

# CLASSER LE VIVANT

## **Objectifs méthodologiques :**

- Utiliser les outils et les méthodes de la classification cladistique
- Savoir construire une matrice et polariser des caractères
- Savoir construire et interpréter un arbre phylogénétique

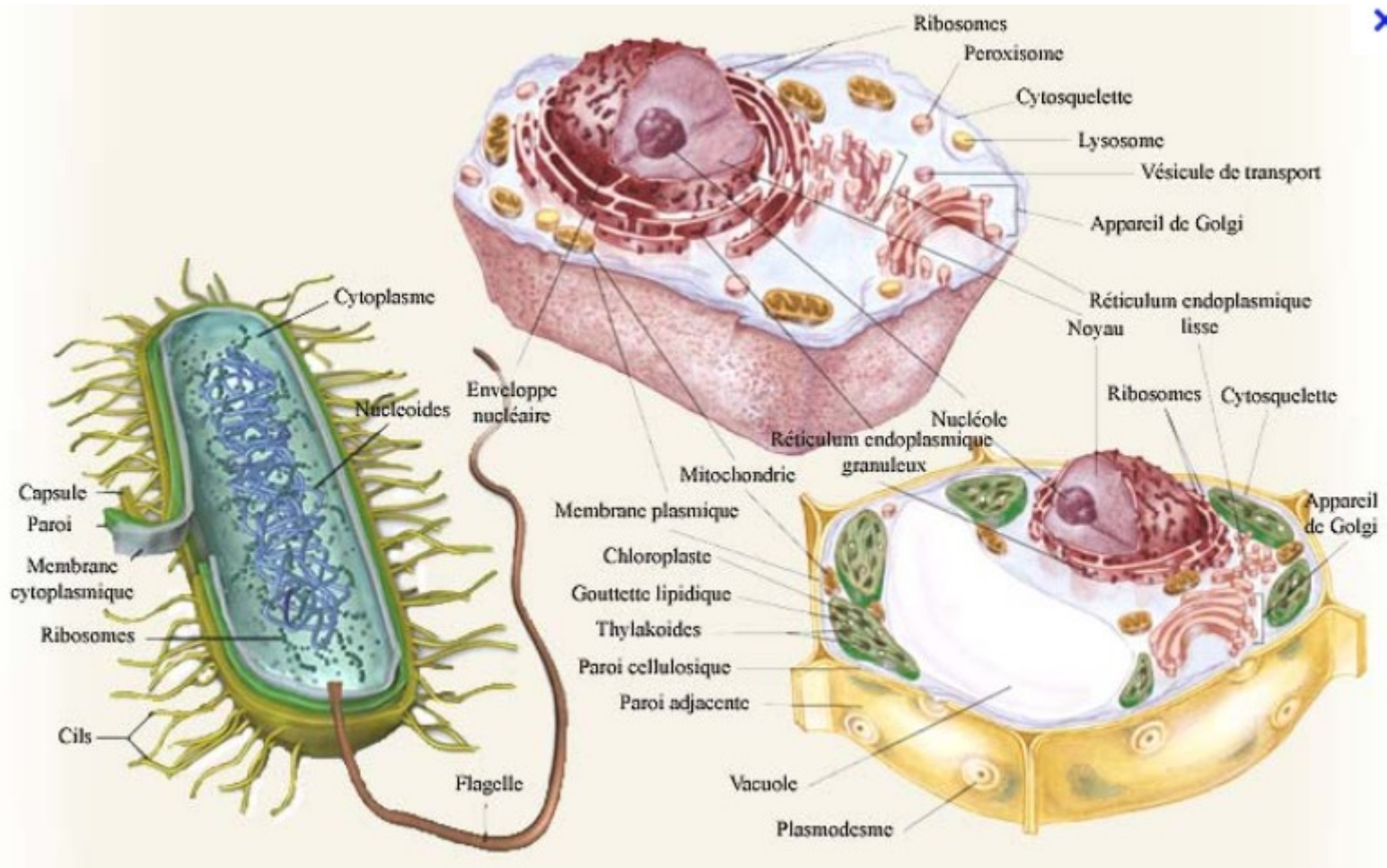
## **Objectifs cognitifs :**

- Comprendre la différence entre « ancienne » et nouvelle classification
- Comprendre la notion d'homologie et d'analogie, de caractères primitifs et dérivés

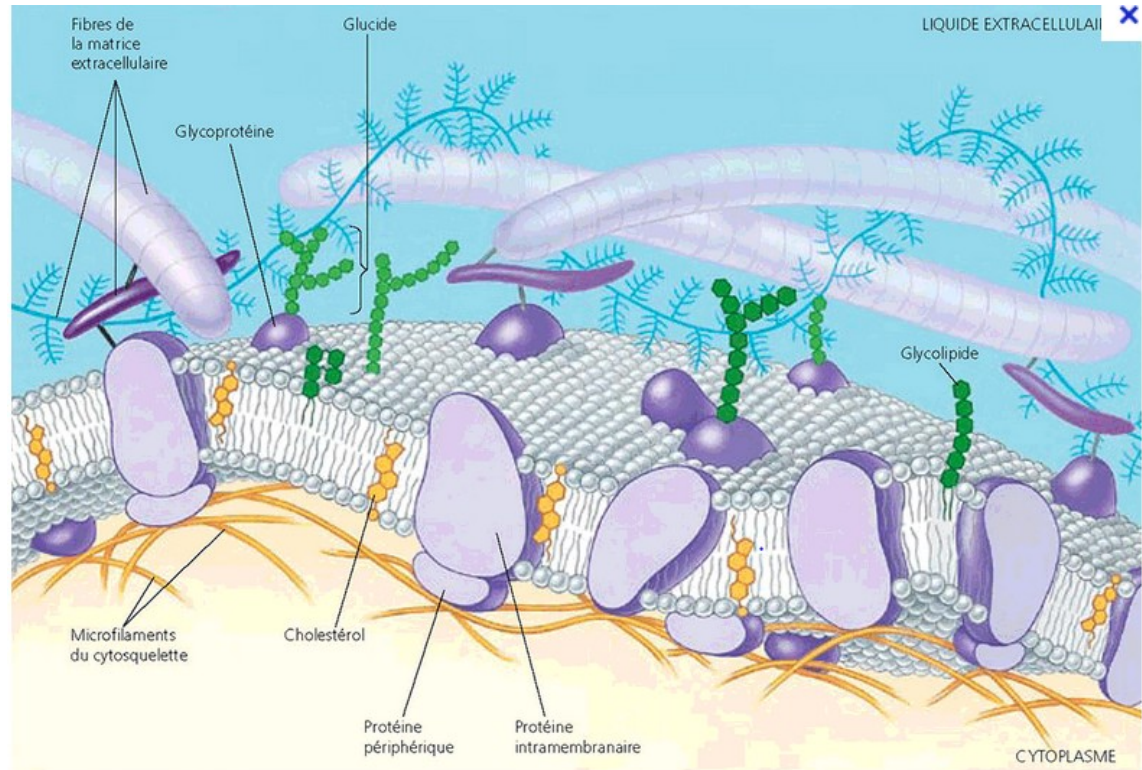
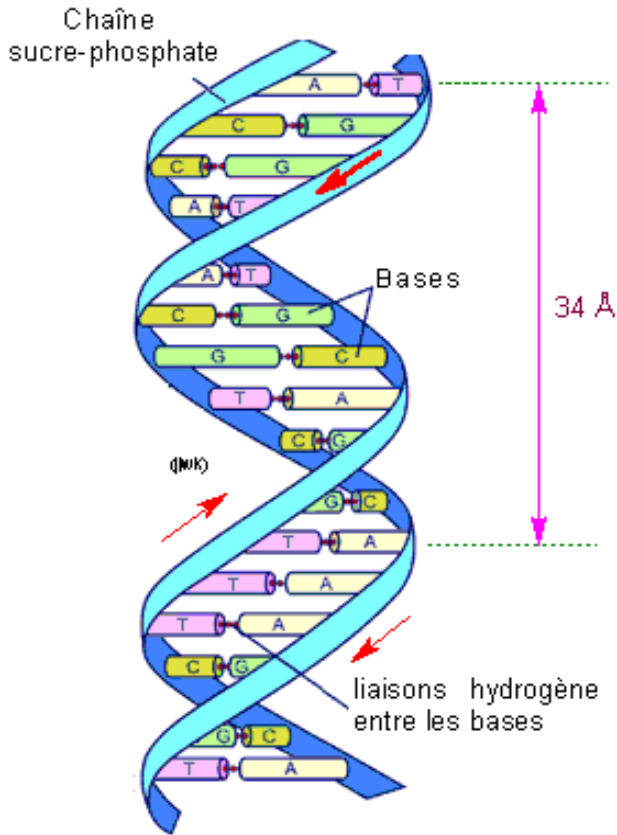
De l'observation du monde qui nous entoure, on constate une **grande diversité des êtres vivants, animaux et végétaux au niveau morpho-anatomique** : à l'heure actuelle, de l'ordre de 1.7 millions d'espèces sont présentes sur le globe mais l'inventaire est incomplet et les évaluations donnent des estimations de plusieurs millions voire dizaines de millions.

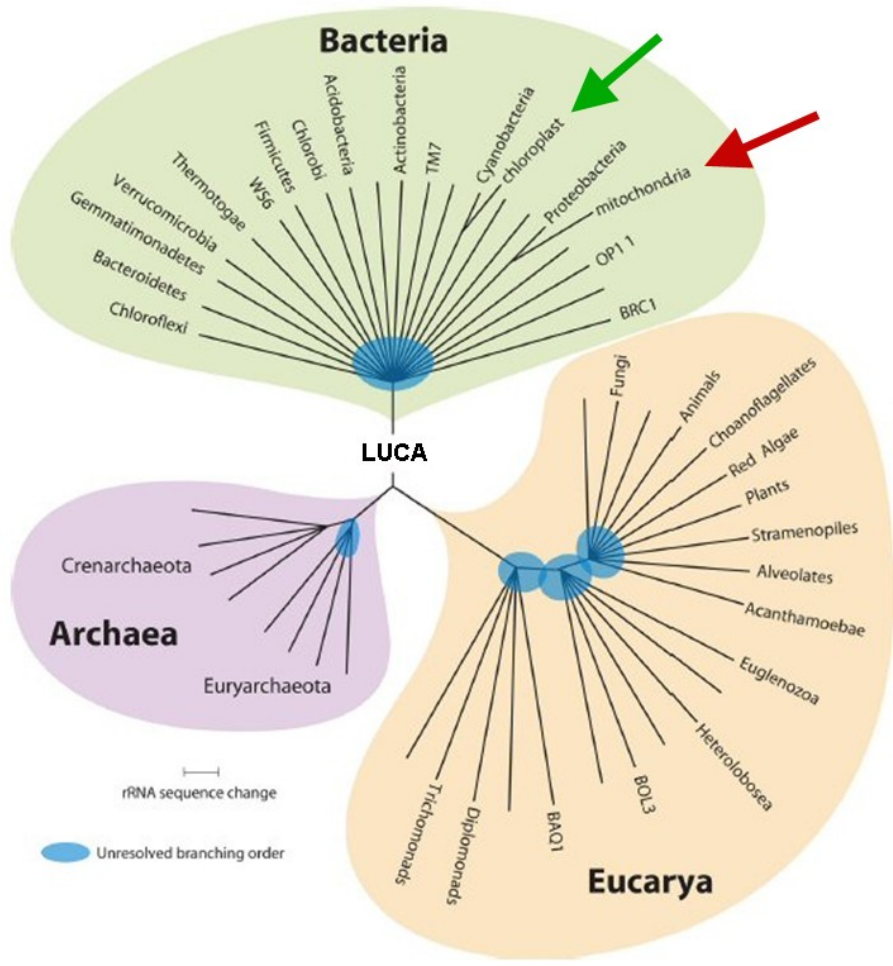


Néanmoins, tous les êtres vivants partagent un **certain nombre de caractéristiques communes** : au niveau cellulaire → cf partie A1., au niveau moléculaire → cf partie A2.



. Et au niveau moléculaire → cf partie A2.





Ceci permet de dire que tous les êtres vivants ont une **origine commune** donc des **relations de parenté** que l'espèce humaine a très vite essayé d'établir en classant les êtres vivants :  
 Aristote (-384 - -322 av J.C) a commencé à répartir les êtres vivants entre les animaux et les plantes et défini **l'espèce** comme **l'unité élémentaire de la classification**, à partir du XVII<sup>e</sup> siècle, les botanistes et, à un moindre degré, les zoologistes vont se mettre à inventorier la flore et la faune, et à avoir accès à des plantes et des animaux inconnus, ramenés de pays tropicaux ou équatoriaux.

*Est-il possible de classer les êtres vivants selon des critères hiérarchisés et d'étayer l'idée de phylogénèse et d'évolution des espèces au travers de l'étude de leur diversité ?  
 Quelle est la place des grands clades actuels, les Vertébrés et les Embryophytes ?*

# I. Bref historique des classifications pour mieux comprendre la classification phylogénétique

## 1. Classer le vivant avant le XXIe siècle, des classifications basées sur les études structurales et fonctionnelles

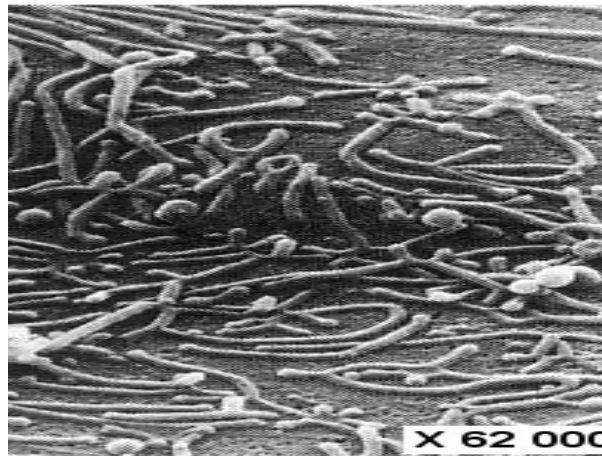
Première distinction : Règne animal / Règne végétal



Dromadaire  
Animaux



Végétaux  
Angiosperme

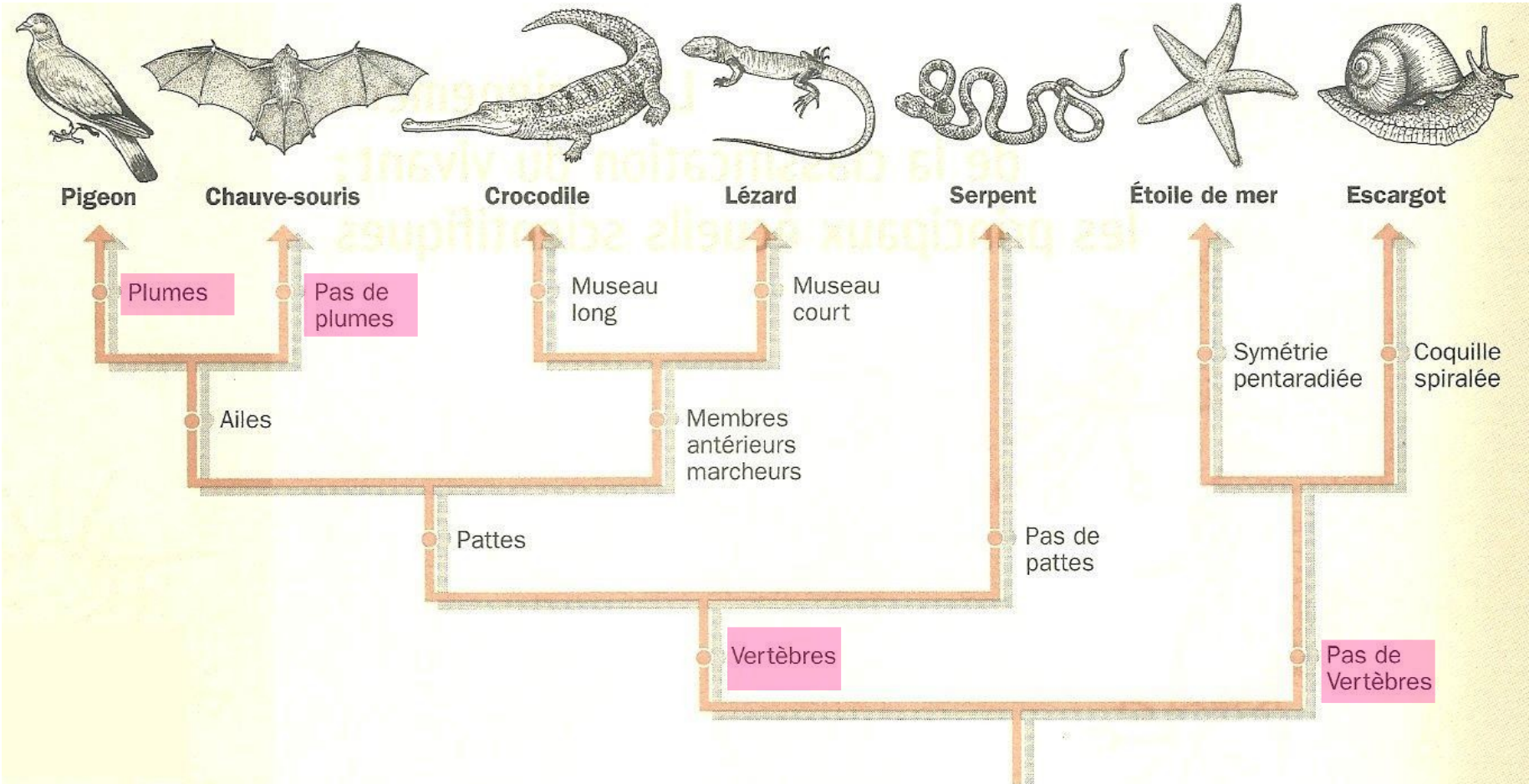


Bactéries  
*Mycoplasma pneumoniae*

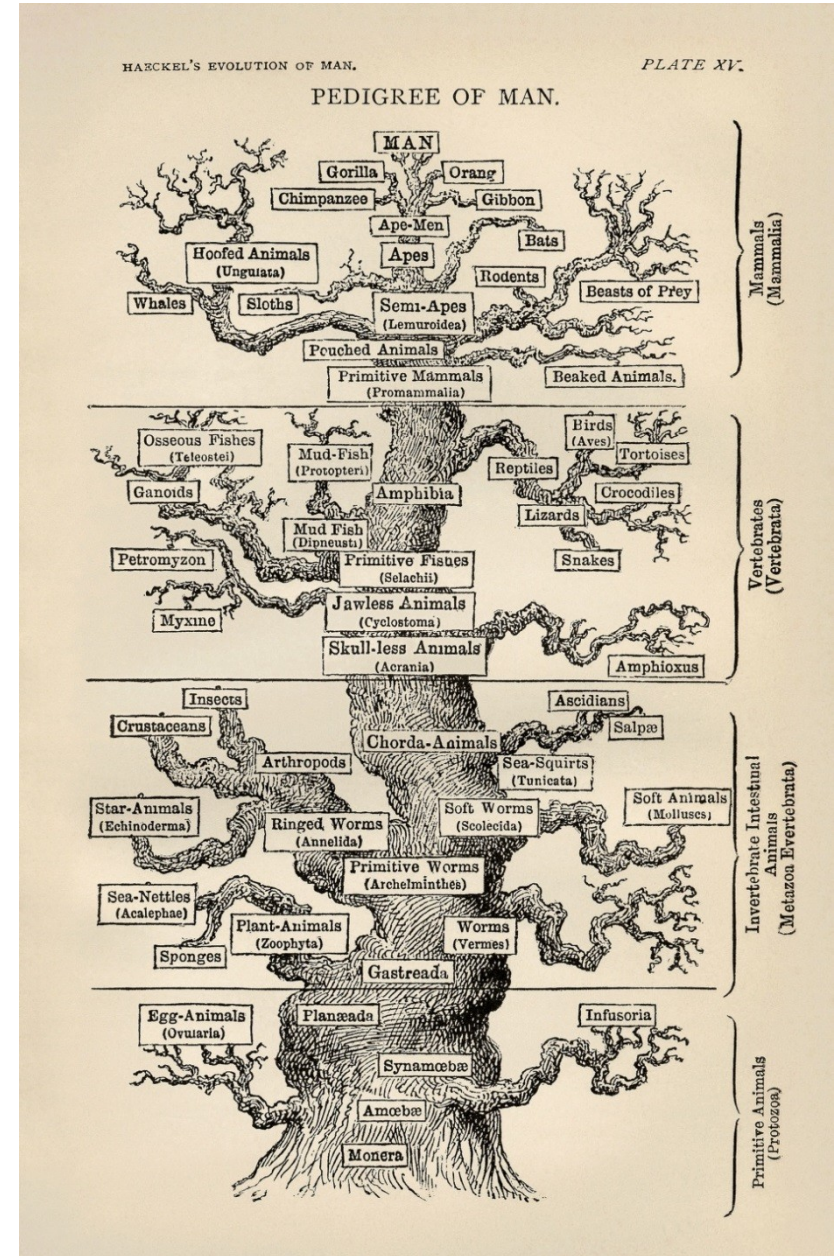
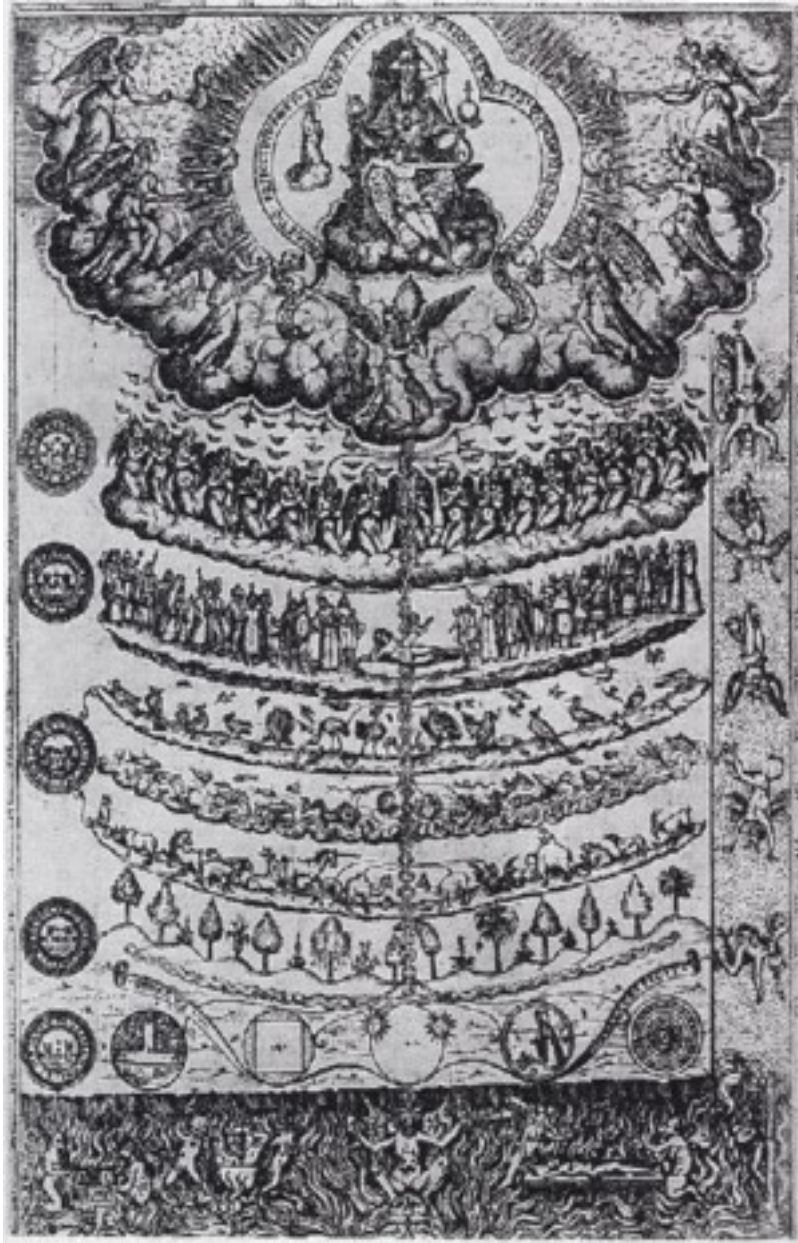


Champignons  
*Calocère sp*

Les premières classifications regroupent les êtres vivants selon des points communs mais aussi des différences → TRI : qui a, qui n'a pas



Et l'Homme est toujours placé « au dessus » des êtres vivants mais en dessous de Dieu



# Évolution de la notion d'espèce

## Evolution des définitions :

Cuvier (1769-1832) : « L'espèce est une collection de tous les corps organisés nés les uns des autres ou de parents communs et de ceux qui leur ressemblent autant qu'ils se ressemblent entre eux ».

Buffon (1707-1788) : « La comparaison de la ressemblance des individus n'est qu'une idée accessoire et souvent indépendante de la succession constante des individus par la génération ; car l'Ane ressemble au Cheval plus que le Barbet au Lévrier et cependant le Barbet (Caniche) et le Lévrier ne font qu'une même espèce, puisqu'ils produisent ensemble des individus qui peuvent eux-mêmes en produire d'autres au lieu que le Cheval et l'Ane sont certainement des espèces différentes, puisqu'ils ne produisent ensemble que des individus viciés et inféconds ».

Linné (1707-1778) : « Ensemble d'individus qui engendrent par la reproduction, d'autres individus semblables à eux-mêmes ». Derrière ces définitions se cachent l'idée du « fixisme » : les individus d'une même espèce restent identiques, n'évoluent pas.

Mayr (1904-2005) : « Groupe de populations naturelles, effectivement ou potentiellement interfécondes, qui sont génétiquement isolées d'autres groupes similaires ».

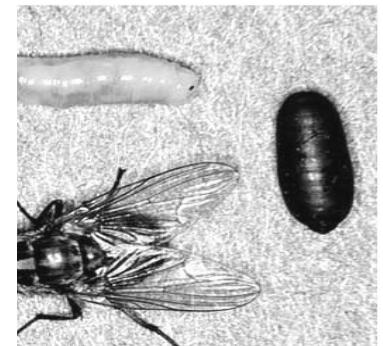
Lecointre (1964 - ) : « Une espèce regroupe sous le même nom un ensemble monophylétique d'individus qui dans leur milieu naturel non perturbé se reconnaissent comme partenaires sexuels et donnent une descendance féconde ».



polymorphisme dû à la sélection artificielle : Un Dogue et un Chihuahua côte à côte

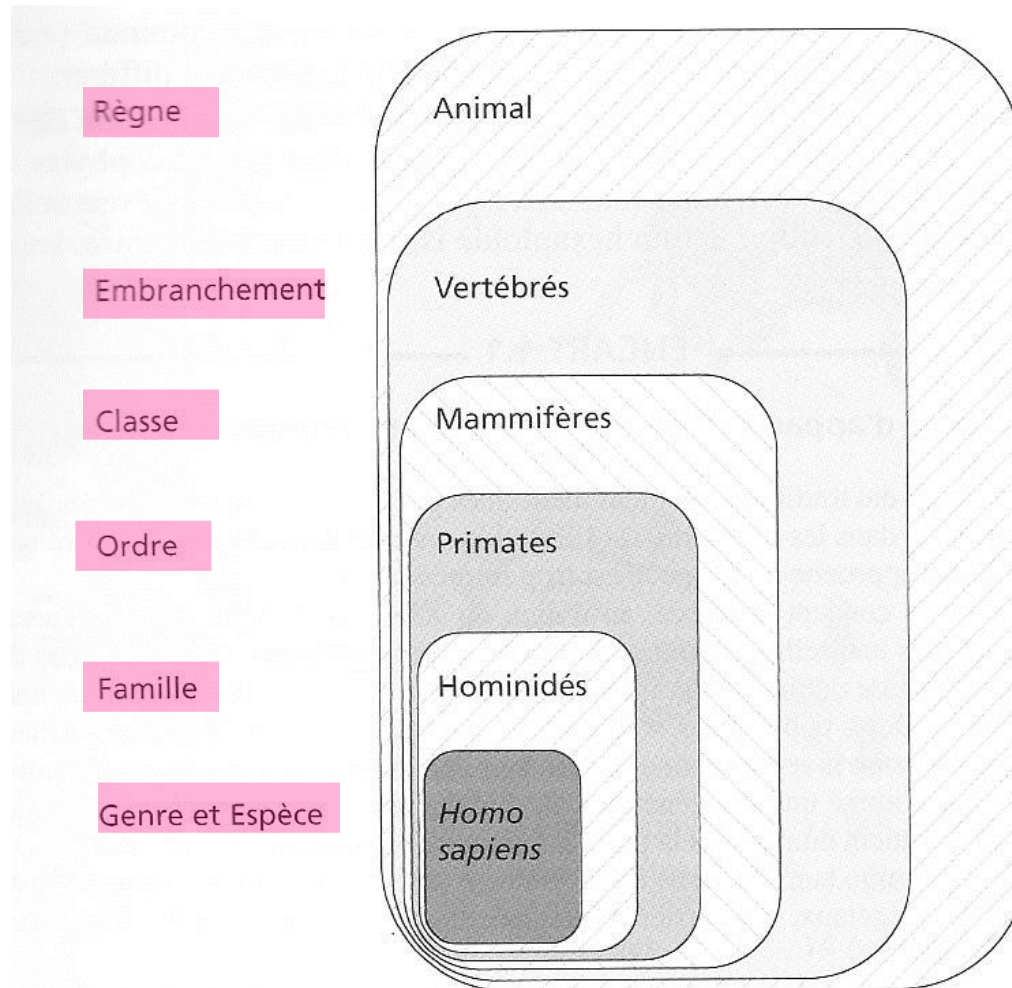


dimorphisme sexuel entre un mâle et une femelle de Lucane



polymorphisme entre les différents stades de développement chez la mouche : larve, pupa et imago

## Les catégories supra-spécifiques



Les rangs formels.

Ainsi l'espèce humaine fait partie du règne animal, de l'embranchement des Vertébrés, de la classe des Mammifères, de l'ordre des primates, de la famille des hominidés et est nommée *Homo sapiens* (genre et espèce).

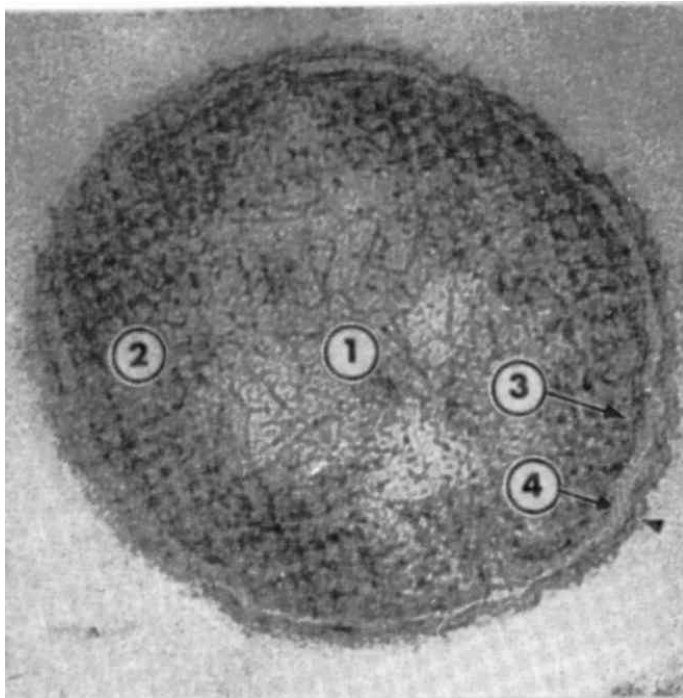
## Les catégories supra-spécifiques, exemple du Loup



A.V

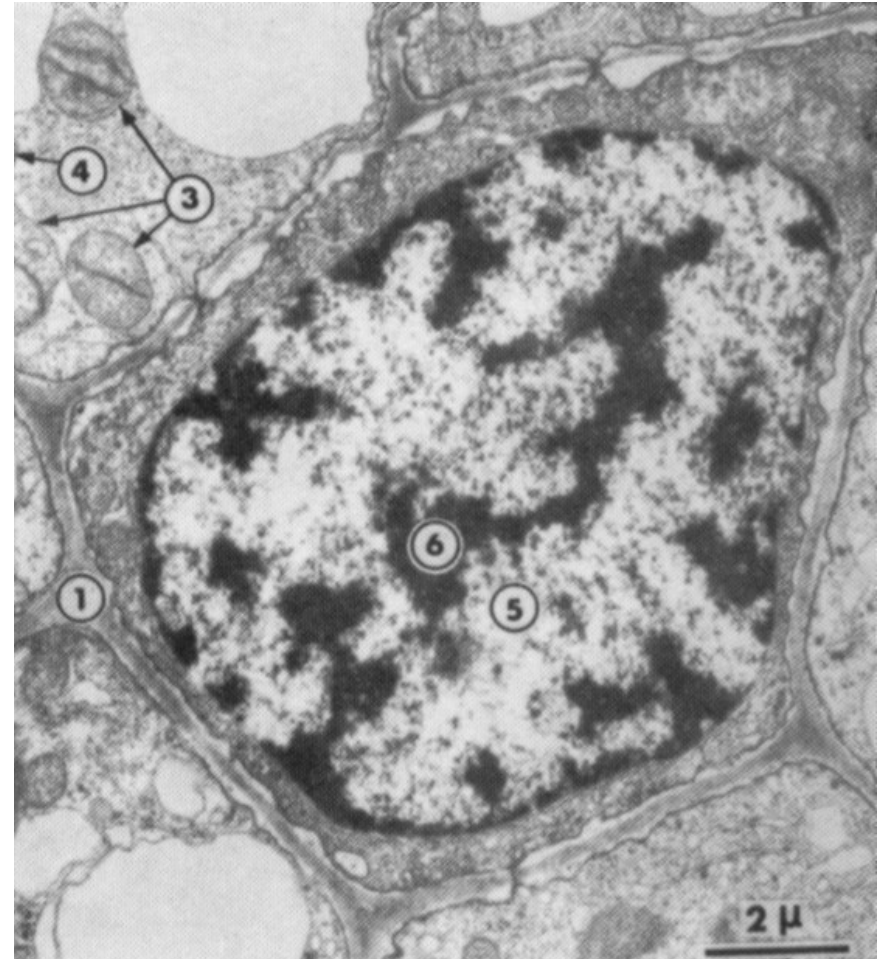
<u>Exemple du Loup</u>	Nom latin	Nom français	Signification
<b>Règne</b>	<i>Animalia</i>	<i>Animaux</i>	Eucaryote phagotrophe
<b>Embranchement</b>	<i>Chordata</i>	<i>Cordés</i>	Le système nerveux forme un tube dorsal par rapport au tube digestif.
Sous-embranchement	<i>Craniata</i>	<i>Craniates</i>	Possèdent un crâne dans lequel se trouve la partie antérieure du système nerveux.
Super-classe	<i>Gnathostoma</i>	<i>Gnathostomes</i>	Présence de mâchoires, d'un labyrinthe à 3 canaux semi-circulaires et d'un organe olfactif s'ouvrant sur l'extérieur par 2 narines.
<b>Classe</b>	<i>Osteichthyes</i>	<i>Ostéichthyens</i>	Squelette osseux
Sous-classe	<i>Sarcoptérygii</i>	<i>Sarcoptérygiens</i>	Un seul élément osseux (humérus ou fémur) s'articule au niveau de la ceinture (pectorale ou pelvienne)
Division	<i>Tétrapoda</i>	<i>Tétrapodes</i>	4 membres à 5 doigts
Infra-classe	<i>Mammalia</i>	<i>Mammifères</i>	Présence de mamelles et de poils
Division	<i>Theria</i>	<i>Thériens</i>	Paroi du crâne particulière
Super-ordre	<i>Eutheria</i>	<i>Euthériens (placentaires)</i>	Développement embryonnaire dans l'utérus maternel et échanges foeto-maternels grâce au placenta.
<b>Ordre</b>	<i>Carnivora</i>	<i>Carnivores</i>	Présence de dents carnassières et canines transformées en crocs
Sous-ordre	<i>Caniformia</i>	<i>Caniforme</i>	Bulbe tympanique formé d'une chambre unique
Super-famille	<i>Canoidea</i>	<i>Canoïdés</i>	
<b>Famille</b>	<i>Canidae</i>	<i>Canidés</i>	Molaires nombreuses et griffes non rétractiles
Sous-famille	<i>Caninae</i>	<i>Caninés</i>	Fissipèdes, digitigrades
<b>Genre</b>	<i>Canis</i>	<i>Canin</i>	
<b>espèce</b>	<i>Lupus</i>	<i>Loup</i>	

distinction procaryotes/eucaryotes (Chatton, 1920)



Cellule procaryote

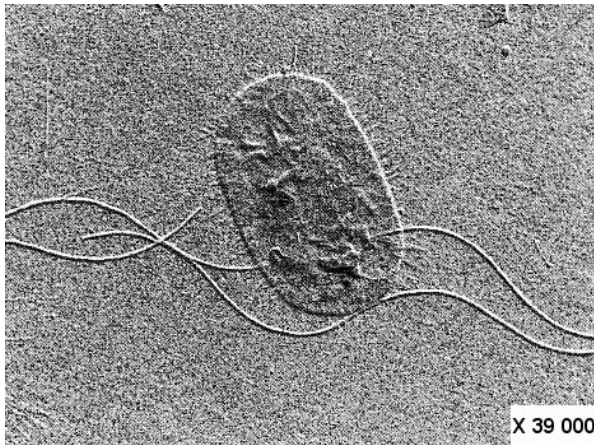
2 μm



Cellule eucaryote

## les cinq Règnes (Whittaker, 1969)

### Les Procaryotes



*Proteus vulgaris*

### Les Protistes



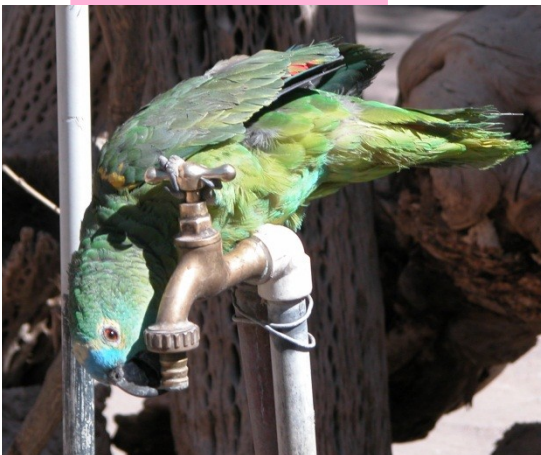
*Euglène sp.*

### Les Métaphytes



*Prêle sp.*

### Les Métazoaires



*Perroquet*

### Les Métaphytes



*Clathrus sp.*

# Classification traditionnelle des Vertébrés

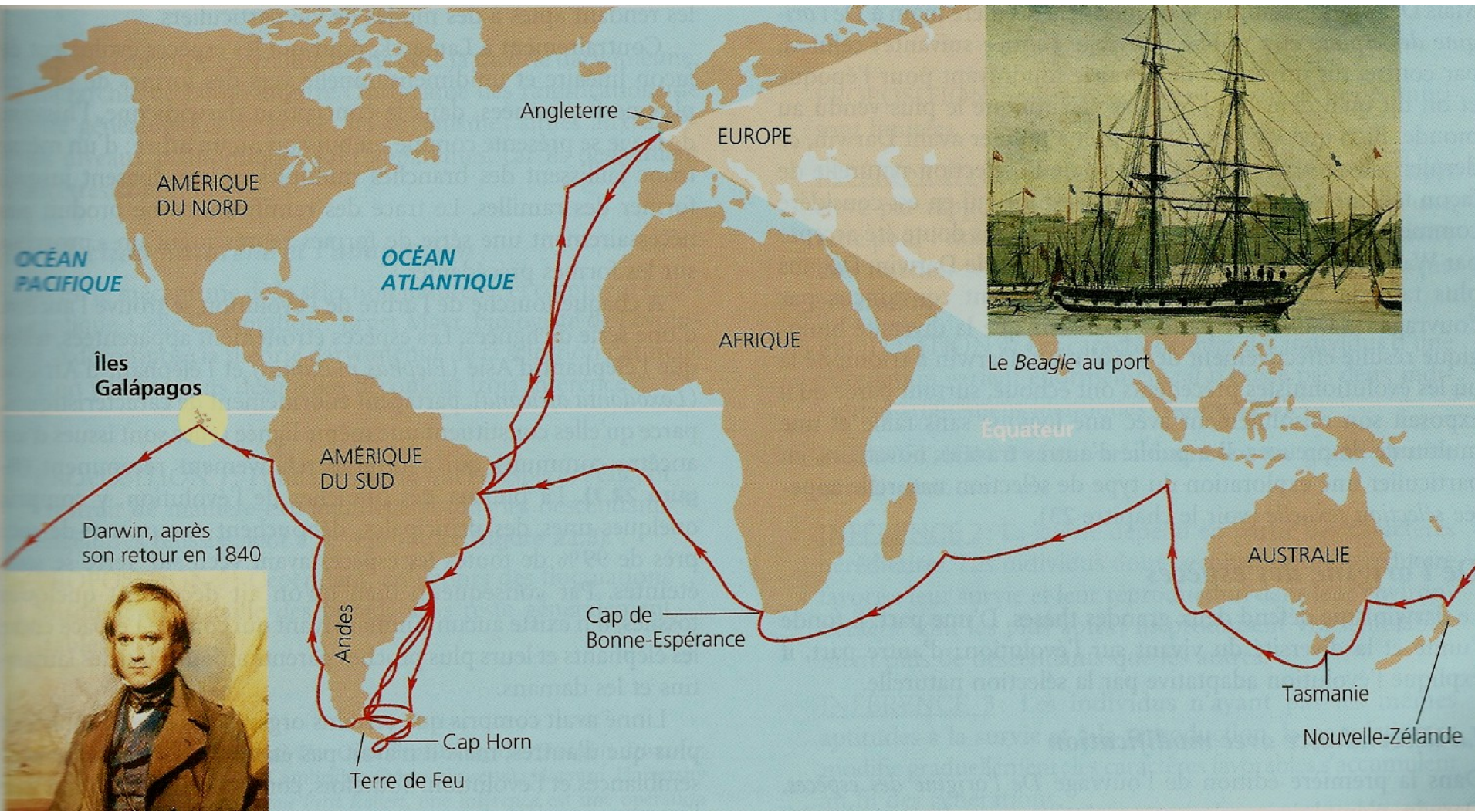
→ reflète davantage des adaptations au milieu que des parentés évolutives

		Mâchoires	Endo-squelette	Appendices locomoteurs	Surfaces respiratoires	Membranes extra-embryonnaires	Température du corps	Tégument	
POISSONS	Agnathes	Absence de mâchoires	CARTILAGE	Pas d'organes pairs	BRANCHIES	ANAMNIOTES (sac vitellin, chorion)	ECTOTHERMES	Nu	
	Chondrichthyens	GNATHOSTOMES		NAGEOIRES (poissons)				Principalement branchies, mais spécialisation secondaire du tégument et du T.D.	Écailles placcoïdes
	Ostéichthyens		OS						MEMBRES (tétrapodes)
TÉTRAPODES	Amphibiens	GNATHOSTOMES	OS	MEMBRES (tétrapodes)	POUMONS	AMNIOTES (sac vitellin, chorion + amnios, allantoïde)	ENDOTHERMES	Nu	
	Reptiles							AGLANDULAIRE (sec)	Écailles épidermiques
	Oiseaux								Plumes et écailles épidermiques
	Mammifères							Secondairement glandulaire (sécrétions eau, lipides)	Poils

A.V

## 2. Classer le vivant au XXI<sup>e</sup> siècle : la classification phylogénétique (Woese et Fox, 1977 et en constante évolution) !

Dans *L'origine des espèces*, Darwin écrivait :  
« Nos classifications deviendront, dans la mesure où cela sera possible, des généalogies ».

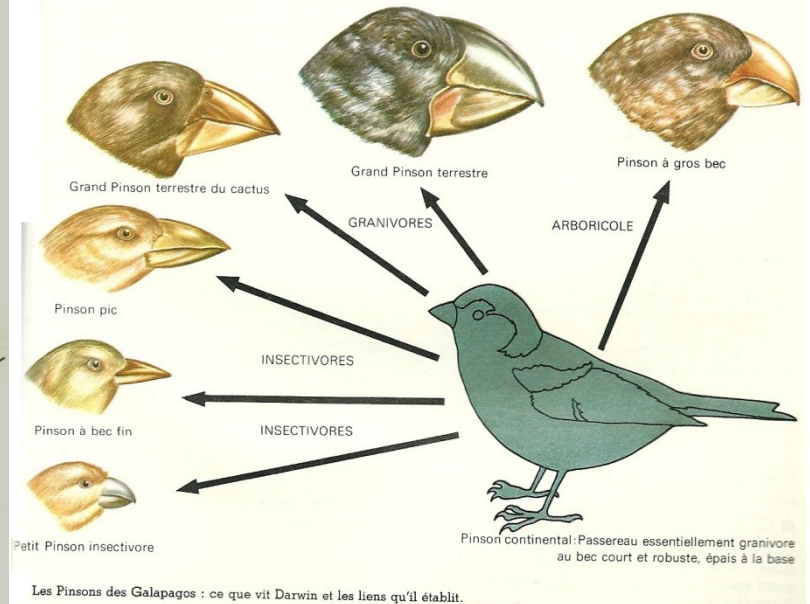


A BORD DU « BEAGLE », DARWIN PASSA CINQ SEMAINES A EXPLORER L'ARCHIPEL DES GALAPAGOS



Carte des îles Galapagos et itinéraire de Darwin

Life Nature Library/Evolution painting by A.E. Brotman, Time-Life Bks. Inc. Publ. © 1962 Time Inc.



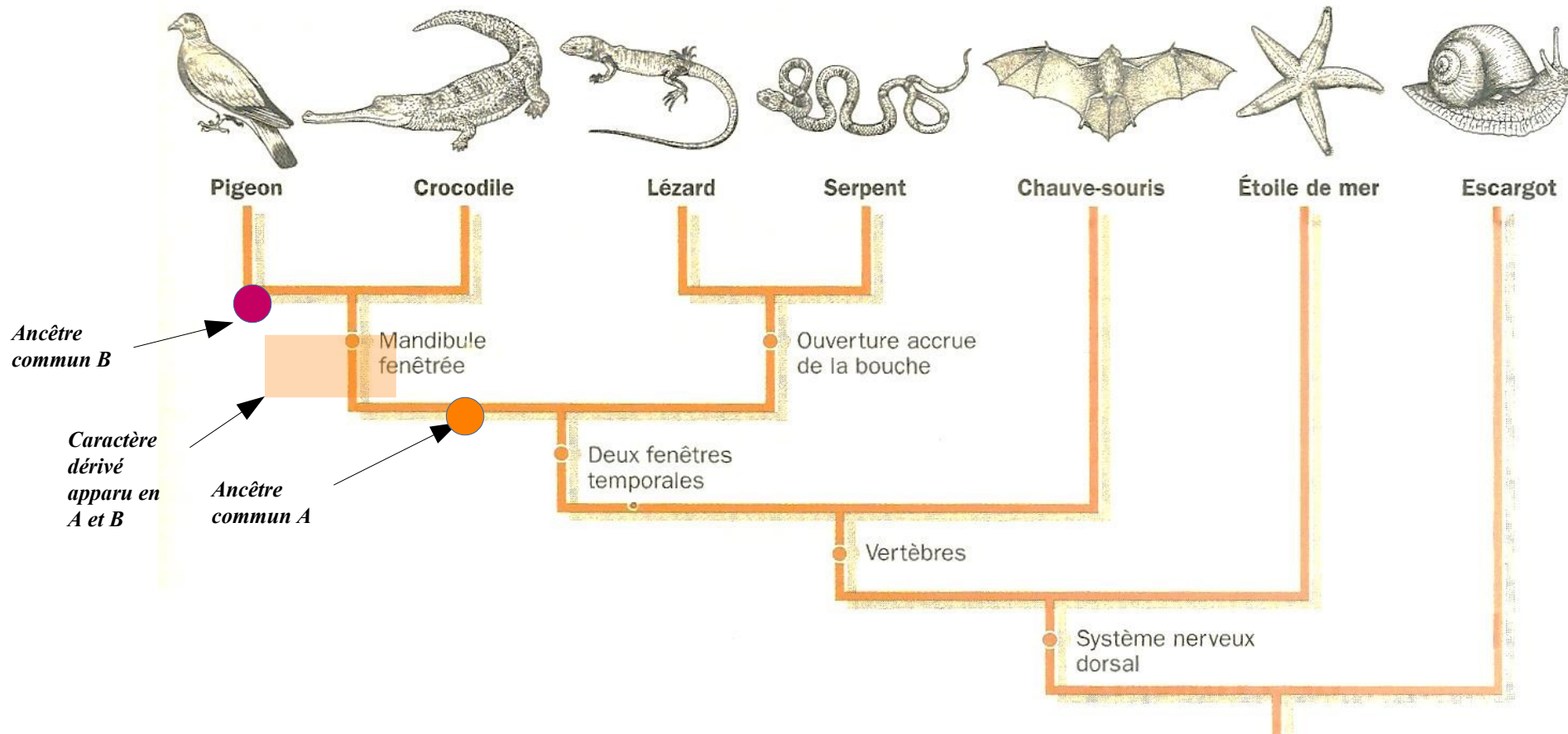
La théorie darwinienne prend en compte les variations des organismes au cours des générations successives. Les mutations du génome aboutissent à une diversification des populations et celles conférant un avantage sont sélectionnées c'est-à-dire conservées et transmises à la descendance, c'est la **sélection naturelle**.

La classification phylogénétique a pour objectif de :

**rassembler entre eux les organismes ayant un ancêtre commun et d'ordonner ces ancêtres les uns par rapport aux autres c'est à dire d'établir une « généalogie ».**

La classification phylogénétique ne reconnaît que les **groupes monophylétiques**, groupes ou taxons, comprenant un ancêtre hypothétique et l'ensemble de ses descendants.

Un taxon est un regroupement monophylétique quel que soit le rang (classe, ordre, famille...).



L'arbre phylogénétique ou dendrogramme est un diagramme des relations de parenté entre les espèces et les groupes d'espèces :

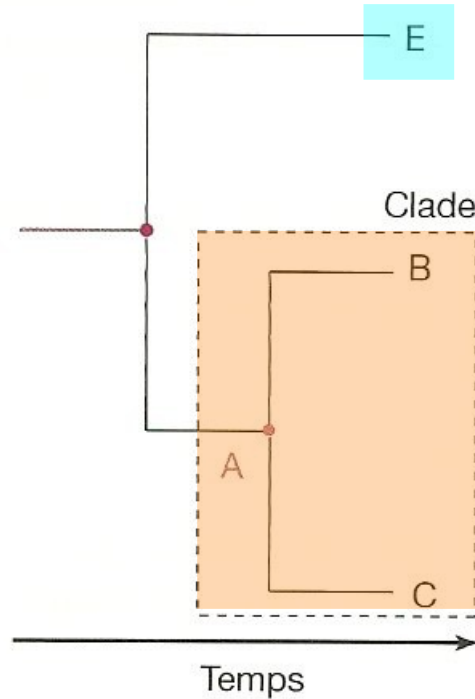
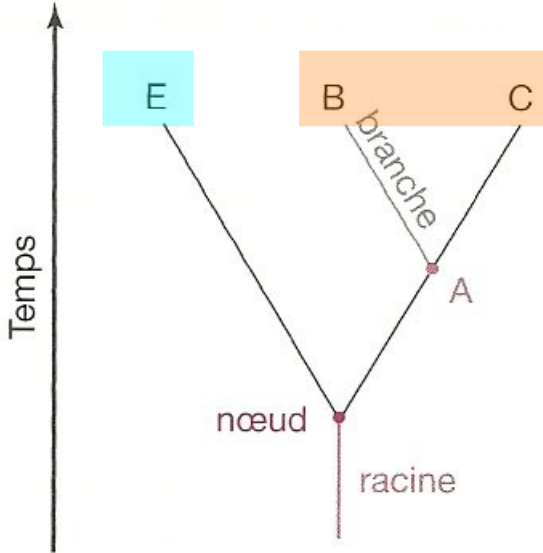
A.V

- le groupe étudié est l'**intragroupe**.

- un nœud est un ancêtre commun hypothétique

- tous les descendants de cet ancêtre forme un **groupe monophylétique** (ensemble des organismes ayant le plus de liens génétiques entre eux qu'avec tous les organismes) ou **clade**.

- la **racine** oriente l'arbre dans le **temps** (notion d'évolution), elle est déterminée par le groupe extérieur ou **extra-groupe (E)** qui ne partage pas les caractères communs au clade considéré (A, B et C).



La classification phylogénétique prend en compte **deux notions importantes** :

- au cours des temps, des groupes sont apparus, d'autres ont disparu

- au cours des temps, certains caractères ont évolué (tous les caractères n'évoluent pas en même temps).

## Critères utilisés en phylogénie

Caractères	Exemples	
	Animaux	Végétaux
Morphologiques	Présence ou absence de queue, plumes, poils...	Présence ou absence de cornes ou d'ovule...
Anatomiques	Présence ou absence de nageoires rayonnées, de membres chirodiens...	Présence ou absence de tissus conducteurs, de tissus de soutien...
Cytologiques	Présence ou absence de noyau, de paroi squelettique, d'un organe particulier...	
Physiologiques	Présence ou absence de thermorégulation, de lactation...	Type de photosynthèse, présence ou absence de photorespiration...
Embryologiques	Nombre de feuillet embryonnaires, devenir du blastopore...	Nombre de cotylédons, mise en place ou non de feuilles avant la déshydratation de la graine...
Chromosomiques	Nombre de chromosomes, délétions, translocations, fusions...	
Moléculaires	Remplacement d'une base azotée X par une base Y dans une séquence d'ADN ou d'ARN Remplacement d'un acide aminé X par un acide aminé Y dans une séquence peptidique	

*Critères également utilisés dans les anciennes classifications*

*Critères utilisés pour la classification phylogénétique*

On obtient un **cladogramme** en prenant en compte les **deux états possibles de chaque caractère considéré** : **primitif ou plésiomorphe** et **dérivé ou apomorphe**.

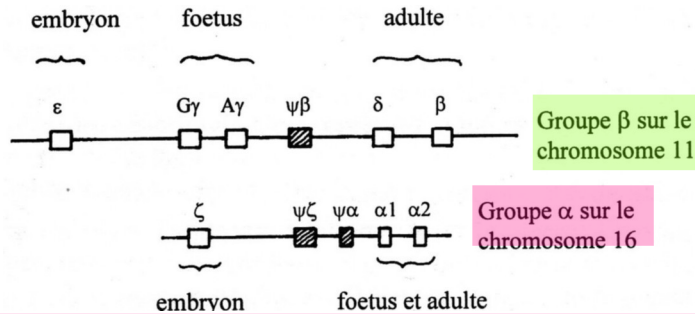
L'état primitif d'un caractère donné est **l'état du caractère dans l'extra-groupe**, considéré comme l'état ancestral, **l'état dérivé étant interprété comme le résultat d'une modification par mutation**.

On compare alors les caractères donnés des êtres vivants afin de « dire » que **ceux qui partagent le plus de caractères dérivés sont les plus proches parents**.

## Exemple de phénogramme

Les protéines de la famille des globines où l'on trouve l'hémoglobine et la myoglobine, offrent un très bel exemple d'évolution par duplication de gène.

Si le **gène de la myoglobine** est unique dans le génome humain et localisé sur le **chromosome 22**, les **gènes de la famille des globines constituant l'hémoglobine se répartissent en 2 groupes**, le **groupe β** localisé sur le **chromosome 11** comprenant 4 gènes:  $\epsilon$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$  et  $\beta$ , exprimés successivement au cours du développement et le **groupe α** situé sur le **chromosome 16** et comprenant un **gène ζ**, deux gènes  $\alpha$



Une molécule d'hémoglobine contient 2 molécules du groupe β identiques et 2 molécules du groupe α identiques: chez l'**embryon**, l'hémoglobine est  $\zeta_2\epsilon_2$ , chez le **foetus**  $\alpha_2\gamma_2$ , chez l'**adulte**  $\alpha_2\beta_2$  avec une faible proportion de  $\alpha_2\delta_2$  (environ 1%)

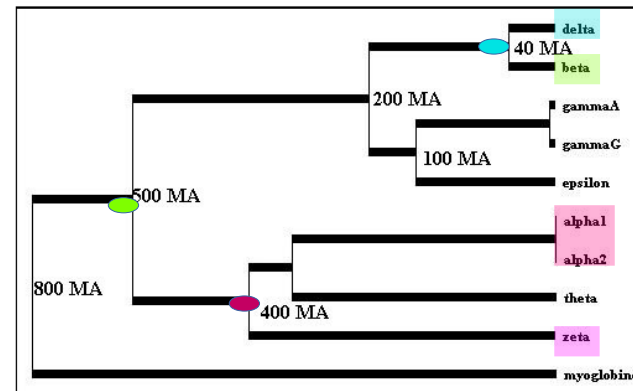
Toutes ces globines ont une structure très proche et ne diffèrent que de quelques aa dans leur séquence. Le logiciel Phylogène permet de calculer ces différences. On peut alors construire un arbre d'évolution probable où tous les gènes de globines dérivent d'un même gène ancestral.

	alpha1	alpha2	theta	zeta	gammaA	gammaG	epsilon	delta	beta	myoglobine
alpha1	0	0	52	55	81	81	85	78	77	102
alpha2		0	52	55	81	81	85	78	77	102
theta			0	66	84	84	87	84	85	105
zeta				0	83	83	83	85	87	100
gammaA					0	1	27	40	37	106
gammaG						0	28	39	36	106
epsilon							0	38	33	107
delta								0	9	104
beta									0	104
myoglobine										0

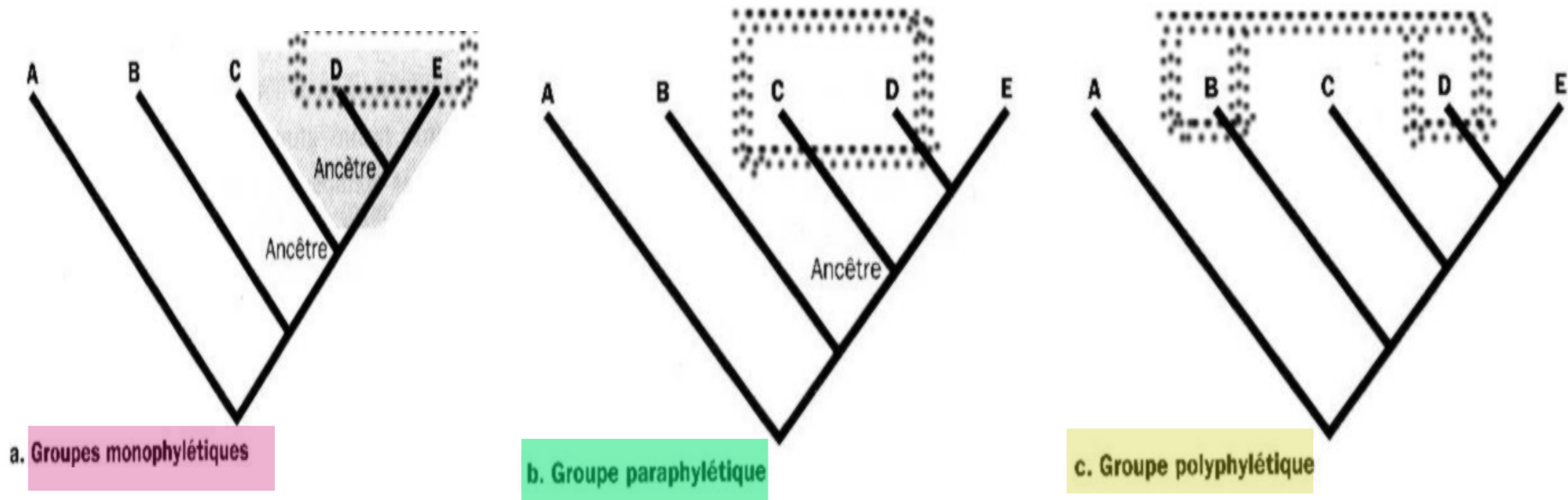
55 différences entre alpha et zeta

9 différences entre beta et delta

77 différences entre beta et alpha

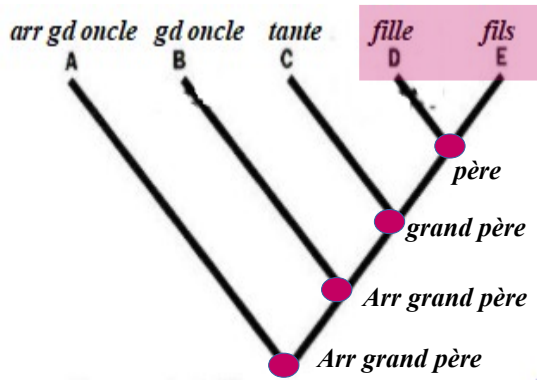


## les groupes phylogénétiques

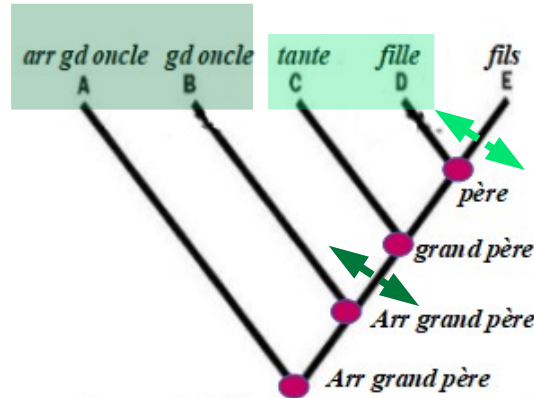


Tous les groupes utilisés aujourd'hui devraient donc être monophylétiques, ce n'est cependant pas le cas : on continue d'employer des termes surannés qui désignent plutôt un niveau d'organisation qu'un taxon.

## les groupes phylogénétiques

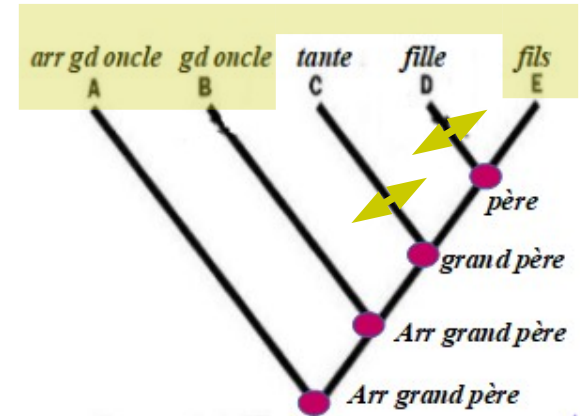


Les enfants Martin constituent un groupe monophylétique



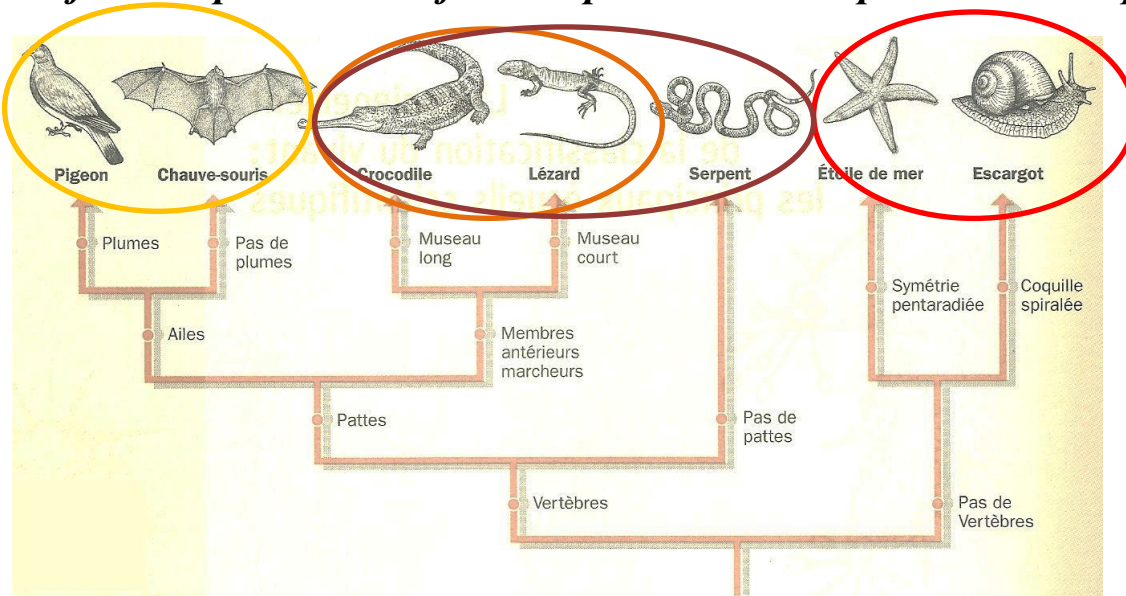
Les femmes de la famille Martin constituent un groupe paraphylétique puisqu'on exclue le fils qui pourtant partage le père comme ancêtre commun avec sa soeur

De mêmes, les « anciens » de la famille Martin (gd oncle, arr gd oncle) de la famille Martin constituent un groupe paraphylétique puisqu'on exclue tous les descendants à partir du grand-père qui partage pourtant l'arrière grand-père comme ancêtre commun le grand oncle

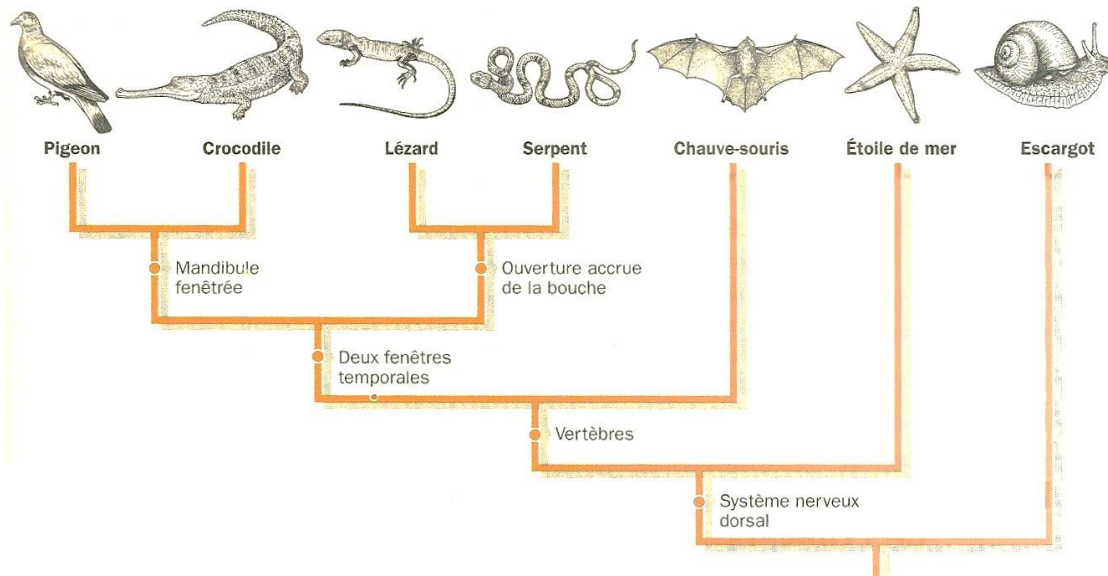


Les hommes de la famille Martin constituent un groupe polyphylétique puisqu'on exclue plusieurs descendants (la tante et la fille) de plusieurs ancêtres communs (père et grand père)

→ **Reprendre la classification fixiste (doc 2) et y trouver les groupes para et polyphylétiques définis d'après la classification prenant en compte les liens de parentés (doc 6).**

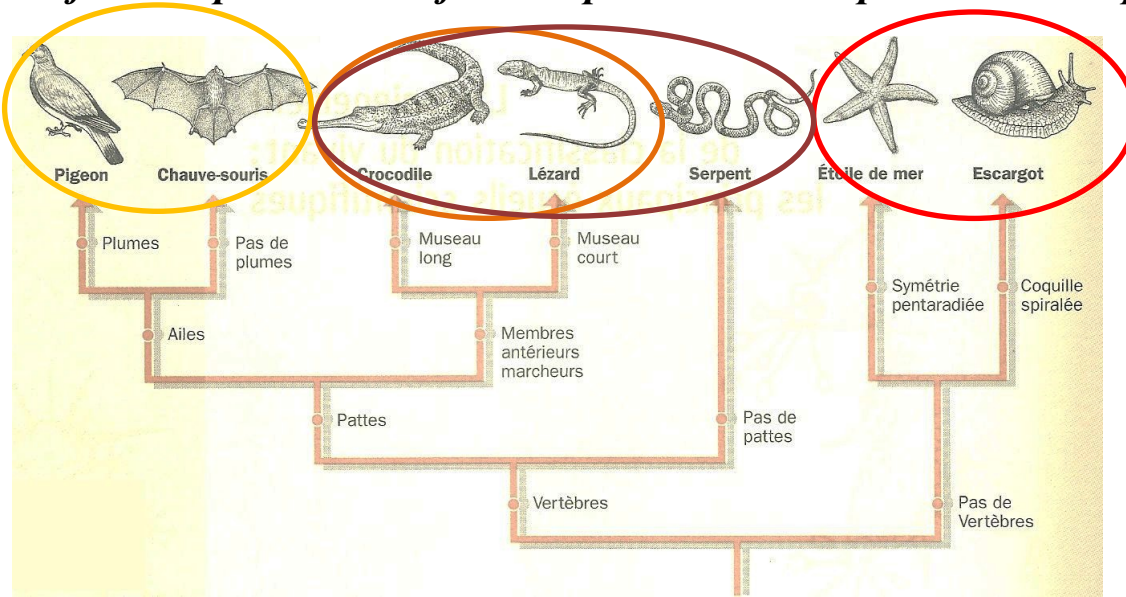


Classification fixiste  
**regroupe les êtres vivants selon des points communs mais aussi des différences = TRI : qui a, qui n'a pas**

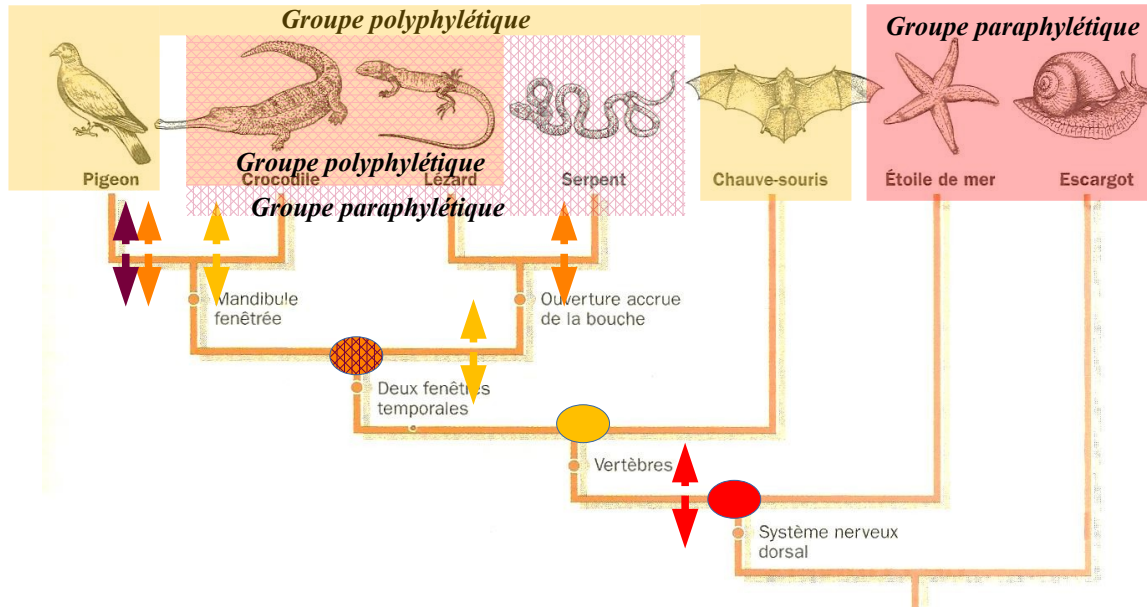


Classification phylogénétique :  
**regroupe les êtres vivants selon leurs points communs uniquement = CLASSEMENT : regroupement selon caractères partagés**

→ **Reprendre la classification fixiste (doc 2) et y trouver les groupes para et polyphylétiques définis d'après la classification prenant en compte les liens de parentés (doc 6).**



Classification fixiste  
**regroupe les êtres vivants selon des points communs mais aussi des différences = TRI : qui a, qui n'a pas**

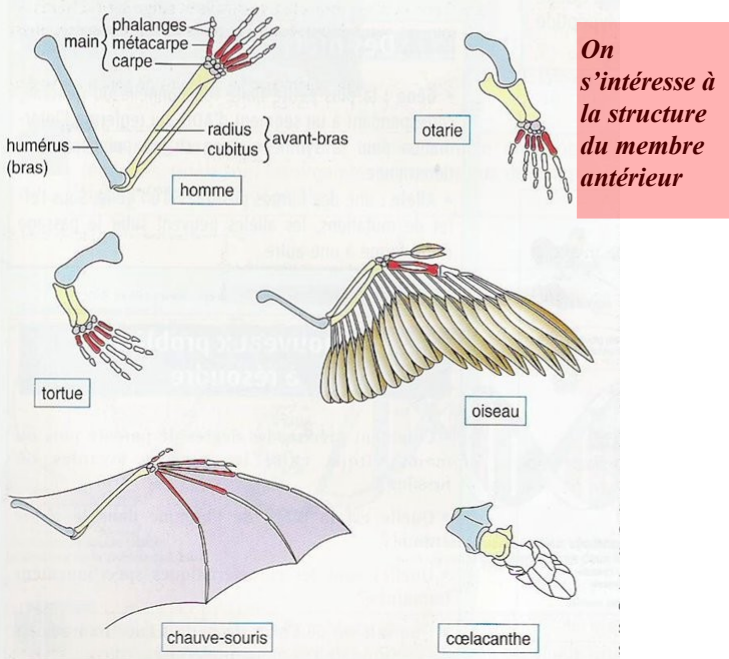


Classification phylogénétique :  
**regroupe les êtres vivants selon leurs points communs uniquement = CLASSEMENT : regroupement selon caractères partagés**

## II. La construction d'un arbre phylogénétique : 6 étapes

### 1. quels caractères pour classer le vivant ? → différence entre homologie et homoplasie

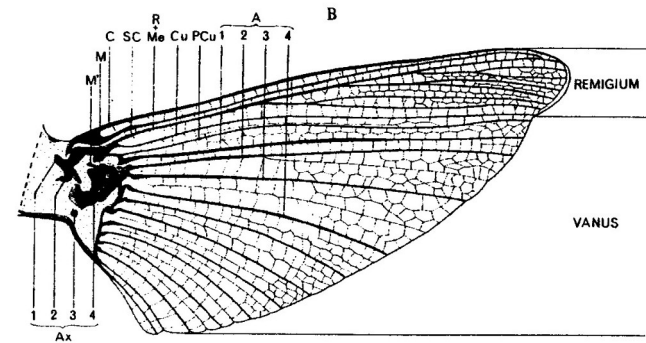
Caractères homologues = Synapomorphie



Caractères analogues = Homoplasie



On s'intéresse à la fonction « aile »



1A, 2A, 3A, 4A : nervures anales 1, 2, 3, 4 ; Ax.1, Ax.2, Ax.3, Ax.4 : sclérites axillaires 1, 2, 3, 4 ;  
 C : nervure costale ; Cel. : cellule ; Cu. : nervure cubitale ; M., M' : plaques médianes ;  
 Me. : nervure médiane ; N.L.Ac. : nervure longitudinale accessoire ; P.C. : nervure précostale ;  
 P.Cu. : nervure post-cubitale ; Pl.Cu. : pli cubital ; R. : nervure radiale ; S.C. : nervure sous-costale.

*A partir de l'observation des squelettes et des membres antérieurs de Vertébrés dessinés sur les planches des annexes 1 et 2 :*

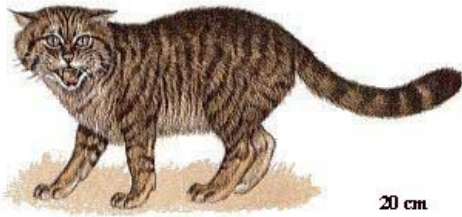
*→Relever les grands points communs dans l'organisation de ces squelettes d'après les connaissances acquises à partir de la dissection de la souris (A1.TP7) ?*

*→Observer plus précisément la position des membres pairs dans le squelette et leur organisation : fonction, position sur le squelette, pièce du squelette à laquelle ils sont rattachés.*

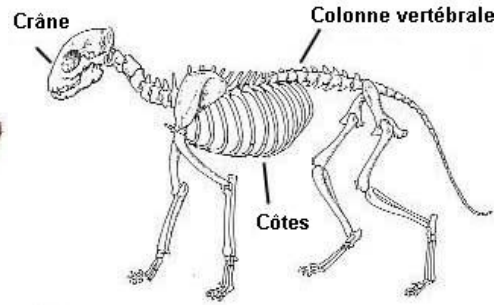
*→ Pour tous ces membres, colorier en vert l'humérus ou les pièces rattachant le membre à la ceinture scapulaire, en bleu le radius et l'ulna (cubitus), en jaune les carpes et métacarpes, en orange les phalanges.*

*→Justifier que les organes locomoteurs du chat, de la grenouille, de la mésange, de l'oreillard, du dauphin et de la sardine sont des structures homologues en tant que membres pairs.*

*→Qu'en est-il de la du membre antérieur de la sardine et du dauphin en tant que nageoire ?*



20 cm

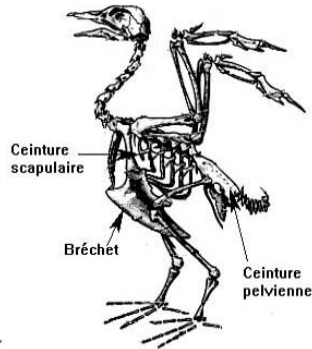


2 cm

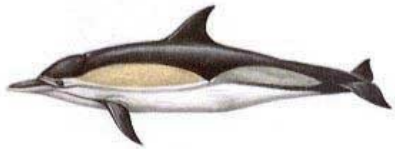
- squelette osseux



5 cm



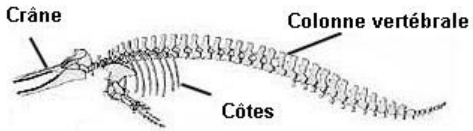
1 cm



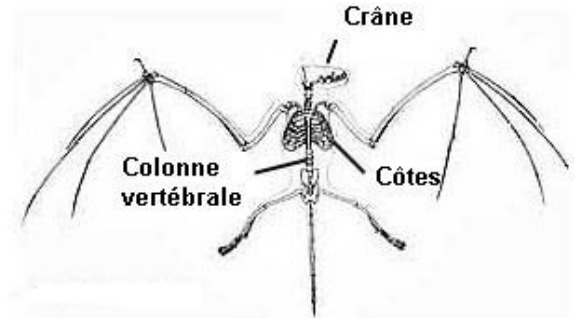
100 cm



5 cm



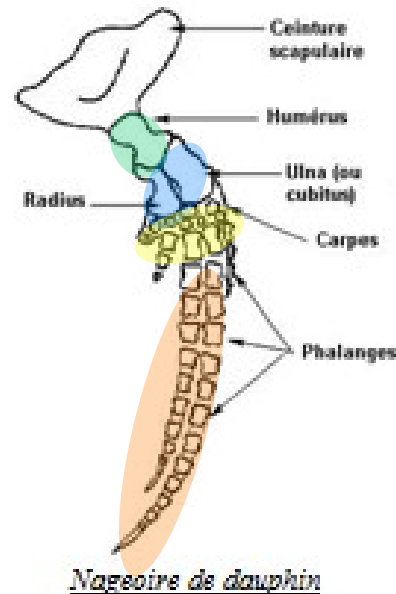
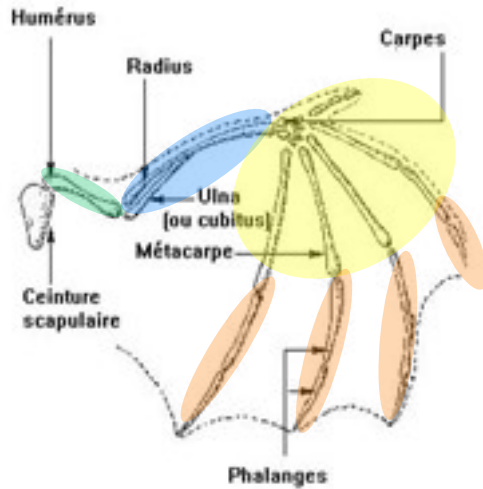
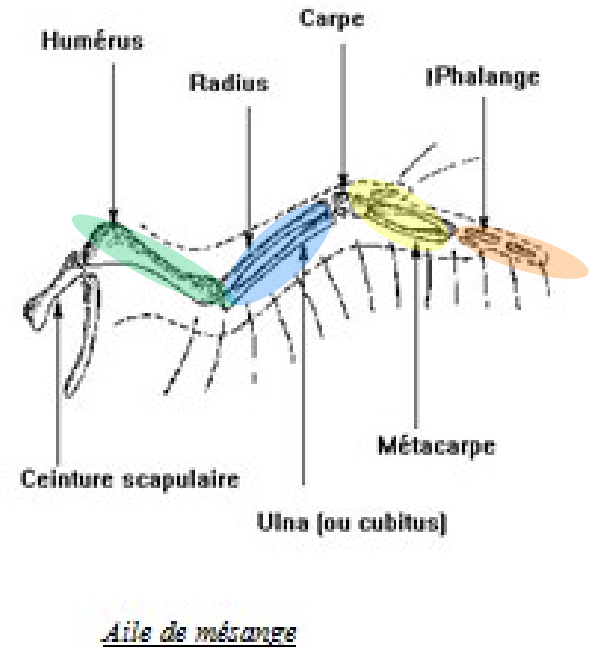
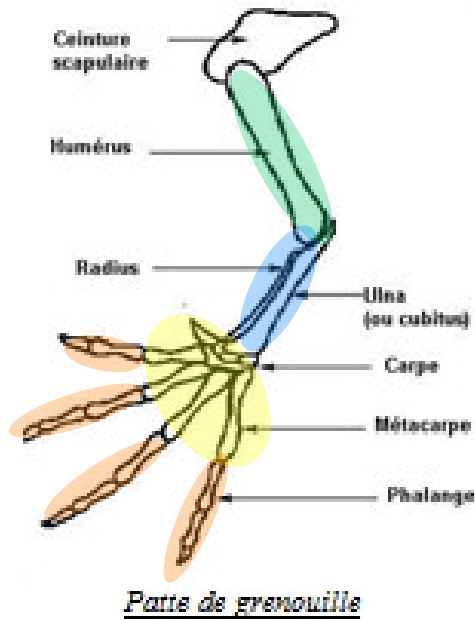
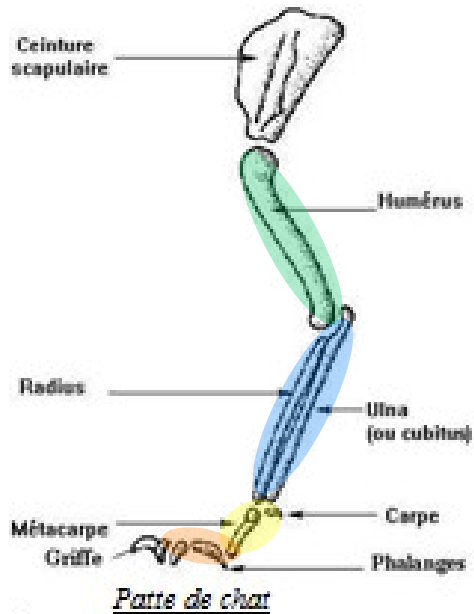
- squelette osseux



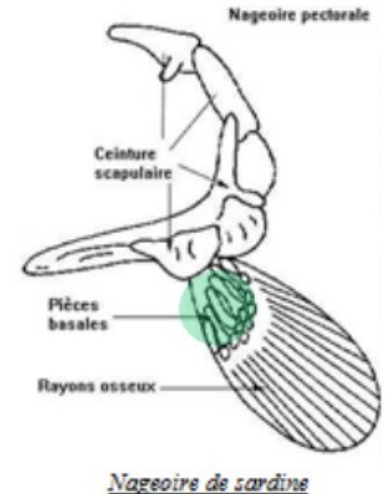
- squelette osseux

Tous ces membres paires s'attachent au corps au niveau d'une ceinture scapulaire, ce sont donc des structures homologues en tant que « membre pair »

ALV



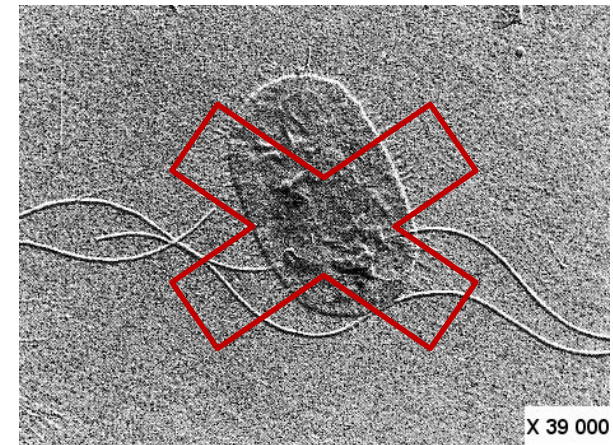
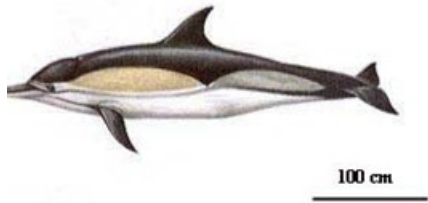
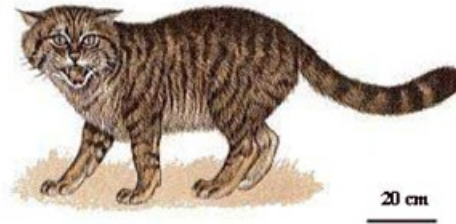
La nageoire du dauphin et de la sardine n'ont pas la même structure, l'une s'attache à la ceinture scapulaire par un élément osseux, l'humérus, l'autre par de nombreuses pièces bases, il s'agit donc de structures analogues en tant que « nageoire »



Aile d'oreillard (ou de chauve-souris)

## 2. comment choisir l'extra-groupe

L'extra-groupe doit être suffisamment différent des êtres vivants que l'on cherche à classer pour pouvoir polariser les caractères (primitifs ou dérivés) tout en restant suffisamment proche pour que la comparaison est une sens : pour classer les vertébrés, on ne choisit pas les eubactéries comme extra-groupe.



### 3. comment polariser un caractère ? → Détermination des 2 états d'un caractère

On procède à partir de deux critères :

• **critère ontogénique** (relatif au développement embryonnaire) : la loi de Haeckel stipule que si chez une espèce donnée, un caractère évolue au cours du développement embryonnaire, alors le premier état du caractère étudié est l'état primitif, l'état final dérivé.

Loi de Haeckel, « l'ontogenèse récapitule la phylogenèse »

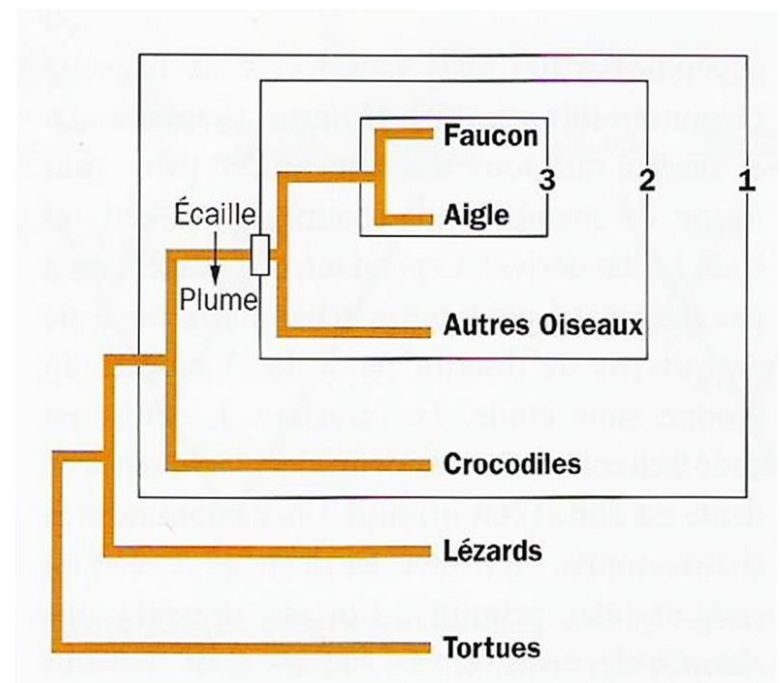
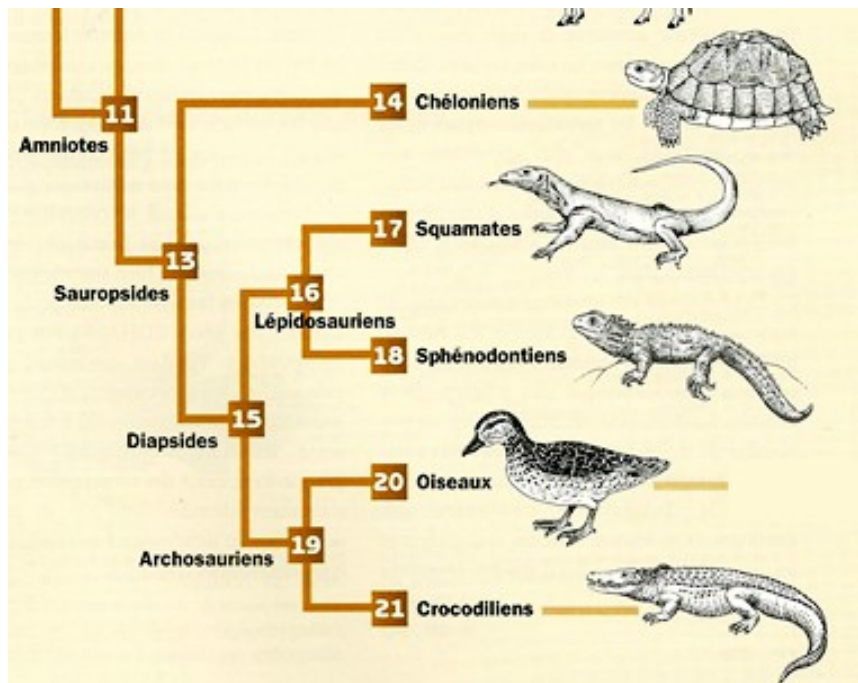


- critère extra-groupe :

si le caractère est dans le même état dans l'intragroupe et dans l'extra-groupe, alors il est à l'état primitif.

s'il est dans un état différent dans l'intra par rapport à l'extra-groupe, alors on est en présence des deux états et à l'état dérivé pour l'intragroupe.

Taxon étudié	Intragroupe	Extra-groupe	Caractère : phanère	
			Etat « écaille »	Etat « plume »
Archosauriens	Oiseaux	Crocodyliens	primitif	dérivé
Oiseaux	Falconiformes	Autres oiseaux	primitif	

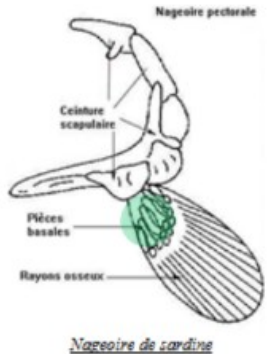
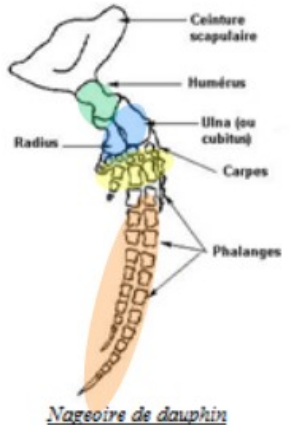
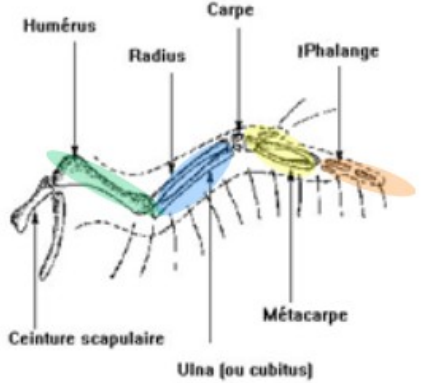
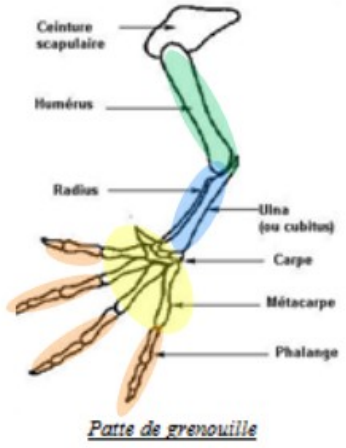
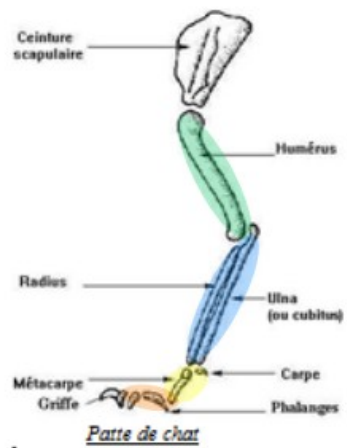


Toujours à partir des annexes 1 et 2 :

→ Observer la(les) pièce(s) de squelette par laquelle(lesquelles) le membre pair est inséré sur la ceinture scapulaire ; un membre pair qui possède plusieurs pièces basales est une nageoire rayonnée, un membre pair qui possède une seule pièce basale est un membre chiridien.

→ Quels sont les deux états possibles pour le caractère « membre pair » ?

→ Quels sont les organismes qui possèdent chacun des deux états du caractère ?



Aile d'oreillard (ou de chauve-souris)

Nageoire de dauphin

Nageoire de caroine

## 4. comment regrouper les informations sur les caractères pour tous les organismes étudiés ? → Construction d'une matrice

On regroupe dans un tableau les êtres vivants étudiés et les caractères, avec pour chaque organisme, l'état primitif ou dérivé de chaque caractère.

*Par exemple, on cherche à classer trois des organismes de l'annexe 1 : le chat, la mésange et l'oreillard, l'extra-groupe choisit est ici la grenouille verte.*

*On part de l'hypothèse que les caractères suivants sont homologues : mandibule, réserves vitellines de l'œuf, amnios membre antérieur.*

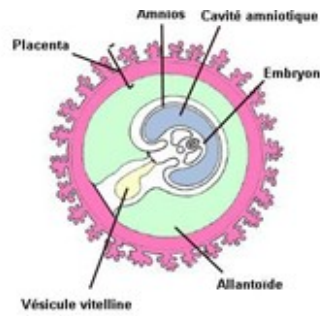
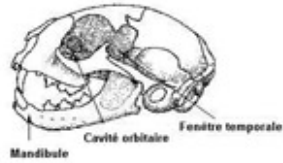
*D'après les éléments donnés sur la planche de l'annexe 4 :*

→ *Déterminer les états (les différences) sous lesquels se présentent ces 4 caractères.*

→ *A l'aide de l'extra-groupe, déterminer, pour chaque caractère, l'état ancestral et l'état dérivé.*

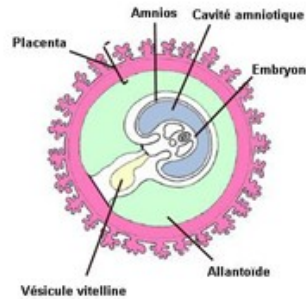
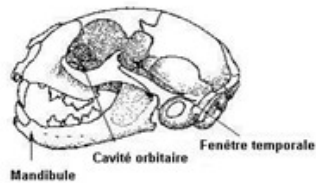
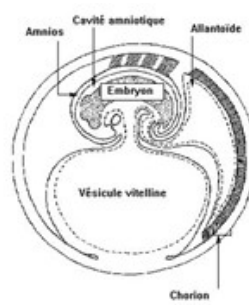
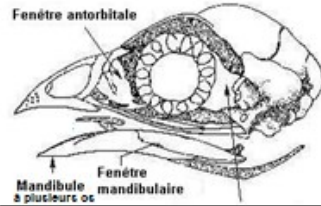
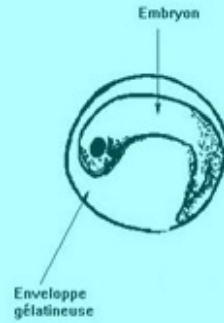
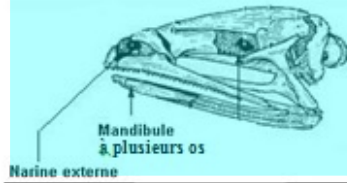
→ *Compléter la matrice taxons-caractères ci-dessous*

Caractères	Mandibule à 1 ou plus os	Fenêtre Mandibulaire	Cavité amniotique	Placentation
Taxons				
EG : Grenouille verte				
mésange				
chat				
oreillard				



**Etats primitifs des caractères choisis :**

- mandibule à pls os
- pas de fenètre mandibulaire
- pas de cavité amniotique
- pas de placenta



Caractères	Mandibule à 1 ou plus os	Fenêtre Mandibulaire	Cavité amniotique	Placentation
Taxons				
EG : Grenouille verte	0	0	0	0
mésange	0	1	1	0
chat	1	0	1	1
oreillard	1	0	1	1

*Caractère à l'état primitif = 0*

*États primitifs des caractères choisis :*

- mandibule à pls os
- pas de fenêtre mandibulaire
- pas de cavité amniotique
- pas de placenta

*Caractère à l'état dérivé = 1*

*États dérivés des caractères choisis :*

- mandibule à 1 seul os
- fenêtre mandibulaire
- cavité amniotique
- placenta

## 5. quelles sont les représentations possibles ? → Construction des cladogrammes

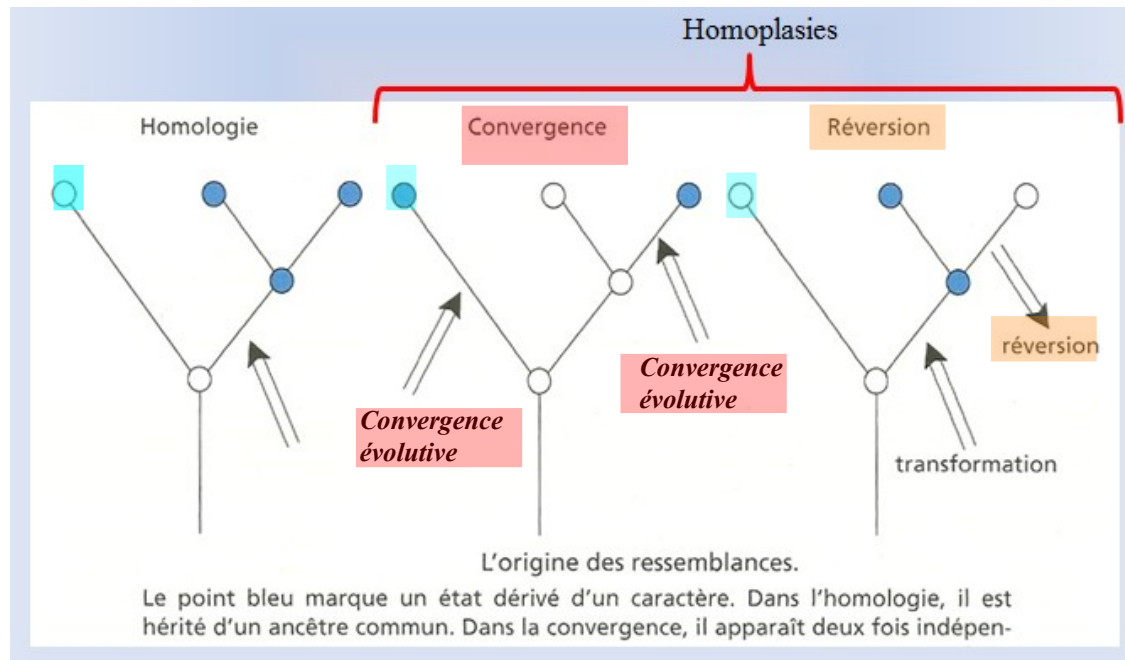
On établit l'arbre phylogénétique ou cladogramme correspondant à nos quatre espèces en se rappelant que :

• L'extra-groupe est placé le plus à l'extérieur.

• Les nœuds de l'arbre représentent des ancêtres communs aux branches qui partent de ce nœud.

• Sur les branches précédant un nœud, on fait figurer les transformations évolutives apparues chez l'ancêtre situé à ce nœud.

• On fait alors des hypothèses sur des possibles réversions, un caractère « revient » à l'état primitif alors que son ancêtre présentait l'état dérivé, et des possibles convergences, un être vivant présente un état dérivé alors que son ancêtre présente un état primitif pour le caractère étudié.

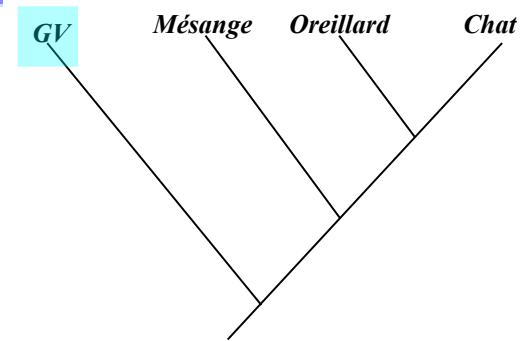
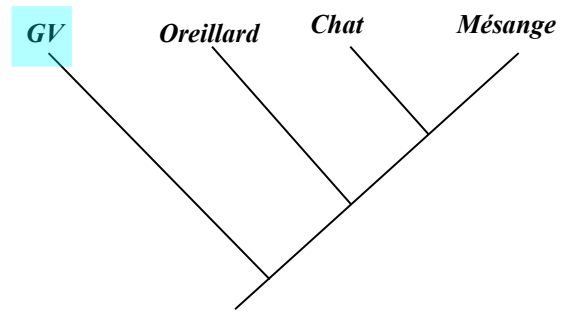
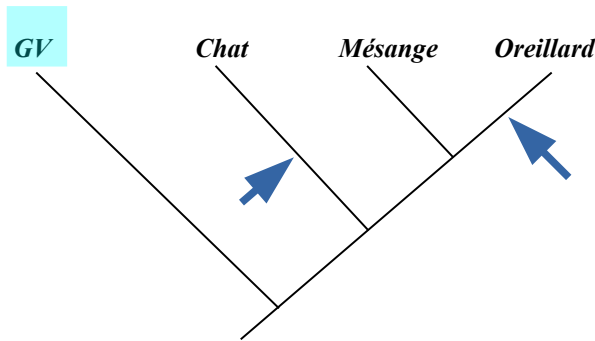


Nous allons tout d'abord envisager les différents arbres possibles.

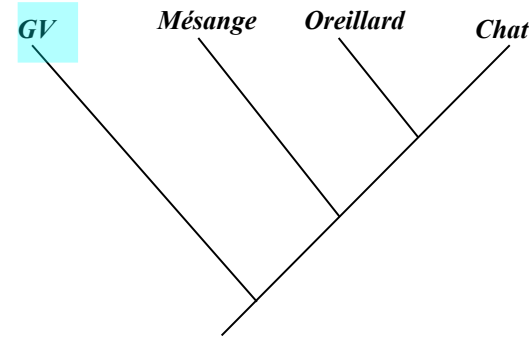
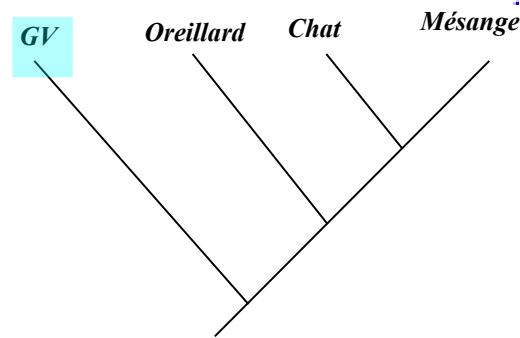
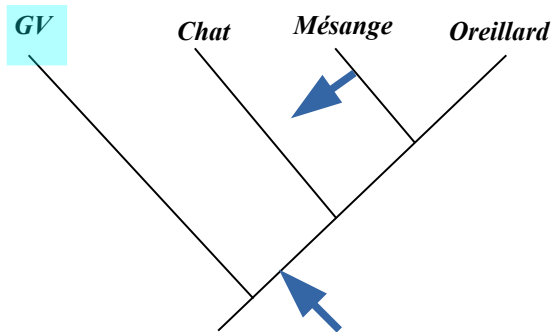
- Positionner, sur les trois trames d'arbres phylogénétiques de l'annexe 5, la grenouille verte comme extra-groupe.
- Compléter ces trois trames d'arbres phylogénétiques, en indiquant la position des trois espèces manquantes en bout de branches, et les transformations évolutives (passage d'un caractère de l'état ancestral à l'état dérivé) sur les branches.
- Numérotar sur chaque arbre les différents ancêtres apparaissant aux nœuds de l'arbre et pour chaque ancêtre, donner ses descendants et l'état de ses caractères.

 Mandibule à 1 os    
  Fenêtre mandibulaire    
  Cavité amniotique    
  Placenta

raisonnement avec convergences évolutives



raisonnement avec réversions

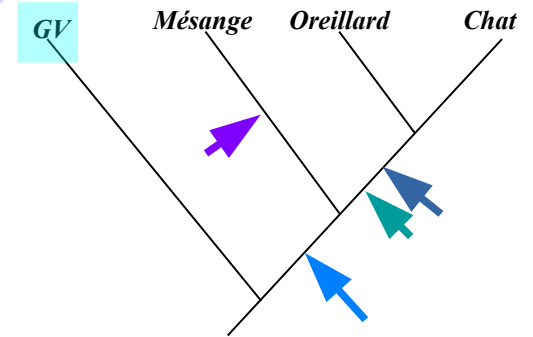
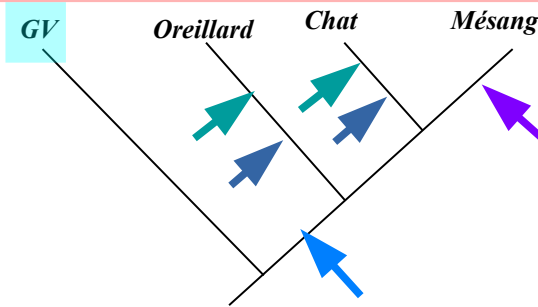
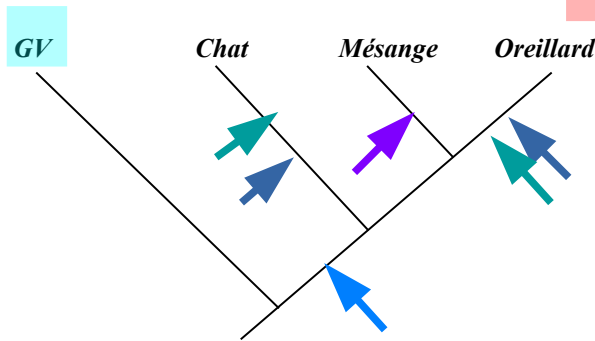


Nous allons tout d'abord envisager les différents arbres possibles.

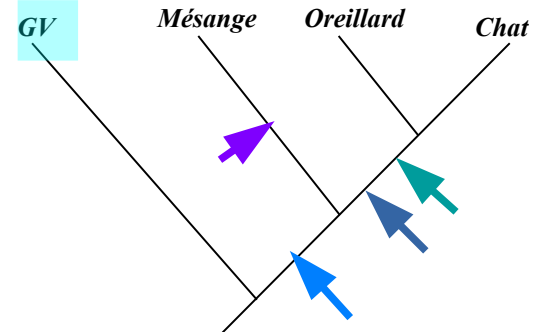
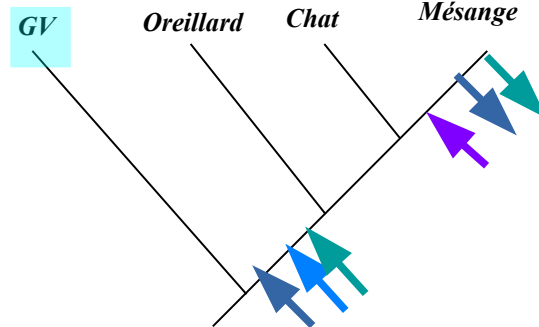
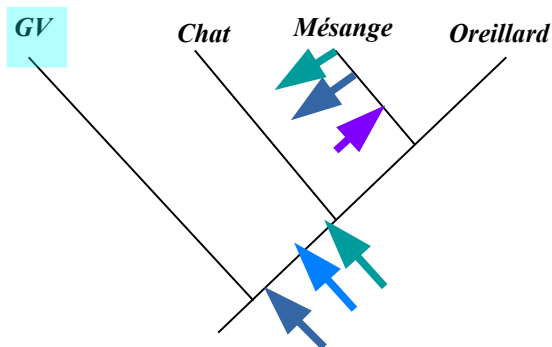
- Positionner, sur les trois trames d'arbres phylogénétiques de l'annexe 5, la grenouille verte comme extra-groupe.
- Compléter ces trois trames d'arbres phylogénétiques, en indiquant la position des trois espèces manquantes en bout de branches, et les transformations évolutives (passage d'un caractère de l'état ancestral à l'état dérivé) sur les branches.
- Numéroté sur chaque arbre les différents ancêtres apparaissant aux nœuds de l'arbre et pour chaque ancêtre, donner ses descendants et l'état de ses caractères.

 Mandibule à 1 os    
  Fenêtre mandibulaire    
  Cavité amniotique    
  Placenta

raisonnement avec convergences évolutives



raisonnement avec réversions



## 6. comment choisir l'arbre le plus probable → utilisation du principe de parcimonie

Aussi appelée « économie des événements évolutifs », cela consiste à choisir l'arbre qui permet d'expliquer la formation des taxons avec un minimum d'événements évolutifs, on choisit ainsi l'arbre le plus parcimonieux.

→ *Sélectionner l'arbre phylogénétique le plus probable parmi les trois construits.*

→ *Quels sont les différents clades ici mis en évidence ?*

→ *Dans le 1), on a posé l'hypothèse que les ailes des mésanges et les ailes des oreillardes étaient des structures homologues en tant que membres pairs, le sont-elles en tant qu'ailes ?*

→ Sélectionner l'arbre phylogénétique le plus probable parmi les trois construits.  
 L'arbre le plus probable est le dernier avec seulement 4 évènements évolutifs

→ Quels sont les différents clades ici mis en évidence ?

*Le clade des Mammifères avec le chat et l'oreillard et le clade des Oiseaux avec la mésange*

→ Dans le 1), on a posé l'hypothèse que les ailes des mésanges et les ailes des oreillards étaient des structures homologues en tant que membres pairs, le sont-elles en tant qu'ailes ?

*En tant qu'ailes, les membres antérieurs de la mésange et de l'oreillard sont des analogies*

