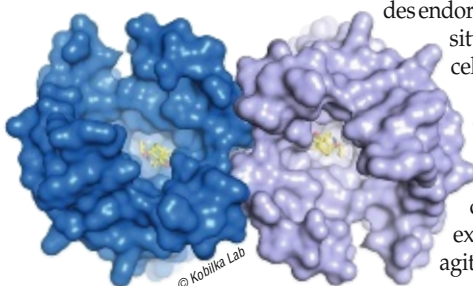


Neurobiologie

Morphine : le récepteur en 3D

La morphine et la codéine, substances actives de l'opium, agissent dans le cerveau et la moelle épinière et ont des effets analgésiques, sédatifs et euphorisants. Elles miment les opiacés naturellement produits dans le cerveau : les endorphines. Mais elles présentent des effets secondaires – tolérance et dépendance notamment – que n'ont pas les endorphines. Sébastien Granier, de l'Institut de génomique fonctionnelle à Montpellier, Brian Kobilka, de l'Université Stanford, et leurs collègues ont déterminé par cristallographie l'arrangement en trois dimensions de la cible de la morphine et des endorphines : le récepteur μ -opiacé, situé au niveau de la membrane cellulaire des neurones.



Quand ils fixent la morphine (en jaune), deux récepteurs μ -opiacés forment un dimère.

Les chercheurs ont ainsi établi que le site de liaison de la morphine à ce récepteur est facilement accessible du côté extérieur de la cellule ; cela explique pourquoi la morphine agit si vite. Ils ont aussi découvert que quand les récepteurs ont fixé l'opiacé, ils s'associent par deux, formant un dimère, pour déclencher la réaction cellulaire qui aboutit aux effets analgésiques et sédatifs. Il reste à montrer que les endorphines n'engendrent pas la même conformation des récepteurs. En effet, les scientifiques pensent que la morphine et les endorphines, malgré leur structure chimique semblable, activent le récepteur par des mécanismes distincts, ce qui expliquerait pourquoi la morphine a, contrairement aux endorphines, des effets secondaires.

→ Bénédicte Salthun-Lassalle

A. Manglik et al., *Nature*, en ligne, 21 mars 2012

Astronomie

Super-Terres par milliards

Les naines rouges représentent 80 pour cent des étoiles de la Voie lactée, soit environ 160 milliards d'astres. Des astrophysiciens de l'Institut de planétologie et d'astrophysique de Grenoble et leurs collègues ont utilisé le spectrographe HARPS du télescope de 3,60 mètres à l'Observatoire européen austral de la Silla, au Chili, pour estimer combien de ces étoiles sont accompagnées de planètes dans la zone habitable – la région où une planète est susceptible d'avoir de l'eau liquide à sa surface. Ils se sont intéressés au cas des super-Terres, de masse comprise entre une et dix fois celle de la Terre, planètes principalement composées de roche et qui sont peut-être dotées d'une atmosphère plus ou moins épaisse.

Les astrophysiciens ont ainsi montré que 41 pour cent des naines rouges auraient une super-Terre dans la zone habitable. Pour toute la galaxie, cela signifie des milliards de super-Terres. Dans notre voisinage proche, à moins de 33 années-lumière, ce sont une centaine de super-Terres qui pourront potentiellement être étudiées pour mieux connaître la structure de ces planètes.

→ S. B.

X. Bonfils et al., *Astronomy & Astrophysics*, à paraître, 2012

Biophysique

L'ingénieuse catapulte des fougères

Parmi les multiples stratégies de dispersion des graines (ou des spores) ayant émergé au fil de l'évolution, celle des fougères est encore plus étonnante qu'on ne le pensait. Xavier Noblin, du Laboratoire de physique de la matière condensée de l'Université de Nice-Sophia Antipolis et du CNRS, et ses collègues l'ont montré en filmant la plante à l'aide d'une caméra ultrarapide.

Sous leurs feuilles, les fougères portent de petits amas de sporanges, des capsules microscopiques qui produisent et contiennent les semences – les spores. Le mécanisme de dispersion des spores est connu depuis longtemps : les capsules s'ouvrent et catapultent les spores en se refermant brusquement. Toutefois, une énigme persistait. Habituellement, les catapultes sont équipées d'une butée qui stoppe le fléau dans sa course. Sans butée, la charge resterait dans le fléau, qui la plaquerait au support. Or bien que les capsules de fougère n'aient pas de butée, les spores sont projetées en l'air...

Comment est-ce possible ? Grâce à un mouvement à deux vitesses, ont montré X. Noblin et ses collègues en décortiquant sa cinétique. L'élément clef de ce mécanisme est l'anneau, une rangée de 12 à 13 cellules qui forme une crête enveloppant le sporange à partir de sa base.

D'abord, la catapulte s'arme : en séchant, l'anneau s'ouvre, ses cellules s'effondrant sur elles-mêmes à cause de la tension provoquée par l'évaporation de l'eau.

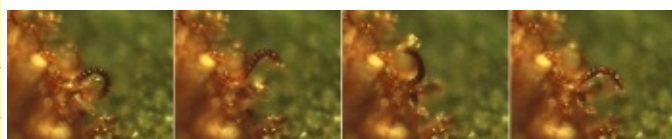
Tirée par l'anneau, la capsule s'ouvre aussi. Puis la phase de projection des spores débute. Quand la tension due à l'évaporation de l'eau atteint une valeur critique, des bulles d'air se forment dans les cellules de l'anneau, ce qui amorce une inversion de la courbure de la crête. Ce changement de conformation déclenche la fermeture de l'anneau et la libération, sous forme d'énergie cinétique, de l'énergie élastique qu'il stockait. Cette première étape, inertielle et très rapide, referme l'anneau de 30 à 40 pour cent en dix microsecondes, ce qui projette les spores à plus de dix mètres par seconde. Puis l'anneau continue à se refermer, mais plus lentement, cette fois sur une échelle de plusieurs centaines de millisecondes.

Cette rupture nette de vitesse serait due à la structure des parois de l'anneau : poreuses, ces dernières sont entourées d'eau qui s'écoule dans un sens ou dans l'autre au gré de leurs mouvements. Toutefois, la première phase de détente est si rapide que l'eau n'a pas le temps de s'écouler. Lorsque la détente se ralentit, l'eau se remet à s'écouler à travers les parois, ce qui freine le mouvement, par viscosité. Ce freinage brusque ferait office de butée... Avis aux ingénieurs !

→ Marie-Neige Cordonnier

X. Noblin et al., *Science*, vol. 335, p.1322, 2012

En vidéo sur www.pourlascience.fr



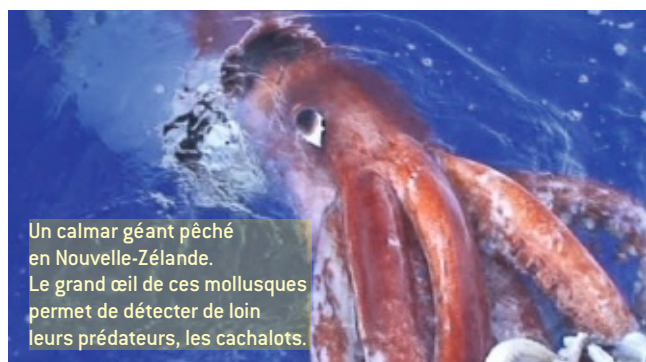
Un sporange de fougère *Polypodium aureum* s'ouvre en inversant sa courbure, puis se referme brusquement (dernière image), ce qui éjecte des spores.

Biologie animale

L'œil géant du calmar géant

Les calmars géants (*Architeuthis*) et colossaux (*Mesonychoteuthis*) ont les plus gros yeux du règne animal : jusqu'à 27 centimètres de diamètre, soit plus gros qu'un ballon de basket ! Dan-Eric Nilsson, de l'Université de Lund, en Suède, et ses collègues ont voulu savoir quels avantages procurent de tels yeux. Entre 300 et 1 000 mètres de profondeur, là où vivent les calmars, un objet se distingue soit par le contraste de sa silhouette sur le fond bleu de l'eau, soit par la bioluminescence émise par le plancton bousculé par le mouvement de l'objet. Cette seconde méthode est d'autant plus prépondérante que la profondeur est grande. Les biologistes ont montré que jusqu'à 600 mètres de profondeur, un œil de neuf centimètres de diamètre est un optimum. Mais au-delà, l'œil démesuré des calmars devient un atout, car il détecte jusqu'à 120 mètres de distance la bioluminescence stimulée par un important déplacement d'eau dû à un animal imposant. C'est typiquement le signal d'un cachalot en chasse, le principal prédateur des calmars.

→ L. M.

D.-E. Nilsson et al., *Current Biology*, prépublication en ligne, 2012

Un calmar géant pêché en Nouvelle-Zélande. Le grand œil de ces mollusques permet de détecter de loin leurs prédateurs, les cachalots.

© New Zealand Ministry of Fisheries

Agronomie

Du blé dur tolérant au sel

Cultiver du blé sur des terres salines ? Cela pourrait devenir possible. Grâce à une espèce ancienne de blé, Matthew Gilliam, de l'Université d'Adélaïde, en Australie, et ses collègues ont créé une variété de blé dur qui tolère mieux le sel. La tolérance au sel reflète la capacité de la plante à maintenir, malgré le sel présent dans le sol ou l'eau qui l'irrigue, une faible concentration d'ions sodium dans ses feuilles, afin de ne pas perturber la photosynthèse et, par conséquent, la croissance. L'équipe de M. Gilliam a montré qu'une espèce ancestrale de blé, *Triticum monococcum*, tolère le sel grâce à un gène noté *TmHKT5-A* ; ce dernier code un transporteur qui élimine une partie des ions sodium du système racinaire et réduit ainsi leur transport au sein de la sève vers les feuilles. Par croisements, les chercheurs australiens sont parvenus à intégrer ce gène à du blé dur (*Triticum turgidum* ssp. *durum*), utilisé pour la fabrication des pâtes et des semoules. Les essais en champ montrent notamment qu'à salinité élevée, le rendement (1,6 tonne par hectare) est supérieur de 25 pour cent à celui de la variété non modifiée.

→ M. M.

R. Munns et al., *Nature Biotechnology*, en ligne, 11 mars 2012

Médecine

Obésité, diabète et perturbateurs endocriniens

L'obésité ne serait pas seulement liée à une alimentation trop riche, au manque d'exercice et aux prédispositions génétiques. L'exposition à certaines substances chimiques, notamment des perturbateurs endocriniens – des molécules qui modifient le fonctionnement des hormones –, jouerait un rôle important dans le développement de la maladie. Le diabète aussi serait directement concerné : si nombre de cas sont liés à l'obésité, de plus en plus de personnes ne présentant pas de surpoids contractent la maladie et, là encore, l'exposition aux substances chimiques ne serait pas anodine. Telle est la conclusion de deux rapports publiés en mars, l'un par l'association française Réseau environnement santé (RES), et l'autre par l'association britannique CHEM Trust.

Selon l'Organisation mondiale de la santé, 700 millions de personnes dans le monde seront obèses en 2015, soit 75 pour cent de plus qu'il y a dix ans. En France, la population obèse a doublé entre 1997 et 2009, atteignant 6,5 millions d'individus.

La progression du diabète est elle aussi inquiétante. Cette pathologie touche aujourd'hui 220 millions de personnes dans le monde, contre 30 millions en 1995. En France, l'incidence du diabète a presque doublé entre 2000 et 2008.

La nutrition et la sédentarité ne suffisent pas à expliquer ces épidémies. De plus en plus d'études

expérimentales et épidémiologiques suggèrent que l'exposition à des perturbateurs endocriniens serait aussi en cause. Le bisphénol A et les phtalates (plastiques), des polluants organiques persistants tels les dioxines (dérivés de combustion) et les polychlorobiphényles (isolants), des pesticides, des organoétains, ont été impliqués dans la prise de poids chez l'animal. Ces mêmes substances entraînent en outre des perturbations métaboliques semblables à celles qui apparaissent avec le diabète de type II. Les perturbateurs endocriniens ne sont pas les seules substances concernées : des éléments tels le nickel, le plomb, le mercure ou l'arsenic et l'exposition prénatale à la nicotine ont aussi un effet.

Ces résultats sont à confirmer, notamment par des études chez l'homme. Mais pour nombre de médecins, les preuves sont suffisamment alarmantes pour que des mesures de précaution et d'analyse systématique soient prises dès à présent, concluent les deux rapports. C'est aussi l'avis de Barbara Demeneix, directrice du Laboratoire Évolution des régulations endocriniennes (CNRS/MNHN) : « Il est urgent de déterminer les 10-20 substances les plus incriminées et de leur substituer des composés plus sûrs. »

→ M.-N. C.

Rapport ECOD du RES et rapport CHEM Trust, mars 2012



Une souris femelle traitée de quatre à six mois au diéthylstilbestrol – une substance pharmaceutique interdite en 1977, mais qui persiste très longtemps dans l'environnement –, prend beaucoup plus de poids qu'une souris non traitée.