

Sur les périodes de transformation des radium A, B et C

Howard L. Bronson, L. Bloch

► **To cite this version:**

Howard L. Bronson, L. Bloch. Sur les périodes de transformation des radium A, B et C. Radium (Paris), 1906, 3 (8), pp.230-233. <10.1051/radium:0190600308023001>. <jpa-00242193>

HAL Id: jpa-00242193

<https://hal.archives-ouvertes.fr/jpa-00242193>

Submitted on 1 Jan 1906

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.



Sur les périodes de transformation des radium A, B et C

Par HOWARD L. BRONSON,

(Laboratoire de physique de l'Université de Montréal).

La présente recherche avait été entreprise d'abord pour déterminer si le radium B était ou n'était pas produit par le radium A. Rutherford (*Phil. Trans.*, 1904, p. 198) avait déjà indiqué que la courbe expérimentale de l'activité β semblait s'accorder mieux avec la courbe théorique calculée dans l'hypothèse où les produits A et B ne seraient pas consécutifs. Il a ajouté que ce problème avait trop d'importance théorique pour se résoudre sans nouvelles données.

Au cours de ces recherches, on a eu l'occasion de redéterminer avec soin les périodes¹ des trois produits A, B et C et de rechercher l'influence des hautes températures sur ces périodes. Comme résultat de ces expériences on a déjà fait voir (*Am. Journ. of. Sc.*, juillet 1905 et *Phil. Mag.*, janvier 1906)² que le radium C n'a pas, comme on le supposait, une période plus grande que le radium B. On a montré aussi que les nombres 21 et 28 minutes, valeurs généralement admises pour les périodes des deux produits B et C, étaient tous deux trop grands, et que 26 et 19 minutes devaient être très près de la réalité. Ces résultats ont été récemment confirmés par von Lerch (*Sitz. Akad. d. Win. Wien.*, février 1906) qui a séparé par électrolyse les deux produits B et C et obtenu 26,7 et 19,5 minutes pour leurs périodes respectives.

Après avoir fait dans les calculs les corrections correspondant à ces nouvelles valeurs, on trouve qu'il y a toujours, entre les courbes théoriques et les courbes expérimentales, des divergences supérieures aux erreurs de mesure. Ces différences étaient spécialement marquées dans la partie initiale de la courbe de disparition de l'activité β .

Pendant le cours de ce travail, Schmidt (*Phys. Zeitsch.*, janvier 1906) a montré que le radium B n'était pas *sans rayons*, comme on l'avait supposé, mais émettait des rayons β de pouvoir pénétrant beau-

coup moindre que ceux du radium C. Ce doit être la cause des désaccords observés, puisque l'activité β disparaît évidemment plus vite si elle provient en partie du radium B que si elle est entièrement due au radium C. Ainsi la courbe de décroissance de l'activité β n'est pas simplement une fonction des périodes des trois produits actifs, mais dépend aussi du rapport des activités dues respectivement au radium B et au radium C. Dans ce mémoire le mot rapport signifie rapport dans l'état d'équilibre radioactif.

Ionisation relative due aux rayons α et aux rayons β .

Puisque les rayons β des produits B et C ont des pouvoirs de pénétration différents, le rapport des ionisations produites par ces deux sortes de rayons n'est pas une constante, il dépend de la quantité de matière traversée par les rayons, comme aussi de la forme et de la dimension des récipients. La nécessité de déterminer ce rapport pour chaque courbe de décroissance de l'activité β et les difficultés qu'il y a à l'obtenir exactement semblaient rendre les courbes d'activité β impropres à l'analyse des phénomènes. Pourtant il a semblé bon de déterminer approximativement le maximum du rapport en question et aussi la valeur de l'ionisation relative produite par les rayons α et les rayons β sous certaines conditions.

Les conditions du problème étaient telles que la méthode de mesure et le récipient employés étaient différents de ceux qui donnaient les meilleurs résultats dans l'étude des courbes de désactivation. Le dispositif est celui de la figure 1. La lame isolée M était reliée à un électromètre. La lame N était une feuille

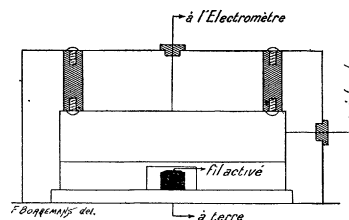


Fig. 1.

1. Le mot *période* dans ce mémoire signifie toujours le temps mis, par un produit quelconque, pour que son activité baisse de moitié.

2. Voir aussi *le Radium*, juillet 1906.

d'aluminium de 0,00029 centimètre d'épaisseur. Le fil actif était placé en dessous de N et disposé de façon qu'on puisse le couvrir d'un chapeau d'aluminium P, d'environ 0,005 centimètre d'épaisseur. Cette épaisseur suffisait juste à arrêter tous les rayons α . La chambre d'ionisation entre M et N, était si petite que les particules α , après avoir passé la feuille N, pénétraient pratiquement de toutes

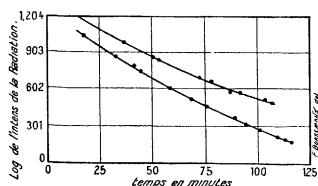


Fig. 2.

parts dans les parois latérales. La différence d'ionisation produite par les rayons α et β était si grande que la méthode de déviation permanente n'était pas adaptée aux mesures. Les courants de saturation ont donc été mesurés, comme d'ordinaire, avec un électromètre muni de capacités en dérivation. Les mesures ont été faites alternativement avec et sans le chapeau sur le fil actif. La figure 2 montre les deux courbes obtenues de la sorte avec le même fil actif. E représente l'activité α divisée par 400, F représente l'activité β . On voit aisément sur ces courbes que le rapport de l'activité β à l'activité α décroît d'une façon continue avec le temps.

Or, soit x le rapport de l'activité β du radium B à l'activité α du radium C, et soit y le rapport de l'activité β du radium C à l'activité α du radium B. Si les périodes des radium B et C sont 26 minutes et 19 minutes respectivement, la figure 2 nous fournit une série d'équations du type suivant :

$$ax + by = r b.$$

où a et b sont les pourcentages calculés de radium B et C qui subsistent à un instant donné, et où r est le

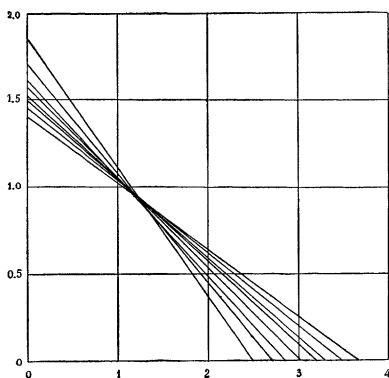


Fig. 3.

rapport de l'activité β totale à l'activité α qu'on calcule directement au moyen de la figure 2. On peut obtenir un grand nombre d'équations de ce genre avec

la figure 2 en déterminant r à différents instants. Chaque équation représente une droite, et toutes ces droites doivent se couper aux points x, y . La méthode graphique fournit la solution la plus simple (fig. 5). Les intersections ne sont pas toutes exactement au même point, mais on a approximativement $x = 1,2$ $y = 0,26 \frac{x}{y} = 1,25$.

Dans des conditions analogues, on a obtenu les nombres

$x = 1,10$	$1,50$	$1,00$
$y = 0,90$	$1,00$	$0,65$ et
$\frac{x}{y} = 1,22$	$1,50$	$1,55$

Il y a de grandes variations dans les valeurs obtenues, parce qu'une faible variation dans l'une ou l'autre des courbes de la figure 2 produit une grande variation de x et de y , et il y a de grandes difficultés expérimentales à obtenir ces courbes avec précision. Pour contrôler ces résultats, le rapport des activités β et α fut mesuré après qu'on eut chassé la plus grande partie du radium B par volatilisation. Dans ce cas les courbes α et β étaient très sensiblement parallèles, ce qui signifie que x est sensiblement nul et y sensiblement égal à r . Les valeurs obtenues pour r dans deux expériences furent 0,80 et 1,00, en très bon accord avec les autres résultats. Comme on l'a dit ci-dessus, les résultats ne sont pas précis; et il n'y aurait guère avantage à les avoir précis, car ils varient suivant les conditions expérimentales. Pourtant, dans les conditions expérimentales ordinaires, quand il n'y a pas d'écran sur le fil actif, il semble permis de dire que les rayons β du radium C produisent environ le centième de l'ionisation due aux rayons α , et que les rayons β du radium B produisent un peu davantage quand l'équilibre radioactif est atteint.

Mesure et calcul des courbes de désactivation.

Pour déterminer les courbes expérimentales de désactivation, on s'est servi de préférence d'un tube cylindrique muni d'une électrode centrale, et on a mesuré le courant de saturation au moyen de l'électromètre en employant une méthode de déviation permanente. Le potentiel employé pour obtenir la saturation était en général de 200 volts, ce qui suffisait pratiquement dans tous les cas, les courbes obtenues avec 600 volts étant les mêmes qu'avec 200 volts. Dans le cas des courbes de décroissance de l'activité β , le fil actif était soigneusement enveloppé de plomb ou d'aluminium et on s'en servait comme d'électrode centrale. Dans le cas des courbes α les meilleurs résultats ont été obtenus en aspirant l'émanation elle-même dans le tube, et l'expulsant ensuite brusquement après un temps d'exposition plus ou moins long. Les expo-

sitions de courte durée n'ont jamais dépassé 50 secondes. Dans ce mémoire le temps est toujours compté à partir du moment où on a expulsé l'émanation.

Les calculs ont tous été faits dans l'hypothèse que les trois produits A, B et C sont successifs. La théorie de trois changements successifs pour un temps d'exposition court ou long a été faite par Rutherford (*Phil. Trans.*, 1904, p. 181. et *Radioactivity*, 2^e édit., p. 551). Les périodes des trois produits ont été prises égales à 5, 26 et 19 minutes respectivement. Ces valeurs des périodes avaient été déterminées séparément par d'autres expériences. La période du radium A a été déduite de la première portion de la courbe de désactivation des rayons α pour un temps d'exposition court. La période du radium B a été déduite de la portion finale de la courbe correspondant à un long temps d'exposition. La période du radium C a été déterminée en mesurant la période du produit qui reste après volatilisation du radium B. Dans le calcul des courbes α on a admis que les rayons β du radium B donnent environ 2 pour 100 de l'ionisation totale due aux produits B et C en équilibre radioactif. Cette valeur est légèrement supérieure à celle qui est indiquée par les expériences précédentes; mais le changement des conditions expérimentales peut justifier cette différence. En tout cas le rôle de ce facteur est resté petit.

Courbes de désactivation des rayons β .

Comme on l'a dit, la courbe des rayons β ne vient pas pour l'analyse du phénomène, car le rapport $\frac{x}{y}$ n'est pas une constante et ne peut pas être déterminé avec précision. Néanmoins, il a semblé intéressant de voir, dans quelques cas différents, quel effet

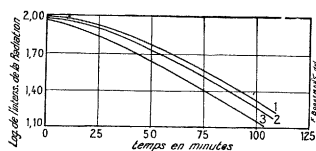


Fig. 4.

les rayons β du radium B peuvent avoir sur les courbes de désactivation. La figure 4 montre trois courbes. La courbe 1 a été calculée dans l'hypothèse que l'activité β était tout entière due au radium C. La courbe 2 est la courbe expérimentale obtenue avec un fil actif entouré de 0,047 centimètre de plomb. Dans ce cas les rayons β du radium B étaient en grande partie absorbés. On le voit clairement sur le tableau I, où les valeurs calculées pour la courbe 1 ont été obtenues en posant $\frac{x}{y} = 1,2$. La courbe 3 est la courbe expérimentale obtenue avec le fil actif recouvert de 0,005 centimètre d'aluminium. Les valeurs calculées pour cette courbe dans le tableau I ont été obtenues en posant $\frac{x}{y} = 1,2$; c'est à peu près la va-

leur trouvée expérimentalement dans un cas où l'on se servait de la même épaisseur d'aluminium. La variation d'une courbe à l'autre est très marquée, ce qui est une nouvelle preuve, s'il est nécessaire, du fait que le radium B émet des rayons β qui sont moins pénétrants que ceux du radium C.

TEMPS en minutes	COURBE 1 CALC.	COURBE 2		COURBE 3	
		OBS.	CALC.	OBS.	CALC.
0	100	100,0	100,0	100,0	100,0
5	99,7	99,0	98,9	97,0	97,1
10	98,1	95,7	96,0	91,1	91,1
15	95,1	91,2	91,9	84,7	84,5
20	91,0	86,0	86,8	78,1	78,1
25	86,2	80,3	81,5	70,8	70,8
30	80,9	74,9	75,9	64,2	64,5
40	69,8	65,9	64,7	55,0	55,0
50	58,8	55,5	54,0	42,8	45,0
60	48,8	44,0	44,5	34,7	34,7
70	40,0	35,8	36,2	27,9	27,8
80	32,4	29,3	29,3	22,1	22,1
100	20,9	18,8	18,8	15,9	15,8

Courbes de désactivation des rayons α .

Les courbes observées et calculées pour la disparition de l'activité α sont résumées dans le tableau II, qui permet une comparaison plus exacte qu'une courbe.

Les valeurs observées représentent la moyenne d'observations très nombreuses prises depuis une année et demie.

On s'est servi du même condensateur cylindrique pour les courbes de longue et de courte exposition. On doit donc s'attendre à trouver, pour les deux courbes, la même valeur du rapport des activités α des radium A et C. Dans le calcul pour la courbe de longue exposition, ce rapport a été pris égal à 1,24; dans la courbe de courte exposition, il a été pris égal à 1,26, ce qui constitue un très bon accord. Le rapport n'est constant que sous des conditions expérimentales identiques et, avec un récipient très grand, il deviendrait inférieur à l'unité, puisqu'une particule α du radium C a un parcours d'ionisation beaucoup plus long qu'une particule de radium A. Dans les expériences ci-contre le rayon du condensateur était 2,5 centimètres et sa longueur 10 centimètres environ. Aussi, une grande partie des rayons α du radium A comme du radium C avaient-ils un parcours d'ionisation inférieur à 4 centimètres. Bragg et Kleeman ont clairement montré (*Phil. Mag.*, septembre 1905) qu'une particule α du radium A produit un nombre d'ions beaucoup plus grand sur les 4 premiers centimètres de son parcours que ne fait une particule α du radium C. Ce fait rend bien compte de la valeur moyenne 1,25 obtenue pour le rapport des activités dans les présentes expériences.

TABLEAU II.

TEMPS EN MINUTES	LONGUE EXPOSITION		COURTE EXPOSITION	
	OBS.	CALC.	OBS.	CALC.
0	»	100,0	»	100,0
2	80,5	79,6	64,0	63,2
4	66,9	66,8	59,9	40,2
6	»	»	25,9	25,9
7	55,7	55,6	»	»
9	»	»	15,8	14,0
10	49,6	49,6	»	»
12	»	»	8,44	8,55
15	44,1	44,5	5,75	5,72
18	»	»	4,60	4,56
20	41,2	41,4	»	»
21	»	»	4,12	4,71
25	38,6	38,8	3,92	3,91
50	36,2	36,4	3,92	3,95
40	31,2	31,5	3,91	3,91
50	26,4	26,5	3,65	3,65
60	21,7	21,9	3,27	3,26
70	17,7	17,9	2,81	2,84
80	14,4	14,5	2,56	2,40
100	9,52	9,50	1,60	1,64
120	5,91	5,85	1,05	1,07
140	5,64	5,63	0,66	0,68
160	2,25	2,22	0,41	0,43
180	1,55	1,54	0,25	0,26
200	0,812	0,812	0,15	0,16
220	0,481	0,486	»	»
240	0,286	0,290	»	»

tales et théoriques sur un intervalle de temps aussi long semble indiquer péremptoirement que les produits A, B et C se suivent et que les valeurs de leurs périodes obtenues par des expériences directes sont très près d'être correctes. Il semble improbable qu'aucune de ces périodes soit inexacte à plus de deux ou trois dixièmes de minute, car un changement de trois dixièmes de minute dans la période du radium B aurait fait un changement de 6 pour 100 dans la valeur du courant au temps 240 minutes.

Conclusions.

L'analyse précédente des courbes de désactivation fournies par le radium établit clairement les points suivants :

1° Les courbes expérimentales et théoriques coïncident aux erreurs expérimentales près si l'on admet que les radium A, B et C se suivent et ont comme périodes 5, 26 et 19 minutes ;

2° Le radium B (comme Schmidt l'a observé) émet des rayons β moins pénétrants que ceux du radium C, ce qui explique que les courbes de désactivation du radium β soient impropres à l'analyse des phénomènes;

3° Ces rayons β du radium B expliquent complètement la divergence que Rutherford a trouvée entre les courbes expérimentales et théoriques de disparition de l'activité β .

L'accord remarquable entre les courbes expérimentales

Traduit de l'anglais par L. Bloch.

