

EN IMAGE

UNE PHOTOSYNTHÈSE EFFICACE SOUS INFRAROUGE

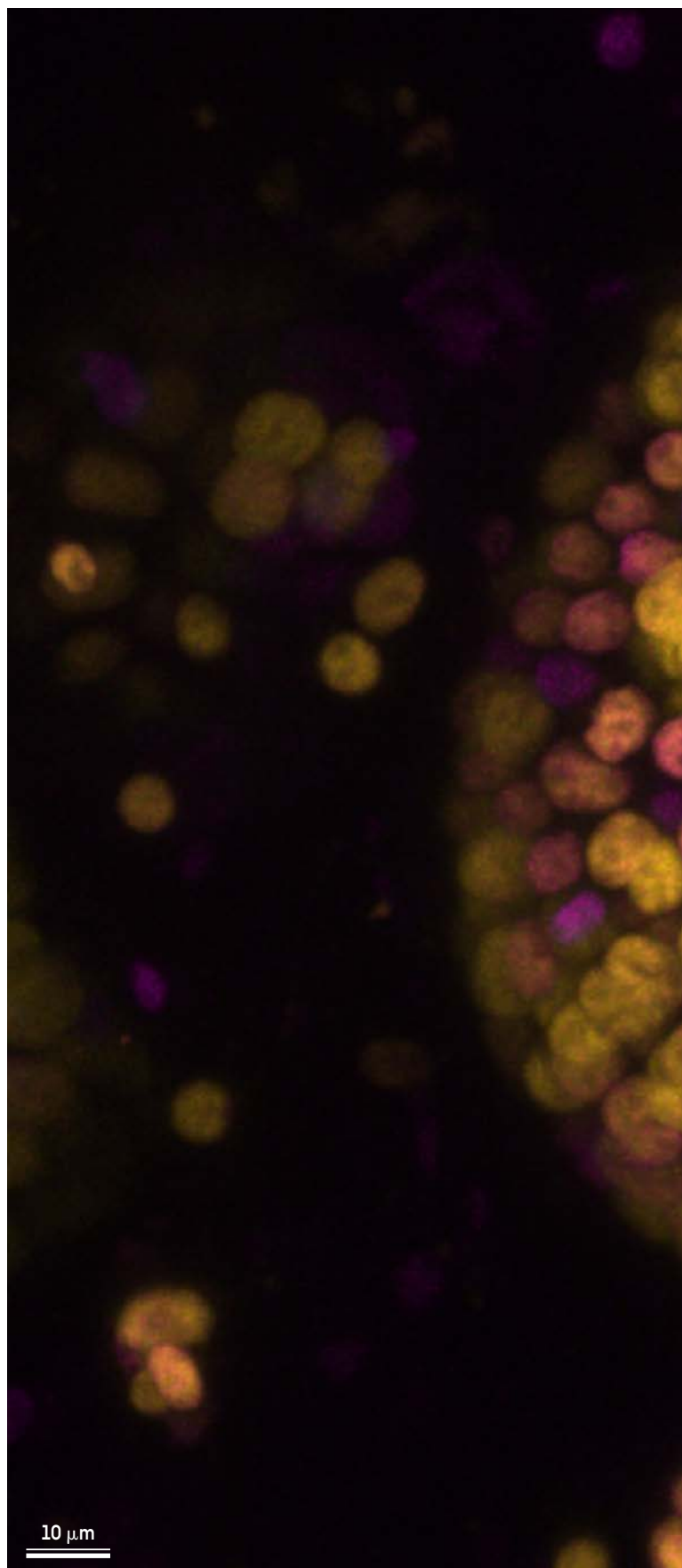
À l'ombre, rien ne pousse? Pas sûr. On a longtemps pensé que la photosynthèse, le processus par lequel les végétaux, les algues et les cyanobactéries convertissent de l'énergie lumineuse en énergie chimique, n'était possible qu'en lumière visible (de longueur d'onde comprise entre 400 et 700 nanomètres à peu près).

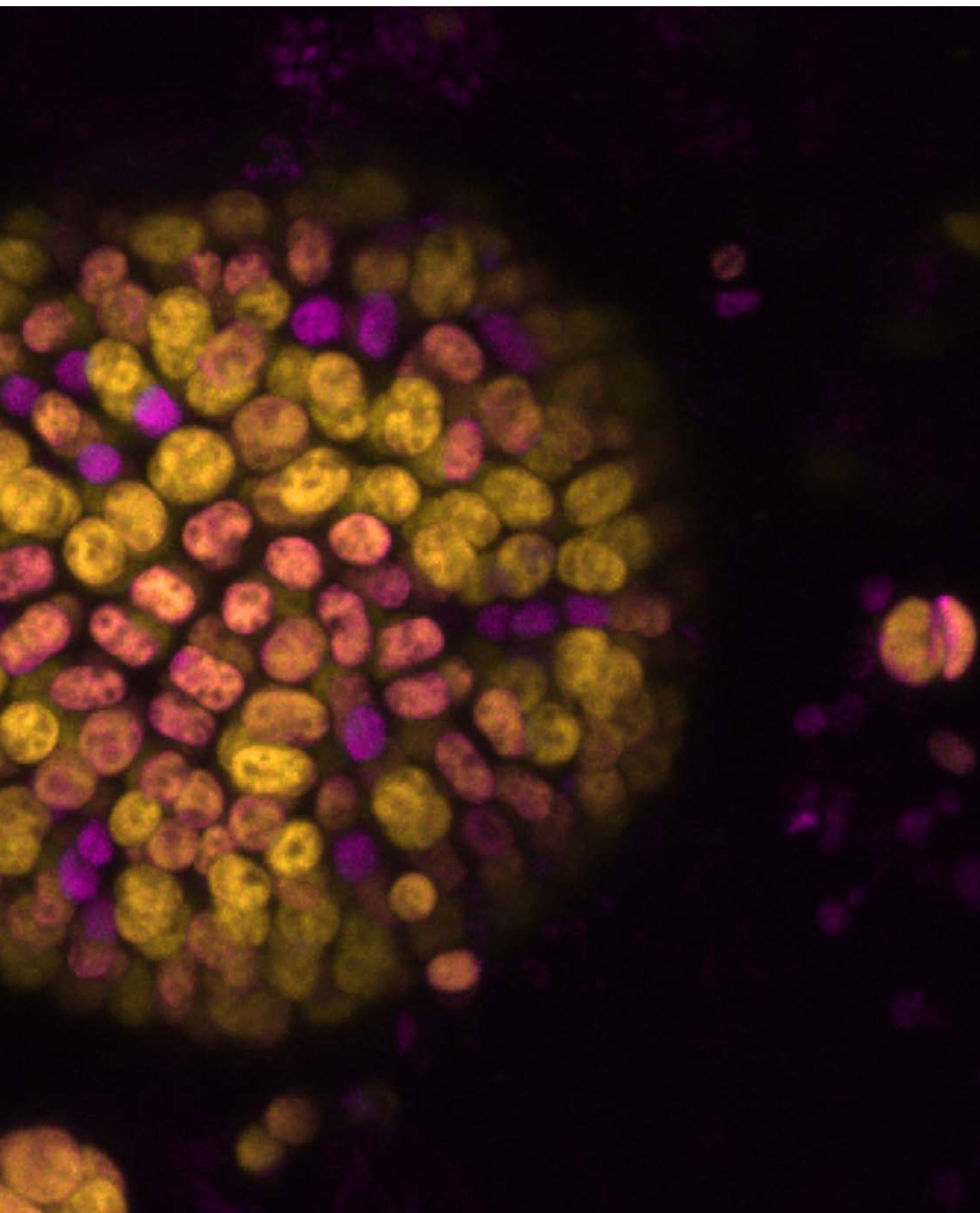
La chlorophylle *a* est une molécule clé de cette photosynthèse: sous une lumière rouge, entre 680 et 700 nanomètres de longueur d'onde, elle perd un de ses électrons et amorce ainsi la chaîne de production d'énergie chimique. Jusqu'à récemment, on pensait qu'elle était la seule capable de le faire. Or Dennis Nürnberg, à l'Imperial College de Londres, et ses collègues viennent de montrer que certaines *Chroococcidiopsis thermalis*, des cyanobactéries très répandues, réalisent la photosynthèse en partant d'un autre pigment connu, la chlorophylle *f*. Celle-ci peut céder un électron sous un rayonnement infrarouge à 750 nanomètres de longueur d'onde (sur la photographie au microscope ci-contre, en fausses couleurs, les cyanobactéries *C. thermalis* réalisant la photosynthèse classique, en magenta, et celles exprimant la photosynthèse avec la chlorophylle *f*, en jaune). Cette chlorophylle permet donc de réaliser une photosynthèse à basse énergie (les rayonnements de plus grandes longueurs d'onde étant moins énergétiques).

Cette découverte est fondamentale pour la recherche de vie extraterrestre, car elle conduit à revoir à la baisse la «limite rouge», l'énergie lumineuse minimale requise pour qu'il y ait photosynthèse. Or 70% des étoiles de la Voie lactée sont des naines rouges, émettant dans le rouge et l'infrarouge. Redéfinir la «limite rouge» revient donc à reconsidérer de nombreuses planètes où la photosynthèse était jugée jusqu'à présent impossible. ■

C. M.

D. J. Nürnberg *et al.*, *Science*, vol. 360, pp. 1210-1213, 2018





© D. J. Nürnberg

NEUROSCIENCES

ALZHEIMER: L'EFFET DES BÊTA-AMYLOÏDES IDENTIFIÉ

Ces protéines, qui tendent à s'agréger dans les neurones des malades, altèrent la plasticité synaptique. Et réduiraient ainsi les capacités d'apprentissage et de mémorisation.

D'après l'Organisation mondiale de la santé, près de 47 millions de personnes étaient atteintes de la maladie d'Alzheimer en 2017. De nombreuses équipes de chercheurs sont mobilisées pour trouver des traitements et comprendre les mécanismes par lesquels se développe cette maladie. Dans le cerveau, la dégénérescence fibrillaire, la formation d'agrégats de protéines bêta-amyloïdes et la perte de neurones sont des lésions caractéristiques. Mais leur rôle exact vis-à-vis des symptômes, notamment les pertes cognitives et les troubles de la mémoire, est encore mal connu. Récemment, l'équipe de Daniel Choquet, du CNRS et de l'université de Bordeaux, a déterminé comment les agrégats amyloïdes limitent la plasticité synaptique des neurones, un mécanisme essentiel pour l'apprentissage et la mémorisation.

Dans le cerveau, les neurones sont connectés les uns aux autres par des prolongements nommés axones et dendrites. La zone de contact entre un axone et une dendrite est nommée synapse. C'est *via* cette connexion que le signal nerveux est transmis, par voie chimique, d'un neurone à l'autre. Des neurotransmetteurs sont produits et libérés à l'extrémité de

l'axone et captés par des récepteurs postsynaptiques de la dendrite. La mémorisation d'une information passe par le renforcement de certaines connexions entre des neurones, processus dit de potentialisation à long terme. Divers mécanismes se mettent alors en action pour augmenter le signal chimique dans la synapse. Cette capacité d'ajustement du signal est la « plasticité synaptique ».

Chez les personnes touchées par la maladie d'Alzheimer, les premiers symptômes sont une altération précoce des facultés cognitives, surtout une perte de la mémoire à court terme. Daniel Choquet et ses collègues ont donc exploré plus précisément comment les agrégats amyloïdes pourraient perturber la plasticité synaptique et donc, potentiellement, le processus de mémorisation. Les chercheurs se sont intéressés à une molécule clé de la plasticité synaptique, l'enzyme CaMKII, dont on savait qu'une mauvaise régulation est corrélée à la maladie d'Alzheimer. En l'absence de protéines bêta-amyloïdes, cette enzyme est activée par un apport d'ions calcium et déclenche une cascade de réactions impliquant le recrutement de nouveaux récepteurs postsynaptiques et le renforcement de la synapse.

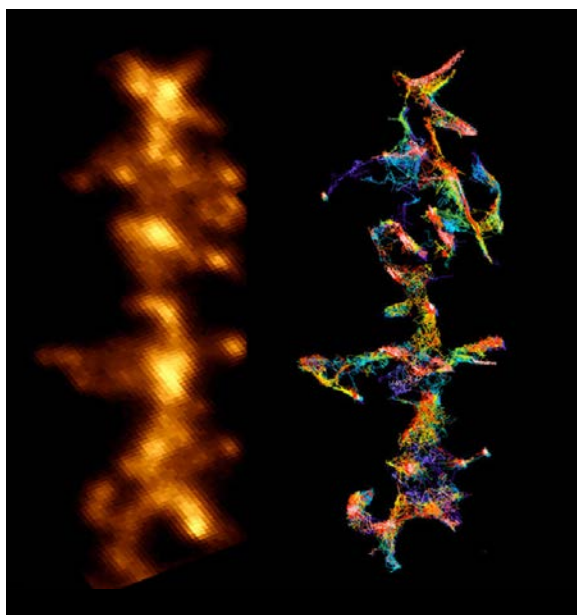
Daniel Choquet et son équipe ont étudié *in vitro* des neurones de l'hippocampe de rats avec des molécules CaMKII fluorescentes afin d'en suivre l'activité. Lorsque les chercheurs ont mis des agrégats amyloïdes en présence des neurones, ils ont constaté une activation précoce des molécules CaMKII. Ces enzymes étaient alors indisponibles pour mobiliser des récepteurs postsynaptiques lors de la potentialisation à long terme. Ce blocage entraînait, à terme, la disparition de la synapse.

L'activation précoce des enzymes CaMKII par les agrégats amyloïdes expliquerait les premiers symptômes cognitifs de la maladie d'Alzheimer. Pour l'équipe de Daniel Choquet, l'un des objectifs est à présent d'examiner la possibilité d'empêcher cette interaction des enzymes CaMKII et des agrégats amyloïdes, afin de préserver la plasticité synaptique et les synapses elles-mêmes. ■

S. B.

P. Opazo *et al.*, *Cell Reports*, vol. 23, pp. 3137-3145, 2018

Une dendrite de neurone d'hippocampe de rat en culture (à gauche). Elle contient des protéines CaMKII, fluorescentes afin d'en suivre l'activité. Les déplacements des récepteurs postsynaptiques qui résultent de cette activité ont été modélisés et sont figurés en couleurs (à droite).



DINOS : UN OS HYOÏDE COURT

L'os hyoïde soutient la langue. Celui de la plupart des dinosaures était court et simple, et se connectait à une langue aussi peu mobile que celle des alligators. C'est à cette conclusion qu'est parvenue une équipe sino-américaine menée par Zhiheng Li, de l'Académie des sciences chinoise. Ces paléontologues ont comparé les os hyoïdes de dinosaures, de ptérosaures et d'alligators après les avoir tomo-graphiés aux rayons X. Les os hyoïdes des ptérosaures, des oiseaux et des dinosaures aviens se sont révélés, eux, très divers. Les os hyoïdes des oiseaux, par exemple, leur confèrent des langues très mobiles, ce qui est sans doute utile à ces animaux depuis que l'évolution a transformé leurs bras en ailes.

Les représentations de dinosaures tirant impoliment la langue sont désormais caduques : l'os hyoïde de ces reptiles montre que leur insolence devait s'exprimer par un autre moyen. ■

F. S.

Z. Li et al., *PLoS One*, vol. 13(6), article e0198078, 2018

PHYSIQUE

LE BRUIT DU ROBINET QUI FUIT

Ploc, ploc, ploc... Ce bruit de robinet qui fuit au-dessus d'une bassine a de quoi agacer. Mais quelle est l'origine précise de ce son si caractéristique ? Au cours des cent dernières années, de nombreux chercheurs ont étudié le phénomène, notamment à l'aide de photographies. Peter Jordan, de l'institut Pprime, du CNRS, et ses collègues s'y sont intéressés aussi et ont utilisé pour la première fois une caméra ultrarapide, simultanément avec un microphone et un hydrophone.

Les chercheurs ont montré qu'une bulle entraînée sous la surface de l'eau par la goutte produit le son caractéristique. Mais l'onde acoustique ne fait pas que se propager de la bulle vers l'air. Elle fait également vibrer la surface juste au-dessus de la bulle, qui agit comme un porte-voix et amplifie le son. La tension de surface joue un rôle crucial dans ce mécanisme. Dès lors, en ajoutant un peu de savon à vaisselle dans l'eau, il est possible d'atténuer ce son si agaçant... en attendant de réparer le robinet ! ■

S. B.

S. Phillips et al., *Scientific Reports*, vol. 8, article 9515, 2018

RÉCUPÉRER L'EAU DE L'ATMOSPHÈRE EN PLEIN DÉSERT



Les chercheurs préparent leur dispositif pour capter l'humidité de l'air. Il contient un composé poreux qui piège l'eau durant la nuit, puis libère le liquide dans la cuve fermée durant la journée.

Dans le roman de science-fiction *Dune*, de Frank Herbert, les habitants de la planète désertique Arrakis utilisent des pièges à vent pour capter l'humidité de l'air. De tels dispositifs existent réellement, mais ne fonctionnent pas en situation très aride. Omar Yaghi et ses collègues, de l'université de Californie à Berkeley, viennent de montrer qu'un dispositif passif, composé de matériaux de type MOF (des réseaux métalloorganiques poreux), est capable de récupérer efficacement de l'eau à partir de l'air, même si son humidité est très faible.

Le MOF-801, à base de zirconium, a été identifié comme ayant une remarquable capacité à absorber de l'eau. Chauffé ensuite à 65 °C, ce matériau relargue le liquide. Il était cependant nécessaire d'utiliser un dispositif de refroidissement externe. Omar Yaghi et ses collègues ont modifié le MOF-801 en le chargeant avec du graphite non poreux à hauteur de 33% de sa masse afin d'améliorer sa conductivité thermique et sa capacité d'absorption de l'eau. Le dispositif exploite alors les variations des conditions atmosphériques dans le désert de Sonora, dans l'Arizona, entre la nuit (10 à 15 °C, 40% d'humidité) et le jour (35 à 40 °C, 5% d'humidité). Le MOF-801 est placé sur un plateau à l'intérieur d'un récipient qui sert de collecteur d'eau liquide. La nuit, ce récipient est ouvert : le MOF-801 se charge en eau issue de l'air. Le jour, le récipient est fermé, par un couvercle transparent, et correctement orienté face au soleil. La température du MOF augmente considérablement et entraîne la désorption de l'eau. Ce dispositif a produit 55 grammes d'eau liquide potable à partir de 825 grammes de MOF-801 en un seul cycle jour/nuit. D'autres MOF à l'étude, moins onéreux, ont montré en laboratoire des performances plus remarquables encore. Omar Yaghi et ses collègues imaginent donc que leur dispositif a un avenir prometteur. ■

MARTIN TIANO

F. Fathieh et al., *Science Advances*, vol. 4(6), article eaat3198, 2018