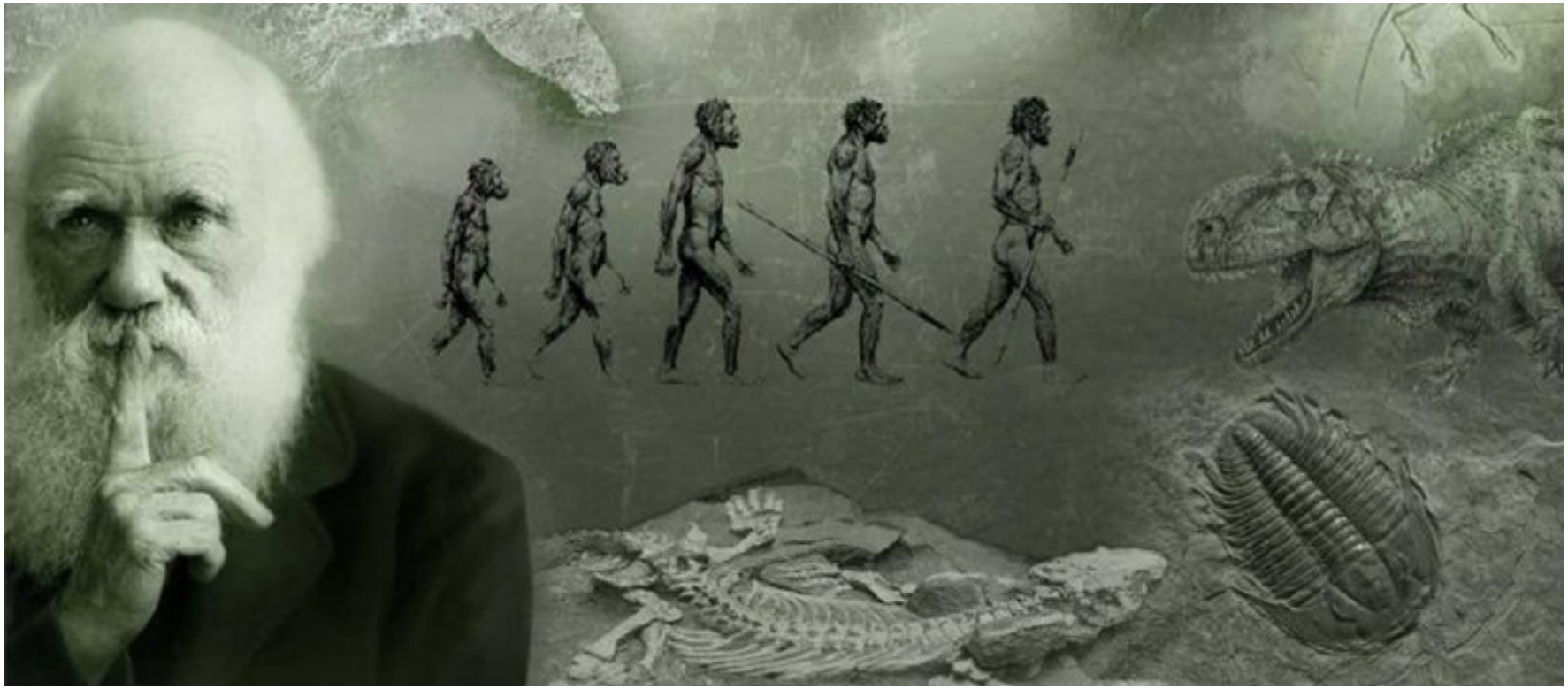
Chapitre 2 : L'évolution comme grille de lecture du monde



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

I. Structures anatomiques et évolution

A. Exemple de l'œil
B . D'autres exemples

II . Pratiques humaines et évolution

A. Médecine et évolution
B. Agriculture et évolution

Anatomie de l’oeil

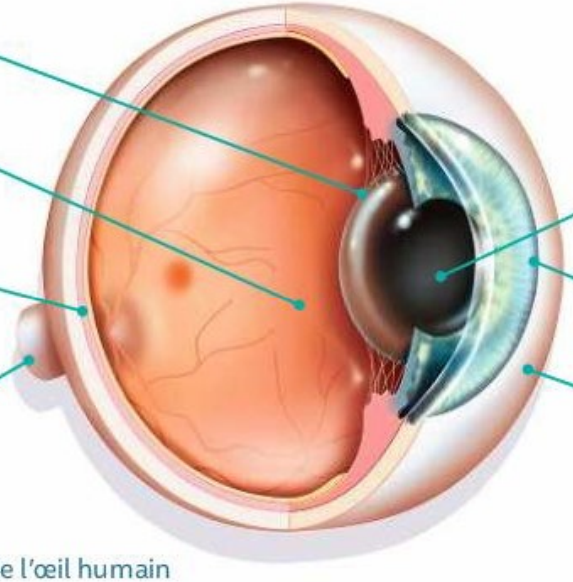
1 L’œil des Vertébrés, un organe complexe

Cristallin : lentille de tissu conjonctif permettant la mise au point

Humeur aqueuse et humeur vitrée : gels transparents à rôle protecteur à l’intérieur de l’œil

Rétine : ensemble de cellules sensibles aux photons (photorécepteurs) tapissant le fond de l’œil

Nerf optique : ensemble des fibres nerveuses conduisant le stimulus visuel vers les aires optiques du cerveau



Anatomie de l’œil humain

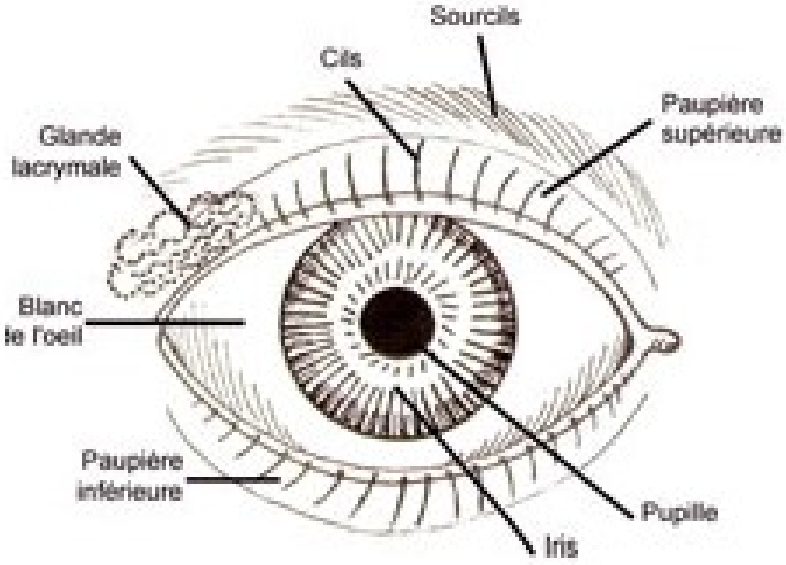
Pupille : orifice de taille variable laissant passer les rayons lumineux

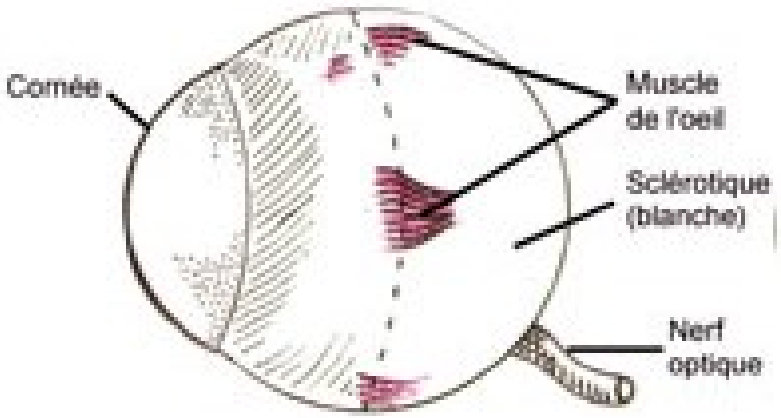
Cornée : tissu transparent

Sclérotique et choroïde : enveloppes rigides et protectrices entourant l’œil

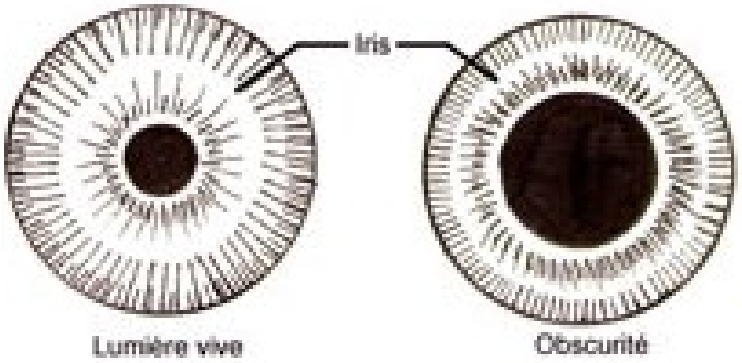
Animation 3D : Visionner un œil en réalité augmentée (Merge cube)

Anatomie du globe oculaire





Variation de la pupille suivant l'éclairage



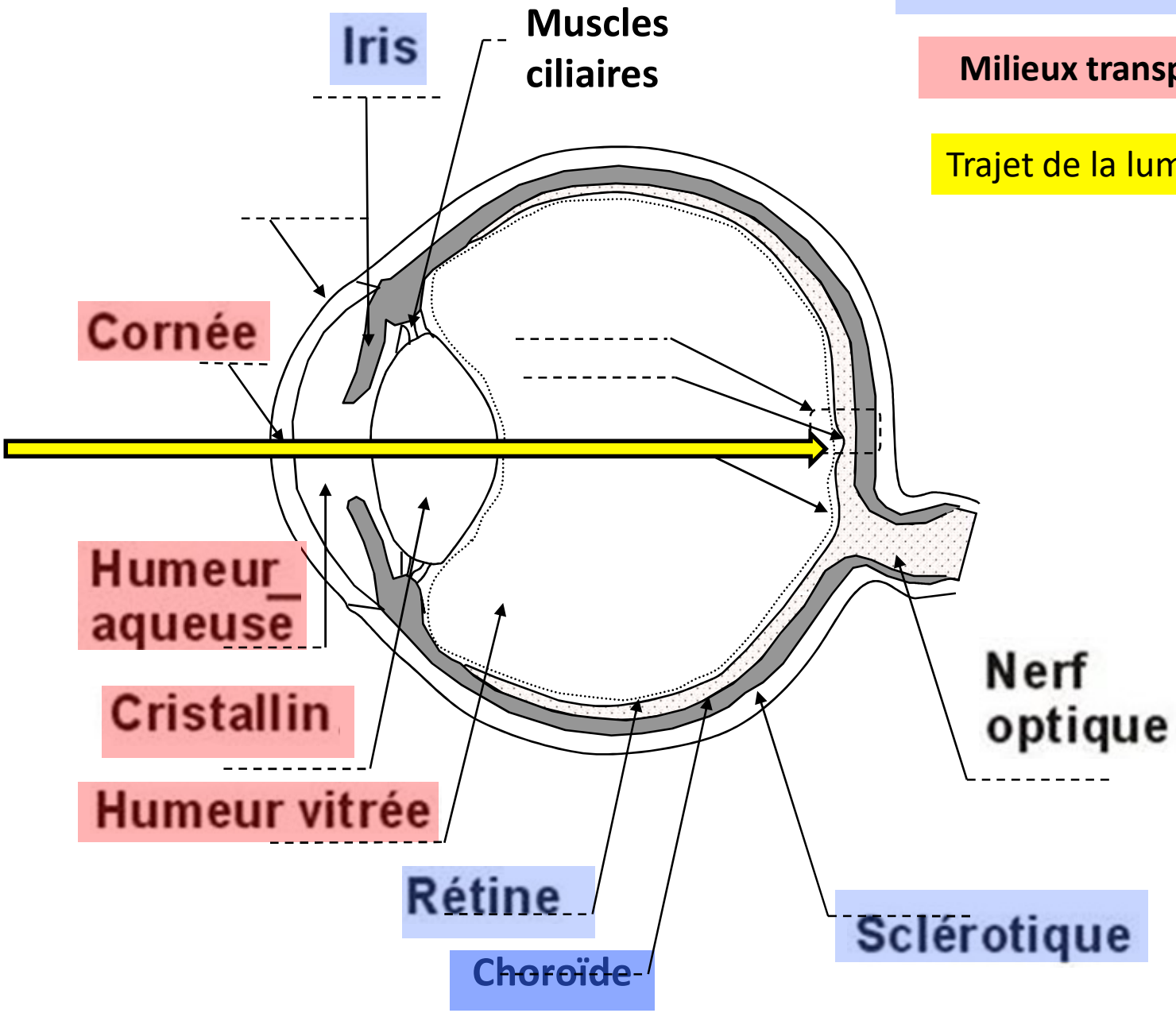
Anatomie du globe oculaire

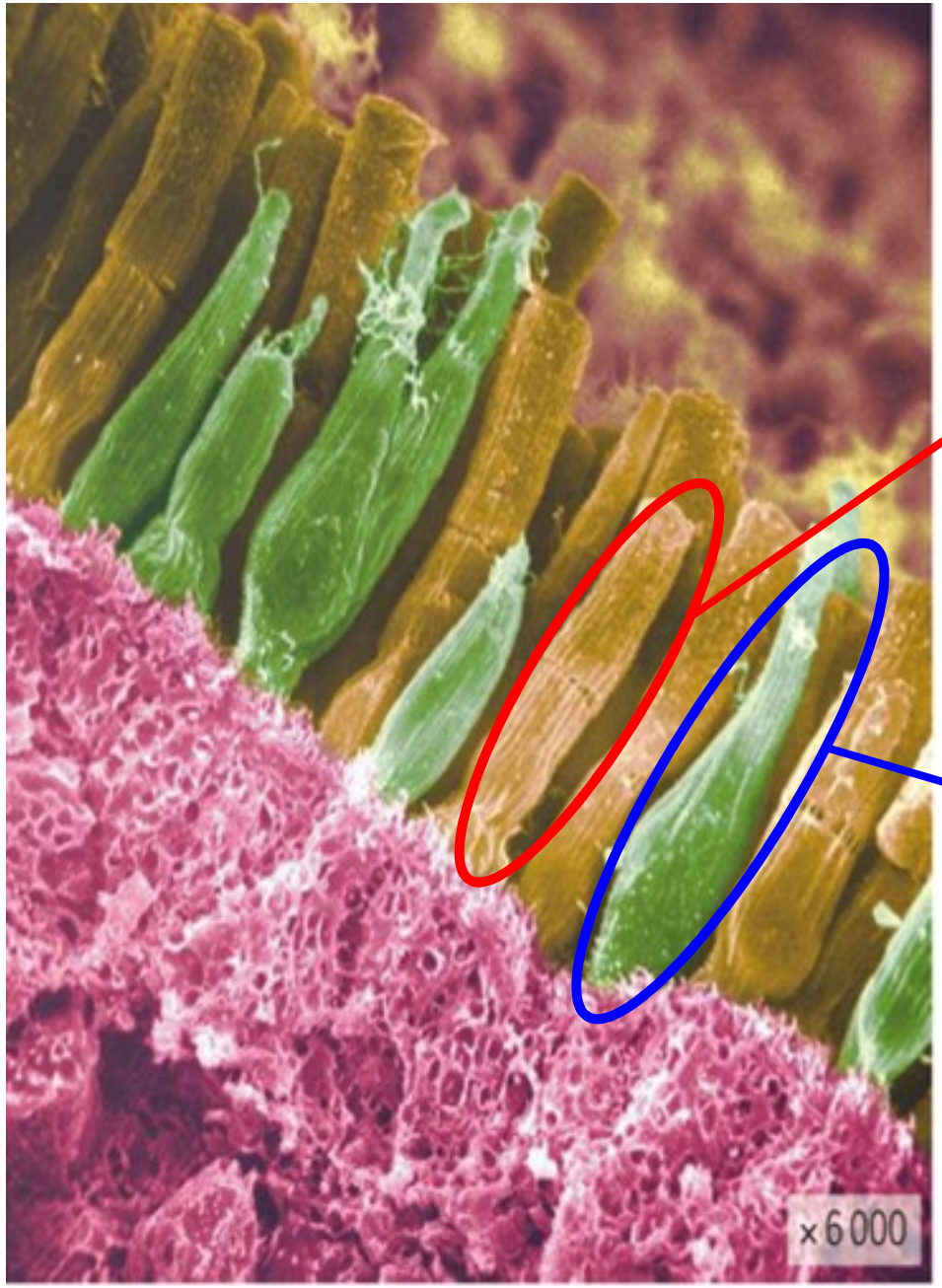
Anatomie du globe oculaire

Membranes opaques

Milieux transparents

Trajet de la lumière



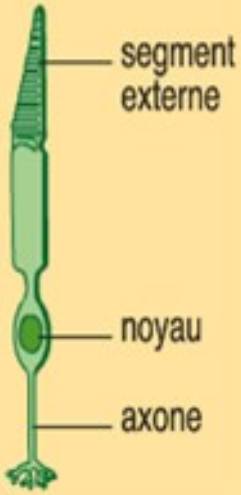


Bâtonnets

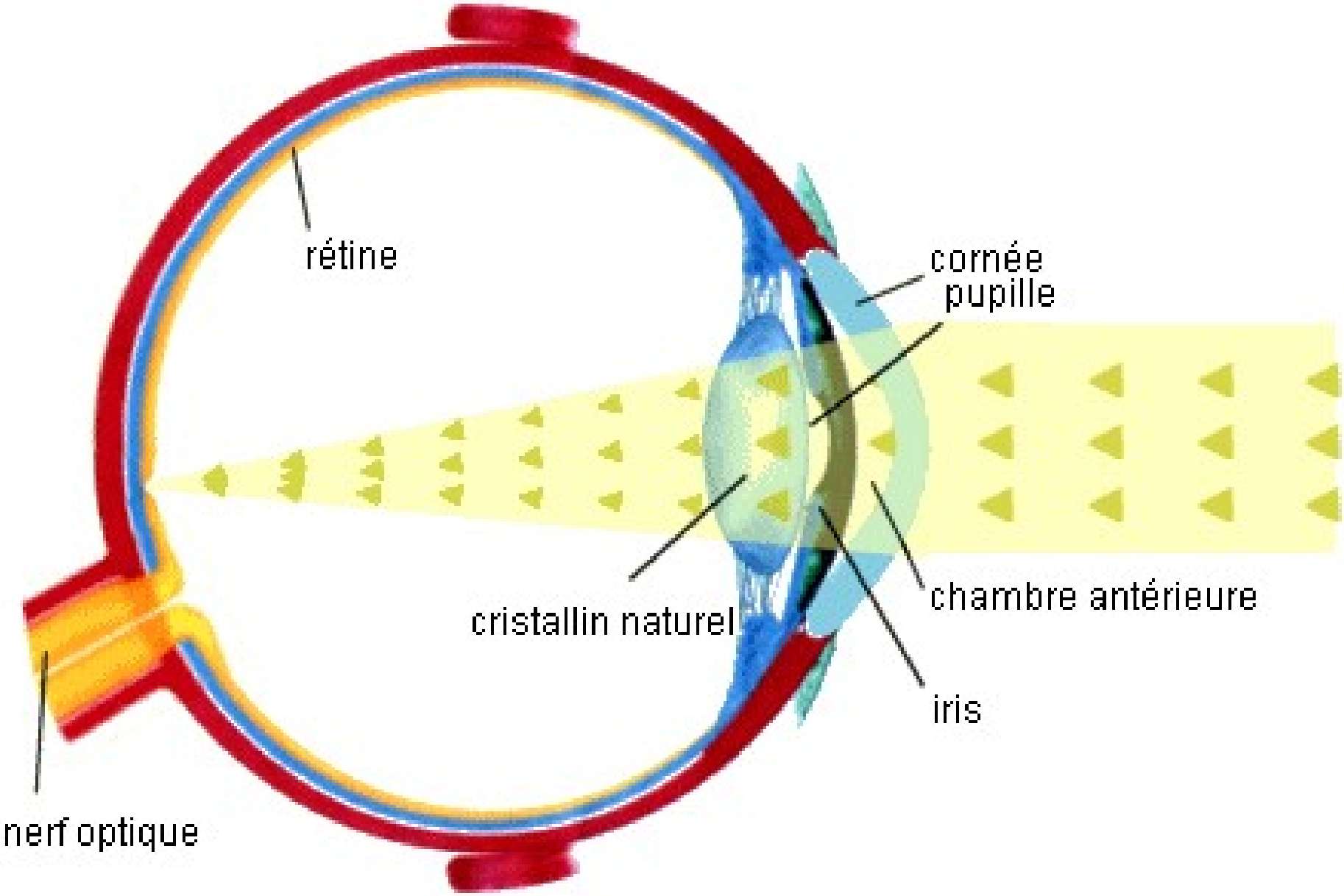
- **Nombre :** 125 millions
- **Pigment :** rhodopsine
- **Sensibilité :** très élevée (les bâtonnets sont 100 fois plus sensibles que les cônes)
- **Perception des couleurs :** non

Cônes

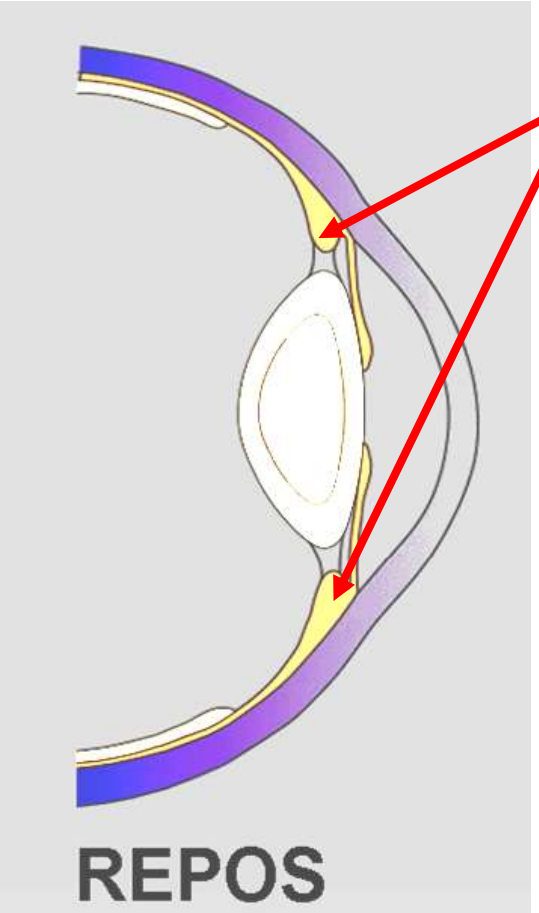
- **Nombre :** 6,5 millions répartis en trois types
- **Pigment :** opsine (chaque type de cône possède une opsine particulière)
- **Sensibilité :** faible
- **Restitution des couleurs :** oui (voir page 309)



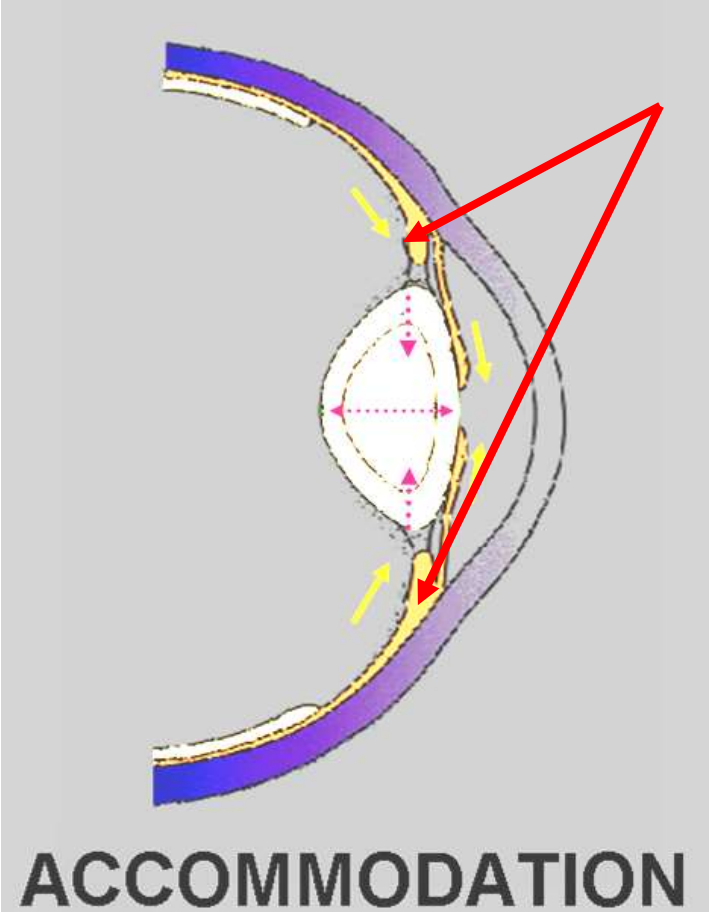
Le rôle du cristallin



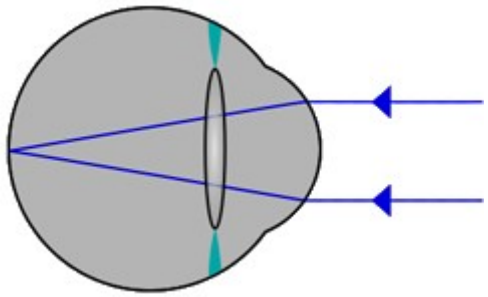
Le rôle du cristallin



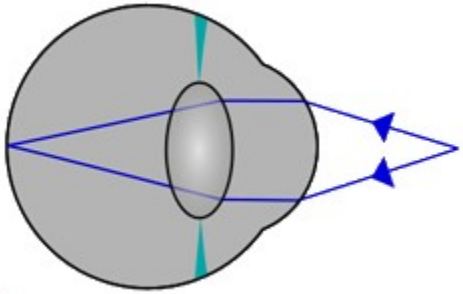
Muscles ciliaires au repos



Muscles ciliaires contractés

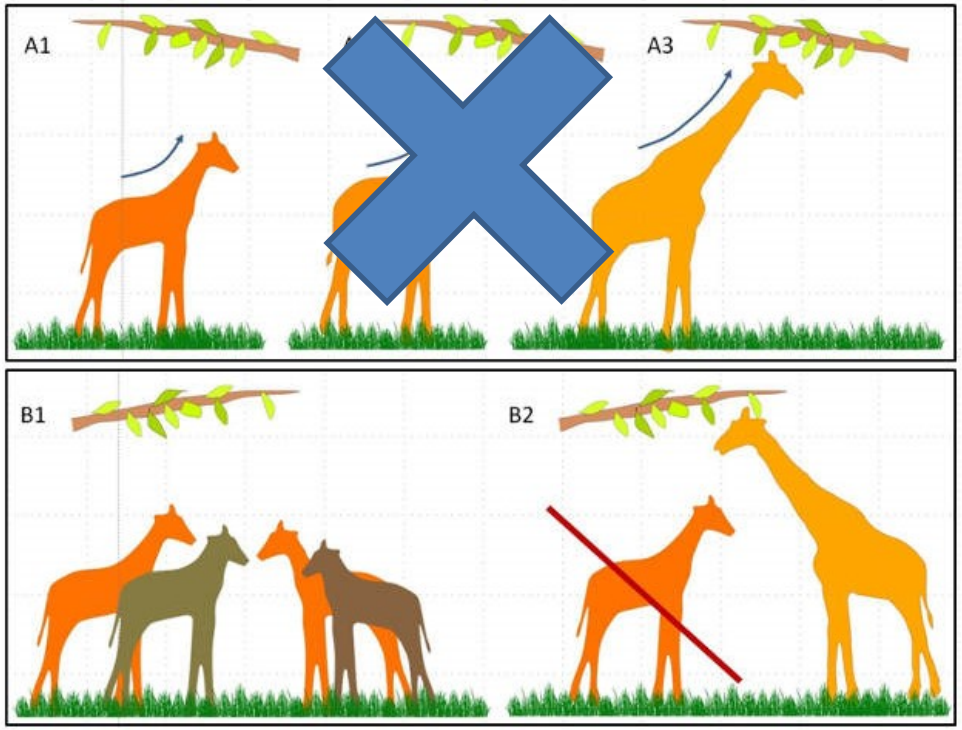


Objet éloigné



Objet proche

Transformisme versus sélection naturelle



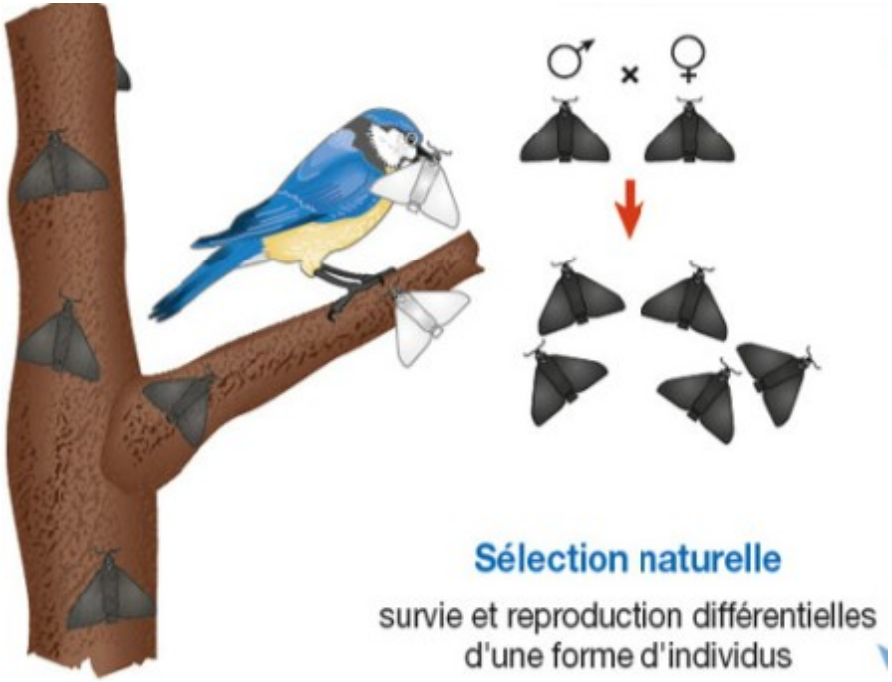
Exemple de la phalène du bouleau.

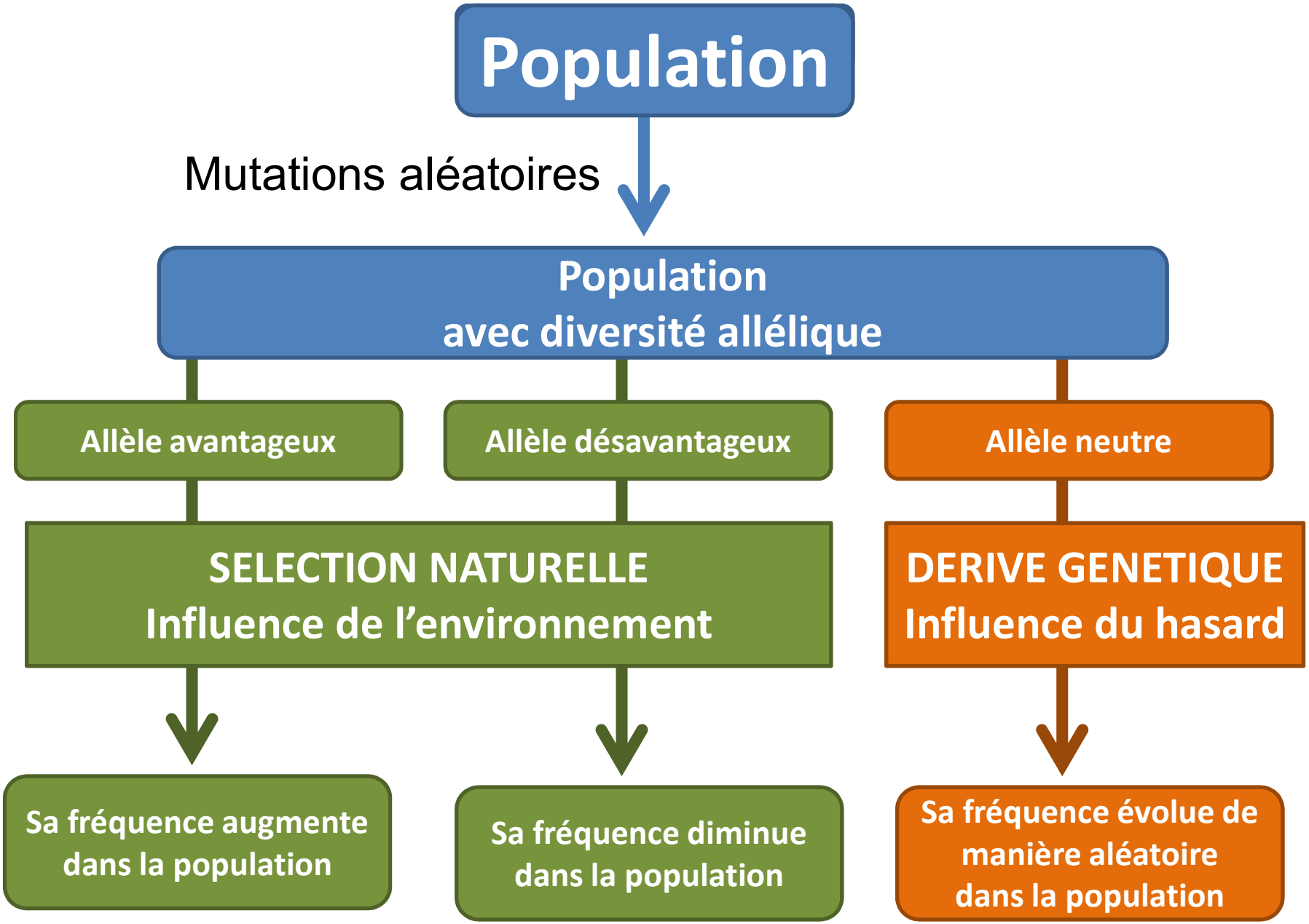
Phalène blanche
« typica »

MUTATION
ALEATOIRE

Phalène noire
« carbonaria »

Exemple de la phalène du bouleau.




Population
Mutations aléatoires
Population
avec diversité allélique
Allèle avantageux
Allèle désavantageux
Allèle neutre
SELECTION NATURELLE
Influence de l'environnement
DERIVE GENETIQUE
Influence du hasard
Sa fréquence augmente dans la population
Sa fréquence diminue dans la population
Sa fréquence évolue de manière aléatoire dans la population

Sélection naturelle

Individus possédant un **caractère avantageux** dans un environnement donné

Augmentation de la probabilité de survie et de reproduction

Plus de descendants

Propagation du caractère (et éventuellement de l'allèle déterminant ce caractère) dans la population

Caractère sélectionné

Individus possédant un **caractère désavantageux** dans un environnement donné

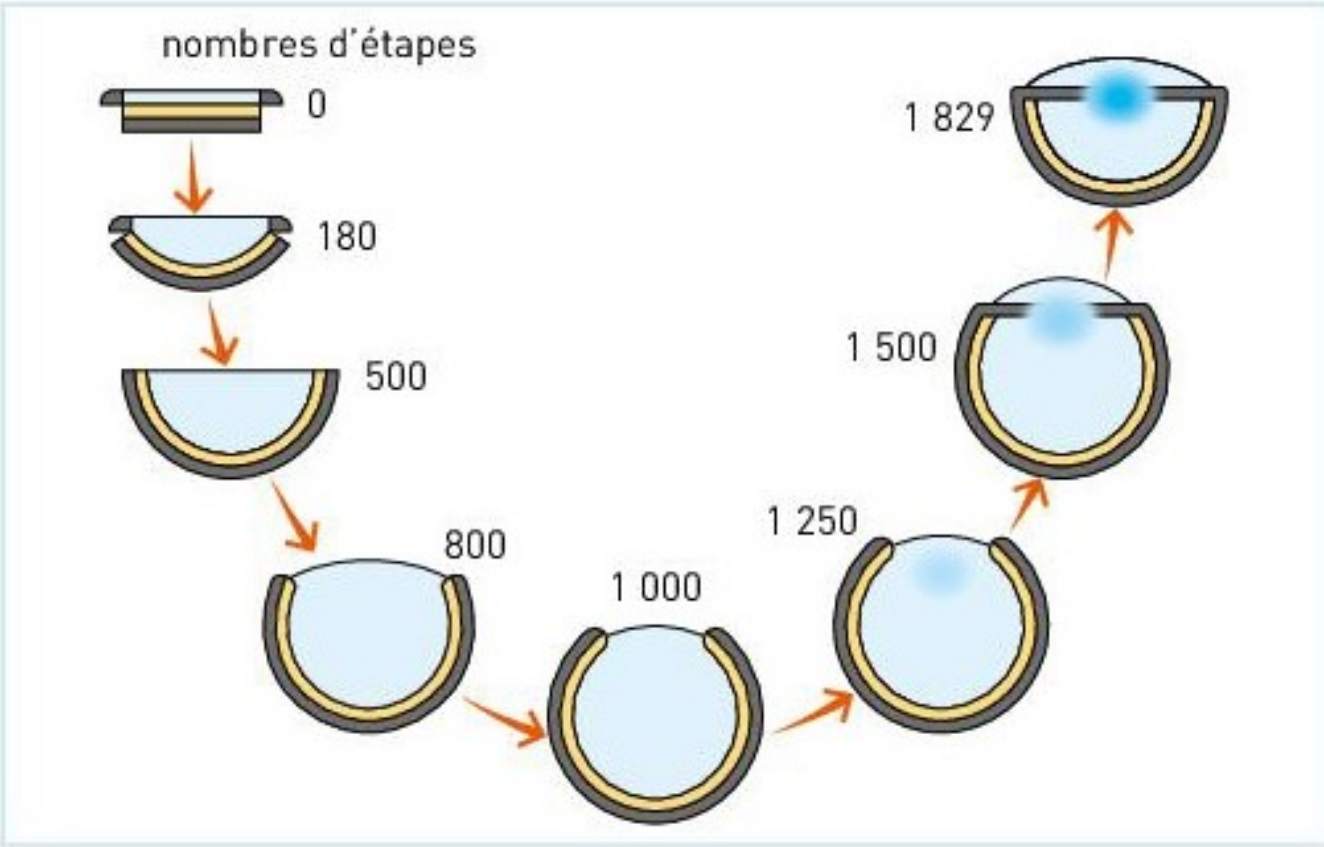
Diminution de la probabilité de survie et de reproduction

Moins de descendants

Régression (et même disparition) du caractère (et éventuellement de l'allèle déterminant ce caractère) dans la population

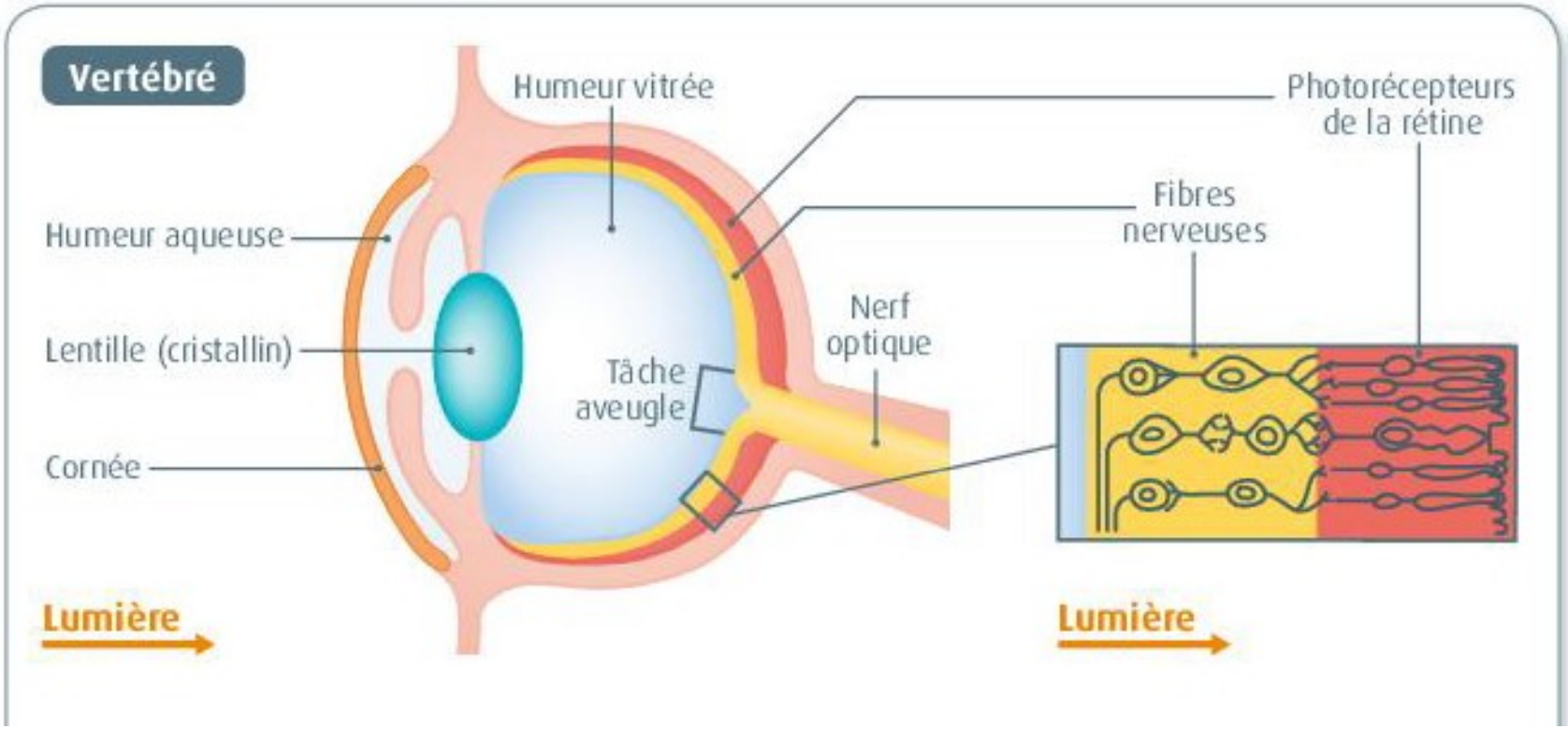
Caractère non sélectionné / éliminé

Un scénario d'apparition de l'oeil

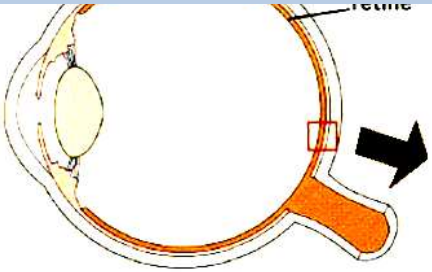


b Une évolution possible de l'œil selon le modèle de Nilsson et Pelger.

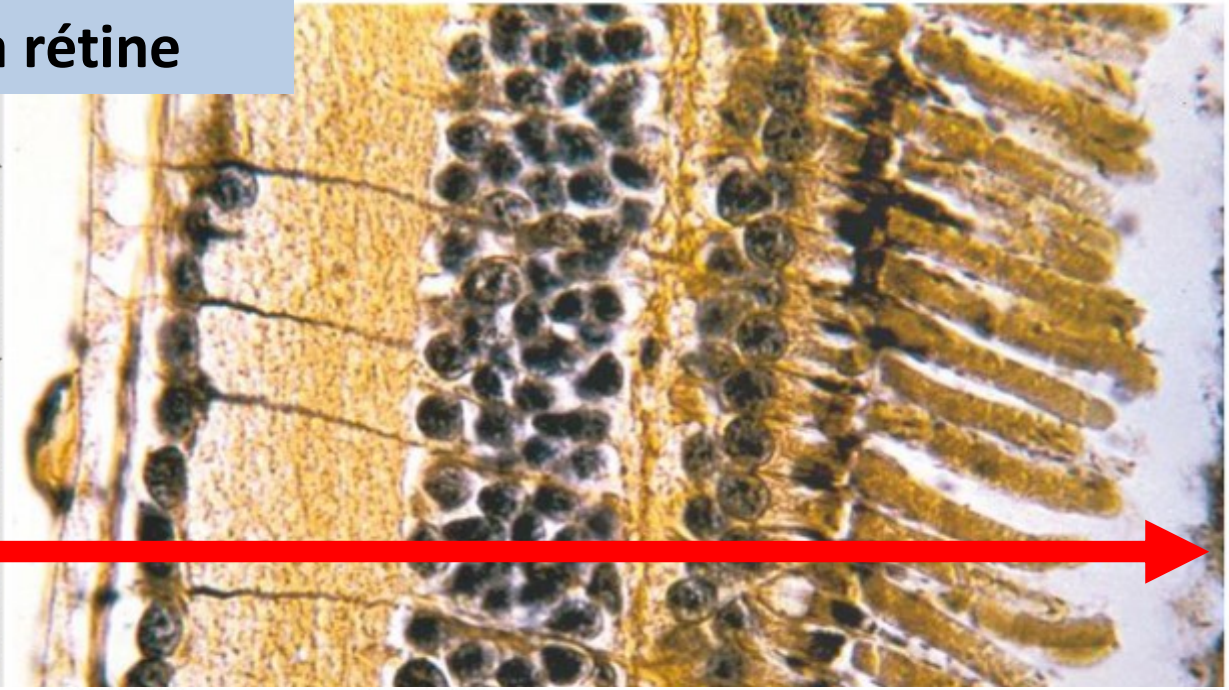
Des imperfections?



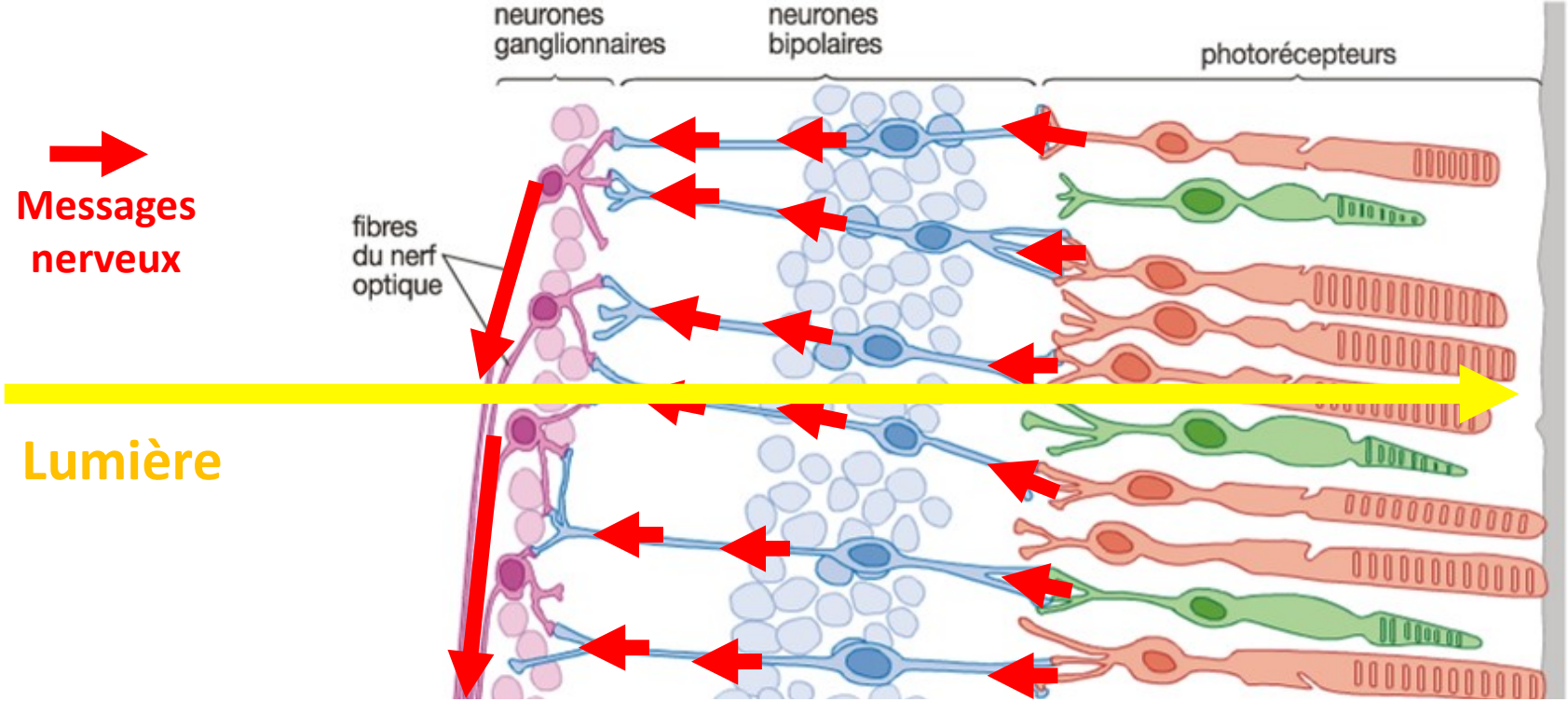
La structure de la rétine



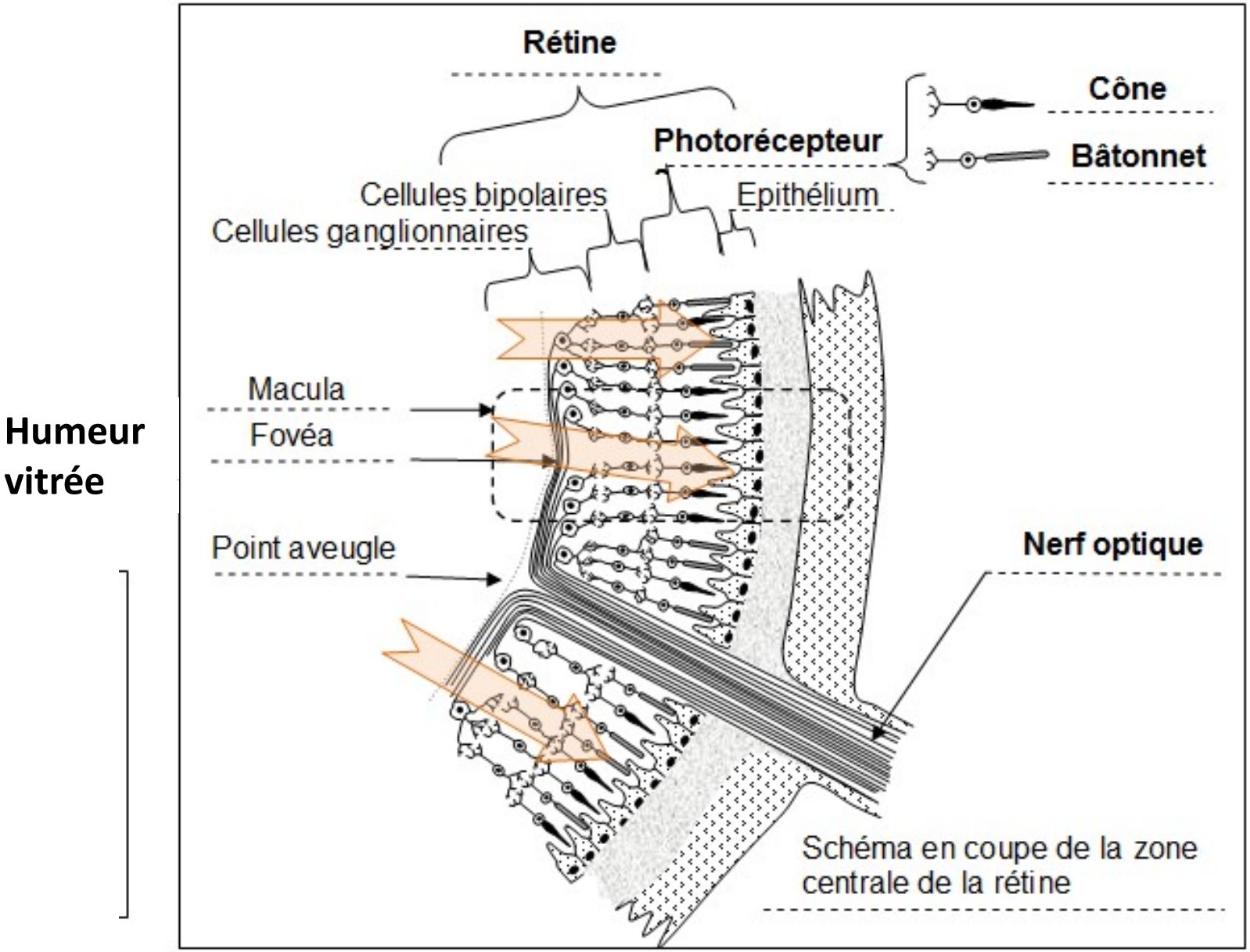
Partie interne de l'œil (humeur vitrée)



Lumière



La structure de la rétine

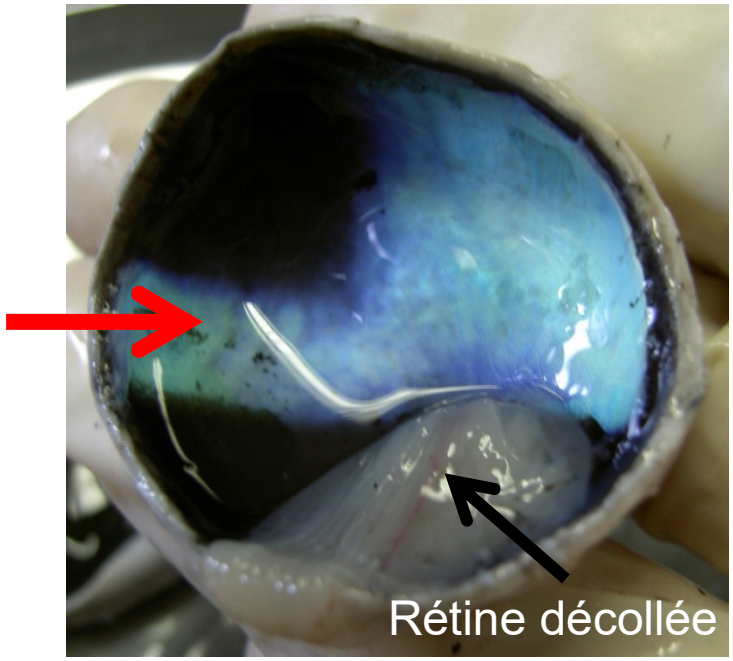


EXPÉRIENCE

L'expérience de Mariotte permet de mettre en évidence la tache aveugle.

- Masquer l'œil droit et fixer la croix avec l'œil gauche.
- Se mettre à une dizaine de centimètres de la page et faire doucement varier cette distance.
- Le point noir va disparaître quand il se trouvera au niveau de la tache aveugle.

Les yeux des vértébrés :

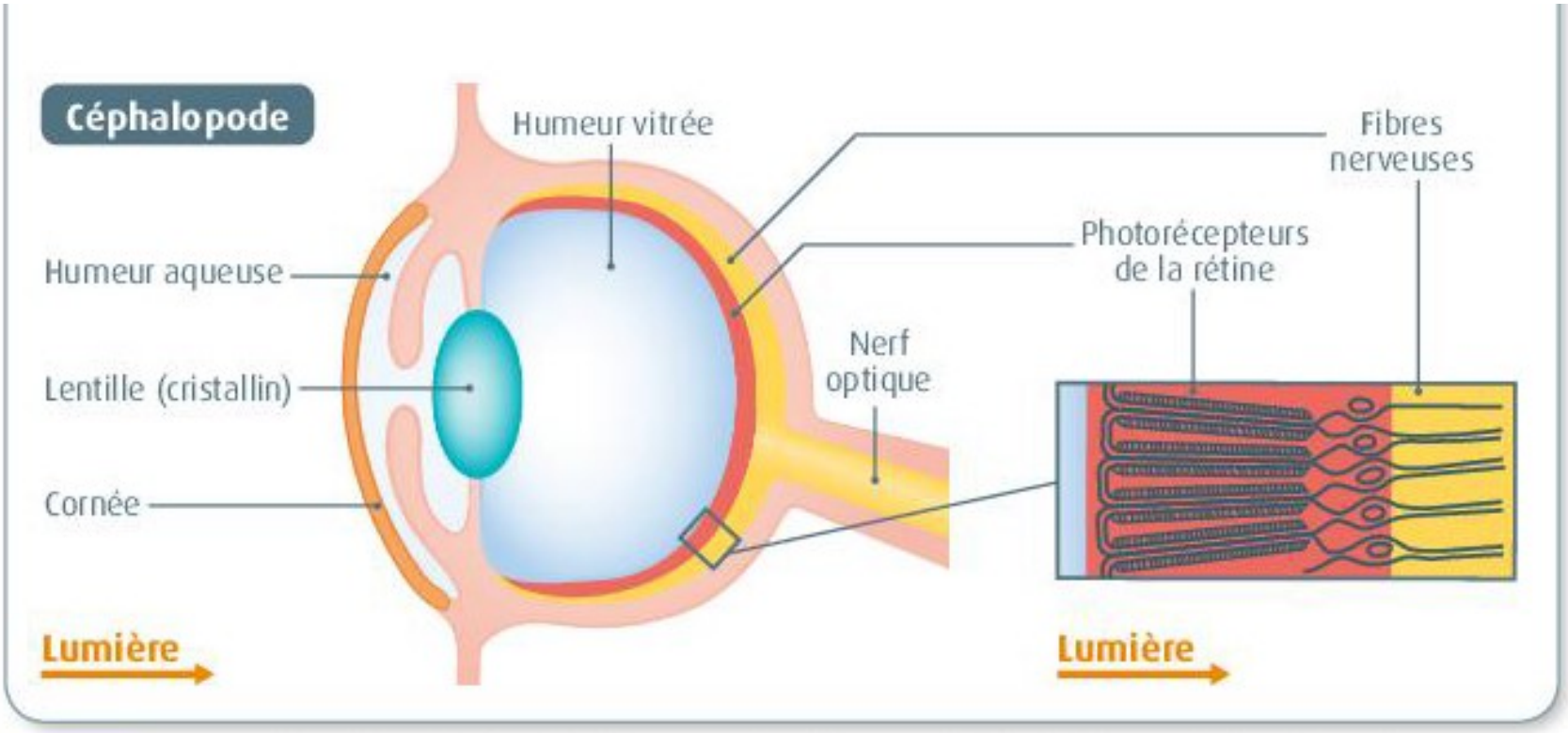


Les yeux des vértébrés:

Doc 4 **L'évolution de l'œil dans un milieu obscur**

- D'après les archives géologiques, les premiers mammifères connus vivaient il y a 125 Ma. Ils possédaient un œil complexe.
- Le rat taupe (*Spalax ehrenbergi*) est un mammifère actuel d'Afrique du Nord qui vit dans des terriers obscurs. Ses yeux sont **atrophiés**, leurs diamètres oculaires ne dépassent pas 700 µm, soit 0,7 mm. En effet, non adaptés au milieu obscur, les yeux ne confèrent plus d'avantage aux individus.

D’autres yeux:



D’autres yeux:

Il se nourrit essentiellement de crustacés, qu’il capture en profondeur à l’aide de ses tentacules.

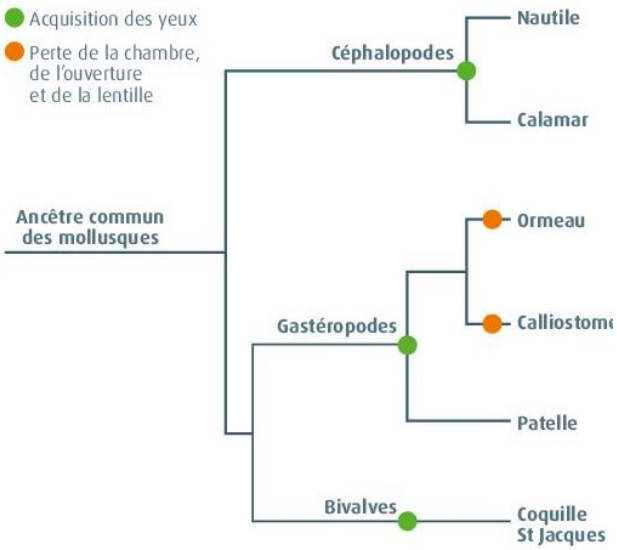
Les calmars sont des prédateurs agiles. Ils s'attaquent principalement aux poissons, aux crustacés ainsi qu'à d'autres mollusques.

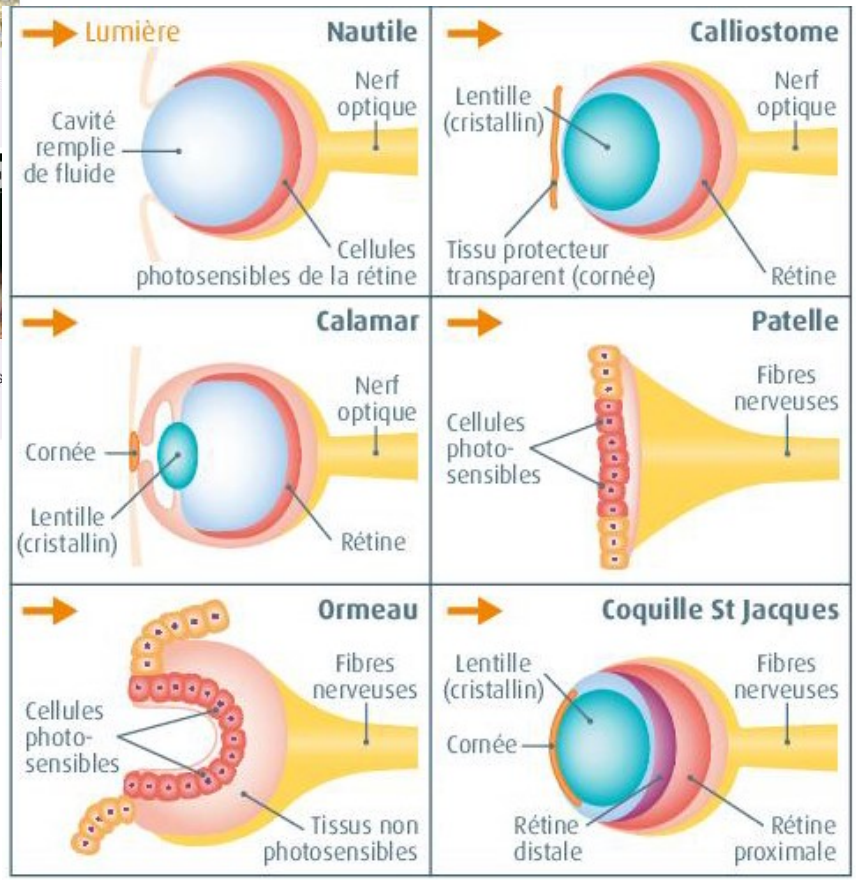
Mollusque filtreur qui se nourrit de phytoplancton. Il est capable de faire des sauts rapides pour fuir ses prédateurs.

Les patelles sont des animaux peu mobiles qui passent l'essentiel de leur temps à brouter les algues qui poussent sur les rochers de l'estran.

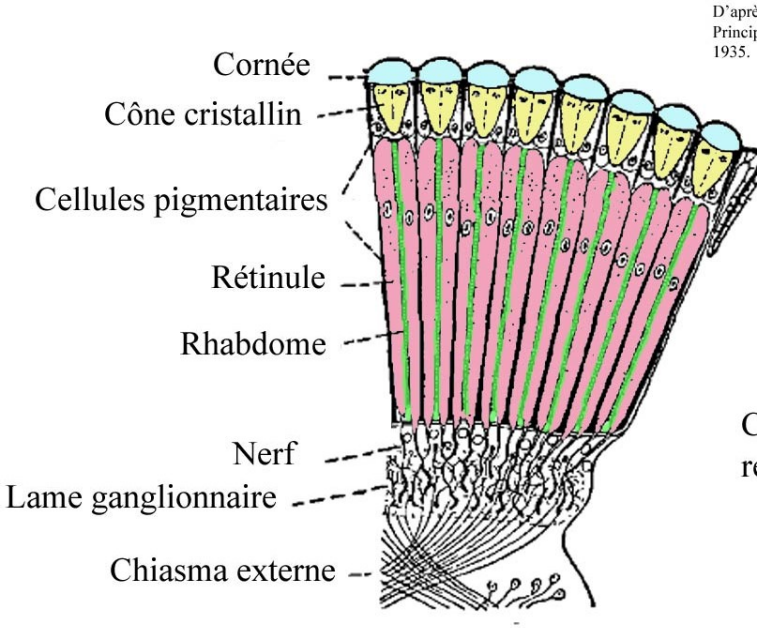
Les calliostomes sont des escargots marins, ils sont principalement herbivores et/ou détritivores.

Mollusques marins à coquille unique, qu'on trouve dans les eaux peu profondes du littoral. Ils se nourrissent d'algues qu'ils raclent sur la roche.





D’autres yeux:



Exercice

13 Les yeux de l'anableps

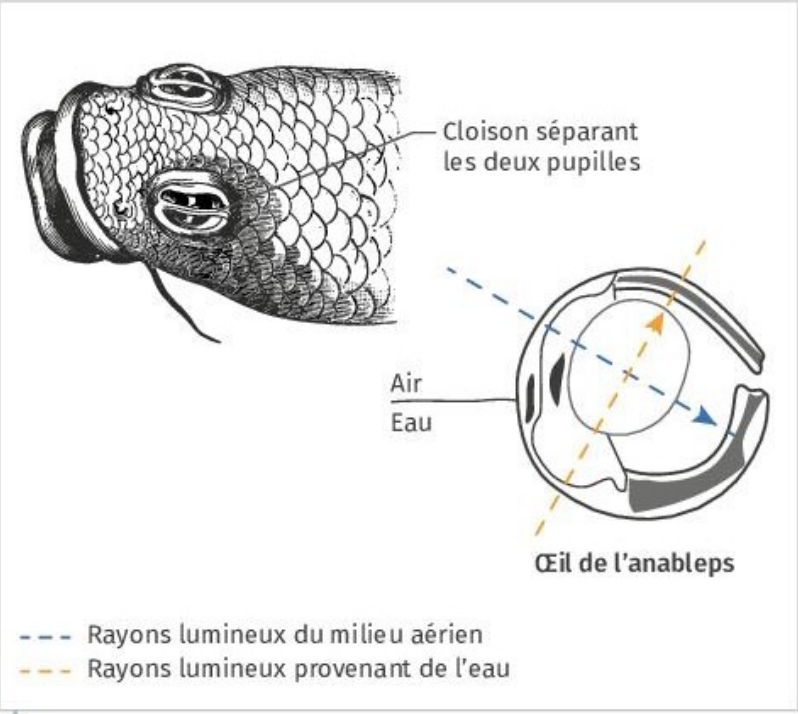
✔ Expliquer l'origine d'une structure anatomique (exemple de l'œil)

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.

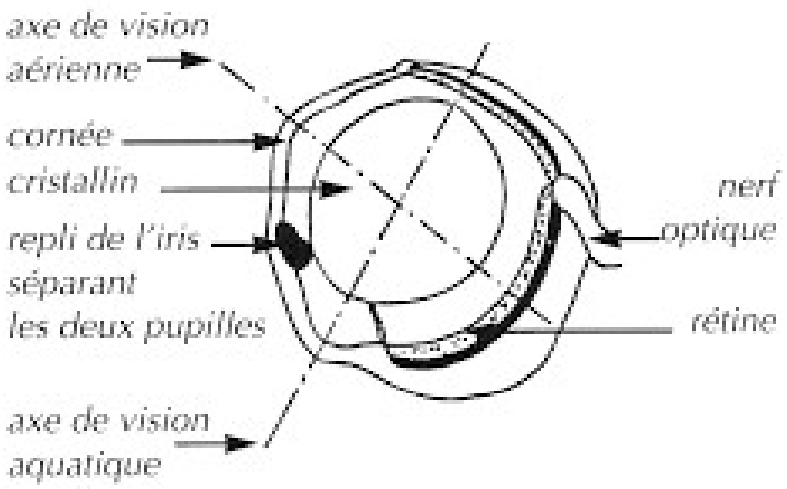
1 **Un anableps à la surface de l'eau, à la recherche d'une proie.** L'animal reste la plupart du temps dans cette position.

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.



3 - Coupe longitudinale d'un oeil d'Anableps

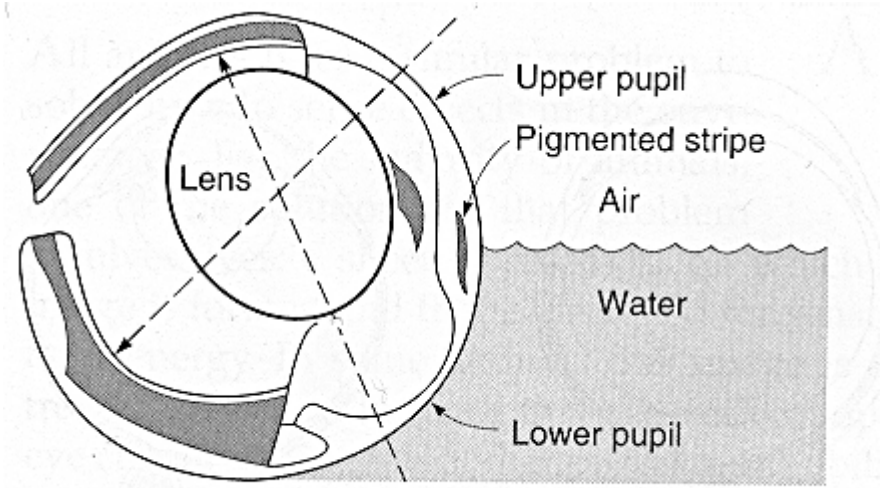


Figure 2.56
Eye of the Anableps. *Light from the water passes through the lower pupil and is focused by the powerful elliptical axis of the lens. Light from the air passes through the upper pupil and is focused by the less-powerful flattened axis of the lens (Sivak, 1976).*

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

I. Structures anatomiques et évolution

A. Exemple de l'œil

B . D'autres exemples

II . Pratiques humaines et évolution

A. Médecine et évolution

B. Agriculture et évolution

Les tétons des hommes

DOC 1

Pourquoi les hommes ont-ils des tétons ?

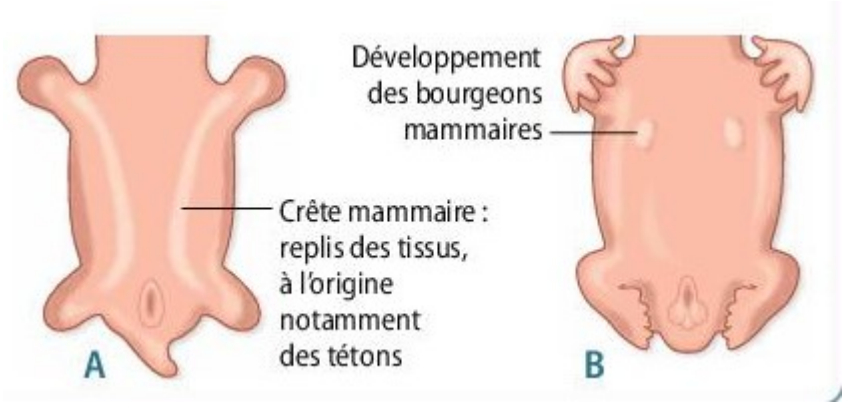
Torse de la célèbre statue *David* de Michel-Ange.

Les tétons sont mis en place assez tôt dans le développement embryonnaire à un moment où la différenciation sexuelle n'a pas encore eu lieu. Cette **contrainte évolutive** de construction pourrait expliquer pourquoi, chez de nombreuses espèces, les tétons sont aussi présents chez les mâles alors qu'ils n'allaitent pas.

Notons que cette hypothèse doit toutefois être nuancée :

- les mâles de nombreuses espèces de Mammifères, comme les souris, sont dénués de tétons, ce qui montre qu'il ne s'agit pas d'une contrainte de construction insurmontable ;
- les tétons des hommes pourraient être avantagés par la sélection sexuelle* en constituant un caractère ayant une influence dans le choix du partenaire sexuel des femmes.

Les tétons des hommes

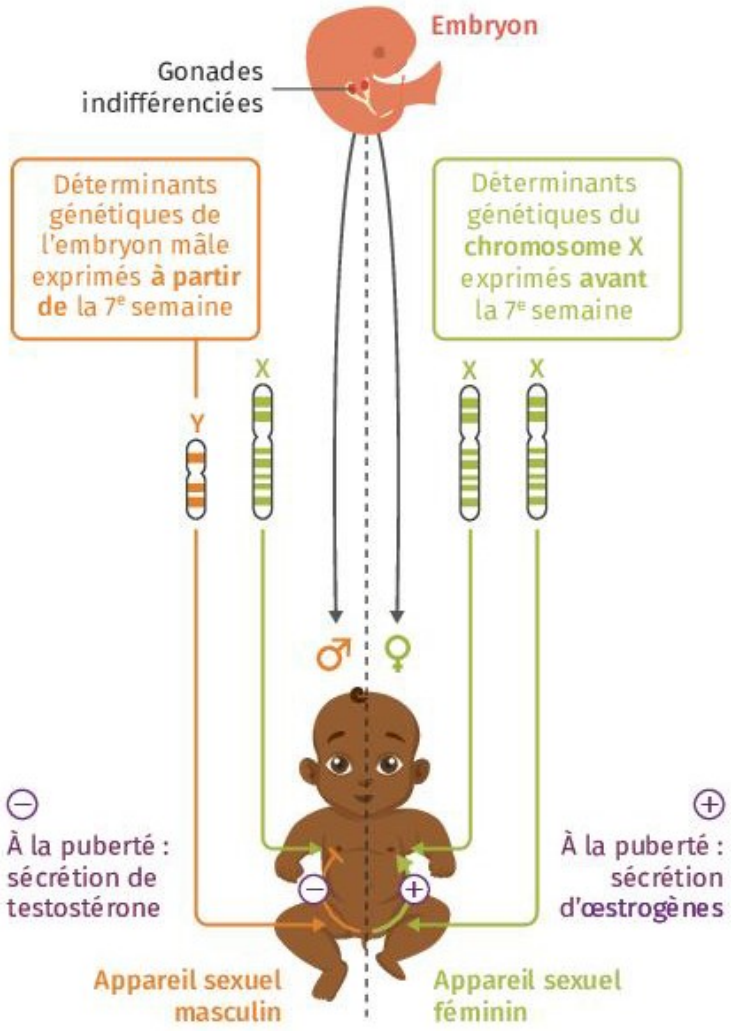


A) Vue ventrale d'un embryon humain à 4 semaines de développement

B) Vue ventrale d'un embryon à 6 semaines de développement

À la naissance, filles et garçons sont pourvus de tétons mis en place vers la 4e semaine de développement, grâce à des gènes présents sur le chromosome X.
À la puberté, l'augmentation dans le sang du taux d'hormones de type œstrogènes permet le développement des seins chez les femmes. Pendant la grossesse, l'hormone prolactine permet la fabrication du lait. Ce schéma général peut varier, notamment dans le cas de l'intersexuation.

Doc. 2 **Un développement sous contrôle génétique et hormonal**



Le trajet du nerf laryngé

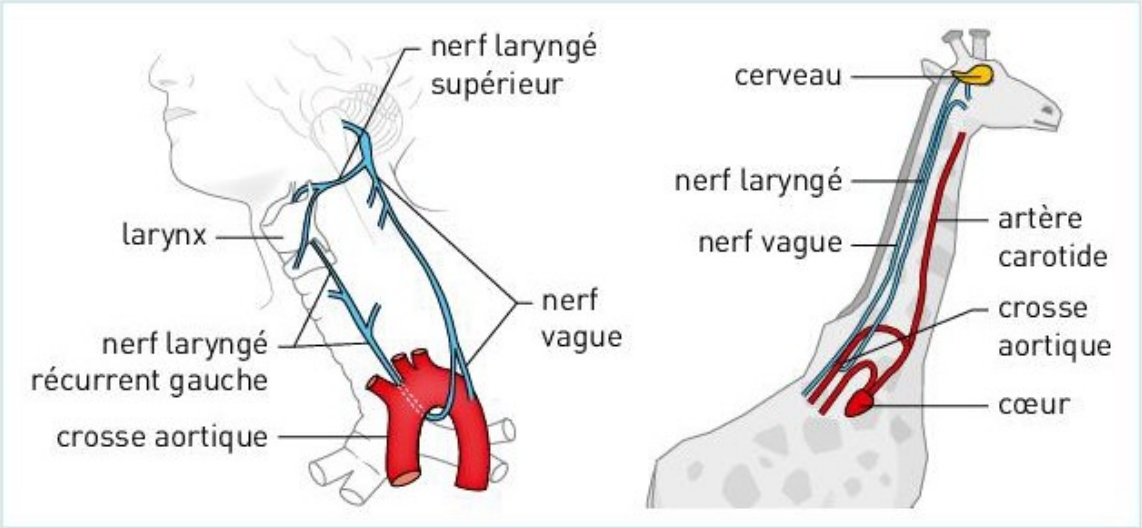
DOC 2

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

Chez tous les Mammifères, le nerf laryngé part du cerveau et innerve le larynx*. Au lieu de suivre un trajet direct, ce nerf fait un détour en passant sous la crosse aortique.

Chez les girafes, par exemple, il s'agit d'un détour de plus de 4 m ! Cette étrangeté est la conséquence d'une contrainte évolutive historique. Le nerf laryngé est apparu chez un Vertébré ancestral dénué de cou chez qui le trajet le plus direct consistait alors à passer sous la crosse aortique. Lorsque le cou est apparu, éloignant le cœur du cerveau, il était impossible de modifier évolutivement ce trajet. Le nerf laryngé s'est alors allongé.

L'évolution agit à l'image d'un bricoleur qui doit toujours « faire avec ce qu'il a ». En conséquence, les organismes vivants portent des traces de leur histoire évolutive.



Trajet du nerf laryngé autour de la crosse aortique chez l'humain et chez la girafe.

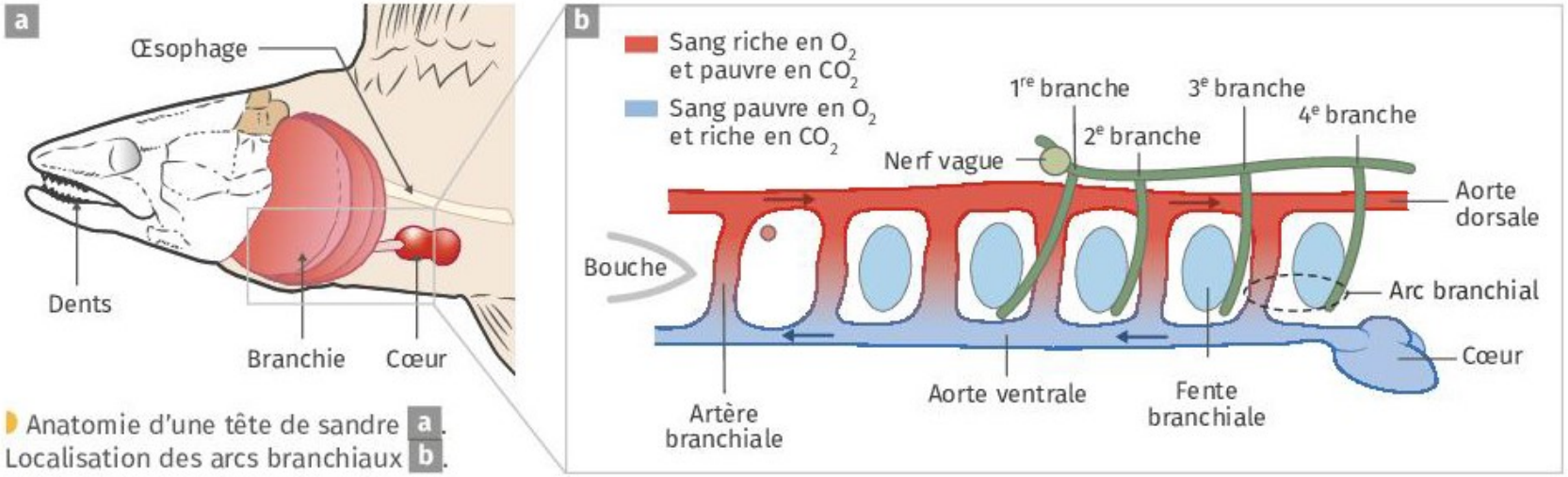
Un autre exemple : la crosse aortique

Un autre exemple : la crosse aortique

Doc. 9 **Organisation des arcs branchiaux chez le sandre**

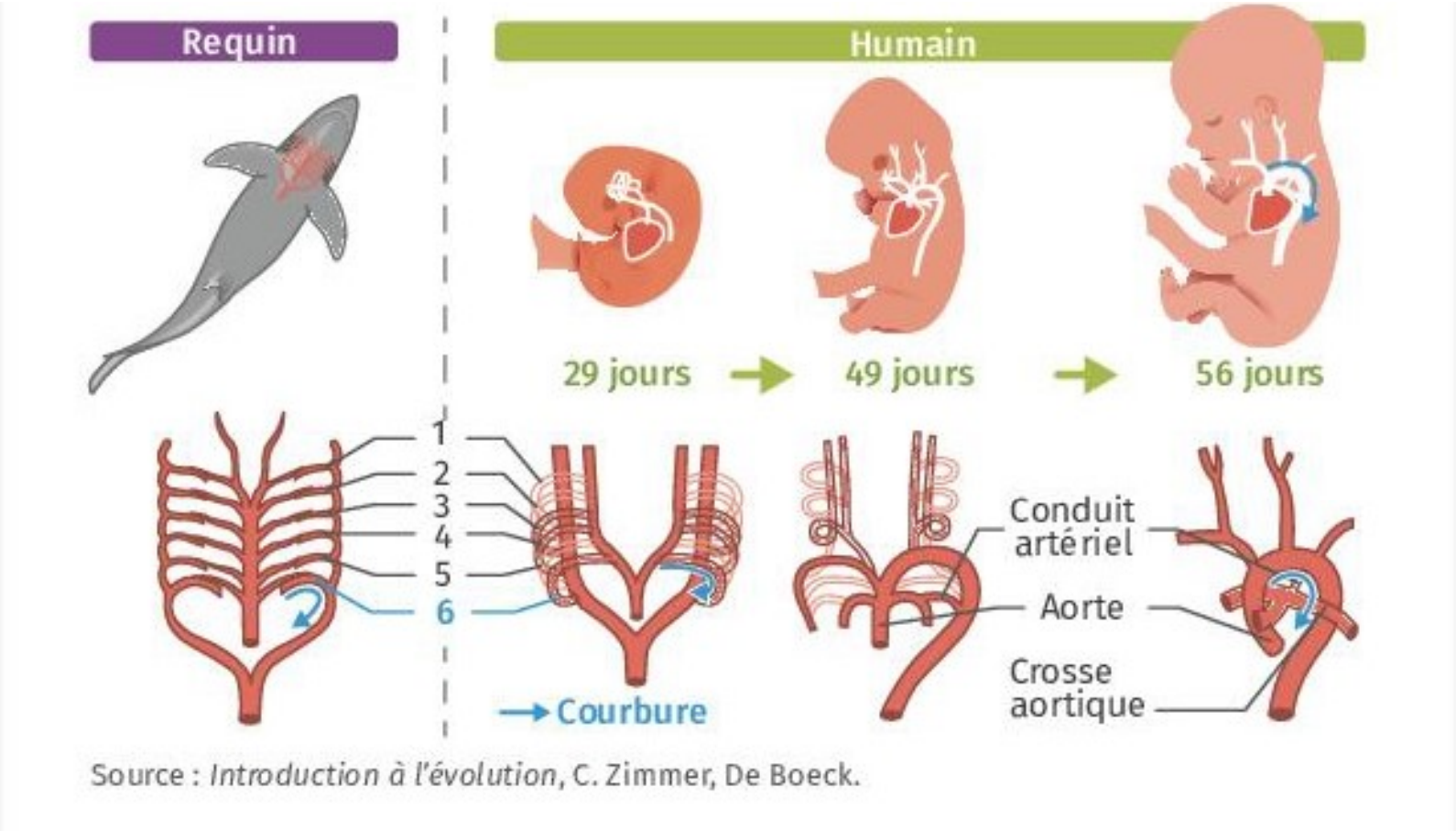
Le sandre est un vertébré d'eau douce. Il respire grâce à des branchies portées par les arcs branchiaux squelettiques. La présence d'arcs branchiaux est un caractère ancestral des vertébrés. Chez le sandre, l'arc branchial est constitué d'un arc squelettique osseux, d'une artère et d'un nerf. L'artère irrigue la branchie, permettant les échanges respiratoires.

Source : *Evolution*, M. Ridley , 3e édition Wiley-Blackwell.



Anatomie d'une tête de sandre **a**.
Localisation des arcs branchiaux **b**.

Un autre exemple : la crosse aortique

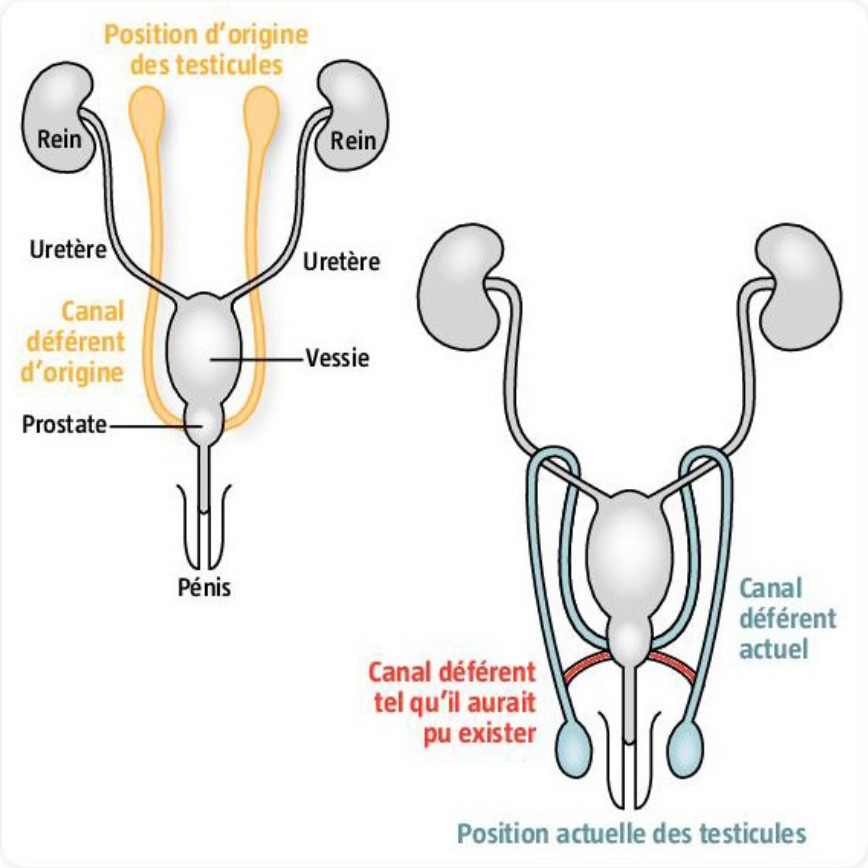


Source : *Introduction à l'évolution*, C. Zimmer, De Boeck.

Animation sur le développement embryonnaire des arcs aortiques:
http://www.embryology.ch/francais/pcardio/arterien01.html

Un autre exemple : le trajet des canaux déférents

Doc 3 **La longueur des canaux déférents, une contrainte évolutive liée à l'histoire**



- Chez les ancêtres des mammifères et des autres groupes de vertébrés, les testicules sont situés à l'intérieur de l'abdomen. Le déplacement des testicules à l'extérieur de la cavité abdominale chez de nombreux mammifères leur permet d'augmenter le stockage de spermatozoïdes.
- Lors de l'éjaculation, les gamètes circulent dans le canal déférent qui relie les testicules à la prostate. Le déplacement des testicules à l'extérieur du corps rallonge d'une quarantaine de centimètres le trajet de ce canal qui remonte derrière les uretères pour ensuite redescendre vers la prostate.
- L'absence d'une connexion avec un parcours optimal entre les testicules et la prostate chez l'être humain peut donc s'expliquer par l'histoire évolutive de leur appareil reproducteur. Sur le schéma, le canal représenté en rouge montre une trajectoire hypothétique qui aurait été plus fonctionnelle pour relier ces deux organes.

Les dents de sagesse

DOC 3

Pourquoi les dents de sagesse deviennent-elles moins répandues ?

Nos troisièmes molaires sont plus couramment appelées dents de sagesse. Comme pour les autres dents, nous en avons, ou devrions en avoir, quatre. Cependant, 20 à 25 % des individus naissent avec au moins une dent de sagesse manquante. De plus, dans les pays développés, ces troisièmes molaires sont très souvent enlevées pour éviter douleurs et complications médicales.

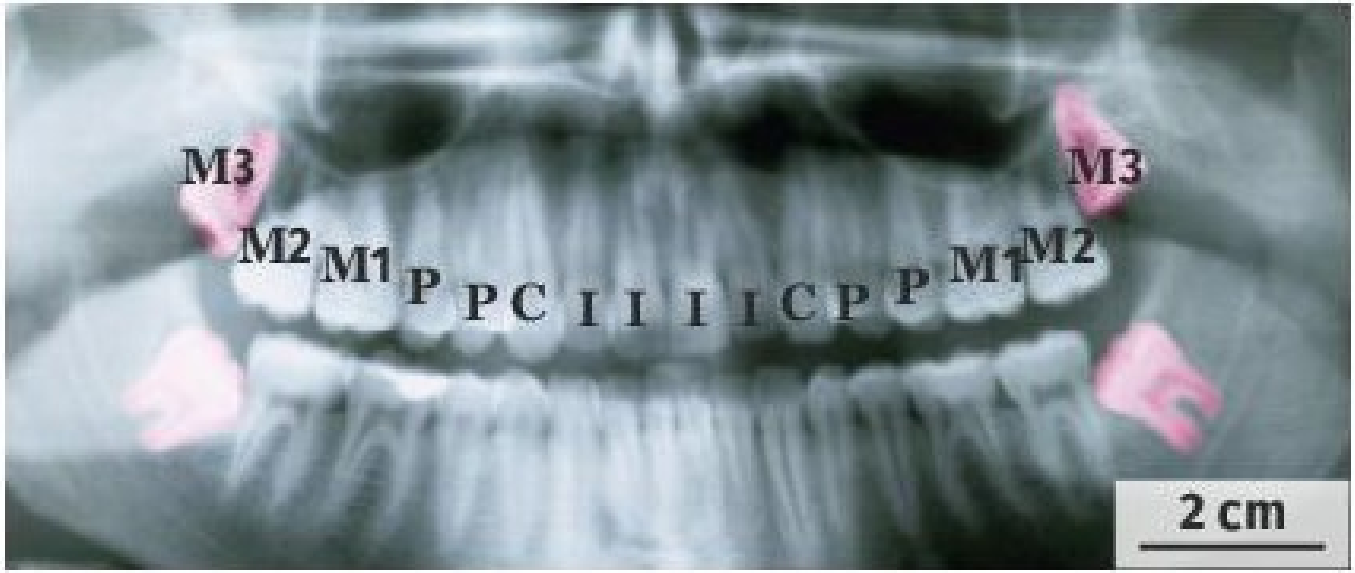
Radiographie dentaire. (Les dents de sagesse sont entourées en rouge).

Au cours de notre histoire évolutive récente, la taille de notre mâchoire a diminué, d'où un manque d'espace pour les troisièmes molaires et l'apparition de troubles de la santé bucco-dentaire. Les individus n'ayant pas toutes leurs dents de sagesse présentent ainsi un avantage. L'évolution de notre denture* est en cours, mais la disparition complète des dents de sagesse sera très lente puisque le désavantage qu'elles provoquent disparaît grâce aux soins dentaires.

L'évolution par sélection naturelle a besoin de temps pour accumuler des mutations. Elle n'est pas instantanée ! Ce qui était adapté à un moment donné peut devenir mal-adapté à un autre moment ; on parle d'**anachronisme évolutif**. On peut alors assister à une **régression** de ces mal-adaptations.

Les dents de sagesse

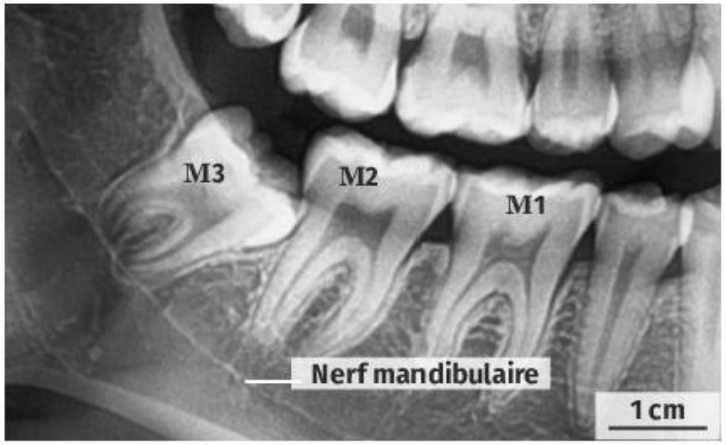
Doc. 4 **Radiographie des dents chez l'être humain adulte, vue de face**



Le nombre de dents peut varier selon les individus, mais le modèle chez l'adulte est pour chaque demi-mâchoire : 3 molaires (numérotées M_1, M_2, M_3), 2 prémolaires (P), 1 canine (C), 2 incisives (I). Les dents de sagesse correspondent à la molaire M_3 (en rose ici, fausses couleurs).

Les dents de sagesse

Doc. 6 Radiographie d'un patient avant l'extraction de la molaire M_3



Doc. 8 Quelques statistiques sur les dents

Personnes présentant un mauvais positionnement des dents de sagesse lors de leur croissance	50 %
Proportion de la population actuelle dont au moins une dent (hors M_3) ne pousse pas	1 à 6 %
Proportion de la population actuelle dont au moins une dent de sagesse ne pousse pas	20 à 30 %
Diminution de la taille des dents entre les humains actuels (*H. sapiens*) et l'homme de Dmanisi (*H. georgicus*), dont les fossiles sont datés de 1,8 Ma	15 %

Les dents de sagesse

Doc. 7 **Évolution des dents de sagesse**

Pour Charles Darwin, la dent de sagesse tend à disparaître : il évoque « la faiblesse de cette dent, qui naît la dernière [...] et fait souvent défaut ». Il est cependant difficile de tirer des conclusions à partir des statistiques sur les dents de sagesse ou des quelques fossiles disponibles. Il n'est pour l'instant pas possible d'affirmer que l'absence de formation de dents de sagesse corresponde à une évolution de l'être humain. Si ces absences semblent plus nombreuses, c'est parce qu'elles sont mieux diagnostiquées. Ainsi il peut s'agir d'incidents liés à la diversité humaine. Celui-ci aura sans doute encore longtemps une formule dentaire à 32 dents. Comme les dents de sagesse ne sont plus indispensables, les mutations qui touchent des gènes impliqués dans leur formation n'affectent pas le succès reproducteur des individus. Il est donc possible que les fréquences des allèles impliqués évoluent au hasard.

Les difficultés de l'accouchement

DOC 4

Pourquoi la naissance du bébé est-elle si difficile ?

Chez l'espèce humaine, l'accouchement (a) est plus long et plus difficile que chez les autres Primates* (b). De nos jours, les accouchements compliqués entraînent encore, chez certaines populations humaines, des taux de mortalité maternelle et néonatale élevés.

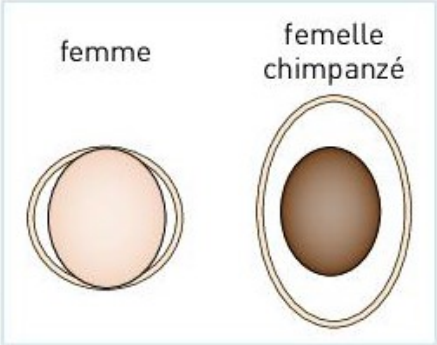
Au cours de notre évolution, le volume crânien a augmenté. De plus, la largeur de l'ouverture du bassin a diminué et son orientation a évolué, facilitant la bipédie*. Ainsi, l'ouverture du bassin féminin doit être à la fois la plus étroite possible pour garantir des os iliaques larges nécessaires à une bipédie efficace mais aussi la plus large possible pour garantir un accouchement sans danger. La largeur du bassin est donc la résultante intermédiaire de ces deux pressions de sélection.

Certains caractères des êtres vivants résultent donc de **compromis sélectifs** issus de pressions de sélection antagonistes.

ANIMATION BONUS
L'accouchement

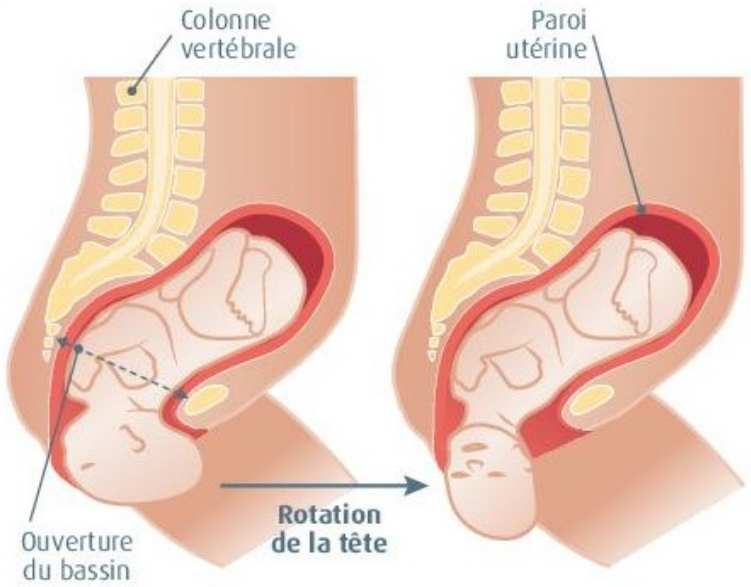
bordas Flash PAGE animation

a Position du bébé juste avant l'accouchement.



b Relation entre la taille de l'entrée du bassin maternel (contour) et la taille de la tête du bébé (forme pleine) chez les humains et les Chimpanzés.

Les difficultés de l'accouchement

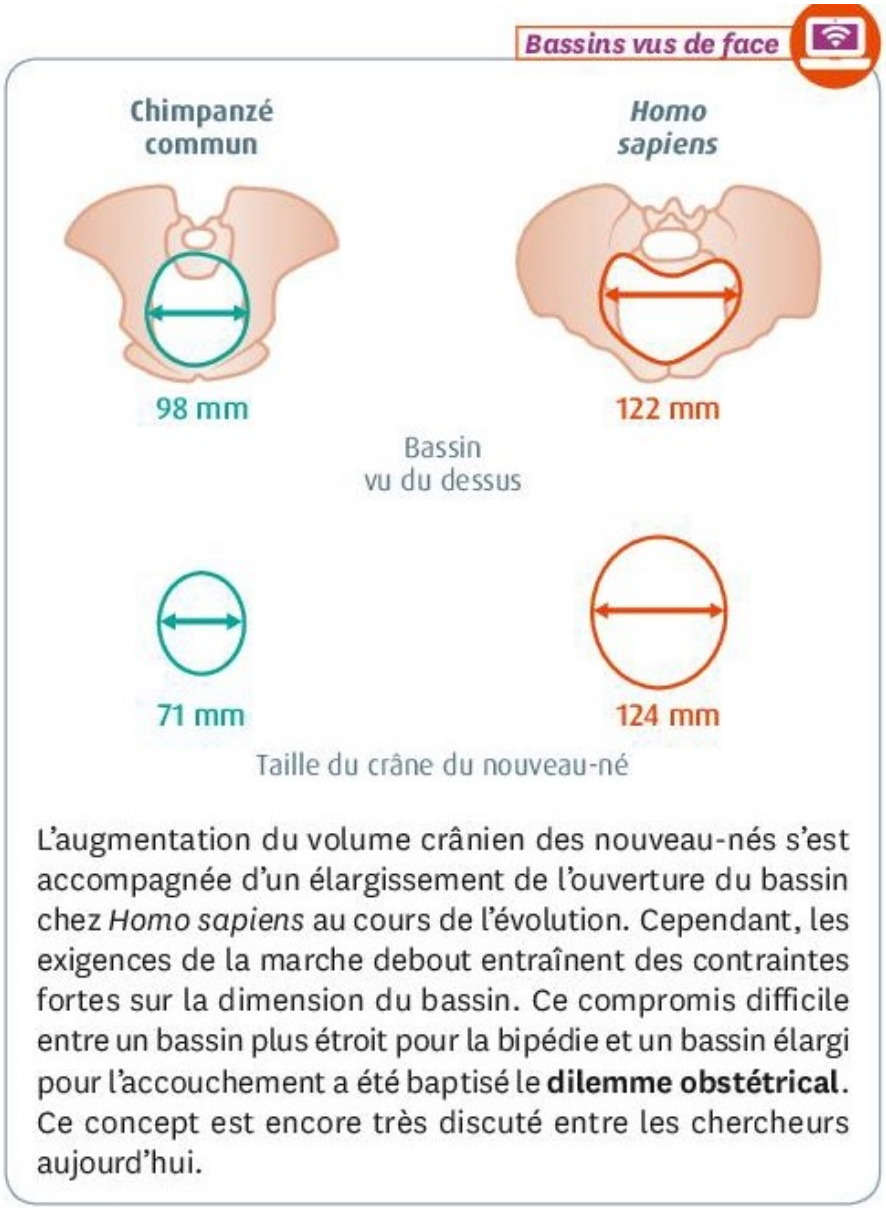


Du fait du passage difficile de la tête dans le bassin, l'accouchement chez les humains est particulièrement délicat comparé aux autres mammifères. À l'échelle mondiale, on estime que 15 % des accouchements présentent des complications, parfois avec un risque mortel, et nécessitent un accompagnement médical.
Au XVIIIe siècle, en Occident, le risque pour une femme de mourir à l'accouchement était de 1,5 % à chaque naissance. Dans toutes les sociétés humaines, les accouchements sont classiquement aidés par des sages-femmes ou des membres de la famille.

DOC 3 La naissance dans l'espèce humaine.

Animation : la rotation de la tête du bébé lors de l'accouchement https://www.youtube.com/watch?v=XJARThwJTXA

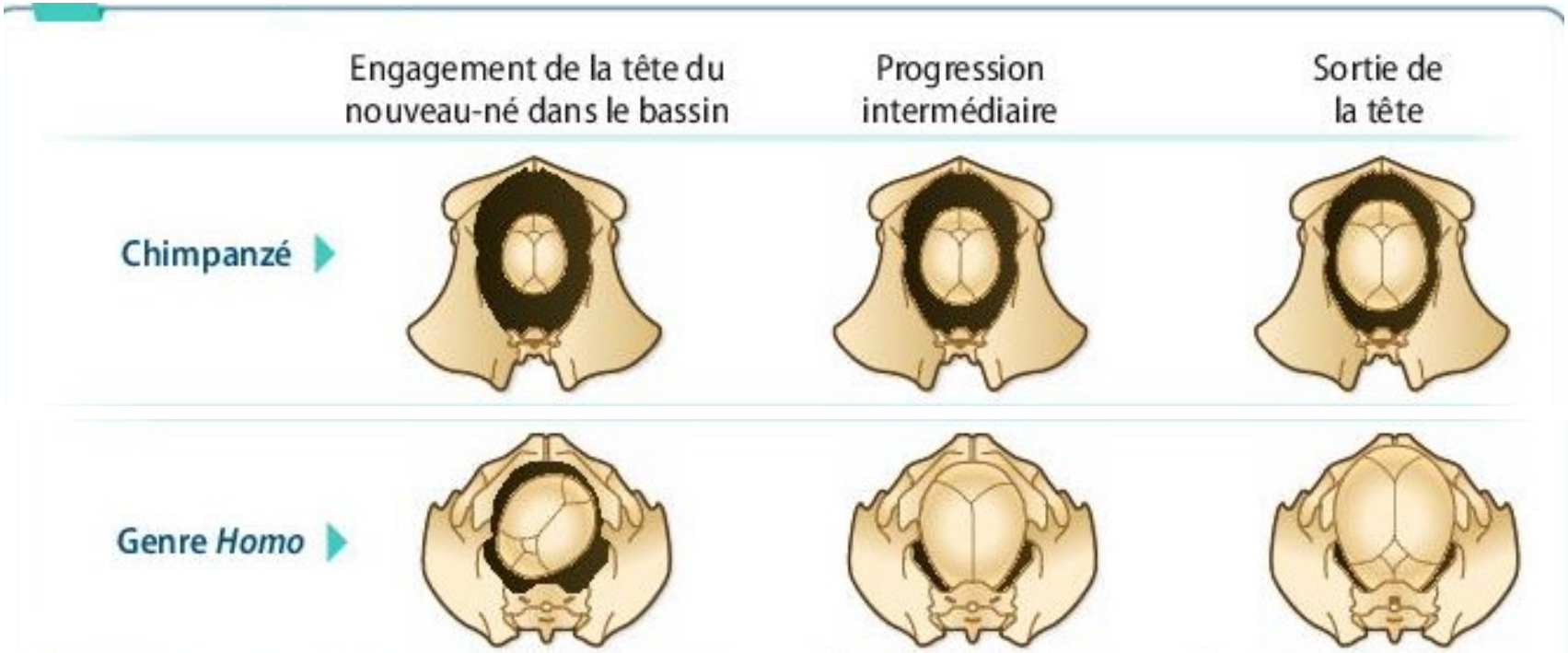
Les difficultés de l'accouchement



L'augmentation du volume crânien des nouveau-nés s'est accompagnée d'un élargissement de l'ouverture du bassin chez *Homo sapiens* au cours de l'évolution. Cependant, les exigences de la marche debout entraînent des contraintes fortes sur la dimension du bassin. Ce compromis difficile entre un bassin plus étroit pour la bipédie et un bassin élargi pour l'accouchement a été baptisé le **dilemme obstétrical**. Ce concept est encore très discuté entre les chercheurs aujourd'hui.

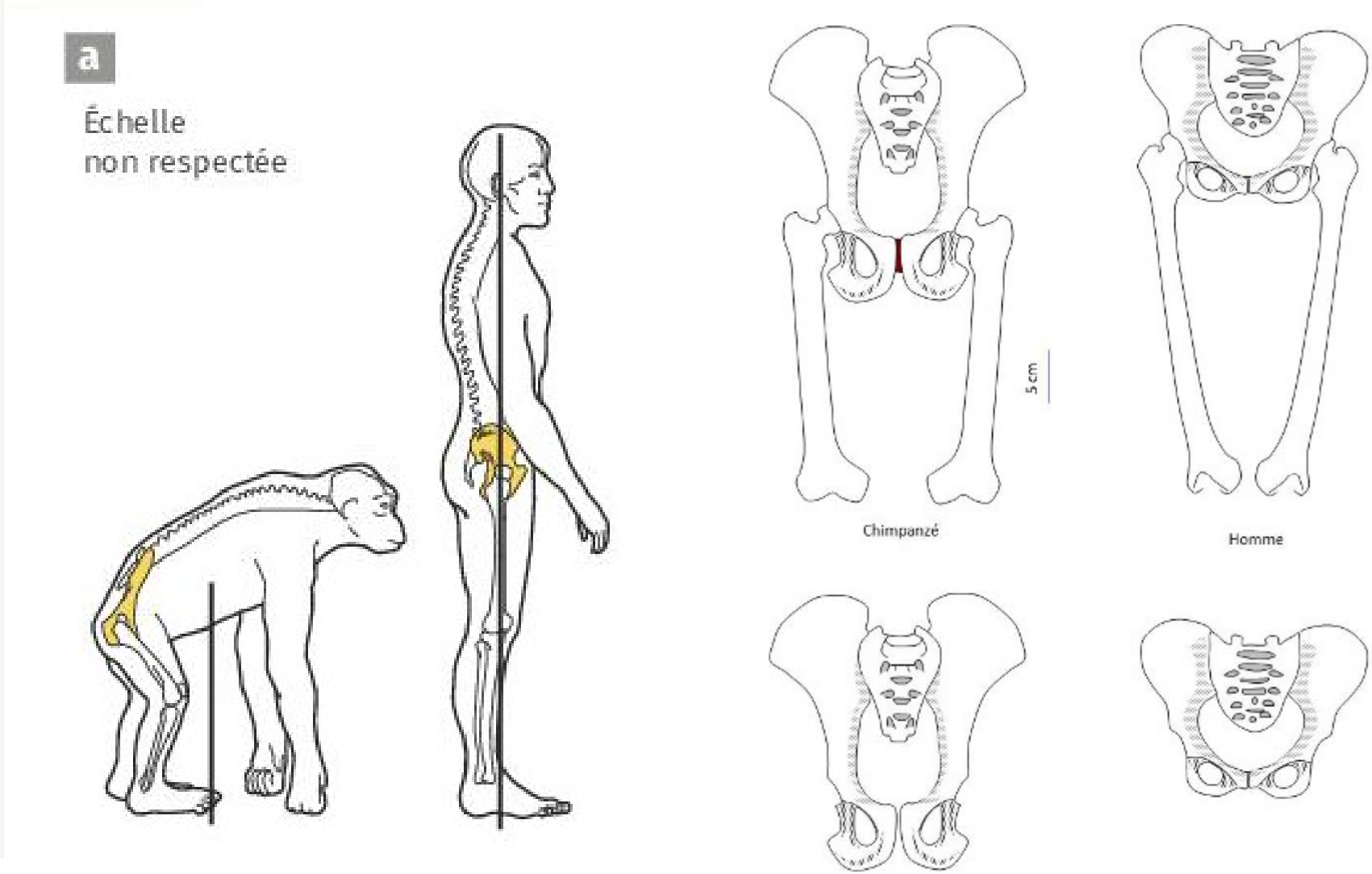
DOC 4 **Le dilemme obstétrical.**

Les difficultés de l'accouchement



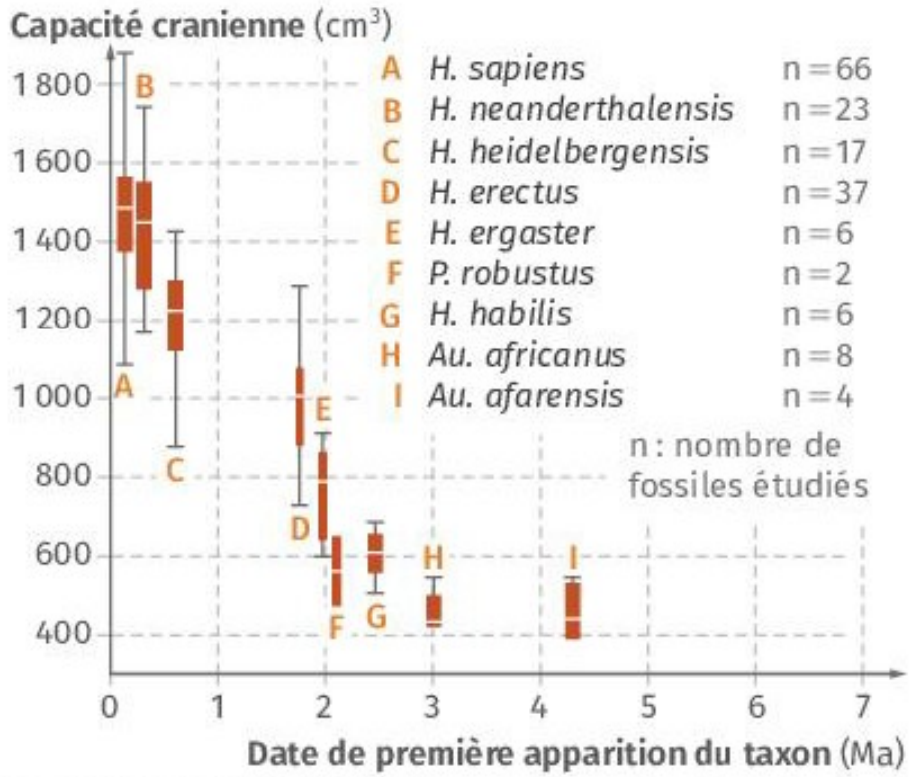
Positions successives de la tête du nouveau-né lors de sa descente dans le bassin à l'accouchement chez le Chimpanzé, l'Australopithèque et l'Humain moderne.

Les difficultés de l'accouchement



Les difficultés de l'accouchement

Doc. 12 Capacité crânienne humaine et de différentes espèces fossiles d'hominidés



Source : Planet-terre, ENS de Lyon.

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

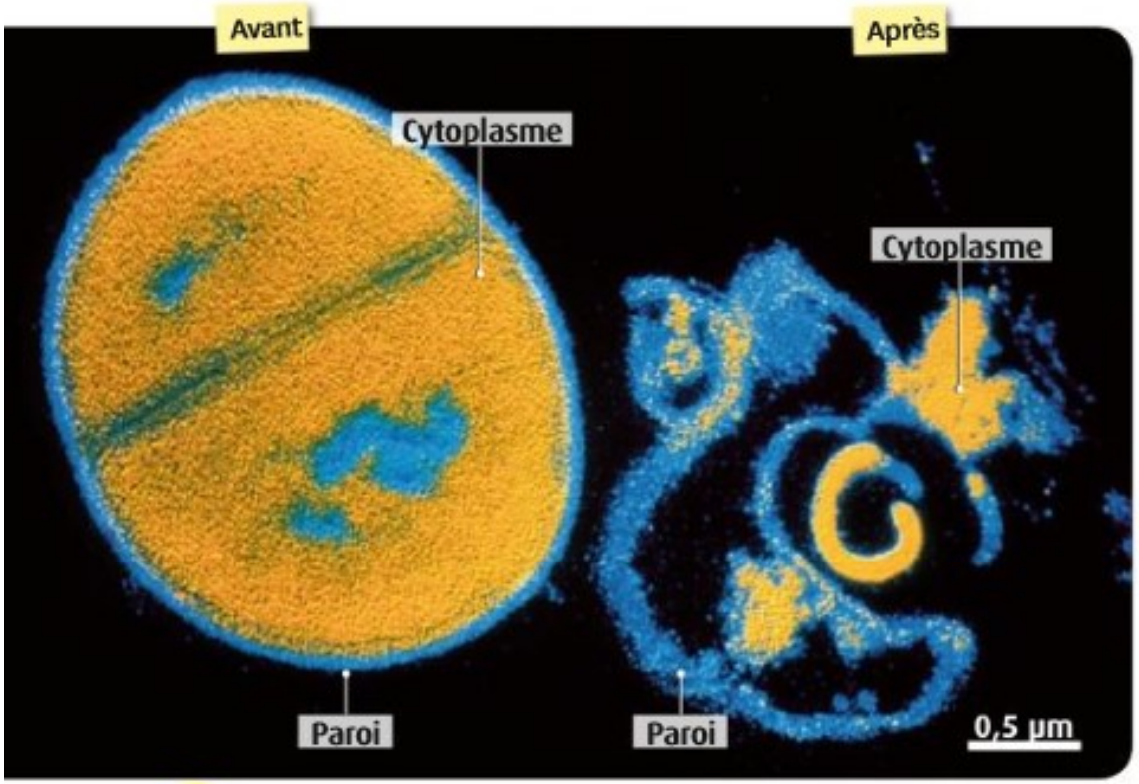
I. Structures anatomiques et évolution

A. Exemple de l'œil
B . D'autres exemples

II . Pratiques humaines et évolution

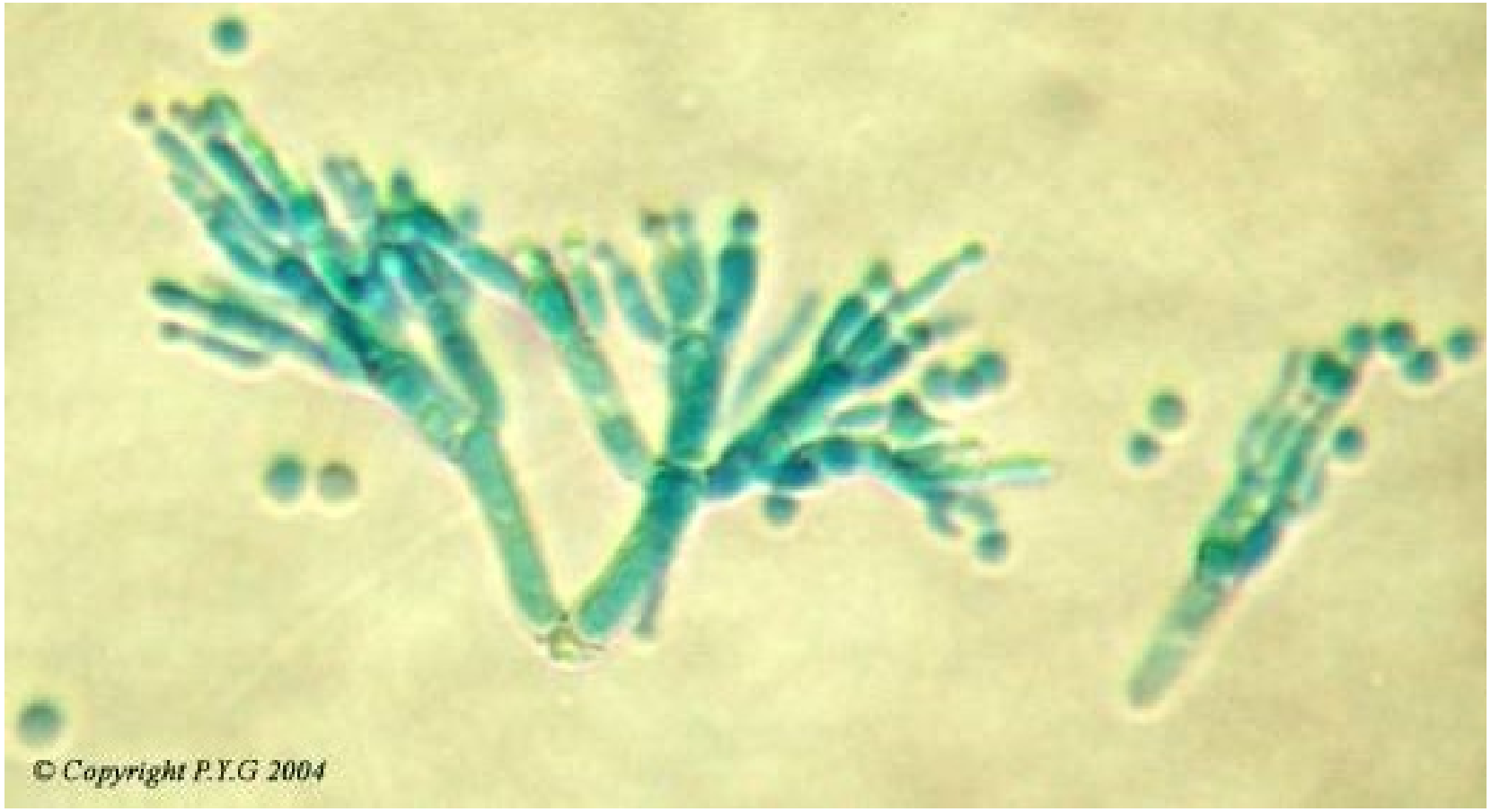
A. Médecine et évolution
B. Agriculture et évolution

Qu’est-ce qu’un antibiotique ?



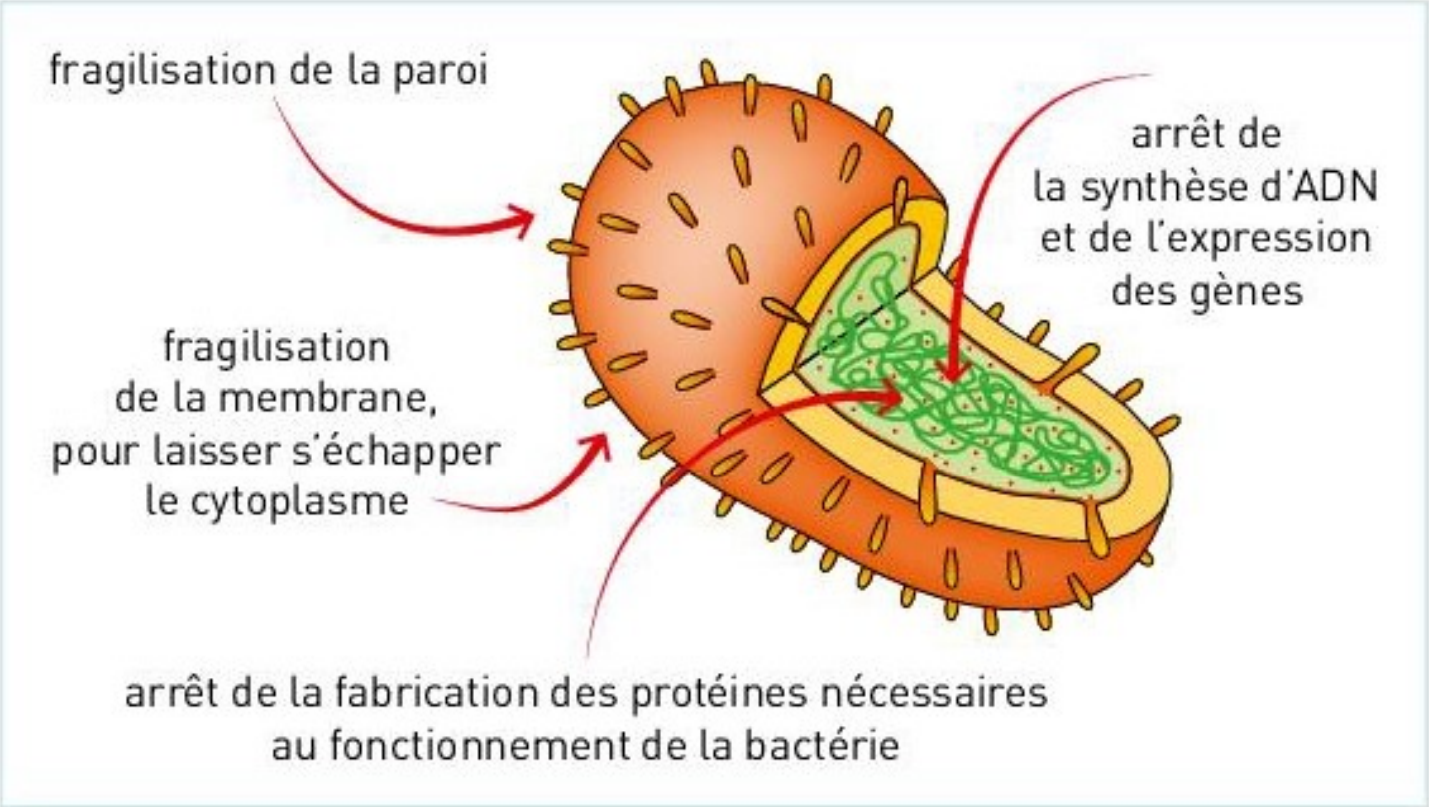
1 Une bactérie avant et après traitement à la pénicilline. Une bactérie est un organisme unicellulaire présentant un cytoplasme dans lequel règne une forte pression. Sa membrane est doublée d’une paroi rigide qui permet ainsi à la bactérie de ne pas éclater. Les pénicillines sont des antibiotiques de type «ß-lactamines» qui empêchent la formation de la paroi bactérienne. Ce sont les antibiotiques les plus utilisés en France (exemples de pénicillines : amoxicilline, pénicilline G...).

Les antibiotiques, des molécules naturelles



Penicillium roqueforti

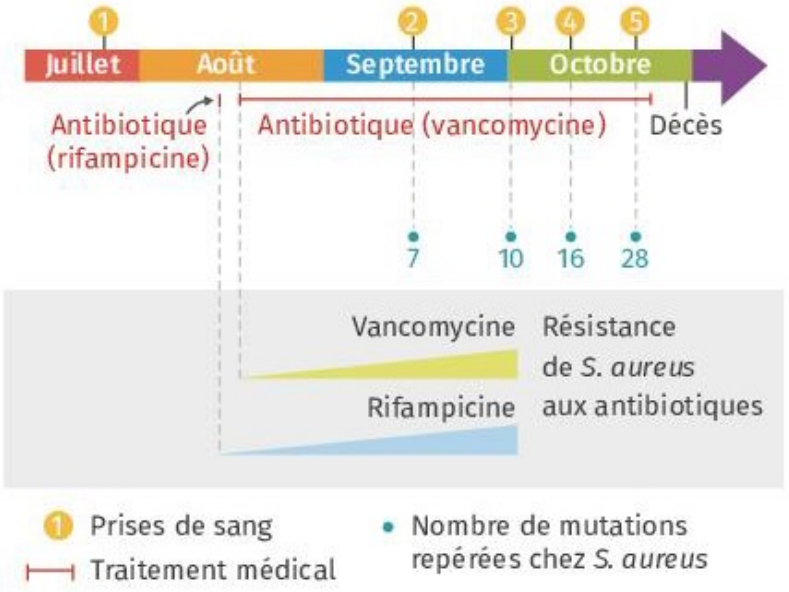
Différents mécanismes de résistance aux antibiotiques



a Chaque antibiotique cible différemment un élément vital du fonctionnement de la cellule bactérienne.

Problèmes de résistance aux antibiotiques

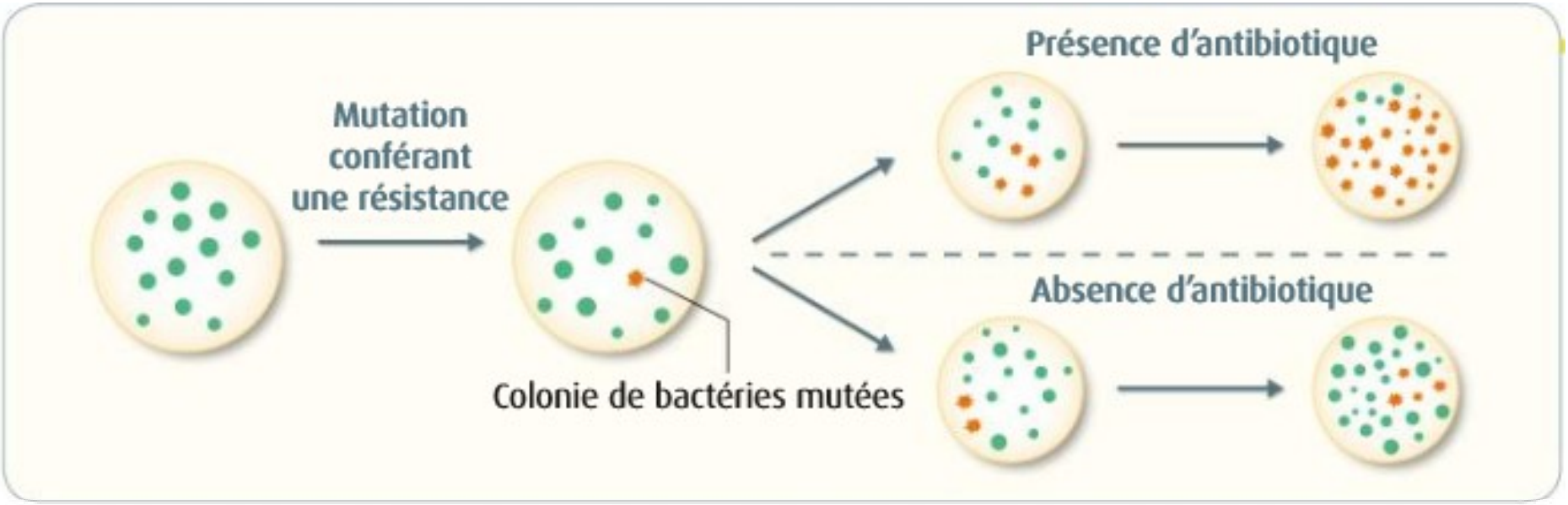
Doc. 3 **Infection au staphylocoque doré (*S. aureus*) chez un patient**



Source : *Introduction à l'évolution*, C. Zimmer, De Boeck.

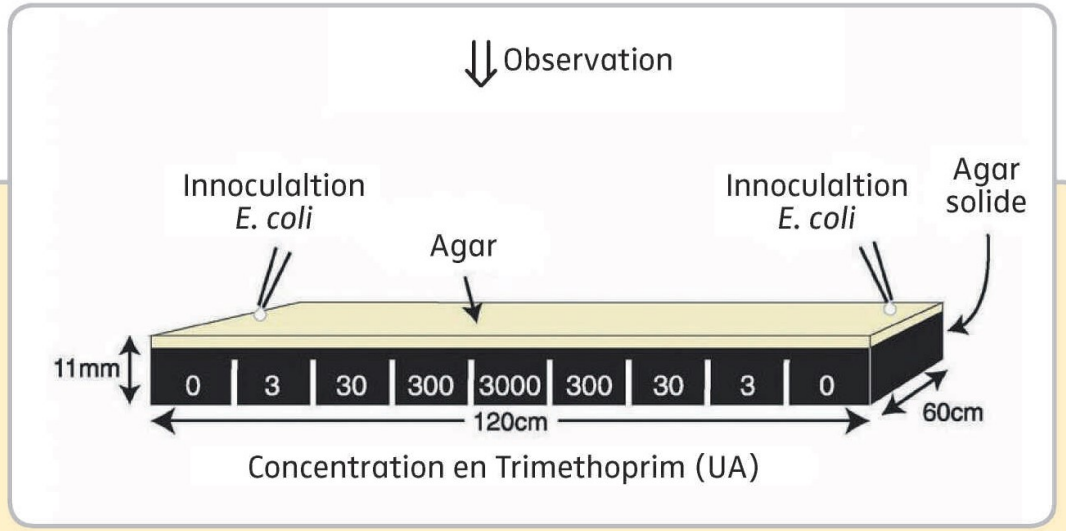
Un patient est admis à l'hôpital suite à une infection par *S. aureus*, les médecins lui prescrivent un traitement antibiotique. Des prises de sang régulières sont effectuées puis des analyses sont réalisées sur les bactéries *S. aureus* prélevées pour estimer le nombre de mutations par rapport à la souche initiale et tester la sensibilité aux antibiotiques par antibiogramme.

La sélection des bactéries résistantes : vidéo



7 Effet d'un antibiotique sur des bactéries porteuses d'un gène conférant la résistance à un antibiotique.
Les bactéries porteuses de ce gène se multiplient moins vite que les autres en l'absence d'antibiotique. En présence d'antibiotiques, la plupart des bactéries meurent, sauf les plus résistantes.

La sélection des bactéries résistantes : vidéo

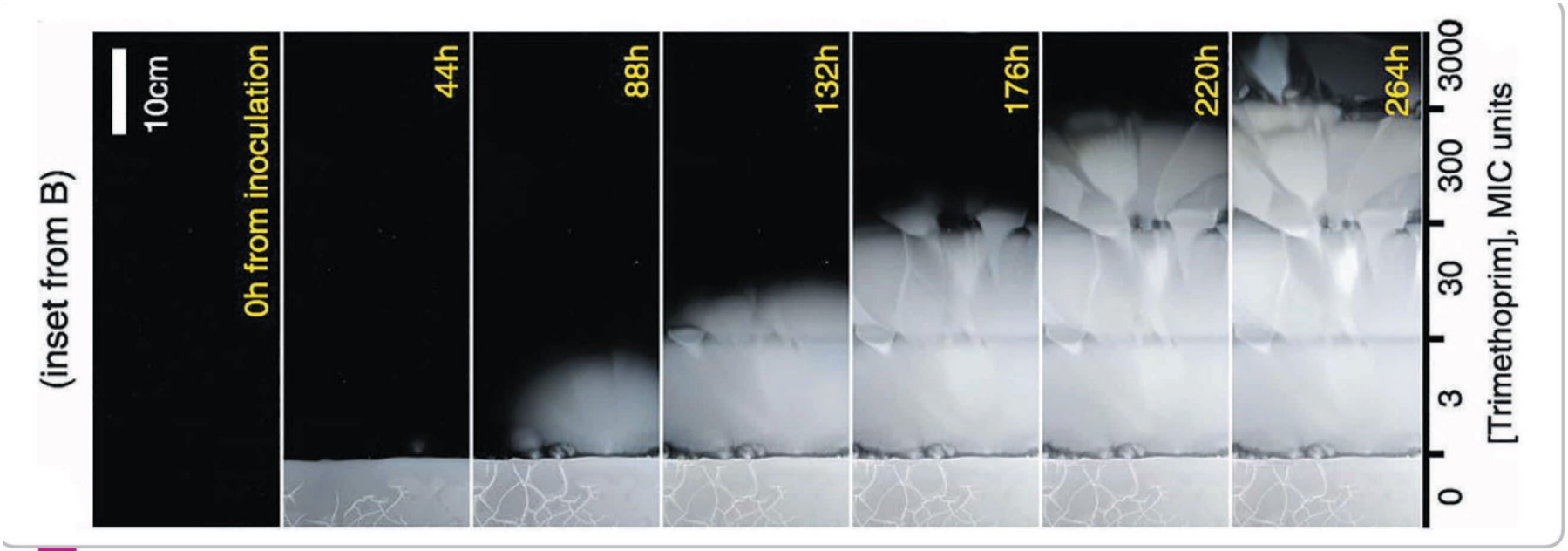


Les scientifiques ont cultivé une souche d'*Escherichia coli* sensible à un antibiotique, le trimethoprim, sur une boîte de Petri géante remplie avec de la gélose noire. Dans ce milieu, on retrouve des éléments nutritifs permettant aux bactéries de se multiplier et de former un tapis blanc en surface. Il contient aussi une concentration croissante de ce même antibiotique.

Au bout de 11 jours, on observe les résultats et on identifie les différentes mutations (présence d'un rond) qui aboutissent à la formation de nouvelles souches de bactéries résistantes.

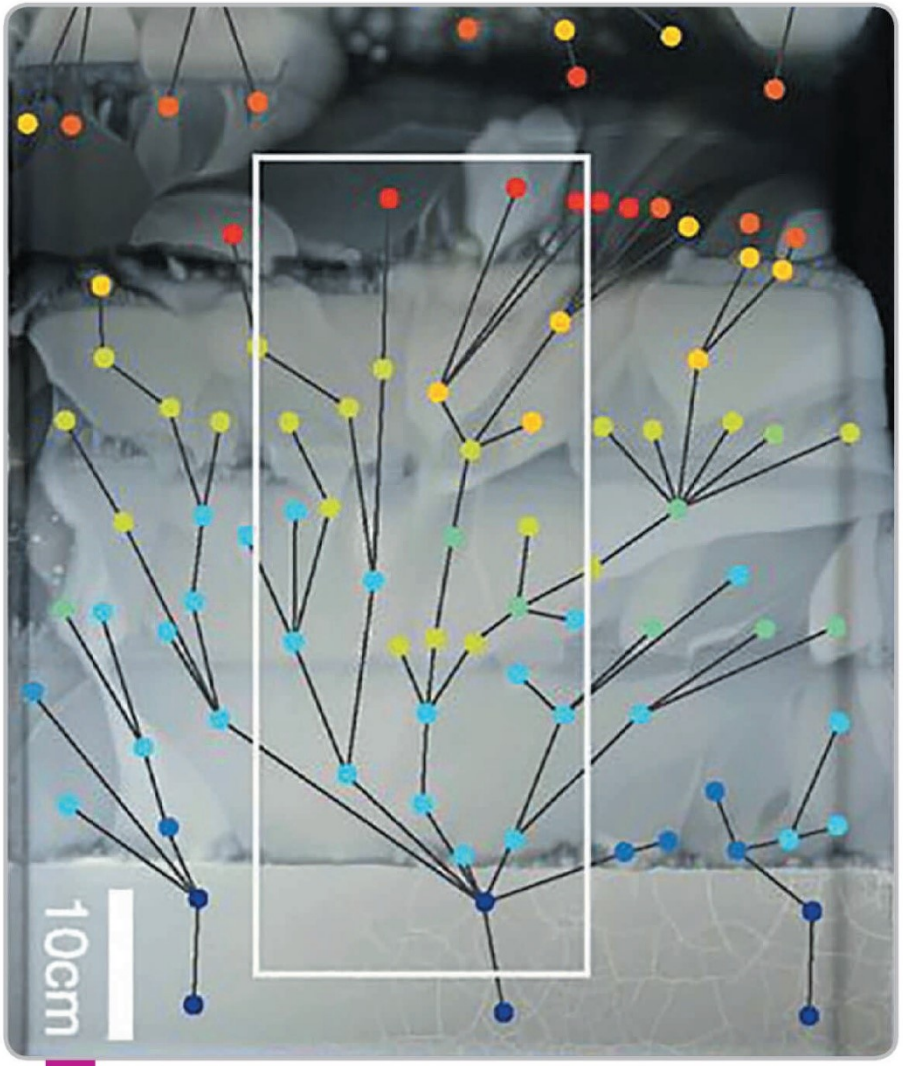
b **Principe de l'expérience.**

La sélection des bactéries résistantes : vidéo



a Résultats de l'expérience de croissance d'une souche d'*Escherichia coli* sensible à l'antibiotique trimethoprim.

La sélection des bactéries résistantes : vidéo



c Identification des mutations survenues chez les bactéries au cours des divisions cellulaires à l'origine de l'acquisition de l'antibiorésistance.

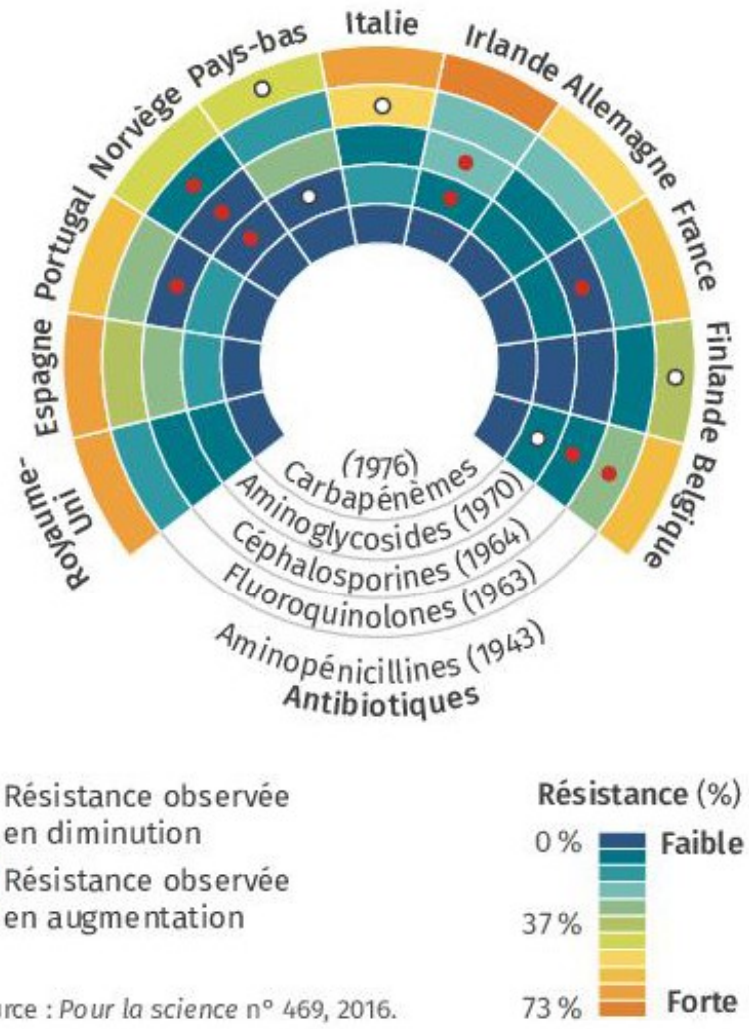
Usage abusif d'antibiotiques et résistances

DOC 3 Corrélation entre quantité de pénicilline et résistance bactérienne. Une bactérie est dite résistante aux antibiotiques lorsque la dose d'antibiotique utilisée habituellement n'est pas suffisante pour éliminer la bactérie de l'organisme. Plusieurs types de mutations peuvent permettre à la bactérie de détruire ou d'expulser la molécule d'antibiotique.

Usage abusif d'antibiotiques et résistances

Doc. 6 **État des lieux des multirésistances d'une bactérie : *Escherichia coli***

L'utilisation des antibiotiques ne cesse d'augmenter, que ce soit en santé humaine, dans les élevages pour prévenir les maladies ou dans l'industrie alimentaire, etc. La demande des patients est forte partout dans le monde et les prescriptions médicales ne sont pas toujours appropriées. La France est un des pays où l'utilisation des antibiotiques est la plus élevée au monde.



Source : *Pour la science* n° 469, 2016.

Pourcentages de résistance à cinq familles d'antibiotiques. L'année de mise sur le marché est précisée entre parenthèses.

Prescription excessive d'antibiotiques et résistances

Traitements curatifs

Traitements préventifs

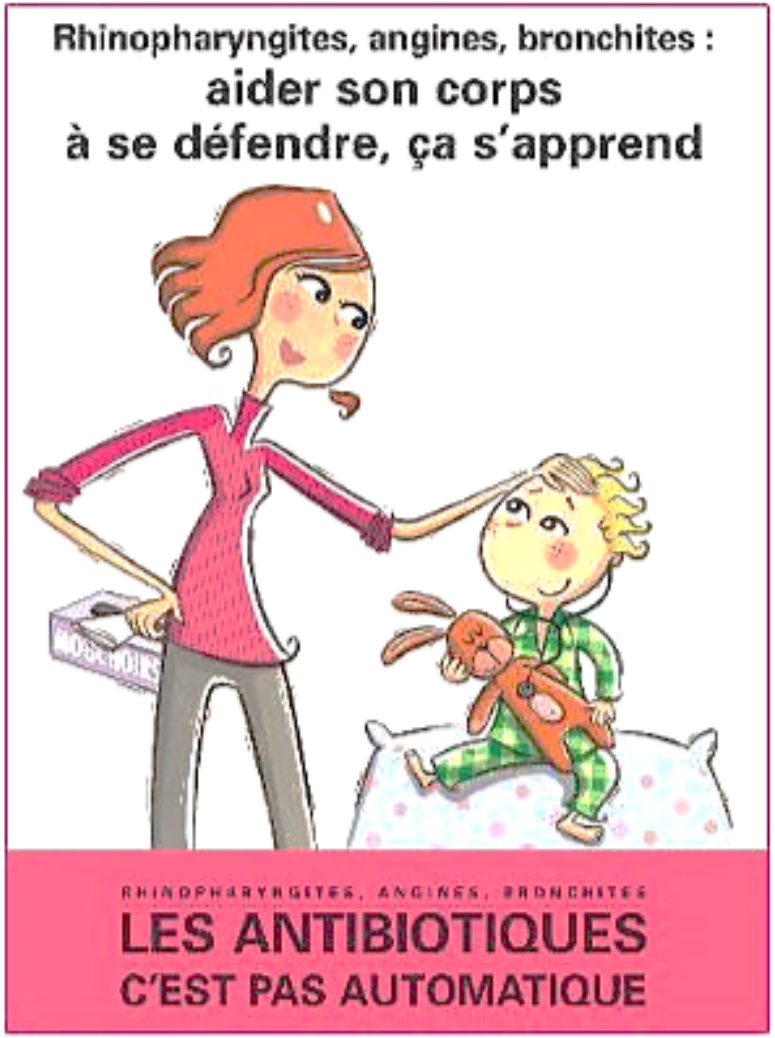
Médecine vétérinaire

Pisciculture

Stimulateurs de croissance

Pesticides

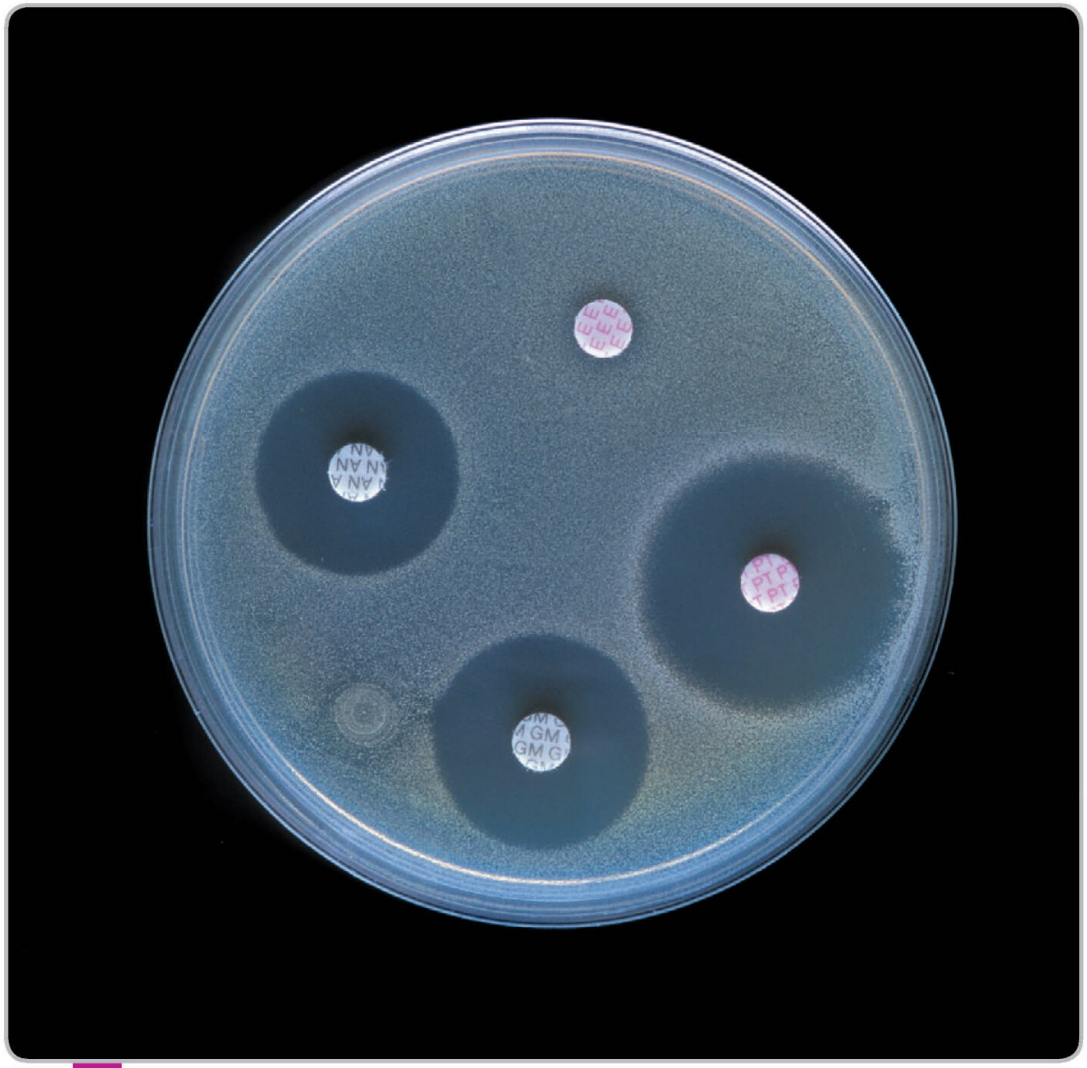
Adapter les stratégies phylactiques



Adapter les stratégies prophylactiques

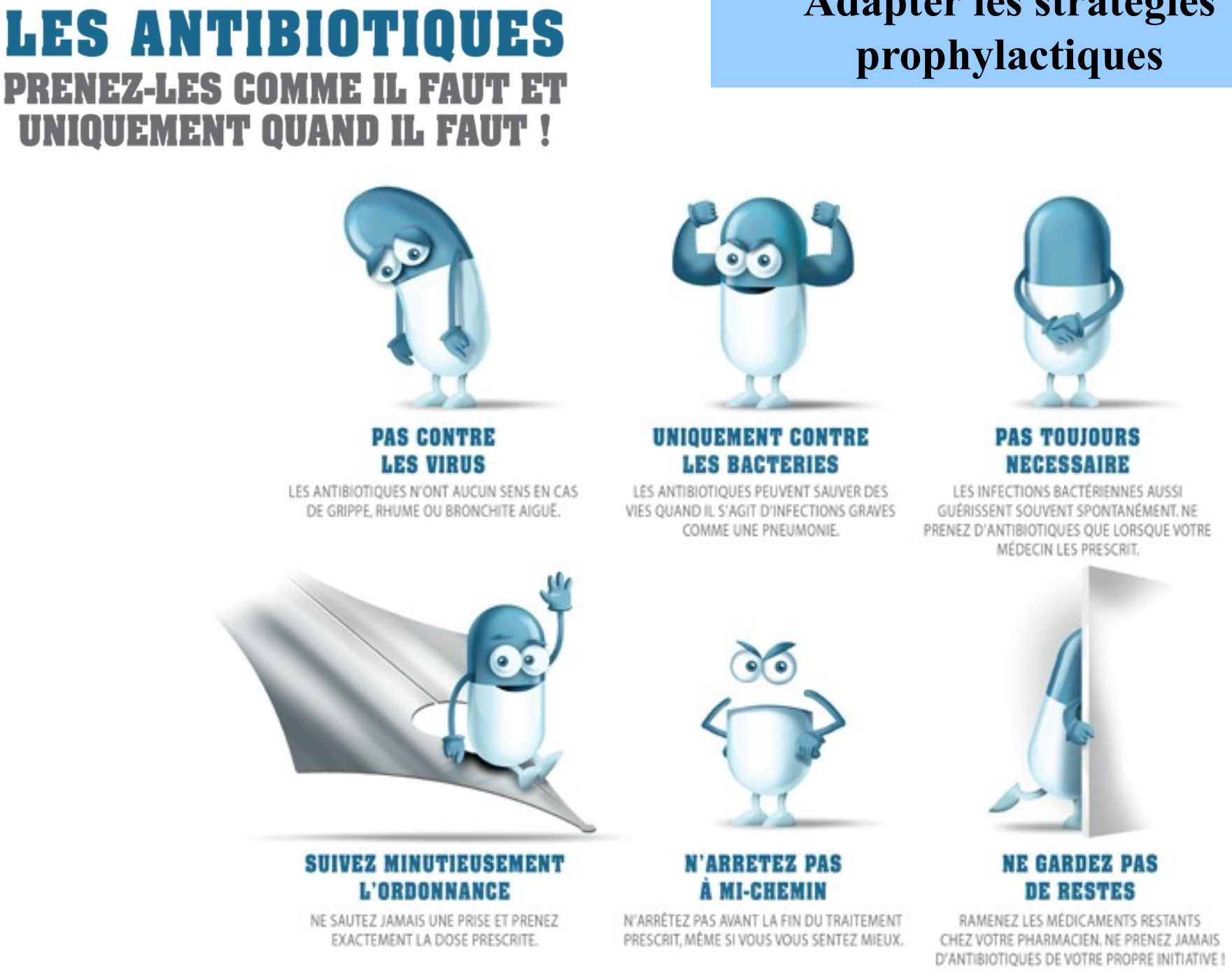
a Test diagnostic rapide de l'angine d'origine virale ou bactérienne.

Adapter les stratégies prophylactiques

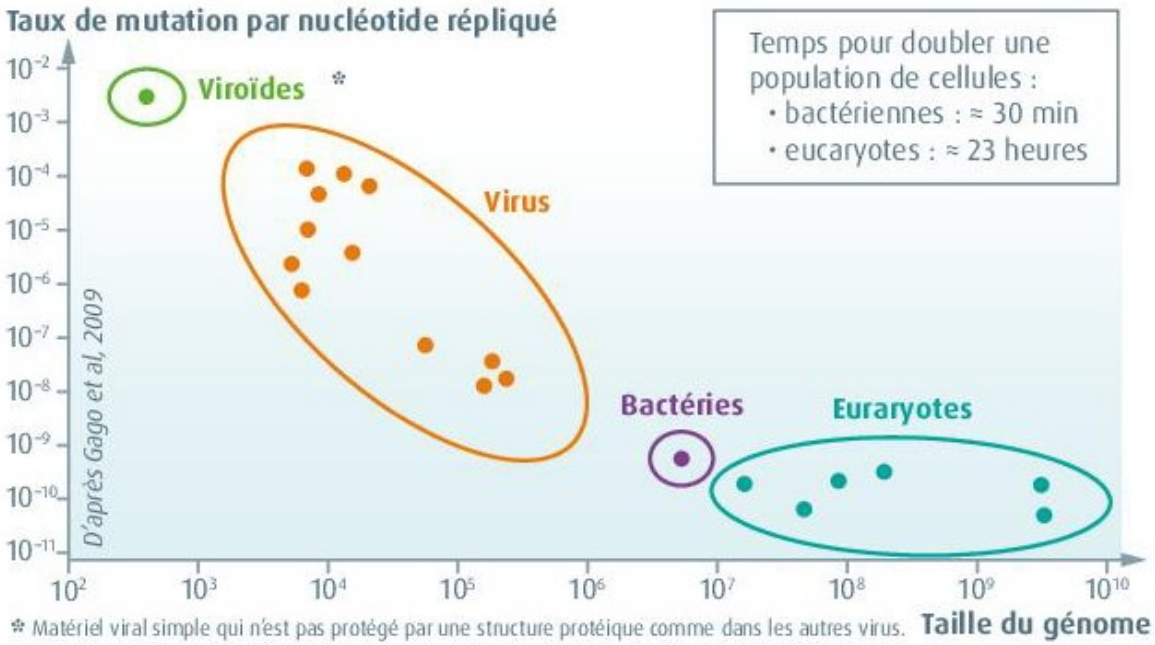


b **Antibiogramme.** On teste l'efficacité de plusieurs antibiotiques sur la bactérie isolée chez le malade avant de lui donner un traitement.

Adapter les stratégies prophylactiques



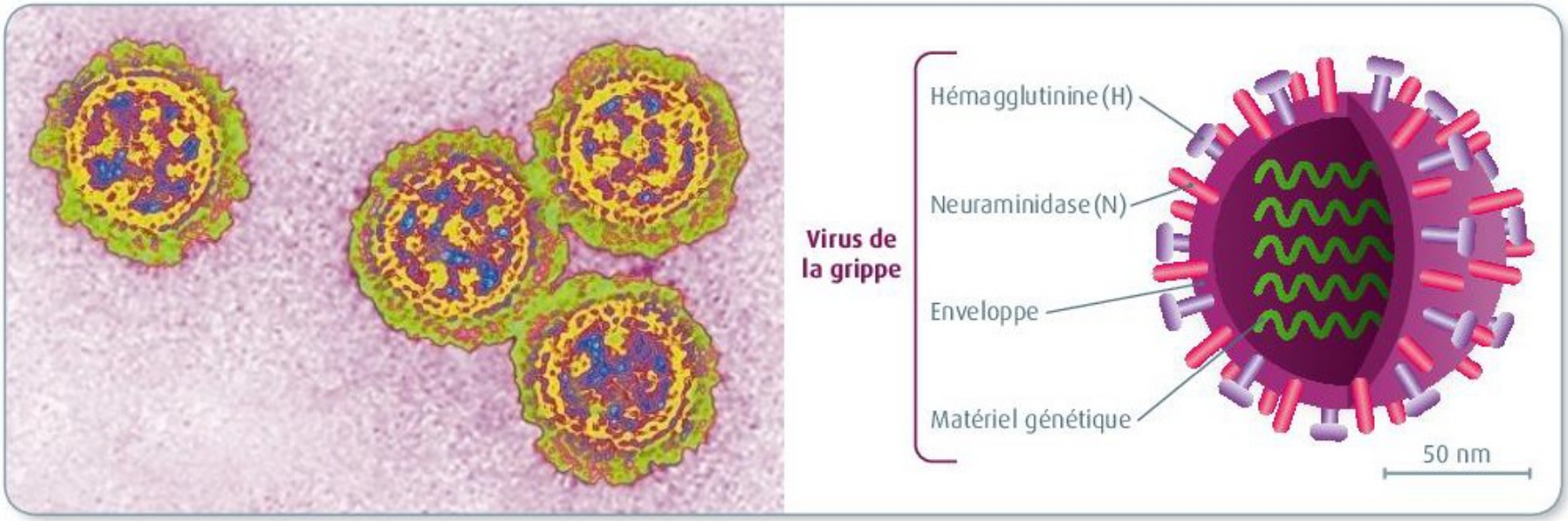
Des virus qui mutent beaucoup!



Nous sommes en permanence exposés à des micro-organismes. Bactéries et virus se multiplient très rapidement et ont un taux de mutation plus élevé que les cellules eucaryotes. Ces mutations confèrent une grande flexibilité aux génomes microbiens et donc une grande capacité d'adaptation par apparition de caractères nouveaux. Les micro-organismes nous permettent ainsi d'observer des mécanismes d'adaptation et de sélection naturelle à une échelle de temps très courte.

DOC 1 **Une grande flexibilité du génome des micro-organismes.**

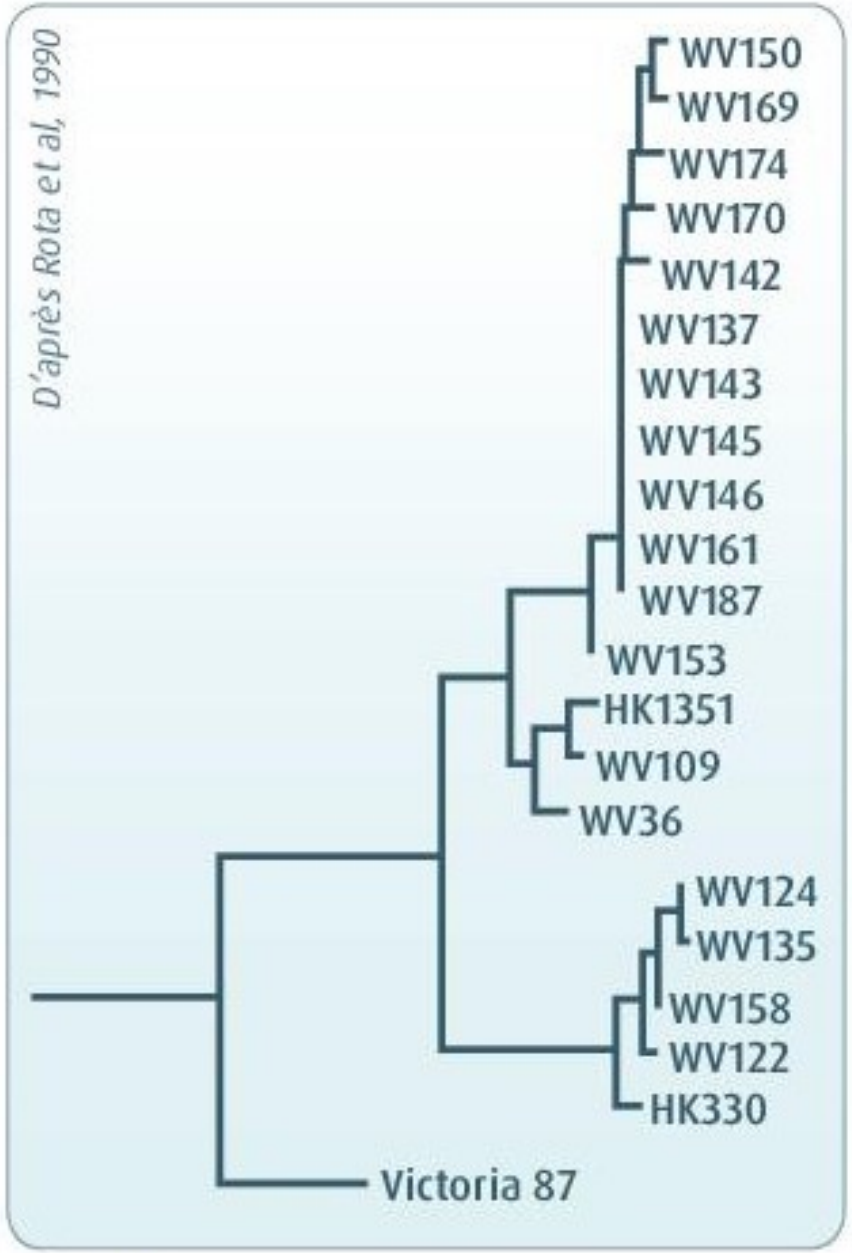
Le virus de la grippe



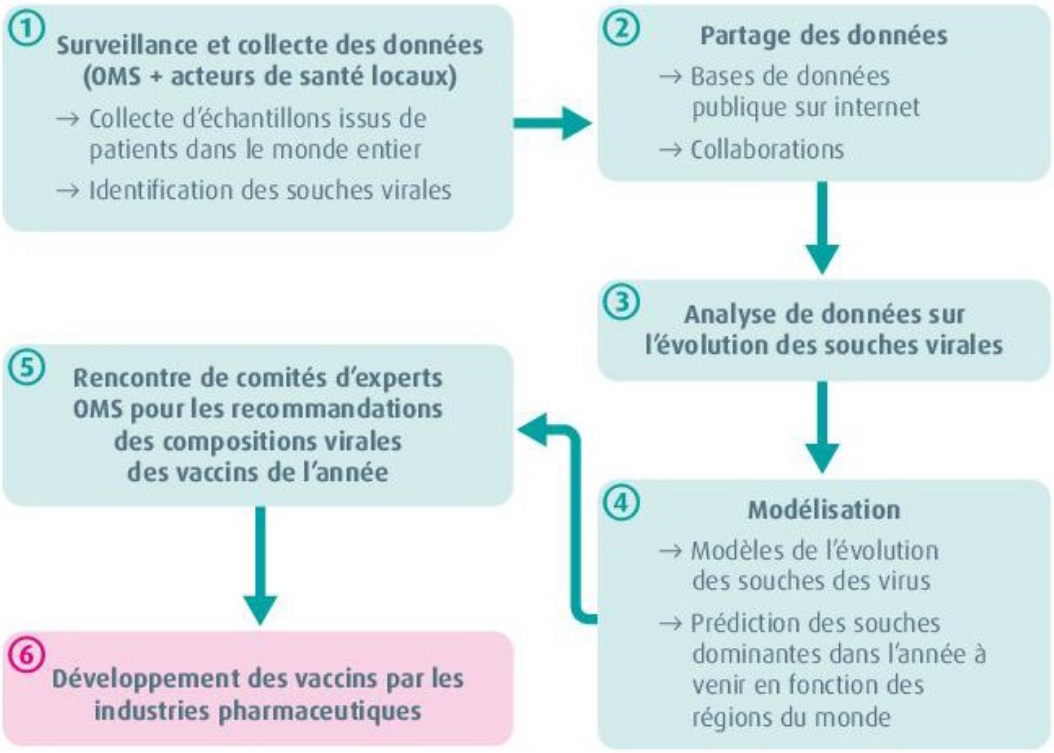
DOC 4 Virus de la grippe. Différents types de virus de la grippe coexistent et peuvent infecter les humains grâce à leurs protéines de surface H (hémagglutinine) et N (neuraminidase). À cause du taux de mutation élevé du virus, les protéines H et N des virus circulant une année donnée, ne sont pas exactement les mêmes que les protéines H et N des virus ayant circulé auparavant. Or ces protéines sont les cibles du système immunitaire humain.

Le virus de la grippe

DOC 5 Exemple d'évolution du génome d'un virus grippal.
Des chercheurs ont comparé les séquences nucléotidiques de fragments d'hémagglutinine de virus de la grippe et ont ainsi établi des liens de parenté entre les différentes souches.
Cette approche permet notamment aux scientifiques d'étudier la propagation géographique d'une souche donnée.



Adapter les stratégies prophylactiques



Étapes contrôlées par l'OMS (organisation mondiale de la santé)

DOC 6 La production du vaccin contre la grippe saisonnière. En France, la grippe saisonnière touche 2 à 8 millions de personnes et est responsable de 10 000 à 15 000 décès chaque année. Bien que les épidémies de grippe soient annuelles, elles restent imprévisibles : on ne sait pas quand elles vont démarrer, quels virus vont circuler, combien de temps elles vont durer. On ne peut pas non plus prédire l'intensité ou la sévérité d'une épidémie. Le virus mute naturellement, mais la vaccination pourrait jouer un rôle dans l'évolution des souches virales, en constituant une pression de sélection supplémentaire.

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

I. Structures anatomiques et évolution

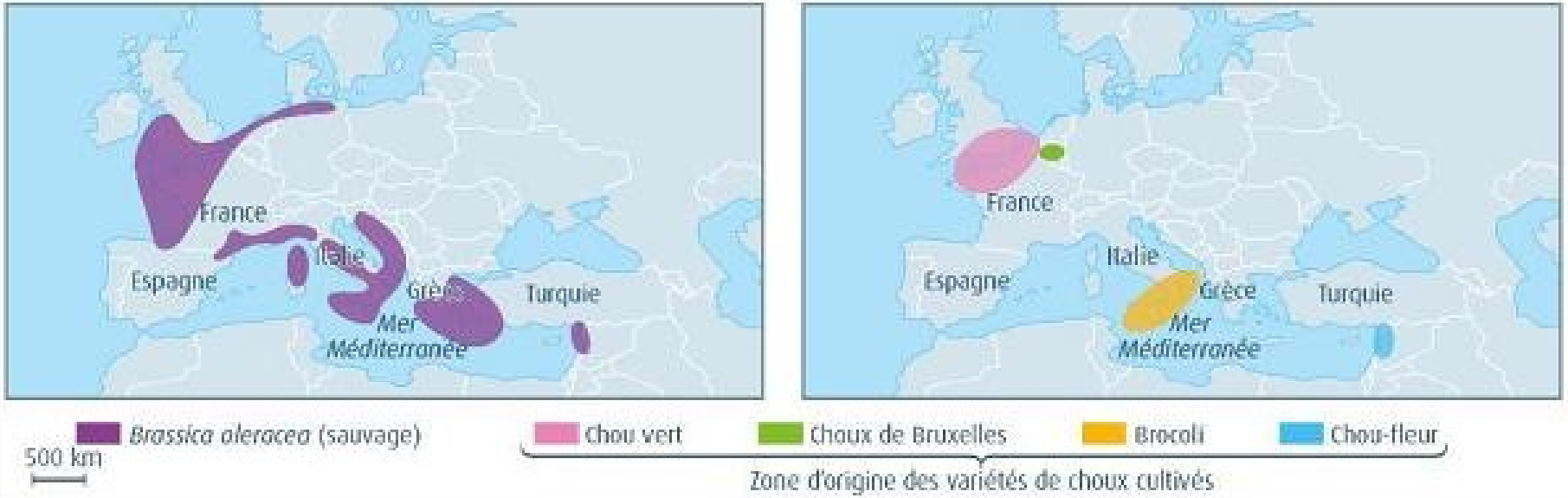
A. Exemple de l'œil
B . D'autres exemples

II . Pratiques humaines et évolution

A. Médecine et évolution
B. Agriculture et évolution

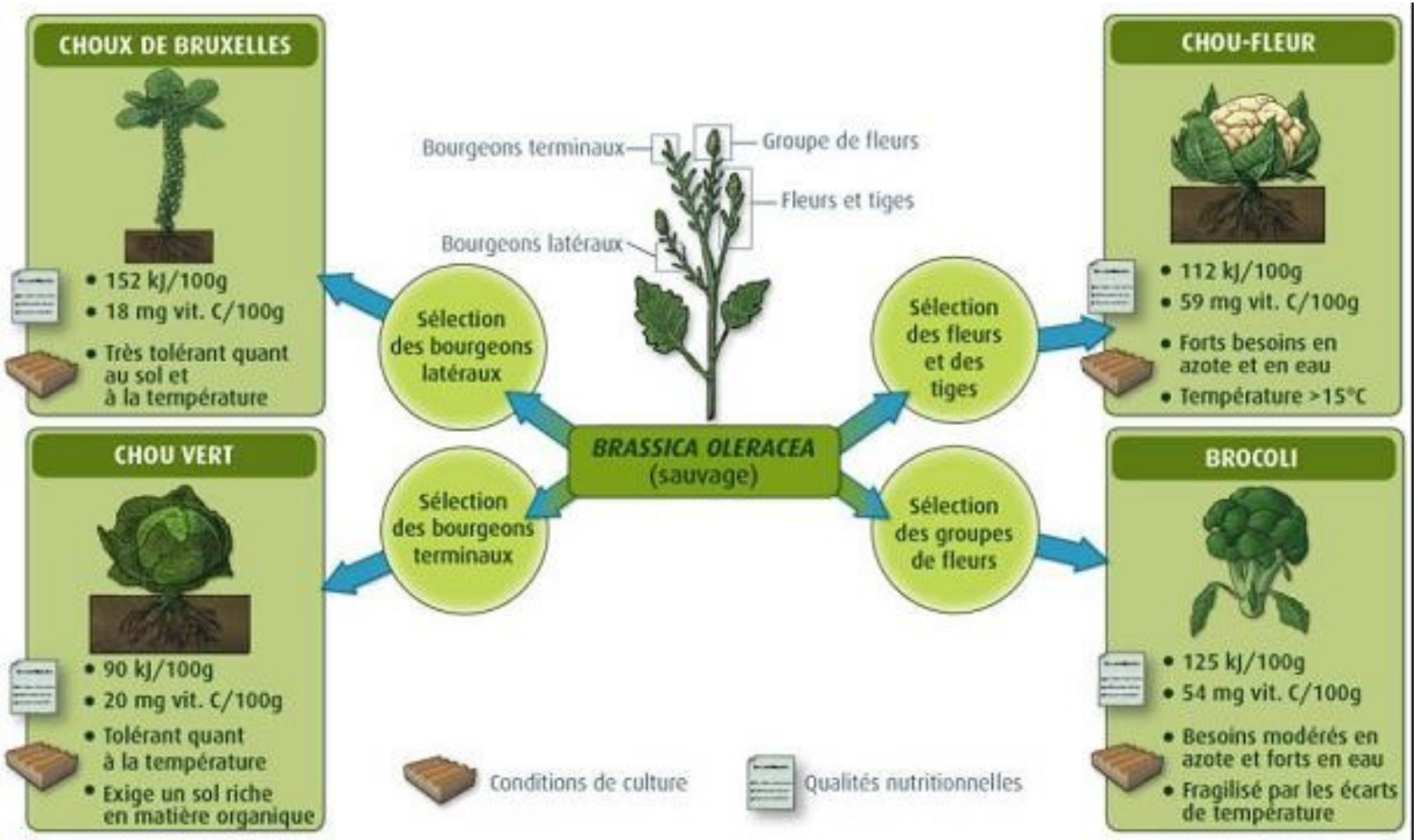
La domestication du chou

La domestication du chou



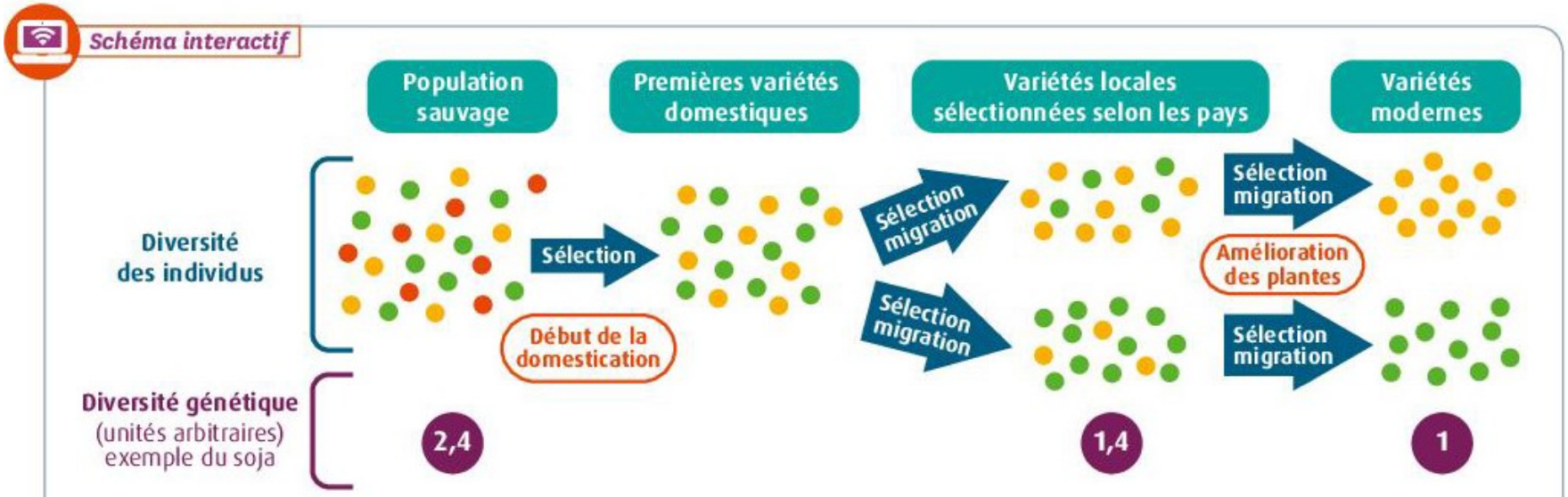
4 Répartition de l'ancêtre sauvage des choux et zone d'origine de quelques variétés de choux cultivés.
Dans différentes régions, plusieurs domestications ont été réalisées indépendamment à partir de l'espèce sauvage *Brassica oleracea*. Elles sont à l'origine des différentes variétés de choux cultivés que nous connaissons aujourd'hui.

La domestication du chou



5 **Sélection variétale à l'origine de quelques variétés actuelles de choux.** La plupart des choux cultivés ont un ou plusieurs organes hypertrophiés.

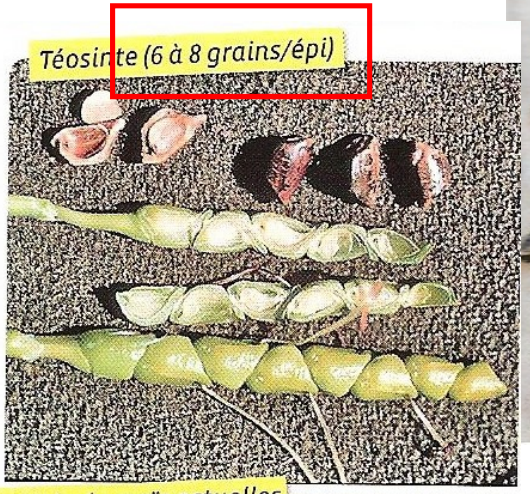
La domestication



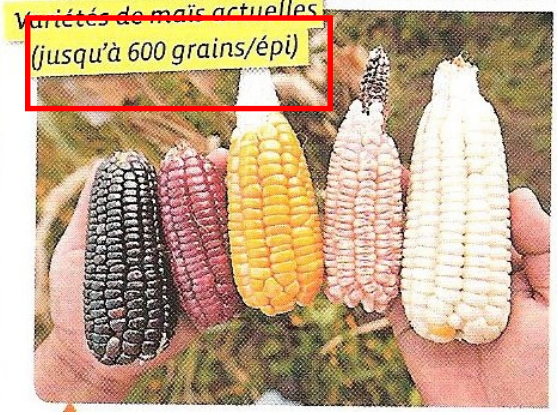
Parmi des plantes sauvages utilisées pour l'alimentation, les humains ont choisi certains individus intéressants (grains de grandes tailles, de bon goût, etc.) pour faire les semences de la génération suivante. Cette **sélection** s'appelle la domestication. De plus, chaque fois que les humains ont transporté des semences, ils n'ont pas emporté l'ensemble de la diversité disponible : c'est la **migration**. Les conséquences de ces phénomènes sur la diversité génétique des plantes est estimée par le polymorphisme : on compare les séquences des mêmes parties du génome dans une population ; plus ces séquences diffèrent d'un individu à l'autre, plus le polymorphisme et donc la diversité génétique sont importants.

DOC 3 **Des plantes sauvages aux plantes cultivées contemporaines.**

La domestication du maïs : des variétés aux propriétés favorables à l'homme



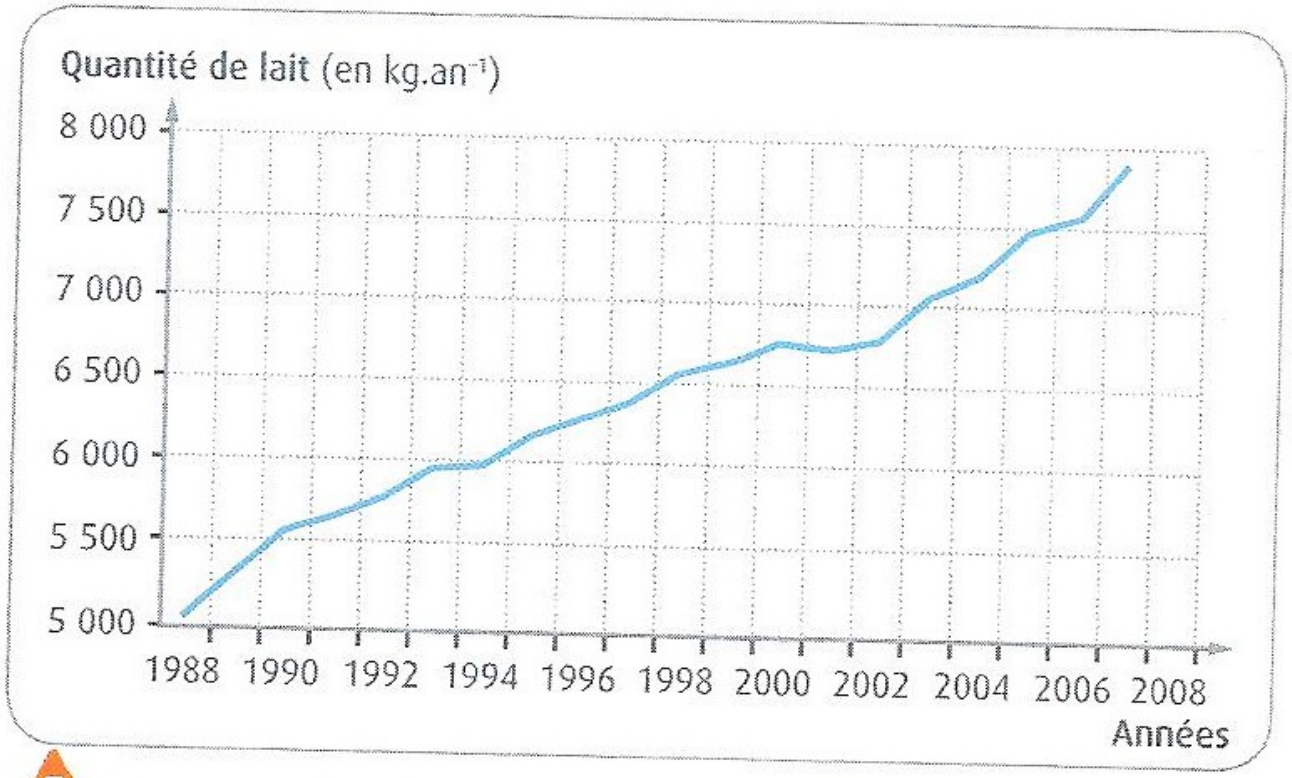
À maturité, les graines de la téosinte tombent de l'épi sur le sol mais demeurent enfermées dans une enveloppe sombre appelée **glume**.



À maturité, les grains du maïs présents sur 20 rangées demeurent fixés sur les épis que porte la plante.

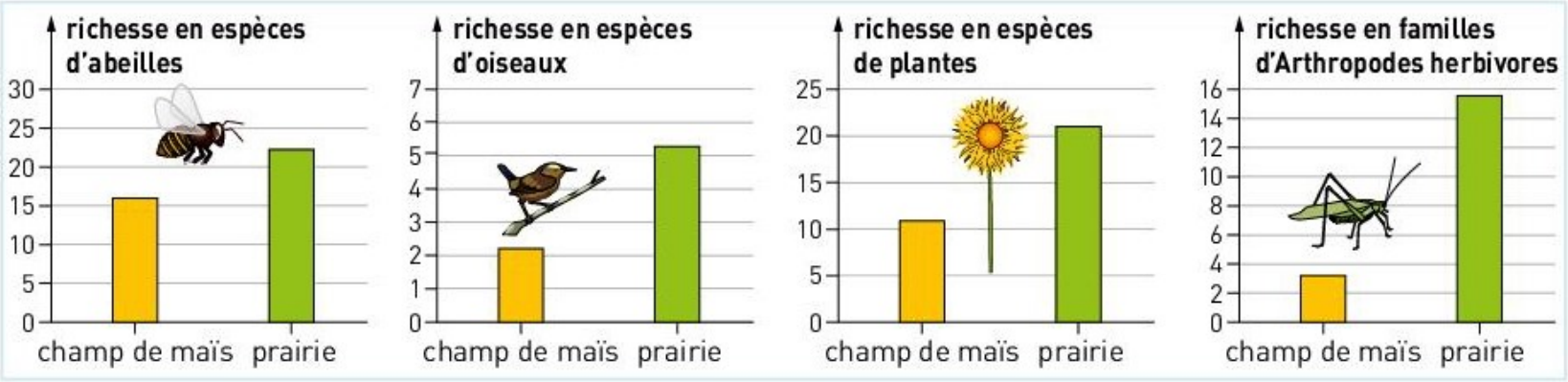
Des races laitières très productives

La sélection d'individus productifs



5 Exemple d'amélioration d'une race de vache : évolution de la production laitière chez la race Prim'Holstein.
L'essentiel de l'amélioration de la production laitière (quantité de lait produite et richesse en protéines) est liée à la sélection génétique des individus (croisements entre individus performants).

Monoculture et réduction de la biodiversité



b Comparaison des richesses spécifiques de plusieurs espèces dans un champ de maïs et dans une prairie, en nombre d'espèces par unité de surface.

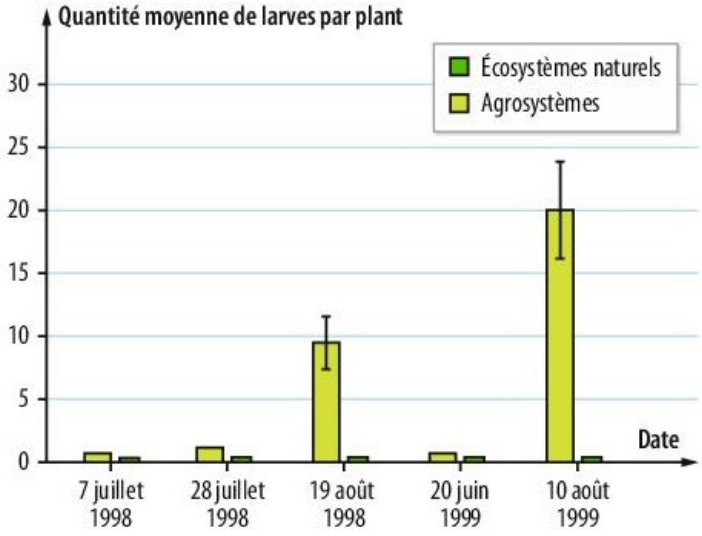
Monoculture et sensibilité aux ravageurs

5 Effets de la domestication du Tournesol sur la présence de la Teigne en Amérique

La Teigne du tournesol, *Homoeosoma electellum*, est un papillon parasite qui pond ses œufs dans les fleurs de tournesol, diminuant les rendements des cultures.

Spécimen adulte de *H. electellum* sur une variété de Tournesol utilisée en agriculture intensive

Source : S. Whitehead, *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.*, 2017



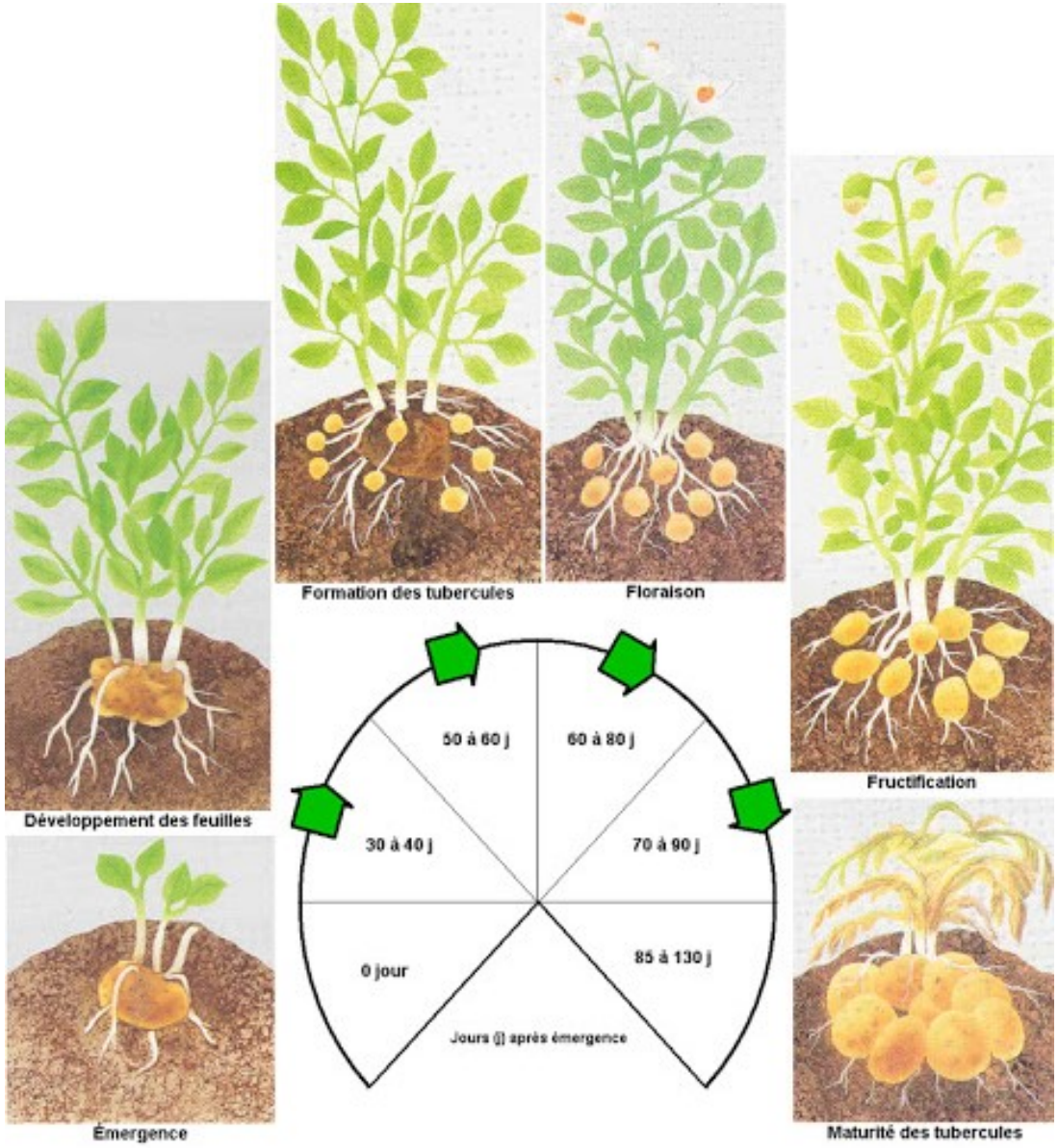
Abondance de larves de *H. electellum* dans divers écosystèmes

6 Tournesol sauvage et en monoculture

VOCABULAIRE

Révolution agricole : innovations ayant transformé les pratiques, techniques et usages agricoles et à l'origine d'une forte augmentation des rendements, durant les XVIIIe et XIXe siècles.

Monoculture et sensibilité aux ravageurs : ex de la pdt et du mildiou



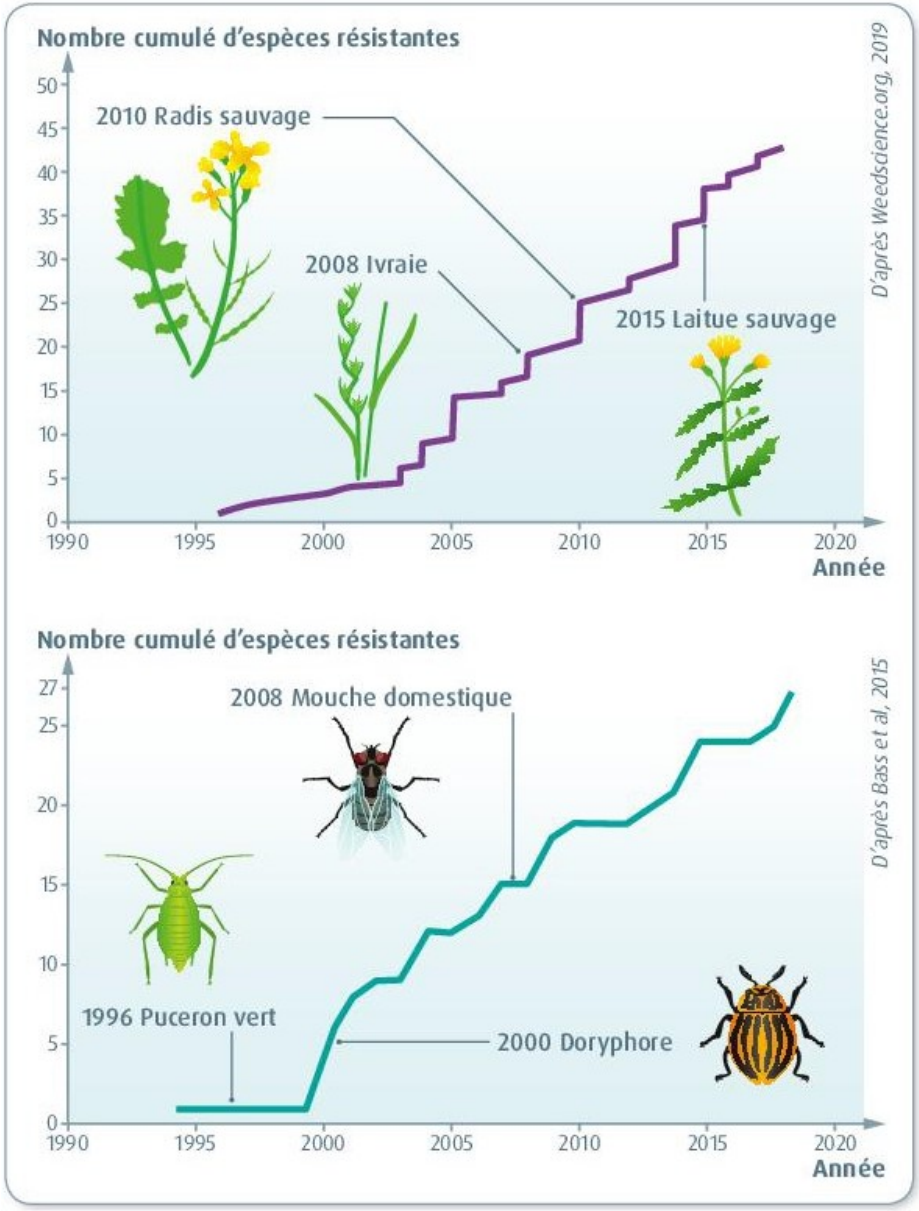
Monoculture et sensibilité aux ravageurs : ex de la pdt et du mildiou

Le mémorial de la famine témoigne encore à Dublin de cette catastrophe nationale

Fig. 5 : Ce tubercule de pomme de terre, atteint par le mildiou, est inconsommable.

Exemple : Entre 1845 et 1852, une famine ravagea l'Irlande, causant la mort d'environ un million d'individus. Elle fut notamment causée par la chute de la production de pommes de terre dont les variétés cultivées étaient sensibles au mildiou, maladie provoquée par un champignon (**Fig. 5**).

Résistance de ravageurs au glyphosate

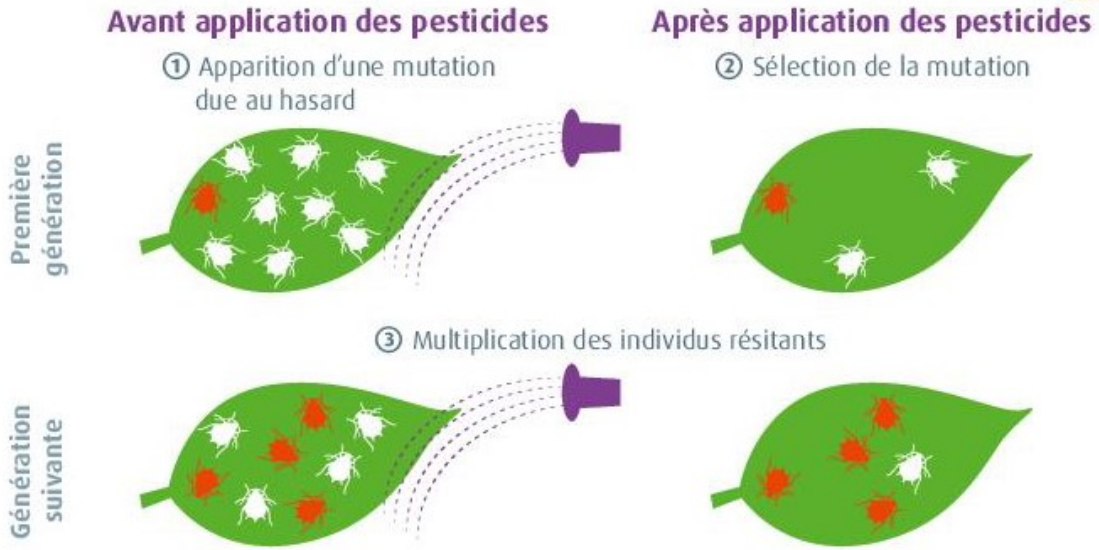


DOC 5 Dates d'apparition de résistances au glyphosate (herbicide) et aux insecticides néonicotinoïdes. Le glyphosate est un herbicide à large spectre utilisé dans le monde entier en agriculture. Les insecticides néonicotinoïdes sont largement utilisés, souvent de façon préventive, pour lutter contre les insectes ravageurs des cultures.

Mécanismes d'apparition de résistance

Quelques mutations conférant une résistance

Le puceron vert (*Mysus persicae*) s'attaque à plus de 40 plantes cultivées (pommes de terre, pêcher, tomates, etc.). Il est considéré comme le puceron le plus nuisible aux cultures. De nombreuses résistances aux insecticides néonicotinoïdes ont été signalées chez cette espèce. Par exemple, la version mutée du gène CYP6CY3 permet au puceron de détruire partiellement les molécules d'insecticides. Il devient alors nécessaire d'utiliser de plus grandes quantités d'insecticides.



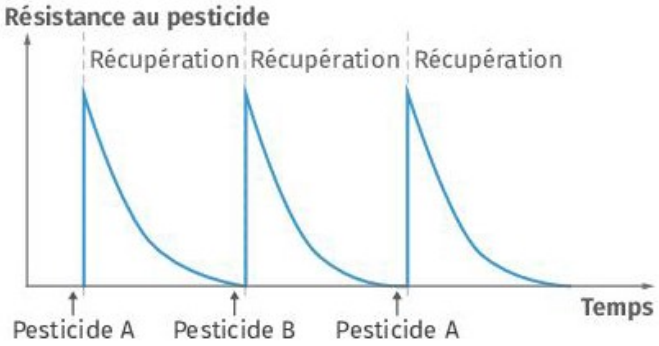
DOC 6 **Mécanisme d'apparition des résistances chez les insectes s'attaquant aux cultures.**

La propagation des résistances

Doc. 5 **Un ravageur des cultures : le doryphore de la pomme de terre (*Leptinotarsa decemlineata*)**

Doc. 7 **Lutte chimique contre le doryphore : une course contre la montre**

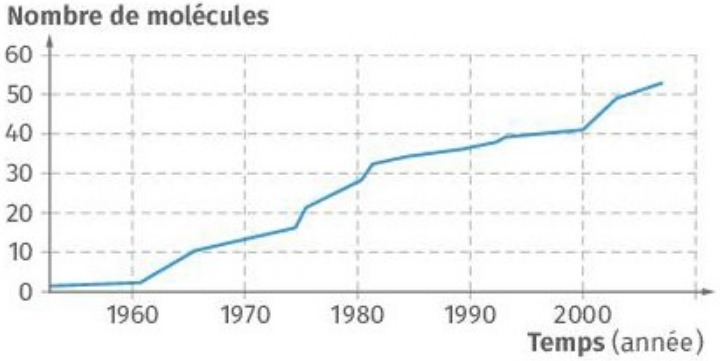
De nombreux insecticides chimiques sont employés pour lutter contre les doryphores. Pour une bonne utilisation des pesticides, les fabricants préconisent d'espacer les applications, d'utiliser plusieurs produits et de procéder par alternance.



Source : ONU pour l'alimentation et l'agriculture.

Doc. 8 **Progression de la résistance du doryphore**

Quand une résistance à un insecticide est observée dans un champ, les agriculteurs augmentent les doses de pesticides dans un premier temps. La pression de sélection s'accroissant, le caractère résistant se répand d'autant plus vite. Il est alors nécessaire de développer de nouveaux pesticides. Actuellement, on trouve des doryphores multirésistants dans de nombreux pays.



Nombre cumulé de molécules utilisées pour la lutte contre le doryphore pour lesquelles une résistance est observée.