HANS GEIGER ET ERNEST MARSDEN

Sur une réflexion diffuse des particules α

(*On a Diffuse Reflection of the α-Particles*)

Communiqué par E. Rutherford, reçu le 19 mai, lu le 17 juin 1909 ;
Proceedings of the Royal Society of London, série A, vol. 82, n° 557 (1909), p. 495–500

TRADUCTION FRANÇAISE

LE TEXTE

Un an après sa première étude de la diffusion des particules α (*Proc. R. Soc. A* 81, 1908), Hans Geiger reprend la question avec Ernest Marsden, étudiant de vingt ans que Rutherford vient de lui adjoindre. Ils cherchent si des particules α peuvent être renvoyées du côté même où elles frappent une plaque, comme on l'observait pour les particules β. Un écran de sulfure de zinc, abrité de la source par une plaque de plomb, ne reçoit que les particules renvoyées par un réflecteur ; on les compte au microscope, une à une.

Le résultat est net : une petite fraction des particules revient en arrière, d'autant plus que le métal est lourd. L'effet croît avec l'épaisseur d'or puis sature (fig. 2) : c'est un effet de volume, produit dans une couche très mince. Avec une source de radium C de flux connu, environ une particule incidente sur 8000 est réfléchie. Dévier ainsi de plus de 90°, dans 6×10^{-5} cm d'or, une particule aussi rapide et aussi lourde demanderait un champ magnétique de 10^9 unités : c'est ce résultat, que Rutherford comparera plus tard à un obus de 15 pouces rebondissant sur une feuille de papier de soie, qui le conduira en 1911 au modèle nucléaire de l'atome.

CETTE TRADUCTION

La traduction a été **générée par une IA** (Claude, Anthropic) et n'a pas été relue par un traducteur : pour toute citation, se reporter au texte anglais. Elle garde le vocabulaire de l'époque (« émanation », « radium C », « parcours », « pouvoir d'arrêt ») et la présentation des *Proceedings* : même format de page, même caractère, même bloc de texte, mêmes figures et même tableau redessinés en vectoriel, dont seules les légendes sont traduites. Le texte, plus long en français, court librement d'une page à l'autre : la pagination (495–500) suit celle de l'original, mais pas le contenu de chaque page.

Source : *Proc. R. Soc. Lond. A* 82, 495–500 (1909), doi:10.1098/rspa.1909.0054.

Sur une réflexion diffuse des particules α.

Par H. Geiger, Ph. D., John Harling Fellow, et E. Marsden, Hatfield Scholar, Université de Manchester.

(Communiqué par le prof. E. Rutherford, F.R.S.Reçu le 19 mai, — lu le 17 juin 1909.)

Lorsque des particules β tombent sur une plaque, un rayonnement intense émerge du côté même de la plaque où tombent les particules β. Beaucoup d'observateurs considèrent ce rayonnement comme un rayonnement secondaire, mais des expériences plus récentes semblent montrer qu'il se compose principalement de particules β primaires, qui ont été diffusées dans la matière au point d'en ressortir du même côté de la plaque.* Pour les particules α, on n'a encore observé aucun effet semblable, et peut-être ne faut-il pas s'y attendre, en raison de la diffusion relativement faible que subissent les particules α en traversant la matière.†

Dans les expériences qui suivent, on a cependant trouvé une preuve décisive de l'existence d'une réflexion diffuse des particules α. Une petite fraction des particules α qui tombent sur une plaque métallique voient leur direction changée au point de ressortir du côté de l'incidence. Pour se faire une idée de la manière dont se produit cet effet, on a étudié les trois points suivants :—

(I) La quantité relative de réflexion pour différents métaux.

(II) La quantité relative de réflexion pour un métal d'épaisseur variable.

* Voir Schmidt, 'Jahrbuch der Radioaktivität und Electronik,' vol. 5, p. 471, 1908.

† Rutherford, 'Phil. Mag.,' vol. 12, p. 143, 1906 ; H. Geiger, 'Roy. Soc. Proc.,' A, vol. 81, p. 174, 1908.

(III) La fraction des particules α incidentes qui sont réfléchies.

Pour observer les particules réfléchies, on a employé dans toutes les expériences la méthode des scintillations. Pour le détail de la méthode, nous renvoyons aux mémoires de Regener* et de Rutherford et Geiger.†

La réflexion étant très faible, il fallait une source de rayons α très intense. On a employé un tube semblable à celui qui s'était montré une source convenable dans les expériences de diffusion de l'un de nous.‡ Cette source consistait en un tube de verre AB (fig. 1), étiré en cône et rempli d'émanation du radium ; l'extrémité B du tube était fermée hermétiquement par une fenêtre de mica, dont l'épaisseur équivalait à environ 1 centim. d'air, de sorte que les particules α pouvaient aisément la traverser.

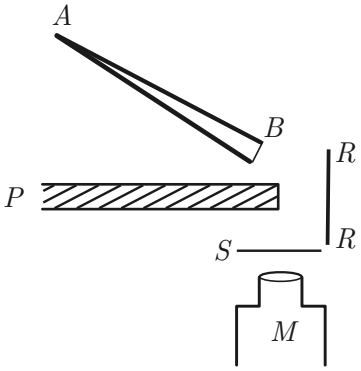


Fig. 1.

Comme il importe que la pression du gaz soit aussi basse que possible dans ce tube, l'émanation a été purifiée selon les méthodes mises au point par le professeur Rutherford.§ Le tube contenait une quantité d'émanation équivalant à environ 20 milligrammes de $RaBr_2$, sous une pression de quelques centimètres. Le nombre de particules α émises par seconde à travers la fenêtre était donc très grand et, grâce à la faible pression qui régnait dans le tube, les différents parcours des particules α des trois produits (*c.-à-d.* émanation, RaA et RaC) étaient nettement définis.

L'écran de sulfure de zinc S (fig. 1) était fixé derrière la plaque de plomb P, dans une position telle qu'aucune particule α ne pouvait le frapper directement. Quand on plaçait un réflecteur dans la position RR, à environ 1 centim. du bout du tube, on observait aussitôt des scintillations. En même temps, l'écran s'éclairait sensiblement sous l'effet des particules β réfléchies.

À l'aide d'un microscope de faible grossissement, on comptait le nombre de scintillations par minute sur un millimètre carré déterminé de l'écran, pour des réflecteurs de différentes matières. On prenait soin de placer toujours les différents réflecteurs exactement dans la même position.

Il faut évidemment s'attendre à ce que le nombre de particules α réfléchies par la plaque diffère selon les directions, et dépende aussi de l'angle d'incidence.

* 'Verh. d. D. Phys. Ges.,' vol. 10, p. 78, 1908.
† 'Roy. Soc. Proc.,' A, vol. 81, p. 141, 1908.
‡ Geiger, 'Roy. Soc. Proc.,' A, vol. 81, p. 174, 1908.
§ 'Phil. Mag.,' August, p. 300, 1908.

Dans notre dispositif, cependant, on n'a trouvé aucune différence appréciable pour des angles différents. Cela tient à ce que, le tube devant être très près du réflecteur, l'angle d'incidence variait beaucoup. L'étude de la variation de l'effet avec les angles d'incidence et d'émergence exigerait une source de rayons a homogènes, parallèle et très intense, ce qui n'est guère réalisable.

Dans le tableau suivant, la colonne 3 donne le nombre de scintillations observées par minute ; la colonne 4, le rapport au poids atomique ; on voit que ce rapport décroît avec le poids atomique. Le cas du plomb semble faire exception, ce qui peut tenir à de légères impuretés du plomb.

1. Métal.	2. Poids atomique, A.	3. Nombre de scintillations par minute, Z.	4. A/Z.
Plomb	207	62	30
Or	197	67	34
Platine	195	63	33
Étain	119	34	28
Argent	108	27	25
Cuivre.....	64	$14 \cdot 5$	23
Fer.....	56	$10 \cdot 2$	$18 \cdot 5$
Aluminium.....	27	$3 \cdot 4$	$12 \cdot 5$

Même en l'absence de tout réflecteur, on observait environ une scintillation par minute. On a pu montrer aisément qu'elle était due à une réflexion par l'air que traversaient les particules a. Les nombres du tableau sont corrigés de cet effet.

Il est intéressant de noter ici que, pour les particules β, le nombre de particules réfléchies décroît aussi avec le poids atomique du réflecteur.* Mais alors que, pour les particules β, le nombre réfléchi par l'or n'est qu'environ le double de celui que donne l'aluminium, ce même rapport atteint environ vingt pour les particules a.

(II) Nous avons déjà fait remarquer que la réflexion diffuse des particules a est une conséquence de leur diffusion. De ce point de vue, le nombre de particules réfléchies doit varier avec l'épaisseur de l'écran réfléchissant. Comme on peut obtenir l'or en feuilles très minces et uniformes, on a pris pour réflecteurs différents nombres de ces feuilles. Chaque feuille équivalait, pour le pouvoir d'arrêt, à environ $0 \cdot 4$ millim. d'air. Il a fallu monter les feuilles sur des plaques de verre, mais le nombre de particules réfléchies par le verre lui-même s'est montré très faible, même comparé à celui que donne une seule feuille d'or. La courbe de la fig. 2 donne le résultat des mesures. Le nombre de scintillations

* McClelland, 'Dublin Trans.,' vol. 9, p. 9, 1906.

dues à la réflexion par l'air est retranché de chaque lecture. Le premier point de la courbe représente le nombre de scintillations observées avec une plaque de verre seule comme réflecteur ; le dernier point (marqué 30) donne le nombre de scintillations obtenu avec une plaque d'or épaisse.

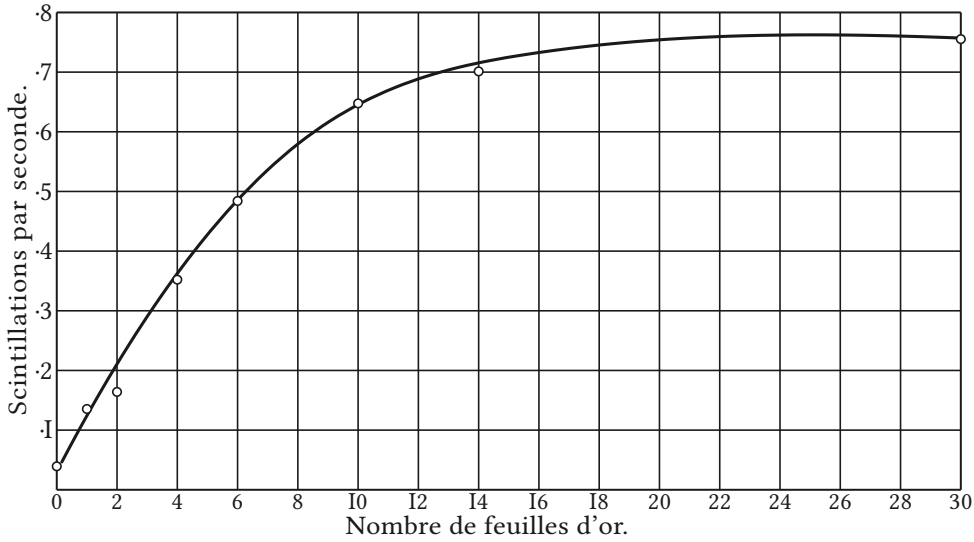


Fig. 2.

La courbe est semblable à celles qu'on a obtenues pour la réflexion des particules β.* Elle montre clairement que la réflexion n'est pas un effet de surface, mais un effet de volume.

Comparé cependant à l'épaisseur d'or que peut traverser une particule α, l'effet est confiné dans une couche relativement mince. Dans notre expérience, environ la moitié des particules réfléchies l'étaient par une couche équivalant à environ 2 millim. d'air. Si l'on tient compte de la grande vitesse et de la masse de la particule α, il semble surprenant que certaines particules α puissent, comme le montre l'expérience, être déviées de 90°, et même davantage, dans une couche d'or de 6×10^{-5} cm. Pour produire un effet semblable au moyen d'un champ magnétique, il faudrait l'énorme champ de 10^9 unités absolues.

(III) Dans l'expérience suivante, on s'est proposé d'estimer le nombre total des particules réfléchies. Le tube à émanation employé dans les expériences précédentes ne convenait pas à cet usage, d'abord à cause de la difficulté de déterminer exactement le nombre de particules α sortant du tube, ensuite à cause des différents parcours des particules α des trois produits : émanation, radium A et radium C. On a donc pris pour source rayonnante du radium C

* McClelland, 'Phil. Mag.,' vol. 9, p. 230, 1905 ; 'Ann. d. Phys.,' vol. 18, p. 974, 1905 ; Schmidt, 'Ann. d. Phys.,' vol. 23, p. 671, 1907 ; 'Phys. Zeit.,' vol. 8, p. 737, 1907.

déposé sur une plaque de petites dimensions. Le dispositif, schématisé fig. 3, était tel que les particules α issues de la plaque A tombaient sur le réflecteur de platine R, d'environ 1 centimètre carré, sous un angle moyen de 90°. Les particules réfléchies étaient comptées en différents points de l'écran S.

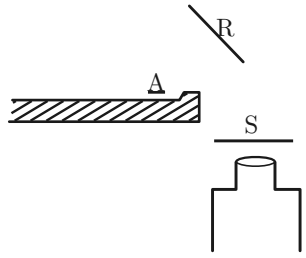


FIG. 3.

On n'a trouvé aucune variation appréciable du nombre avec l'angle d'émergence, pour la raison déjà expliquée plus haut.

La quantité de radium C déposée sur la plaque était déterminée par son activité en rayons γ.

En admettant que $3 \cdot 4 \times 10^{10}$ particules soient émises par seconde par une quantité de RaC équivalant à 1 gramme de Ra,* on a déterminé le nombre de particules α émises par seconde par la plaque active. On en a déduit aisément le nombre de celles qui tombaient sur le réflecteur de platine, d'après sa distance et sa surface connues. Pour trouver le nombre total de particules réfléchies, on a supposé qu'elles se répartissaient uniformément sur une demi-sphère ayant pour centre le milieu du réflecteur.

Trois déterminations différentes ont montré que, dans les conditions décrites, environ 1 particule α incidente sur 8000 était réfléchie.

Une expérience spéciale, faite à basse pression, a montré que, sous incidence rasante, le nombre de particules réfléchies sous un très petit angle avec le réflecteur dépasse de beaucoup le nombre calculé d'après le rapport ci-dessus. Cette diffusion tangentielle a une importance considérable dans certaines expériences : si, par exemple, on envoie des particules α d'une source radioactive le long d'un tube de verre d'une longueur appréciable, les conditions sont très favorables à cet effet. Le nombre de scintillations comptées sur un écran scellé à l'autre bout du tube comprend non seulement les particules qui frappent directement l'écran, mais aussi celles qui ont été réfléchies par les parois de verre du tube.

La correction due à ce dernier effet peut être appréciable, et serait plus grande encore dans le cas d'un tube métallique. Dans les expériences de comptage de Rutherford et Geiger, cet effet n'a pas influé sur le résultat final, le dispositif étant tel que l'étroit étranglement d'un robinet empêchait les particules réfléchies d'entrer dans l'ouverture du récipient d'ionisation.

Il paraît probable que le nombre de particules réfléchies dépend aussi de la vitesse des particules α qui tombent sur le réflecteur. Dans notre cas, les particules du radium C devaient traverser un peu plus d'un centimètre d'air avant d'atteindre le réflecteur. Les particules réfléchies avaient encore une vitesse

* Rutherford et Geiger, 'Roy. Soc. Proc.,' A, vol. 81, p. 162, 1908.

appréciable puisque, en interposant une feuille d'aluminium d'une épaisseur équivalant, pour le pouvoir d'arrêt, à $\frac{1}{2}$ centim. d'air, on ne changeait pas le nombre de scintillations comptées. On pouvait s'y attendre d'après l'expérience (II), qui a montré que les particules α sont réfléchies par une couche superficielle relativement mince du réflecteur.

Nous sommes redevables au professeur Rutherford de l'aimable intérêt qu'il a pris à ces recherches et de ses conseils.