

# Thème 3 Une histoire du vivant

## Chapitre II

### L'évolution, une grille de lecture du monde

#### I- Anatomie et évolution : exemple de l'œil

**Problème :** Comment l'apparente complexité de l'œil, peut-elle être expliquée par des processus évolutifs ?

#### **TES T3 CII I TP La dissection de l'œil de poisson**

Vous disposez d'une tête de poisson, donc de deux yeux. Vous ne devez faire qu'une seule dissection, l'autre œil est pour le groupe suivant, faite y attention. Faites également attention aux dents qui peuvent être très acérées !

- **Découper** autour de l'œil (une fenêtre comme dans la première vidéo) pour obtenir un morceau facilement manipulable sans risque (sans épines dorsales ou dents).
- **Dégager** le contour de l'œil sans toucher à la partie interne pour éviter de couper le nerf optique.
- Sur la face arrière de l'œil, **repérer** le point de départ du nerf optique. Le **dégager** délicatement.
- A l'aide des ciseaux, **réaliser** une boutonnière (un trou) dans la paroi éventuellement sclérifiée (durcie).
- **Découper** la paroi pour séparer les deux hémisphères : antérieur et postérieur. Ne pas enfoncer les ciseaux trop profondément pour ne pas léser le cristallin.
- **Séparer** les deux hémisphères et observer les éléments suivants :

#### **Hémisphère antérieur (ou externe) :**

Un cristallin sphérique comme chez tous les animaux aquatiques, la choroïde pigmentée formant une chambre noire, l'humeur vitrée,

L'observation des fibres musculaires qui maintiennent et permettent l'accommodation par déplacement direct du cristallin est délicate.

#### **Hémisphère postérieur (ou interne) :**

La rétilne : fine couche transparente formée de cellules photosensibles (difficile à observer parfois)

Le point aveugle : le départ du nerf optique,

La choroïde.

A partir de la dissection et du site suivant : <http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/ATP/oeil.htm>, **légender** et **titrer** le schéma ci-dessous selon les consignes vues en classe

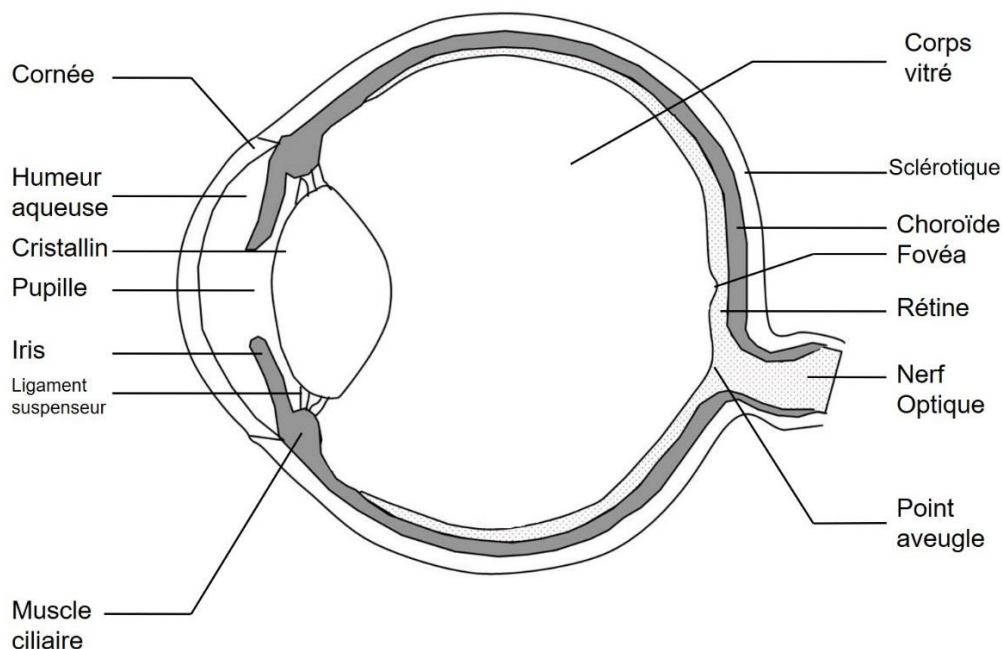


Schéma d'une coupe d'œil de vertébré

## TES T3 CII I L'œil, un organe en évolution

Les yeux sont les organes de la vision : ils permettent de capter une information lumineuse qui est traitée et qui engendre une réponse comportementale. En ce sens, ce sont des adaptations évolutives, c'est-à-dire des structures en adéquation avec les fonctions qu'elles réalisent.

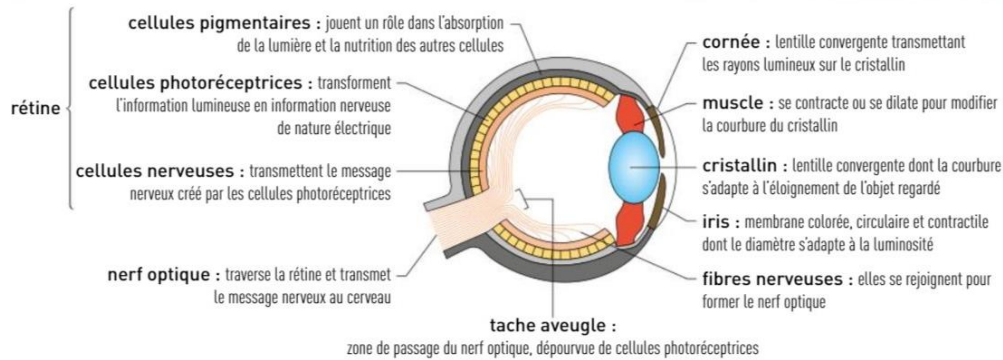


Schéma de l'organisation de l'œil humain

L'œil humain est à la fois une véritable merveille anatomique et un système étrange. S'il avait fallu le concevoir comme un ingénieur conçoit une machine, il est peu probable qu'il ressemblerait à ce qu'il est aujourd'hui :

- sa rétine, comme celle de tous les Vertébrés, est dite inversée car ses cellules photoréceptrices sont orientées vers l'intérieur de l'œil, à l'opposé de la lumière. La lumière doit donc traverser plusieurs couches cellulaires avant de stimuler les photoréceptrices ;
- les fibres nerveuses de la rétine convergent ensuite vers le cortex visuel ; leur passage au travers de la rétine impose l'absence de photoréceptrices à cet endroit formant ainsi la tache aveugle. Grâce aux informations lui parvenant des deux yeux, notre cerveau compense cette lacune et reconstruit les parties manquantes du champ de vision ;
- nombreux vaisseaux sur la rétine.

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 donc pas de tache aveugle !

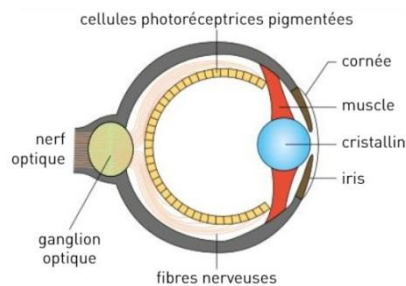


Schéma de l'organisation de l'œil des Céphalopodes

### Doc 1 : Un peu d'anatomie comparée

Au XIX<sup>e</sup> siècle, les approches naturalistes ont pu décrire dans le monde vivant une quarantaine de types d'organes visuels, dont les yeux simples de la planaire.

Dans L'origine des espèces (1859), Darwin esquissait déjà un scénario de l'évolution d'un œil simple vers un œil plus complexe par l'accumulation de variations utiles.

En 1994, deux chercheurs, Dan-Eric Nilsson et Susanne Pelger, utilisèrent un modèle numérique de l'évolution de l'œil afin d'estimer le nombre de générations nécessaires à cette évolution.

Le stade initial du modèle ressemble à l'œil de la planaire. Il consiste en une couche de cellules superficielles transparente (ici en bleu clair), une couche intermédiaire de cellules photoréceptrices (en jaune) et une couche de cellules pigmentaires (en gris foncé).

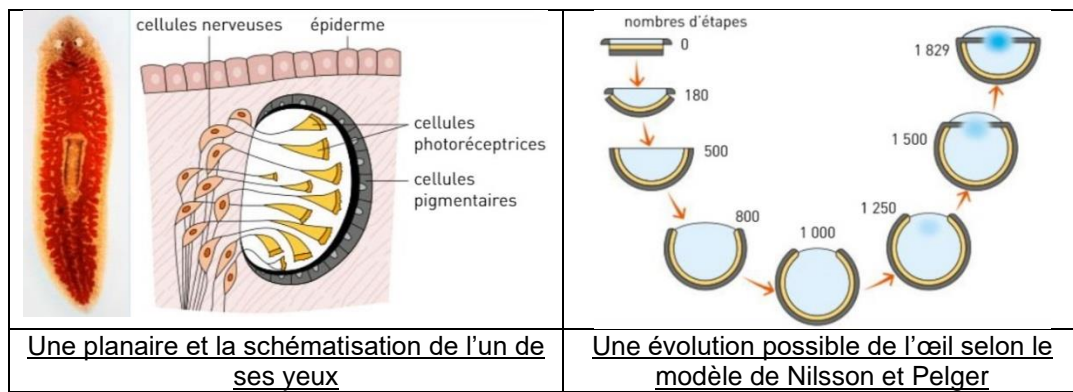
Le modèle conçoit les étapes d'évolution les unes après les autres selon trois principes :

- toutes les nouvelles étapes possibles sont envisagées ;
- une nouvelle étape présente au maximum 1 % de différence avec la précédente ;
- parmi toutes les possibilités, seule la solution qui améliore le plus les propriétés optiques est conservée.

Au cours de cette histoire évolutive, les propriétés optiques sont d'abord améliorées par le creusement en cupule. Une autre étape importante est la constitution du cristallin (ovale bleu foncé ici) puis son aplatissement accompagné de celui de l'iris.

Comme chaque étape n'est qu'une légère modification d'une situation antérieure, l'orientation initiale et aléatoire des photoréceptrices conditionne leur orientation plusieurs millions d'années après : inversée chez les Vertébrés mais pas chez les Céphalopodes.

Les résultats montrent qu'un œil ressemblant à l'œil humain peut apparaître en moins de 1 829 étapes.



## Doc 2 : Un scénario de l'évolution de l'œil humain

### 1) Décrire les « défauts de structure » de l'œil humain.

Les « défauts de structure » de l'œil humain sont :

- structure en inversé induit que la lumière doit traverser plusieurs couches avant d'arriver et de stimuler les photorécepteurs (perte d'intensité lumineuse),
- insertion du nerf optique induit la tâche aveugle (compensé par le deuxième œil),
- vaisseaux sanguins (ombres parasites).

### 2) Indiquer en quoi le modèle de Nilsson et Pelger simule une évolution par sélection naturelle.

Le modèle de Nilsson et Pelger simule une évolution par sélection naturelle car dans leur modèle, seules les étapes qui améliorent les propriétés optiques sont conservées, et ceci est le principe de la sélection naturelle (avantage sélectif).

### 3) Expliquer l'origine des « défauts de structure » de l'œil humain.

L'origine des « défauts de structure » de l'œil humain sont des « évolutions » aléatoire, au hasard.

### 4) Pour mener une investigation :

- En considérant une étape par génération et un temps de génération d'un an, donner le temps nécessaire pour l'évolution vers un œil complexe.
- Calculer cette durée pour une étape toutes les 10 puis 100 générations et pour des temps de génération de 5, 10 et 20 ans.
- Sachant que les premiers fossiles d'animaux ayant des yeux remontent à environ 550 millions d'années, commenter l'affirmation de Nilsson et Pelger : « Le temps qui s'est écoulé depuis est suffisant pour que des yeux comme les nôtres aient évolué plus de 1 500 fois ! »

a) Dans ce cas (une étape par génération et un temps de génération d'un an) : il faut 1829 ans pour obtenir un œil complexe.

b) Pour une étape toutes les 10 générations avec un temps de génération d'un an : 18 290 ans

Pour une étape toutes les 100 générations avec un temps de génération d'un an : 182 900 ans

Voir tableau ci-dessous :

Etapes par génération	Temps de génération			
	1 an	5 ans	10 ans	20 ans
1	1829	9145	18 290	36 580
0.1 (dc 1 pr 10 ans)	18 290	91 450	182 900	365 800
0.01 (dc 1 pr 100 ans)	182 900	914 500	1 829 000	3 658 000

c) « Le temps qui s'est écoulé depuis est suffisant pour que des yeux comme les nôtres aient évolué plus de 1 500 fois ! » :

Avec des temps de génération de 1 an,  $550\,000\,000 / 182\,900 = 3007$

Avec des temps de génération de 20 ans,  $550\,000\,000 / 3\,658\,000 = 150$

## Conclusion :

### Exemple de l'évolution de l'œil :

Un œil fonctionnel très simple apporte un avantage sélectif et fonctionne sur le principe d'une cellule photoréceptrice accompagnée d'une cellule pigmentée. Des yeux plus complexes et tous fonctionnels peuvent se développer par une série de petits changements anatomiques au cours de l'évolution, et subsister par sélection naturelle.

Des yeux complexes sont apparus dans différents groupes d'animaux éloignés. Par exemple, l'œil des vertébrés et de certains mollusques est très élaboré : il possède des lentilles permettant l'accommodation, un iris qui module la quantité de lumière arrivant dans l'œil, etc.

### L'œil a évolué au cours des temps géologiques :

Des yeux très différents existent : rétine inverse (humains) ou rétine directe (Céphalopodes), lentille simple ou double, intervention de gènes de développement différents, etc. Le hasard des variations retenues au cours de l'évolution permettant la mise en place des yeux dans différents groupes est un exemple de « bricolage évolutif ».

## II- L'évolution de l'anatomie humaine

**Problème :** Comment l'évolution permet-elle de comprendre les particularités de l'anatomie humaine ?

## TES T3 CII II L'évolution de l'anatomie humaine

3. *Homo sapiens*  
(Humain moderne)

2. *Australopithecus afarensis*  
(Australopithèque)

1. *Pan troglodytes*  
(Chimpanzé)

Engagement de la tête du nouveau-né dans le bassin

Progression intermédiaire

Sortie de la tête

	Engagement de la tête du nouveau-né dans le bassin	Progression intermédiaire	Sortie de la tête
Chimpanzé			
Australopithèque			
Genre Homo			

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.

En noir, l'espace laissé libre autour de la tête du nouveau-né. Notons que le volume crânien a également augmenté entre les 3 espèces présentées.

Source : L. Taubira Gruss et D. Schmitt, *Phil. Trans. R. Soc. B*, 2015

Illustration de la descente de l'enfant dans le bassin de la mère lors de l'accouchement chez l'être humain.

Mode de déplacement chez les primates

La morphologie du bassin féminin

**Doc 1 : Le bassin**

### Doc 1 : Le bassin

- Héritage de notre appartenance au groupe des mammifères, les seins sont les organes permettant à la femme d'allaiter les nouveau-nés. Les caractères sexuels de l'homme et de la femme résultent d'un développement qui débute au stade d'embryon indifférencié.

- Mis en place avant la masculinisation causée par l'expression des gènes du chromosome Y, le téton masculin, qui par ailleurs n'apporte aucun désavantage à l'homme, reste présent mais sans se développer.

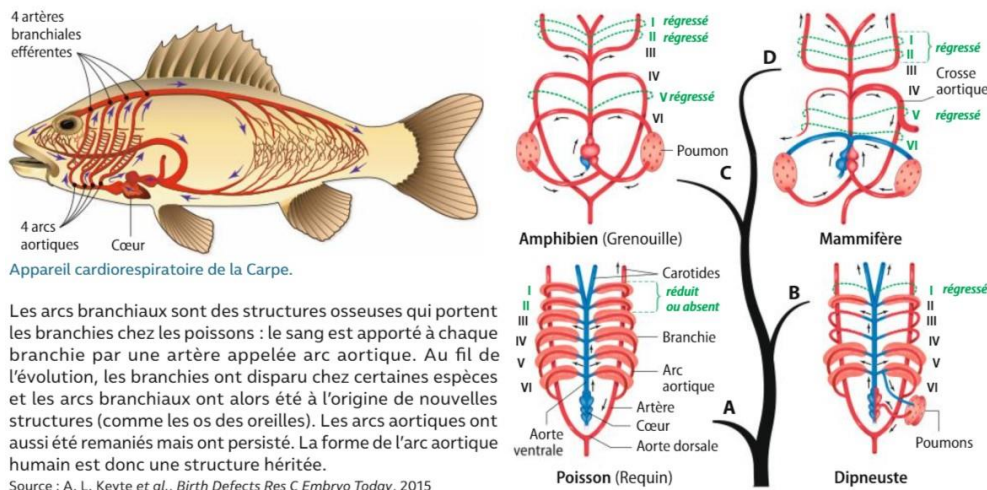
À la naissance, filles et garçons sont donc pourvus de tétons mis en place vers la 4<sup>e</sup> semaine de développement, grâce à des gènes présents sur le chromosome X.

- 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'intersexualité.

**Doc 2 : Le téton masculin**

## Doc 2 : Le téton masculin





### Doc 3 : Evolution du trajet des arcs aortiques chez différents vertébrés

Chez l'être humain, la denture se compose de huit incisives pour couper, de quatre canines pour déchiqueter, de quatre prémolaires et de huit molaires pour broyer.

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.

Nos ancêtres possédaient également les dents de sagesse. Ils se nourrissaient d'aliments difficiles à mastiquer comme les racines ou la viande crue. La modification de notre alimentation, notamment depuis la maîtrise du feu, a rendu les dents de sagesse inutiles voire gênantes. En effet, leur formation tardive les oblige à se frayer un chemin entre les autres dents, d'autant plus que notre mâchoire est également devenue plus étroite au cours de l'évolution humaine et s'est accompagnée de l'apparition de trouble 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.



← Radiographie dentaire. (Les dents de sagesse sont entourées)

### Doc 4 : Les dents de sagesse

#### Question :

Pour chaque caractère présenté sur les documents, **indiquer** son origine (contrainte de construction, d'une contrainte historique, d'un compromis ou d'une régression en cours) et **justifier** votre choix.

**Présenter** votre réponse sous forme d'un tableau à double entrée.

#### Correction

	Caractère			
	Bassin	Tétons	Arc aortique	Dents de sagesse
Origine	Compromis	Contrainte de construction	Contrainte historique	Régression en cours
Justification	Compromis entre le besoin d'avoir un bassin étroit pour résister à la contrainte de la station debout permanente et avoir un bassin large pour laisser passer la tête du bébé lors de l'accouchement. Par ailleurs, le volume crânien a augmenté de façon significative, ce qui complique encore la chose.	La mise en place des tétons est sous le contrôle des chromosomes X et se fait avant à la 4 <sup>e</sup> semaine, avant la différenciation des organes génitaux qui se fait à partir de la 7 <sup>e</sup> semaine sous contrôle du chromosome Y.	C'est l'histoire évolutive des espèces qui est à l'origine de la forme de la crosse aortique, forme qui n'a pas d'intérêt chez les mammifères puisque nous ne possédons plus d'arcs branchiaux.	Les dents de sagesse sont des structures anatomiques en régression, en effet, leur nécessité est relative, car la taille de notre mâchoire, les modifications d'alimentation liées à la découverte du feu et les problèmes de santé bucco-dentaire font qu'elles posent plus de problème que d'avantage.

## Conclusion :

L'évolution est une série d'innovations survenant au hasard qui se superposent sans anticipation : ce sont les mécanismes évolutifs qui pérennisent, ou non, la nouveauté (par la sélection naturelle, la sélection sexuelle, la dérive...).

- Certaines structures anatomiques humaines paraissent surprenantes. Ainsi, l'origine de la présence de tétons chez les hommes est à rechercher dans la phase de développement embryonnaire précoce qui les met en place : on parle de contrainte de construction.
- Les dents de sagesse, de moins en moins fréquentes, semblent témoigner d'une régression évolutive en cours, sans mécanisme clairement élucidé aujourd'hui.
- Le trajet de la crosse aortique relève d'une contrainte historique (« le poids de l'héritage ») : une seule structure est transmise de génération en génération.
- Les difficultés obstétriques, plus fréquentes chez l'Humain moderne, s'expliquent par la morphologie du bassin, compromis sélectif entre le volume crânien qui augmente, les nécessités de la bipédie et celles de l'accouchement. Ainsi, l'existence de ces caractères anatomiques s'explique mieux par leur histoire évolutive que par leur fonction.

### III- Evolution et santé

**Problème :** En quoi les connaissances des mécanismes évolutifs peuvent aider les humains à combattre des maladies ?

TES T3 CII IV

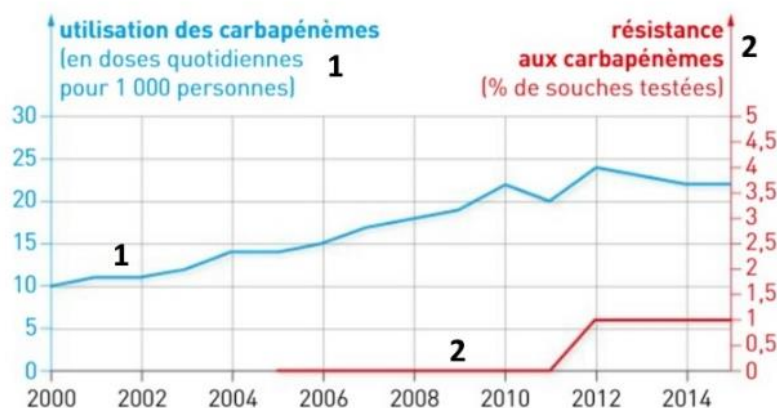
#### Evolution et santé

Les antibiotiques sont des molécules utilisées pour lutter contre les infections bactériennes. Découverts dans les années 1930, ils ont constitué une véritable révolution médicale en augmentant notre espérance de vie de plus de 10 ans !

Malheureusement, cette avancée majeure est aujourd'hui fragilisée par le développement de l'antibiorésistance, c'est-à-dire la capacité des bactéries à survivre et se reproduire malgré la présence d'antibiotiques. L'antibiorésistance est responsable de 700 000 décès par an dans le monde.

Le développement de l'antibiorésistance est une conséquence de l'apparition d'enzymes, chez certaines bactéries, capables de dégrader les molécules d'antibiotiques. Les gènes de ces enzymes peuvent être transmis héréditairement ou directement entre bactéries.

De très nombreuses données sur la consommation d'antibiotiques et les niveaux de résistance de différentes bactéries sont collectées dans le monde entier afin d'anticiper les risques et d'adapter les stratégies médicales.



**Doc 1 : L'antibiorésistance, un problème de santé publique**

Mieux comprendre l'apparition et le développement des résistances permet d'envisager des stratégies prophylactiques plus pertinentes pour les limiter.

Afin de favoriser les bonnes pratiques, des plans d'actions mondiaux et européens se succèdent. En France, les campagnes de sensibilisation qui ont débuté en 2002 sont toujours d'actualité. Si ces campagnes ont eu des effets positifs, la situation globale reste très préoccupante.



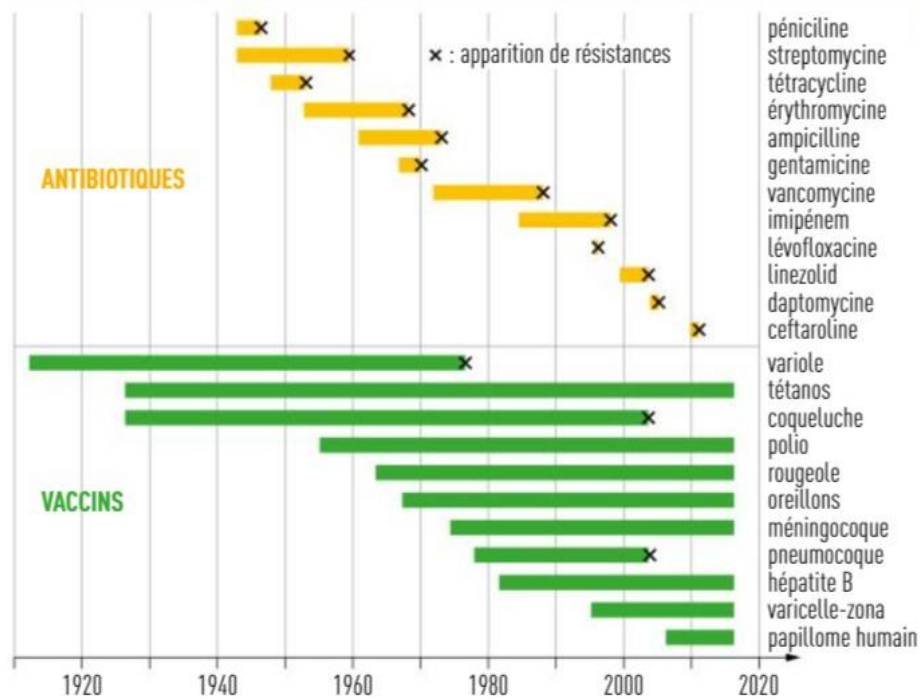
**Doc 3 : Mettre en œuvre des stratégies prophylactiques efficaces**

Les résistances bactériennes ou virales aux vaccins sont rares mais existent.

En effet, vaccins et antibiotiques diffèrent dans leurs modes d'action et utilisations :

- les vaccins permettent au système immunitaire de cibler les pathogènes de différentes façons alors que chaque antibiotique n'agit que d'une seule manière. Une résistance à un vaccin doit donc impliquer davantage de mutations du pathogène qu'une résistance à un antibiotique ;
- les vaccins sont utilisés préventivement afin d'empêcher les populations d'agents pathogènes de se développer, ce qui limite l'apparition de mutations.

Le développement de la vaccination est ainsi une alternative à l'utilisation des antibiotiques.



**Doc 2 : Une comparaison entre antibiotiques et vaccins**

### Questions :

- Indiquer** la corrélation observable entre consommation d'antibiotiques et antibiorésistance puis **montrer** qu'il peut s'agir d'une relation de causalité.
- Indiquer** en quoi le développement des stratégies vaccinales peut limiter l'apparition d'antibiorésistances bactériennes.
- Justifier** les stratégies prophylactiques permettant de limiter le risque d'apparition de souches antibiorésistantes.

### Correction :

#### Questions :

- Indiquer** la corrélation observable entre consommation d'antibiotiques et antibiorésistance puis **montrer** qu'il peut s'agir d'une relation de causalité.

La corrélation observable entre consommation d'antibiotiques et antibiorésistance est la suivante, plus on consomme de carbapénèmes, plus la résistance augmente. Il peut s'agir d'une relation de causalité en effet, la résistance était nulle avant que la consommation de cet antibiotique n'atteigne les 15%.

- Indiquer** en quoi le développement des stratégies vaccinales peut limiter l'apparition d'antibiorésistances bactériennes.

Le développement des stratégies vaccinales peut limiter l'apparition d'antibiorésistances bactériennes car les vaccins ne fonctionnent pas de la même manière que les antibiotiques. Les vaccins empêchent les agents pathogènes de se développer et par la même empêchent les mutations.

- Justifier** les stratégies prophylactiques permettant de limiter le risque d'apparition de souches antibiorésistantes.

Les stratégies prophylactiques permettant de limiter le risque d'apparition de souches antibiorésistantes sont nécessaires car en utilisant convenablement les antibiotiques on limite l'apparition de souches résistantes et multirésistantes (ATB spé, doses, durée du traitement...).

### Conclusion :

Les organismes microbiens évoluent **rapidement** et certaines **mutations** leur permettent d'acquérir une **résistance** à un antibiotique. Le contact avec cet antibiotique opère une **sélection** : seuls les organismes résistants survivent et peuvent alors se multiplier, transmettant la résistance à leur descendance.

Ce processus évolutif rapide mène, à long terme, à des souches bactériennes parfois multi-résistantes.

Ceci nécessite d'**adapter les stratégies prophylactiques** et de faire **bon usage des antibiotiques**. L'utilisation de **vaccins** est aussi un outil majeur pour limiter l'apparition de ces souches.

L'évolution permet donc de comprendre des phénomènes biologiques ayant une importance médicale.



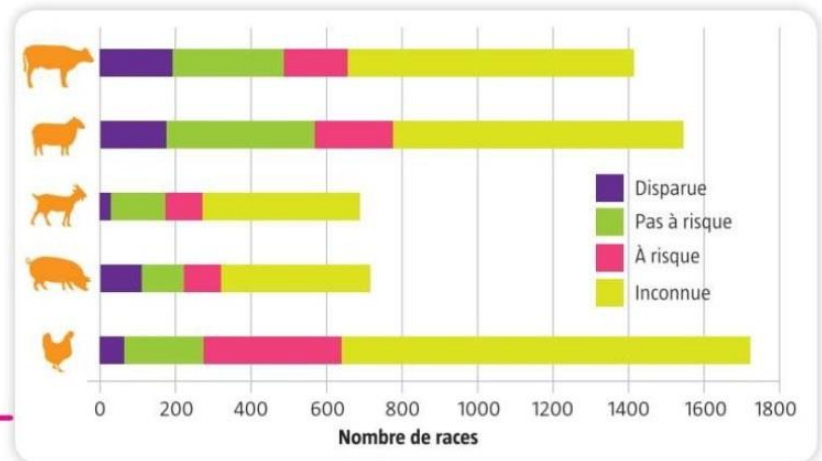
## IV- Evolution et pratiques agricoles

### Problème : Quel est l'impact de l'agriculture intensive sur la biodiversité ?

#### TES T3 CII IV Evolution et pratiques agricoles

- Selon l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, nous assistons à une véritable érosion de la biodiversité génétique des espèces élevées ou cultivées depuis le début du XX<sup>e</sup> siècle :
  - en Europe, la moitié des **rac**es d'élevage qui existaient se sont éteintes ; un tiers des 770 races restantes sont en danger de disparaître ;
  - 75 % de la diversité génétique des plantes cultivées a été perdue.

Situation des races d'animaux d'élevage dans le monde.



- En France, la race prim'Holstein représente 70 % des vaches laitières du fait de sa forte production laitière. Pour garantir le maintien de cette forte production, les mêmes reproducteurs mâles très performants ont été sélectionnés pour pratiquer des inséminations artificielles à grande échelle. Cette perte de diversité génétique a eu des conséquences sur les vaches : chute brutale de la fertilité, moins bonne résistance aux maladies et apparition d'anomalies génétiques.

#### Doc 1 L'impact de la domestication et de la sélection d'individus très productifs

- La révolution agricole des années 1950 a favorisé la mise en œuvre de la pratique intensive de la monoculture, c'est-à-dire la culture à grande échelle d'une même plante avec des spécimens identiques sur le plan génétique. Ces pratiques impliquent la destruction :
  - d'habitats comme les haies pour laisser passer les machines agricoles (tracteurs, etc.) ;
  - par l'utilisation massive de **produits phytosanitaires** de toute plante ou animal pouvant rivaliser avec la plante cultivée.



Vues aériennes de Bazoche en 2016 et en 1954.

- Le liseron des haies est considéré comme une mauvaise herbe par les agriculteurs et est donc régulièrement ciblé par des produits phytosanitaires. Par exemple, le sphinx du liseron, un papillon, ne peut vivre qu'en présence du liseron des haies qui accueille ses chenilles. La destruction de cette plante peut donc entraîner la disparition de cette espèce.



#### Doc 2 L'impact de la pratique intensive et de la monoculture

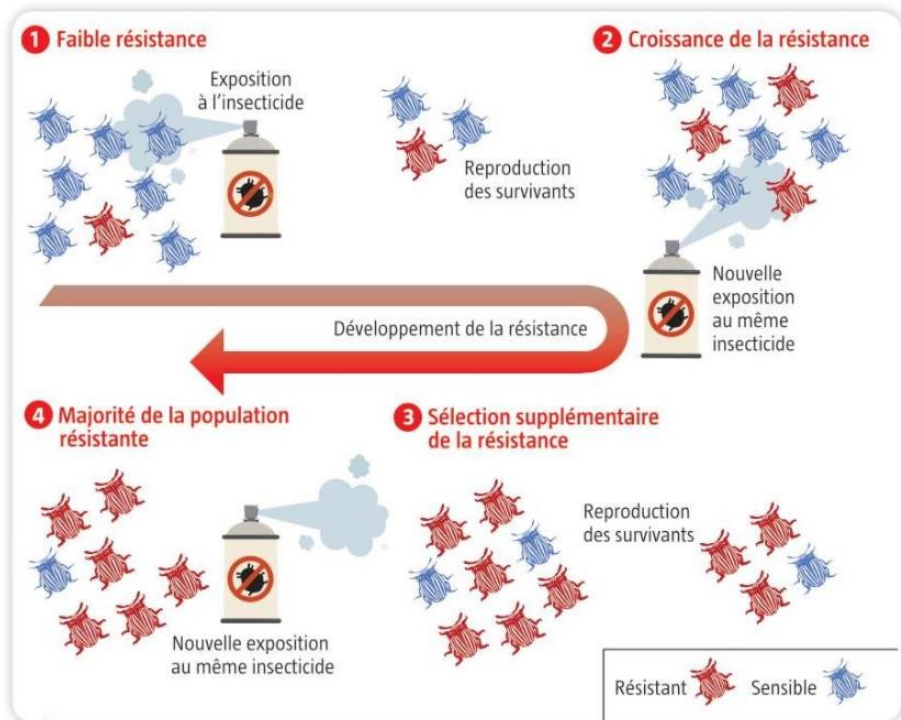
Pour vérifier si l'utilisation de produits phytosanitaires a un impact sur la biodiversité au niveau des sols des champs cultivés, on prend 9 milieux de culture et on place 15 vers de terre dans chacun d'eux. Chaque milieu reçoit une concentration de glyphosate différente, qui est un herbicide fréquemment utilisé en agriculture. Après 14 jours, un comptage du nombre de vers tués est réalisé.

#### Doc 3 L'impact de l'utilisation de produit phytosanitaires sur la biodiversité spécifique

Concentration en glyphosate (en g.L <sup>-1</sup> )	Nombre de vers tués
0	0
4	0
6	3
8	9
10	15
16	21
20	27
30	39
40	42

### Doc 3 (suite) L'impact de l'utilisation de produit phytosanitaires sur la biodiversité spécifique

- L'usage des insecticides a connu un très fort développement à partir de la seconde moitié du XX<sup>e</sup> siècle. Il est devenu quasiment systématique dans la plupart des pratiques agricoles.
- Parallèlement, les scientifiques ont observé une augmentation du nombre d'espèces d'insectes résistants aux insecticides. Ces insectes peuvent être des ravageurs de culture, c'est-à-dire qu'ils attaquent les plantes cultivées en provoquant des dégâts directs (par leur régime alimentaire ou leur mode de vie parasite), ou indirects lorsqu'ils sont vecteurs de maladies. Par exemple, le doryphore est un insecte ravageur des cultures de pommes de terre.



Scénario possible pour le développement d'une résistance chez une population de doryphores.

### Doc 4 L'utilisation de produits phytosanitaires et le développement de ravageurs résistants

#### Questions :

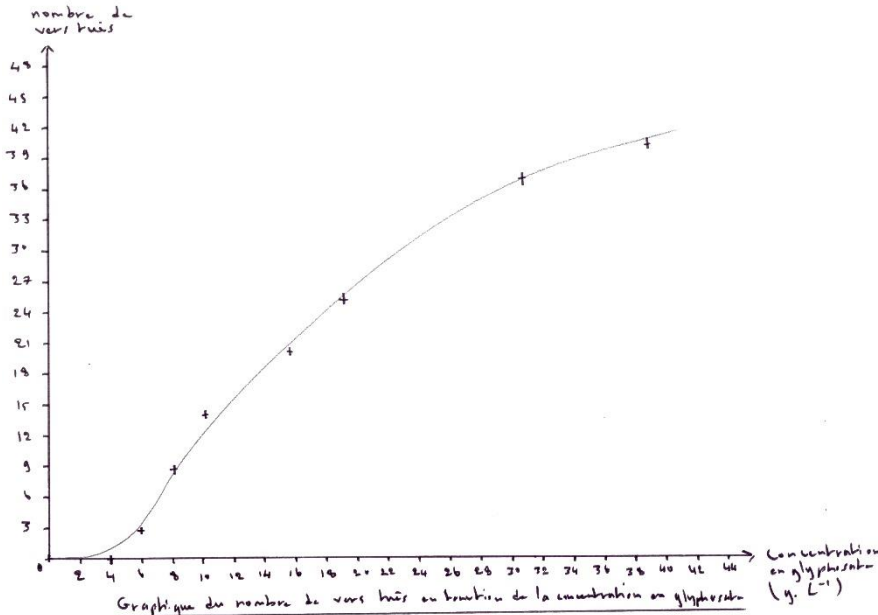
- 1) Construire** le graphique représentant le nombre de vers de terre tués en fonction de la concentration en glyphosate.
- 2) Indiquer** comment les pratiques agricoles modernes influencent la biodiversité spécifique et génétique.
- 3) Montrer** que l'utilisation des produits phytosanitaires conduit à une sélection des ravageurs qui y sont résistants.

**Bonus :** vidéo : voir la vidéo suivante : Pourquoi faut-il préserver la biodiversité des plantes cultivées (Marc-André Selosse) : [https://www.youtube.com/watch?v=D\\_8MtYI-JBQ](https://www.youtube.com/watch?v=D_8MtYI-JBQ)

## Correction :

## Questions :

1) **Construire** le graphique représentant le nombre de vers de terre tués en fonction de la concentration en glyphosate.



2) **Indiquer** comment les pratiques agricoles modernes influencent la biodiversité spécifique et génétique.

Les pratiques agricoles modernes influencent la biodiversité spécifique, en effet, d'après le doc 1, on constate une diminution de 50% des races d'élevage qui existaient, un tiers des restantes sont en danger.

L'exemple du sphinx du liseron qui est une victime collatérale de la mise en place des monocultures, à cause de l'éradication du liseron des haies détruite par les agriculteurs car considéré comme une mauvaise herbe.

L'utilisation des intrants tels que les produits phytosanitaires ont des conséquences directe sur la disparition de certaines espèces, exemple des vers de terre avec le glyphosate.

Les pratiques agricoles modernes influencent aussi la biodiversité génétique, en effet, on constate une diminution de 75% de la biodiversité génétiques des plants cultivées.

3) **Montrer** que l'utilisation des produits phytosanitaires conduit à une sélection des ravageurs qui y sont résistants.

L'utilisation des produits phytosanitaires conduit à une sélection des ravageurs qui y sont résistants, en effet, d'après le doc 4, l'utilisation successive du même insecticide va provoquer la sélection naturelle des individus qui présentent la résistance à l'insecticide. En quelques générations, il est possible de voir apparaître des populations totalement résistantes.

## Conclusion :

Les pratiques agricoles modernes ont un impact sur la biodiversité génétique des espèces qu'elles exploitent en sélectionnant les races ou variétés les plus productives.

On assiste à une baisse de la variabilité génétique des variétés cultivées et des races élevées les rendant plus fragiles, donc moins aptes à résister aux maladies infectieuses ou à un changement de l'environnement.

Les pratiques agricoles modernes ont un impact sur la biodiversité spécifique : la monoculture intensive détruit les habitats et entraîne la disparition de nombreuses espèces. L'utilisation de produits phytosanitaires provoque la disparition d'espèces animales ou végétales vivant dans les champs et aux alentours. Leur utilisation favorise également le développement de ravageurs des cultures qui y sont résistants.