

## Pages d'histoire

### Kasimir Fajans (1887-1975) Souvenirs sur sa vie et ses activités

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

*Kasimir Fajans, un des fondateurs de la radiochimie, avait commencé de préparer pour L'actualité chimique ses souvenirs, liés à l'histoire de la science sur la radioactivité, que je devais faire précéder d'une succincte introduction. J'étais en train d'écrire cet avant-propos, quand j'appris la triste nouvelle du décès de ce grand savant, le 18 mai dernier, une dizaine de jours avant son 88<sup>e</sup> anniversaire. Dans ces circonstances, la rédaction de ses souvenirs n'étant pas prête, mon introduction se transformera en un article indépendant sur Kasimir Fajans, avec lequel, depuis plusieurs*



Kasimir Fajans (à gauche) en conversation avec l'auteur de ces souvenirs, au cours du symposium International à Varsovie, en 1967, à l'occasion du centenaire de la naissance de M<sup>me</sup> Curie.

*années, j'avais l'honneur et le bonheur d'être en relations amicales.*

*En écrivant cette esquisse j'ai utilisé, en dehors de ses publications originales, quelques articles biographiques [(1)-(5)], la conférence faite par Fajans lui-même le 17 octobre 1968 à Varsovie, au cours du symposium international à l'occasion du 100<sup>e</sup> anniversaire de la naissance de Mme Curie, et publiée sous forme un peu abrégée, en polonais (6) et en russe (7), ainsi que certains renseignements privés.*

Kasimir Fajans est né le 27 mai 1887 à Varsovie. Après avoir terminé, dans sa ville natale, ses études secondaires, il part en Allemagne pour obtenir une formation supérieure. Il étudie la chimie à Leipzig sous la direction de Wilhelm Ostwald et à Heidelberg où Georg Bredig guide sa thèse de doctorat sur la catalyse stéréochimique (séparation des isomères optiques), soutenue en 1909. Mais déjà à cette époque il commence à s'intéresser à la radioactivité. Il est entré en premier contact avec cette discipline en préparant, au séminaire de physique chez Philipp Lenard, un exposé concernant les recherches de Rutherford et Geiger de 1908 sur les particules  $\alpha$ .

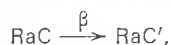
Pendant l'année universitaire 1909-1910, Fajans essaye d'approfondir ses connaissances en chimie organique à Zurich chez Richard Willstätter. Cependant, il s'intéresse plus à la physique moderne en fréquentant les cours du jeune, mais déjà célèbre, Albert Einstein. La radioactivité devient le sujet auquel il veut se consacrer.

Il y a à l'époque deux grands centres de recherches dans ce domaine : un à Paris, dirigé par Madame Curie et l'autre à Manchester, sous la direction de Ernest Rutherford. Fajans passe l'année 1910-1911 dans le célèbre laboratoire de ce dernier et de cette façon se met au courant des recherches les plus avancées qui ont conduit Rutherford à la découverte du noyau atomique. Le 7 mars 1911, Fajans assiste à la séance historique de la Manchester Philosophical Society où Rutherford évoque, pour la première fois, cette grande découverte. Dans ce laboratoire Fajans commence ses recherches sur la radioactivité. Ensemble avec Henry G. Moseley, il détermine les très courtes périodes de deux radionuclides : AcA (0,1 s) et ThA (0,002 s). Il découvre ensuite le premier cas connu de l'embran-

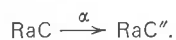


Ernest Rutherford (au deuxième rang au milieu) avec ses collaborateurs à Manchester en 1912. Parmi eux plusieurs futurs prix Nobel.

chement dans la série radioactive : une petite partie des atomes de RaC, parallèlement à la transformation principale :



subit une transformation :



Après son retour en 1911 en Allemagne, Fajans, occupant d'abord le poste d'assistant et ensuite de maître de conférences à l'École Polytechnique de Karlsruhe, continue ses recherches dans le domaine de la radioactivité.

En 1912, en étudiant la variation des propriétés électrochimiques des éléments après transformation radioactive, il fait sa découverte la plus célèbre : la loi des déplacements radioactifs. Suivant cette loi, l'élément produit par une désintégration  $\alpha$  est déplacé dans la classification périodique de deux rangs vers la gauche par rapport à l'élément qui se décompose ; la transformation  $\beta$  conduit à l'élément déplacé d'un rang vers la droite. Aujourd'hui, en connaissant la composition du noyau atomique et sachant que la radioactivité  $\alpha$  consiste en l'expulsion de la particule  $\alpha$  (ensemble de deux protons et deux neutrons) du noyau atomique et la radioactivité  $\beta$  correspond à la transformation d'un neutron dans le noyau en un proton, même un étudiant débutant peut déduire facilement cette loi. Il peut même l'élargir sur la transformation  $\beta^+$  (des noyaux artificiels) : déplacement d'un rang vers la gauche. Mais à l'époque, cette loi n'a pu être établie qu'à partir d'analyses minutieuses et poussées de plusieurs données expérimentales sur le comportement chimique des radioéléments.

La loi de Fajans a eu une importance énorme pour le développement de la science sur la radioactivité. Au début des années 1910, le nombre des espèces radioactives découvertes, considérées comme de nouveaux éléments distincts, dépassait la trentaine, tandis que, le nombre de cases

disponibles dans la classification périodique, entre le plomb et l'uranium, était bien inférieur. La loi des déplacements radioactifs a permis de placer tous ces radioéléments en pléiades, comme les appela Fajans, occupant des places déterminées dans la classification périodique, de préciser les filiations dans des familles radioactives et de prévoir, dans certains cas, l'existence de nouveaux éléments. Un peu plus tard, Frederick Soddy a donné aux nuclides de la même pléiade le nom d'isotopes. Entre parenthèses, précisons que ce n'est pas Soddy qui a inventé le mot « isotope » mais une anglaise médecin, Mme Margaret Todd qui a suggéré cette appellation à Soddy.

La loi de Fajans a pris place dans tous les traités de la radioactivité et même dans des manuels scolaires. Fajans a raconté que, en visitant, en 1958, un château en Pologne, quand il apposa dans le livre des visiteurs sa signature, le guide fut étonné que l'auteur de la loi, qu'il avait apprise au lycée, fût encore vivant.

En citant la loi des déplacements radioactifs, on associe souvent le nom de Soddy à celui de Fajans. Quelle est la contribution de Soddy ? C'est la chronologie qui répond sans ambiguïté à cette question.

Les manuscrits de deux mémoires de Fajans, avec la description détaillée des faits expérimentaux et avec l'énoncé de cette loi, ont été reçus par la rédaction du « Physikalische Zeitschrift » le 31 décembre 1912 et publiés le 15 février 1913 [(8) et (9)]. Effectivement, Soddy dans son ouvrage sur les radioéléments, publié en 1911 (10), a indiqué quelques cas du déplacement de deux groupes vers la gauche de l'élément, à la suite de la désintégration  $\alpha$ , mais pas comme une règle générale, et n'a rien dit sur la transformation  $\beta$ . Ce n'est que le 28 février 1913 qu'il publia la loi des déplacements radioactifs (11), le manuscrit de ses mémoires ayant été reçu par la rédaction le 18 février 1913, c'est-à-dire après la publication de l'article de Fajans et d'ailleurs avec référence à cet article. Ilia Frank, le prix Nobel de

physique en 1958, considère tous ces faits comme une preuve de la priorité de Fajans (5). Dans une lettre privée, du 26 février 1975, adressée par Frank à Fajans, que le destinataire, avec la permission de l'expéditeur, m'a rendue accessible, on peut lire :

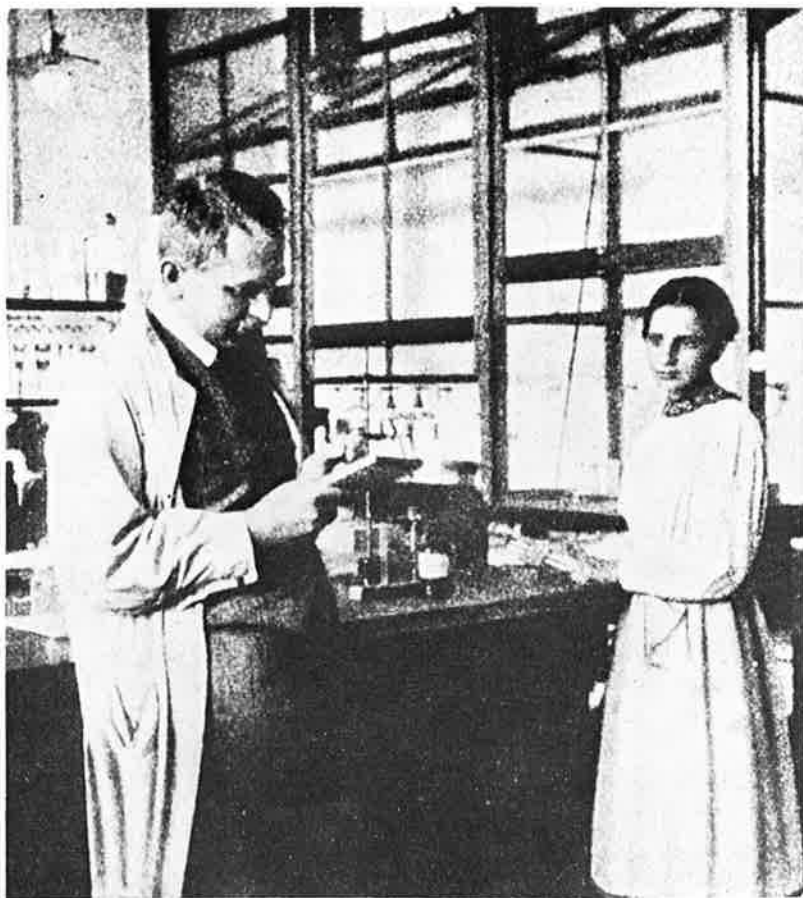
« La question de votre priorité est, selon moi, hors de doute. Il est admis par tous que la priorité est déterminée par la date de réception de l'article par la rédaction. Et dans ce cas, Soddy fait référence à votre mémoire déjà publié et comportant l'énoncé complet des lois du déplacement, c'est-à-dire que son travail est non seulement ultérieur au vôtre, mais, de plus, ne peut être considéré comme indépendant. »

Bien que la priorité appartienne incontestablement à Fajans, il faut quand même, pour être strict, ajouter que les déplacements radioactifs étaient étudiés, en dehors de Fajans et Soddy, par Georg v. Hevesy et A. S. Russel. Selon ce dernier, d'ailleurs, les déplacements vers la gauche et vers la droite pouvaient se produire aussi bien par la transformation  $\alpha$  que  $\beta$ , ce qui est évidemment faux.



Kasimir Fajans (à droite en bas) en 1915 à Karlsruhe avec ses collaborateurs Oswald Helmuth Göhring et Max Ernest Lambert.

La loi des déplacements radioactifs a ouvert à Fajans la voie à de nouvelles découvertes.  $\text{U}11 \equiv {}^{234}\text{U}$  était considéré comme le produit de transformation  $\beta$  de l'uranium X, isotope de thorium (N° 90). Mais d'après la loi de Fajans, cette transformation devait conduire à l'élément N° 91 se trouvant sous le tantale dans la classification périodique. En effet, en 1913, Fajans, avec son collaborateur O. Göhring, a montré que ce qu'on appelait l'uranium X était en réalité un mélange constitué par deux radioéléments  $\text{UX}_1$  et  $\text{UX}_2$  dont seulement le premier était l'isotope du thorium :  $\text{UX}_1 = {}^{234}\text{Th}$ .  $\text{UX}_2$  représentait l'isotope de l'élément 91 jusqu'à ce moment inconnu. De cette façon Fajans et Göhring ont découvert un nouvel élément (12), prévu sous le nom d'ékatantale par Mendéléév. A cause de sa période très courte, de 1,13 mn, ils lui ont donné le nom de Brevium (brevisv : court en latin). Otto Hahn et Lise Meitner, cinq ans plus tard,



Otto Hahn et Lise Meitner en 1913 à Berlin.

ont découvert l'isotope plus stable de cet élément qu'ils ont appelé Protactinium et ce nom était définitivement retenu. L'élément 91 a été indépendamment découvert aussi par Soddy et J. Cranston.  $UX_2 = {}^{231}\text{Pa}$ , obtenu par la transformation de  $UX_1$ , par une nouvelle transmutation  $\beta$ , se transforme à son tour en UII.

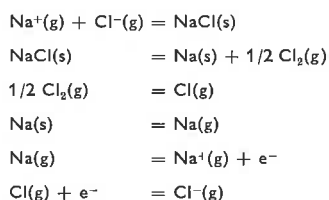
Fajans, en se basant sur la loi des déplacements radioactifs, a prédit que la masse atomique du plomb doit, selon son origine, être différente. En effet, on trouve la valeur 207,90 de la masse atomique du plomb isolé par Fajans d'un minerai du thorium, tandis que la masse atomique du plomb ordinaire est 207,19. Les mesures de la masse atomique du plomb, effectuées par Fajans, M. Lambert, T. W. Richards, O. Hönigschmid et les autres, ont démontré que la notion d'isotopie s'étend sur les éléments stables : les derniers termes RaG, ThD et AcD de trois familles radioactives sont les trois différents isotopes stables du plomb.

L'idée qui a conduit à énoncer la loi des déplacements radioactifs, est venue à l'esprit de Fajans en écoutant, à la fin de novembre 1912, l'opéra de Wagner « Tristan et Isolde ». Un autre opéra : « Tsar et charpentier » de Lortzing a dirigé, en 1913, l'esprit de Fajans vers l'établissement des règles suivantes (présentant toutefois quelques exceptions) :

1. La stabilité des isotopes  $\alpha$ -radioactifs d'un élément donné augmente avec le nombre de masse ; et
2. La stabilité des isotopes  $\beta$ -radioactifs d'un élément donné, au contraire, diminue avec l'augmentation du nombre de masse.

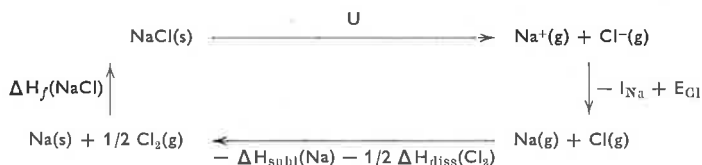
chimistes qui étaient aussi des musiciens.

Le chimiste russe, Alexandre Borodine contemporain de Mendéléev, est même plus connu comme auteur de l'opéra « Le prince Les cas où la musique aide la pensée, facilite la créativité scientifique, ne sont pas isolés. On peut citer les noms de plusieurs Igor », de sonates et de symphonies. L'organicien tchèque, Emil Votoček, renommé par ses recherches dans le domaine de chimie des glucides, a en même temps composé



de nombreuses œuvres musicales. Le biochimiste suédois, Hugo Theorell, prix Nobel en physiologie et médecine en 1955, est un bon violoniste et dirige la Philharmonie de Stockholm. La science et l'art s'interpénètrent.

Dès le début des recherches radiochimiques, il fallait élaborer des techniques d'entraînement d'un microcomposant radioactif, soit



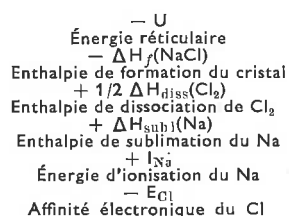
\* Cette correspondance est conservée dans les Michigan Historical Collections at the University of Michigan, à Ann Arbor aux États-Unis.

par coprécipitation ou syncrystallisation avec un macrocomposant soit, par adsorption sur un solide préexistant. Fajans, avec son collaborateur P. Beer à Karlsruhe d'une part, et Fritz Paneth, d'autre part, ont énoncé les règles concernant les conditions de coprécipitation d'un radioélément présent en concentrations extrêmement faibles. La règle de Fajans-Paneth peut s'énoncer ainsi : Un microcomposant à l'état de cation est d'autant mieux entraîné par un précipité qui se forme, ou adsorbé dans un précipité déjà formé, que le composé qu'il donne avec l'anion du précipité est moins soluble. Otto Hahn a complété cette règle en indiquant que l'adsorption ou la coprécipitation est facilitée si le solide a une grande superficie et porte une charge électrique de signe contraire à celui des ions du microcomposant. Les règles Fajans-Paneth-Hahn servent de base pour l'extraction et la purification des radioéléments.

En élargissant, plus tard, ces recherches sur les ions ordinaires ( $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ) et les colorants organiques, Fajans a, en 1923, initié une nouvelle méthode de l'analyse volumétrique (13), à laquelle I. M. Kolthoff a donné en 1927 le nom de méthode des indicateurs d'adsorption. L'utilisation des halogénures d'argent a conduit Fajans aux recherches sur leurs propriétés photochimiques.

En 1917, Fajans est nommé professeur à l'Université de Munich où, à partir de 1932, il dirige l'Institut de Chimie Physique. A Munich il consacre son activité scientifique surtout aux études expérimentales et théoriques sur la structure des molécules et des cristaux. Et dans ce domaine, comme dans tous les autres auxquels il a touché, il a tracé de nouveaux chemins.

Après la publication de quelques articles et après des discussions directes et par correspondance \*, Max Born, Fajans et Fritz Haber ont, en concertation mutuelle, décidé de publier simultanément trois articles séparés sur l'énergie réticulaire. Ces mémoires ont paru dans le même numéro des « Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft » [(14)-(16)] du 5 décembre 1919. On peut présenter les considérations similaires de Born et de Fajans, pour l'exemple du  $\text{NaCl}$ , par l'addition des équations thermochimiques suivantes :



On obtient :

$$U + \Delta H_f(\text{NaCl}) - 1/2 \Delta H_{\text{diss}}(\text{Cl}_2) - \Delta H_{\text{subl}}(\text{Na}) - I_{\text{Na}} + E_{\text{Cl}} = 0,$$

d'où on peut, à partir de données thermodynamiques, calculer la grandeur  $U$  non accessible directement par l'expérience. Haber a abouti au même résultat par un processus cyclique :

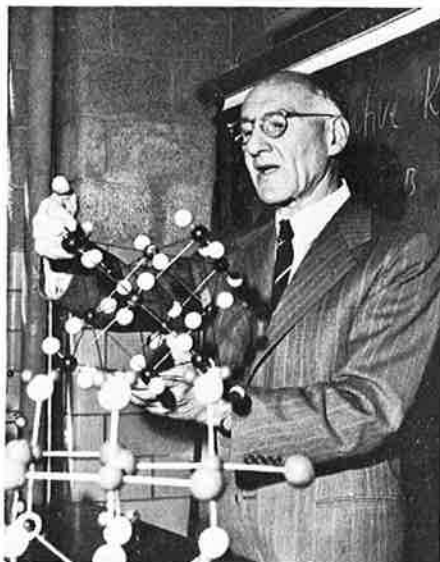
Ce processus est habituellement connu sous le nom de Cycle de Born-Haber, ce qui n'est pas juste envers Fajans. C'est pourquoi Morris et Shost (4) proposent d'appeler la relation décrite : Corrélation de Born-Fajans-Haber.



Kasimir Fajans en 1953.

ont été étudiées, par Fajans et ses collaborateurs, dans une longue série de recherches réfractométriques, dans tous les états de la matière, iode atomique à la température près de 1 000 °C inclus.

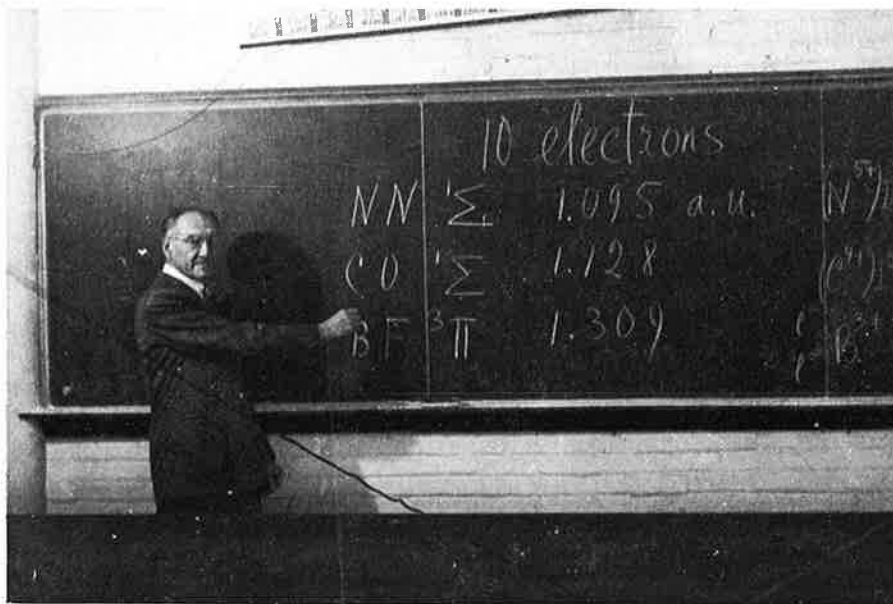
A la fin de l'année 1935, à cause de la montée du nazisme en Allemagne, Fajans est obligé de quitter ce pays. Après un court séjour à Cambridge, en Angleterre, il obtient en 1936



Kasimir Fajans pendant son dernier cours en mai 1956, avant son départ à la retraite.

Les recherches thermo-chimiques de Fajans ne se limitent pas à la liaison ionique, dans les cristaux et en solutions des électrolytes. Elles concernent aussi des liaisons covalentes dans le diamant, graphite et dans les

la chaire de chimie physique à l'Université de Michigan à Ann Arbor aux États-Unis, où il reste jusqu'à la fin de sa vie.



Kasimir Fajans exposant sa théorie des quanticules.

hydrocarbures, aliphatiques et aromatiques [p. ex. : (17) et (18)].

Fajans s'intéresse ensuite à la déformation des systèmes électroniques, c'est-à-dire, à la polarisation des ions et molécules. La polarisabilité et la polarisation électroniques

Dans cette période de son activité, l'occupation principale de Fajans porte sur la liaison chimique. Il attribue le rôle fondamental, dans la constitution de la molécule, aux interactions électrostatiques entre certains groupements des électrons, appelés quanti-

cules \*, et les noyaux atomiques [(19) et (20)]. La quanticule est liée à un noyau ou peut être polynucléaire. En tenant compte de la déformabilité des ions et molécules, la théorie des quanticules est en mesure d'expliquer les propriétés stéréochimiques des molécules et des réseaux cristallins.

A partir de 1957, bien qu'étant à la retraite, Fajans continue son travail sur le développement de la théorie des quanticules. On peut, par exemple, noter qu'en se basant sur cette théorie, il décrit la molécule  $F_2$  par la structure électronique différente de celle des autres molécules des halogènes, ce qui explique de façon assez convaincante les particularités du comportement physicochimique de  $F_2$  (21).

Même dans les derniers temps, malgré son âge avancé, Kasimir Fajans était infatigable. Quelques semaines avant sa mort, il était encore au travail, en constatant, d'ailleurs, avec amertume, que ses jambes fonctionnaient déjà moins bien que le cerveau. Kasimir Fajans était un homme plein de charme, avec l'esprit toujours jeune, avec le sens de l'humour. Quand il avait affaire à des gens médiocres, il disait que la création de l'espèce humaine n'était pas la meilleure réussite de Dieu et il ajoutait l'explication : — parce que c'est arrivé le sixième jour de la création du Monde quand le Seigneur était déjà fatigué de cinq jours de travail.

Fajans a écrit de nombreuses publications. Son ouvrage sur la radioactivité paru entre les années 1919 et 1930 en plusieurs éditions : en allemand, anglais et russe. Il a participé à la rédaction du « Zeitschrift für Kristallographie ». Il donnait des conférences, toujours brillantes, dans quatorze pays.

Il était membre d'honneur de la Royal Institution of Great Britain et de neuf sociétés scientifiques dans six pays ainsi que membre de quelques Académies des Sciences. Peut-être serait-ce intéressant de rappeler qu'en 1924, l'Académie des Sciences de l'U.R.S.S. a élu, comme membre étranger, Fajans avec Bohr, Born, Mme Curie, Einstein, Rutherford et quelques autres grands savants. Fajans est resté le dernier vivant parmi eux. Entre plusieurs distinctions scientifiques de Fajans, on peut indiquer le prix Victor-Meyer et la médaille de l'Université de Liège.

En 1956, l'Université de Michigan a fondé le prix Kasimir-Fajans pour les meilleures thèses de doctorat en chimie (Kasimir Fajans Award in Chemistry). Le maire d'Ann Arbor a proclamé le 27 mai 1974, jour du 87<sup>e</sup> anniversaire de Fajans, comme « Jour de Kasimir-Fajans en Ann Arbor ».

Citons, encore une fois, les lois portant son nom : la loi de Fajans et Soddy sur les déplacements radioactifs, les règles radiochimiques Fajans-Paneth-Hahn, la corrélation thermo-chimique Born-Fajans-Haber. Les mérites scientifiques de Soddy, Hahn, Born et Haber ont été récompensés par le prix Nobel. Au début des années 1940 on s'attendait, dans le milieu scientifique, presque avec une certitude, à ce que Fajans obtienne aussi ce prix. Malheureusement, à cause de la deuxième guerre mondiale, pendant les années 1940-1942, les prix Nobel ne furent pas décernés et par la suite, probablement par inadvertance ou malentendu, Fajans fut oublié. Pourtant sa contribution énorme dans la chimie reste mondialement reconnue et son nom est entré pour toujours dans l'histoire de la Science.

\* Pour la première fois, Fajans a introduit la notion « quanticule » au mois d'avril 1943 au cours d'un Congrès de l'American Chemical Society.

## Bibliographie

- (1) J. Hurwic, *Encyclopedia Wspolcz.*, 1958, p. 245.
- (2) J. Hurwic, *Wiad. chem.*, 1959, 13, 446.
- (3) Article non signé, *J. Nucl. Medecine*, 1966, 7, 397.
- (4) D. F. C. Morris et E. L. Short, *Nature*, 1969, 224, 950.
- (5) I. M. Frank, *Priroda*, 1973, N° 10, p. 70.
- (6) K. Fajans, *Problemy*, 1968, 24, 392.
- (7) K. Fajans, *Priroda*, 1973, N° 10, p. 74.
- (8) K. Fajans, *Phys., Z.*, 1913, 14, 131.
- (9) K. Fajans, *Ibid.*, 1913, 14, 136.
- (10) F. Soddy, *The Chemistry of the Radioelements*, L. Green and Co., 1911.
- (11) F. Soddy, *Chem. News*, 1913, 107, 97.
- (12) K. Fajans et O. Göhring, *Phys., Z.*, 1913, 14, 877.
- (13) K. Fajans et O. Hassel, *Z. Elektrochem.*, 1923, 29, 495.
- (14) M. Born, *Verhandl. Deut. phys. Ges.*, 1919, 21, 679.
- (15) K. Fajans, *Ibid.*, 1919, 21, 714.
- (16) F. Haber, *Ibid.*, 1919, 21, 750.
- (17) K. Fajans, *Z. Physik*, 1920, 1, 101.
- (18) K. Fajans, *Ber.*, 1920, 53, 666.
- (19) K. Fajans et T. Berlin, *Phys. Rev.*, 1973, 63, 309.
- (20) K. Fajans, *Chimia*, 1959, 13, 349.
- (21) K. Fajans et O. Johnson, *Chem. Phys. Letters*, 1971, 9, 95.