

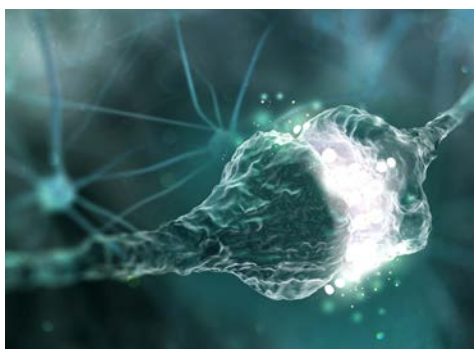
NEUROSCIENCES

AGITATION DANS LES SYNAPSES

La plasticité synaptique du cerveau est essentielle dans les phénomènes d'apprentissage et de mémorisation. En effet, les cellules nerveuses ont la capacité de moduler l'efficacité de transmission d'information *via* l'échange de neurotransmetteurs dans les synapses, les points de contacts entre deux neurones. L'équipe de Daniel Choquet, à l'Institut interdisciplinaire des neurosciences de l'université de Bordeaux, a mis en évidence, dans l'hippocampe, le rôle crucial de la mobilité de récepteurs des neurotransmetteurs situés en dehors de la synapse.

Cette équipe avait déjà observé que les récepteurs postsynaptiques étaient mobiles à la surface des neurones. Pour vérifier leur rôle dans la plasticité synaptique, les chercheurs ont développé des outils moléculaires pour immobiliser *in vitro* ces récepteurs en dehors des synapses. Ils ont montré qu'il n'y avait alors plus de modulation de l'efficacité des synapses. «Toutes les phases de plasticité sont supprimées», explique Daniel Choquet.

Les chercheurs ont aussi étudié l'impact du blocage des récepteurs *in vivo* chez la souris. L'animal est placé dans un environnement avec



Vue d'artiste d'une synapse avec échange de neurotransmetteurs.

un stimulus négatif (induisant la peur). Puis, quelques jours plus tard, il est remis dans cet environnement sans le stimulus. Habituellement, la souris s'immobilise alors, inquiète: elle a gardé le souvenir du stimulus négatif lié à cet environnement. Mais si ses récepteurs ont été bloqués au préalable, le rongeur ne s'immobilise pas: il n'a pas mémorisé le stimulus.

Ces travaux ont aussi montré que le recrutement des récepteurs aux synapses pour assurer la plasticité neuronale se fait de deux façons, d'abord par une diffusion rapide des récepteurs déjà présents à la surface cellulaire et situés hors de la synapse, puis par exocytose de récepteurs stockés sous la membrane cellulaire. ■

N. G.

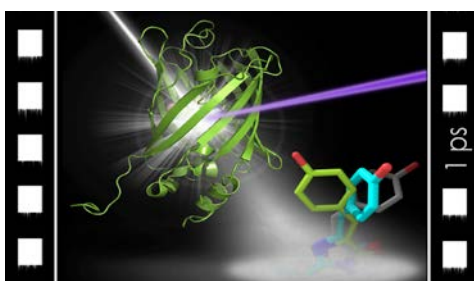
A. C. Penn, *Nature*, vol. 549, pp. 384-388, 2017

BIOPHYSIQUE

UN FILM X DE PROTÉINES

Pour la première fois, une équipe internationale, dont des membres de l'Institut de biologie structurale de Grenoble, a filmé en temps réel la photocommutation d'une protéine fluorescente. L'objectif: comprendre la transition entre les états éteint (*off*) et fluorescent (*on*) afin d'améliorer l'efficacité de ces marqueurs, très utiles pour l'imagerie du vivant.

L'expérience des chercheurs a eu lieu en deux temps: ils ont d'abord activé le chromophore, la partie photosensible de la protéine, avec un laser, puis ont observé la molécule grâce au laser à rayons X de l'accélérateur linéaire de Stanford, aux États-Unis. En faisant varier le temps entre l'instant de l'activation et celui de l'observation, l'équipe a obtenu de nombreux clichés à différents stades de la commutation. Ils ont ainsi



Les biophysiciens ont réalisé des milliers de clichés pour obtenir un véritable film moléculaire.

reconstruit un véritable film du processus, qui met en évidence une structure transitoire de la protéine dans laquelle le chromophore se trouve dans un état «tordu», à mi-chemin entre les états stables *off* et *on*. Connaissant cet état, les biophysiciens espèrent améliorer l'efficacité du passage *off-on* des protéines fluorescentes en modifiant leur structure. ■

D. T.

N. Coquelle *et al.*, *Nature Chemistry*, en ligne, 11 septembre 2017

EN BREF

DOUBLE MÉDAILLE D'OR DU CNRS

Cette année, le CNRS a récompensé des travaux qui ont rendu possible la découverte des ondes gravitationnelles. Alain Brillet, du laboratoire Artemis à Nice, a développé de nombreuses techniques pour améliorer les interféromètres laser. Il a participé au lancement du projet *Virgo* et au rapprochement avec l'expérience américaine *Ligo*. Thibault Damour, à l'IHES, a étudié la forme des ondes émises par la fusion de deux trous noirs. Une information cruciale et utilisée dans l'analyse des données de *Ligo* et *Virgo*.

LES DERNIÈRES TRACES DE VIE LES PLUS ANCIENNES

L'analyse isotopique du graphite découvert au nord du Labrador au sein de roches vieilles de 3,95 milliards d'années suggère qu'il a été produit par des organismes marins autotrophiques, c'est-à-dire capables de produire leur propre nourriture. Si ce résultat, dû à Tsuyoshi Komiya, de l'université de Tokyo, et ses collègues, devait se confirmer, cette trace de vie serait 150 millions d'années plus ancienne que celle qui détenait le record jusqu'à présent, et ne suivrait que de 500 millions d'années la formation de la Terre.

UN SECOND TROU NOIR BIEN CACHÉ

On connaissait *Sagittarius A**, le trou noir supermassif d'environ 4 millions de masses solaires au centre de la Voie lactée. D'après les données du radiotélescope Alma, il pourrait exister un autre trou noir près du centre galactique, de seulement 100 000 masses solaires. Il se cacherait dans un nuage moléculaire, à 200 années-lumière de son voisin plus massif. Mais d'où vient-il ? Pour Tomoharu Oka, de l'université Keio, et ses collègues, le nuage serait les vestiges d'une galaxie naine avalée par la Voie lactée.

PHYSIOLOGIE

L'HORLOGE BIOLOGIQUE

Tous les organismes vivants ont une horloge biologique interne qui leur permet de s'adapter au rythme journalier. Les Américains Jeffrey Hall, Michael Rosbash et Michael Young ont été récompensés pour avoir compris son fonctionnement. Ils ont notamment réussi à isoler un gène, *period*, qui contrôle le rythme biologique journalier, ou rythme circadien. Ce gène code une protéine dont la concentration dans les cellules oscille selon un cycle de 24 heures, de façon synchrone avec le rythme circadien. Les trois lauréats ont aussi identifié deux autres gènes participant à la bonne marche de cette horlogerie cellulaire. (Voir aussi l'article « Quel âge a Pour la Science? », page 104.) ■

D. T.

W. A. Zehring et al., *Cell*, vol. 39, pp. 369-376, 1984 ;
T. A. Bargiello et al., *Nature*, vol. 312, pp. 752-754, 1984

PHYSIQUE

VIBRATIONS DE L'ESPACE-TEMPS

Rainer Weiss, du MIT, Kip Thorne et Barry Barish, de Caltech, sont récompensés pour leur contribution à la première détection directe d'ondes gravitationnelles, le 14 septembre 2015, par l'expérience américaine *Ligo* (voir l'article de Nathalie Deruelle et Jean-Pierre Lasota, page 98).

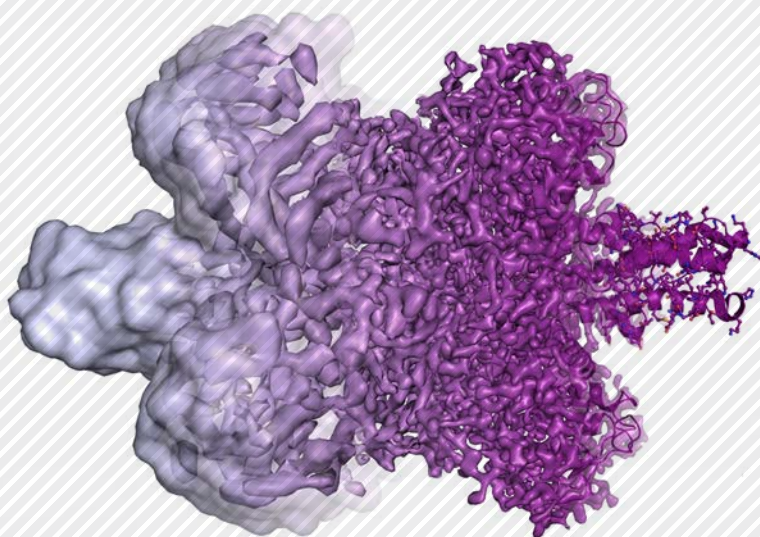
Avec Ronald Drever, Rainer Weiss et Kip Thorne ont développé les premiers détecteurs d'ondes gravitationnelles à interférométrie laser. À eux trois, ils ont lancé le projet *Ligo*. Mais pour atteindre la sensibilité nécessaire, l'équipe a dû s'agrandir afin de développer de nouvelles techniques. Lorsque Barry Barish a pris la tête du projet en 1994, il l'a transformé en une collaboration à l'échelle internationale avec plus d'un millier de membres. Et *Ligo* jouit aujourd'hui d'un partenariat privilégié avec l'expérience européenne *Virgo*. Ils ont détecté en août 2017 leur première onde gravitationnelle commune, la quatrième pour *Ligo*. ■

S. B.

B. P. Abbott et al., *Phys. Rev. Lett.*, vol. 116, 061102, 2016

CHIMIE

LA CRYOMICROSCOPIE ÉLECTRONIQUE RÉCOMPENSÉE



Avec les avancées en cryomicroscopie électronique, la résolution des images tridimensionnelles molécules s'est améliorée (la gauche de l'image donne le rendu avant 2013, la droite, après 2013).

Le prix Nobel de chimie revient à Jacques Dubochet, de l'université de Lausanne, Joachim Frank, de l'université Columbia, et Richard Henderson, du laboratoire de biologie moléculaire de Cambridge, au Royaume-Uni, pour leurs travaux sur le développement de la cryomicroscopie électronique. Grâce à cette technique, les biochimistes peuvent observer avec précision les molécules du vivant, figées dans leur mouvement.

Entre 1975 et 1986, Joachim Frank a développé une méthode pour créer une image de haute résolution en 3D en fusionnant plusieurs images en 2D, obtenues par microscopie électronique. Cependant, une contrainte des observations par microscopie électronique est qu'elles doivent se faire sous vide. Dans ces conditions, l'eau liquide où baignent les échantillons s'évapore, ce qui rend impossible l'observation de ces derniers. Au début des années 1980, Jacques Dubochet a montré que l'eau pouvait être vitrifiée, c'est-à-dire qu'à une certaine vitesse de congélation, les molécules d'eau contenant l'échantillon biologique se figent, mais ne cristallisent pas. Les molécules de l'échantillon sont alors immobilisées sans être détériorées.

Grâce à ces avancées, en 1990, Richard Henderson a réussi, pour la première fois, à utiliser la microscopie électronique pour visualiser des protéines en trois dimensions et à haute résolution. De nombreuses améliorations ont suivi pour atteindre en 2013 la résolution atomique voulue pour des reconstructions 3D précises des molécules. Récemment, cette technique d'observation a, par exemple, permis d'analyser la structure du virus Zika. ■

D. T.

J. Frank et al., *Ultramicroscopy*, vol. 6, pp 343-357, 1981 ; J. Dubochet et al., *Trends in Biochemical Sciences*, vol. 10, pp 143-146, 1985