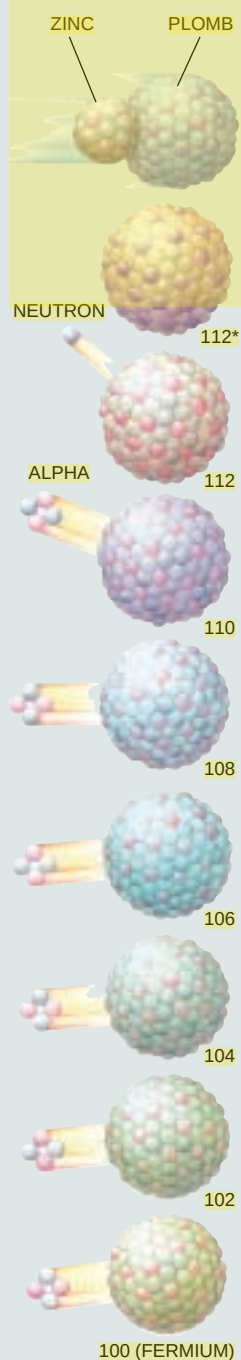


1999, une année fertile en résultats et en interrogations

La synthèse d'éléments transuraniens, commencée en 1940, a procédé par sauts : quelques éléments découverts en une ou quelques années, puis plusieurs années consacrées à l'étude des propriétés de ces nouveaux éléments et à la mise au point de nouvelles méthodes de production ou d'identification. Ces méthodes servaient ensuite à la production des éléments suivants.

Entre 1981 et 1984, les physiciens nucléaires ont créé et observé les éléments 107 à 109, nommés bohrium (Bh), hassium (Hs) et meitnerium (Mt). Ce n'est que dix ans plus tard, entre 1994 et 1996, que les éléments 110 à 112 sont synthétisés. Jusque-là, la progression s'était faite pas à pas (mis à part l'élément 109 découvert avant l'élément 108) et il était vérifié que la chaîne de désintégration conduisait à un isotope déjà connu. Autrement dit, les physiciens mesuraient toutes les particules alpha et les durées de vie afférentes, et le noyau final était bien caractérisé : en remontant la chaîne des événements, on obtenait sans ambiguïté le nombre de protons et de neutrons du noyau initial implanté dans le détecteur.



Examinons, par exemple, la chaîne de désintégration de l'élément 112 produit par la fusion d'un noyau de zinc (70 nucléons, dont 30 protons) et d'un noyau de plomb (208 nucléons, dont 82 protons). L'élément 112 excité perd un neutron en 10^{-18} seconde, et c'est l'élément 112, avec 277 nucléons, qui s'implante dans le détecteur. La désintégration successive de cet élément, par émission d'une particule alpha, aboutit à un isotope du fermium dont les caractéristiques sont bien connues (voir la figure).

En 1999, la situation a changé à double titre : d'une part, on est passé directement à l'élément 114 (décrit dans cet article), puis à l'élément 118 (et au 116 par décroissance) ; d'autre part, la signature de l'attribution exacte n'a pu être obtenue. Dans le cas de l'élément 114, la chaîne de décroissance radioactive se fait bien par émission de particules alpha, mais elle se termine par une fission spontanée. Or, on n'identifie pas explicitement les produits de cette fission, mais uniquement l'énergie cinétique de ses deux fragments, qui augmente en moyenne avec le nombre de protons du noyau qui fissionne. Ici, elle est élevée, de sorte que l'on peut affirmer qu'elle vient d'un noyau très lourd. Toutefois, on ne peut préciser quel était le nombre de protons du noyau qui a fissionné et encore moins son nombre de neutrons.

Pour l'élément 118, le dernier noyau de la chaîne de désintégration n'est pas un isotope connu, et l'on ne peut remonter la chaîne des événements. Dans les deux cas, un important travail de vérification reste donc à faire.

Jean PETER,

Laboratoire de physique corpusculaire, Caen

course en s'implantant dans un détecteur de position. Le compteur de temps de vol permet de distinguer les impacts des produits qui traversent le séparateur et ceux des produits déjà arrivés et qui continuent leur désintégration. À partir de la mesure du temps de vol, on sépare les noyaux lourds (dont certains sont ceux qui nous intéressent) des noyaux légers (sans intérêt), car leur vitesse est très différente. Enfin, le détecteur de position élimine les produits indésirables.

Notre première expérience dura 40 jours, entre novembre et décembre 1998. Nous avons alors observé les signaux de trois désintégrations par fission spontanée, indiquant que trois noyaux qui avaient été synthétisés avaient traversé le séparateur avant de fissionner. Deux d'entre eux avaient une période d'environ une milliseconde : ils étaient dus à la désintégration indésirable d'américium 244. Seul un de ces trois événements correspondait à une implantation dans le détecteur, suivie de trois désintégrations alpha, ayant lieu en un même point dans le détecteur d'implantation.

C'est le signal que nous espérons : les relations entre les énergies de désintégration et les temps de désintégration étaient en accord avec les prédictions théoriques de la désintégration d'un isotope de l'élément 114. Le temps de vol du noyau dévié par les aimants et son énergie d'implantation dans le détecteur étaient également conformes aux prévisions. Au total, la probabilité que cet événement ait résulté d'événements indésirables était inférieure à un pour cent.

La chaîne des désintégrations

L'isotope de l'élément 114 à 175 neutrons a une période de désintégration de l'ordre de 30 secondes. Il engendre l'élément 112, après 15,4 minutes. Ce dernier forme ensuite l'élément 110, qui, après 1,6 minute, se désintègre en l'élément 108. L'isotope de l'élément 108, à 169 neutrons, est hors du domaine de stabilité et se désintègre par fission spontanée après 16,5 minutes.

Par une autre expérience réalisée à Dubna, nous avons également obtenu un isotope plus léger de l'élément 114, qui ne comporte que 173 neutrons, ce qui le situe près du bord de l'îlot de stabilité. Cet isotope plus léger a une période de cinq

secondes environ, au terme de laquelle il subit une désintégration alpha et donne l'élément 112, avec 171 neutrons. Ce dernier se désintègre par fission spontanée en trois minutes.

Par ces expériences, nous avons confirmé l'existence de l'îlot de stabilité et nous commençons à apprécier ses effets. La période de notre isotope de l'élément 114 à 175 neutrons est plus de 1 000 fois supérieure à la période de son isotope à 171 neutrons, qui est produit au cours de la chaîne de désintégrations de l'élément 118, et qui a été découvert au printemps 1999, au Laboratoire Lawrence Livermore, à Berkeley. Notre isotope de l'élément 112 à 173 neutrons est un million de fois plus stable que son isotope à 165 neutrons, découvert à Darmstadt en 1996. Ces périodes relativement longues de nos produits de synthèse par fusion facilitent leur étude, ce qui pourrait modifier notre vision des propriétés fondamentales de la matière.

Entre juin et octobre 1999, nous avons aussi obtenu l'isotope de l'élément 114 à 174 neutrons (nous avons réussi à synthétiser deux atomes). L'observation de la désintégration de cet isotope laisse penser que les éléments superlourds pourraient être encore plus stables que ne le prévoit la théorie. L'étude des limites de la stabilité nucléaire est promise à un grand avenir. En conjuguant leurs efforts, les chercheurs parviendront peut-être même à résoudre, pour l'élément 114, le problème considéré comme le plus délicat du processus de synthèse d'un nouvel élément : lui trouver un nom qui convienne à tous ceux qui ont contribué à sa découverte.

Iouri OGANESSIAN et Vladimir UTYONKOV sont chercheurs au Laboratoire Flerov des réactions nucléaires à l'Institut de recherche nucléaire de Dubna. KENTON Moody travaille au département de chimie analytique et nucléaire du Laboratoire Lawrence Livermore.

Glenn T. SEABORG et Walter LOVELAND, *Search for the Missing Elements*, in *New Scientist*, vol. 131, n° 1784, p. 29, août 1991.

Transuranium Elements : A Half Century, sous la direction de Lester R. Morss et J. Fuger, American Chemical Society, 1992.

Peter ARMBRUSTER et Fritz Peter HESSBERGER, *La création de nouveaux éléments*, in *Pour la Science*, novembre 1998.
