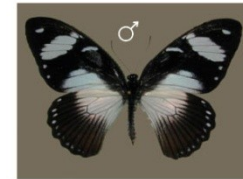
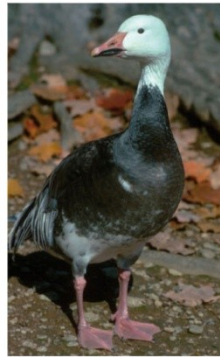
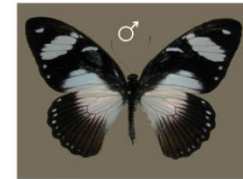
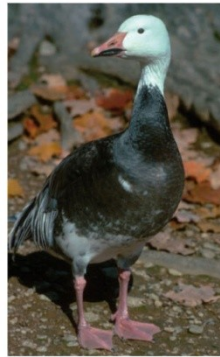


# Evolution et mesure de la biodiversité



# Comment expliquer la variabilité phénotypique inter- et intra- espèce ?





## Les preuves de l'évolution

### Forces évolutives

Mutation

Sélection

Dérive génétique (stochasticité)

Migration

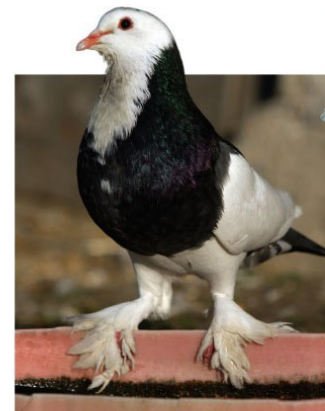
### Les erreurs en évolution

### Les phylogénies



# Preuves de l'évolution

## Sélection artificielle





# Sélection artificielle



# Domestication



Téosite



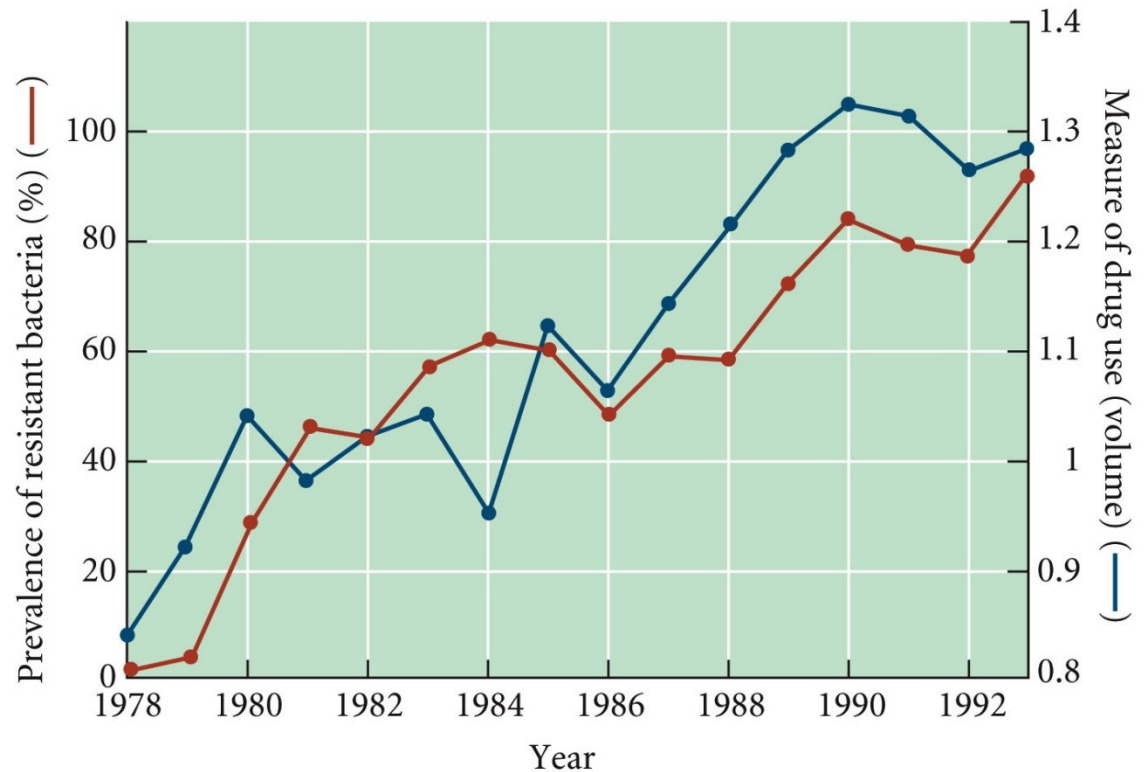
Maïs





# Evolution de résistances aux antibiotiques, fongicides, etc.

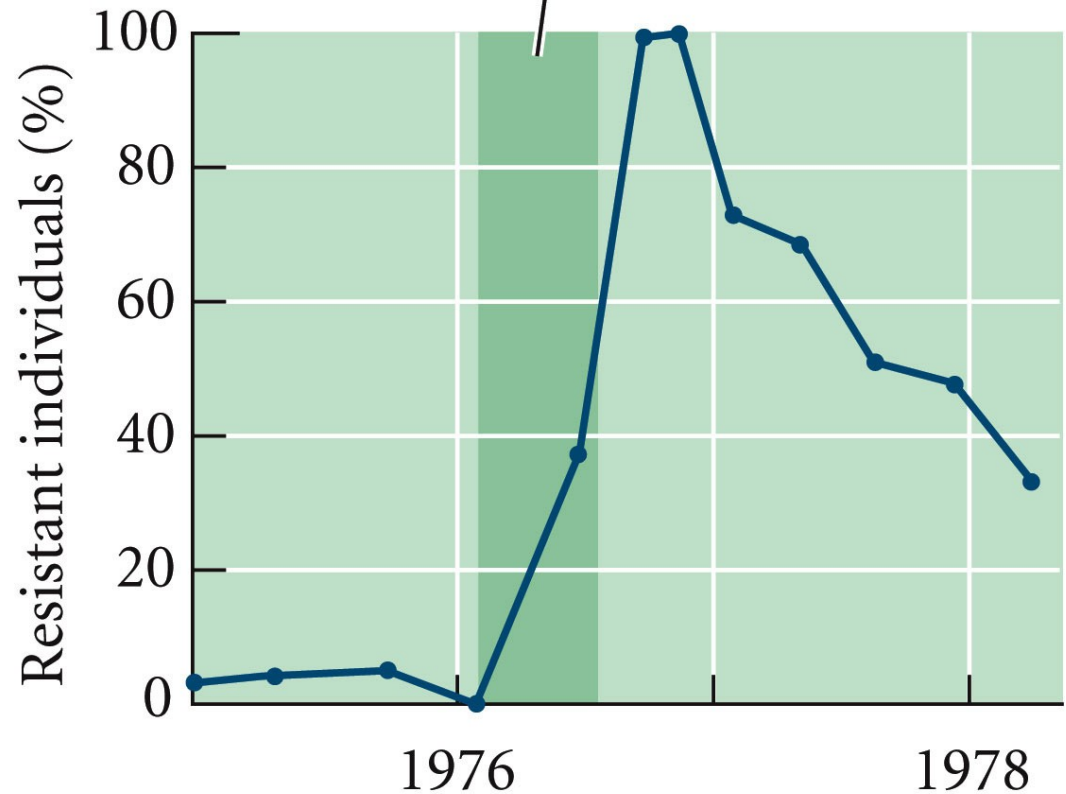
Résistance à la pénicilline en Finlande chez une bactérie responsable d'otites chez les enfants



# Evolution de résistances aux antibiotiques, fongicides, etc.

Poison Warfarine (anticoagulant) chez les rats

Warfarin poisoning program in effect





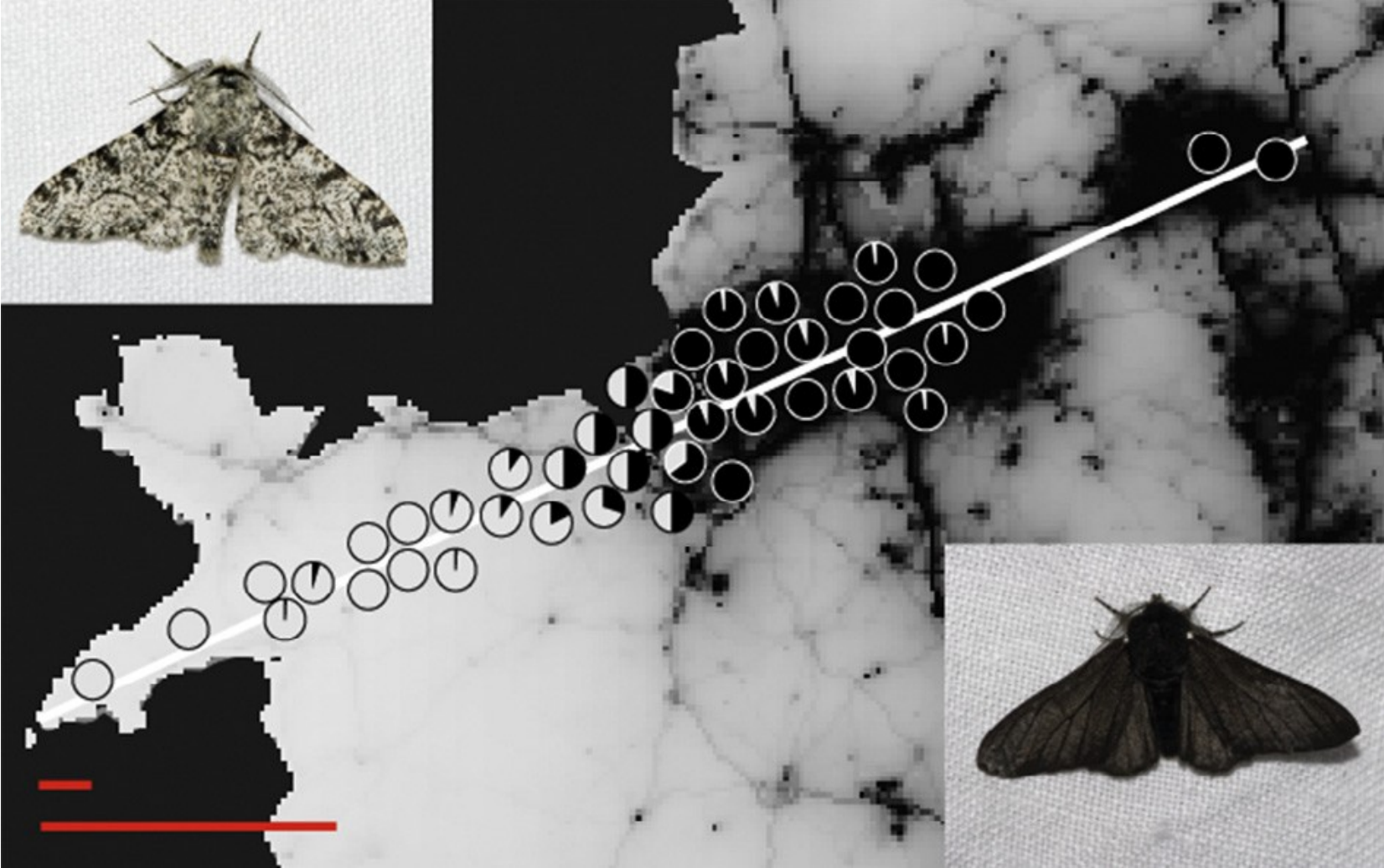
# Evolution naturelle

*Biston betularia*

Phalène du bouleau

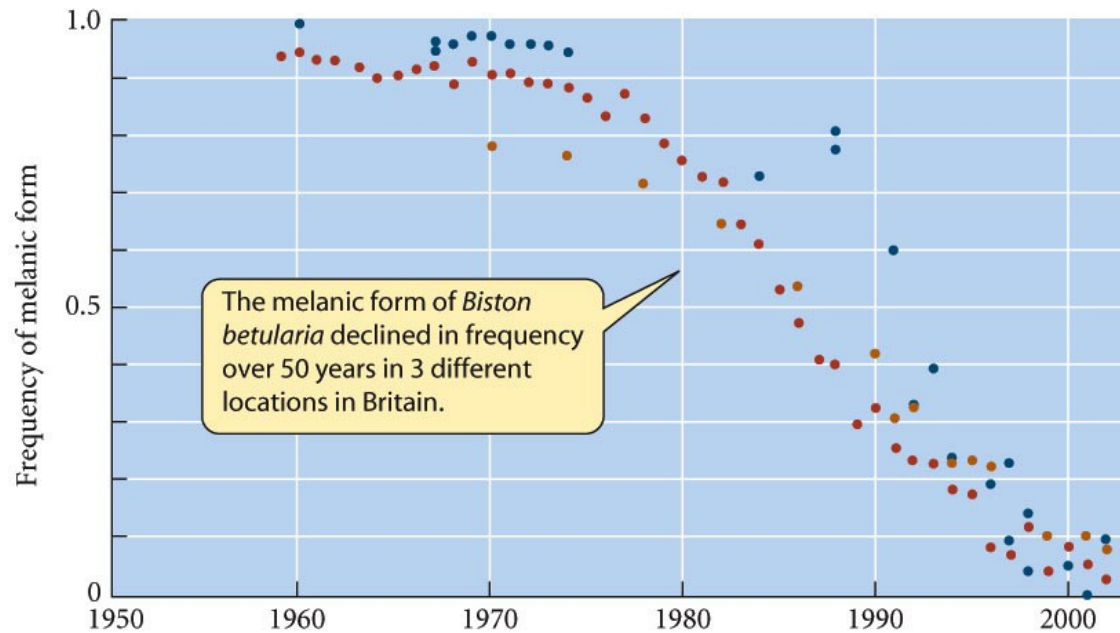


# Cline de fréquence des morphes selon le degré d'urbanisation





# Aujourd'hui les morphes noirs ont disparu



*Culex pipiens* f. *molestus*  
Moustique du métro de Londres

**ENCORE PLUS AGRESSIF !**





# Les Fossiles

Témoins de la  
disparition de  
certaines espèces

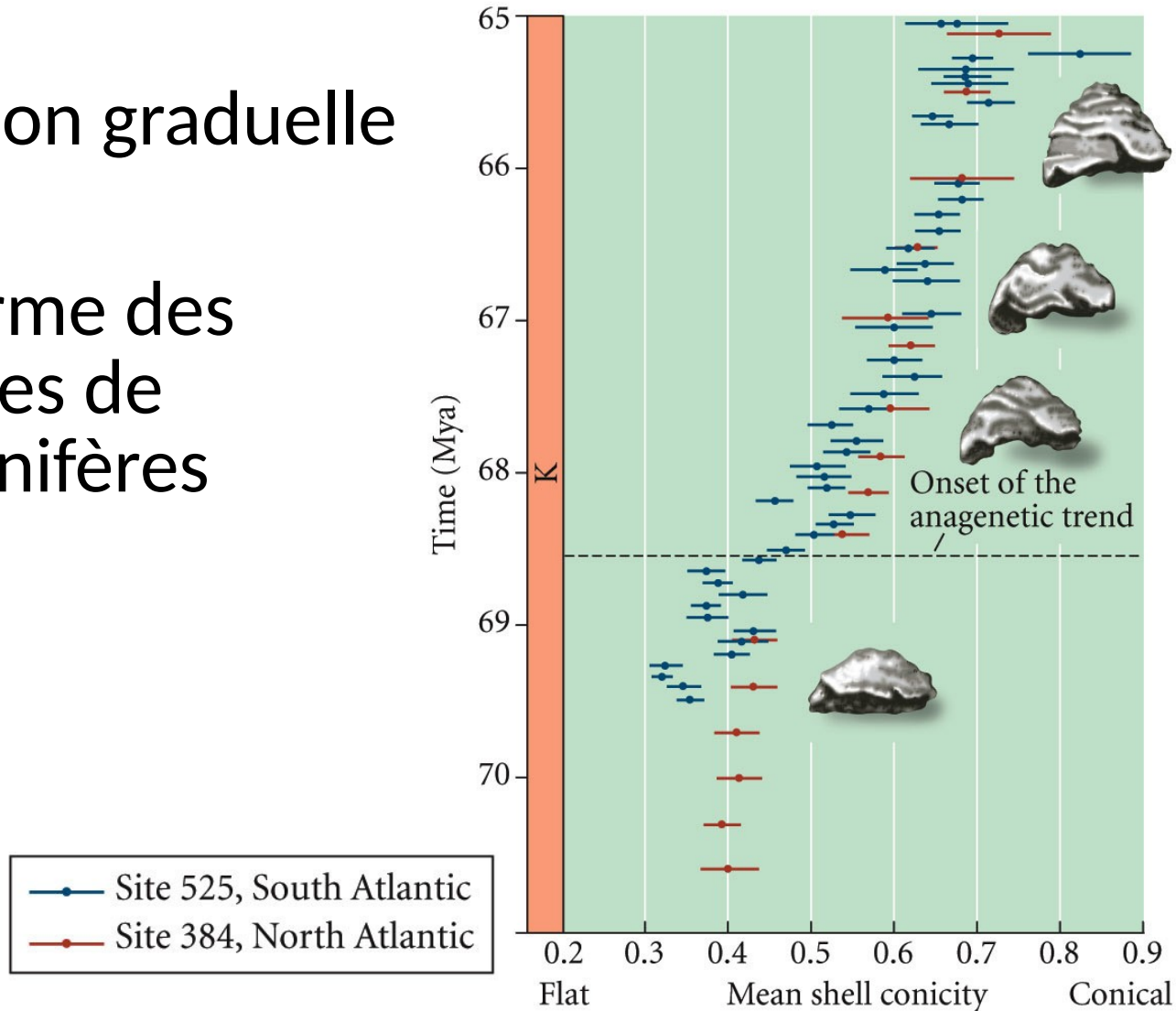


# Les Fossiles



Evolution graduelle

Ex : forme des  
coquilles de  
foraminifères

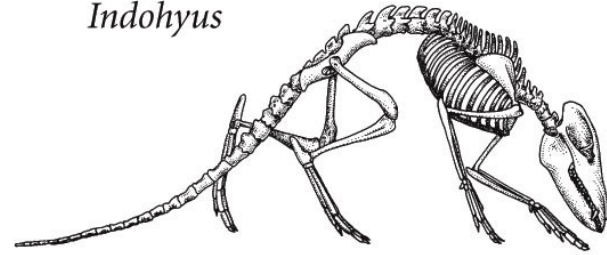


# Les Fossiles

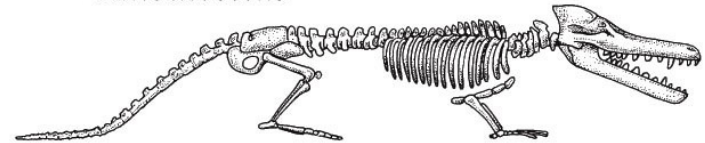
Evolution graduelle

Ex : évolution des baleines

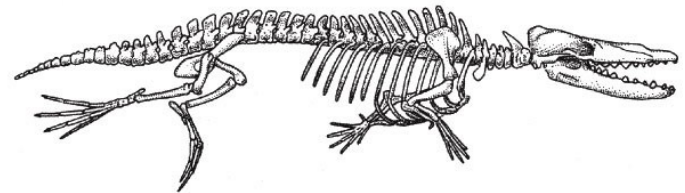
*Indohyus*



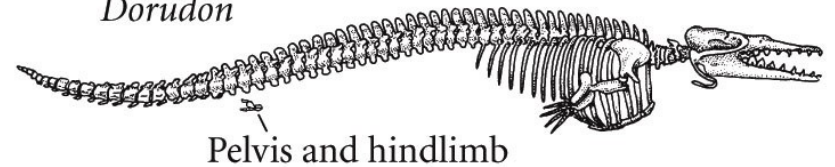
*Ambulocetus*



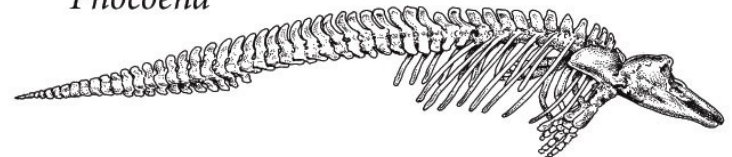
*Rodhocetus*



*Dorudon*



*Phocoena*



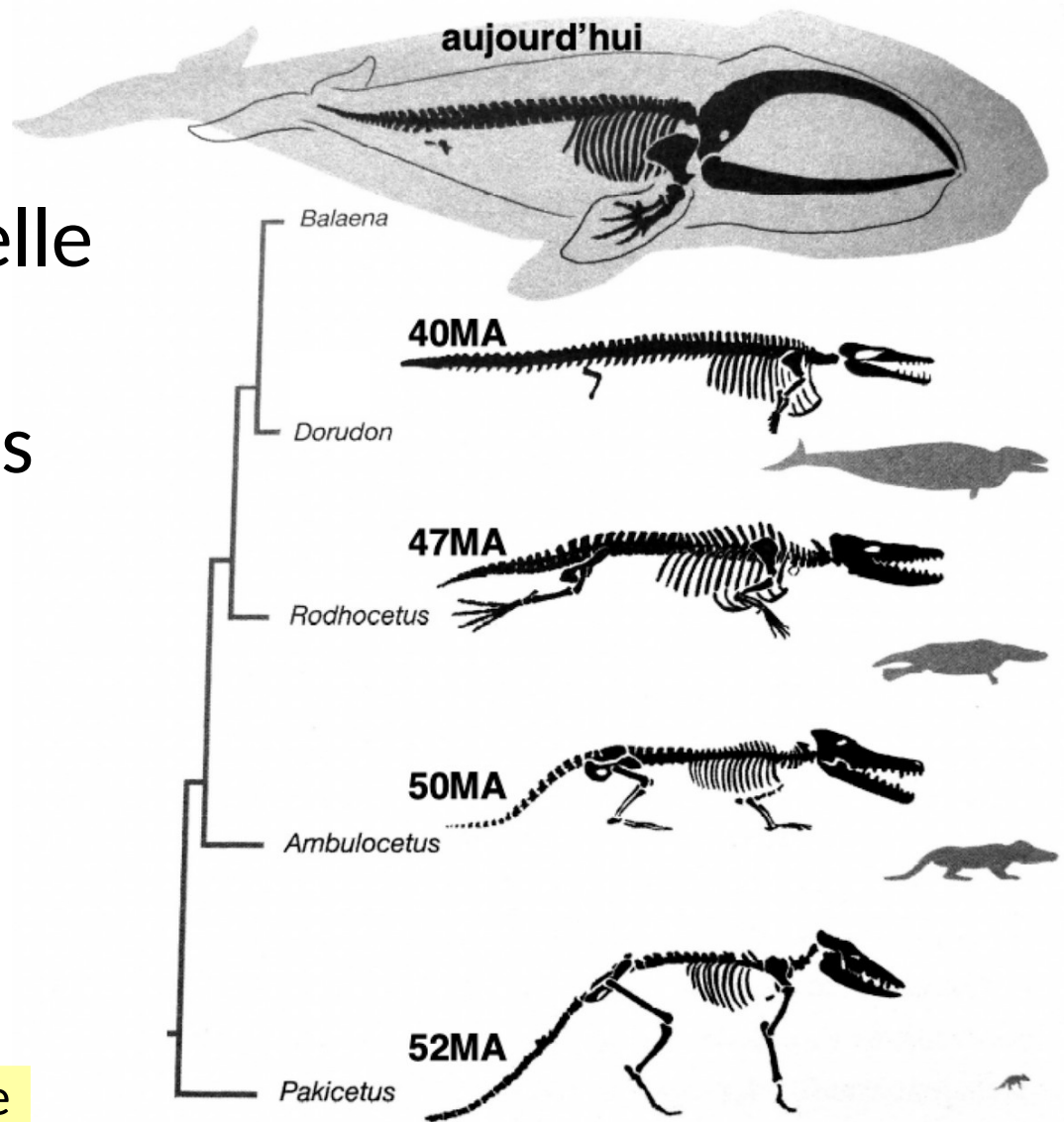
Video : chevrotain aquatique



# Les Fossiles

Evolution graduelle

Ex : évolution des baleines

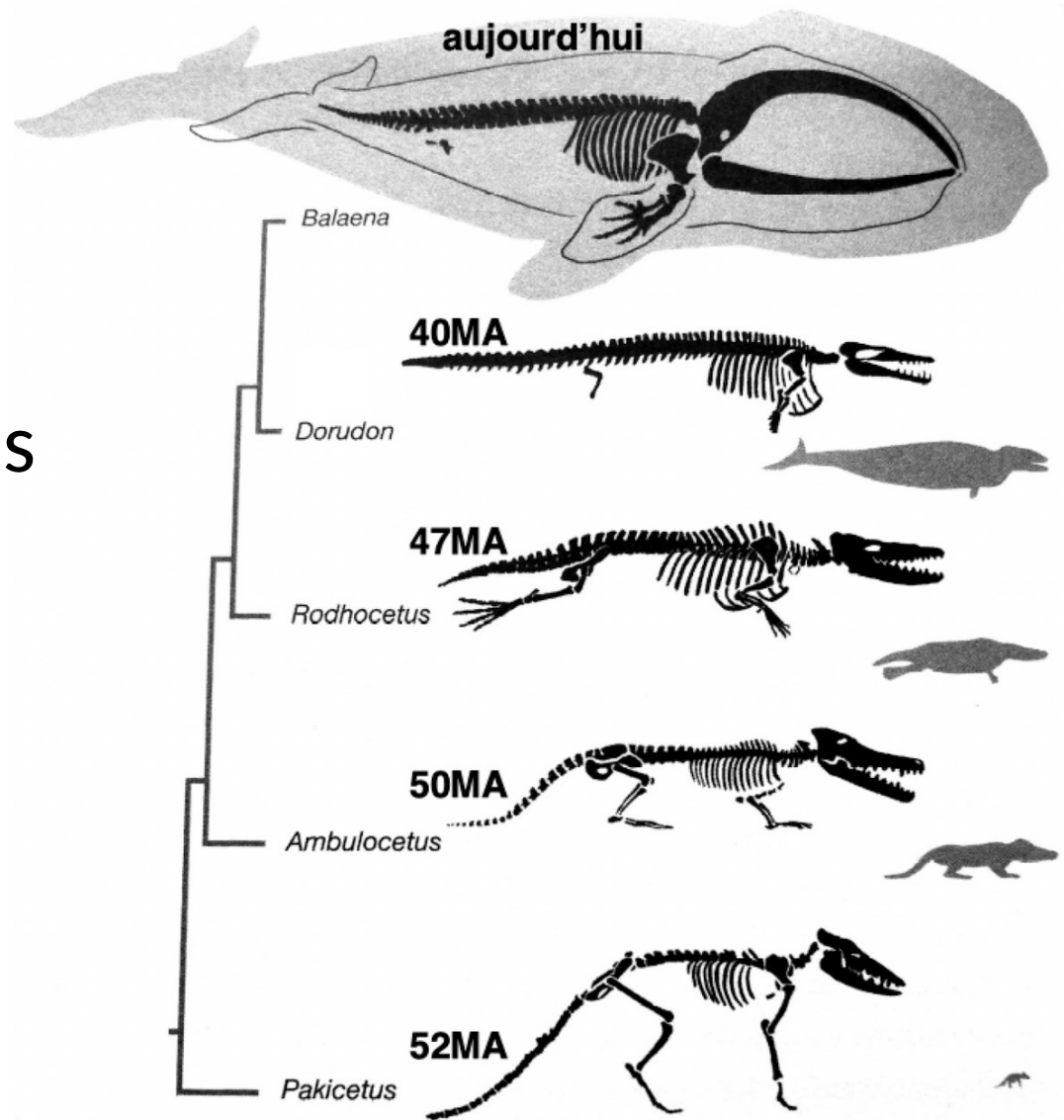


Video : chevrotain aquatique

# Les Fossiles

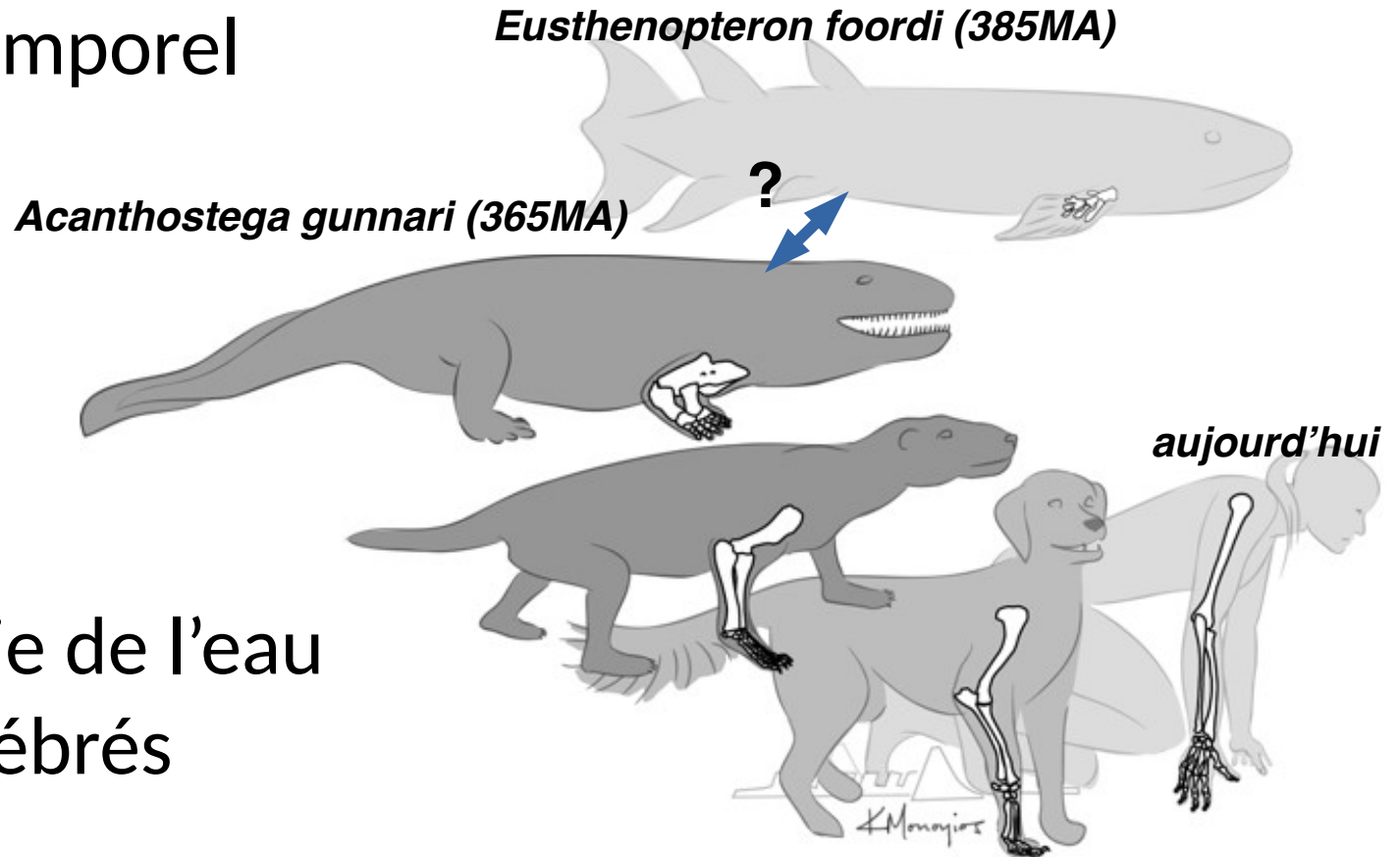
Ordre temporel

Ex : évolution des baleines



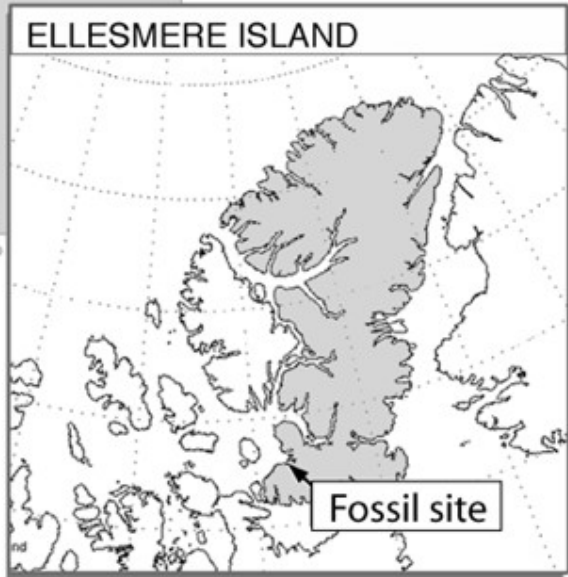
# Les Fossiles

Ordre temporel



Ex : sortie de l'eau  
des vertébrés





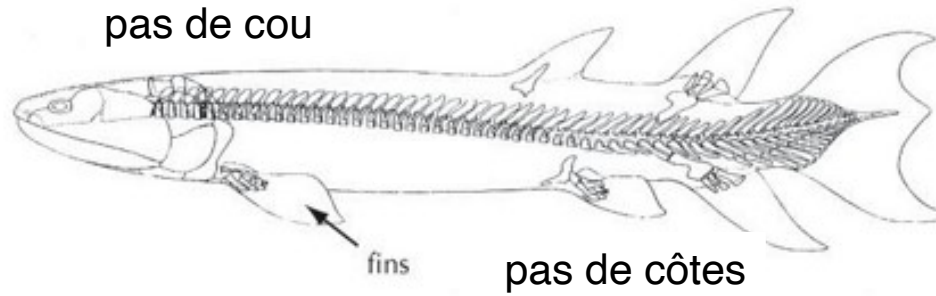
**375MA**





## POISSON

385MA

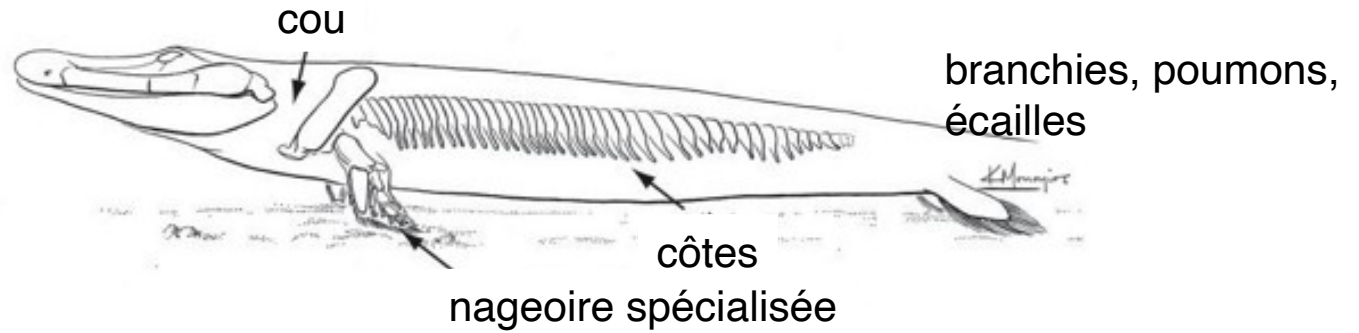


## TIKTAALIK

375MA

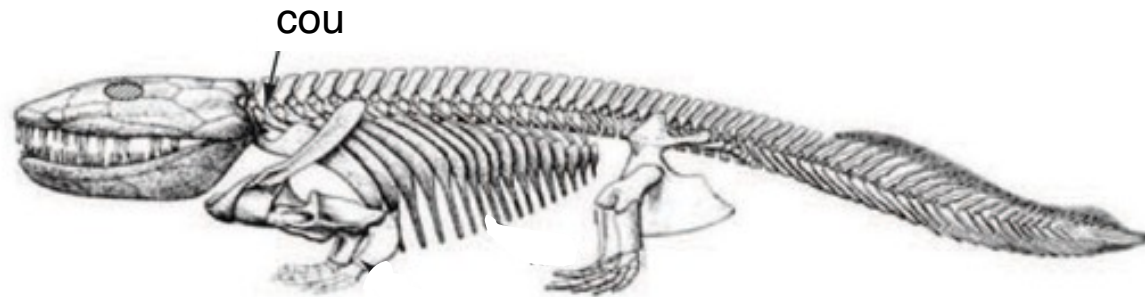


(Daeschler et al. 2006)

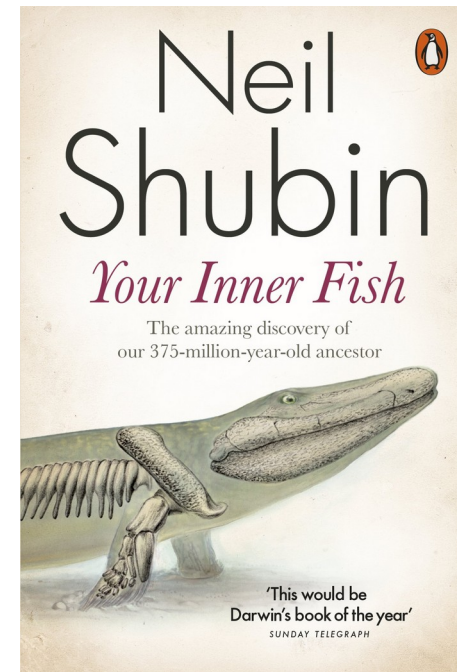
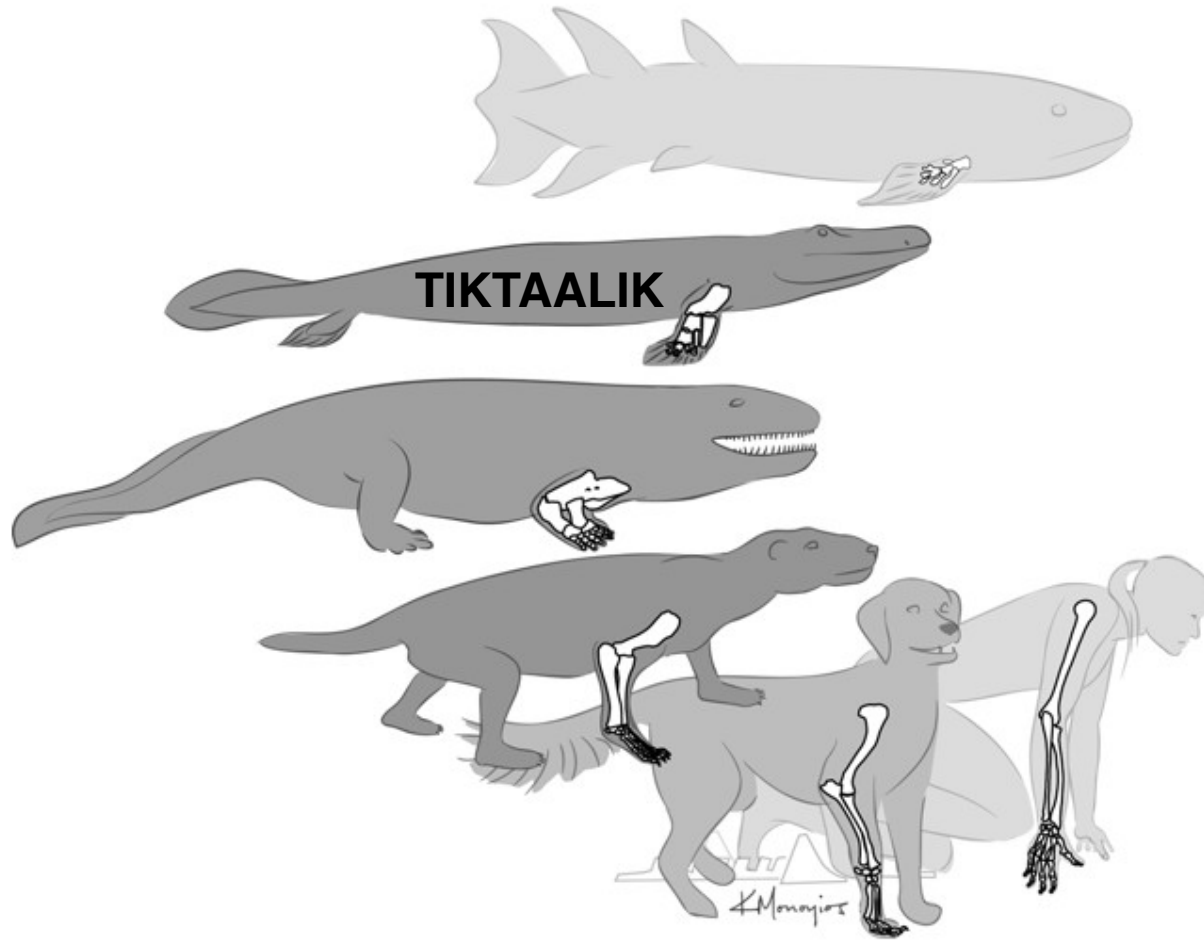


## TÉTRAPODE

365MA



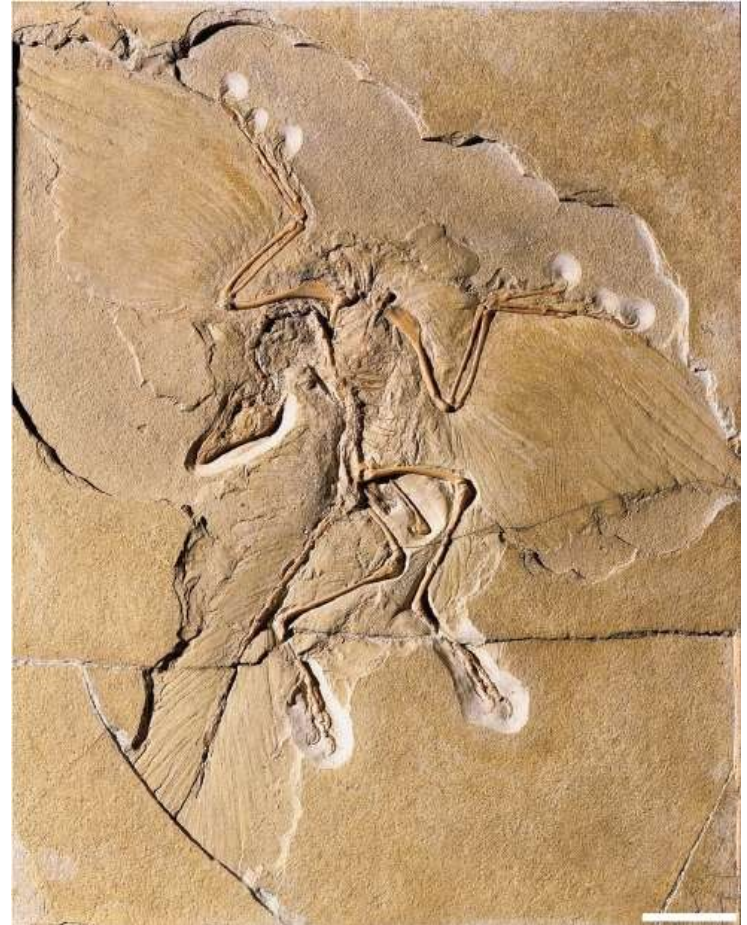




# Les Fossiles

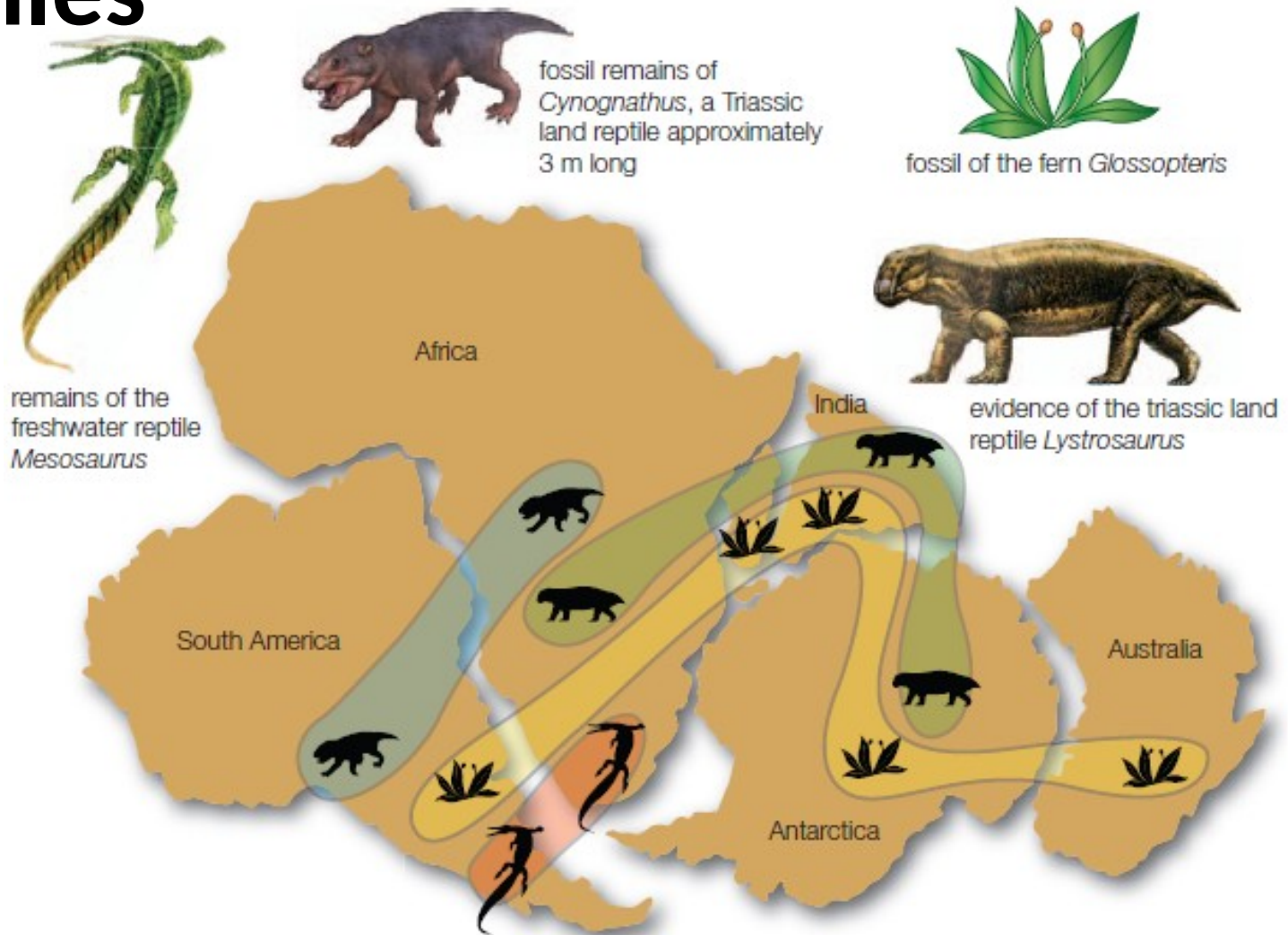
Chaînon manquant

Ex : Archeopteryx



# Les Fossiles

## Relations spatiales



Autre ex : fossiles de tatou en Amérique  
fossiles de kangourou en Australie

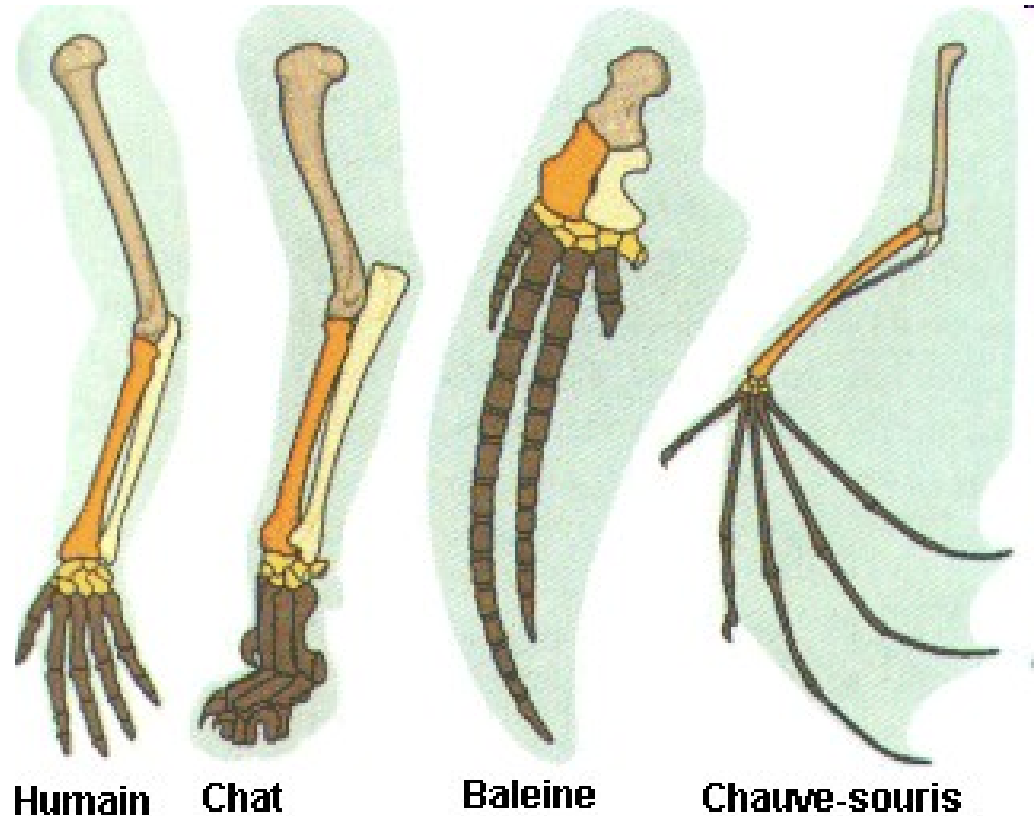


# Points communs

## Anatomie comparée

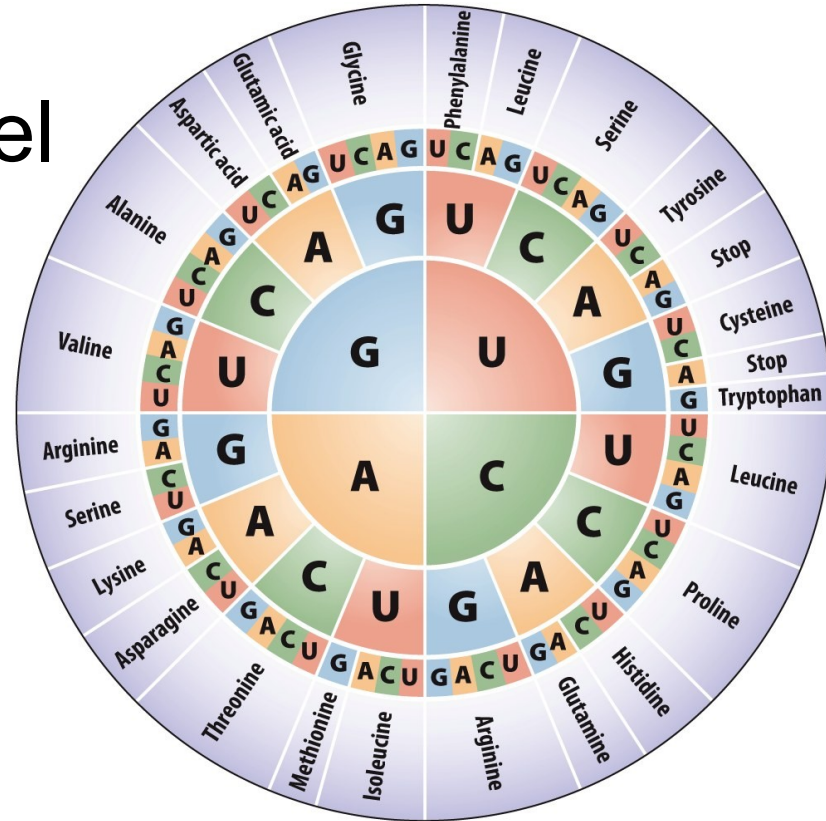
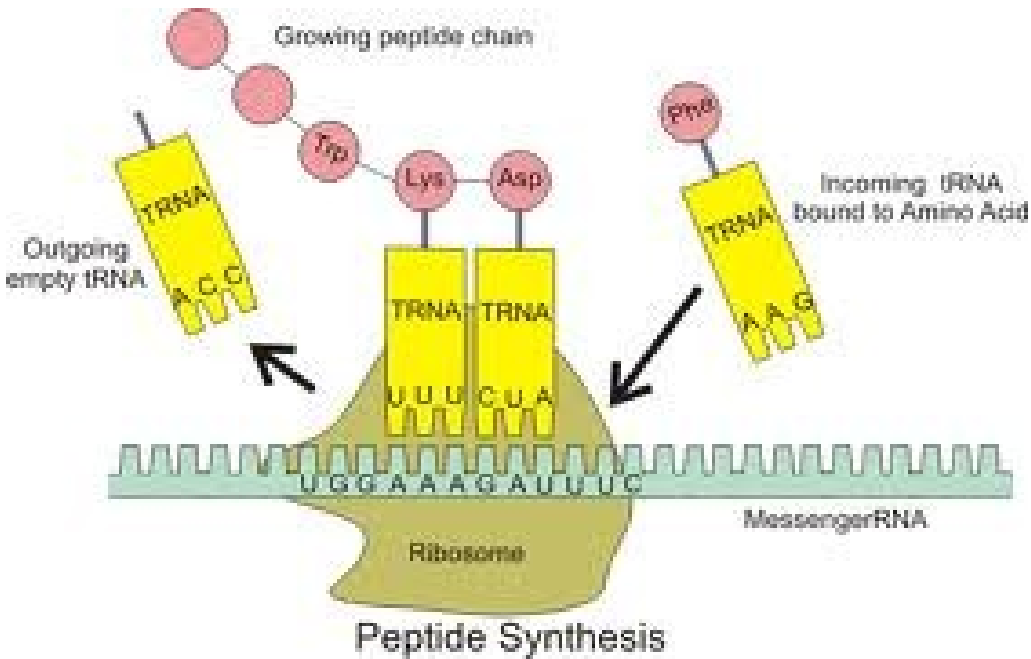
Structures homologues: preuves de relations de parenté

Ancêtre commun



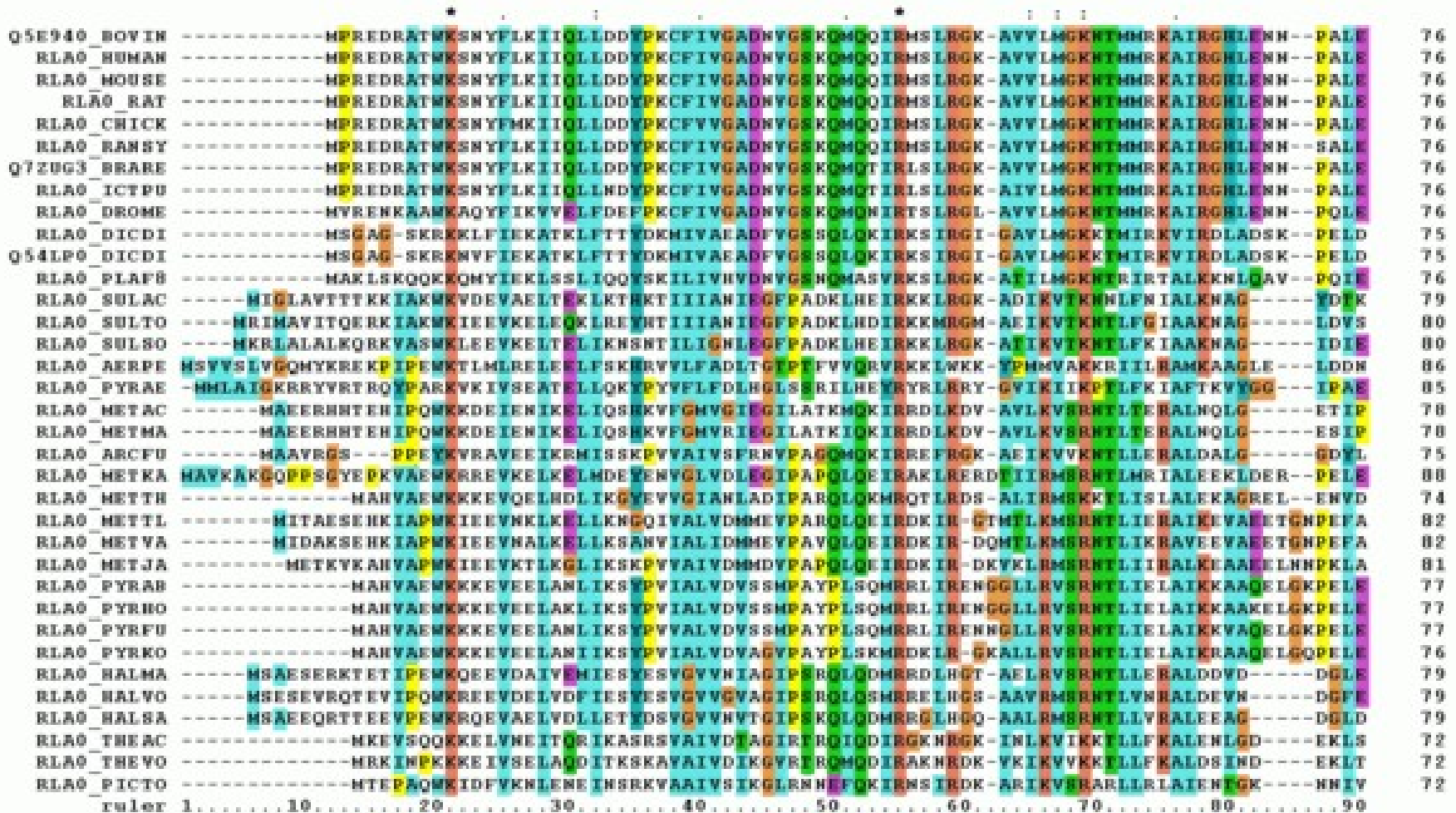
# Points communs

## Code génétique universel



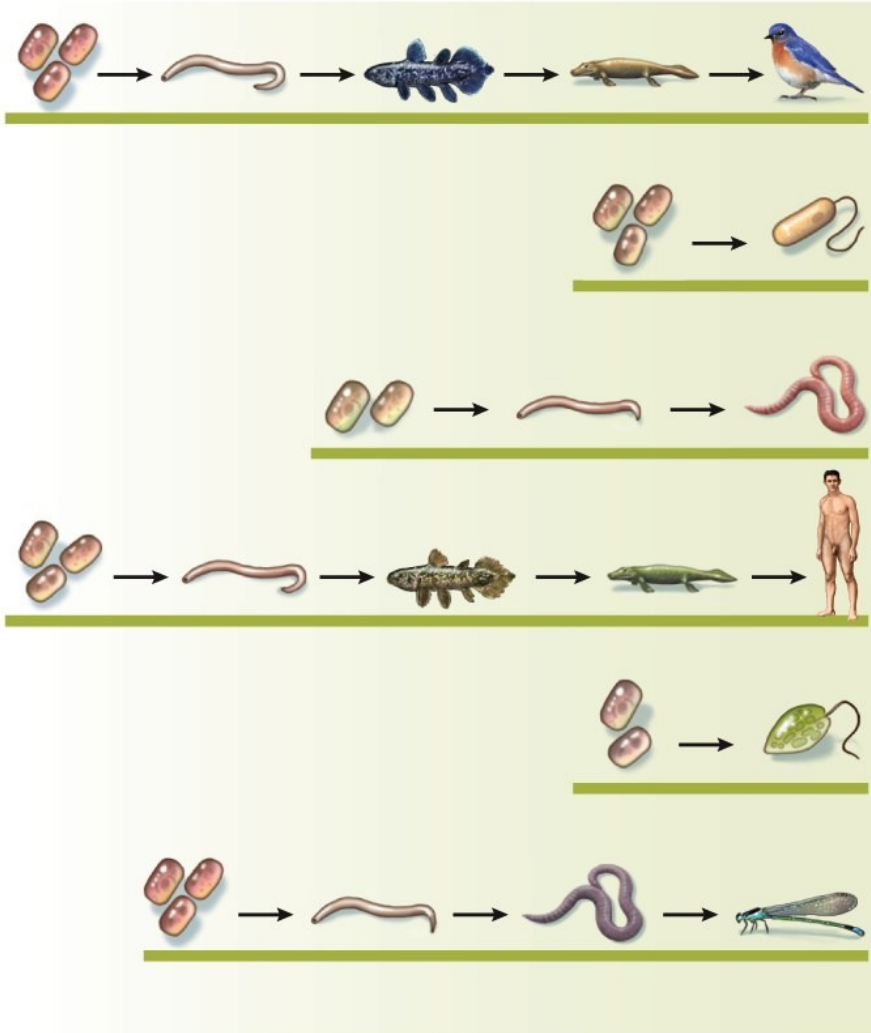
# Points communs

## Alignement de séquences protéiques

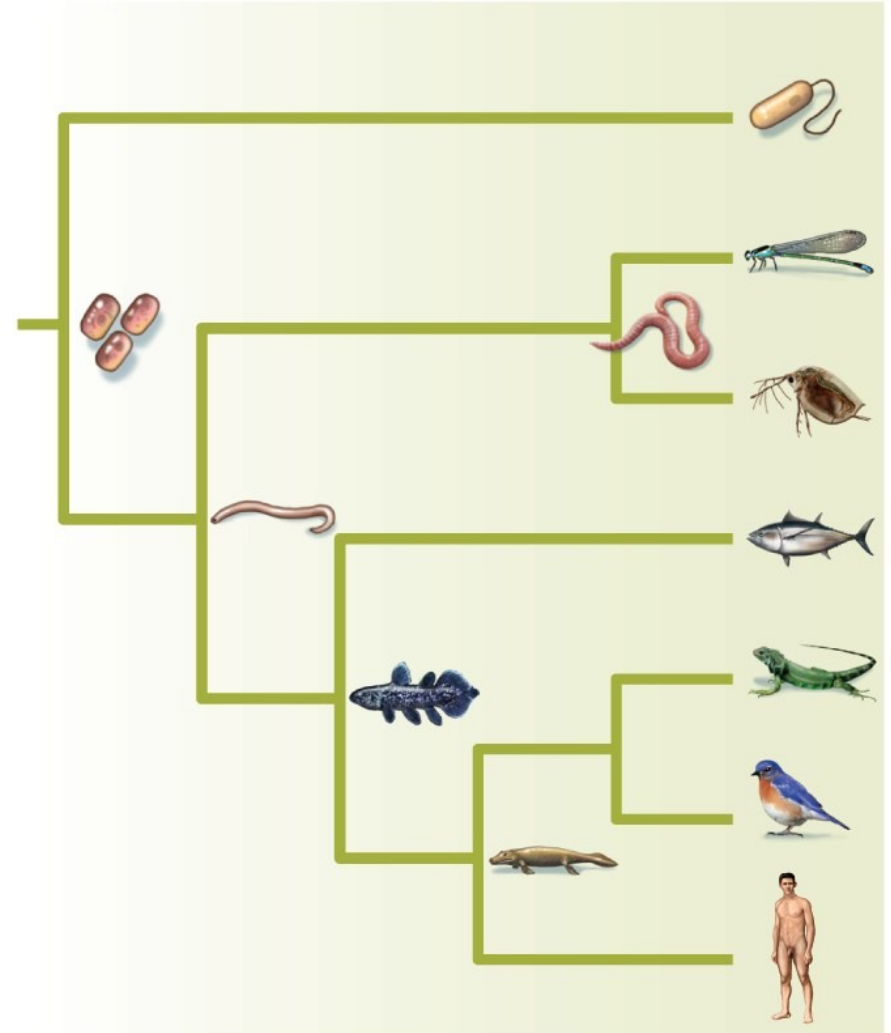


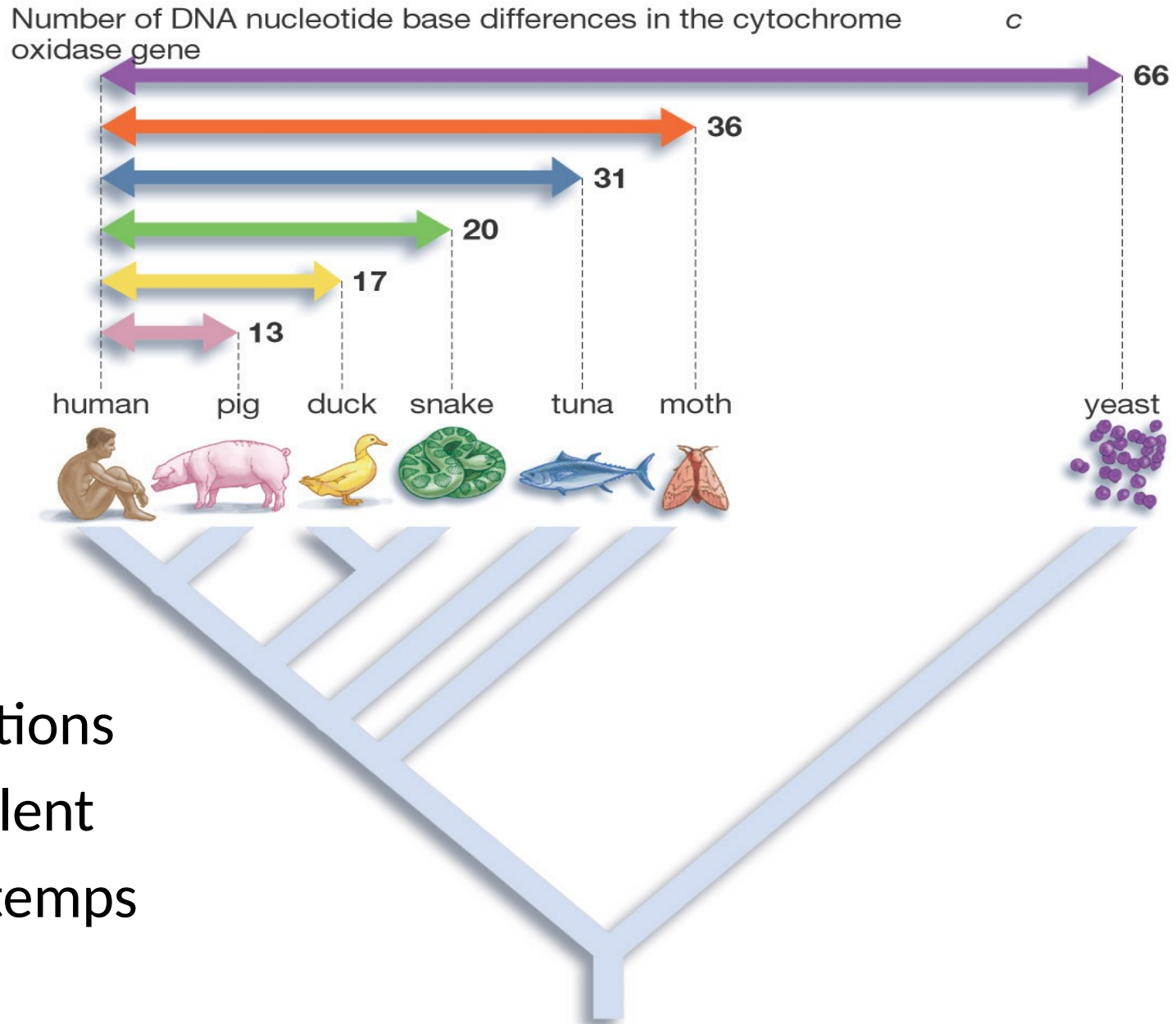


## Lamarck: independent progression

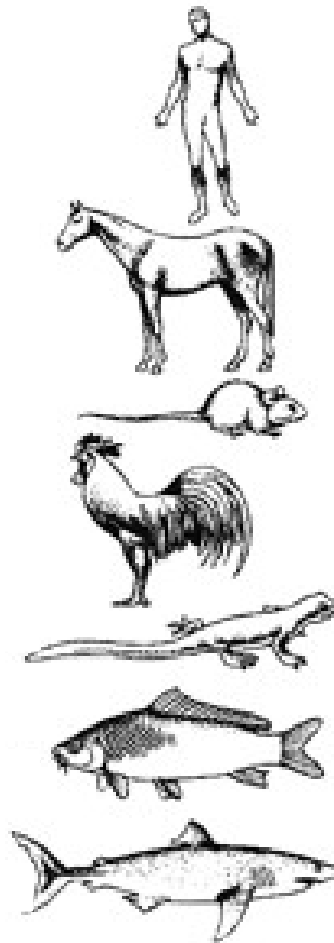


## Darwin: branching tree of life





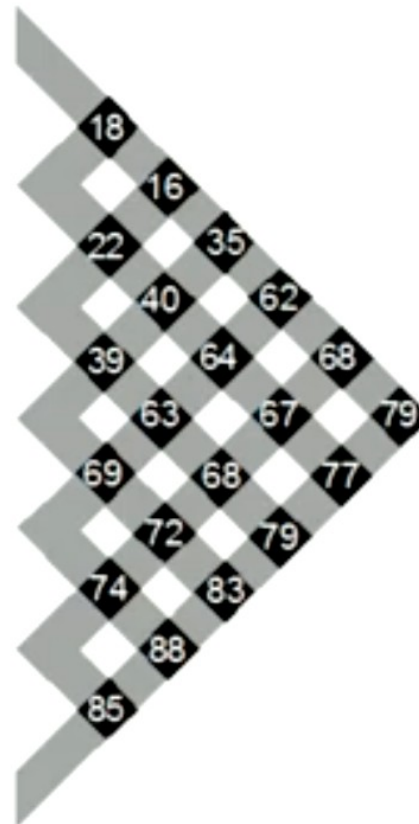
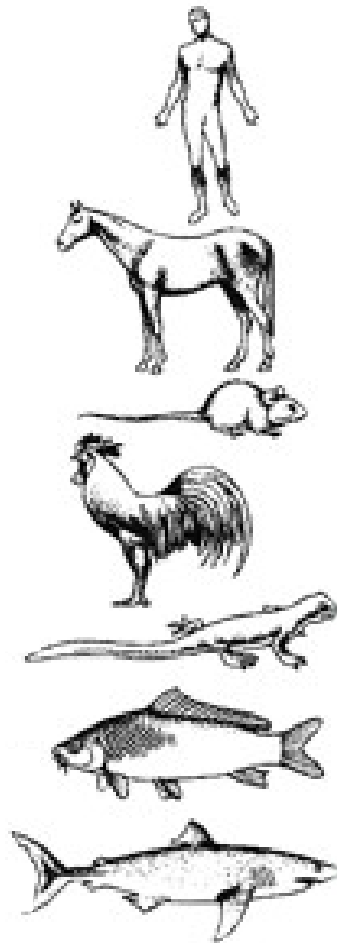
Les mutations  
s'accumulent  
au fil du temps



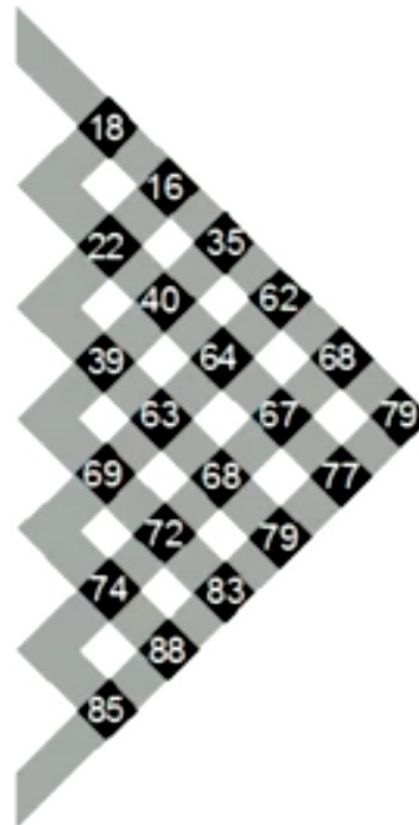
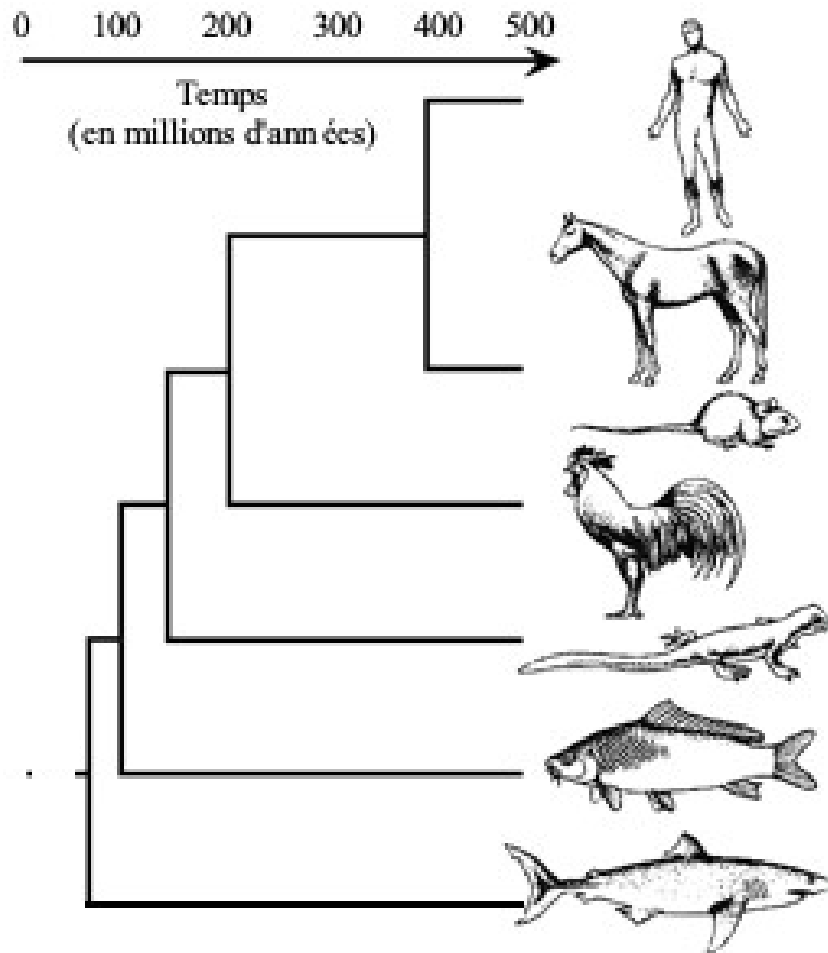
Le requin et la carpe sont plus proches entre eux qu'ils ne sont proches de l'homme?



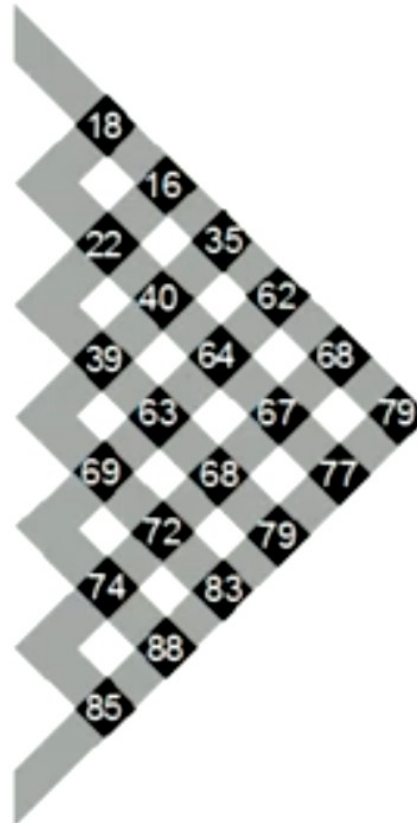
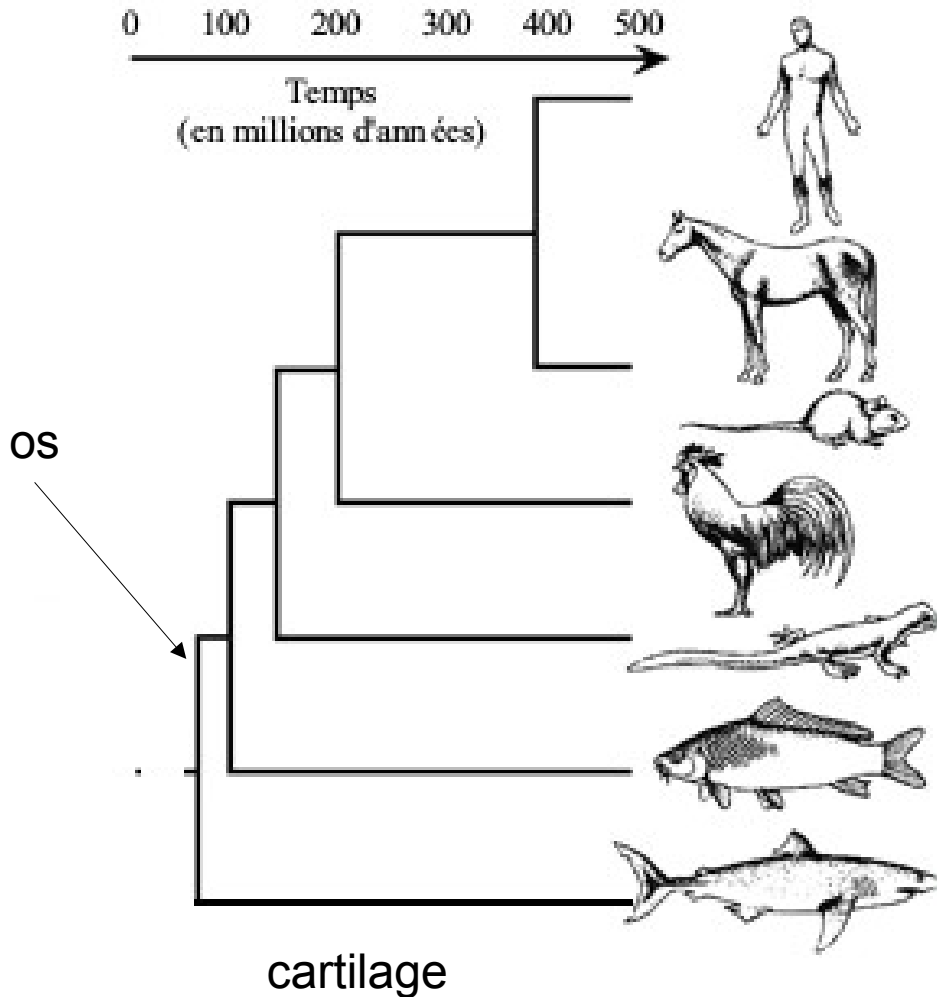
On mesure les différences en acides aminés sur une protéine conservée à travers ce groupe



On mesure les différences en acides aminés sur une protéine conservée à travers ce groupe



On mesure les différences en acides aminés sur une protéine conservée à travers ce groupe

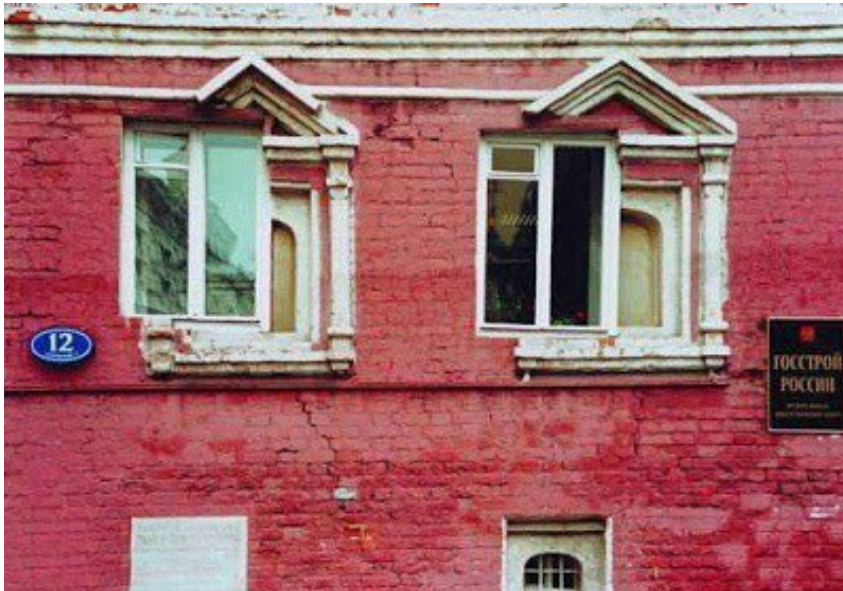




# Bricolage de l'évolution

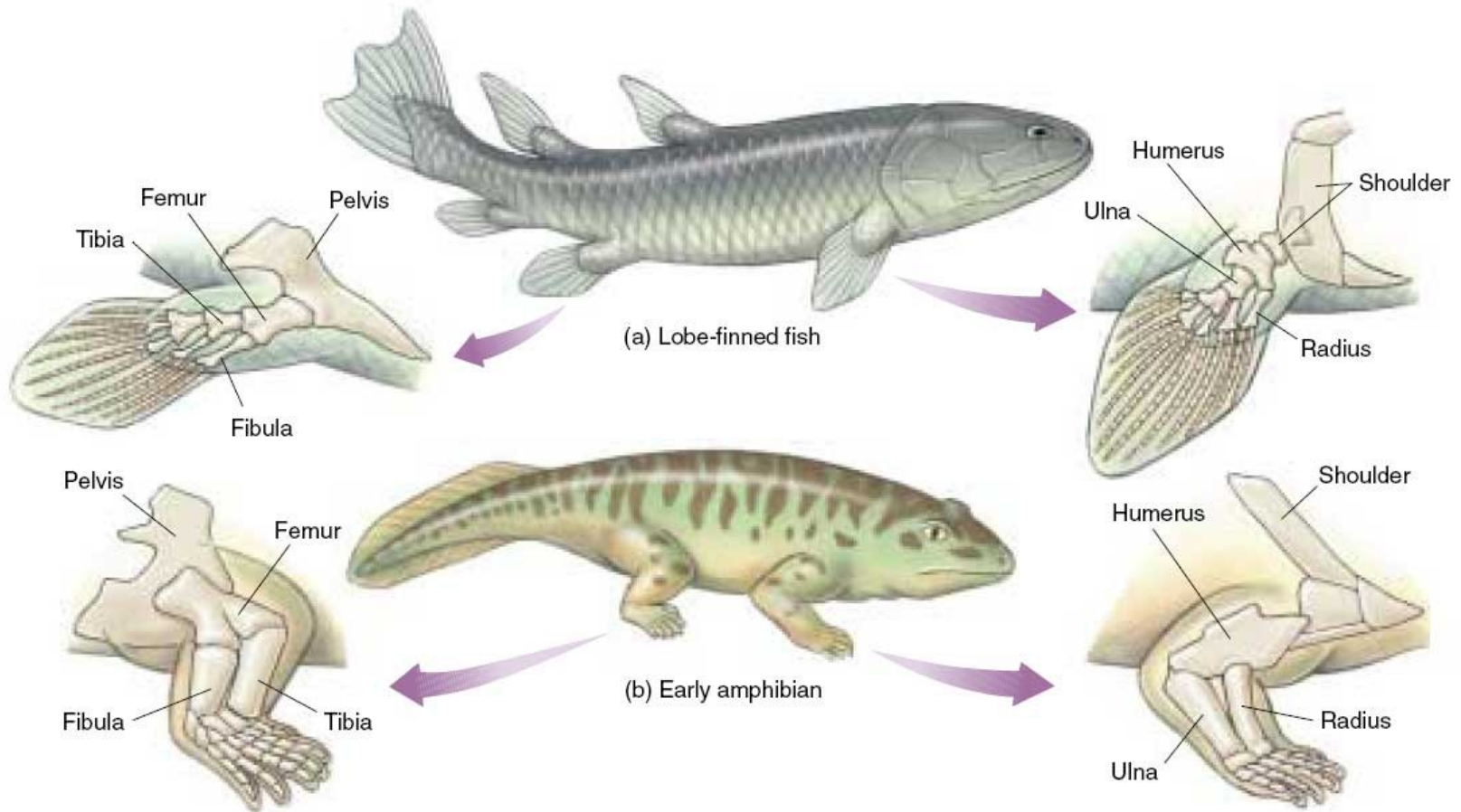


*« L'évolution ne tire pas ses nouveautés du néant. Elle travaille sur ce qui existe déjà. [...] La sélection naturelle opère à la manière non d'un ingénieur, mais d'un bricoleur; un bricoleur qui ne sait pas encore ce qu'il va produire, mais récupère tout ce qui lui tombe sous la main. »*  
(François Jacob, Le Jeu des possibles, 1981)



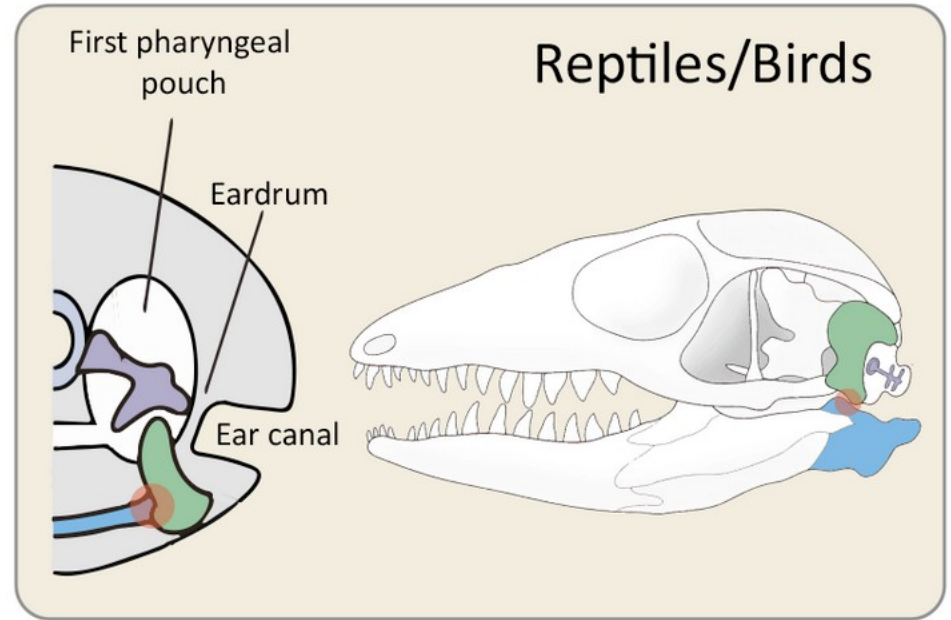
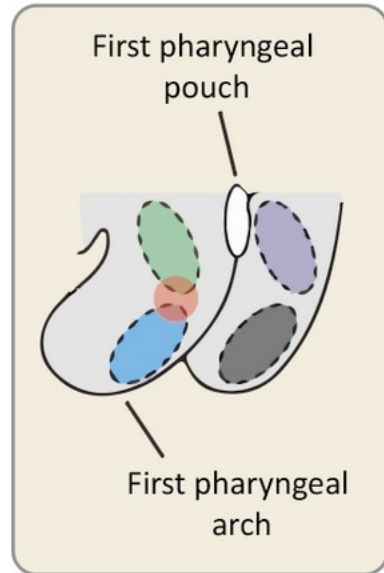
# Exaptation

Evolution d'un trait de caractère vers une nouvelle fonction

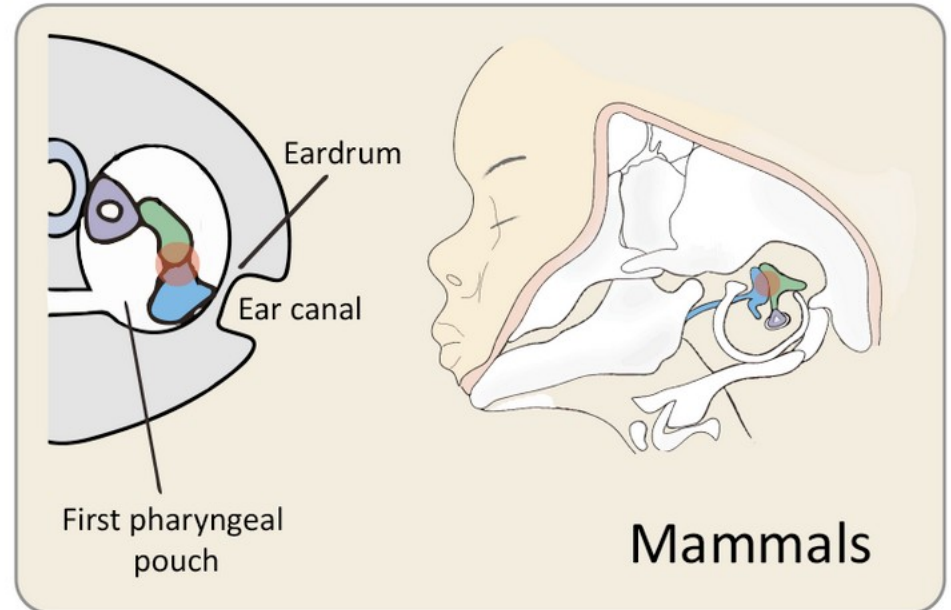


# Exaptation

Evolution  
de  
l'oreille  
interne



● upper jaw component ● lower jaw component ● primary jaw joint





# Similitudes du développement



Lémurien



Cochon

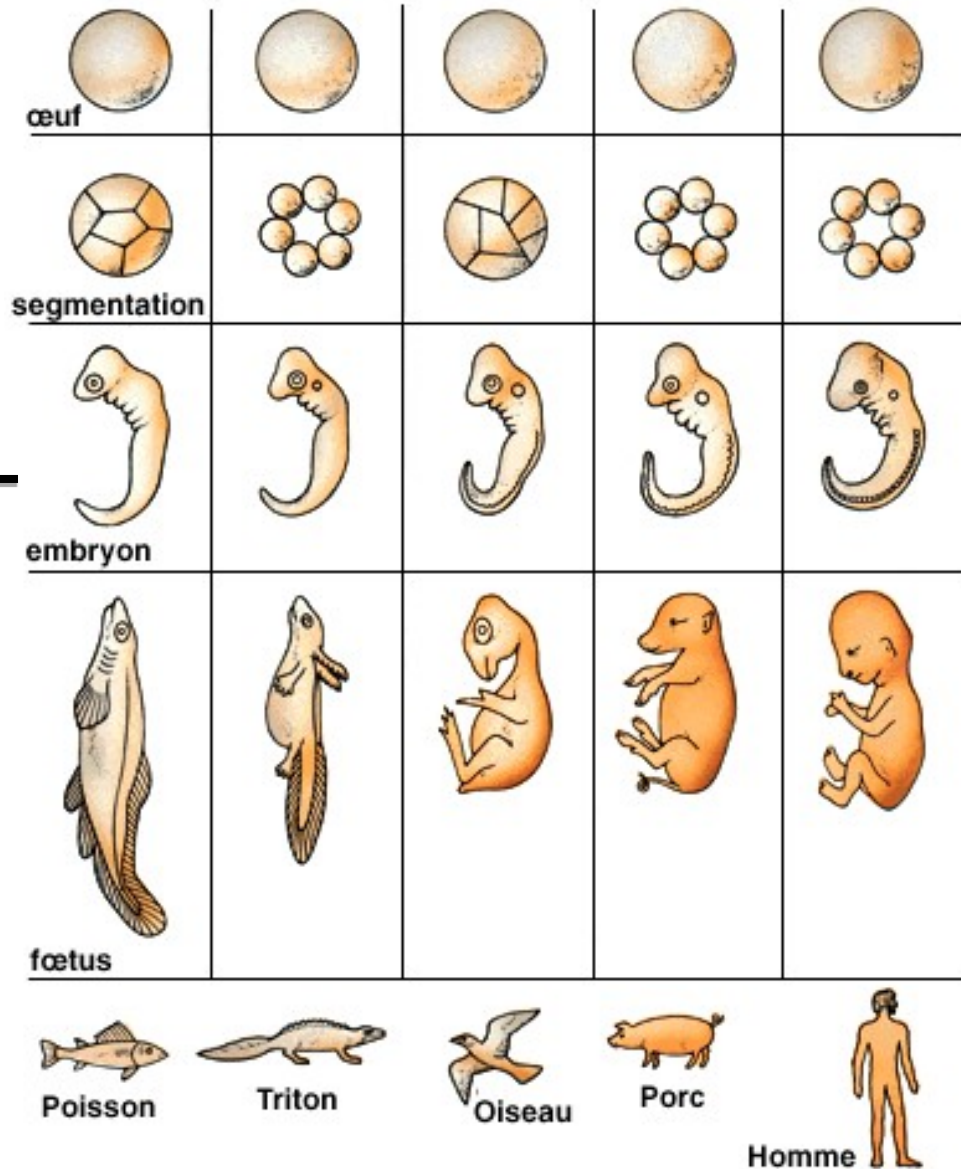


Homme

# Similitudes du développement

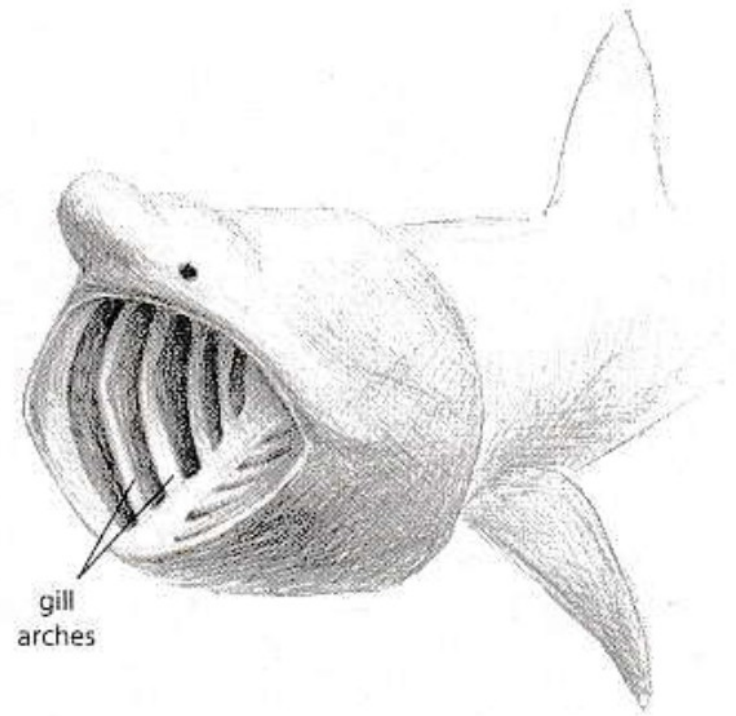
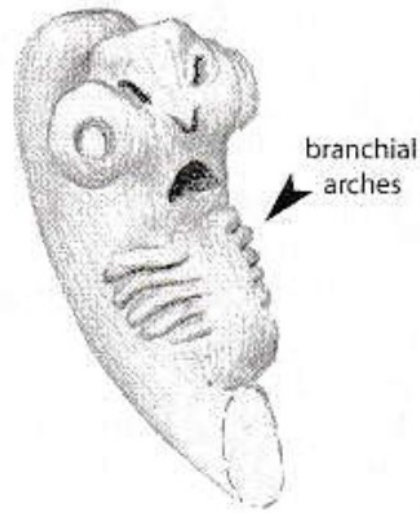
## Embryologie comparée

Tous ont une queue et des branchies à ce stade ←

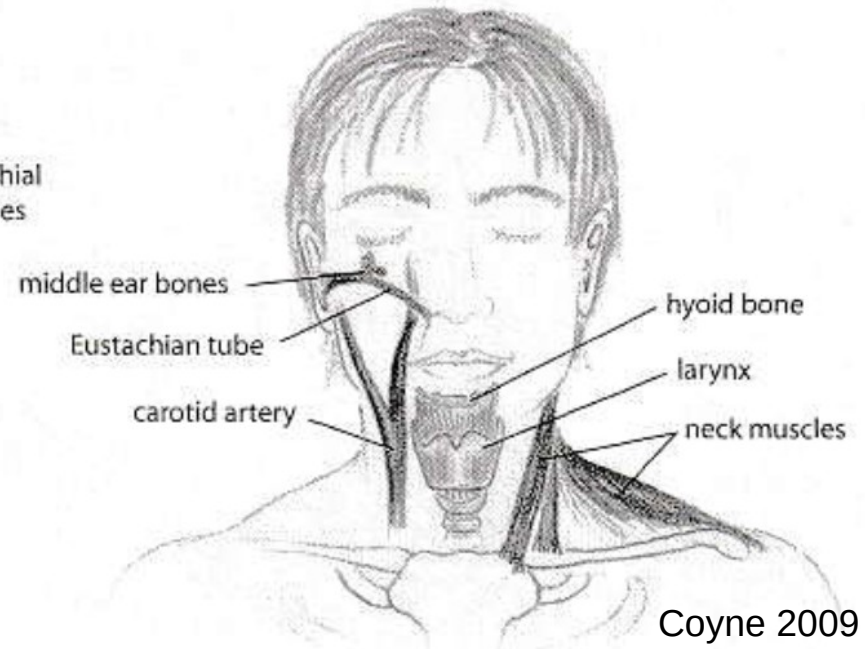
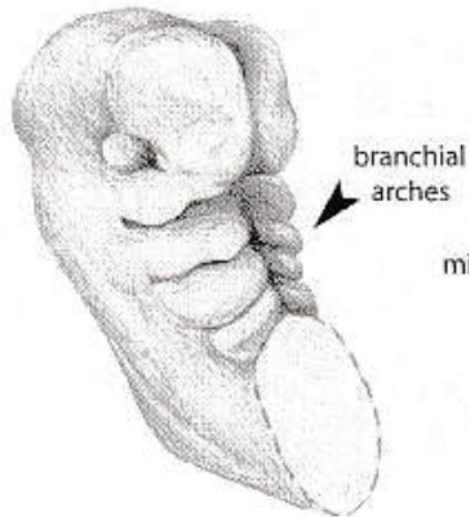


# Les arcs branchiaux

embryon de  
requin



embryon  
humain





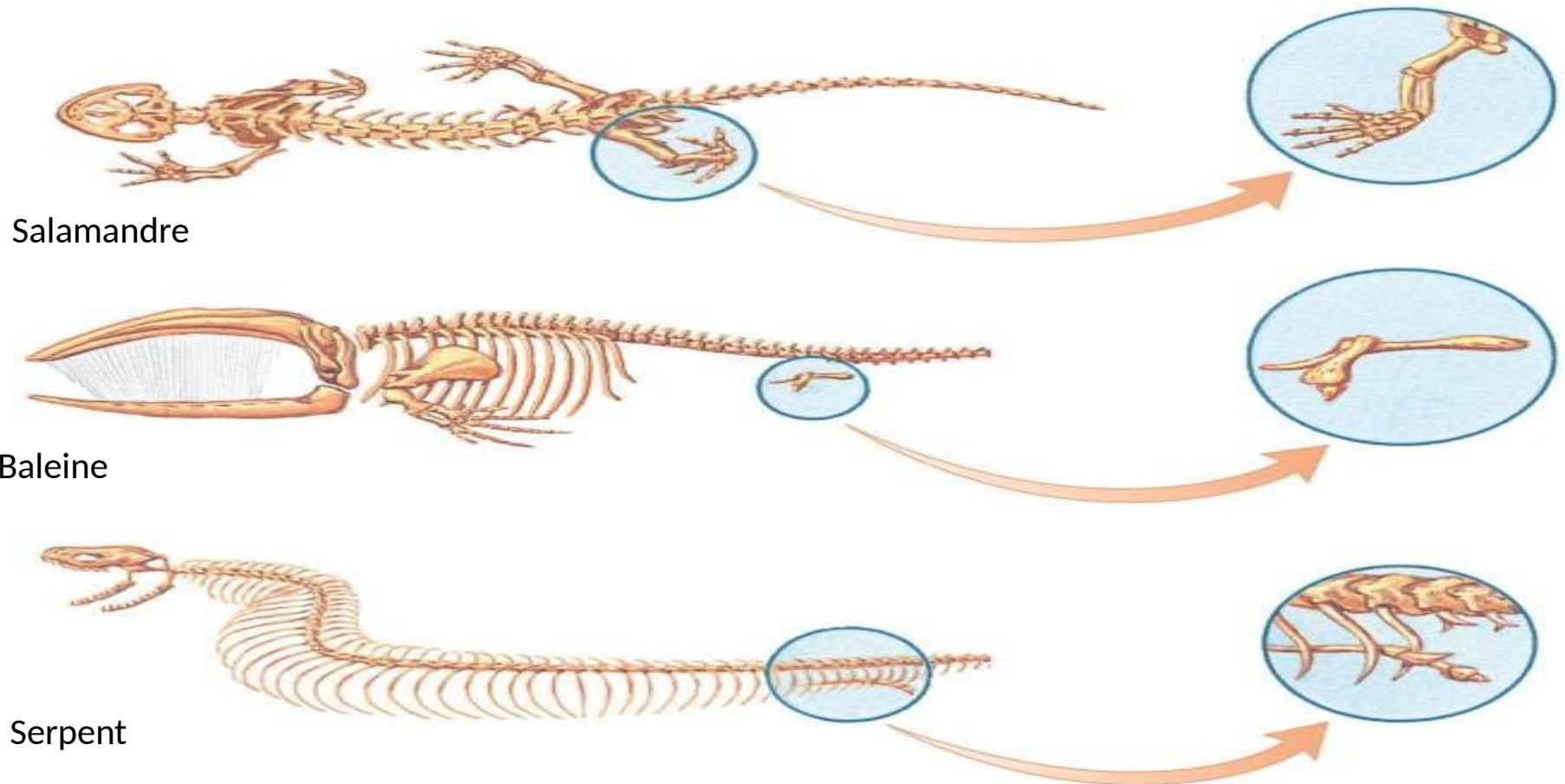
# Similitudes du développement

Ex : le lanugo : fin duvet de poils à la fin de la grossesse

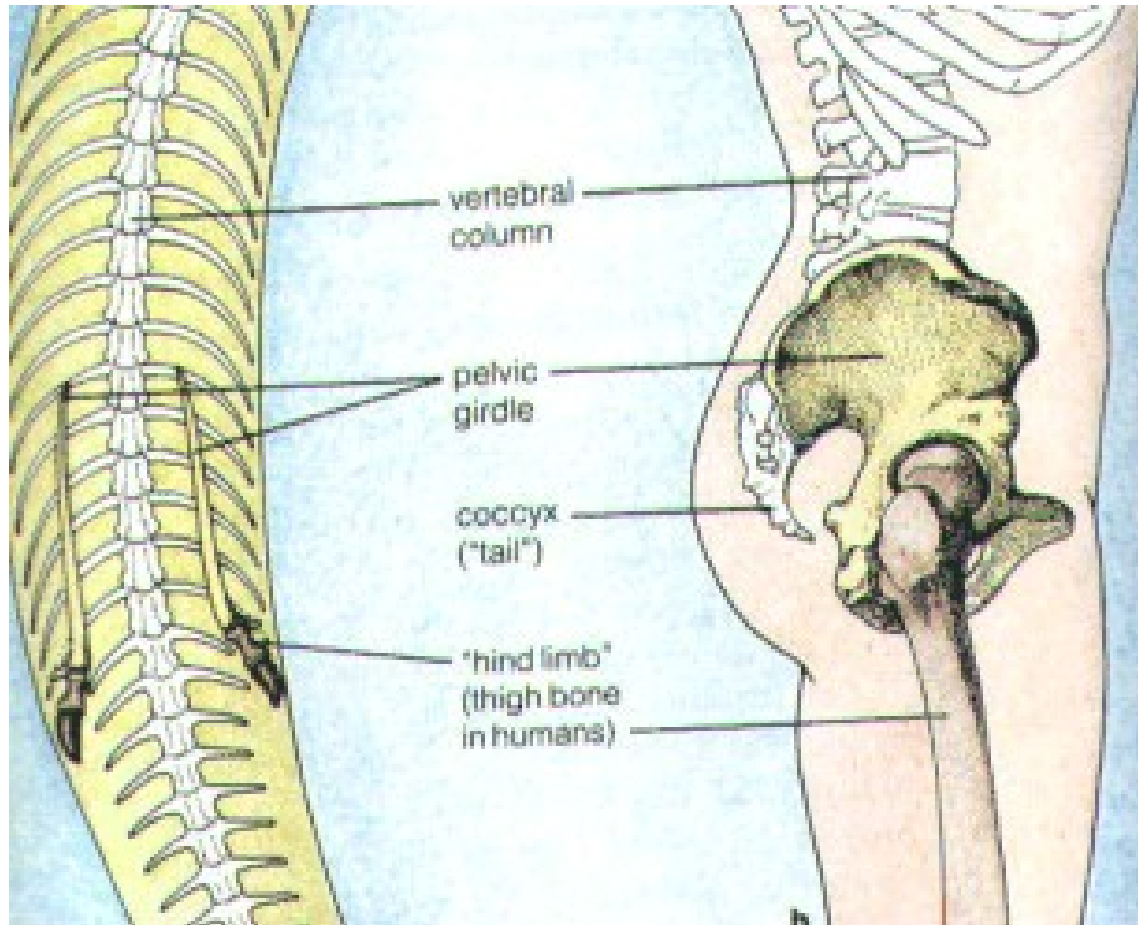


# Organes vestigiaux

Organe dont la fonction initiale a été perdue, et qui se retrouve sous une forme atrophiée



# Organes vestigiaux



Serpent

Homme

# Organes vestigiaux

Muscles responsables de la chair de poule  
Déclenchés par la peur ou le froid





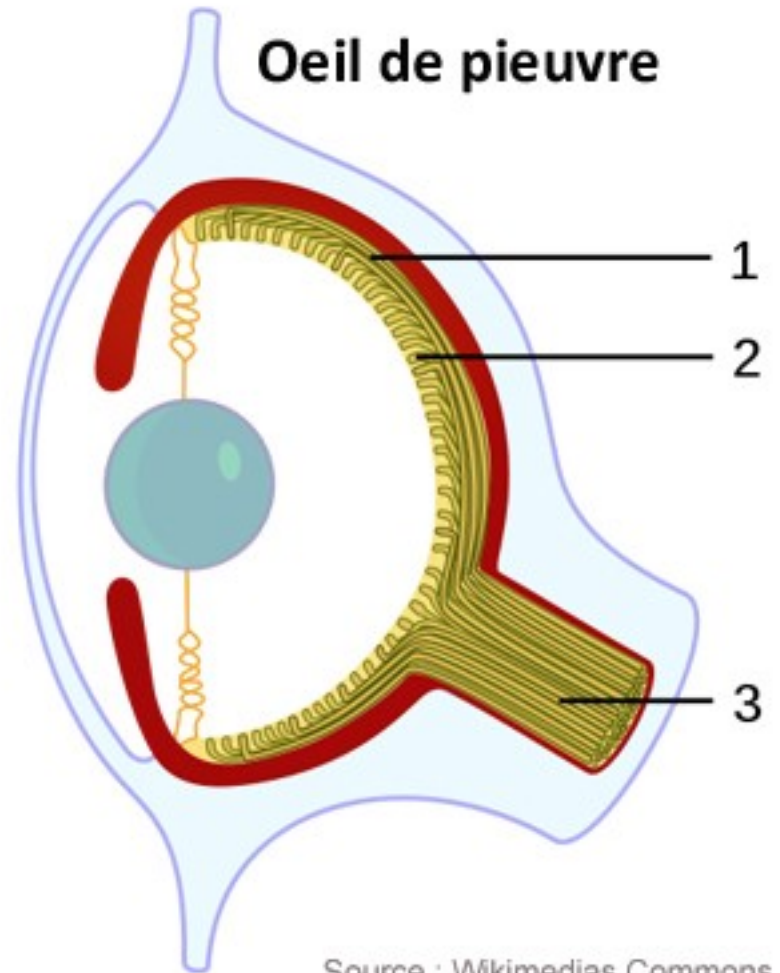
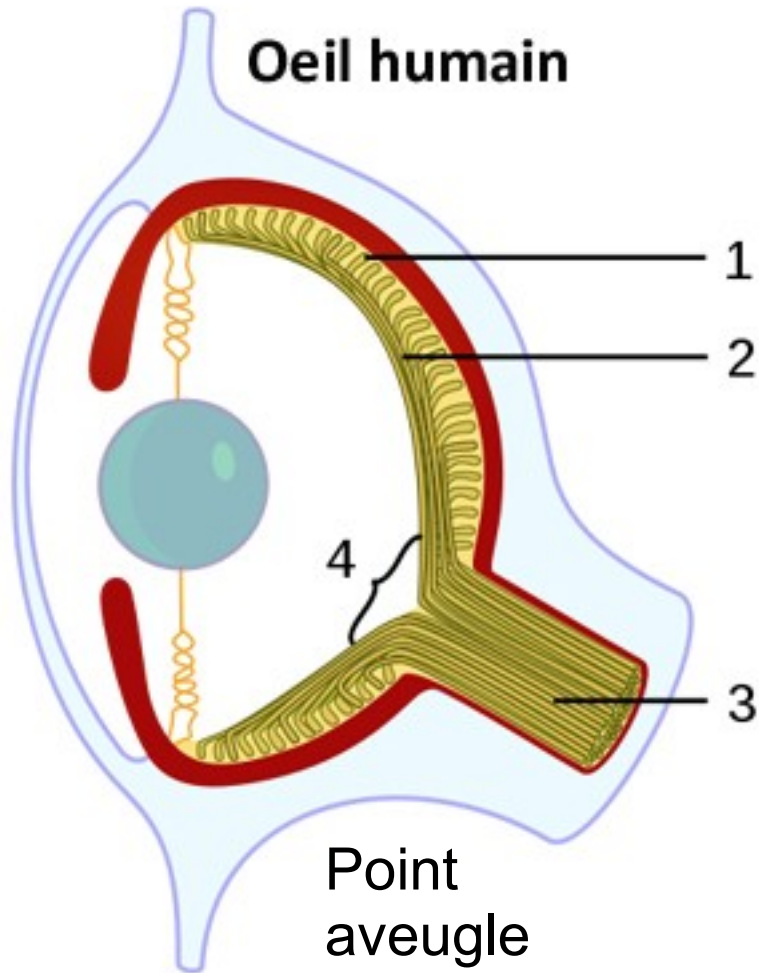
# Atavisme

Réapparition d'un caractère ancestral chez un individu qui normalement ne devrait pas le posséder



Bébé de 3 mois

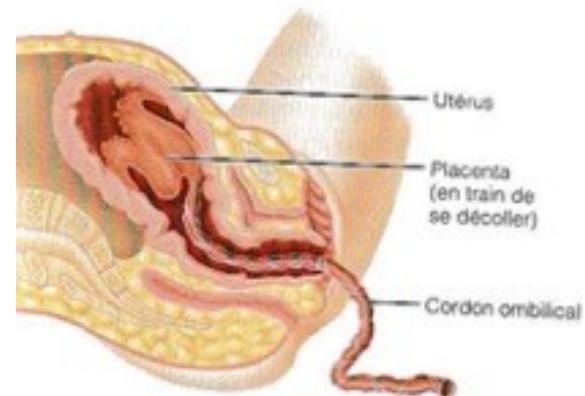
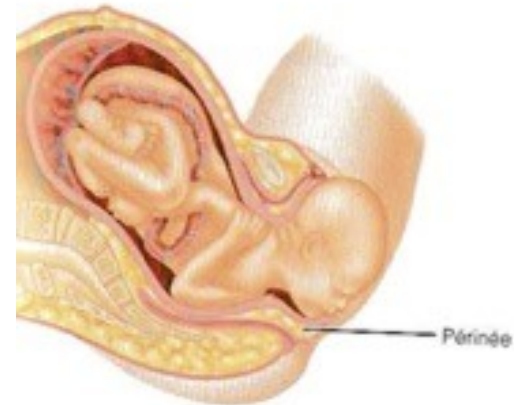
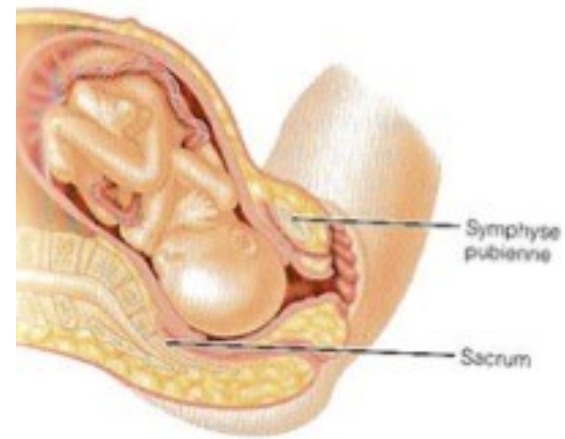
# Mauvais design



L'oeil humain n'est pas optimal

# Mauvais design

Le plus grand diamètre de la tête du bébé est supérieur au plus grand diamètre de l'ouverture pelvienne.



# Biogéographie

Etude de la répartition géographique des espèces

Sur îles océaniques :

Absence de gros reptiles & mammifères

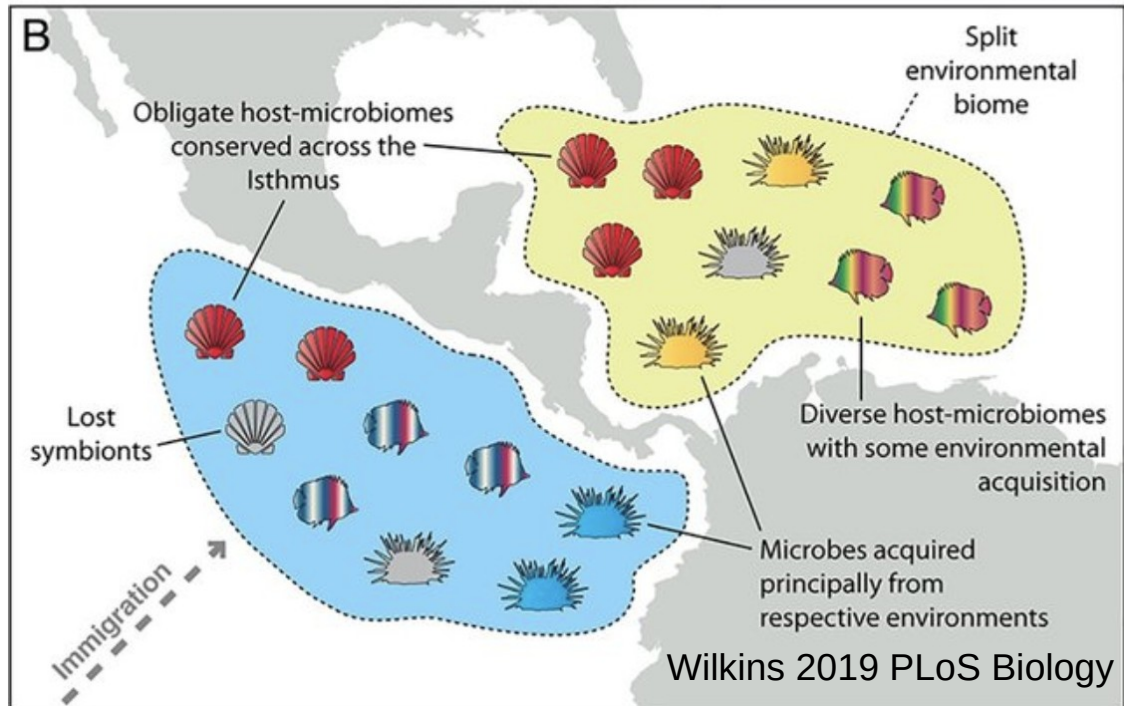
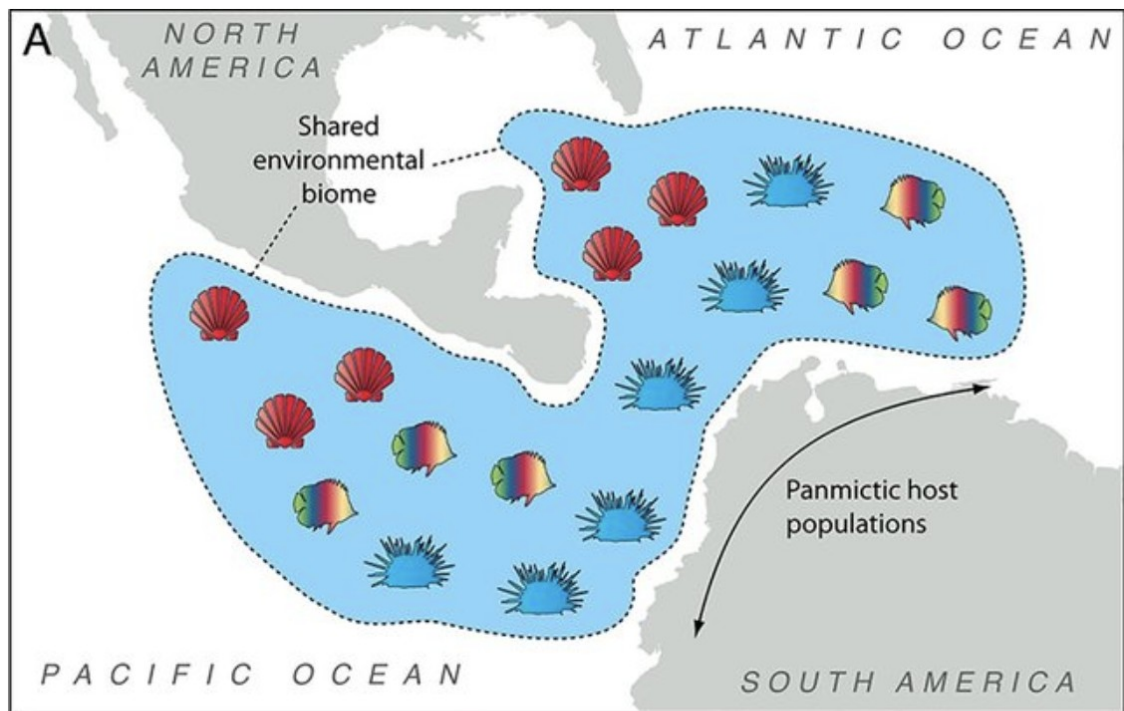
Diversification des oiseaux et plantes qui peuvent se disperser via les graines



# Biogéographie

Isthme de Panama

-3 millions d'années



# Preuves de l'évolution

Evolution en temps réel

Fossiles

Points communs

Similitudes de développement

Organes vestigiaux

Atavisme

Mauvais design

Biogéographie

## **Phénotype**

= caractères observables d'un individu

## **Génotype**

= matériel génétique transmis à la descendance

= ADN ou ARN

**Génétique** : étude des gènes et de la transmission des caractères héréditaires d'une génération à une autre.

# Evolution

= changements de fréquences alléliques

Quels mécanismes sont responsables de ces changements de fréquences alléliques?



# Forces évolutives

Mutation

Sélection

Dérive

Migration

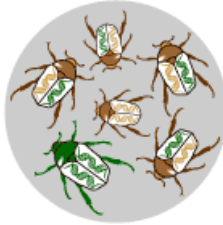
# Les trois piliers de l'évolution

Variation

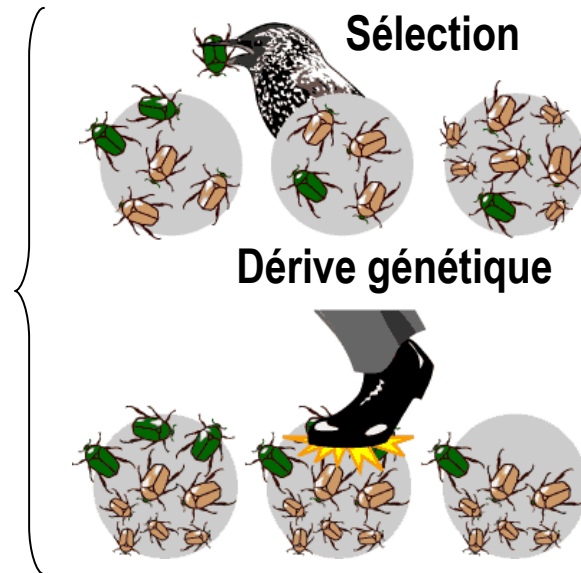
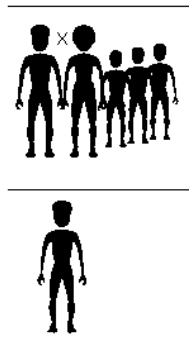


Mutations de l'ADN

Transmission



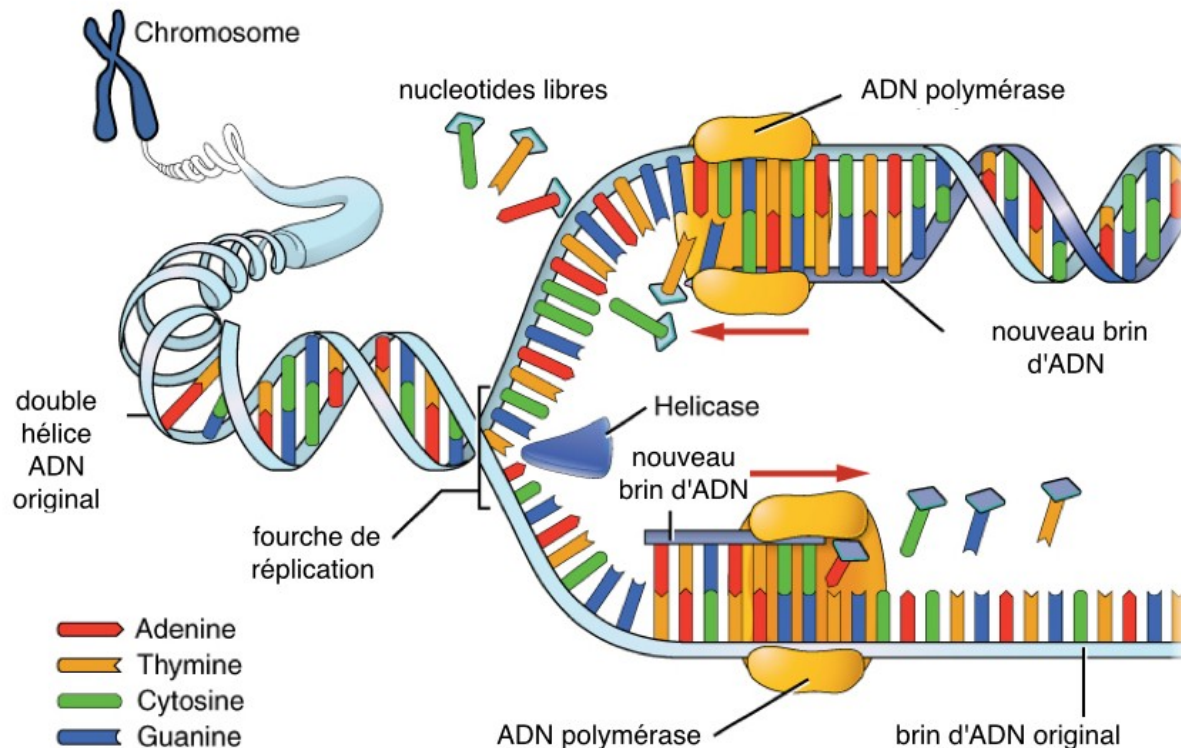
Reproduction  
différentielle



# Mutation

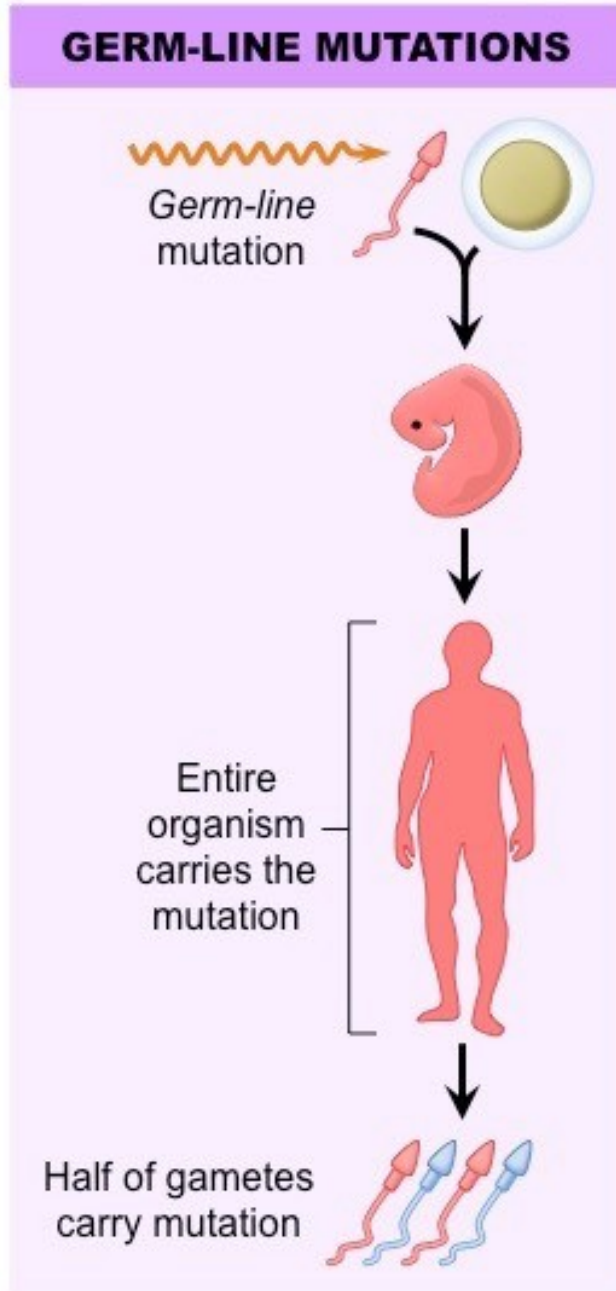
Erreur dans la réplication d'ADN

Erreur de réparation (rayons ultraviolets)

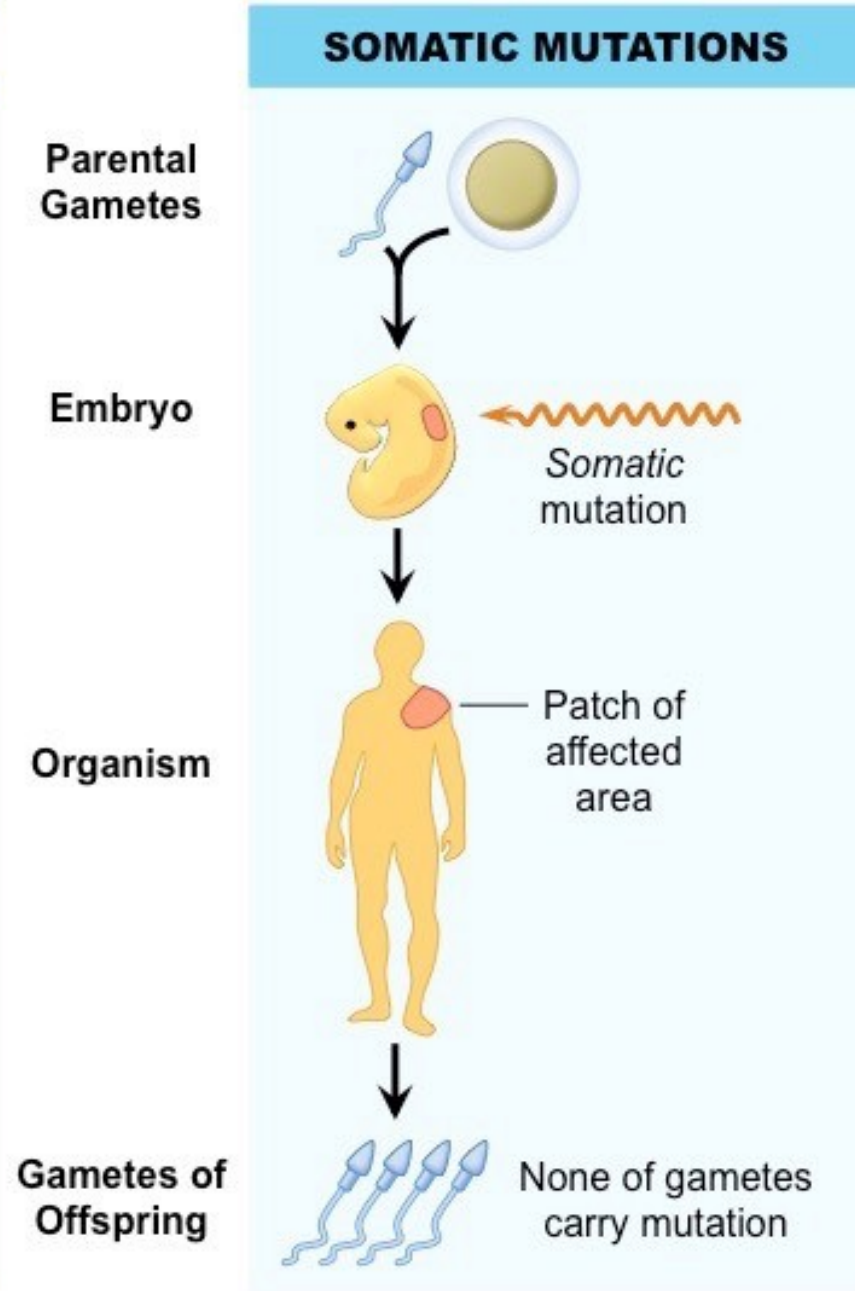


Réplication de l'ADN :  
action de quelques protéines enzymatiques

# Lignée germinale



# Lignée somatique





# Différents types de mutation

Substitution (SNP, SNV)

Insertion

Délétion

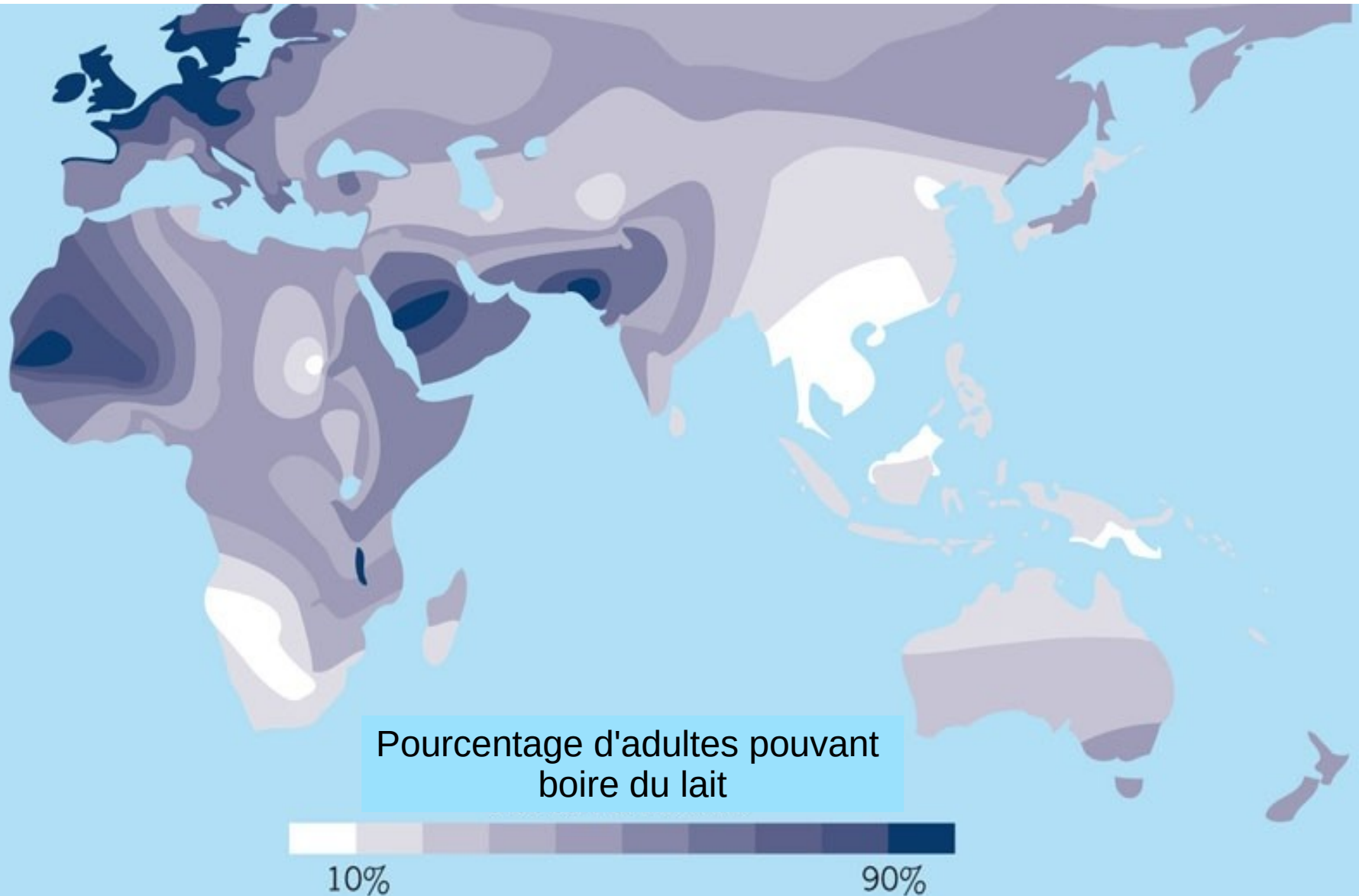
Indel

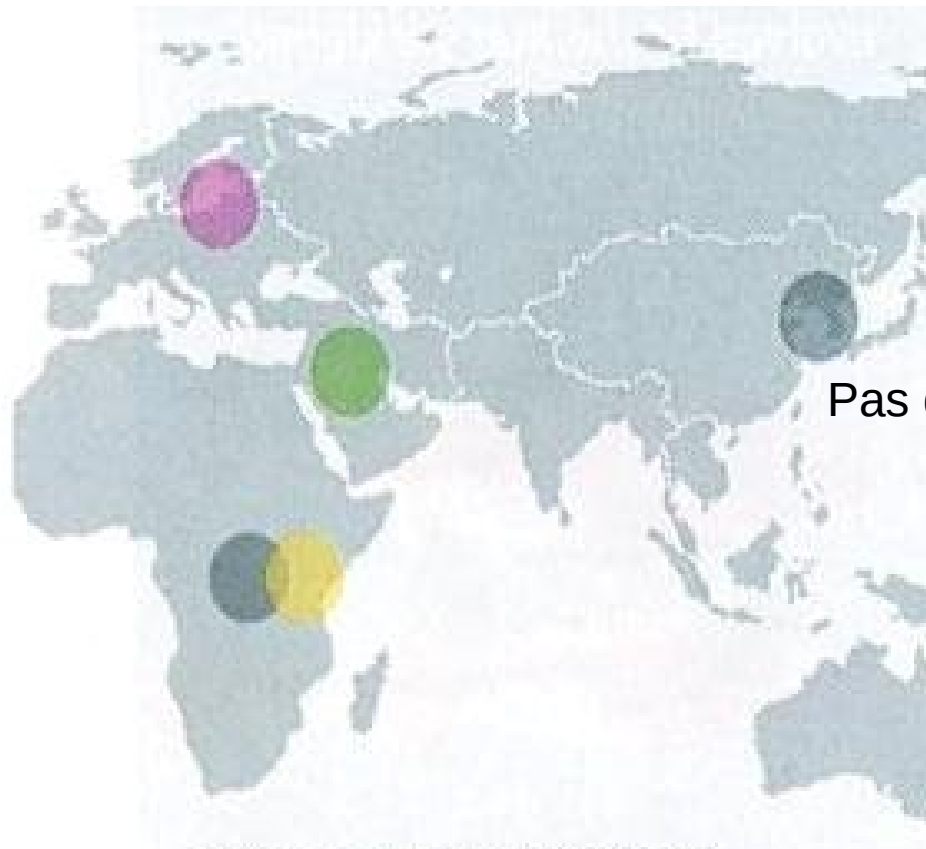
Inversion

Translocation

Mutation complexe

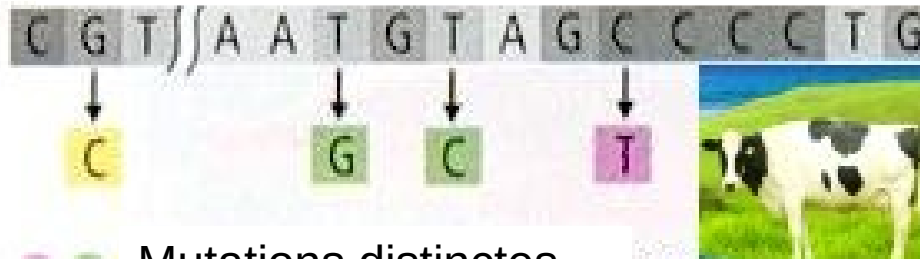
# Evolution récente chez l'humain





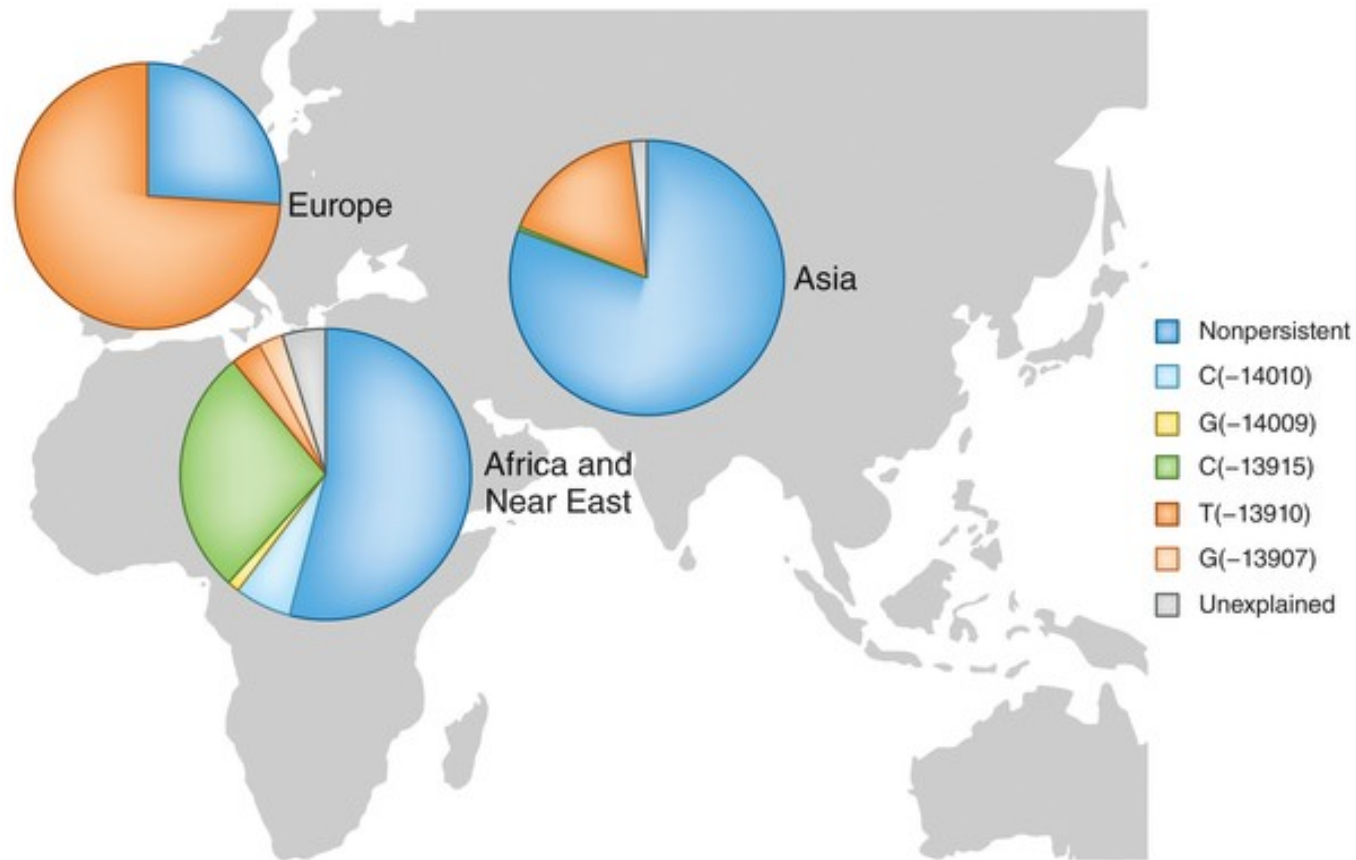
Pas de mutation

Séquence régulatrice du gène *lactase*

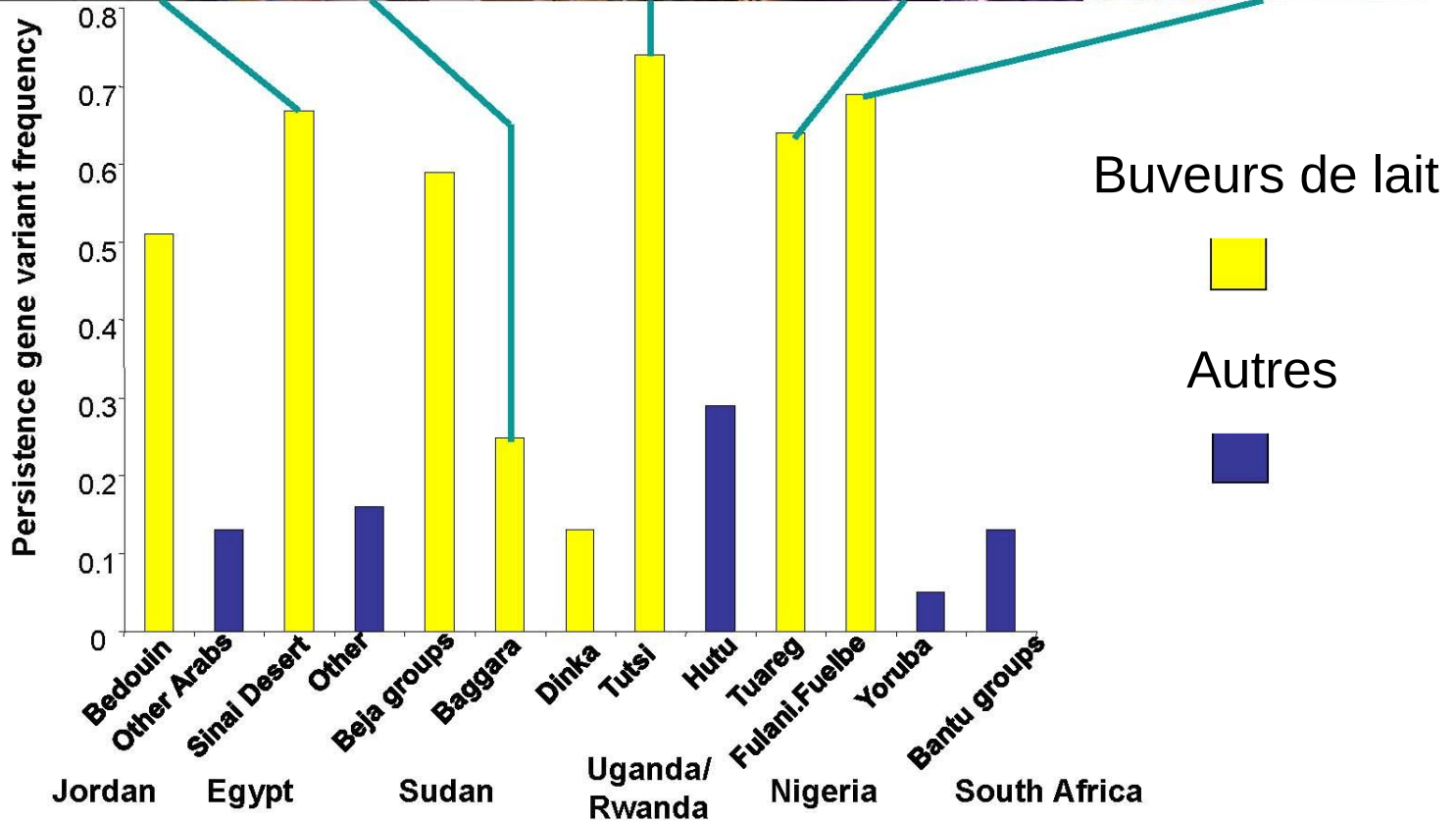


Mutations distinctes

# 5 mutations différentes dans le même gène

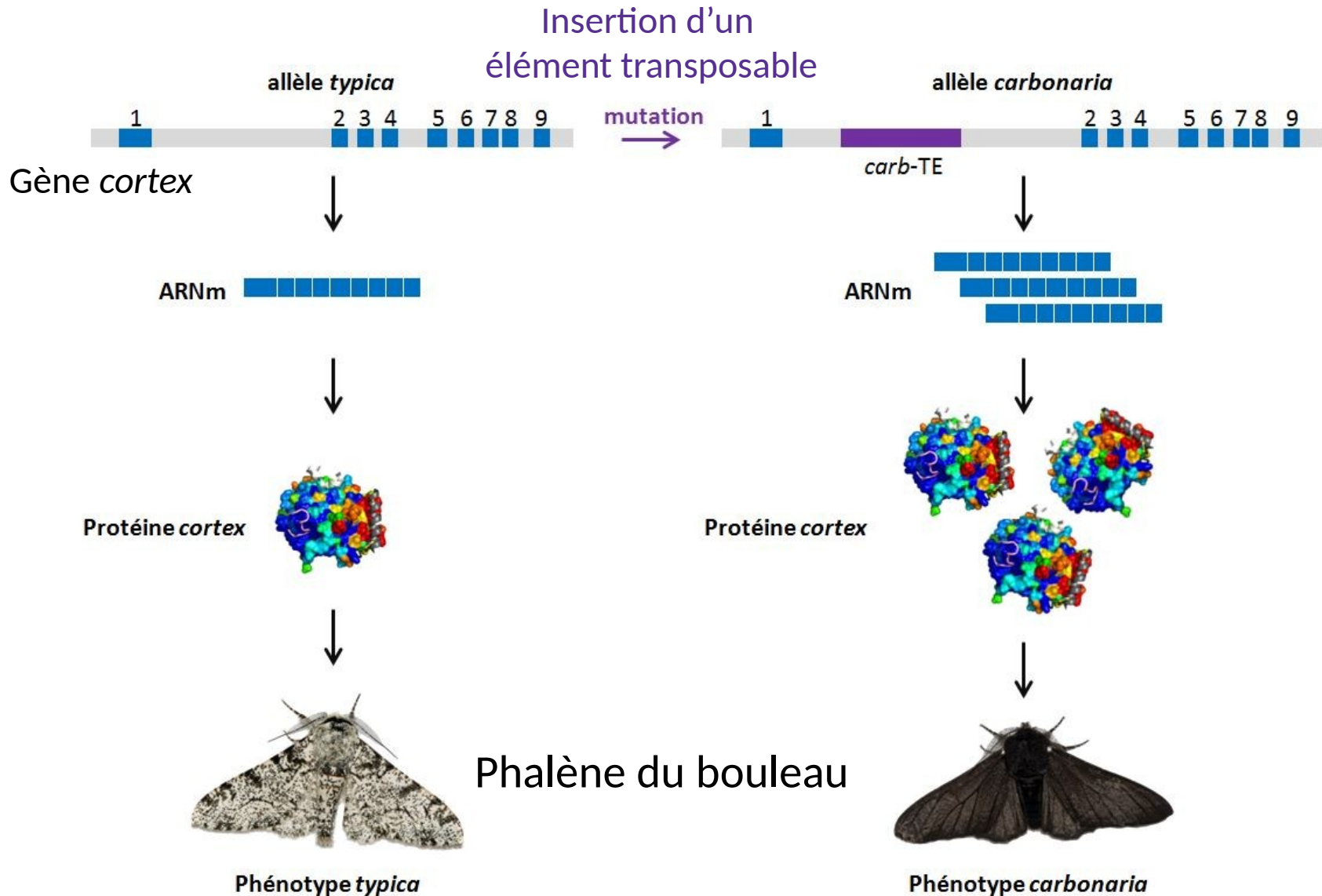






# Mutation

Insertion, gène surexprimé



# Forces évolutives

Mutation

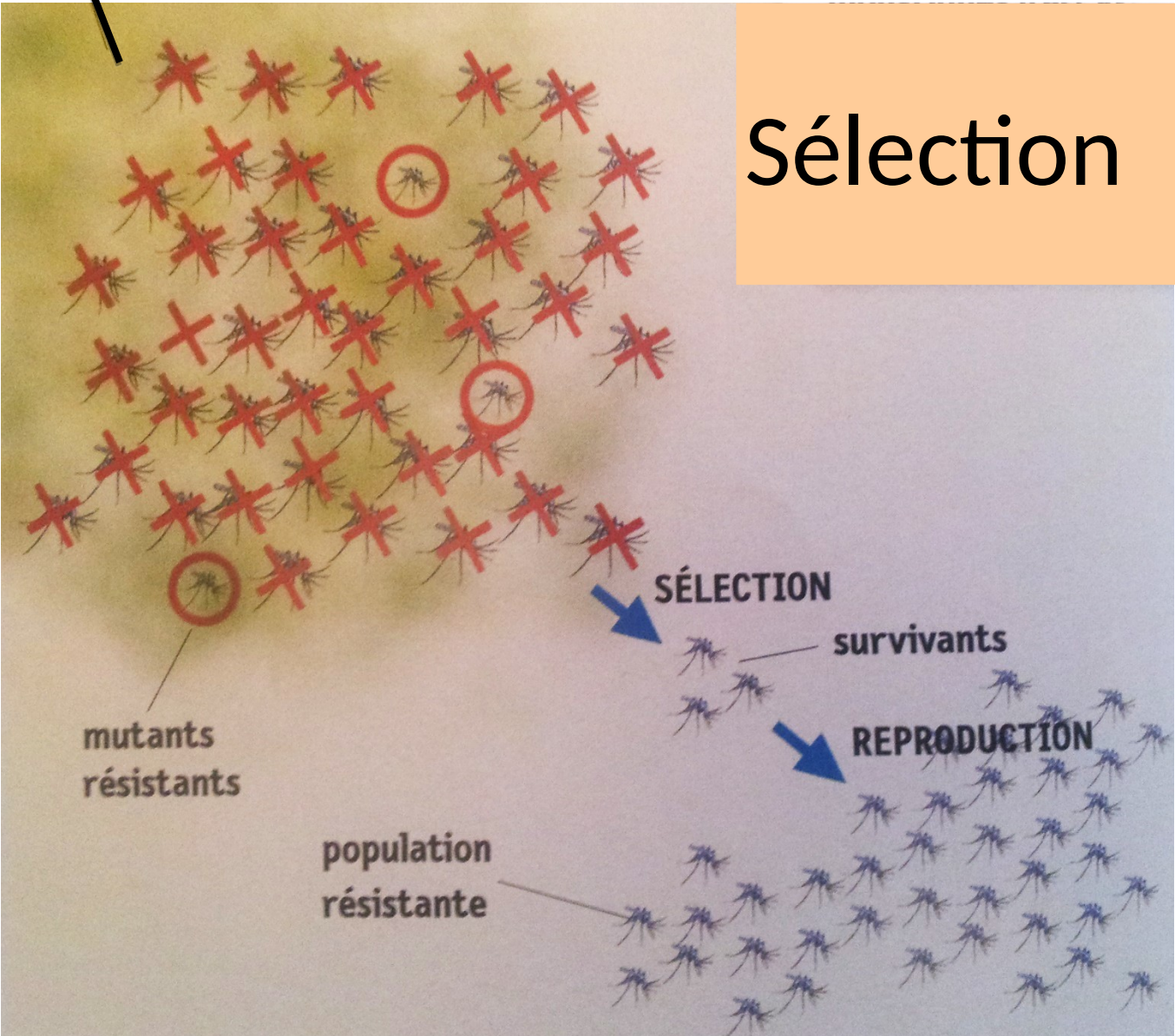
**Sélection**

Dérive

Migration

Insecticide

# Sélection

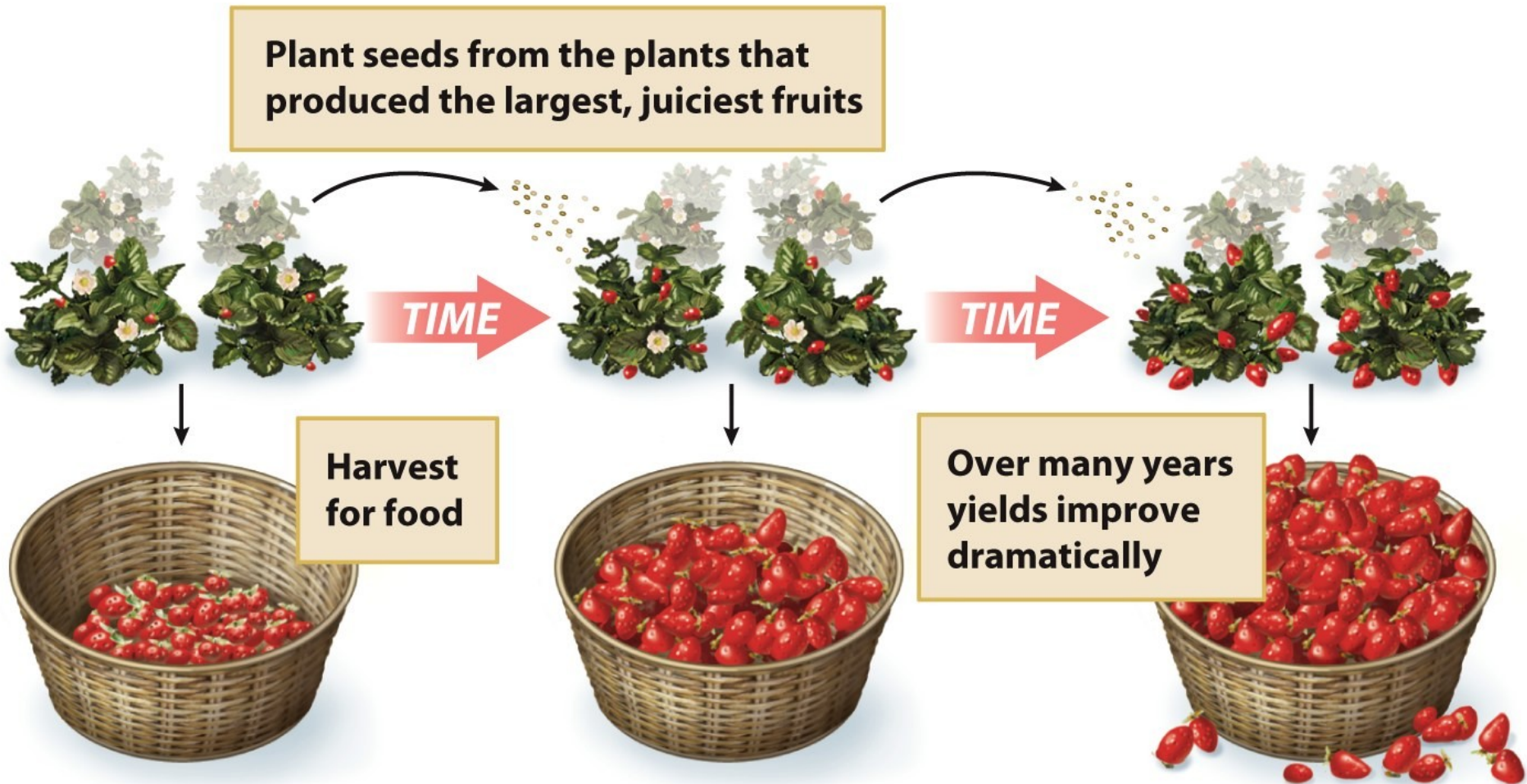




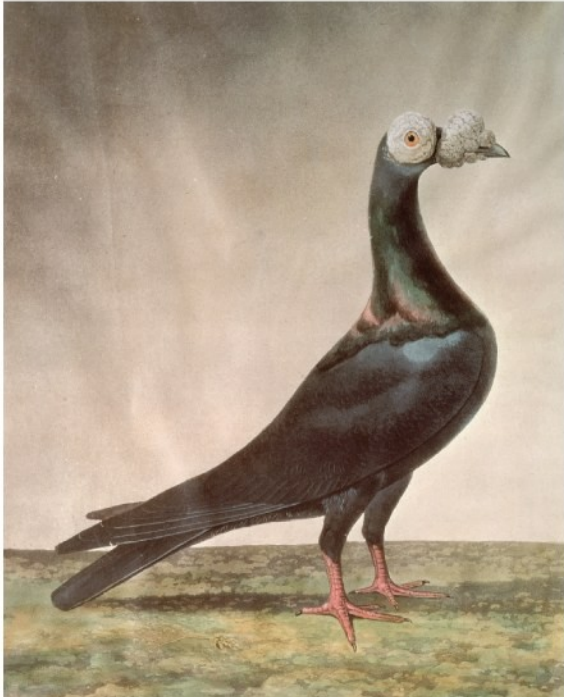
# Sélection: domestication



# Sélection: domestication



# Sélection: domestication





# Sélection: domestication

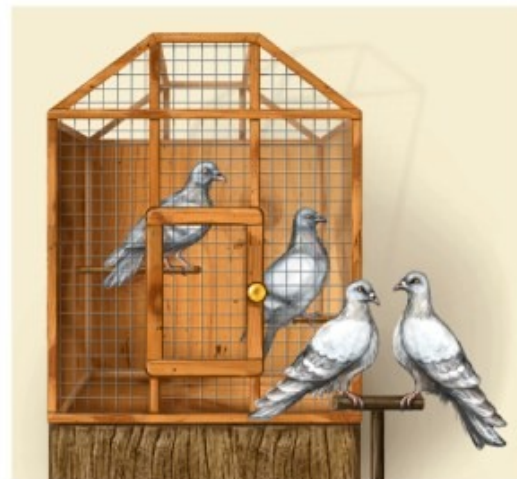
**Generation 1**

**Generation 2**



**Generation 3**

**Generation N**





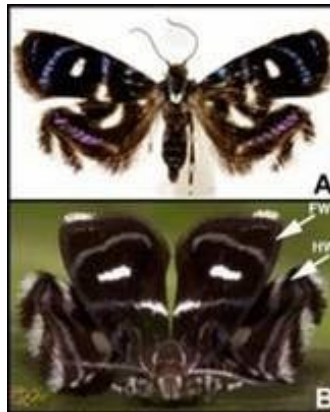
# Adaptation: résultat de la sélection

Animaux toxiques avertissant de leur toxicité par des couleurs éclatantes



# Adaptation: résultat de la sélection

- Insectes mimétiques



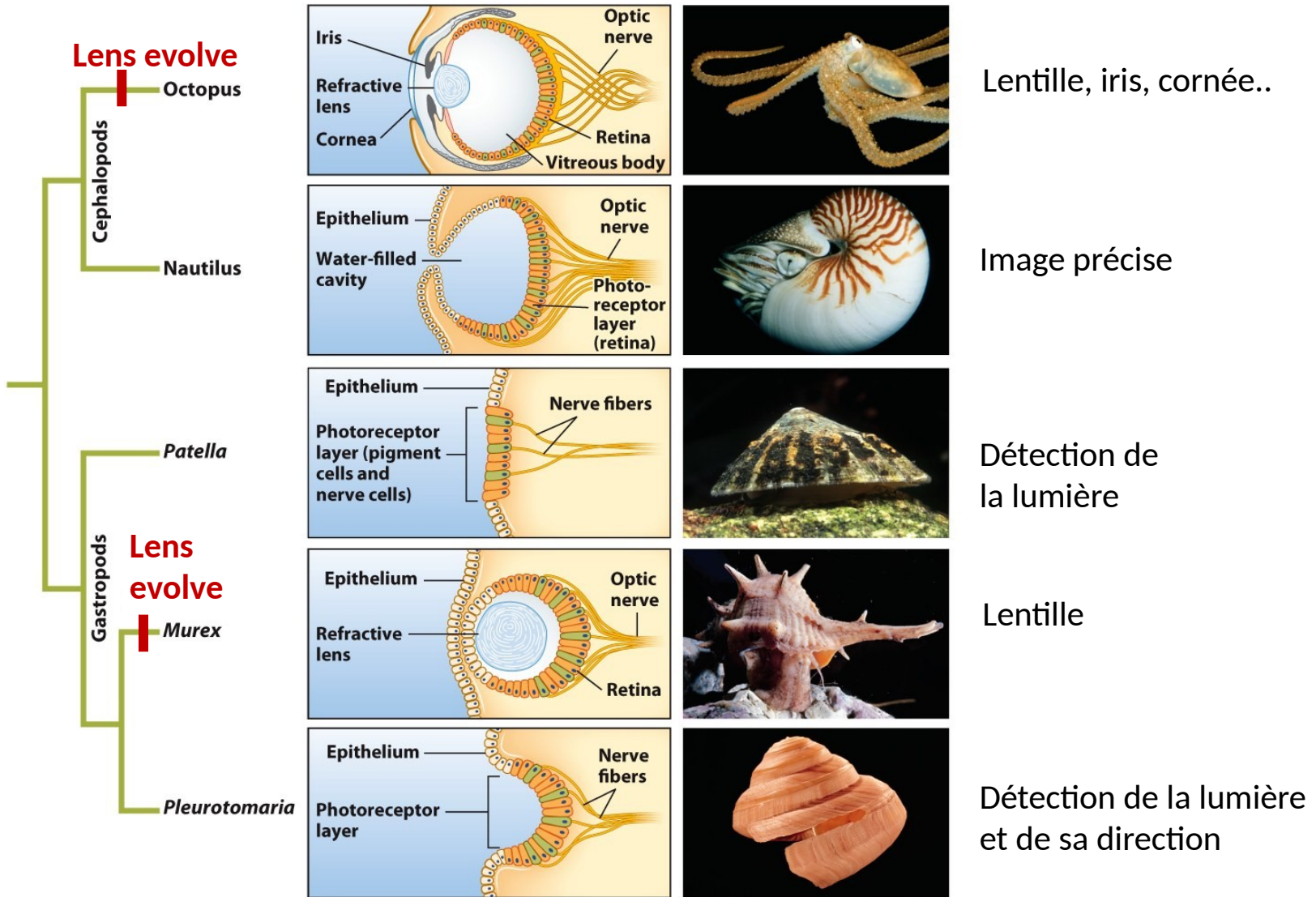
# Adaptation: résultat de la sélection

- Pollinisation par tromperie  
(pseudo-copulation chez les orchidées)





# Adaptation par changements graduels

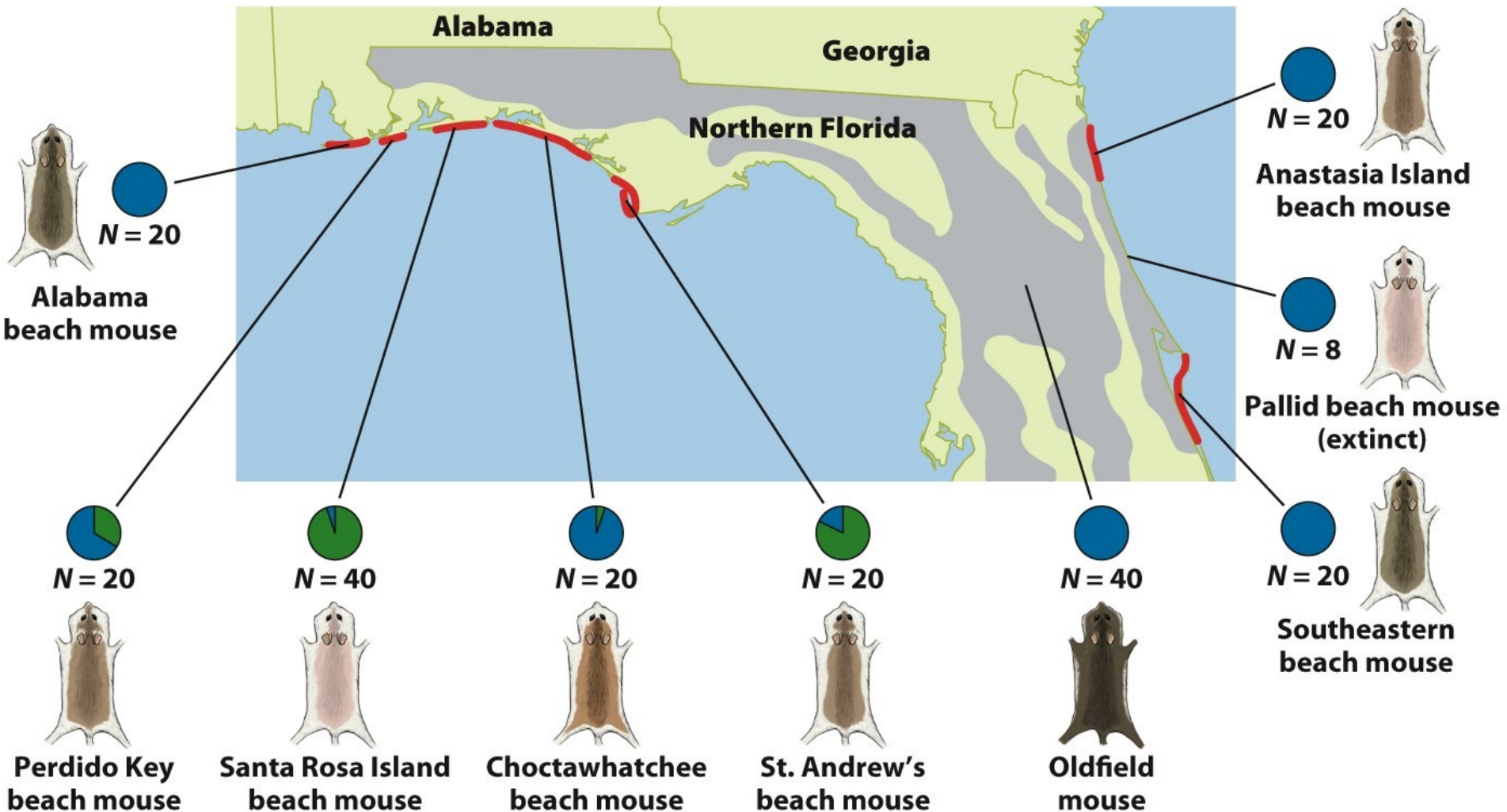




# Etudier la sélection

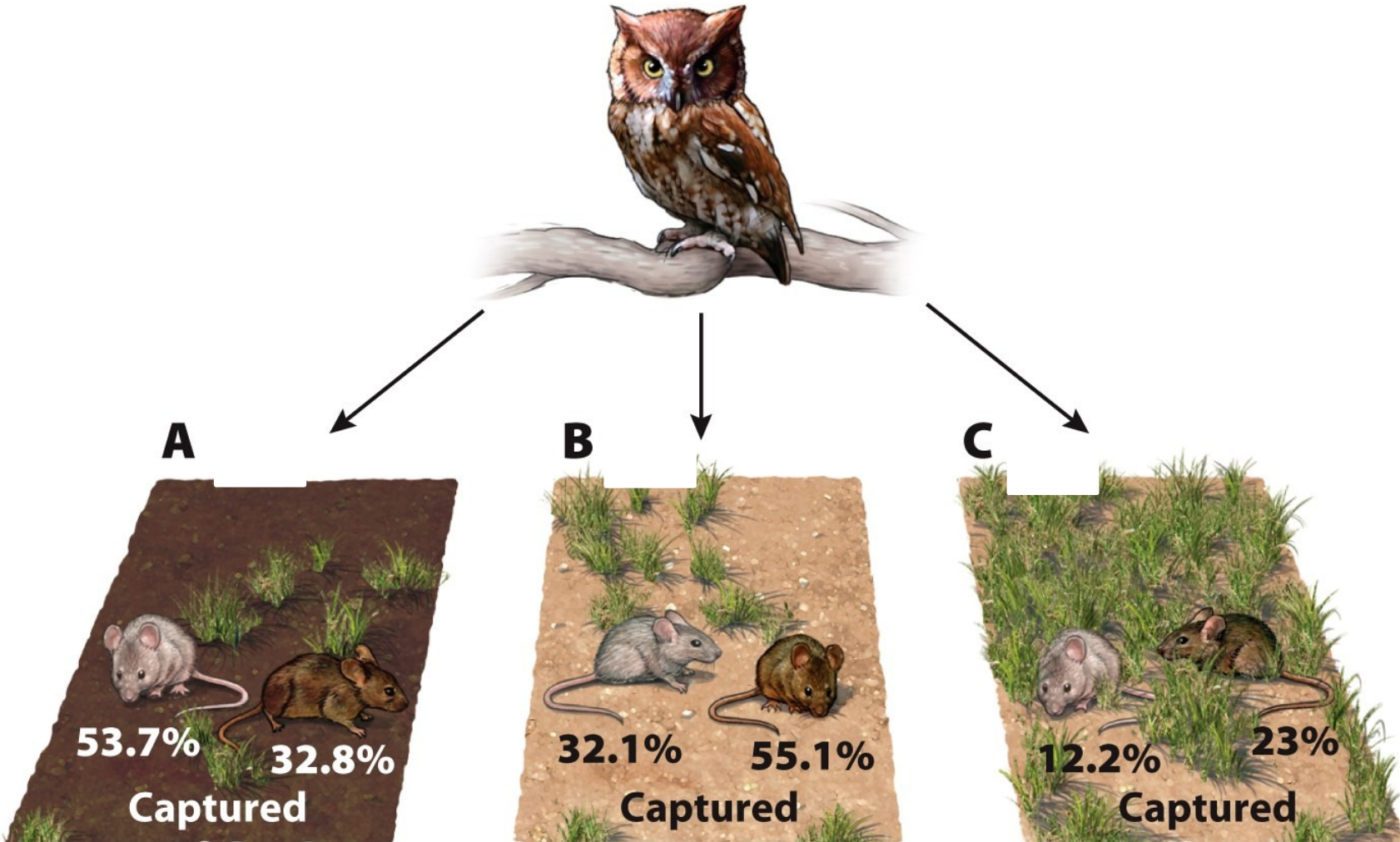
*Peromyscus polionotus*

## Observations



# Etudier la sélection

Mice were exposed with light and dark coats to owl predators in different environments. Owls captured a higher percentage of “color-mismatched” mice

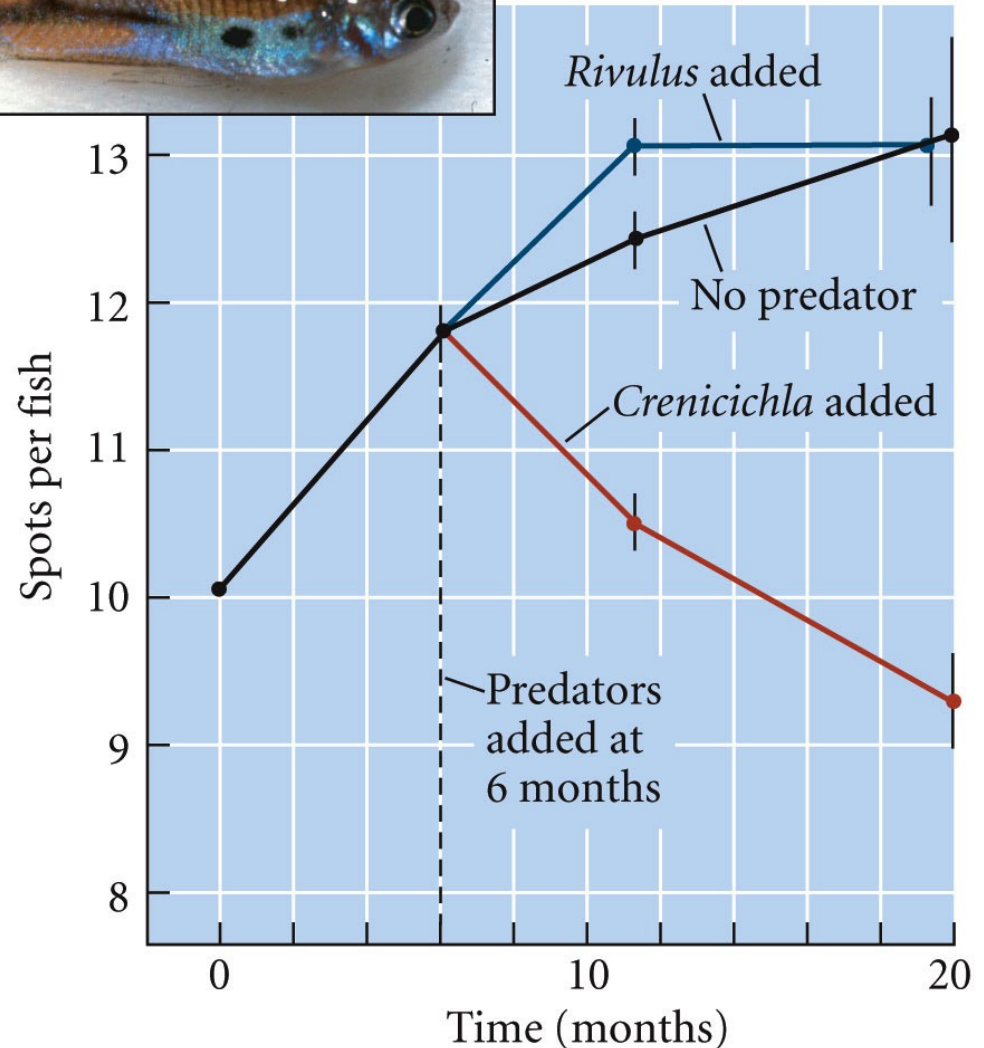


# Etudier la sélection



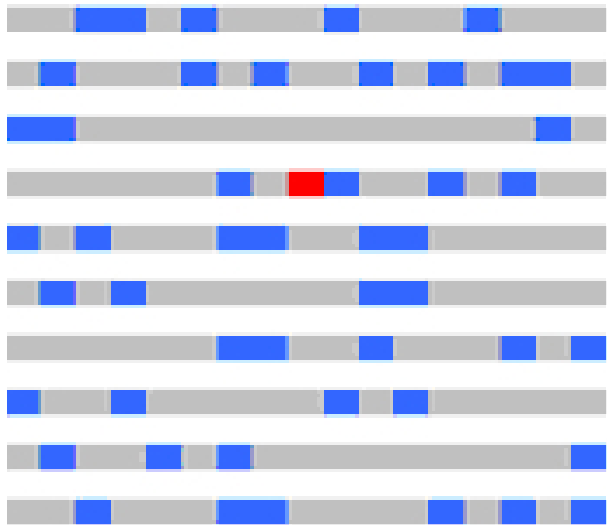
Ajout de prédateurs dans des populations expérimentales de guppies

Evolution de la couleur des mâles

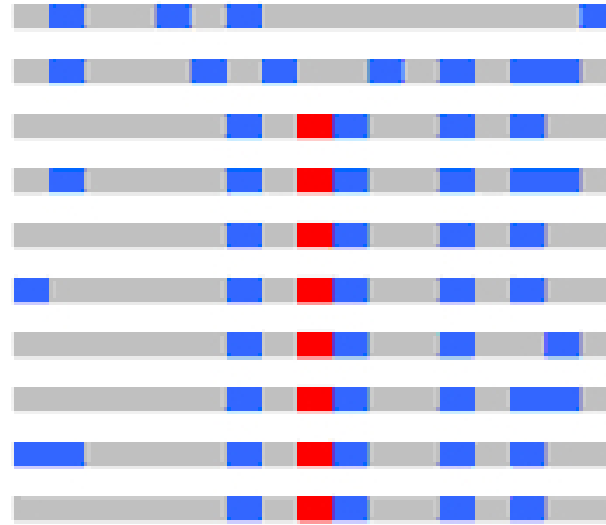


# Balayage sélectif: une trace de sélection dans les génomes

Avant sélection

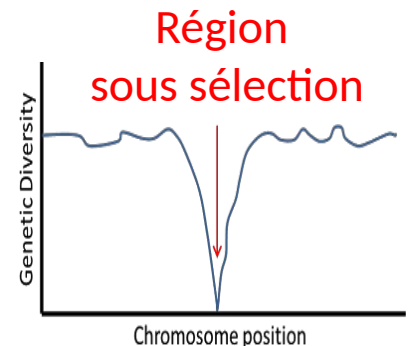


Après sélection



Balayage sélectif

Plus faible diversité nucleotidique  
Plus faible taux de recombinaison





# Forces évolutives

Mutation

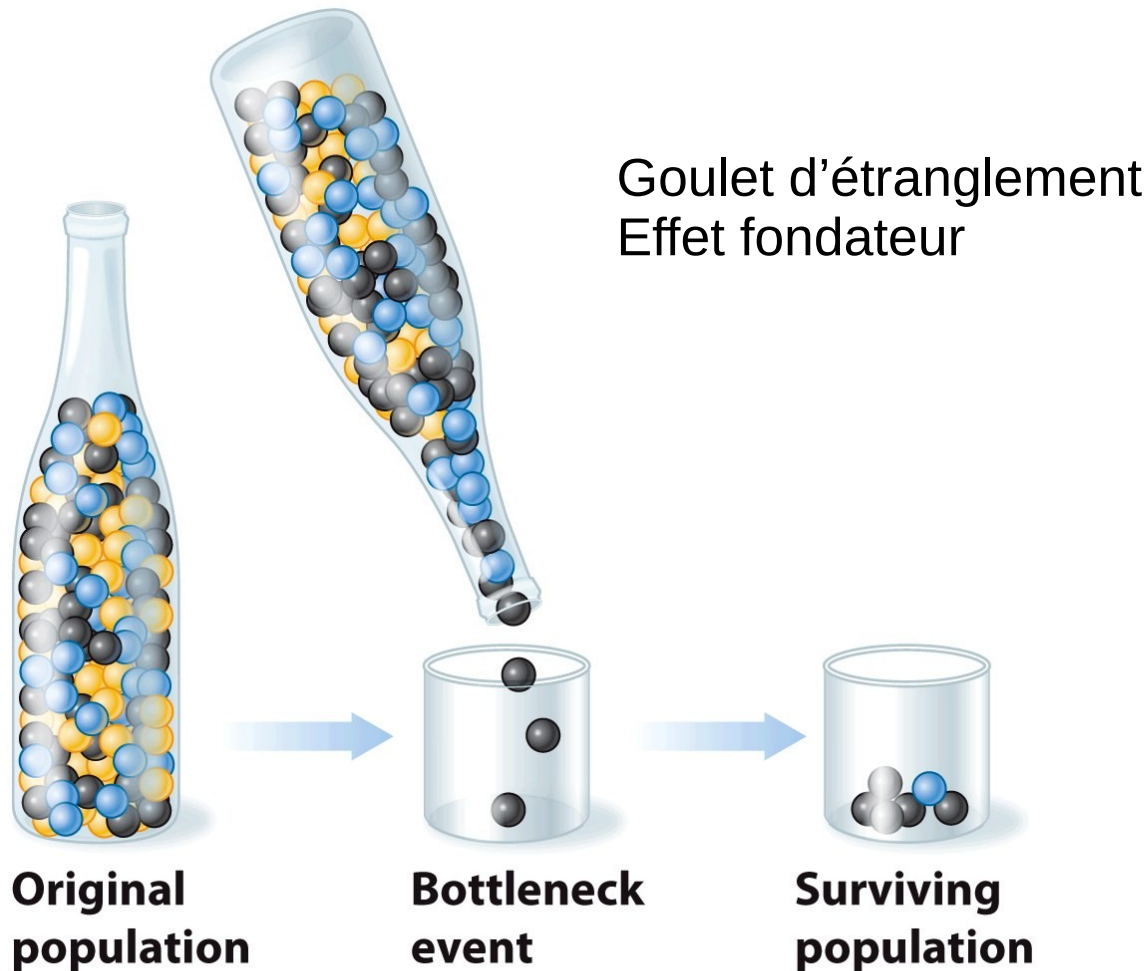
Sélection

**Dérive**

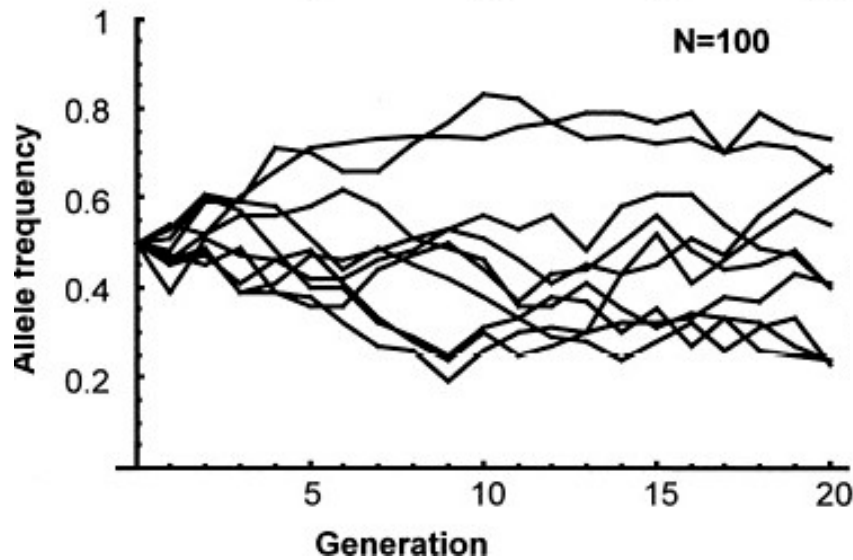
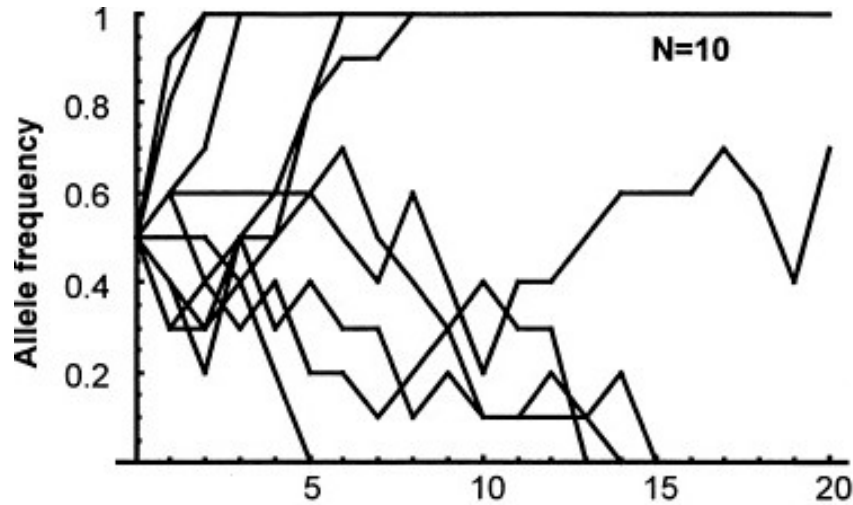
Migration

# Dérive génétique

Fluctuation de la fréquence des allèles au fil des générations dans une population d'effectif limité, liée à l'effet d'échantillonnage, indépendamment des mutations, de la sélection et des migrations.



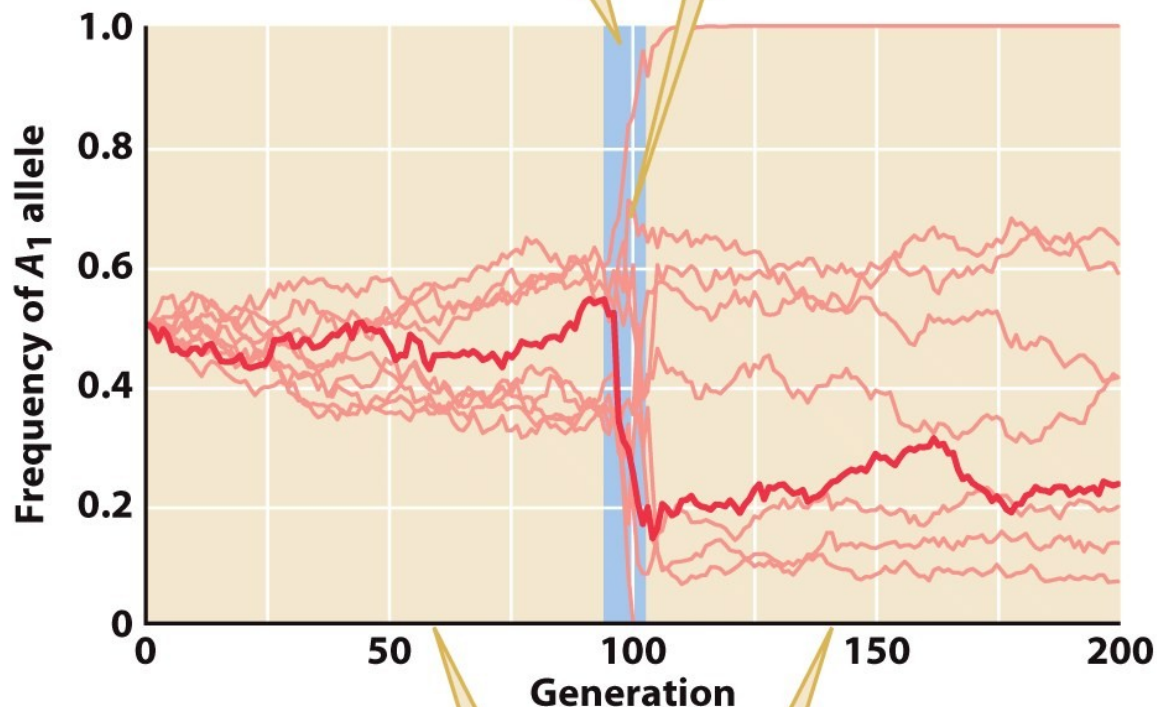
# Dérive génétique



# Goulet d'étranglement (bottleneck)

Populations experience a bottleneck in size during the period indicated by the shaded region and return to the original size of 1000 individuals afterward

Allele frequencies fluctuate much more during the bottleneck than before or after



The bottleneck causes divergence between populations. Before the bottleneck, allele frequencies are similar in all populations. After the bottleneck, allele frequencies differ greatly from one population to the next



# Effet fondateur au Québec



- Évènement de fondation récent (il y a environ 12 générations)  
Nombre limité de fondateurs : 5 000 au 17<sup>ème</sup> siècle, originaires principalement de France
- Expansion très rapide (taux de croissance d'environ 1,41)  
Population actuelle : 300 000 habitants
- Population isolée
- Une douzaine de maladies génétiques fréquentes



# Effet de fondation chez les Amishs

- Amish: descendants de Suisses fondateurs refusant le progrès technologique
- Se marient entre eux (consanguinité)
- Syndrome Ellis-van Creveld: doigt supplémentaire, problèmes de coeur, petite stature
- Homozygotes: 1 sur 200

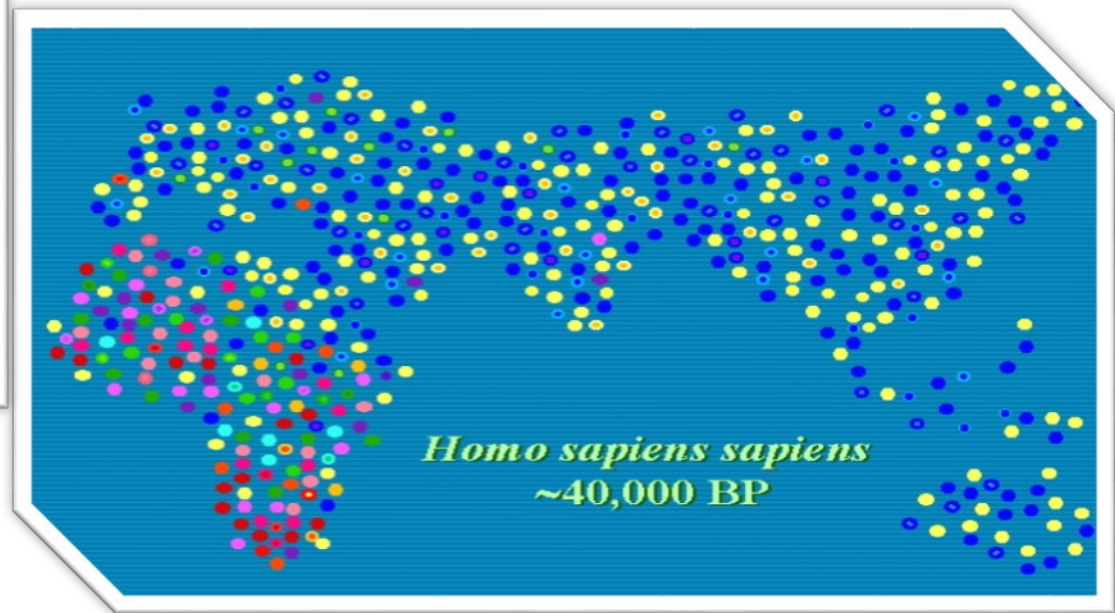
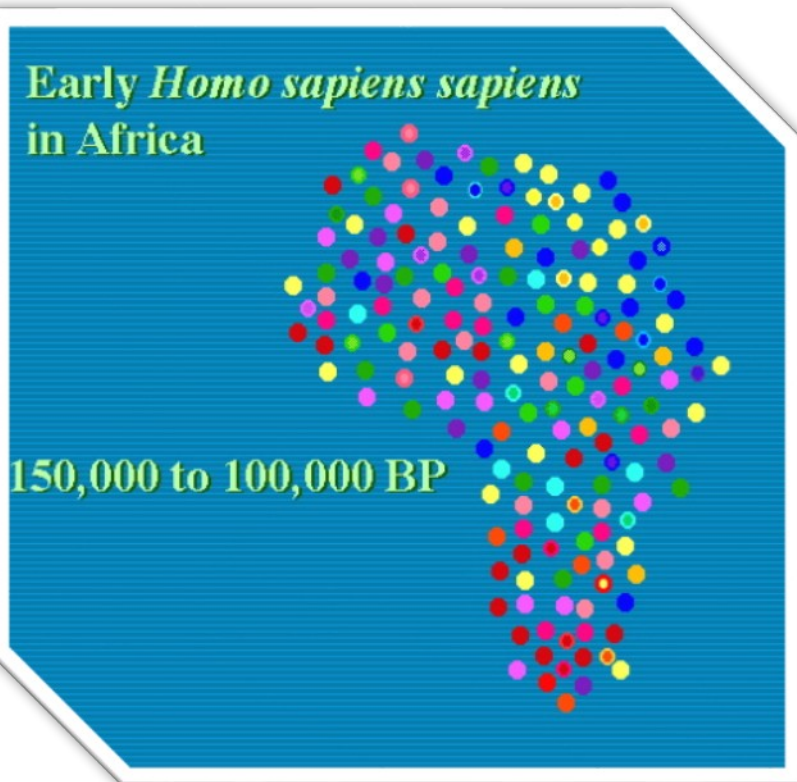


# Goulet d'étranglement sur l'atoll de Pingelap (Pacifique)

- 1775 : un typhon a tué toute la population sauf 30 survivants
- 250 personnes actuellement descendants de ces 30 survivants
- 10% de la population souffre d'achromatopsie

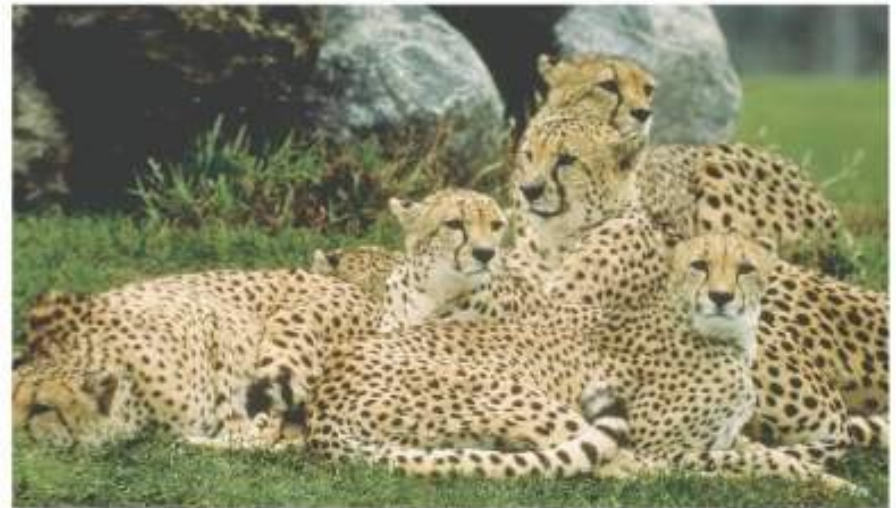
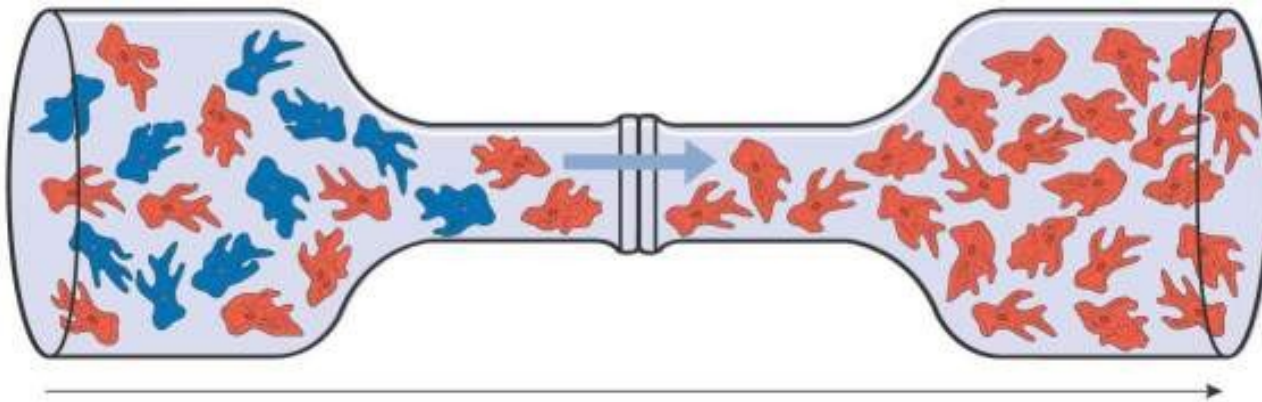


# Diversité génétique dans l'espèce humaine



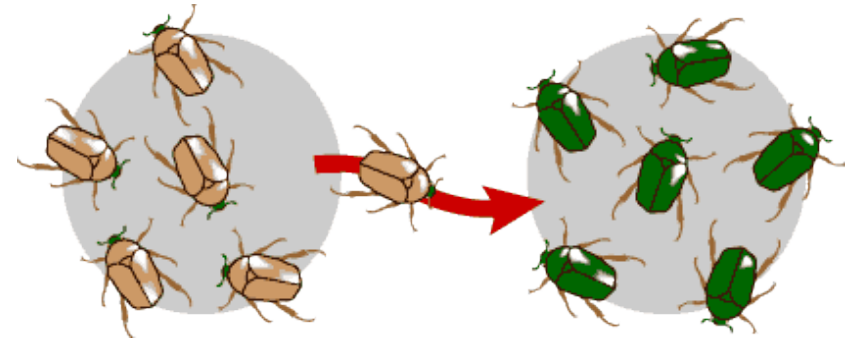


# Faible diversité génétique dans les populations de petite taille





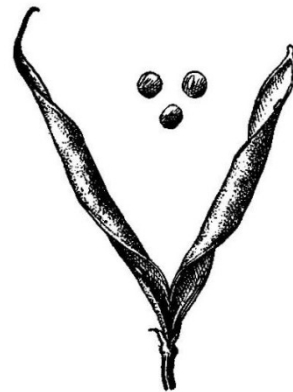
# Forces évolutives



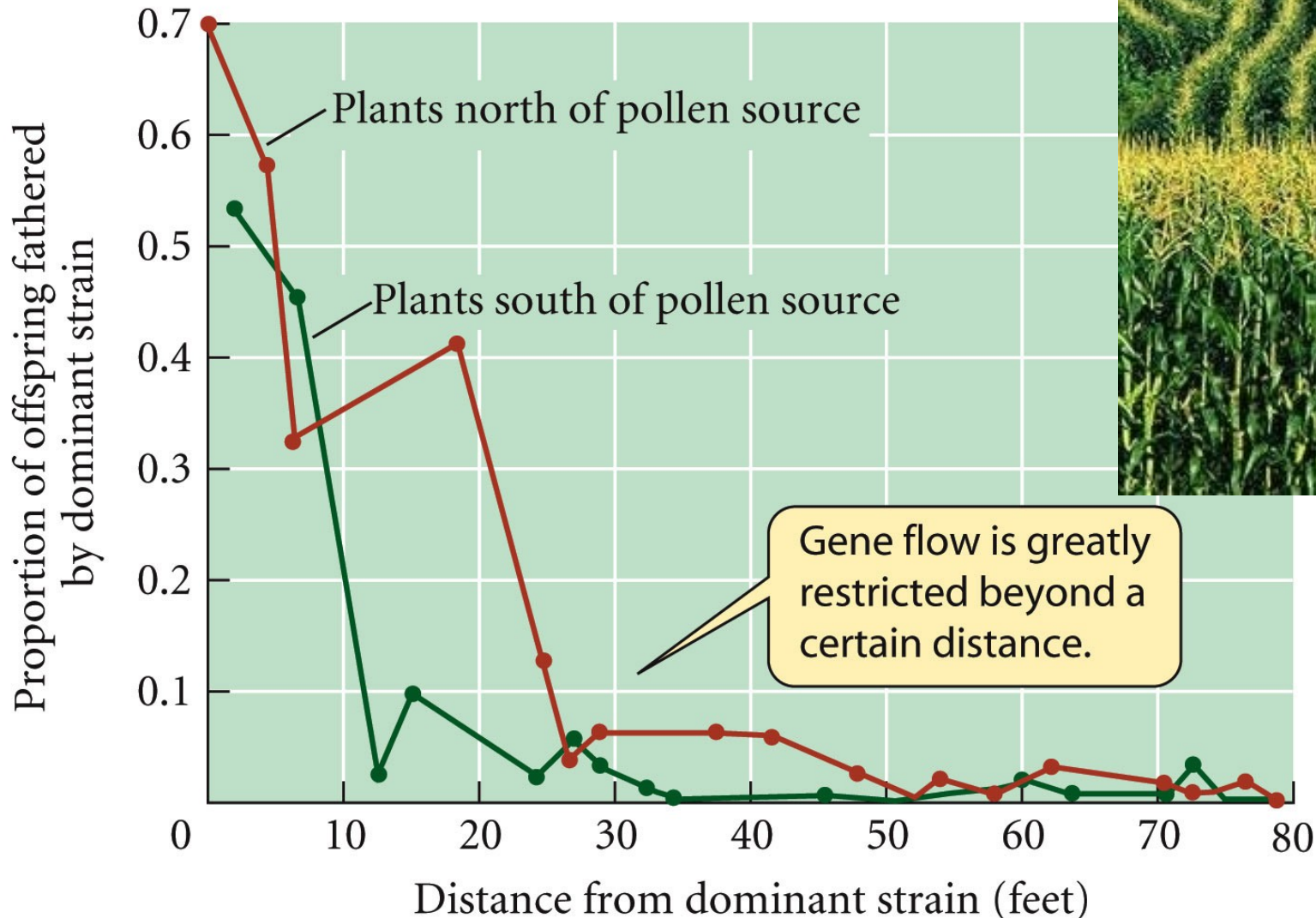
Mutation  
Sélection  
Dérive  
**Migration**



# Migration - Dispersion

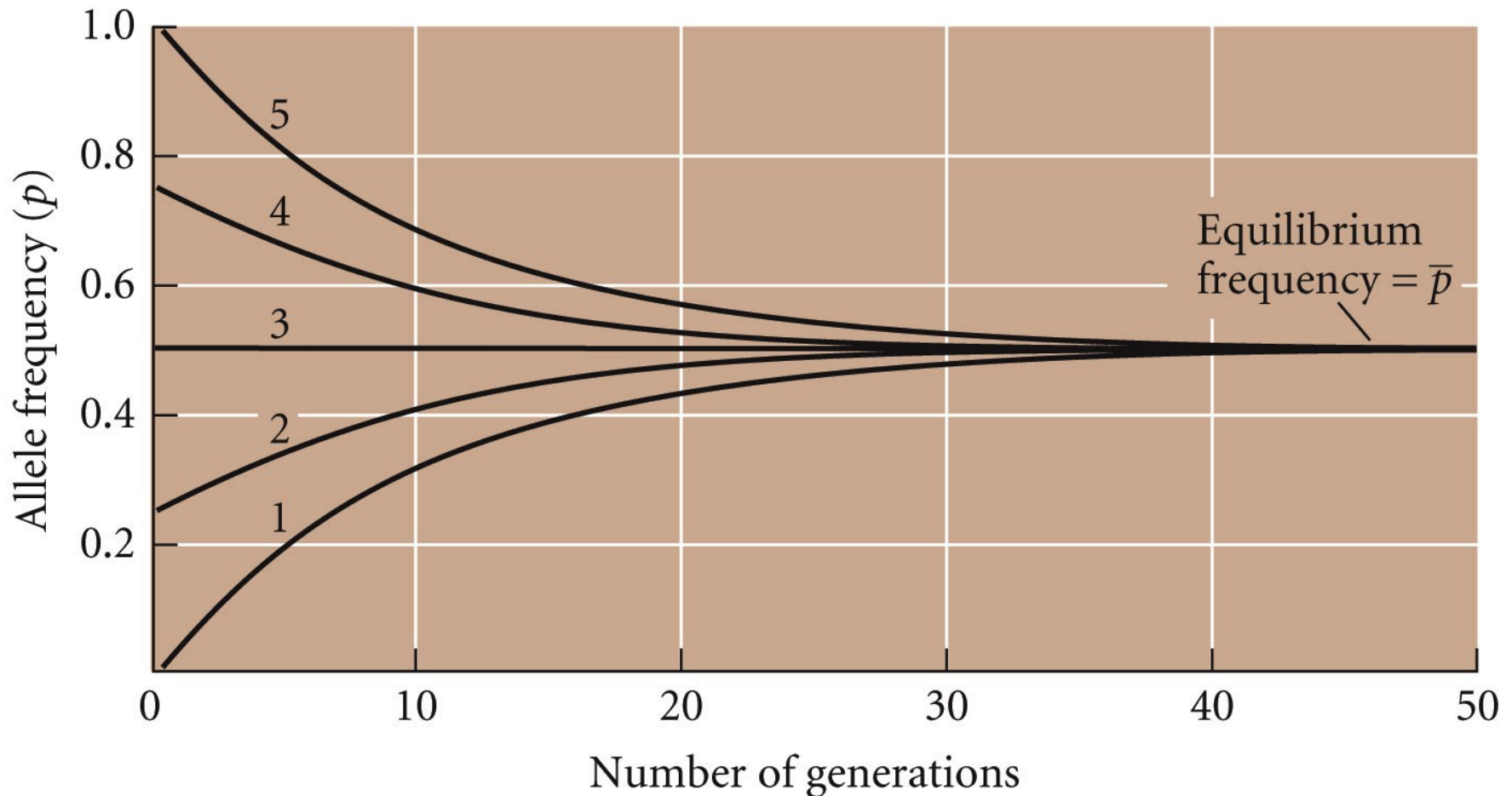


# Flux de gènes chez le maïs en fonction de la distance géographique



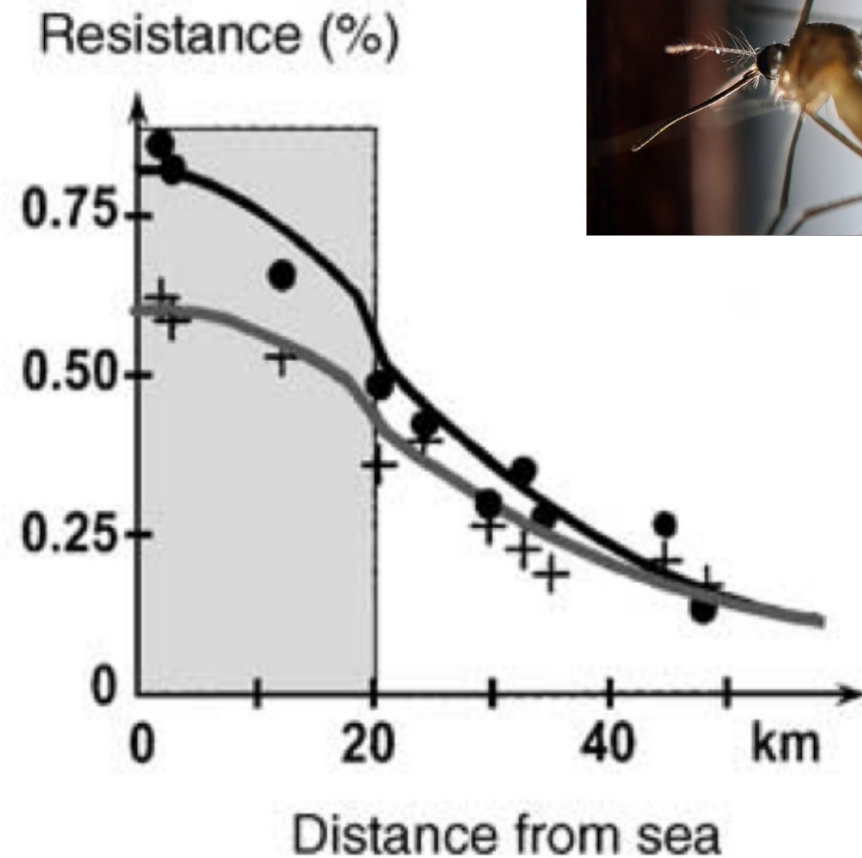
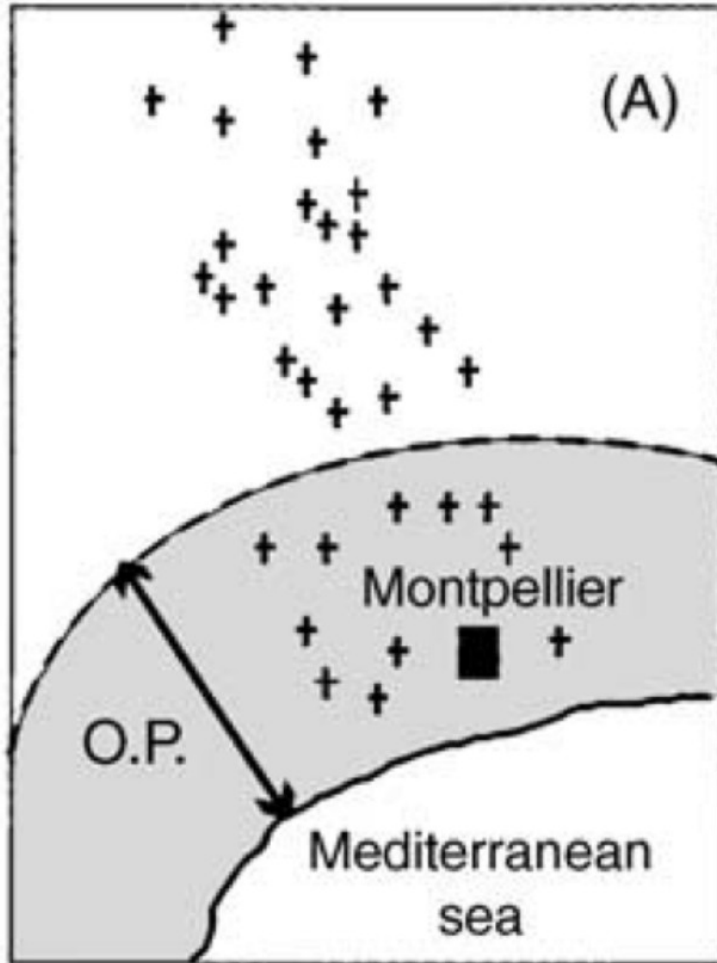


# La migration homogénéise les fréquences alléliques





# Cline de résistance à un insecticide dans la région de Montpellier



# Les preuves de l'évolution

## Forces évolutives

Mutation

Sélection

Dérive génétique (stochasticité)

Migration

## Les erreurs en évolution



*”Another curious aspect of the theory of evolution is that everybody thinks he understands it. I mean philosophers, social scientists, and so on. While in fact very few people understand it, actually, as it stands, even as it stood when Darwin expressed it, and even less as we now may be able to understand it in biology.”*

Jacques Monod, 1975, On the molecular theory of evolution.

# Les mutations ne sont pas causées par les changements environnementaux

Evolution de résistance à un insecticide en Australie chez la mouche *Lucilia cuprina*



Avant 1950

1952

1965

Première utilisation  
d'insecticides  
organophosphorés  
dans le monde

(1955 en Australie)

Premières  
observations  
de résistance  
en Australie

Analyse de spécimens de musée  
Mutation présente dans 4 individus sur 24

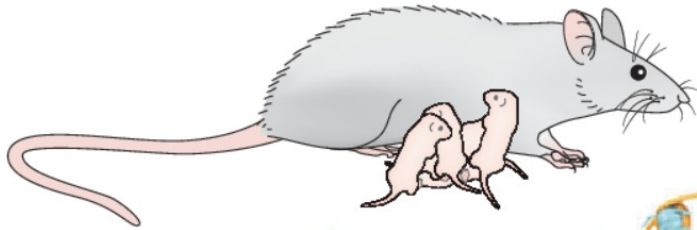
Hartley 2006 PNAS



# La plupart des caractères acquis ne sont pas transmis



Attentive mothering causes methyl marks to be removed

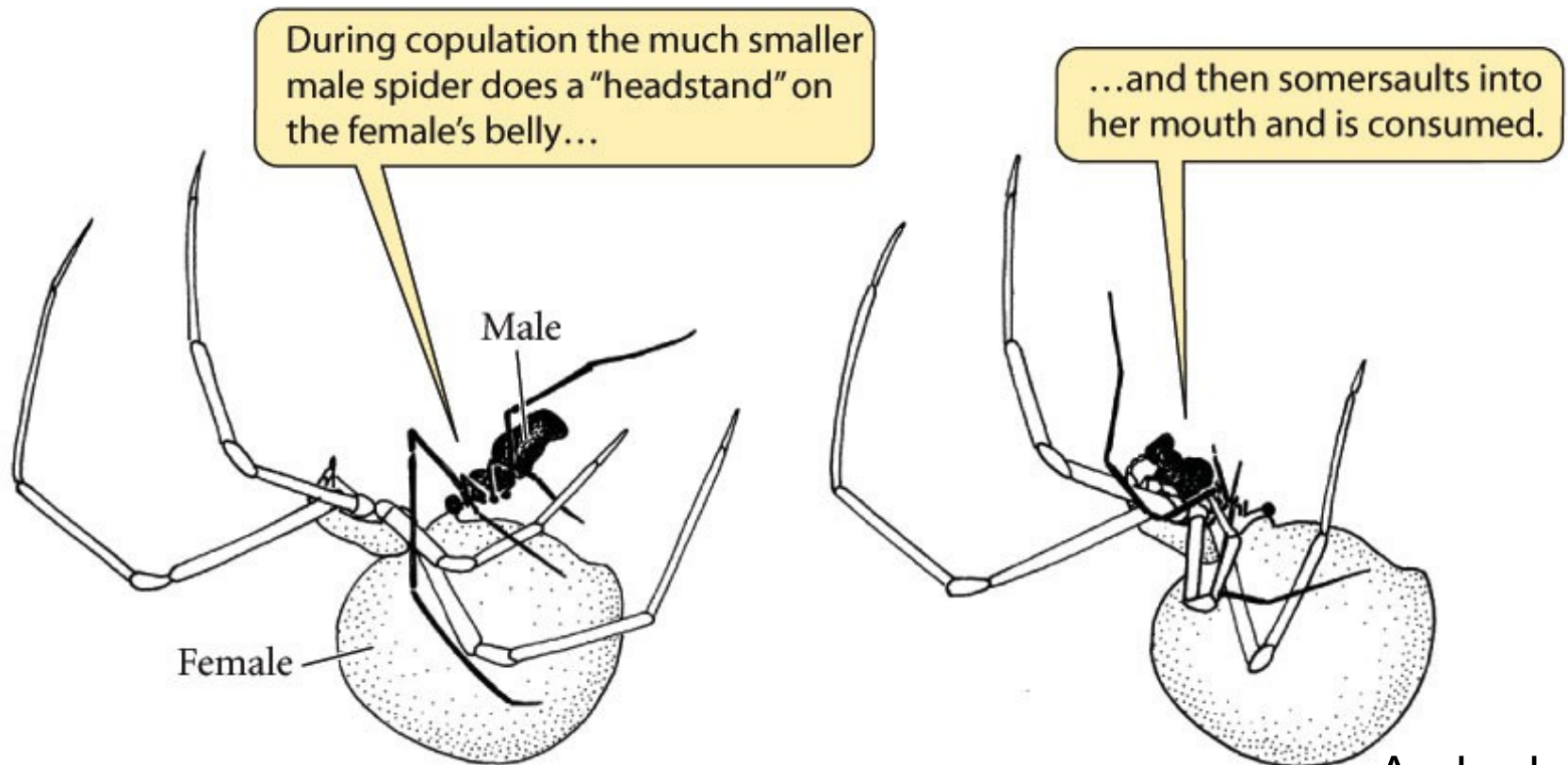


Inattentive mothering causes methyl marks to be added



# Pas toujours pour le bien de l'individu

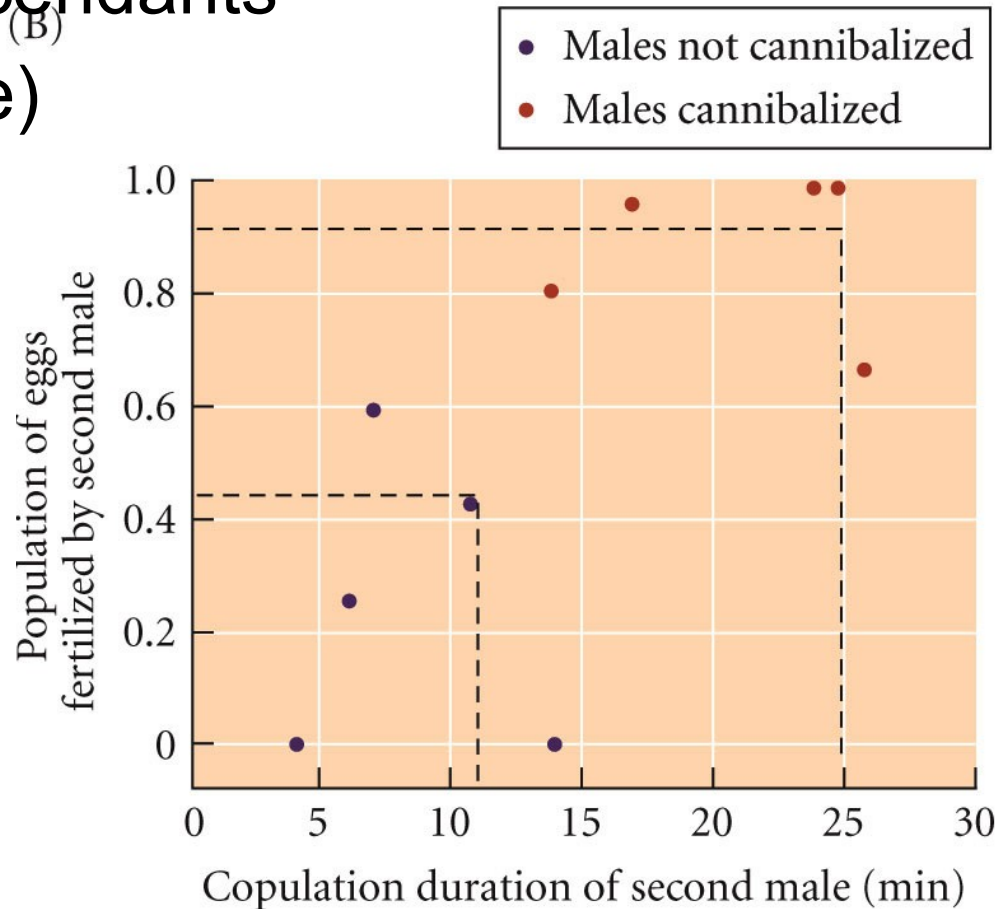
Cannibalisme des mâles par les femelles araignées  
*Latrodectus hasselti* (Veuve noire à dos rouge)



Andrade 1996

# Pas toujours pour le bien de l'individu

Les mâles qui se laissent manger  
laissent plus de descendants  
(B)  
(copulation plus longue)



# Pas pour le bien de l'espèce

Infanticide chez les lions



Drosophile adaptée  
à son cactus





# Pas pour le bien de l'espèce

Maladies qui ont décimé des populations



*Cryphonectria*  
sur les  
chataîgniers



Grippe espagnole

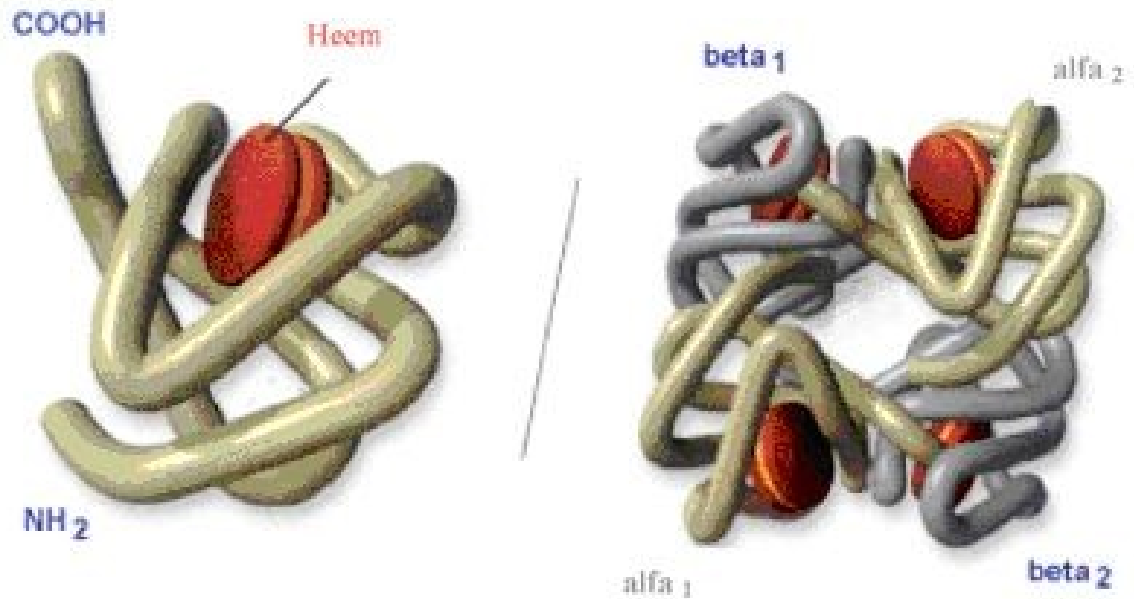


Maladies du blé et de  
la pomme de terre

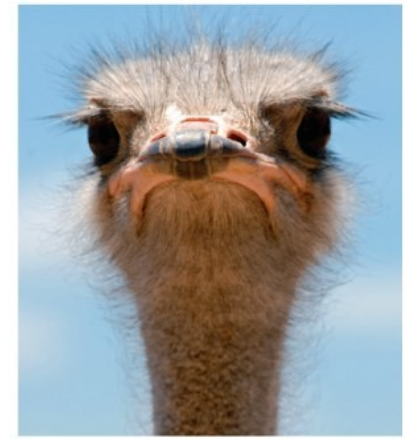
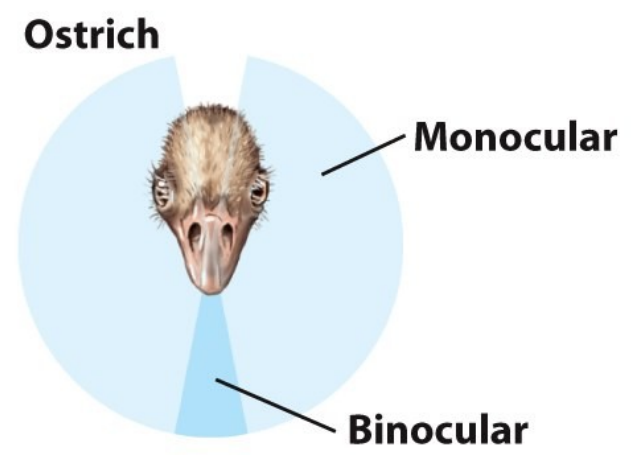
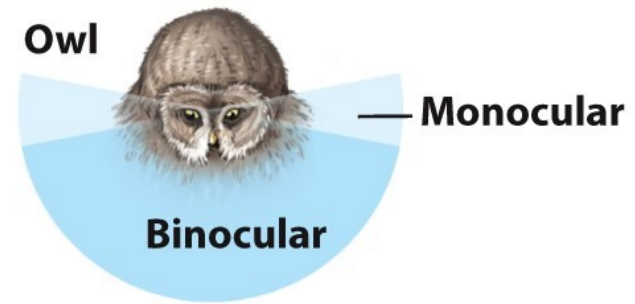
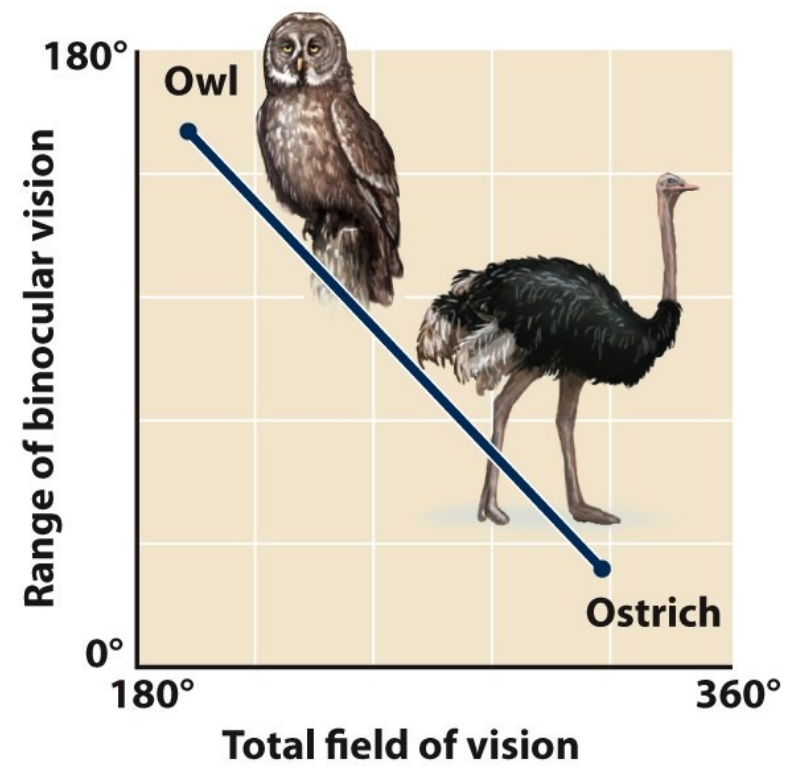
# Hémoglobine

Sélection pour affinité à l'oxygène et au CO<sub>2</sub>

Couleur rouge simple conséquence



# Compromis évolutifs (“trade-offs”)



# Les preuves de l'évolution

## Forces évolutives

Mutation

Sélection

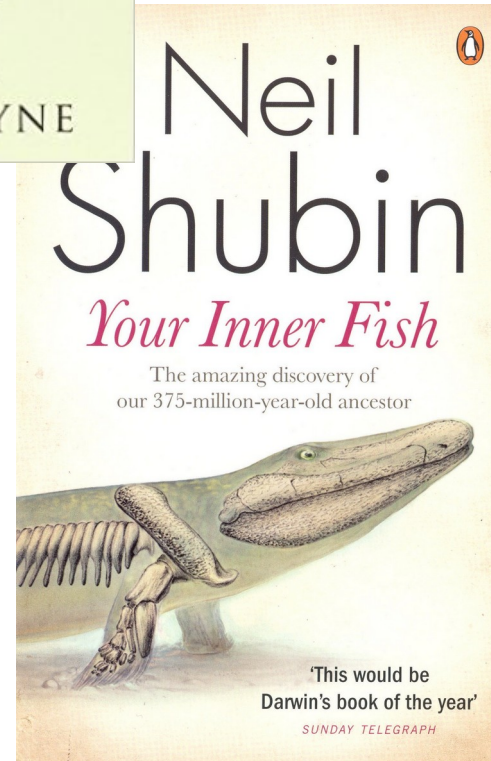
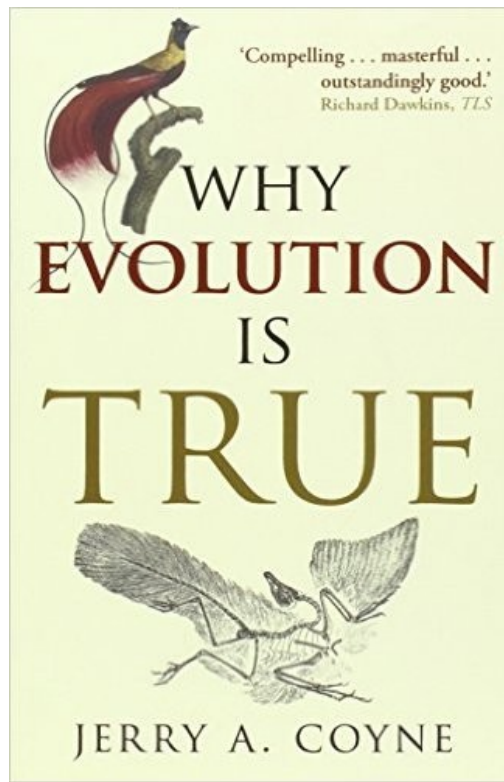
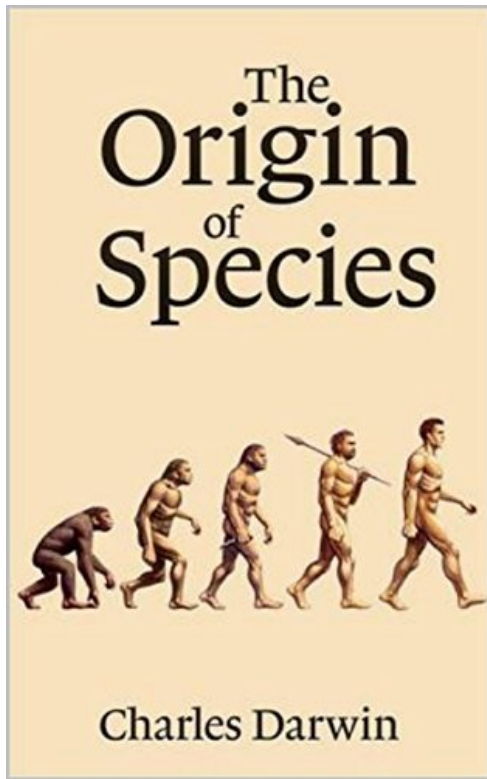
Dérive génétique (stochasticité)

Migration

## Les erreurs en évolution







# **Analyse de la biodiversité**



Diversité des écosystèmes



Diversité des espèces



Diversité génétique

## **3 niveaux de biodiversité**

Ecosystémique

Spécifique

Intraspécifique

## **Différentes mesures de la biodiversité**

Nombre d'espèces

Nombre d'individus

Biomasse

Nombre de familles, de genres, etc.

Nombre de niches écologiques

Nombre de niveaux trophiques

par Comptage/Extrapolation

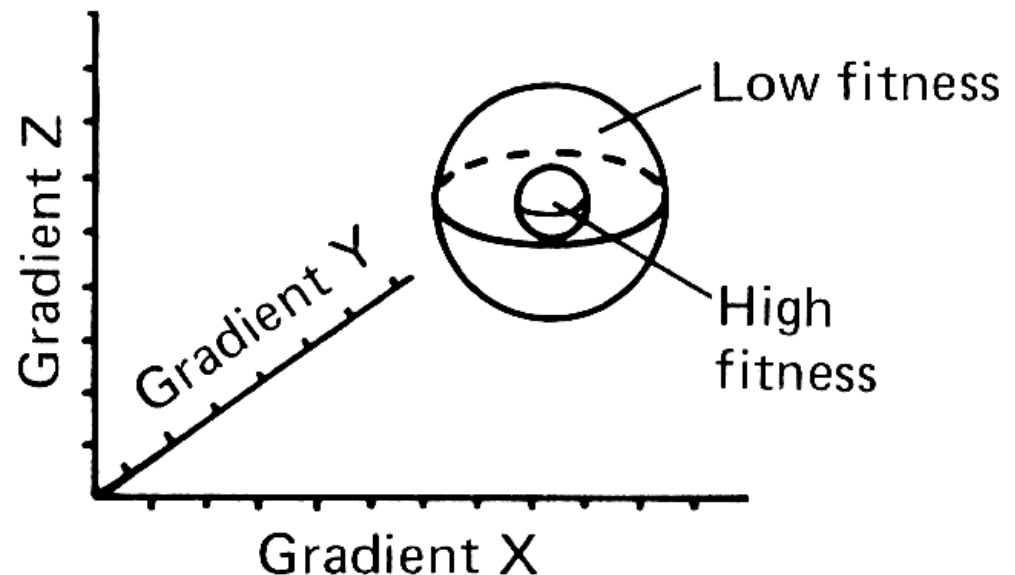
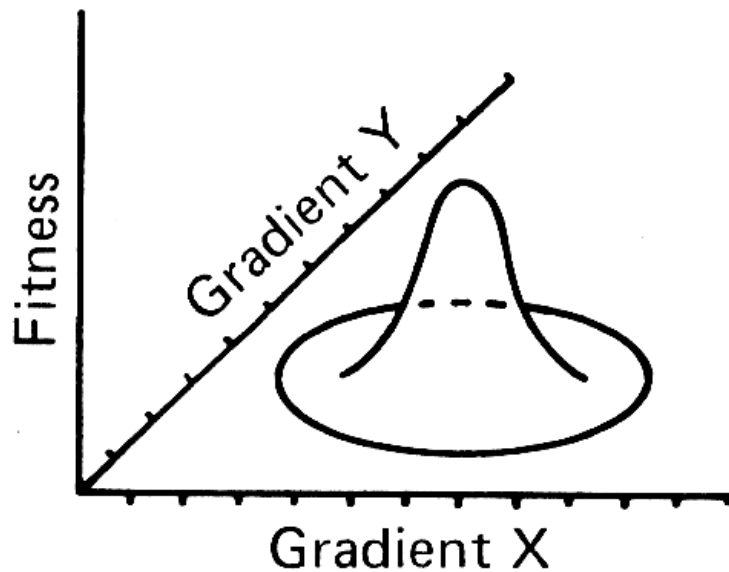


# La niche écologique : deux définitions

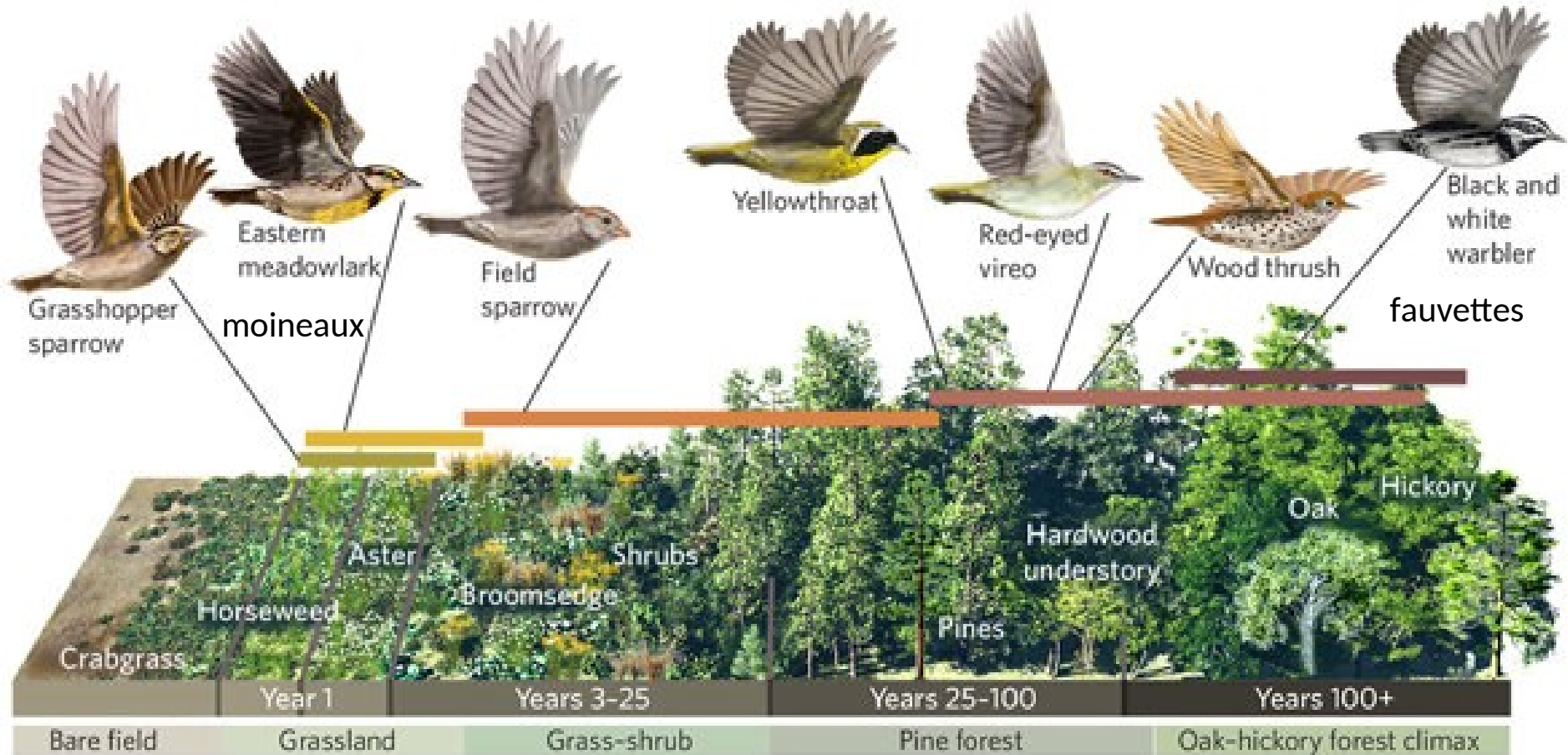
- **Ensemble des conditions abiotiques dans lesquelles une population peut se développer**

La notion de niche écologique réfère à la variation de la valeur sélective dans un gradient environnemental

- **Position occupée par un organisme/population/espèce dans un écosystème**

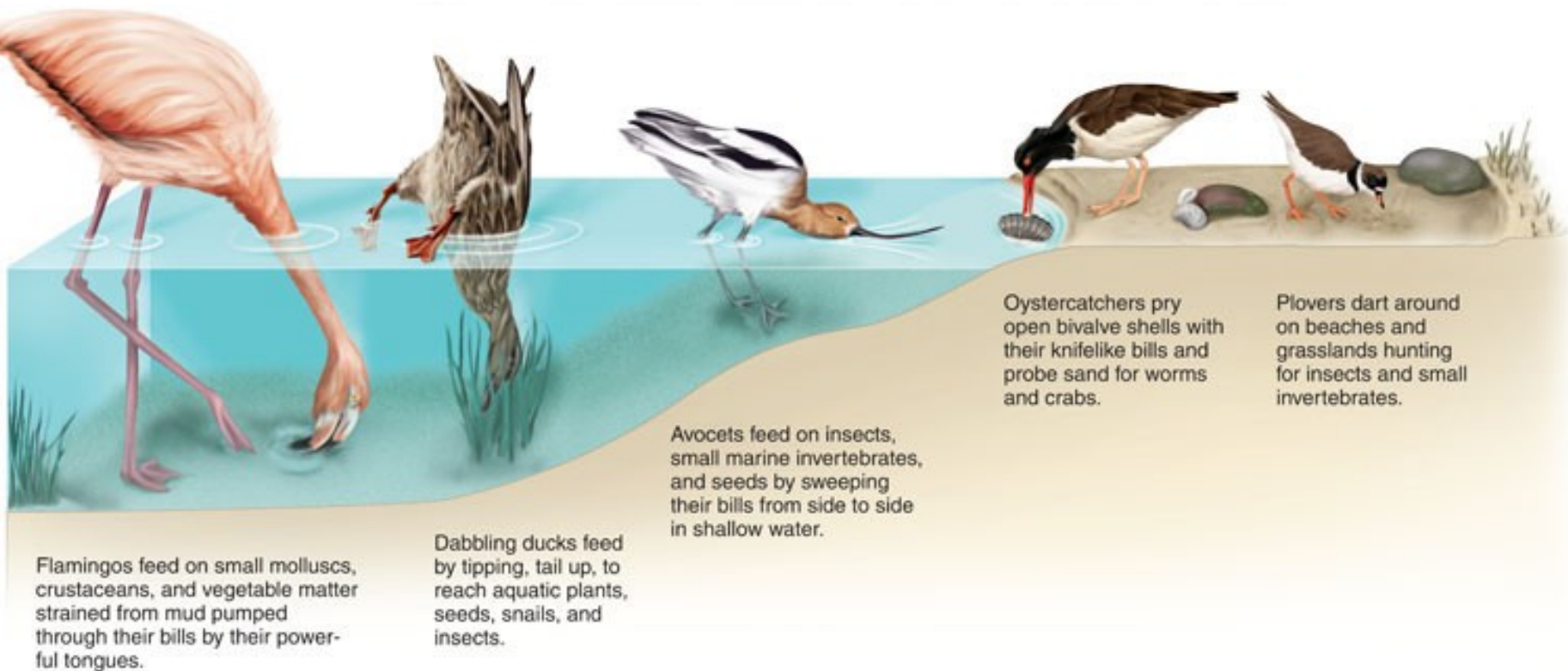


# Niches écologiques

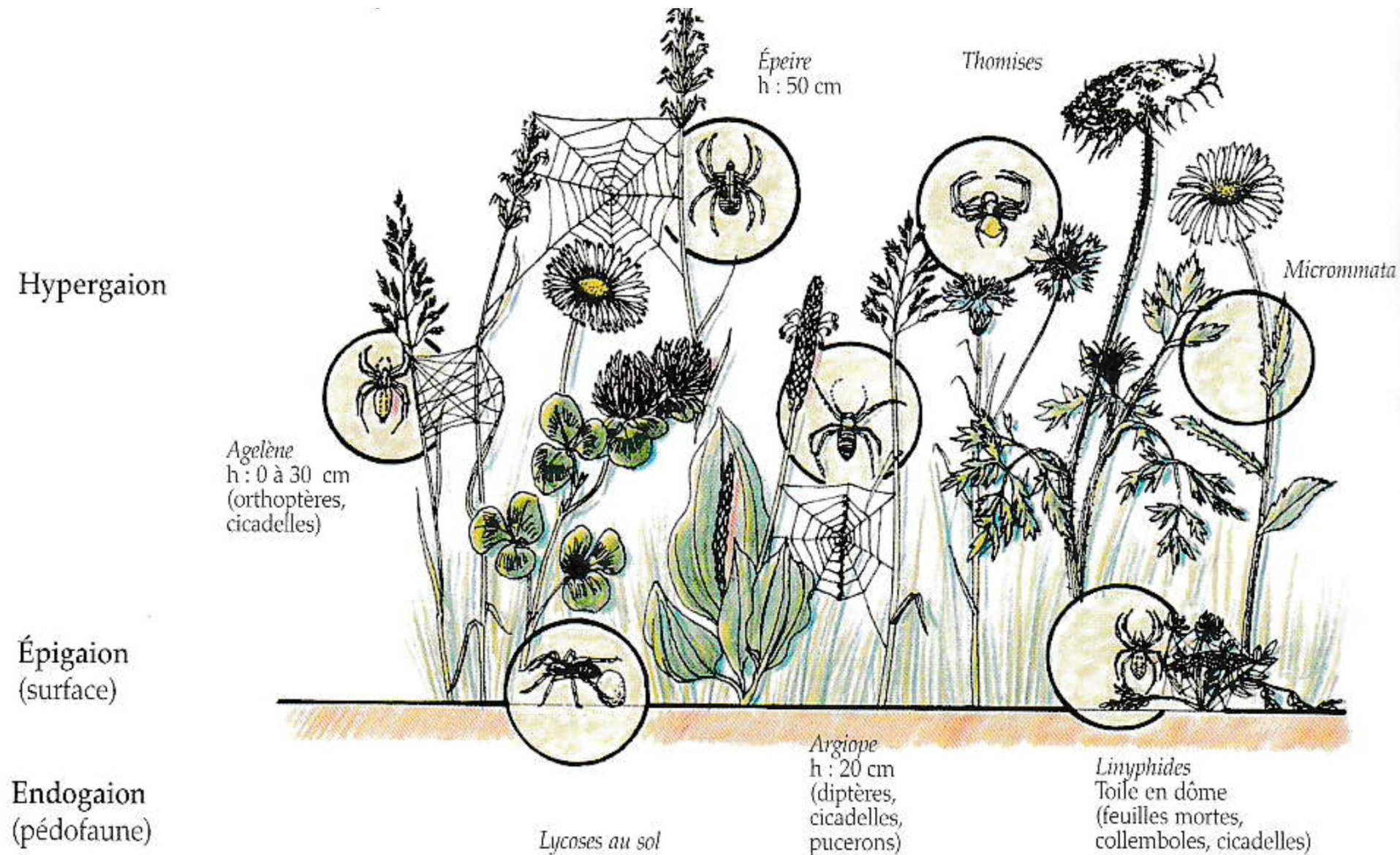


## Niches écologiques

# Oiseaux limicoles du parc régional de Camargue

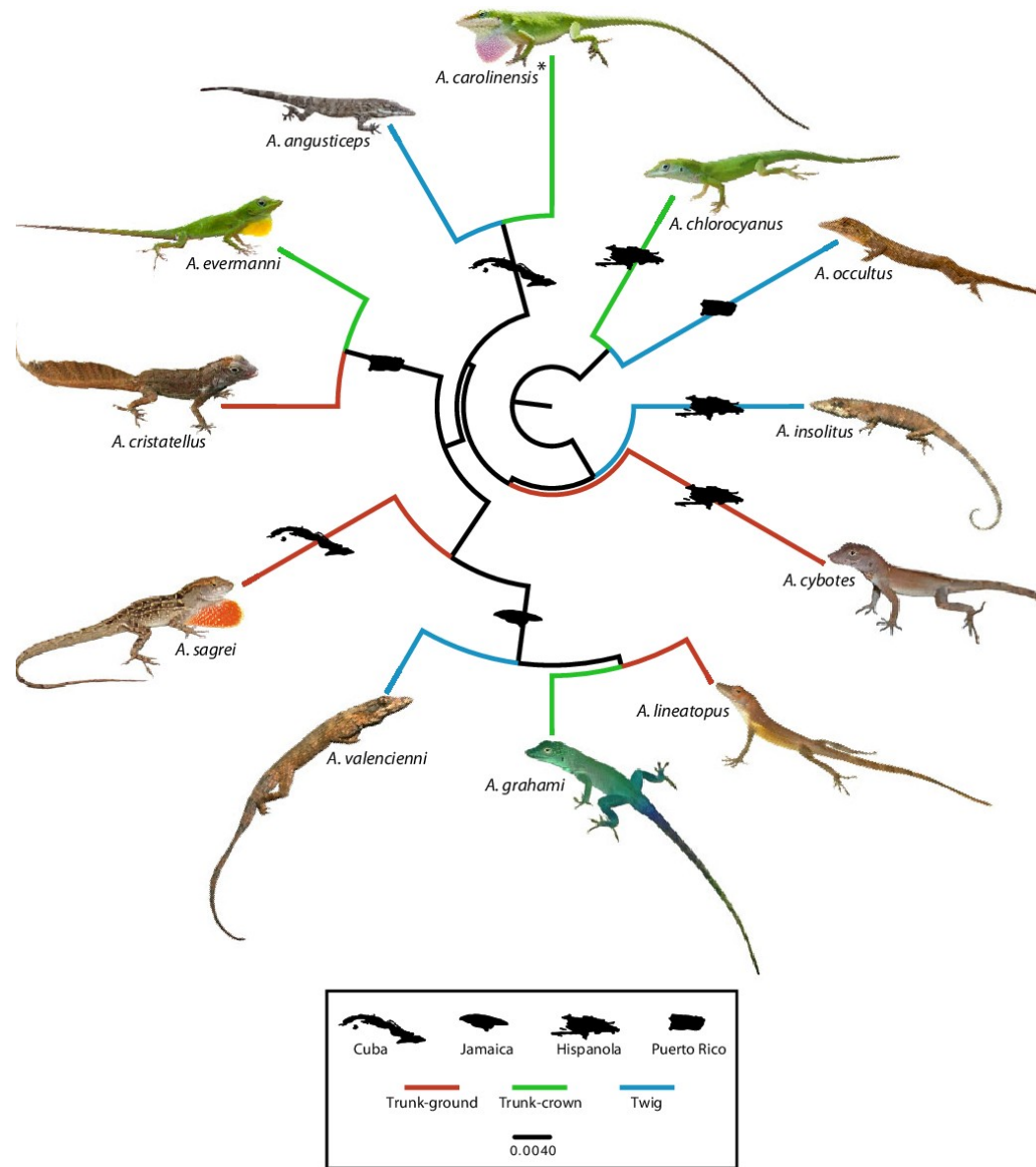
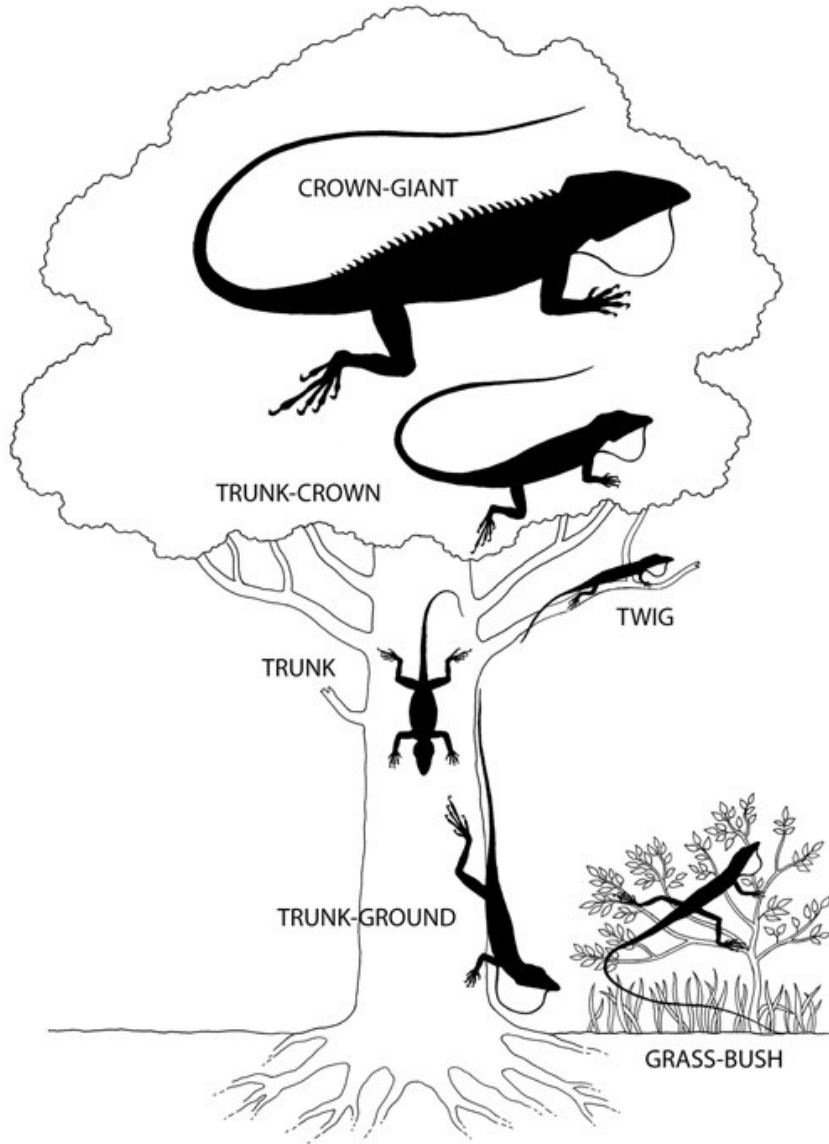


# Araignées prédatrices dans les prairies





# Evolution convergente



# **Analyse de la biodiversité**

- espèces
- individus

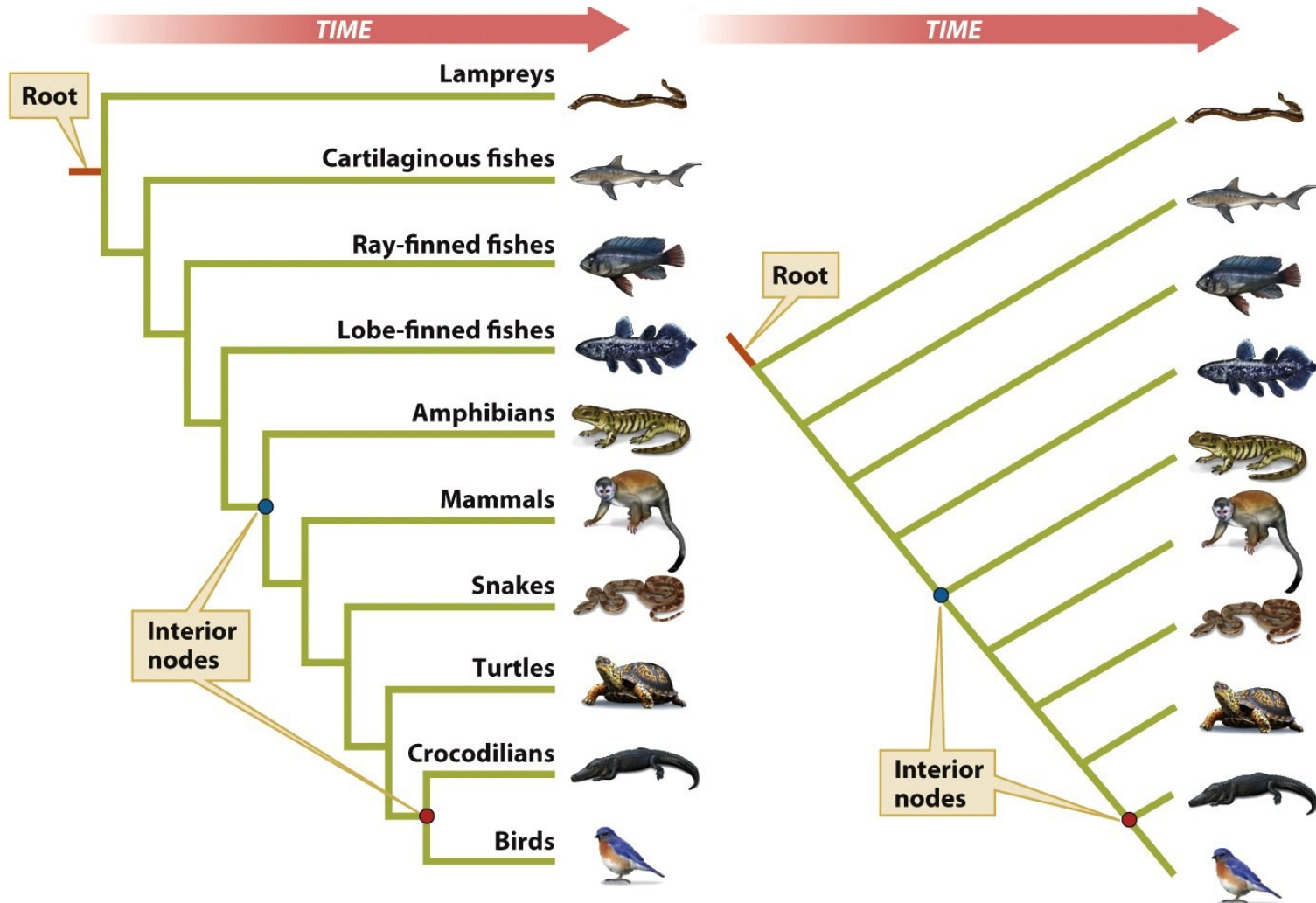


# Pourquoi autant d'espèces différentes ? Comment les classer et les répertorier ?





**Phylogénie** : étude des liens de parenté (relations phylogénétiques ou phylétiques) entre les êtres vivants et ceux qui ont disparu





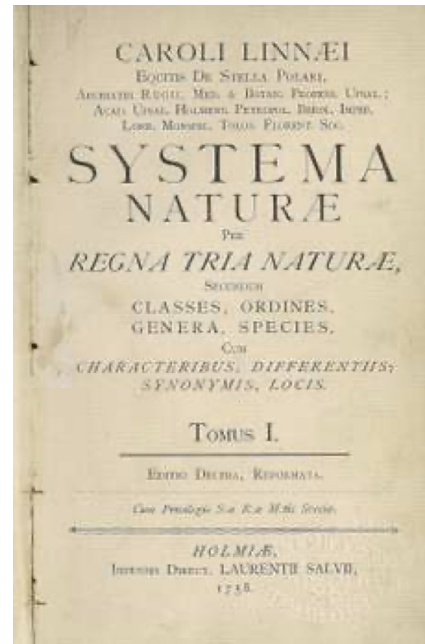
**Systematique** : discipline faisant partie de la biologie qui a pour objet d'inventorier tous les organismes vivants, existants ou ayant existé.

comprend la phylogénétique et la **taxonomie**, qui a pour objet de classer les organismes vivants en catégories hiérarchisées appelées **taxons** et de les identifier

Nomenclature binomiale

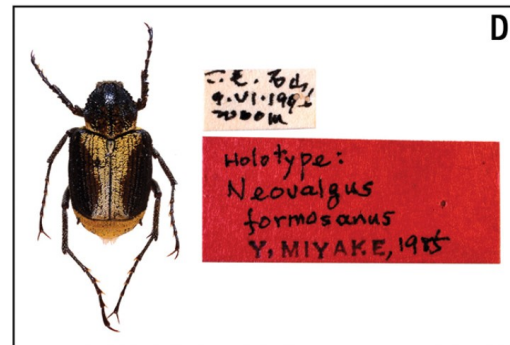
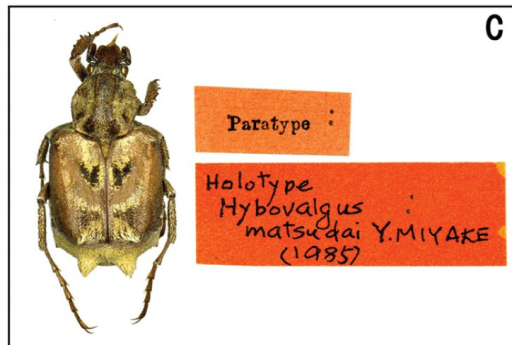
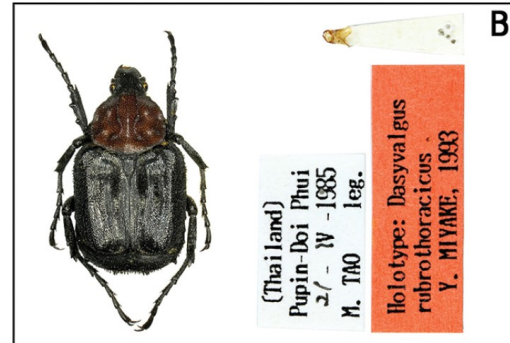
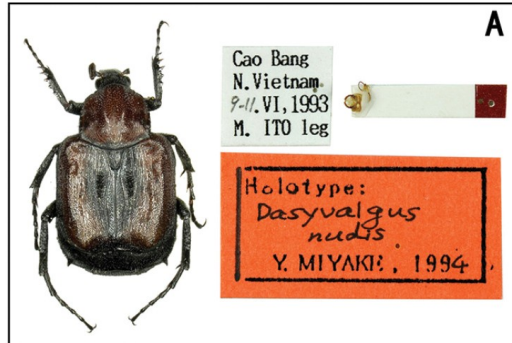


Carolus Linnaeus  
(1758)



Règne : animal  
Embranchement : Chordés  
Sous-embranchement :  
Vertébrés  
Classe : Mammifères  
Ordre : Primates  
Famille : Hominidés  
Sous-famille : Homininés  
Genre : Homo  
Espèce : *Homo sapiens*

# Le type : spécimen de référence



# https://www.itis.gov

## *Glaucomys volans* ([Linnaeus, 1758](#))

Taxonomic Serial No.: 180170

[Download TWB](#) [Download DwC-A](#) ([Download Help](#)) *Glaucomys volans* TSN 180170

### Taxonomy and Nomenclature

Kingdom: Animalia  
Taxonomic Rank: Species  
Synonym(s): [Mus volans](#) Linnaeus, 1758  
Common Name(s): petit polatouche [French]  
Ardilla-voladora del sur [Spanish]  
Southern Flying Squirrel [English]

#### Taxonomic Status:

Current Standing: valid

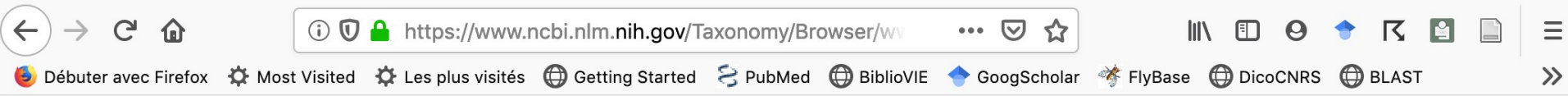
#### Data Quality Indicators:

Record Credibility Rating: verified - standards met

### Taxonomic Hierarchy

Kingdom	<a href="#">Animalia</a> – Animal, animaux, animals
Subkingdom	<a href="#">Bilateria</a>
Infrakingdom	<a href="#">Deuterostomia</a>
Phylum	<a href="#">Chordata</a> – cordés, cordado, chordates
Subphylum	<a href="#">Vertebrata</a> – vertebrado, vertébrés, vertebrates
Infraphylum	<a href="#">Gnathostomata</a>
Superclass	<a href="#">Tetrapoda</a>
Class	<a href="#">Mammalia</a> Linnaeus, 1758 – mammifères, mamífero, mammals
Subclass	<a href="#">Theria</a> Parker and Haswell, 1897
Infraclass	<a href="#">Eutheria</a> Gill, 1872
Order	<a href="#">Rodentia</a> Bowdich, 1821 – esquilo, preá, rato, roedor, rongeurs, rodents
Suborder	<a href="#">Sciuromorpha</a> Brandt, 1855 – squirrels
Family	<a href="#">Sciuridae</a> Fischer de Waldheim, 1817 – squirrels, marmots, chipmunks
Subfamily	<a href="#">Sciurinae</a> Fischer de Waldheim, 1817
Tribe	<a href="#">Pteromyini</a> Brandt, 1855 – flying squirrels
Genus	<a href="#">Glaucomys</a> Thomas, 1908 – American flying squirrels, New World Flying Squirrels
Species	<i>Glaucomys volans</i> (Linnaeus, 1758) – petit polatouche, Ardilla-voladora del sur, Southern Flying Squirrel

# https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/



Entrez PubMed Nucleotide Protein Genome Structure PMC Taxonomy BioCollections

Search for | as complete name lock Go Clear

Display 3 levels using filter: none

- Nucleotide
- Gene
- Bio Project
- PubChem BioAssay
- Protein
- HomoloGene
- Bio Sample
- Structure
- SRA Experiments
- Bio Systems
- Genome
- LinkOut
- Assembly
- Popset
- BLAST
- dbVar
- SNP
- GEO Profiles
- Genetic Testing Registry
- Conserved Domains
- Protein Clusters
- Host
- GEO Datasets
- Identical Protein Groups
- Viral Host
- PubMed Central
- SPARCLE
- Probe

**Lineage** (full): [cellular organisms](#); [Eukaryota](#); [Opisthokonta](#); [Metazoa](#); [Eumetazoa](#); [Bilateria](#); [Deuterostomia](#); [Chordata](#); [Craniata](#); [Vertebrata](#); [Gnathostomata](#); [Teleostomi](#); [Euteleostomi](#); [Sarcopterygii](#); [Dipnotetrapodomorpha](#); [Tetrapoda](#); [Amniota](#); [Mammalia](#); [Theria](#); [Eutheria](#); [Boreoeutheria](#); [Euarchontoglires](#); [Primates](#); [Haplorrhini](#); [Simiiformes](#); [Catarrhini](#); [Hominoidea](#); [Hominidae](#); [Homininae](#); [Homo](#)

- o [Homo sapiens](#) (human) *Click on organism name to get more information.*
  - [Homo sapiens neanderthalensis](#) (Neandertal)
  - [Homo sapiens subsp. 'Denisova'](#) (Denisova hominin)

**Disclaimer:** The NCBI taxonomy database is not an authoritative source for nomenclature or classification - please consult the relevant scientific literature for the most reliable information.

Comments and questions to [info@ncbi.nlm.nih.gov](mailto:info@ncbi.nlm.nih.gov)



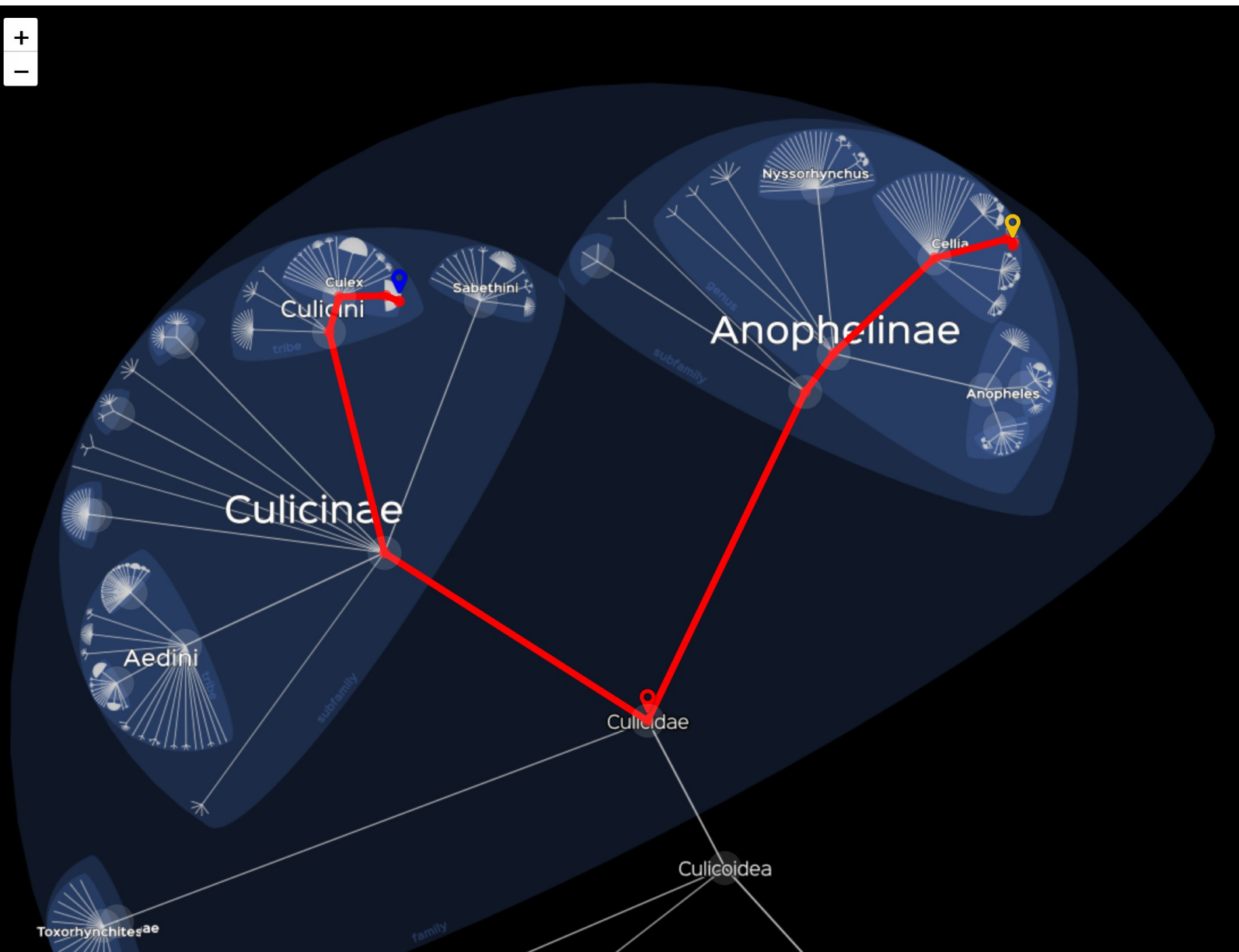
<http://lifemap.univ-lyon1.fr>



← Anopheles gambiae

Culex pipiens

"Fly" to new locations



- Anopheles gambiae
- MRCA Culicidae
- Culex pipiens



## Hominidae

# tolweb.org

Humans, great apes, and their extinct relatives



Phylogeny in part from Purvis (1995).

Containing group: [Catarrhini](#)

### Other Names for Hominidae

Humans, great apes, and their extinct relatives

### References

#### Hominidae



▶ page content

▶ articles & notes

▶ treehouses

▶ collections 

▶ people

▶ options

#### Explore Other Groups

▶ other Catarrhini

▶ containing groups

▶ subgroups

random page



# Qu'est-ce qu'une espèce?

Historiquement:

Définition essentialiste (Linné)

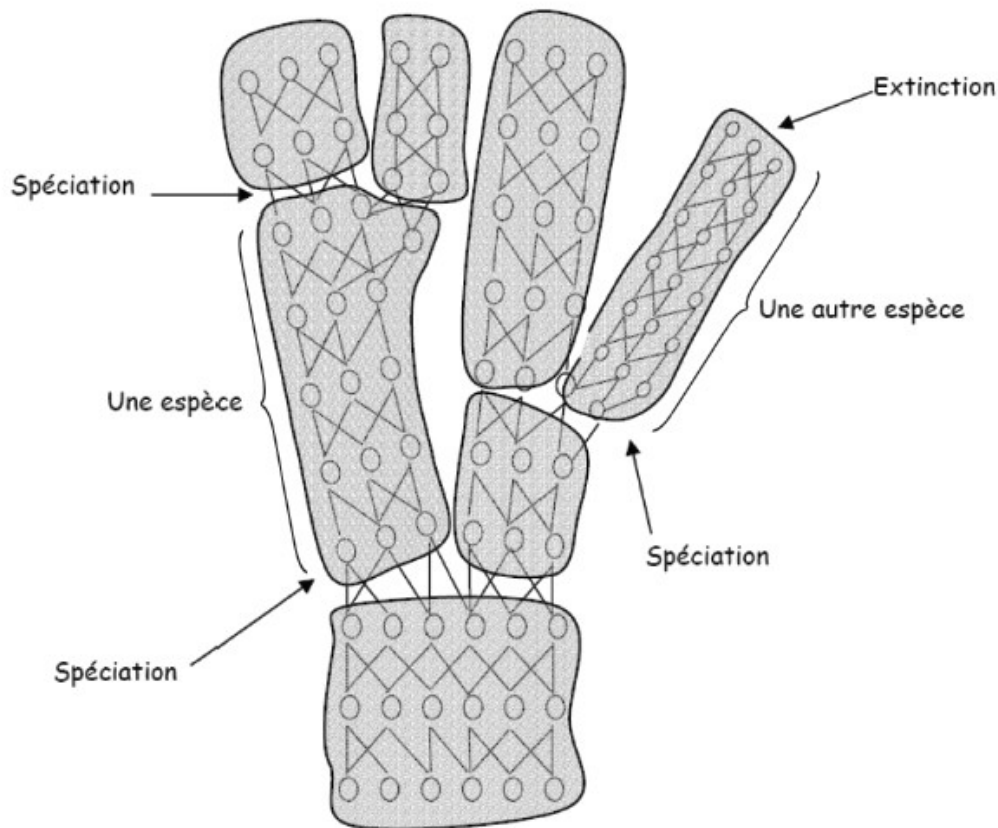
Chaque espèce correspond à un type  
qui réunit un ensemble de propriétés  
« essentielles » invariables

Peut être caractérisée par  
un représentant « idéal »  
ou « type »



# Qu'est-ce qu'une espèce?

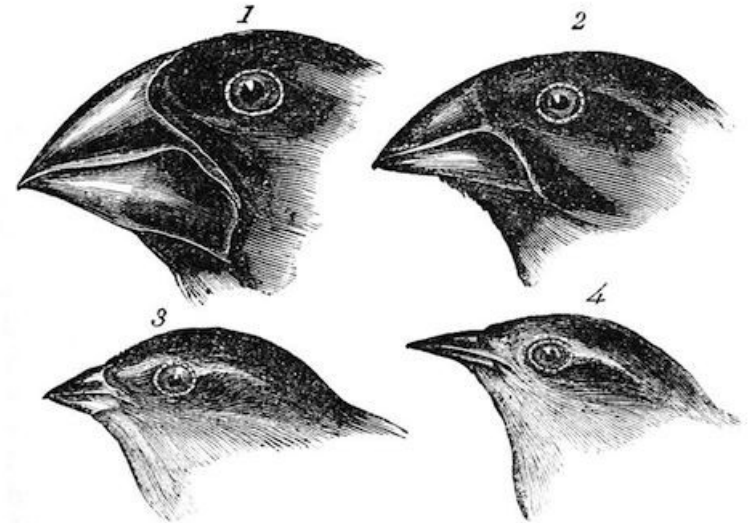
Biologie évolutive actuelle :  
segment d'une lignée évolutive indépendante des autres



problème pour les  
délimiter dans la nature  
("critères" versus  
"concepts" versus  
"définition" d'espèces)



# Différents critères de délimitation d'une espèce



1. *Geospiza magnirostris*.  
3. *Geospiza parvula*.

2. *Geospiza fortis*.  
4. *Certhidea olivacea*.

Morphologique

Biologique : groupe d'individus potentiellement interféconds dans la nature

Phylogénétique ou généalogique : plus petit groupe indépendant qui partage un ancêtre commun

Search

# www.timetree.org

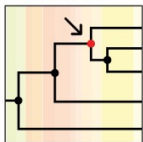
TimeTree is a public knowledge-base for information on the evolutionary timescale of life. Data from thousands of published studies are assembled into a searchable tree of life scaled to time. Three search modes are possible:

- **NODE TIME** - to find the divergence time of two species or higher taxa
- **TIMELINE** - to drill back through time and find evolutionary branches from the perspective of a single species
- **TIMETREE** - to build a timetree of a group of species or custom list

**TIMEPANELS** showing events in geological time and astronomical history are provided for comparison with timelines and timetrees. Results can be exported in different formats for additional analyses and publication.



## NODE TIME



### GET DIVERGENCE TIME FOR A PAIR OF TAXA

Specify 2 Taxon Names <sup>?</sup>

Taxon 1:

Taxon 2:

Clear

Search



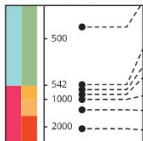
Resolve Ambiguity <sup>?</sup>

Taxon 1:

Taxon 2:

Show Time

## TIMELINE



### GET AN EVOLUTIONARY TIMELINE FOR A TAXON

Specify a Taxon Name <sup>?</sup>

Taxon:

Clear

Search

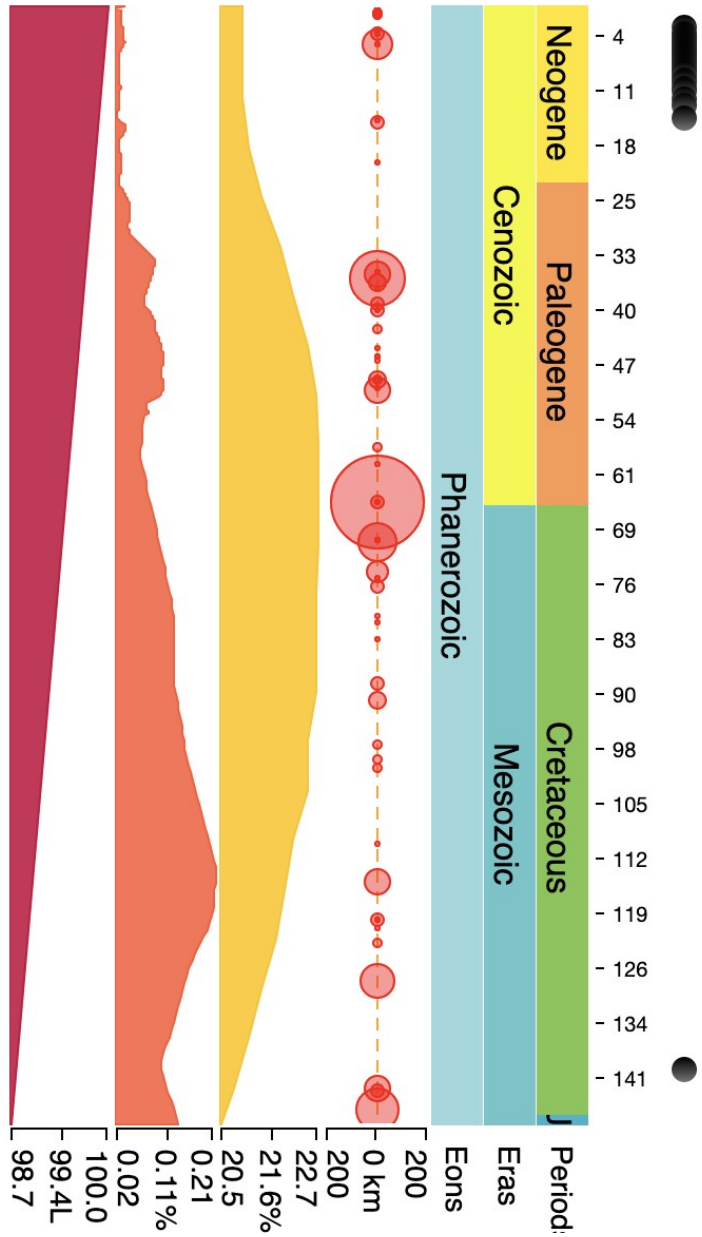


Resolve Ambiguity <sup>?</sup>

Taxon:

Show Timeline

# PAIRWISE DIVERGENCE TIME FOR HOMO SAPIENS AND CHIMPANZEE



human

*Homo sapiens*

Versus

chimpanzee

*Pan troglodytes*

Median Time:  
6.4 MYA

Estimated Time:  
6.7 MYA  
CI: (5.1 - 11.8 MYA)

[\(TTOL\)](#)

(Median and estimated times  
were derived from 79 studies)

# Classer les plantes vivantes utiles

plantes méconnues et leurs usages

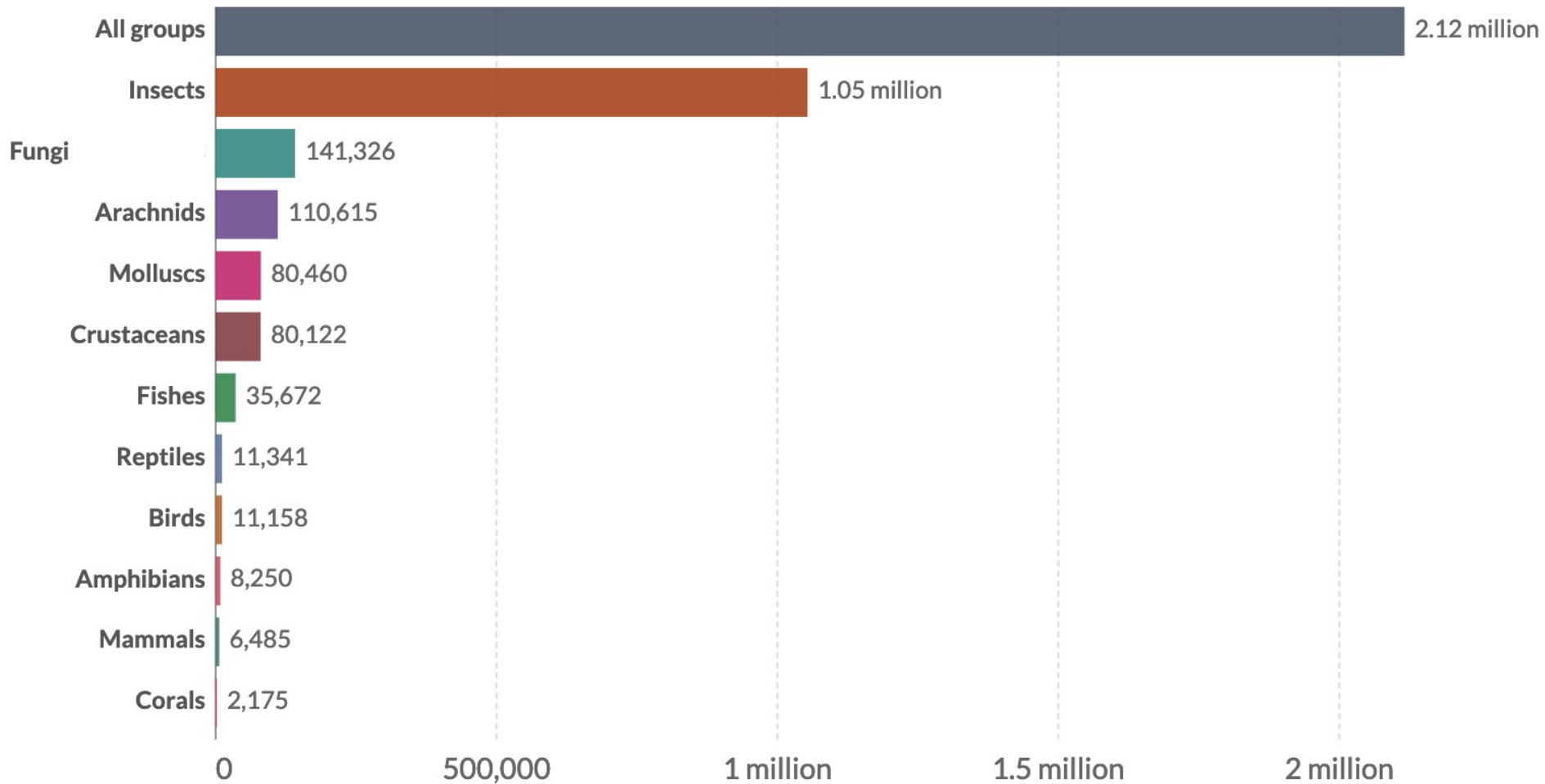
- Andrea Cesalpino (1583) 1300 espèces
- Garcia de Orta (1563) 73 espèces
- *Hortus Malabaricus* (Hendrik van Rheede, 1669-1676) 725 espèces
- Joseph Tournefort (1656-1708)
- Carl von Linné (1753) 8000 espèces
- De Candolle (1820) 75000 espèces



Joseph Pitton de Tournefort (1656-1708)



# Plus de 2 millions d'espèces eucaryotes décrites



<https://ourworldindata.org/biodiversity-and-wildlife#how-many-species-are-there>

<https://www.iucnredlist.org/resources/summary-statistics>

# Plus d'espèces de papillon à l'équateur



*Allancastris*



*Archon*



*Atrophaneura*



*Baronia*



*Battus*



*Bhutanitis*



*Byasa*



*Cressida*



*Euryades*



*Eurytides*

**Papilionidae**



*Graphium*



*Hypermnestra*



*Iphiclides*



*Meandrusa*



*Mimoides*



*Ornithoptera*



*Parides*



*Parnassius*



*Pharmacophagus*



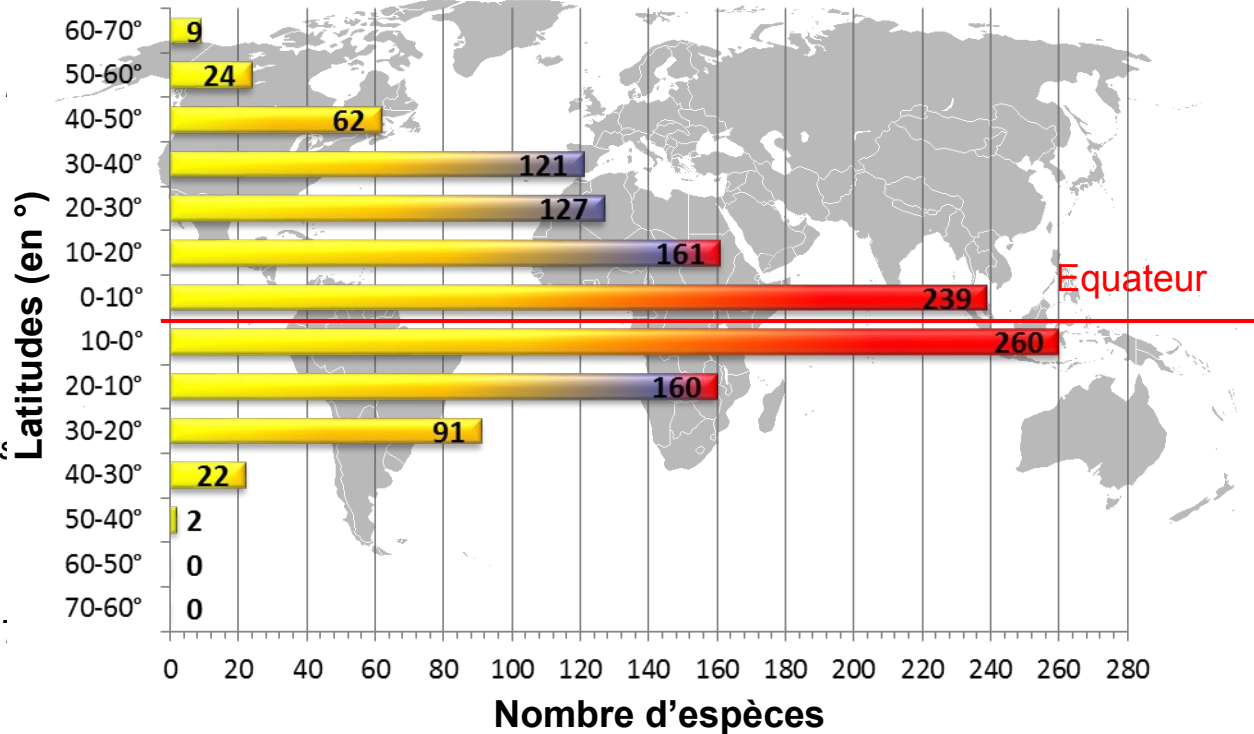
*Sericinus*



*Teinopalpus*

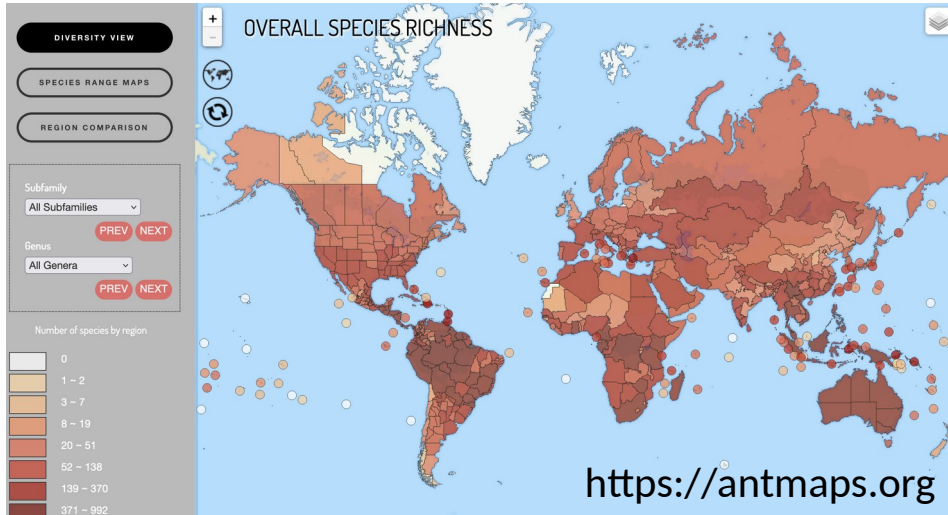


*Troides*

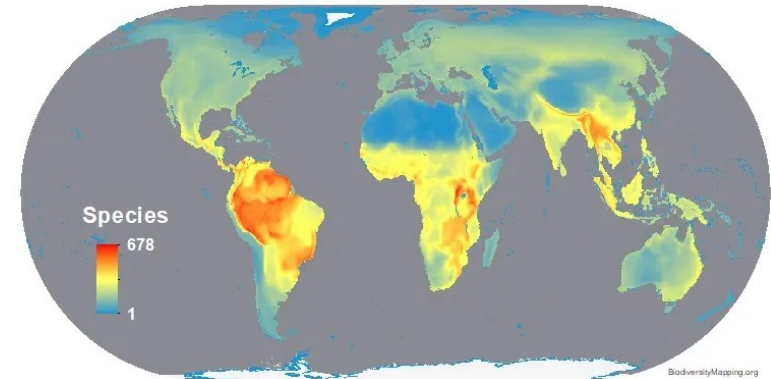


# Biodiversité terrestre : plus élevée à l'équateur

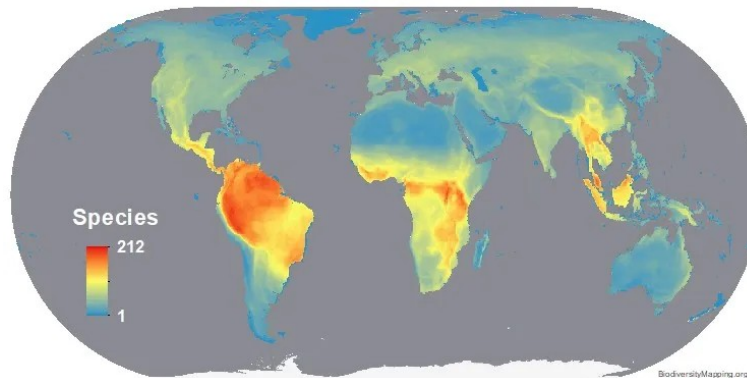
## Fourmis



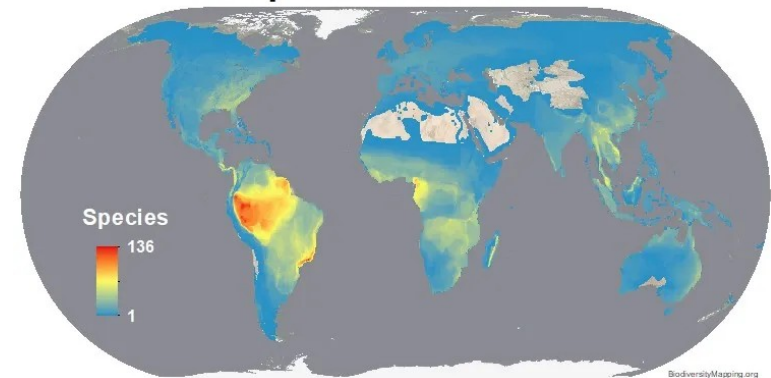
## Bird Richness



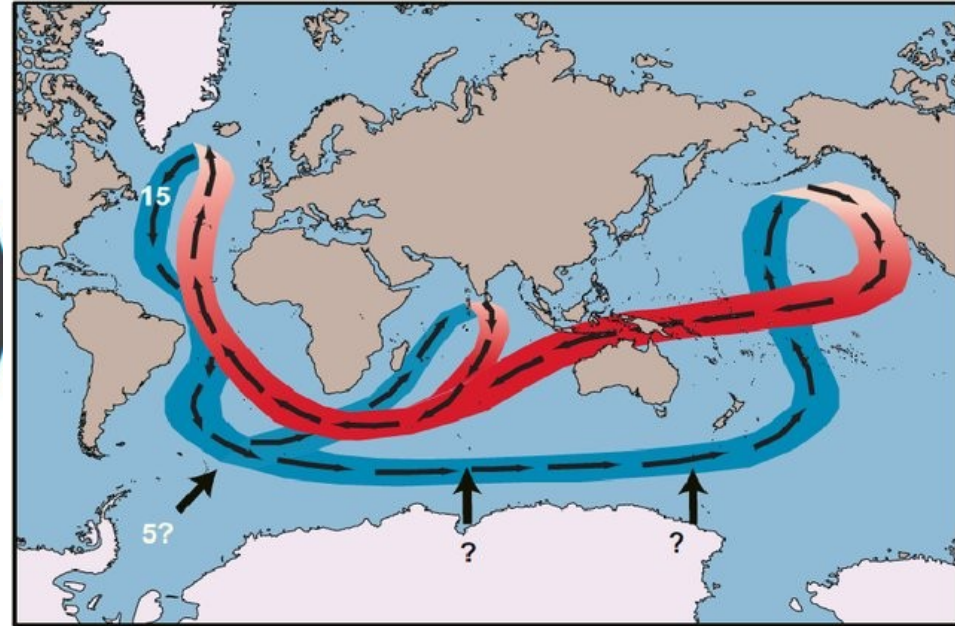
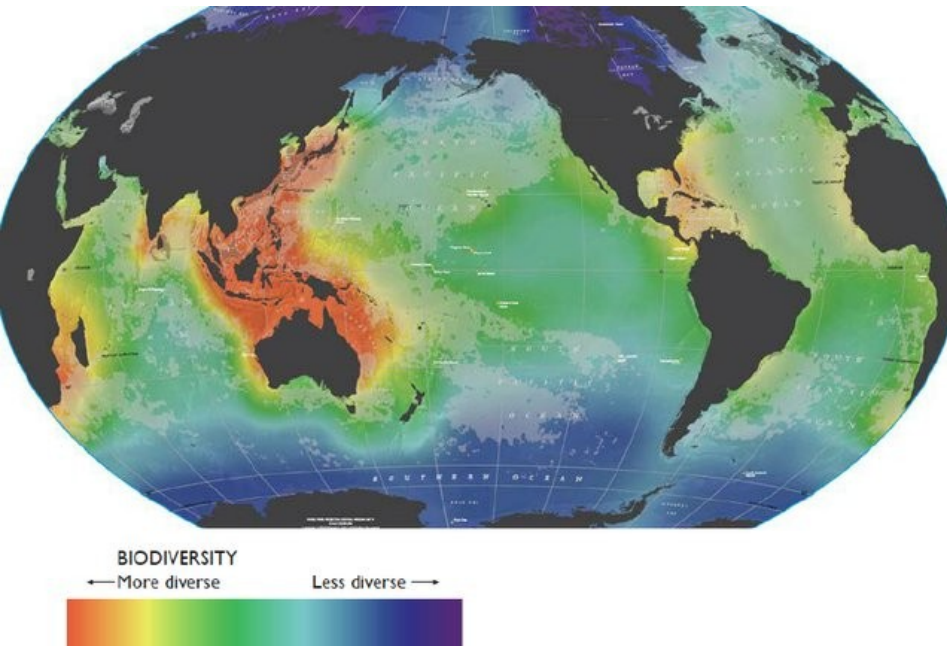
## Mammal Richness



## Amphibian Richness



# Biodiversité marine : plus élevée à l'équateur





EXPÉDITION 2016 - 2018



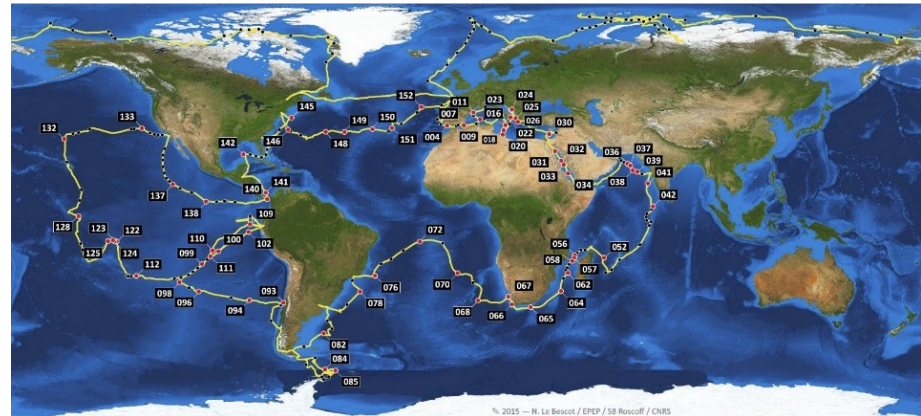
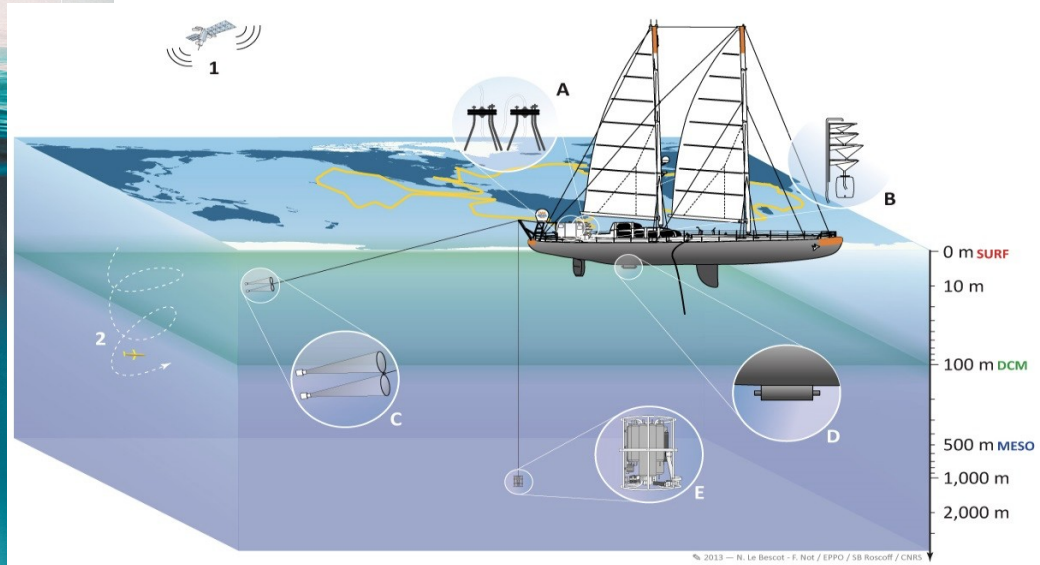
# tara PACIFIC

LA BIODIVERSITÉ DES RÉCIFS CORALLIENS  
FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE



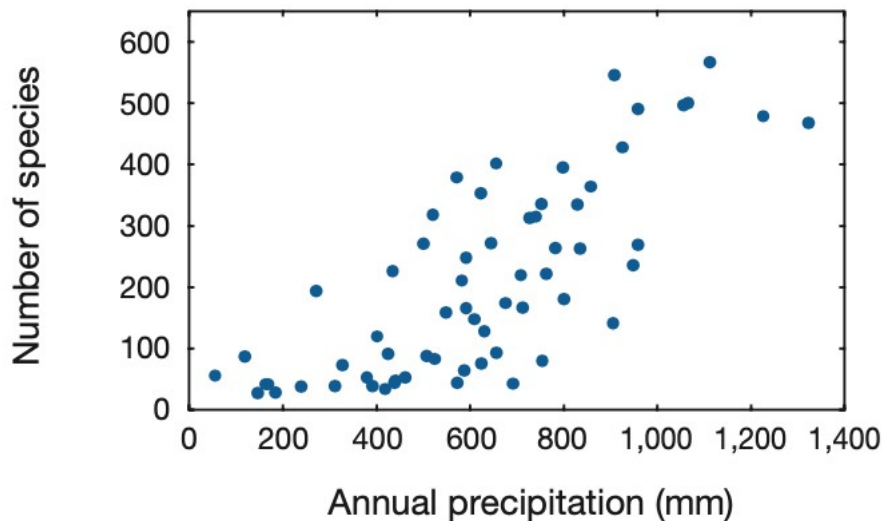
[taraexpeditions.org](http://taraexpeditions.org)

*agnès b.*

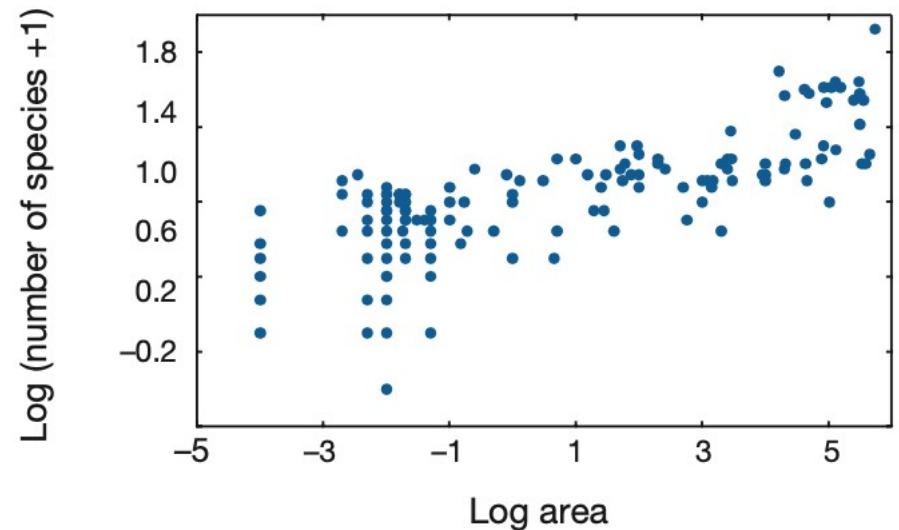


Le nombre d'espèces augmente avec :

- la température
- l'humidité
- la quantité de précipitations
- la taille de la région



Arbres en Afrique du Sud



Vers de terre en Europe

# Pourquoi plus d'espèces aux basses latitudes ?

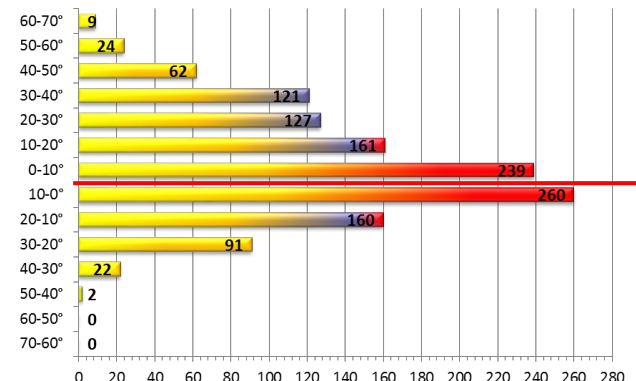
Climat plus chaud et plus humide

Moins de variations saisonnières

Longue période avec le même climat (pas de glaciation)

Territoires plus grands

Effet boule de neige du nombre d'espèces





# Pourquoi plus d'espèces aux basses latitudes ?

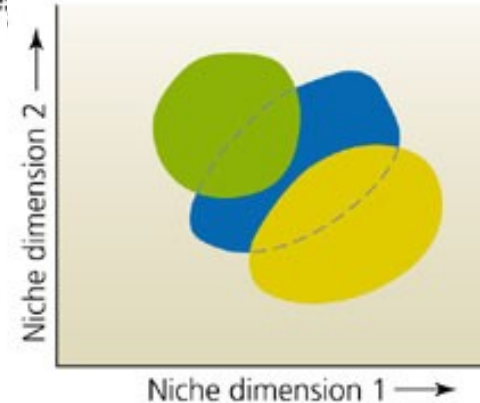
Les climats tropicaux (stables, chauds et humides) favorisent:

- une meilleure croissance des plantes → plus de ressources /niches
- des espèces plus spécialistes → une plus grande diversité d'espèces



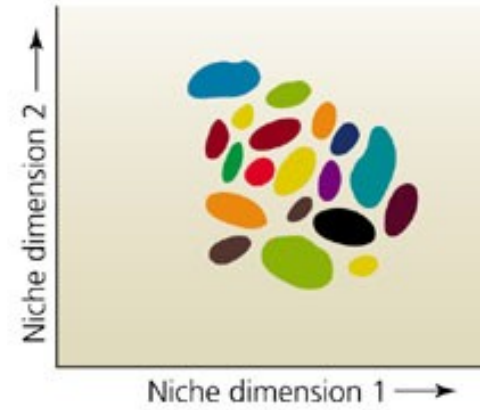
## Temperate and polar latitudes

- Variable climate favors fewer widespread generalist species.



## Tropical latitudes

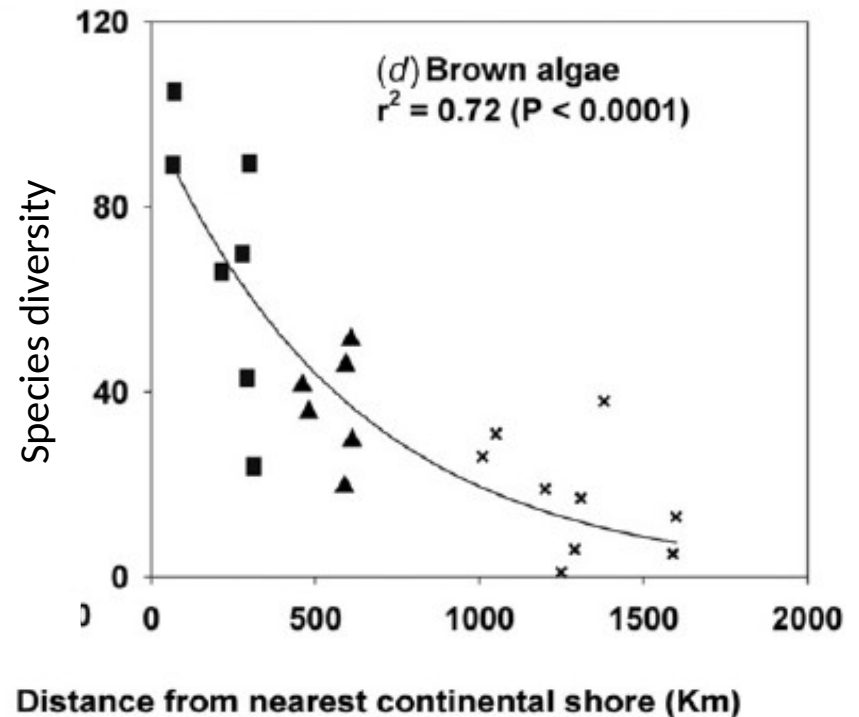
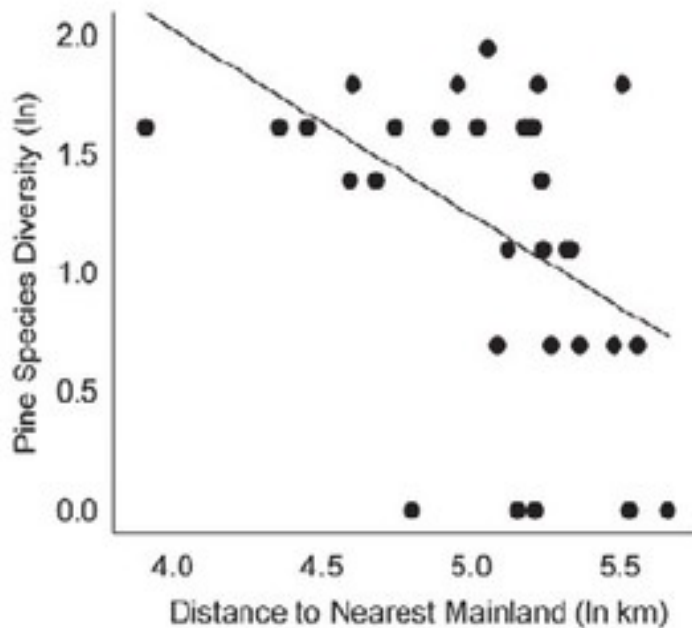
- Greater solar energy, heat, and humidity promote more plant growth to support more organisms. Stable climate favors specialist species. Together these encourage greater diversity of species.





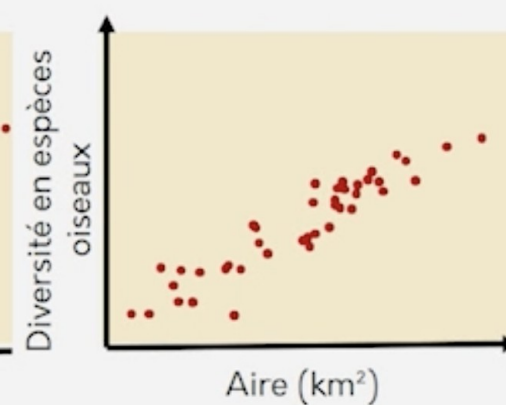
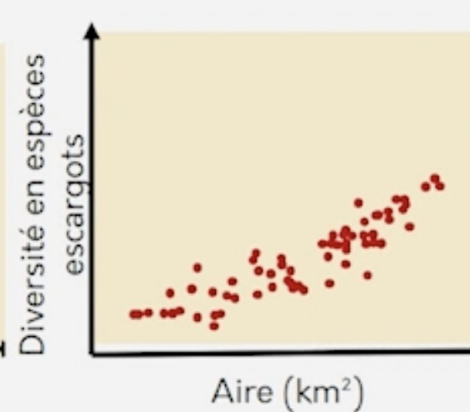
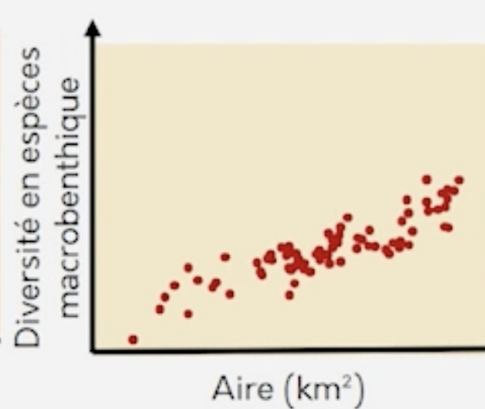
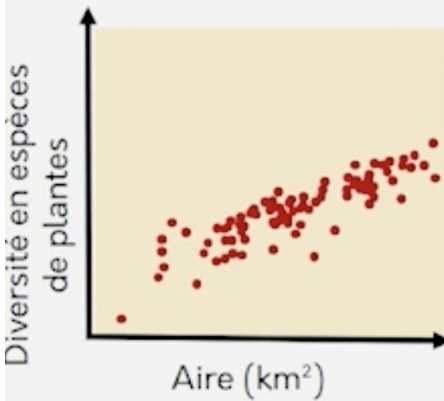
# Nombre d'espèces sur une île

Diminue avec la distance au continent le plus proche.



# Nombre d'espèces sur une île

Augmente avec la taille de l'île.



Espèces de l'Antarctique

Escargots de la mer Egée

Oiseaux des îles Bismark

**Loi d'Arrhenius**

$$S = cA^z$$

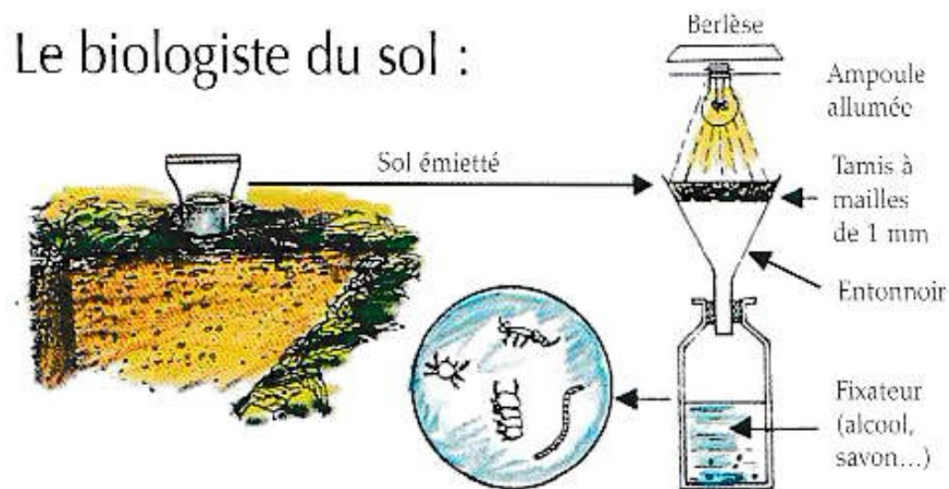
S : Nombre d'espèces

A : Aire de l'île

# **Analyse de la biodiversité**

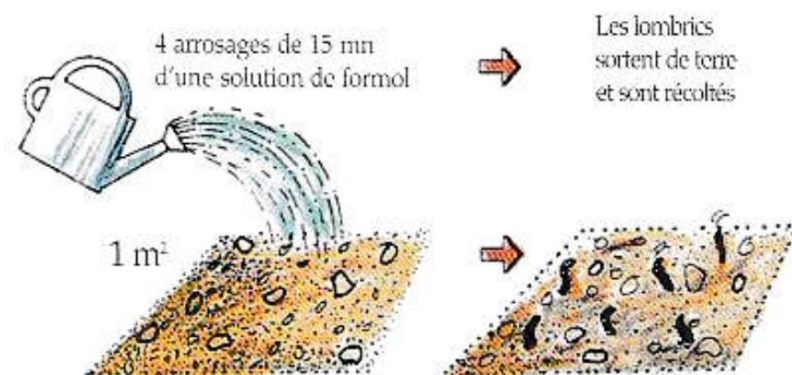
- espèces
- individus

## Le biologiste du sol :



Il prélève un volume constant de sol et d'humus.

La microfaune qui fuit la chaleur et la lumière est extraite de cet échantillon et analysée.



Il complète cette analyse par le recensement des lombrics qui sont traqués au formol et par l'analyse, au microscope, des boulettes fécales des micro-organismes.



# Comptage direct des individus

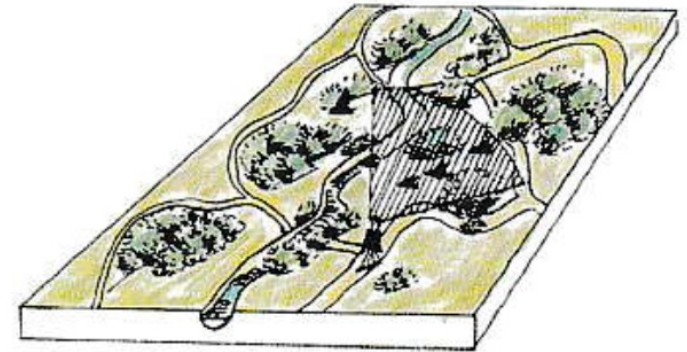
Pour estimer l'abondance des différentes espèces

Le comptage à vue



La technique des contacts visuels et sonores

Un observateur parcourt un réseau de sentier, il recherche un contact visuel et sonore avec l'espèce dont il veut évaluer l'abondance relative.



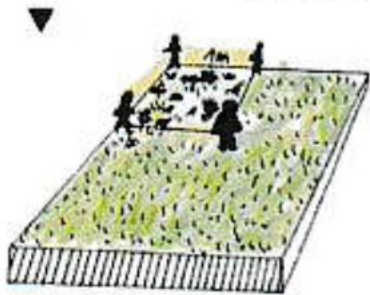
Le radeau des cîmes

# Comptage direct des individus

Pour estimer l'abondance des différentes espèces

Le recensement des insectes

Le carré de ramassage  
de 1 m<sup>2</sup> ... ou le biocénomètre



Le filet  
à papillons

Manche en  
bambou



Tissu de  
gaze légère

Cette technique est intéressante pour  
prélever les insectes peu mobiles ou  
fixés aux plantes.

Il prélève environ 10 % de la popu-  
lation d'insectes volants.



# Méthode de capture-recapture

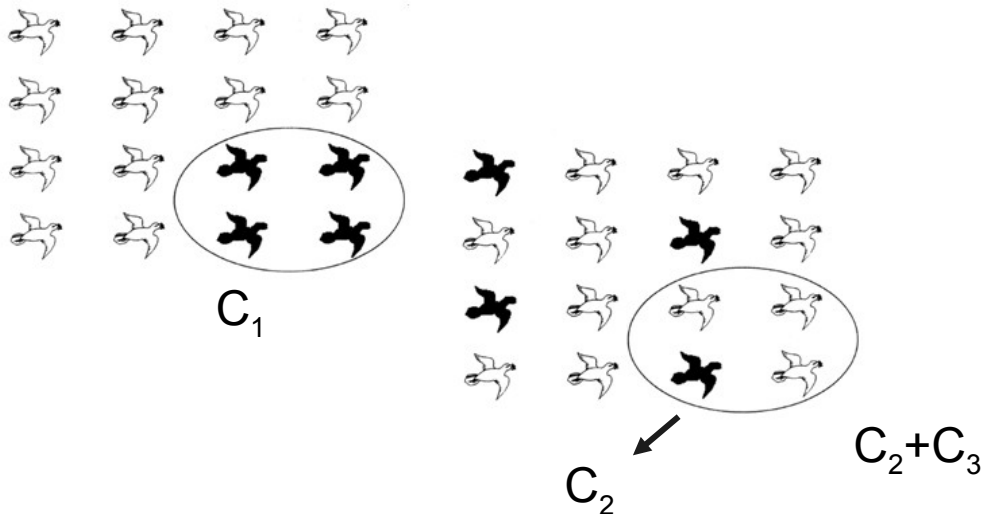
- Lors de la première visite, on capture et marque  $C_1$  individus, relâchés aussitôt.
- Lors de la deuxième visite, on capture  $C_2+C_3$  individus,  $C_2$  étant déjà marqués.

En faisant les hypothèses :

- d'une population fermée entre les deux dates d'échantillonnage
- que la capture et le marquage lors de la première visite n'ont pas modifié significativement la probabilité de capture des individus,

on peut alors écrire :

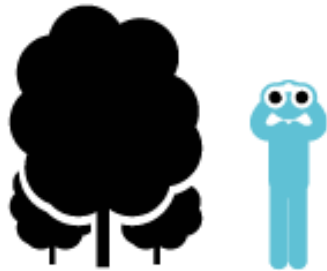
**Proportion d'individus marqués=** 
$$\frac{C_2}{C_2+C_3} = \frac{C_1}{N}$$



# Sciences participatives

## VIGIENATURE

Un réseau de citoyens qui fait avancer la science



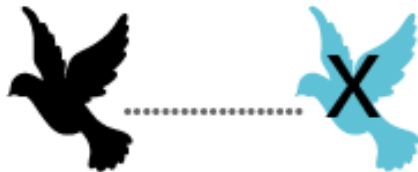
1

TOUTE L'ANNÉE, QUAND J'OBSERVE LES OISEAUX DANS MON JARDIN, UN PARC PUBLIC OU SUR MON BALCON...



2

...JE COMPTE LE NOMBRE MAXIMUM D'INDIVIDUS VUS POUR CHAQUE ESPÈCE QUI SE POSE DANS MON JARDIN



3

JE NE COMPTE PAS PLUSIEURS FOIS LE MÊME INDIVIDU S'IL SE DÉPLACE OU FAIT DES ALLERS-RETOURS



4

JE NOTE LA DATE DE MA SESSION D'OBSERVATION, L'HEURE DE DÉBUT ET DE FIN ET JE SAISIS MES DONNÉES EN LIGNE



# Séquençage haut-débit

