

Armin Teske

**Les premières idées de Marie Skłodowska Curie
sur le phénomène de la radioactivité**

Lorsque Roentgen annonça en décembre 1895 la découverte d'un nouveau genre de radiation, les propriétés et la genèse de ce phénomène devinrent l'objet de recherches dans de nombreux laboratoires. Comme les rayons de Roentgen étaient émis par les parois fluorescentes des tubes de Crookes, on supposait que la lumière provenant de la luminescence contenait une composante roentgenienne. Les expériences semblaient confirmer cette hypothèse. Ch. Henry, et d'abord aussi G. Niewęłowski (qui abandonna plus tard cette hypothèse) avaient communiqué qu'ils avaient en effet observé l'action de la lumière provenant de la luminescence sur une plaque photographique enveloppée, par exemple, d'un papier noir. Les résultats de leurs expériences s'expliquent probablement par des traces d'éléments radioactifs dans les préparations qu'ils avaient utilisées.

Becquerel avait aussi obtenu des résultats semblables. Cependant il observa bientôt que les sels d'uranium impressionnent une plaque enveloppée même si plusieurs jours se sont écoulés depuis leur irradiation, et que, de plus, l'impression se produit aussi dans le cas des sels d'uranium qui n'accusent pas de fluorescence visible. Les recherches de Becquerel l'ont amené à la conclusion que tous les sels d'uranium, phosphorescents sous l'action de lumière ou non, cristallins, fondus ou en solution, se montrent actifs, ce qui doit être attribué à la présence d'uranium dans ces sels; l'uranium métallique lui-même devrait être encore plus actif que ses composés. Becquerel constata aussi que sous l'action des rayons de l'uranium l'air devenait conducteur.

Tel était, grossièrement retracé, l'état des recherches dans ce domaine lorsque Pierre et Marie Curie se mirent à étudier ce problème. La première tâche qu'ils se proposèrent fut de vérifier si le phénomène observé

par Becquerel ne concernait que l'uranium ou s'il avait lieu aussi pour d'autres substances. Dans ce but, Marie Skłodowska, qui désirait exposer la question dans sa thèse de doctorat, étudia un grand nombre de métaux, sels, oxydes et minéraux¹, mesurant pour chacune de ces substances la conductibilité de l'air. Le résultat de cette série de mesures fut positif. M. Skłodowska constatè la radioactivité du thorium, indépendamment de G. C. Schmidt, qui avait annoncé la même découverte quelques semaines plus tôt. Dans le même travail, Marie compara les résultats pour différentes substances et observa un fait extrêmement important: quelques-uns des minéraux uranifères naturels étaient plus actifs qu'on ne pouvait s'y attendre d'après la quantité d'uranium qu'ils contenaient.

„Deux minéraux d'uranium — écrivait-elle — la pechblende (oxyde d'urane) et la chalcolite (phosphate de cuivre et d'uranyle) sont beaucoup plus actifs que l'uranium lui-même. Ce fait est très remarquable et porte à croire que ces minéraux peuvent contenir un élément beaucoup plus actif que l'uranium.”²

M. Skłodowska s'assura encore, au cours de la même année, que son hypothèse était juste, en obtenant par synthèse, à partir de substances purifiées, un minéral uranien appelé chalcolite; son activité se montra beaucoup plus petite que celle de la chalcolite naturelle. Elle en parle aussi dans sa thèse de doctorat:

„Tous les minéraux qui se montrent radioactifs contiennent de l'uranium ou du thorium; leur activité n'a donc rien d'étonnant, mais l'intensité du phénomène pour certains minéraux est inattendue [...] Pour éclaircir ce point, j'ai préparé de la chalcolite artificielle par le procédé de Debray, en partant de produits purs. Ce procédé consiste à mélanger une dissolution d'azotate d'uranyle avec une dissolution de phosphate de cuivre avec l'acide phosphorique, et à chauffer vers 50° ou 60° [...] La chalcolite ainsi obtenue possède une activité tout à fait normale, étant donnée sa composition; elle est deux fois et demie moins active que l'uranium.”³

Dans leur première publication commune de juillet 1898 *Sur une substance nouvelle radioactive, contenue dans la pechblende*, Pierre et Marie Curie annoncèrent qu'ils avaient découvert l'existence du polonium.⁴ En décembre 1898, une nouvelle communication des Curie et de G. Bé-

¹ M. Skłodowska-Curie: *Rayons émis par les composés de l'uranium et du thorium*, Comptes Rendus, 126, 1101 (1898); *Oeuvres de Marie Skłodowska-Curie* recueillies par Irène Joliot-Curie, Varsovie 1954 (cité plus loin comme *Oeuvres*), p. 43.

² *Ibid.*, p. 44.

³ Mme Skłodowska-Curie: *Recherches sur les substances radioactives. Thèse présentée à la Faculté des Sciences de Paris pour obtenir le grade de docteur ès sciences physiques*, 1903. Deuxième édition, Paris 1904, pp. 20 et 21.

⁴ Pierre et Marie Curie: *Sur une substance nouvelle radioactive, contenue dans la pechblende*, Comptes Rendus, 127, 175 (1898).

mont annonçait la découverte du radium: *Sur une nouvelle substance fortement radioactive, contenue dans la pechblende.*⁵ Les spectres, obtenus par Demarçay, des substances contenant le nouvel élément donnèrent un résultat positif. Lorsque l'activité de la préparation était de 60 par rapport à l'uranium, on pouvait observer une ligne à peine visible, qui ne correspondait à aucun des éléments alors connus; cette raie devenait plus nette lorsque, après un nouveau fractionnement, l'activité augmenta jusqu'à 900. Dans toutes ces expériences les mesures de l'activité consistaient à mesurer l'intensité du courant circulant entre les plateaux d'un condensateur sous une tension de 100 V, la préparation étant placée sur l'un des plateaux; les mesures étaient effectuées d'après une méthode élaborée par Jacques et Pierre Curie.

Dans les titres des deux travaux cités on voit apparaître le nouveau terme „radioactivité”, introduit par les auteurs, terme qui depuis lors a été presque universellement admis. Voici ce qu'en dit Marie elle-même dans son suivant travail:

„J'appellerai radioactives les substances qui émettent des rayons de Becquerel. Le nom d'hyperphosphorescence qui a été proposé pour le phénomène, donne, à mon avis, une idée fautive de sa nature.

Les seuls éléments radioactifs, actuellement connus, sont l'uranium et le thorium. Il est remarquable que ces deux éléments sont ceux qui possèdent le plus fort poids atomique (240 et 230). L'uranium et le thorium se rencontrent fréquemment dans les mêmes minéraux.”⁶

Dans sa première publication sur la radioactivité, Marie avait déjà exposé ses vues sur les causes de ce phénomène. De ses observations, et aussi de celles de Becquerel, il résultait que la radioactivité n'est pas une conséquence de la formation de composés chimiques. C'est, comme l'exprimeront plus tard Pierre et Marie, une propriété atomique. Voici comment Marie entendait cette propriété atomique:

„Pour interpréter le rayonnement spontané de l'uranium et du thorium on pourrait imaginer que tout l'espace est constamment traversé par des rayons de Roentgen, mais beaucoup plus pénétrants et ne pouvant être absorbés que par certains éléments à gros poids atomique, tels que l'uranium et le thorium.”⁷

M. Skłodowska-Curie revenait souvent à cette idée:

„L'émission spontanée des rayons de Becquerel semblerait donner lieu à un dégagement continu d'énergie, dont on ne voit pas la source. Il y a là une contradiction,

⁵ P. Curie, M. Curie et G. Bémont: *Sur une substance fortement radioactive, contenue dans la pechblende*, Comptes Rendus, 127, 1215 (1898).

⁶ M. Skłodowska Curie: *Les rayons de Becquerel et le polonium*, Revue Générale des Sciences, 10, 41 (1899); *Oeuvres*, p. 62.

⁷ Skłodowska Curie: *Rayons émis...*; *Oeuvres*, p. 45.

tout au moins apparente, avec le principe de Carnot. Remarquons cependant qu'il n'est pas évident que le rayonnement de Becquerel représente un dégagement continu d'énergie, bien que cela paraisse fort probable. En admettant que ce dégagement d'énergie existe, on peut concevoir le phénomène de différentes manières [...]”⁸

„Devant les faits dont nous venons de parler, on peut se demander si la radioactivité, en apparence spontanée, n'est pas pour certaines substances un effet induit.”⁹

„Dès le début de nos recherches, nous avons admis que la radioactivité était une propriété atomique des corps. Cette supposition est suffisante pour créer la méthode de recherches d'éléments radioactifs. Chaque atome d'un corps radioactif fonctionne comme une source constante d'énergie [...]”¹⁰

Elle entreprit aussi de vérifier si ces rayons hypothétiques avaient leur source dans le Soleil. S'il en était ainsi, le rayonnement de la préparation radioactive observé durant la nuit devrait être plus petit que de jour. Le résultat fut négatif. Elster et Geitel soumièrent aussi cette hypothèse à une vérification, plaçant la préparation dans un puits de mine à 850 mètres de profondeur et comparant son activité à celle qu'elle avait à la surface de la Terre; ils ne constatèrent aucune variation. Bien que les résultats des deux expériences fussent défavorables à cette hypothèse sur l'origine de la radioactivité, Marie ne pensa pas qu'elle dût par cela même être abandonnée. Elle l'exposa encore dans sa thèse, à côté de la théorie de la désintégration, déjà connue, de Rutherford:

„Nous avons mesuré la radioactivité de l'uranium à midi et à minuit, pensant que si le rayonnement primaire hypothétique avait sa source dans le soleil, il pourrait être en partie absorbé en traversant la terre. L'expérience n'a donné aucune différence pour les deux mesures.”¹¹

L'hypothèse, d'après laquelle l'espace serait incessamment traversé par un rayonnement pénétrant, qui ne serait absorbé que par les éléments de poids atomique très grand, fut primitivement la seule, au moyen de laquelle Marie tentait d'expliquer le phénomène de la radioactivité. Plus tard, elle en adopta d'autres, très différentes, parmi elles aussi celle qui admettait l'instabilité de l'atome. S'appuyant sur l'idée de Crookes, d'après laquelle les éléments chimiques sont sujets à évolution, et rappelant que la masse des rayons cathodiques est très petite, Marie Skłodowska Curie s'imaginait que le radium émet constamment une matière radioactive, mais que sa masse est si petite qu'il faudrait un intervalle de temps énorme pour pouvoir constater une diminution de masse des atomes du radium.

⁸ Skłodowska Curie: *Les rayons de Becquerel...*; *Oeuvres*, pp. 74—75.

⁹ P. et M. Curie: *Sur la radioactivité provoquée par les rayons de Becquerel*, *Comptes Rendus*, 129, 714 (1899).

¹⁰ P. et M. Curie: *Sur les corps radioactifs*, *Comptes Rendus*, 134, 85 (1902).

¹¹ Skłodowska Curie: *Recherches sur les substances...*, pp. 149—150.

„Ce travail a établi que la radioactivité des composés d'urane et de thorium est une propriété atomique. Elle semble liée à la matière qui en est douée et ne peut être détruite ni par un changement d'état physique, ni par une transformation chimique. [...].

D'après les recherches toutes récentes de MM. Debierne, Giesel, Crookes, Becquerel, on peut, à la suite de certains traitements, extraire des sels d'urane une très petite quantité d'une substance très active, qui contient probablement de l'actinium. L'uranium ainsi purifié est moins actif qu'auparavant et peut-être même pourra-t-on faire disparaître ainsi toute sa radioactivité. L'uranium ne serait plus alors un élément radioactif. Ce fait, s'il était démontré, ne serait pas cependant en contradiction avec l'idée que la radioactivité est une propriété atomique; seulement, c'est à l'actinium qu'il faudrait reporter la propriété attribuée à l'uranium. S'il est difficile d'obtenir de l'uranium exempt d'actinium, alors on comprend que l'uranium doit avoir l'apparence d'un élément atomiquement radioactif. Le raisonnement qui a conduit à la découverte des nouvelles substances radioactives conserve sa validité. [...].

On pourrait considérer les rayons de Becquerel comme une émission secondaire due à des rayons analogues aux rayons X traversant tout l'espace et tous les corps. [...]. On pourrait avoir recours à l'hypothèse balistique telle qu'elle a été édiflée par Sir W. Crookes et M. J. J. Thomson pour l'explication des propriétés des rayons cathodiques. Le radium émettrait d'une façon continue des particules extrêmement petites chargées d'électricité négative. L'énergie utilisable emmagasinée sous forme d'énergie potentielle se dissiperait peu à peu, et cette manière de voir conduirait nécessairement à ne plus admettre l'invariabilité de l'atome.”¹²

En effet, aucune expérience ne put alors établir l'existence de telles variations, ni celle de variations d'activité, à l'exception du polonium; cependant, en principe, un atome radioactif ne pourrait naturellement pas rester invariable.

Marie Skłodowska Curie en appelait volontiers à son hypothèse sur l'instabilité de l'atome lorsqu'il était question de la théorie de Rutherford. Il semble pourtant qu'elle faisait de sérieuses réserves sur la théorie elle-même. Comme nous l'avons dit précédemment, dans sa thèse de doctorat elle soumit à une discussion non seulement la théorie de Rutherford, mais aussi d'autres hypothèses:

„Ainsi, dans le cas des rayons déviables bêta du radium, comme dans le cas des rayons cathodiques, les rayons transportent de l'électricité. Or, jusqu'ici on n'a jamais reconnu l'existence de charges électriques non liées à la matière. On est donc amené à se servir, dans l'étude de l'émission des rayons déviables bêta du radium, de la même théorie que celle actuellement en usage pour l'étude des rayons cathodiques. Dans cette théorie balistique, qui a été formulée par Sir Crookes, puis développée par M. J. J. Thomson, les rayons cathodiques sont constitués par des particules extrêmement ténues qui sont lancées à partir de la cathode avec une très

¹² P. et M. Curie: *Les nouvelles substances radioactives et les rayons qu'elles émettent*, Rapports présentés au Congrès International de Physique, 1900, vol. III, p. 79; *Oeuvres*, pp. 109, 114, 133.

grande vitesse, et qui sont chargées d'électricité négative. On peut de même concevoir que le radium envoie dans l'espace des particules chargées négativement. [...]

Les recherches les plus récentes sont favorables à l'hypothèse d'une transformation atomique du radium. Cette hypothèse a été émise dès le début des recherches sur la radioactivité; elle a été franchement adoptée par M. Rutherford qui a admis que l'émanation du radium est un gaz matériel qui est un des produits de la désagrégation de l'atome du radium. Les expériences récentes de M. M. Ramsay et Soddy tendent à prouver que l'émanation est un gaz instable qui se détruit en donnant lieu à une production d'hélium. D'autre part, le débit continu de chaleur fourni par le radium ne saurait s'expliquer par une réaction chimique ordinaire, mais pourrait peut-être avoir son origine dans une transformation de l'atome." ¹³

Lorsque, en 1906, Marie Skłodowska Curie professa sa leçon d'ouverture comme titulaire d'une chaire à la Sorbonne, elle n'y adopta naturellement, en parlant des propriétés des corps radioactifs, plus le point de vue de la théorie rutherfordienne de la désintégration atomique, insistant sur le bon accord de celle-ci avec „l'état actuel de nos connaissances sur la radioactivité”; elle termina sa leçon par les mots suivants:

„Il me semble cependant utile de ne pas trop quitter le domaine des faits positivement démontrés et ne perdre de vue les autres explications de la radioactivité qui peuvent être proposées. L'état actuel de cette science ne me semble pas assez avancé pour que l'on puisse se prononcer d'une manière absolue.

J'indiquerai, pour finir, quelle est l'importance générale des phénomènes de radioactivité. En physique, les corps radioactifs constituent un outil nouveau pour les recherches, par suite des rayons qu'ils émettent, et ils ont déjà activement contribué au développement de la théorie de la conductibilité des gaz et de la connaissance de la nature de l'électron. Par leurs nombreux effets chimiques, physiologiques et par leur influence possible sur les conditions météorologiques, ces corps étendent leur sphère d'action dans le domaine de toutes les sciences de la nature, et il est à prévoir que leur importance pour le développement de la science ira en croissant. Enfin, on a montré qu'il n'y a rien d'absurde à supposer que l'énergie que nous recevons du soleil provient en partie ou même au total de la présence de corps radioactifs qui peuvent y être contenus." ¹⁴

*

*

*

Le Professeur Armin Teske (1910—1967), directeur de la chaire de physique générale à l'Université Marie Curie Skłodowska, était gravement malade lorsqu'il préparait cet article; une mort prématurée ne lui a pas permis de l'achever. L'article a été rédigé d'après ses notes par Mlle Michalina Dąbkowska.

¹³ Skłodowska-Curie: *Recherches sur les substances...*, pp. 61 et 150.

¹⁴ Mme Curie: *Les théories modernes relatives à l'électricité et à la matière*, Leçon d'ouverture du cours de physique générale professé à la Sorbonne, le 5 novembre 1906; *Oeuvres*, p. 335.

Marie Skłodowska-Curie

La découverte et la classification des radioéléments.

„Le nombre des éléments connus avant la découverte de la Radioactivité est d'environ 80. Tous ces éléments peuvent, comme on sait, être disposés par ordre de poids atomique croissant, en plusieurs rangées superposées formant le Tableau de Classification dite périodique de Mendéléev.”

(Marie Skłodowska Curie — Les Radio-éléments et leur classification)

