

Louis-Pascal JACQUEMOND (1)

(1) IEP-Sciences Politiques Paris, 27 rue Saint-Guillaume,
75007 Paris, France - jacquemond.perrier@orange.fr

11 janvier 1934 : Irène Joliot-Curie découvre la « radioactivité artificielle »

14 novembre 1935 : un porteur se présente au 1 rue Pierre Curie, siège du Laboratoire du Radium, et tend un télégramme à Irène Joliot-Curie. Elle le parcourt à voix haute devant Frédéric qui en est le destinataire :

*« J'AI L'HONNEUR
DE VOUS INFORMER
QUE L'ACADEMIE DES SCIENCES
DE SUEDE DECERNE LE PRIX NOBEL
DE CHIMIE DE 1935
À VOUS ET A MADAME
CURIE-JOLIOT. LETTRE SUIV.
SIGNE : PLEIJEL SECRETAIRE PER »*

Le Nobel ! Voilà la récompense et la consécration pour ces deux chercheurs qui ont découvert la « radioactivité artificielle » le jeudi 11 janvier 1934. Ils ont tenu la communauté scientifique informée par une note que Jean Perrin a lue à l'Académie des Sciences. Cette note intitulée « Un nouveau type de radioactivité » paraît ensuite aux *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* le 15 janvier 1934, puis dans *Nature* le 19 janvier. Devant Marie Curie qui disparaît le 5 juillet de cette même année, les deux scientifiques ont répété l'expérience et entendu son pronostic : « cela vaut un prix Nobel ». Paul Langevin également témoin, physicien réputé nobélisé en 1921 et membre influent des

conseils Solvay organisés par les Instituts internationaux de physique et de chimie [1], n'a pas manqué d'en appeler au comité Nobel chargé de la Chimie. Les six membres de cette instance qui n'avaient pas pu se mettre d'accord pour décerner un prix en 1933 ont décidé de soutenir la candidature de l'américain Harold Clayton Urey [2] pour sa découverte de l'hydrogène lourd. Les Joliot-Curie font partie de la short-list, mais devront attendre 1935 pour l'emporter.

La découverte de la radioactivité dite artificielle a été une des étapes clé pour la connaissance du système périodique et la compréhension de l'atome et des fonctions nucléaires. Par quel processus ces deux scientifiques ont-ils obtenu cette découverte ? Quel a été le rôle de chacun ? Pourquoi cette découverte physico-chimique bouleverse-t-elle aussi la biologie et la médecine ? Quelles en ont été les conséquences pour la carrière et la vie personnelle d'Irène ? C'est à toutes ces questions qu'il nous faut répondre pour comprendre la part d'Irène Joliot-Curie à cette découverte fondamentale.

La découverte de la radioactivité artificielle a ses origines dans les travaux des Curie au début du XX^{ème} siècle et surtout ceux d'Irène depuis le milieu des années Vingt. Le radium a été découvert par Pierre et Marie Curie en décembre 1898 et leur laboratoire est un des rares à disposer

au début du siècle d'une quantité appréciable de cet élément. Sa décroissance radioactive a généré en deux décennies divers radioisotopes dont un stock de Radium D grâce auquel Irène a pu expérimenter pour sa thèse « les rayons α du polonium ». Le polonium, émetteur alpha est en effet un produit de désintégration du radium D.

A cette époque, l'utilisation de lettres accolées aux noms, comme Radium D, est restée répandue quoique l'on sache depuis 1913, grâce aux travaux de Georg von Hevesy, chimiste suédois d'origine hongroise, nobélisé en 1943, que le radium D est en réalité un isotope radioactif du plomb (plomb 210, émetteur bêta, de période 22 ans), situé dans la famille radioactive du radium.

Après sa thèse, Irène va travailler en collaboration avec le jeune physicien Frédéric Joliot (1900-1958) qu'elle épouse en 1926. Dans le laboratoire de Marie Curie [3], le jeune couple Irène et Frédéric s'attelle, à partir de cette date, à mieux connaître la structure de l'atome en fonction des seules particules connues à ce moment, les protons et les électrons. Ils ne sont pas les seuls puisque, à Rome, à Copenhague, en Cambridge, à Berlin, ou encore aux Etats-Unis, d'autres scientifiques poursuivent le même objectif.

Le couple scientifique Irène et Fred est très complémentaire, mais paradoxalement Irène Curie préfère se concentrer sur la chimie (alors qu'elle a eu son doctorat en physique) tandis que Frédéric Joliot affiche son goût pour la physique bien que son doctorat soit en chimie (« Etude électrochimique des radioéléments » en 1930). C'est dans ce contexte d'émulation positive qu'Irène, plutôt chimiste et spéculative, et Frédéric, plutôt physicien et expérimentateur, utilisent les particules α émises par le polonium comme projectiles pour explorer les noyaux du béryllium ou du bore. En 1932, le duo constate qu'un rayonnement très pénétrant résultant de l'action des particules α sur le béryllium ou le bore éjecte des protons de différentes substances hydrogénées (comme la paraffine ou la cellophane). Ils pensent qu'il s'agit d'un rayonnement gamma, mais c'est une regrettable erreur

car il s'agit de « neutrons », dont l'existence était soupçonnée par différents chercheurs et que le Britannique James Chadwick, leur découvreur, définira, au Congrès Solvay de 1933, « comme constituants indépendants du noyau à côté des protons et des particules α ».

Frédéric et Irène, déçus de n'avoir pas découvert les « neutrons », se concentrent dès lors sur les propriétés des radioéléments. Ils multiplient les expérimentations et mettent à jour des traces d'électrons positifs et de quelques protons lorsqu'ils utilisent une feuille d'aluminium ou de bore pour couvrir leur source de polonium. À partir de novembre 1933, sur les conseils de Niels Bohr et de Wolfgang Pauli, ils mesurent le seuil d'apparition des neutrons en faisant varier la pression pour ralentir plus ou moins les particules α . Les deux Français ont adjoint au dispositif un compteur Geiger-Müller et un amplificateur pour compter une à une les particules ionisantes, technique maîtrisée par un chercheur allemand venu travailler au laboratoire Curie depuis deux ans, Wolfgang Gentner [4].

Et le jeudi 11 janvier 1934, les deux savants constatent que l'émission d'électrons positifs [5] (appelés positons ou positrons) continue alors que les rayons α sont complètement arrêtés ! Ils observent que l'intensité initiale des positons augmente avec la durée d'exposition et qu'elle décroît exponentiellement quand l'exposition cesse, comme si un radioélément avait été formé. La conclusion s'impose : neutron et positon ne sont pas émis en même temps, mais en deux étapes successives. Après que Wolfgang Gentner ait vérifié le bon fonctionnement du compteur Geiger, les deux chercheurs refont l'expérience qui aboutit aux mêmes constatations.

Le lendemain, fort du « tout est en ordre » du physicien allemand, Frédéric refait encore l'expérience, mais Irène diversifie les éléments chimiques à irradier. Si Frédéric vient bien de matérialiser physiquement l'existence d'une radioactivité artificielle, c'est Irène qui lui donne sa signification radiochimique en mettant en évidence l'obtention de l'isotope 30 du phosphore.

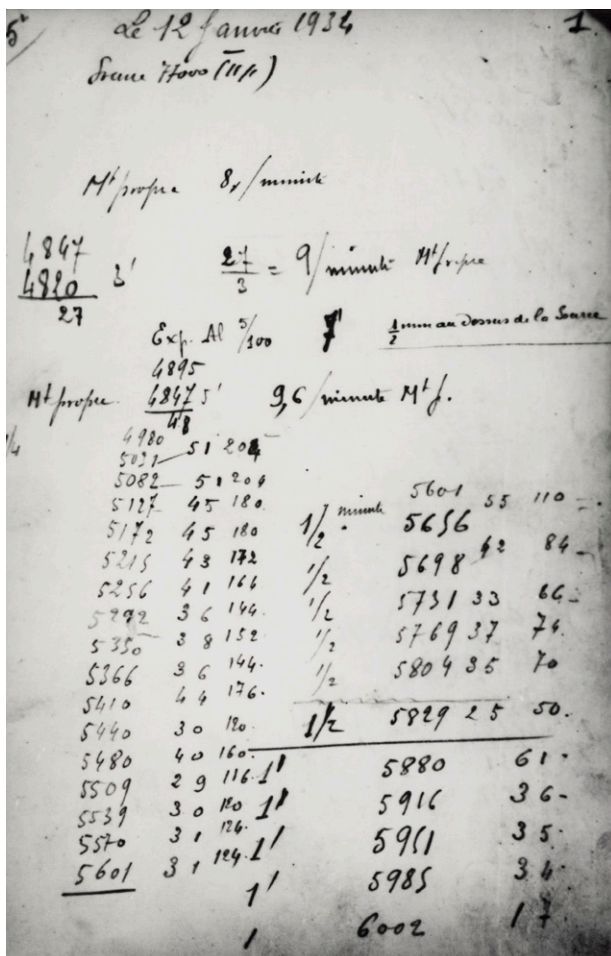


Figure 1. Page du cahier de laboratoire de Irène et Frédéric Joliot-Curie du 12 janvier 1934, relative à la découverte de la radioactivité artificielle. Avec l'aimable autorisation du Musée Curie (coll. ACJC). N° de photo MCP1889

En effet, en versant de l'acide chlorhydrique dans l'éprouvette contenant de l'aluminium irradié que lui présente Frédéric, il se produit du gaz hydrogène (H_2) ainsi que de l'hydrogène phosphoré (PH_3) qui se séparent aisément des sels d'aluminium. Elle soutire très vite les gaz dans une autre éprouvette qu'elle bouche et transporte sur le compteur Geiger. Les « top-top » de l'appareil se font entendre et décroissent. Toute l'activité de la feuille irradiée s'est retrouvée transférée dans la fraction gazeuse recueillie dans le tube à essai. Les deux savants ont en main un nouveau radioélément et ils le nomment « radiophosphore ».

Figure 2. Reproduction du dispositif utilisé par Irène et Frédéric Joliot-Curie pour isoler le radio azote, l'un des premiers radio-isotopes artificiels créés par eux en 1934. Avec l'aimable autorisation du Musée Curie (coll. ACJC). N° de photo MCP1255 (vers 1964)

L'exploit a duré trois minutes, durée de vie de cet élément, avant que sa radioactivité ne disparaisse, et qu'il ne reste que du silicium ordinaire et stable [6].

En cette fin d'après-midi du vendredi 12 janvier 1934, Frédéric, Irène, Wolfgang et leurs collaborateurs sont euphoriques.

Dans leur enthousiasme, ils appellent alors l'ami et complice de Frédéric, l'ingénieur Pierre Biquard, qui explique : « Je n'oublierai jamais cet après-midi de janvier 1934 où un coup de téléphone me faisait quitter mon laboratoire de la rue Vauquelin pour me rendre d'urgence rue Pierre Curie, à l'Institut du Radium, [...] il s'agissait d'une expérience montée en hâte et qui reprenait sous une forme démonstrative, la découverte effectuée quelques heures auparavant avec Irène. [...] A ce moment, derrière l'expérimentateur, la porte du laboratoire s'ouvrit pour laisser entrer Marie Curie et Paul Langevin. La démonstration reprit avec autant de précision et de simplicité. La scène qui vient d'être rapportée ne dura guère plus de trente minutes. »

En effet, moins de six mois avant sa disparition le 4 juillet 1934, Marie Curie a eu le temps d'assister à cette découverte de sa fille et son gendre.



Pour pouvoir présenter leurs résultats à l'Académie des Sciences, le lundi suivant 15 janvier 1934, Irène et Frédéric passent le reste du week-end à bombarder de particules α des atomes de bore, d'aluminium, de magnésium. C'est ainsi qu'ils identifient d'autres radioéléments [7] comme l'isotope 27 du silicium, l'isotope 28 de l'aluminium et l'isotope 13 de l'azote. Lors de la conférence de réception du Prix Nobel qu'ils font le 1^{er} décembre 1935 à Stockholm, Frédéric raconte ainsi cet épisode : « Ces expériences, dans le cas de l'aluminium sont délicates, car elles doivent être effectuées en six minutes environ, la vie moyenne des atomes radioactifs formés étant inférieure à cinq minutes. [...] Nous avons proposé d'appeler ces radioéléments nouveaux, ces isotopes d'éléments connus n'existant pas dans la nature, radioazote, radiophosphore, ... » [8].

Irène et Frédéric Joliot-Curie ont ainsi mis à jour, à mi-janvier 1934, la « radioactivité artificielle ». La découverte est double : la radioactivité provoquée de manière artificielle, celle de l'isotope du phosphore, et la réaction de désintégration par émission d'un positon [9]. Marie Curie avait inventé le terme de radioactivité puis celui de radioactivité naturelle, lorsqu'elle avait découvert, le 24 février 1898, que le thorium émettait des rayonnements ionisants similaires à ceux de l'uranium, rendant obsolète le terme de « rayons uraniques » jusque-là usité. En 1934, pour Frédéric et Irène Joliot-Curie, le fait de rendre momentanément radioactif un élément justifie le recours à une nouvelle expression, celle de « radioactivité artificielle ». L'artifice qualifie en fait la transmutation temporaire obtenue, donc le mode de production, mais la radioactivité est tout autant naturelle que celle de l'uranium, du radium ou du thorium. En généralisant le recours à la radioactivité, ils peuvent envisager de multiples applications en chimie, en biologie, en médecine... [10]. Et dès le 9 novembre 1935, la première application biologique est publiée dans la revue *Nature* : le chimiste Georg von Hevesy et son collaborateur médecin Otto Chiewitz [11] étudient le métabolisme du phosphore chez les rats avec un indicateur radioactif, le phosphore 32.

Lorsqu'elle reçoit son Prix Nobel de Chimie, le 1^{er} décembre 1935 à Stockholm, Irène décrit toute

la phase physique du phénomène puis Frédéric Joliot se fait l'écho de toutes les conséquences à en tirer. Le savant affirme : « La diversité des natures chimiques, la diversité des vies moyennes de ces radioéléments synthétiques permettront sans doute des recherches nouvelles en biologie et en physicochimie. Pour mener à bien ces travaux, il sera nécessaire de disposer de quantités relativement importantes de ces radioéléments », ce qui justifie le recours à des accélérateurs de particules, les cyclotrons, pour produire ces corps radioactifs en quantités appréciables. Et, en second lieu, Frédéric Joliot termine son discours de remerciement par un propos prémonitoire [12] : « nous sommes en droit de penser que les chercheurs construisant ou brisant les éléments à volonté sauront réaliser des transmutations à caractère explosif, véritables réactions chimiques à chaînes ». Une telle réaction en chaîne, c'est la fission nucléaire, qui n'est mise en évidence qu'en 1939, mais les Joliot-Curie en ont eu la préscience.



Figure 4. Remise du prix Nobel à Irène et Frédéric Joliot-Curie à Stockholm en 1935. Gustave V de Suède félicite Irène Joliot-Curie. Avec l'aimable autorisation du Musée Curie (coll. ACJC). N° de photo MCP1160

En juin 1936, Irène Joliot-Curie est, avec la socialiste Suzanne Lacore et la radicale Cécile Brunschvicg, l'une des trois femmes ministres du gouvernement de Front populaire présidé par le socialiste Léon Blum alors que les Françaises n'ont pas encore le droit de vote (droit qui ne leur sera reconnu que le 21 avril 1944 !!!). Mais la scientifique démissionne dès août 1936 arguant de considérations personnelles et scientifiques [13] : « ma candidature à la maîtrise de conférences qui sera vacante à la faculté des sciences quand la nomination de M. Joliot au Collège de France sera officielle [...] pour enseigner la radioactivité et diriger des travaux en cette matière, [car] très peu de personnes en France possèdent les connaissances spéciales nécessaires ». En une formule alambiquée, elle passe sous silence les raisons politiques : que « ma démission ne soit pas interprétée comme une marque de désaccord avec l'action du gouvernement, laquelle conserve toujours mon entière sympathie ». De retour à

son laboratoire après ces trois mois d'expérience ministérielle sous le Front populaire, Irène Joliot-Curie expérimente, avec son assistant yougoslave Pavel Savitch, le bombardement de l'uranium avec des neutrons, pendant deux ans.

En produisant de nouveaux radioéléments, ce nouveau tandem scientifique perçoit un phénomène inédit : l'un de ces radioéléments qu'ils nomment « R - 3,5h » leur paraît similaire au lanthane « dont il semble jusqu'ici qu'on ne puisse le séparer par fractionnement [14]. » Même si les sommités scientifiques comme Otto Hahn et Lise Meitner mettent en doute ce résultat, tant il remet en cause les principes admis de la physique, il s'agit bien du lanthane. En réalité, si l'uranium s'est transformé en un élément plus léger, c'est parce qu'il vient de se diviser en deux. C'est là le principe même de la fission nucléaire « inventé » et défini en 1939 et c'est ce fractionnement qui peut dégager en un



Figure 5. Irène et Frédéric Joliot dans leur laboratoire, 1934. Photo Informations illustrées Albert Harlingue.
Source : Musée Curie (coll. ACJC). N° de photo MCP4347

bref instant une très grande énergie s'il est mis en chaîne.

Cheffe de travaux, puis seule « patronne » du Laboratoire Curie, Irène Joliot-Curie poursuit l'étude des isotopes, en particulier des isotopes naturels et instables, mais de longues périodes, qui lui permettent de faire des mesures de datation minérale. Certains isotopes sont liés à l'uranium comme l'actinium 227 [15], ou le thorium 230, d'autres au carbone, comme le carbone 14. Titulaire d'une chaire en Sorbonne, elle forme des chercheuses de haut niveau comme Pierrette Benoist-Gueutal [16] pour théoriser certains effets de la radioactivité ou Henriette Faraggi [17] pour détecter et doser la teneur en carbone des aciers grâce à la radioactivité artificielle de l'azote 13. Elle forme aussi des chercheurs très compétents comme Pierre Radvanyi futur directeur de recherches au CNRS, et Georges Charpak, Prix Nobel de Physique 1992.

Auteure d'un ouvrage sur les radioéléments naturels concocté pendant la guerre et publié en 1946, Irène est désormais contrainte de ménager sa santé (tuberculose, exposition aux rayons X et au polonium), mais elle s'appuie sur ses collaborateurs et fait du Laboratoire Curie un grand centre recherché d'étalonnage des sources de radioéléments.

Enfin, sous la houlette d'un Frédéric Joliot devenu Haut-Commissaire à l'énergie atomique en 1945, et elle-même membre du CEA, Irène met au point Zoé, la première pile atomique française, en décembre 1948. Ensuite elle supervise, sur le plateau de Saclay, le futur nouvel Institut du Radium d'Orsay, futur Institut Supérieur de Physique Nucléaire. Mais elle meurt le 17 mars 1956 : alors Frédéric Joliot prend le relais et achève le chantier avant de décéder deux ans plus tard.

Irène Joliot-Curie a incontestablement fait avancer la connaissance de l'atome et concouru à donner une nouvelle dimension à la recherche nucléaire française. Tout en proscrivant l'usage militaire de telles découvertes... et en privilé-

giant l'orientation théorique et non-mercantile de la recherche : comme l'avait affirmé Pierre Curie dans son discours de nobélisé 1903, Irène croit « *que ce qui caractérise réellement un travail de recherche scientifique, c'est qu'il est destiné à satisfaire une curiosité désintéressée. [...] La recherche scientifique est un domaine d'activité réconfortant du point de vue moral, par le plaisir de la découverte, même si elle est de faible importance, par le plaisir d'avoir surmonté les difficultés rencontrées, par le sentiment que toute connaissance nouvelle est définitivement acquise pour l'humanité. C'est aussi un domaine où on sent profondément la solidarité obligatoire de tous les pays du monde...* » [18].

Références

- [1] Paul Langevin (1872-1946) préside le Congrès Solvay de 1930 à 1933. Cette conférence créée sous l'impulsion du chimiste et industriel (de la soude) belge Ernest Solvay réunit tous les grands physiciens et chimistes à Bruxelles depuis 1911, en principe tous les deux ans. Sous la présidence Langevin, le congrès s'est intéressé au magnétisme ainsi qu'à la structure et aux propriétés des noyaux atomiques. Il a fait entrer la mécanique quantique dans le champ des discussions (présence d'Einstein et de Max Planck). Voir Bernadette Bensaude-Vincent, *Langevin. Science et vigilance*, Belin, Paris, 1987.
- [2] Harold Clayton Urey (1893-1981) est un chimiste de l'université américaine de Columbia qui a mis à jour le deutérium D ou isotope stable de l'hydrogène ^2H en 1931. Grâce à des expériences prolongées d'électrolyse de l'eau et de distillation répétée d'hydrogène liquide, il démontre l'existence de l'oxyde de deutérium (D_2O ou $^2\text{H}_2\text{O}$) donc de l'eau lourde qui a pour propriété de ralentir ou d'absorber les neutrons. C'est en 1934, que la firme Norsk Hydro construit à Vemork en Norvège, la première installation de production d'eau lourde commerciale, d'une capacité de douze tonnes par an. Cette eau lourde devait servir de combustible dans la réaction nucléaire des piles atomiques. Voir <https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/1934/summary/>
- [3] Marie Curie a été nommée à la tête de l'Institut du Radium, créé pour elle en 1909 par l'Université de Paris et l'Institut Pasteur. L'Institut s'installe dans de nouveaux locaux achevés en 1914 et composés du laboratoire Curie chargé des recherches théoriques sur le radium et du laboratoire Pasteur dirigé par le professeur Claudius Regaud qui mène des recherches appliquées de radioactivité (curiothérapie par exemple).
- [4] Wolfgang Gentner (1906-1980) est un physicien allemand qui a travaillé à l'Institut du Radium pour ses études postdoctorales avant de rejoindre en 1936 l'Institut de Physique de Berlin. Hostile au nazisme, il est mobilisé comme officier de l'armée allemande d'occupation à Paris, il est chargé du secteur de la Sorbonne et du Collège de France. Soupçonné de collusion avec Frédéric Joliot qu'il renseigne, il est relevé et envoyé à Hambourg en 1941. Après 1945, il renoue contact avec les Joliot-Curie.

- [5] L'électron positif, positon ou positron, a été découvert en 1932 dans le rayonnement cosmique par le physicien américain Carl D. Anderson (1905-1991), prix Nobel de physique 1936. Il est le premier indice de l'existence de particules aux propriétés symétriques ou inversées dans l'atome. Il manifeste l'antimatière.
- [6] ${}^4\text{He}(\alpha) + {}^{27}\text{Al} \rightarrow {}^{30}\text{P} + {}^1_0\text{n}$
 ${}^{30}\text{P} \rightarrow {}^{30}\text{Si} + \text{e}^+$
 Voir Abraham Pais, "Introducing Atoms and their Nuclei", dans *Twentieth Century Physics* édité par Laurie Mark Brown, Abraham Pais et Alfred Brian Pippard, Editions Brown, American Institute of Physics, New-York and London, 1995 vol. 1, pages 103-129.
- [7] Voir le texte signé Irène Curie et Frédéric Joliot. « I. Production artificielle d'éléments radioactifs - II. Preuve chimique de la transmutation des éléments. » dans la revue *Journal de Physique et Le Radium*, 1934, Volume 5, Numéro 4 (avril), pages 153-156, d'après un manuscrit remis le 20 mars 1934. [<https://hal.archives-ouvertes.fr/jpa-00233216> ou <https://doi.org/10.1051/jphysrad:0193400504015300>]
- [8] Conférence du Prix Nobel Frédéric Joliot à Stockholm, 12 décembre 1935, Archives Curie, dossier JC-6, liasse 50. <https://musee.curie.fr/decouvrir/archives-et-collections/archives>.
- [9] Cette réaction de radioactivité sera ultérieurement appelée radioactivité β^+
- [10] En biologie et en médecine, un peu d'isotope radioactif (appelé traceur ou indicateur) peut être inclus dans une molécule organique (molécule marquée). Il est alors possible, grâce à son rayonnement, d'étudier dans un corps vivant le métabolisme (fixation, élimination, concentration) de l'élément considéré. Il permet un repérage diagnostique mais aussi, s'il est en quantité spécifique, il peut avoir une fonction curative grâce au rayonnement sur les cellules voisines.
- [11] Georg von Hevesy (de Heves) (1885-1966), prix Nobel de chimie 1943 « pour ses travaux sur l'emploi des isotopes comme indicateurs dans l'étude des processus chimiques », est un chimiste suédois d'origine hongroise. Il a comblé la case du numéro 72 du tableau périodique, encore vide, par sa découverte de l'hafnium (avec Dirk Coster) et en a étudié les propriétés chimiques (1927).
- [12] Discours du Prix Nobel Frédéric Joliot, 12 décembre 1935, Archives Curie et Joliot-Curie, série JC-6, liasse 50.
- [13] Deux raisons officiellement avancées par Irène pour expliquer cette courte durée : son état pulmonaire nécessitant du repos et une cure en montagne (Haute-Savoie) et sa candidature à un poste vacant de Professeur à La Sorbonne. Deux raisons politiques réelles : son accord préalable avec Léon Blum pour être remplacée par Jean Perrin, Nobel de Physique 1926 et conseiller du Président du Conseil, ainsi que son désaccord sur la non-intervention en Espagne entrée en guerre civile (franquistes contre républicains) en juillet 1936. Archives Curie et Joliot-Curie, dossier I-36, liasse 4 (brouillon de la lettre de démission).
- [14] Irène Curie et Paul Savitch, « Sur les radioéléments formés dans l'uranium irradié par les neutrons », in *Journal de Physique et le Radium*, volume 9, 1938, p. 355.
- [15] L'actinium a été découvert en 1899 par le chimiste André Debierne (1874-1949) : ce disciple et collaborateur de Pierre Curie a été le tuteur d'Irène après 1906 et le successeur de Marie Curie à la tête de l'Institut du Radium de 1934 à 1946.
- [16] Pierrette Benoist-Gueutal (1923-2003) soutient sa thèse de doctorat en 1952 sur « Contribution à l'étude théorique de la radioactivité α et de la capture e^- : intervention du cortège électronique. »
- [17] Epouse de Marcel Mathieu, Henriette Faraggi (1915-1985), d'abord étudiante en optique, réoriente ses études vers les rayonnements nucléaires lorsqu'elle rejoint Irène Joliot-Curie en 1946 et soutient une thèse en 1951 sur la détermination expérimentale des relations parcours-énergie et du pouvoir de ralentissement des émulsions nucléaires pour les particules chargées de faible énergie (« Mesure du parcours moyen des rayons α du thorium par la méthode photographique »). Puis elle développe la technique « autoradiographique » par irradiation d'émulsions photographiques, qui sera à l'origine d'applications importantes en métallurgie et en biologie. Par ailleurs, elle a assuré des responsabilités de gestion scientifique, en premier lieu la direction du Département de Physique Nucléaire du CEA, de 1972 à 1978.
- [18] Archives Curie et Joliot-Curie, Emissions scolaires, 1938. En novembre 1938, Irène Joliot-Curie participe à une émission scolaire radiodiffusée et s'adresse à un public de jeunes intéressés par la science. Elle célèbre le 40ème anniversaire de la découverte du polonium puis du radium par ses parents Pierre et Marie Curie.
- Biquard Pierre, *Frédéric Joliot-Curie et l'énergie atomique*, Paris, Éditions Seghers, 1961.
- Conkling Winifred, *Radioactive! : how Irène Curie & Lise Meitner revolutionized science and changed the world*, North Carolina, by Algonquin Young Readers, 2016
- Curie Eve, *Madame Curie*, Paris, Éditions Gallimard, 1938 (Folio, n°1336, 1981).
- Emling Shelley, *Marie Curie and Her Daughters: The Private Lives of Science's First Family*, Hampshire (UK), Palgrave Macmillan, 2012.
- Fernandez Bernard, *De l'atome au noyau. Une approche historique de la physique atomique et de la physique nucléaire*, Paris, Éditions Ellipses, 2006
- Jacquemond Louis-Pascal, *Irène Joliot-Curie. Biographie*, Paris, Éditions Odile Jacob, 2014.
- Joliot-Curie Irène, *Les radioéléments naturels : propriétés chimiques, préparation, dosage*, Paris, Hermann, 1946.
- Joliot-Curie Frédéric et Irène, *Œuvres scientifiques complètes*, Paris, Presses universitaires de France, 1961.
- Pflaum Rosalind, *Grand Obsession : Madame Curie and her World*, New-York, Doubleday, 1989 ; traduction française Francine de Martinoir, *Marie Curie et sa fille Irène*, Paris, Éditions Belfond, 1992.
- Pigeard-Micault Natalie, *Les femmes du laboratoire de Marie Curie*, Paris, Éditions Glyphé, 2013.
- Pinault Michel, *Frédéric Joliot-Curie*, Paris, Éditions Odile Jacob, 2000.
- Radvanyi Pierre, *Les Curie, pionniers de l'atome*, Paris, Éditions Belin, 2005.
- Radvanyi Pierre et Bordry Monique, *La radioactivité artificielle et son histoire*, Paris, Éditions du Seuil (Points sciences), 1984.
- Weart Spencer R., *La grande aventure des atomistes français*, Paris, Éditions Fayard, 1980.