

Bactéries éclairantes

Des bactéries lumineuses servent de leurre aux prédateurs des mollusques qui les hébergent.

Les calmars, les seiches et autres céphalopodes sont connus pour leur poche à encre noire qui leur permet d'échapper à leurs prédateurs, mais certains disposent aussi d'un organe lumineux qui fonctionne grâce à des bactéries luminescentes. Située sous le ventre, cette «lampe» servirait d'appât en attirant les proies, tel le «lamparo» d'un bateau de pêche, mais son rôle est surtout défensif. Normalement, les céphalopodes sont repérés par les prédateurs qui voguent au-dessous, parce qu'ils se détachent en contre-jour sur la surface de l'océan éclairé par le Soleil ou par la Lune. L'«ampoule» à bactéries placée sous le ventre leurre les prédateurs en nimbant les céphalopodes d'un halo laiteux, qui estompe leur silhouette. Au laboratoire marin Kewalo de l'Université d'Hawaii, à Honolulu, Margaret McFall-Ngai et son équipe ont montré que ce sont les bactéries elles-mêmes qui déclenchent la formation de leur niche écologique, l'organe lumineux.

Euprymna scolopes est une sépiole, un céphalopode de petite taille proche des seiches, mais qui n'a pas d'os calcifié. Le jour, elle somnole, enfouie dans les sédiments ; au crépuscule, elle chasse. L'organe lumineux n'a pas une fonction vitale : à la naissance, les petites sépioles en sont dépourvues et, au laboratoire, elles n'en acquièrent pas tant que leur milieu reste stérile. L'organe ne se développe qu'après un contact avec *Vibrio fischeri*, une bactérie spécifique de l'environnement marin d'*Euprymna scolopes*.



Comme d'autres sépioles, celle d'Indonésie fait varier sa luminosité au fond de l'océan.

En sa présence, la sépiole secrète un mucus visqueux qui, tel un aimant, attire les bactéries de cette espèce. Celles-ci s'agglutinent près de pores, situés à proximité du futur organe, pénètrent dans des sortes d'alvéoles épithéliales et déclenchent la formation de la glande lumineuse transparente.

Une fois amorcé, le système s'auto-entretient. Comme les bactéries ont une durée de vie très courte, le stock en est renouvelé chaque jour : le matin, la plupart d'entre elles (90 à 95 pour cent) sont rejetées dans l'eau de mer, tandis que celles qui sont restées en place se multiplient activement. Le soir venu, le dispositif est de nouveau prêt à fonctionner.

Après leur rencontre, la sépiole et la bactérie entretiennent une relation symbiotique permanente. Les bactéries se nourrissent des peptides de l'enveloppe qui les renferme, et elles fournissent l'éclairage, par le biais d'une enzyme, la luciférase. Toutefois, les sépioles gardent la maîtrise de la luminosité : elles disposent de tissus qui jouent le rôle de lentilles, de réflecteurs et d'obturateurs, grâce auxquels elles font varier l'intensité lumineuse à volonté, voire même la direction du faisceau lumineux émis.

En Méditerranée, certaines sépioles sont également pourvues d'un dispositif d'éclairage, mais il fonctionne avec d'autres bactéries. Parfois, une espèce de sépiole a «ses» propres bactéries lumineuses. Ce type de relations symbiotiques est assez fréquent chez les céphalopodes. Chez les seiches, des glandes, dites accessoires, deviennent rouges à maturité sexuelle, et cette coloration est due à la synthèse de caroténoïdes par des bactéries symbiotiques. Quant aux calmars, certains cumulent deux associations symbiotiques : un type de bactéries assure la luminescence, un autre la coloration des glandes accessoires.

En fait, les céphalopodes actuels sont des invertébrés dotés d'une évolution cérébrale remarquable, mais on ne connaît pas tous les maillons de leur chaîne évolutive. Les biologistes pensent que leur survie est peut-être liée à la faculté d'adaptation de leurs bactéries symbiotiques. Pour Renata Boucher-Rodoni, au Laboratoire de biologie des invertébrés marins et malacophagie du Muséum national d'histoire naturelle, à Paris, ces bactéries représentent un fil d'Ariane qui pourrait permettre aux biologistes de reconstituer l'histoire évolutive des céphalopodes et de retrouver leur ancêtre commun et la toute première bactérie qui les a éclairés.

Marie-Thérèse LANDOUSY

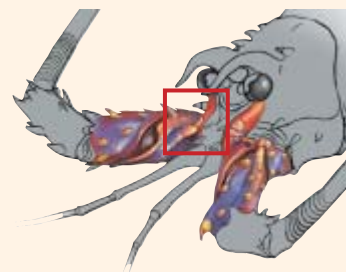
BRÈVES

Je est un autre

Se mettre à la place de quelqu'un d'autre ! Jean Decety et Perrine Ruby, de l'Unité INSERM 280, ont mis en évidence les mécanismes cérébraux qui autorise ce dédoublement de la personnalité. Un tomographe par émission de positons a enregistré l'activité cérébrale de volontaires à qui l'on a demandé de s'imaginer en train d'utiliser un objet usuel ou d'imaginer une autre personne manipulant cet objet. Les résultats montrent que des aires, notamment celles de la programmation des mouvements, sont activées dans tous les cas, tandis que d'autres interviennent dans la distinction entre soi et l'autre. Les sujets se représentent l'action réalisée pour un autre, sans toutefois aller jusqu'à se confondre avec lui.

La langouste virtuose

Comment les langoustes effraient-elles leurs prédateurs ? En jouant du violon ! De nombreux animaux, tels les criquets, produisent un son par le frottement de pièces rigides et rugueuses. Toutefois, grâce à des microphones et des micro-capteurs, Sheila Patek, de l'Université Duke, a montré que les langoustes utilisent la friction de deux tissus mous pour créer un son : de la même façon qu'un archet glisse sur les cordes d'un violon, une pièce souple, nommée plectrum, de la base de l'antenne de l'animal glisse sur une bande de tissus mous qui joint le point d'ancrage de l'antenne à l'œil.



La tisseuse de circuits électroniques

La veuve noire est une araignée qui tisse une soie particulièrement résistante. Et si l'on se servait de cette soie pour fabriquer des fils conducteurs, minces et solides ? Markus Koch et Michael Stuke, de l'Institut Max Planck ont réussi, par l'action abrasive d'un laser, à amincir des brins de cette soie jusqu'à un diamètre compatible avec les connexions les plus fines des circuits électroniques actuels. Les brins conservent leur solidité. Ils devraient maintenant être recouverts de métal par un procédé électrochimique ; on obtiendrait alors de longs fils conducteurs souples, fins et résistants.

De nouveaux poissons-chats

L'Institut de recherche pour le développement et l'Institut de recherche sur les pêcheries de Jakarta ont étudié les différentes espèces de poissons-chats qui peuplent les eaux indonésiennes. Diversité biologique, phylogénie, abondance, zones de répartition, ont été



IRD

suivies dans une enquête minutieuse commencée en 1996. À la clé, trois nouvelles espèces et la découverte qu'une des espèces locales, *Pangasius djambal*, est adaptée à la pisciculture. Son goût et la couleur blanche de sa chair sont fort appréciés des Indonésiens, et c'est un des poissons-chats qui atteint la plus grande taille à l'âge adulte (de trois à cinq kilogrammes). Enfin, ses larves ne se dévorent pas entre elles, un cannibalisme qui limite souvent les taux de survie dans les stations piscicoles.

Étoiles mangeuses de planètes

L'étoile HD82943 a été prise en flagrant délit de «planéticide» par une équipe de l'Institut d'astrophysique de Gran Canarias. On a observé les reliefs du repas de l'étoile dans son spectre, sous la forme des raies du lithium 6. Cet isotope, rapidement détruit dans les étoiles de type solaire, ne survit qu'au sein des planètes plus froides : on en déduit que le lithium avait été récemment «absorbé» par l'étoile, dont on suppose qu'elle venait d'engloutir une ou plusieurs de ses planètes qui contenait l'élément révélateur.

Un assemblage de virus

Certaines tumeurs du cerveau restent difficile à traiter. Un petit pas en direction d'un traitement vient d'être franchi chez la souris. Le virus de la poliomyélite se fixe sur une molécule exprimée en abondance par les cellules de ces tumeurs. Il a une qualité que l'on recherche pour tous les traitements anticancéreux : il est bien ciblé. Malheureusement, on ne peut injecter du poliovirus au risque de déclencher la maladie. Une équipe de l'Université Duke a eu l'idée de combiner ce virus avec un rhinovirus, responsable du rhume. Le virus modifié ne confère plus la maladie, mais conserve son pouvoir de destruction des cellules malignes visées. Après une injection, les souris ont été débarrassées de leur tumeur cérébrale.

Le son des bulles

Dans les mousses, les petites bulles éclatent autant que les grosses, et les explosions se produisent en cascade.

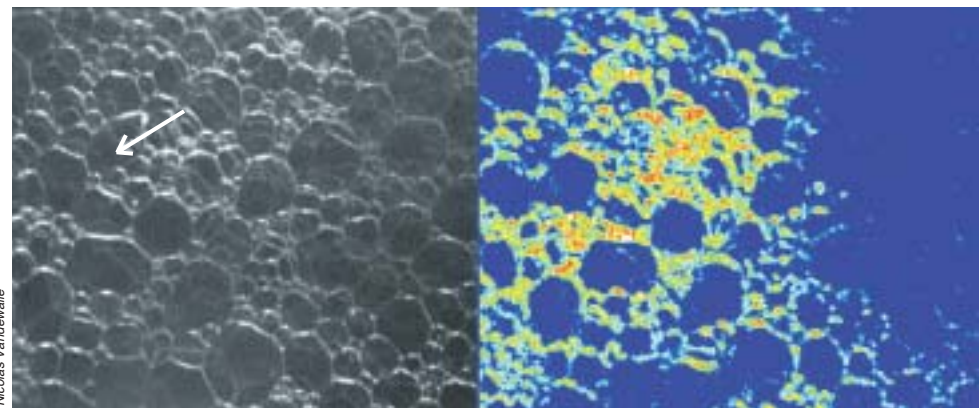
Qui ne s'est jamais laissé bercer dans son bain par l'apaisant crépitement de la mousse? Les bulles semblent éclater au hasard : il n'en est rien. Le crépitement n'est pas régulier, mais se produit par salves. Quand une bulle explose, elle provoque la disparition en cascade des bulles de son voisinage.

Rien de plus facile que de fabriquer de la mousse : on souffle de l'air dans de l'eau savonneuse ou on l'agite vigoureusement, et des bulles se forment, et emprisonnent de l'air. Leurs parois, composées de molécules de savon et d'eau, sont très fines (quelques centaines de nanomètres). Plus les parois contiennent d'eau, plus elles sont épaisses et moins elles sont fragiles. Les bulles sont empilées comme des oranges écrasées ; elles reposent sur l'eau et les bulles supérieures sont en contact avec l'air. L'eau circule entre les bulles, soumise à deux forces : les forces de gravité attirent l'eau vers le bas et les forces de capillarité attirent l'eau essentiellement vers le haut, en l'«aspirant» du réservoir d'eau savonneuse. Au sommet de la mousse, les forces de gravité sont supérieures aux forces de capillarité, et peu à peu, l'eau s'écoule entre les bulles, mais aussi au sein des parois. Les parois des bulles de surface s'assèchent, s'amincissent, deviennent plus fragiles, et finissent par éclater quand leur paroi n'est plus assez élastique pour résister aux contraintes. À long terme, les bulles disparaissent.

Nous avons mis en œuvre une étude statistique de l'éclatement des bulles de savon et de bière, grâce à des enregistrements sonores. Une explosion dure quelques millisecondes seulement, et entre 500 et 1 000 bulles éclatent par minute selon la mousse. Il est donc très rare que deux explosions soient simultanées (environ 0,5 pour cent des explosions seulement), c'est pourquoi nous pouvons séparer les différentes explosions des bulles. L'intensité sonore étant proportionnelle au volume de la bulle qui éclate, nous avons calculé la taille des bulles qui explosent en fonction du temps. Nous avons aussi évalué les durées qui séparent deux explosions successives, et montré que les grosses bulles explosent aussi souvent que les petites.

En analysant les durées entre les éclatements successifs, nous avons montré que ceux-ci se produisent par «cascades». Nous avons cherché à en déterminer les mécanismes, grâce à l'analyse vidéo. L'explosion d'une bulle provoque une perturbation des bulles à la surface et au sein de la mousse. Nous avons mesuré qu'en surface, les bulles se réorganisent sur des distances importantes : de l'ordre de 10 diamètres de bulles (les bulles mesurent entre cinq et huit millimètres de diamètre). En profondeur, des bulles montent et prennent la place de celles qui ont explosé, mais ce phénomène se limite aux premières bulles voisines. L'explosion d'une bulle provoque aussi une minuscule turbulence de l'air qui détruirait les parois les plus fragiles des bulles environnantes, ce qui explique pourquoi les cascades d'explosions apparaissent, mais pas pourquoi elles s'arrêtent. La prochaine fois que vous prenez une bière, écoutez les salves de bulles qui crépitent, et attention aux turbulences!

Nicolas VANDEWALLE,
Université de Liège



Nicolas Vandewalle

Une mousse avant l'éclatement d'une bulle (à gauche). Lorsqu'une bulle éclate (flèche), elle perturbe toute la région environnante ; les zones colorées en jaune-vert (à droite) représentent les parois des bulles que l'explosion a perturbées. Les bulles en surface sont touchées sur une distance environ égale à 10 diamètres de bulles (les bulles mesurent cinq à huit millimètres).

Gingembre à géométrie variable

Afin d'éviter l'autopollinisation, les fleurs de gingembre orchestrent le déplacement de leurs organes sexuels.

Quelle est la plus grande crainte des plantes à reproduction sexuée? L'autopollinisation, car elle empêche le brassage des gènes et restreint ainsi les possibilités d'évolution. Cette crainte est d'autant plus justifiée pour les plantes hermaphrodites qui portent à la fois les cellules reproductrices (les gamètes) mâles et les cellules reproductrices femelles. L'équipe de Qing-Jun Li, de l'Académie des sciences de Chine, à Mengla, dans le Yunnan, a mis en évidence le procédé par lequel neuf espèces de fleurs de gingembre (*Alpinia*), hermaphrodites, évitent cet inconvénient : leurs organes sexuels se déplacent au cours de la période de reproduction.

Les gamètes mâles sont les grains de pollen portés par les anthères à l'extrémité des étamines, tandis que les gamètes femelles sont enfouies dans l'ovaire qui se prolonge par une tige, le style, sur lequel on trouve les stigmates : l'ensemble forme le pistil. Quand les anthères se dessèchent, les grains de pollen sont libérés. Ces derniers se déposent sur les stigmates d'autres fleurs, puis, par un prolongement cellulaire atteignant, via l'intérieur du style, les ovules pour les féconder. L'ovaire se développe alors en un fruit qui renferme les graines.

Comment les fleurs de gingembre, qui n'ont que 24 heures pour se reproduire avant de mourir, évitent-elles que les grains de pollen d'une fleur ne se posent sur les stigmates de la même fleur? Il existe deux types de fleurs qui diffèrent, selon le moment de la journée, par la position des anthères par rapport aux stigmates. À l'aube du jour de la reproduction, certaines ont un style souple qui place les stigmates sous les anthères, en position de recevoir le pollen, tandis que d'autres ont un style rigide qui se dresse au-dessus des anthères, à l'écart du pollen.

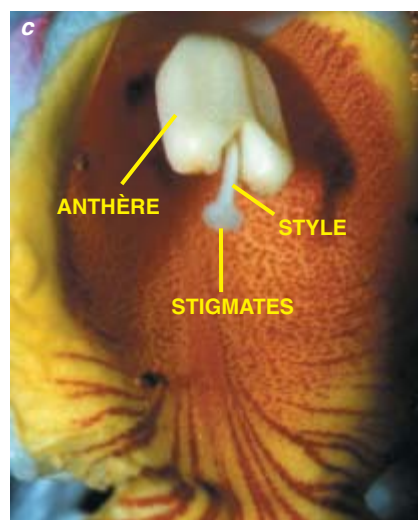
Les botanistes chinois ont observé les mouvements suivants : de six heures à six heures et demie, seules les anthères des fleurs à style rigide libèrent des grains de pollen. Ces derniers se déposent sur le dos des insectes butineurs qui se placent sous

l'anthère pour boire le nectar de la fleur. Ainsi les grains de pollen sont transportés vers d'autres fleurs, et évitent les stigmates de la fleur dont ils sont issus, puisqu'ils sont placés au-dessus des anthères. Les insectes volent de fleur en fleur : les grains de pollen se collent uniquement sur les stigmates des fleurs à style souple, qui n'ont pas encore libéré de pollen. Cette situation dure jusqu'à midi, heure à laquelle les styles souples se raidissent, se dressent, et passent au-dessus des anthères qui, seulement alors, libèrent les grains de pollen (vers 15 heures). Quelques minutes plus tard, les styles rigides s'assouplissent et ploient : leurs stigmates sont sous les anthères, prêts à recevoir les grains de pollen transportés par les insectes. La seconde période de la pollinisation a alors lieu. Pour chaque type de fleurs,



le style dressé forme avec les anthères un angle de 170°, suffisant pour éviter l'autopollinisation.

La vitesse des mouvements dépend des conditions météorologiques, mais toutes les fleurs du même type sont synchrones : les anthères ne s'ouvrent que lorsque le style est au-dessus d'elles et met ses stigmates hors de portée. Ce mouvement de va-et-vient des styles, qui semble propre aux fleurs de gingembre, est une des nombreuses stratégies mises au point par les plantes à fleurs pour éviter l'autopollinisation.



Les fleurs de gingembre *Alpinia* sont de deux types : le matin, certaines ont un style rigide (a), d'autres ont un style souple (b). Les premières libèrent des grains de pollen que des insectes (en haut) véhiculent jusqu'aux stigmates réceptifs des secondes. L'après-midi, les styles rigides s'assouplissent (c), tandis que les souples se raidissent (d). Dans cette situation inversée, les secondes libèrent le pollen qui sera transporté jusqu'aux stigmates des premières. L'autopollinisation a été évitée.