

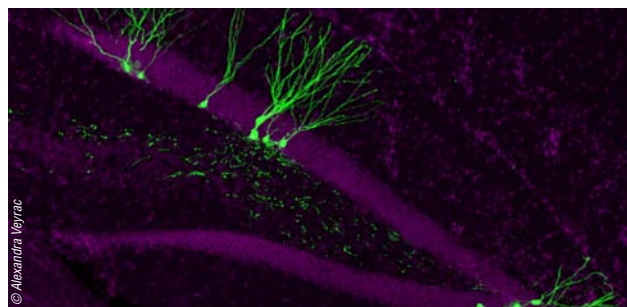
Neurobiologie

Pourquoi oublie-t-on ses souvenirs d'enfance ?

Vous souvenez-vous de vos premiers pas ? Sans doute pas. Comme de nombreux animaux, l'homme oublie presque tout de son vécu infantile. Selon une étude réalisée sur des rongeurs par Katherine Akers et ses collègues de l'Hôpital pour les enfants malades, à Toronto, cet oubli résulte en partie de la formation importante de nouveaux neurones (ou neurogenèse) pendant l'enfance, en particulier dans l'hippocampe, une aire cérébrale essentielle à la mémorisation.

Dans le cerveau, un souvenir est codé par un réseau de connexions neuronales renforcées ou affaiblies. Dès lors, la formation de nouveaux neurones, qui établissent des connexions avec les anciens, risque de perturber les réseaux existants. Ainsi, des simulations sur ordinateur suggèrent qu'elle efface certains souvenirs.

C'est cette hypothèse qu'ont testée les neurobiologistes à travers une série d'expériences. Ils ont fait mémoriser une « peur liée au contexte » à des rongeurs en leur administrant un léger choc élec-



De nouveaux neurones (en vert, ici chez la souris adulte) s'intègrent tous les jours dans le gyrus denté de l'hippocampe (partie violette en forme de V inclinée). Ils favorisent la formation de nouveaux souvenirs, mais aussi l'oubli des anciens en perturbant les réseaux préexistants.

trique à la patte en présence d'un certain décor. Certains animaux fabriquaient plus de nouveaux neurones que d'autres, pour diverses raisons : soit ils étaient plus jeunes, soit la neurogenèse était stimulée par un exercice physique ou des substances pharmacologiques, soit les espèces différaient. Les chercheurs ont alors constaté que plus la neurogenèse est importante, plus les rongeurs oublient vite la peur conditionnée.

Cependant, selon Alexandra Veyrac, du Centre de recherche

en neurosciences de Lyon et du Centre de neurosciences Paris-Sud, le lien entre neurogenèse et oubli doit être étudié plus avant : des expériences chez les rongeurs montrent que ces derniers se souviennent toute leur vie d'odeurs apprises dès le plus jeune âge, alors que le bulbe olfactif (qui intervient dans la mémorisation des odeurs) est aussi le siège d'une neurogenèse après la naissance.

Guillaume Jacquemont

K. Akers et al., *Science*, en ligne le 8 mai 2014

L'œil de Jupiter se ferme

La grande tache rouge de Jupiter, cet anticyclone géant visible à la surface de la planète, serait en train de fondre à vue d'œil. Lorsqu'on l'a observé pour la première fois, à la fin du XVIII^e siècle, l'« œil de Jupiter » faisait plus de 40 000 kilomètres de diamètre. D'après les données du télescope spatial *Hubble*, il ne mesure plus aujourd'hui que 16 000 kilomètres. On ignore la cause de ce rétrécissement, mais, au rythme actuel, Jupiter pourrait perdre son œil d'ici 2030.

Troubles en eaux froides

Selon les chercheurs américains Whitman Miller et Gregory Ruiz, le risque de transport d'espèces invasives des régions froides augmente avec la fonte de la banquise arctique. Des passages entre les océans Atlantique et Pacifique s'ouvrent en effet par le Nord, et des animaux s'accrochent aux coques des navires ou sont présents dans les eaux de ballast. Jusqu'à présent, le passage par les eaux chaudes des canaux de Suez ou de Panama limitait la survie de ces espèces et leur diffusion.

Archéologie

La première farine de Guédelon

De l'eau qui court, deux roues de bois, un engrenage, une tige de fer, deux quintaux de pierre, et à la fin une machine moins puissante qu'un sèche-cheveux : une équipe du projet d'archéologie médiévale expérimentale de Guédelon, en Bourgogne, vient de reconstruire à l'identique un moulin médiéval retrouvé quasi intact.

En 2007, au cours des fouilles qui précèdent la construction de la ligne à grande vitesse Dijon-Mulhouse, une équipe de l'INRAP dirigée par Gilles Rollier découvre un moulin du VIII^e siècle. Ses 189 pièces, c'est-à-dire presque toutes, sont bien conservées dans

les terres saturées d'eau d'un ancien chenal. Pierre Mille, qui a participé à la fouille, vient d'aider les charpentiers de Guédelon à reproduire le moulin. Installé sous une petite maisonnette comportant un étage où tournera la meule, son mécanisme comprend essentiellement six pièces : une roue à 28 aubes, solidaire de l'arbre de couche (un axe couché), lui-même solidaire du rouet (roue dentée), dont les dents s'engrènent entre les barreaux de bois d'une lanterne (engrenage) pour la faire tourner, et, avec elle, l'axe de fer qui entraîne la meule. Le coursier, un canal de bois légèrement pentu, amène l'eau à la roue hydraulique.

Le moulin produit aujourd'hui de la farine d'épeautre, mais les frottements qui accompagnent sa marche font branler la maisonnette qui l'abrite ! La meule accomplit 25 tours par minute, de sorte qu'une longue mise au point sera nécessaire pour obtenir les 40 souhaités. Les calculs montrent que la puissance de la machine ne dépasse pas un kilowatt. Pourtant, ses pales faites de planches et de tenons, plus larges que les pales d'une seule pièce de bois des moulins du Haut Moyen Âge, trahissent une volonté de puissance !

F. S.

www.guedelon.fr

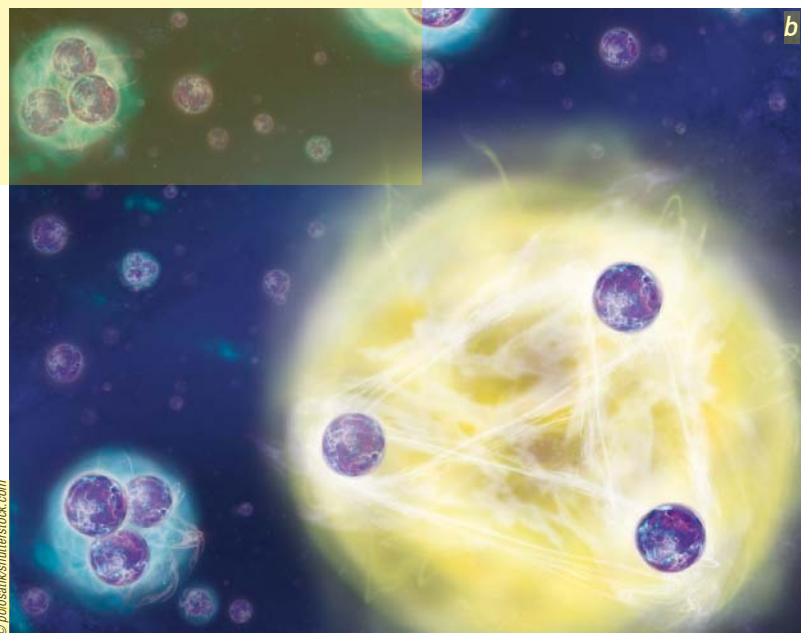
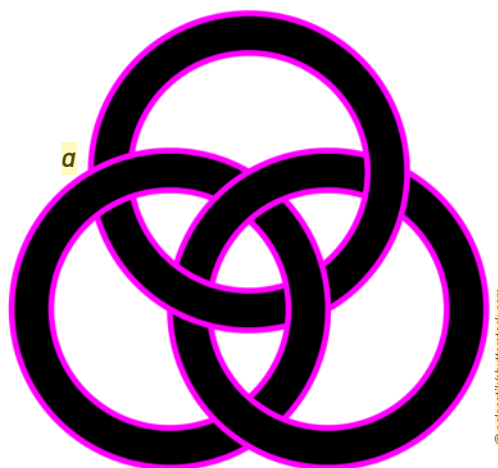


Le mécanisme du moulin, avec notamment sa roue à aubes (premier plan) et sa meule (dans une caisse à l'étage) sous une trémie pleine de grain.

Physique

Des systèmes triatomiques géants

Les « états d'Efimov » correspondent à des systèmes où trois atomes identiques sont liés. Certaines de leurs propriétés viennent d'être confirmées par l'expérience.



On compare souvent les états d'Efimov aux anneaux borroméens (a). Ces trois cercles enlacés figurent sur les armoiries d'une puissante famille italienne du XV^e siècle, les Borromeo, d'où leur nom. Si l'on ôte un anneau, les deux autres ne sont plus liés. Il en va de même des atomes dans les états d'Efimov : le système n'est lié que parce que trois atomes sont en présence. La vue d'artiste (b) représente l'état fondamental (à gauche) et le premier état excité (à droite).

Lorsque deux atomes identiques ne s'attirent pas assez pour se lier, la venue d'un troisième atome peut créer un trio stable. Ce phénomène d'origine quantique a été prédit par le physicien russe Vitaly Efimov en 1970. Il fallut attendre 2006 pour que le premier état d'Efimov soit observé, grâce aux progrès dans le domaine des atomes ultrafroids. Mais parmi les propriétés que le théoricien avait prévues, il restait à montrer que les systèmes triatomiques de ce type existent dans des états excités. Découvreur du premier état d'Efimov, Rudolf Grimm, de l'Université d'Innsbruck, et son équipe ont maintenant mis en évidence le premier état excité d'Efimov et confirmé certaines de ses caractéristiques.

La difficulté expérimentale est grande. La formation d'états d'Efimov exige que la probabilité de collision entre particules soit importante à basse énergie – une situation nommée résonance de Feshbach. Une fois les trimères formés, ils restent très fragiles : l'énergie de liaison est si faible que le trio peut se dissocier

facilement. En 2006, R. Grimm et ses collègues avaient utilisé des atomes de césium à quelques centaines de nanokelvins pour former des trimères dans l'état d'Efimov fondamental, dont la taille est d'environ 50 nanomètres.

D'après la théorie de V. Efimov, le premier état excité a la même forme que l'état fondamental, mais sa taille est multipliée par un facteur d'environ 22,7. Pour le césium, cela implique un premier état excité ayant une taille de l'ordre d'un micromètre, soit la taille d'une bactérie. Mais l'énergie de liaison entre les atomes étant divisée par le même facteur élevé au carré, il fallait abaisser la température à quelques nanokelvins pour espérer l'observer.

R. Grimm et son équipe ont ainsi utilisé un ensemble de 30 000 atomes de césium refroidis à 7 nanokelvins et maintenus dans un piège magnétique. Ils ont ensuite fait varier le champ magnétique afin de se rapprocher continûment des conditions de la résonance de Feshbach et de faire ainsi apparaître des états d'Efimov. Lorsqu'on est au seuil de l'apparition de tels états, la

probabilité de trouver trois atomes proches dans le gaz augmente fortement, ce qui augmente les chances de collisions à trois corps. Or ces collisions confèrent parfois une grande vitesse à certains des atomes, qui s'échappent alors du piège. La formation d'états d'Efimov s'accompagne donc d'un pic de fuite d'atomes. En notant pour quelle valeur du champ magnétique ce pic se produit, les physiciens ont déduit les caractéristiques du premier état excité d'Efimov. Ils trouvent que le trimère correspondant a une taille 21 fois supérieure à celle du trimère dans l'état fondamental, un résultat en accord avec les prévisions théoriques compte tenu des incertitudes de mesure.

La théorie d'Efimov serait universelle et permettrait par exemple de décrire le noyau de lithium 11, constitué d'un groupe compact de nucléons et de deux neutrons plus éloignés, et bien d'autres systèmes atomiques ou nucléaires.

Sean Bailly

B. Huang et al., *Phys. Rev. Lett.*, vol. 112, 190401, 2014

Astronomie

Une seconde vie pour *Kepler*

Le satellite chasseur d'exoplanètes *Kepler* est sur le point de connaître une seconde vie. Lancé en mars 2009, *Kepler* a découvert plus de 3800 candidats au titre de planète extrasolaire par la méthode des transits (qui consiste à détecter la baisse de luminosité périodique due au passage d'une planète devant son étoile), dont près d'un millier ont déjà été confirmés.

Mais en mai 2013, une deuxième des quatre roues gyroscopiques est tombée en panne, rendant impossible une stabilisation suffisante de l'instrument pour poursuivre la mission.

Les ingénieurs de la NASA ont cependant imaginé un moyen de tirer parti du télescope diminué : positionné parallèlement à la direction de son orbite autour du Soleil, le vaisseau sera équilibré selon un axe grâce à la pression exercée par... la lumière du Soleil ! Avec les deux gyroscopes restants, il pourra alors pointer un nouveau champ.

La sensibilité (300 parties par million) et le nombre d'étoiles observées (10 à 20 000) seront certes dix fois inférieurs à ce qu'ils étaient auparavant, et les plages d'observation en continu ne dépasseront pas 80 jours, mais cette nouvelle mission, nommée K2, devrait permettre à *Kepler* de continuer à découvrir des exoplanètes. Elle vient d'être approuvée pour deux ans.

Ph. R.-G.

<http://keplerscience.arc.nasa.gov/K2/>

Insolite

Une Vénus accroupie

La volage Vénus a trompé Vulcain avec Mars et se cache. Elle est dénoncée par une vieille femme, que la déesse courroucée pétrifie... Or les archéologues de l'INRAP viennent de mettre au jour à Pont-Sainte-Maxence, dans l'Oise, le visage pétrifié de la délatrice. Il figurait sur la frise écroulée d'un vaste temple gallo-romain du II^e siècle, fouillé en urgence avant l'érection d'un temple de la consommation (un supermarché). À ses côtés, la déesse est accroupie... et se cache encore !



Denis Gilks/INRAP

Techniques médicales

Une biopile inusable

Une pile fonctionnant au glucose, susceptible d'alimenter divers dispositifs médicaux implantables, a été sélectionnée par l'Office européen des brevets pour la finale du Prix de l'inventeur européen. Philippe Cinquin nous présente l'appareil, fruit de la collaboration entre son laboratoire et celui de Serge Cosnier, tous deux rattachés à l'Université Joseph Fourier et au CNRS.

Comment fonctionne votre biopile ?

Philippe Cinquin : C'est une pile à combustible, comme une pile à hydrogène, sauf que le carburant est ici le glucose présent dans l'organisme (dans le liquide extracellulaire ou le sang). Elle comporte deux électrodes, obtenues par compression d'enzymes et de matériau conducteur. Des électrons sont arrachés au glucose par les enzymes de l'anode, puis ils circulent dans un fil conducteur et traversent le dispositif à alimenter, avant de réduire l'oxygène en eau au contact de l'autre électrode.

Les électrodes sont encapsulées dans deux membranes semi-perméables. La première évite la fuite des enzymes et laisse entrer les molécules de glucose (bien plus petites). La seconde (en dacron, tissu synthétique utilisé pour les prothèses vasculaires) vise à éviter les réactions d'inflammation.

Quelles applications sont envisagées ?

Ph. C. : La biopile pourrait alimenter tous les dispositifs médicaux implantables : stimulateurs cardiaques ou cérébraux (utilisés par exemple dans le traitement de la maladie de Parkinson), pompes à insuline pour les diabétiques, etc. Le nombre de patients potentiels est considérable.

Aujourd'hui, on doit remplacer les batteries de ces dispositifs tous les sept ou huit ans. Notre biopile pourrait en théorie fonctionner toute la vie du patient, car le glucose et l'oxygène sont constamment renouvelés dans l'organisme. Cela éviterait des opérations chirurgicales, en particulier avec les dispositifs multiples aujourd'hui à l'étude : les nouveaux stimulateurs cardiaques

de l'entreprise *Sorin*, partenaire du projet, pourraient être implantées en plusieurs endroits du cœur pour traiter certaines insuffisances cardiaques. L'intérêt sera aussi accru pour divers dispositifs en développement, plus gourmands en énergie (et qui épuiserait vite les piles classiques), tels le sphincter urinaire artificiel et robotisé de la jeune pousse *Uromems* ou des reins artificiels implantables...

Cette biopile sera-t-elle bientôt disponible ?

Ph. C. : Les essais chez l'homme pourraient débuter d'ici trois à cinq ans. Nous avons déjà implan-



Ph. Cinquin dirige le laboratoire TIMC-IMAG (UJF/CNRS).

té la biopile chez des rats et des lapins. Des essais sont prévus sur des brebis et des vaches, où elle alimentera divers instruments de mesures physiologiques conçus par l'entreprise *Biopic*. Le premier marché sera d'ailleurs sans doute celui de la santé animale. Les tests sur des animaux permettront de valider la fiabilité et l'innocuité de l'appareil, avant de passer à l'homme. Parallèlement, l'amélioration de la biopile se poursuit, en collaboration avec des laboratoires tels que le LGP2 et le CEA-LETI, afin notamment d'augmenter sa puissance ou de diminuer sa taille.

G. J.

www.ibfc.fr