

La vision des animaux

Dominique MARION

Conférence Amis des Sciences et des Techniques – 10 Avril 2020

La vision est un élément fondamental de la perception de notre environnement. Elle nous permet d'interagir avec les autres et d'évoluer dans notre environnement. Depuis la radiation évolutive du Cambrien (-500 millions d'années), plusieurs types d'yeux complexes se sont formés de manière indépendante au sein des principaux embranchements des animaux (vertébrés, arthropodes, insectes, mollusques...). Cette évolution convergente – solution technique différente aboutissant à un résultat fonctionnel comparable – montre que la vision est un avantage adaptatif majeur. Dans son livre "*l'Origine des espèces*" publié en 1859, Darwin reconnaît que le développement d'un œil complexe par simple sélection naturelle en partant de cellules photoréceptrices pose est une difficulté de sa théorie. Au cours de cette présentation, je montrerai que l'argument de *complexité irréductible* cité par les partisans du créationnisme ne tient pas dans le cas de l'œil et comment on a pu passer par étapes de détecteurs de lumière basiques à des systèmes complexes et performants de perception et d'interprétation des images perçues par les organes visuels.

Les bactéries, les plantes et les animaux réagissent à la lumière et au cycle diurne de lumière-pénombre (*rythme circadien*). Le métabolisme de ces organismes varie en fonction de l'heure de la journée et du rythme des saisons. Par ailleurs, certains micro-organismes (cyanobactéries, algues) ou certaines larves (éponges et cnidaires) sont capables de se déplacer en réponse à un stimulus lumineux (*phototaxie ou phototropisme*). On ne peut pas encore parler de vision dans ces situations mais les mécanismes moléculaires de la vision en sont les héritiers.

Une erreur habituellement commise au sujet de la vision des animaux est de penser qu'elle est similaire à la nôtre, êtres humains. Pourquoi notre vision est-elle centrée sur la gamme de lumière allant du violet au rouge (longueur d'onde de 400 à 700 nm) ? Nous sommes les descendants lointains d'animaux marins et tout comme l'atmosphère qui filtre heureusement la lumière solaire, l'eau de la mer ne laisse passer que certaines couleurs. A 10 m de profondeur, la couleur rouge a quasiment disparu et à 20 m seul le bleu persiste. De plus, les longueurs d'onde plus basses (10 nm – 400 nm ultraviolet) ou plus élevées (700 nm – 1 mm infrarouge) sont absorbées par les océans. Il est donc logique que l'organe sensoriel adapté à la lumière se soit développé dans la fenêtre spectrale centrée sur la couleur bleue.

Pour distinguer les différentes couleurs et donc ne pas avoir qu'une vision en noir et blanc, il est nécessaire d'avoir un œil comportant plusieurs types de capteurs (les cônes) avec des sensibilités différentes aux différentes longueurs d'onde ou couleurs. Est-ce que les différents animaux perçoivent les couleurs de manière identique ? La réponse est clairement non. La plupart des poissons sont dichromates, c'est-à-dire que leur œil comporte deux types de cônes pouvant distinguer le bleu du vert. Parfaitement adapté à un univers dépourvu de rouge. En tant que descendant des grands singes du vieux monde, nous avons comme la plupart des primates 3 types de cônes et pouvons (sauf

malheureusement pour quelques individus daltoniens) voir les 3 couleurs fondamentales. Un avantage évolutif pour pouvoir distinguer les fruits murs pour nos ancêtres qui s'en nourrissaient. Le record de complexité est atteint chez la squille, un petit crustacé marin : avec plus de 16 types de photorécepteurs, cet animal est parfaitement équipé pour la chasse.

La performance de la vision en couleur peut être complétée par la perception de la polarisation de la lumière et par la vision stéréoscopique. Les humains et les vertébrés sont incapables de percevoir la polarisation de la lumière... sauf au moyen de lunettes de soleil polarisées qui bloquent les rayons réfléchis par des surfaces planes (route, eau...). Par contre, les insectes, les araignées, les crustacés (dont la squille !) et les céphalopodes utilisent cette information pour leurs déplacements et autres activités. La vision stéréoscopique permet une meilleure appréhension du monde en trois dimensions et en relief. La vision binoculaire n'est possible que chez les animaux ayant les yeux placés à l'avant de la tête... au prix d'une réduction du champ de vision. Les oiseaux de proie et les mammifères carnivores ont adopté cette géométrie.

S'il est important de voir, il est tout aussi important d'être vu ou de ne pas être vu. Dans ce but, les animaux ont développé au cours de l'évolution de nombreuses stratégies. Le camouflage et la contre-illumination permettent de passer inaperçu, les couleurs disruptives masquent la forme de l'animal, l'aposématisme est un moyen de défense consistant à faire croire qu'on est dangereux, la transparence évite d'être visible, la bioluminescence (émission de lumière par une réaction chimique) permet de communiquer ou de traquer ses proies. L'interprétation de tous ces phénomènes ne doit pas être faite par le prisme des yeux des humains mais au regard des performances des autres habitants de la même niche écologique.

Comment la nature a inventé l'œil:

<https://www.nationalgeographic.fr/sciences/comment-la-nature-invente-loeil>

Comment fonctionne la bioluminescence dans la nature ?

<https://www.nationalgeographic.fr/sciences/2019/05/comment-fonctionne-la-bioluminescence-dans-la-nature>

Randel and Jékely (2016). Phototaxis and the origin of visual eyes. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 371(1685).

<https://doi.org/10.1098/rstb.2015.0042>

La vision des primates: Surridge *et al* (2003). Evolution and selection of trichromatic vision in primates. *Trends in Ecology and Evolution*, 18(4), 198–205.

[https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(03\)00012-0](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(03)00012-0)

La vision des squilles: Thoen *et al* (2014). A different form of color vision in mantis shrimp. *Science*, 343(6169), 411–413.

<https://doi.org/10.1126/science.1245824>

<https://www.nature.com/news/mantis-shrimp-s-super-colour-vision-debunked-1.14578>

Nityananda and Read (2017). Stereopsis in animals: Evolution, function and mechanisms.

Journal of Experimental Biology, 220(14), 2502–2512.

<https://doi.org/10.1242/jeb.143883>