

Les Caméléons des mers, les céphalopodes.

Poulpe, seiche et calmar, d'étranges animaux.

Formant le groupe des céphalopodes, l'aspect des poulpes ou pieuvres, des seiches et des calmars (ou calamars) suscite souvent de la répulsion mêlée d'une craintive fascination. Cela commence par leur anatomie : Un corps mou dénué de squelette pour le poulpe, avec un "os" pour la seiche et une "plume" en fait une fine coquille translucide pour le calmar. Ils ont trois cœurs. Leur sang est bleu (dû à la présence de cuivre pour capter l'oxygène). Ils possèdent neuf cerveaux, le plus gros situé dans le manteau et les autres dans chacun des tentacules! Ce qui rend chacun d'eux indépendant et autonome, et il semble bien que les céphalopodes soient capables de ressentir mais aussi de sentir et goûter par les tentacules.



Peuplant toutes les mers et océans (sauf la mer noire car non salée), Ils sont présents près des côtes mais également dans les grands fonds. En 2016, des chercheurs pilotant le robot sous-marin Deep Discovery ont filmé un tout petit poulpe blanc à plus de 4000 mètres. En attendant de lui donner un nom scientifique la communauté des chercheurs l'a baptisé "Casper".

Les céphalopodes se distinguent même par la longévité de la couvaison. Après la reproduction qui se fait face à face, chacun des partenaires enlaçant l'autre, le mâle meurs et la femelle pond des œufs qu'elle surveillera, nettoiera et protégera pendant quelques semaines jusqu'à leur éclosion avant de mourir. Mais quand ils vivent à grande profondeur, au-delà des 100 mètres, la couvaison est beaucoup plus longue. Une maman poulpe a été observée lors d'une longue série de plongées profondes, couvant sa progéniture pendant presque quatre ans et demie! La plus longue couvaison du règne animal connue¹.



Casper le petit poulpe

Le mystère des céphalopodes. (suite)

De véritables "Arlequins" sous-marins.

Et comme si cela ne suffisait pas à les rendre captivants, les poulpes, seiches et calamars sont en plus capables de se déguiser en panneau publicitaire ou se couvrir d'une véritable cape d'invisibilité. En effet ces animaux affichent leurs émotions par une palette de couleurs surgissant à fleur de peau.

Parmi tous les témoignages des chercheurs et plongeurs du monde, Peter Godfrey-Smith², nous décrit la rencontre avec sa première seiche dans le Pacifique.

« C'était une seiche *Sépia apama* (seiche géante australienne) dont le manteau faisait 50 cm de long et le corps entier 1 m. L'animal semblait être de toutes les couleurs à la fois rouge, gris, gris-bleu. Des motifs apparaissaient et disparaissaient en une fraction de seconde. Un rouge sombre initial cédait la place à des taches de gris et à des veines d'argent brillantes comme si l'animal était parcouru de courants électriques. Des trainées de rouges vifs partaient soudain de ses yeux. Des bleus et des verts s'infiltraient en avant et à l'arrière des bras. Les bras se promenaient dans tous les sens. Les couleurs venaient et partaient et l'animal avançait et reculait. La créature semblait aussi intéressée par moi que je l'étais par elle. Elle me regardait avec attention, avec une curiosité bienveillante et de temps en temps lorsque j'étais très proche, la seiche géante a étendu un bras et touchait le mien. Leurs corps entier est un écran sur lequel se déploient des motifs de couleurs. Et ces motifs ne sont pas simplement des séries d'instantané mais des formes mouvantes comme des rayons de lumière et des nuages.»

Des trois céphalopodes, les seiches sont incontestablement les artistes du déguisement. Mais comment font-ils pour faire apparaître en un éclair une teinte qui se déplace à différentes vitesses et sera remplacée par une autre en une fraction de seconde?

Une peau "magique".



La fine transparente peau des céphalopodes couvre une couche interne avec de minuscules sacs qui contiennent des pigments de couleur, les chromatophores (du grec chroma - couleur et phore - qui porte). Sous le contrôle du cerveau, ces chromatophores reliés à de nombreuses fibres musculaires peuvent être étirés et élargis révélant la couleur du pigment.

Les pigments des chromatophores sont tous d'une seule et même couleur. Un chromatophore est soit rouge, soit jaune, soit noir brunâtre. Et l'activation à un même endroit de différents chromatophores superposés, jaune et rouge peut faire apparaître sur la peau la couleur orange. Mais la palette de couleur bleue, verte, violette blanche ou argentée qui parcourt le corps des seiches ne peut être produite par ces seuls chromatophores.

Pour cela d'autres cellules situées en dessous de la seconde peau reflètent la lumière qui pénètre plus profondément dans la peau, les iridophores et les leucophores. Ces cellules reflètent la lumière soit telle qu'elle arrive ou en la transformant.

D'abord, les iridophores, du grec « iris » le nom de la déesse transformée en arc en ciel, sont sensibles à la lumière qui leur parvient et par diffraction, la renvoie en des couleurs iridescentes. C'est ainsi que les céphalopodes peuvent afficher les couleurs bleues ou vertes. Ces cellules réfléchissent également la couleur rouge, jaune ou noir que leur renvoient les chromatophores.

Enfin, sous les iridophores, il y a les leucophores, du grec «leucos - blanc » qui reflètent la lumière sans la modifier que ce soit la lumière directe ou les couleurs émises par les chromatophores et iridophores!

En combinant ces trois mécanismes, les céphalopodes peuvent faire apparaître sur la peau toutes les couleurs de l'arc en ciel.



De plus, la peau de ces animaux stupéfiants, peut se déformer localement et se parer de relief, de papille, imitant la surface irrégulière du fond où ils évoluent. Si bien qu'en plus de ressembler à la texture d'une algue et en combinant les mécanismes de mimétisme, les seiches, calamars et poulpes peuvent disparaître soudainement. "Parfois seuls les yeux de l'animal le révèlent et on a alors l'impression étrange d'un paysage en train de nous regarder. Mais cet extraordinaire talent de camouflage des céphalopodes recèle un mystère. Un étrange et profond mystère"³

Comment les céphalopodes voient les couleurs?

Les yeux étranges des céphalopodes avec des iris tout ronds ou en forme de trait horizontale, ou en forme de "U" ou encore de "W" ne possèdent qu'un seul type de photorécepteur. Or pour être capable de percevoir les couleurs, les animaux quels qu'ils soient, doivent avoir au moins deux types de photorécepteurs dans les yeux. L'un pour discerner le rouge par exemple et l'autre le bleu. L'homme possède trois sortes de photorécepteurs, permettant de distinguer le rouge, le vert et le bleu.

Alors, les céphalopodes avec leur unique photorécepteur ne peuvent percevoir que les intensités de lumière, les contours ; les contrastes et les reliefs, mais pas les couleurs. Les céphalopodes seraient donc incapables de voir les couleurs, ils seraient achromatopsiques⁴. Leurs yeux percevraient le monde sous forme de nuances de gris! Mais alors, comment font-ils donc pour réussir à reproduire les couleurs de leur environnement immédiat?

Explication "Naturelle".

Certains chercheurs ont proposé comme explication possible que les céphalopodes achromatopsiques, perçoivent avec une grande acuité la texture, les formes et le relief de leur environnement et certains détails, qui sont masqués par la vision des couleurs. C'est ainsi par exemple que lors de la seconde guerre mondiale, les militaires ont utilisés des soldats achromatopsiques qui ne percevaient l'environnement que sous forme de gris, pour détecter et révéler les installations adverses camouflées dans la jungle.



Et si en plus, on connaît la couleur standard d'un élément, si l'on sait que le ciel est bleu, que les algues sont généralement vertes, que le sable est jaunâtre, nous pourrions comprendre comment les céphalopodes réussissent à afficher toutes les couleurs de l'arc-en-ciel. Au cours de l'évolution, les céphalopodes qui auraient réussi à afficher les bonnes teintes ont pu échapper

aux prédateurs et se reproduire.

Mais si tel est le cas, les chercheurs pensaient que ces animaux devaient de temps à autre se tromper. Et des expériences menées en ce sens, en présentant aux seiches et poulpes des fonds d'aquarium de couleurs différentes mais de même intensité. Les résultats n'ont pas été probants, ne permettant pas de trancher la question. Toutefois la majorité des spécialistes estime que les céphalopodes ne perçoivent pas les couleurs par les yeux!

Mais alors, comment expliquer l'incroyable précision de camouflage des céphalopodes, la rapidité avec laquelle ils font naître et disparaître les teintes les plus diverses faisant ressembler leur peau à un écran multicolore et dynamique?

Voir avec la peau.

En 2010 une étude américaine indiquait qu'une seiche commune possède dans sa peau un photorécepteur sous les chromatophores, les iridophores et les leucophores. Ce même photorécepteur qui, situé dans l'œil change de forme en réponse à la lumière. Mais on ne savait pas encore si ce photorécepteur dans la peau était capable de répondre à la lumière comme ceux situés dans les yeux.

Cinq plus tard une étude apportait une réponse. Elle révélait que le photorécepteur présent dans la peau répondait bien à la lumière en provoquant l'étirement des chromatophores ces petits sacs qui contiennent des rouges ou jaunes ou noirs et font apparaître ces couleurs sur la peau des céphalopodes. Et ainsi les céphalopodes ont la capacité de percevoir la lumière et d'y répondre non seulement par l'intermédiaire de leurs yeux mais aussi par l'intermédiaire de leur peau sur laquelle s'affichent les couleurs.

Mais nous savons qu'un seul type de photorécepteur ne permet pas de voir les couleurs, qu'il soit présent dans les yeux ou dans la peau. Sauf si... Sauf si, ce qui se passe chez les céphalopodes est de même nature que ce qui se produit dans les yeux d'un papillon, l'*Heliconius erato*. Ce papillon a dans certains compartiments de l'œil un pigment de couleur rouge. Et ces pigments rouges agissent comme des filtres rouges qui peuvent filtrer la lumière qui parvient aux photorécepteurs. Ils absorbent toutes les longueurs d'onde de la lumière qui ne correspondent pas au rouge et ne laissent parvenir à la rétine que la lumière rouge.



Une lumière rouge activera donc à la fois les photorécepteurs situés dans le compartiment de l'œil qui ne contient pas de filtre rouge et les photorécepteurs situés dans le compartiment où la lumière traverse un filtre rouge. Alors qu'une lumière jaune activera les photorécepteurs situés dans le compartiment de l'œil ne contenant pas de filtre rouge mais n'activera pas les photorécepteurs où la lumière traverse un filtre rouge. Et ainsi grâce aux filtres rouges en comparant l'activation des photorécepteurs dans les différents compartiments de l'œil le cerveau du papillon pourrait déduire les longueurs d'onde de lumière correspondant aux couleurs rouges ou jaunes.



Et le même phénomène pourrait opérer dans la peau des céphalopodes. Chez les céphalopodes, ce sont les chromatophores les petits sacs emplis de pigment de couleur rouge, jaune ou noir qui joueraient le rôle de filtre lorsque le petit sac est étiré, s'agrandit et fait apparaître la couleur qu'il contient.

Un photorécepteur qui est situé sous un chromatophore au pigment rouge lorsque le chromatophore est resserré donc incolore, ce photorécepteur recevrait la lumière non filtrée. Mais lorsque le chromatophore au pigment rouge est étiré, ce même photorécepteur recevrait alors une lumière rouge. Et le mécanisme serait le même pour un photorécepteur qui est situé sous un chromatophore au pigment jaune ou noir.

Et si le cerveau de l'animal peut distinguer quels chromatophores ont été étirés sous tel ou tel photorécepteur, il pourrait en déduire les couleurs de la lumière qui pénètrent dans sa peau, c'est-à-dire les couleurs de l'environnement!

Des yeux achromatiques qui voient le monde en une seule couleur, et une peau qui distinguerait les couleurs! Si tel est le cas, comment la perception des couleurs par la peau est-elle transmise au cerveau? L'animal voit-il d'une certaine façon les couleurs tout autour de lui, derrière lui, même à des endroits que ces yeux ne perçoivent pas? Ou ces informations que détecte la peau, ne sont-elles pas traitées par le cerveau mais uniquement par le système nerveux local? On ne le sait pas!

Mais ces études suggèrent une solution inattendue au mystère de l'extraordinaire talent de camouflage et de déguisement des céphalopodes. Si leurs yeux sont incapables de percevoir les couleurs, leur peau elle, en serait capable. "Et ce serait étrangement parce que leur peau est capable d'afficher des couleurs que leur peau serait capable de distinguer les couleurs du monde qui l'entoure"³.



Des études sont en cours et révéleront peut-être comment les poulpes, seiches et calamars parviennent à afficher toutes les couleurs de l'arc-en-ciel.

Notes :

1-Ce petit poulpe d'une dizaine de centimètres, avait une cicatrice qui le rendait facilement identifiable. Ce qui permet aux chercheurs de certifier qu'il s'agit bien de la même maman poulpe. De plus la taille des oeufs grossissait un peu plus à chaque visite. Il s'agissait donc bien de la même ponte.

2-**Peter Godfrey-Smith**, professeur d'histoire et de philosophie des sciences à Sydney. Auteur en 2016 de "Le prince des profondeurs. *L'intelligence exceptionnelle des poulpes*".

3- Extrait de l'émission *Sur les Épaules de Darwin de Jean Claude Ameisen*, du 28/01/2017. **Jean Claude Ameisen** est médecin, chercheur et professeur d'immunologie à l'université Paris Diderot. Toutes les émissions de Jean-Claude Ameisen à écouter [ici](#). Découvrez les mondes des abeilles, les fourmis gardiennes d'arbres, du mimétisme chez les papillons, la lignée de Néandertal et bien d'autres sujets encore.

4-Il n'a été découvert à ce jour qu'un tout petit groupe de calmars capable de fabriquer plusieurs types différents de photorécepteurs.

Bibliographie et Vidéo :

♥ Peter Godfrey-Smith, Le prince des profondeurs (l'intelligence exceptionnelle des poulpes). Flammarion.

♥ Sy Montgomery, L'Ame d'une pieuvre. Calmann Levy.

♥ Jean-Claude Ameisen, Document audio, émission du 28-01-2017, "Faire apparaître les couleurs du monde sans être capable de les voir". [Lien direct](#).

- Mais si vous vous êtes pris d'affection pour les céphalopodes, écoutez les trois émissions précédentes de ce mois de janvier 2017 ;
le 7 Janvier 2017, Dans les abysses,
le 14 Janvier 2017, Naissance d'un mythe, très beau passage lu des "Travailleurs de la mer" et de la rencontre de Gildas avec la pieuvre!
le 21 Janvier 2017, Darwin.

♥ Un bel article clair et concis sur le site [Dinosoria](#). Mais aussi ces pages sur les [pieuvres](#), [seiche](#) et [calmar géant](#).

Des centaines de vidéos sont disponibles sur internet, parmi elles une petite sélection.

♥ Vidéo d'un [poulpe qui change de couleur et la texture de sa peau](#), en plus j'adore la zizik.

♥ Vidéo d'une [seiche](#).