

SVT	Thème 3 – Une histoire du vivant	Term Ens Scient
Fiche7	Chapitre 2 – L'évolution comme grille de lecture du monde	ESTHER & PIOCHE

Fiche 7 - L'évolution de la structure de l'œil



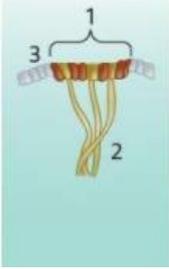
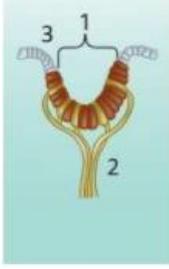
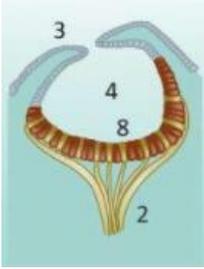
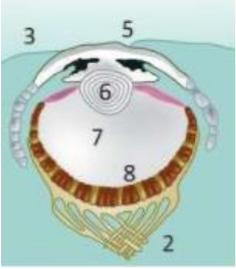
« Il semble absurde au possible, je le reconnais, de supposer que la sélection naturelle ait pu former l'œil avec toutes les inimitables dispositions qui permettent d'ajuster le foyer à diverses distances, d'admettre une quantité variable de lumière et de corriger les aberrations sphériques et chromatiques. »

Ces propos rapportés de Charles Darwin sont souvent utilisés par les détracteurs de la théorie de l'évolution. La complexité de la structure et du fonctionnement de l'œil sont également l'un des exemples utilisés par ces détracteurs pour mettre en défaut la théorie de l'évolution.

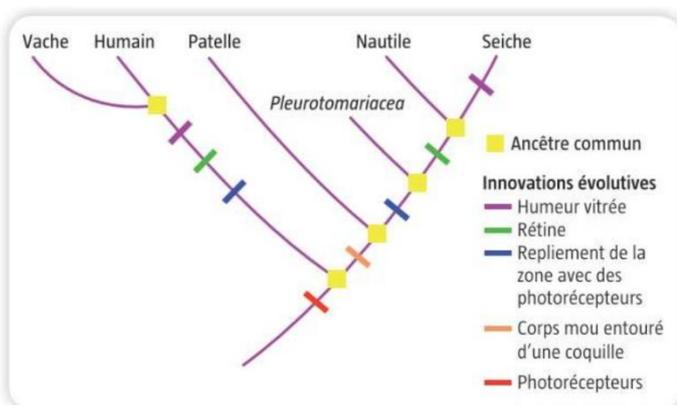
Au cours de cette activité, **nous aurons pour objectif de montrer que l'état actuel des connaissances sur l'évolution permet d'expliquer la formation d'une structure complexe comme l'œil.**

Problème : comment les mécanismes de l'évolution ont-ils pu conduire à la formation d'une structure complexe comme l'œil de l'humain (et d'autres espèces) ?

Document 1 – La diversité des organes visuels chez les mollusques (Magnard)

	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 lentement 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				
	1=photorécepteurs 2=fibres nerveuses 3=épiderme 4=cavité remplie d'eau 5=cornée 6=cristallin 7= humeur vitrée 8=rétine			
Vision	Les photorécepteurs situés à la surface de l'épiderme captent des rayons lumineux sans en distinguer la 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.

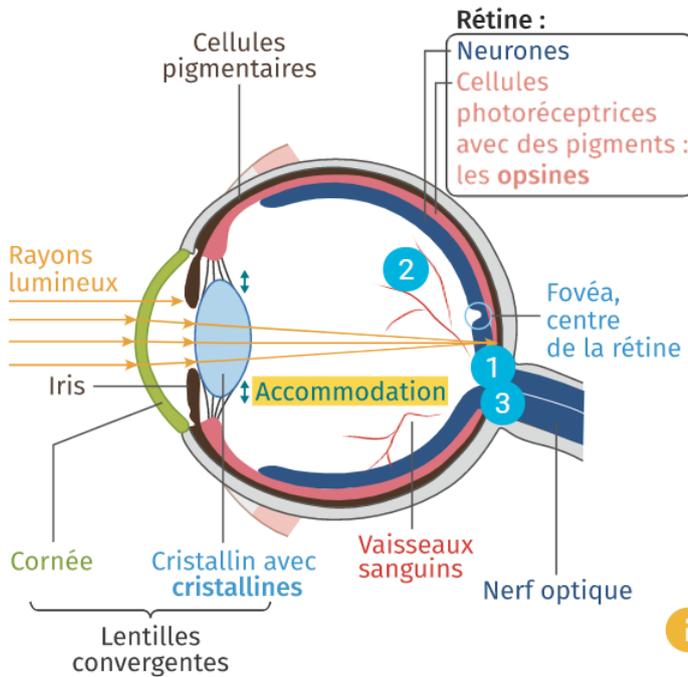
Document 2 – Un arbre phylogénétique basé sur la structure des organes visuels (Magnard)



- 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.

- Séparée 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.

Document 3 – Les caractéristiques de l’œil humain



L’œil humain possède une rétine photoréceptrice composée de deux grands ensembles qu’on retrouve dans tous les yeux des animaux :

- des neurones ;
- des pigments impliqués dans la réception de lumière (opsines) ou limitant les interférences lumineuses.

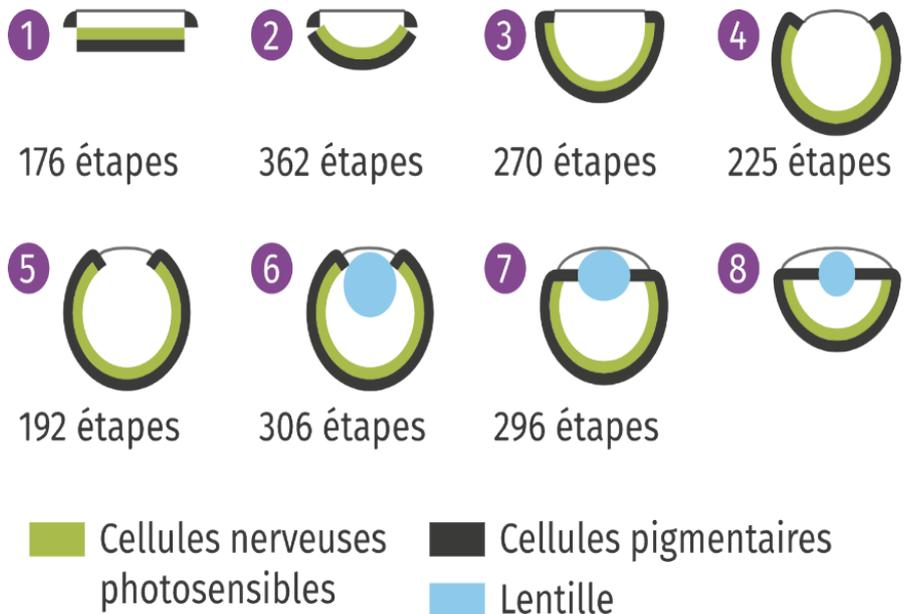
Certains caractères de l’œil des vertébrés sont peu performants en termes de vision :

- 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).



Document 4 – Un scénario d’évolution de l’œil

Deux scientifiques, Nilsson et Pelger ont réalisé une modélisation de l’évolution de l’œil à l’aide d’ordinateurs pour savoir combien d’étapes ou de générations sont nécessaires pour obtenir un œil de type vertébré ou céphalopode (seiche, poulpe). Chaque stade de la modélisation correspond à un œil fonctionnel qui procure un avantage sélectif. Par exemple, un animal pourvu du caractère dérivé « présence d’une lentille » (stade ⑥) sera avantage par la sélection naturelle (meilleure survie) par rapport à celui qui n’en possède pas (stade ⑤). On estime ainsi qu’en *seulement* 2 000 étapes il est possible d’obtenir un œil de type vertébré ou pieuvre et ce, en moins de 400 000 ans, par principe de descendance avec modification, ce qui est très court à l’échelle de l’évolution.



Document 5 – Génétique et développement des yeux chez les animaux

On peut donner deux exemples pour comprendre l’importance de certains gènes dans la mise en place des yeux au cours du développement :

- Exemple 1 : Walter Jakob Gehring découvre en 1983 qu’une mutation du **gène Pax6** entraîne des anomalies sévères des yeux chez l’humain ; lors d’une expérience, il transfère le gène *Pax6* de la souris dans le génome de la drosophile et observe la mise en place d’un œil surnuméraire ; il est depuis admis que *Pax6* est l’un des gènes qui permet le développement des yeux chez tous les animaux ;
- Exemple 2 : le rat-taupo, *Heterocephalus glaber*, un Mammifère des régions arides de l’est de l’Afrique, vit dans des galeries souterraines ; l’adulte a des yeux malformés et une très faible acuité visuelle ; son génome a été séquencé, et comparé à celui d’autres Mammifères connus ce qui a permis de montrer que 10% des gènes impliqués dans la perception visuelle sont inactivés ou manquants.

SVT	Thème 3 – Une histoire du vivant	Term Ens Scient
Fiche7	Chapitre 2 – L'évolution comme grille de lecture du monde	ESTHER & PIOCHE

Fiche 7 - L'évolution de la structure de l'œil



« Il semble absurde au possible, je le reconnais, de supposer que la sélection naturelle ait pu former l'œil avec toutes les inimitables dispositions qui permettent d'ajuster le foyer à diverses distances, d'admettre une quantité variable de lumière et de corriger les aberrations sphériques et chromatiques. »

Des propos rapportés de Charles Darwin sont souvent utilisés par les détracteurs de la théorie de l'évolution. La complexité de la structure et du fonctionnement de l'œil sont également l'un des exemples utilisés par ces détracteurs pour mettre en défaut la théorie de l'évolution.

Notre **objectif**, ici, est de montrer que **l'état actuel des connaissances sur l'évolution permet d'expliquer la formation d'une structure complexe comme l'œil.**

Comment les mécanismes de l'évolution ont-ils pu conduire à la formation d'une structure complexe comme l'œil de l'Homme (et d'autres espèces) ?

Partie A – Le fonctionnement de l'œil

1 – Rappeler la fonction biologique des yeux.

2 – Quelles sont les structures communes aux yeux de toutes les espèces étudiées ?

3 – En quoi l'œil en trou d'épingle du Nautilé ou l'œil complexe avec un cristallin de la Seiche constitue un avantage d'un point de vue évolutif ?

4 – En vous appuyant sur vos connaissances sur la « sélection naturelle », expliquez comment une structure comme l'œil de la Seiche a pu se former au cours de l'évolution

Partie B – Humain, Seiche, œil pour œil

Définition d'une « convergence évolutive » : En biologie de l'évolution, la convergence ou homoplasie est la présence chez deux espèces de caractères analogues, d'une même adaptation, mais qui n'a pas été héritée d'un ancêtre commun.

On peut citer en exemple le vol rencontré chez les Ptérosaures, les oiseaux et les chauves-souris. Dans ces trois groupes, on observe une modification des membres antérieurs permettant une adaptation au vol

1 – Comparer la structure de l'œil de Seiche et de l'œil humain.

2 – Montrer que l'œil camérulaire (de l'être humain et de la Seiche) est un exemple de convergence.

3 – Proposer une ou plusieurs hypothèses expliquant cette convergence évolutive.

Pour aller plus loin :

La citation « complète » de Charles Darwin

Ce que les détracteurs de la théorie de l'évolution oublient parfois de dire c'est que Darwin disait aussi :

« La raison nous dit que si, comme cela est certainement le cas, on peut démontrer qu'il existe de nombreuses gradations entre un œil simple et imparfait et un œil complexe et parfait, chacune de ces gradations étant avantageuse à l'être qui la possède ; que si, en outre, l'œil varie quelquefois et que ces variations sont transmissibles par hérédité, ce qui est également le cas ; que si, enfin, ces variations sont utiles à un animal dans les conditions changeantes de son existence, la difficulté d'admettre qu'un œil complexe et parfait a pu être produit par la sélection naturelle, bien qu'insurmontable pour notre imagination, n'attaque en rien notre théorie. »



Il existe aujourd'hui un grand nombre d'observations qui permettent de décrire le processus évolutif de l'œil. Ainsi, le problème de l'évolution de l'œil, loin de mettre en défaut la théorie de l'évolution, est au contraire l'une de ses plus fabuleuses évidences !