

déambulait dans les eaux indonésiennes à cheval sur deux demi-noix de coco. Le poulpe les utilise comme refuge en cas de danger dans un environnement hostile. Dans l'archipel malais, les biologistes ont aussi observé un poulpe « imitateur », *Thaumoctopus mimicus*, qui se fait passer tantôt pour un poisson plat, tantôt pour une rascasse ou encore pour un serpent de mer. L'imitation n'est pas anodine, car tous ces modèles renferment de puissants venins, ce qu'ils ne manquent pas de signaler en arborant des rayures noires et blanches ostentatoires.

La tromperie peut aussi être destinée à des individus de la même espèce. En Australie, Roger Hanlon, du Laboratoire de biologie marine de Woods Hole, et ses collègues ont observé en milieu naturel que les petits mâles de l'espèce *Sepia apama* trompent les mâles plus gros qui montent la garde auprès des femelles en imitant la coloration des femelles. Cette stratégie de duperie est payante près d'une fois sur deux.

En matière de tromperie, le mâle d'une autre espèce australienne, *S. plangon*, est encore plus fort. Des observations en milieu naturel dans le port de Sydney, ainsi qu'en

laboratoire par Culum Brown, de l'Université Macquarie (Sydney), et son équipe ont montré que les seiches mâles sont capables d'arborer d'un côté de leur corps une coloration typique de femelle face à un rival, tandis qu'ils font la cour à une femelle de l'autre côté, en arborant des couleurs de mâle. Cette tactique est utilisée seulement quand un seul rival est présent, la duperie risquant d'être découverte en présence de plusieurs mâles.

## Innovants et joueurs

De telles stratégies de duperie, décrites chez certains oiseaux et mammifères, sont associées à des capacités cognitives élaborées. Il est probable que les comportements sociaux soient un des moteurs de l'évolution et du développement des capacités cognitives chez certains céphalopodes, mais pas seulement. Les capacités d'innovation sont aussi des facteurs corrélés à l'intelligence et à la taille relative du cerveau, et divers comportements innovants ont été décrits chez les poulpes et les seiches. En 2012, par exemple, une photographe amateur a été témoin de l'attaque d'un goéland par un poulpe de près d'un mètre de long (*Enteroctopus dofleini*) dans le port de Victoria, au Canada. Le poulpe a eu raison de l'oiseau en quelques minutes. Ce comportement était innovant, car il n'était pas adopté par tous les membres de l'espèce.

Un autre comportement associé au développement cognitif, principalement chez les oiseaux et les mammifères, mais aussi chez quelques rares poissons et reptiles, est le jeu. Récemment, des comportements de jeu ont été observés chez la pieuvre, notamment par Jennifer Mather, de l'Université de Lethbridge, au Canada, et par Michael Kuba, de l'Université de Jérusalem. Les pieuvres montrent de la curiosité envers des objets nouveaux (de petits cubes en plastiques), se dirigent vers eux, les prennent et les manipulent en les faisant passer d'un bras à l'autre.

Une des particularités des céphalopodes est l'absence de soins parentaux directs aux jeunes. Sauf chez quelques rares espèces tel le nautile, qui vit 20 ans, les individus de différentes générations ne se rencontrent jamais, car les mâles et les femelles meurent après leur unique et intense saison de reproduction. Comment s'en sortent les jeunes ? Notre équipe est spécialisée dans l'étude de la cognition

## BIBLIOGRAPHIE

L. Cartron et al., **Maturation of polarization and luminance contrast sensitivities in cuttlefish (*Sepia officinalis*)**, *J. Exp. Biol.*, vol. 216, pp. 2039-2045, 2013.

J. K. Finn et al., **Defensive tool use in a coconut-carrying octopus**, *Current Biology*, vol. 19, pp. R1069-R1070, 2009.

L. M. Mäthger et al., **Anatomical basis for camouflaged polarized light communication in squid**, *Biology Letters*, vol. 2, pp. 494-496, 2006.

L. Bonnaud et R. Boucher-Rodoni, **Une communication aux motifs changeants**, *Dossier Pour la Science*, n° 34, pp. 18-25, 2002.

## Ce que voient les céphalopodes

**L**es animaux qui distinguent les couleurs sont sensibles à différentes parties du spectre lumineux : la lumière peut être représentée par un ensemble d'ondes électromagnétiques caractérisées chacune par une longueur d'onde, dont les yeux distinguent certaines composantes.

Les céphalopodes ne sont pas sensibles aux longueurs d'onde, mais à la polarisation de la lumière. Une onde lumineuse est caractérisée par deux composantes : un champ magnétique et un champ électrique, représentés par deux vecteurs oscillant dans un plan perpendicu-

laire à la direction de propagation de l'onde. La polarisation caractérise la direction dans laquelle oscille le champ électrique. Le champ électrique d'une lumière non polarisée oscille dans toutes les directions. S'il garde une direction fixe, la polarisation est linéaire. S'il tourne autour

de l'axe de propagation, la polarisation est circulaire.

La lumière du Soleil n'est pas ou très peu polarisée. En revanche, elle se polarise quand elle frappe une surface réfléchissante (la surface d'eaux calmes, des plumes mouillées, des écailles de poisson), quand elle est dispersée par des particules ou quand elle traverse une surface transparente, telle une crevette translucide (à gauche). Une seiche distingue ainsi l'animal (à droite, vu avec des filtres polarisés imitant la vision de la seiche).



Maday Shashir



**4. UNE SEICHE MÂLE** *Sepia plangon* (à droite) est capable de présenter une coloration attrayante pour une femelle sur un côté et, face à un rival (non montré), d'imiter une femelle sur l'autre côté. Le rival, alors, ne l'attaque pas.



**5. DANS L'ŒUF**, quelques semaines avant l'éclosion, l'embryon de seiche (ici d'une espèce indonésienne) est une seiche miniature qui voit à travers la membrane et apprend.

périnatale chez la seiche. Depuis une dizaine d'années, l'une de nous (A.-S. Darmaillacq) s'intéresse ainsi aux capacités d'apprentissage précoce. Longtemps, on a cru que les jeunes découvraient le monde après la naissance, mais de nombreuses observations récentes montrent qu'au contraire, les stimulations extérieures sont perçues très tôt dans l'œuf par les embryons de seiche.

### Un apprentissage... dans l'œuf

En 2008, A.-S. Darmaillacq a mis en évidence que, quelques semaines avant l'éclosion, environ deux mois après la ponte, les embryons de seiche voient leur environnement à travers la capsule de l'œuf : des seiches qui ont perçu des proies avant l'éclosion ou dans les heures qui l'ont suivie orientent leur préférence vers ces proies, même s'il ne s'agit pas de leur préférence innée. Cet apprentissage, nommé « empreinte alimentaire », permet aux jeunes seiches de ne pas choisir leur proie en faisant des essais au hasard, ce qui pourrait être risqué, mais d'orienter leur choix en fonction des proies disponibles et donc de s'adapter tôt et vite à d'éventuels changements de l'environnement.

L'apprentissage des proies est lui-même élaboré. L'un de nous (L. Dickel) a montré que la perception des proies est d'une grande précision : les seiches les distinguent sur la base de leur contraste ou de leur forme ; elles élaborent aussi des catégories perceptives « crabes » versus « crevettes » et généralisent les caractéristiques apprises

à des proies ressemblantes, en regroupant dans la même catégorie des crabes blancs et des crabes noirs, par exemple.

Les seiches et poulpes adultes sont aussi capables d'apprendre des tâches aussi diverses que s'orienter dans l'espace, ne plus tenter de capturer une proie inaccessible ou au goût désagréable ou encore distinguer des formes ou des textures différentes. Les informations acquises dans ces apprentissages peuvent être retenues sur plusieurs jours consécutifs, signe d'une bonne mémoire à long terme.

Ces découvertes ont toutes contribué à faire connaître les céphalopodes. De monstres insaisissables, ces animaux ont acquis, en Europe du moins, le statut d'êtres sensibles à la douleur physique et psychologique. La révolution des pratiques de la recherche est le signe de l'évolution rapide de la relation de l'homme à l'animal sous toutes ses formes et plus seulement celles qui lui ressemblent. Et la question se posera vite sur la réglementation des pratiques associées à l'exploitation industrielle de ces animaux, telles que la pêche ou l'aquaculture.

Les céphalopodes doivent-ils être considérés comme les seuls invertébrés « sensibles » ou comme les premiers invertébrés ainsi qualifiés ? Les connaissances sur la cognition ou la perception de la douleur avancent vite sur d'autres mollusques, sur l'abeille ou certains crustacés. L'usage de ces modèles est déjà réglementé dans plusieurs pays (Nouvelle-Zélande, Australie, Canada, Norvège...). Certains disent que cette réglementation va trop loin, d'autres prétendent au contraire que le respect de l'animal quel qu'il soit doit passer avant

la recherche scientifique. Signe des temps, ces débats, jusque-là anecdotiques bien que passionnés, émergent maintenant au niveau du législateur et du chercheur. Dans plusieurs pays européens, des laboratoires travaillant sur les céphalopodes ont commencé des recherches pour combler le manque de connaissance sur le bien-être de ces animaux (douleur, anesthésie, effets des conditions d'élevage, stress...). Car pour une fois, la loi est allée plus vite que la science !

En 1991, un groupe de travail de l'Institut britannique d'éthique médicale a proposé six critères pour considérer qu'un animal ressent de la douleur physique. Deux d'entre eux sont avérés chez les céphalopodes : ces animaux ont un cerveau très développé et répondent de façon persistante à des stimulations potentiellement douloureuses. En revanche, la présence des quatre autres critères n'est que « probable » : récepteurs à la douleur, voies nerveuses directes conduisant les informations douloureuses de ces récepteurs au cerveau, récepteurs aux substances opioïdes (système antidouleur endogène) et efficacité d'analgésiques qui atténuent la douleur chez les autres espèces.

La douleur psychologique et la « conscience » sont plus difficiles à évaluer. Elles sont au cœur des études de certains chercheurs, tels que J. Mather, ou David Edelman, de l'Institut des neurosciences de San Diego. Néanmoins, les faits sont déjà là : les krakens monstrueux des Victor Hugo, Jules Verne et autres romanciers du XIX<sup>e</sup> siècle ont laissé la place à des êtres sensibles, joueurs et intelligents. ■