

Ecologie et biodiversité



Athyreus parvus (photo O. Bailly)

Jérôme Chave

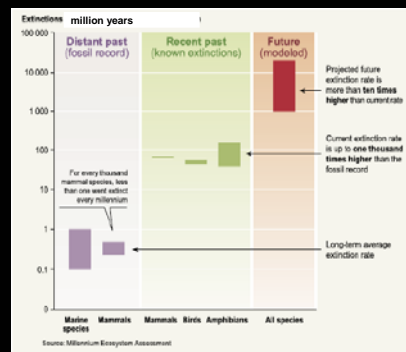
Laboratoire Evolution et Diversité Biologique, CNRS, Toulouse, France

Plan de ce cours

1. Biodiversité
2. Théorie des niches
3. Théorie neutre et biogéographie
4. Ecophysiologie des plantes



La 6ème crise de l'extinction



Conséquences sur la fonction des écosystèmes

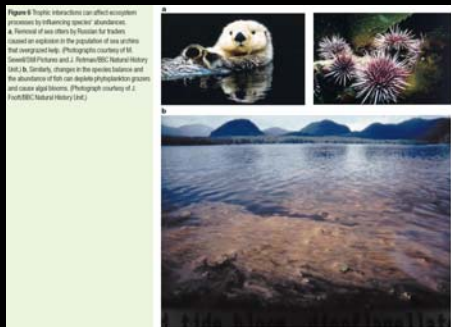
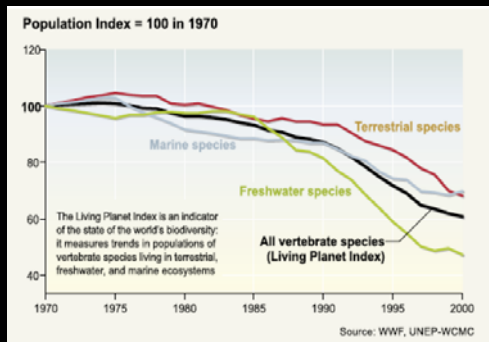


Figure 8. Species extinctions can affect ecosystem processes by influencing species' abundance. A. Polar bear is one of the species that is most affected by climate change. B. Coral reefs are one of the most diverse and productive ecosystems on Earth. C. Similarly, changes in the species balance and the abundance of fish can impact phytoplankton growth and ocean algal blooms. (Photograph courtesy of J. Pohl/BBC/Natural History Unit.)



« l'affaiblissement de la biodiversité n'affecte pas seulement les espèces les plus remarquables. Elle concerne aussi *l'ensemble de la Nature qui nous entoure*. Chacun peut observer la diminution des populations d'insectes et d'oiseaux *autrefois communes* »

Déclin des populations sauvages



nature Vol 463/7 January 2010

OPINION

2020 visions

For the first issue of the new decade, *Nature* asked a selection of leading researchers and policy-makers where their fields will be ten years from now. We invited them to identify the key questions their disciplines face, the major roadblocks and the pressing next steps. Visit go.nature.com/htW8uM to respond and to add your vision.

Ecology

Robert D. Holt
Department of Biology, University of Florida

Change takes place at multiple levels, from individuals to populations, to spatially linked ecosystems. I predict that by 2020, ecological theory will be increasingly concerned with the often subtle biological details of organisms, as well as the implications of evolutionary dynamics. Microbial ecology will become mainstream. At the same time, it will be essential to look at how species and communities fit into Earth's history. In a decade's time, ecology will be viewed both as a core part of biology, and increasingly as an essential dimension of the Earth sciences.

Durant ce cours ...

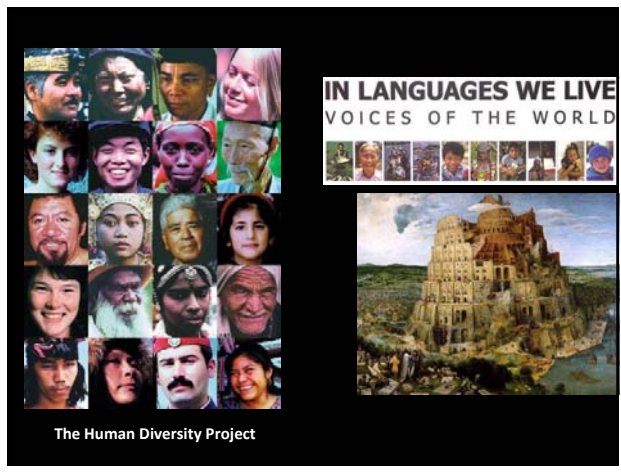


Problème qui pourrait profiter d'une collaboration entre biologistes et mathématiciens

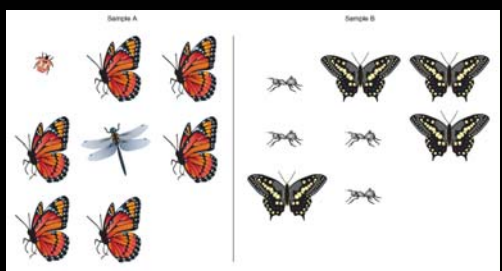
Plan

1. Que connaissons-nous de la biodiversité ?
2. Macroévolution
3. Le théâtre écologique et la pièce évolutive

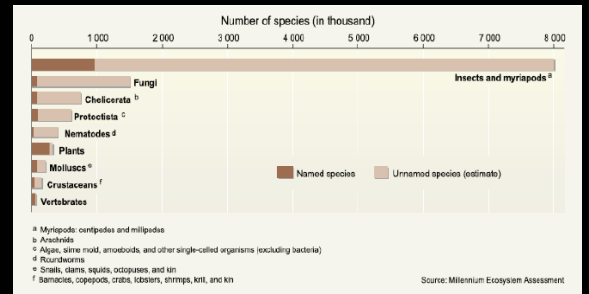
Que connaissons-nous de la biodiversité ?



Mesurer la biodiversité



Combien d'espèces ?



Le syndrome du chasseur de papillon



*Smithsonian Institute's
vertebrate collection*

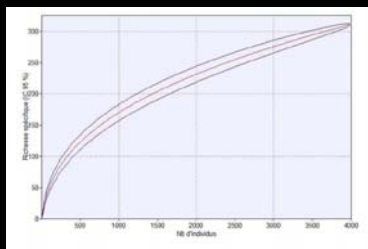
Station des Nouragues, Guyane



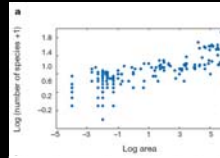
Les données retournées font donc état de plus de **35 000** spécimens collectés pour **4155** espèces d'insectes identifiées (soit avec un nom existant, soit identifiées en tant que « sp »). Cependant, comme cela a déjà été signalé, le temps de travail sur ces spécimens (8 mois) a été trop court pour beaucoup de familles. Par exemple, pour les Staphylinidae, plus de 200 spécimens sont isolés lors de chaque tri, soit, au total, plus de 7000 spécimens d'insectes de très petite taille pour la plupart et d'habitats très proches nécessitant un temps d'étude prolongé. La même remarque peut être faite pour les Curculionidae ou les Diptères.



Cerambycidae



Hesperburia blancheti



Biodiversité

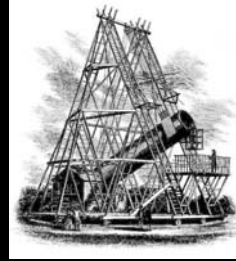


Ca. 1790 George Cuvier

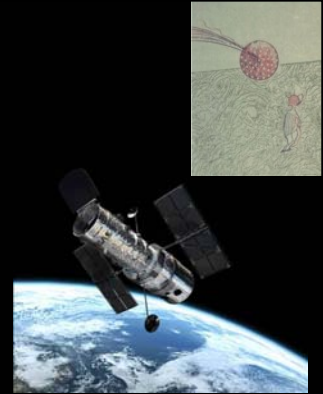


Ca. 1990 Ed O Wilson

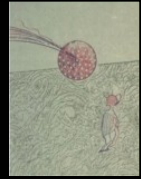
Astronomie



Télescope de Herschel (1789)
12 m



Télescope Hubble (1990)
Coût 1 milliards de US\$



Révolution en biologie moléculaire

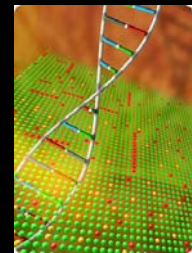
ARTICLES
Genome sequencing in microfabricated high-density picolitre reactors



HiSeq 2000 = 600 Gb en 1 semaine (janvier 2011)



Codes-barre ADN



Codes-barre ADN

Proc. Natl. Acad. Sci. USA
Vol. 107, pp. 4850-4855, October 2010
Evolution

Rapid determination of 16S ribosomal RNA sequences for phylogenetic analyses

(reverse transcription, 454-sequencing)

DAVID J. LANE¹, BERNADETTE PAUL², GARY J. OLSEN¹, DAVID A. STARR^{1,3}, MITCHELL L. SOGIN⁴, AND NICHOLAS R. PACE^{1,5}

¹Department of Biology and Institute for Molecular and Cellular Biology, Indiana University, Bloomington, IN 47405, and ²Department of Molecular and Cellular Biology, National Jewish Medical and Research Center, Denver, CO 80202

Contributed by Ralph S. Wolfe, June 26, 2010



Norman Pace

A Molecular View of Microbial Diversity and the Biosphere

Norman R. Pace

Over three decades of molecular phylogenetic studies, researchers have compiled an increasingly robust map of evolutionary diversification showing that the main diversity of life is microbial, distributed among three primary relationships groups or domains: Bacteria, Eukarya, and Eukarya. The general properties of representatives of the three domains indicate that the earliest life was based on inorganic nutrition and that photosynthesis and use of organic compounds for carbon and energy metabolism came comparatively later. The application of molecular phylogenetic methods to study natural microbial ecosystems without the traditional requirement for cultivation has resulted in the discovery of many unsuspected evolutionary lineages; members of some of these lineages are only distantly related to known organisms but are sufficiently abundant that they are likely to have impact on the chemistry of the biosphere.

SCIENCE • VOL. 276 • 2 MAY 1997 • www.sciencemag.org

Global Ocean Sampling

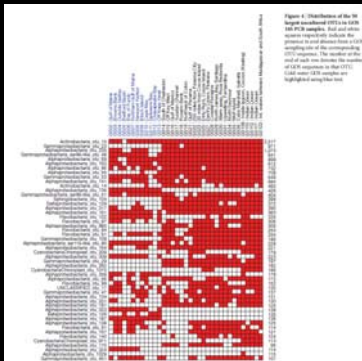


ARTICLE

Genomic and functional adaptation in surface ocean planktonic prokaryotes

Walter Venter¹, Kenneth D. Bratton¹, Douglas R. Bratton¹, John E. McInerney¹, Christopher J. Dunne¹, Mark Eide¹, Sarah Schirmer¹, Stefan Munksgaard¹, Steve Deviner¹, Aaron Benson¹, William A. Whitman¹, Andrew Thompson¹, Andrew S. Boyd¹, Lisa A. Stirling¹, George Koenig¹, Eric DeLong¹, Ian R. Knight¹, Robert Koenig¹, Robert Knight¹, & J. Craig Venter¹

Diversité en 16S



L'espèce du jour, *Prochlorococcus marinus*.
('the most important microbe you've never heard of')

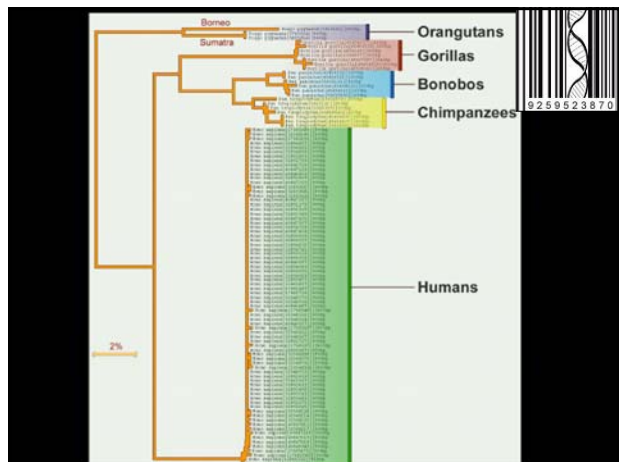
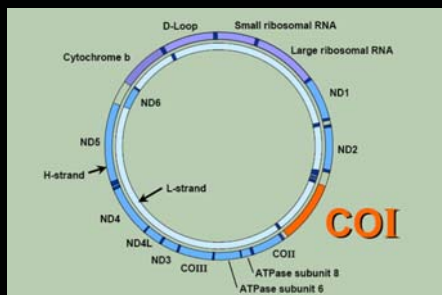
ca: Cell Envelope
pb: Polyhedral Bodies

Cyanobactérie photosynthétique découverte en 1986. Son génome a été séquencé entièrement et fait environ 2 millions de nucléotides, avec environ 2000 gènes. En 2003, des chercheurs ont montré qu'il existait des populations de *P. marinus* mieux adaptées à la lumière que d'autre. Les populations adaptées à la lumière ont le plus petit génome et les deux groupes ne partagent que les deux tiers de leurs gènes.

Genome divergence in two *Prochlorococcus* ecotypes reflects oceanic niche differentiation

Gabriella Boragó, Frank W. Larimer*, Jane Loeferli*, Stephanie Hartwig, Patrick Shiu*, Nathan A. Johnson*, Andrew Archibald, Maurizio Dolanese, Loren Kocum*, Wolfgang R. Hess*, Deborah L. Johnson, Brent Long*, Judith Lueder*, Arthur F. Post*, Warren Regier*, Manish Shah*, Stephanie L. Shaver*, Cecelia Steglich, Matthew S. Silliman, Clark S. Young, Andrew Yalowitz, Eric A. Wood*, Erik S. Zinser* & Sallie W. Chisholm*

Code-barre pour les animaux



Qu'est-ce qu'une espèce ?

Historiquement:
Définition essentialiste (Linné)
Chaque espèce correspond à un type qui réunit un ensemble de propriétés « essentielles » invariables

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



Qu'est-ce qu'une espèce ?

“Une espèce est un ensemble de populations dont les descendants sont **viables et fertiles**, et reproductivement isolées d'autres groupes semblables”



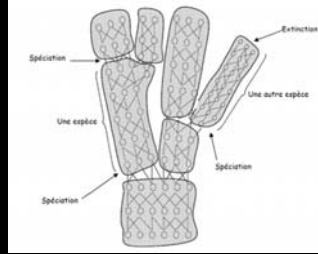
Ca ne marchera pas !



Zébrane (stérile)

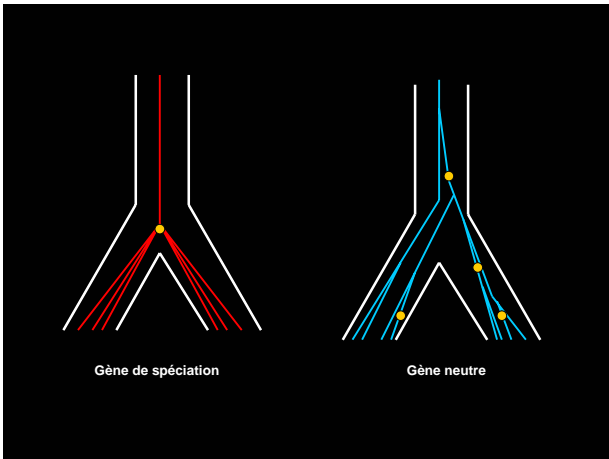
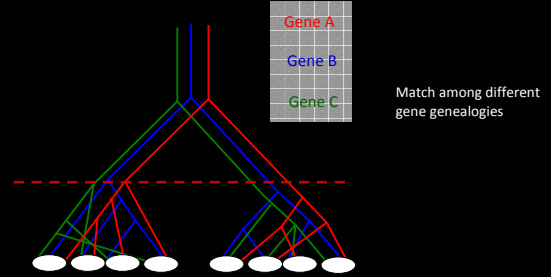
Qu'est-ce qu'une espèce ?

- o Segment d'une lignée évolutive
- o Pas de problème de définition finale
- o Mais problèmes pour les délimiter dans la nature
- o ("critères" versus "concepts" versus "définition" d'espèces)

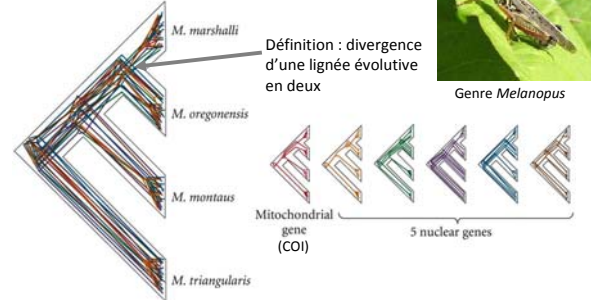


Qu'est-ce qu'une espèce ?

Concept généalogique de l'espèce



Qu'est-ce qu'une espèce?



Knowles & Carstens (2007)

Biodiversité

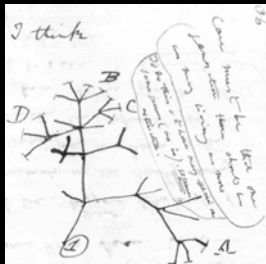
- o Nous n'en avons décrit qu'une infime partie
- o Méthodes étude longues et difficiles
- o Nécessité de s'appuyer plus sur la « révolution moléculaire »
- o Des séquences aux espèces : problème complexe de délimitation des taxa
- o Comprendre comment la biodiversité actuelle s'est mise en place : macroévolution



Macroévolution

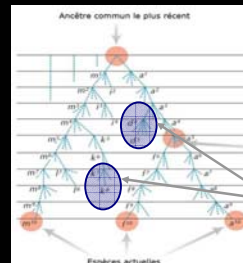
Diversification : un problème fondamental

"I think case must be that one generation should have as many living as now. To do this and to have as many species in same genus (as is) requires extinction. Thus between A + B the immense gap of relation. C + B the finest gradation. B + D rather greater distinction. Thus genera would be formed bearing relation" (next page begins) "to ancient types with several extinct forms"
 First Notebook on Transmutation of Species (1837)



« When on board the H.M.S. 'Beagle', as naturalist, I was much struck with certain facts in the distribution of the inhabitants of South America, and in the geological relations of the present to the past inhabitants of that continent. These facts seemed to me to throw some light on the origin of species – that mystery of mysteries, as it has been called by one of our greatest philosophers » (Darwin 1859)

Phylogénie

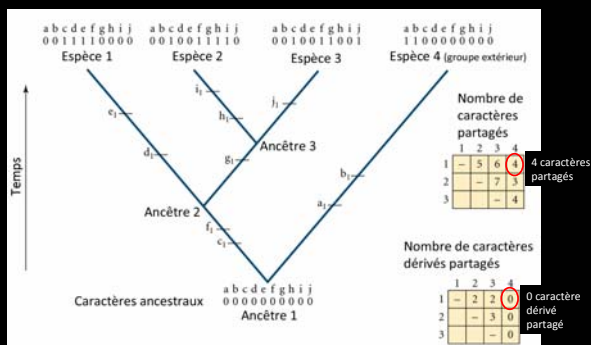


Dans la variabilité, la Nature « sélectionne » les formes et fonctions qui bénéficient aux organismes qui les portent et élimine les autres C'est le « moteur » du changement

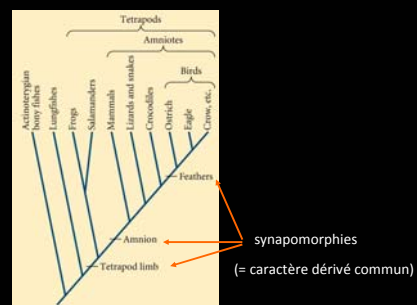
Espèces éteintes

Modifié de Darwin (1859)

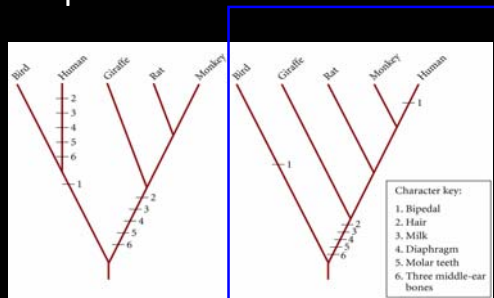
Construction de phylogénies



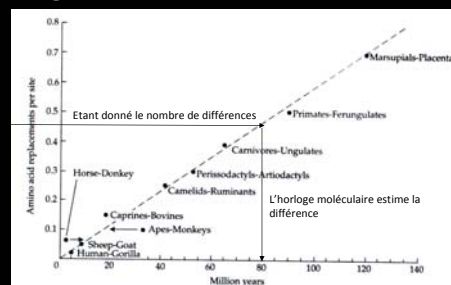
Synapomorphies



Exemple



Horloge moléculaire



- Comparaison d'une séquence combinée des hémoglobines alpha et beta, du cytochrome c, et de la fibrinopeptide A entre des groupes mammaliens
- Ralentissement chez les singes, accélération entre singes et chevaux

Horloge moléculaire



Walter Fitch

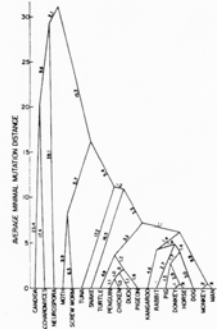
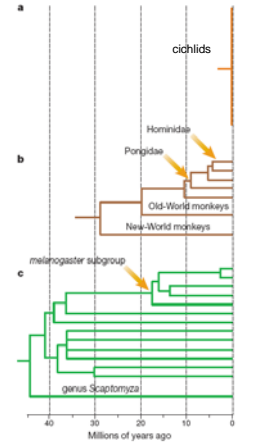


Fig. 3. (left above) A gene phylogeny as reconstructed from observed mutations in several "understudied" plants. See Fig. 2 for details. The series "rooted distance" (7) for this tree is 1.33.

Figure 10.8. The phylogeny inferred by Fitch and Margolish (1967) using their distance matrix method on cytochrome sequences. This is one of the first distance matrix phylogenies published. (Reprinted with permission from Science, vol. 155, issue 3760, page 282. Copyright 1967 American Association for the Advancement of Science.)

Diversité phylogénétique



Formes d'arbres phylogénétiques

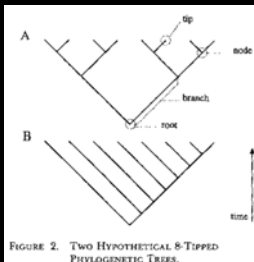


FIGURE 2. TWO HYPOTHETICAL 8-TIPPED PHYLOGENETIC TREES.

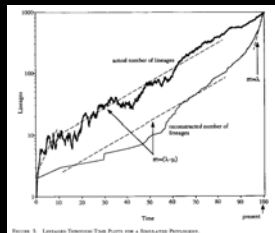


Figure 4. Lineages Through Time: Plot of Lineages Through Time



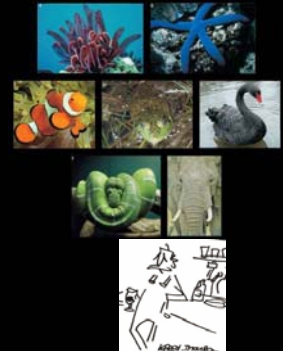
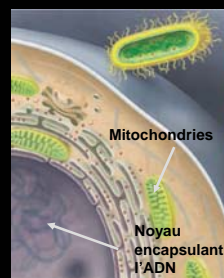
Tempo de la diversification

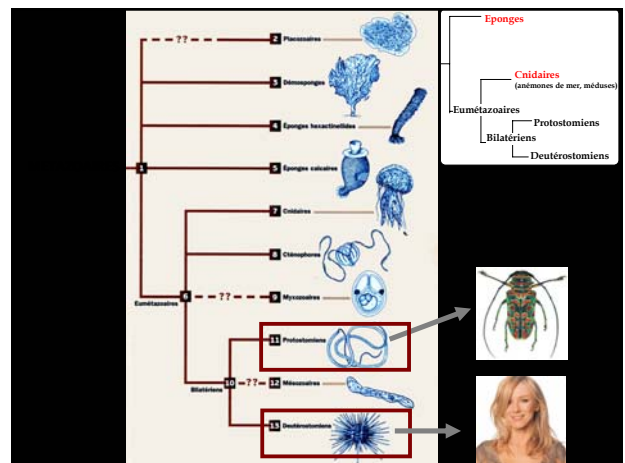
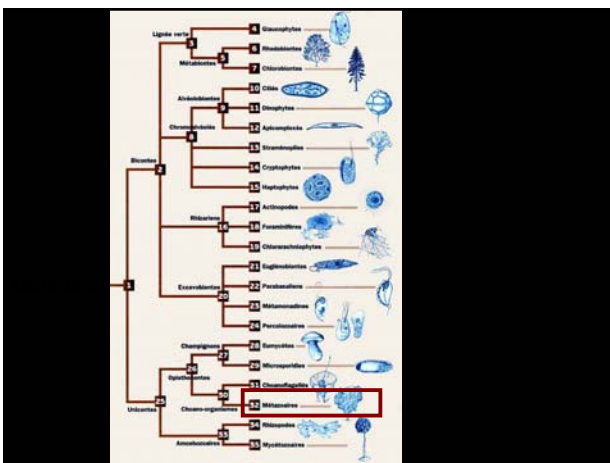
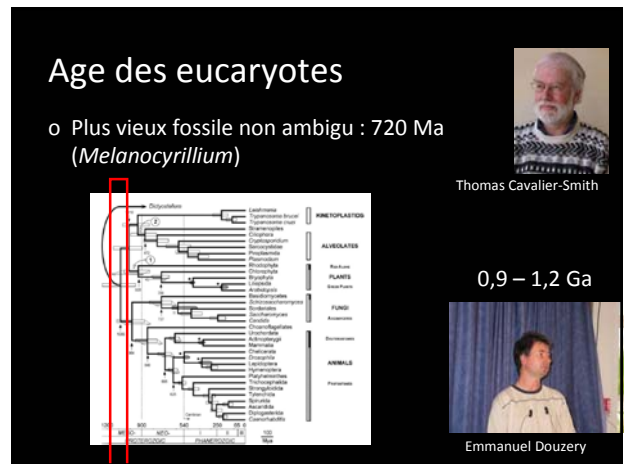
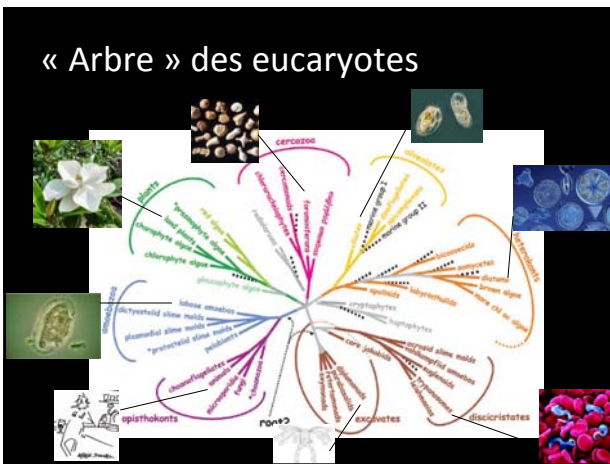
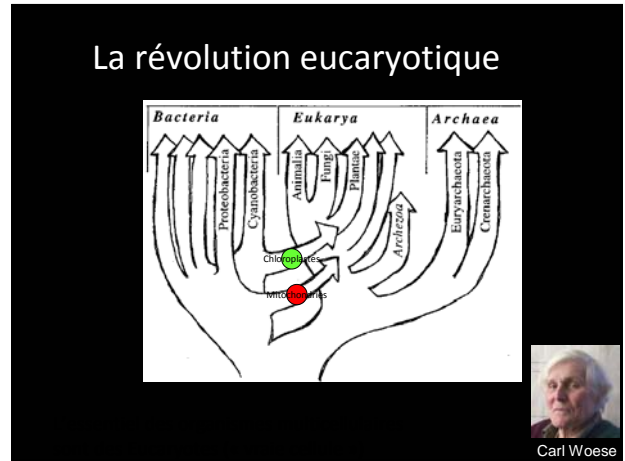
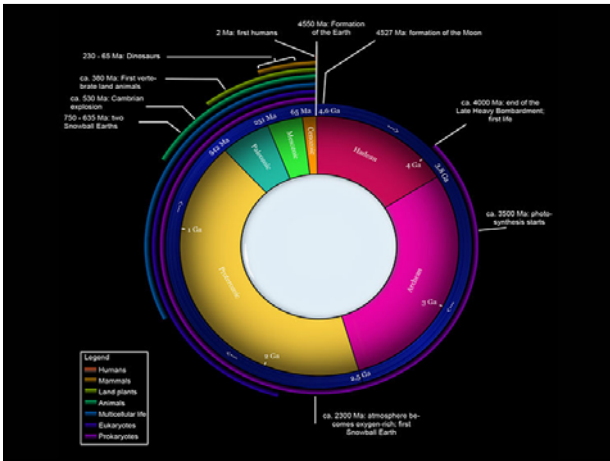
L'apparition des lignées d'organismes s'est faite dans un environnement géologique et climatique qui a radicalement fluctué au cours de l'histoire de la Terre

Exemple de la lignée eucaryote



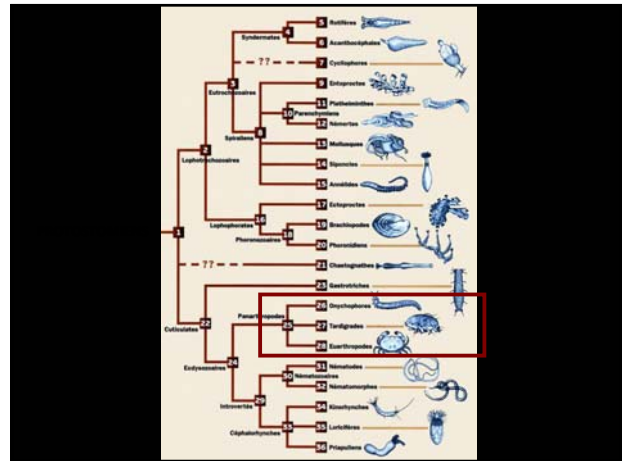
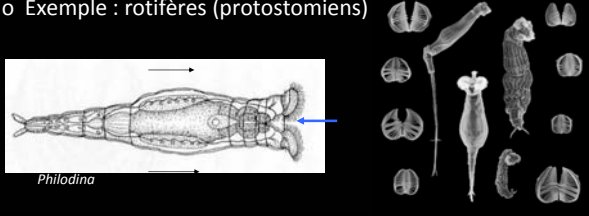
La révolution eucaryotique



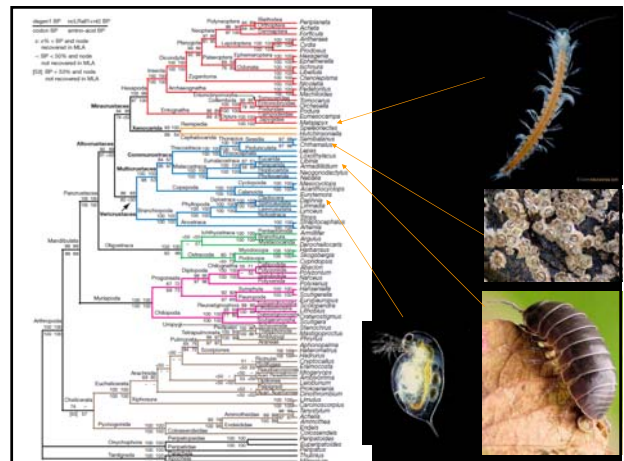
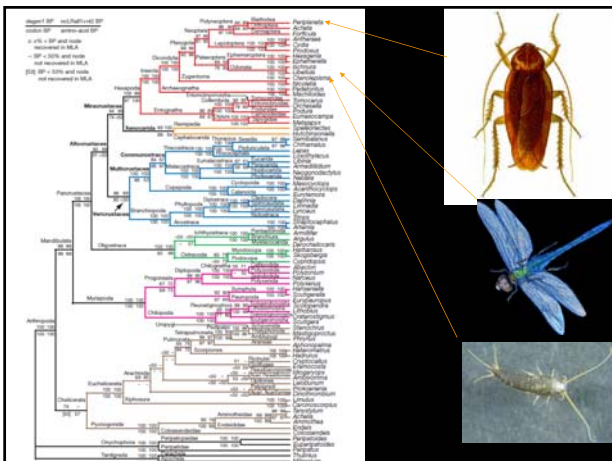
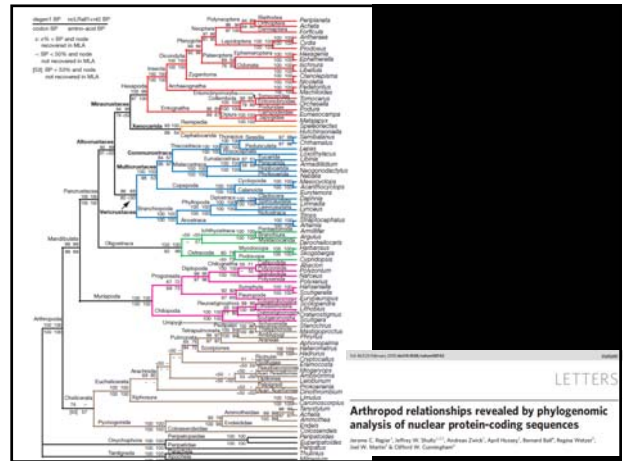
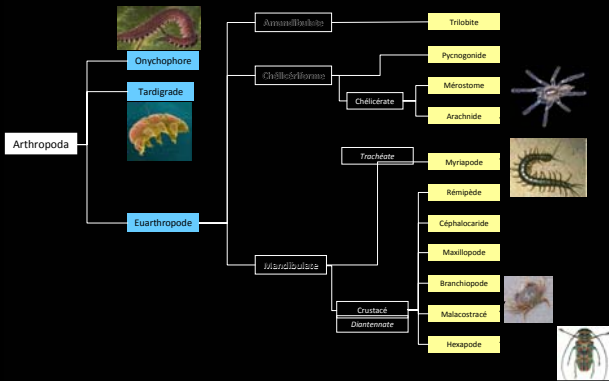


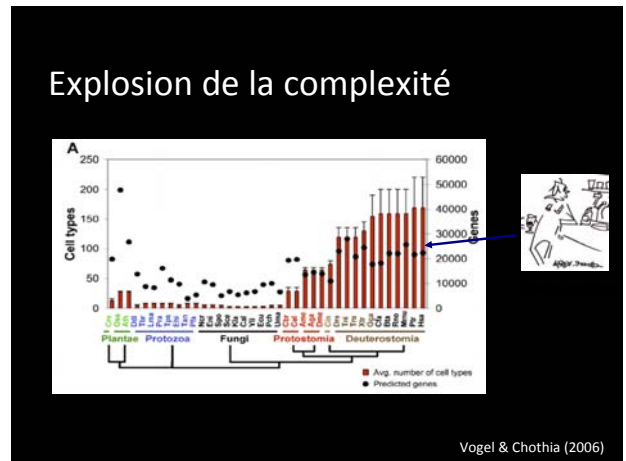
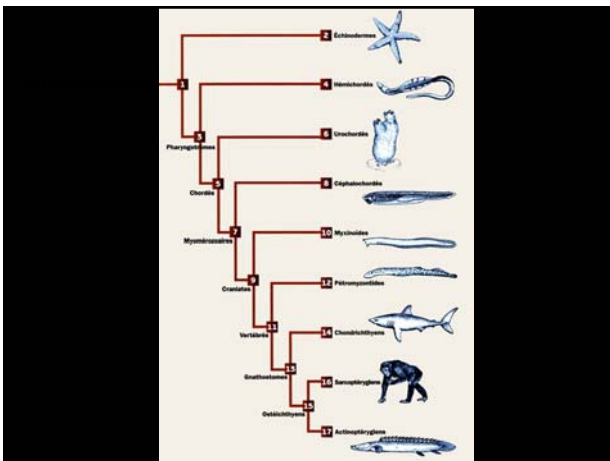
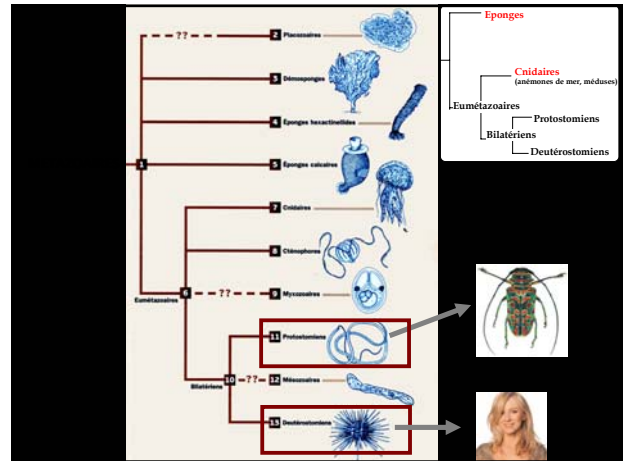
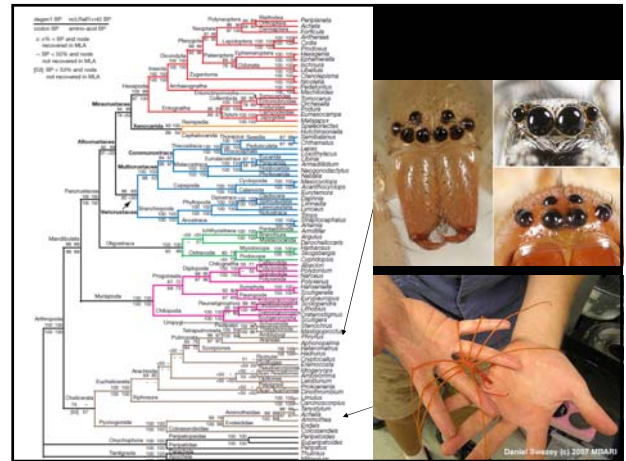
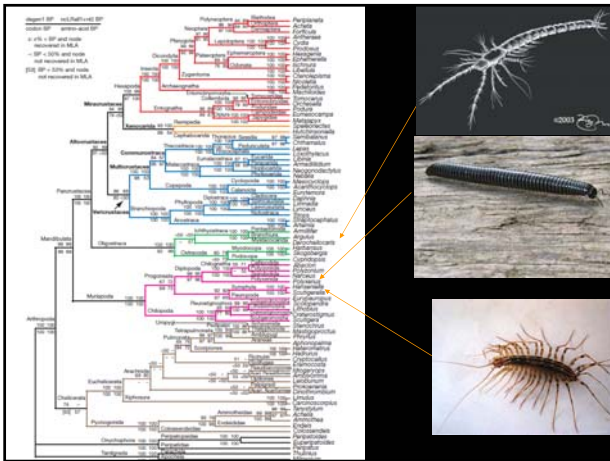
A quoi « sert » la symétrie bilatérale ?

- o A manger efficacement !
- o Filtrage actif dans un milieu
- o Exemple : rotifères (protostomiens)

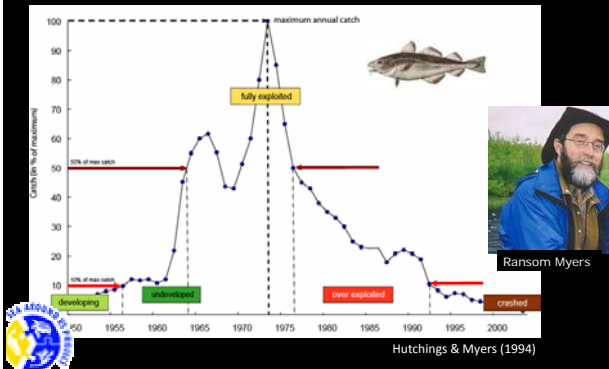


Classification des arthropodes





Gestion des ressources



Modèle de Schaefer-Gordon (1954)

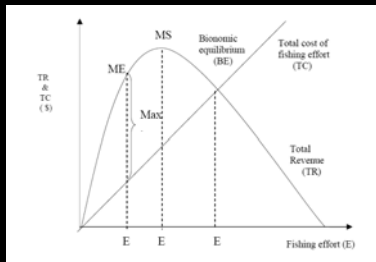
$$\frac{dB(t)}{dt} = rB(t)\left(1 - \frac{B(t)}{K}\right) - Y$$

Biomasse prélevée (yield)

$$Y = qEB$$

q = capturabilité
E = effort de prélèvement (investissement)

Modèle de Schaefer-Gordon (1954)



Conclusion

- o On connaît encore très mal la diversité : enjeu majeur que de trouver des outils pour la découvrir et pour suivre sa dynamique
- o L'histoire de la biodiversité nous éclaire sur sa mise en place (et son futur ?)
- o Le contexte de l'étude de la biodiversité est l'écologie, la science qui étudie les relations entre les espèces et leur environnement ... y compris l'environnement imposé aujourd'hui par les activités humaines

