



HAL
open science

Etude du rayonnement absorbable accompagnant les rayons α du polonium

Irène Curie, Frédéric Joliot

► **To cite this version:**

Irène Curie, Frédéric Joliot. Etude du rayonnement absorbable accompagnant les rayons α du polonium. Journal de Physique et le Radium, 1931, 2 (1), pp.20-28. 10.1051/jphysrad:019310020102000 . jpa-00233048

HAL Id: jpa-00233048

<https://hal.science/jpa-00233048>

Submitted on 4 Feb 2008

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

ETUDE DU RAYONNEMENT ABSORBABLE ACCOMPAGNANT LES RAYONS α DU POLONIUM.

M^{me} IRÈNE CURIE et M. FRÉDÉRIC JOLIOT.

Sommaire. — Dans ce travail, il a été montré par la méthode d'ionisation que le polonium n'émet pas de rayonnement γ de coefficient d'absorption massique dans l'aluminium $\frac{\mu}{\rho} = 215$. Le rayonnement auquel avait été attribué ce coefficient d'absorption est constitué par le rayonnement H de transmutation de l'azote de l'air dans lequel sont absorbés les rayons α .

Les auteurs n'ont pas observé de rayonnement γ nucléaire attribuable au polonium, toutefois il semble exister, en quantité trop faible pour déterminer son coefficient d'absorption, un rayonnement pénétrant dont on n'a pas précisé l'origine.

Les sources de polonium émettent un rayonnement β très faible, moins pénétrant que celui du radium E.

Les radiations caractéristiques L et M du polonium ont été observées.

On a observé certaines radiations caractéristiques dues à l'action des rayons α sur les supports du polonium; les rendements d'excitation calculés sont en bon accord avec les résultats de Bothe et Fränz.

Dans un travail déjà ancien, Russell et Chadwick ⁽¹⁾ ont montré que les préparations intenses de polonium émettent, en dehors du rayonnement α principal, une radiation très absorbable d'intensité très faible qui n'est pas éliminée par l'action d'un champ magnétique agissant entre la source et l'électroscope. Ils ont admis qu'il s'agissait d'un rayonnement γ émis par le polonium et pour lequel ils ont indiqué un coefficient d'absorption massique $\left(\frac{\mu}{\rho}\right)_{Al} = 215$.

Cependant, Bothe et Fränz ⁽²⁾ utilisant des préparations de polonium, au cours d'une étude faite au moyen d'un compteur à pointe, signalèrent qu'ils n'avaient pas observé cette radiation, mais ils ne recherchèrent pas la cause de ce désaccord.

Nous avons repris l'étude du rayonnement émis par les préparations fortes de polonium, par la méthode d'ionisation. Nos premières expériences ont été faites en vue de préciser la nature de la radiation observée par Russell et Chadwick.

Nous avons ensuite étudié d'une manière plus détaillée le rayonnement électromagnétique émis; cette question présente un intérêt théorique, car il est important de savoir dans quelle mesure le départ des rayons α est accompagné de phénomènes secondaires produits dans le noyau ou dans les orbites de l'atome désintégré.

Les résultats principaux de cette étude ont déjà été publiés ⁽³⁾. Nous en donnons ici une description plus complète.

(1) RUSSELL et CHADWICK. *Phil. Mag.*, 27 (1914), p. 112.

(2) BOTHE et FRANTZ, *Z. Physik.*, 49 (1928), p. 1.

(3) IRÈNE CURIE et FRÉDÉRIC JOLIOT, *C. R.*, 189 (1929), 1270; FRÉDÉRIC JOLIOT et IRÈNE CURIE, *C. R.*, 190 (1930), 1292.

1. Dispositif expérimental. — Nous avons employé dans ces expériences un électroscope à feuille d'or (fig. 1) comportant une chambre d'ionisation A cylindrique, dont la partie inférieure est fermée par une feuille mince d'acétate de cellulose (masse superficielle

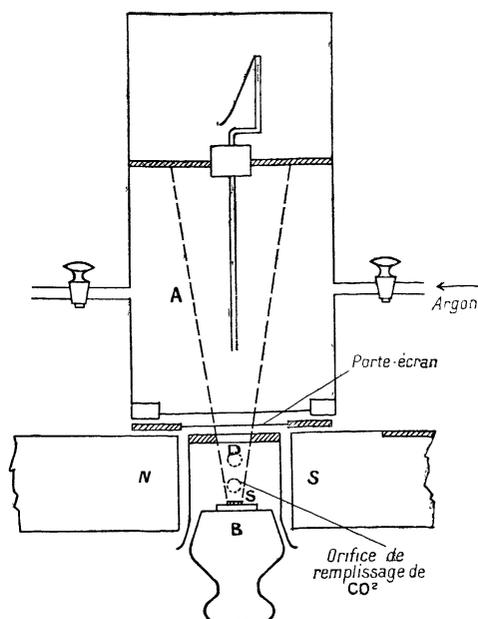


Fig. 1.

de l'ordre de $0,5 \text{ mgr/cm}^2$). La chambre A est suffisamment étanche pour qu'il soit possible de la remplir d'un gaz autre que l'air, à la pression atmosphérique. Les écrans absorbants étaient introduits en E. La préparation de polonium S était placée dans un petit récipient fermé B dont la partie supérieure portait un diaphragme de 15 mm de diamètre fermé par une feuille mince d'acétate de cellulose (masse superficielle de l'ordre de $0,5 \text{ mgr : cm}^2$); on pouvait y remplacer l'air par un autre gaz à la pression atmosphérique. La source S dont les dimensions ne dépassaient pas 5 ou 6 mm de diamètre se trouvait à 3 cm du diaphragme. Celui-ci était placé le plus près possible du porte-écran.

Dans ces conditions, la fraction du rayonnement utilisé était de 3 pour 100 (3 pour 100 du rayonnement émis dans l'angle 2π). Un champ magnétique horizontal établi dans la région entre S et E déviait le rayonnement β .

La feuille de l'électroscope parcourait sur l'échelle micrométrique 5 divisions en $10''$ pour $0,01 \text{ UES}$, le mouvement propre étant de 5 divisions en 5 minutes.

2. Différenciation des rayons γ et des rayons H au moyen des écrans absorbants. — Afin de distinguer les rayonnements de nature électromagnétique des rayonnements corpusculaires α ou H, nous avons tracé les courbes d'absorption dans l'aluminium et dans la cellophane (corps organique qui ne contient que des atomes C, O, N, H). Pour les rayons α ou les rayons H ⁽¹⁾, l'absorption massique des écrans est d'autant plus grande que les atomes sont plus légers (loi de Bragg); au contraire, pour tout rayonnement γ qui correspond à un potentiel d'émission supérieur à celui du niveau K de Al, ($V = 1\ 355$ volts,

⁽¹⁾ Les pouvoirs d'arrêts relatifs des divers atomes sont les mêmes pour les rayons H et pour les rayons α . Ce résultat prévu par la théorie est vérifié par les expériences de E. Rona, *Wien. Ber.*, **134** (1925), 385.

$\lambda = 7,9 \text{ \AA}$), l'absorption massique de l'aluminium est supérieure à celle de la cellophane.

Or, d'après F. Holweck ⁽¹⁾ la radiation K de Al est absorbée de moitié environ dans 0,42 cm d'air atmosphérique ou dans 0,63 mgr : cm² de cellophane. Par conséquent une radiation moins absorbée que celle-ci dans la cellophane est certainement de longueur d'onde inférieure à K de Al; les radiations que nous avons observées étaient toujours dans les conditions d'absorption ci-dessus. Il existe peut-être des radiations moins pénétrantes de nature corpusculaire ou électromagnétique, absorbées avant l'électroscope, mais leur étude n'est pas possible avec le genre de dispositif employé dans ces expériences, puisque l'on ne peut observer qu'au delà du parcours des rayons α du polonium.

Le coefficient d'absorption massique des rayonnements électromagnétiques est proportionnel à N^3 (N nombre atomique ou nombre atomique moyen). Pour les rayonnements α ou H l'absorption massique est inversement proportionnelle à \sqrt{N} . La cellophane et l'acétate de cellulose se comportent comme des corps de nombre atomique moyen environ 7, peu différent de celui de l'air.

Nous aurons donc pour les rayons γ peu pénétrants :

$$\left(\frac{\mu}{\rho}\right)_{\text{Al}} : \left(\frac{\mu}{\rho}\right)_{\text{cellophane}} = 6,5 \text{ environ.}$$

Pour les rayonnements α ou H, le rapport des masses par cm² d'aluminium et de cellophane produisant la même absorption est 1,35.

On voit qu'il est très avantageux pour l'étude des rayonnements γ absorbables de fermer avec de l'acétate de cellulose la chambre d'ionisation A et la chambre B qui enferme la source. Les feuilles d'aluminium les plus minces présentant une étanchéité suffisante ont une masse superficielle d'environ 0,8 mgr/cm²; on peut préparer des feuilles d'acétate de cellulose d'environ 0,5 mgr/cm², qui absorbent à peu près autant les rayons H, mais beaucoup moins les rayons γ .

3. Préparation et mesure des sources. — Les premières sources ont été préparées par dépôt électrolytique sur de l'argent ou du nickel par les procédés habituellement employés.

Par la suite, nous avons dû préparer des sources aussi exemptes que possible d'atomes d'hydrogène occlus dans la surface. Nous avons alors utilisé la méthode de volatilisation dans un courant gazeux ⁽²⁾ en apportant de légères modifications au dispositif de Rona et Schmidt. Le polonium destiné à être volatilisé était déposé sur des languettes de nickel, le gaz employé était soit CO² soit un mélange de CO + CO² produit par action de SO⁴ H² à chaud sur l'acide oxalique.

Le métal sur lequel le polonium était volatilisé avait été préalablement chauffé au rouge dans un courant de CO² pour le purger des traces d'hydrogène occlus.

Nous mesurons comme à l'ordinaire l'intensité des préparations de polonium par le courant de saturation qui correspondrait à l'ionisation totale produite par les rayons α émis dans l'angle 2π . Rappelons que 1 millicurie de polonium (quantité de Po qui émet par seconde le même nombre de rayons α que 1 mgr de Ra) produit un courant de 1 300 UES dans l'angle 2π . Les sources sont mesurées avec l'appareil absolu de M^{me} P. Curie ⁽³⁾.

Nous avons préparé des sources de l'ordre de 35 000 à 50 000 UES sur des surfaces de 4 à 5 mm de diamètre.

4. Expériences préliminaires. — Les expériences ont été faites avec des sources de 10 000 UES à 14 000 UES préparées par dépôt électrolytique. Elles étaient placées simplement sous l'électroscope. Nos premières courbes d'absorption dans l'aluminium

⁽¹⁾ F. HOLWECK, *C. R.*, Avril 1928, p. 1203.

⁽²⁾ E. RONA et E.-W. SCHMIDT, *Wien. Ber.*, 137 (1928), 103.

⁽³⁾ M^{me} Pierre CURIE, *J. Chim.-Phys.*, 22 (1925), 141.

fournissaient une valeur de $\frac{\mu}{\rho}$ voisine de celle qui était admise ($\frac{\mu}{\rho} = 245$); cependant, les courbes qui représentent le logarithme du courant d'ionisation en fonction de la masse par cm^2 d'aluminium traversé, ne sont pas absolument droites; elles ont toutes une faible courbure systématique dans le sens inverse d'un effet de filtration; d'autre part, l'allure des courbes diffère nettement suivant que le polonium est déposé sur nickel ou sur argent.

Nous avons alors étudié l'absorption du rayonnement dans la cellophane. Dans le cas du polonium déposé sur le nickel, le rayonnement est plus absorbé que dans l'aluminium à masse par cm^2 égale et semble principalement de nature corpusculaire. Comme on n'a pas mis en évidence ⁽¹⁾ de rayonnements α de long parcours émis par le polonium, il s'agit donc ici de rayons H.

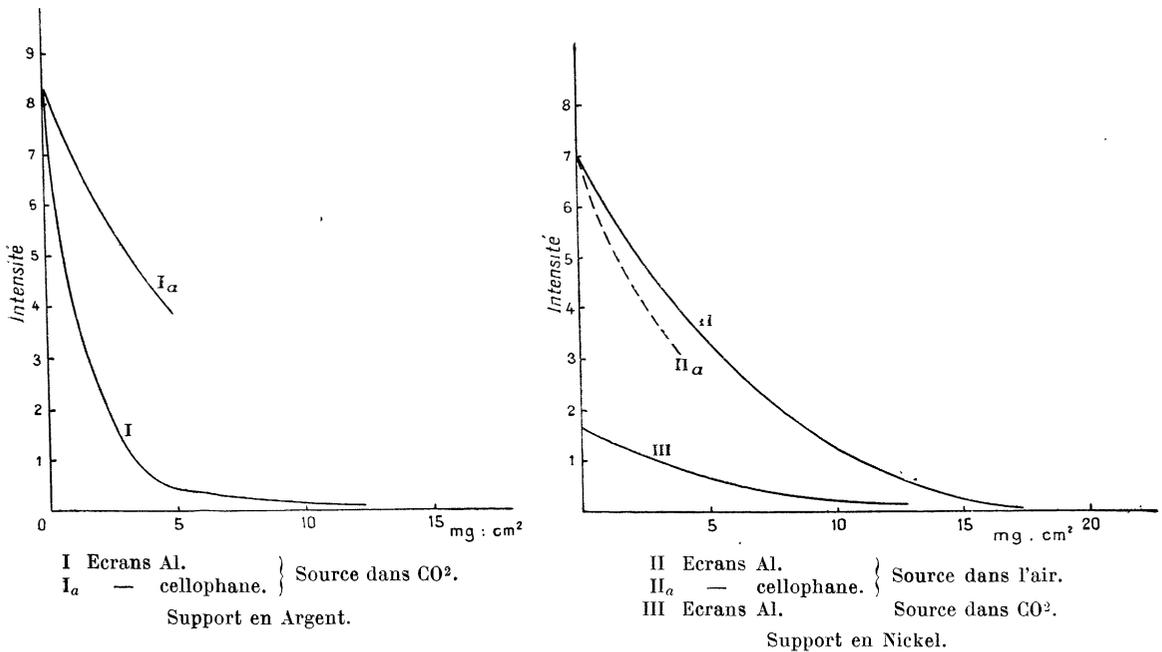


Fig. 2.

D'après l'étude des courbes d'absorption dans l'aluminium et dans la cellophane, la source sur nickel émet un rayonnement H de parcours maximum 16 cm dans l'air. Pour la source sur argent, il existe un rayonnement analogue superposé à un rayonnement électromagnétique.

Nous avons alors placé la source dans le récipient étanche B (voir fig. 1). On mesure le courant d'ionisation quand B est rempli d'air sec. On fait passer ensuite un courant de CO² sec; le courant diminue rapidement et se fixe à une valeur beaucoup plus basse quand le gaz carbonique a complètement remplacé l'air; il tombe à 20 pour 100 de sa valeur initiale dans le cas de la source sur nickel. Si on trace alors les courbes d'absorption dans l'aluminium et dans la cellophane, on constate que presque tout le rayonnement H a disparu. Ces rayons H résultent de la transmutation de l'azote de l'air sous l'action des rayons α du polonium; leur parcours maximum qui correspond à 16 cm d'air environ est

(1) N. YAMADA, C. R., 480 (1925), p. 436.

en accord avec les observations de Bothe et Frantz (1). Le courant d'ionisation qu'ils produisent dans les conditions expérimentales considérées ici est de l'ordre de 0,0008 UES pour une préparation de polonium de 10 000 UES.

Les sources préparées par électrolyse placées dans CO_2 émettent encore une petite quantité de rayons H hétérogènes de 14 à 15 cm de parcours dans l'air. Il s'agit probablement en majeure partie de rayons H naturels provenant d'eau ou d'hydrogène occlus à la surface de la préparation.

Les sources sur argent émettent un rayonnement γ qui produit dans l'électroscope un courant d'importance comparable à celui des rayons H produits dans l'air. Son coefficient d'absorption massique dans Al est $\mu/\rho = 730$ et nous l'avons identifié comme correspondant à la radiation caractéristique L de l'argent.

Les sources sur nickel émettent un rayonnement γ très faible que l'on ne peut étudier à cause du résidu de rayons H.

On voit sur la figure 2 un exemple caractéristique de la différence d'absorption des rayonnements corpusculaires et électromagnétiques dans des écrans d'aluminium et de cellophane. Les courbes I et II correspondent à l'absorption du rayonnement électromagnétique presque pur de la source sur argent placée dans CO_2 . Les courbes II et III sont relatives au rayonnement corpusculaire presque pur de la source sur nickel placée dans l'air.

La figure 3 montre aussi la différence de l'intensité du courant pour la source sur nickel dans l'air ou dans CO_2 (courbes II et III).

5. Étude des rayonnements électromagnétiques émis par les préparations de polonium. — Les expériences décrites ci-dessus ont fait apparaître la nécessité d'étudier les sources dans CO_2 pour éviter les rayons H de transmutation de l'azote et de les préparer par volatilisation sur des métaux dégazés pour éviter les rayons H naturels. D'autre part, on a vu que le support peut émettre des rayonnements caractéristiques en quantité suffisante pour dominer toute autre radiation émise par la source. Nous avons donc choisi des supports n'émettant pas de radiations caractéristiques dans le domaine de longueur d'onde que nous voulions étudier. Malheureusement, on ne peut utiliser comme support les éléments légers (Al, Mg) dont les radiations caractéristiques seraient toutes très absorbables, car on aurait alors des rayons H de transmutation de ces éléments.

On commence par construire les courbes d'absorption, la chambre d'ionisation de l'électroscope contenant de l'air; ces conditions sont favorables à l'étude des rayonnements très absorbables qui sont entièrement utilisés dans la chambre. On fait passer ensuite un courant d'argon dans la chambre d'ionisation et l'on fait alors les mesures avec des écrans plus épais; le courant augmente environ du simple au double par suite de la meilleure utilisation des radiations plus pénétrantes que l'on peut ainsi étudier à leur tour. L'analyse des courbes expérimentales nous a fourni les coefficients d'absorption massiques $\frac{\mu}{\rho}$. Pour relier ces valeurs aux longueurs d'onde des divers rayonnements correspondants, nous avons utilisé la relation $\frac{\mu}{\rho} = 14,3 \lambda^3 + 0,16$ (2), lorsque $\frac{\mu}{\rho}$ est inférieur à 40, et les courbes expérimentales de Jönsson (3) pour les autres valeurs de $\frac{\mu}{\rho}$.

Nous avons évalué le nombre de quanta de rayonnement γ émis d'après les données suivantes: On admet que l'absorption du rayonnement dans la chambre d'ionisation de l'électroscope est uniquement d'origine photoélectrique [dans le domaine de radiation que nous avons étudié ($\lambda > 1 \text{ \AA}$, $V < 12\,000$ volts)]. On admet également que les photoélec-

(1) BOTHE et FRANZ, *Z. Physik*, **43** (1927), p. 456.

(2) *Conférences-Rapports de Physique*, « Les Rayons X », M. de Broglie, p. 55.

(3) JÖNSSON. *Thèse*, Upsala, 1919.

trons produits dans cette chambre d'ionisation γ sont entièrement absorbés; en effet, d'après les mesures de parcours de rayons β faites par la méthode Wilson, les parcours des rayons β de 30 000 volts serait de l'ordre de 1 cm à la pression atmosphérique; nous

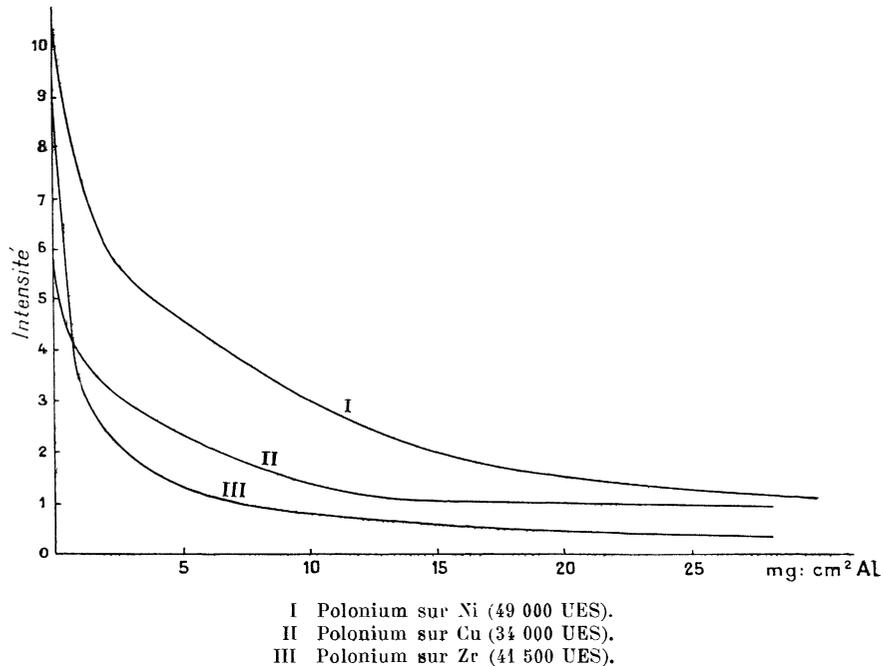


Fig. 3.

n'avons pas étudié le rayonnement correspondant à des différences de potentiels plus élevées.

On calcule pour chaque radiation l'énergie d'émission correspondante en volts, par la relation $\lambda V = 12\,400$ (λ en \AA , V en volts). On en déduit le nombre d'ions par photoélectron, en admettant que l'énergie dépensée par paires d'ions est de 35 volts quand il s'agit de l'absorption dans l'air, 30 volts quand l'électroscope contenait de l'argon. Ceci donne le courant par quantum absorbé dans l'électroscope.

D'autre part, le coefficient d'absorption $(\mu/\rho)_{\text{Al}}$ mesuré permet de calculer l'absorption subie par le rayonnement avant la chambre d'ionisation de l'électroscope et la proportion absorbée dans celle-ci, soit qu'elle contienne de l'air, soit qu'elle contienne de l'argon,

$\frac{\mu}{\rho}$ étant sensiblement proportionnel au cube du nombre atomique, on a

$$\left(\frac{\mu}{\rho}\right)_{\text{air}} = \frac{1}{6} \left(\frac{\mu}{\rho}\right)_{\text{Al}} \quad \left(\frac{\mu}{\rho}\right)_{\text{Ar}} = 2,7 \left(\frac{\mu}{\rho}\right)_{\text{Al}}.$$

Ces éléments permettent en tenant compte de l'angle solide utilisé de calculer approximativement le nombre de quanta émis dans le cas de chaque radiation.

6. Résultats des expériences. — Les résultats donnés ci-dessous ont tous été obtenus

avec des sources placées dans le gaz carbonique en utilisant le dispositif expérimental décrit plus haut. Excepté dans le cas du support d'argent, les préparations étaient de l'ordre de 35 000 à 50 000 UES et obtenues par volatilisation du polonium sur le support préalablement dégazé.

Les expériences faites dans ces conditions ont montré une forte diminution du résidu de rayons H observés avec les sources préparées par électrolyse, de sorte que l'étude du rayonnement électromagnétique est devenue possible. Toutefois, ce résidu est encore suffisant pour gêner considérablement les déterminations des coefficients d'absorption et de l'intensité des autres rayonnements, d'autant plus qu'il est variable d'une source à l'autre.

Avec des sources préparées sur nickel et sur cuivre, on observe un rayonnement X très absorbable de coefficient d'absorption massique dans l'aluminium $\frac{\mu}{\rho} = 4\ 000$.

Ce rayonnement ne peut pas être interprété comme étant la radiation *L* du nickel ou du cuivre, car son absorption dans la cellophane est plus faible que dans l'aluminium à masse par cm² égale; or, les radiations *L* de Ni ou Cu ont une longueur d'onde supérieure à celle de la discontinuité *K* de l'aluminium. On observe aussi un rayonnement complexe composé en majeure partie de la radiation caractéristique *K* de Ni ou Cu et d'un rayonnement plus pénétrant. Pour étudier celui-ci, nous avons préparé des sources sur zirconium, ce métal ayant un rayonnement caractéristique *K* très différent (1).

Le rayonnement émis par les sources sur zirconium se compose d'un rayonnement de coefficient d'absorption $\left(\frac{\mu}{\rho}\right)_{Al} = 17$ identifiable avec *L* du polonium et d'un rayonnement notablement plus pénétrant d'intensité trop faible pour permettre une détermination de son coefficient d'absorption. On observe en outre la radiation *L* du zirconium, $\left(\frac{\mu}{\rho}\right)_{Al} =$ environ 2 000, et la radiation $\left(\frac{\mu}{\rho}\right)_{Al} = 1\ 000$ déjà observée avec les supports de Ni et Cu. Ce rayonnement qui est indépendant du support est vraisemblablement la radiation caractéristique *M* du polonium.

Les rayonnements *M* et *L* du polonium ont été ainsi observés pour la première fois.

L'analyse de ces radiations est grandement facilitée par l'absence de fond continu appréciable et nous pouvons avec une assez grande sécurité identifier des raies et donner leur coefficient d'absorption. Ceci est confirmé par l'expérience suivante que nous avons réalisé sur le conseil de M. Holweck.

On étudie d'abord l'absorption dans le fer et dans le nickel du rayonnement que nous supposons être la radiation *K* du cuivre dont la longueur d'onde est comprise entre les discontinuités *K* du fer et du nickel. Le fer doit être beaucoup plus absorbant que le nickel à masses superficielles égales. C'est ce que l'expérience confirme nettement. De plus, les masses des écrans de fer et de nickel augmentant, la radiation *K* du cuivre est de plus en plus absorbée et l'écart d'absorption des deux écrans diminue. Ce dernier fait indique la présence d'un rayonnement plus dur, vraisemblablement, en majeure partie, *L* du polonium; déjà caractérisé avec la source déposée sur zirconium.

Le tableau ci-après résume les résultats relatifs à la nature et à l'intensité des rayonnements observés.

I, intensité du rayonnement dans les conditions expérimentales, pour 10 000 UES de polonium.

n, nombre de quanta observés rapporté à l'angle 2π , correspondant à 10 000 particules α émises dans l'angle 2π .

N, nombre total de quanta émis par 10 000 particules α .

(1) Nous remercions sincèrement M. le Dr de Boer, des établissements « Philips » qui nous a aimablement offert ces lames de zirconium.

$\frac{\mu}{\rho}$ Al	λ EN Å CALCULÉ	V, EN VOLTS	$I \times 10^4$ U.E.S.	ORIGINE PROBABLE DE LA RADIATION	n	N
40	1,4	8 810	3,85	K de Ni	9	18
35	1,35	9 140	3,85	K de Cu	9	18
2 000	6,0	2 060	0,67	L de Zr	50	} 450
730	4,1	3 010	0,61	L de Ag	100	
17	1,06	11 630	1,4	L de Po	4	
1 000	4,6	2 680	0,58	M de Po	15	

n ne représente pas le nombre total de quanta émis par 10 000 particules α . Il faut, en effet, tenir compte de l'absorption du rayonnement excité dans la profondeur du métal pénétré par les particules α . Le parcours de celles-ci dans les métaux considérés est petit, de l'ordre de 1/100 de mm, on peut négliger cette absorption pour des rayonnements relativement pénétrants comme les radiations K du cuivre et du nickel. En doublant la valeur de n correspondant à ces radiations, on obtient le nombre total de quanta N émis par 10 000 particules α .

Le problème est plus compliqué lorsqu'il s'agit de rayonnements très absorbables comme les rayonnements L de l'argent et du zirconium. Il est nécessaire de multiplier les résultats précédents par un facteur de correction que nous calculons comme il suit :

Supposons tous les atomes de polonium réunis sur une petite surface et admettons, d'après les expériences de Bothe et Fränz (¹), que le nombre de quanta produits par unité de longueur le long de la trajectoire d'une particule α varie proportionnellement au carré du parcours restant. Connaissant le parcours des rayons α dans le métal considéré et le coefficient d'absorption du rayonnement secondaire dans ce métal, on peut calculer par intégration graphique le rapport du nombre de quanta absorbés au nombre de quanta émis.

Nous avons rapporté les valeurs des rendements d'excitation corrigés dans la dernière colonne du tableau précédent. Etant donné les nombreux intermédiaires et corrections qui interviennent dans ces calculs, on ne peut considérer ces résultats que comme des ordres de grandeur. Ceux-ci sont comparables à ceux que l'on peut déduire des expériences de Bothe et Fränz. Dans ce travail la courbe des rendements en fonction du nombre atomique, du radiateur fournit environ 2 quanta K du cuivre ou du nickel ; pour 1 000 particules α , nous trouvons, 1,8 ce qui est en bon accord. Pour les rayonnements L des supports, les rendements sont du même ordre de grandeur que ceux fournis par ces auteurs.

Nos expériences semblent d'ailleurs montrer que l'intensité des radiations M et L de Po n'est pas indépendante de la densité d'activité. Il faudrait donc admettre qu'une partie de ces rayons correspondent à l'excitation des atomes de polonium voisins. D'ailleurs, malgré la complexité du rayonnement émis par ces sources, nous avons pu observer l'excitation de rayonnements caractéristiques, très absorbables par l'interposition de couches extrêmement minces d'argent et de bismuth préparées par pulvérisation cathodique, L de Ag, M de Bi.

La mesure des coefficients d'absorption n'est pas suffisamment précise pour nous permettre de distinguer entre les rayonnements L du polonium et le rayonnement L de l'atome désintégré (plomb).

Enfin, les sources de polonium émettent un rayonnement β hétérogène très faible de $\frac{\mu}{\rho} = 35$ environ, moins pénétrant que celui du RaE.

Dans la plupart de nos expériences, nous avons observé un rayonnement γ plus péné-

(¹) BOTHE et FRANZ, *Z. Physik*, t. 52 (1928), p. 466.

trant dont nous n'avons pas décelé l'origine, son intensité étant trop faible. Nous reprendrons son étude ultérieurement.

L'interprétation théorique de ces phénomènes sera envisagée lorsque nous aurons obtenu de nouveaux résultats expérimentaux.

Nous tenons à remercier M^{me} Pierre Curie pour tout l'intérêt qu'elle a porté à ce travail et pour avoir mis à notre disposition le matériel et les quantités importantes de produits radioactifs dont nous nous sommes servis.

Manuscrit reçu le 12 décembre 1930.

