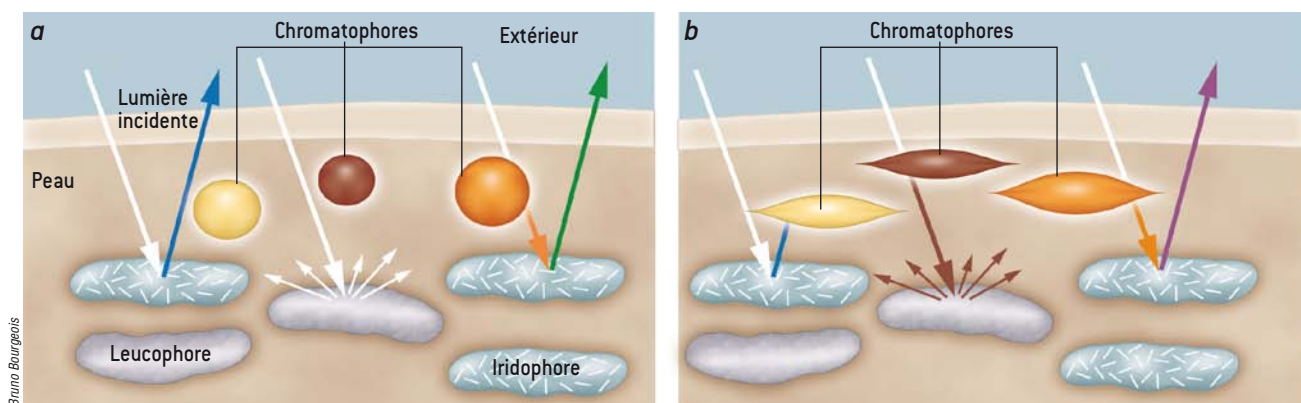




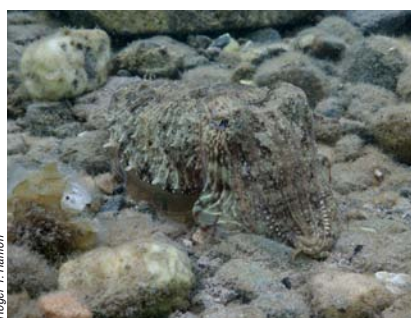
2. LA PEAU DES CÉPHALOPODES (ci-contre celle d'une seiche *Sepia officinalis* vue à la loupe) contient trois types de cellules qui modulent sa couleur : les chromatophores, les leucophores et les iridophores. Les chromatophores, qui contiennent des pigments de diverses couleurs (ici jaune, orange, marron), dessinent divers motifs en une fraction de seconde selon qu'ils se contractent (a) ou se dilatent (b). Ils filtrent aussi la lumière qui les traverse. Les leucophores, blancs, diffusent la lumière incidente dans toutes les directions, ce qui augmente l'intensité de la couleur correspondante. Les iridophores portent à leur surface de petites plaques réfléchissantes orientées aléatoirement, ce qui influe sur la couleur de la lumière.



réfléchissante, elle se polarise (voir l'encadré page 28). La structure particulière de leur rétine permet aux céphalopodes de percevoir cette propriété de la lumière à laquelle nous sommes insensibles. Là où un plongeur ne verra que scintillements, la seiche, elle, distinguera des poissons argentés ou des crevettes transparentes. Capables de détecter ces signaux lumineux depuis leur plus jeune âge, les seiches rendent le camouflage de ces proies inopérant. Percevoir la polarisation de la lumière ajoute une nouvelle dimension à la vision, analogue à l'ajout des couleurs à une image en noir et blanc.

En 2012, nous avons montré que la sensibilité à la polarisation de la lumière permet aussi aux seiches de s'orienter dans l'espace à l'instar de nombreuses espèces d'insectes. Placées dans un labyrinthe en Y, les seiches retrouvent un abri situé à l'extrémité d'un bras aussi bien à l'aide de balises visuelles (des « panneaux de signalisation » noirs et blancs indiquant le bon ou le mauvais chemin) que de la direction de la polarisation lumineuse.

Le développement de cette sensibilité semble dépendre de l'environnement dans lequel évolue l'animal : nous avons montré, en collaboration avec Nadav Shashar, de l'Université Ben Gourion, en Israël, que la seiche commune *Sepia officinalis*, que l'on trouve dans la Manche, perçoit des stimulus lumineux polarisés même dans une eau turbide, contrairement aux seiches vivant dans les eaux claires de la mer Rouge (*Sepia pharaonis*). Enfin, la vision de la lumière



3. DES SEICHES *Sepia officinalis* se fondent dans chacun de ces fonds marins.

Les trouvez-vous ? En haut, la seiche arbore un motif uniforme, imitant le duvet de mousse qui recouvre les pierres. En bas, deux seiches ont opté pour des motifs aux contours bien délimités, qui se confondent mieux avec les éléments contrastés du fond.

polarisée permettrait aux seiches de communiquer. Les seiches polarisent elles-mêmes la lumière via les iridophores présents sur leurs bras et sur leur tête. Nous pensons qu'il s'agit de signaux qui peuvent être échangés avec leurs congénères sans éveiller l'attention des prédateurs – une sorte de canal de communication crypté.

Le toucher joue aussi un rôle important. En mai 2014, Binyamin Hochner, de l'Université hébraïque de Jérusalem, et ses collègues ont montré que le poulpe présente un système de reconnaissance chimique de soi qui empêche ses ventouses de se coller à sa propre peau, et ainsi de faire des nœuds avec ses bras.

Imitation et tromperie

Si l'on est ici encore loin d'avoir montré que le poulpe a une « conscience de soi », les céphalopodes présentent une forme d'intelligence qu'illustrent leurs comportements. À l'instar des grands singes ou des corvidés (corbeaux, corneilles), ils sont capables d'utiliser des outils, de manier la duperie ou encore de faire preuve de comportements surprenants. Au cours de plusieurs centaines d'heures de plongée effectuées entre 1999 et 2008, Julian Finn et Mark Norman, du Muséum Victoria, à Melbourne en Australie, et Tom Tregenza, de l'Université d'Exeter, en Angleterre, ont fait des observations étonnantes. Ils ont filmé plusieurs spécimens d'un petit poulpe, *Amphioctopus marginatus*, qu'ils ont surnommé poulpe-noix de coco : l'animal

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 (*Eteiroctopus 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

Les 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 Shashar