

Neurobiologie

Des souvenirs stockés au cas où...

Des expériences montrent que le cerveau stocke temporairement de multiples souvenirs a priori inutiles... et les renforce s'ils prennent de l'importance à la lumière d'événements nouveaux.

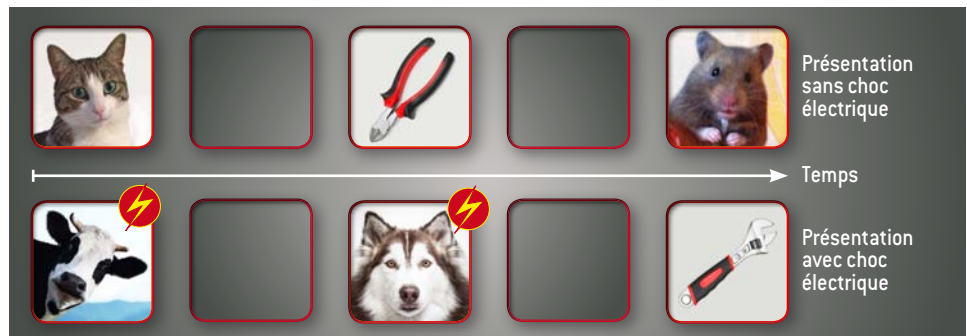
Vous croisez une femme dans un supermarché et vous ne la remarquez pas. Par la suite, vous découvrez votre nouvelle voisine de palier, qui vous semble étrangement familière. Un peu plus tard, vous y repensez et... surprise ! Vous vous rendez compte que votre voisine n'est autre que cette femme croisée pendant vos courses.

Pourquoi ce souvenir du supermarché, que vous n'aviez même pas conscience d'avoir enregistré et que vous auriez vite oublié dans d'autres circonstances, vous est-il revenu ? Joseph Dunsmoor, de l'Université de New York, et ses collègues, ont montré qu'un souvenir anodin peut être renforcé *a posteriori* s'il prend de l'importance à la lumière d'événements nouveaux.

Au quotidien, nous sommes confrontés à un flot gigantesque d'informations – images, sons, odeurs, etc. Leur stockage à long terme dépasserait largement nos capacités mémorielles. Pourtant, on ne peut savoir à l'avance lesquelles se révéleront utiles. Les expériences réalisées par les neurobiologistes suggèrent alors que de multiples traces mémorielles sont créées, et que celles qui se révèlent les plus pertinentes sont renforcées par la suite.

Joseph Dunsmoor et ses collègues ont présenté des images d'outils ou d'animaux à des sujets, qui devaient les classer selon ces deux catégories. Dans une première phase, cette présentation s'effectuait de façon neutre. Lors d'une deuxième phase, elle était associée deux fois sur trois à un léger choc électrique au poignet pour l'une des deux catégories (outil ou animal). Aucun choc n'était administré lors de la troisième et dernière présentation.

Les neurobiologistes ont ensuite testé les souvenirs des participants, en leur montrant les



Les participants visualisent d'abord une séquence d'images d'outils ou d'animaux sans stimulation particulière (*en haut*). Lors d'une deuxième présentation (*en bas*), de légers chocs électriques sont associés aux images d'une des deux catégories (par exemple les animaux). Quelques heures plus tard, les sujets se souviennent mieux des images de cette catégorie, même quand elles ont été présentées lors de la première phase, c'est-à-dire avant les chocs. Ces souvenirs ont donc été renforcés *a posteriori*.

images déjà présentées mêlées à de nouvelles. Chaque fois, le sujet devait dire s'il avait déjà vu l'image ou non.

Les participants se souvenaient mieux des images de la catégorie associée à un choc électrique et présentées lors des deuxième et troisième phases, ce qui n'est pas surprenant : la mémorisation est plus efficace quand l'émotion s'en mêle, et la peur du coup de jus se révélait stimulante ! Mais les images de la première phase correspondant à la même catégorie étaient aussi mieux mémorisées, alors que les participants n'avaient pas encore

reçu de chocs électriques à cette étape. Ces souvenirs ont donc été renforcés *a posteriori*.

De nombreuses expériences avaient déjà montré que les souvenirs pouvaient être renforcés rétroactivement après une émotion. Mais ici, le renforcement est sélectif et ne concerne que les souvenirs acquérant une pertinence nouvelle.

Comment le cerveau opère-t-il ce tri sélectif ? Un premier souvenir faible (codé par un ensemble de modifications dans les connexions entre neurones) serait d'abord créé et, lorsqu'il se révèle important, serait « mar-

qué » pour être renforcé plus tard. En effet, dans l'expérience de Joseph Dunsmoor, l'amélioration des souvenirs n'était constatée qu'à partir de quelques heures après la présentation des images.

Les mécanismes en cause restent à préciser, mais ils diffèrent en tout cas de ceux à l'œuvre pendant le sommeil – lors duquel le cerveau rejoue les souvenirs, ce qui permet de les consolider. En effet, l'amélioration survenait même avant que les participants n'aient dormi.

Guillaume Jacquemont

J. Dunsmoor et al., *Nature*, en ligne le 21 janvier 2015

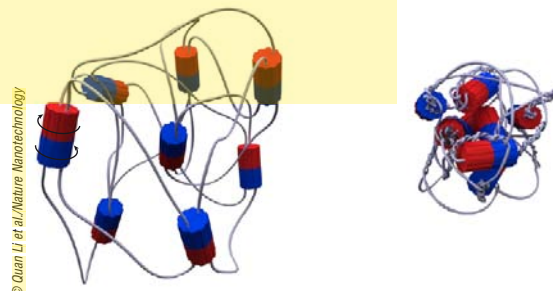
Physico-chimie

Un gel qui se contracte à la lumière

Comment un muscle se contracte-t-il ? Des millions de moteurs moléculaires, de taille nanométrique, ont une action coordonnée qui conduit à raccourcir des fibres musculaires de plusieurs centimètres. Ces moteurs, faits de molécules ou d'assemblages de molécules, sont essentiels au bon fonctionnement d'un système biologique. Les chimistes tentent de s'en inspirer pour créer des nanomoteurs synthétiques.

La principale difficulté est de coordonner l'action d'un ensemble de moteurs pour obtenir une action macroscopique. Nicolas Giuseppone et ses collègues, de l'Institut Charles Sadron à Strasbourg, ont mis au point des molécules photosensibles qui contractent le gel de polymères au sein duquel elles sont intégrées.

Au cœur de ces moteurs, deux molécules organiques, reliées par une liaison double, pivotent en sens opposés lorsqu'elles sont éclairées par de



Sur cette représentation schématique, des moteurs moléculaires rotatifs (en rouge et bleu) sont placés aux points de réticulation d'un gel de polymères. Lorsqu'ils sont activés, ils contractent le gel (à droite).

la lumière ultraviolette. Sur ces deux molécules, les chercheurs ont fixé des polymères, de longues chaînes carbonées.

Les moteurs peuvent par exemple occuper les points de réticulation d'un gel de polymère, c'est-à-dire qu'ils sont situés aux nœuds interconnectant les macromolécules dans le gel. Sous l'effet de la lumière, les moteurs enroulent les polymères et l'effet coordonné dans le réseau conduit à une contraction macroscopique du gel.

Une conséquence intéressante de cette étude des moteurs moléculaires est la possibilité de stocker de l'énergie lumineuse, qui n'est pas totalement dissipée sous forme de chaleur mais convertie en énergie mécanique. Les chercheurs étudient la possibilité de contrôler précisément le phénomène pour faire de ces gels des supports de stockage de l'énergie lumineuse.

S. B.

Quan Li et al., *Nature Nanotechnology*, en ligne le 19 janvier 2015

Cycle diurne exoplanétaire

Pourquoi la Lune nous présente-t-elle toujours la même face ? Parce que sa période de rotation est égale à sa période de révolution autour de la Terre. Ce mouvement synchrone est dû aux effets de marée qui influent sur la rotation du satellite. On pensait que cela se produisait aussi pour des planètes proches de leur étoile, en particulier les exoplanètes de la taille de la Terre dans la zone dite habitable d'étoiles naines. Ce n'est pas toujours le cas, selon Jérémie Leconte, de l'Institut canadien d'astrophysique théorique à Toronto, et



ses collègues. L'atmosphère, même ténue, d'une exoplanète empêche la synchronisation du mouvement orbital : l'étude de ces chercheurs montre que les frottements entre l'atmosphère et le sol tendent à s'opposer à l'effet des forces de marée.

© NASA/JPL-Caltech/T. Pyle (SSC)

Climatologie

La montée des océans réévaluée

Une étude menée par Carling Hay, de l'Université Harvard aux États-Unis, et des collègues montre que la montée des océans au cours du XX^e siècle aurait été surestimée de 30 %, mais que cette élévation s'accélère aujourd'hui.

L'élévation du niveau de la mer résulte de toute une série de phénomènes à court ou à long terme, dont les plus connus sont le réchauffement climatique et la fonte des glaciers et des calottes glaciaires. Pour mesurer cette élévation, on collecte les enregistrements des marégraphes (souvent de simples règles graduées !) en divers points du globe,

puis on calcule le niveau moyen de l'océan.

Cette méthode souffre de biais. Par exemple, les enregistrements sont bien plus nombreux et anciens dans l'hémisphère Nord. Pour pallier ces inconvénients, les chercheurs ont reconstitué la montée des océans au cours du XX^e siècle à l'aide d'un traitement probabiliste (un « filtre de Kalman »). Cette technique leur a permis d'accommoder les données éparses en un modèle global.

Alors qu'ils attendaient une confirmation de l'élévation de 1,5 à 1,8 millimètre par an des précédentes estimations, ils ont décou-

vert avec surprise qu'entre 1901 et 1990, l'océan n'est pas monté de plus de 1,2 millimètre par an. Toutefois, les chercheurs ont trouvé aussi que depuis 1990, il s'élève de 3 millimètres par an. Ce résultat coïncide avec les précédentes estimations, ce qui n'a rien d'étonnant puisqu'à la fin du XX^e siècle, l'arrivée des mesures altimétriques par satellite a fait disparaître les biais anciens.

Ainsi, les mers n'ont pas autant monté au XX^e siècle qu'on ne le pensait. L'accélération observée depuis n'en est que plus inquiétante.

F. S.

Nature, vol. 517, pp. 481-484, 2015

3mm

C'est l'élévation moyenne des océans par an depuis 1990.

La montée des mers est aujourd'hui 2,5 fois plus rapide qu'au XX^e siècle.