

Biophysique

Le céphalopode voit les couleurs... sans les voir !

Les seiches, pieuvres et poulpes ont plus d'un tour dans leur sac. Ces mollusques marins sont capables de modifier la coloration de leur peau pour se camoufler. Mais comment font-ils pour s'adapter aux couleurs environnantes alors que la rétine de leurs yeux ne distingue pas les couleurs ? Alexander et Christopher Stubbs, de l'université de Californie à Berkeley, suggèrent qu'ils exploitent un phénomène optique : l'aberration chromatique.

La rétine des yeux de ces animaux ne présente qu'un type de photorécepteurs (l'homme en a plusieurs) et ne peut donc pas distinguer les couleurs. Cependant, la pupille de l'œil est désaxée et est en forme de U. Cette structure maximise la séparation des couleurs, aux dépens de la résolution de l'image, par le phénomène d'aberration chromatique. Ce dernier survient lorsqu'un rayon lumineux traverse une lentille loin de l'axe central : les différentes longueurs d'onde qui le composent convergent alors à



Chez les céphalopodes, les couleurs interviennent dans le camouflage, l'accouplement, l'intimidation... Pourtant, la rétine de leurs yeux ne les distingue pas ! Leur système visuel utiliserait un autre stratagème.

des distances différentes, ce qui provoque l'apparition de bandes colorées sur les bords de l'image.

Selon l'hypothèse des deux chercheurs, les céphalopodes ajusteraient la focale de leurs yeux, c'est-à-dire la distance entre la lentille et le point de convergence des rayons lumineux, pour détecter les différentes longueurs d'onde de la lumière. Ils reconstitueraient ainsi une image en couleur de leur environnement. Pour étayer leur hypothèse, les chercheurs ont mis au point un

modèle informatique de l'œil d'un céphalopode et ont montré que leur proposition fonctionne. Mais il reste à comprendre comment ces mollusques ajustent la focale.

Pour Alexander Stubbs, ce phénomène suggère que la forme complexe des yeux des céphalopodes est issue d'un cheminement évolutif différent de celui des yeux des vertébrés, ce qui explique pourquoi leur mode de perception des couleurs n'est pas le même.

W. R.-P.

PNAS, vol. 113(29), pp. 8206-8211, 2016

Un mutualisme sauvage

« Il en faut peu pour être heureux : quelques rayons de miel et de soleil » chante Baloo dans *Le Livre de la jungle*. Cet adage n'a jamais été aussi vrai que pour les chasseurs de miel de la tribu Yao, au Mozambique, et pour les grands indicateurs (*Indicator indicator*), des oiseaux qui les aident à dénicher les ruches dans les arbres.

La biologiste Claire Spottiswoode, de l'université de Cambridge, et ses collègues ont montré qu'un son spécifique émis par les chasseurs de miel mozambicains est à la base de cette coopération.

Sur plusieurs sons testés, c'est celui utilisé traditionnellement par les chasseurs de miel qui mobilise le mieux les oiseaux. Les humains récupèrent alors le miel et laissent la cire d'abeille, pour le plus grand bonheur de leurs guides à plumes.

Cette coopération est un exemple rare de mutualisme entre des humains et des animaux sauvages en liberté et montre que ces derniers interprètent correctement un signal donné par un humain. Jusqu'à présent, cela n'avait été observé qu'avec des animaux domestiqués, tels que les chiens ou encore les faucons.

Neurobiologie

Des oméga-3 contre le stress

Nous ne sommes pas égaux face au stress ; certains réagissent bien, d'autres perdent leurs moyens et deviennent anxieux. D'où viennent ces différences ? Des chercheurs de l'Inra et de l'Inserm ont identifié un mécanisme cérébral de résistance au stress chez les souris, ainsi qu'un facteur de résilience : les oméga-3, les « bons » acides gras que l'on trouve dans les poissons gras, les noix, le colza...

Les chercheurs ont induit un stress chez des souris en les plaçant en compagnie d'un mâle agressif. Malgré le stress, la moitié des rongeurs ne développaient pas de comportements anxieux,

tels qu'éviter d'explorer un lieu inconnu. Les neurobiologistes ont analysé leur noyau accumbens, une structure cérébrale qui régule les émotions et où interviennent les endocannabinoïdes. Ces molécules proches du cannabis sont produites naturellement dans le cerveau, en particulier quand on consomme des oméga-3. Elles participent à la plasticité synaptique, c'est-à-dire à la force des connexions entre neurones, *via* un mécanisme dit de dépression à long terme (LTD).

Résultat ? Chez les souris normales, les endocannabinoïdes provoquent la LTD dans tous les neurones. Or cette plasticité ne concerne plus que 55 % des

neurones chez les souris stressées non anxieuses, et seulement 11 % chez les rongeurs stressés et anxieux. Or en stimulant la production d'endocannabinoïdes chez les souris anxieuses, les chercheurs ont rétabli la LTD, et ces animaux se sont apaisés.

Cela prouve que les endocannabinoïdes, que nous ne produisons pas tous en même quantité, améliorent la résistance au stress, tout comme les oméga-3 qui augmentent leur sécrétion cérébrale. Ces acides gras n'ont pas fini d'être « bons » pour la santé.

B. S.-L.

Cl. Bosch-Bouju et al., *Cell Reports*, vol. 16, pp. 1-6, 2016



Les oméga-3 nous aideraient à mieux gérer les situations stressantes. Une nouvelle bonne raison pour en consommer.

La 3^e lune disparue de Mars

Le voile se lève sur l'origine de Phobos et Déimos, les deux satellites de Mars. Des simulations numériques menées par l'équipe de Pascal Rosenblatt, de l'observatoire royal de Belgique, montrent que ces lunes seraient nées de la collision entre la planète rouge et un autre corps céleste, de la même façon que la Lune. Et que les deux corps célestes se seraient formés à partir des débris du disque d'accrétion, grâce à l'influence d'un autre satellite – une troisième lune, donc – qui se serait ensuite écrasé sur Mars.

Parkinson et auto-immunité

Le système immunitaire reconnaît les cellules de l'organisme grâce aux antigènes qu'elles exhibent à leur surface. PINK1 et la parkine, deux protéines dont l'implication dans la maladie de Parkinson est déjà connue, régissent la présentation d'antigènes originaires des mitochondries (éléments producteurs d'énergie dans la cellule) des neurones. Michel Desjardins et ses collègues, de l'université de Montréal, ont montré que si des mutations touchent ces deux protéines, les cellules immunitaires détruisent les neurones. La maladie serait donc auto-immune.

Cœur et sentiment de soi

Comment développons-nous le sentiment conscient d'être au monde, en tant qu'entité unique, nous qui sommes un assemblage hétéroclite de milliards de cellules ? Certains chercheurs pensent qu'un réseau cérébral particulier, qui surveille en permanence les organes internes du corps, sous-tend le sentiment de soi. Mariana Babo-Rebelo et ses collègues de l'ENS, à Paris, en ont pour la première fois apporté une preuve expérimentale : ils ont montré que plus ce réseau cérébral répond fortement à nos battements de cœur, plus nos pensées spontanées sont centrées sur nous-même.

Botanique

Le ménage à trois des lichens



© Shutterstock.com/Connie Bankus

Les lichens semblent être des associations symbiotiques de trois, et non deux, organismes.

Après plus d'un siècle d'études, il semblait établi que les lichens sont issus d'une symbiose entre un champignon et un (voire plusieurs) organisme photosynthétique – algue ou cyanobactérie. Cependant, les travaux de Toby Spribille, chercheur à l'université de Graz, en Autriche, et ses collègues indiquent que la symbiose qui constitue les lichens serait plutôt un ménage à trois entre l'organisme photosynthétique, le champignon et... une levure.

L'analyse de l'ensemble des molécules d'ARN présentes dans le cortex (la couche extérieure) de deux espèces de lichen du genre *Bryoria* a révélé que ces molécules proviennent de la transcription de l'ADN de l'algue et du champignon en symbiose, mais aussi

d'une levure basidiomycète. Toby Spribille et ses collègues ont alors voulu savoir si cette levure est spécifique aux lichens examinés ou si on la retrouve dans d'autres espèces. Ils ont découvert que chaque lichen étudié (à quelques exceptions près) est associé à une levure d'espèce différente.

La levure est-elle un contaminant du lichen ou membre à part entière de la symbiose ? La découverte interroge sur la définition même des lichens. Et comme on connaît des cas où plusieurs algues sont associées à un lichen, pourrait-il y avoir aussi plusieurs champignons dans un même lichen ? D'autres surprises nous attendent peut-être...

Alice Maestracci

T. Spribille et al., *Science*, en ligne le 21 juillet 2016

Insolite

Le sang des glaciers accélère la fonte des glaces

Le blanc du pôle Nord n'est plus immaculé. L'algue des neiges, aussi nommée le « sang des glaciers », assombrit les glaces de nombreux sites de l'Arctique et de son pigment rouge. Liane Benning, de l'université de Leeds, au Royaume-Uni, et ses collègues ont calculé qu'elle diminue d'environ 13% l'albédo des glaciers de la région durant la saison de fonte. Une donnée à prendre en compte dans la modélisation du réchauffement climatique.



© Liane G. Benning/GFZ

Physique théorique



Première simulation quantique en physique des particules

Une forme rudimentaire d'ordinateur quantique a été utilisée pour imiter, dans le cadre d'une théorie simplifiée, l'apparition de paires particule-antiparticule dans le vide.

En 1982, le physicien américain Richard Feynman suggérait d'utiliser des systèmes quantiques simples et bien contrôlables pour en étudier d'autres nécessitant des calculs qui dépassent les capacités des ordinateurs classiques. Il a été exaucé : pour la première fois, une équipe de l'université d'Innsbruck, en Autriche, a utilisé un « ordinateur quantique » pour simuler un phénomène de physique des particules, à savoir la création de paires particule-antiparticule.

L'objectif, à terme, est de simuler des situations restées mal comprises en chromodynamique quantique (QCD) – la théorie de l'interaction forte qui lie entre eux les quarks. Il s'agit notamment du problème du confinement, propriété selon laquelle un quark n'est pas observable isolément. La QCD est une théorie qui repose sur des symétries, dites de jauge, dont la structure complexe rend les calculs difficiles – d'où l'intérêt de la simuler.

De nombreux progrès ont été réalisés dans le domaine des ordinateurs quantiques, où l'information est codée par des

bits quantiques, ou qubits. Un tel élément peut être dans plusieurs états à la fois, contrairement à un bit classique dont l'état (0 ou 1) est unique. Les physiciens savent aujourd'hui réaliser des ordinateurs quantiques élémentaires constitués d'un petit nombre d'atomes (des atomes ultrafroids, des ions dans des pièges électromagnétiques, etc.). L'équipe de Rainer Blatt et Peter Zoller a conçu un tel dispositif avec quatre ions de calcium alignés dans un piège électromagnétique.

Ce système présente une analogie mathématique avec le modèle de Schwinger, une version simplifiée de l'électrodynamique quantique (ou QED, la théorie de jauge qui décrit l'électromagnétisme dans un cadre quantique et qui est moins complexe que la QCD), à une seule dimension d'espace. Cette analogie a permis de simuler l'apparition et la disparition de paires particule-antiparticule en présence d'un champ électrique.

Dans l'expérience, des lasers simulent le champ électromagnétique. Les ions excités par les lasers émettent un rayonnement de

fluorescence, qu'on peut interpréter comme la création d'une particule ou d'une antiparticule. En modifiant les paramètres des lasers, les chercheurs contrôlent l'interaction des ions. Les mesures ont ensuite été comparées aux prédictions du modèle de Schwinger : le simulateur quantique reproduit fidèlement la dynamique de la création de paires.

La théorie simulée est relativement simple et les résultats des calculs théoriques déjà connus, mais cela a permis aux physiciens d'Innsbruck de montrer qu'un simulateur quantique permet d'étudier une théorie de jauge. La prochaine étape consistera à simuler des systèmes de QED en deux ou trois dimensions d'espace pour sonder des interactions plus complexes, puis à simuler des modèles tels que la QCD. De nombreux dispositifs ont déjà été proposés sur le papier. Au vu des progrès techniques dans le domaine des atomes froids et des ions piégés, cette approche pourrait connaître un essor rapide.

Sean Bailly

E. A. Martinez et al., *Nature*, vol. 534, pp. 516-519, 2016

Dans le vide quantique, des paires particule-antiparticule éphémères surgissent et disparaissent sans cesse (vue d'artiste, à gauche). Pour imiter précisément la dynamique de ce phénomène décrite par un modèle simplifié, l'équipe de l'université d'Innsbruck a conçu un simulateur quantique utilisant quatre ions calcium alignés dans un piège électromagnétique et contrôlés avec des lasers (les ions sont placés entre les deux pointes, à droite).