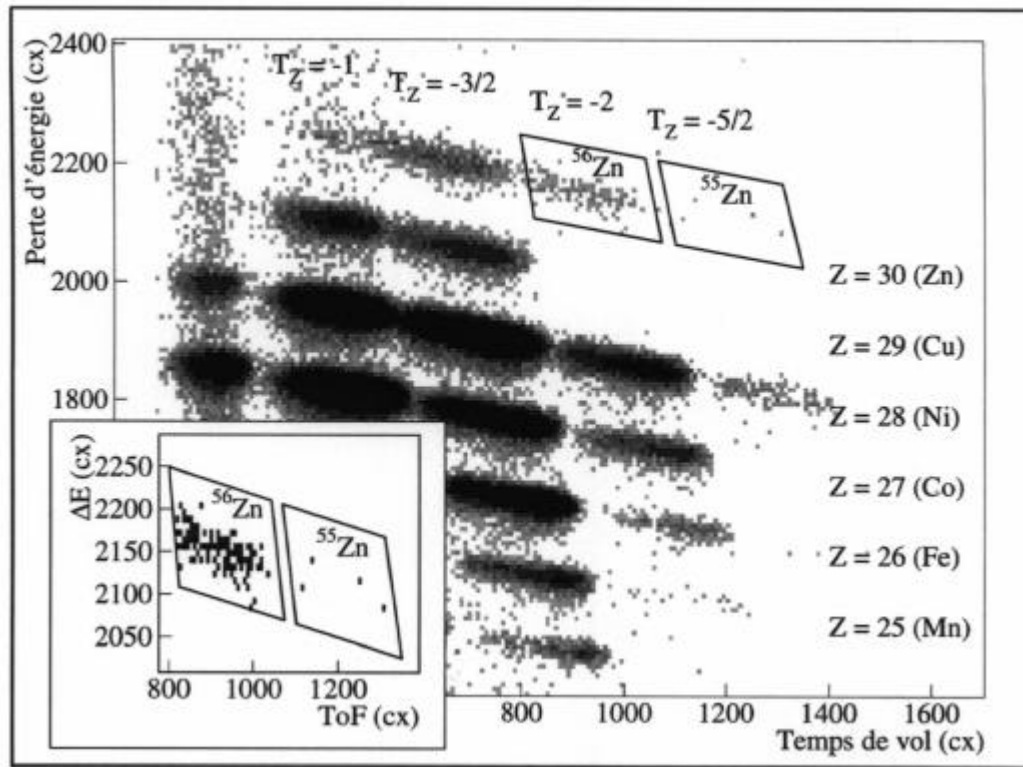
- l'étude spectroscopique de l'émission de protons retardés pour les noyaux $T_Z=-2$ entre ⁴⁴Cr et ⁵²Ni, afin de déterminer précisément, par la mesure des rayonnements γ en coïncidence, la positions des états peuplés dans la décroissance, pour des estimations de masse par l'équation de masse des multiplets isobariques (IMME)^[1],
- l'étude des modes de décroissance radioactive de ⁴⁵Fe, candidat à la radioactivité 2-proton^[2,3], et pour lequel de nombreuses voies sont énergétiquement possibles pour l'émission de particules retardées ;
- la recherche du dernier noyau doublement magique ⁴⁸Ni, seul noyau $T_Z=-4$ prédit par les modèles de masse, qui est également candidat à la radioactivité 2-proton^[2,3].

En plus des installations standards de la ligne LISE, la détection mise en place était constituée d'un télescope silicium, d'un détecteur à micro pistes silicium, double face, et d'un ensemble de détecteurs germaniums de grande efficacité (10% environ).

Le télescope permet une mesure de la perte d'énergie des ions produits ainsi qu'une double mesure de temps de vol, par rapport au signal haute fréquence du cyclotron, et par rapport à une galette à micro canaux située en amont sur la ligne. Ces mesures permettent une séparation en charge Z et isospin T_Z des ions implantés. L'utilisation d'un détecteur à pistes (X et Y) de 48×48 mm (16×16 pistes) dans lequel sont implantés les noyaux à étudier permet une diminution sensible du bruit de fond dans l'étude des radioactivités, par des corrélations entre la position des signaux d'implantation et de décroissance. La mesure des rayonnements γ est effectuée en coïncidence avec l'implantation pour l'observation d'isomères dans les noyaux produits (qui servent également de référence pour l'identification des isotopes), et avec la radioactivité pour des corrélations gamma-proton.

Les taux de comptage attendus pour ⁴⁵Fe et ⁴⁸Ni étant très faibles, cette expérience nécessitait un faisceau primaire de 1mAe, et l'utilisation du dispositif SISSI. Ces conditions n'ont pu être obtenues, le faisceau ayant une intensité d'un ordre de grandeur inférieure à celle requise, et des problèmes avec les tests de SISSI n'ayant pas donné satisfaction. Dans ces conditions, l'étude de ⁴⁵Fe et ⁴⁸Ni était compromise. Des données sont cependant en cours d'analyse en ce qui concerne l'émission de proton des isotopes moins exotiques. De plus, le réglage de la ligne LISE a été optimisé durant quelques heures sur les isotopes les plus riches en protons du zinc.

La figure présente la matrice temps de vol (ToF) et perte d'énergie (DE) permettant l'identification des ions implantés. Elle correspond à la prise de données relative aux réglages de LISE sur les isotopes de zinc. Cette matrice met clairement en évidence l'existence des isotopes ^{55,56}Zn. Les contours représentent les événements retenus pour chaque isotope ; ils résultent d'un ajustement de ToF et DE comme fonctions de Z et T_Z . Les contours effectivement pris en compte sont réduits de 10%, afin de rejeter des événements situés dans une zone de recouvrement éventuel entre des isotopes voisins. De plus, le temps de vol, dans cette matrice, étant relatif à la haute fréquence du cyclotron, une condition supplémentaire est exigée sur le temps de vol relatif à la galette micro canaux, ce qui réduit d'un facteur 2 environ la statistique. On peut alors noter la très faible pollution par des isotopes voisins : en effet, on ne compte aucun coup pour ⁵⁴Cu qui n'est pas lié. La matrice compte alors 133 coups pour ⁵⁶Zn et 4 coups pour ⁵⁵Zn.



Matrice de temps de vol et perte d'énergie : elle permet la séparation et l'identification des isotopes produits. L'insert représente un détail de cette matrice, filtrée par des contours sur les noyaux ^{56}Zn et ^{55}Zn .

Le tableau ci-dessous présente différentes estimations des énergies de séparation de 1 ou 2 protons pour les noyaux de zinc les plus légers. Pour ^{55}Zn , on s'attend principalement à une décroissance β^+ en raison de la faible énergie disponible dans le cas où l'émission de 2 protons serait permise. Ce noyau est de plus émetteur de particules retardées (bp , $b2p$ et éventuellement $b3p$). Le taux de comptage obtenu pour ^{55}Zn montre que dans des conditions expérimentales plus favorables, il est possible d'atteindre le noyau ^{54}Zn au GANIL. Ce noyau est lui aussi un bon candidat à la radioactivité 2-proton, comme l'indiquent les énergies de séparation de 2 protons. Sa durée de vie est estimée dans ce cas à $T_{1/2} \sim 10 \text{ ms}$ ^[4].

	^{56}Zn		^{55}Zn		^{54}Zn	
	S_p	S_{2p}	S_p	S_{2p}	S_p	S_{2p}
ref. [3] (MeV)			0.356 (64)	-0.289 (116)	-0.153 (64)	-1.794 (116)
ref. [4] (MeV)	0.90 (33)	1.099 (266)	0.52 (33)	0.12 (30)	0.40 (48)	-1.51 (41)

Énergies de séparation de 1 ou 2 protons pour les isotopes 54 à 56 du zinc, selon différentes approches (système ou modèle de masse).

Références

- [1] L. Faux *et al.*, Nucl. Phys. **A602**, 167 (1996)
- [2] W.E. Ormand, Phys. Rev. **C53**, 214 (1996)
- [3] B.J. Cole, Phys. Rev. **C54**, 1240 (1996)
- [4] G.Audi, W. Wapstra, Nucl. Phys. **A565**, 1 (1993)