



HAL
open science

Produits de transformation lente du radium

E. Rutherford

► **To cite this version:**

E. Rutherford. Produits de transformation lente du radium. Radium (Paris), 1905, 2 (11), pp.355-361.
10.1051/radium:01905002011035501 . jpa-00242154

HAL Id: jpa-00242154

<https://hal.science/jpa-00242154>

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.



Produits de transformation lente du radium

J'ai décrit dans un précédent mémoire¹ des expériences faites pour élucider les changements qui se produisent dans le dépôt radioactif à transformation lente qui se forme sur une substance exposée à l'émanation du radium. J'ai montré que ce dépôt actif contient deux substances distinctes, le radium D et le radium E, ce dernier étant un produit de transformation du premier. Le radium D n'émet que des rayons β , le radium E n'émet que des rayons α .

A l'époque de cette publication on ne disposait pas d'un laps de temps suffisant pour déterminer expérimentalement la constante de désactivation de ces substances, mais on avait pu calculer en partant de données purement radioactives que le radium D devait se transformer à moitié en 40 ans et le radium E en un an environ.

Le présent mémoire contient de nouvelles expériences sur la variation d'activité de ces différents produits avec le temps, ainsi que l'étude d'un nouveau produit qu'on n'avait pas isolé d'abord.

Si un corps est laissé quelque temps en présence de l'émanation du radium, une fois qu'on le retire, son activité, mesurée par les rayons α , β et γ diminue rapidement avec le temps. Après 24 heures, les radiums A, B et C déposés sur la lame sont presque entièrement transformés. Il ne reste plus alors qu'une faible activité résiduelle, comprenant à la fois des

rayons α et β . La grandeur de cette activité résiduelle dépend de la quantité d'émanation et du temps d'exposition, mais elle est en général de l'ordre du millionième de l'activité initiale.

Le rayonnement α du corps, faible au début, grandit à peu près proportionnellement au temps pendant

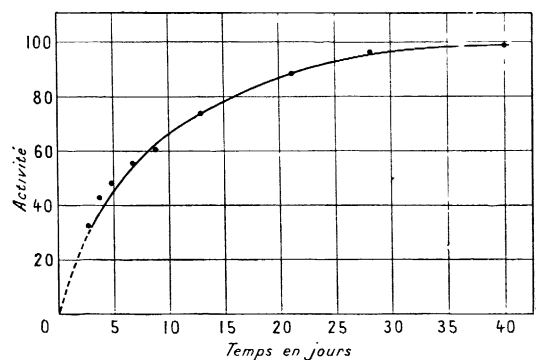


Fig. 1. — Loi d'accroissement des rayons β émis par un corps exposé pendant 58 heures à une grande quantité d'émanation.

une durée de plus de deux mois. Dans une série d'expériences, l'activité α augmentait encore neuf mois.

Le rayonnement β , examiné un mois après que le corps eut été soustrait à l'action de l'émanation, s'est montré sensiblement constant pendant les neuf mois suivants. Il semblait indiqué de rechercher si cette constance existait déjà dans les premières semaines,

1. *Phil. Mag.*, nov. 1904. — *Le Radium*, t. I, p. 195, décembre 1904.

A cet effet on a recueilli le dépôt actif sur une lame de platine exposée pendant 58 jours à une grande quantité d'émanation du radium. L'observation β de l'activité commence 24 heures après qu'on eut retiré la lame. Elle se faisait en mettant la lame sous un électroscope fermé par une feuille d'aluminium assez épaisse pour absorber tout le rayonnement α .

L'activité β se montra faible au début, mais augmenta avec le temps, jusqu'à un maximum atteint pratiquement au bout de 40 jours. Les résultats sont représentés figure 1, les ordonnées représentent les activités, les abscisses représentent les temps en jours. Le temps est compté à partir du milieu du temps d'exposition à l'émanation. La première observation fut, par conséquent, faite après un intervalle de 2,5 jours. Si l'on prolonge la courbe en arrière jusqu'à l'origine, on voit que sa forme rappelle beaucoup les courbes de régénération de l'uranium X et d'autres produits radioactifs, et l'activité I_t au temps t peut s'exprimer par une équation de la forme :

$$\frac{I_t}{I_0} = 1 - e^{-\lambda t}$$

ou I_0 est l'activité maximum. L'activité atteint la moitié de sa valeur finale en six jours environ. La valeur de λ est $0,115$ (jour)⁻¹. Une courbe de régénération de cette nature indique que l'activité β est due à un produit qui est à moitié transformé en six jours, et qui est fourni à un taux constant par une source primaire, celle-ci ne se transformant qu'avec une extrême lenteur. Les résultats indiquent aussi que le rayonnement β n'est pas dû à la source primaire, mais à son produit de transformation. Nous avons déjà vu que l'activité α , éprouvée aussitôt après le retrait de la lame, est très faible. Nous pouvons alors conclure que la matière primaire est « sans rayons », c'est-à-dire qu'elle n'émet ni rayons α ni rayons β , ceux-ci prenant naissance des produits de transformation.

Conformément à la nomenclature adoptée dans le premier mémoire (*loc. cit.*), ce produit sans rayons s'appelle radium D. Le produit à rayons β , qui en dérive s'appellera radium E. Le produit à rayons α d'abord nommé radium E, s'appellera radium F. Car, nous verrons plus loin que le produit à rayons β engendre directement le produit à rayons α .

Nous avons vu que l'accroissement de l'activité β jusqu'à un maximum indique l'existence d'un produit qui se transforme à moitié en 6 jours et qui émet des rayons β . Nous allons maintenant considérer une méthode qui permet d'isoler le radium E et de mesurer directement sa vitesse de transformation.

Dans mon premier mémoire j'ai fait voir qu'une lame de platine recouverte d'un dépôt actif et chauffée à 1000° environ perd à peu près toute son activité α sans que l'activité β soit affectée en rien. En exami-

nant la lame à nouveau deux mois plus tard, on trouve que l'activité β est tombée maintenant à une faible fraction de sa valeur primitive. Ceci suggérait un moyen de séparer le radium E. Une lame de platine, recouverte d'un dépôt actif vieux de deux mois fut chauffée 4 minutes au four électrique à une température de 1000° C. environ. A l'électroscope la perte de l'activité α montra que le radium F avait dû être en grande partie volatilisé. L'activité β , cette fois encore, n'était pas altérée immédiatement par le chauffage, mais elle diminua progressivement avec le temps.

L'activité diminua jusqu'environ au quart du maximum et ensuite resta constante. Déduction faite de cette valeur constante, l'activité décroissait exponentiellement avec le temps, tombant de moitié en 4,5 jours. Ce résultat montre que non seulement le radium F tout entier, mais encore la plus grande partie du radium D dont il provient a été volatilisée à une température égale ou inférieure à 1000° C. Le radium E restait intact, mais comme la plus grande partie de la substance mère avait été chassée, il commençait immédiatement à perdre son activité. L'activité résiduelle constante était due à ce fait qu'une fraction du radium D n'avait pas été volatilisée. On voit que les constantes de temps déduites de la courbe de régénération (6 jours) et de la courbe de désactivation (4,5 jours) sont assez différentes. Je ne pense pas que cette différence puisse s'attribuer à des erreurs expérimentales, il est plus probable qu'elle vient d'un changement apporté à la constante de transformation du radium E par la grande élévation de température qu'il a subie. Curie et Danne ont observé un semblable effet de température sur la vitesse de transformation du radium C. Des expériences seront faites pour éclaircir définitivement la cause de cette différence des nombres fournis par les deux méthodes.

La valeur déduite de la courbe de régénération est probablement la plus correcte sous les conditions normales.

Cette méthode de séparation est intéressante et montre d'une manière frappante comment la différence entre les propriétés physiques des produits peut être utilisée pour effectuer une séparation partielle ou complète d'une substance au sein d'un mélange.

La volatilité du radium D, comme celle du radium F résultent encore d'autres expériences, car on constate que l'activité α d'une lame de platine qui a été chauffée à 1000° C. n'augmente pas avec le temps autant que celle d'une lame n'ayant pas subi ce traitement. C'est le résultat qu'on peut prévoir si une grande partie de la substance mère, le radium D, a été volatilisée par le chauffage.

L'expérience du chauffage a aussi servi à prouver que le radium E est la substance dont est issu directement le radium F. L'activité α de la lame fut déterminée immédiatement après le chauffage, puis à

intervalles déterminés. L'accroissement d'activité de la lame après le chauffage est représenté par la figure 2.

L'activité a augmenté beaucoup plus vite pendant les deux premières semaines que plus tard pendant un

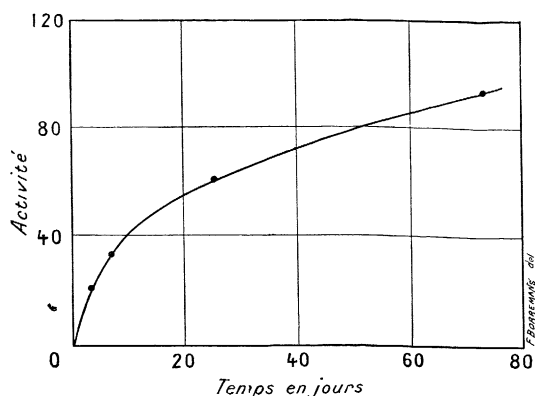


Fig. 2. — Accroissement des rayons α émis par un corps activé, après chauffage à 1000° C.

intervalle égal. La période d'accroissement lent est due à la production du radium F par le radium E qui est continuellement produit par la fraction non volatilisée du radium D. L'accroissement rapide du début s'explique par le changement en radium F du radium E en excès.

Nous pouvons donc conclure que E est le parent de F et que les trois produits D, E, F se font suite, car nous avons déjà vu que E est produit par D.

Dans le précédent mémoire, on avait calculé que le radium D se transforme à moitié en 40 années. Ce résultat reste exact, bien qu'on ait montré que le radium D lui-même n'émet pas de rayons. Environ 40 jours après qu'on a retiré la plaque, l'activité β du radium E est constante, et le nombre de particules β qu'il émet alors par seconde est une mesure du nombre d'atomes de radium D qui se brisent par seconde. Ainsi l'activité d'un produit ultérieur, supposé en équilibre avec la substance mère, peut servir à déterminer la constante de transformation de celle-ci, même si elle n'émet pas de rayons.

Pour la commodité, nous donnons ici une table des propriétés physiques et chimiques des trois produits du radium. On verra plus loin que le radium F se transforme à moitié en 145 jours. Il est probable que le radium E émet aussi bien des rayons γ que des rayons β , mais l'intensité des premiers dans les expériences a été trop faible pour permettre une mesure.

Les caractères indiqués dans le tableau qui suit sont suffisants pour permettre de faire une séparation convenable des trois substances D, E et F. La solution du mélange de ces trois produits, dans un acide fort mise en présence de bismuth métallique, abandonne la substance F. La dessiccation de la solution et la

chauffe à 1000° de l'extrait sec, permet de faire la séparation de D et de E.

DÉPÔT RADIOACTIF à transformation lente.	RADIATIONS	TEMPS nécessaire pour être transformé à moitié.	PROPRIÉTÉS physiques et chimiques.
Radium D . . .	néant.	40 ans.	Soluble dans les acides forts, ne se dépose pas sur le bismuth, volatil au-dessous de 1000° C.
Radium E . . .	β et γ ?	6 jours.	Non volatil à 1000° C., soluble dans les acides, ne se dépose pas sur le bismuth
Radium F . . .	α	145 jours.	Volatil à 1000° C., se précipite sur le bismuth, soluble dans les acides.

Diminution de l'activité du radium F. — Le radium F se précipite sur une lame de bismuth des solutions renfermant le dépôt radioactif. La surface d'une lame de ce genre, qui a été laissée quelques heures dans la solution, devient fortement radioactive. L'activité consiste en rayons α ; les rayons β sont presque complètement absents. De cette façon, le produit à rayons α est presque entièrement séparé. Le radium D ne se précipite pas sur la lame, car la solution, privée de radium F comme on vient de le dire, commence aussitôt à en fournir une nouvelle quantité.

La solution de dépôt actif était obtenue de la manière suivante : l'émanation de 50 milligrammes de bromure de radium était rassemblée dans un tube qu'on scellait ensuite. Après un mois, on ouvrait le tube et on y introduisait de l'acide sulfurique étendu. Celui-ci dissolvait à peu près complètement le dépôt actif formé sur le verre. La solution était évaporée à

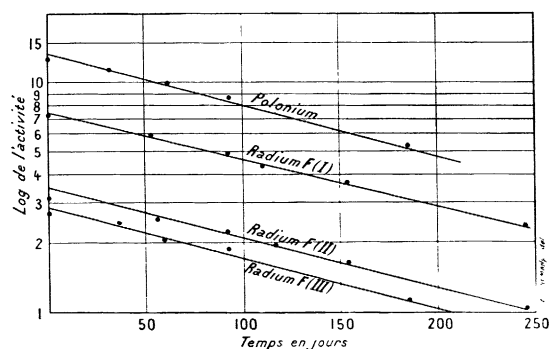


Fig. 5. — Loi de désactivation de lames de bismuth recouvertes de radium F.

sec dans un ballon et abandonnée à elle-même pendant neuf mois. Pendant ce temps il s'était formé une grande quantité de radium F aux dépens de la substance primaire radium D. Puis le dépôt fut redissous

dans l'acide sulfurique, et trois disques de bismuth furent successivement introduits dans la solution. Ces trois disques se recouvraient de radium F, on les mit de côté et on étudia leur activité α pendant une période de neuf mois. L'activité de chaque disque diminuait exponentiellement avec le temps. Les résultats sont représentés graphiquement figure 5, où les abscisses représentent des jours, et les ordonnées les logarithmes des activités évaluées en unités arbitraires. On voit que les points sont sensiblement en ligne droite, ce qui démontre la loi exponentielle. Les courbes relatives aux trois disques portent les signes F (I), F (II) et F (III). F (I) diminuait de moitié en 150 jours, F (II) en 156 jours, F (III) en 142 jours. La moyenne est 145 jours.

Nous pouvons donc conclure que l'activité du radium F tombe de moitié en 145 jours.

La chute initiale de deux des courbes était un peu plus lente que vers la fin. Ceci peut être dû à ce qu'une petite quantité de radium D s'était aussi déposée sur la lame. Il en résulterait une production de radium F qui aurait pour effet un ralentissement apparent de la désactivation du radium F seul.

Les observations de désactivation des disques de bismuth ont été faites avec un électroscope spécial, étalonné chaque fois au moyen d'un échantillon d'uranium constant.

Accroissement de l'activité α du dépôt radioactif. — Le premier mémoire a fait voir que pendant les 60 premiers jours l'activité α du dépôt augmente d'une manière à peu près uniforme. Les observations de l'activité α d'une lame de platine couverte d'un dépôt actif se sont continuées pendant une période de neuf mois. Les résultats sont contenus dans le tableau ci-dessous :

TEMPS EN JOURS	ACTIVITÉ α EN UNITÉS ARBITRAIRES
9	0,127
45	0,57
135	1,44
165	1,65
196	1,85
290	2,17

Ces résultats sont représentés par la figure 4. L'activité augmente constamment, mais pas toujours aussi vite qu'au début. Des observations ont aussi été faites sur un dépôt vieux de 15 mois. L'activité augmente encore, mais lentement, et tend manifestement vers un maximum.

La courbe de la figure 4, aussi loin que les observations ont été faites, ressemble beaucoup à la courbe de régénération ordinaire, où la moitié de l'activité est atteinte en 145 jours. C'est le résultat auquel on pou-

vait s'attendre, puisque le radium F se transforme beaucoup plus vite que le radium D.

En comparant la courbe expérimentale avec la théorie discutée plus loin, on peut déduire que l'activité atteindrait finalement la valeur 2,90. Ainsi l'activité après 290 jours atteint 75 pour 100 du maximum.

L'explication complète de l'accroissement de l'activité α implique la théorie de trois changements

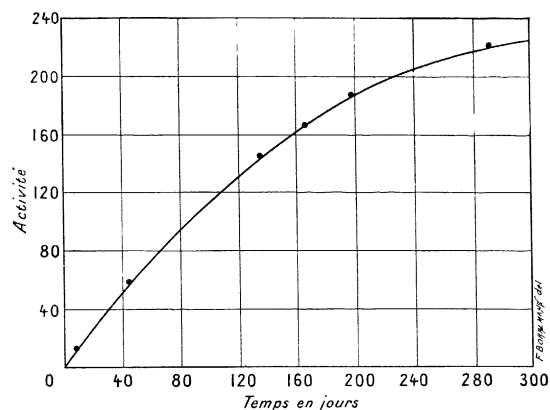


Fig. 4. — Accroissement de l'activité α du dépôt radioactif.

successifs, puisque la substance qui se dépose la première, le radium D, se change en radium E, et celui-ci en radium F qui seul émet des rayons α . Cependant, comme le radium E (à moitié transformé en 6 jours) a une durée très courte en comparaison du radium F (à moitié transformé en 145 jours), on peut, dans le calcul, négliger le changement intermédiaire et supposer que le radium D se change directement en radium F.

Si λ_1 , λ_3 sont les constantes de temps du radium D et du radium F respectivement, le nombre q d'atomes de radium F présents à l'instant t est donné par

$$q = \frac{n_0 \lambda_1}{\lambda_3 - \lambda_1} (e^{-\lambda_1 t} - e^{-\lambda_3 t})$$

où n_0 est le nombre d'atomes de radium D déposés originairement.

L'activité α à un instant quelconque est proportionnelle à q , et la valeur maximum est atteinte au temps T , tel que

$$\lambda_1 e^{-\lambda_1 T} = \lambda_3 e^{-\lambda_3 T}$$

Puisque D est à moitié transformé en 40 ans, $\lambda_1 = 0,0175$ (année)⁻¹, et puisque F est à moitié transformé en 145 jours, $\lambda_3 = 1,77$ (année)⁻¹. Le maximum sera donc atteint après 2,7 années à peu près. A partir de ce moment, l'activité doit diminuer exponentiellement avec le temps, conformément à la loi du radium D, c'est-à-dire en tombant de moitié en 40 ans. L'activité du dépôt 180 après sa formation sera à peu près la même qu'au bout de neuf jours.

Origine du Polonium et du Radiotellure. —

En même temps que les expériences sur le radium F

déposé sur une lame de bismuth, d'autres expériences ont été faites sur la désactivation d'un spécimen de radiotellure de Marckwald, fourni par le Dr Sthamer de Hambourg. L'activité diminuait exponentiellement avec le temps, tombant de moitié en 145 jours. Pendant le cours de ces expériences des résultats analogues ont été publiés par Meyer et Schweidler¹ et par Marckwald². Les premiers expérimentateurs trouvent que l'activité tombe de moitié en 155 jours, tandis que Marckwald obtient 159 jours. Si l'on tient compte de la difficulté qu'il y a de faire des mesures exactes de désactivation pendant un long temps, les nombres obtenus par Meyer et Schweidler, Marckwald et par l'auteur sont en très bon accord.

Nous pouvons donc conclure que le radiotellure perd son activité suivant une loi exponentielle, tombant de moitié en 140 jours environ.

Dans mon précédent mémoire, j'ai indiqué qu'il y avait de fortes raisons de croire que le constituant actif du radiotellure est identique au radium F. Les deux substances possèdent les mêmes propriétés physiques et chimiques. Toutes deux n'émettent que des rayons α et sont précipitées de leurs solutions par le bismuth. De plus, j'ai fait voir que les rayons α du radium F et du radiotellure ont même pouvoir de pénétration. C'est là un argument très fort en faveur de l'identité des deux produits.

Nous avons vu que le radium F perd la moitié de son activité en 145 jours, valeur très voisine du nombre observé pour le radiotellure. La concordance des propriétés physiques et chimiques, jointe à l'identité des constantes radioactives λ , est la preuve que l'élément actif du radiotellure est identique au radium F. Nous pouvons donc dire que le constituant actif du radiotellure est en réalité un produit de transformation du radium et que le radiotellure extrait des minéraux radioactifs dérive de la décomposition du radium qu'ils contiennent.

La quantité de radiotellure qu'on peut extraire des minéraux radioactifs sera toujours proportionnelle à la quantité de radium, et par suite aussi à celle d'uranium, puisque les recherches de Boltwood et d'autres ont montré que dans tous les minéraux radioactifs il y a proportionnalité entre les quantités de radium et d'uranium présentes.

L'activité relative du radium et du radium F, et par suite leurs proportions relatives dans les minéraux radioactifs, peut se déduire aisément. Soit N_1 le nombre des atomes de radium F par gramme de substance radioactive, N_2 le nombre des atomes de radium, soit λ_1 et λ_2 , les constantes de transformation du radium F et du radium respectivement. Dans un minéral radioactif ancien, les quantités de radium et de radium F ont atteint le régime permanent, et le même nombre

d'atomes des deux corps se brise par seconde. Ainsi

$$N_1 \lambda_1 = N_2 \lambda_2$$

Or le radium F est à moitié transformé en 0,58 année, et le radium en 1200 ans à peu près. Donc

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{0,58}{1200} = 5,2 \cdot 10^{-4}$$

D'ailleurs il est probable que les poids atomiques du radium et du radium F ne sont pas trop différents. Par conséquent le poids de radium F contenu dans un minéral est 0,06052 fois le poids de radium. Or à chaque gramme d'uranium correspond à peu près un millièmième de gramme de radium. Donc, une tonne de minerai, qui contient en moyenne 50 pour 100 d'uranium, renferme 0,14 milligramme de radium F. Admettant que la particule α du radium F a à peu près le même pouvoir d'ionisation que celle du radium, l'activité du radium F pur serait 5200 fois l'activité du radium pur à son minimum d'activité et 700 fois l'activité du radium en équilibre radioactif.

Marckwald¹ a opéré sur 5 tonnes de résidus d'urane, correspondant à 15 tonnes de minerai de Joachimstal, pour en extraire le radiotellure (radium F). Il a employé des méthodes de séparation simples, mais très efficaces, et il a obtenu finalement 2 milligrammes de substance d'une activité intense.

Comme le minerai contient à peu près 50 pour 100 d'uranium, le rendement théorique serait 2,1 milligrammes. Mais il n'est pas probable que la séparation ait été complète, de sorte que les trois milligrammes contiennent sans doute quelque impureté. Marckwald a signalé l'activité énorme de la substance ainsi préparée. Une plaque de cuivre qui avait été recouverte de 0 mg. 01 de la substance, par immersion dans une solution active, illuminait l'écran au sulfure de zinc à une distance suffisante pour qu'il devint clairement visible à 15 mètres dans l'obscurité.

Les résultats déduits de considérations théoriques sont donc en harmonie avec les résultats expérimentaux.

J'ai déjà dit précédemment qu'il y avait de fortes raisons de croire que le polonium et le radiotellure renferment le même constituant radioactif. L'argument le plus direct est la comparaison des constantes de transformation. Mme Curie a donné quelques résultats dans ce sens. Un échantillon de nitrate de polonium perdait la moitié de son activité en 11 mois, et 95 pour 100 en 55 mois. Un échantillon de métal perdait 67 pour 100 en 6 mois.

Ces résultats ne sont nullement concordants. L'échantillon du métal perd la moitié de son activité un peu plus vite que le radium F, tandis que le nitrate com-

1. *Wien. Ber.*, Déc. 4. 1904.

2. *Ber. d. D. Chem. Ges.* N° 2. p. 591. 1905.

1. *Ber. d. D. Chem. Ges.* N° 2. p. 591. 1905.

mence par la perdre beaucoup plus lentement. De plus l'activité ne diminue pas suivant une loi exponentielle avec le temps. Ces résultats indiquent que le nitrate de polonium contient plus d'un constituant. Je pense qu'il n'est pas improbable que ce second constituant soit le radium D. La présence d'une certaine quantité de cette substance, qui produit du radium F, expliquerait qu'au début l'activité a diminué plus lentement que le taux normal, lorsqu'il n'y a que du radium F.

J'ai eu entre les mains un échantillon de polonium, vieux de 5 ans environ. Pendant ce temps, il avait perdu la plus grande partie de son activité, mais à l'épreuve on trouva une activité faible et approximativement constante. Cependant, d'observations grossières faites de temps en temps, j'ai conclu que l'activité diminuait de moitié en 6 mois, mais les observations n'étaient pas assez exactes pour donner autre chose que la durée probable de chute.

Des observations plus exactes de la chute d'activité du polonium pourraient seules élucider définitivement ce point; mais je pense qu'on ne peut raisonnablement douter que le constituant à rayons α du polonium soit identique au radiotellure et au radium F.

La présence du radium D dans le polonium pourrait se décider par l'examen des rayons γ qu'il émettrait. D'après le mode de séparation du polonium, il n'est pas improbable qu'il retienne une certaine quantité de radium D.

Radium D et Radioplomb (Plomb radioactif).

— Dans mon premier mémoire, je suggérais que le radium D était le constituant primaire du plomb radioactif séparé par Hoffmann de la pechblende. Cette conclusion a été très fortement confirmée par des investigations récentes. J'ai examiné un spécimen de radioplomb que je devais à l'obligeance de M. Boltwood de New Haven. Ce spécimen était à ce moment vieux de 4 mois. L'activité β n'a pas changé sensiblement pendant les six mois qui ont suivi, mais l'activité α a augmenté constamment: c'est exactement le résultat qu'on pouvait prévoir avec du radium D. Le radium E se trouvait en équilibre radioactif dès le début des essais, de sorte que l'activité β devait demeurer constante. Puisque le radium F est produit continuellement, l'activité α doit augmenter pendant plusieurs années.

Hoffmann a observé que l'activité de son radioplomb ne diminuait pas sensiblement avec le temps, indiquant la présence d'une substance à transformation lente. Dans des expériences récentes, Hoffmann, Gonder et Wölfl¹ ont fait une étude chimique attentive du plomb radioactif, et ont montré la présence de deux constituants radioactifs distincts, qui sont probablement les radiums E et F. Malheureusement les

1. *Ann. d. Phys.*, v. p. 615, 1904.

mesures de radioactivité n'ont pas été très précises, et on n'a pas étudié de près les périodes de transformation des produits séparés.

Les expériences faites ont d'abord eu pour objet d'ajouter certaines substances à une solution de plomb radioactif, puis de les enlever par précipitation. De petites quantités de métaux de la famille du platine furent mises sous forme de chlorures dans la solution, laissées ainsi pendant plusieurs semaines, puis précipitées par la formaline ou l'hydroxylamine. Toutes ces substances, après séparation, émettaient à la fois des rayons α et des rayons β . Une grande proportion de l'activité β disparaissait au bout de six semaines et de l'activité α au bout d'un an. L'activité β est probablement due au radium E, qui est à moitié transformé en six jours, et l'activité α au radium F.

Cette conclusion est confirmée par des expériences sur l'effet de la chaleur sur l'activité de ces substances. En chauffant au rouge vif, l'activité α se perd en quelques secondes. Ceci est d'accord avec mes expériences sur le radium F, qui se volatilise à 1000° C. environ.

Des sels d'or, d'argent et de mercure ajoutés au plomb radioactif ne possédaient après précipitation qu'une activité α . Ceci s'explique en supposant que le radium F est seul entraîné par ces substances. D'autre part, des sels de bismuth montrèrent d'abord les deux activités, mais l'activité β disparaissait bientôt. Ceci est d'accord avec les expériences de Mme Curie, qui a trouvé que le bisinuth radioactif, au moment de sa séparation, possède à la fois l'activité α et l'activité β , mais que celle-ci disparaît bientôt.

L'activité α et β du plomb radioactif est bientôt diminuée par la précipitation d'un sel de bismuth, mais elle se régénère avec le temps. Ce résultat est exactement celui qu'on peut attendre si le radioplomb contient les radiums D, E et F. Les radiums E et F sont entraînés par le bismuth, mais leur substance mère, le radium D, reste en solution et fournit à nouveau du radium E et F.

Bien que de nouvelles expériences soient nécessaires pour établir que les produits séparés du plomb radioactif sont identiques aux radiums E et F, il ne peut guère subsister de doute sur ce point.

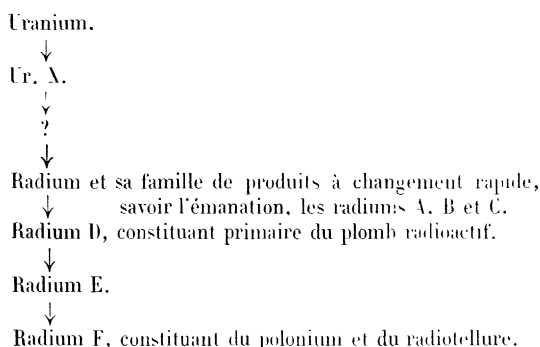
On ne peut dire, dès à présent, si le plomb, sitôt séparé de la pechblende, contient seulement du radium D, ou si le radium E apparaît en même temps. Il semble pourtant que le bismuth qui est présent en solution avec le plomb doit retenir les radiums E et F, et que la présence de ces produits dans le radioplomb vieux soit due à leur production après séparation à partir du radium D.

Les résultats de la comparaison des produits du radium avec ceux qui sont contenus dans le polonium, le radiotellure et le plomb radioactif sont résumés ci-dessous :

Produits contenus dans le plomb radioactif vieux.

- Radium D : produit contenu dans le plomb radioactif neuf, sans rayons, à moitié transformé en 40 ans.
- Radium E : rayon β , entraîné par le bismuth et l'iridium, à moitié transformé en 6 jours.
- Radium F : contenu dans le polonium et le radiotellure, rayons α , à moitié transformé en 145 jours.

plusieurs produits à transformation lente. La famille de l'uranium et du radium est représentée par le tableau suivant :



La figure 5 représente la famille des produits de désintégration du radium avec le temps que met chacun d'eux à se transformer à moitié.

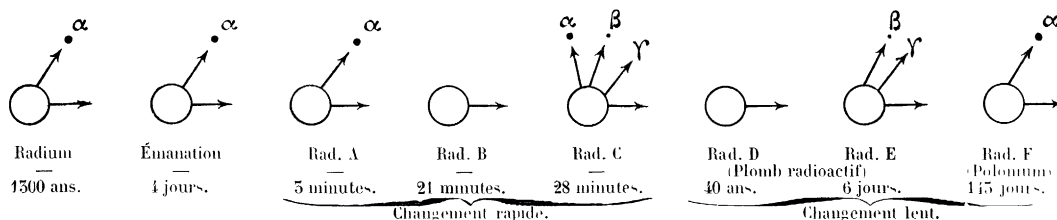


Fig. 5. — Famille des produits de désintégration du radium.

Il est maintenant pleinement établi par les recherches de Boltwood, Strutt et Mc Coy que la quantité de radium présent dans un minéral radioactif est toujours en rapport exact avec la quantité d'uranium. Les investigations de Boltwood en particulier ont montré un accord surprenant entre la teneur en uranium et celle en radium pour des minéraux des provenances les plus diverses et d'une richesse bien différente en uranium.

Cette proportionnalité indique fortement que le radium est produit par l'uranium, et une preuve de cette idée est fournie par les expériences de Soddy et Whetham, qui ont montré une formation lente de radium dans une solution d'uranium initialement pure. De plus, la teneur réelle des minéraux radioactifs en radium est de l'ordre de grandeur qu'on peut prévoir théoriquement si l'uranium est le parent du radium.

Soddy trouve que la quantité de radium formée par l'uranium n'est qu'une très faible fraction de la quantité théorique. Ceci s'explique le mieux en supposant qu'entre l'uranium X et le radium il intervient un ou

On n'a pu démontrer l'existence d'aucun produit de transformation ultérieure, formé par le radium F. Si la particule α est un atome d'hélium, et si l'on tient compte que le radium contient cinq produits qui émettent des rayons α , le poids atomique d'un produit de transformation du radium F devait être 225-20 ou 205. Ce nombre est très voisin du poids atomique du plomb, soit 206,7. L'idée que le plomb est le produit final de transformation du radium est confirmée par le fait que dans tous les minéraux radioactifs le plomb se trouve en proportion théorique par rapport à l'uranium, si l'on se sert de la quantité d'hélium présente pour calculer l'âge probable du minéral¹. La même idée a été récemment suggérée par Boltwood².

E. Rutherford,

Professeur de physique à l'Université de Montréal.

Traduit de l'anglais par L. Brocu.

1. L'auteur a discuté cette question à fond dans les *Silliman Lectures*, Yale University, mars 1905.

2. *Phil. Mag.*, avril 1905. — *Le Radium*, t. II, p. 211, juin 1905.

