

cérébrale particulière pourrait traduire une meilleure conscience de l'environnement et des processus mentaux intérieurs, bien que des recherches complémentaires soient nécessaires pour mieux comprendre le fonctionnement des oscillations gamma.

Des aires cérébrales qui changent de volume

La méditation modifie également le volume de certaines aires cérébrales, sans doute en raison de changements du nombre de connexions entre cellules nerveuses. Une étude préliminaire menée par Sara Lazar, de l'Université Harvard aux États-Unis, et ses collègues a révélé des différences entre l'insula et le cortex préfrontal de méditants expérimentés et de sujets d'un groupe témoin. Plus précisément, le volume de matière grise (constituée essentiellement des corps cellulaires de neurones) n'était pas le même dans les régions nommées aires de Brodmann 9 et 10, souvent activées pendant la méditation. Ces différences étaient supérieures chez les participants les plus âgés, suggérant que la méditation influe sur l'amincissement cortical provoqué par le vieillissement.

S. Lazar et ses collègues ont aussi découvert un effet de la méditation de pleine conscience sur l'amygdale, une aire cérébrale intervenant dans le traitement de la peur. Ils ont entraîné à cette forme de méditation des sujets dont ils mesuraient par ailleurs la sensibilité au stress. Pour ceux chez qui cette sensibilité diminuait le plus, les chercheurs ont constaté un rétrécissement de l'amygdale.

Dans une autre étude, Eileen Luders, de l'Université de Californie à Los Angeles, et ses collègues ont observé chez les méditants certaines spécificités des axones (des prolongements neuronaux pouvant relier différentes régions cérébrales), qui suggéraient une multiplication des connexions cérébrales. Tous ces résultats semblent accréditer l'idée que la méditation entraîne des modifications structurales dans le cerveau. Cependant, on manque d'études de longue durée, où un groupe est suivi sur plusieurs années, ainsi que de comparaisons systématiques entre des méditants et des personnes de milieux et d'âges similaires qui ne méditent pas.

Quelques études suggèrent que la méditation ne modifie pas que le cerveau, mais aussi le reste du corps. Elle pourrait ainsi atténuer les inflammations et d'autres stress moléculaires. Une équipe dirigée par Perla

■ LES AUTEURS



Matthieu RICARD est docteur en génétique cellulaire et moine bouddhiste tibétain.



Antoine LUTZ est chercheur à l'Université du Wisconsin à Madison, aux États-Unis, et chargé de recherche de l'Inserm au Centre de recherche en neurosciences de Lyon.



Richard DAVIDSON dirige le Laboratoire Waisman d'imagerie cérébrale et du comportement, à l'Université du Wisconsin à Madison.

Kaliman, de l'Institut de recherche biomédicale de Barcelone, a montré tout récemment que chez des pratiquants expérimentés, une journée intensive de méditation de pleine conscience influe sur les enzymes régulant la lecture du génome et diminue l'expression de gènes responsables des inflammations.

Cliff Saron, de l'Université de Californie à Davis, a étudié l'effet de la méditation sur la longévité des cellules. Il s'est intéressé à une enzyme nommée télomérase, qui rallonge des segments d'ADN à l'extrémité des chromosomes. Ces segments, les télomères, assurent la stabilité du matériel génétique pendant la division cellulaire. Ils raccourcissent chaque fois qu'une cellule se divise et, quand leur longueur descend sous un seuil critique, la cellule stoppe ses divisions pour entrer en sénescence. Après que les méditants eurent effectué une retraite, l'activité de la télomérase était plus élevée chez ceux dont le stress psychologique avait le plus diminué que chez les sujets d'un groupe témoin. Cette découverte suggère que la méditation de pleine conscience pourrait ralentir le vieillissement cellulaire chez certains pratiquants.

Un chemin vers le bien-être... et vers des sociétés meilleures ?

Près de 15 années de recherche révèlent qu'une pratique assidue de la méditation modifie l'organisme. Des études complémentaires sont nécessaires pour isoler les effets de cette pratique de ceux d'autres facteurs psychologiques. Par exemple, les résultats peuvent être influencés par le degré de motivation d'un pratiquant, par le charisme de l'enseignant ou par les échanges avec les autres élèves dans un groupe de méditation. De multiples paramètres restent également à étudier : éventuels effets négatifs, durée optimale des sessions, ajustements aux besoins individuels...

Quoi qu'il en soit, les recherches sur la méditation apportent de nouvelles connaissances sur les méthodes d'entraînement mental, susceptibles d'améliorer la santé et le bien-être. Non moins important, la compassion, avec d'autres qualités humaines, est le fondement d'un cadre éthique indépendant de toute philosophie ou religion, et leur développement par la méditation pourrait bénéficier à nos sociétés. ■

■ BIBLIOGRAPHIE

W. Hasenkamp *et al.*, *Mind wandering and attention during focused meditation : a fine-grained temporal analysis of fluctuating cognitive states*, *NeuroImage*, vol. 59(1), pp. 750-760, 2012.

Dossier *La méditation*, *Cerveau&Psycho*, n° 52, pp. 20-46, juillet-août 2012.

A. Lutz *et al.*, *Mental training enhances attentional stability : neural and behavioral evidence*, *Journal of Neuroscience*, vol. 29(42), pp. 13418-13427, 2009.

M. Ricard, *Plaidoyer pour le bonheur*, Nil Editions, 2003.



Le noyau atomique

entre liquide et cristal

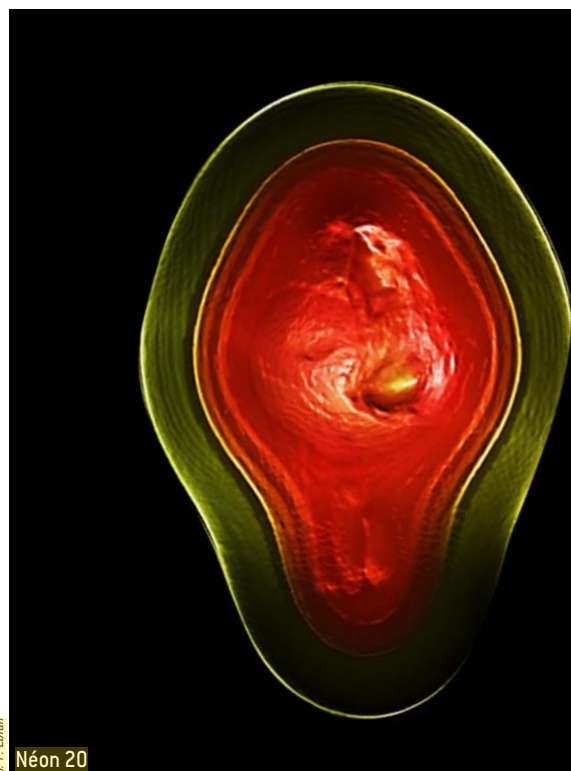
Aplati, en poire, plutôt liquide, avec un halo... : le noyau des atomes présente toute une variété de formes et d'états. Une diversité que les physiciens commencent à expliquer.

Jean-Paul Ebran et Elias Khan

La matière qui nous entoure est composée d'atomes, mais à quoi ressemblent-ils ? Héritée du modèle du physicien néo-zélandais Ernest Rutherford (1871-1937), la représentation la plus courante d'un atome est celle d'un système planétaire microscopique, où des électrons sont en orbite autour d'un noyau sphérique. Avec la mécanique quantique, la représentation s'est affinée en faisant correspondre au cortège électronique un nuage (de densité de probabilité de présence des électrons) plutôt que des orbites. Quant au noyau atomique, est-il vraiment sphérique ? Les physiciens qui l'étudient en ont une image bien plus complexe. Les modèles théoriques et les expériences ont mis en évidence des noyaux aplatis, en bulle, en forme de poire ou de banane, des noyaux dont la structure rappelle celle des molécules (voir les illustrations ci-contre), etc.

Cependant, plus d'un siècle après sa découverte, le noyau atomique n'a pas livré tous ses secrets. Nous ne disposons pas d'une vision globale du noyau qui permette d'expliquer cette diversité de structures dans un cadre unique. Et pour cause, le noyau est un objet quantique difficile à étudier : il est constitué d'éléments eux-mêmes complexes, et trois des quatre forces fondamentales de la nature participent à la dynamique de cet assemblage.

L'idée que la variété découle d'un petit nombre de règles fondamentales n'est pas nouvelle. Les chimistes



J.-P. Ebran

Néon 20

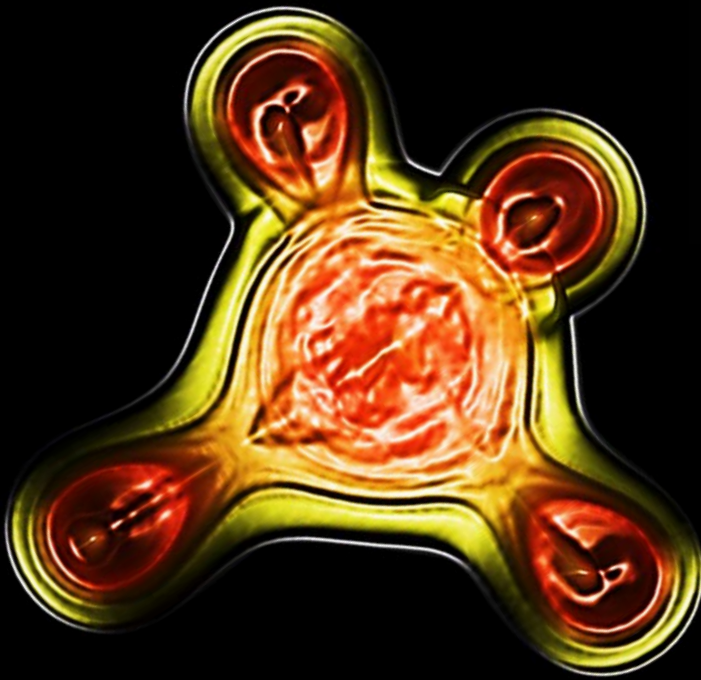
Carbone 12



L'ESSENTIEL

- Le noyau atomique présente une grande diversité de formes et de structures.
- La compétition entre le caractère quantique des éléments du noyau et leurs interactions permet de définir trois phases : le « liquide quantique », le « noyau moléculaire » et une phase cristalline.
- Certains noyaux sont constitués en agrégats, tels les atomes dans une molécule. Cet état « moléculaire » a été essentiel dans la formation des éléments tel le carbone.
- La phase cristalline est présente dans les étoiles à neutrons.

Soufre 32



Néon 20

AU SEIN DE CERTAINS NOYAUX ATOMIQUES, les nucléons (protons ou neutrons) forment des sous-ensembles denses (*en rouge*) liés par l'interaction forte. On parle de « noyaux moléculaires », car ils rappellent les molécules, dont les atomes forment des liaisons électroniques. Ces images sont le résultat de simulations numériques.