



**HAL**  
open science

## Absorption des rayons $\alpha$ du Radium

M.R.K. Mc Clung, Léon Bloch

► **To cite this version:**

M.R.K. Mc Clung, Léon Bloch. Absorption des rayons  $\alpha$  du Radium. Radium (Paris), 1906, 3 (3), pp.68-72. 10.1051/radium:019060030306801 . jpa-00242171

**HAL Id: jpa-00242171**

**<https://hal.science/jpa-00242171>**

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.



## Absorption des rayons $\alpha$ du Radium.

Par M. R. K. Mc CLUNG,

Professeur de physique à l'Université de Montréal.

### Introduction.

La question de l'absorption des rayons  $\alpha$  du radium par la matière a été discutée au point de vue théorique d'une manière admirable par le professeur Bragg dans un récent mémoire du *Phil. Mag.*<sup>1</sup>. Les considérations théoriques de ce mémoire ont aussi été vérifiées expérimentalement par Bragg et Kleeman<sup>2</sup>. Les résultats ont permis de conclure que l'absorption des rayons  $\alpha$  dans l'air est due principalement à ce que leur énergie se dépense en travail d'ionisation, et l'on a fait voir que les rayons  $\alpha$  ne possèdent ce pouvoir d'ioniser les gaz qu'à une distance limitée de la source. Cette distance limite est très nettement marquée, et dépend de la source qui produit les rayons.

La source à laquelle Bragg et Kleeman empruntaient leurs rayons  $\alpha$ , était une couche de radium très mince obtenue par cristallisation d'une solution. Cette couche cristalline, comme ils l'ont indiqué nettement, n'était pas une source homogène de rayons  $\alpha$ ; elle contenait différents produits de transformation du radium dont chacun émettait des rayons  $\alpha$  et quelques-uns

aussi des rayons  $\beta$  et  $\gamma$ . De plus, malgré l'extrême minceur de la couche rayonnante, la vitesse des rayons provenant de la profondeur est sensiblement diminuée par l'absorption avant qu'ils émergent à l'air, et cette cause suffirait à détruire l'homogénéité de la source.

L'hétérogénéité de la source rendait les courbes, comme on l'a clairement fait voir, plus compliquées que dans le cas simple d'un rayonnement homogène. Le professeur Bragg suggère l'idée de se servir du polonium, qui n'émet que des rayons  $\alpha$ .

Le professeur Rutherford a trouvé avantageux d'employer comme source un fil activé par l'émanation du radium. Bien que le dépôt formé sur le fil renferme les trois substances radium A, B et C, le radium A disparaît vite après qu'on a chassé l'émanation et le radium B n'émet pas de rayons du tout. Le radium C nous donne alors le moyen pratique d'avoir une source homogène.

Un autre avantage de ce procédé est que l'épaisseur de la couche radiante est infiniment petite et que par suite l'absorption n'existe pas. De plus la source peut être rendue aussi petite qu'on veut par l'emploi d'un fil très fin sur lequel on concentre l'activité.

Cette source de rayonnement a donné toute satisfac-

1. *Phil. Mag.*, p. 715, décembre 1904.

2. *Phil. Mag.*, p. 726, décembre 1904.

tion, et a fourni des résultats en parfait accord avec ceux de Bragg et Kleeman.

Malgré les nombreux avantages que présente l'emploi de la radioactivité induite comme source de rayonnement, elle a l'inconvénient de diminuer avec le temps. Mais dans toutes les expériences qui vont suivre, le taux de décroissance de la radioactivité

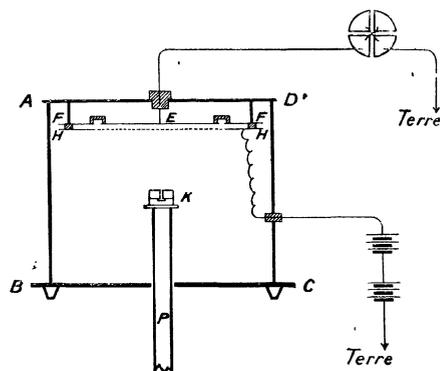


Fig. 1.

induite a été évalué à intervalles réguliers, et les corrections nécessaires ont été faites. Aucune difficulté sérieuse ne s'est présentée de ce chef.

La méthode expérimentale et le dispositif employés sont très semblables à ceux de Bragg et Kleeman. La figure 1 représente le schéma du montage.

#### Description de l'appareil.

ABCD est une boîte métallique renfermant les plateaux entre lesquels on mesure le courant de saturation ainsi que la source d'ionisation. E est une lame de zinc reliée à l'une des paires de quadrants d'un électromètre Dolezalek et munie d'un anneau de garde FF relié au sol. HH est une toile métallique distante de E de 5 millimètres environ et reliée à l'un des pôles d'une batterie d'accumulateurs dont l'autre pôle est au sol.

K est un bloc de laiton fait de deux pièces qui renferme la source de radiation. La pièce inférieure est un morceau de laiton massif portant au milieu de sa face supérieure une étroite cavité de 5 millimètres environ de profondeur. La pièce supérieure est, elle aussi, un bloc de laiton massif de 5 millimètres d'épaisseur environ et percé en son centre d'un trou vertical de 2 mm., 1 de diamètre à peu près. Les deux faces en regard étaient ajustées très exactement. Le fil activé était mis dans la cavité de la pièce inférieure, et surmonté de la pièce supérieure qui ne laisse émerger qu'un faisceau conique nettement défini. Le tout était placé dans une position déterminée sur un support vertical P réglable en hauteur.

Le plateau E était assez grand pour recevoir la totalité du faisceau conique quel que soit le réglage de P.

#### Méthode d'observation.

Le fil activé était un fil de cuivre fin de 0 mm. 5 environ de diamètre. Une longueur de ce fil voisine de 1 pouce était suspendue au pôle négatif d'une batterie de 400 volts dans l'émanation de 20 milligrammes de bromure de radium et abandonnée ainsi durant quelques heures jusqu'à ce que le fil ait pris son activité maximum. On le sortait alors de l'émanation, on le découpait en fragments et on le plaçait dans la cavité K. On mesurait alors la vitesse de décharge entre E et H pour différentes distances de la source à la toile métallique HH.

Durant le temps des mesures, l'activité du fil diminuait graduellement. Après une longue exposition à l'émanation, le radium C diminue, d'après Rutherford, de moitié en 55 minutes. On corrigeait cette chute d'intensité de la manière suivante. Après avoir placé le fil en position, on faisait une première observation à une distance déterminée et on notait l'instant. Puis on faisait trois ou quatre observations à des distances différentes, toujours en notant le temps. On revenait alors à la position primitive et l'on mesurait le taux de perte. Trois ou quatre observations étaient faites de nouveau à différentes distances, on revenait à la position primitive, et ainsi de suite, en marquant toujours le temps.

En employant de la sorte les observations faites à distance fixe on pouvait tracer une courbe de désactivation s'étendant sur tout l'intervalle des mesures. La connaissance de l'instant où se faisait une mesure quelconque donnait alors tout de suite la correction nécessaire en se référant à la courbe de désactivation. On obtenait de la sorte la mesure de l'ionisation en fonction de la distance pour une source supposée constante.

#### Absorption des rayons $\alpha$ par l'air.

On a étudié d'abord l'absorption des rayons  $\alpha$  par l'air à la pression atmosphérique et obtenu des courbes qui montrent les variations de l'ionisation avec la distance de la source à la toile HH. Ces courbes se sont trouvées parfaitement d'accord avec les résultats de Bragg et Kleeman. L'une d'elles est représentée figure 2; les ordonnées sont les distances en millimètres de la face supérieure du fil activé à la face inférieure de la toile métallique. Les abscisses représentent l'ionisation en divisions arbitraires de l'échelle par seconde.

Cette courbe présente les mêmes particularités qui ont été signalées par les premiers expérimentateurs. Lorsque la source s'éloigne de l'électrode, il y a un faible accroissement d'ionisation jusqu'à 4 centimètres environ. Au delà de cette distance l'ionisation augmente très rapidement jusqu'à un maximum atteint pour 5 cent. 8. l'ionisation, comme l'a indiqué Bragg

augmentant d'abord avec la distance malgré la diminution de vitesse causée par l'absorption dans l'air. Après le maximum, l'ionisation diminue avec une rapidité extrême jusqu'à 6 cent. 8 environ, où elle

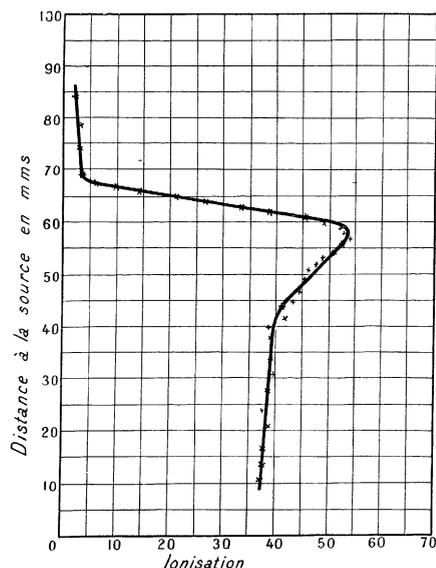


Fig. 2.

cesse complètement. La partie de la courbe qui subsiste encore est due entièrement à l'ionisation spontanée de l'air, ainsi qu'aux rayons  $\beta$  et  $\gamma$ .

Le parcours sur lequel les rayons  $\alpha$  peuvent ioniser

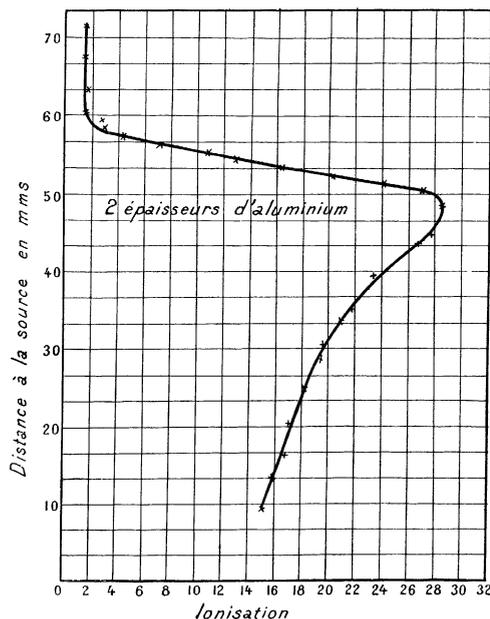


Fig. 3.

l'air est donc d'environ 6 cent. 8. Ceci est pleinement d'accord avec le résultat de Bragg et Kleeman qui ont trouvé 6 cent. 7.

Rutherford, dans un récent mémoire du *Phil. Mag.*<sup>1</sup>, a déterminé la distance à laquelle cessent l'effet photographique et l'action de phosphorescence des rayons  $\alpha$ . Il a trouvé la même limite que ci-dessus.

Les résultats fournis par la courbe indiquent que, lorsque la vitesse des particules  $\alpha$  du radium C diminue, leur pouvoir d'ionisation augmente d'abord lentement, puis rapidement, et, qu'après avoir atteint un maximum, il retombe très rapidement vers zéro.

Rutherford (*loc. cit.*), examinant cette question au point de vue photographique et au point de vue de la phosphorescence, a montré qu'au moment où cette double action cesse, la particule  $\alpha$  possède encore une fraction notable de sa vitesse initiale, et par suite de son énergie cinétique. Il a montré aussi que la dis-

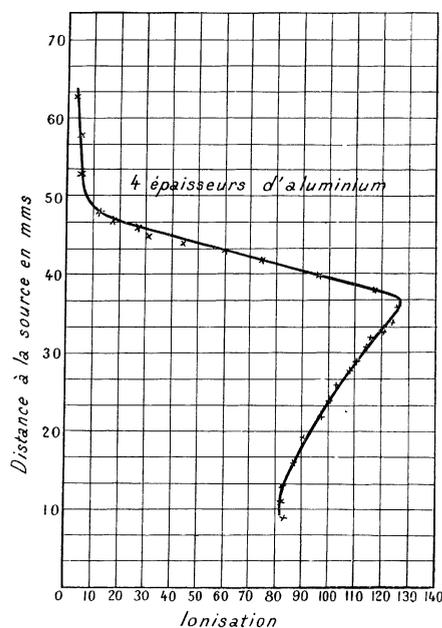


Fig. 4.

tance limite était très sensiblement la même que celle trouvée pour le pouvoir d'ionisation par Bragg et par l'auteur. Ces résultats semblent bien indiquer que la particule  $\alpha$  n'est plus capable d'action photographique, de phosphorescence ni d'ionisation dès que sa vitesse tombe au-dessous d'une valeur critique bien déterminée. Cette valeur limite est caractéristique des rayons appartenant à un produit déterminé.

A ce point de vue, on devrait s'attendre à voir l'action d'ionisation, sitôt le maximum dépassé, s'annuler brusquement. Or la courbe, après le maximum, est légèrement ascendante au lieu d'être horizontale. Ceci est dû au moins en partie à ce qu'on opère sur un cône de rayons d'angle considérable. Quand la distance augmente, l'air situé entre les électrodes est à la distance critique pour les rayons centraux avant d'y

1. *Phil. Mag.*, juillet 1905.

être pour les rayons marginaux, qui ont à parcourir un chemin plus long pour atteindre les électrodes. Sitôt que cet air est à la distance critique pour les rayons extrêmes, l'ionisation cesse parce que l'ouverture du cône efficace diminue.

**Absorption des rayons  $\alpha$  par l'aluminium.**

On a étudié aussi l'absorption produite par l'aluminium en feuilles très minces de 0,00051 centimètre.

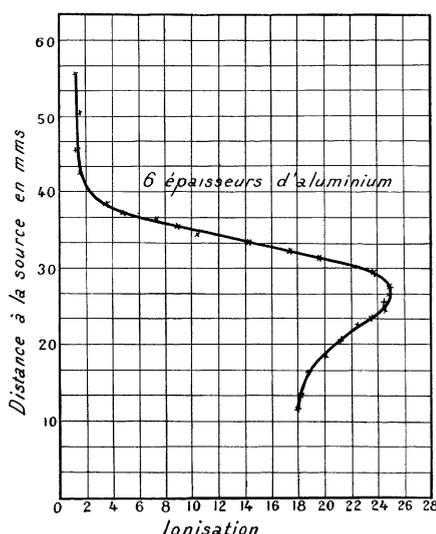


Fig. 5.

L'absorption produite par différentes épaisseurs d'aluminium se déterminait en faisant les mêmes mesures

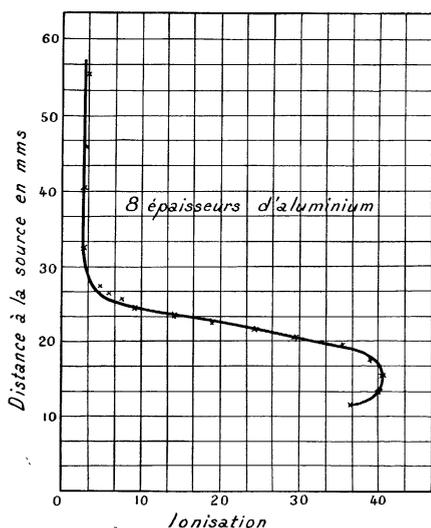


Fig. 6.

que pour l'air avec interposition d'un certain nombre de feuilles d'aluminium. Les courbes des figures 5, 4, 5 et 6 correspondent respectivement à 2, 4, 6 et 8

épaisseurs d'aluminium. Elles ont toutes la même allure que pour l'air.

Chacune de ces courbes présente deux points caractéristiques, celui où l'ionisation est maximum et celui où elle s'annule. Les distances correspondantes sont moindres que dans l'air et diminuent naturellement quand l'épaisseur augmente. C'est ce qu'on voit sur le tableau suivant.

TABLEAU I.

ÉPAISSEUR d'aluminium.	DISTANCE du maximum.	DISTANCE du zéro.
2 feuilles.	4 <sup>m</sup> ,8	5 <sup>m</sup> ,8
4 —	5 <sup>m</sup> ,6	4 <sup>m</sup> ,8
6 —	2 <sup>m</sup> ,7	5 <sup>m</sup> ,9
8 —	1 <sup>m</sup> ,5	2 <sup>m</sup> ,6

Il est difficile de dépasser 8 feuilles, le maximum devenant trop rapproché de la toile métallique. Il n'est pas pratique de placer la source à moins de 6 millimètres de celle-ci, car le trou dont sortent les rayons doit avoir au moins 5 millimètres de profondeur pour que l'angle du cône ne soit pas trop grand.

**Comparaison de l'absorption par l'aluminium et par l'air.**

Les courbes ci-dessus permettent de comparer aisément l'absorption produite par l'aluminium et par l'air, en considérant soit le point du maximum, soit celui où l'ionisation cesse. Considérons, par exemple ce dernier point pour l'air et pour deux feuilles d'aluminium. Il est plus rapproché de la source dans le deuxième cas. Cela tient naturellement à ce qu'au sortir de l'aluminium la vitesse des rayons est réduite et qu'ils n'ont plus à traverser la même distance d'air pour perdre leur faculté d'ionisation. La différence

TABLEAU II.

MILIEU absorbant.	DISTANCE où l'ionisation cesse.	ÉPAISSEUR D'AIR correspondant aux épaisseurs d'aluminium.	ÉPAISSEUR D'AIR correspondant à 1 feuille d'aluminium.
Air	6 <sup>m</sup> ,8	»	»
2 feuilles d'al.	5 <sup>m</sup> ,8	1 <sup>m</sup> ,0	0 <sup>m</sup> ,50
4 —	4 <sup>m</sup> ,8	2 <sup>m</sup> ,0	0 <sup>m</sup> ,50
6 —	5 <sup>m</sup> ,9	2 <sup>m</sup> ,9	0 <sup>m</sup> ,48
8 —	2 <sup>m</sup> ,6	4 <sup>m</sup> ,2	0 <sup>m</sup> ,52

des parcours d'air dans les deux cas doit être équivalente, au point de vue de l'absorption, aux deux feuilles d'aluminium. En se rapportant aux courbes, on voit que 1 centimètre d'air doit absorber autant que deux feuilles d'aluminium. En admettant que chaque feuille produise la même absorption, on peut dire que

0,00051 centimètre d'aluminium absorbe les rayons  $\alpha$  comme 0,5 centimètre d'air.

On retrouve le même résultat en comparant les points d'ionisation maximum. La demi-différence entre 5,8 centimètres et 4,8 centimètres est encore 0,5 centimètre. L'étude des autres courbes corrobore ces résultats comme le font voir les tableaux II et III.

TABLEAU III.

MILIEU absorbant.	DISTANCE du maximum d'ionisation.	ÉPAISSEUR D'AIR correspondant aux épaisseurs d'aluminium.	ÉPAISSEUR D'AIR correspondant à 1 feuille d'aluminium.
Air	5 <sup>cm</sup> ,8	»	»
2 feuilles d'al.	4 <sup>cm</sup> ,8	1 <sup>cm</sup> ,0	0 <sup>cm</sup> ,50
4 —	3 <sup>cm</sup> ,6	2 <sup>cm</sup> ,2	0 <sup>cm</sup> ,55
6 —	2 <sup>cm</sup> ,7	3 <sup>cm</sup> ,1	0 <sup>cm</sup> ,51
8 —	1 <sup>cm</sup> ,5	4 <sup>cm</sup> ,5	0 <sup>cm</sup> ,55

On voit par là qu'on peut comparer aisément le pouvoir absorbant de l'aluminium à celui de l'air et obtenir l'épaisseur d'air équivalente au point de vue

de l'absorption à une épaisseur donnée d'aluminium.

Ces résultats sont en parfait accord avec ceux de Rutherford sur la phosphorescence et l'action photographique. Il employait des feuilles d'aluminium semblables à celles de l'auteur et ses résultats sont comparables à ceux qui sont obtenus ici. Il a trouvé qu'une feuille d'aluminium est équivalente à 0,54 centimètre d'air, en mesurant la distance où la particule  $\alpha$  cesse d'impressionner la plaque photographique ou l'écran phosphorescent, après passage à travers différentes épaisseurs d'aluminium,

L'accord de ces résultats indépendants est une confirmation indirecte de l'hypothèse de Rutherford (*loc. cit.*) que l'action d'ionisation, l'action de phosphorescence et l'action photographique des rayons  $\alpha$  du radium sont dues à la même cause, et que l'effet primaire produit dans chaque cas est sans doute une ionisation.

[Je conclus en exprimant ma reconnaissance au Pr Rutherford qui a suggéré ces recherches et m'a aidé de ces précieuses indications].

(Traduit de l'anglais par Léon Blocu).

