

Frédéric Joliot-Curie (1900-1958) Un des fondateurs de la chimie nucléaire

par Józef Hurwic

(Université de Provence, 3, place Victor-Hugo, 13331 Marseille Cedex 3)

Il aurait maintenant quatre-vingts ans si la mort, sans pitié, ne l'avait enlevé prématurément dans la cinquante-neuvième année de sa vie.

Frédéric Joliot naquit le 9 mars 1900, à Paris, dernier des six enfants d'un industriel qui était alors âgé de cinquante-cinq ans et sa femme de quarante-cinq. Le père de Frédéric, Henri Joliot, au cours de sa jeunesse, avait combattu dans les rangs de la Commune de Paris. La mère de Frédéric, Émilie, née Roederer, avait des opinions libérales. Donc le jeune Joliot, même élevé dans un milieu bourgeois, se trouvait sous l'influence des souvenirs de la Commune.

Après des études au lycée, il se prépara au concours d'entrée à l'École Municipale de Physique et de Chimie Industrielles de la ville de Paris où il était reçu en 1919. Comme professeur de physique, il eut Paul Langevin qui exerça sur sa destinée une grande influence, non seulement scientifique mais également morale et politique en l'engageant dans la lutte pour la liberté et la démocratie. Ces idéaux, déjà acquis dans l'atmosphère familiale et approfondis pendant ses études, ne le quittèrent plus jusqu'à la fin de ses jours. Langevin exalta l'amour de la recherche et le culte des grands savants que le jeune étudiant avait découvert au cours de ses lectures.

En 1922, Frédéric Joliot effectua un stage dans une aciérie du Luxembourg. En 1923, il obtint le diplôme d'ingénieur physicien. Après avoir terminé son service militaire, en 1925, recommandé par Paul Langevin, il se présenta à Madame Curie. Elle l'engagea en tant que préparateur particulier à l'Institut du Radium. C'est dans cet Institut que Joliot trouva sur son chemin la fille de Marie Curie, Irène, assistante de sa mère, de trois ans plus âgée que lui. En 1926, il l'épousa et les nouveaux mariés prirent le nom de Joliot-Curie. Leur mariage marqua le début d'une dizaine d'années de collaboration scientifique très efficace. Mais, en même temps, Frédéric Joliot-Curie n'abandonnait pas ses propres travaux, purement chimiques.

Ses premières recherches concernaient l'électrochimie des radioéléments et, en particulier, celle du polonium, l'élément découvert par ses beaux-parents. La difficulté de ces travaux était due à l'infime quantité des produits dont il disposait. Pour ces études, Joliot-Curie élaborait une méthode microélectrochimique. Cette mé-

thode consiste à mesurer, de façon continue, le dépôt du radioélément sur des électrodes plongeant dans la solution. L'ensemble de ces recherches fut l'objet de la thèse de doctorat que Joliot-Curie soutint en 1930, après avoir obtenu, en 1927, la licence ès-sciences physiques. C'est à l'occasion de ses recherches électrochimiques qu'il signala également quelques techniques de préparation de couches métalliques très minces, en particulier d'or, et les observations sur leurs propriétés électriques.

Mais il n'insista pas dans cette direction et commença à s'intéresser aux rayons α qui étaient déjà, depuis quelques années, le sujet des recherches de sa femme. D'abord, en 1928, Frédéric Joliot étudia, en commun avec Tadashi Onada, le parcours, dans l'hydrogène, des rayons α du polonium. La même année parut encore une publication sur les rayons α , qui portait, pour la première fois, associés les deux noms d'Irène Curie et de Frédéric Joliot. Parmi leurs travaux suivants, faits indépendamment ou en commun sur la radioactivité, la préparation, par de longs et minutieux efforts, du polonium de très grande activité mérite d'être mentionnée. Ainsi munis d'intenses sources de particules α , les meilleurs projectiles nucléaires de l'époque, les deux jeunes savants entreprirent des expériences très importantes.

En 1930, le physicien allemand Walther Bothe et son collaborateur H. Becker montrèrent que sous l'action des rayons α , des éléments légers, tels que le béryllium, émettent un rayonnement extrêmement pénétrant. Les chercheurs allemands pensaient qu'il s'agissait de rayonnement de même nature que les rayons γ . C'est alors que les Joliot-Curie reprirent les expériences sur ce rayonnement mystérieux. Tandis que Bothe et Becker le détectaient et le mesuraient à l'aide de compteurs Geiger-Müller, les chercheurs français utilisèrent la chambre de Wilson. En janvier 1932, ils montrèrent que le rayonnement inconnu possédait la propriété d'arracher et de projeter des noyaux atomiques légers de la substance traversée, en photographiant, dans la chambre de Wilson, les trajectoires de brouillard des noyaux projetés d'hydrogène, d'hélium et d'azote. Ce résultat, difficilement explicable s'il s'agit de rayons γ , fut confirmé, un mois plus tard, par le physicien britannique, James Chadwick. Celui-ci, mis sur la voie par les



Frédéric Joliot-Curie

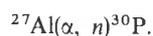
Français, a montré que cet effet était dû à l'existence, dans le rayonnement étudié, de particules électriquement neutres possédant une masse voisine de celle du proton. Le neutron était découvert. Ainsi, des expériences exécutées par des chercheurs travaillant dans trois pays différents apportèrent la découverte de cette particule élémentaire. Le neutron fut l'objet de plusieurs travaux ultérieurs de Frédéric et Irène Joliot-Curie. En 1933, ils déduirent de leurs recherches la masse exacte de cette particule, obtenant, pour la première fois, une valeur de 1,012, un peu supérieure à celle du proton.

Dans la même année, peu de temps après la découverte du positon, dans le rayonne-

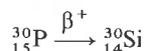
ment cosmique, par Carl David Anderson, les Joliot constatèrent la production de positons lorsque des photons γ de grande énergie traversent la matière, spécialement quand il s'agit d'éléments de nombre atomique élevé. Les positons manifestaient leur présence, dans une chambre de Wilson, par des trajectoires de brouillard semblables à celles des électrons mais courbées, sous l'action du champ magnétique, en sens inverse. Cela signifie que, dans certaines conditions, les photons disparaissent en créant des paires de particules : électron et positon. Un peu plus tard, Frédéric Joliot montra le phénomène inverse : lorsque un positon est amené presque au repos dans la matière, il s'annihile avec un électron en donnant naissance à deux photons qui

transportent une énergie équivalente à la masse au repos de deux électrons annihilés.

Cependant, c'est en utilisant encore des particules α , comme projectiles, que Frédéric et Irène Joliot-Curie observèrent que le bombardement de certains éléments légers (notamment le bore, le magnésium et l'aluminium) est accompagné, outre la libération de neutrons, de l'émission de positons. Ayant ensuite supprimé la source de rayons α , ils constatèrent que l'émission des positons se poursuivait et que l'intensité de cette émission diminuait suivant une loi exponentielle comme le rayonnement radioactif. Les Joliot avaient ainsi obtenu, artificiellement, les nouveaux radionucléides, émettant des positons, c'est-à-dire β^+ -radioactifs. Les rayons α transforment le noyau atomique d'aluminium, par expulsion d'un neutron, en un noyau d'un isotope de phosphore :



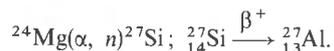
Le noyau de cet isotope, n'existant pas dans la nature, est β^+ -radioactif. Il se désintègre en donnant le noyau du silicium ordinaire :



De la même façon, les chercheurs préparèrent l'azote β^+ -radioactif à partir du bore :



et le radiosilicium à partir du magnésium :



Le radioazote et le radiophosphore étaient encore séparés et identifiés chimiquement.

Les Joliot-Curie créèrent ensuite de nouveaux radionucléides par bombardement à l'aide de neutrons, projectiles plus avantageux que les particules α , le noyau attaqué ne les repoussant pas à cause de leur neutralité électrique. La découverte de la possibilité d'obtention artificielle des radionucléides a permis plus tard leur application, sur une grande échelle, dans différents domaines de recherches ainsi que dans l'industrie, l'agriculture, la médecine, etc. C'est, en particulier, un moyen excellent, entre les mains du chimiste, pour étudier les mécanismes des réactions.

En 1935, le prix Nobel de chimie fut attribué à Frédéric et Irène Joliot-Curie pour la découverte de la radioactivité artificielle ou, pour être plus précis, de la radioactivité, qui est un phénomène *spontané, des nucléides artificiels*. C'était, après le prix Nobel de physique qu'obtinrent, en 1903, Pierre et Marie Curie avec Henri Becquerel, pour la découverte des radioéléments naturels, et le prix Nobel de chimie reçu en 1911 par Madame Curie seule, pour ses recherches sur le radium, le troisième prix Nobel dans cette même famille. Elle compte ainsi quatre titulaires de la plus haute distinction scientifique.

La découverte de la possibilité de la transmutation artificielle des éléments chimiques donna naissance à la chimie nucléaire. Il est donc tout à fait naturel qu'en 1937 Frédéric Joliot fut appelé à une chaire de chimie nucléaire, créée pour lui au Collège de France. Il constitua également le Laboratoire de synthèse atomique du Centre National de la Recherche Scientifique. Dans ces laboratoires, il continua, avec les élèves, ses travaux indépendamment mais parallèlement à l'activité scientifique d'Irène qui succéda dans ses fonctions à sa mère quelques années après sa mort. Frédéric Joliot-Curie consacra une grande partie de ses efforts à la construction d'accélérateurs de particules chargées constituant des sources de projectiles plus intenses que les sources naturelles des particules α .

Aussitôt après la preuve chimique, donnée en 1939 par Otto Hahn et Fritz Strassmann, de la fission de l'uranium sous l'action des neutrons, Frédéric Joliot, en introduisant une couche mince d'uranium dans une chambre de Wilson et en l'irradiant avec des neutrons ralentis, photographia la trajectoire d'un fragment de fission. C'était une preuve physique de l'existence de ce phénomène. Ensuite, il envisagea la possibilité de l'émission de nouveaux neutrons au cours de la fission et puis avec ses collaborateurs, Hans von Halban et Lew Kowarski, il démontra expérimentalement cette émission. Il lui fut alors possible de prévoir l'éventualité de réaliser la réaction en chaîne. Grâce à cette propriété, la fission de l'uranium devint la base de la libération de l'énergie nucléaire à l'échelle industrielle. Au début du mois de mai 1939, Frédéric Joliot-Curie avec Halban, Kowarski et Francis Perrin déposèrent trois brevets d'invention pour l'utilisation industrielle de la fission en chaîne, en indiquant le schéma de principe d'un réacteur nucléaire avec des éléments fissiles, un modérateur, des barres de contrôle et des agents de refroidisse-

ment. Aux dates du 30 avril et du 1^{er} mai 1940, on trouve deux brevets supplémentaires apportant des perfectionnements signés par Joliot en commun avec Halban et Kowarski. Tous ces brevets, restés secrets pendant la guerre, ont été remis au Commissariat à l'Énergie Atomique. Ils sont reconnus valables dans certains pays étrangers, entre autres en Allemagne fédérale et en Belgique.

Les recherches dans ce domaine furent interrompues par l'invasion nazie. Le savant entra dans la Résistance. Il prit part à la création du Front national de Lutte pour la Libération et l'Indépendance de la France, dont il devint Président. Mais il ne cessa pas de travailler scientifiquement, dans des conditions pénibles. Pendant l'occupation, en collaboration avec des chimistes et des biologistes, il étudia différents problèmes biologiques, par exemple le métabolisme de l'iode et le fonctionnement de la glande thyroïde, en utilisant des radionucléides artificiels comme indicateurs.

Après la guerre, il fut nommé Haut-Commissaire à l'Énergie atomique. Sous sa direction fut construit à Fontenay-aux-Roses et, en 1948, mis en service le premier réacteur nucléaire en France, baptisé ZOÉ. Mais « les scientifiques, placés en face de leurs responsabilités, ne peuvent rester passifs » a dit Frédéric Joliot-Curie dans un de ses discours. C'est pourquoi, il estimait nécessaire de se placer à la tête du mouvement mondial pour la paix et d'assurer la présidence de la Fédération mondiale des travailleurs scientifiques. Son activité dans les rangs du Parti Communiste Français fut la cause de sa révocation, en 1950, du poste de Haut-Commissaire.

A cette époque, il apporta son concours actif à l'organisation de la recherche en France, en particulier dans le domaine nucléaire. Il partageait essentiellement son

temps entre la direction scientifique et administrative de ses laboratoires, l'organisation de nouveaux établissements scientifiques et son activité sociale et politique. Lorsque Irène disparut en 1956, il la remplaça comme professeur titulaire de la chaire de physique générale et de radioactivité de la Faculté des Sciences de Paris et comme directeur de l'Institut du Radium, en conservant ses anciennes occupations. Après avoir mis en route le nouveau grand centre de physique nucléaire à Orsay, Frédéric Joliot-Curie espérait trouver plus de temps pour des recherches personnelles et projetait de nouvelles expériences. Mais sa mort subite, le 14 août 1958, anéantit ces projets.

Il repose au cimetière de Sceaux dans un tombeau commun avec sa femme, en face du tombeau de ses beaux-parents.

En l'honneur de Frédéric Joliot-Curie l'équipe de chercheurs soviétiques, travaillant à Doubna sous la direction de Gueorgui Flerov, proposa, pour l'élément 102, le nom de jolotium au lieu de nobélium.

Bibliographie

- (1) F. et I. Joliot-Curie, Œuvres scientifiques complètes, Presses Universitaires de France, Paris, 1961.
- (2) P. Biquard, Frédéric Joliot-Curie et l'énergie atomique, Collection « Savants du monde entier », Éditions Seghers, Paris, 1961.
- (3) E. Cotton, Les Curie, Collection « Savants du monde entier », Éditions Seghers, Paris, 1963.
- (4) M. Rouzé, Frédéric Joliot-Curie, Les Éditeurs français réunis, Paris, 1950.
- (5) J. Hurwic, Joliot-Curie Frédéric, in : Scienziati et tecnologi, Parte seconda, Vol. II, p. 67, Arnoldo Mondadori Editore, Milano, 1978.