

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€ 29 % de réduction *	79€ Au lieu de 114,40€ 31 % de réduction *	99€ Au lieu de 174,40€ 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

précédemment découverts (dont ceux de numéros atomiques 114 et 116) en tant qu'ajouts permanents au tableau périodique. Près de cent cinquante ans après que Dmitri Mendeleïev a rêvé d'une telle classification, la septième ligne du tableau des éléments était officiellement complétée.

Pourtant, la façon dont les événements se sont déroulés a profondément contrarié certains chercheurs. Claes Fahlander, physicien nucléaire à l'université de Lund, en Suède, s'attend à ce que les résultats expérimentaux viennent finalement confirmer les annonces du moscovium et du tenness. Néanmoins, il soutient qu'il était «prématuré» d'approuver l'ajout de ces éléments. «Nous sommes des scientifiques», explique-t-il, «nous ne vivons pas dans les croyances, nous voulons des preuves.»

Alors que le monde se préparait à célébrer l'année internationale du tableau périodique en 2019, le débat sur les quatre ajouts récents a conduit à la révision du processus de vérification de futurs nouveaux éléments. Et la controverse a jeté le doute sur la rangée du bas du tableau périodique: il est possible que les autorités scientifiques responsables de la table réévaluent certaines des dernières découvertes.

Une partie du problème découle d'un désaccord entre certains chimistes et physiciens sur la question de savoir qui devrait être le garant légitime du tableau périodique. Historiquement, les chimistes ont joué ce rôle, car ce sont eux qui ont découvert au cours des siècles les éléments naturels grâce à des techniques propres à la chimie.

Depuis plusieurs décennies, cependant, les physiciens nucléaires mènent la traque de

nouveaux éléments, qu'ils créent artificiellement en fracassant des noyaux atomiques sur des cibles. Il faut parfois des années pour produire un seul atome de ces éléments superlourds, qui sont en outre notoirement instables et se désintègrent par radioactivité en quelques fractions de seconde. Ainsi, alors que les équipes rivalisaient pour être les premières à obtenir les prochains éléments, il est devenu plus difficile d'établir la preuve de leurs découvertes.

UNE DÉCISION QUI DÉPEND DU JWP, UN GROUPE D'EXPERTS

La responsabilité de l'approbation ou du rejet de nouveaux éléments incombe à deux organisations sœurs: l'Union internationale de chimie pure et appliquée (IUPAC) et l'Union internationale de physique pure et appliquée (IUPAP). Depuis 1999, elles s'appuient sur le jugement d'un groupe d'experts connu sous le nom de Joint Working Party (JWP), présidé par Paul Karol, chimiste nucléaire à l'université Carnegie-Mellon, à Pittsburgh, en Pennsylvanie. Réactivée périodiquement pour évaluer au fil de l'eau la découverte de nouveaux éléments, la dernière équipe du JWP s'est constituée en 2012 et s'est dissoute en 2016. Elle se composait de Paul Karol et de quatre physiciens.

Durant cette période, le groupe a attribué le mérite de la découverte des éléments 115, 117 et 118 à une collaboration russo-américaine dirigée par le physicien nucléaire chevronné Yuri Oganessian, de l'Institut unifié de recherches nucléaires (JINR pour Joint Institute for Nuclear Research), à Doubna, en Russie. Et le groupe d'experts a attribué l'élément 113 aux chercheurs du centre Nishina de recherches par accélérateur, de l'institut Riken, près de Tokyo. ➤

En 2015, quatre éléments superlourds sont venus officiellement compléter les cases du tableau périodique des éléments. Ils ont été nommés en 2016. Leurs noyaux atomiques, qui comprennent 113, 115, 117 et 118 protons, ont été produits en laboratoire, mais leur mise en évidence est difficile, notamment en raison de leur brève durée de vie.



> Les décisions du JWP ont été annoncées publiquement le 30 décembre 2015, lorsque l'UICPA a publié un communiqué de presse claironnant la découverte des quatre nouveaux éléments (qui n'avaient pas encore reçu leur nom officiel). Les représentants de l'UICPA ont déclaré qu'ils avaient travaillé rapidement pour communiquer cette décision. En fait, ils ont émis cette annonce avant que le comité exécutif de l'UICPA ne puisse approuver les conclusions de JWP, comme le précisent pourtant ses règles internes. Cette approbation a eu lieu le mois suivant. Plus gênant, les conclusions du JWP n'avaient même pas été présentées à l'Union internationale de physique, l'UIPPA, qui s'attendait à être consultée, affirme Bruce McKellar, de l'université de Melbourne, en Australie, qui présidait cette association à l'époque.

TENSIONS ENTRE DEUX SOCIÉTÉS SAVANTES

Cette omission a ravivé les tensions entre les deux sociétés savantes. Cecilia Jarlskog, physicienne à l'université de Lund et présidente de l'UIPPA avant Bruce McKellar, affirme que pendant des années, l'Union internationale de chimie avait, de façon injustifiée, la mainmise sur le processus d'évaluation des découvertes (Paul Karol a déclaré à la revue *Nature* qu'en préparant les rapports du JWP, il était en relation presque exclusivement avec la société de chimie). Exprimant sa frustration lors du symposium de 2016, en Suède, Cecilia Jarlskog a accusé l'UICPA d'essayer de se mettre en avant en annonçant elle-même la découverte, et a fait valoir que seuls les physiciens «ont la compétence» pour évaluer les annonces de nouveaux éléments.

Les tensions entre les communautés des physiciens et des chimistes ont été exacerbées par des critiques sur la façon dont le JWP avait évalué la découverte des éléments 115 et 117. Le JWP avait validé les conclusions de l'équipe ayant découvert ces éléments, qui trouvait que les chaînes de désintégration radioactive des deux éléments présumés correspondaient bien et renforçaient la crédibilité des deux découvertes. Mais une telle analyse est notoirement sujette à caution pour les éléments de numéro atomique impair. Claes Fahlander et ses collègues, à l'université de Lund, ont signalé qu'il est très peu probable qu'une telle correspondance existe entre les éléments 115 et 117 – point qui a été porté à l'attention du JWP en février 2015.

Robert Barber, membre du groupe d'experts et physicien nucléaire à l'université du Manitoba, au Canada, explique que même si ses collègues et lui étaient «très préoccupés» par l'utilisation de ce type d'analyse, ils avaient conclu qu'il n'y avait pas d'alternative et qu'ils

étaient parvenus à un consensus sur toutes leurs décisions. Walter Loveland soutient également la décision globale. Et même si le dernier groupe du JWP s'est trompé sur certains détails, dit-il, le passé montre qu'il est peu probable que ses décisions soient remises en cause.

Le physicien nucléaire Vladimir Utyonkov, de l'institut de recherche nucléaire de Doubna, incrimine pour sa part directement le JWP. Bien qu'il ne soit pas d'accord avec l'argument du groupe de Lund sur l'analyse croisée et qu'il soit convaincu que la découverte russo-américaine est solide, il soutient que le groupe ne comprenait aucun expert «de haut niveau» sur la synthèse d'éléments lourds, et affirme que ses rapports préliminaires contenaient de nombreuses erreurs.

Paul Karol défend le travail que ses collègues et lui ont réalisé dans le cadre du JWP en déclarant qu'ils avaient essayé de se conformer aux critères publiés régissant le processus d'évaluation. Dans l'ensemble, dit-il, «je crois que le comité était extrêmement à l'aise avec le contenu de son rapport.» Il semble pourtant que la plupart des participants au congrès de 2016 en Suède aient été critiques vis-à-vis du JWP. David Hinde, physicien nucléaire à l'université australienne de Canberra, a demandé aux quelque cinquante chercheurs présents s'ils pensaient que les conclusions du panel d'experts étaient «scientifiquement satisfaisantes». Il dit avoir reçu très peu de réponses positives à cette question.

UNE QUESTION D'ÉVALUATION

Malgré ces divers problèmes, l'UICPA et l'UIPPA sont allées de l'avant et ont annoncé en juin 2016 les noms des quatre nouveaux éléments. Bruce McKellar admet qu'il avait des doutes à ce sujet, mais indique que, selon la plupart des physiciens et des chimistes qu'il a consultés, les conclusions générales du JWP – si ce n'est tous les détails de leurs analyses – étaient probablement solides.

Jan Reedijk, alors président de la division de chimie inorganique de l'UICPA, affirme que l'annonce initiale a été faite très tôt pour éviter les fuites dans la presse et pour satisfaire les demandes des laboratoires à l'origine de la découverte, impatients de diffuser l'information. Pour ce faire, raconte-t-il, il a rapidement approuvé les conclusions de JWP en décembre 2015 au nom de sa division, après qu'elles ont été expertisées par des pairs et acceptées pour publication dans la revue *Pure and Applied Chemistry* de l'Union internationale de chimie. «J'ai constaté que l'examen adéquat avait été fait, alors j'ai donné mon feu vert en moins d'une heure», ajoute-t-il.

Toutefois, il n'est pas clair s'il y a eu une évaluation vraiment indépendante ou non. Selon la directrice exécutive de l'Union

PREMIÈRES MESURES DIRECTES DES MASSES

Bien que certains chercheurs aient émis des doutes sur les détections des derniers noyaux superlourds, les recherches effectuées depuis les annonces tendent à confirmer ces découvertes. Le développement le plus récent en ce sens a été la mesure directe (par séparation spatiale des noyaux en fonction de leur rapport masse/charge), du nombre de masse (somme des nombres de protons et de neutrons) de noyaux de moscovium et de nihonium (J. M. Gates et al., *Physical Review Letters*, vol. 121, 222501, 2018). La mesure a porté sur des noyaux produits au laboratoire américain Lawrence-Berkeley en irradiant de l'américium 243 avec des ions de calcium 48. Les nombres de masse trouvés, 288 et 284 respectivement, sont compatibles avec les mesures indirectes fondées sur l'analyse des chaînes de désintégration, entachées de plusieurs incertitudes.

internationale de chimie, Lynn Soby, le travail du JWP a été examiné en deux étapes avant l'annonce. Tout d'abord, ses conclusions ont été transmises à plusieurs laboratoires, principalement ceux qui ont participé aux dernières découvertes, ainsi qu'à un autre expert proposé par l'un des laboratoires. Ensuite, les rapports du JWP ont été envoyés aux membres du comité de l'UICPA consacré à la nomenclature, aux symboles et à la terminologie des éléments de la table périodique.

Selon Lynn Soby, le travail du comité consistait à vérifier les erreurs de formulation et de présentation, et qu'il incombait donc aux laboratoires eux-mêmes d'effectuer un examen scientifique. Elle affirme que cette procédure était appropriée, puisqu'ils sont les experts du domaine. Pourtant, l'un de ces chercheurs, Vladimir Utyonkov, pensait que l'UICPA avait recruté quinze experts indépendants pour effectuer l'évaluation scientifique. Il a supposé qu'on lui demandait simplement, ainsi qu'à deux collègues de Doubna, de vérifier les faits et les chiffres dans les rapports. «Je ne sais pas comment nous pouvons être considérés comme des rapporteurs indépendants», dit-il.

Rétrospectivement, Cecilia Jarlskog aurait souhaité que la communauté des physiciens,

dont elle-même, prête une plus grande attention à la façon dont le processus d'évaluation a été conduit, en particulier à l'arbitrage des conclusions du JWP. «Notre négligence va me faire faire des cauchemars.»

DES RÈGLES MODIFIÉES

Pour répondre aux différents points soulevés, les deux unions internationales ont convenu de nouvelles procédures d'évaluation pour tout futur élément. Selon les règles modifiées, qui ont été publiées en mai 2018, les présidents de l'UICPA et de l'UIPPA auront maintenant la possibilité d'examiner les résultats du JWP avant d'annoncer conjointement leurs conclusions. Pour ce faire, ils mèneront un processus indépendant d'évaluation par les pairs en plus de celui de la revue *Pure and Applied Chemistry*.

Bruce McKellar affirme que les changements auront un effet positif. «Les deux unions internationales ont développé une relation de confiance en travaillant ensemble sur cette question», dit-il. Mais ces changements ne satisferont pas certains scientifiques critiques, comme Cecilia Jarlskog. «Je ne pense pas que les nouvelles règles changeront quoi que ce soit», conclut-elle. ■

BIBLIOGRAPHIE

J. Corish, **Procedures for the naming of a new element**, *Chemistry International*, vol. 38, pp. 9-11, 2016.

C. Jarlskog, **Validation of new superheavy elements and IUPAC-IUPAP joint working group**, *EPJ Web Conf.*, vol. 131, 06004, 2016.

P. J. Karol et al., **Discovery of the elements with atomic numbers $Z = 113$, 115 and 117 (IUPAC Technical Report)**, *Pure and Applied Chemistry*, vol. 88, pp. 139-153, 2016.

U. Forsberg et al., **A new assessment of the alleged link between element 115 and element 117 decay chains**, *Physics Letters B*, vol. 760, pp. 293-296, 2016.

TED^x Saclay
x = independently organized TED event

28 nov.
2019

► Résonances

**Innovons ensemble
au service
du vivant**

SAINT
QUENTIN
EN YVELINES
Terre d'innovations

PARIS
SACLAY
Communauté d'agglomération

NOKIA

île de Science
PARIS-SACLAY



<https://tedxsaclay.com/videos>

Abonnez-vous à notre
newsletter
et participez
activement
au prochain TEDx !

tedxsaclay.com

L'ESSENTIEL

> Il y a quelque 14 700 ans, les températures maximales annuelles sont passées de 9 à 19 °C : les glaciers ont alors régressé, tandis que les forêts ont peu à peu remplacé la toundra.

> Le mode de vie des Magdaléniens, pratiqué alors partout en Europe, fut progressivement remplacé

par celui des Aziliens. De nouvelles armes de chasse et de nouveaux modes d'exploitation du territoire sont apparus.

> L'analyse des vestiges de cette transition montre que l'adaptation des sociétés aux nouvelles conditions environnementales a souvent suivi l'évolution du climat avec environ un siècle de retard.

LES AUTEURES



SONJA GRIMM
préhistorienne au Centre pour l'archéologie balte et slave à Schleswig, en Allemagne



DANIELA HOLST
préhistorienne à l'Institut de préhistoire et d'histoire ancienne de l'université de Cologne

Et le réchauffement acheva le Magdalénien

