

Théorie de l'évolution

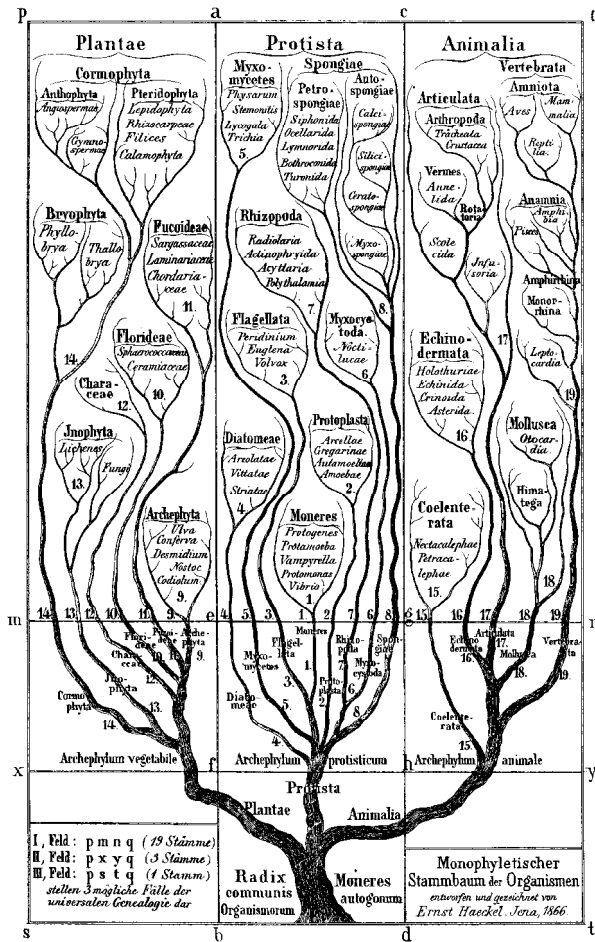
Marc Bailly-Bechet

Master Epidémiologie, Univ. Yaoundé

Table des matières

- Histoire de la classification
 - Cladistique et notion d'homologie
 - Phénétique
- Les théories de l'évolution
 - Lamarck
 - Transformisme
 - Darwin

L'arbre de Haeckel



- Une des premières tentatives de classification (1860)
- 3 grands domaines : les protistes, les plantes, et les animaux
- Une origine commune

Le système hiérarchique de classification

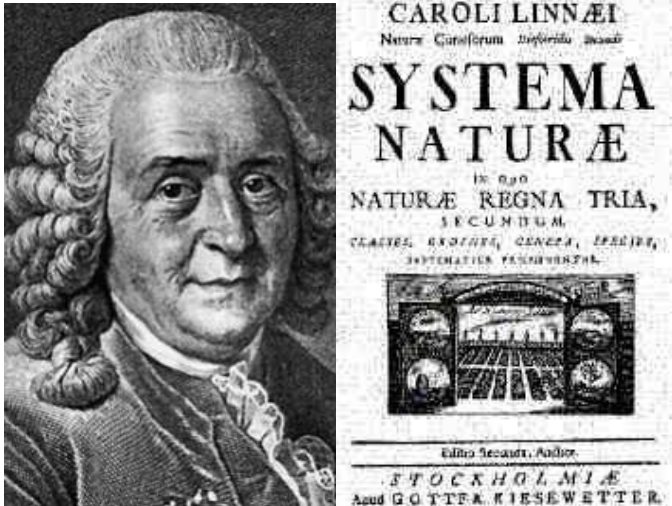
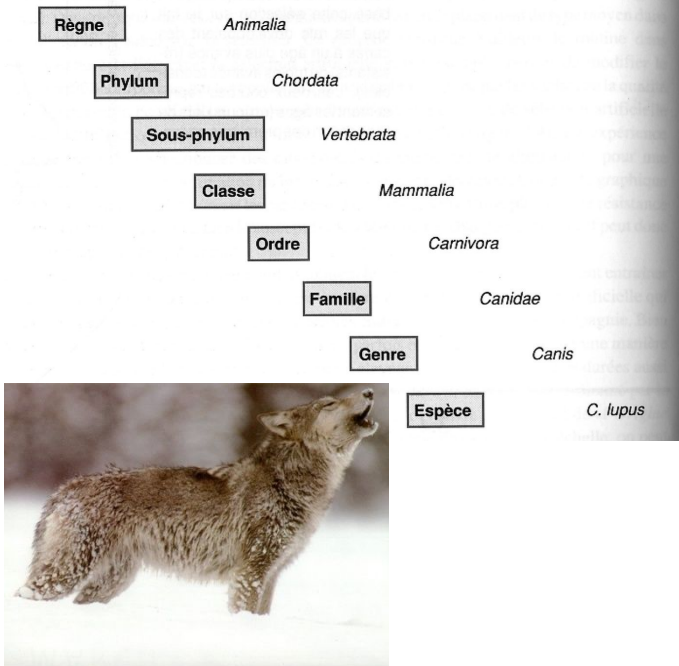


Figure 3.5 Dans la classification biologique, chaque espèce appartient à une série de groupes de plus en plus vastes, organisés en un ensemble hiérarchisé. La figure montre comment est classé le loup *Canis lupus* dans l'ensemble du règne animal. Cette manière de systématiser nos connaissances fut imaginée au 18^e siècle par le naturaliste suédois Carl von Linné.



Haldane « Le concept d'espèce est une concession à nos habitudes linguistiques et à nos mécanismes neurologiques. »



Mayr « Les espèces sont le produit de l'évolution et non de l'esprit humain. »

Comparaison des classifications occidentales avec les classifications des peuples non occidentaux

		Désaccord
J. Diamond	Papous des montagnes	1 / 137
R. Bulmer	Kalam de Nouvelle Guinée	4 / 174
D. Breedlove	Indiens Tzeltal du Chiapas	17 / 471

Gould « Les espèces sont les unités morphologiques de la nature. »

Résultats contraires pour les niveaux de classification supérieurs (coquillages, vers, poissons, etc)

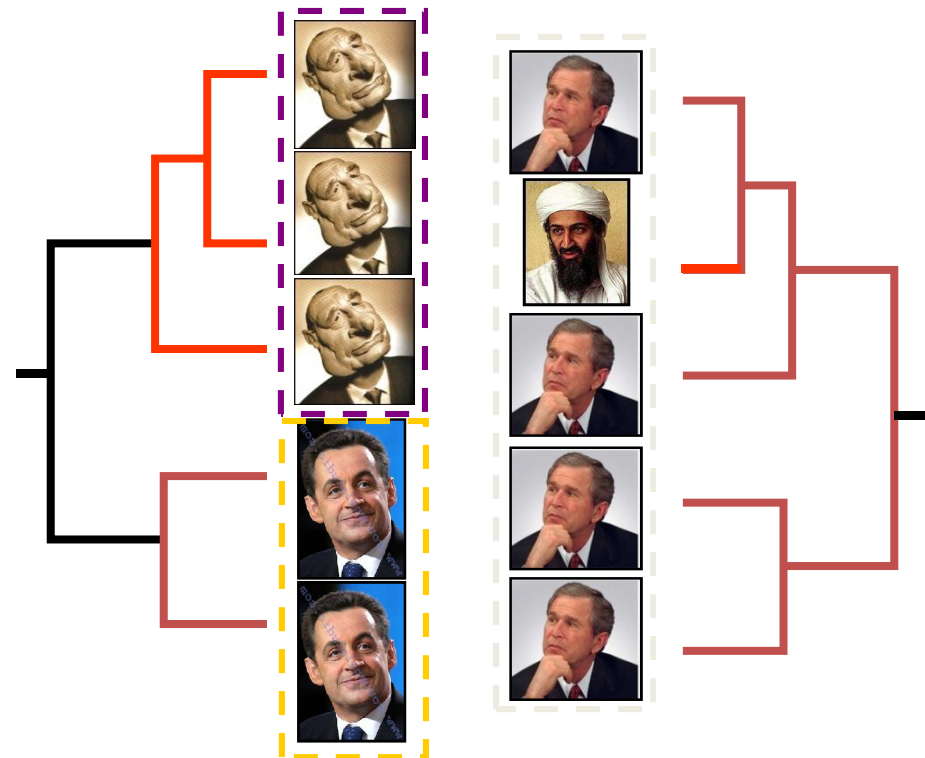
Les plans d'organisation et la classification

- **CARL VON LINNE (1707 – 1778)**
NOMENCLATURE BINOMINALE

- **BERNARD DE JUSSIEU (1699-1777)**
SUBORDINATION DES CARACTERES
« UN SEUL CARACTERE CONSTANT SOIT EQUIVALENT, OU MÊME SUPERIEUR, A PLUSIEURS INCONSTANTS »

- **GEORGES CUVIER (1769-1832)**
VERTEBRES / ARTHROPODES /
MOLLUSQUES / RADIAIRES

- **AUGUSTIN DE CANDOLLE, 1813**
« TAXONOMIE »: SCIENCE DES LOIS DE LA
CLASSIFICATION DU VIVANT



MONOPHYLIE COMME CRITERE
DE CLASSIFICATION BIO-
EVOLUTIVE

Classification de Cuvier

Règne → animal

Phylum → chordés

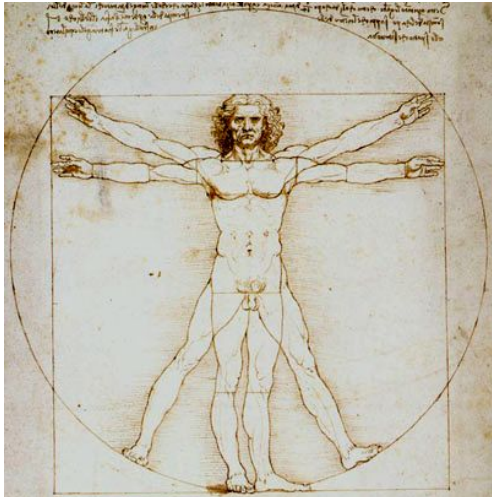
Classe → mammifères

Ordre → primates

Famille → Hominidées

Genre → *Homo*

Espèce → *sapiens*



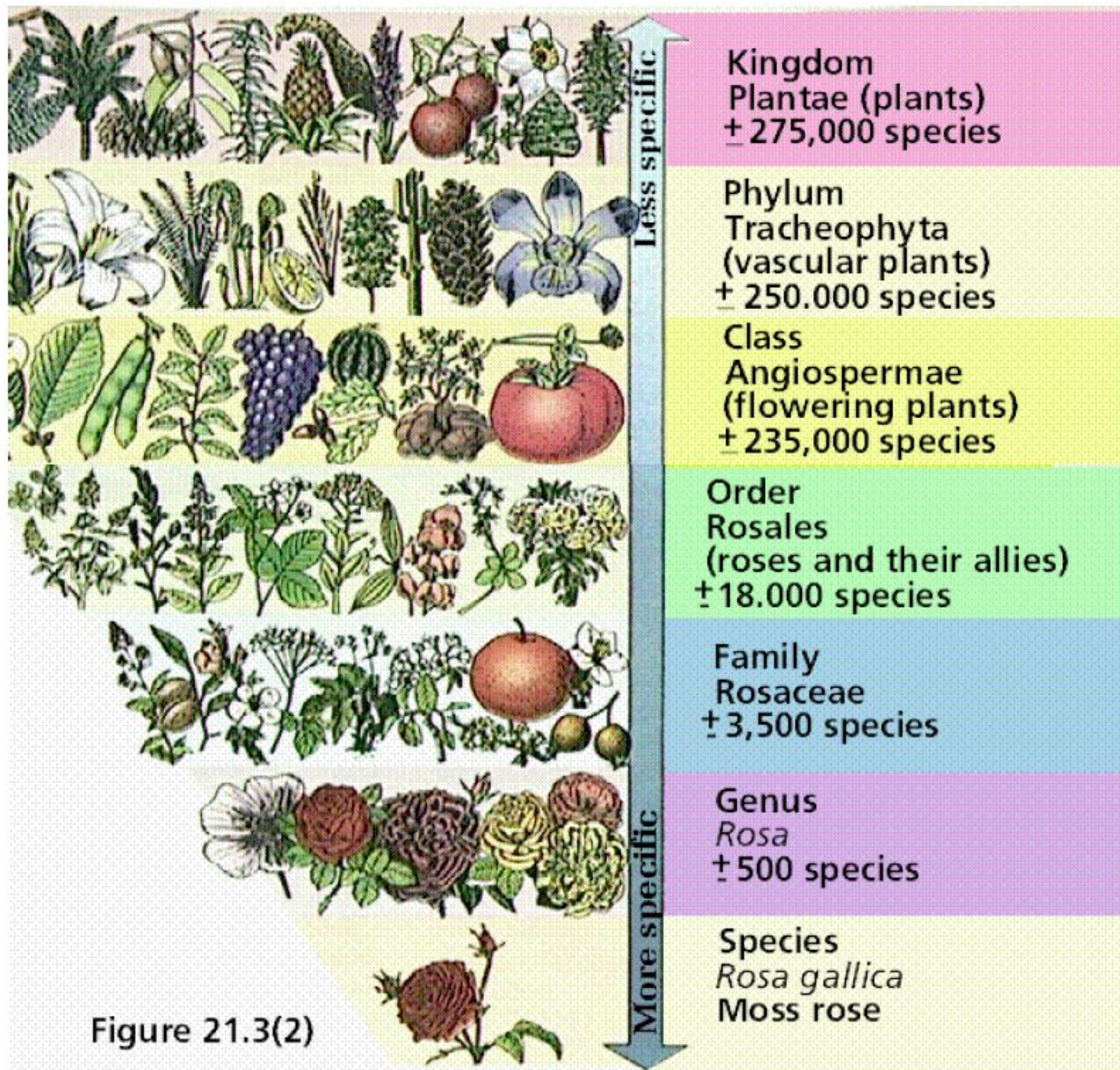
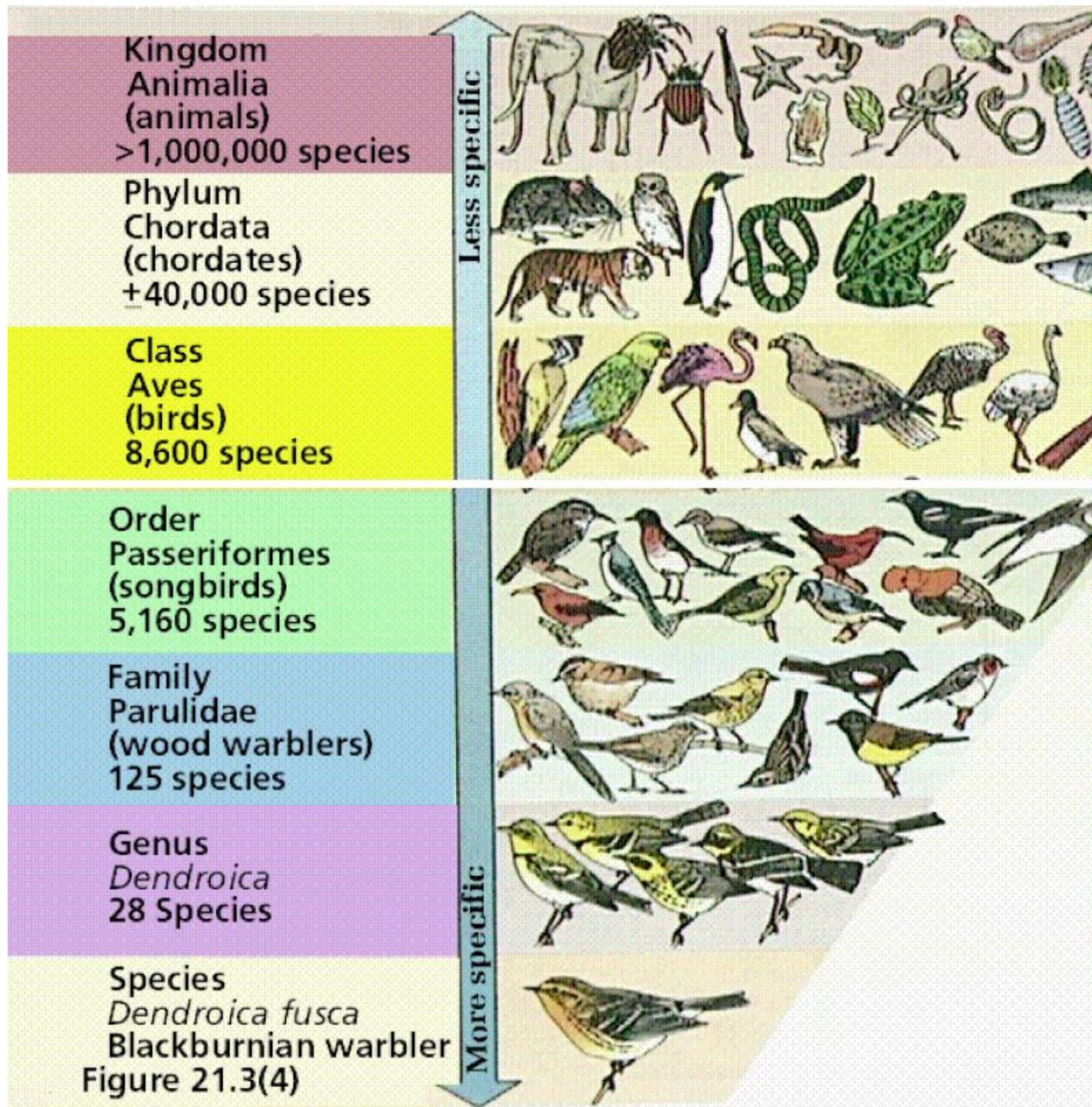
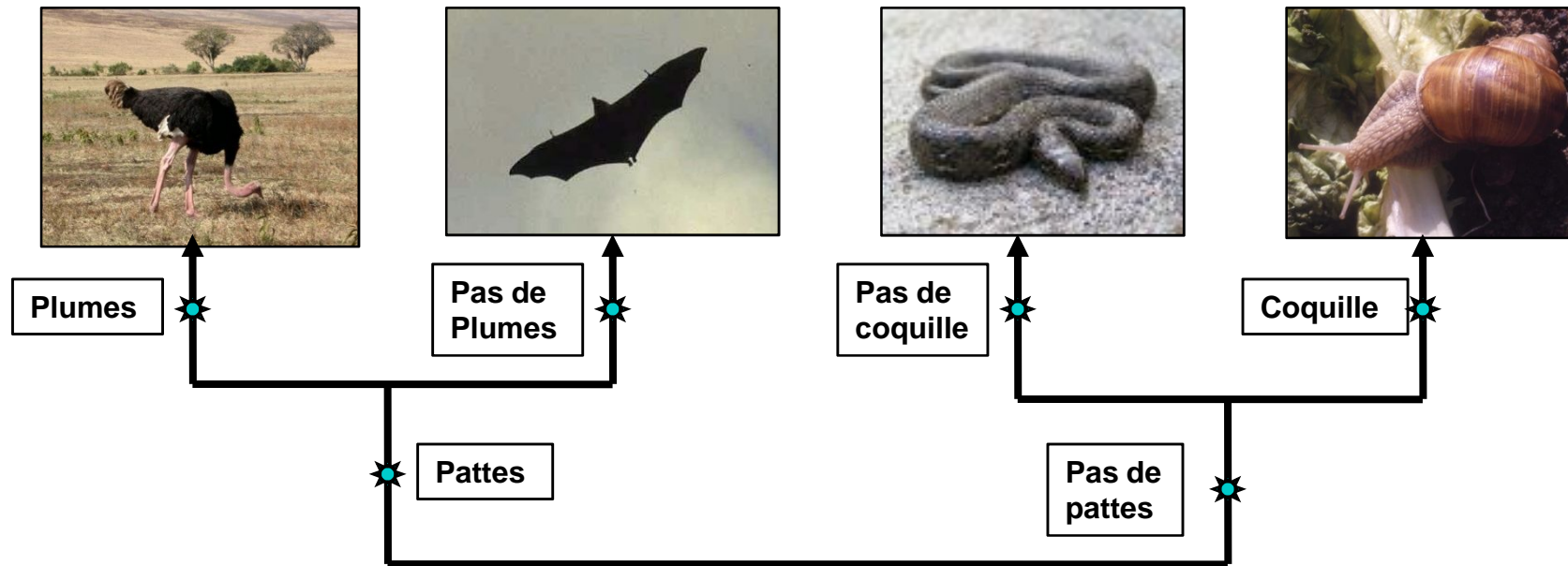


Figure 21.3(2)

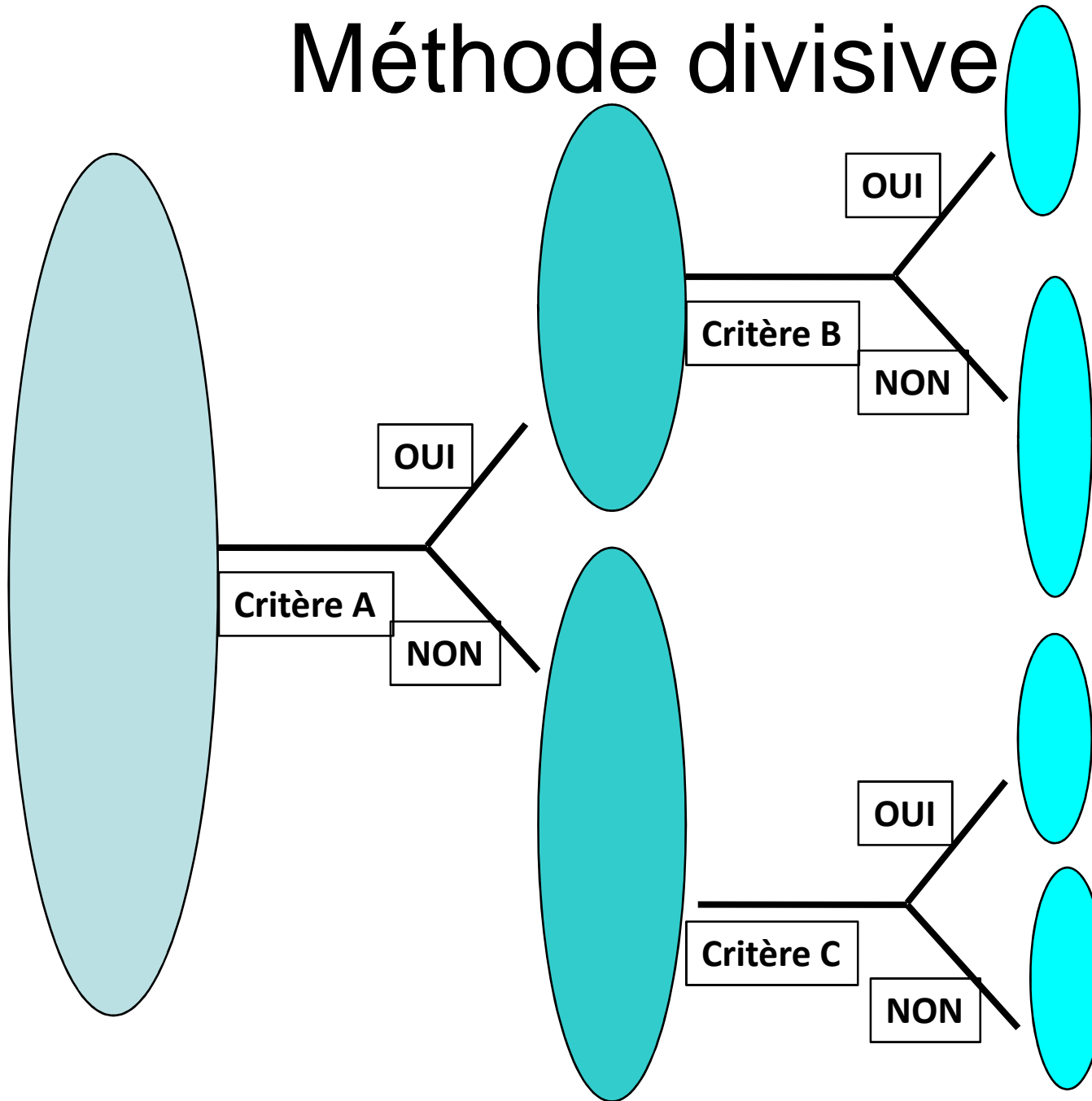


Classification dichotomique

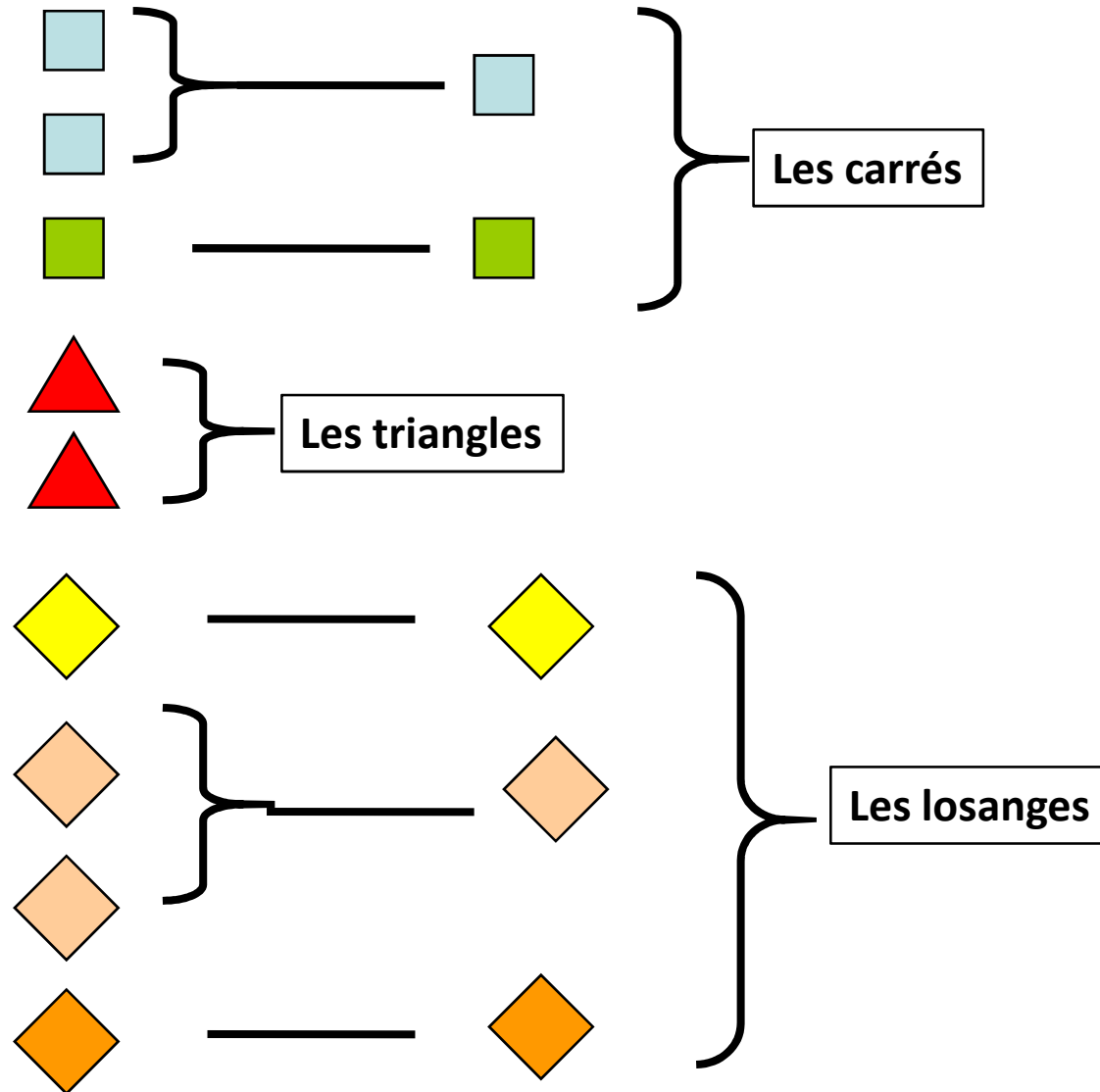


D'après **comprendre et enseigner la classification du vivant**
G. Lecointre et autres Belin ed

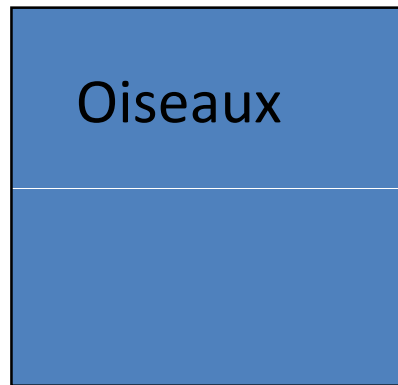
Méthode divisive



Méthode agglomérative



Classification par division: un exemple



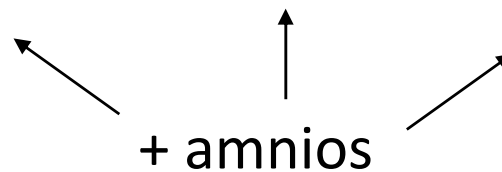
plumes



écailles



poils



La cladistique

- Choix des **espèces** et des **caractères** à comparer
- Choix d'un **extragroupe** (racine externe) dont l'étude permet de polariser les caractères
- Construction de **cladogrammes**
- Choix du **cladogramme le plus parcimonieux** (i.e. minimise les événements évolutifs, donc les homoplasies)





	 Homme	 Chauve-souris	 Oiseau	 Truite
1 Mâchoire	0	0	0	0
2 Membres	1	1	1	0
3 Dents	0	0	1	0
4 Constitution de la mandibule	1	1	0	0
5 Réserves vitellines de l'œuf	1	1	0	0
6 Ailes	0	1	1	0

Figure 10. Matrice de caractères (voir texte). 1: mâchoire (présence/absence), 2: type d'appendices pairs (nageoire rayonnée/membre chiridien), 3: dents (présence/absence), 4: constitution de la mandibule (faite de plusieurs os dont le dentaire/mandibule exclusivement dentaire), 5: réserves vitellines de l'œuf (énormes/quasi-nulles), 6: appendice pair antérieur (aile/pas d'aile).

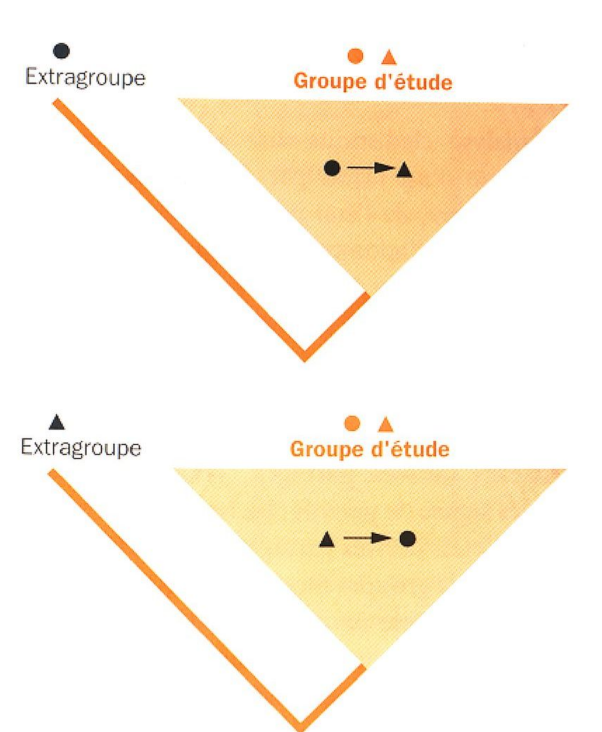


Figure 8. La polarisation d'un caractère à deux états (rond, triangle) par le critère de comparaison extragroupe.

La cladistique

	Homme	Chauve-souris	Oiseau	Truite
1 Mâchoire	0	0	0	0
2 Membres	1	1	1	0
3 Dents	0	0	1	0
4 Constitution de la mandibule	1	1	0	0
5 Réserves vitellines de l'œuf	1	1	0	0
6 Ailes	0	1	1	0

Figure 10. Matrice de caractères (voir texte). 1: mâchoire (présence/absence), 2: type d'appendices pairs (nageoire rayonnée/membre chirodien), 3: dents (présence/absence), 4: constitution de la mandibule (faite de plusieurs os dont le dentaire/mandibule exclusivement dentaire), 5: réserves vitellines de l'œuf (énormes/quasi-nulles), 6: appendice pair antérieur (aile/pas d'aile).

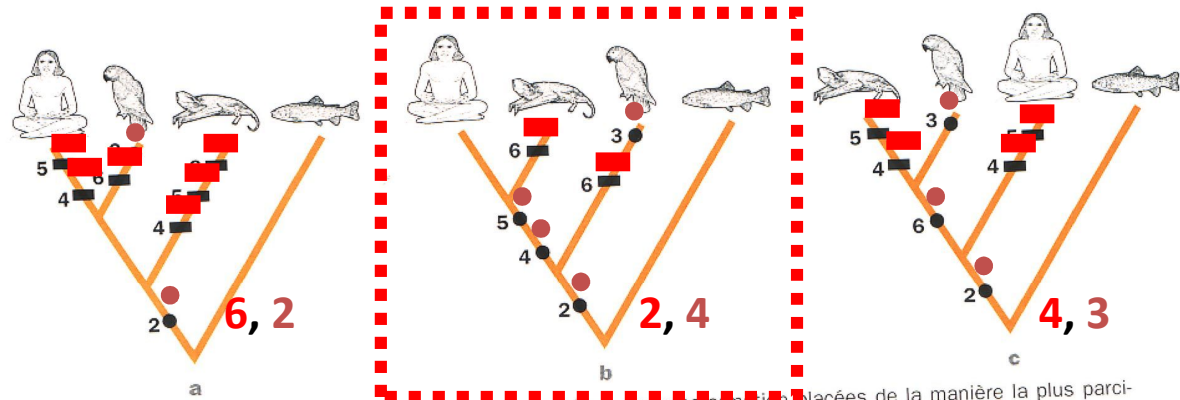


Figure 11. Les trois arbres possibles avec les hypothèses de transformation placées de la manière la plus parcimonieuse, en interprétant les homoplasies comme des convergences. Ronds: synapomorphies, rectangles: convergences.

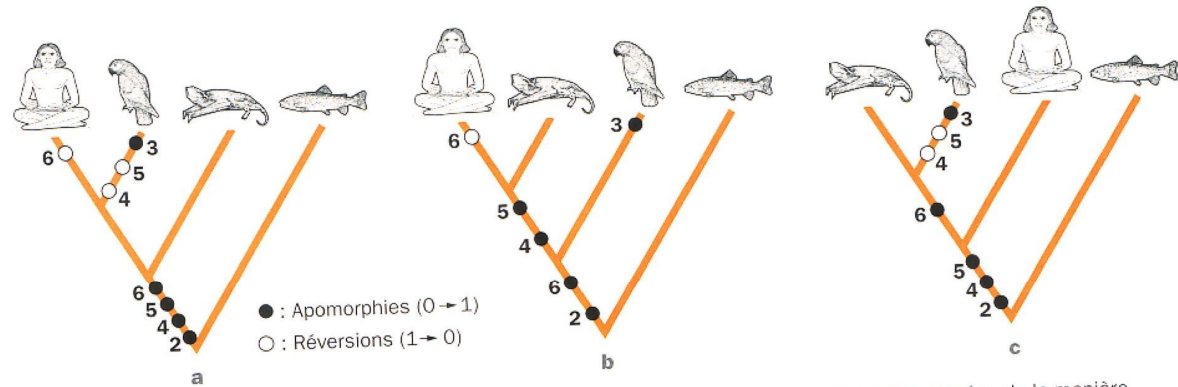
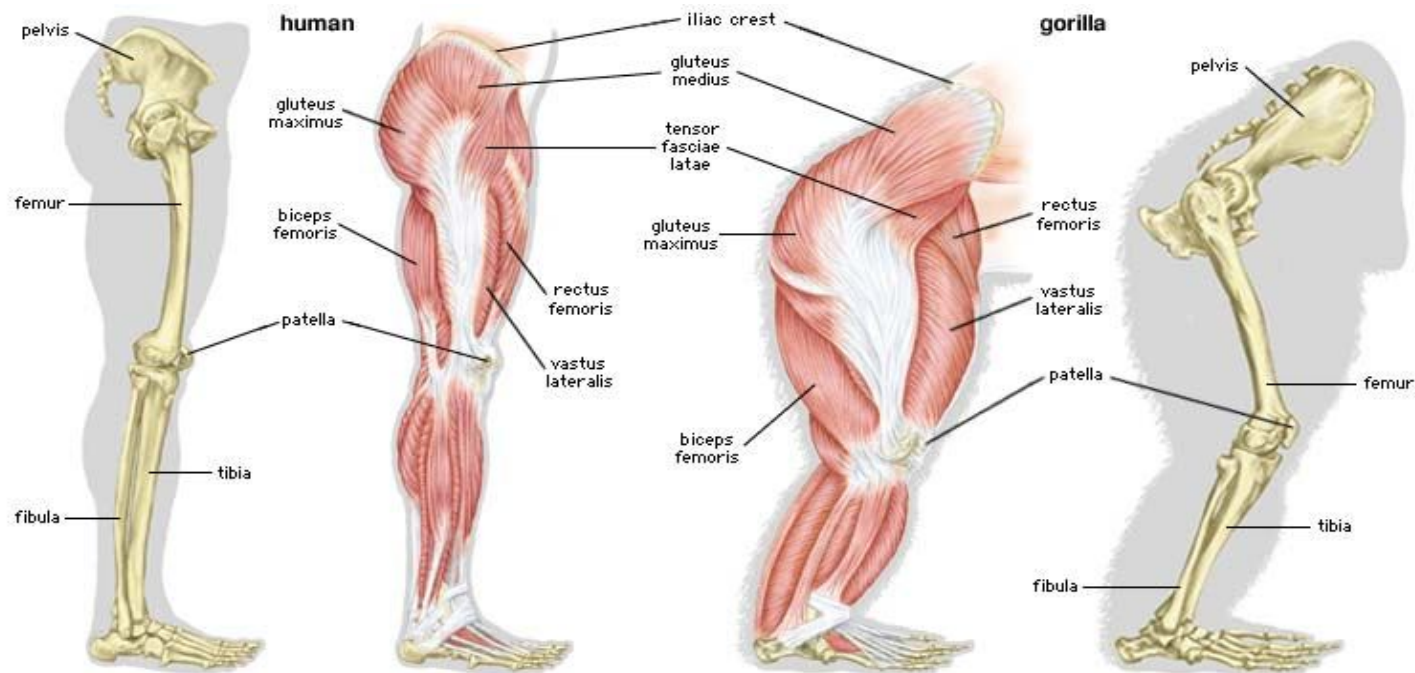


Figure 12. Les trois arbres possibles (comme fig. 11) avec les hypothèses de transformation placées de la manière la plus parcimonieuse, en interprétant les homoplasies comme des réversions. Ronds noirs: synapomorphies, ronds blancs: réversions.

- Caractère** Attribut observable d'un individu
- Plésiomorphie** Caractère ancestral, primitif
- Apomorphie** Caractère dérivé
- Homoplasie** Convergence, caractère présenté par 2 taxons non liés par un ancêtre commun récent
- Synplésiomorphie** Partage d'une plésiomorphie par plusieurs taxons

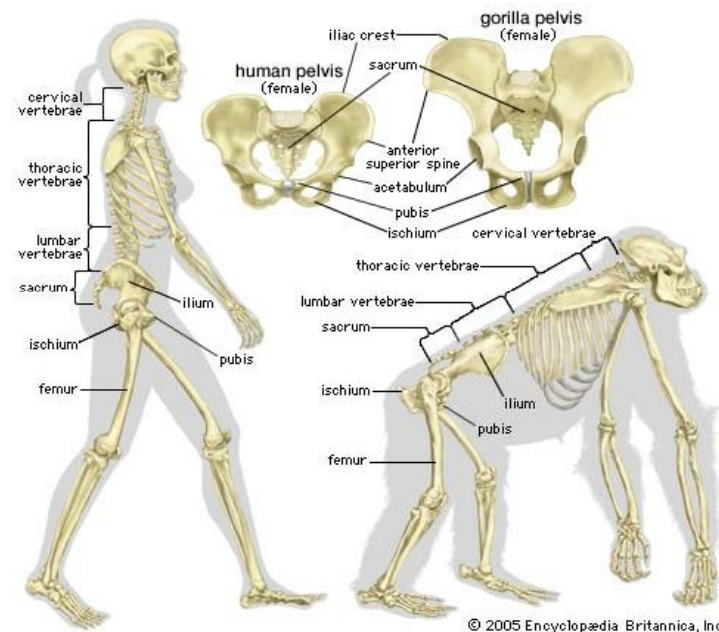
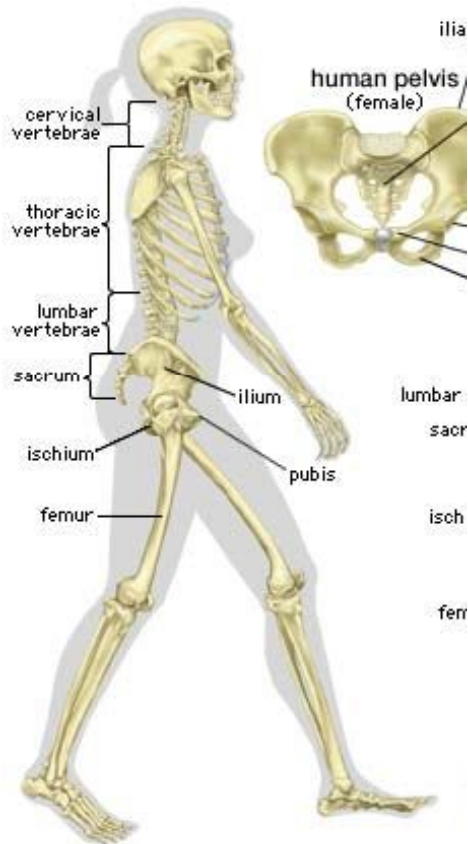
Un exemple simple d'homologie

- Les membres inférieurs humains et de gorille sont en tous points équivalents: seules les proportions respectives de chaque élément diffèrent



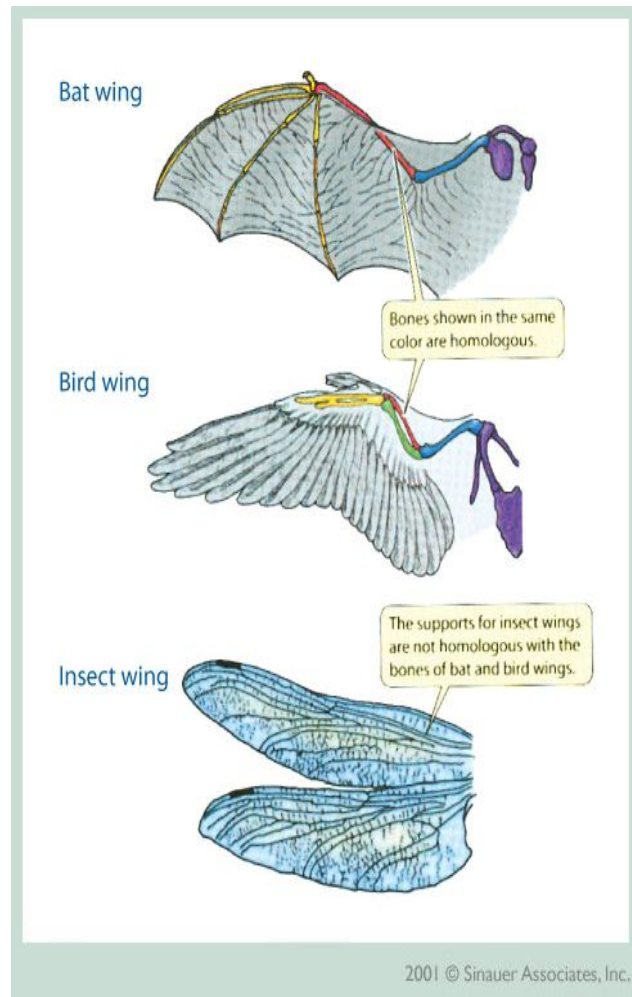
Lucy – une lointaine ancêtre

- Les épaules d'un gorille
- Les jambes et le bassin d'un humain



© 2005 Encyclopædia Britannica, Inc.

Homologie et convergence fonctionnelle



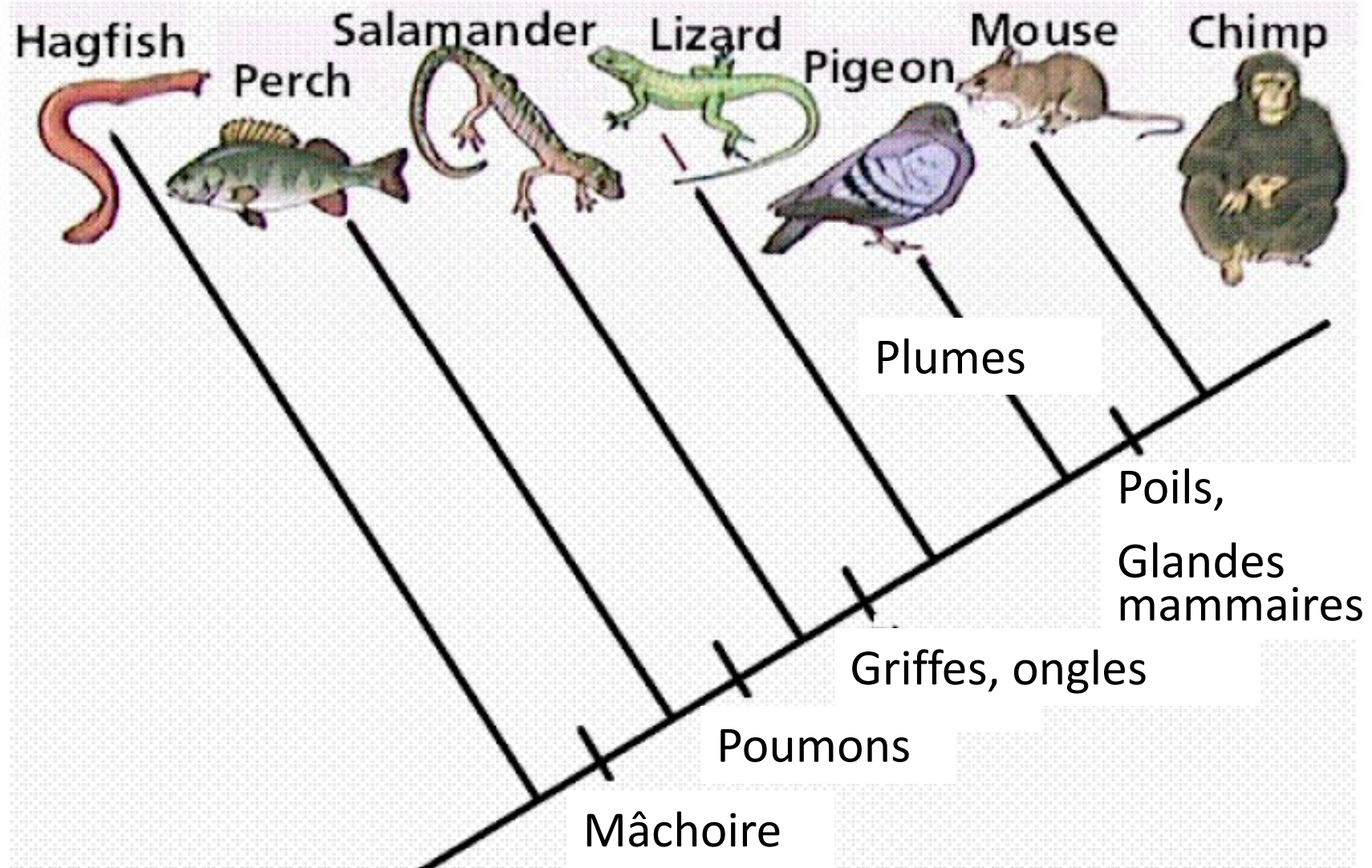
L'embryologie récapitule l'ontologie

- Les foetus sont très similaires à un stade donné
- Ils ont la même structure
- Ils se différencient au cours de l'embryogénèse



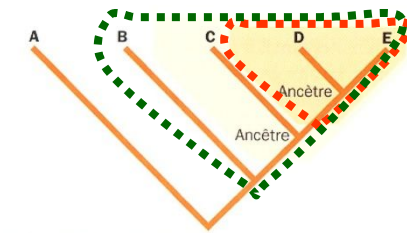
© 2006 Encyclopædia Britannica, Inc.

Un exemple de classification cladistique

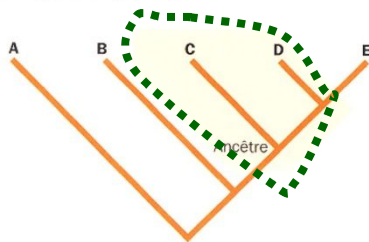


La cladistique

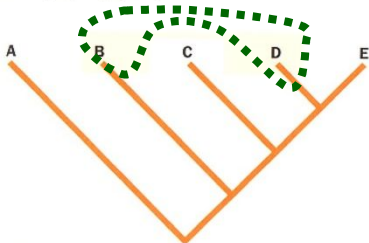
Classification & révolution cladistique : aspects fondamentaux



a. Groupes monophylétiques



b. Groupe paraphylétique



c. Groupe polyphylétique

Figure 7. a : un groupe monophylétique comprend un ancêtre et tous ses descendants. DE et CDE sont tous deux des groupes monophylétiques. b : Le groupe paraphylétique comprend un ancêtre et une partie seulement de ses descendants. L'un des membres du groupe (ici D) est plus proche d'un taxon hors du groupe (E) qu'il ne l'est de ses collatéraux dans le groupe (C). c : Le groupe polyphylétique comprend des membres (ici BD) sans ancêtre commun dans le groupe.

- Groupe **monophylétique** - Seul regroupement valable

- Groupe **paraphylétique** - Regroupement non valable

- Groupe **polyphylétique** - Regroupement non valable

La phénétique

- À l'opposé de la cladistique, cette méthode tente de quantifier la ressemblance globale entre 2 organismes.
- Calcul d'un indice de similitude global entre deux taxons:
 - Exemple: le nombre de nucléotides différents entre deux espèces divisé par le nombre de sites examinés.

La similarité homme-primat



Gibbon

Orangutan

Chimpanzee

Gorilla

Man

La phénétique

- Prendre en compte un maximum de caractères
- Calculer une distance métrique à partir de la comparaison des caractères
- Construction de dendrogrammes, c'est-à-dire d'arbres non racinés

La distance en évolution

- Pour des caractères quantitatifs, on peut utiliser des distances intuitives, après normalisation
- Pour des critères qualitatifs, on se base sur des distances de type « Hamming » sur le vecteur binaire des « présences-absence ».
- Elle représentera ensuite le temps de séparation entre les deux espèces (horloge moléculaire)

Application à des données moléculaires

- Disposer d'un jeu de **séquences homologues** (issues d'un ancêtre commun)
- **Aligner** les séquences :

Carpe	ATGGGCT
Homme	. . . C . TC
Roussette	. . . C . . C
Coq	. . . CA . A

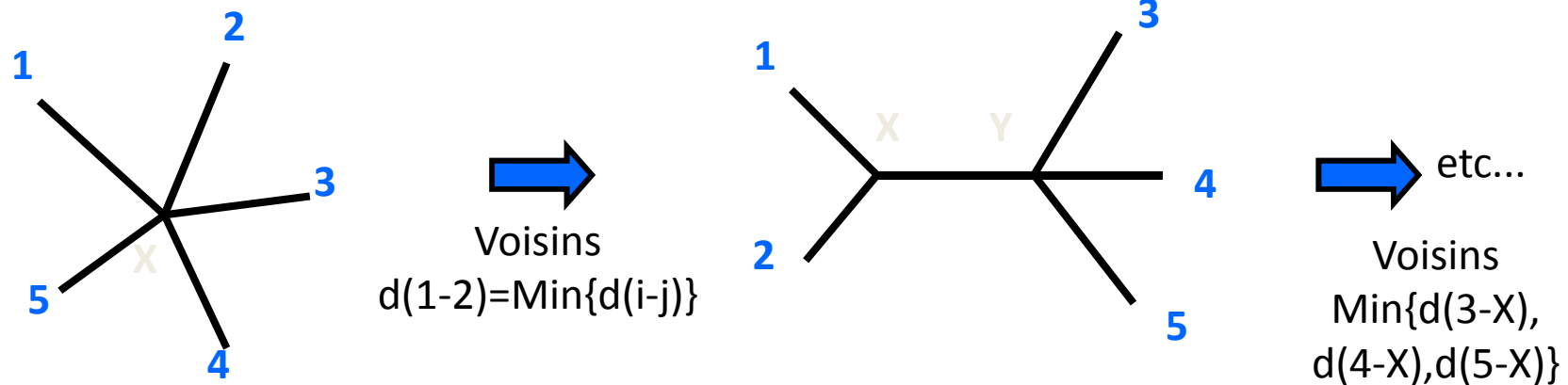
- Calcul d'une **distance** (ex. Nbre diff. / Longueurs, mais des corrections sont possibles) et création d'une **matrice des distances** observées entre chaque paire de séquence
- Construction de **dendrogrammes** (ex. méthode UPGMA)

La phénétique

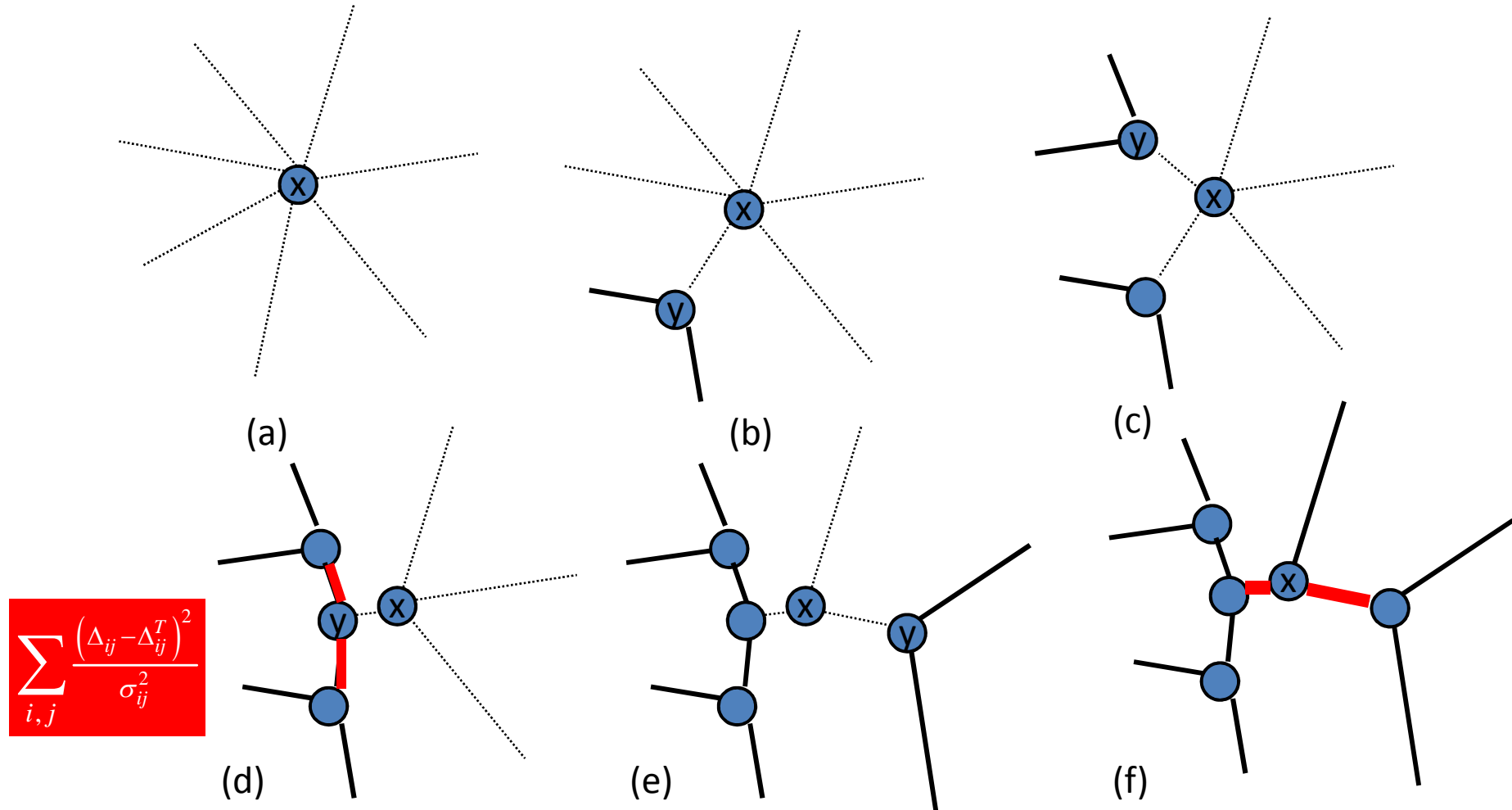
Contrainte du programme

- Pas d'approche heuristique
- Méthodes de construction d'un arbre unique (UPGMA)

*Ex. de méthode de construction
NEIGHBOUR-JOINING*



Ex. de méthode de construction
NEIGHBOUR-JOINING



- A chaque étape, joindre deux noeuds de distance minimale (critère d'évolution minimale)
- Arbre à somme totale de longueurs de branches minimale
- Arbre **non-raciné**

La phénétique

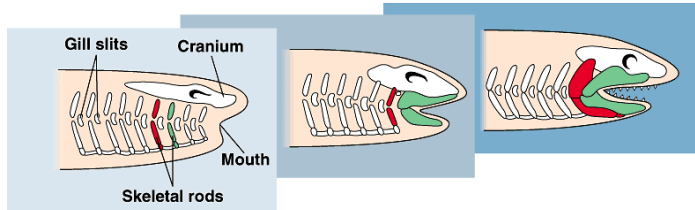
Application à des données morphologiques

1. Disposer d'un jeu de caractères morpho-anatomo-embryologiques le plus exhaustif possible
2. Affecter des valeurs aux états des caractères (ex. 0: absent, 1: présent)
3. Calcul d'une distance (ex. Score / Longueurs, mais des corrections sont possibles) et création d'une matrice des distances observées entre chaque paire de séquence
4. Construction de dendrogrammes (ex. méthode UPGMA)

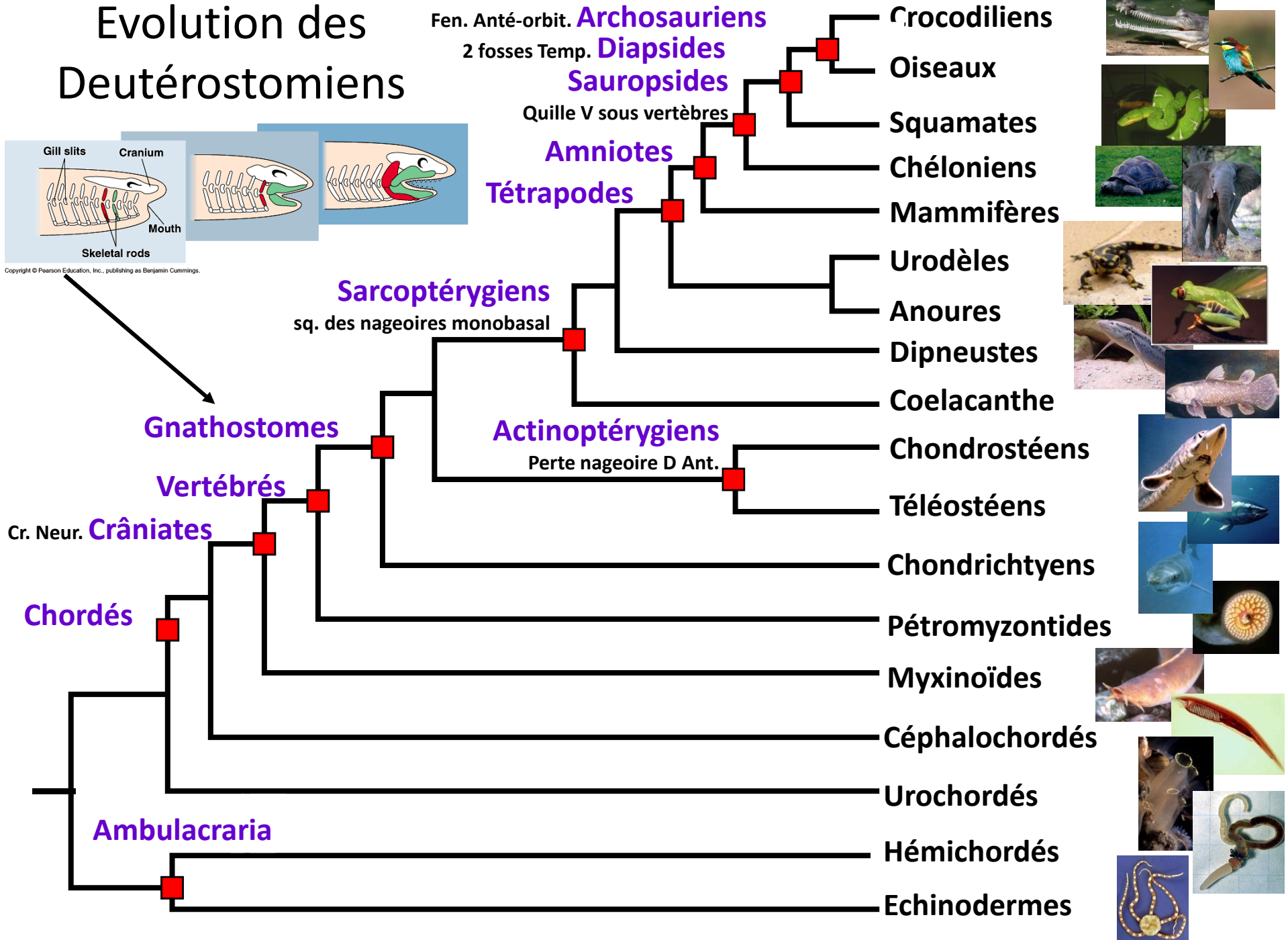
Comparaison des deux méthodes

	Phénétique	Cladistique
Principe	Distances	Minimiser les changements
Indépendance entre caractères	Caractères traités globalement	Oui
Modèle de fréquences de substitutions	Paramétrable	Non
Corrections	Oui (substitutions multiples, richesse GC, etc)	Non

Evolution des Deutérostomiens



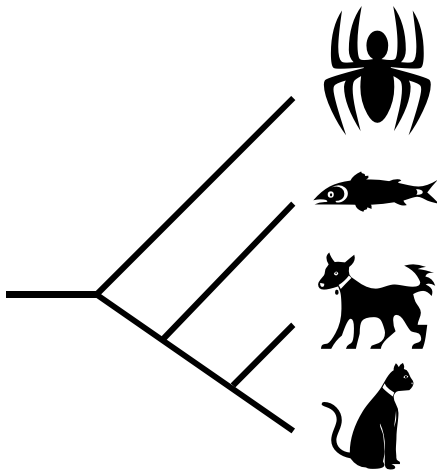
Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.



La phylogénie

→ Connaître les relations évolutives entre les organismes.

Arbre
phylogénétique



← classification

- classique
- phénétique
- cladistique

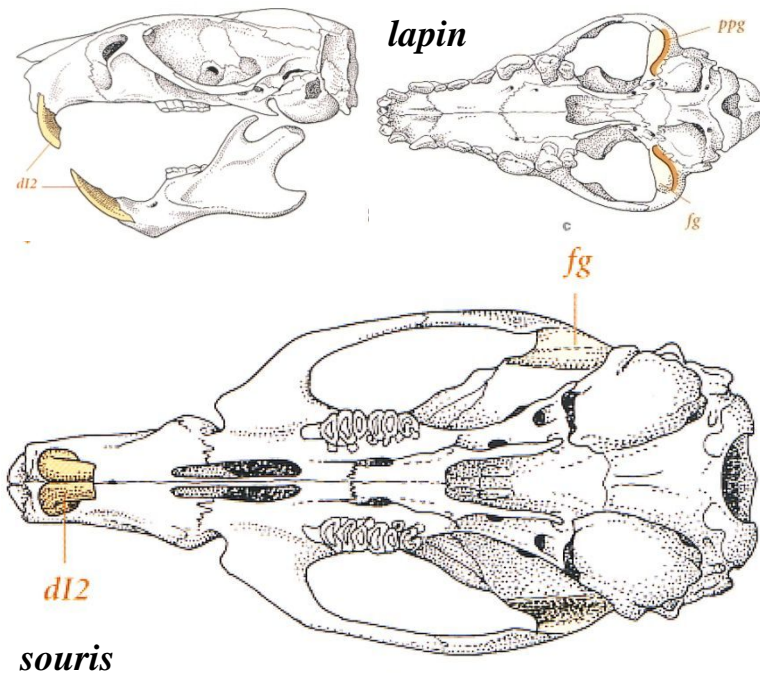
Validité des approches phylogénétiques

Exemples de conflit de caractères
Le cochon d'Inde est-il un Rongeur ?

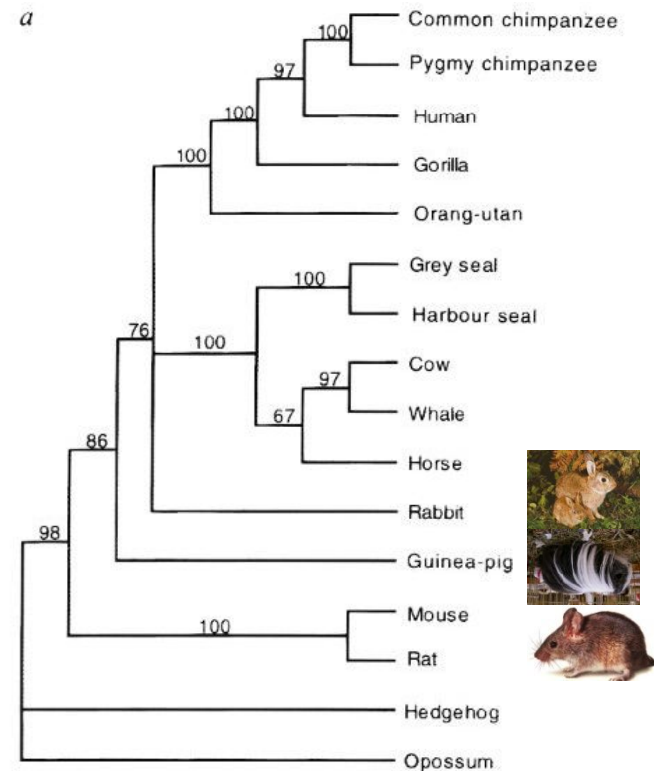


Caractères morphologiques

- 1 incisive / héli-mâchoire
- Fosse glénoïde allongée selon l'axe A/P

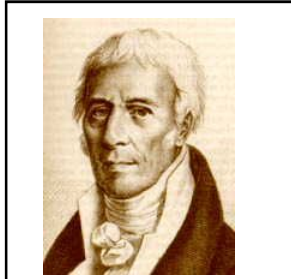


Caractères moléculaires

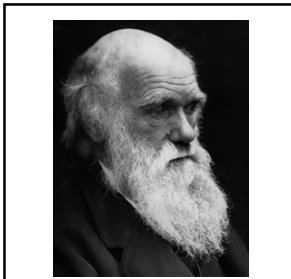


L'évolution : concepts & histoire

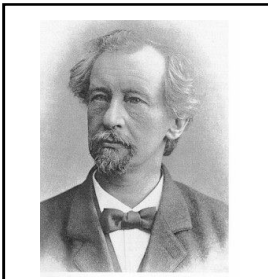
*Rien n'a de sens en biologie,
si ce n'est à la lumière de l'évolution:
Theodosius Dobzhansky (1900 -
1975)*



JB Lamarck
(1744-1829)



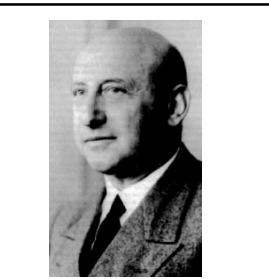
C Darwin
(1809-1882)



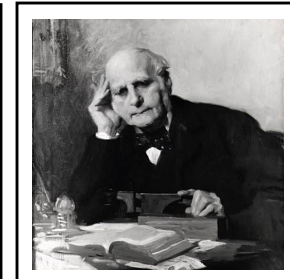
H de Vries
(1848-1935)



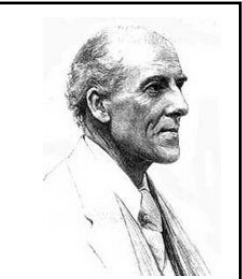
W Bateson
(1861-1926)



R Goldschmidt
(1878-1958)



F Galton
(1822-1911)

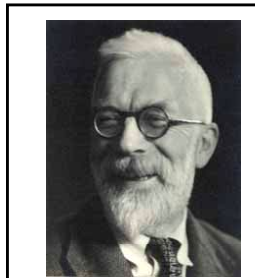


K Pearson
(1857-1936)

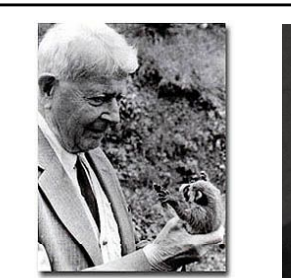
Transformisme Sélection naturelle

Mutationnisme

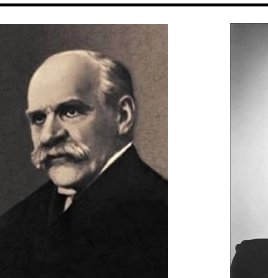
Biométrie



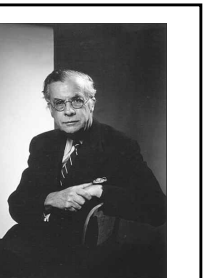
R Fisher
(1890-1962)



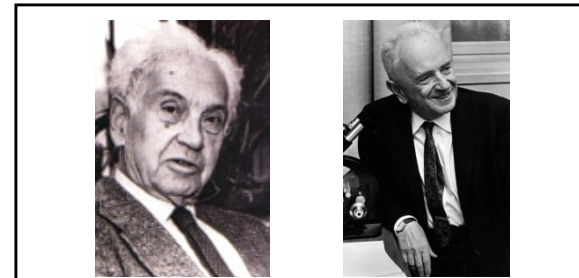
S Wright
(1889-1988)



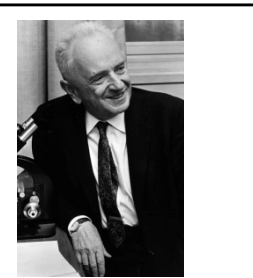
JB Haldane
(1892-1964)



J Huxley
(1887-1975)



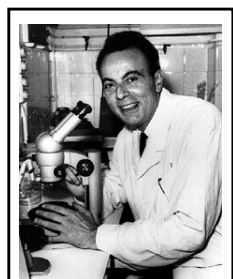
E Mayr
(1904-2003)



T Dobzansky
(1900-1975)

Théorie néosynthétique – Néodarwinisme

Mécanismes de la Spéciation



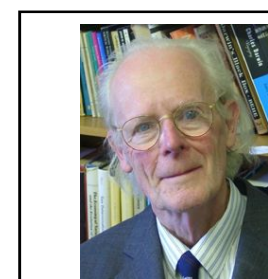
F Jacob
(1920-)

Bricolage Moléculaire



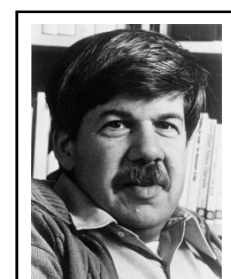
M Kimura
(1924-1994)

Neutralisme



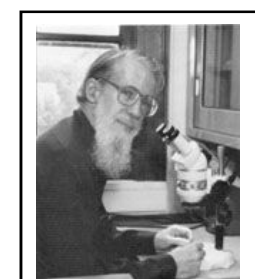
J Maynard-Smith
(1920-2004)

Théorie des jeux SES



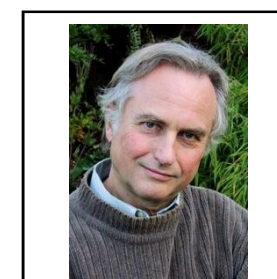
SJ Gould
(1941-2003)

Equilibres ponctués



L van Valen
(1935-)

Reine Rouge



R Dawkins
(1941-)

ADN égoïste

Notions historiques

« L'homme, tout d'abord, **naquit d'êtres vivants d'une autre sorte** puisque, au contraire des animaux qui peuvent rapidement se mettre à chasser, il demande des soins prolongés durant sa prime enfance. S'il avait commencé dans cet état, il n'aurait pu survivre. »

Anaximandre (610-547 av. J.-C.)

« Chaque degré d'erreur aurait fait une nouvelle espèce ; et à **force d'écartés répétés serait venue la diversité infinie des animaux que nous voyons aujourd'hui.** »

Pierre-Moreau de Maupertuis (1698-1759)

« **L'ordre généalogique** est le seul que la nature indique, le seul qui satisfasse pleinement l'esprit; tout autre est arbitraire et vide d'idées. »

Antoine-Nicolas Duchesne (1766)

« De l'espèce parmi les corps vivants, et de l'idée que nous devons attacher à ce mot. Qu'il n'est pas vrai que **les espèces** soient aussi anciennes que la nature, et qu'elles aient toutes existé aussi anciennement les unes que les autres; mais qu'il l'est qu'elles **se sont formées successivement**, qu'elles n'ont qu'une constance relative, et qu'elles ne sont invariables que temporairement. »

Jean-Baptiste Lamarck (1809)

Notions historiques

Essentialisme

« La plus naturelle des fonctions pour tout être vivant parfait, qui n'est pas incomplet ou dont la génération n'est pas spontanée, c'est de produire *un autre être vivant semblable à soi.* »

Aristote (384-322 av. J.-C.)

Préformation

Préformationnistes = Ovistes vs animalculistes.

Jan Swammerdam (1637 – 1680)

Fixité des espèces

« Toutes les espèces tiennent leur origine de leur souche en première instance, de la main même du Créateur Tout-Puissant, car l'Auteur de la Nature, en créant les espèces, imposa à ses créatures une *loi éternelle de reproduction et de multiplication dans les limites de leur propre type.* »

Linné 1737 ; Georges Cuvier (1769 – 1832)



Apparition des idées transformistes

- Notion d'évolution : une espèce peut devenir une autre espèce avec le temps
- Existence et ressemblance des fossiles avec les espèces actuelles
- Absence de génération spontanée
- Opposition aux concepts religieux sur la création

Les structures vestigiales

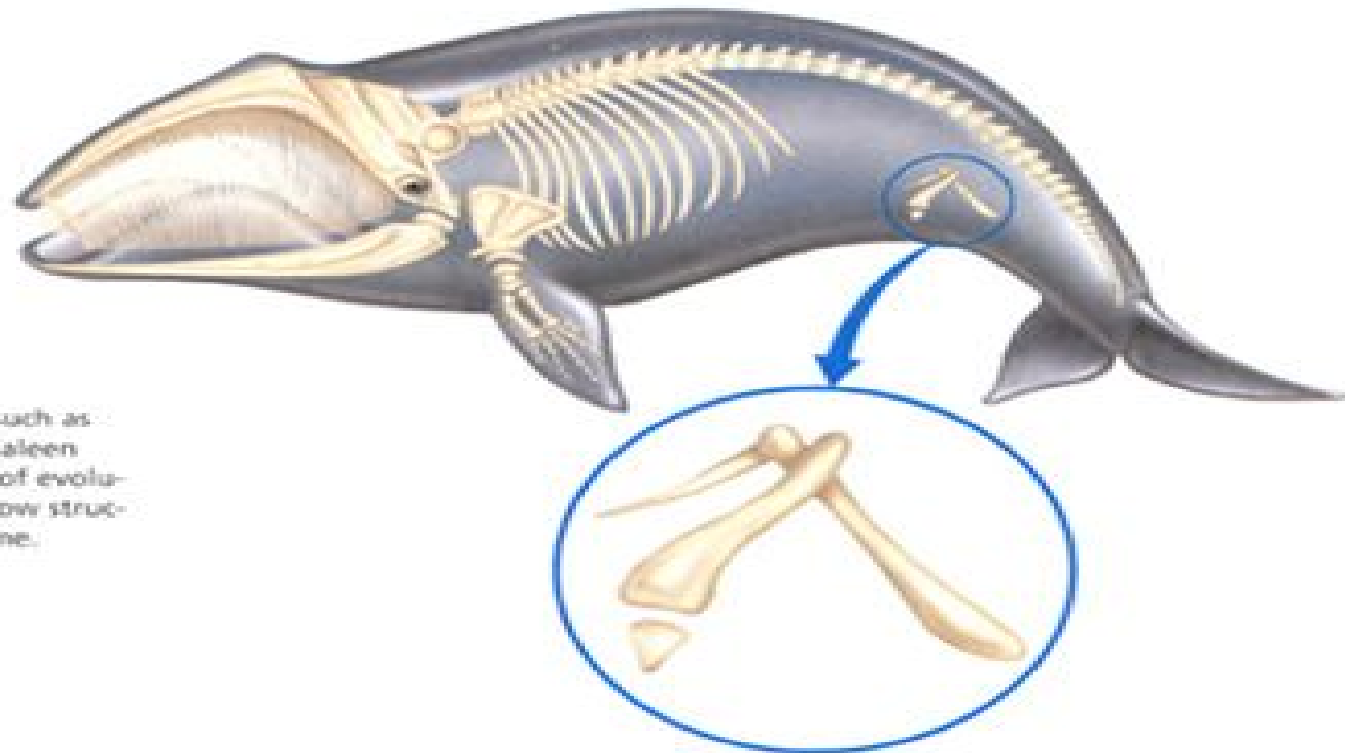
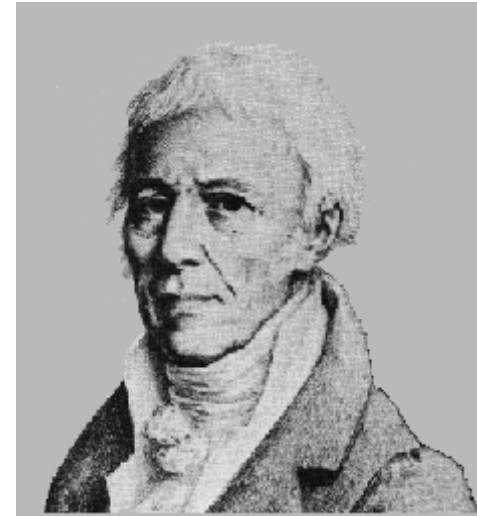


Figure 15.8

Vestigial structures, such as pelvic bones in the baleen whale, are evidence of evolution because they show structural change over time.

Jean-Baptiste Lamarck

- 1744 – 1829
- Naturaliste français
- Professeur au Musée National d'Histoire Naturelle
- 1809: publie « *Philosophie zoologique* », où il présente sa théorie sur l'évolution



Le transformisme de Lamarck

1ère loi.

Modification de l'organe par la *modification des besoins et des habitudes*.

« Dans tout animal (..) l'emploi plus fréquent et soutenu d'un organe quelconque, fortifie peu à peu cet organe, le développe, l'agrandit (..) ; tandis que le défaut constant d'usage de tel organe, l'affaiblit insensiblement, le détériore (..) et finit par le faire disparaître. »

2nde loi.

Hérédité des caractères acquis.

« Tout ce que la nature a fait acquérir ou perdre aux individus par l'influence des circonstances où leur race se trouve depuis longtemps (..) elle le conserve par la génération aux nouveaux individus qui en proviennent. »

Tendance à la complexification du vivant.

« Elle a nécessairement commencé par les plus simples, et n'a produit qu'en dernier lieu ceux qui ont l'organisation la plus composée. »

Jean-Baptiste Lamarck (1809).

Illustrations du transformisme

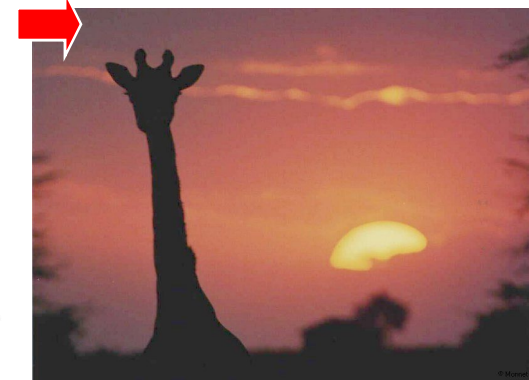
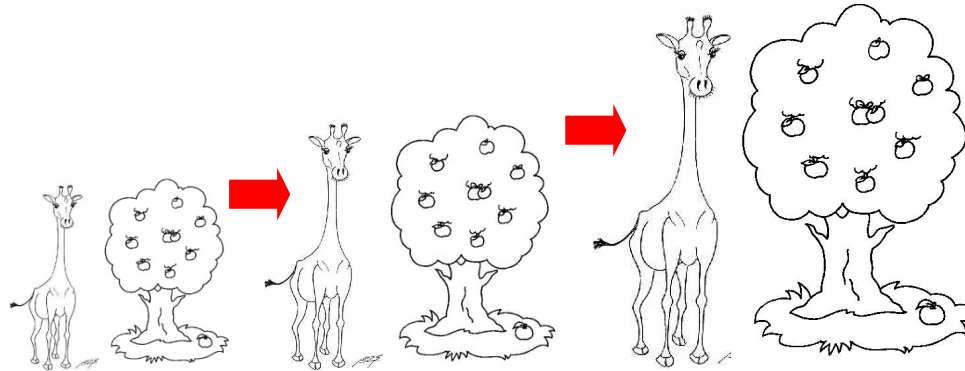
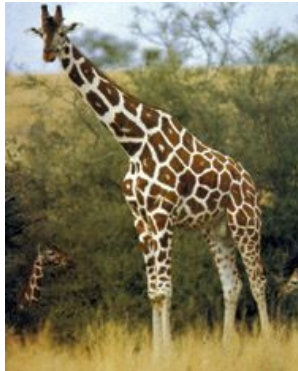
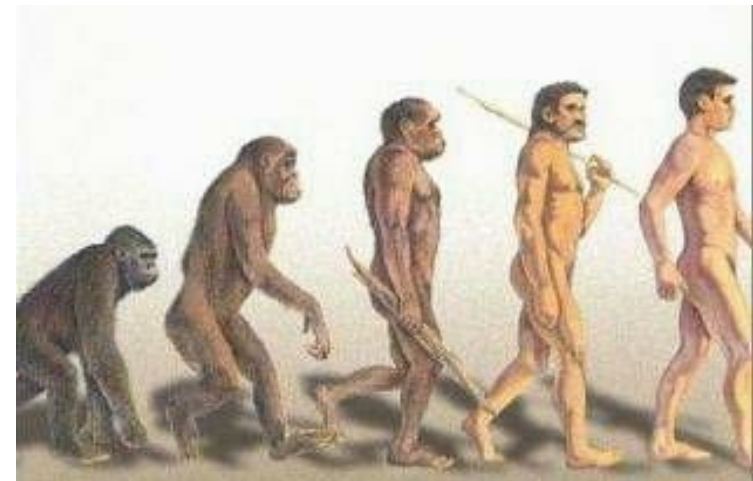


Illustration des deux lois : **du quadrumane au biman...**

*Effectivement, si une race quelconque de quadrumanes (..) perdait par la nécessité des circonstances ou par quelque autre cause, **l'habitude** de grimper sur les arbres, et d'en empoigner les branches avec les mains (..) et si les individus de cette race, pendant une suite de générations, étaient forcés de ne se servir que de leurs pieds pour marcher (..) il n'est pas douteux (..) que ces quadrumanes ne fussent transformés en bimanés. »*



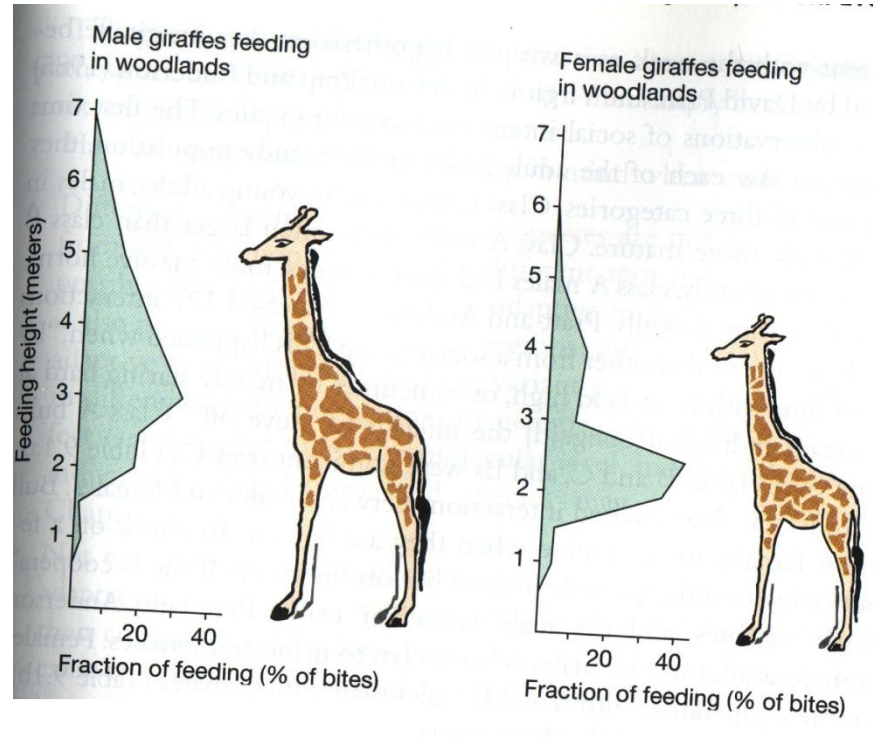
Lamarck : l'évolution linéaire

- Exemple : les taupes

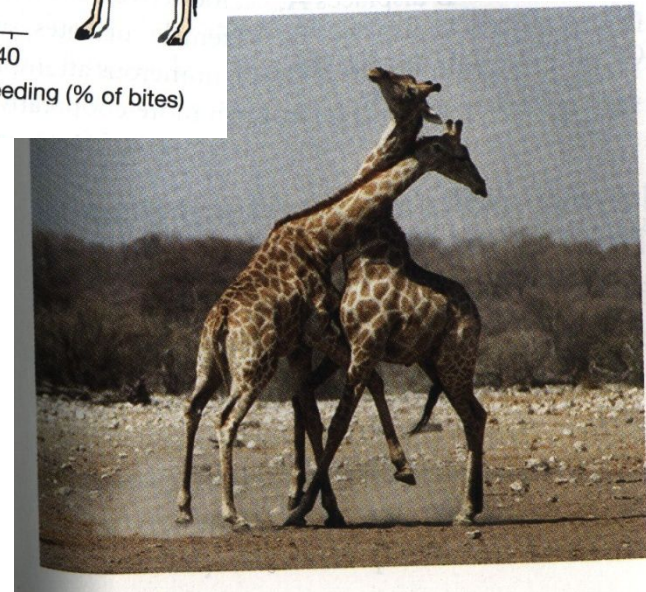
« Or, les animaux qui font partie d'un plan d'organisation, dans lequel les yeux entrent nécessairement, en ont dû avoir dans leur origine. Cependant, puisqu'on en trouve parmi eux qui sont privés de l'usage de cet organe, et qui n'en ont plus que des vestiges cachés ou recouverts, il devient évident que l'appauvrissement et la disparition même de l'organe dont il s'agit, sont les résultats pour cet organe, d'un défaut constant d'exercice. »



La girafe non transformiste

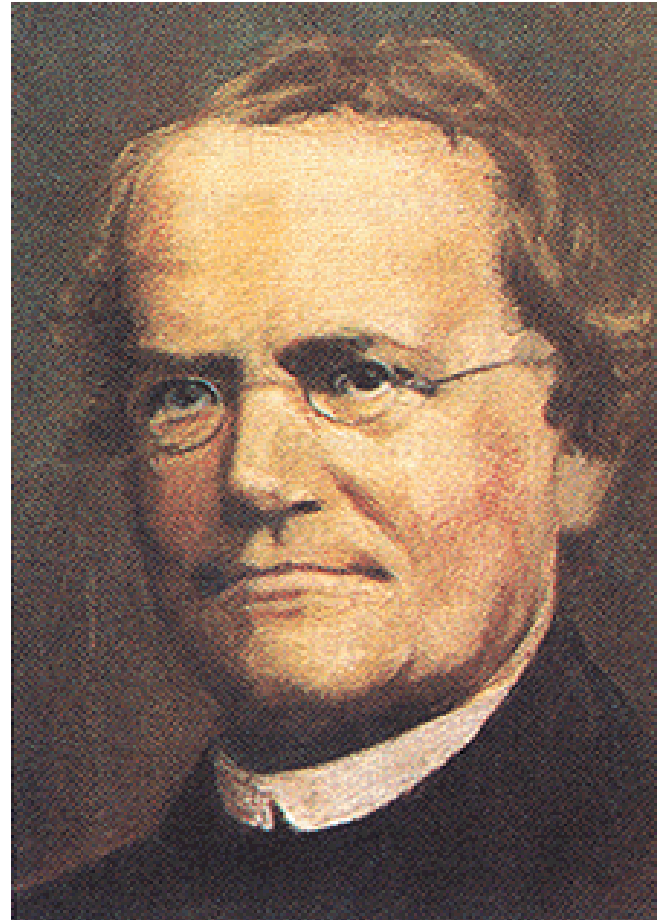


- *Les girafes ne se nourrissent pas des feuilles les plus hautes*
- *Dimorphisme sexuel: la longueur du cou est un caractère qui a vraisemblablement évolué par sélection sexuelle*



Non-transmission des caractères acquis

- Les expériences de Mendel sur des pois ont (entre autres) montré que les caractères acquis ne sont pas transmis à la descendance, mettant fin aux théories de Lamarck

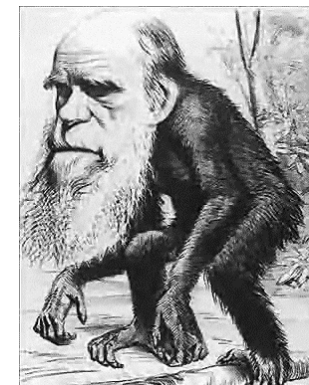
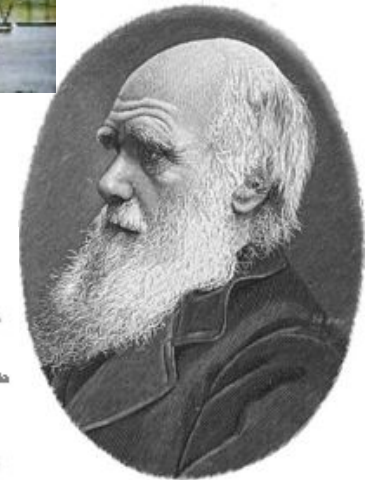
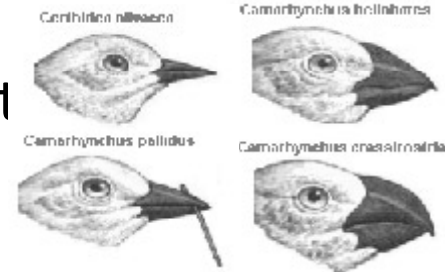


Gregor Mendel
(1822-1884)

Charles Darwin

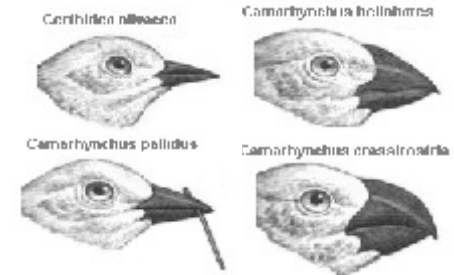
- Naturaliste anglais (1809-1882)
- 1831 : voyage autour du monde sur le *Beagle*
- 1835 : îles Galapagos et observation des pinsons
- 1858 : **Wallace** et Darwin présentent conjointement leurs travaux à la Linnean Society de Londres
- 1859 : **théorie de l'évolution** dans « *The Origin of species* »
- Vives réactions

Epouse de l'évêque de Manchester: «
Descendre du singe ?! Espérons que ce n'est pas vrai... Mais si ça l'est, prions pour que la chose ne s'ébruite pas !»



L'évolution selon Darwin

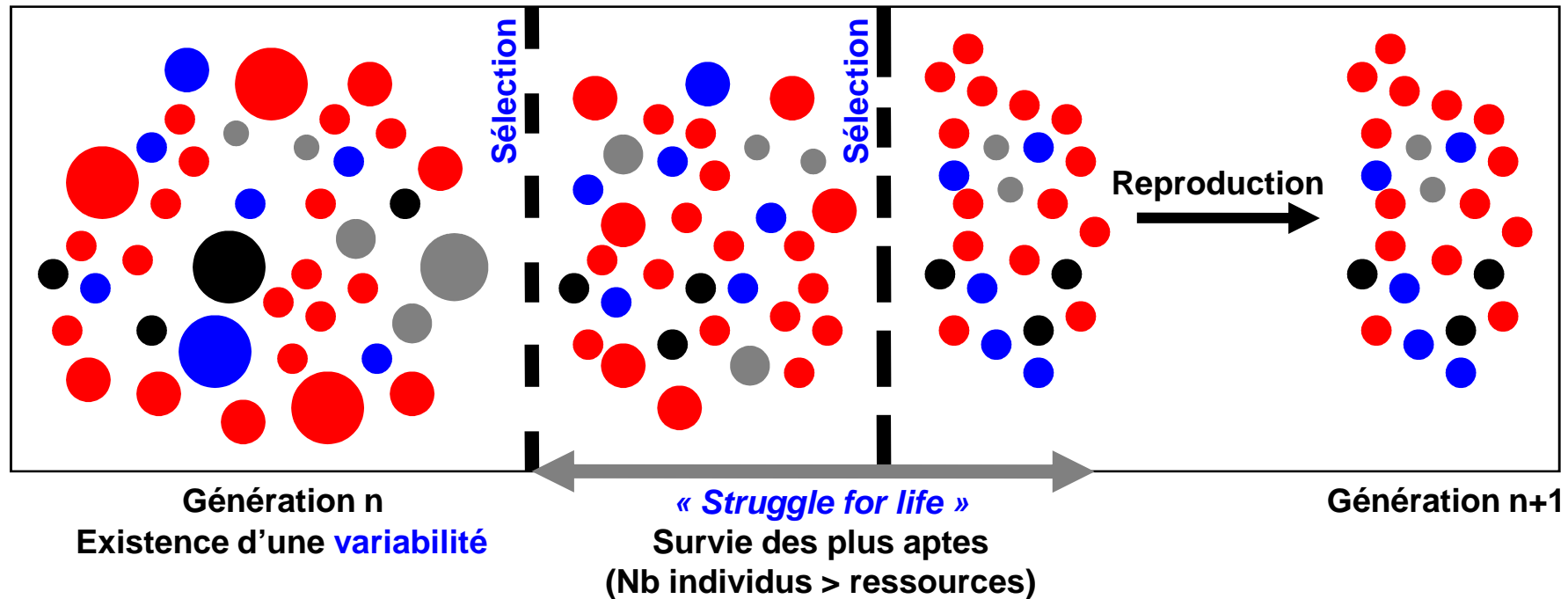
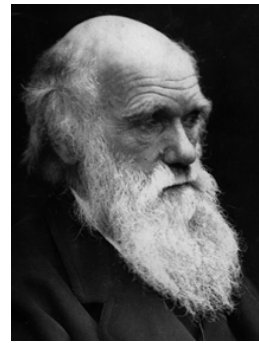
- Observations : pinsons des îles Galapagos
 - Espèces morphologiquement proches
 - Répartition particulière
 - Caractéristiques propres à chaque espèce
 - Pour une espèce, ces caractères peuvent varier selon l'île
 - Migration et déplacements entre îles réduits (≠ oiseaux marins)
- ⇒ Les espèces dérivent les unes des autres (à partir d'une espèce ancestrale continentale)



L'évolution selon Darwin

- La sélection artificielle : pigeons domestiques
 - Pratiques des éleveurs pour créer de nouvelles races ou variétés
 - Souligne pour la 1^{ère} fois la forte diversité intra-spécifique
 - Sélection exercée par l'homme pour accumuler ces variations
 - *« Le pouvoir de la sélection, d'accumulation que possède l'Homme, est la clef de ce problème; la Nature fournit les variations successives, l'Homme les accumule dans certaines directions qui lui sont utiles. »*

Théorie de la sélection naturelle



« Les **petites différences** qui distinguent les variétés d'une même espèce tendent régulièrement à **s'accroître jusqu'à** ce qu'elles deviennent égales **aux grandes différences** qui existent entre les espèces d'un même genre, ou entre des genres distincts »

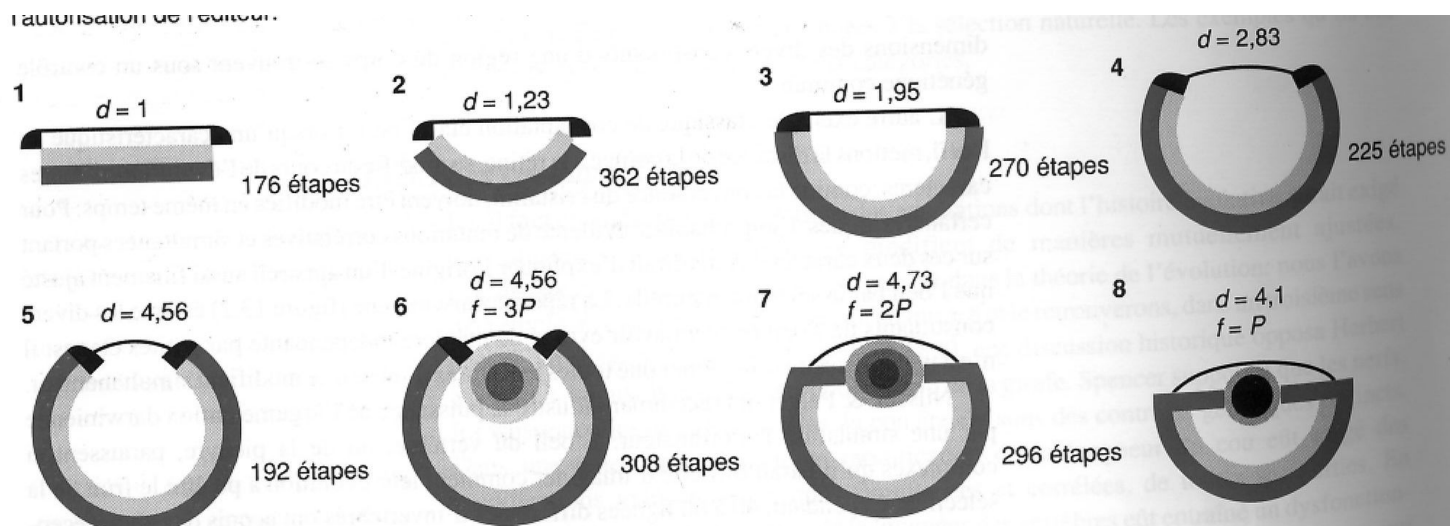
Et les organes complexes?

Un argument apparemment de bon-sens...

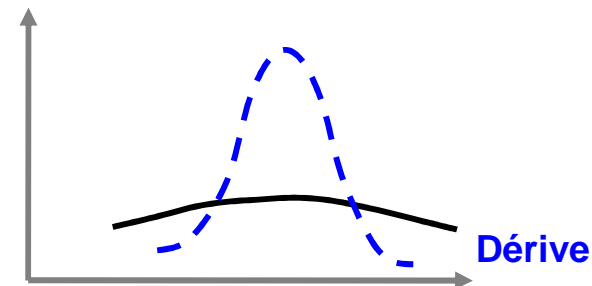
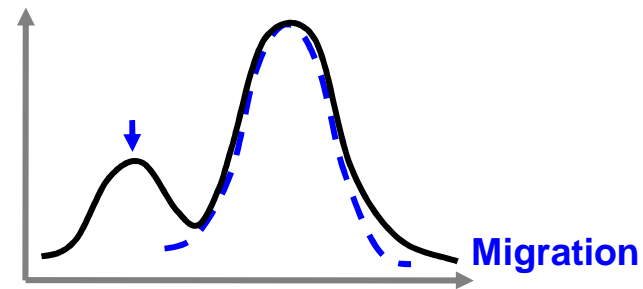
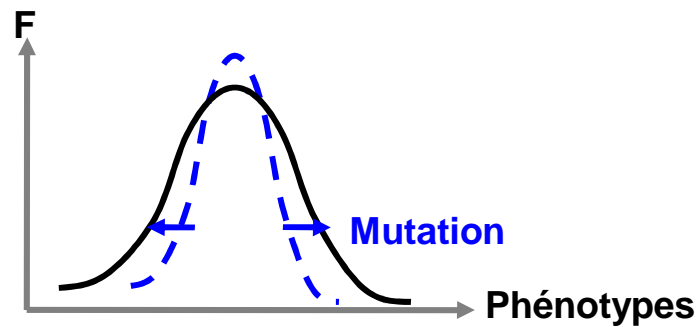
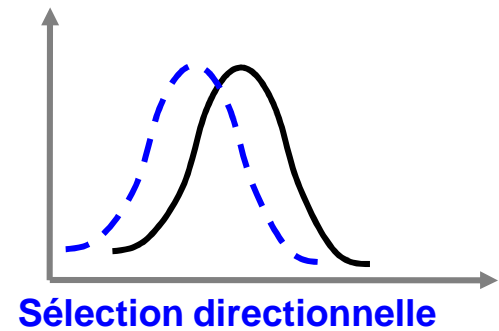
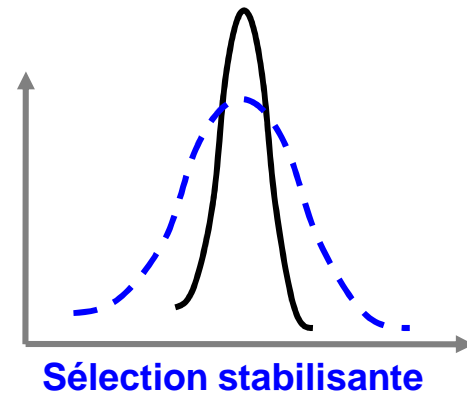
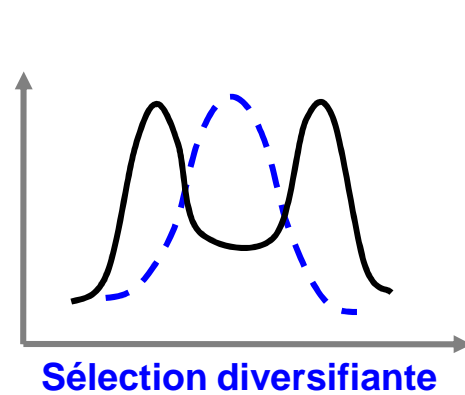
*Un individu avec un organe complexe, tel que l'œil, ne saurait être avantageé et dans la lutte pour l'existence. **Comment dès lors un organe aussi complexe que l'œil aurait-il pu apparaître au cours de l'évolution par progression de formes intermédiaires imparfaites** ? Les organes complexes sont donc apparus directement sans intermédiaire (grâce à un plan divin, cf. Intelligent Design).*

Mais FAUX !

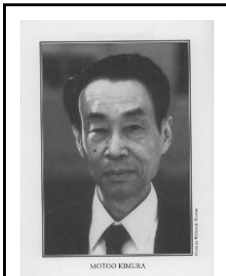
- *Modèle informatique à 3 couches (épithélium, tissu photosensible, couche pigmentée).*
- *A chaque étape, variation de 1% de la morphologie du modèle et sélection des organes les plus performants (sur la base des lois de l'optique).*



Théorie néosynthétique de l'évolution



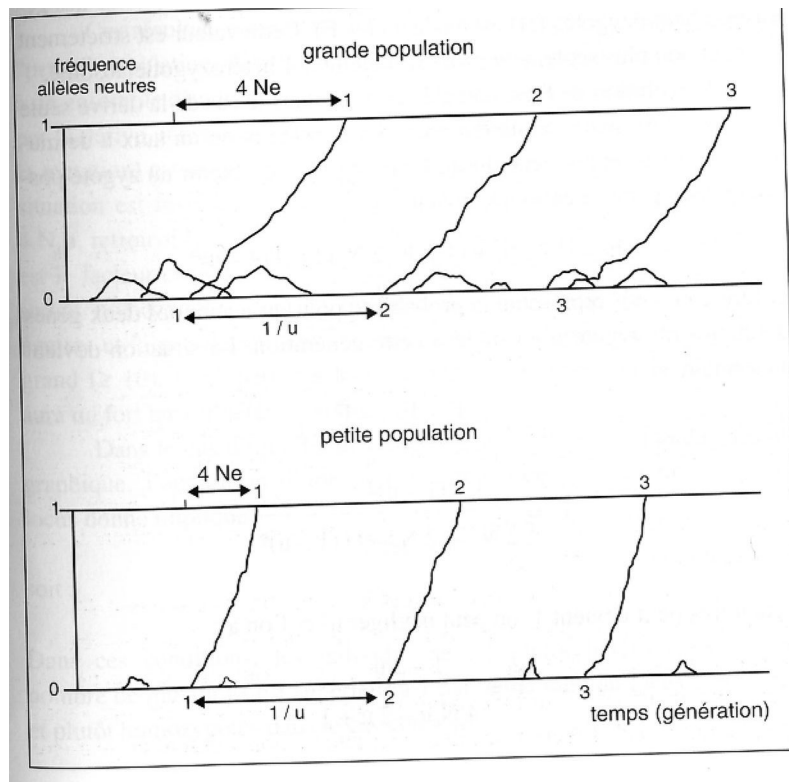
Le neutralisme



M Kimura
(1924-1994)

Neutralisme

« L'hypothèse neutraliste affirme que **la majorité des substitutions** de mutants s'effectue non pas par sélection darwinienne positive mais par **fixation aléatoire de mutants sélectivement neutres** ou presque neutres. »



*La grande partie du polymorphisme ne s'accompagne d'aucune variation sur les valeurs sélectives (**absence de fardeau génétique**).*

$$T = 4Ne$$

- Indépendant de μ
- Si Ne grand, polymorphisme.

Figure 9.1 : Fixation des mutations neutres.
La comparaison des deux graphiques montre que le nombre de substitutions est indépendant de la taille de la population, mais que le temps requis pour chaque fixation est proportionnel à l'effectif efficace u , taux de mutation.

Le gradualisme

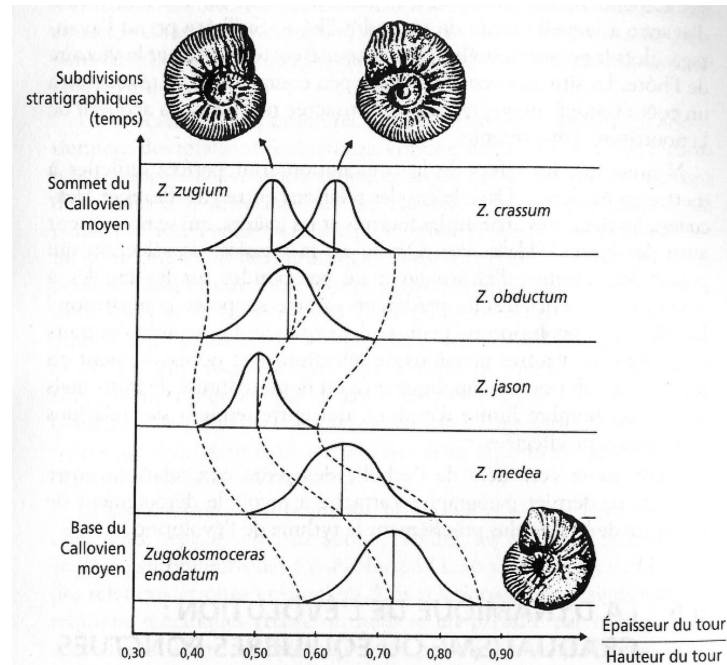


Figure 6.6 Évolution des distributions du rapport épaisseur/hauteur du tour des ammonites du genre *Zugokosmoceras*, au Jurassique (d'après Devillers et Mahé).

- **Changements continus**
- **Anagenèse dominante**
- **Spéciation sympatrique**

Les formes de transition ne se pas forcément retrouvées en raison de lacunes dans les archives paléontologiques

Les équilibres ponctués (SJ Gould)

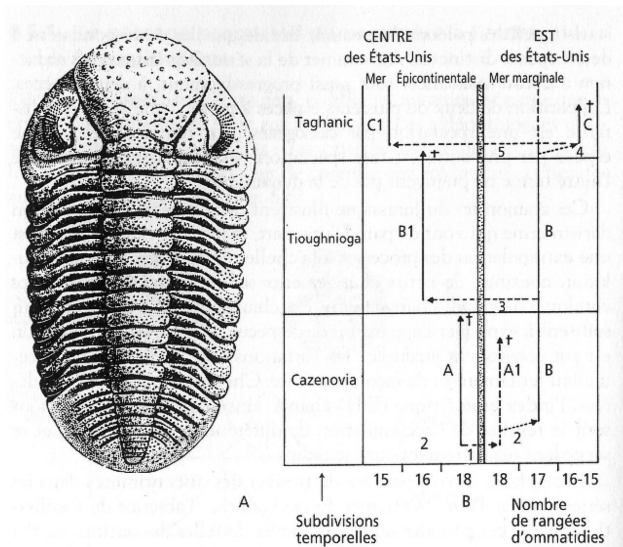


Figure 6.7 A. Le trilobite *Phacops*
B. Les successions de formes au Dévonien (d'après Devillers et Mahé).

distinction des espèces. Trois espèces se succèdent avec 18 puis 17 et enfin 15 rangées. Dans les terrains du centre des États-Unis, les trois formes se trouvent dans des strates superposées et distinctes, sans jamais coexister. À l'inverse, dans la partie est, la forme à 17 rangées (B) est contemporaine de celle à 18 (A et A1). Plus tard (à l'époque dénommée Taghanic), les formes à 17 et 15 rangées (B et C) vivent ensemble.

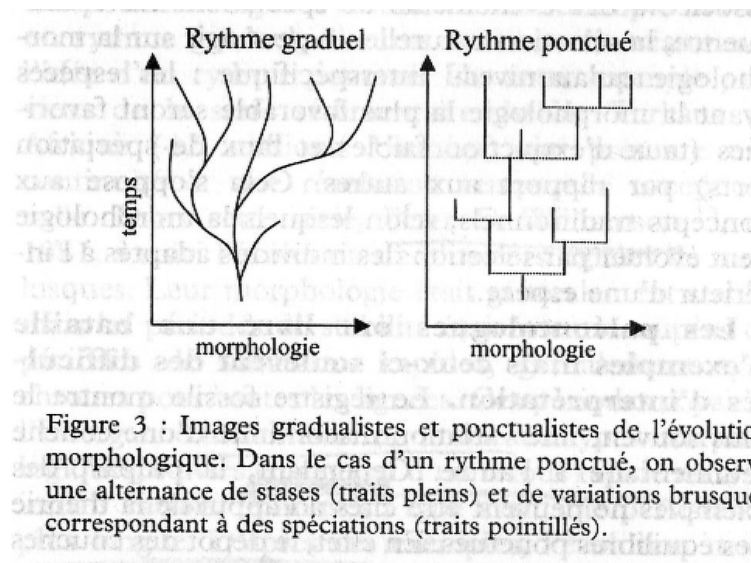


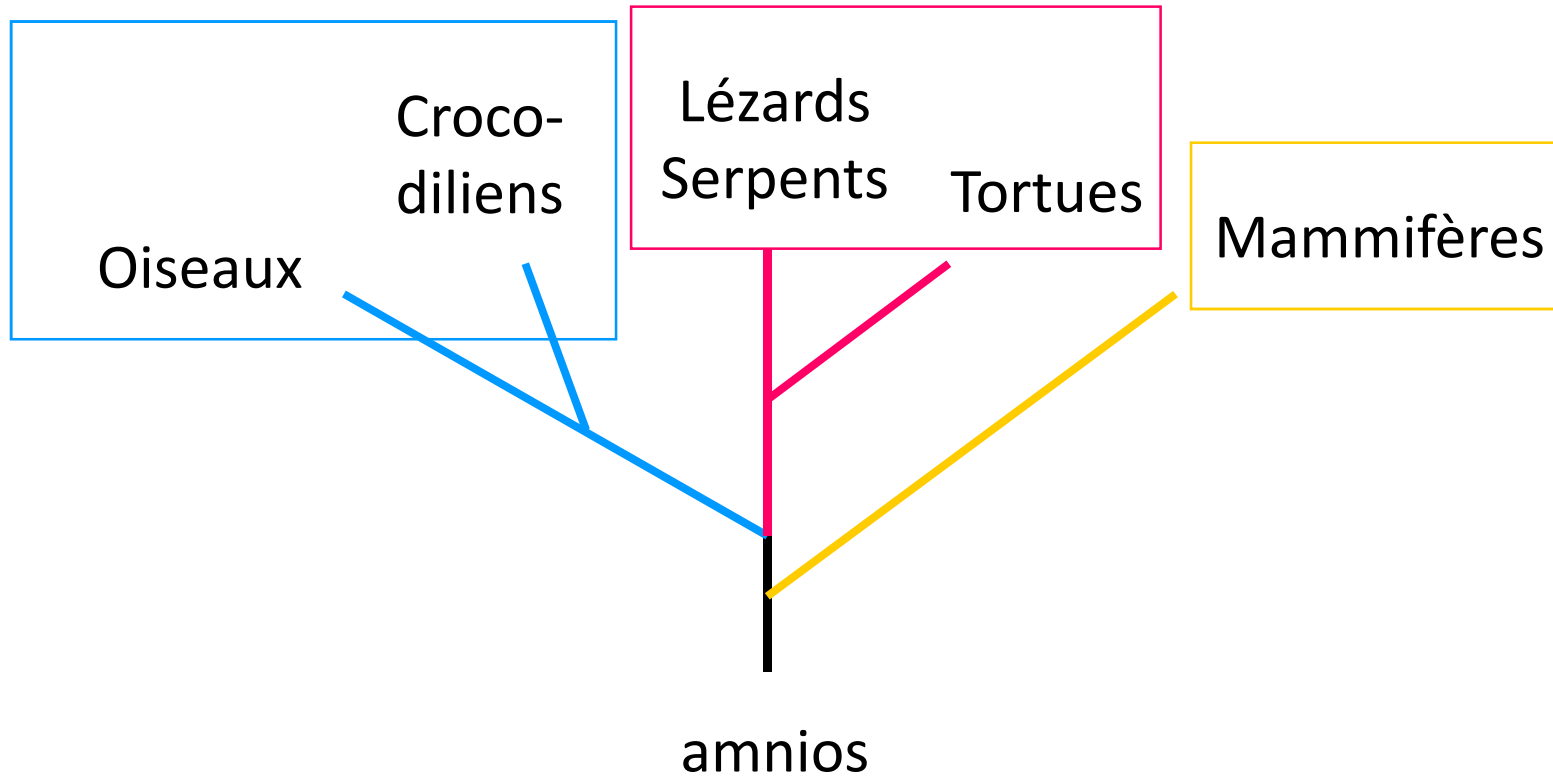
Figure 3 : Images gradualistes et punctualistes de l'évolution morphologique. Dans le cas d'un rythme ponctué, on observe une alternance de stases (traits pleins) et de variations brusques correspondant à des spéciations (traits pointillés).

- **Changements discontinus**
- **Longues stases & spéciations rapides**
- **Spéciations allopatriques**
- **Cladogenèse exclusivement**

- Les formes de transition ne se pas retrouvées car l'évolution s'est produite en allopatrie
- Stases ~ sélection stabilisante interrompues par des périodes de spéciation (vicariance, effets fondateurs)

Classification cladistique

cladogramme



La méthode phénétique

Construction de dendrogrammes

Le principe de la méthode UPGMA: non-heuristique
 (Unweighted pair-group method of arithmetic average)
 Produit un arbre raciné (par construction)

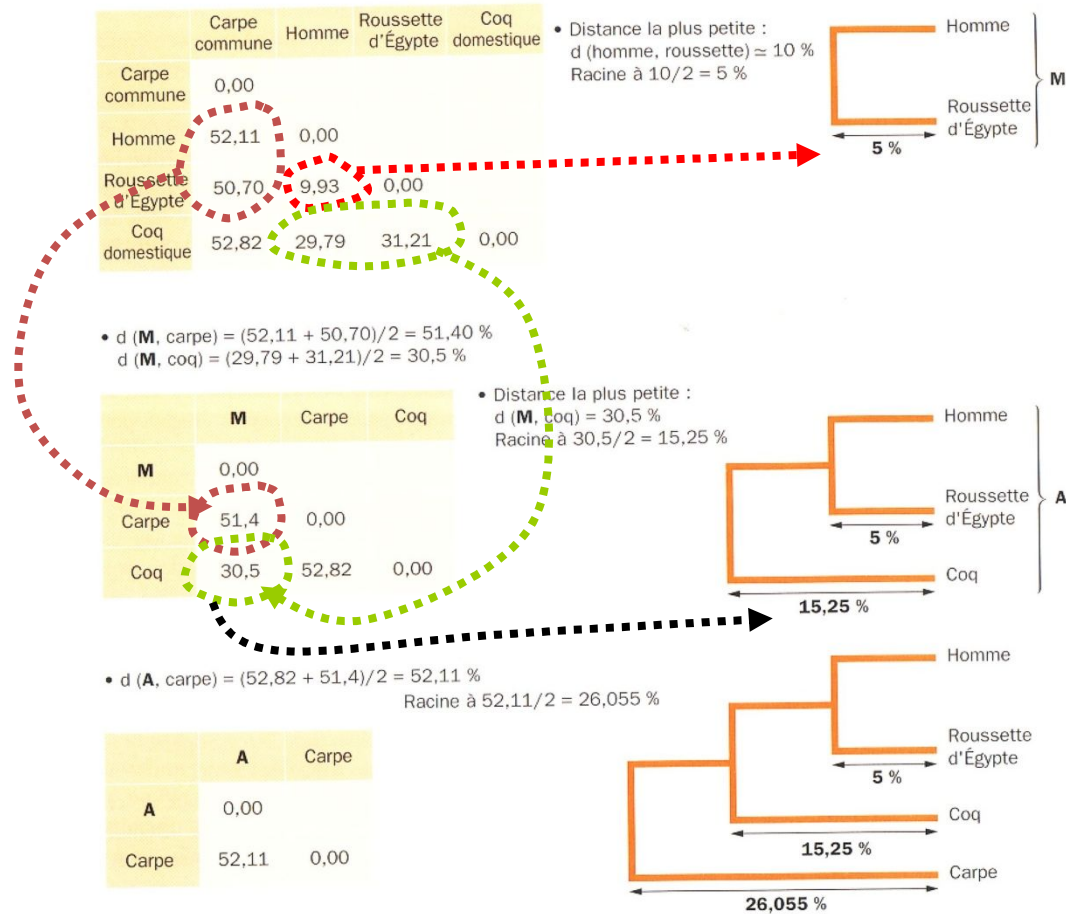
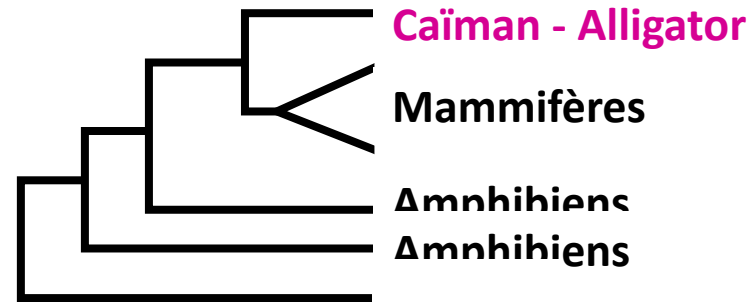


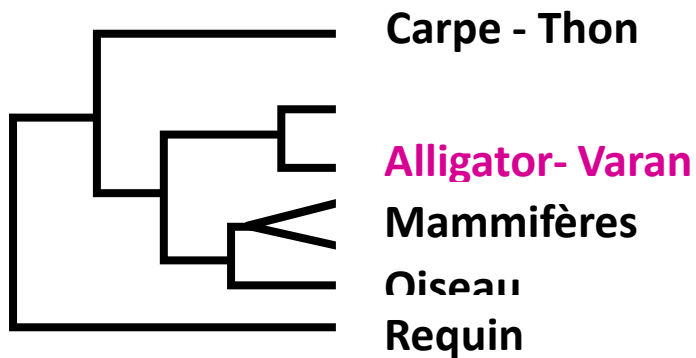
Figure 14. Calcul d'un arbre par la méthode UPGMA. Les matrices de distances sont tirées des séquences (fig. 13). Le nombre donné est un pourcentage d'acides aminés différents entre deux séquences.

Validité des approches phylogénétiques

Un exemple de conflit entre caractères chez les Deutérostomiens

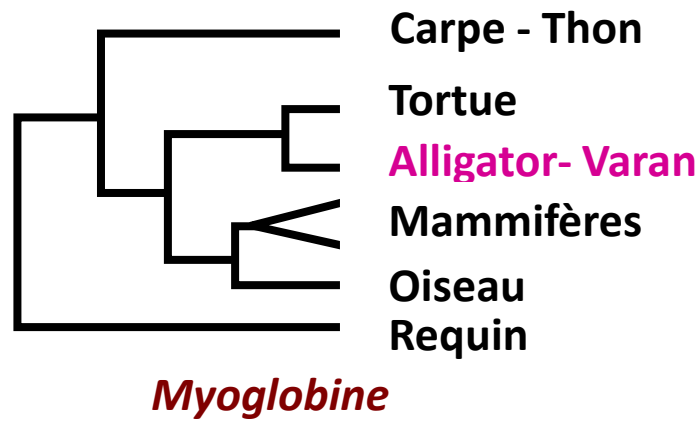
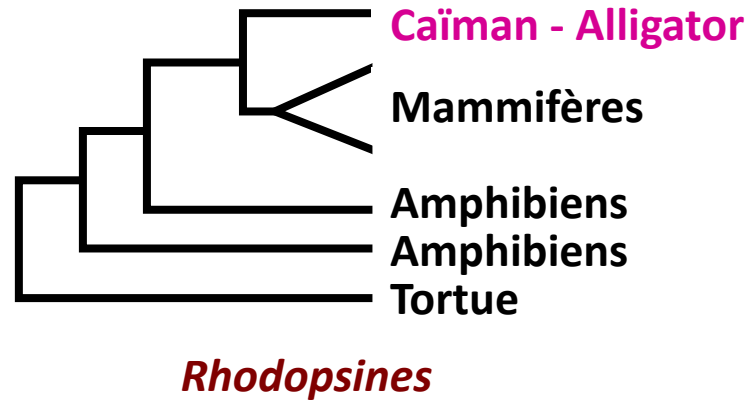
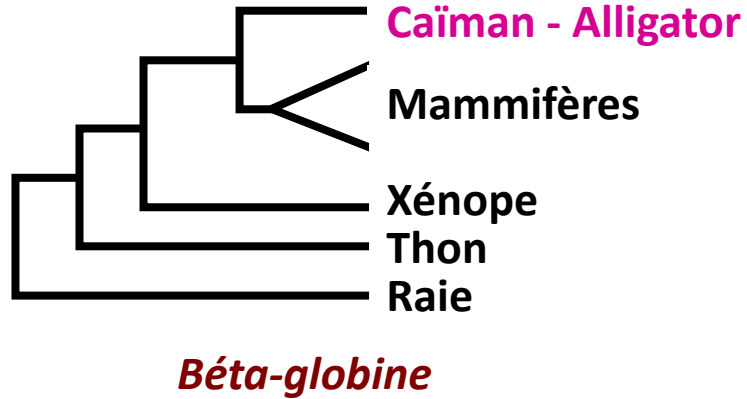


Rhodopsines



Myoglobine

Evolution des Deutérostomiens



INTRODUCTION

1. L'évolution : bref retour en arrière sur l'histoire du terme.



*C'est Dieu qui, dès l'origine, a créé tous les germes emboîtés les uns dans les autres. Le début de la vie génitale se réduit au « réveil » du germe qui sort de son engourdissement pour commencer son « **évolution** », **sa croissance et son développement.***

Jan Swammerdam (1637 - 1680)

L'évolution comme processus de croissance d'un individu à partir de son germe.

Charles Bonnet (1720 - 1793).

Transmutation & transformation des espèces.

« (...) d'innombrables formes toujours belles et plus merveilleuses n'ont cessé d'évoluer et, aujourd'hui encore, évoluent. »

Charles Darwin (1859)

L'évolution comme « **descendance avec modification.** »

Herbert Spencer (1862)

INTRODUCTION

Les deux définitions du terme « évolution »

Définition dérivée de la **paléontologique**

- Ensemble des **processus par lesquels les organismes se transforment au fil des générations, d'ancêtre à descendant.**

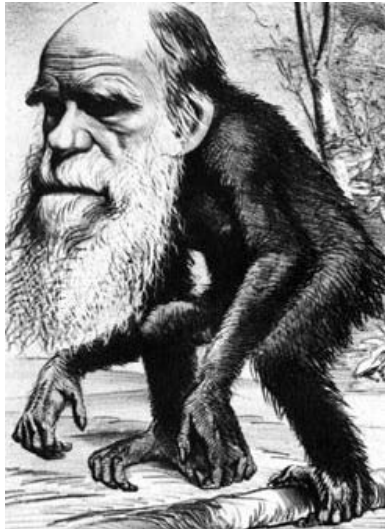
Définition dérivée de la **génétique des populations**

2. Ensemble des **variations** dans les populations et au cours du temps des **fréquences alléliques** de l'ensemble des gènes.



INTRODUCTION

3. L'évolution : un concept qui dérange parfois toujours...



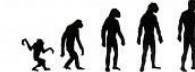
Darwin et sa théorie de l'évolution réintègrent les écoles du Kansas

TOPEKA (Etats-Unis), **15 février 2001**

AFP - Après 18 mois d'une intense polémique, Darwin a gagné : sa théorie sur l'évolution des espèces, **rayée des programmes scolaires du Kansas sous la pression des fundamentalistes chrétiens**, a été réhabilitée et sera à nouveau enseignée.

The MYTH of EVOLUTION

THE ROAD TO HOMO SAPIENS



God's Man is Who I Am
A speck of cosmic dust—
A germ within a cell—
A cog to turn a wheel—
A link in a hidden chain—
Oh no, for I've the irresponsible joy
To scream—
I am God's man!

Not a cosmic particle,
Nor an insignificant germ,
Nor a mere mechanical cog,
Nor a useless wooden link—
Oh, no, for I own nose and feet and throat!
Yes, I am God's man!

They say the matter non-like,
A monkey running round,
They call it evolution—
One call—some change—and man,
God do, the special wonder
Of a God-created man—
I am God's man!

I put an orange
and made the critic furious—
I put a jasmine blossom
and he fragrances his my head,
I pinch a quill together
And find my own expression—
I receive complete fulfillment
In the one I'll find to look
Impossible that I had happened,
Or developed bit by bit—
I am God's man!

OR CREATED
IN GOD'S
IMAGE?



"And man became
a thing
So says the Holy Book;
A creature of clay,
A God of love, yet righteous,
A God-created Adam—
Oh, how I believe in—
I am God's man!

— Selected

by
Radio Pastor Perry F. Rockwood

LE MONDE | 26.04.05

Inquiétante offensive des créationnistes américains

Les partisans de l'Intelligent Design ("*dessein intelligent*") soulignent la perfection de la mécanique des cellules, "*les lignes d'assemblage, les centrales thermiques, les unités de recyclage, et les monorails miniatures qui véhiculent les éléments de part et d'autre de la cellule*".

Bien trop sophistiqué, selon eux, pour être le fruit du hasard ou de l'évolution.

(..) "*Combien d'évolutionnistes accepteraient l'idée que des changements aléatoires dans un programme informatique produisent une version améliorée ?*, interroge l'un d'eux. *Pourtant, c'est exactement ce qu'ils essaient de nous faire croire quand l'ADN subit une mutation au cours du processus d'évolution.*"

Selon un sondage CBS de novembre 2004, *55 % des Américains croient que "Dieu a créé les humains dans leur forme actuelle"* (..) et *27 % adoptent l'idée d'une oeuvre conjointe : "Les hommes ont évolué. Dieu a guidé le processus."*

A 65 %, les Américains veulent que le créationnisme soit enseigné en même temps que l'évolution. Les professeurs de biologie, eux, sont en état d'alerte. A Dover, en Pennsylvanie, lorsque le Conseil des écoles a recommandé, en janvier, de lire aux élèves un préambule affirmant que *l'évolution est une "théorie, pas un fait"*, huit d'entre eux ont refusé.

Les êtres vivants sont reliés par des relations de parenté

Des étranges ressemblances...

La notion de **convergence**

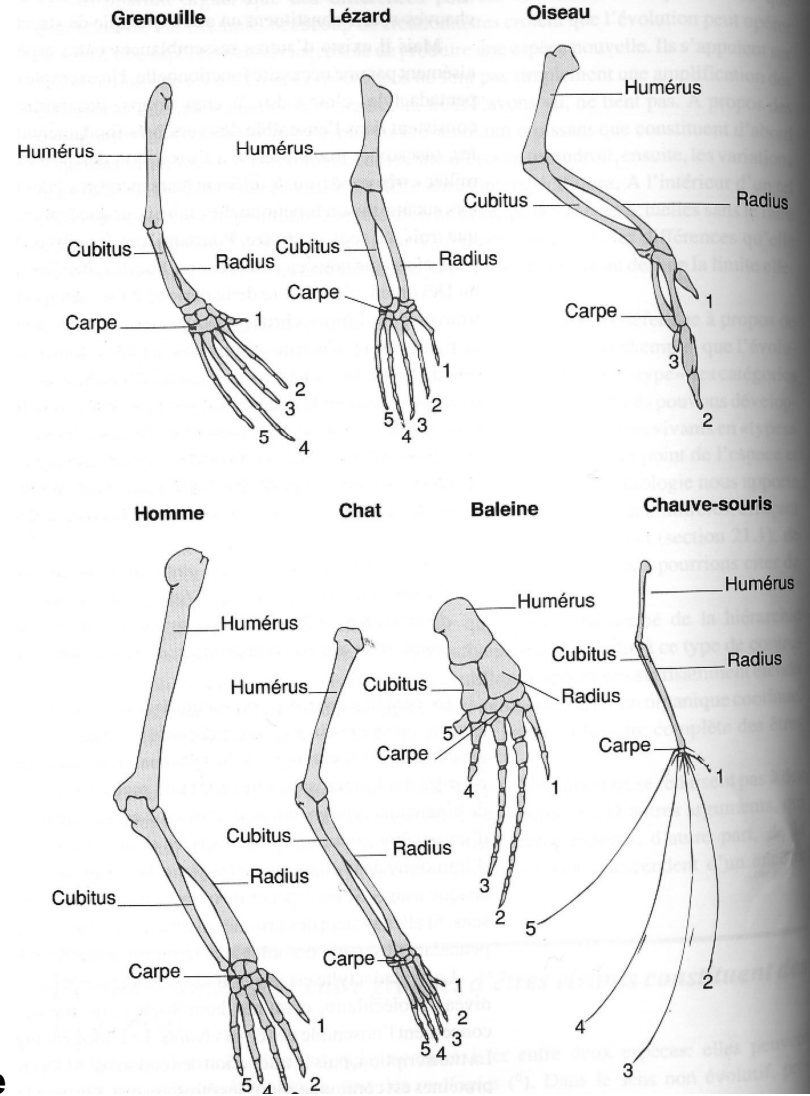
Caractère apparu indépendamment chez des taxons non apparentés

La notion d'**homologie**

Caractère hérité d'un ancêtre commun

Echelle Morpho-Anatomique

Figure 3.6 Les membres de tous les tétrapodes ont une structure de base pentadactyle (c'est-à-dire à cinq doigts). Bien qu'ils remplissent des fonctions différentes, les membres antérieurs d'un homme, d'un oiseau, d'une baleine ou d'une chauve-souris sont construits à partir des mêmes os.



Des étranges ressemblances...

Echelle Génomique

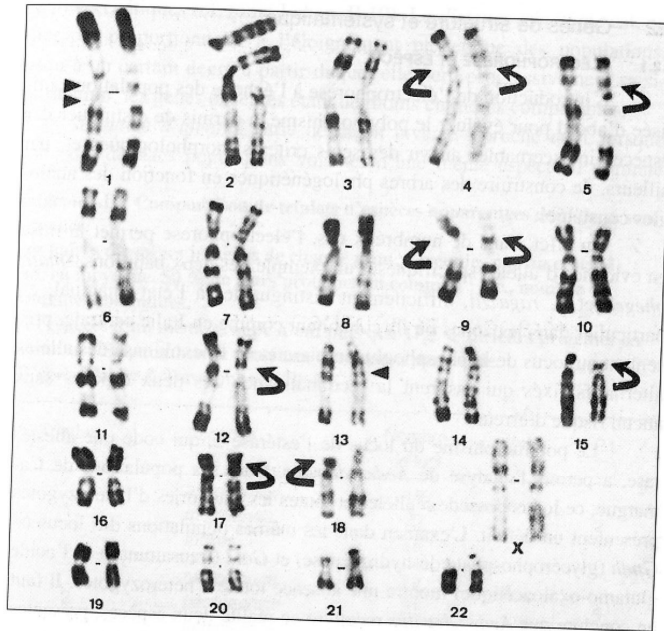


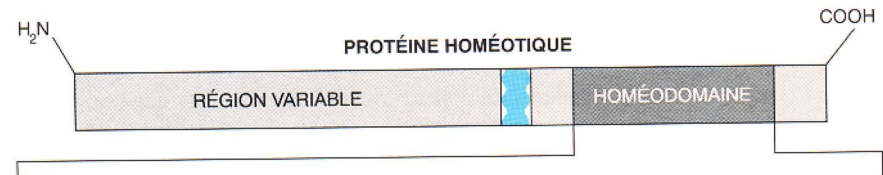
Figure 1.5 : La comparaison d'un caryotype haploïde d'homme (à gauche pour chaque paire) et d'un caryotype haploïde de chimpanzé (à droite) montre qu'ils diffèrent par neuf inversions péricentriques (flèches courbes), une fusion (flèche droite) et une addition de matériel sur le 1 humain et le 13 du chimpanzé (triangle noir).
(D'après Dutrillaux 1985, *l'Anthropologie* 89, 125.)

Environ 1% de différences

→ Nb différences = $3 \cdot 10^7$ sites

$$\rightarrow P(\text{identité} / \text{hasard}) = \frac{1}{4} (3 \cdot 10^9 - 3 \cdot 10^7)$$

Echelle moléculaire



SÉQUENCE CONSENSUS

RKRGRTTYTRYQTLELEKEFHFNRYLTRRRRIEIAHALCLTERQIKIWQNRMRKWKKEN

Labial

NNS--NF--NK--LT--A--NT--Q--N--T--V--Q--RV
 PGGL--NF--TR--LT--K--S--A--V--AT--G--N--T--V--Q--RE

**Souris
Droso.**

Deformed

P--Q--A--H--I--Y--T--V--S--D--
 P--S--A--Q--V--Y--V--T--S--D--

Antennapedia

---Q---
 ---Q---Y---T---

Abdominal-B

VRKK-KP-SKF--L-A-VSKQK-W-L-RN-Q--V--N--NS
 SRKK-CP-K--L-M--D--H-V-RL-N-S--V--M--L-

4. LES HOMÉODOMAINES SE RESSEMBLENT BEAUCOUP dans toutes les protéines codées par les gènes homéotiques. Chaque lettre de la séquence consensus (*en haut*) représente un acide aminé. On a indiqué, pour quelques protéines HOM et Hox, les acides aminés qui diffèrent de ceux de la séquence consensus.



Lamarck : l'évolution linéaire

- Observations

Les formes des mollusques et des insectes semblent montrer une certaine continuité

← les différentes formes animales qui se succèdent dans le temps et montrent une organisation de plus en plus *complexe dérivent les unes des autres, par filiation directe, grâce à des petites variations qui s'accumulent.*

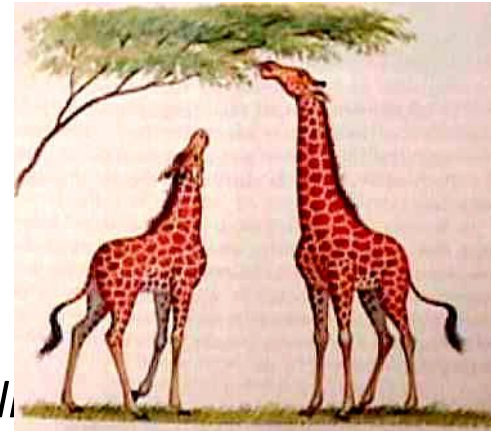
Lamarck : l'évolution linéaire

- Mécanismes d'évolution
 - changements dans l'environnement : cause de variations des organes, par usage accru ou diminué de ceux-ci en réponse aux changements
 - changements survenus dans deux individus qui se reproduisent sont transmis à leurs descendants :
hérédité des caractères acquis

- Exemple : les girafes

*« Relativement aux habitudes, il est curieux
observer le produit dans la forme
de la girafe*

(camelo-pardal



animal, le plus grand des mammifères, habite l'intérieur de l'Afrique, et qu'il vit dans des lieux où la terre, presque toujours aride et sans herbage, l'oblige de brouter le feuillage des arbres, et de s'efforcer continuellement d' y atteindre. Il est résulté de cette habitude, soutenue, depuis longtemps, dans tous les individus de sa race, que ses jambes de devant sont devenues plus longues que celles de derrière, et que son col s'est tellement allongé, que la giraffe, sans se dresser sur les jambes de derrière, élève sa tête et atteint à six mètres de hauteur. »

Lamarck : l'évolution linéaire

Amélioration et complexification constantes des organismes

Pas d'extinction mais évolution en un organisme différent.

Problème : organismes simples (protistes) ?

L'évolution selon Darwin

- Loi de Malthus (1838) et compétition

"lutte pour l'existence"

- La sélection naturelle

ou

"persistance du plus apte"

L'évolution selon Darwin

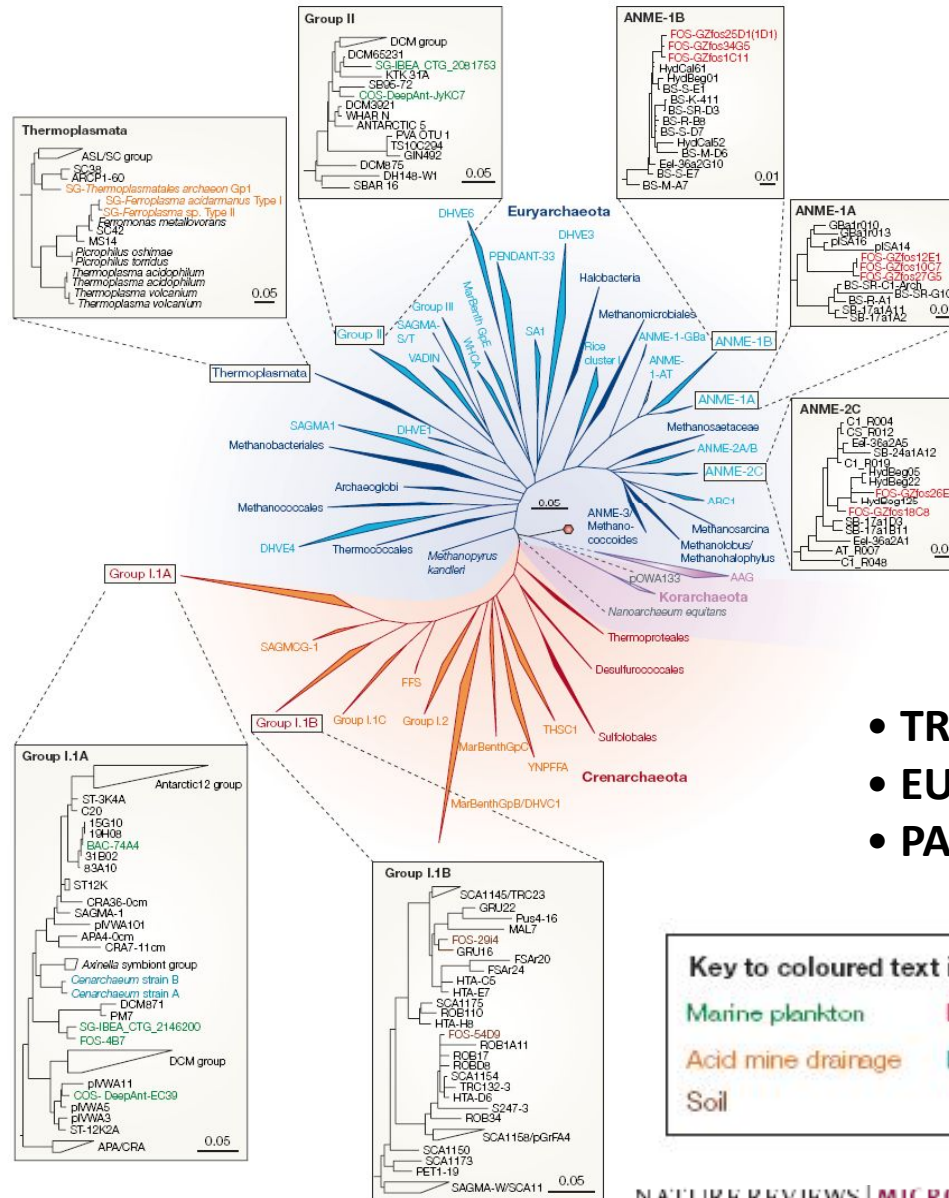
- Variabilité au sein de populations naturelles transmise de parents à descendants
- Ressources du milieu limitées → compétition
- Avantage lié à certaines de ces variations → meilleure survie et reproduction
- La sélection naturelle effectue un tri

Variabilité et apparition de nouveaux caractères sont à la base de toute évolution

!! En 1859, les lois de l'hérédité n'étaient pas connues.

UNE REVISION TOTALE DE LA CLASSIFICATION CLASSIQUE ENTRE DOMAINES ET REGNES

LE DOMAINE ARCHEEN



- TRES GRANDE DIVERSITE
- EURYARCHEES / CRENARCHEES
- PAS SEULEMENT EXTREMOPHILES