



98 protons à utiliser comme cibles. Nous essayons maintenant d'identifier quelles combinaisons d'éléments connus et disponibles offrent les meilleures chances de produire de nouveaux noyaux.

Même si les nouvelles espèces atomiques que nous produisons se désintègrent très vite, des percées notables ont été réalisées récemment dans les capacités d'observation et d'analyse des éléments superlourds. Aussi brève soit-elle, la durée de vie de ces atomes permet d'effectuer des expériences pour tester leurs propriétés physiques et chimiques, afin de savoir par exemple s'ils se comportent plutôt comme des métaux ou comme des gaz à température ambiante.

DES PROPRIÉTÉS DIFFICILES À PRÉVOIR

L'élément le plus lourd dont les propriétés chimiques ont été étudiées est le flérovium (l'élément 114, noté Fl), synthétisé pour la première fois en 1998. Il a d'abord laissé perplexes les physiciens. La place de cet atome dans le tableau périodique, juste au-dessous du plomb, implique qu'il devrait se comporter comme n'importe quel atome de métal lourd. Mais selon des théories remontant à 1975, il pourrait en fait prendre modèle sur les gaz dits rares, ces gaz inertes qui interagissent très peu avec d'autres matériaux. Où se situe la vérité ?

Ce comportement étrange calculé du flérovium est la conséquence du nombre de protons que son noyau contient et donc de la valeur de sa charge. En raison de la charge positive très élevée des noyaux d'éléments lourds, leurs électrons (de charge négative) ont des vitesses pouvant atteindre 80% de celle de la lumière, et évoluent par conséquent sur des orbites différentes de celles qui caractérisent les éléments plus légers.

Chez le flérovium, par exemple, cet effet conduit à un grand écart d'énergie entre les deux orbites électroniques les plus externes. Ainsi, pour passer d'une orbite à l'autre, l'électron doit acquérir davantage d'énergie que si l'atome avait un noyau plus petit, tel le plomb situé juste au-dessus dans le tableau périodique. Dans le cas du plomb, la formation d'une liaison chimique fournira plus facilement l'énergie nécessaire aux électrons pour surmonter cet écart. En raison du grand écart entre ses niveaux d'énergie, il se peut que le flérovium ne se prête pas aussi facilement à des réactions chimiques que son homologue plus léger. Il pourrait alors ressembler davantage à des éléments réfractaires aux réactions chimiques (les gaz rares) qu'à des métaux typiques tels que le plomb.

Il est toutefois difficile de prédire comment se comportera exactement le flérovium. Les théories s'accordent généralement sur le fait

qu'il devrait être plus inerte que le plomb, mais il est probablement plus réactif que les véritables gaz rares et pourrait former, par exemple, des liaisons métalliques faibles avec des éléments tels que l'or. Comme personne n'a été en mesure de le produire en quantité, on ignore à quoi ressemblerait un morceau fait de cet élément. Selon certains, il prendrait une apparence blanc argenté ou gris pâle et serait solide à température ambiante.

Les intrigantes propriétés du flérovium ont poussé les physiciens à multiplier les expériences bien que leurs capacités de production se limitent à quelques atomes par jour. Pire, les demi-vies des isotopes les plus stables connus du flérovium ne dépassent pas une à deux secondes. L'un des meilleurs équipements dont dispose la communauté pour produire le flérovium est le *Tasca* (pour *TransActinide Separator and Chemistry Apparatus*), «appareil de tri et de chimie des transactinides», les transactinides désignant tous les éléments de numéro atomique supérieur à 103) situé au centre Helmholtz de recherche sur les ions lourds (GSI), en Allemagne, où nous travaillons tous deux.

PREMIÈRES EXPÉRIENCES DE CHIMIE

L'élément superlourd qu'est le flérovium est obtenu en bombardant du plutonium 244 avec un faisceau de calcium 48. Quand des noyaux de flérovium sont produits, des aimants les dirigent vers deux plaques de 32 centimètres de long se faisant face, couvertes chacune de détecteurs au silicium et espacées d'un demi-millimètre.

Les détecteurs sont recouverts d'une très mince couche d'or, ce qui nous permet d'étudier comment les atomes de flérovium interagissent avec ce métal. La première plaque est maintenue à température ambiante, tandis que la seconde est refroidie grâce à de l'azote liquide jusqu'à -160°C . Pourquoi ? Parce que les liaisons faibles (comme celles que les gaz rares établissent avec les matériaux) sont suffisamment fortes pour lier les atomes de flérovium à basse température, mais pas à température ambiante. Par conséquent, si le flérovium se comporte plutôt comme un métal, il ira se coller sur la plaque la plus chaude. En revanche, s'il ressemble plutôt à un gaz rare, il se liera à la surface froide ou ne réagira pas du tout.

Quand notre équipe a utilisé ce dispositif expérimental, nous avons observé deux atomes qui se sont tous deux désintégrés dans les détecteurs à température ambiante. Ce résultat laissait penser que le flérovium se liait plus comme un métal que comme un gaz rare. Mais nous avons été contredits par une autre expérience, menée par une équipe de l'institut Paul Scherrer, en Suisse, et réalisée au Laboratoire ➤