

TD Évolution & comportement

Gwenael Kaminski (bureau 209)

Gwenael.Kaminski@upmf-grenoble.fr

<http://brassens.upmf-grenoble.fr/~gkaminsk/index.htm>

Plan des TD

- ★ Arbres évolutifs, analogie/homologie....
- ★ Spéciation, phénomène endémique, horloge moléculaire...
- ★ Évolution humaine, encéphalisation, théorie de Papez...

Plan du TD

- ★ Phylogénie et systématique
- ★ La notion d'arbre
- ★ Changements évolutifs
- ★ Groupes de taxons
- ★ Classification
- ★ Exercices

Phylogénie et systématique

Systématique

Branche de la biologie qui traite de la classification et du nom scientifique des organismes

De Aristote à Lamarck

- Critères arbitraires pour regrouper les genres
- Grouper les genres dans des taxons sur la base de similarités partagées (le Systema Naturae - Linné, 1735)

Problème : Plusieurs classifications possibles

Au XIX siècle

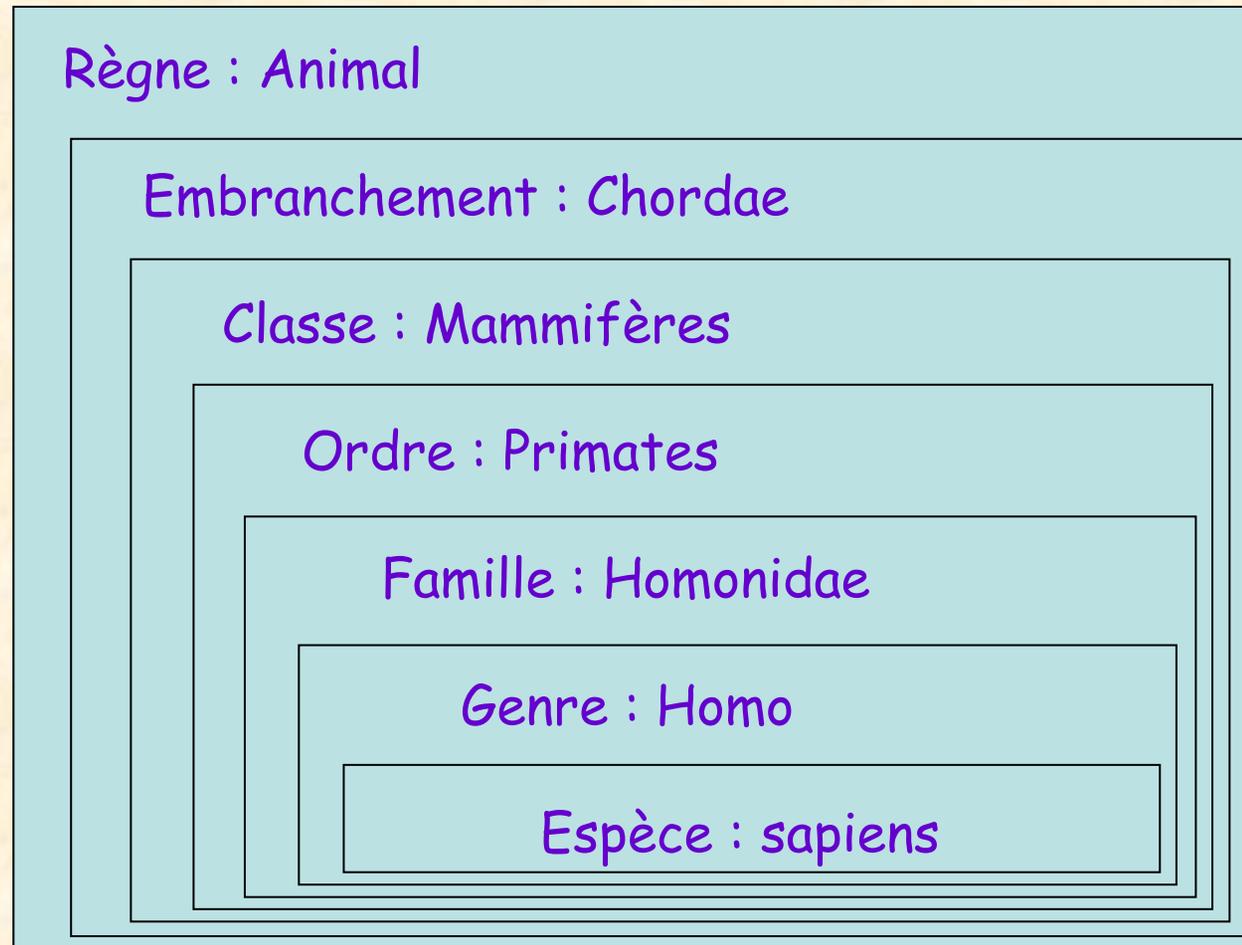
- Théories de l'évolution (Lamarck, Darwin)
- Il existe une histoire des espèces

Conséquence sur la systématique

Le temps géologique étant irréversible, l'histoire de la descendance est unique -> **Systématique phylogénétique**

Phylogénie et systématique

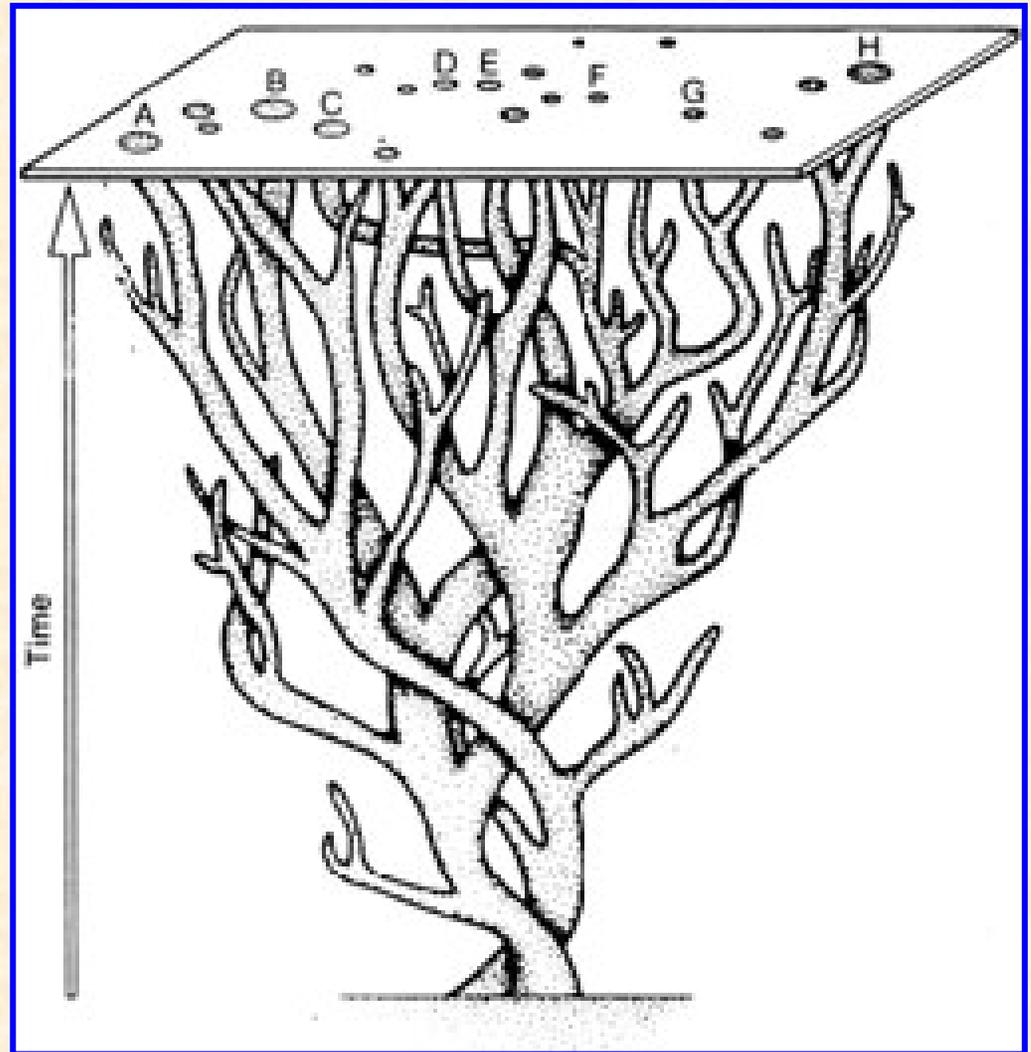
Ex : Homme : Homo sapiens



Hiérarchie de niveau

Phylogénie et systématique

Il n'y a qu'un véritable arbre phylogénétique de tous les organismes vivants.



La notion d'arbre

- ★ PHYLOGENIE ou PHYLOGENESE est l'histoire évolutive des êtres vivants ou ayant vécu, c'ad l'étude des relations de parenté entre les organismes ou les taxons

(*phylo* : embranchement, groupe, *genèse* : origine)

- ★ TAXON : un groupe d'organismes reconnus en tant qu'unité formelle à chacun des niveaux de la classification.

(ex : Bos taurus est un taxon de rang spécifique, Bovidae est un taxon de rang familial...)

➡ Représentation des liens de parenté entre les taxons : **arbre**

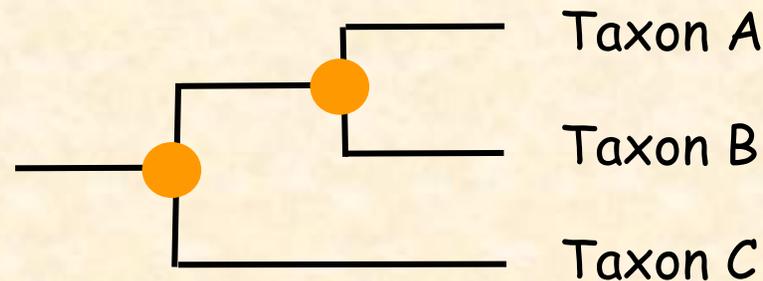


La représentation des relations de parenté, sous forme d'arbre, repose sur le **principe** que **tous les êtres vivants descendent d'une origine unique.**

Les phylogénies sont des hypothèses !

Un arbre phylogénétique est une représentation graphique de la phylogenèse d'un groupe de taxa.

- Les sommets A,B,C représentent les taxons ou les **unités évolutives** et les branches (ou feuille) définissent leurs relations en terme de descendance (**chemins évolutifs**).
- Les **noeuds** représentent des ancêtres hypothétiques.

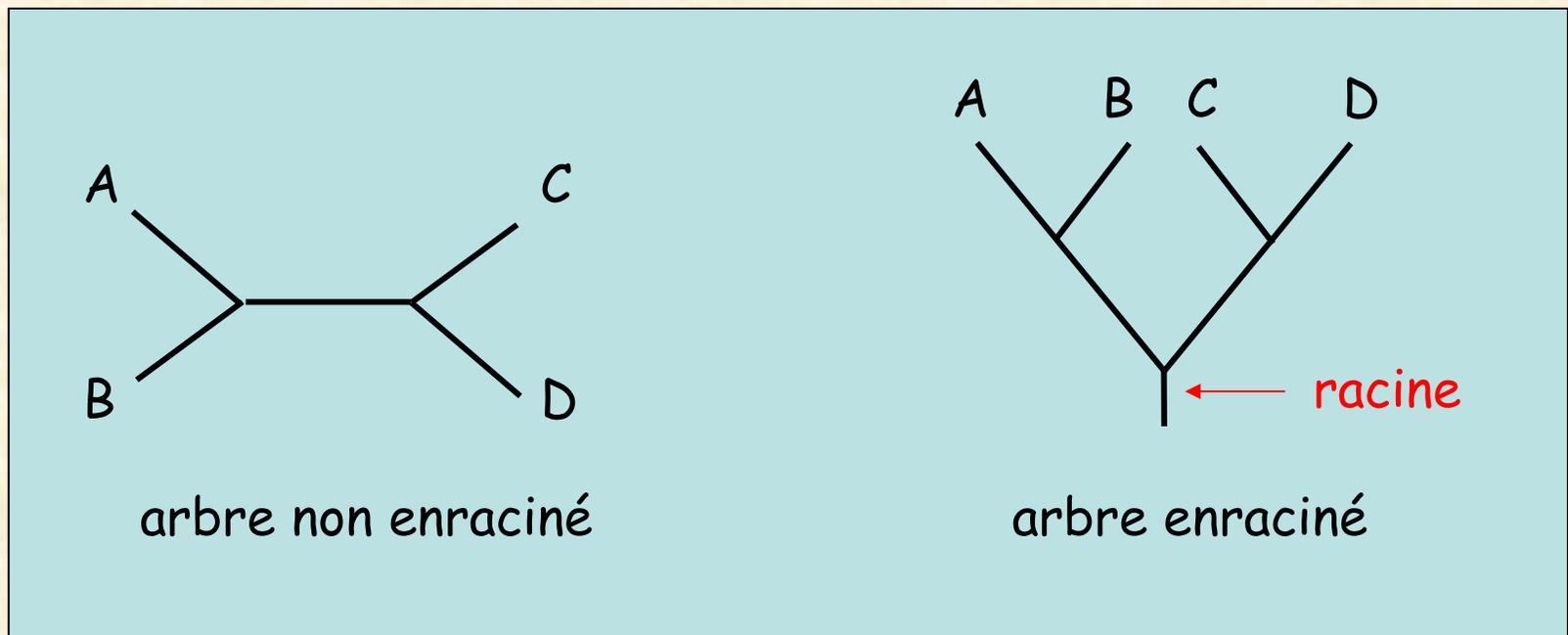


- ★ A est plus proche parent de B que de C, car A et B partagent un **ancêtre commun exclusif** qui n'est pas un ancêtre de C
- ★ A, B et C partagent également un ancêtre commun qui est plus ancien que le dernier ancêtre commun de A et B

La notion d'arbre

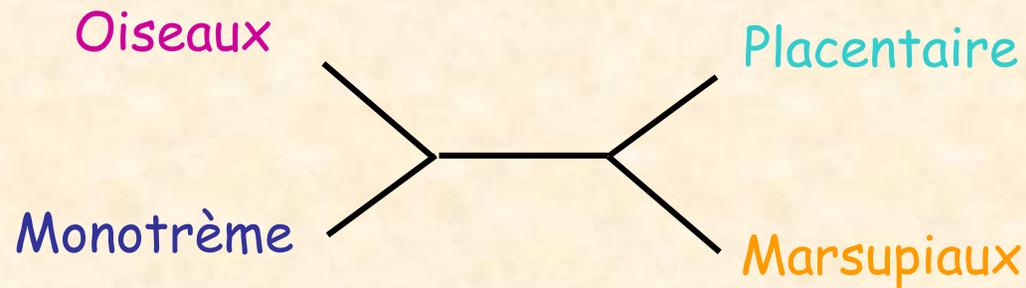
La racine d'un arbre phylogénétique indique la position de l'ancêtre commun de tous les taxa présents dans l'arbre.

Les méthodes d'analyse phylogénétique reconstruisent toujours des arbres non enracinés. La position de la racine est arbitrairement déterminée sur la base de données fossiles ou autres.

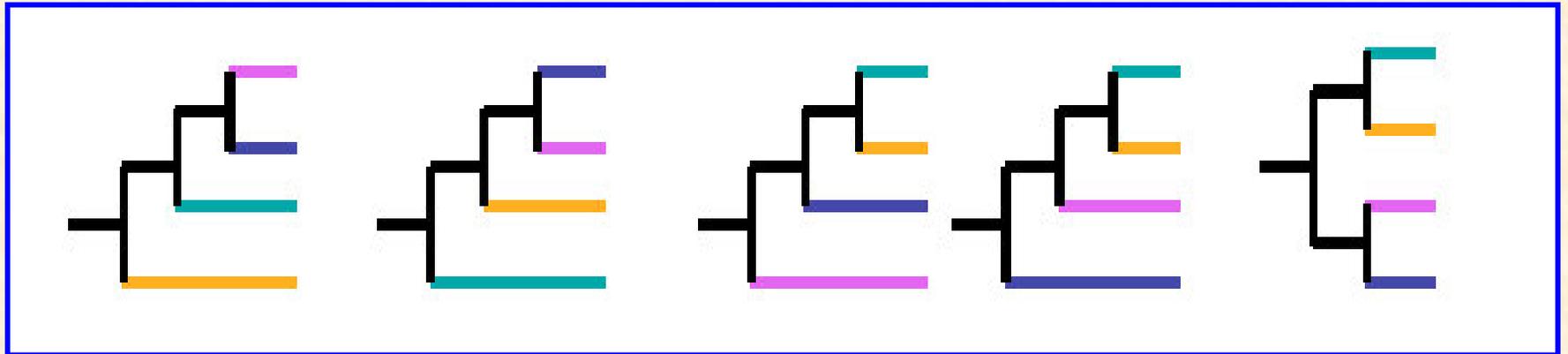


Arbre non raciné : n'inclut pas les relations d'ascendance/descendance entre les organismes (on ne connaît pas l'orientation du temps)

La notion d'arbre

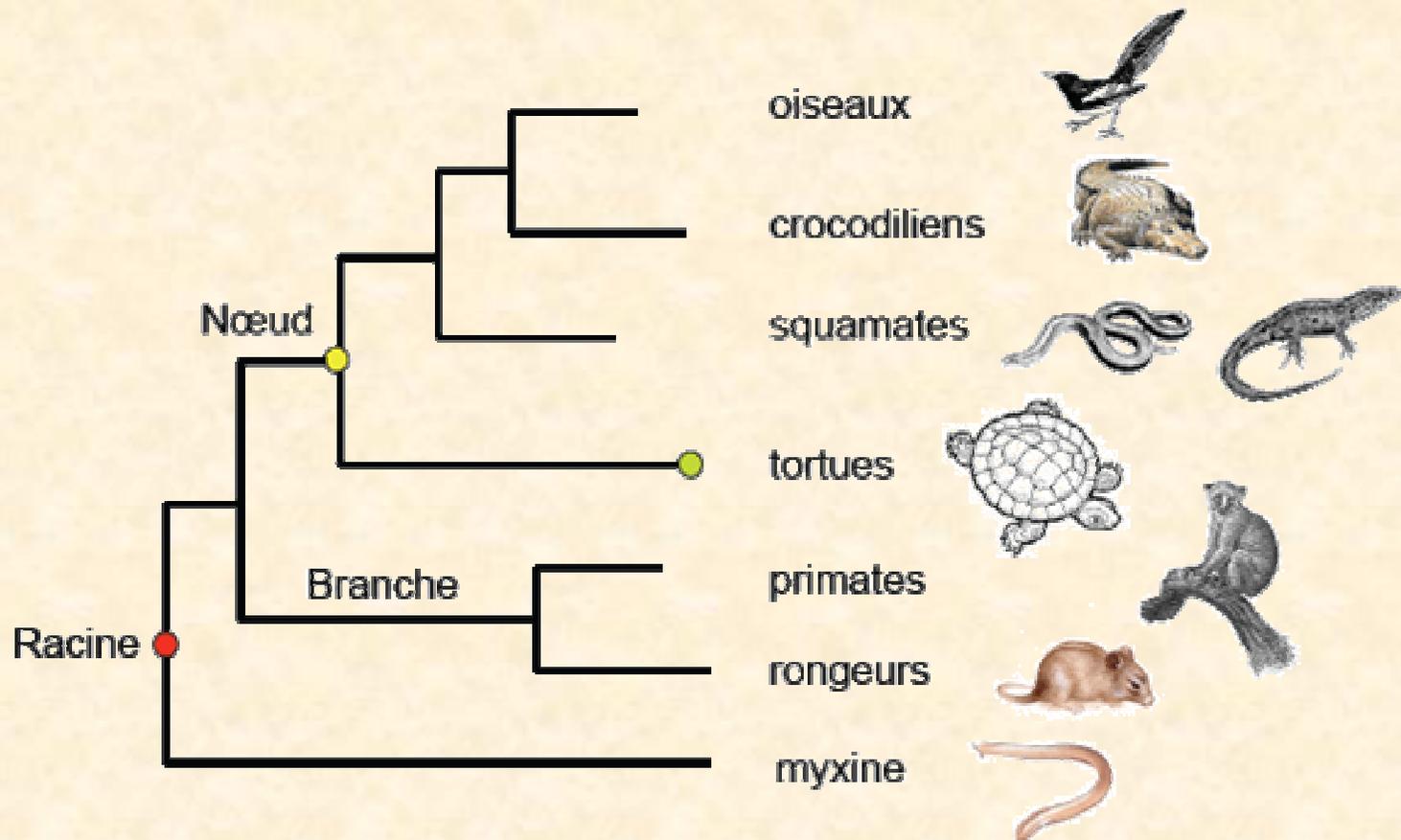


Exo : à partir de ces 4 taxons, faites les 5 arbres racinés possibles



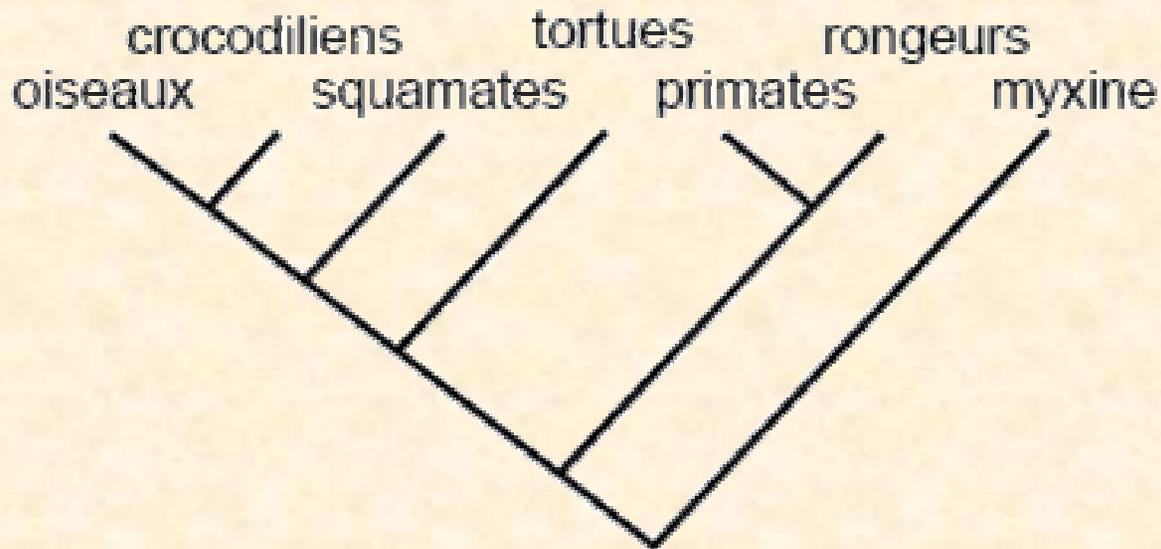
La notion d'arbre

Un phylogramme est un arbre exprimant les relations phylogénétiques entre plusieurs taxa et dont la **longueur des branches** est proportionnelle à la **quantité de changements évolutifs** qui a eu lieu dans chacune des lignées.



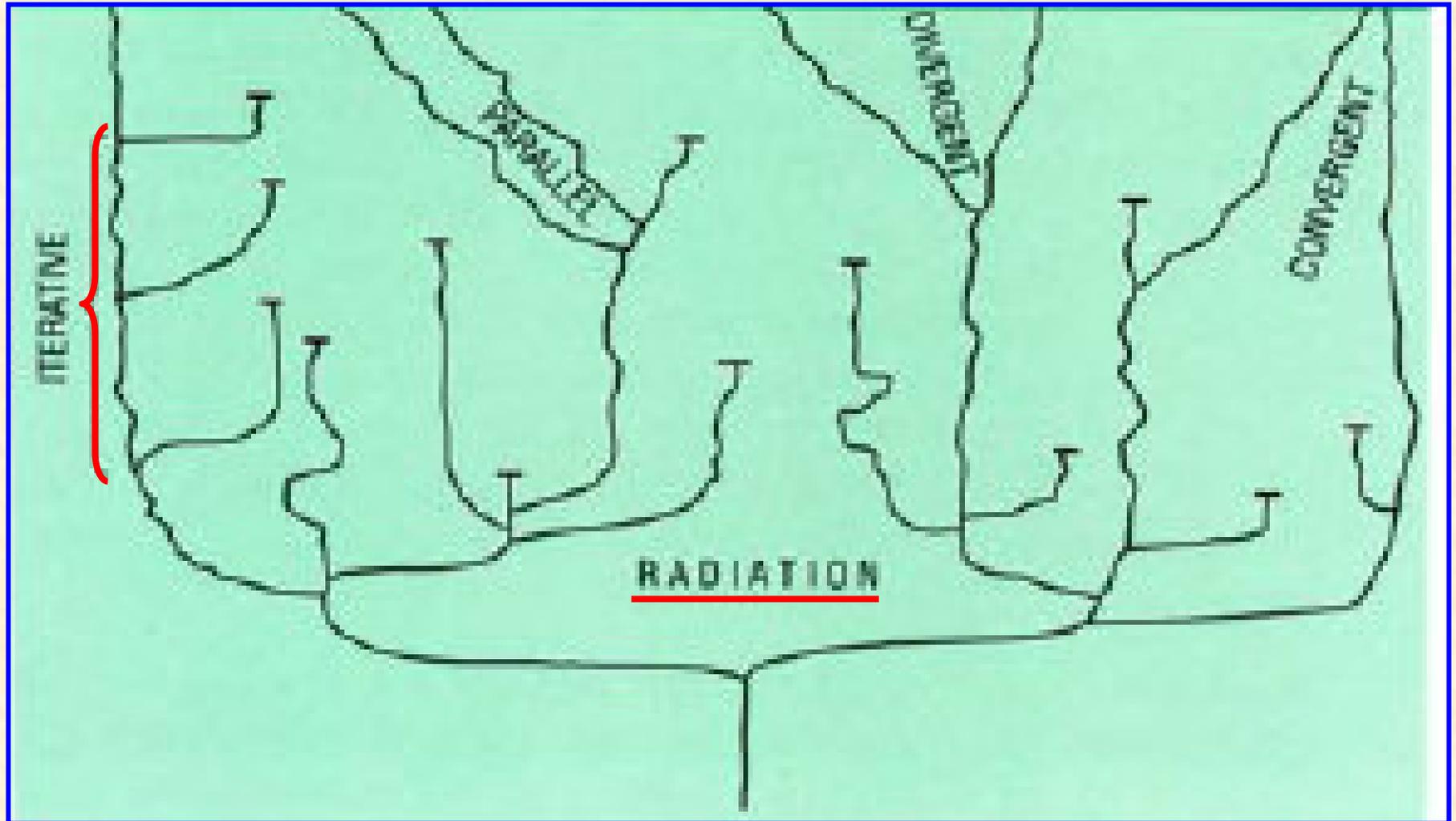
La notion d'arbre

Un **cladogramme** est un arbre exprimant les relations phylogénétiques entre plusieurs taxa et construit à partir d'une analyse cladistique.



ici pas de lien entre la longueur des branches et les changements évolutifs.

Changements évolutifs des caractères morphologiques



← morphologie →

Changements évolutifs

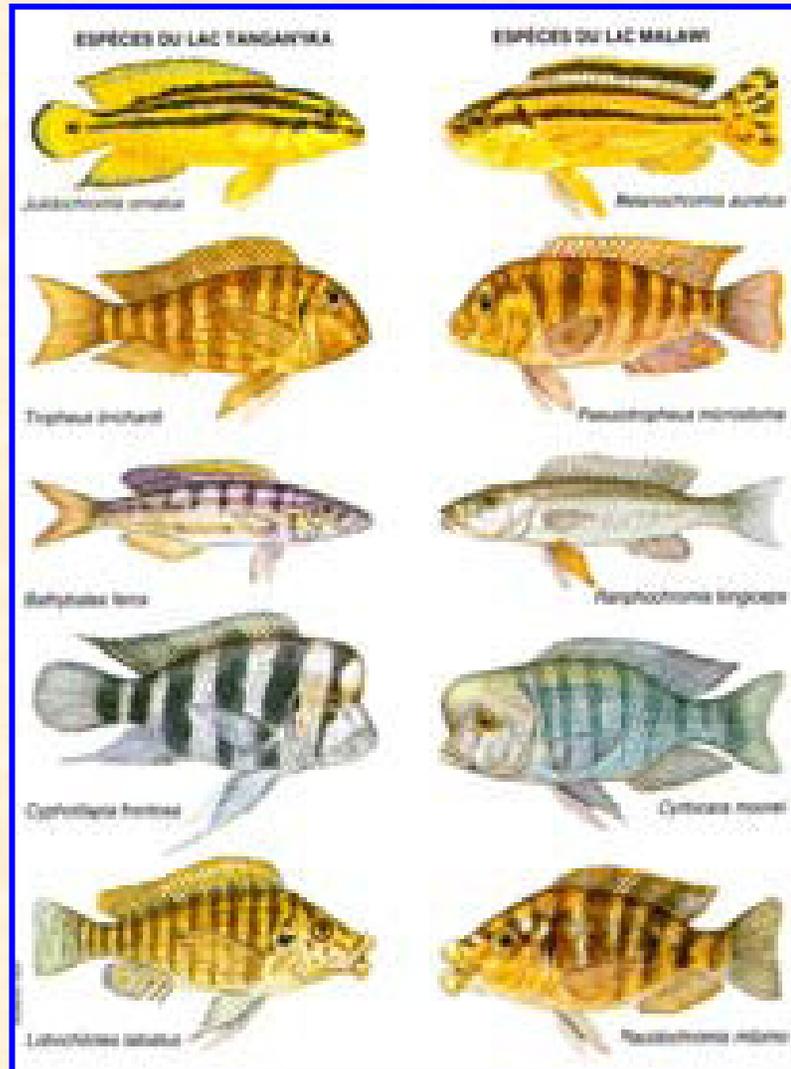


À la suite d'un événement majeur (cf TD 2), une espèce va diverger concernant un ou plusieurs caractères

Un ou deux nouvelles espèces vont donc se former

Divergence évolutive

Changements évolutifs



Les cichlidés des grands lacs
d'Afrique de l'Est

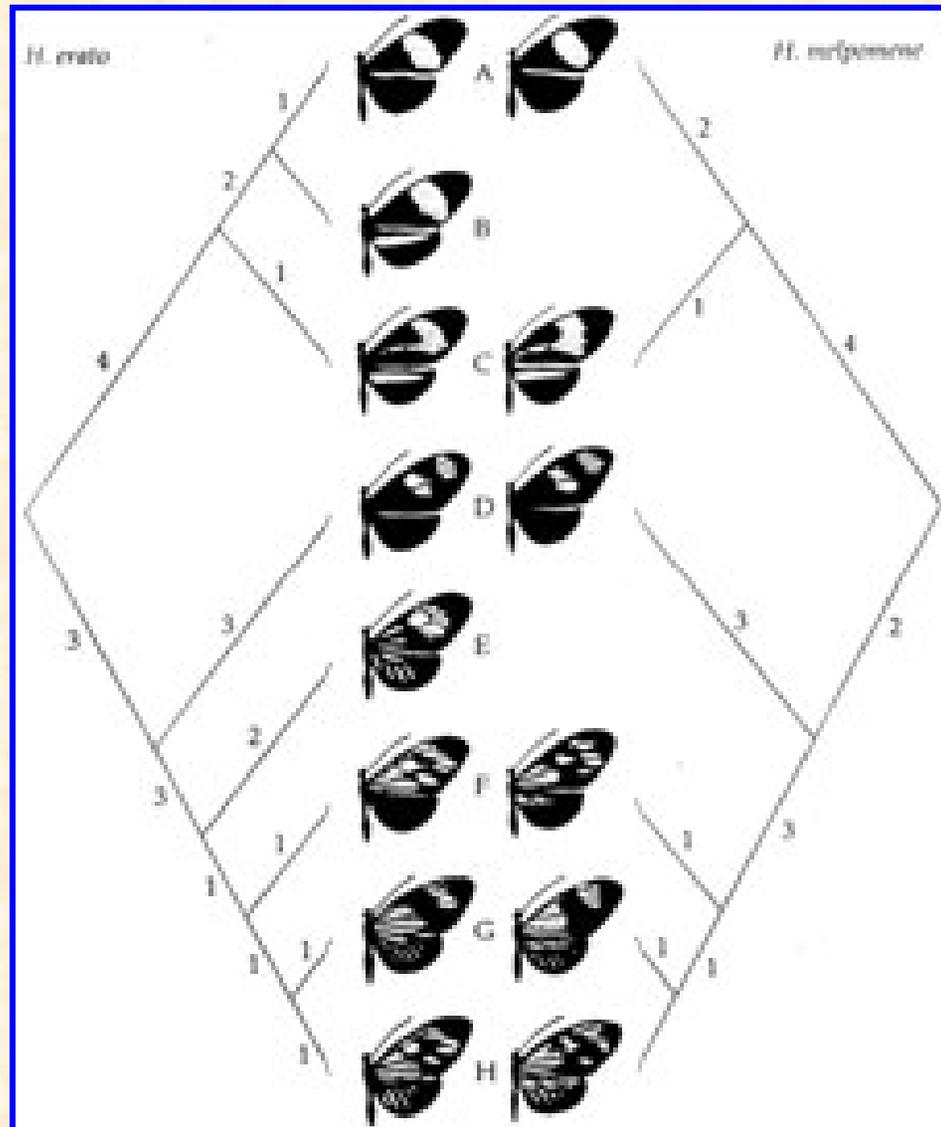


Dans chaque lac, ont évolué des
espèces présentant les mêmes
caractères morphologiques



Convergence évolutive

Changements évolutifs



Le mimétisme chez les papillons du genre *Heliconius*



Les deux espèces de papillons "ont subi" la même évolution de la couleur de l'aile dans les localités voisines



Évolution en parallèle

Changements évolutifs

Caractère : tout attribut observable d'un organisme.

Caractères physiologiques, anatomiques, morphologiques, moléculaires.

caractère	états
couleur de l'oeil	bleu, marron, noir...
oeil	présence ou absence...
position d'un site nucléotidique	A, C, G ou T

La phylogénie s'intéresse à un type particulier de caractère : les caractères dérivés communs

CARACTERES entre deux espèces



homologie

issus d'un même événement évolutif, caractères ancestraux communs c'ad **caractères ayant une origine évolutive commune mais pouvant avoir des formes ou des fonctions différentes**

(plume d'oiseau et écaille des reptiles)



dérivé, apomorphe

récent par rapport à l'événement évolutif

(plume d'oiseau)



ancestrale, plésiomorphe

ancien par rapport à l'événement évolutif

(écaille épidermique des reptiles)



analogie

issus d'événements évolutifs distincts (convergence évolutive)

(aile d'oiseau et aile de mouche)

Changements évolutifs

Homologie dérivée

Homologie ancestrale

Analogie

espèces

1 2 3 4

1 2 3 4

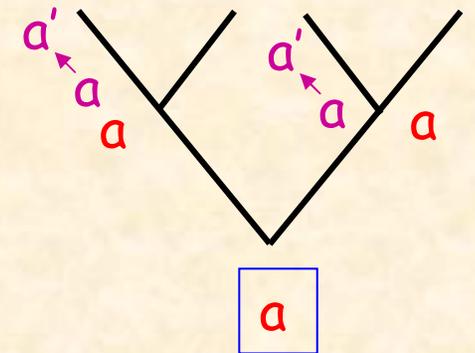
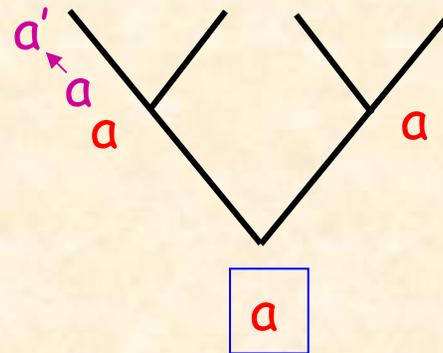
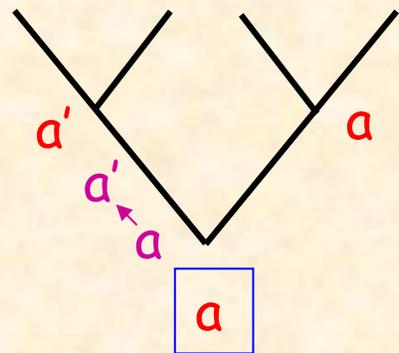
1 2 3 4

caractères

a' a' a a

a' a a a

a' a a' a

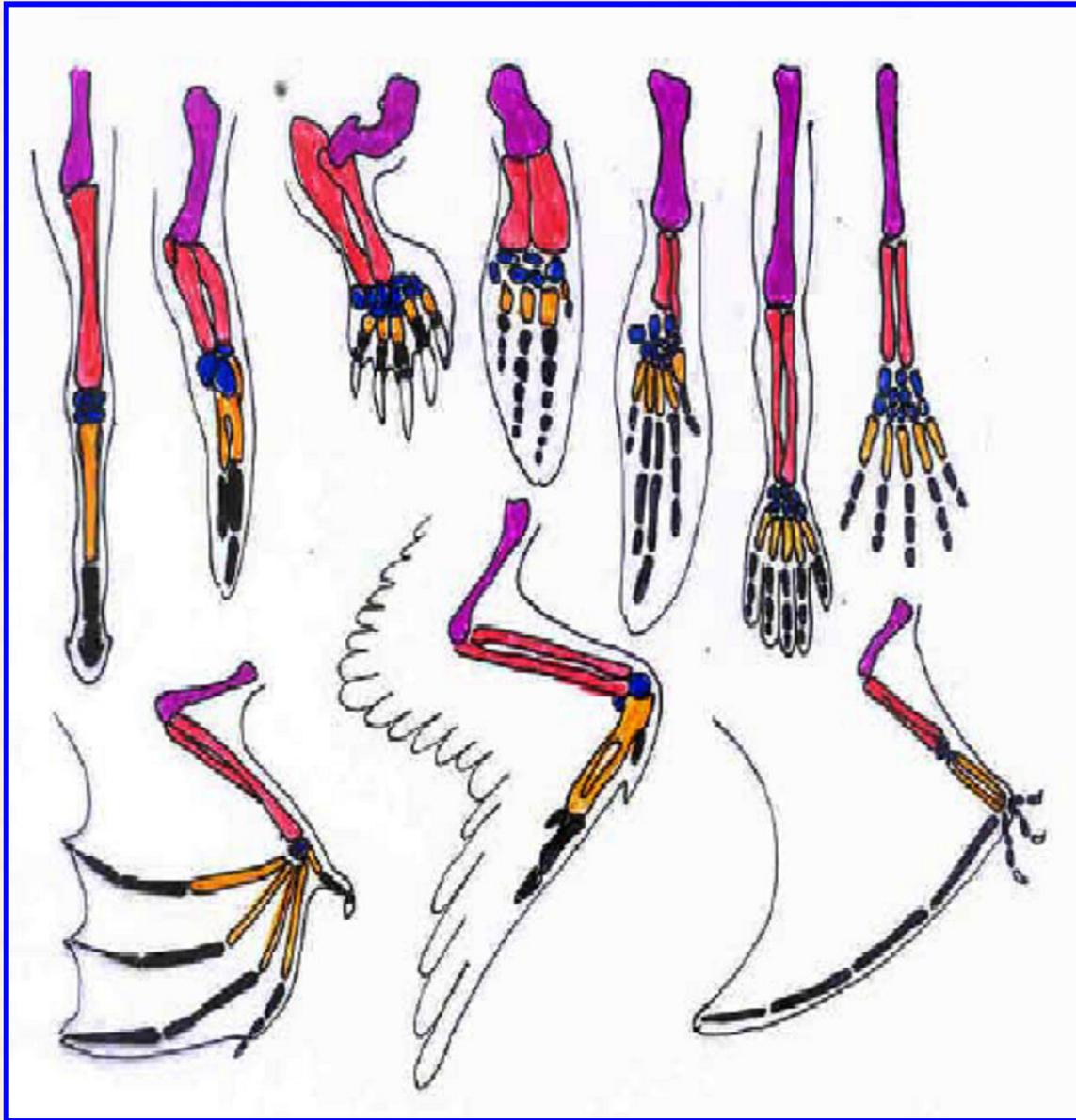


a' est un caractère apomorphe, commun aux espèces 1 et 2

a est un caractère plésiomorphe, commun aux espèces 2 et 4

a' est une analogie, commune aux espèces 1 et 3

Changements évolutifs

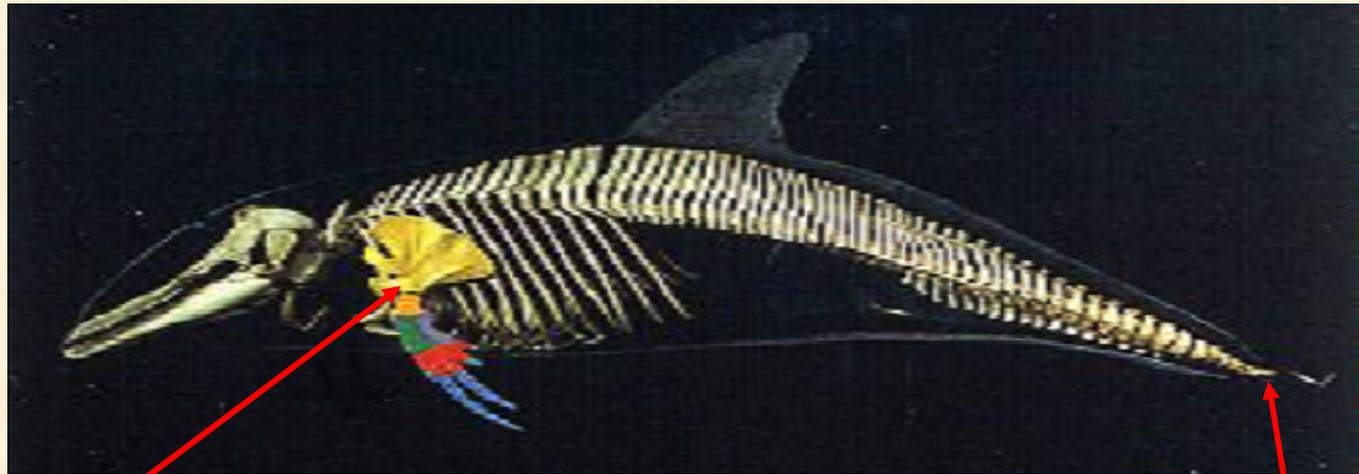


Homologie

Ex : Le membre des tétrapodes est constitué de plusieurs os organisés selon le même plan, mais pouvant présenter des formes différentes et des fonctions différentes (nage, course, vol...)

Changements évolutifs

Dauphin



Nageoires pectorales

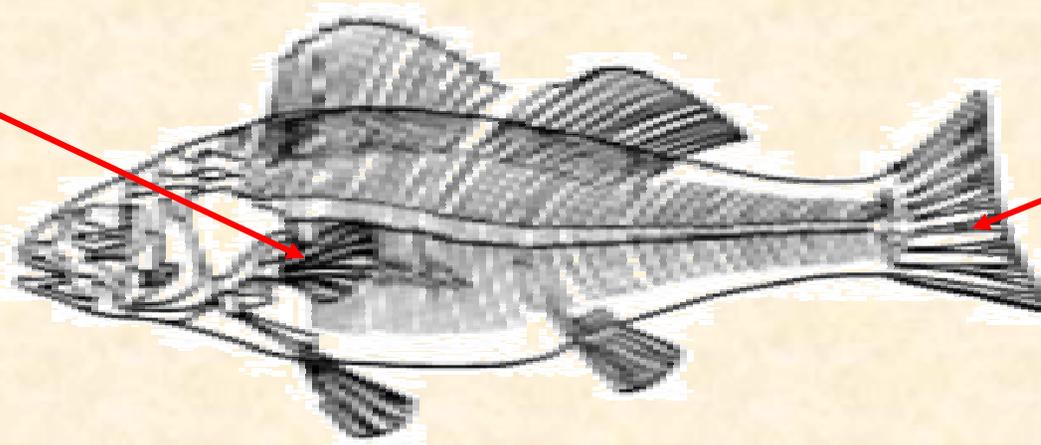
=

structure homologue

Nageoires caudales

=

Convergence évolutive



Perche

Changements évolutifs

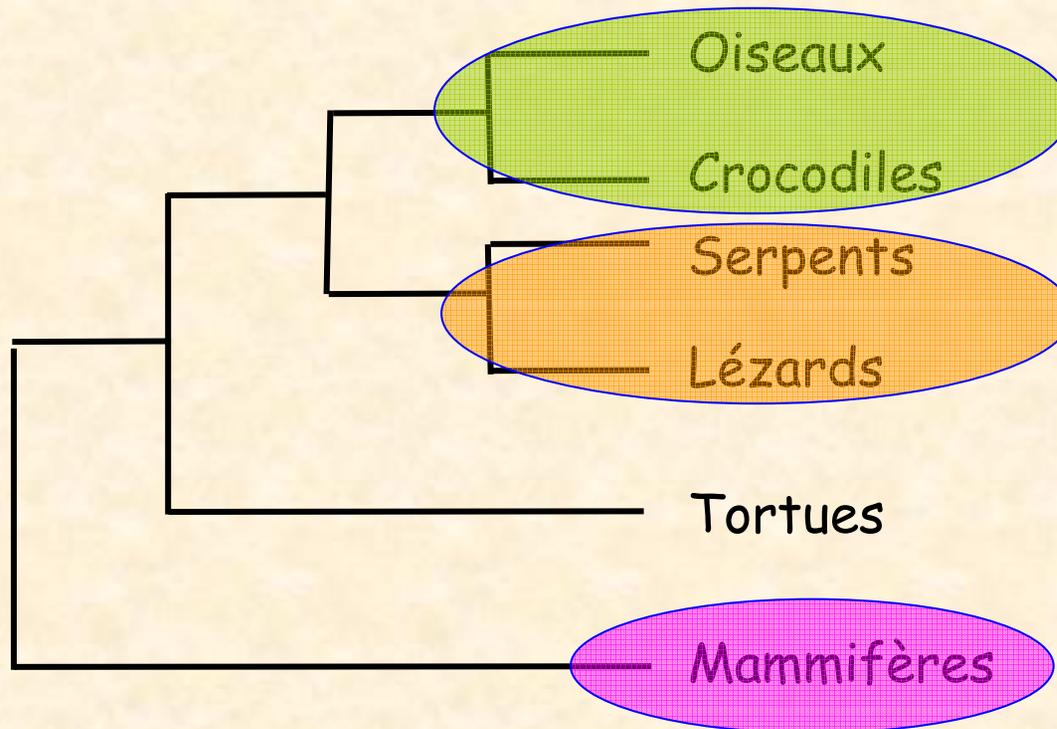
Analogie ou similitude fonctionnelle : "sont dit analogues des caractères (moléculaires, morphologiques ...) pouvant présenter des similitudes de fonction ou de forme, mais ayant une origine évolutive distincte "



Ex : la taupe (**vertébré**) et la taupe-grillon (**invertébré**) possèdent des pattes en forme de pelle (anatomiquement différentes mais même fonction)

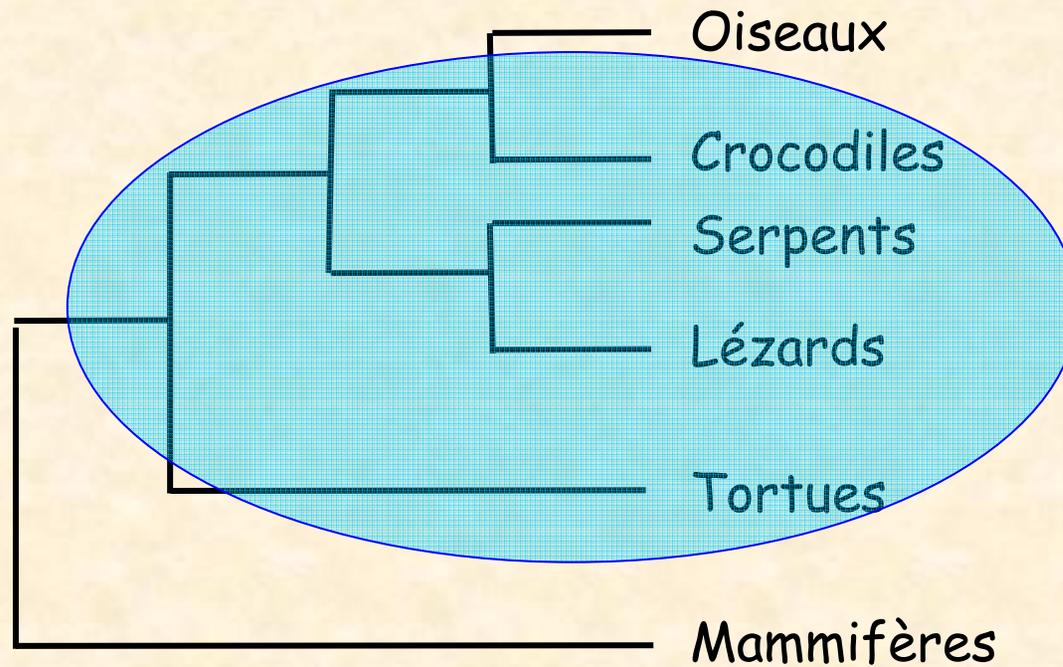
Groupe de taxons

Groupe monophylétique : regroupe un ancêtre et l'ensemble de ses descendants



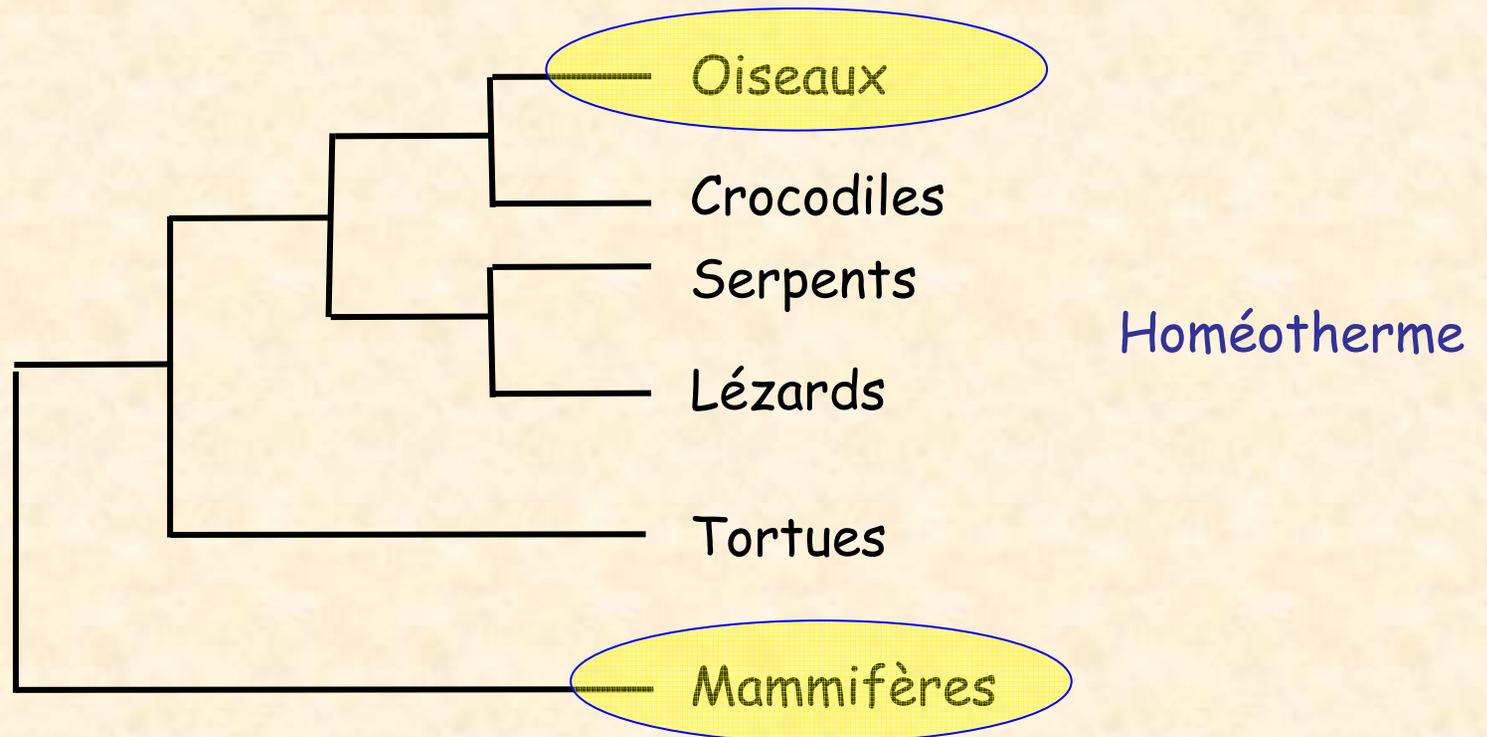
Groupes de taxons

Groupe paraphylétique : Regroupe un ancêtre et une partie de ses descendants



Groupes de taxons

Groupe polyphylétique : Regroupe des organismes qui n'ont pas un ancêtre commun direct



Classification du vivant

Il existe deux méthodes principales pour classer les organismes vivants :

Classification phénétique
(phénotypique)

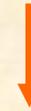


Classe les espèces suivant
leurs caractères apparents.
Utilise un indice de similarité



ne nécessite pas de connaître
l'évolution des caractères

Classification phylogénétique
(cladistique)



Classe les espèces en fonction
du caractère ± récent de leur
dernier ancêtre commun



Utilise des clades : des taxons
strictement monophylétiques
(ancêtre + tous ses descendants)

Classification

Classification phénétique

À partir de divers caractères, construction de **matrice de similitude** ou **de dissimilitude**



Carpe	0			
Homme	52 51,5	0		
Chauve-souris	51	10	0	
Coq	53	30 30,5	31	0

$$d(\text{homme, chauve-souris}) = 10\%$$

$$\text{racine} = d/2 = 5\%$$



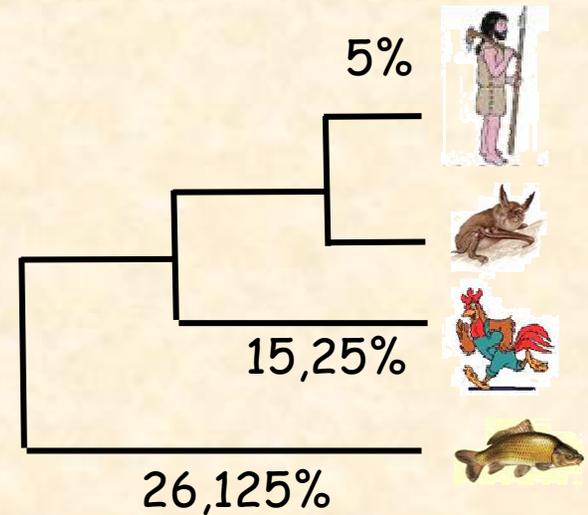
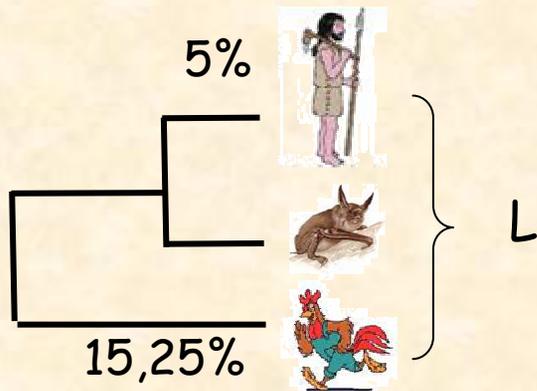
Classification

Classification phénétique

		M				L
Carpe	0				0	
M	51,5	0			52,25	0
Coq	53	30,5	0			

$d(L, \text{carpe}) = 52,25\%$
 racine = $d/2 = 26,125\%$

$d(M, \text{coq}) = 30,5\%$
 racine = $d/2 = 15,25\%$



Méthode phylogénétique

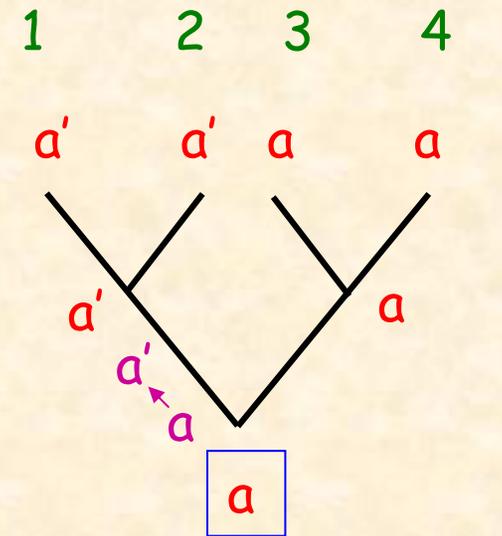
A l'inverse de la méthode phénétique, la cladistique repose sur l'analyse caractère à caractère ... en ne prenant en compte que les caractères homologues (car signe d'une filiation)



Chercher la phylogénie entre plusieurs espèces revient à trouver le meilleur arbre pour décrire le jeu de caractères



Le critère choisi est de minimiser le nombre de transformations évolutives nécessaires pour décrire l'arbre : c'est le principe de parcimonie

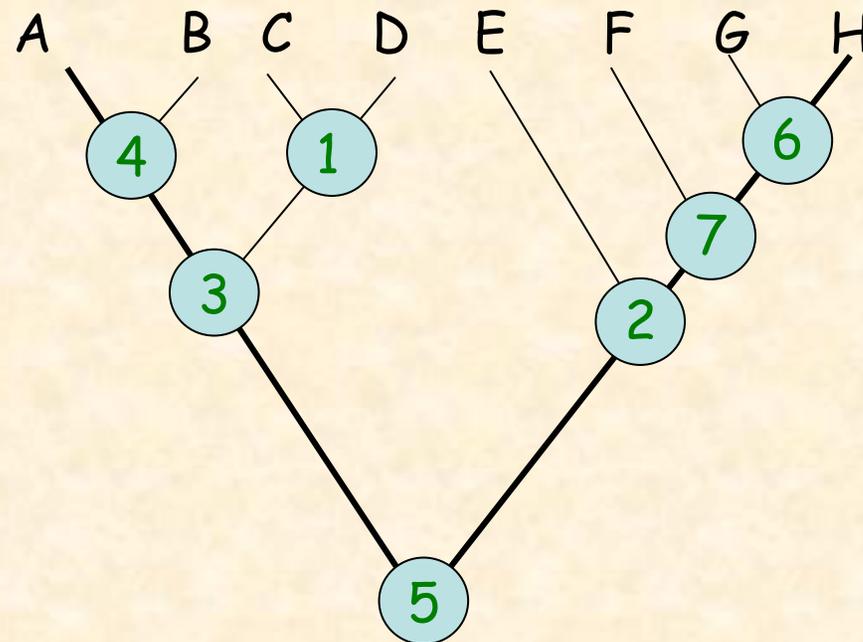


Homologie dérivée

Classification

Méthode phylogénétique

	1	2	3	4	5	6	7
A			+	+	+		
B			+	+	+		
C	+		+		+		
D	+		+		+		
E		+			+		
F		+			+		+
G		+			+	+	+
H		+			+	+	+



Comment classer ces trois espèces ?

Papillon



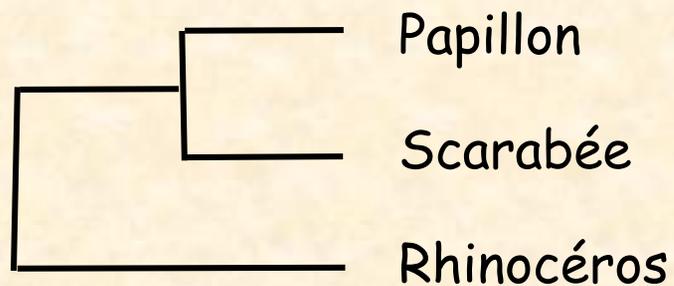
Scarabée



rhinocéros



Arbre phénétique



Arbre phylogénétique



(papillon et scarabée sont plus proches l'un de l'autre, aussi bien par leur ressemblance que par leur ancêtre commun)

Comment classer ces trois espèces ?

Lézard



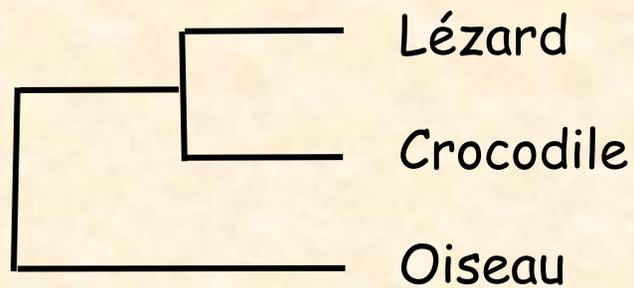
Crocodile



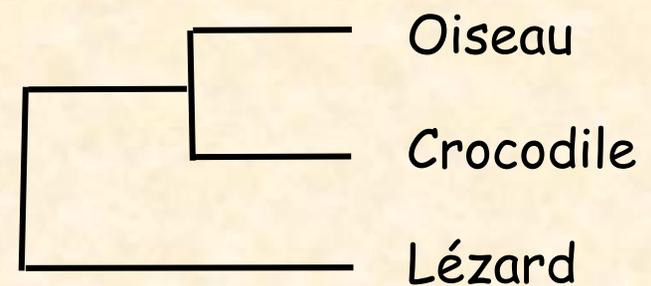
Oiseau



Arbre phénétique



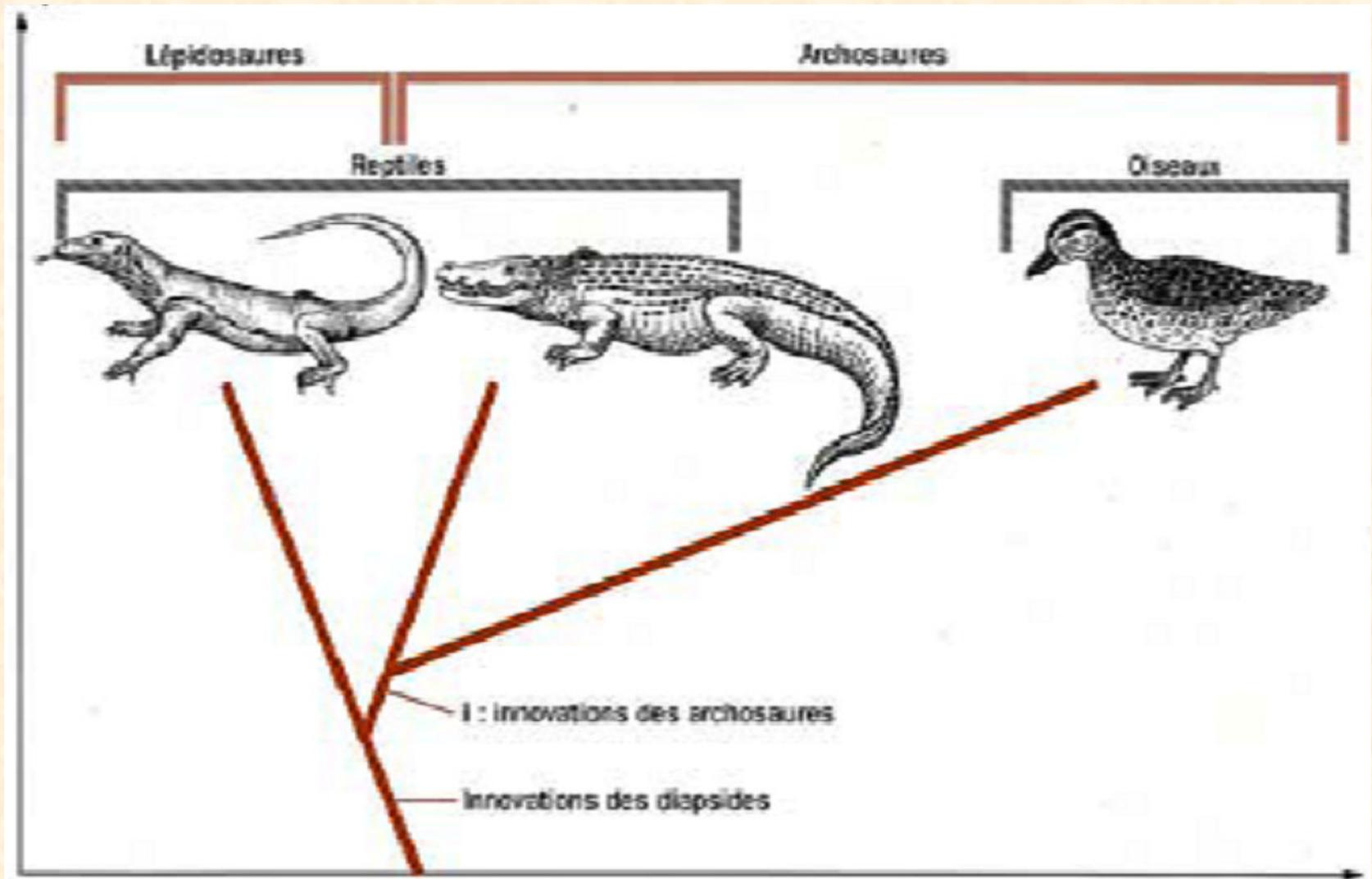
Arbre phylogénétique



Problème de vitesse d'évolution inter-taxa

Classification

temps



divergence