

NOTAS DE FÍSICA

VOLUME IX

Nº 11

ÉTUDE PAR DÉTECTION DU RAYONNEMENT
DES FONCTIONS D'EXCITATION DE RÉACTIONS
PRODUITES PAR DES PROTONS DANS ^{51}V

par

Y. Cassagnou, C. Levi, L. Papineau, D. Stanojevic
et J. M. F. Jeronymo

CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS

Av. Wenceslau Braz, 71

RIO DE JANEIRO

1962

ÉTUDE PAR DÉTECTION DU RAYONNEMENT γ
 DES FONCTIONS D'EXCITATION DE RÉACTIONS
 PRODUITES PAR DES PROTONS DANS ^{51}V *

Y. Cassagnou, C. Levi, L. Papineau, D. Stanojevic
 C. E. N., Saclay

J. M. F. Jeronymo **
 Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, Rio de Janeiro

(Reçu le 9 Avril 1962)

Résumé. La suite des niveaux de ^{51}Cr a été établie jusqu'à 3 MeV d'excitation, ainsi qu'un schéma partiel de désexcitation. Les fonctions d'excitation des rayonnements γ présentent une structure résonnante; l'espacement moyen des niveaux de ^{52}Cr à 14,8 MeV d'excitation a été évalué à environ 1 keV. La section efficace totale $^{51}\text{V}(p, n)^{51}\text{Cr}$ à 4,26 MeV de protons a été trouvée égale à 220 ± 30 mb.

Abstract. Levels up to 3 MeV excitation in ^{51}Cr are given and a partial disintegration scheme is obtained. The excitation functions of γ rays show a resonant structure. The mean level spacing of ^{52}Cr at 14.8 MeV excitation was found to be about 1 keV. Total $^{51}\text{V}(p, n)^{51}\text{Cr}$ cross section determination at 4.26 MeV proton energy gives 220 ± 30 mb.

* Apparu dans le Journal de Physique et le Radium, tome 22, page 604, 1961.

** Actuellement détaché du Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, Rio de Janeiro, Brasil.

Nous avons étudié, par détection du rayonnement γ , les fonctions d'excitation, de 1,5 MeV à 5 MeV, d'un certain nombre de réactions partielles $^{51}\text{V}(p, n)^{51}\text{Cr}$ aboutissant aux différents niveaux de ^{51}Cr .

En bombardant une cible de ^{51}V par des protons, nous pouvons observer le rayonnement γ provenant des 3 réactions suivantes: $^{51}\text{V}(p, p')^{51}\text{V}$, $^{51}\text{V}(p, \gamma)^{52}\text{Cr}$, $^{51}\text{V}(p, n)^{51}\text{Cr}$.

Nous avons effectivement observé les rayonnements suivants:

- un rayonnement de 320 keV (1^{er} niveau excité de ^{51}V);
- à basse énergie les rayonnements correspondant à la désexcitation des 2 premiers niveaux de ^{52}Cr , provenant de la réaction (p, γ);
- un spectre non résolu de γ de capture;
- 9 rayonnements γ (0,75; 1,15; 1,35; 1,47; 1,56; 1,94; 2,4; 2,75; 2,9 MeV) provenant de la réaction (p, n) et correspondant à la transition directe des niveaux excités de ^{51}Cr au niveau fondamental.

Nous avons pu identifier ces rayonnements comme provenant de la réaction (p, n) par les seuils de réaction; ils sont en bon accord avec les résultats antérieurs obtenus par détection des neutrons [1], [2] auxquels nous avons ajouté les 2 niveaux à 2,75 MeV et 2,9 MeV.

Nous ne séparons pas les rayonnements γ correspondant aux deux doublets de niveaux situés au voisinage de 2 MeV et de 2,4 MeV. Nous ne pouvons pas dire si cela est dû à notre résolu-

tion ou à l'absence de transition directe allant à l'état fondamental.

Nos cibles de vanadium étaient déposées sur une feuille d'or. Nous avons utilisé ce fait pour monitorer les courbes d'excitation par l'excitation coulombienne du niveau à 277 keV de ^{197}Au .

Nous avons effectué les mesures entre 1,5 et 3,5 MeV à l'aide d'une cible de $630 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ avec des points espacés de 40 keV et de 3 MeV à 5,1 MeV à l'aide d'une cible de $470 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ en espaçant les points de 20 keV. Les photomultiplicateurs équipés de cristaux NaI de $44,45 \text{ mm} \times 50,8 \text{ mm}$ étaient placés à 60° du faisceau incident.

Nous avons pu analyser les surfaces des pics correspondants à 8 rayonnements γ et en tracer les fonctions d'excitation. Les corrections de rendement ont été effectuées en supposant l'émission γ isotrope ce qui a été vérifié par la distribution angulaire des rayonnements de 750 keV, 1 150 keV, et de la somme du spectre.

Pour atteindre les fonctions d'excitation des réactions partielles $^{51}\text{V}(p, n)^{51}\text{Cr}^*$ il faut pouvoir corriger des cascades les rayonnements γ observés, donc établir le schéma de désexcitation des niveaux de ^{51}Cr . Pour ce faire, nous avons effectué des mesu-

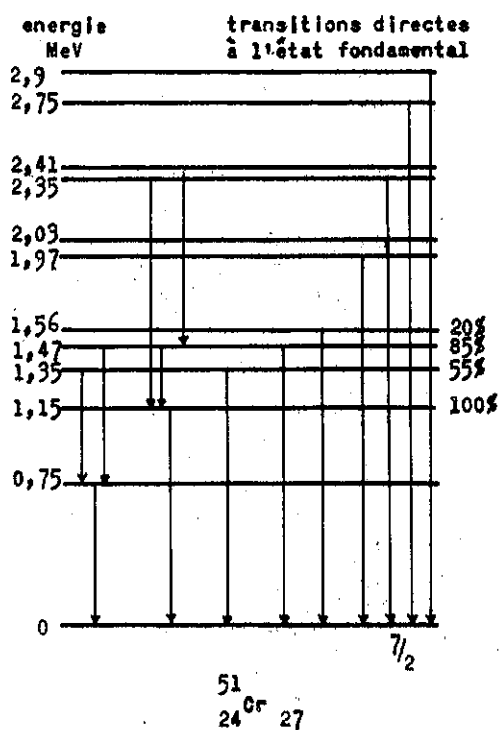


Fig. 1 - Schéma partiel de désexcitation.

res de coïncidences γ - γ à un certain nombre d'énergies de protons. Nous avons pu effectuer ces mesures en utilisant un temps de machine raisonnable, et sans émettre aucune hypothèse préalable sur les cascades possibles, grâce à l'analyseur-enregistreur à bande magnétique à 2 fois 63 canaux.

Actuellement nous pouvons donner les renseignements sur ce schéma de désexcitation, portés sur la figure 1. Les cascades et les rapports d'embranchement sont établis jusqu'au niveau à 1 560 keV.

On peut remarquer que les niveaux à 1 560 et 1 470 keV cascaden l'un sur le 1^{er}, l'autre sur le 2^e niveau excité et qu'il n'y a pas de transition entre le 2^e et le 1^{er} niveaux, ni entre les

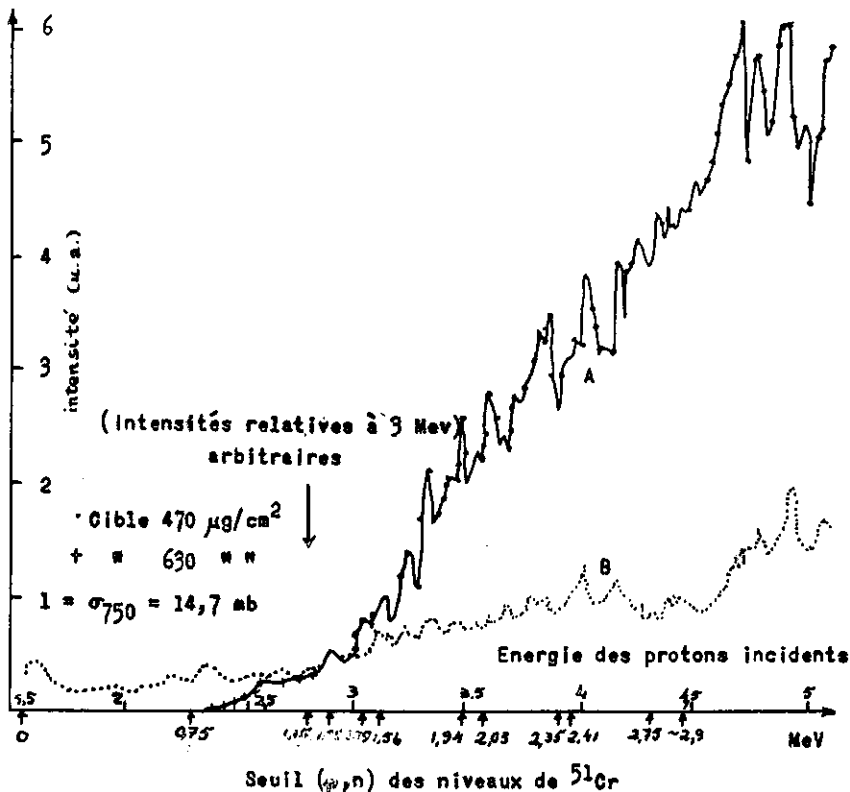


Fig. 2 - A: Réaction $^{51}\text{V}(p, n)^{51}\text{Cr}$. Fonction d'excitation du rayonnement γ de 750 keV.
 B: Réaction $^{51}\text{V}(p, \gamma)^{52}\text{Cr}$. Fonction d'excitation de la somme du rayonnement γ détecté d'énergie $\geq 4,8$ MeV.

niveaux qui les alimentent. Il est possible que ce doublet se retrouve à ~ 2 MeV et à $\sim 2,4$ MeV et que nous soyons en présence de deux séries indépendantes de niveaux. Pour les niveaux supérieurs nous avons, pour l'instant seulement, l'indication des cascades les plus importantes, l'une par l'intermédiaire du niveau à 1 470 keV l'autre par celui de 1 150 keV, qui viennent de l'un des deux niveaux vers 2,4 MeV (sans doute du niveau à 2,35 MeV).

Lorsque toutes les bandes magnétiques enregistrées seront lues, nous pensons pouvoir établir le schéma de désexcitation complet des 11 premiers niveaux de ^{51}Cr et atteindre les sections efficaces partielles de la réaction (p, n).

En attendant nous présentons donc seulement les fonctions d'excitation des rayonnements γ .

La figure 2 représente une fonction d'excitation typique, celle du rayonnement γ de 750 keV (provenant essentiellement du premier état excité), la courbe en pointillé représente la fonction d'excitation du rayonnement γ d'énergie $\geq 4,8$ MeV provenant de la réaction $^{51}\text{V}(p, \gamma)^{52}\text{Cr}$. Ces deux courbes ont une struc-

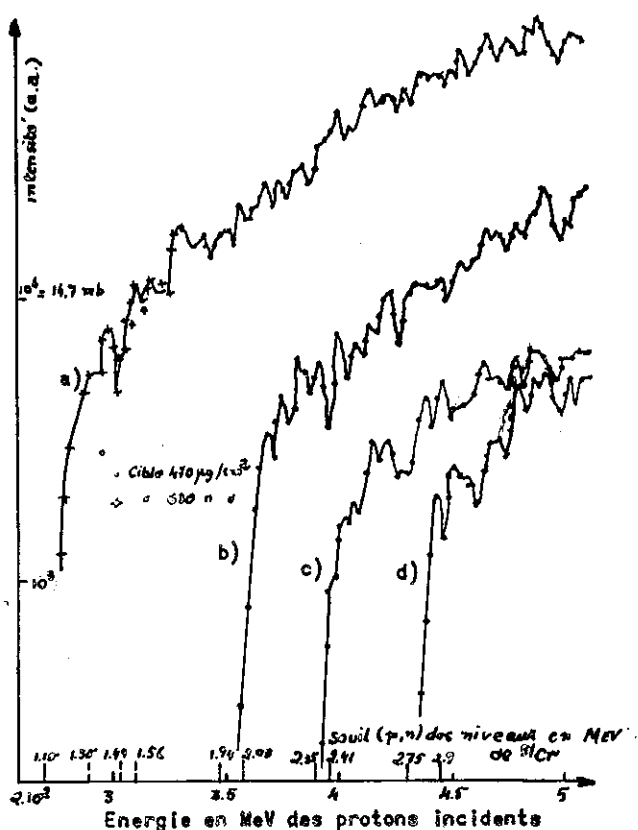
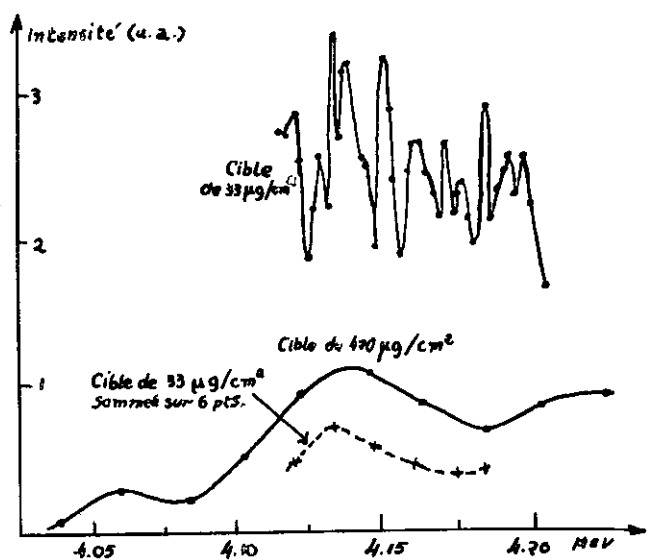


Fig. 3 - Fonctions d'excitation des rayonnements γ émis dans la réaction $^{51}\text{V}(p, n)^{51}\text{Cr}$.
 E_p MeV: a = 1,15; b = 1,94; c = 2,3; d = 2,75.

ture résonnante très marquée; leur comparaison montre que cette structure doit être liée au noyau composé ^{52}Cr .

La figure 3 représente quatre autres fonctions d'excitation, celles des rayonnements de 1,15 MeV, 1,94 MeV, 2,4 MeV et 2,75 MeV; on y voit l'identification à l'aide du seuil de production. Les accidents visibles sur toutes ces courbes ont une largeur de l'ordre de grandeur de l'épaisseur de la cible. Nos résultats concordent très bien avec la forme des courbes d'excitation obtenues en 1951 par Baker et al. [3] qui détectaient sans sélection d'énergie les neutrons d'une part, le rayonnement γ d'autre part. Malgré les précautions avec lesquelles les auteurs donnaient un espacement moyen de niveaux de ~ 65 keV, ces "pics" ont été reportés comme résonances dans les compilations de niveaux. Un tel espacement de niveaux nous paraissait très grand étant donné l'énergie d'excitation atteinte dans le noyau composé $^{52}\text{Cr}_{28}$ (énergie de séparation du proton 10,5 MeV), même si on tient compte de la couche fermée de neutrons.

Nous avons analysé un de ces "pics" ($E_p = 4,15$ MeV) avec une cible de $33 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ (2,3 keV) en faisant des mesures tous les 2,2 keV. Les résultats de la figure 4 montrent



Energie moyenne des protons dans la cible
Fig. 4 - Réaction $^{51}\text{V}(p, n)^{51}\text{Cr}$.

Analyse fine d'une "bosse" de la courbe d'excitation du rayonnement γ de 1 150 keV.

clairement une structure plus fine; on voit par comparaison la frag

tion de courbe correspondante obtenue avec la cible de $470 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ (32,7 keV) et en pointillé la reconstitution d'une courbe cible épaisse.

Notre résolution (2,8 keV) est insuffisante pour déterminer avec précision le nombre de résonances isolées. Nous pouvons dire que l'espacement moyen des niveaux de ^{52}Cr autour de 14,8 MeV d'excitation est inférieur à 6 keV et sans doute compris entre 1 et 6 keV. L'ordre de grandeur de l'espacement des niveaux semble parfaitement compatible avec la valeur d'environ 1 keV calculée à partir de la formule de Newton [4] tenant compte des effets de couches.

Enfin nous avons pu déterminer pour $E_p = 4,26 \text{ MeV}$ la section efficace totale $^{51}\text{V}(p, n)^{51}\text{Cr}$ en utilisant le rapport des sections efficaces du 2^e état excité et de l'état fondamental obtenu par temps de vol de neutrons (2). Notre valeur de $220 \pm 30 \text{ mb}$ est en bon accord avec celle de $210 \pm 30 \text{ mb}$ obtenue par Taketani et Alford [5].

* * *

Bibliographie

1. Fergusson (A. T. G.) et Paul (E. B.), Nuclear Physics, 1959, 12, 426.
2. Ballini (R.) et al., C. R. Acad. Sc., 1960, 251, 947.
3. Baker (W. D.) et al., Phys. Rev., 1951, 81, 46.
4. Newton (T. D.), Canad. J. Phys., 1956, 34, 804.
5. Taketani (H.) et Parker Alford (W.), N. Y. O. 9087, 1960.