

tains produits ; quand ils utilisaient des neutrons thermiques (très lents), ils obtenaient les mêmes produits, mais en plus grande quantité. Puisque les neutrons lents augmentaient le rendement, Lise Meitner en conclut qu'il s'agissait d'un mécanisme de capture de neutrons (après la découverte de la fission, les résultats furent réinterprétés de façon totalement différente). Lise Meitner identifia également un troisième processus de désintégration, plus court et fondé sur une capture de neutrons moyennement lents.

Elle s'étonnait pourtant qu'un même isotope, l'uranium 238, capte les neutrons de trois façons différentes. Elle pressentait que les mécanismes 1 et 2 étaient incorrects, car elle comprenait mal comment la capture d'un seul neutron engendrait une instabilité telle qu'il faille quatre ou cinq émissions bêta pour stabiliser le noyau. Pis encore, pourquoi les deux longues chaînes de désintégrations bêta suivaient-elles des chemins parallèles durant plusieurs étapes ? La théorie ne donnait aucune réponse. Dans une publication de 1937, Lise Meitner concluait que les résultats étaient «difficilement conciliables avec les concepts de la structure du noyau».

Après la découverte de la fission, les physiciens et les chimistes comprirent que les mécanismes 1 et 2 étaient en fait des réactions de fission : l'uranium se scinde en fragments très radioactifs, qui se désintègrent lentement en émettant des rayonnements bêta (comme l'uranium peut se scinder de diverses façons, les voies de désintégration possibles sont nombreuses). Lise Meitner considérait le mécanisme 3 comme le plus plausible, ce qui était correct : l'isotope de l'uranium 239 formé par capture d'un neutron se désintègre par émission bêta en un élément de numéro atomique égal à 93. En 1940, cet élément fut identifié par Edwin McMillan et Philip Abelson ; c'est le neptunium. Si les Berlinoises avaient détecté le neptunium, ils auraient trouvé que cet élément appartient aux terres rares et ils auraient compris que les produits des mécanismes 1 et 2 n'étaient pas des transuraniens. Malheureusement, ils ne pouvaient pas le détecter, car leurs sources de neutrons n'étaient pas assez intenses.

Leur principale erreur fut d'étudier uniquement les éléments qui se comportaient comme des métaux de transition et de négliger les autres familles. En 1938, à Paris, Irène Curie et Pavel Savitch utilisèrent une technique

différente pour analyser le mélange de sous-produits de l'uranium ; ils découvrirent un composé très radioactif, mais ne purent en établir les propriétés chimiques : sa formation augmentait quand on bombardait les éléments à l'aide de neutrons thermiques, comme elle devait le faire pour des éléments transuraniens. Quand, en octobre 1938, l'équipe de Berlin s'intéressa à la réaction étudiée par Irène Curie et Pavel Savitch, Lise Meitner avait déjà été contrainte de quitter l'Allemagne pour Stockholm. Otto Hahn et Fritz Strassmann analysèrent seuls la substance radioactive découverte par Irène Curie : selon eux, il s'agissait d'un isotope du radium.

L'identification du baryum

Lise Meitner et Otto Hahn s'écrivaient fréquemment : le courrier entre Stockholm et Berlin était acheminé en une journée. Lise Meitner ne pensait pas que l'élément obtenu était du radium, car, pour former du radium, le noyau d'uranium aurait dû émettre deux particules alpha. D'après le bilan des énergies mises en jeu, elle pensait que le choc d'un neutron thermique ne pouvait produire l'expulsion d'une seule particule alpha ni, *a fortiori*, de deux. En novembre 1938, elle se rendit à l'Institut Niels Bohr, à Copenhague, où elle eut une entrevue avec Otto

La découverte de la fission

L'équipe de Berlin découvrit qu'un grand nombre d'émetteurs bêta (des noyaux radioactifs qui émettent des électrons) se forment lorsque des neutrons entrent en collision avec des noyaux d'uranium. Les chimistes proposèrent deux cascades de réactions de désintégration entre des éléments qu'ils croyaient plus lourds que l'uranium.

Mécanisme 1



Mécanisme 2

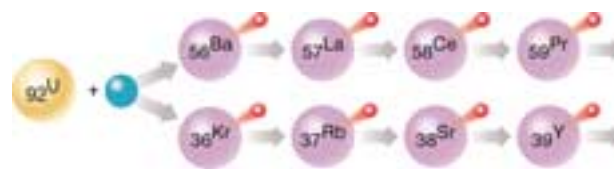


Ils identifièrent aussi une autre réaction plus simple :

Mécanisme 3



Lise Meitner considérait que le mécanisme 3 était le plus vraisemblable, et l'on démontra ultérieurement qu'elle avait raison. La longueur des mécanismes 1 et 2, ainsi que leur parallélisme la gênaient. Finalement, lorsque Otto Hahn et Fritz Strassmann identifièrent qu'un des produits de la réaction était du baryum, Lise Meitner et Otto Frisch comprirent que le noyau d'uranium s'était scindé en un noyau de baryum et un noyau de krypton, déclenchant une série d'émissions bêta :



C'est ce mécanisme qui était correct. Lise Meitner et Otto Frisch proposèrent le terme de fission nucléaire pour ce phénomène, en publièrent la première explication théorique et donnèrent une estimation de l'énorme quantité d'énergie que libère la fission.

Jared Schiedmann Design

Pourquoi Lise Meitner n'a pas eu le prix Nobel

Considéré comme la récompense suprême pour un scientifique, le prix Nobel confère aux personnes qui le reçoivent un prestige sans égal, une renommée nationale et internationale. Les autorités leur accordent les crédits qu'elles réclament pour leurs recherches ; on les consulte à tout propos, sur des questions scientifiques, sociales ou politiques.

Quand il décerne un prix, le Comité Nobel se fait le porte-parole de la communauté scientifique internationale. Dans la plupart des cas, ses décisions ne sont pas contestées. Rarement, des protestations s'élèvent : c'est le cas lorsque les scientifiques estiment que la récompense n'est pas méritée ou n'a pas été attribuée à la personne la plus qualifiée. Le prix Nobel qui a honoré Otto Hahn pour sa découverte de la fission fait partie de ces prix contestés pour la seconde raison : alors qu'elle a pris une part active à la découverte de la fission, Lise Meitner n'a pas été récompensée en même temps qu'Otto Hahn. Aujourd'hui, les archives des comités Nobel sont ouvertes aux historiens qui ont cherché à comprendre cette décision.

Les résultats d'Otto Hahn et de Fritz Strassmann furent publiés dans la revue allemande *Naturwissenschaften*, au début de l'année 1939, alors que Lise Meitner s'était déjà réfugiée en Suède. Comme ils ne pouvaient pas publier leur interprétation théorique des expériences de l'équipe de Berlin dans une revue allemande, Lise Meitner et Otto Frisch firent paraître leur article dans la revue anglaise *Nature*. La publication séparée de ces deux articles com-

mença à creuser un fossé entre chimie et physique, expérimentation et théorie, Allemands et émigrés. En Suède, Lise Meitner trouva refuge à l'Institut Nobel de physique expérimentale. Manne Siegbahn, directeur de cet institut, présidait aussi le Comité Nobel de physique. Or, s'il procura à Lise Meitner un bureau à l'institut et un salaire, il l'isola de la communauté scientifique et la tint écartée du cercle des physiciens.

Les prix Nobel de sciences physiques sont décernés par l'Académie royale des sciences de Suède après trois étapes où interviennent des comités Nobel de physique et de chimie, des représentants de l'Académie, et enfin tous les académiciens réunis au grand complet. Les comités, composés de cinq membres, tous suédois, évaluent un petit groupe de candidats. L'Académie prend sa décision après avoir écouté un résumé de chaque dossier de candidature.

Les recherches sur la radioactivité ont toujours été soumises au Comité de chimie, lequel connaissait Otto Hahn et Lise Meitner, dont les dossiers avaient déjà été évalués à plusieurs reprises pour leurs travaux en radiochimie. Au début de l'année 1939, le Comité Nobel de chimie reconnut implicitement l'importance de la découverte de la fission quand le biochimiste Theodor Svedberg, son président, proposa qu'Otto Hahn, seul ou avec Lise Meitner, reçoive le prix. Selon lui, même si Lise Meitner n'avait pas participé directement à la découverte, elle pourrait être récompensée en raison de sa contribution antérieure au travail de l'équipe. Il mentionna également l'article publié dans *Nature*, mais, apparemment, il ne l'avait pas compris ou ne l'avait pas lu attentivement. Ainsi, il nota que le modèle de la goutte liquide de Bohr avait été utilisé pour expliquer la fission, mais il ne mentionna pas que Lise Meitner et Otto Hahn furent les premiers à appliquer ce modèle à la fission. Cette interprétation erronée du rôle de Bohr revint régulièrement dans les rapports ultérieurs sur la fission.

Pendant la guerre, les conditions d'attribution des prix Nobel ont été perturbées. Ajourné en 1940, annulé en 1941 et 1942, reporté en 1943, le prix fut à nouveau attribué à partir de 1944. La suspension de l'attribution n'empêcha pas les comités de continuer à évaluer des candidats. En 1940 et 1941, les anciens prix Nobel Arthur Compton et James Franck proposèrent Otto Hahn et Lise Meitner pour le prix Nobel de physique. En 1941, le Comité de physique déclara que le travail d'Otto Hahn et de Lise Meitner était du ressort de la chimie.



Max-Planck-Gesellschaft, Berlin

1. OTTO HAHN ET LISE MEITNER, photographiés ici dans leur laboratoire à l'Université de Berlin, vers 1910, travaillèrent ensemble et furent amis de 1907 jusqu'en 1938, quand Lise Meitner dut fuir en Suède pour échapper aux nazis.

Simultanément, le Comité de chimie était arrivé à la conclusion que seul Otto Hahn méritait le prix pour «sa» découverte. Durant toutes les années où le prix a été reporté, la candidature d'Otto Hahn fut maintenue.

Jusqu'à ce que l'Institut Kaiser Wilhelm soit bombardé, au début de l'année 1944, Otto Hahn et Fritz Strassmann continuèrent à identifier des fragments de fission. La publication de leurs résultats dans des revues allemandes renforça l'idée que la découverte avait ouvert un vaste champ de recherches, raison supplémentaire pour le Comité Nobel de récompenser Otto Hahn. Toutefois, en 1937, Hitler avait interdit à ses concitoyens d'accepter un prix Nobel (le Comité avait décerné le prix Nobel de la paix, en 1935, au dissident pacifiste allemand Carl von Ossietzky). En 1944, le Comité Nobel de chimie proposa Otto Hahn pour le prix, mais l'Académie décida de reporter la décision à l'année suivante.



2. OTTO FRISCH ET LISE MEITNER furent les premiers à expliquer, en 1939, le mécanisme de la fission. En Angleterre, en 1940, Otto Frisch et son collègue émigré Rudolf Peirls comprirent l'intérêt de la fission nucléaire pour la fabrication d'armes et contribuèrent au lancement du projet de bombe atomique des Alliés.

En 1945, après la défaite de l'Allemagne, les Alliés ont arrêté et emprisonné, à Farm Hall, en Angleterre, Otto Hahn et neuf scientifiques liés à des degrés divers au projet allemand de bombe atomique. C'est alors, le 6 août, au moment même où le Comité Nobel devait rendre sa décision pour les prix de 1944 et 1945, qu'une bombe atomique fut lâchée sur Hiroshima. Après l'explosion de la bombe, les membres du comité jugèrent nécessaire de réévaluer la découverte et d'étudier les contributions des Alliés au projet Manhattan. Deux camps s'opposaient : ceux qui voulaient attribuer le prix 1944 à Otto Hahn et ceux qui voulaient reporter la décision. Le vote de l'Académie trancha en faveur de la première proposition.

Restait la possibilité que Lise Meitner et Otto Frisch soient récompensés par le prix Nobel de physique. En 1945, Oskar Klein, professeur de physique théorique de l'Université de Stockholm, avait proposé ces deux candidats. Bien que le rapport d'Erik Hulthén ait été négatif, la décision fut reportée. L'année suivante, les deux candidats furent à nouveau proposés par Oskar Klein, par Niels Bohr et par Egil Hylleraas, professeur de physique à l'Université d'Oslo : ils soutenaient que Lise Meitner et Otto Frisch avaient fourni l'explication théorique des résultats expérimentaux d'Otto Hahn et Fritz Strassmann.

En 1946, l'évaluation des deux candidats fut à nouveau confiée à Erik Hulthén. Malheureusement, son rapport ne fut ni rigoureux, ni exhaustif. Il ne mentionna ni le rapport officiel du gouvernement américain sur le

Projet Manhattan, ni celui du gouvernement britannique sur les projets de bombe atomique, ni l'article publié dans *La Revue de physique moderne* rédigée en 1940 par Louis Turner : ces rapports soulignaient pourtant tous la contribution théorique de Lise Meitner et d'Otto Frisch. Le rapporteur entretint aussi l'idée que Bohr avait élaboré la théorie de la fission : Niels Bohr s'était peut-être inspiré de l'article de Lise Meitner et d'Otto Frisch pour élaborer sa théorie, mais c'est lui qui devait être recommandé pour le prix Nobel de physique.

Divers facteurs personnels et sociaux se sont conjugués pour écarter Lise Meitner du prix Nobel. L'un des facteurs serait qu'elle n'avait pas de bonnes relations avec Manne Siegbahn, le président du Comité de physique. Elle n'avait pas été très bien accueillie dans son institut et se préparait à partir. De surcroît, la communauté scientifique pensait, bien plus

qu'aujourd'hui, que les femmes scientifiques sont soit des subordonnées, soit des incompetentes.

Enfin, les rivalités et la compétition pour obtenir des fonds faisait rage dans la petite communauté des physiciens suédois. En 1945-1946, le gouvernement suédois cherchait à maîtriser l'énergie nucléaire à des fins tant civiles que militaires. Manne Siegbahn et Erik Hulthén, tous deux membres des «comités suédois pour l'énergie nucléaire», étaient chargés d'allouer les fonds de recherche à des instituts... qu'ils dirigeaient. Oskar Klein, un des fervents avocats de Lise Meitner et d'Otto Frisch espérait recruter les deux physiciens pour un nouvel institut de recherche en physique nucléaire qui était en cours de construction à l'Université de Stockholm. Ce nouvel institut représentait un concurrent sérieux pour Manne Siegbahn en termes de ressources et de prestige.

Avec le temps, le début de l'histoire de la fission devint une sorte de conte de fées, celui d'une découverte faite par un chimiste, dans un domaine où l'Allemagne a traditionnellement été pionnière, par un Allemand qui n'avait pas été nazi, par un scientifique «pur» qui avait découvert la fission nucléaire, mais n'avait jamais travaillé sur la bombe. Dans cette glorification de l'Allemagne et de lui-même, Otto Hahn ne fit aucune place à Lise Meitner.

Elisabeth CRAWFORD
CNRS - Institut d'histoire des sciences
Université Louis Pasteur, Strasbourg