

Le tableau périodique est une manière pour les chimistes de cartographier le monde atomique. Il a été conçu au XIX^e siècle par le chimiste russe Dmitri Mendeleïev (mais aussi, indépendamment, par le chimiste allemand Julius Lothar Meyer). Il liste les éléments dans l'ordre de leur numéro atomique (qui correspond au nombre de protons que contient le noyau atomique) et les place dans des colonnes en fonction de leur réactivité chimique, c'est-à-dire de la façon dont ils réagissent avec d'autres atomes pour former des molécules.

À peine le tableau formulé, les chimistes ont commencé à se demander jusqu'où il s'étendait. L'élément le plus lourd trouvé dans la nature en quantités notables est l'uranium, dont le noyau contient 92 protons. Au-delà de ce nombre, chaque proton supplémentaire déstabilise le noyau : la répulsion électrostatique entre les protons (des charges positives) dépasse l'attraction due à l'interaction nucléaire – l'« interaction forte » – qui assure la cohésion du noyau atomique, et celui-ci se scinde ; c'est la fission du noyau.

La stabilité d'un élément donné ne se résume toutefois pas au nombre de protons qu'il renferme ; elle dépend aussi de l'organisation des protons et des neutrons dans le noyau atomique. Selon le modèle en couches du noyau développé à la fin des années 1940 par la Germano-américaine Maria Goeppert-Mayer et l'Allemand Hans Daniel Jensen (lauréats du prix Nobel en 1963), les deux types de particules remplissent ce qu'on appelle des couches nucléaires. Ces couches peuvent accueillir des nombres particuliers de protons et de neutrons, et sont analogues aux couches électroniques qui contiennent les électrons autour du noyau. Dans les deux cas, des couches complètement remplies garantissent une plus grande cohésion et assurent une meilleure stabilité.

PROTONS ET NEUTRONS : DES NOMBRES MAGIQUES...

Les physiciens ont conçu le modèle en couches quand ils se sont rendu compte que pour certains nombres « magiques » de protons ou de neutrons (2, 8, 20, 28, 50 et 82), les noyaux sont plus stables et plus difficiles à casser. Dans le modèle en couches, ces nombres magiques correspondent à des couches pleines. Les nombres magiques de protons et ceux de neutrons sont les mêmes, mais rien ne garantit qu'ils continueront à correspondre dans les futurs atomes que nous produirons. Un noyau dans lequel à la fois les couches de protons et celles de neutrons sont complètes est considéré comme « doublement magique ».

Nous sommes encore loin d'avoir percé tous les mystères des nombres magiques. Quels seront les nombres magiques des

noyaux qui restent à découvrir ?, s'interrogent par exemple les physiciens. Selon certaines prédictions théoriques, un noyau superlourd comportant 114 protons et 184 neutrons serait doublement magique. Mais ce noyau demeure une vue de l'esprit : si nous avons produit l'élément 114 (nommé flerovium) en laboratoire, nous n'en avons pas encore obtenu une version à 184 neutrons. Or on prévoit qu'un tel isotope soit tellement stable que sa demi-vie approcherait l'âge de la Terre. Ce résultat théorique date des années 1960 et, à l'époque, suggérait pour la première fois l'existence d'un îlot de stabilité, notion qui a suscité une grande excitation dans la discipline et qui continue à nous motiver.

... DONT LES PROCHAINS SONT MAL CONNUS

Mais la combinaison 114-184 est-elle vraiment magique ? Nous l'ignorons. D'autres modélisations théoriques du noyau prédisent, par exemple, des configurations associant 120 ou 126 protons et 172 neutrons. Pour certaines des prédictions relatives aux futurs nombres magiques, nous avons une dette envers Albert Einstein. C'est lui qui a expliqué le fait étonnant que la masse d'un atome est inférieure à la somme des masses des protons, neutrons et électrons qui le constituent. Sa célèbre formule $E=mc^2$ indique que le défaut de masse résultant de cette inégalité reflète l'énergie de liaison, l'énergie nécessaire pour assurer la cohésion du noyau. Autrement dit, en pesant des atomes de compositions différentes en neutrons et protons, nous pouvons identifier les configurations qui se traduisent par une cohésion plus forte (c'est-à-dire celles qui correspondent aux nombres magiques) et déterminer dans quelle mesure elles sont plus stables.

Quelle que soit la valeur des prochains nombres magiques, nous pensons que nous



Selon certaines prédictions, le noyau formé de 114 protons et 184 neutrons serait doublement magique

