



HAL
open science

État actuel de la radioactivité

F. Soddy

► **To cite this version:**

F. Soddy. État actuel de la radioactivité. Radium (Paris), 1906, 3 (7), pp.193-195. 10.1051/ra-
dium:0190600307019300 . jpa-00242184

HAL Id: jpa-00242184

<https://hal.science/jpa-00242184>

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.

État actuel de la radioactivité

Par F. SODDY,

Attaché au Trinity College (Cambridge).

(Conférence faite à la « Röntgen Society », résumée par L. Bloch.)

DANS cette Conférence, l'auteur s'est proposé de vulgariser les idées essentielles qui sont à la base de la théorie moderne de la radioactivité.

Trois notions doivent être adoptées comme point de départ, celle de l'atome, celle de l'éther et celle de l'électron.

L'atome est la plus petite quantité de matière qui puisse exister à l'état d'individualité chimique. Tout le développement moderne de la chimie tend à confirmer cette idée que la matière, en dernière analyse, est discontinue, qu'elle se compose de particules indivisibles, identiques pour le même élément, variables d'un élément à l'autre. Nous connaissons environ 70 espèces d'atomes différents.

L'électron est la plus petite quantité d'électricité négative qui puisse exister à l'état libre. Tous les récents progrès de l'optique et de l'électricité tendent à démontrer que cette dernière est, elle aussi, discontinue, composée de particules indivisibles, beaucoup plus petites que l'atome. Nous ne connaissons qu'une seule espèce d'électrons, qui se retrouve la même dans tous les corps. L'électricité positive ne semble pas avoir d'existence réelle; l'atome chargé positivement est celui qui a perdu un ou plusieurs électrons.

L'éther est le milieu universel qui propage à distance toutes les perturbations qu'on y crée. La vitesse avec laquelle ces perturbations se propagent est invariablement la même, qu'il s'agisse de perturbations optiques, électriques ou magnétiques. Elle est égale à la vitesse de la lumière.

On doit à William Crookes et à J.-J. Thomson d'avoir les premiers démontré que la « matière radiante » telle qu'on l'observe dans un tube à vide n'est autre chose qu'un flux d'électrons libres (*rayons cathodiques*). Lorsqu'ils viennent heurter l'anticathode, les rayons cathodiques y sont brusquement arrêtés, l'énergie cinétique énorme qu'ils transportaient se dissipe en partie en chaleur, en partie sous forme d'ébranlement communiqué à l'éther. Cet ébranlement se propage avec la vitesse de la lumière: il constitue un *rayon Röntgen*.

L'électron en mouvement est équivalent à un cou-

rant électrique élémentaire. La déviation d'un faisceau cathodique par le champ magnétique montre que ce courant élémentaire possède toutes les propriétés magnétiques des courants proprement dits. Il s'entoure donc d'un champ magnétique, c'est-à-dire que du fait seul de son mouvement, l'électron crée de l'énergie magnétique dans l'éther. Cette énergie ne peut être empruntée qu'à la source qui déplace l'électron. Il s'en suit que l'électron, abandonné à lui-même, ne modifiera pas spontanément son état de mouvement ou de repos. Il possède comme l'atome une certaine *inertie*. L'inertie de l'atome est considérée comme inhérente à sa nature matérielle. L'inertie de l'électron tient, au moins en partie, à ses propriétés électromagnétiques. Tout porte à croire que la « masse » de l'électron est *entièrement* d'origine électromagnétique, et il est permis de supposer que l'inertie matérielle appartenant à l'atome lui est donnée par les électrons qu'il contient.

Lorsque la force vive de l'électron en mouvement est brusquement détruite par un choc contre l'anticathode, la perturbation électromagnétique créée dans l'éther, le rayon Röntgen, se propage sous forme d'une pulsation extrêmement mince et extrêmement pénétrante, mais isolée. Lorsque le mouvement de l'électron subit une perturbation moins violente et moins brusque, par exemple un changement continu de vitesse, la perturbation rayonnée à distance sera moins intense, répartie sur une épaisseur plus grande, et plus facilement absorbable: si elle se répète périodiquement, par suite d'une accélération périodique de l'électron sur son orbite, elle deviendra de tous points identique à une *onde lumineuse*. L'étude spectrale des atomes montre que chacun d'eux est un mécanisme d'une complication extrême: il est le centre d'un système planétaire constitué d'un grand nombre d'électrons. Les différents rayonnements dus aux électrons fournissent les différentes raies spectrales de l'atome. L'atome est-il autre chose qu'un simple amas d'électrons, l'atome d'hydrogène étant la réunion de 700 électrons environ? Cette conception, pour séduisante qu'elle soit, ne pourra être admise

que du jour où l'on aura expliqué comment un pareil agrégat peut demeurer en équilibre stable malgré le jeu des répulsions mutuelles.

La stabilité de l'atome chimique a été considérée comme absolue jusqu'au jour où Henri Becquerel découvrit les phénomènes de *radioactivité*. La chimie qui possède mille moyens d'unir ou de séparer les atomes, n'en possède aucun pour les détruire, voire même pour les modifier. L'atome chimique résiste à toutes les formes d'énergie que nous employons contre lui. Mais il existe certains atomes, ce sont ceux des corps radioactifs, qui sont dans un état de destruction perpétuelle sans l'intervention d'aucune énergie étrangère. Bien plus, une semblable énergie est incapable de ralentir, d'accélérer ou de modifier en quoi que ce soit le processus de dégradation de l'atome. Les atomes des corps radioactifs sont le siège d'une émission spontanée d'énergie. Cette énergie ne peut être empruntée qu'à l'énergie potentielle interne de l'atome, c'est-à-dire que l'atome tend à se transformer d'une forme moins stable en une forme plus stable. Cette transformation, qui échappe entièrement à tous nos moyens d'action, porte le nom de *radioactivité*.

La radioactivité s'accompagne d'une mise en liberté d'énergie tout à fait hors de proportion avec celle qui se manifeste dans les réactions ordinaires.

L'atome radioactif émet des *rayons* β qui sont des rayons cathodiques animés d'une vitesse pouvant atteindre les 95 pour 100 de la vitesse de la lumière. Aussi les rayons de Röntgen qui les accompagnent, les *rayons* γ , ont-ils un pouvoir de pénétration incomparablement plus grand que ceux qui sortent d'un tube de Crookes. De plus, les corps radioactifs possèdent un *rayonnement* α , constitué par des particules chargées *positivement* et d'une grosseur comparable à celle de l'atome. Ces rayons α , dont la vitesse peut atteindre le 1/10 de la lumière, représentent de beaucoup la plus grande fraction de l'énergie rayonnée par l'atome. L'ionisation des gaz, la phosphorescence de certains écrans, l'action photographique sont produites inégalement par les trois sortes de rayons. Les rayons α sont particulièrement puissants comme agents d'ionisation. Leur action de phosphorescence est telle qu'on peut, au moyen du spinthariscopes de Crookes, saisir individuellement l'effet de chacun d'eux, en observant la scintillation lumineuse produite par son choc contre l'écran.

L'émission de rayons α , β et γ est le signe d'une transformation s'accomplissant dans l'atome. Le grand mérite de Rutherford est d'avoir compris que cette transformation, ce passage d'une forme moins stable à une forme plus stable, transforme l'atome chimique en un *autre atome chimiquement défini*.

Le radium, en perdant un rayon α , se transforme en une espèce chimique nouvelle, un gaz qu'on nomme *emanation*. L'existence de ce gaz n'aurait pu

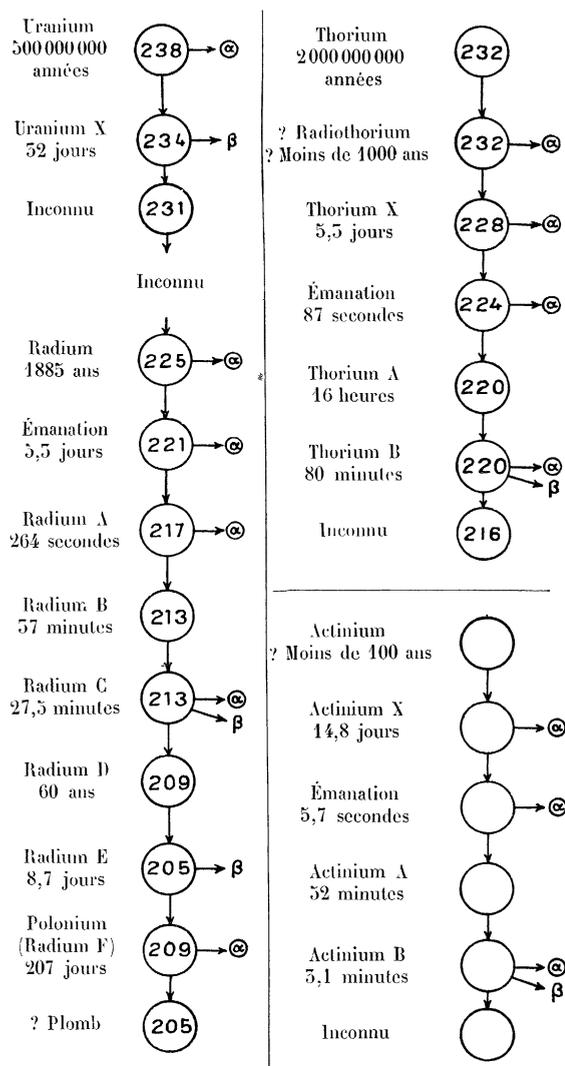
être mise en évidence par aucune méthode directe, s'il ne possédait pas lui-même la propriété d'être radioactif. L'emanation se détruit rapidement en donnant lieu à un corps nouveau, le radium A, qui se précipite à l'état solide sur les objets plongés dans l'emanation. Le radium A à son tour fournit le radium B, celui-ci le radium C, et Rutherford a pu poursuivre la série des produits de transformation du radium jusqu'au radium F, corps identique au polonium. Le radium F ne fournit plus aucun produit radioactif. Le thorium, l'actinium, l'uranium donnent lieu également à une série de produits de désintégration. Si parmi ces produits il se trouve un gaz, ce sera une emanation comparable à celle du radium (cas du thorium et de l'actinium). L'uranium ne fournit que des produits de décomposition solides.

Parmi les substances nouvelles découvertes de la sorte, il en est qui ont leur place toute marquée dans la *classification périodique des éléments*. Le radium, avec le poids atomique 225, vient naturellement comme homologue supérieur du baryum. L'emanation du radium (poids atomique 221) devient l'homologue supérieur du xénon. Si l'on admet l'hypothèse très vraisemblable de Soddy, d'après laquelle chaque atome radioactif différerait de celui qui l'a produit par perte d'un corpuscule α ; si de plus on assimile le corpuscule α à l'atome d'hélium de poids atomique 4, on voit qu'en passant du radium au radium F, le poids atomique passe de 225 à 205. Ceci suggère l'idée que le radium G, s'il existe, pourrait bien être le plomb (207) ou le bismuth constamment associés aux minerais de radium. Il faut d'ailleurs signaler le fait que certains atomes radioactifs n'émettent qu'un rayonnement β (radium E) ou même n'émettent aucun rayonnement (radium C). Il est donc concevable que le plomb ou d'autres métaux communs, possèdent la propriété radioactive sans que nous soyons en état de la mettre en évidence sur leur rayonnement.

La transformation radioactive d'un élément en un autre suit une loi rigoureusement déterminée, c'est la *loi d'action de masse*. Ceci veut dire que le nombre des atomes d'un corps qui se transforment par unité de temps est proportionnel au nombre des atomes non transformés. Il s'en suit que la radioactivité d'un corps, étant proportionnelle au nombre des atomes qui se détruisent, *décroit exponentiellement avec le temps*, la loi exponentielle dépendant d'un facteur caractéristique, qu'on appelle *constante de temps* de la substance; c'est le temps que met la substance pour être transformée à moitié. Cette constante est une constante spécifique de chaque atome radioactif, mais elle varie dans des proportions énormes d'un atome à l'autre. On l'appelle aussi parfois *durée moyenne de vie* de l'atome. La durée moyenne de vie du thorium est de 2 000 000 000 années, celle du radium de 1885 ans, celle de l'emanation

tion de 5,7 secondes. Le tableau ci-joint fait connaître l'ordre de transformation des substances radio-

actives, leur durée de vie, et la nature de leur rayonnement.



La loi des transformations radioactives explique qu'une substance mère étant mise en présence de ses produits de désintégration, un équilibre radioactif tendra à s'établir, lorsque la quantité de chacun des produits qui apparaît par unité de temps, sera compensée par la quantité qui se détruit spontanément pendant ce temps. Ces équilibres radioactifs ont été étudiés en détail dans le laboratoire, mais se trouvent réalisés en grand dans la nature. Il est hors de doute que la répartition des substances radioactives dans l'écorce terrestre est réglée par l'équilibre qui s'est établi depuis les âges géologiques. La rareté des substances très actives s'expliquerait de la sorte par leur activité même. Ces considérations peuvent peut-être s'étendre aux métaux communs, depuis que Bragg et Rutherford ont montré qu'il existe des rayonnements de vitesse trop faible pour se manifester à nos moyens d'observation. La non-radioactivité apparente des métaux communs, leur stabilité aux yeux de la chimie ordinaire, tiendrait alors à ce que leur rayonnement aurait une vitesse inférieure à une valeur critique.

M. Soddy conclut son article en rappelant les efforts infructueux faits par les alchimistes du moyen âge pour préparer l'or avec les métaux communs. Ces efforts n'étaient pas absurdes. L'erreur des alchimistes était de vouloir fabriquer l'or avec des métaux de poids atomique moins élevé. Même si leur tentative avait pu être couronnée de succès, le poids de charbon qu'ils auraient dû consommer pour réaliser la transmutation eût compensé et au delà l'avantage obtenu. Au lieu de cela, s'il était possible, au moyen des transformations radioactives, de former l'or à partir d'un élément de poids atomique plus élevé, il est probable que l'énergie libérée serait si considérable qu'elle constituerait le principal bénéfice d'une fabrication dont l'or ne serait plus qu'un sous-produit.

