

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

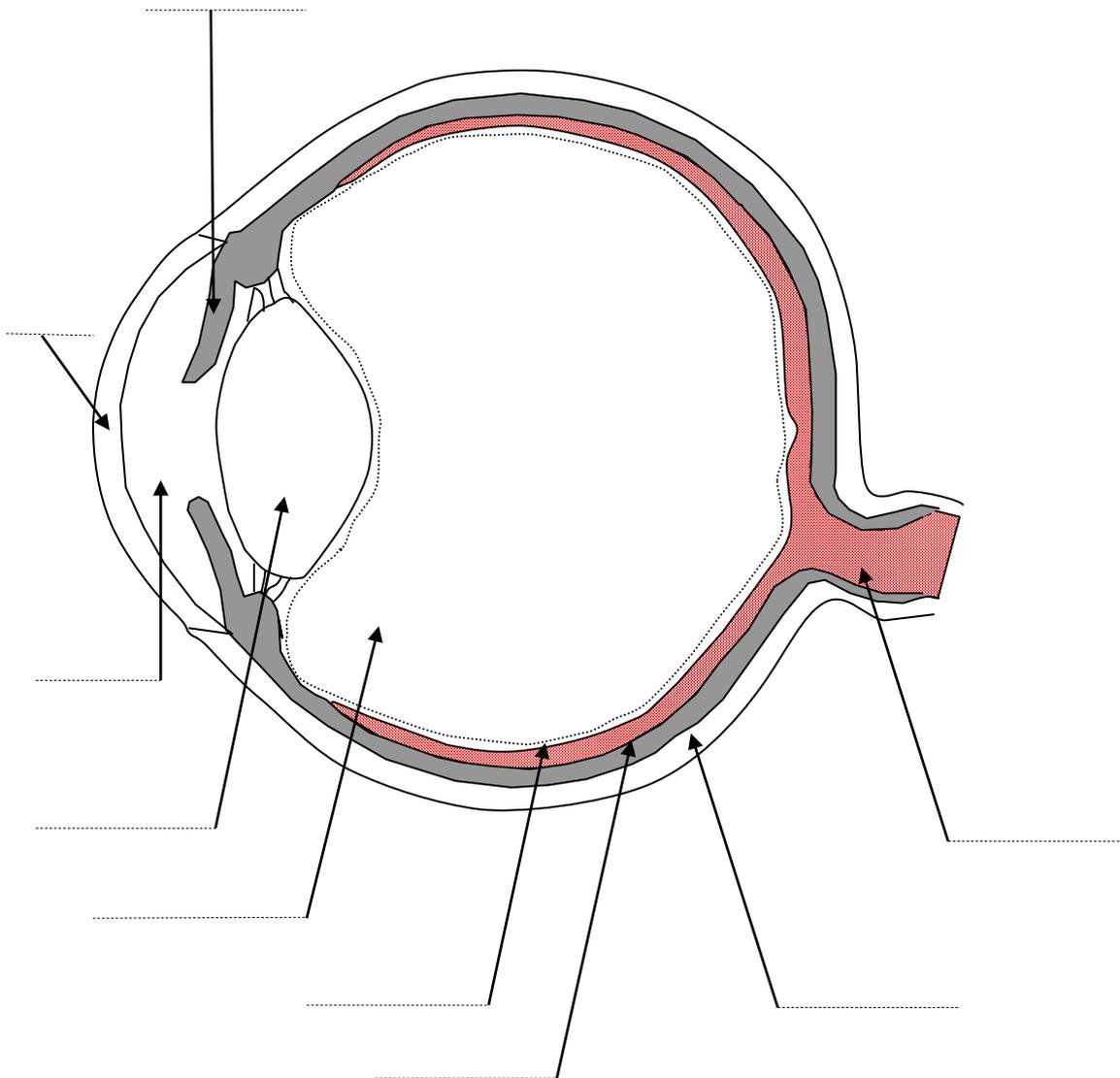
La théorie de l'évolution permet d'expliquer comment, à partir du 1^{er} être vivant qui a existé sur Terre, on a pu aboutir à la biodiversité actuelle. Elle fait intervenir les mécanismes de l'évolution (mutations, sélection naturelle, dérive génétique, spéciation)

Dans ce chapitre, nous allons voir que cette théorie permet de comprendre différents aspects du monde qui nous entoure :

- la complexité ou l'étrangeté de certaines structures anatomiques
- les phénomènes de résistance aux antibiotiques en médecine ou la difficulté de mettre au point certains vaccins
- la domestication des plantes et des animaux ou le développement de résistances aux ravageurs en agronomie

I. Structures anatomiques et évolution

A. Exemple de l'œil



Titre :

Le globe oculaire localisé dans l'orbite est formé d'une enveloppe constituée de 3 couches :

- la **sclérotique** (blanche) qui est transparente en avant de l'œil et forme la **cornée**
- la **choroïde**
- la **rétilne** qui communique avec le **nerf optique**.

A l'intérieur de l'œil, on trouve :

- l'**iris** qui permet de faire varier l'ouverture de la pupille
- le **cristallin** qui est maintenu par des muscles ciliaires et 2 milieux liquides,
- l'**humeur aqueuse** en avant du **cristallin** et l'**humeur vitrée** en arrière du cristallin.

Tissus transparents

Tissus opaques

Rôle du cristallin :

Correction de l'activité cataracte

Le **cristallin** est un tissu transparent qui joue le rôle d'une lentille convergente. Il permet de faire converger les rayons lumineux en provenance des objets sur la rétine. Les déformations du cristallin (accommodation) permettent de voir net les objets quel que soit leur distance.

Cataracte : opacification du cristallin, perte de la transparence : vision trouble

Presbytie perte de la déformabilité : accommodation impossible : vision floue surtout de près

Intervention chirurgicale : remplacement du cristallin par une lentille artificielle transparente et éventuellement progressive pour régler le pb de la presbytie

Rôle de la rétine :

Correction de l'activité daltonisme

1.

	Photorécepteurs de la rétine	
	Bâtonnets	Cônes
Forme	Un segment externe en forme de bâtonnet, un corps cellulaire un axone qui communique avec les neurones bipolaires	Un segment externe en forme de cône, un corps cellulaire un axone qui communique avec les neurones bipolaires
Nombre	125 millions	6.5 millions
Pigment contenu dans le segment externe	Rhodopsine	Opsine (bleue, verte ou rouge selon le type de cône)
Sensibilité à la lumière	Très forte sensibilité (activés par de faibles éclaircements)	Faible sensibilité (activés par de forts éclaircements)
Perception des couleurs	Non (vision en noir et blanc)	Oui

2. -3 types de cônes qui possèdent des opsines différentes

- Les 3 types d'opsine absorbent des longueurs d'ondes différentes : opsine bleue absorbe le bleu, opsine verte absorbe dans le vert et opsine rouge qui absorbe dans le rouge
- Quand les pigments absorbent la lumière, les photorécepteurs émettent des messages nerveux qui sont acheminés vers le cerveau => perception des couleurs

- Les combinaisons d'informations parvenant des différents types de cônes permettent de percevoir toutes les couleurs du visible => c'est l'association des perceptions des différents cônes qui permet la vision de toutes les couleurs

3. La déficience de pigments de l'un des cônes modifie la vision des couleurs : c'est le daltonisme. Il existe trois types de daltonismes selon la nature des cônes déficients :

- le daltonisme protanope résulte de la déficience des pigments rouges (violets et bleus confondus),
- le daltonisme deuteranope résulte de la déficience des pigments verts (jaunes et rouges confondus)
- le daltonisme tritanope résulte de la déficience des pigments bleus (violets et rouges confondus).

4. Deux des trois gènes des opsines se trouvent sur le chromosome X. Une mutation qui modifie la séquence d'un de ces gènes peut conduire à une opsine anormale qui ne remplira pas sa fonction => daltonisme. Comme les hommes n'ont qu'un chromosome X, ils sont plus sensibles au daltonisme. Les femmes ayant 2 chromosomes X, il faudrait que les 2 chromosomes X portent une version mutée pour qu'elles soient atteintes de daltonisme.

La rétine contient des cellules photoréceptrices qui captent la lumière, son intensité et les couleurs.

L'œil est un exemple d'adaptation d'une structure à sa fonction. Cette adaptation est le résultat d'une longue histoire évolutive :

- A partir d'une structure initiale, des **mutations** se produisent **par hasard** et entraînent des **variations**.
- Parmi ces variations, la plupart sont **désavantageuses** et **sont donc éliminées par sélection naturelle**.
- Plus rarement (et toujours par hasard !!!) des variations confèrent un **avantage**. Les individus qui les portent vivent plus longtemps, se reproduisent davantage et ont plus de descendants à qui ils transmettent ce caractère avantageux : **le caractère avantageux** est ainsi sélectionné et va persister de générations en générations.

Ainsi les variations avantageuses sont sélectionnées et s'accumulent petit à petit conduisant à la mise en place de structures adaptées à leur fonction.

Remarque : Des modèles numériques permettent d'estimer qu'une structure aussi complexe que l'œil peut apparaître en seulement 1829 étapes.

Attention : Adaptation ne veut pas dire perfection ! Par exemple, la présence d'une rétine inversée dans l'œil des vertébrés crée une tâche aveugle où il n'y a pas de photorécepteur : les rayons lumineux provenant d'un objet et se projetant sur cette zone ne sont pas détectés !

Exercice :

13 Les yeux de l'anableps

✓ Expliquer l'origine d'une structure anatomique (exemple de l'œil)

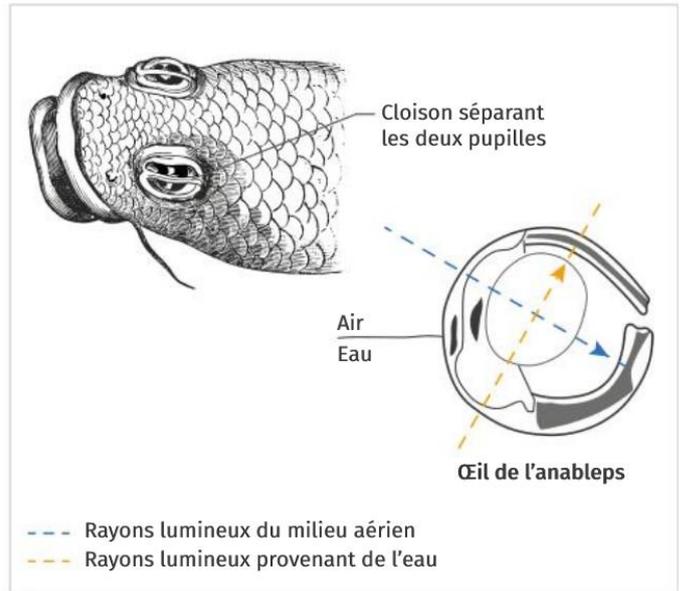
L'anableps, aussi appelé *four-eyed fish* (« poisson à quatre yeux »), vit dans les eaux douces dormantes d'Amérique centrale. Il cherche ses proies à la surface de l'eau, des insectes par exemple. Ses prédateurs se trouvent dans l'eau.



1 Un anableps à la surface de l'eau, à la recherche d'une proie.
L'animal reste la plupart du temps dans cette position.

Questions

1. Décrire l'œil de l'anableps : nombre de rétines, nombre de pupilles, nombre de cristallins.
2. Justifier l'appellation « poisson à quatre yeux ».
3. Expliquer le lien possible entre sélection naturelle et anatomie de l'anableps.



2 Les yeux de l'anableps. Ses yeux possèdent deux pupilles.

B. D'autres exemples - docs p 216/217 du livre

- **Pourquoi les hommes ont-ils des tétons ?**

Au cours du développement embryonnaire, les tétons apparaissent avant la différenciation sexuelle. Même s'ils ne se développent pas à la puberté, ceux-ci restent présents chez les individus de sexe masculin. **On parle de contrainte évolutive de construction (liée au développement embryonnaire).**

- **Pourquoi le nerf laryngé a-t-il un trajet si étrange ?**

Le nerf laryngé qui part du cerveau et innerve le larynx suit un trajet étrange en passant sous la crosse aortique (gros vaisseau qui part du cœur). On suppose qu'au moment où ce nerf est apparu, il a suivi le chemin le plus direct. Puis le cou est apparu et l'adaptation qui a été sélectionnée a été un allongement du nerf laryngé (imaginer une variation qui lui fait changer de trajet est très peu probable !). **On parle de contrainte évolutive historique (lié au déroulement de l'histoire évolutive)**

Autre exemple mentionné dans le programme : la crosse aortique.

L'ancêtre commun des vertébrés était aquatique et possédait 6 arcs branchiaux (de gros vaisseaux venant s'approvisionner en dioxygène au niveau des branchies). Ces arcs branchiaux sont encore présents chez l'humain au moment du développement embryonnaire. Certains régressent, mais d'autres sont à l'origine de la crosse aortique (qui n'a plus rien à voir avec la respiration branchiale). La forme de la crosse aortique est donc héritée de celle des arcs branchiaux. **C'est également une contrainte évolutive historique.**

Rq : certains parlent du « bricolage de l'évolution » : l'évolution « se débrouille » avec l'existant pour construire de nouvelles choses. Cette expression est à manier avec prudence car les variations apparaissent bien évidemment aléatoirement. Il n'y a pas de bricoleur derrière tout ça !

- **Pourquoi les dents de sagesse deviennent-elles moins répandues ?**

Rendues inutiles par une nourriture de plus en plus facile à mastiquer et désavantageuses par manque de place dans la mâchoire, les dents de sagesse semblent en **régression** à l'heure actuelle.

On parle d'anachronisme évolutif : ce qui était bien adapté à un moment devient mal adapté.

- **Pourquoi la naissance du bébé est-elle si difficile ?**

Chaque jour dans le monde près de 800 femmes décèdent au cours de l'accouchement. En effet la tête du bébé est très grosse par rapport à l'ouverture du bassin. Ce n'est pas du tout le cas chez le chimpanzé. En effet le rétrécissement du bassin a été sélectionné dans l'espèce humaine parce qu'il confère un avantage pour la bipédie. De plus, le volume crânien a beaucoup augmenté au cours de l'histoire évolutive de l'homme. **On dit que la largeur du bassin est soumise à un compromis sélectif** : il doit être suffisamment large pour laisser passer la tête (de volume important !) du bébé mais suffisamment étroit pour permettre la bipédie.

Recopier le bilan du livre « contraintes et compromis » p 222

Comme le montre le cas de l'œil humain, adaptation ne signifie pas perfection. Certains facteurs peuvent constituer des barrières à l'évolution.

Ainsi des mal-adaptations peuvent être dues :

- à des **contraintes évolutives** historiques. L'évolution procédant par petites étapes successives, chaque étape est sélectionnée selon les avantages qu'elle procure immédiatement et non par rapport à un potentiel avantage ou désavantage qu'elle pourrait procurer plus tard. Ainsi, la sélection naturelle engage l'organisation des organismes dans des voies évolutives.

Exemples : Le trajet réalisé par le nerf laryngé, la rétine inversée des yeux des Mammifères...

- à des **contraintes évolutives** de construction : certains caractères établis lors du développement embryonnaire sont conservés même s'ils ne remplissent pas de fonctions précises tant qu'ils ne confèrent aucun désavantage à l'organisme qui les porte.

Exemple : Les tétons apparaissent très tôt lors du développement embryonnaire de l'être humain et sont conservés toute la vie, même si l'individu est masculin.

- à des **compromis sélectifs** : en présence de pressions de sélection contraires.

Exemple : Le bassin de la femme doit permettre le passage de la tête d'un nouveau-né tout en assurant la locomotion bipède (**Fig. 2**).

- à des **anachronismes évolutifs** : la sélection naturelle est un processus qui dépend de l'environnement. Un caractère peut devenir inadapté suite à une modification de l'environnement, ce qui peut entraîner sa régression (exemple des dents de sagesse).

L'évolution par sélection naturelle permet de comprendre les adaptations. Soumise à certaines contraintes, l'évolution peut aboutir à des compromis et anachronismes évolutifs permettant d'en saisir les limites.

II. antibiorésistance et évolution

- **La théorie de l'évolution permet de comprendre comment les bactéries peuvent devenir résistantes aux antibiotiques.**

Les antibiotiques sont des molécules qui détruisent les bactéries ou bloquent leur multiplication. Ce sont souvent des molécules naturelles produites par exemple par des champignons. **Rappelons que les antibiotiques sont inefficaces contre les virus.**

Suite à des mutations aléatoires, certaines bactéries (en petit nombre) peuvent devenir résistantes à un antibiotique alors que d'autres bactéries y sont sensibles. Si cette population bactérienne est en contact avec l'antibiotique, alors l'antibiotique détruit les bactéries sensibles et épargne les bactéries résistantes qui vont alors proliférer (en absence de toute compétition avec les autres bactéries, donc en ayant accès à toutes les ressources du milieu). Les bactéries résistantes sont ainsi « **sélectionnées** » par l'antibiotique et deviennent de plus en plus **fréquentes** dans la population.

Pour limiter les acquisitions de nouvelles résistances, il convient **d'adapter les stratégies prophylactiques** c'est-à-dire d'utiliser les antibiotiques à **bon escient** (ils sont inutiles dans les maladies virales), de respecter la **posologie** et la **durée de prescription** de ces antibiotiques, et de ne pas **pratiquer l'automédication** avec les antibiotiques

Prophylaxie : *ensemble des mesures visant à éviter l'apparition, la propagation et l'aggravation d'une maladie*

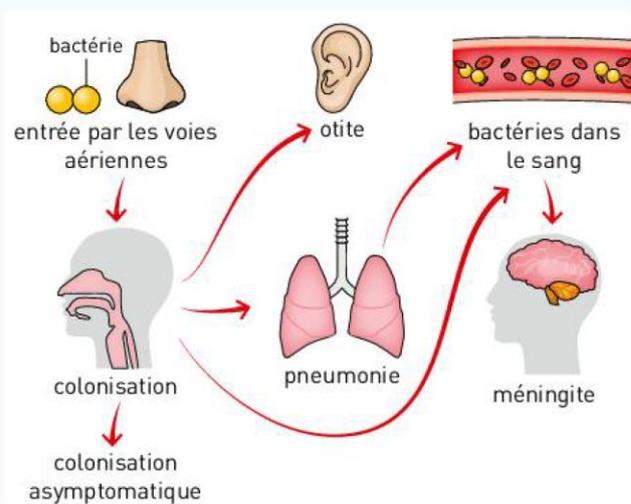
Exercice d'application : Bordas **13 p 229** : Antibiotique, vaccin et résistance

Prépa BAC Vers l'E3C

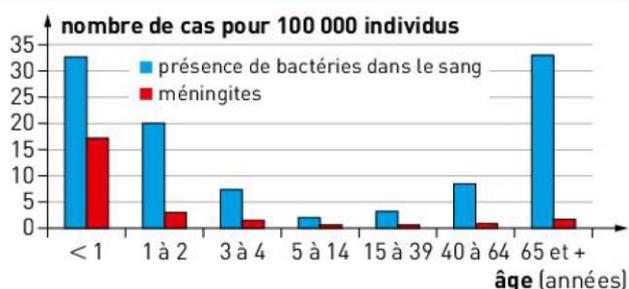
13 Antibiotique, vaccin et résistance

Les infections à pneumocoques sont dues à une bactérie appelée *Streptococcus pneumoniae*. Il s'agit d'une bactérie commune du pharynx qui peut devenir pathogène (a et b). Ces infections se caractérisent par leur évolution brutale avec des dégâts qui peuvent être considérables même sous traitement antibiotique. Des séquelles nerveuses sont ainsi constatées chez 35 % des survivants atteints de méningites à pneumocoques. La pénicilline a pendant longtemps été l'antibiotique majeur utilisé pour lutter contre les infections à pneumocoques (c). Cependant, d'autres antibiotiques sont efficaces comme l'amoxicilline, la céfazoline ou les fluoroquinolones.

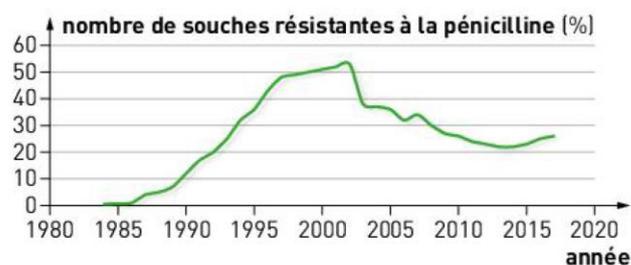
Une vaccination contre le pneumocoque a été proposée au début des années 2000 (d et e). En 2015, la couverture vaccinale des enfants de 9 mois était de 92,4 % alors que l'objectif de santé public était de 95 %. Depuis le 1^{er} janvier 2018, elle est devenue obligatoire chez l'enfant en France.



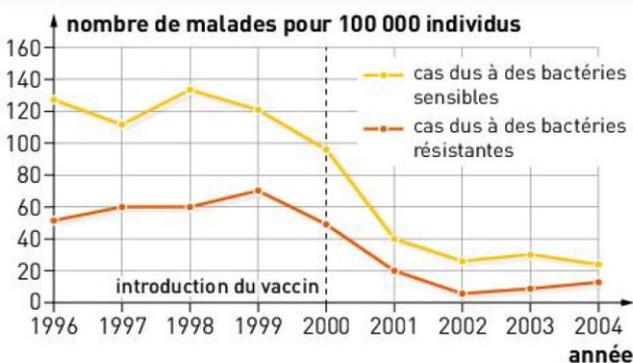
a Progression d'une infection au pneumocoque.



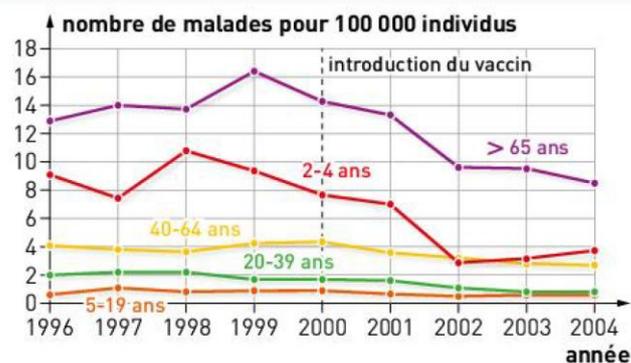
b Incidence des méningites et présence des bactéries à pneumocoques selon l'âge des personnes malades.



c Résistance des pneumocoques à la pénicilline au cours du temps.



d Incidence des pathologies à pneumocoques résistants et non résistants chez des enfants de moins de 2 ans.



e Incidence des pathologies à pneumocoques résistants chez des personnes de plus de 2 ans.

1. Expliquer les effets de l'introduction de la vaccination aux infections à pneumocoques.
2. Expliquer l'évolution de la résistance des pneumocoques aux antibiotiques, dont la pénicilline.
3. Argumenter l'utilité de décisions publiques telles que des campagnes d'information sur l'utilisation des antibiotiques ou la décision de rendre un vaccin obligatoire.

13

Prépa
BAC

Antibiotique, vaccin et résistance

1. La vaccination fait chuter drastiquement l'incidence de la maladie dans les populations les plus exposées : les moins de 2 ans et les plus de 65 ans (les personnes dont le système immunitaire est encore immature ou bien affaibli).

2. Dans une période où seuls les antibiotiques sont utilisés pour lutter contre cet agent pathogène, le nombre de souches résistantes augmente considérablement (de 0 à 50 % entre 1985 et 2000).

La vaccination permet de limiter la prolifération de ces bactéries et le nombre de malades.

Du fait qu'il y a moins de malades, la pénicilline est moins utilisée contre les pneumocoques. La pression de sélection favorisant la résistance est donc plus faible. La fréquence des bactéries résistantes diminue donc.

3. La vaccination a un effet très fort en termes de santé publique, à la fois parce qu'elle permet de réduire l'incidence de la maladie (docs a, d et e) et donc de sauver des vies, mais aussi parce qu'elle permet de limiter l'utilisation des antibiotiques et donc l'évolution de la résistance (doc. c). De ce fait, les antibiotiques restent efficaces dans les situations critiques où ils sont nécessaires.