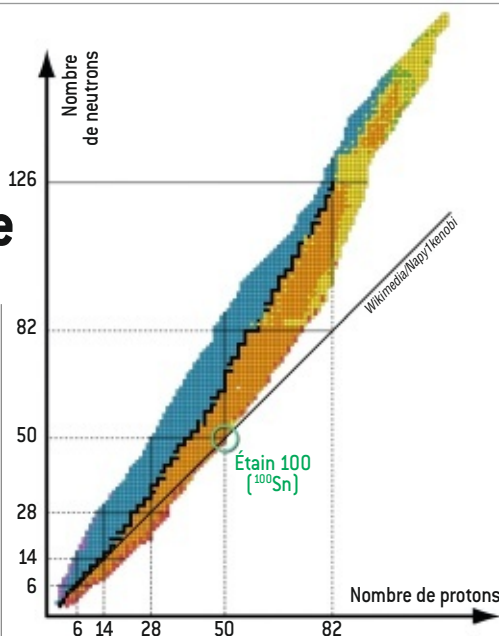


Physique

Un noyau doublement magique, mais instable

Une équipe internationale menée par Christoph Hinke, de l'Université de Munich, a réussi à mesurer la durée de vie et l'énergie de désintégration d'un noyau atomique intéressant, l'étain 100. D'une part, ce noyau est au bord de la stabilité nucléaire, où l'interaction forte liant les nucléons (protons et neutrons) ne suffit plus à surmonter la répulsion électrique entre les protons. D'autre part, les nombres de ses protons (50) et de ses neutrons (50 aussi) ont des valeurs qui devraient le rendre particulièrement stable, selon le « modèle en couches » des noyaux.

Dans ce modèle simplifié mais efficace, les nucléons remplissent des niveaux d'énergie en commençant par ceux les plus bas. De façon analogue aux atomes avec leurs électrons, un noyau est très stable lorsque ses plus hautes couches occupées sont remplies, ce qui correspond à des nombres de nucléons qualifiés de magiques. Et un noyau qui contient un nombre magique de protons et un nombre magique de neutrons est doublement magique, donc d'autant plus stable. C'est le cas de l'étain 100 avec ses 50 protons et 50 neutrons. Ce noyau est donc très stable vis-à-vis de l'interaction forte. Toutefois, la répulsion électrique entre les protons augmente la probabilité que l'un des protons se transforme en neutron par une désintégration bêta, d'où une durée de vie courte de l'étain 100. Pour produire des noyaux d'étain 100, les



Sur ce diagramme, les noyaux atomiques sont répartis en fonction de leurs nombres de protons et neutrons (la couleur indique leur stabilité ou leur mode de désintégration). Le noyau d'étain 100 est à la limite de la région où la formation de noyaux est permise.

physiciens ont bombardé au GSI, à Darmstadt en Allemagne, une cible de béryllium avec un faisceau de xénon 124. Ils ont notamment mesuré avec une précision inédite sa demi-vie (temps au bout duquel la moitié des noyaux se sont transformés en indium 100), qui est de 1,16 seconde, en bon accord avec les calculs fondés sur le modèle en couches.

→ S. B.

C. Hinke et al., *Nature*, vol. 486, pp. 341-345, 2012

En bref

DE SOMBRES MONARQUES

Les monarques sont des papillons migrateurs d'Amérique du Nord. Une étude récente a mis en évidence une corrélation entre leur endurance et la couleur des ailes : les papillons qui parcourent les distances les plus importantes sont ceux dont la couleur orange des ailes est la plus foncée. Il est probable que des réactions biochimiques lors du développement influent simultanément sur la couleur des ailes et, par exemple, sur les muscles du thorax ou le métabolisme.

LES NEURONES DE L'IRONIE

« C'était passionnant ! » est une déclaration ironique après un spectacle ennuyeux. Comment voit-on « derrière » les mots et les gestes ? On connaissait un réseau neuronal activé par de telles situations non verbales (par exemple celle où un homme feint de plier sous le poids d'un objet léger). Cependant, son implication dans le traitement des énoncés restait à prouver. C'est chose faite : une équipe du CNRS a montré que ce réseau est particulièrement activé par les phrases ironiques.

Géophysique

Aux sources des points chauds volcaniques

L'origine des volcans dits de point chaud, tels ceux de Hawaï et de La Réunion, fait débat. Ces volcans seraient créés par des panaches chauds de magma, au-dessus desquels défilent les plaques tectoniques, mais d'où viennent ces panaches ? La théorie dominante situe leur origine à la frontière entre le noyau et le manteau terrestres, à 2900 kilomètres de profondeur. D'après des expériences de Denis Andrault, de l'Université Blaise Pascal, à Clermont-Ferrand, et ses collègues, le magma formé dans cette région remonte vers la surface, ce qui est un argument en faveur des panaches profonds.

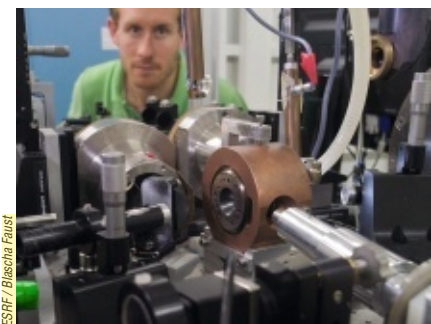
Les géophysiciens ont synthétisé des roches dites chondritiques, de même composition chimique que celles du manteau profond. Ils ont ensuite soumis de petits échantillons aux conditions thermodynamiques régnant à la frontière entre le noyau liquide et le manteau solide (plus d'un million de fois la pression de l'atmosphère et entre 3 000 et 4 000 °C). Résultat : les roches ont partiellement fondu.

Quelle est la densité des poches liquides par rapport au solide environnant ? Deux facteurs influent sur la variation de densité lorsque la roche fond : la modification des arrangements atomiques et la por-

portion dans laquelle les divers éléments, tel le fer, se dissolvent dans le liquide – autrement dit, la composition chimique de la phase liquide. Ces paramètres dépendent des conditions dans lesquelles s'effectue la fusion. D. Andrault et ses collègues les ont déterminés pour la première fois en reproduisant cette fusion de façon réaliste, puis en analysant les échantillons aux rayons X. Ils ont conclu que la phase liquide est moins dense que la phase solide, et remonte donc vers la surface par la poussée d'Archimède. Comme l'exigeraient les panaches profonds...

→ G. J.

Nature, en ligne le 19 juillet 2012



Un échantillon rocheux d'une cinquantaine de micromètres est comprimé entre deux pointes de diamant (dans le cylindre de cuivre rougeâtre au centre) et chauffé avec un laser.

En bref

DES RÉSERVES INEFFECTIVES

Une vaste étude internationale a examiné les changements ayant eu lieu au cours des 20 ou 30 dernières années au sein d'un échantillon de 60 aires protégées dans le monde, en se concentrant sur 31 groupes d'espèces animales et végétales. Le bilan n'est pas brillant : seule la moitié des aires considérées assurent une protection efficace ou passable, tandis que les autres subissent une érosion de leur biodiversité souvent alarmante. En cause : essentiellement la fragmentation des milieux, la chasse et l'exploitation forestière.

UN PÉTAWATT DE LASER

Le système laser BELLA (*Berkeley Lab Laser Accelerator*), aux États-Unis, bientôt fin prêt, a d'ores et déjà battu un record mondial. Il a fourni des impulsions de 40 femtosecondes au rythme d'une par seconde, avec une puissance maximale de un pétawatt (10^{15} watts). Le système BELLA est destiné à piloter un accélérateur à plasma, qui permettra de produire au bout de un mètre un faisceau d'électrons de 10 gigaélectronvolts, alors qu'un accélérateur classique nécessiterait des kilomètres.



Lorsqu'on demande à une personne de dessiner un rectangle et un triangle, elle représente en général des formes proches de celles ci-dessus : elle a en mémoire des prototypes de ces formes géométriques.

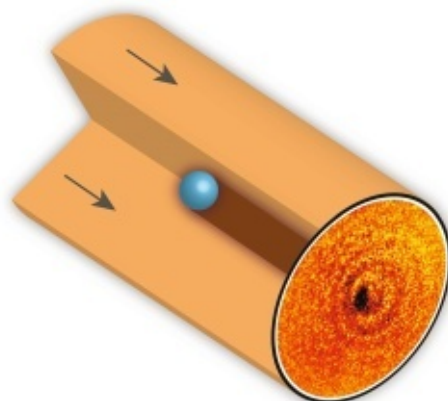
Physique

La première image de l'ombre d'un atome

L'imagerie par absorption permet, entre autres, de mesurer la densité des gaz et a de multiples applications. Les propriétés du milieu sont déduites de l'analyse de la lumière absorbée pendant la traversée. Mais combien d'atomes au minimum sont nécessaires pour utiliser cette technique ? Une équipe de physiciens australiens de l'Université Griffith, dirigée par David Kielpinski, a montré qu'un seul atome suffit.

L'imagerie par absorption repose sur un principe simple : l'objet étudié est placé entre une source de lumière et un capteur. Ce dernier enregistre l'ensemble des photons qui ne sont pas absorbés ou diffusés par l'objet. Le paramètre clef est le contraste entre le point le plus sombre de l'image et le plus brillant. Si le nombre d'atomes de l'objet est faible, peu de photons sont absorbés, et le contraste est faible. Cela est d'autant plus important que la probabilité d'absorption d'un photon par un atome est en général très faible. Un grand nombre d'atomes permet de compenser cette contrainte : un objet dense donne un bon contraste.

De nombreuses équipes ont étudié les limites de cette technique avec un nombre réduit d'atomes, voire un seul. Dès 1987, une telle mesure était effectuée avec une photodiode, qui mesurait la quantité de lumière totale en présence ou en l'absence de la particule. D. Kielpinski et son équipe ont remplacé



E. Streed et al.

L'atome est éclairé par le laser (venant d'en haut à gauche) et projette son ombre sur le capteur CCD (en bas à droite).

la photodiode par un capteur CCD dont chaque pixel agit comme une photodiode et qui permet de réaliser une véritable image de l'« ombre » d'un atome. Le contraste est de l'ordre de trois pour cent. La taille de la tache et la valeur du contraste sont en parfait accord avec un modèle dit semi-classique de la diffusion de la lumière par un atome isolé.

→ S. B.

E. W. Streed et al., *Nature Communications*, vol. 3, 3 juillet 2012

Neurosciences

Des prototypes géométriques dans la tête

Demandez à des adultes ou à des enfants âgés de cinq à six ans de dessiner un rectangle et un triangle : ils réalisent des figures presque toutes semblables. Les rectangles sont allongés à l'horizontale, de longueur 2,2 fois supérieure à la largeur en moyenne. La plupart des triangles sont isocèles, à angle aigu, avec des côtés 1,2 fois plus longs que leur base horizontale. Tels sont les résultats d'expériences réalisées par Solène Kalenine, du Laboratoire de psychologie et neurocognition de Grenoble, et ses collègues, portant sur 78 adultes et 68 enfants.

Les participants à ces tests reconnaissent aussi mieux ces

« prototypes » que d'autres rectangles ou triangles ayant des caractéristiques (longueur et largeur des côtés par exemple) différentes. Cela suggère que l'on mémorise de préférence ces prototypes. Est-ce parce qu'on les voit plus souvent dans l'environnement dès la naissance ? Pour le prouver, Anne Theurel et ses collègues, dans le même laboratoire, ont demandé à 28 adolescents de reconnaître trois types de formes géométriques – des carrés, des rectangles et des triangles – en utilisant le sens du toucher et non la vision. La moitié des adolescents avaient les yeux bandés, les 14 autres étaient aveugles de nais-

sance et n'avaient donc jamais vu de formes géométriques.

Les tests montrent que les aveugles reconnaissent mieux les formes que les adolescents voyants, qu'elles soient ou non prototypes. Par ailleurs, les voyants distinguent mieux au toucher les carrés, triangles et rectangles prototypes que les formes non prototypes. Le fait que l'on reconnaisse davantage ces prototypes serait donc lié à notre expérience visuelle et à leur mise en mémoire via une exposition visuelle répétée dans notre environnement.

→ Bénédicte Salthun-Lassalle

British Journal of Psychology, à paraître, 2012 ; PLoS One, en ligne le 28 juin 2012