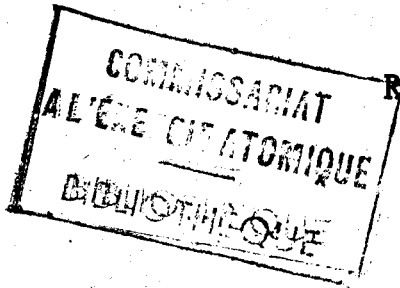


COMMISSARIAT A L'ÉNERGIE ATOMIQUE

N° 16107

VARIATION DU RENDEMENT DE L'EXCITATION
COULOMBIENNE POUR LES DEUX PREMIERS
NIVEAUX DE ROTATION DU TANTALE PAR
DES PROTONS D'ÉNERGIE COMPRISE
ENTRE 1,2 et 4,5 MeV



R. BARLOUTAUD et T. GRJEBINE

Rapport C.E.A. n° 318

1954

Centre d'Études nucléaires de Saclay

Service de Documentation

Boîte postale n°2 Gif sur Yvette (S et O)

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Variation du rendement de l'excitation coulombienne pour les deux premiers niveaux de rotation du tantale par des protons d'énergie comprise entre 1,2 et 4,5 MeV.* Note (*) de MM. **ROLAND BARLOUTAUD** et **TOVY GRJEBINE**, présentée par M. Francis Perrin.

L'excitation coulombienne de ^{181}Ta a été étudiée avec des protons de 1,2 à 4,5 MeV. Les γ de 137, 166 et 303 keV ont été observés. Les variations des rendements en cible épaisse sont en bon accord avec la théorie.

L'excitation coulombienne de ^{181}Ta a été mise en évidence par T. Huus et C. Zupancic (¹), C. L. McClelland et C. Goodman (²) qui ont observé les γ de désexcitation des niveaux de rotation de 137 et 303 keV. Récemment, Eisinger (³) a montré l'existence d'un troisième γ de 166 keV correspondant à la transition entre ces deux niveaux.

Huus et Zupancic ont mesuré la variation du rendement en cible épaisse des γ de 137 et 303 keV produits par des protons d'énergie comprise entre 1 et 2,2 MeV; G. M. Temmer et N. P. Heydenburg (⁴) ont fait la même expérience pour les γ de 137 keV produits par des α d'énergie comprise entre 1 et 3,7 MeV. Alors que ces auteurs trouvent un bon accord avec la courbe de rendement théorique, Goldburg (⁵) trouve, pour le rendement de 137 keV une croissance plus rapide que celle escomptée théoriquement.

Nous avons mesuré les rendements en cible épaisse des γ de 137 et 303 keV de Ta bombardé par des protons d'énergie comprise entre 1 et 4,5 MeV.

Les protons accélérés par l'accélérateur Van de Graaff de Saclay viennent frapper une cible épaisse de Ta; les γ émis sont détectés par un spectromètre à scintillations à cristal de NaI(Tl) placé à 18 cm environ de la cible. L'angle entre les protons incidents et les γ détectés a été choisi à 55° : comme la distri-

(*) Séance du 26 juillet 1954.

(¹) *Dan. Mat. Fys. Medd.*, **28**, 1953, n° 1.

(²) *Phys. Rev.*, **91**, 1953, p. 760.

(³) J. T. EISINGER, C. F. COOK et C. M. CLASS, *Phys. Rev.*, **94**, 1954, p. 735.

(⁴) *Phys. Rev.*, **93**, 1954, p. 351.

(⁵) W. I. GOLDBURG et R. M. WILLIAMSON, *Bull. Amer. Phys. Soc.*, **29**, 1954, n° 1, p. 10.

bution angulaire de ces γ est en bonne approximation en $1 + a(E) \cos^2\theta$, le rendement des γ émis à cet angle est proportionnel au nombre de γ émis dans l'angle solide total. La résolution présentait une largeur à mi-hauteur de 16 à 17 % de l'énergie pour le γ de 137 keV. Un écran de 1,2 mm d'étain permettait d'absorber presque totalement les rayons X gênants du tantale et du plomb (dus à l'effet photoélectrique des γ sur le canalisateur de Pb). L'écran absorbait 58 % du γ de 137 keV et 46 % du γ de 166 keV. La figure 1 montre le spectre des γ obtenu pour des protons de 3,97 MeV : le γ de 166 keV, à peine avangagé par l'absorbant d'étain, est très nettement visible.

Afin de mesurer le rendement du γ de 137 keV dû à la désexcitation du premier niveau formé directement, il est nécessaire de retrancher de l'intensité γ de 137 keV la contribution apportée par la désexcitation en cascade du deuxième niveau, contribution qui est égale à l'intensité du γ de 166 keV corrigée des facteurs suivants :

1° Rapport des probabilités d'émission γ pour les transitions de 137 et 166 keV [les coefficients de conversion de ces deux transitions ont été calculés au moyen des tables de Rose en supposant pour chacune d'elles un mélange $E_2 + M_1$ avec 15 % de E_2 (°) et en connaissant les rapports K/L (°)].

2° Rapport des probabilités de transmission à travers l'écran d'étain et la cible de tantale pour les γ de 137 et 166 keV.

3° Rapport des efficacités de ces γ dans le cristal (ce rapport étant presque égal à l'unité).

Les intensités globales ont été mesurées en intégrant les divers pics et en soustrayant un fond comme indiqué sur la figure 1. La nécessité des diverses corrections pour le γ de 137 keV et la présence d'un fond important pour celui de 303 keV font que la précision de chaque point de la figure 2 n'est que de 6 à 10 %.

Le nombre de γ émis par proton incident d'énergie E_0 et de parcours x_0 en grammes par centimètre carré est proportionnel à

$$\int_0^{x_0} e^{-\frac{\mu(x_0-x)}{\cos\theta}} \sigma[\theta, E_x] dx \sim \int_{E_0}^0 e^{-\frac{\mu(x_0-x)}{\cos\theta}} \sigma[\theta, E] \frac{1}{\sigma_r(E)} dE,$$

E étant l'énergie du proton dont le parcours restant est x et μ le coefficient d'absorption des γ dans la cible; σ_r est la section efficace de ralentissement; $\sigma(E)$ la section efficace d'excitation coulombienne.

Nous avons effectué le calcul de $\sigma(E)$ au moyen de la formule $\sigma(E_2) \sim E g_2(\xi)$

(°) T. HUUS et C. ZUPANCIC, *Phys. Rev.*, 92, 1953, p. 1579.

où $g_2(\xi)$ était calculé d'après K. Alder et A. Winther (7) en prenant

$$\xi = \frac{z_1 z_2 e^2}{\hbar} \left(\frac{1}{v_2} - \frac{1}{v_1} \right),$$

v_1 et v_2 étant les vitesses du proton avant et après le choc. L'intégrale ci-dessus a été calculée pour les niveaux de 137 et 303 keV; μ a été pris égal à 2,5 cm²/g pour le γ de 137 keV et la correction d'autoabsorption a été négligée pour

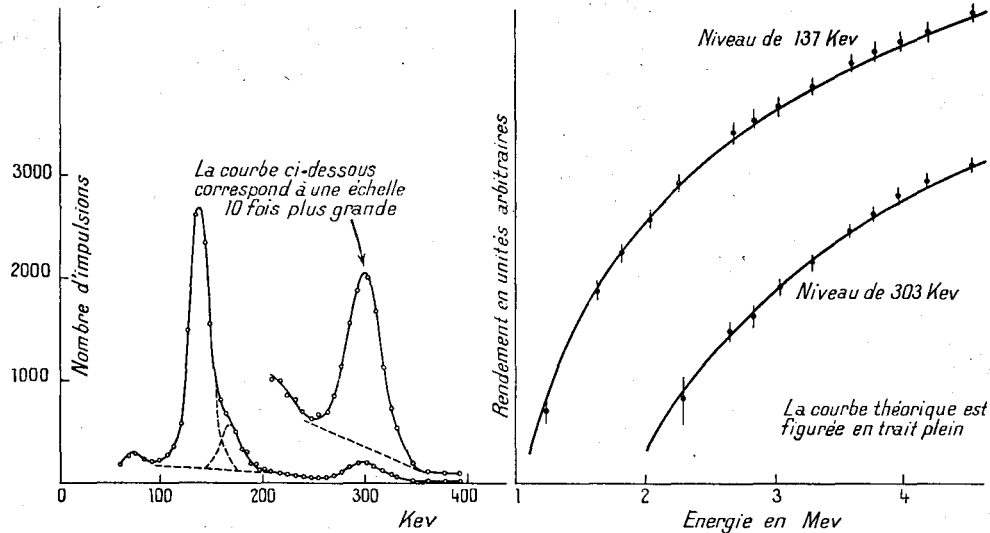


Fig. 1.

Spectre énergétique des γ du Ta bombardé par des protons de 3,97 MeV.

Fig. 2.

le γ de 303 keV; la section efficace de ralentissement des protons dans le tantale a été tirée de (8). Les courbes théoriques ainsi calculées ont été normalisées pour les valeurs expérimentales de 3,03 MeV et sont montrées sur la figure 2.

Nous voyons ainsi que jusqu'à 4,5 MeV, les rendements expérimentaux sont tout à fait compatibles avec la théorie.

(7) *Phys. Rev.*, 91, 1953, p. 1578.

(8) R. FUCHS et W. WHALING, Rapport sur les sections efficaces de ralentissement.

(Extrait des *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*,
t. 239, p. 491-493, séance du 2 août 1954.)

GAUTHIER-VILLARS,

ÉDITEUR-IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES
146647-54 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55.