

> Flerov des réactions nucléaires, en Russie. Sur les trois atomes que les expérimentateurs ont observés, l'un s'est désintégré sur la zone chaude et deux ont été trouvés dans la zone à basse température (maintenue environ à -90°C). Ils favorisent donc l'option gaz rare. Nous sommes nous-mêmes en train d'analyser de nouvelles données obtenues au GSI et espérons qu'elles clarifieront les propriétés de cet élément fascinant.

DES ÉTUDES DE SPECTROSCOPIE

Récemment, l'un de nous (Michael Block) a effectué avec son équipe les premières expériences de spectroscopie laser sur un élément superlourd, le nobélium (l'élément 102). Les chercheurs sont parvenus à produire des atomes de nobélium au rythme de quelques unités par seconde en bombardant une cible de plomb (82 protons) avec des ions de calcium (20 protons). Les atomes de nobélium étaient ensuite ralentis à l'intérieur d'un gaz d'argon et soumis à des impulsions laser. Pour certaines énergies des photons du laser, un électron de l'atome de nobélium absorbait un photon et s'échappait. En faisant varier la fréquence lumineuse, donc l'énergie des photons laser, Michael Block et ses collègues ont ainsi pu mesurer avec précision l'énergie nécessaire pour arracher un électron à l'atome de nobélium. Or cette «énergie d'ionisation» est l'une des propriétés caractéristiques qui assignent la place d'un élément dans le tableau périodique. Elle détermine la probabilité que l'élément réagisse avec d'autres éléments et forme des liaisons chimiques.

Ces analyses ont d'abord été réalisées sur l'isotope 254 du nobélium (^{254}No , qui a 152 neutrons), puis récemment étendues aux isotopes ^{252}No et ^{253}No afin de savoir comment un déficit en neutrons décale les énergies absorbées par les électrons. Les résultats renseigneront aussi sur la variation de la taille et de la forme des noyaux de ces isotopes, car ces caractéristiques du noyau (de charge positive) ont une influence sur le comportement des électrons (de charge négative).

D'autres chercheurs ont, quant à eux, réussi à créer des liaisons chimiques entre des éléments superlourds et des atomes plus modestes pour étudier comment les espèces exotiques interagissent. Un exemple récent de ce type de recherches est la synthèse de molécules contenant du seaborgium (l'élément 106, de symbole Sg). Dans des expériences réalisées au centre Nishina du Riken, au Japon, une équipe internationale dirigée par le groupe de Christoph Düllmann a produit un isotope de seaborgium dont la demi-vie est d'une dizaine de secondes. Du monoxyde de carbone (CO) a ensuite été ajouté dans l'enceinte contenant le seaborgium et cet élément lourd s'est alors

On est parvenu à créer des liaisons chimiques impliquant des atomes superlourds

transformé en un composé hexacarbonyle $\text{Sg}(\text{CO})_6$ où six molécules de monoxyde de carbone sont liées à l'atome central de seaborgium.

Christoph Düllmann et ses collègues ont montré que dans cette situation, le seaborgium se comporte en fait essentiellement comme ses homologues plus légers et plus courants que sont le tungstène et le molybdène, au même nombre d'électrons de valence.

LE SEABORGIUM, HOMOLOGUE DU MOLYBDÈNE ET DU TUNGSTÈNE

En effet, grâce à une expérience qui s'est déroulée en continu sur une quinzaine de jours, les chercheurs ont observé le seaborgium former le même type de composé avec des molécules de monoxyde de carbone que le molybdène et le tungstène, et au même taux. Les scientifiques vont maintenant tester lequel de ces trois éléments forme les liaisons les plus stables avec le monoxyde de carbone. D'après des calculs effectués à la fin des années 1990, il s'agirait du seaborgium, mais des simulations plus récentes et plus élaborées prévoient que les liaisons entre le monoxyde de carbone et le seaborgium seront plus faibles qu'avec le tungstène.

Ce ne sont là que quelques exemples du type d'expériences fascinantes que les chercheurs réalisent aujourd'hui sur les éléments superlourds, et des nombreuses questions ouvertes auxquelles ils espèrent apporter une réponse. Bien que les nouveaux membres du tableau périodique soient rares et exotiques, les études expérimentales nous apportent des informations directes sur la façon dont ils s'insèrent dans le tableau décrivant les éléments plus classiques, que nous rencontrons dans la vie de tous les jours. Qu'ils soient instables ou d'une grande longévité (et que nous trouvions ou non un jour le cœur de l'îlot de stabilité), les éléments superlourds ont beaucoup à nous apprendre sur les rouages des briques chimiques de la nature. ■

BIBLIOGRAPHIE

S. Raeder et al., **Probing sizes and shapes of nobelium isotopes by laser spectroscopy**, *Physical Review Letters*, vol. 120, article 232503, 2018.

M. Laatiaoui et al., **Atom-at-a-time laser resonance ionization spectroscopy of nobelium**, *Nature*, vol. 538, pp. 495-498, 2016.

C. E. Düllmann et al., **Special Issue on Superheavy Elements**, *Nuclear Physics A*, vol. 944, pp. 1-690, 2015.

I. Oganessian et al., **À la recherche de l'îlot superlourd**, *Pour la Science*, n° 269, pp. 60-65, mars 2000.

ABONNEZ-VOUS À POUR LA SCIENCE

3 FORMULES
AU CHOIX

	FORMULE DÉCOUVERTE	FORMULE PAPIER + HORS-SÉRIE	FORMULE INTÉGRALE
Le magazine papier (12 numéros par an)	✓	✓	✓
Le hors-série papier (4 numéros par an)		✓	✓
L'accès en ligne illimité à pourlascience.fr			✓
L'édition numérique du magazine (12 numéros par an)			✓
L'édition numérique du hors-série (4 numéros par an)			✓
L'accès aux archives numériques depuis 1996			✓
VOTRE TARIF D'ABONNEMENT	59€ Au lieu de 82,80€	79€ Au lieu de 114,40€	99€ Au lieu de 174,40€
	29 % de réduction *	31 % de réduction *	43 % de réduction *

BULLETIN D'ABONNEMENT

A renvoyer accompagné de votre règlement à :

Pour la Science – Service abonnements – 19 rue de l'Industrie – BP 90053 – 67402 Illkirch Cedex – email: pourlascience@abopress.fr

PAG19STD



**OUI, je m'abonne
pour 1 an à**
POUR LA SCIENCE

1 / Je choisis ma formule (merci de cocher)



**FORMULE
DÉCOUVERTE**

• 12 n° du magazine papier

59€

Au lieu de 82,80€

DIA59E



**FORMULE PAPIER
+ HORS SÉRIE**

• 12 n° du magazine papier
• 4 Hors-série papier

79€

Au lieu de 114,40€

PIA79E



**FORMULE
INTÉGRALE**

• 12 n° du magazine papier
• 4 Hors-série papier
• Accès illimité aux contenus en ligne

99€

Au lieu de 174,40€

IIA99E

2 / J'indique mes coordonnées

☐ M. ☐ Mme

Nom: Prénom:

Adresse:

Code postal [] [] [] [] [] [] Ville:

Téléphone [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] []

Email : (indispensable pour la formule intégrale)

.....@.....

J'accepte de recevoir les offres de Pour la Science

☐ OUI ☐ NON

3 / Je choisis mon mode de règlement

☐ Par chèque à l'ordre de Pour la Science

☐ Carte bancaire

N° [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] []

Date d'expiration [] [] [] [] Clé (Les 3 chiffres au dos de votre CB) [] [] []

Signature obligatoire :

* Réduction par rapport au prix de vente en kiosque et l'accès aux archives numériques. Durée d'abonnement: 1 an. Délai de livraison: dans le mois suivant l'enregistrement de votre règlement. Offre valable jusqu'au 31/12/2019 en France métropolitaine uniquement. Pour un abonnement à l'étranger, merci de consulter notre site <https://boutique.pourlascience.fr>. Photos non contractuelles.

Les informations que nous collectons dans ce bulletin d'abonnement nous aident à personnaliser et à améliorer les services que nous vous proposons. Nous les utiliserons pour gérer votre accès à l'intégralité de nos services, traiter vos commandes et paiements, et vous faire part notamment par newsletters de nos offres commerciales moyennant le respect de vos choix en la matière. Le responsable du traitement est la société Pour la Science. Vos données personnelles ne seront pas conservées au-delà de la durée nécessaire à la finalité de leur traitement. Pour la Science ne commercialise ni ne loue vos données à caractère personnel à des tiers. Les données collectées sont exclusivement destinées à Pour la Science. Nous vous invitons à prendre connaissance de notre charte de protection des données personnelles à l'adresse suivante: <https://rebrand.ly/charte-donnees-pls>. Conformément à la réglementation applicable (et notamment au Règlement 2016/679/UE dit «RGPD») vous disposez des droits d'accès, de rectification, d'opposition, d'effacement, à la portabilité et à la limitation de vos données personnelles. Pour exercer ces droits (ou nous poser toute question concernant le traitement de vos données personnelles), vous pouvez nous contacter par courriel à l'adresse protection-donnees@pourlascience.fr.

L'ESSENTIEL

> La découverte des éléments de numéros atomiques 113, 115, 117 et 118 a été annoncée le 30 décembre 2015 par l'Union internationale de chimie pure et appliquée.

> Cette annonce s'appuyait sur les conclusions d'un groupe d'experts. Une controverse est née, certains chercheurs mettant en doute la qualité

de l'évaluation réalisée par ce groupe et critiquant le fait que l'Union internationale de physique pure et appliquée n'ait pas été informée de ses conclusions avant l'annonce.

> Pour éviter de futurs conflits, les deux sociétés savantes ont convenu de nouvelles procédures pour officialiser la découverte d'un nouvel élément.

L'AUTEUR



EDWIN CARTLIDGE
journaliste
scientifique
basé à Rome,
en Italie

Article initialement publié en ligne par *Nature* le 13 juin 2018 sous le titre « Trouble in the periodic table » (doi: 10.1038/d41586-018-05371-y). Traduction et édition réalisées par *Pour la Science*.

Du rifi sur le tableau périodique

L'officialisation et l'annonce en fanfare de la synthèse des éléments superlourds ayant pour numéros atomiques 113, 115, 117 et 118 ont aussitôt déclenché une controverse : la proclamation de ces découvertes n'était-elle pas prématurée ?

L'ambiance au château de Bäckaskog, dans le sud de la Suède, aurait dû être à l'optimisme lorsque chimistes et physiciens s'y sont réunis pour un symposium en mai 2016. La conférence, parrainée par la fondation Nobel, devait permettre aux chercheurs de faire le point sur les efforts déployés dans le monde pour explorer les limites de la physique nucléaire, et de célébrer les quatre nouveaux éléments ajoutés au tableau périodique quelques mois plus tôt. Les noms de ces éléments devaient être annoncés sous quelques jours, un grand honneur pour les chercheurs et les pays impliqués dans leur découverte.

Bien que de nombreux participants aient été ravis de la façon dont leur domaine se développait – et des gros titres auxquels il donnait lieu dans les journaux – beaucoup d'entre eux étaient préoccupés. Ils redoutaient qu'il y ait eu des failles dans l'évaluation des travaux sur ces nouveaux éléments et craignaient que l'examen critique de ces découvertes ait été insuffisant.

Certains estimaient qu'il n'y avait pas suffisamment de preuves pour justifier l'ajout des éléments les plus controversés, ceux de numéros atomiques 115 et 117. L'intégrité scientifique du tableau périodique des éléments était en jeu.

Vers la fin de la réunion, un scientifique demanda un vote à main levée pour savoir s'il fallait ou non annoncer les noms des éléments comme prévu. La question révéla la profonde inquiétude au sein de l'assemblée. La plupart des chercheurs votèrent pour repousser l'annonce, indique Walter Loveland, chimiste nucléaire à l'université d'État de l'Oregon à Corvallis. Et cela déclencha une réaction incroyable de certains des scientifiques russes dont les efforts avaient conduit à la découverte de trois des nouveaux éléments. « Ils ont tapé du pied et sont sortis », raconte Walter Loveland. « Je n'ai jamais vu ça dans un congrès scientifique. »

Malgré ces troubles, les noms des éléments ont été annoncés peu de temps après. Le nihonium (de numéro atomique 113), le moscovium (115), le tennessé (117) et l'oganesson (118) ont rejoint les 114 éléments



© Muhamad Norairin Ngatemi/Shutterstock.com