

Dépasser l'approche phylogénétique

Virginie Courtier
Cours 7 – 27 mars 2023

Hobart Zoo, Australia, 1933 © Public Domain



COLLÈGE
DE FRANCE
— 1530 —



Fondation
Jean-François & Marie-Laure
de Clermont-Tonnerre

La classification du vivant

La distance phylogénétique comme mesure d'éloignement

L'évolution indépendante et le mimétisme rapprochent des espèces éloignées phylogénétiquement

Des trésors dans les muséums d'histoire naturelle



« L'humain adore classer. La nature, elle, ne classe rien du tout. Mais nous, on ne comprend rien si on ne classe pas, donc on a classé. »

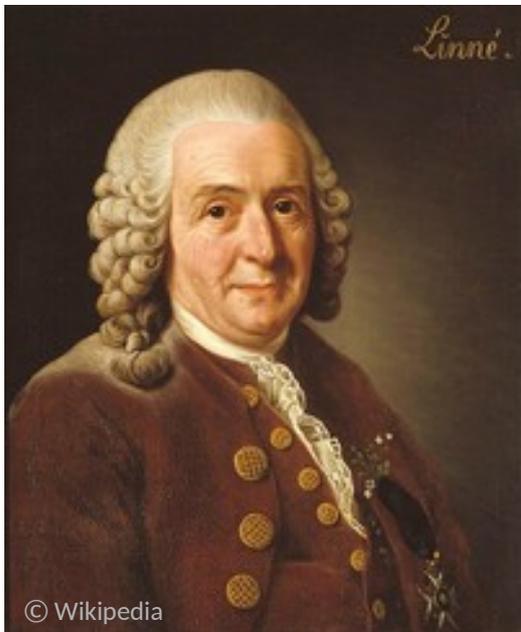
Gilles Boeuf 2021



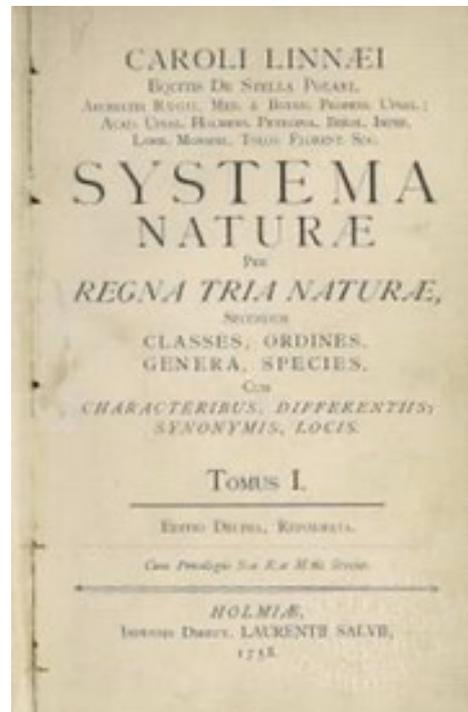
Systematique : discipline faisant partie de la biologie qui a pour objet d'inventorier tous les organismes vivants, existants ou ayant existé.

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

Nomenclature binomiale



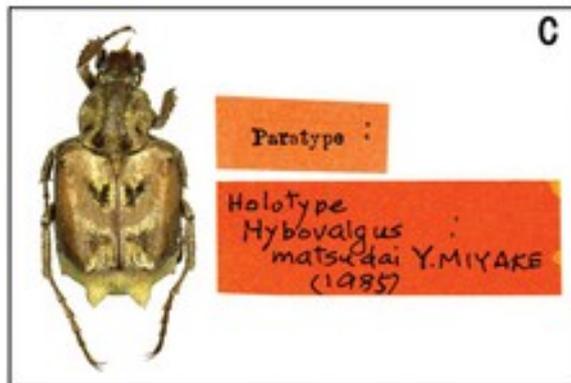
Carl Linnæus
(1707-1778)



Première édition : 1735

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

Le type : spécimen de référence



Qu'est-ce qu'une espèce?

Définition essentialiste (Linné)

Ensemble d'individus présentant un ensemble de propriétés « essentielles » invariables.

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

Définition en biologie évolutive

Portion d'une lignée évolutive qui est génétiquement isolée des autres lignées.

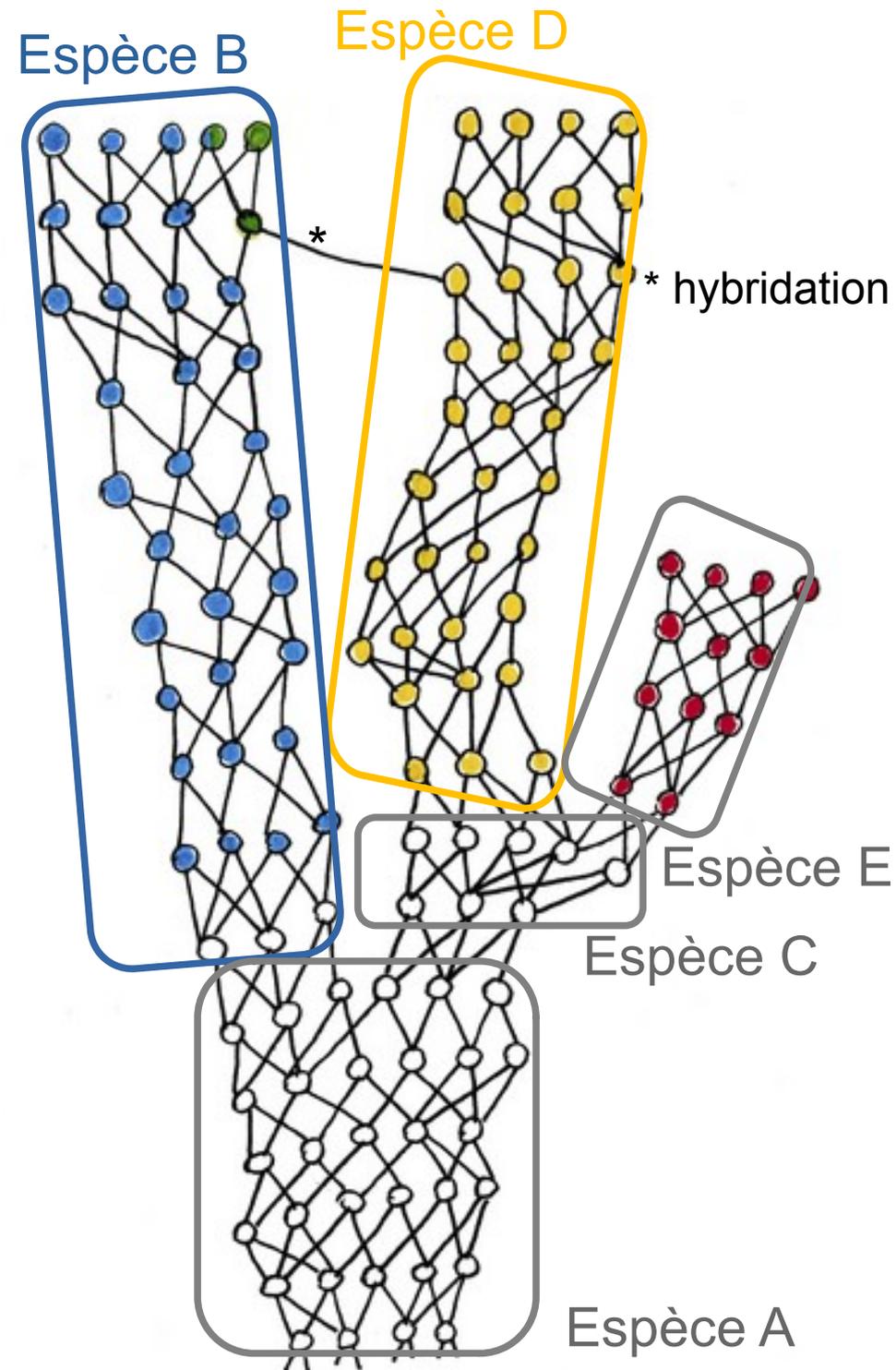
Critères/Propriétés secondaires

Différents milieux de vie

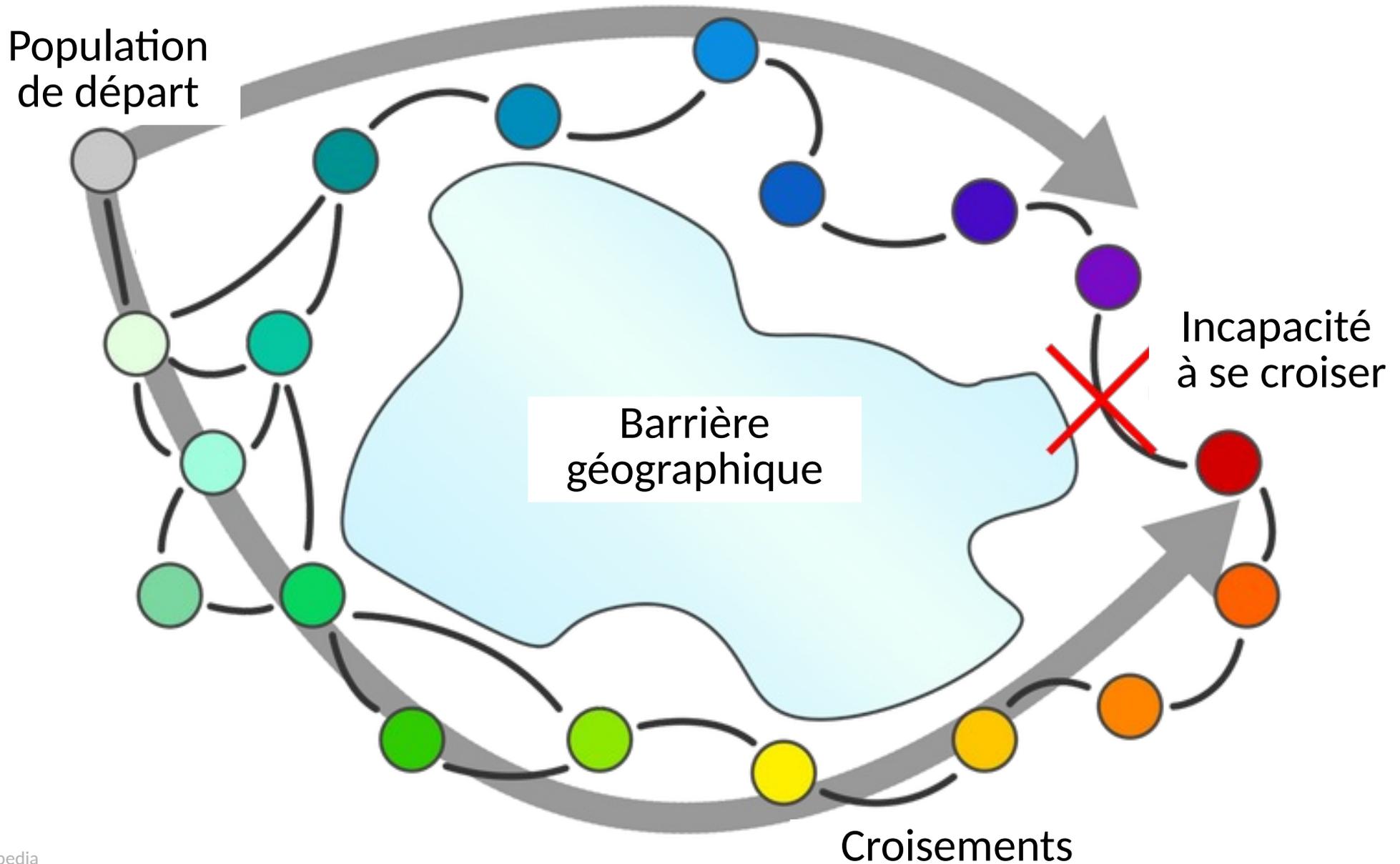
Barrières reproductives

Traits de caractère différents

etc.



Espèces en anneau



Goélands du genre *Larus*



5 = *L. vegae*



4 = *L. vegae birulai*



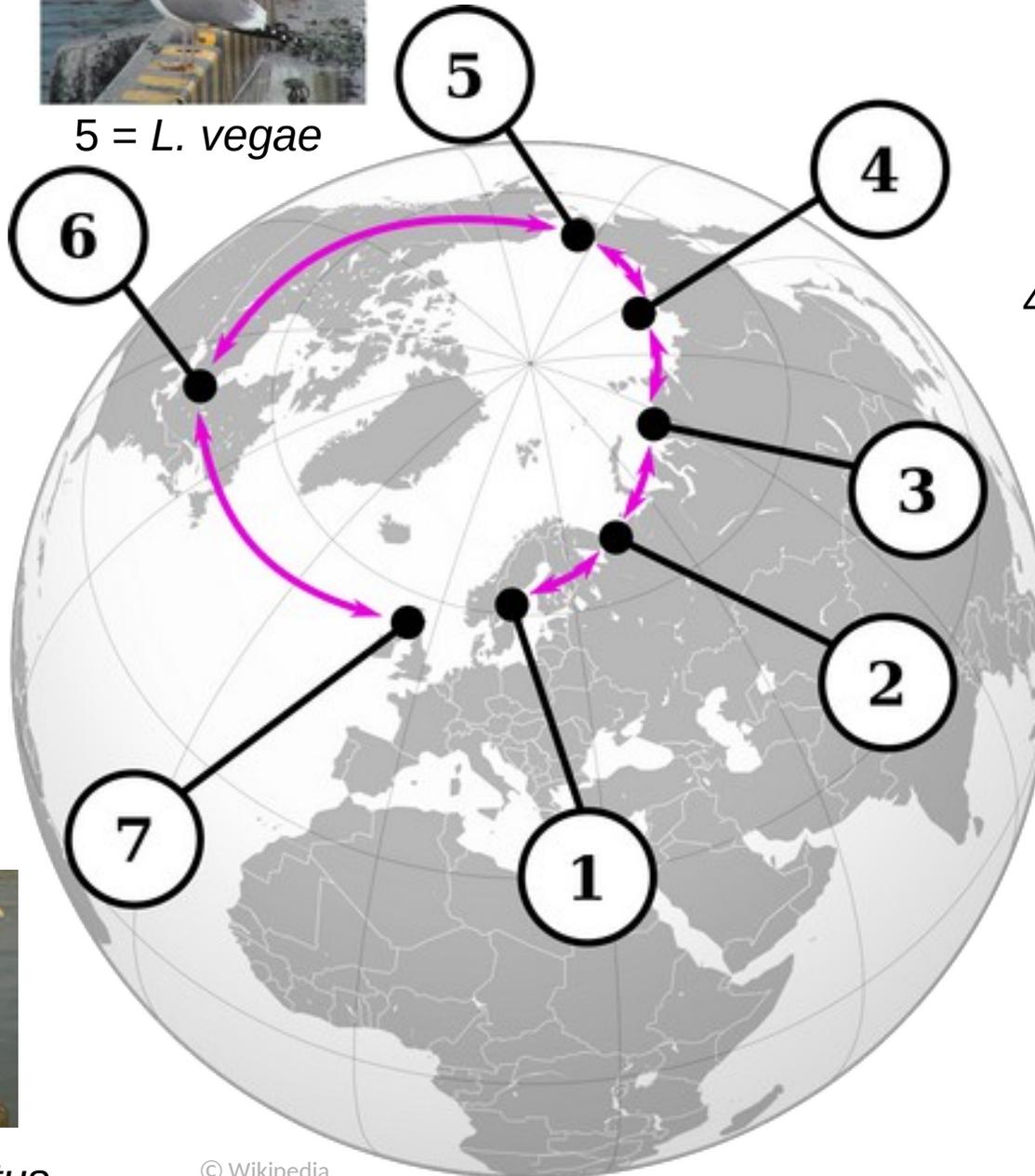
6 = *L. smithsonianus*



3 = *L. heuglini*



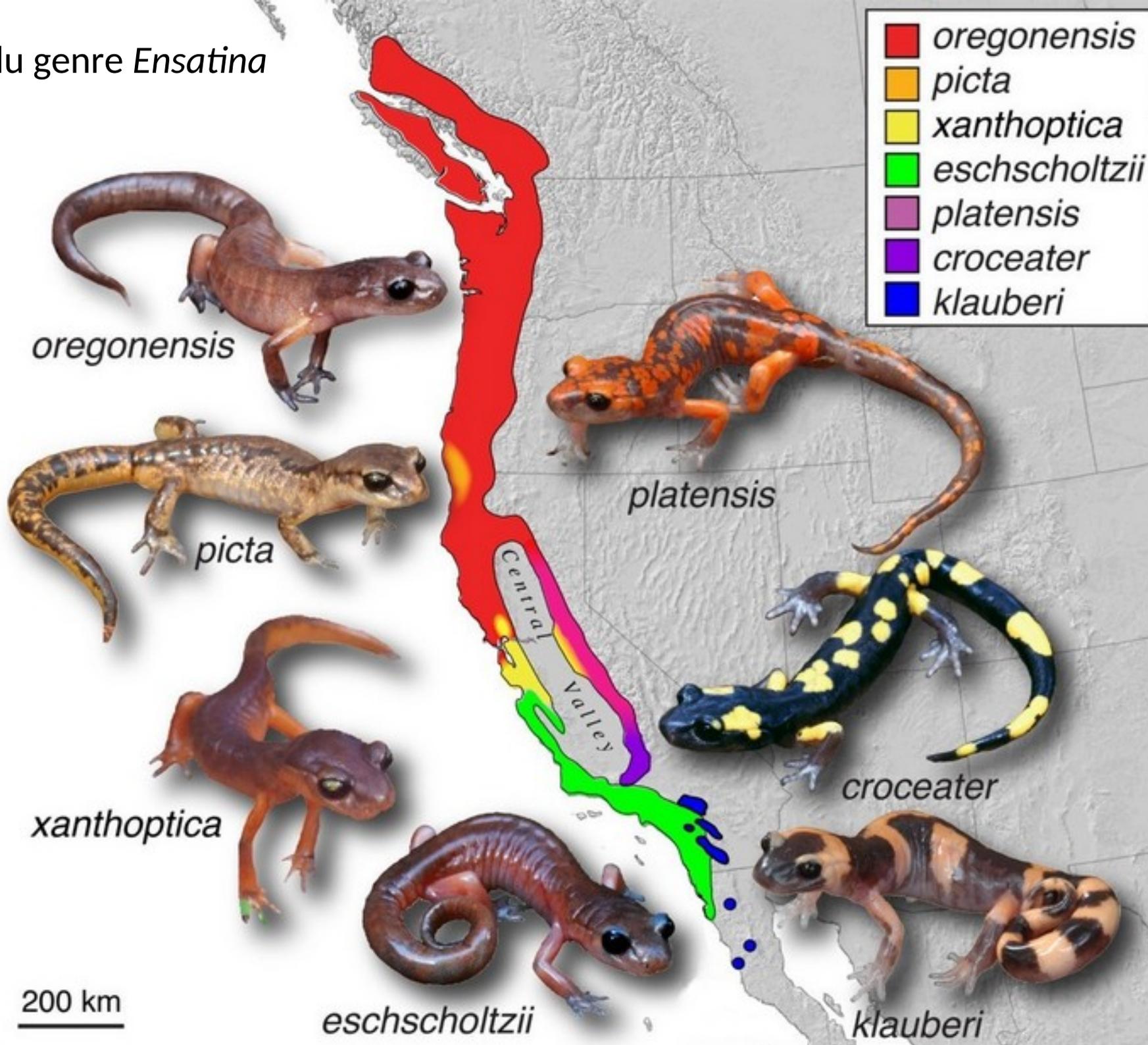
7 = *L. argentatus*



© Wikipedia

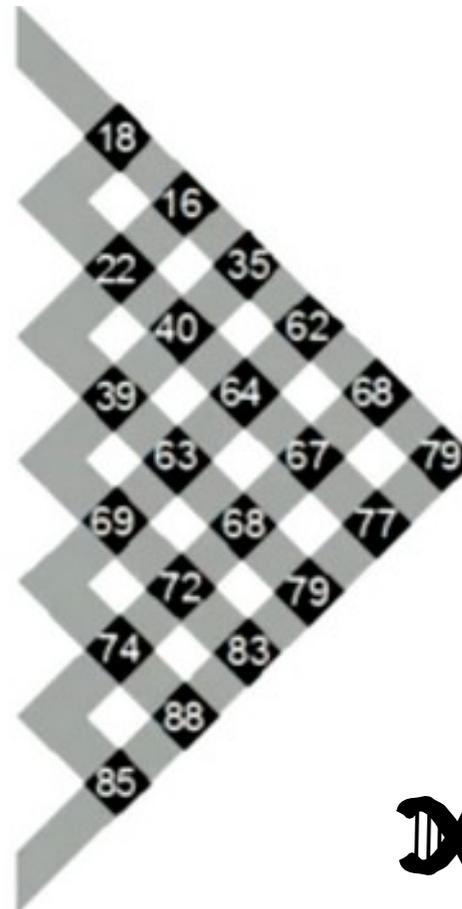
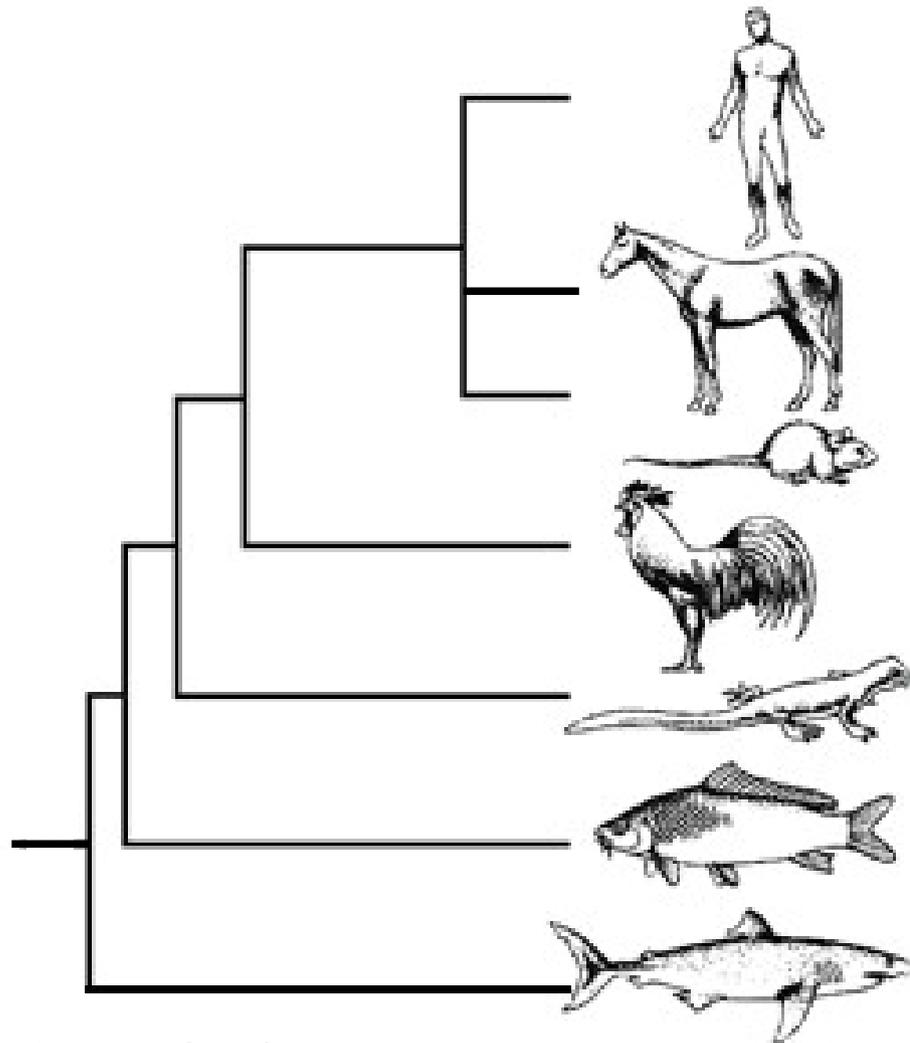
2 = Population sibérienne de *L. fuscus*
1 = *L. fuscus*

Salamandres du genre *Ensatina*

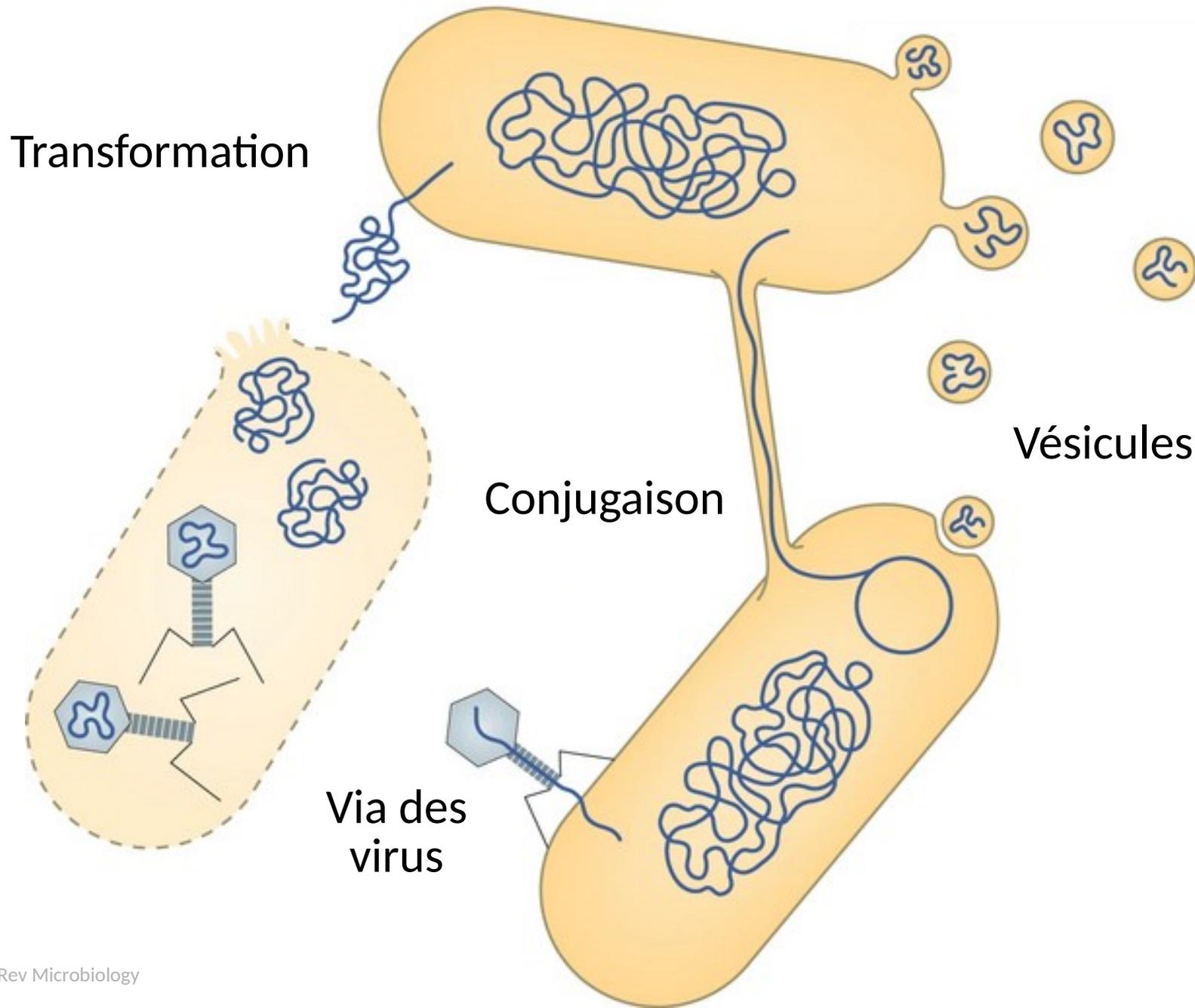


L'arbre phylogénétique

On compte les différences en acides aminés pour une protéine présente chez tous



Echange d'ADN entre bactéries



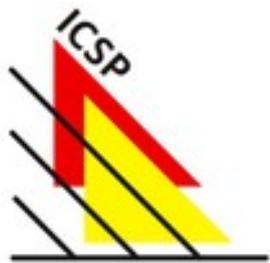
Critères pour les espèces bactériennes

Deux bactéries sont considérées comme appartenant à la même espèce quand :

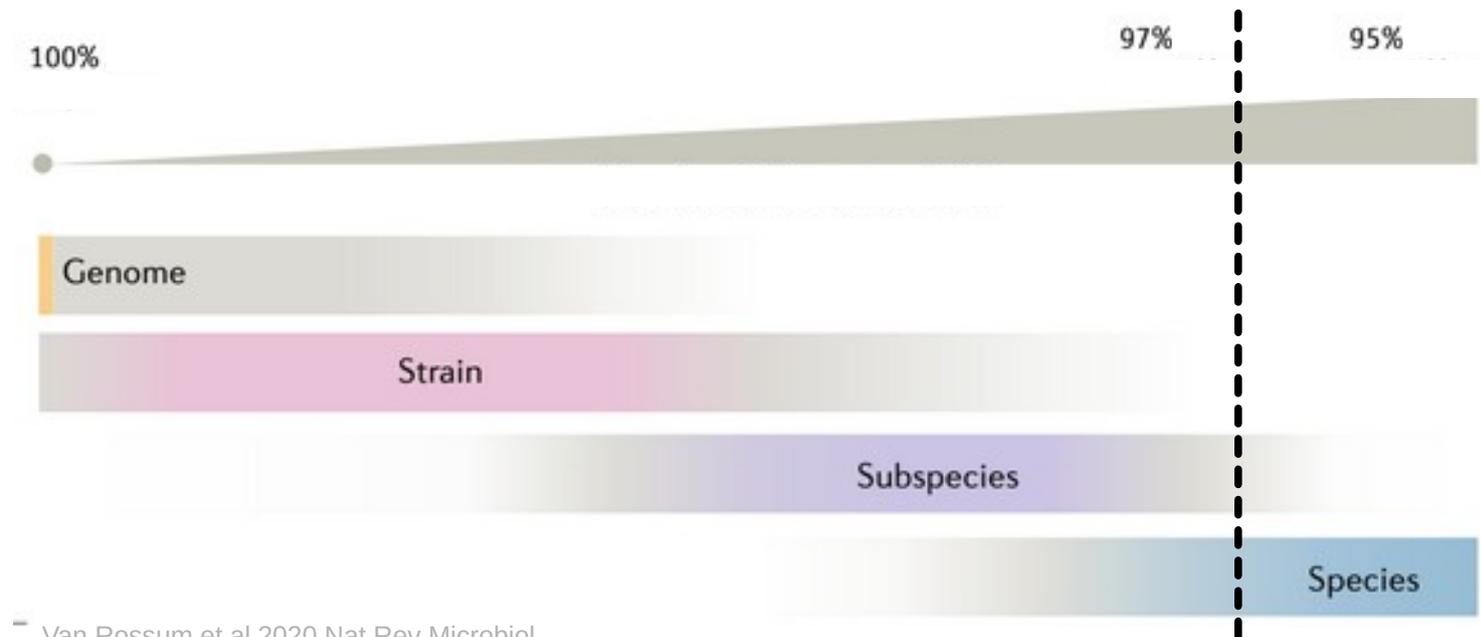
Similarité mesurée par hybridation ADN-ADN > 70%

Identité nucléotidique moyenne pour le génome entier > 94%

Identité nucléotidique moyenne pour les marqueurs universels > 96%

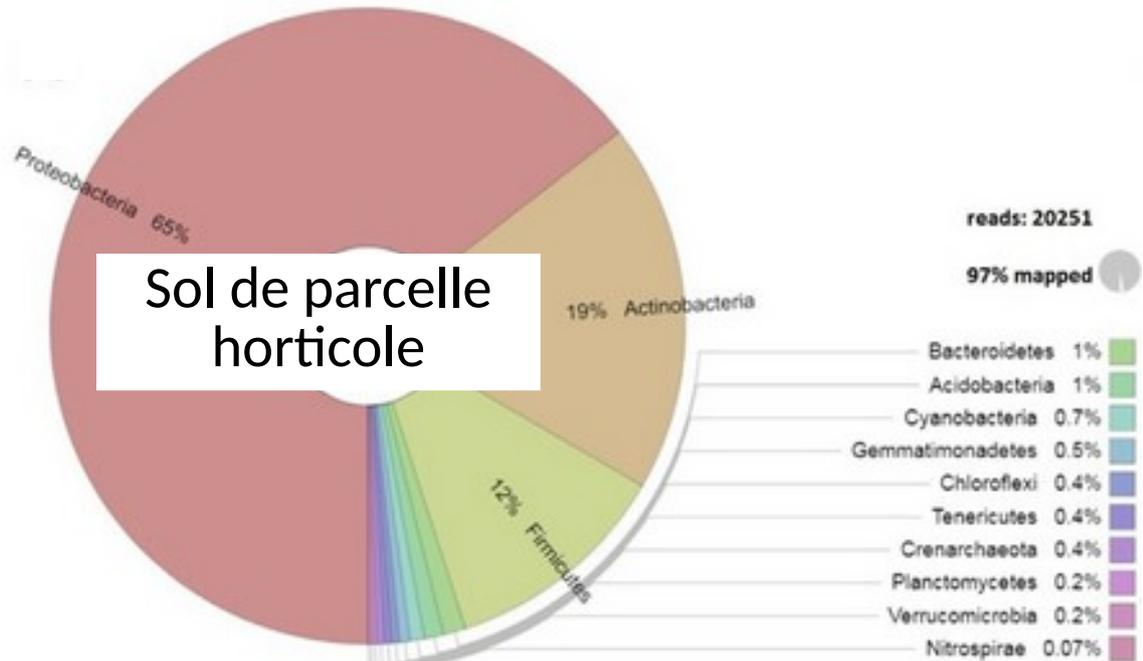
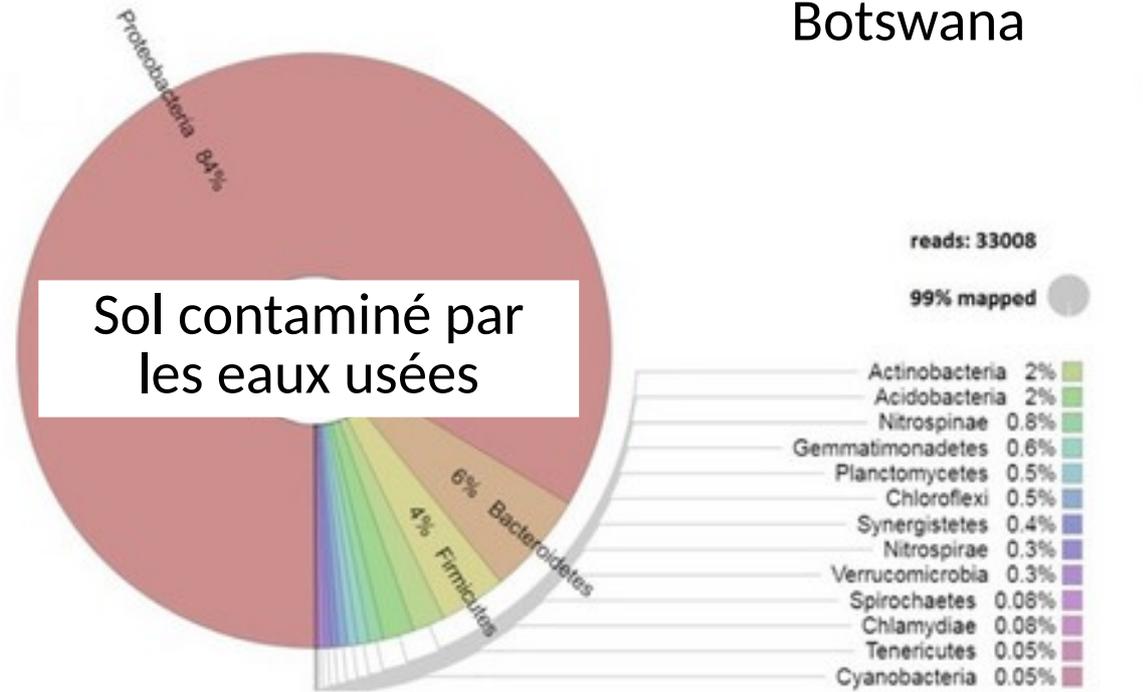
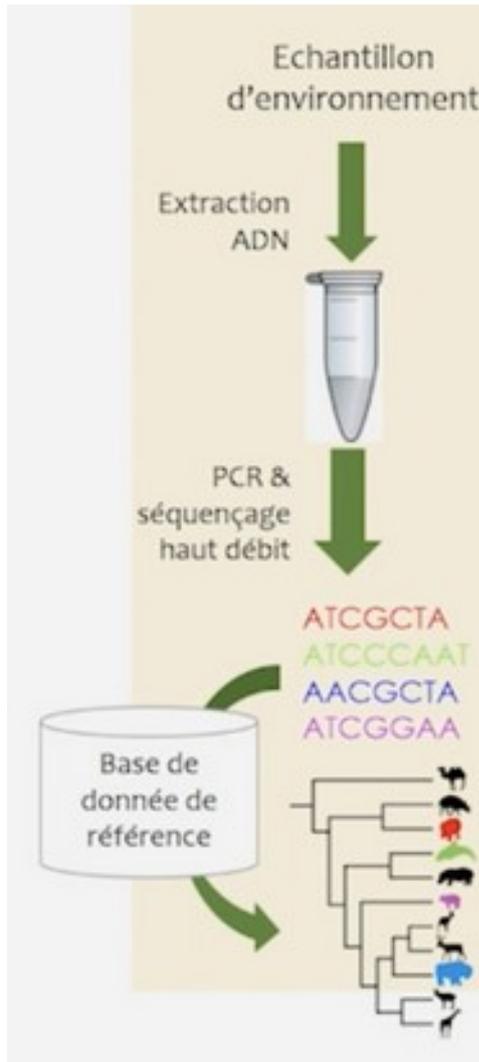


International Committee on Systematics of Prokaryotes



Metagénomique

Botswana





<https://eol.org/fr>



>1,3 million de pages avec contenu

Accès global à la connaissance de la vie sur Terre



Tamias dorsalis Baird
1855

Matteuccia struthiopteris
(L.) Tod.

Haplochlœna lunulata
(Quoy & Gaimard 1832)

Nostoc linckia

Diaptomus castaneti
Burckhardt 1920

Spirobranchus giganteus
(Pallas 1766)

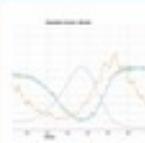
Micrathena gracilis
(Walckenaer 1805)



Join the discussion!
feedback and bio-chatter



Data Search
nocturnal arboreal frugivores



Trait based models
in the VERA modeling tool



Explore foodwebs
who's eating whom?

[EdIV?](#) [Quoi de neuf?](#) [Le forum EdIV](#) [Éducation](#) [Comment citer l'EdIV](#) [Conditions d'utilisation](#) [Services de données](#) [Réseaux de nourriture](#) [Soutien](#)
[Faire un don](#) [Nous contacter](#)

[Oiseaux](#) [Amphibiens](#) [Reptiles](#) [Poissons](#) [Invertébrés](#) [Crustacés](#) [Mollusques](#) [Insectes](#) [Araignées](#) [Vers](#) [Plantes](#) [Plantes à fleurs](#) [Arbres](#) [Fungi](#) [Champignons](#) [Moisissures](#) [Bactéries](#)
[Archées](#) [Virus](#)

L'EdIV est hébergée par:



<https://gbif.org>

Classification

Select a species

- Kingdom **Animalia**
- Phylum **Chordata**
- Class **Mammalia**
- Order **Rodentia**
- Family **Sciuridae**
- Genus ***Glaucomys* Thomas, 1908**

- Species ***Glaucomys volans* (Linnaeus, 1758)**
 - ≡ *Mus volans* Linnaeus, 1758
 - ≡ *Sciuropterus volans* (Linnaeus, 1758)

Immediate children

- Subspecies ***Glaucomys volans* subsp. *chontali* Goodwin, 1961**
- Subspecies ***Glaucomys volans* subsp. *goldmani* (Nelson, 1904)**
- Subspecies ***Glaucomys volans* subsp. *guerreroensis* Diersing, 1980**

SPECIES | ACCEPTED

Glaucomys volans (Linnaeus, 1758)

Published in: Syst. Nat., 10th ed. vol.1 p.63 source: The Integrated Taxonomic Information System

Ardilla Voladora Meridional In English **Basionym:** *Mus volans* Linnaeus, 1758

OVERVIEW 2 TREATMENTS METRICS REFERENCE TAXON ∞

7,082 OCCURRENCES 12 INFRASPECIES

2,205 OCCURRENCES WITH IMAGES



SEE GALLERY

4,936 GEOREFERENCED RECORDS



Integrated Taxonomic Information System

<https://www.itis.gov>

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

Taxonomic Serial No.: 180170

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

Taxonomy and Nomenclature

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

[Taxonomic Status:](#)

Current Standing: valid

[Data Quality Indicators:](#)

Record Credibility Rating: verified - standards met



© Encyclopaedia Britannica

Taxonomic Hierarchy

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

Hominidae

tolweb.org

Humans, great apes, and their extinct relatives



Phylogeny in part from Purvis (1995).

Containing group: [Catarrhini](#)

Other Names for Hominidae

Humans, great apes, and their extinct relatives

References

Hominidae

- ▶ page content
- ▶ articles & notes
- ▶ treehouses
- ▶ collections
- ▶ people
- ▶ options

Explore Other Groups

- ▶ other Catarrhini
- ▶ containing groups
- ▶ subgroups
- ▶ random page

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

The screenshot shows the NCBI Taxonomy Browser interface. At the top, there's a navigation bar with links to Entrez, PubMed, Nucleotide, Protein, Genome, Structure, PMC, Taxonomy, and BioCollections. Below this is a search bar with the text "Search for" and a dropdown menu set to "as complete name". There are also buttons for "lock", "Go", and "Clear". Below the search bar, there are several checkboxes for different data types and filters, such as "Nucleotide", "Gene", "Bio Project", "PubChem BioAssay", "Protein", "HomoloGene", "Bio Sample", "Structure", "SRA Experiments", "Bio Systems", "Genome", "LinkOut", "Assembly", "Popset", "BLAST", "dbVar", "SNP", "Genetic Testing Registry", "Conserved Domains", "Protein Clusters", "Host", "GEO Datasets", "Identical Protein Groups", "Viral Host", "PubMed Central", "SPARCLE", and "Probe".

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

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

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

Comments and questions to info@ncbi.nlm.nih.gov

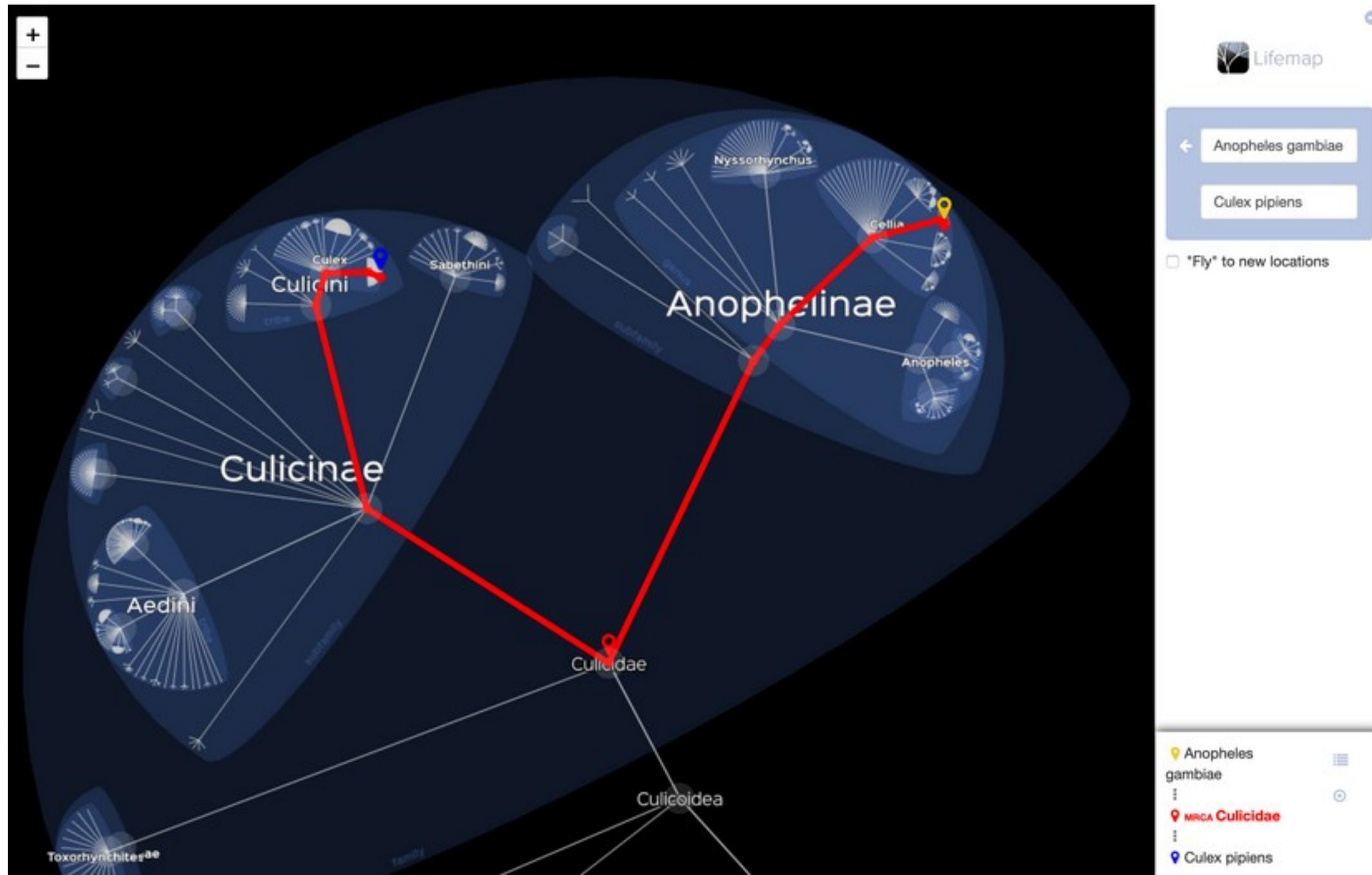
[Help]

[Search]

[NLM NIH]

[Disclaimer]

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



Search

www.timetree.org

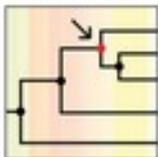
TimeTree is a public knowledge-base for information on the evolutionary timescale of life. Data from thousands of published studies are assembled into a searchable tree of life scaled to time. Three search modes are possible:

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

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



NODE TIME



GET DIVERGENCE TIME FOR A PAIR OF TAXA

Specify 2 Taxon Names [?]

Taxon 1:

Taxon 2:

Clear

Search



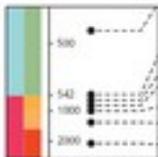
Resolve Ambiguity [?]

Taxon 1:

Taxon 2:

Show Time

TIMELINE



GET AN EVOLUTIONARY TIMELINE FOR A TAXON

Specify a Taxon Name [?]

Taxon:

Clear

Search

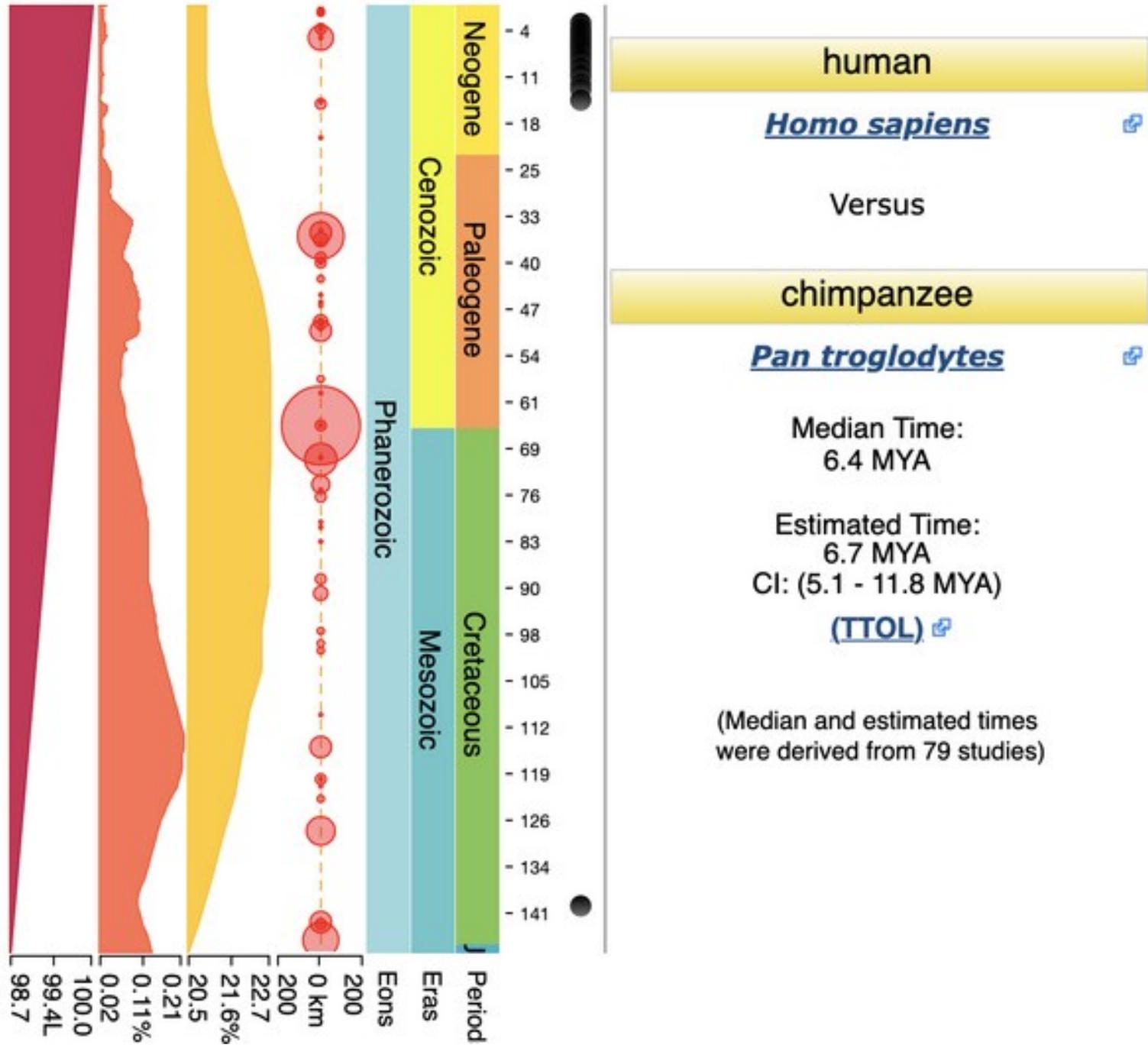


Resolve Ambiguity [?]

Taxon:

Show Timeline

PAIRWISE DIVERGENCE TIME FOR HOMO SAPIENS AND CHIMPANZEE



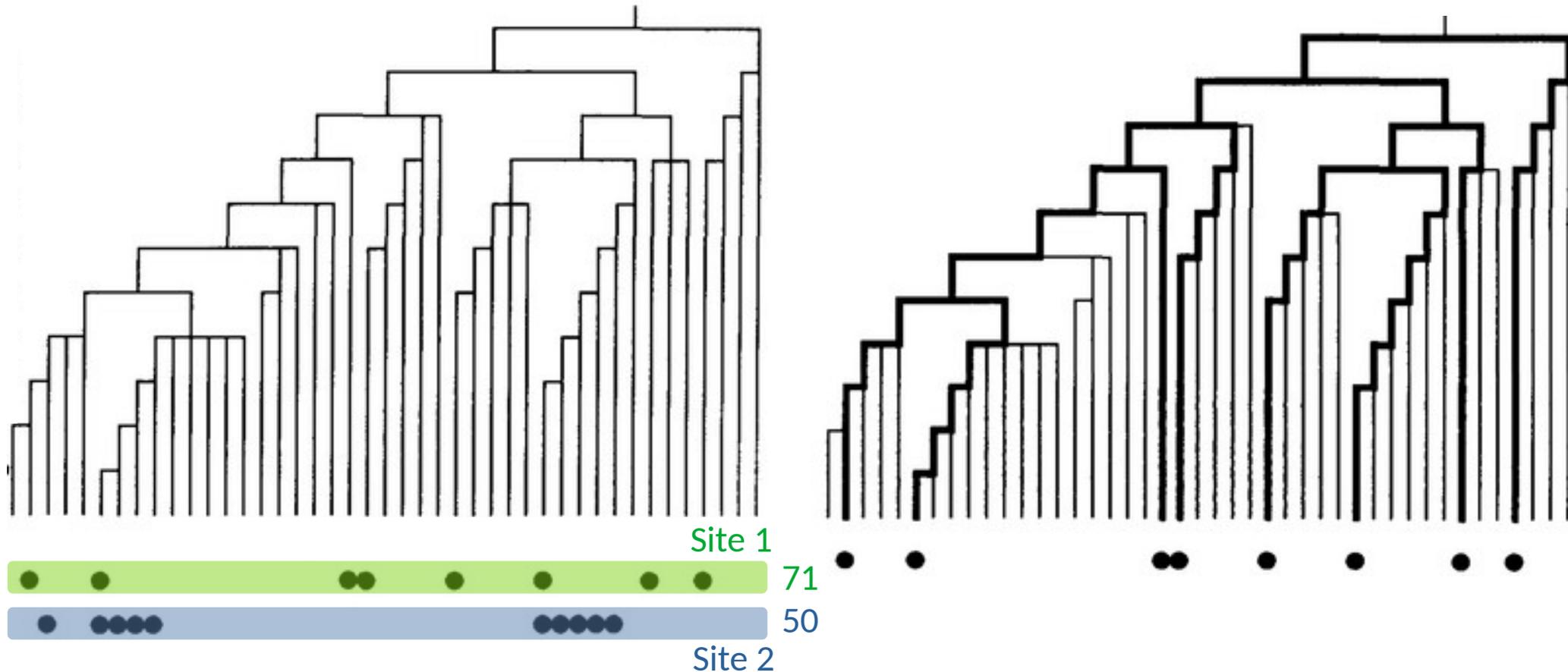
La classification du vivant

La distance phylogénétique comme mesure d'éloignement

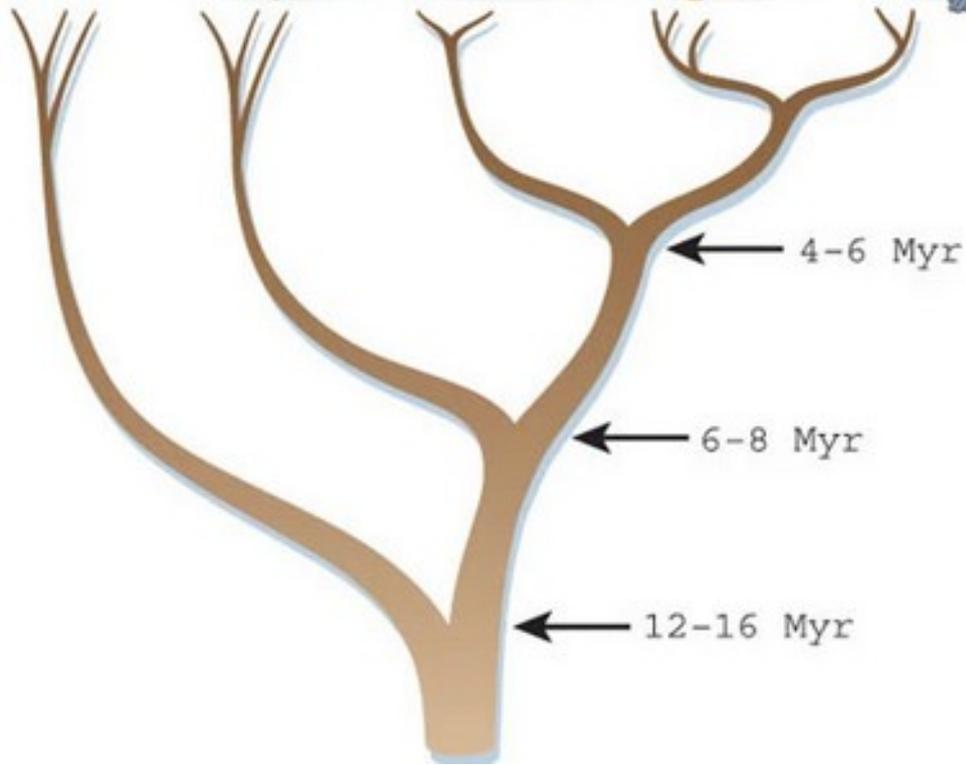
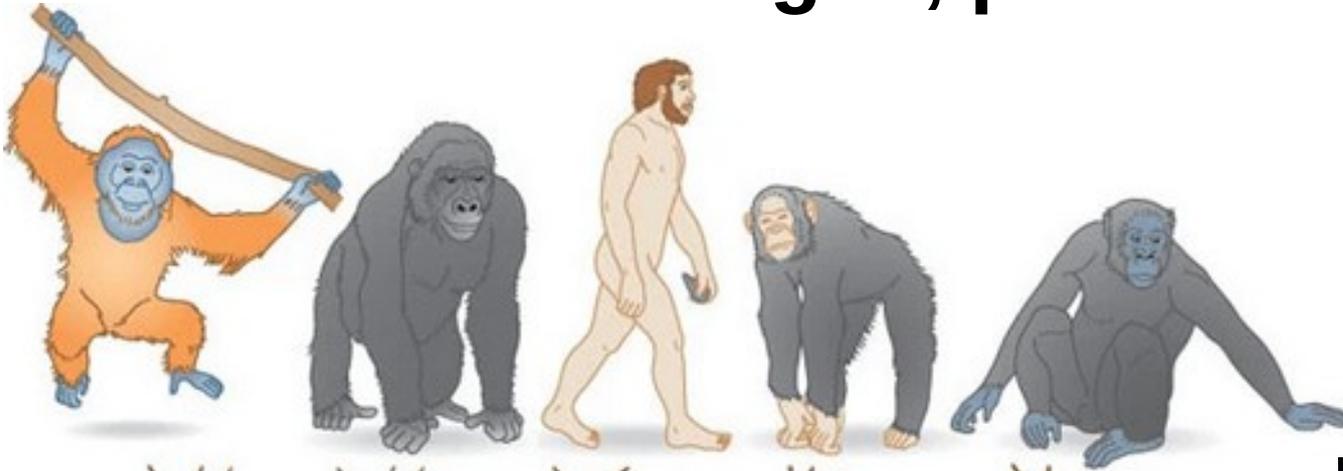
L'évolution indépendante et le mimétisme rapprochent des espèces éloignées phylogénétiquement

Quel site préserver ?

Diversité phylogénétique : somme des longueurs des branches d'un arbre phylogénétique reliant l'ensemble des membres de cet assemblage



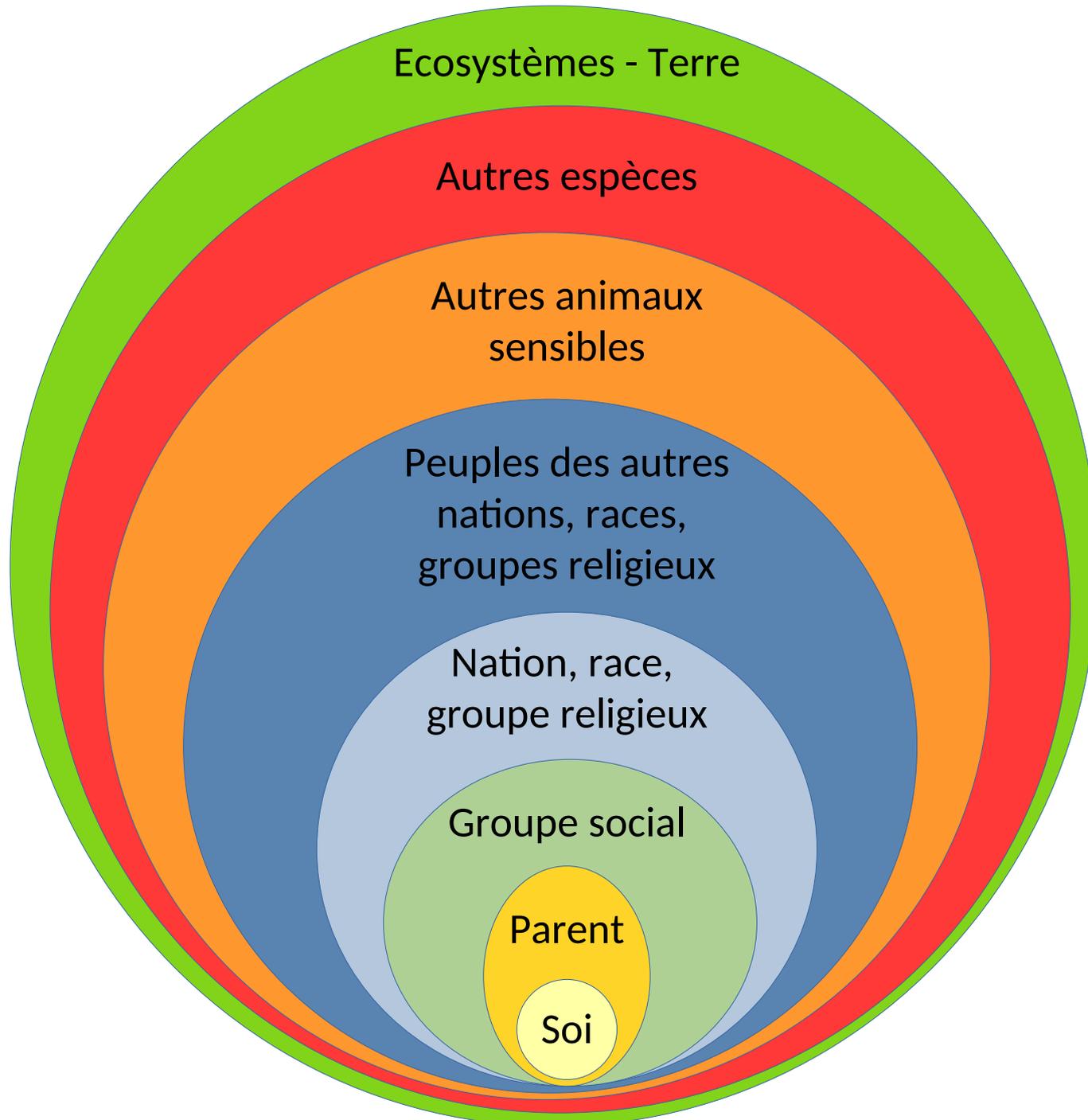
Plus on s'éloigne, plus on est différent ?

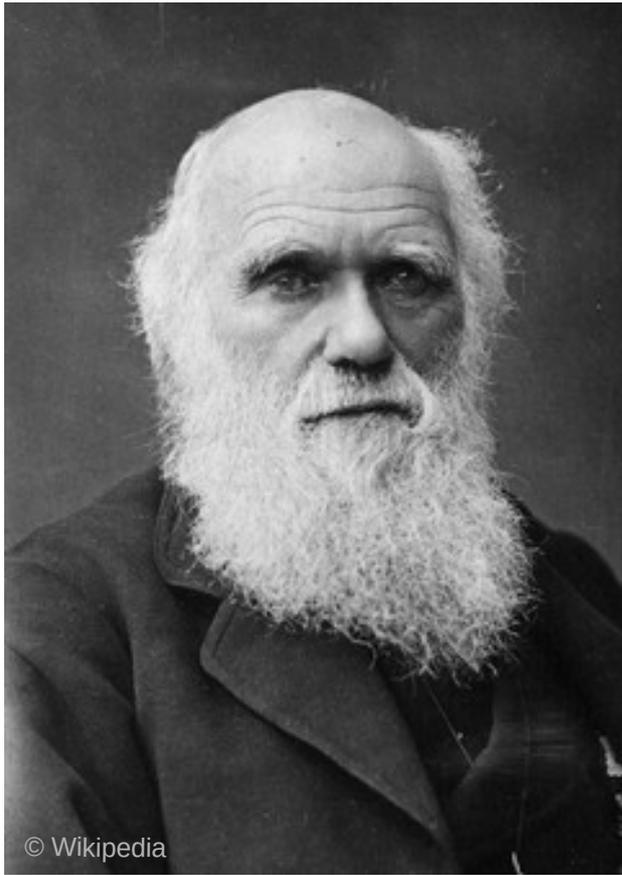


Pääbo 2003 Nature



Séquence éthique taxonomique





Charles Darwin

« Au fur et à mesure que l'être humain a progressé intellectuellement, (...) ses sympathies sont devenues plus tendres et plus larges, s'étendant aux hommes de toutes les races, aux imbéciles, aux estropiés, aux autres membres inutiles de la société, et enfin aux animaux, et le niveau de sa moralité s'est élevée de plus en plus. »

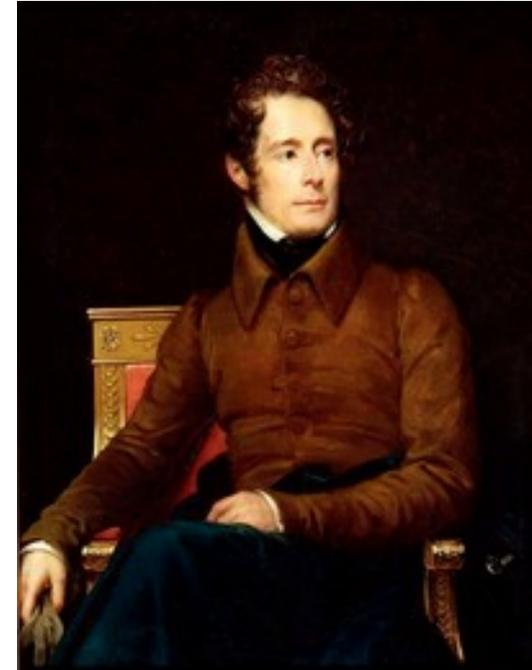
The Descent of Man, 1871

Des pionniers de la protection animale ont aussi été engagés dans la lutte contre l'esclavage



Richard Martin

Homme politique irlandais
Loi sur le traitement cruel
du bétail de 1822
A milité pour l'abolition de
l'esclavage



Alphonse de Lamartine

Homme politique français
Prône le végétarisme
Président de la Société Française pour
l'abolition de l'esclavage

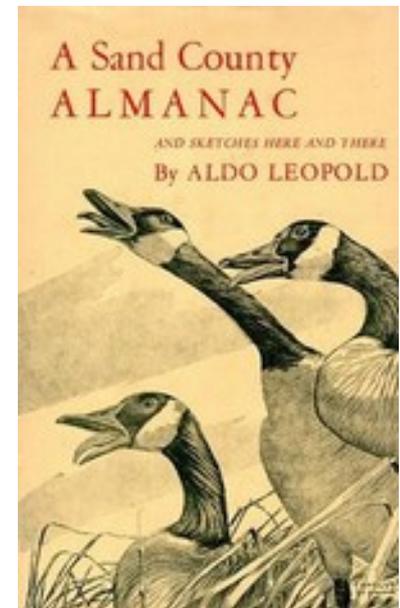


Aldo Leopold
(1887-1948)

« Une éthique de la terre modifie le rôle de Homo sapiens qui, de conquérant de la communauté terrestre, devient simple membre et citoyen de celle-ci. Elle implique le respect de ses congénères, mais aussi le respect de la communauté en tant que telle. »

« Une chose est bonne lorsqu'elle tend à préserver l'intégrité, la stabilité et la beauté de la communauté biotique. Elle est mauvaise lorsqu'elle tend à l'inverse. »

The Land Ethic,
A Sand County Almanac, 1949



Les éthiques environnementales

Anthropocentrisme : valeurs morales des actions sur les êtres non-humains évaluées par rapport à leur conséquences morales sur l'être humain

Biocentrisme : tout être vivant a une valeur intrinsèque, une dignité morale. Égalité entre tous les êtres vivants, tous les êtres "sensibles" (végan, antispéciste..)

Écocentrisme : valeur intrinsèque accordée non à des êtres séparés mais aux écosystèmes



La triste fin de Marius, le girafon euthanasié - Scandale au zoo de Copenhague

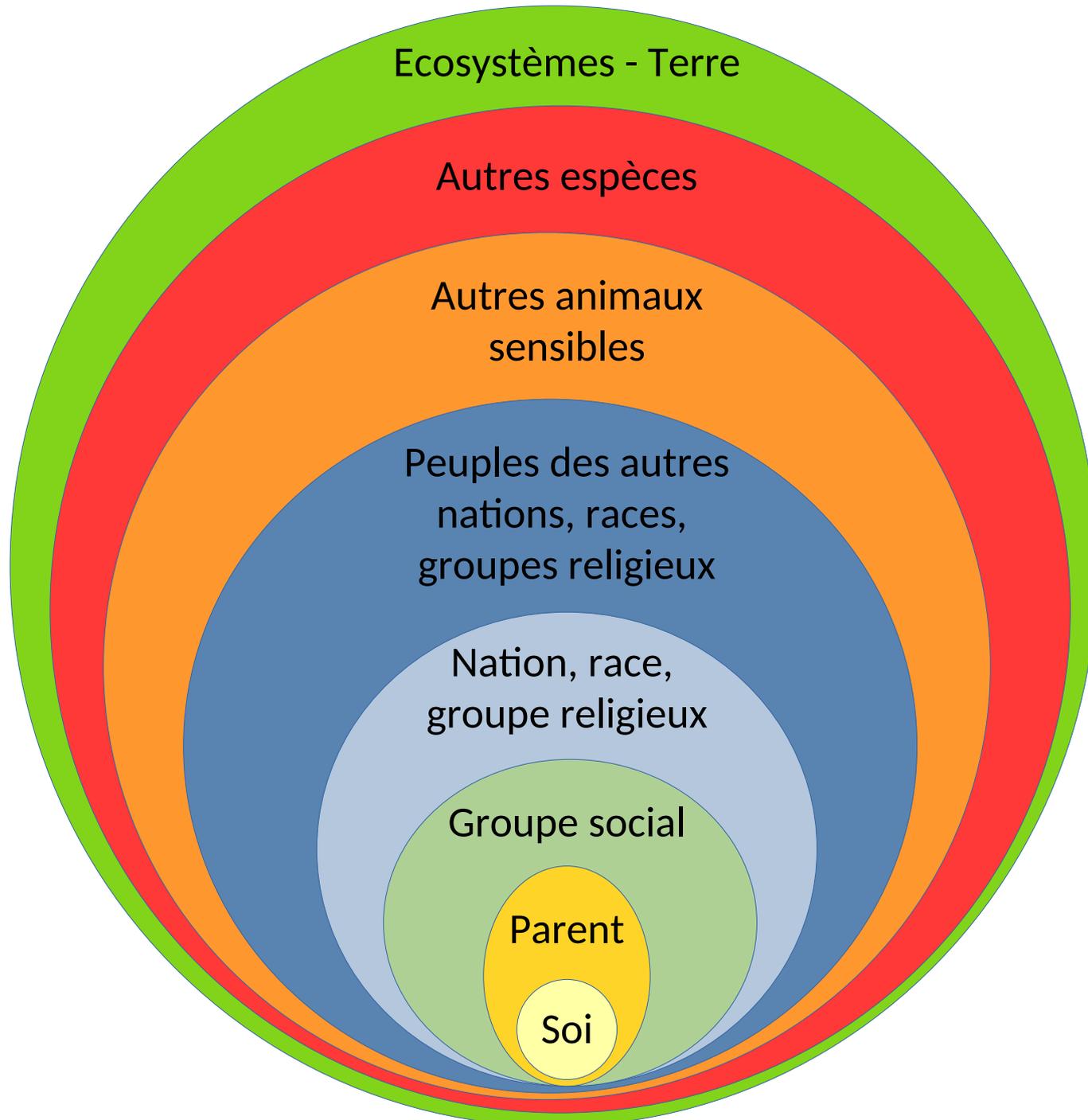
2014

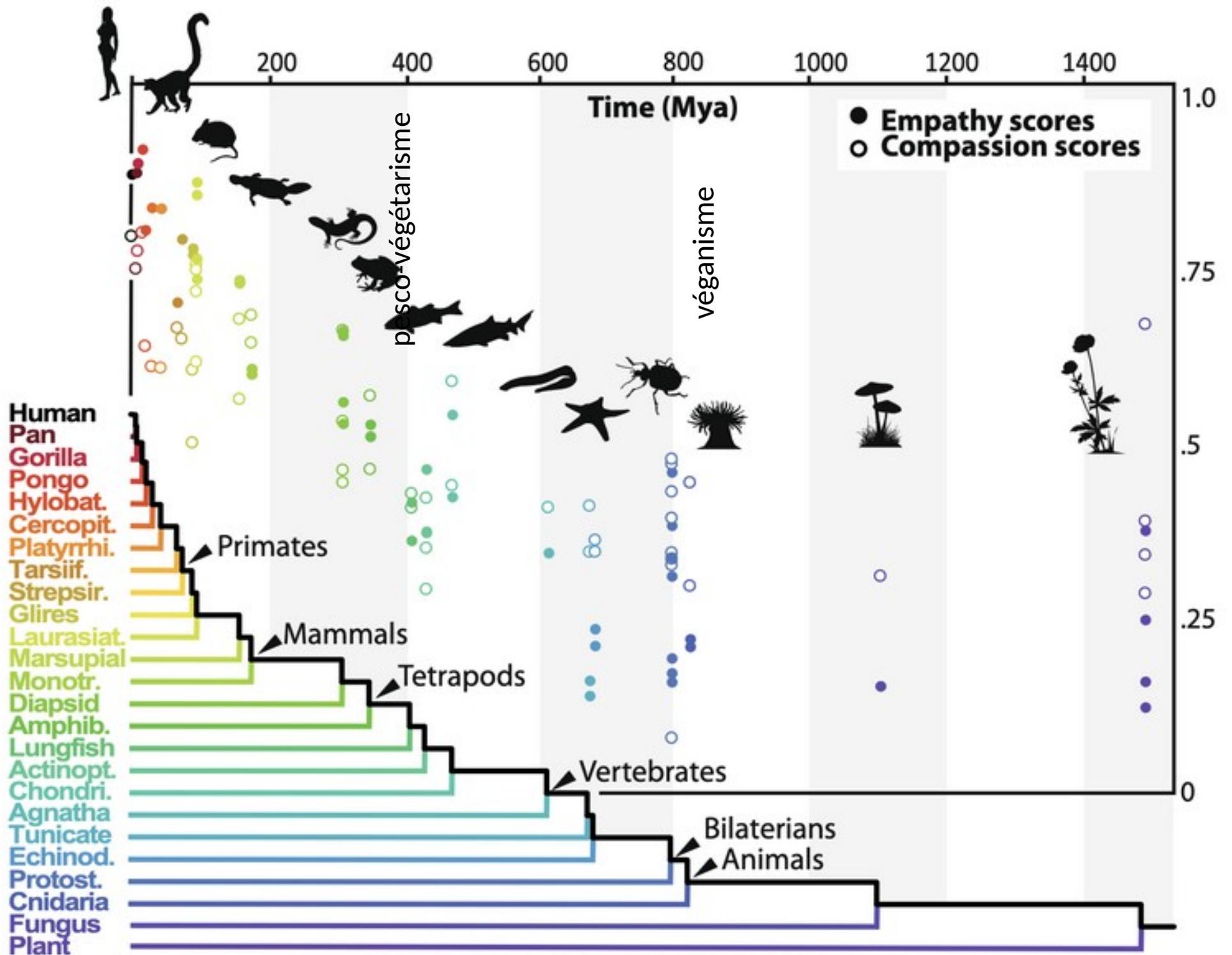
<https://www.parismatch.com/Actu/International/La-triste-fin-de-Marius-le-girafon-euthanasie-547624>



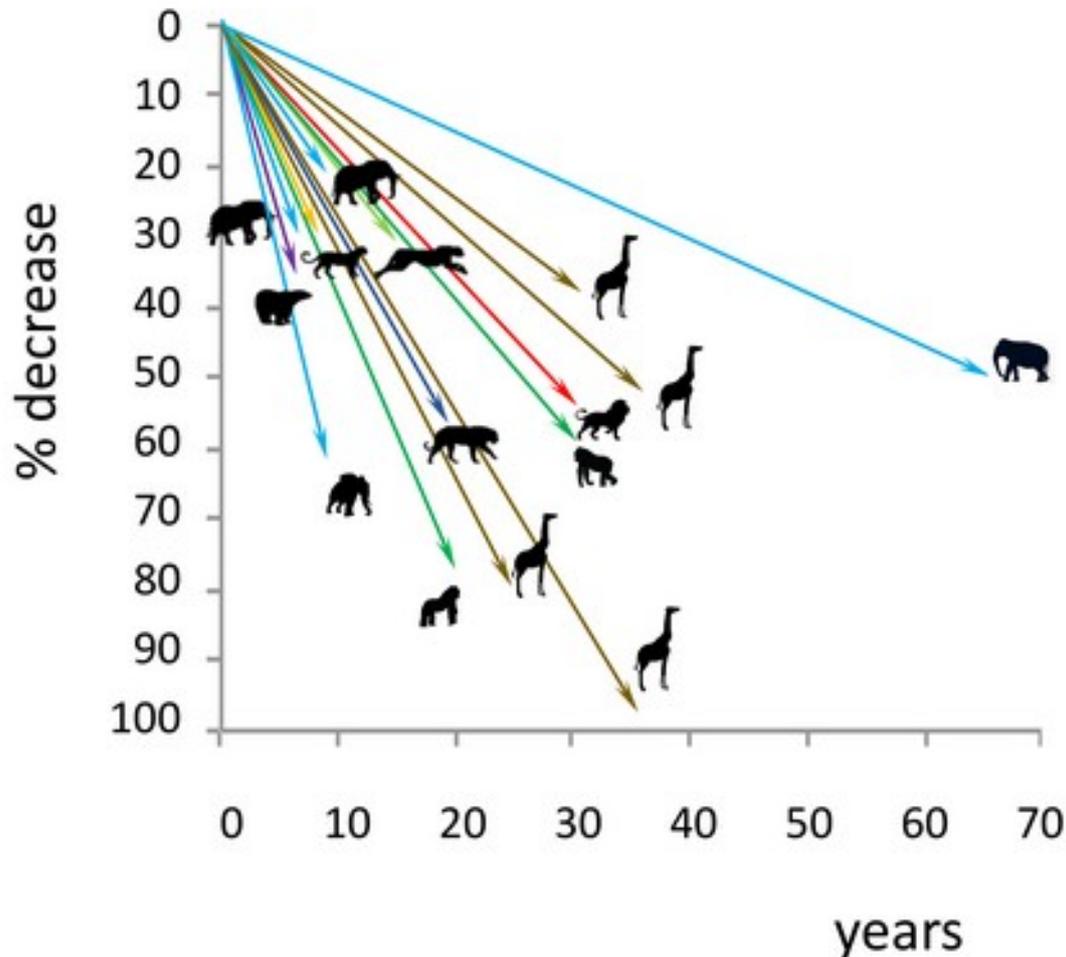
■ Marius, le girafon, a été tué dimanche. © REUTERS/Keld Navntoft/Scanpix Denmark

Séquence éthique taxonomique

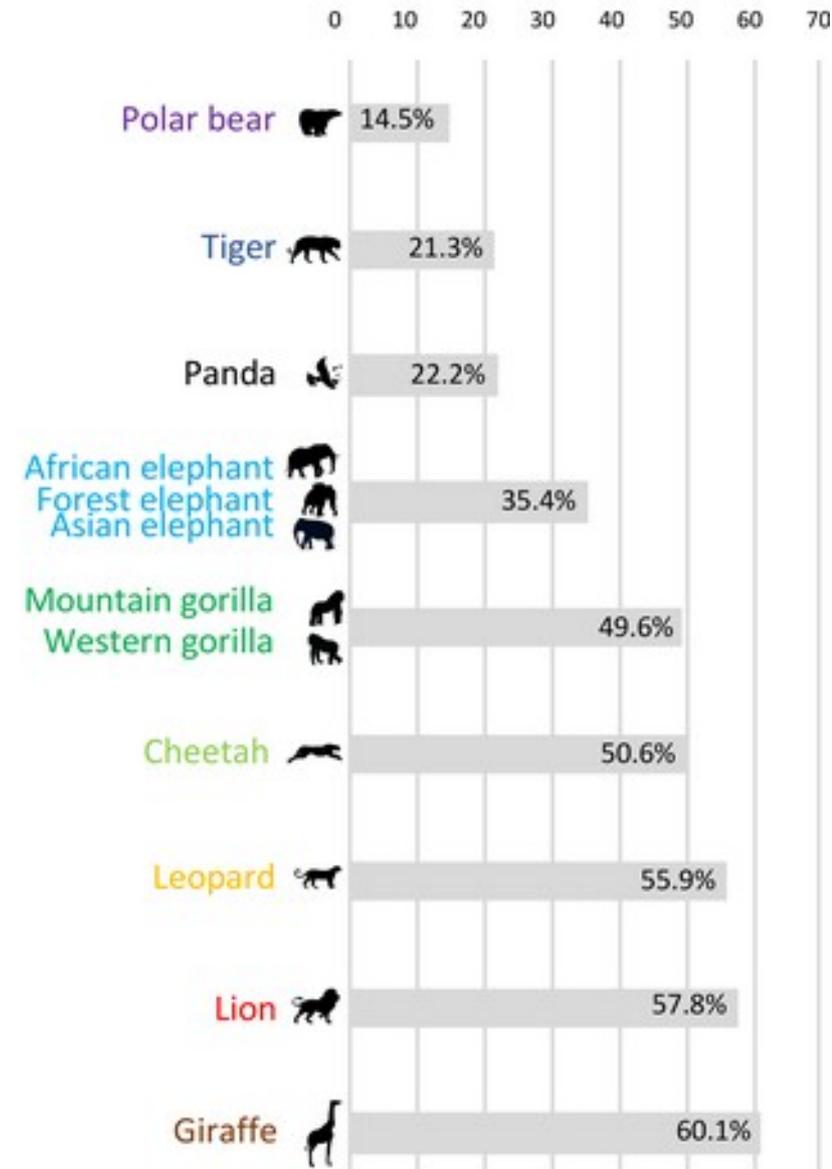




Les 10 animaux les plus charismatiques



Pourcentage de réponses incorrectes à la question « Cette espèce est-elle en danger ? »



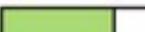
La classification du vivant

La distance phylogénétique comme mesure d'éloignement

L'évolution indépendante et le mimétisme rapprochent des espèces éloignées phylogénétiquement

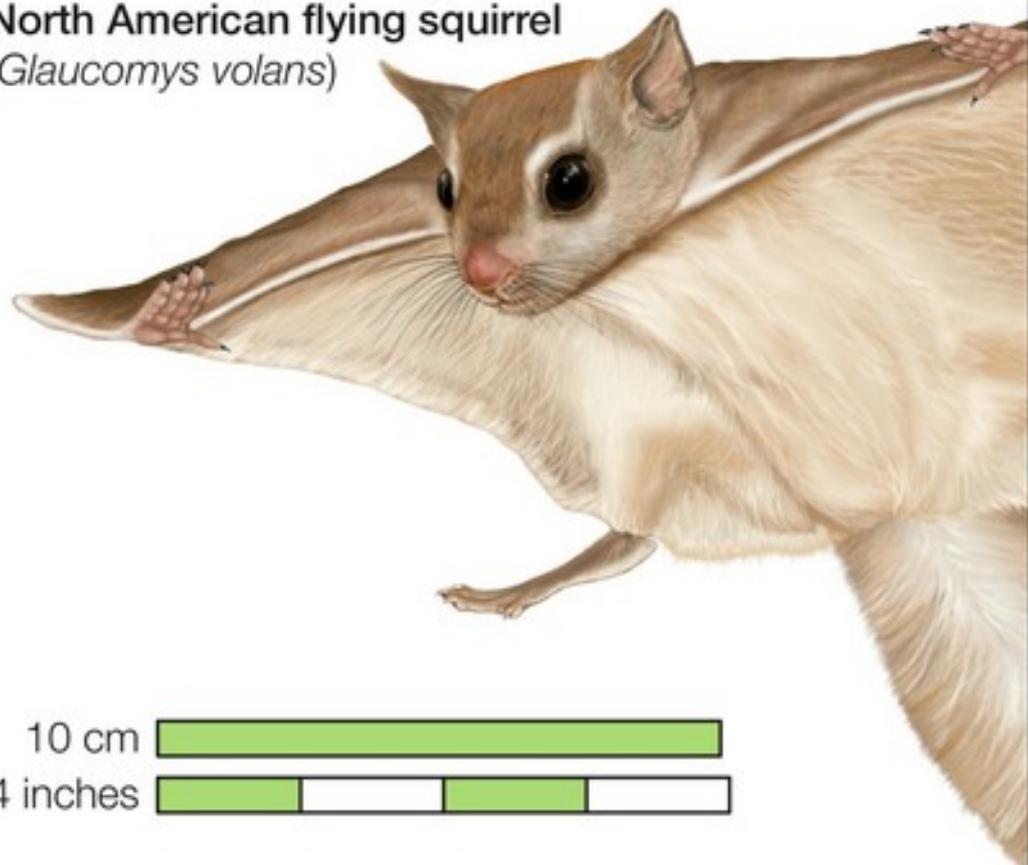
short-headed glider, sugar glider,
flying phalanger, flying possum
(*Petaurus breviceps*)



10 cm 
4 inches 

Australie

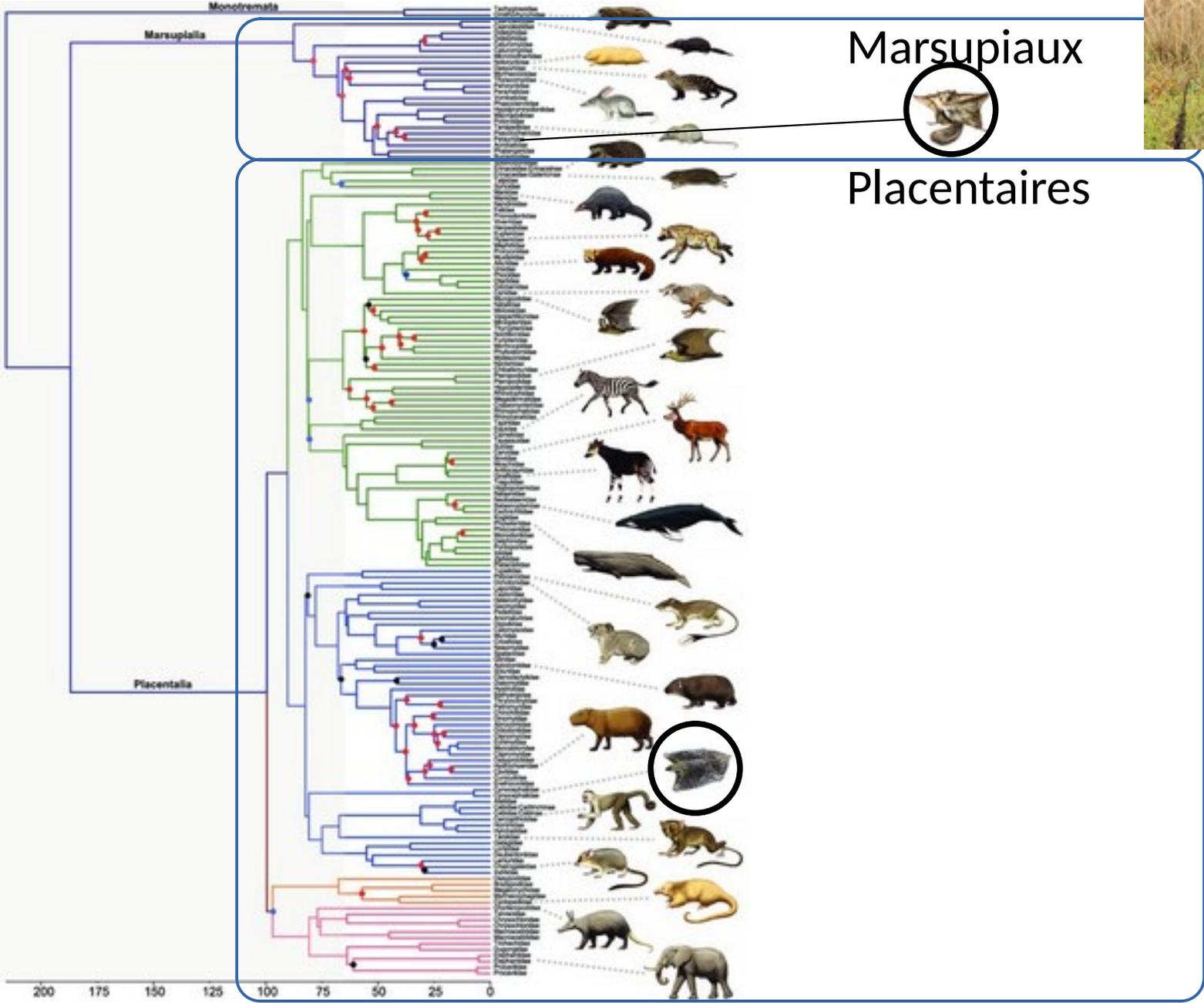
southern flying squirrel,
North American flying squirrel
(*Glaucomys volans*)



10 cm 
4 inches 

Amérique du Nord

Evolution répétée

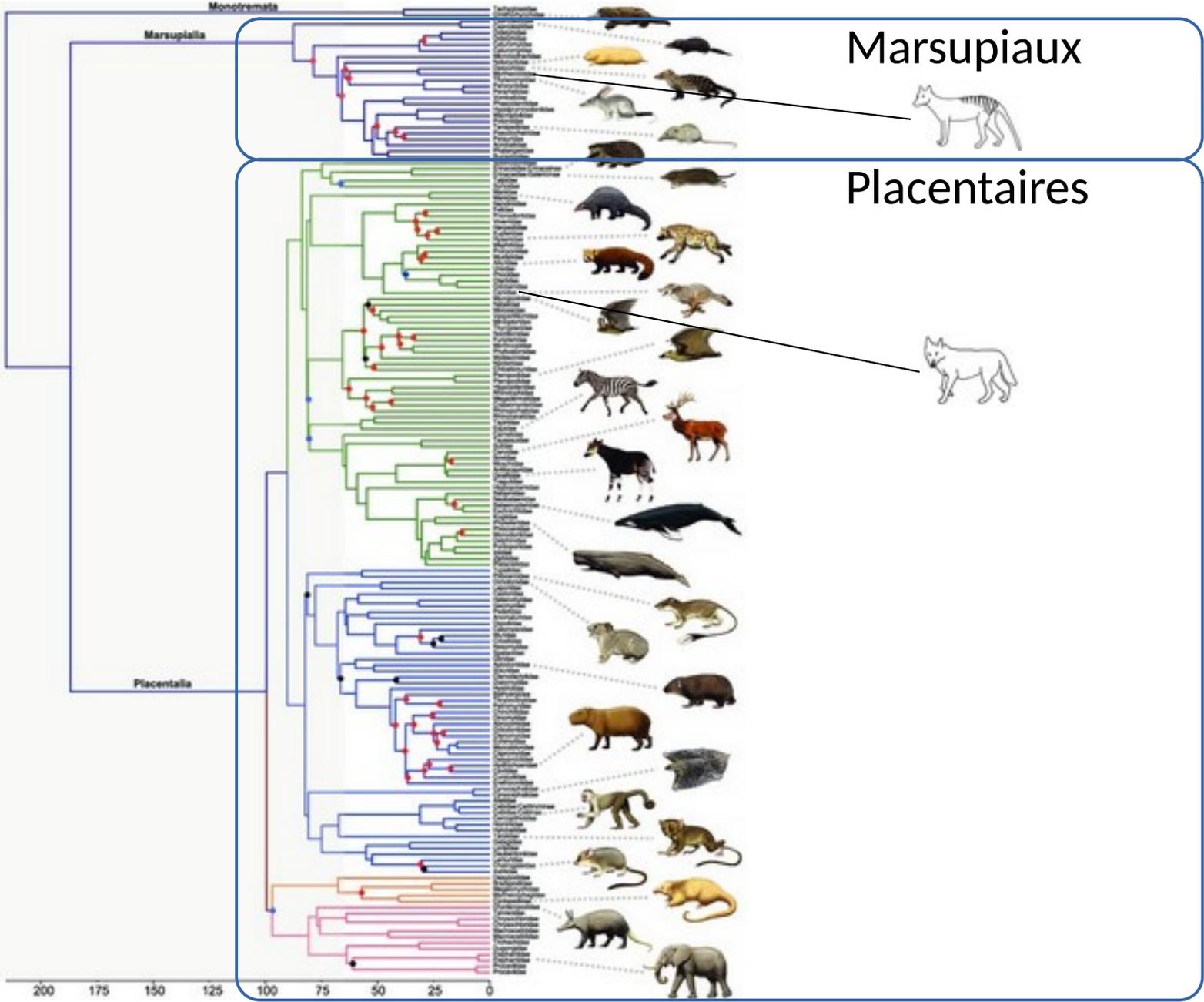


Le loup de Tasmanie

<https://www.youtube.com/watch?v=bnT5vNE7LMI>

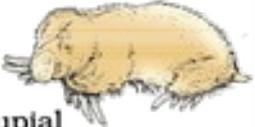
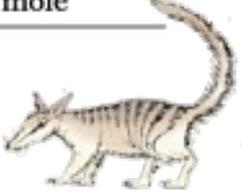
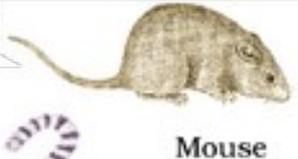
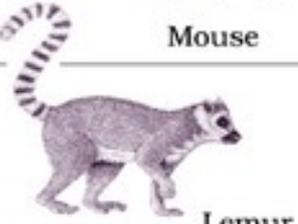
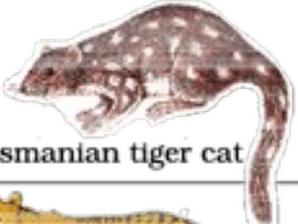
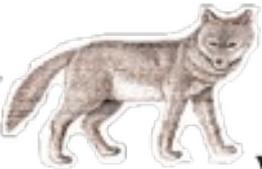
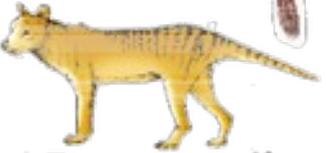
1:22-1:45

Evolution répétée





Hobart Zoo, Australia, 1933 © Public Domain

	Placentaires Amérique	Marsupiaux Australie	
Fouisseur	 Mole	 Marsupial mole	
Mangeur de fourmis	 Anteater	 Numbat (anteater)	
Souris	 Mouse	 Marsupial mouse	
Grimpeur	 Lemur	 Spotted cuscus	Couscous tacheté
Planeur	 Flying squirrel	 Flying phalanger	
Chat	 Bobcat	 Tasmanian tiger cat	Chat marsupial à queue tachetée
Loup	 Wolf	 Tasmanian wolf	

Même évolution dans les mêmes conditions

Cactées

Amérique du Nord et du Sud



<http://commons.wikimedia.org/>

Euphorbes

Asie, Australie, Afrique



(hoofed mammal)
ancestor

(unknown reptile)
ancestor

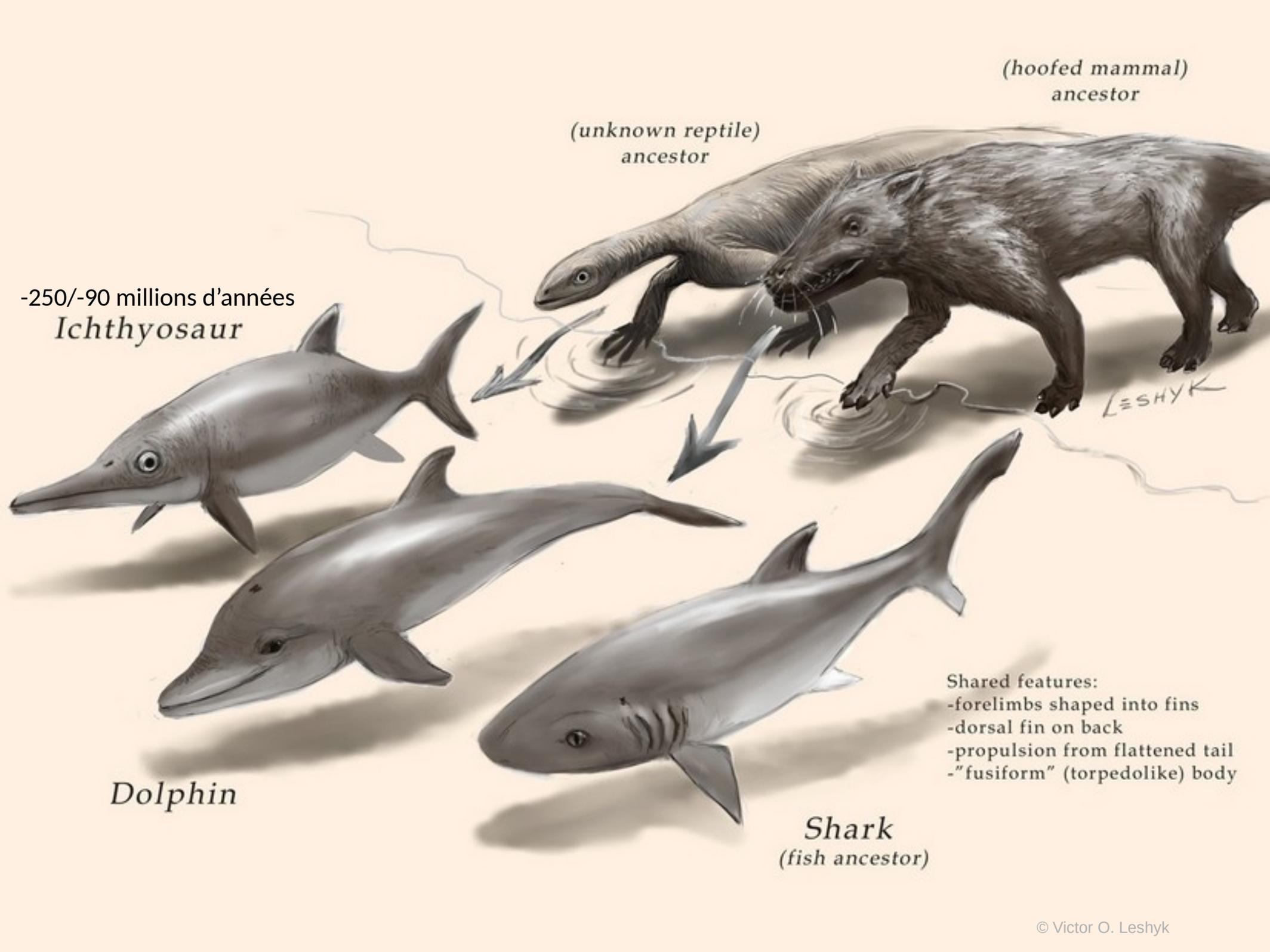
-250/-90 millions d'années
Ichthyosaur

LESZYK

Shared features:
-forelimbs shaped into fins
-dorsal fin on back
-propulsion from flattened tail
-"fusiform" (torpedolike) body

Dolphin

Shark
(fish ancestor)



Le chevrotain aquatique

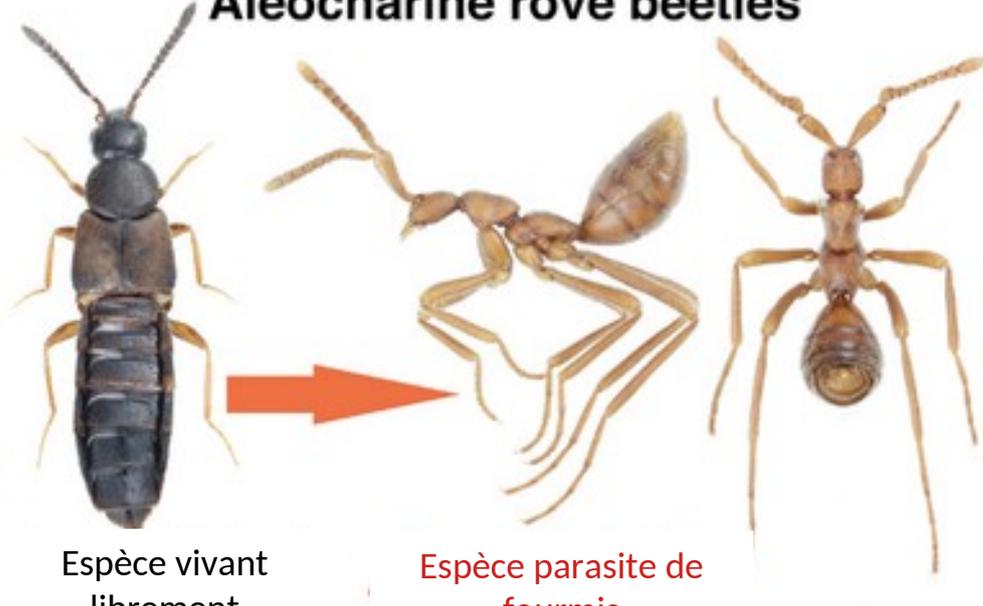
Un mammifère qui retourne à l'eau

Baleine en chinois = 鯨
= poisson 鱼 + grand/éminent 京



Les coléoptères myrmécophiles

Aleocharine rove beetles



Espèce vivant librement

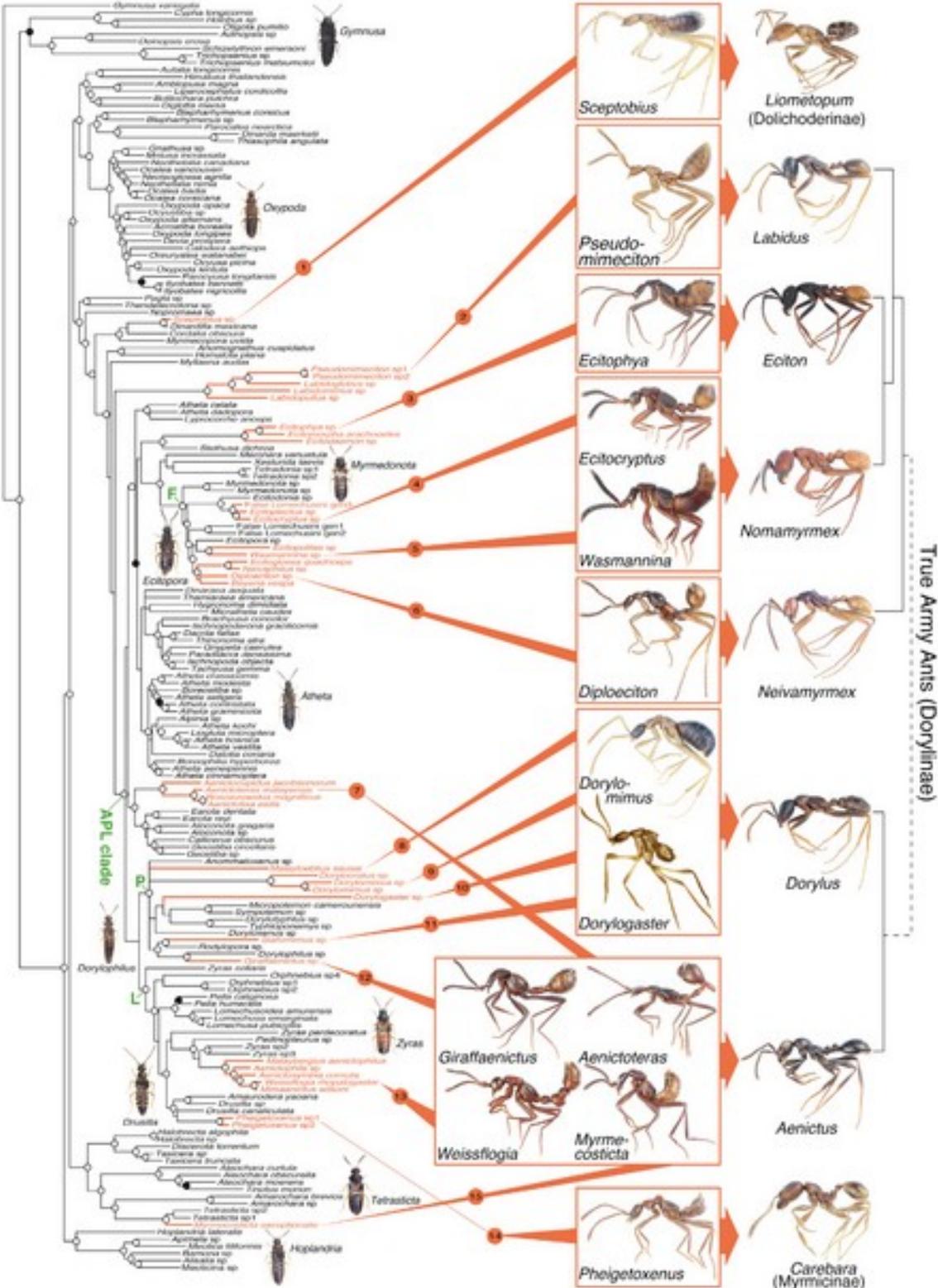
Espèce parasite de fourmis



Eciton

Ecitophya

Evolution répétée 12 fois



Gecko *Uroplatus phantasticus*



© D.R.

Mante *Deroplatys trigonodera*



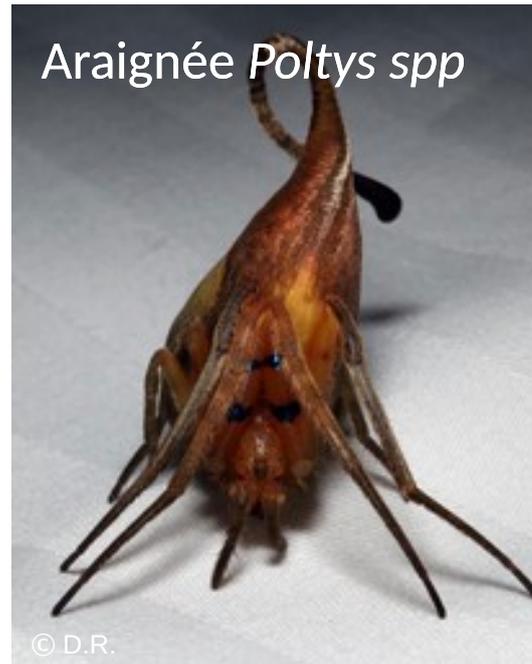
© D.R.

Papillon *Kallima inacus*



© D.R.

Araignée *Polytus spp*



© D.R.

Papillon *Homona coffearia*



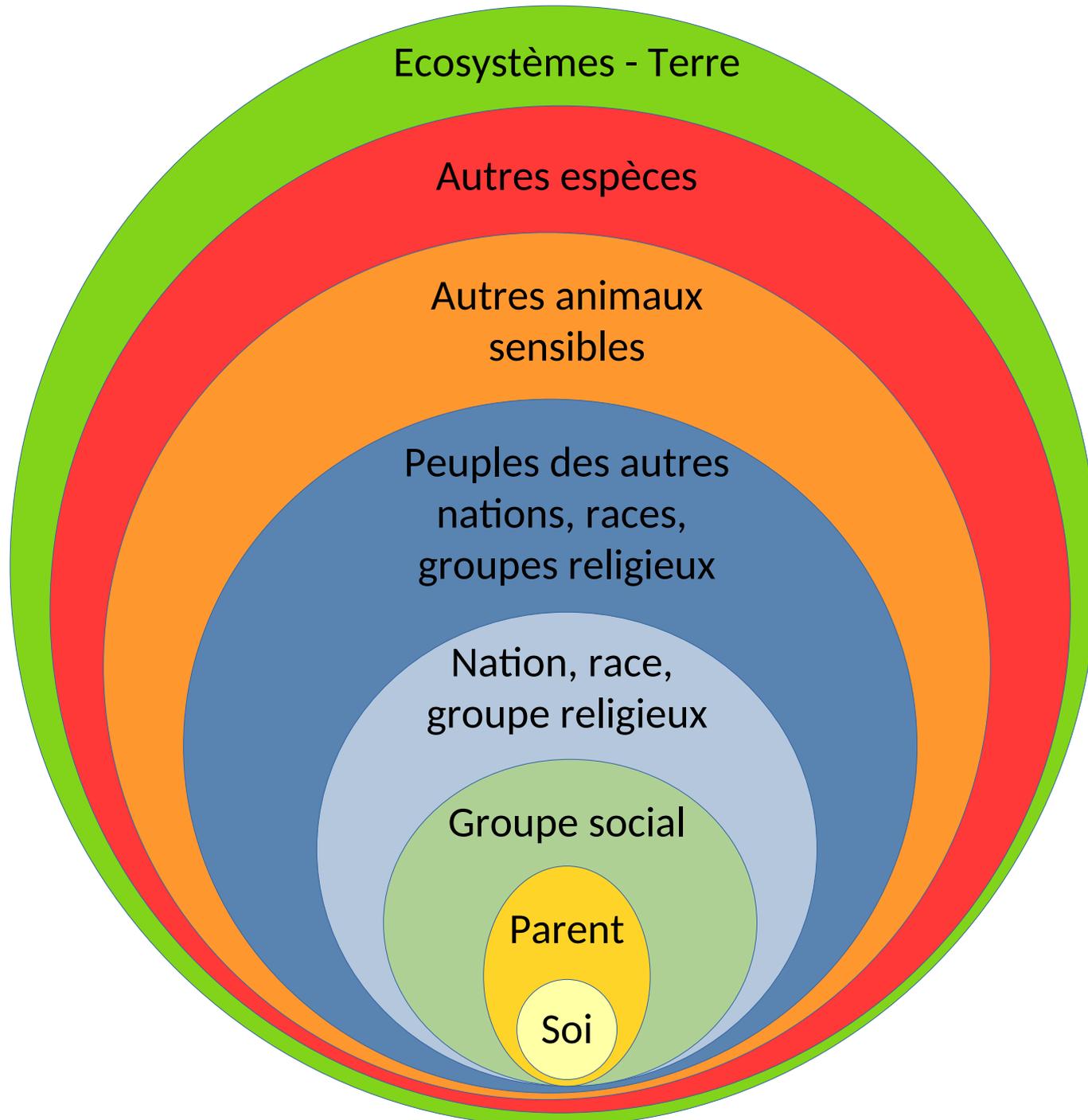
© budak flickr

Ophrys miroir

Ophrys speculum
qui mime la guêpe
Dasyscolia ciliata



Séquence éthique taxonomique



Code rural et de la pêche maritime

Section 6 : Utilisation d'animaux vivants à des fins scientifiques

Sous-section 1 : Champ d'application et définitions

> Article R214-87

Version en vigueur depuis le 08 février 2013

Modifié par Décret n°2013-118 du 1er février 2013 - art. 1

Les dispositions de la présente section s'appliquent lorsque des animaux sont utilisés ou destinés à être utilisés dans des procédures expérimentales telles que définies à [l'article R. 214-89](#), ou lorsqu'ils sont élevés pour que leurs organes ou tissus puissent être utilisés à des fins scientifiques.

Les dispositions de la présente section s'appliquent jusqu'à ce que les animaux visés au premier alinéa aient été mis à mort, placés dans un système d'élevage approprié ou relâchés dans un habitat approprié.

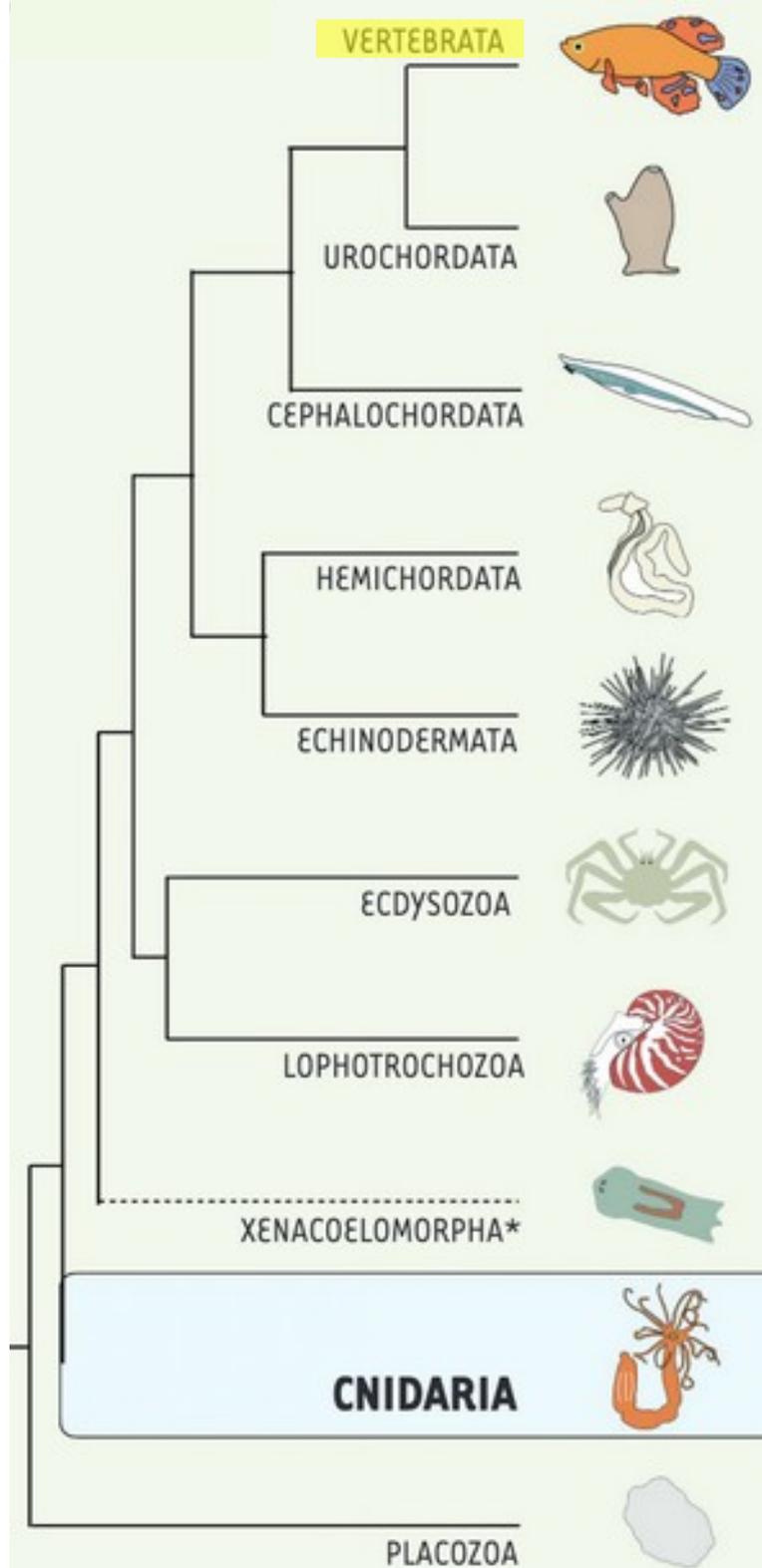
Ces dispositions s'appliquent aux :

-animaux **vertébrés** vivants, y compris les formes larvaires autonomes et les formes fœtales de mammifères à partir du dernier tiers de leur développement normal ;

-formes larvaires autonomes et formes fœtales de **mammifères** à un stade de développement antérieur au dernier tiers de leur développement normal, si l'animal doit être laissé en vie au-delà de ce stade de développement et risque, à la suite des procédures expérimentales menées, d'éprouver de la douleur, de la souffrance ou de l'angoisse ou de subir des dommages durables après avoir atteint ce stade de développement ;

-**céphalopodes** vivants.

Le recours à un anesthésique, à un analgésique ou à d'autres méthodes destinées à supprimer la douleur, la souffrance, l'angoisse ou les dommages durables ne place pas l'utilisation d'un animal en dehors du champ d'application de la présente section.



Insectes, Araignées, Nématodes

Plathelminthes, Annélides, Mollusques
(Gastéropodes, Bivalves, **Céphalopodes**)



Milieu marin
Muséum National d'Histoire Naturelle



Hall des grands Mammifères
British Natural History Museum

Le poisson-chat



Le moustique-tigre



L'araignée-crabe



La grenouille-léopard



Le scarabée-rhinocéros



L'hippocampe



Hippos = cheval
Kampos = poisson
Seahorse



Fort comme un lion
Malin comme un singe
Rusé comme un renard
Doux comme un agneau
Fier comme un coq
Têtu comme une mule
Copain comme cochon
Myope comme une taupe
Frais comme un gardon
Muet comme une carpe
Pur comme un lys

Rire comme une baleine
Souffler comme un phoque
Filer comme un lapin
Manger comme un cochon
Nager comme un canard
Faire l'autruche
Traiter quelqu'un comme un chien
Gueuler comme un putois
Dormir comme un loir
Tomber comme des mouches
Trembler comme une feuille

Fraîcheur = 鮮 poisson+mouton

Conclusion

Importance de la classification et de la phylogénie.
Notre séquence éthique ne coïncide pas toujours avec la phylogénie.

L'évolution indépendante et le mimétisme rapprochent des lignées évolutives éloignées.

