

Dubna : chez les chasseurs russes des nouveaux atomes

Quatre nouveaux éléments, les plus lourds jamais produits, viennent d'être officiellement baptisés. A Dubna, le temple soviétique de la science explore depuis soixante ans les confins de la matière.

LE MONDE SCIENCE ET TECHNO | 10.07.2017 à 17h47 • Mis à jour le 11.07.2017 à 09h30 | Par Vahé Ter Minassian (Dubna (Russie), envoyé spécial)

Au Centre international des conférences de Dubna, petite cité de 70 000 habitants aux allures de ville de vacances sur les rives du canal de la Volga, à 120 kilomètres de Moscou, les festivités du « banquet-anniversaire » des soixante ans du Laboratoire Flerov des réactions nucléaires (FLNR) battent leur plein. La vodka aidant, le brouhaha des conversations a rapidement augmenté. Et bientôt, en suivre une devient excessivement difficile. Sans regrets inutiles : il est déjà évident qu'on ne comprendra pas grand-chose. « Darmstadtium », « roentgenium », « copernicium », « dubnium »... les mots utilisés par ces physiciens et ces chimistes sont dénués de sens pour le commun des mortels. Et pour cause : ils font référence à des entités atomiques absentes, en principe, de notre planète ! Plus précisément à des éléments chimiques, créés artificiellement dans de grands accélérateurs, de même nature que l'hydrogène, l'hélium, le chrome, le plomb, l'or ou l'uranium détectables en quantités appréciables sur Terre, mais plus lourds, beaucoup plus lourds... « Superlourds », dit-on même ici.

Heureusement, ce que le vocabulaire peine à faire saisir, le langage du corps l'exprime, aisément. Et il devient bientôt évident que la bonne humeur de l'assemblée ne s'explique ni par le large choix de zakouski mis à la disposition des convives, ni par la joie des retrouvailles entre spécialistes de toutes nationalités. Elle traduit un sentiment général de satisfaction qui, avec l'intensification des libations, prend des allures de revanche après des décennies de déboires et de désillusions...

L'installation U-400, à Dubna, en Russie. JINR / FLEROV

C'est que l'année 2017 est celle d'une éclatante victoire pour cette discipline, si restreinte, mais ô combien prestigieuse et compétitive, qu'est la physique des éléments superlourds. En effet, le 2 mars, au cours d'une émouvante cérémonie organisée à Moscou, l'International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC), la seule instance habilitée pour une telle procédure, a solennellement achevé l'« inauguration » de quatre nouveaux éléments chimiques, officialisant ainsi leur existence dans le monde matériel. Et pas n'importe lesquels ! Mais précisément ceux qui, ajoutés à deux autres adoubs en 2012, permettront peut-être aux physiciens d'avoir enfin les moyens de résoudre un vieux problème relatif aux caractéristiques générales des corps simples.

L'exploit est de taille. Par convention, les éléments chimiques sont classés selon un ordre croissant en fonction du nombre de protons que contient le noyau de leurs atomes autour duquel tournent les électrons. Ainsi, l'atome d'hydrogène dont le noyau possède un seul proton est l'élément numéro un. L'hélium, qui a deux protons, l'élément numéro deux. Le lithium, le trois... etc. Les éléments dernièrement désignés correspondent, eux, aux numéros 113, 115, 117 et 118 !

Baptisés « nihonium » (symbole Nh), « moscovium » (Mc) et « tennessine » (Ts), les trois premiers d'entre eux portent le nom du pays – le Japon –, de la région de Russie et de l'Etat américain où sont installés les centres de recherche ayant joué un rôle-clé dans leur synthèse et leur identification : le centre Nishina Riken, l'Institut unifié de recherche nucléaire (JINR) de Dubna, dont dépend le FLNR, et le laboratoire national d'Oak Ridge (Tennessee). Quant au quatrième, le plus lourd de tous, avec 118 protons, il a été appelé « oganesson » (Og) en reconnaissance au professeur Youri Oganessian, du FLNR, qui, bien vivant, bon pied et bon œil, malgré ses 84 ans, porte précisément à cet instant un toast à la table d'honneur.

Propagande des Etats

Quelques heures plus tôt, tandis que les invités, réunis pour le gala dans la salle de spectacle, se laissaient bercer par les airs d'opéras d'Haendel et de Bizet, le vieux physicien russe, dont l'influence au sein de son équipe reste prédominante, flânait seul dans les couloirs de la Maison de la culture et de la paix, profitant de ce moment de répit pour regarder les photos qui y étaient exposées. Sur l'une d'entre elles, on le voyait jeune étudiant moscovite issu d'une famille arménienne de Rostov-sur-le-Don, fraîchement débarqué à Dubna, en 1957.

A cette époque, à la peur du pouvoir destructeur de l'atome, entretenue par la mémoire des explosions d'Hiroshima et de Nagasaki, est mêlé, dans l'esprit des scientifiques, l'espoir de réussir à apprivoiser un jour cette nouvelle source d'énergie qu'est le nucléaire afin de l'exploiter à des fins pacifiques. Il s'agit de fonder au sein du JINR – un centre de recherche international créé en 1956 par l'URSS en concurrence du Centre européen pour la recherche nucléaire, sur l'emplacement d'une ancienne cité scientifique secrète et fermée – un laboratoire ouvert au monde extérieur où l'on pourrait explorer le potentiel des éléments les plus lourds.

Si l'uranium, le plus massif des 92 types d'atomes que l'on peut trouver sur Terre, est naturel, ce n'est pas le cas du plutonium – le numéro 94 – dont se servent les militaires pour concevoir leurs bombes. Ce dernier, presque totalement artificiel, est fabriqué dans des réacteurs. Et l'idée du physicien Georgy Flerov (1913-1990) est de tenter de déterminer si, en allant vers des atomes de plus en plus lourds, on ne finira pas par tomber sur une perle rare, en matière de production d'énergie. Les éléments 93 à 101 ont presque tous été découverts entre 1940 et 1955 par l'équipe de l'Américain Glenn Seaborg (1912-1999), du Lawrence Berkeley National Laboratory, au cours d'expériences conduites dans le cadre du projet Manhattan ou à l'intérieur d'échantillons prélevés sur le site de l'explosion d'Ivy Mike – la première bombe H de l'histoire. Les travaux, suivis de loin par les milieux de la défense, se concentrent désormais dans le monde sur les numéros supérieurs à 102. Et bientôt, grâce à leur fameux cyclotron U300, les Soviétiques – mais pas seulement – réussissent, à leur tour, à fabriquer de nouveaux éléments chimiques. De 1963 à 1974, les numéros 102, 104, 103, 105 et 106 sont successivement observés à Dubna.

Lire aussi : Noyaux superlourds : comment les capturer ? ([/sciences/article/2017/07/10/noyaux-superlourds-comment-les-capturer_5158651_1650684.html](https://sciences/2017/07/10/noyaux-superlourds-comment-les-capturer_5158651_1650684.html))

Mais en cette période de guerre froide, ce type de recherches, à la fois prestigieuses et extrêmes – leur but n'est-il pas de fixer les limites de la Nature ? –, est forcément au service de la propagande des Etats. En conséquence, dès 1960, Soviétiques, Américains et Allemands – du Centre de recherche sur les ions lourds (GSI), à Darmstadt, en Allemagne – commencent à se disputer l'antériorité des découvertes et le droit de leur associer des noms. Des éléments, comme le 104 et le 105, seront ainsi longtemps connus sous des appellations différentes de part et d'autre du rideau de fer. Rutherfordium et hahnium à l'Ouest, kourchatovium et nielsbohrium à l'Est.

Cette guerre des transférmiens, comme elle sera baptisée plus tard (qui concerne les éléments dont le nombre atomique est supérieur à celui du fermium, 100), va concerner jusqu'à huit atomes. Elle ne sera définitivement réglée par IUPAC qu'au terme de multiples rebondissements... en 1997 !

Atteindre une limite

Typique d'une époque où, de la course à l'espace à celle des abysses océaniques, la compétition entre les grandes puissances se joue sur tous les terrains, cet étrange conflit s'explique par une mauvaise foi, mêlée à une bonne dose de chauvinisme. Mais une erreur d'appréciation a peut-être aussi contribué à son exacerbation. Car, depuis le début, les physiciens sont convaincus qu'à force de fabriquer des éléments de plus en plus lourds, ils finiront par atteindre une limite au-delà de laquelle aucune synthèse ne sera plus possible. En effet, la nature est ainsi faite que tous les éléments plus massifs que le plomb (82) sont radioactifs. C'est-à-dire qu'au bout d'un temps, ils se désintègrent spontanément pour former des noyaux atomiques plus légers, en dégageant, suivant les cas, des rayonnements gamma ou alpha, des électrons, des neutrons ou des protons. Les premières observations semblent indiquer que le phénomène s'accélère au fur et à mesure que les éléments s'alourdissent. Si la durée de vie de l'uranium, dont le noyau possède 92 protons, est de 4,5 milliards d'années, celle du plutonium, qui en a 94, ne dépasse pas les 80 millions d'années. Quant au californium, l'élément 98, il ne survit au mieux que 900 ans !

Les scientifiques ne voient aucune raison pour que cette chute s'arrête en poussant au-delà. D'ailleurs, les physiciens danois et américain Niels Bohr et John Wheeler n'ont-ils pas, en 1939, dans un article mémorable consacré à la fission nucléaire, prophétisé cet effondrement ? Qui oserait contester la solidité de leur analyse décrivant le noyau atomique comme une « goutte liquide » où les neutrons et les protons seraient dispersés de façon uniforme ? Ce modèle ne conduit-il pas justement à la conclusion qu'au-delà de l'élément 100, rien ne peut exister ? Le raisonnement semble inattaquable. Mais, au début des années 1960, raconte Youri Oganessian, dont le bureau jouxte celui transformé en musée de son mentor Georgy Flerov, diverses expériences – dont certaines sont conduites à Dubna – commencent à contester cette façon de considérer le cœur de l'atome comme un ensemble homogène. « Il paraissait de plus en plus évident qu'il devait contenir des structures internes. »

Chiffres magiques

De fait, les théoriciens vont bientôt proposer de nouvelles thèses suggérant que les protons et les neutrons sont, à l'intérieur du noyau, disposés par « couches », un peu à la manière des électrons dans les atomes. Or, celles-ci livrent, en 1966, la stupéfiante révélation que la voie empruntée par les physiciens se prolonge et aboutit, tôt ou tard, à une région où les atomes cessent d'être fugaces pour redevenir pérennes. Plus précisément, les calculs montrent que les noyaux possédant des nombres de protons et de neutrons, voisins des chiffres « magiques » 114 et 184 (dont le noyau atomique est particulièrement stable), auraient des durées de vie élevées. Peut-être, selon les premières estimations, de l'ordre de millions, voire de milliards d'années. Ils pourraient même être non radioactifs. Autrement dit, venait d'être avancée l'idée que la synthèse de nouveaux corps simples, comparables en termes de longévité avec ceux constitutifs de notre environnement terrestre, deviendrait possible. Un rêve fou d'alchimiste !

Les spécialistes n'auront de cesse de démontrer cette hypothèse. Et la suite de l'histoire se résume en une longue quête consacrée à la recherche de cet eldorado de la physique nucléaire : l'« îlot de la stabilité ». Mais comment l'atteindre ? Fabriquer des éléments chimiques aussi lourds que le numéro 114 visé semble alors hors de portée. Certes, sur le papier, la recette est facile. Il s'agit de réussir à rassembler, au sein d'un seul noyau, les protons et les neutrons de deux atomes moins massifs. On connaît même le procédé pour y parvenir. Il consiste à accélérer, à l'aide de puissants champs magnétiques et électriques générés par un cyclotron, ou par toute autre installation, des ions légers jusqu'à des vitesses de l'ordre de dix pour cent de celle de la lumière. Puis, de les précipiter à un rythme de 100 milliards par seconde sur une cible lourde.

Avec un peu de chance, une fois de temps en temps, une collision entre les atomes s'y produira. Et, parfois, celle-ci aboutira à la « fusion » des noyaux, créant, au terme d'une phase dite de « refroidissement neutronique », un nouvel élément chimique. A ceci près que toute l'astuce de ce jeu de bowling tient au choix judicieux des boules et des quilles à employer. Lesquelles ne sont pas toutes utilisables, manipulables, disponibles sur les étagères – en raison de problèmes de coût, de disponibilité ou de sécurité. Et dont certaines combinaisons, objets de concurrence entre les équipes, sont plus gagnantes que d'autres. Or, à cette époque, la manière dont sont sélectionnés ces « ingrédients » rend l'observation des numéros supérieurs à 106 hautement improbable.

Lire aussi : [La traque des noyaux superlourds dans la nature](https://www.lemonde.fr/sciences/article/2017/07/10/la-traque-des-noyaux-superlourds-dans-la-nature_5158652_1650684.html) ([/sciences/article/2017/07/10/la-traque-des-noyaux-superlourds-dans-la-nature_5158652_1650684.html](https://www.lemonde.fr/sciences/article/2017/07/10/la-traque-des-noyaux-superlourds-dans-la-nature_5158652_1650684.html))

C'est là qu'intervient Youri Oganessian. Ingénieur en chef à Dubna, il invente une technique dite de « fusion froide » qui est rapidement copiée à l'étranger, d'abord sans grand résultat, puis après de longs développements réalisés en Allemagne, avec un formidable succès. Grâce à elle, le GSI de Darmstadt découvre, entre 1981 et 1994, tous les éléments chimiques compris entre les numéros 107 et 112. Et le laboratoire japonais Riken met au jour, en 2012, le 113.

Au milieu des années 1990, cette méthode montre des signes d'essoufflement. En effet, le procédé n'autorise la production des noyaux les plus lourds qu'en infimes quantités. Et cela finit par devenir un vrai souci. Pour démontrer l'existence du nihonium, l'élément 113, les physiciens japonais devront se contenter d'observer trois atomes. Et il leur faudra dix ans pour les fabriquer : deux en 2005. Et un en 2012 !

D'où l'idée des physiciens du FLNR, dont Youri Oganessian est devenu en 1989 le directeur, de changer une nouvelle fois les cibles et les projectiles, en faisant appel à des isotopes d'éléments chimiques très riches en neutrons. Pour synthétiser le 114, ils souhaitent employer, pour les premières, un exotique plutonium 244 et, pour les seconds, du calcium 48, une forme rare de calcium naturel qui se négocie sur le marché à 200 000 dollars (176 000 euros) le gramme. Mais avant de pouvoir tester cette combinaison, ils doivent procéder à d'importantes modifications sur leurs installations U400 et U400 M, toujours en fonctionnement à Dubna. Ce qui est loin d'être simple dans cette période de transition qui suit la disparition de l'Union soviétique, où la Russie traverse une grave crise financière et économique. Conséquence de cette situation : l'équipe doit patienter jusqu'en 1998 et 2000 pour réussir à démontrer, grâce à la découverte des éléments 114 et 116 – baptisés en 2012 flerovium (Fl) et livermorium (Lv) – que sa martingale est la bonne.

Les numéros suivants, les ultimes de la série, n'en coûteront pas moins chers à la discipline. En effet, les Russes en sont à envisager la suite, quand un retentissant scandale éclate aux Etats-Unis : Viktor Ninov, le responsable d'un groupe du Lawrence Berkeley National Laboratory, qui avait annoncé, en 1999, la synthèse du 118, est accusé, preuves à l'appui, d'avoir falsifié ses données. Résultat : la petite communauté des spécialistes occidentaux du domaine se trouve plongée dans une crise profonde et durable. Et le FLNR de Dubna – Youri Oganessian s'est entre-temps associé, pour la fabrication des cibles, avec le Livermore National Laboratory, puis avec le laboratoire Oak Ridge des Etats-Unis – est momentanément privé de concurrents directs. Une opportunité que l'équipe de Youri Oganessian met à profit pour observer entre 2002 et 2010, sur leurs

impressionnantes machines occupant deux bâtiments, les trois éléments manquants : l'oganesson, le moscovium et le tennesse.

Modèle fiable

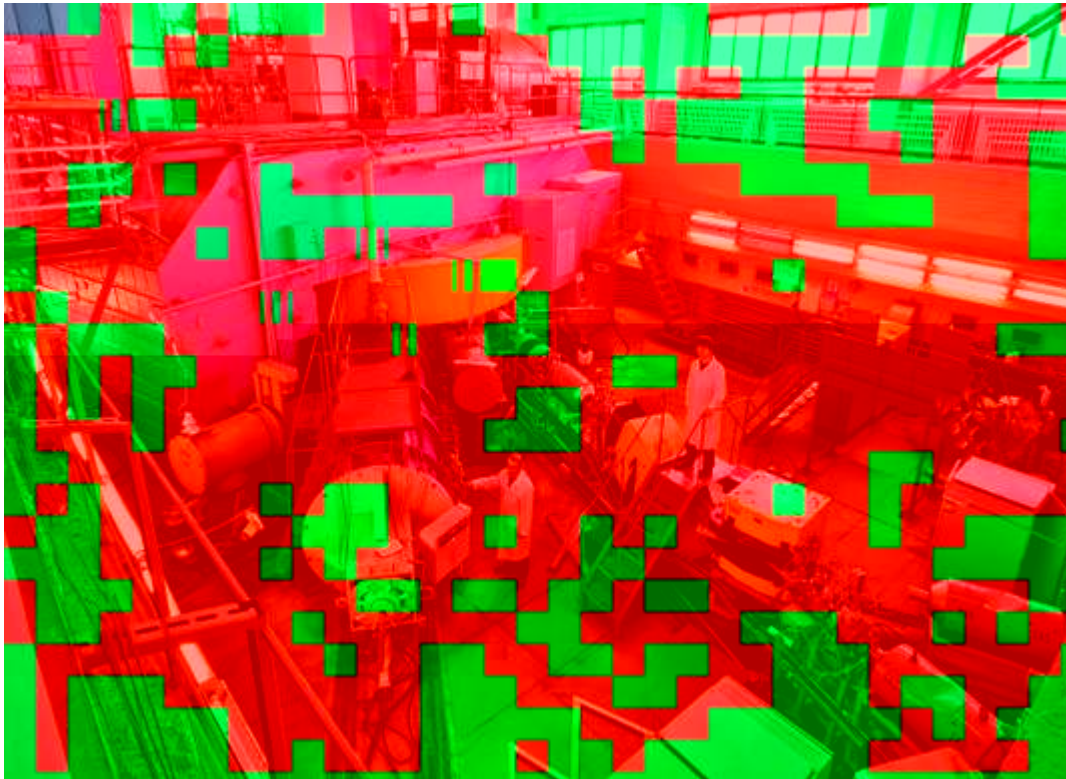
La synthèse du 118, du 115 et du 117, puis celle du nihonium (113), achève un long cycle qui a démarré à la veille de la seconde guerre mondiale. En un peu moins de quatre-vingts ans, les physiciens ont ajouté vingt-six corps simples aux quatre-vingt-douze qui étaient alors connus, complétant le tableau périodique des éléments jusqu'à l'ultime case de sa septième période. La durée de vie et la radioactivité de 300 de leurs isotopes lourds ont aussi été mesurées, permettant de « bâtir un modèle du noyau atomique fiable à 5 % près », estime Youri Oganessian.

Certes, les physiciens n'ont pas encore mis au jour le centre de l'« îlot de la stabilité », ce mythique atome de flérovium constitué de 114 protons et de 184 neutrons. Pour l'instant, le plus lourd isotope de cet élément qu'ils aient réussi à observer n'en a que 175. Mais, sur la « carte des noyaux », les régions défrichées forment désormais un arc de cercle autour de la « terra incognita » dont des signes annonciateurs – comme des temps de survie plus longs, atteignant les quelques secondes –, seraient perceptibles. Des physiciens affirment que la durée de vie de ces noyaux serait beaucoup plus courte qu'estimée au départ (peut-être moins de trente ans). Des théories la situent au niveau d'autres éléments comme le 120 ou le 126 et, pour des raisons différentes, la possibilité d'une région de noyaux durables n'est pas exclue quelque part entre les numéros 108 et 112. Mais si réellement la zone visée a les caractéristiques imaginées et si elle se trouve effectivement à l'endroit indiqué, on peut penser qu'elle sera atteinte tôt ou tard. Mais, prédit Youri Oganessian, « cela se fera parce qu'on aura d'ici là appris à mieux connaître les éléments superlourds ».

De fait, ces derniers conservent jusqu'à présent presque tous leurs secrets. Et comment pourrait-il en être autrement ? Leur production se fait, avec les moyens actuels, pratiquement à l'unité. L'oganesson, lui-même, n'a été fabriqué qu'en quatre exemplaires ! C'est pourquoi le FLNR s'est lancé dans un nouveau défi : doter son site de Dubna, dans le cadre d'un projet de 60 millions de dollars (53 millions d'euros), d'une usine à éléments superlourds, où ces derniers pourraient être synthétisés à un rythme cent fois plus élevé qu'aujourd'hui, en vue d'être étudiés. Ces expériences permettront aux physiciens de corriger leurs théories en vue de tester d'autres hypothèses jusqu'à présent invérifiables. Comme celle formulée par Youri Oganessian sur l'existence d'un second « îlot de la stabilité ». Quelque part, très loin au-delà de l'oganesson, dans ces hautes sphères du monde élémentaire vers lesquelles se portent les pensées du physicien depuis soixante ans.

Les dispositifs comme celui de Dubna, en Russie, se dotent de détecteurs toujours plus performants pour aller explorer les caractéristiques des éléments ultra-massifs.

LE MONDE SCIENCE ET TECHNO | 10.07.2017 à 17h48 • Mis à jour le 12.07.2017 à 14h32 | Par Vahé Ter Minassian



JINR / FLEROV

En cours de montage dans un bâtiment tout neuf, l'usine à éléments superlourds de Dubna, en [Russie](#), renfermera un cyclotron DC-280, doté de multiples séparateurs et d'un spectromètre de masse. Ces dispositifs devraient [donner](#) la possibilité aux chercheurs d'effectuer toutes sortes d'expériences inédites sur ces noyaux ultra-massifs.

Lire aussi : [La traque des noyaux superlourds dans la nature](#) ([/sciences/article/2017/07/10/la-traque-des-noyaux-superlourds-dans-la-nature_5158652_1650684.html](#))

Ainsi, celle sur laquelle travaille à Dubna une petite équipe franco-russe de l'IN2P3 du CNRS, constituée de chercheurs du [Centre de sciences nucléaires et de sciences de la matière d'Orsay](#), de l'Institut pluridisciplinaire Hubert-Curien à [Strasbourg](#) et du FNLR russe. Grâce à une dotation de 900 000 euros de l'Agence nationale de la recherche (ANR), Araceli Lopez-Martens, Olivier Dorvaux, Karl Hauschild et Alexandre Yeremin ont conçu un détecteur baptisé « Gabriela », capable de [réaliser](#), par une mesure précise des électrons et des rayonnements alpha et gamma qu'ils émettent, la spectroscopie des noyaux superlourds.

Déjà employé pour [analyser](#) la radioactivité du rutherfordium 255, l'un des isotopes de l'élément 104, ce système pourrait, indique Araceli Lopez-Martens, « servir à [explorer les caractéristiques d'atomes beaucoup plus lourds](#) ». La chercheuse n'est pas la seule à [être](#) intéressée par la mise en route prochaine de la machine de Dubna.

D'autres groupes sont dans les starting-blocks. Notamment celui de Robert Eichler, Patrick Steinegger et Heinz Gaeggeler, de l'Institut Paul-Scherrer à Villigen ([Suisse](#)), qui voudrait [déterminer](#) par des méthodes sophistiquées si, en présence de ces niveaux extrêmes de masse, les règles de la chimie – en particulier les propriétés de volatilité des corps simples – deviennent différentes.

Lire aussi : [Dubna : chez les chasseurs russes des nouveaux atomes](#)

([/sciences/article/2017/07/10/dubna-chez-les-chasseurs-russes-de-noyaux-superlourds_5158647_1650684.html](#))

Enfin, la synthèse de nouveaux éléments chimiques continuera à être un objectif de ces recherches. Non seulement à Dubna – où l'on envisage de [remplacer](#) les faisceaux de calcium 48 par d'autres de titane 50, dont un procédé de synthèse bon marché a été développé par Benoît Gall et Zouhair Asfari à Strasbourg – mais aussi en [Allemagne](#), au [Japon](#) et même en [France](#) avec le démarrage prévu au sein du laboratoire Ganil du CEA et du CNRS à [Caen](#), de l'installation « S3 » de Spiral 2. Nul doute que les années à [venir](#) verront ainsi se [multiplier](#) les [débats](#) sur la meilleure manière de [nommer](#) d'autres numéros. En ligne de mire des physiciens : le 119 et le 120.

La traque des noyaux superlourds dans la nature

Si certains scientifiques estiment improbable que des noyaux superlourds puissent perdurer plus de trente ans, d'autres avancent des chiffres de l'ordre de 100 millions d'années.

LE MONDE SCIENCE ET TECHNO | 10.07.2017 à 17h48 • Mis à jour le 10.07.2017 à 17h49 | Par Vahé Ter Minassian

Même la matière a un passé. Les corps simples qui la constituent sont apparus à différentes étapes de l'histoire de l'Univers : les plus légers après le Big Bang, les plus massifs, ultérieurement, dans des étoiles ou lors de catastrophes cosmiques. Des éléments superlourds tels que ceux fabriqués à Dubna, en Russie, peuvent-ils exister dans la nature ? Et si oui, sont-ils détectables sur Terre ?

Lire aussi : Dubna : chez les chasseurs russes des nouveaux atomes

(/sciences/article/2017/07/10/dubna-chez-les-chasseur-russes-de-noyaux-superlourds_5158647_1650684.html)

Dès les années 1960, des physiciens ont tenté de trouver une réponse à cette question. Partant de l'hypothèse que certains noyaux superlourds ont des durées de vie suffisamment élevées pour avoir survécu à l'état de traces dans notre environnement, des équipes sont allées les traquer dans des rayons cosmiques, des sources chaudes de saumure, des météorites ou des échantillons lunaires. En vain : ces explorations n'ont jamais abouti au moindre résultat.

Le problème reste irrésolu. En effet, explique Benoît Gall, de l'Institut pluridisciplinaire Hubert Curien à Strasbourg, « les astrophysiciens n'excluent plus la possibilité que de tels éléments aient pu être synthétisés au cours d'une des étapes de la nucléosynthèse ».

Longévité suffisante

Et, compte tenu des contradictions qui subsistent entre les différents modèles employés par les physiciens, il n'est pas impossible non plus qu'un ou plusieurs de leurs isotopes aient les longévités suffisantes pour être encore observés sur notre planète. En effet, si certains scientifiques, comme Sigurd Hofmann, du Centre de recherche sur les ions lourds à Darmstadt, en Allemagne, estiment improbable que des noyaux superlourds puissent perdurer plus de trente ans, d'autres avancent des chiffres de l'ordre de 100 millions d'années.

Lire aussi : Noyaux superlourds : comment les capturer ?

(/sciences/article/2017/07/10/noyaux-superlourds-comment-les-capturer_5158651_1650684.html)

D'où la décision, en 2004, du Flerov Laboratory of Nuclear Reactions, à Dubna, de vouer une expérience à la recherche d'éléments superlourds dans la nature. Installée en France sous 1 700 mètres de roches, dans le laboratoire souterrain de Modane, qui jouxte le tunnel routier du Fréjus, celle-ci a longtemps été consacrée à débusquer de l'hassium (élément 108). Elle s'efforce, maintenant, de retrouver des signes de la présence d'un autre élément : le numéro 114, le flérovium.