

**Chapitre 3-2 :**  
**L'évolution comme grille de lecture du**  
**monde**

Problématique : *Comment l'évolution nous permet-elle de mieux comprendre le monde ?*

**I. Les structures anatomiques sont le résultat d'une  
longue évolution**

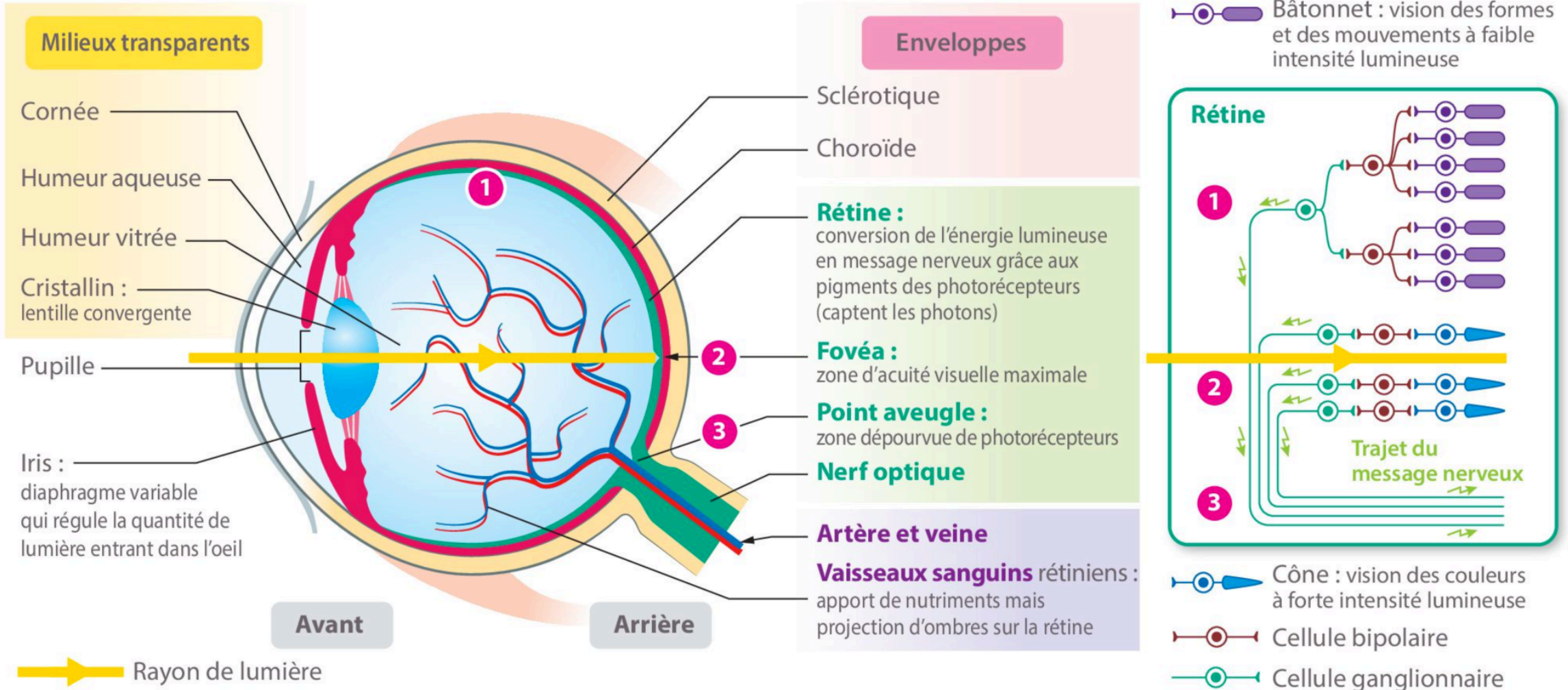
## EVOLUTION DE L'ŒIL HUMAIN

# L'organisation de l'œil humain.

## 1 Organisation de l'œil humain

### Un œil pas si parfait

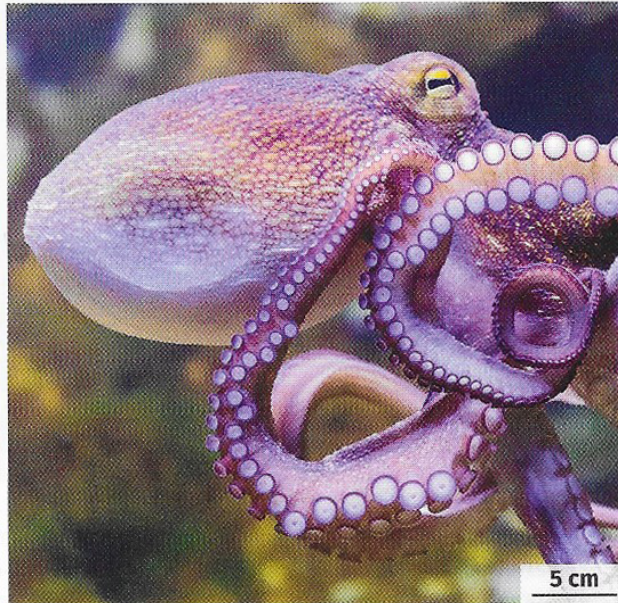
« Si un opticien m'avait vendu un instrument avec autant de défauts, je me sentirais en droit de lui renvoyer. » Herman von Helmholtz, physiologiste et physicien allemand (1821-1894), en parlant de l'œil.



# Comparaison de l'œil humain avec l'œil de céphalopode

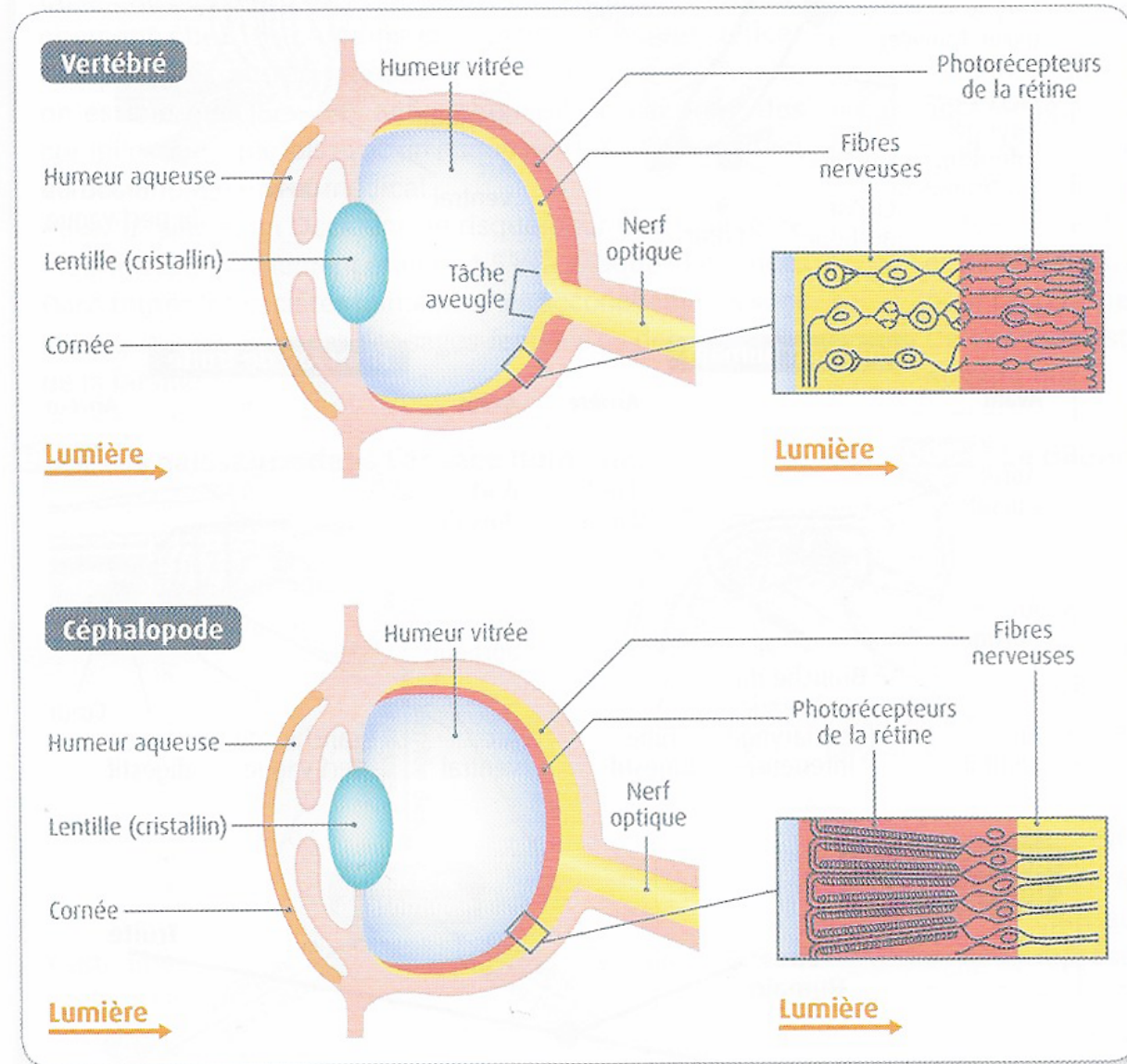
➤ Certains caractères de l'œil des vertébrés sont peu performants en termes de vision :

- 1 la lumière doit traverser toute la rétine avant d'être absorbée par les photorécepteurs ;
- 2 la présence de vaisseaux sanguins sur la rétine est à l'origine d'ombres parasites ;
- 3 l'insertion du nerf optique sur la rétine induit une tache aveugle (compensée par le deuxième œil).



► Photographie d'une pieuvre (*Octopus vulgaris*).

(Céphalopode)

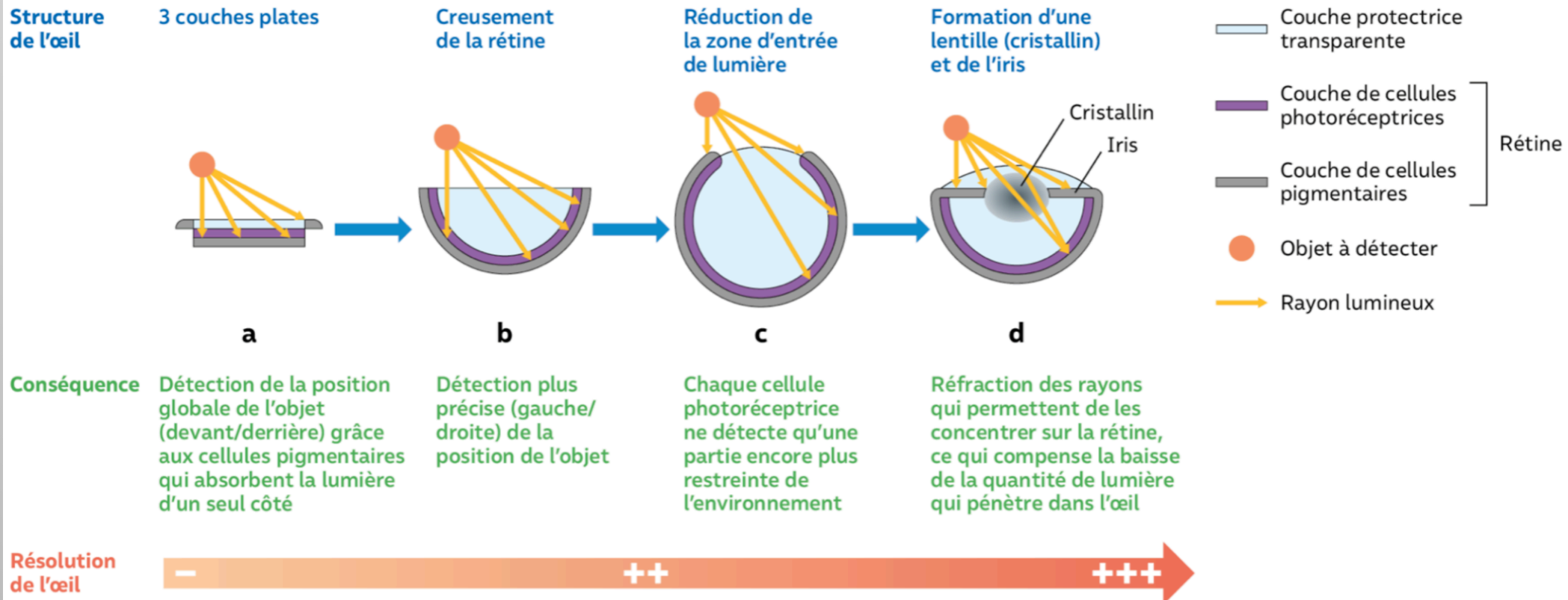


## Organisation de l'œil des vertébrés et de l'œil des céphalopodes.

Les photorécepteurs sont des cellules nerveuses de la rétine sensibles à la lumière. Chez les vertébrés, les fibres nerveuses sont interposées entre les photorécepteurs et la source de lumière, ce qui n'est pas le cas chez les céphalopodes. Le départ du nerf optique dans l'œil des vertébrés engendre une tache aveugle, zone sans photorécepteurs.

## Étapes évolutives menant à un œil de vertébré.

Un modèle mathématique a été proposé pour estimer le temps nécessaire à l'évolution d'un œil simple (a) à complexe (d) par sélection naturelle. Si l'œil simple se modifie de 1 % à chaque étape évolutive (que ce soit en largeur, longueur, concentration en protéines, etc.), 1829 étapes seraient nécessaires pour aboutir à un œil complexe. Même en modélisant un effet très modéré de la sélection naturelle (changement de 0,005 % du caractère à chaque génération), les chercheurs ont calculé que le nombre de générations permettant le passage d'un œil simple à un œil complexe est largement compatible avec celui estimé à partir de l'observation des fossiles. Il peut être calculé en résolvant l'équation suivante :  $1,01^{1829} = 1,00005^n$  ou n est le nombre de générations ; on obtient alors  $n = 363\,992$  générations.



## La diversité des organes visuels chez les mollusques.

Animal	Patelle	<i>Pleurotomariacea</i>	Nautile	Seiche
Mode de vie	Peu mobile, elle passe l'essentiel de son temps à brouter les algues sur les rochers.	Espèce omnivore aujourd'hui disparue. Elle se déplaçait à la surface des fonds marins.	Charognard qui peut s'attaquer à des crustacés attachés aux rochers marins.	Prédateur qui doit être rapide et précis pour chasser ses proies mobiles.
Structure visuelle				
Vision	Les photorécepteurs situés à la surface de l'épiderme captent les rayons lumineux sans distinguer leur provenance.	La forme repliée du groupe de photorécepteurs permet de détecter d'où provient la source lumineuse.	L'œil en trou d'épingle du nautile contient de l'eau qui fait converger les rayons lumineux sur la rétine, ce qui permet au nautile de distinguer les formes.	La présence d'un cristallin souple permet de former des images nettes sur la rétine. Cette netteté est encore améliorée par la présence d'une humeur vitrée qui augmente la transparence de l'œil.

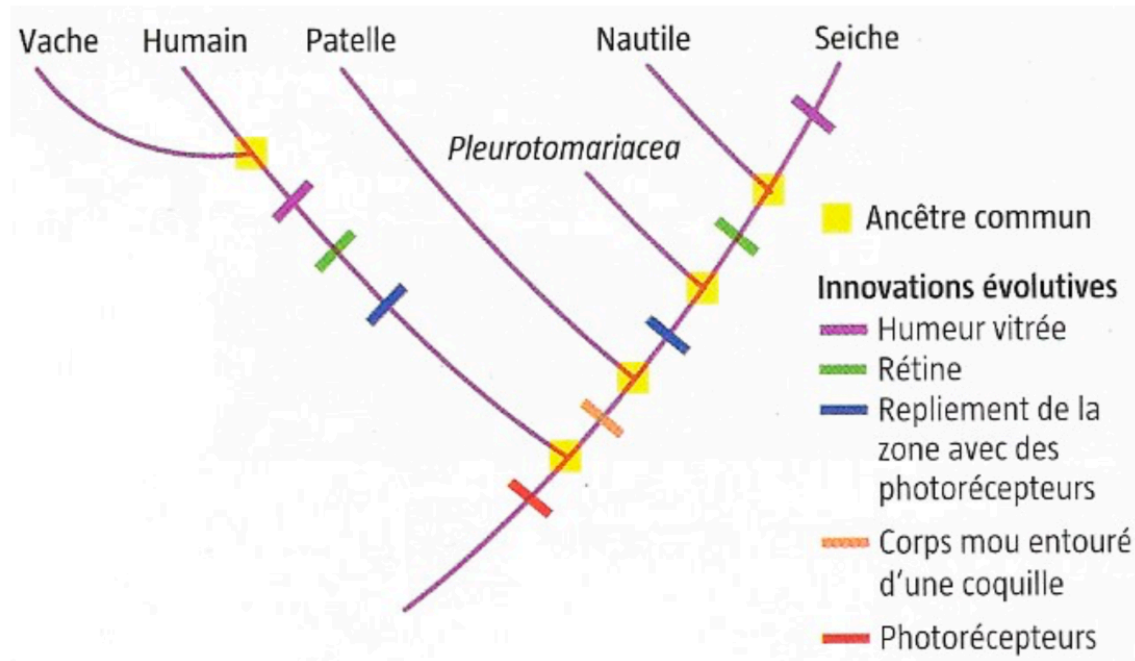
1. **Photorécepteurs** 2. Fibres nerveuses 3. Épiderme 4. Cavité remplie d'eau 5. Cornée 6. Cristallin 7. Humeur vitrée 8. Rétine

L'œil avec une chambre noire et projection inversée sur la rétine serait apparu il y a **420 Ma**

## Un arbre phylogénétique fondé sur la structure des organes visuels.

Au cours du temps, des innovations issues de variations aléatoires se sont accumulées. Celles qui ont conféré un avantage aux individus qui les ont portées ont été sélectionnées et transmises aux générations suivantes. Ainsi, les innovations qui ont amélioré la perception visuelle du milieu ont permis la diversification des modes de vie au sein du groupe des mollusques.

Séparées précocement de celle qui mène aux mollusques, la branche évolutive menant à l'espèce humaine a connu elle aussi une diversification des structures visuelles. Certaines d'entre elles ont permis l'émergence de l'œil humain.



Note. Bien qu'ils aient évolué indépendamment des vertébrés, les céphalopodes (pieuvres, calamars...) possèdent des yeux qui ressemblent énormément aux nôtres. Cependant, ils présentent une rétine droite (c'est-à-dire non inversée) et n'ont pas de tache aveugle.