



© Santo, 2006

# Vous avez dit... biodiversité ?

Gilles Boeuf, Laboratoire Arago,  
Université Pierre et Marie Curie / CNRS  
Banyuls-sur-mer,  
Muséum national d'Histoire naturelle, Paris

Paris, 11 juillet 2011



La conférence française pour la biodiversité

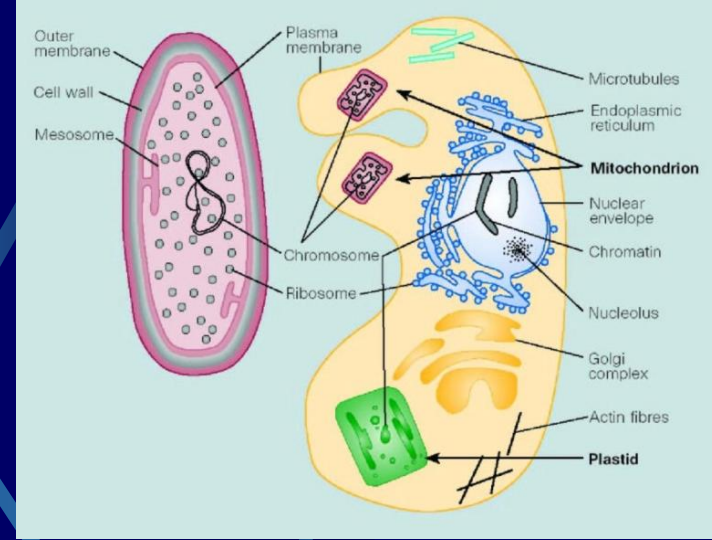
# La Biodiversité ?

> 1,6 million d'espèces continentales

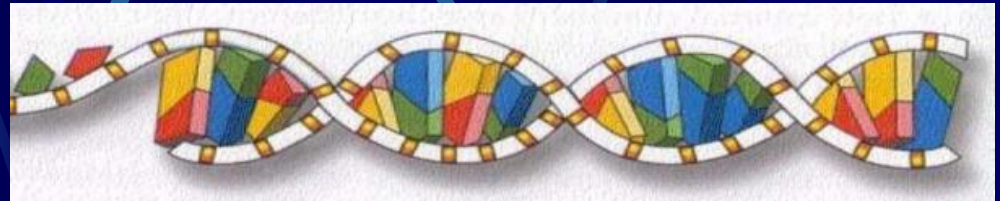
< 0,3 million d'espèces marines

C'est la fraction vivante de la Nature, c'est le vivant dans toute sa diversité et sa complexité

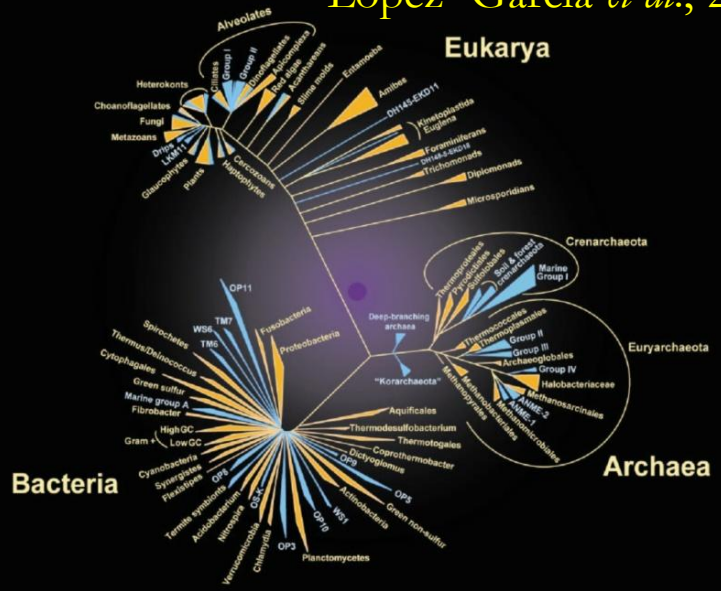
# Origines de la Vie



Prokaryotes-Eukaryotes, 2.2 By,  
 Protozoans-metazoans, 2.1,  
 Organelles, 1.9 (Mi) and 1.4 (PI)  
 Sexuality, 1.5 By.



Lopez- Garcia *et al.*, 2002



El Albani *et al.*, 2010

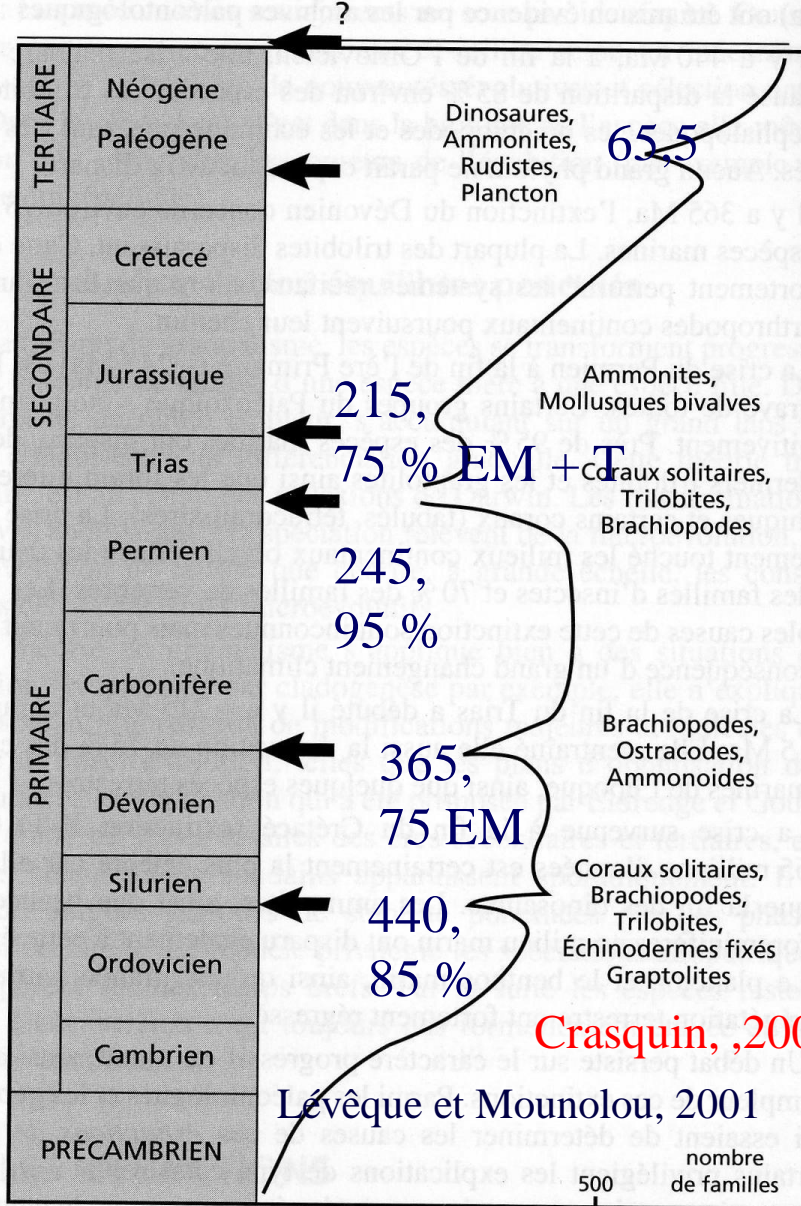


**The largest mass extinction occurred at the end of Permian (ca. 250 million years ago)**

- It was caused by asteroid impact, intense volcanic activity, atmospheric warming (6°C) and methane emission from oceanic gases hydrate deposits.
- Ca. 95% of species died off in less than 4 million years.
- One hundred million years were needed to bring back biodiversity to its previous level.

Benton & Twitchett, 2003

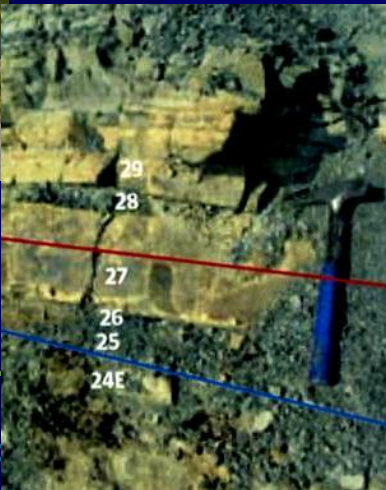
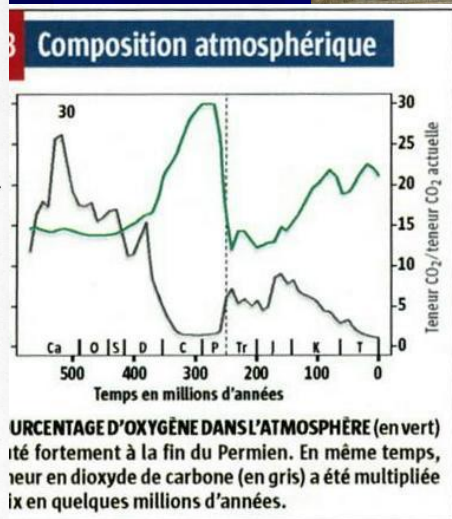
*Gaston & Spicer 1998.*



**Crasquin, 2006**

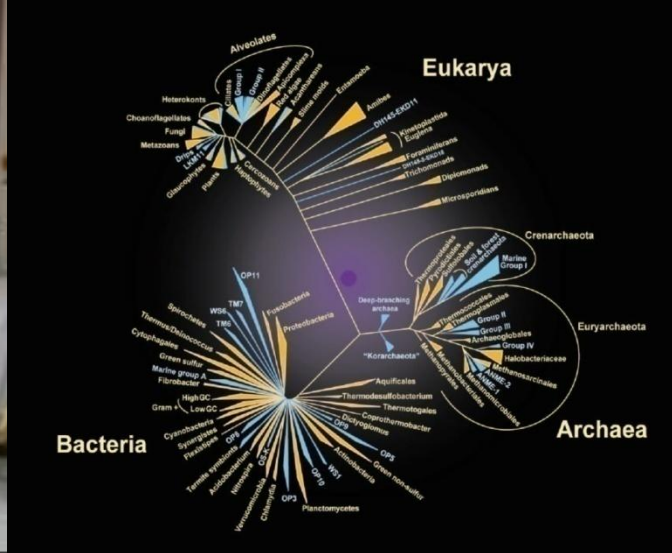
Lévêque et Mounolou, 2001

Meishan in China bed 25 free of fossils!



**Figure 3.1** Les différentes périodes géologiques et les principales extinctions de masse mises en évidence par la paléontologie.

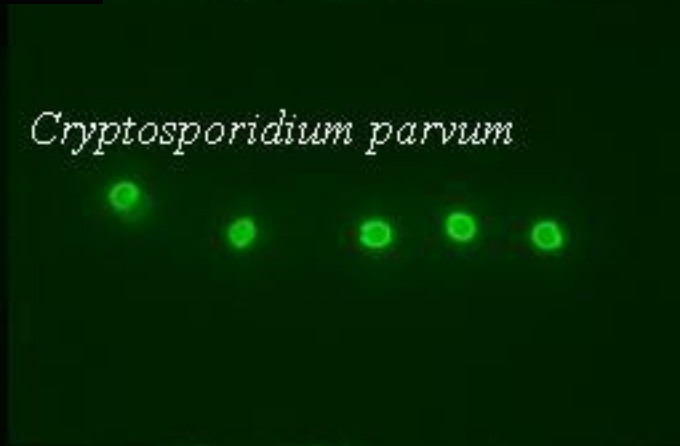




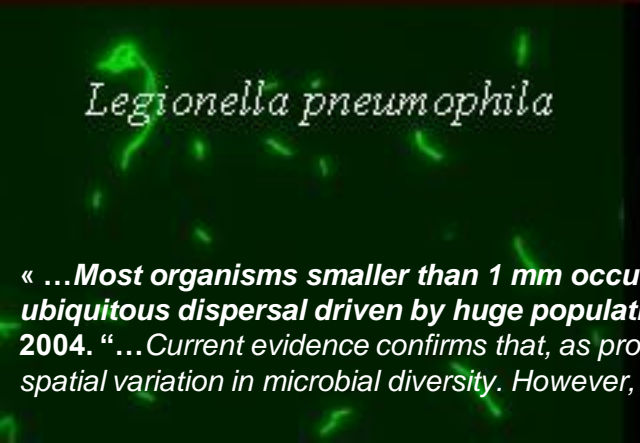
*Naegleria fowleri*



*Giardia spp.*



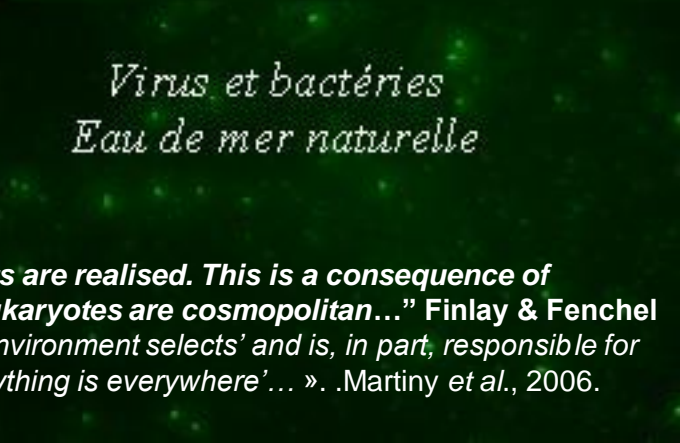
*Cryptosporidium parvum*



*Legionella pneumophila*



*Escherichia coli*



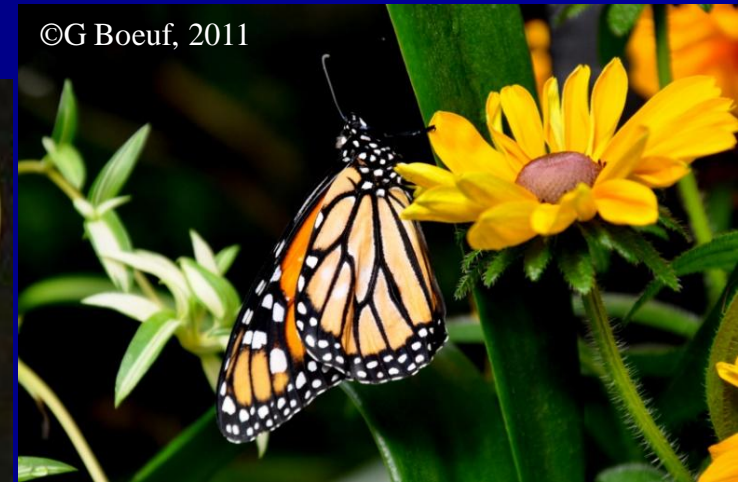
*Virus et bactéries  
Eau de mer naturelle*

« ...Most organisms smaller than 1 mm occur worldwide wherever their required habitats are realised. This is a consequence of ubiquitous dispersal driven by huge population sizes . Metapopulations of microbial eukaryotes are cosmopolitan...» Finlay & Fenchel 2004. «...Current evidence confirms that, as proposed by the Baas-Becking hypothesis, 'the environment selects' and is, in part, responsible for spatial variation in microbial diversity. However, recent studies also dispute the idea that 'everything is everywhere'... ». .Martiny et al., 2006.

# Pourquoi tant de différences entre océan et continents ?

En terme de nombre d'espèces, 5-7 fois plus sur les continents, C'est assez récent dans l'évolution, 110-120 M d'années, une « histoire d'amour » entre plantes et animaux, pollinisateurs, *fungi*, herbivores et carnivores (Grosberg and R. Vermeij, 2010 ; Pennisi, 2010),

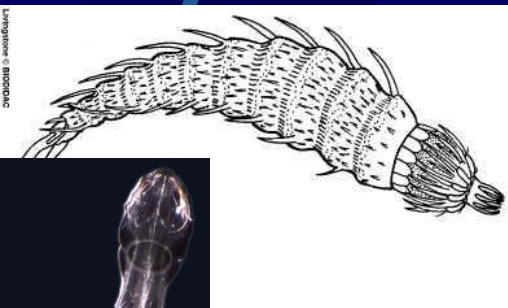
- Faibles densités de population, densités d'individus sur les continents, question des espèces « rares »,
- Questions d'endémisme et de dispersion (Benton, 2001, Kamel *et al.*, 2010, Boeuf, 2011).



©G Boeuf, 2011



# Exclusively marine groups



Phylum	Pélagic	Benthic
Placozoa		X
Ctenophora	X	
Xenoturbellida		X
Cycliophora		X
Mesozoa		X
Sipuncula		X
Echiurians		X
Phoronidians		X
Brachiopoda		X
Echinodermata	X	X
Chaetognatha	X	X
Hemichordata		X
Cephalochordata		X
Tunicata		X



Myers *et al.*, 2000

## Les « hot spots »

Dubois, 2004

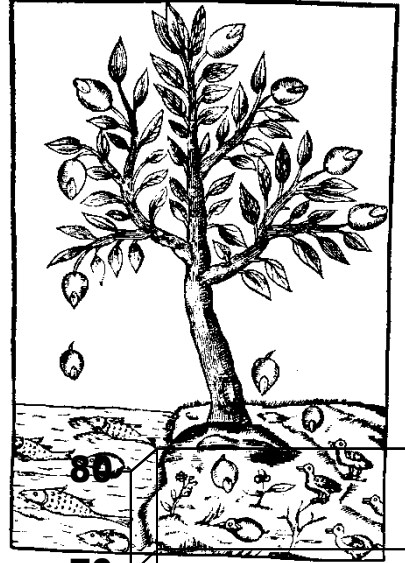
Zones à la biodiversité exceptionnelle    12 pays "Mégadivers" (ils abriteraient + 70% de la diversité biologique de la planète)

La moitié des sp sur 7 % des terres émergées, près de 90 % sur 10 %

La diversité biologique est très inégalement répartie : de 14 biomes retenus, il existerait 14 M sp (*Gaston & Spicer 1998, 2004. Biodiversity, an introduction*)



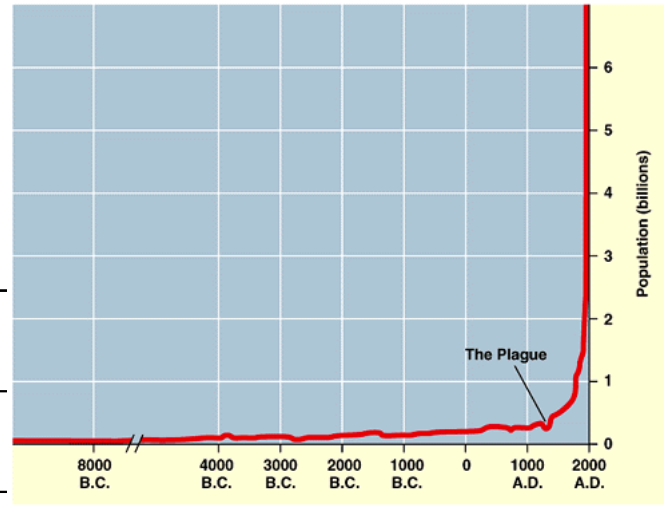
Portrait de l'Arbre qui porte des feuilles, lesquelles tombées sur terre se souviennent en oiseaux volants, & celles qui tombent dans les eaux se muent en poissons.



Tire de Dureau de Laffont, Histoire admirable des Plantes, Paris, 1605

# Impacts de l'humain

Vitousek *et al.*, 1997, *Science*



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

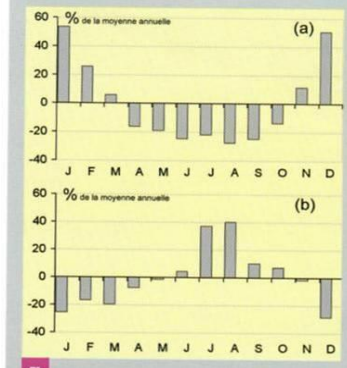
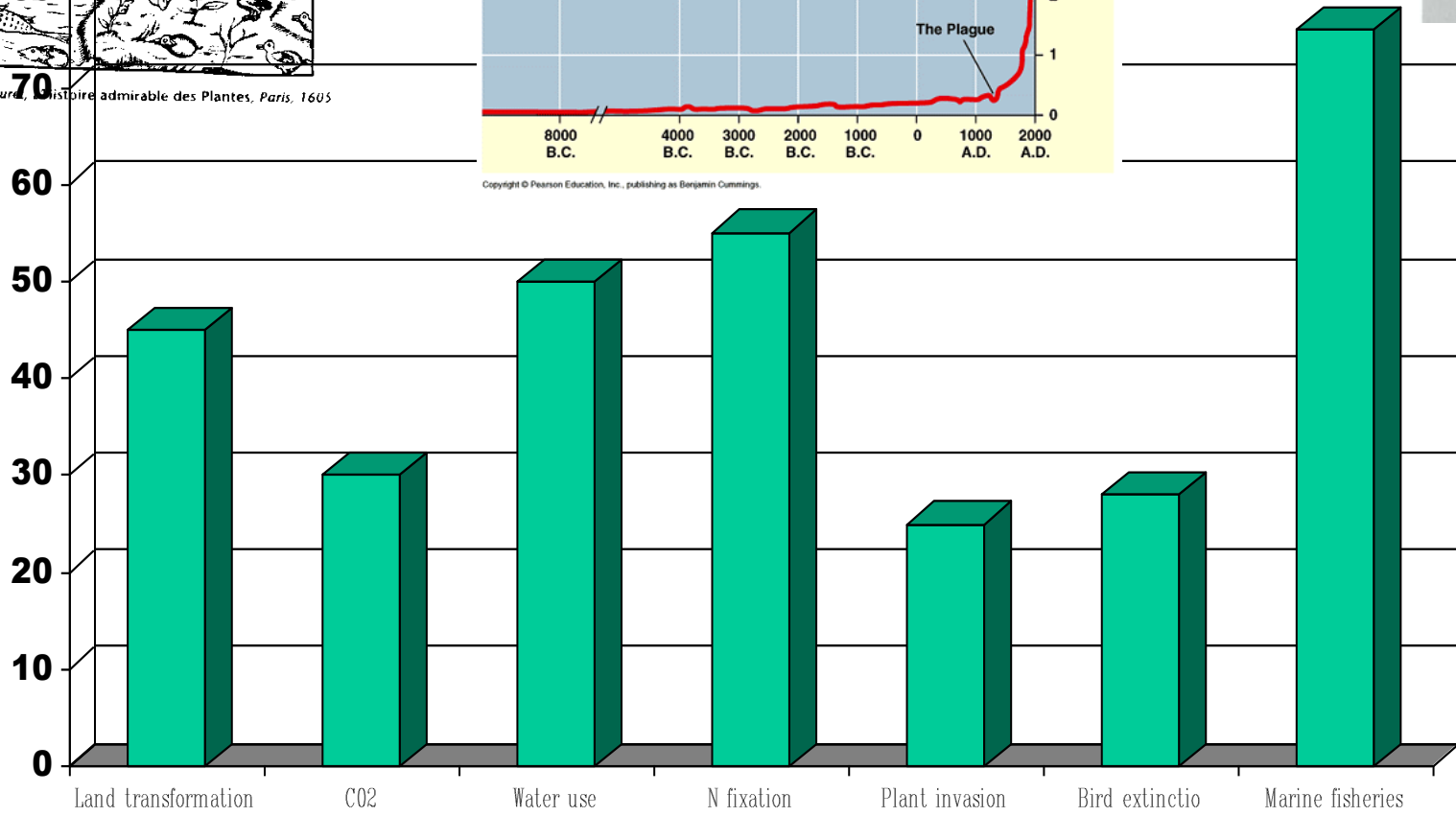


Figure 71  
Évolution du rythme saisonnier de la mortalité en France observée entre 1991 et 1995 (a) et simulée pour un réchauffement de 3,0°C (b).  
© CNRS



■ % change

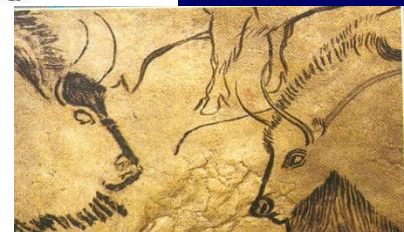
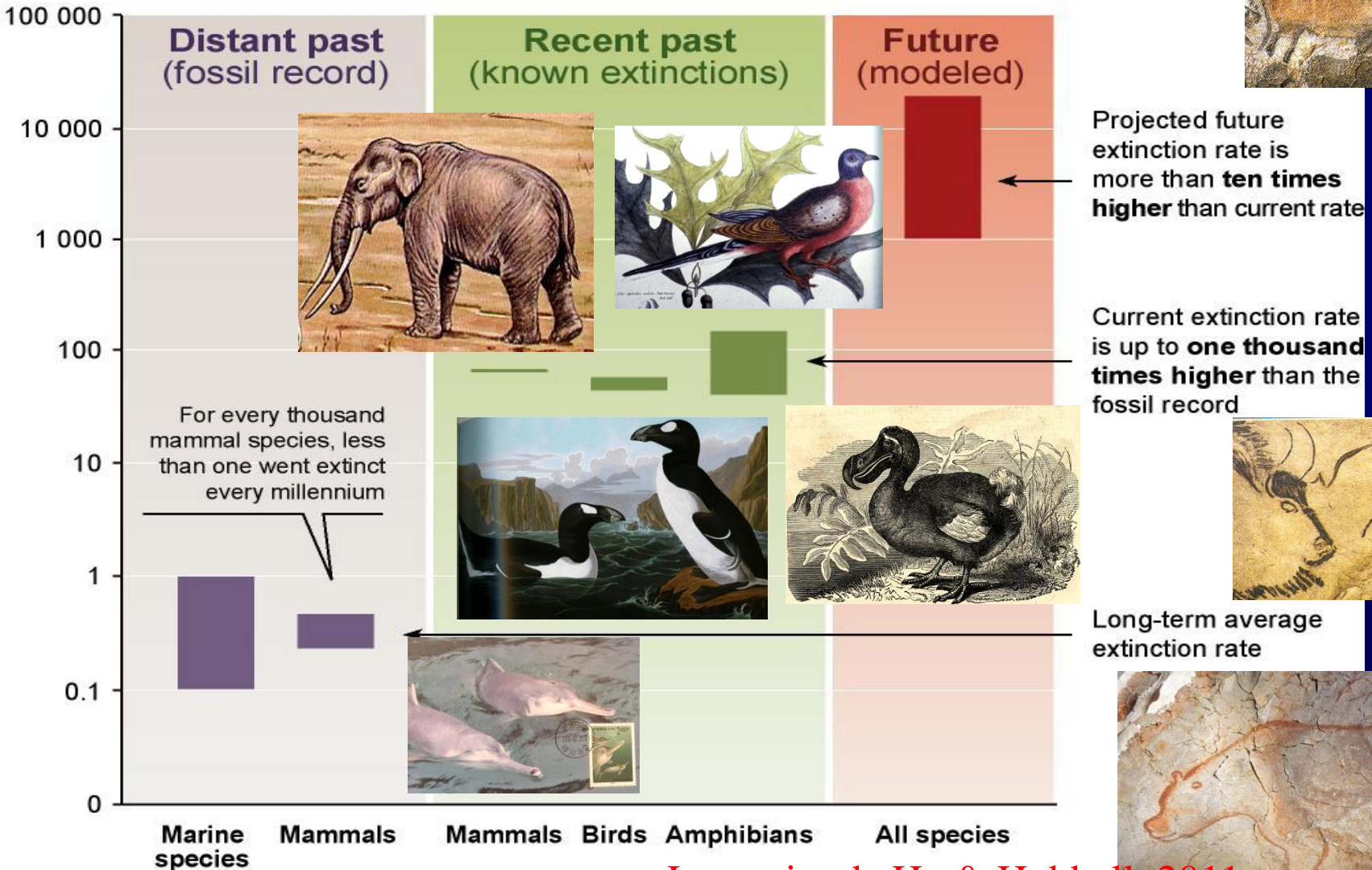
# Les « grands » moments ?

- La domestication du feu, 800 000 ans en Israël,
- Le néolithique, 8-12 000 ans, premières domestications et agricultures, premières cités,
- La machine à vapeur, D Papin, J Watt, 1784 (première locomotive).



# Les extinctions à travers l'histoire

Extinctions per thousand species per millennium

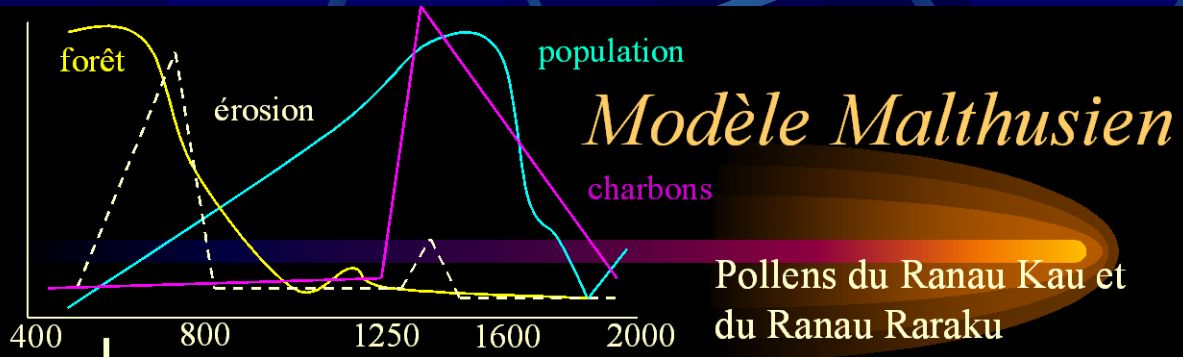


# Les impacts de l'humanité : *l'anthropocène ?*

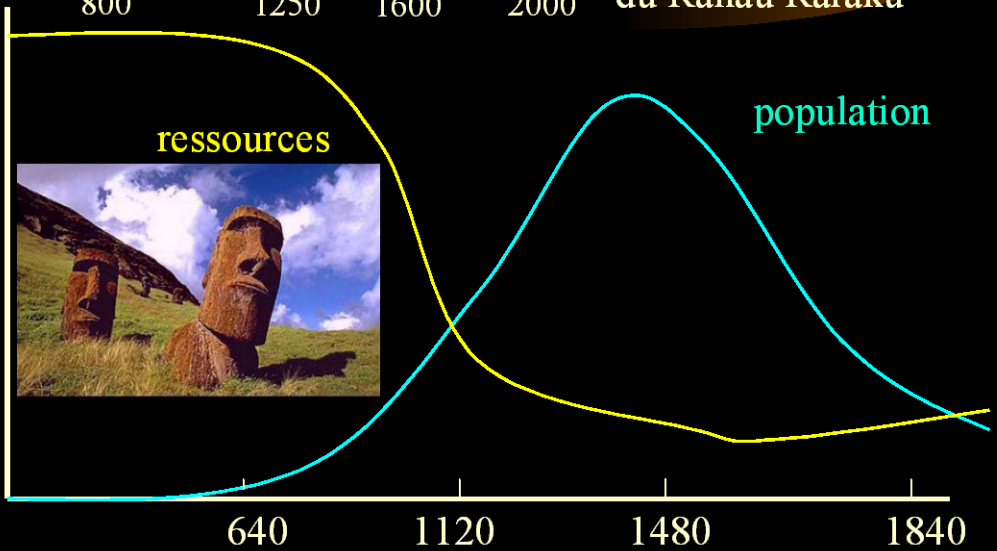
- En 3 siècles, **population et urbanisation** multipliées par 10, réserves de combustible fossile disparues,
- 160 t annuelles de dioxyde de S (X 2), plus de 2 fois plus de N fixé, > 30 % pour CO<sub>2</sub>, > 150 % pour CH<sub>4</sub>,
- 40 % des **terres transformées**, la moitié des ressources en **eau** utilisées, **climat et biodiversité** affectés,
- Cinq actions majeures sur : cycles **biogéochimiques** planétaires ; structure, stabilité et productivité des **écosystèmes** ; **composition** des faunes et des flores ; physiologie, démographie et génétique des **espèces vivantes** ; **santé et qualité de vie**,
- Deux exemples flagrants, ancien, **l'île de Pâques** ; récent, la **Mer d'Aral**, tragédies écologiques de la planète !



# Le désastre écologique de Rapa Nui



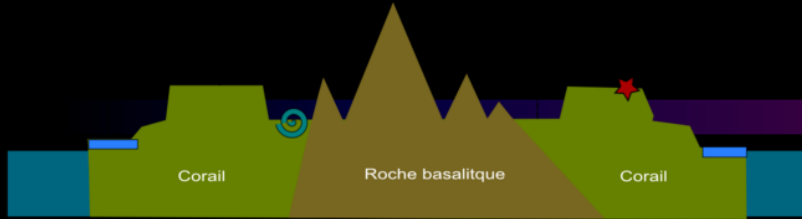
Anakäi Tangata



Destruction de *Sophora toromiro*

Brander & Taylor, 1998

# Les îles de Mangaia et de Tikopia



**Tikopia** la plus au Sud des îles Salomon, 5 km<sup>2</sup>  
très stricte politique de natalité, émigrations

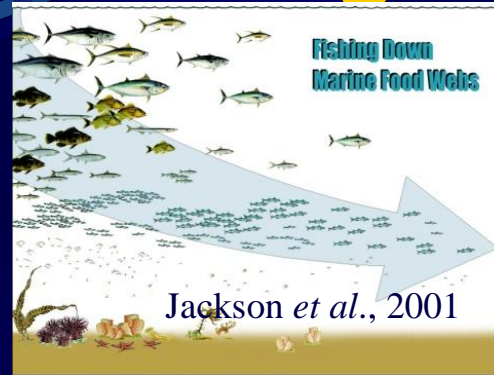


**Mangaia** la plus au Sud des îles Cook, peuplée vers 1250, 52 km<sup>2</sup>



# La biodiversité en danger

The 'fishing down' effect is ubiquitous. It describes the systematic extirpation of marine megafauna



## 2 Surexploitation

## 1 Destruction et pollution

# Has the Earth's sixth mass extinction already arrived?

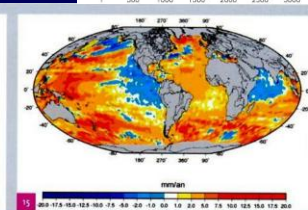
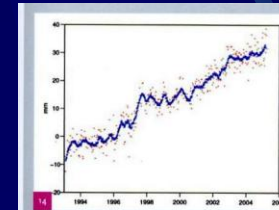
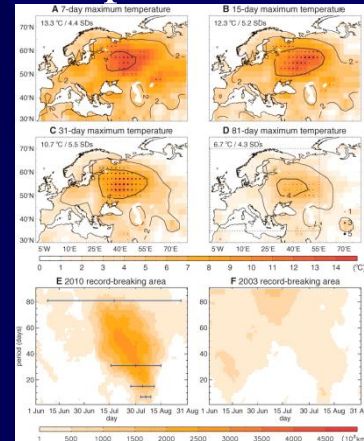


Figure 15  
Distribution géographique de la vitesse d'évolution du niveau de l'océan, moyennée entre janvier 1993 et octobre 2005, issu du satellite TOPEX/POSEIDON, © CNES, LEGOS

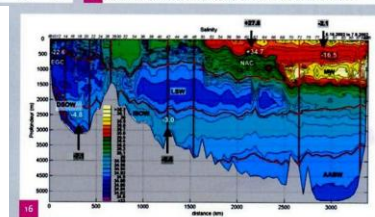
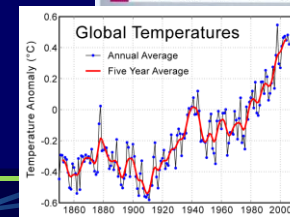
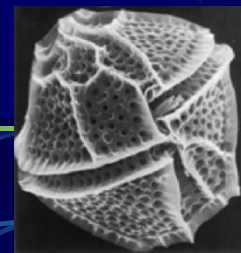


Figure 16  
Coupe hydrographique obtenue dans le secteur Atlantique Nord entre le Groenland et le Portugal pendant la campagne OVIDE en 2002 et représentant la salinité, marqueur des différentes masses d'eau ; sont aussi indiquées les valeurs des flux de masses d'eau significativement différentes entre 1997 (en noir) et 2002 (en blanc). © IFREMER, INSU, LPO



## 3 espèces invasives

## 4 Changement climatique

L'humanité  
est à la croisée des chemins  
l'un mène à la disparition de  
l'espèce,  
l'autre au désespoir total :  
j'espère que l'humanité  
fera le bon choix !

Woody Allen, 2006



Marginalised!

J Mc Glade, 2009

Conférence de Rio, juin 1992,  
Conférence de Johannesburg, août 2002,  
Conférence de Paris, janvier 2005,  
Conférence de l'Unesco, Paris janvier 2010  
Rio + 20 ?

La conférence  
française  
pour la  
biodiversité

Quelle  
gouvernance  
pour réussir  
ensemble ?

Du 10 au 12 mai 2010  
Chamonix-Mont-Blanc

Ressources, territoires, habitats et logement  
Énergie et climat Développement durable  
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

Présent  
pour  
l'avenir



Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer,  
en charge des Technologies vertes et des Négociations sur le climat

[www.developpement-durable.gouv.fr](http://www.developpement-durable.gouv.fr)

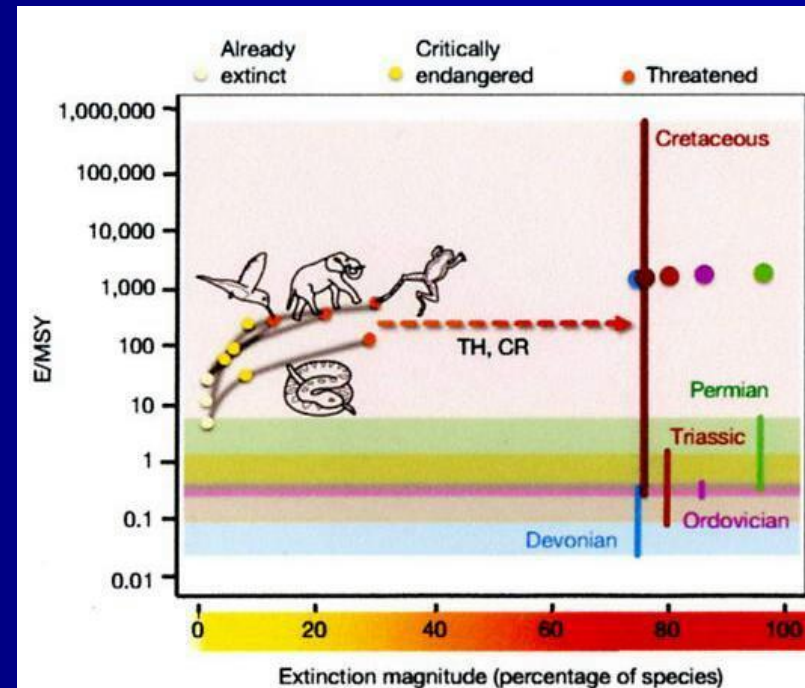
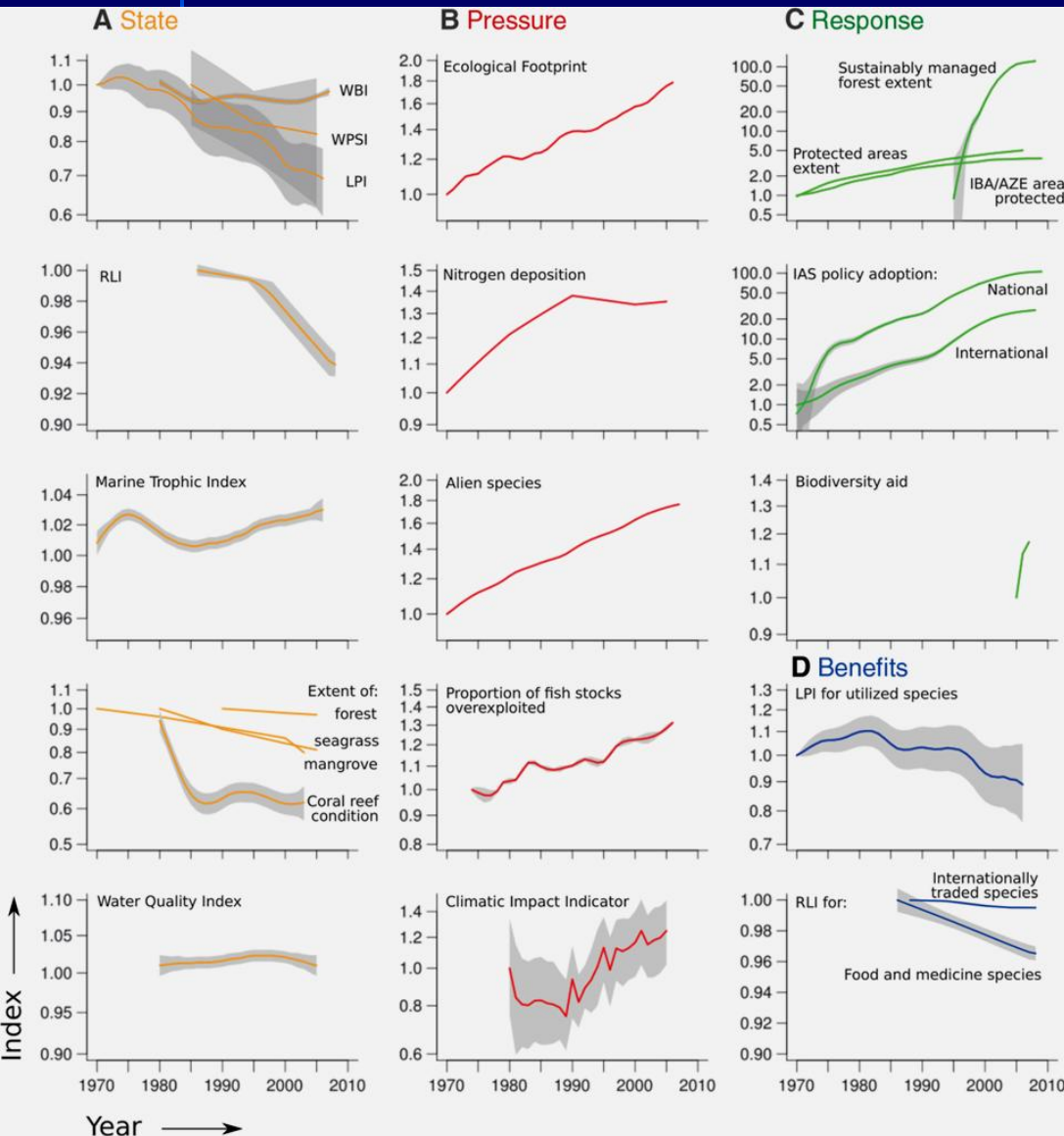


# Après 8 années d'« efforts » ?

Tiré de Butchart *et al.*, *Science*, 2010

Indicators trends for: A the state of biodiversity, B pressures upon it, C responses to address its loss, D the benefits human derive from it.

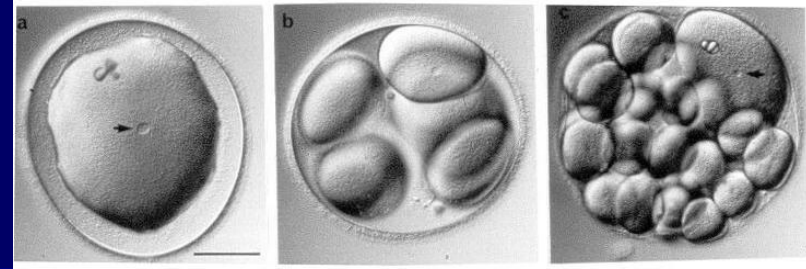
Barnosky *et al.*, *Nature*, 2011



# Pourquoi protéger la diversité biologique ?

- **Valeur économique** de la diversité biologique, biotechnologies, ressources agrosylvopastorales, cosmétiques et pharmacie, modèles...
- Rôle fondamental dans les **grands équilibres de la biosphère**, biogéochimie,
- La biodiversité **augmente** la productivité : comment tournera le système avec moins d'espèces ?
- **Frein aux proliférations**... Plus un écosystème a trouvé un équilibre avec une grande biodiversité et mieux il interdit les invasions : la seule lutte contre les **plantes invasives**, >400 Md de \$ pour le monde
- **Gestion raisonnée des ressources** pour un « développement durable », pêches et aquaculture ; écotourisme bien géré,
- **Perception éthique** de la nature (« Pourquoi sauver l'éléphant d'Afrique ? »)
- **Conserver *in situ* ou *ex situ* ?** Conservation des **espèces ou des écosystèmes** ?

# Régulation du cycle cellulaire et cancer



*Vée et al., J. Cell Science, 2001*

Onze Prix Nobel obtenus à partir de modèles aquatiques

E Metchnikoff  
1908

O von Warburg 1931

EH Blackburn 2009

J W Szostak

C W Greider

C Richet  
1913

La phagocytose, les vagues calciques intra-cellulaires, le choc anaphylactique, les modalités de la transmission de l'influx nerveux, les bases moléculaires de la mémoire, les molécules-clé du cancer, le premier récepteur membranaire à un neurotransmetteur, la protéine de fluorescence verte de méduse, l'enzyme télomérase...

A Hodgkin 1963

A Huxley

E Kandel 2000

T Hunt 2001

O Shimomura  
2008



# Biodiversité et pathologies infectieuses

- *“...Mounting evidence indicates that biodiversity loss frequently increases disease transmission. In contrast, areas of naturally high biodiversity may serve as a source pool for new pathogens.*
- *Overall, despite many remaining questions, current evidence indicates that preserving intact ecosystems and their endemic biodiversity should generally reduce the prevalence of infectious diseases...”*

*Keesing et al., Nature, Dec 2010*

La diversité spécifique, support hôtes et pathogènes,

La biodiversité érodée : « champs libre » pour le développement d'espèces opportunistes,

Les disséminations inconsidérées, volontaires ou non, le changement d'hôtes,  
Changement climatique et santé, les besoins de « nature ».

- Abandonner la conception de la **conservation de la nature à l'écart des hommes**...L'homme n'est pas extérieur à la Nature, il en fait partie !
- Analyse de « **l'empreinte écologique** »,
- L'écologie visitée à travers les **modèles de l'économie** : **40% de l'économie mondiale** reposent sur les produits biologiques et les processus écologiques

## ■ **Economie et écologie : la réconciliation ?**

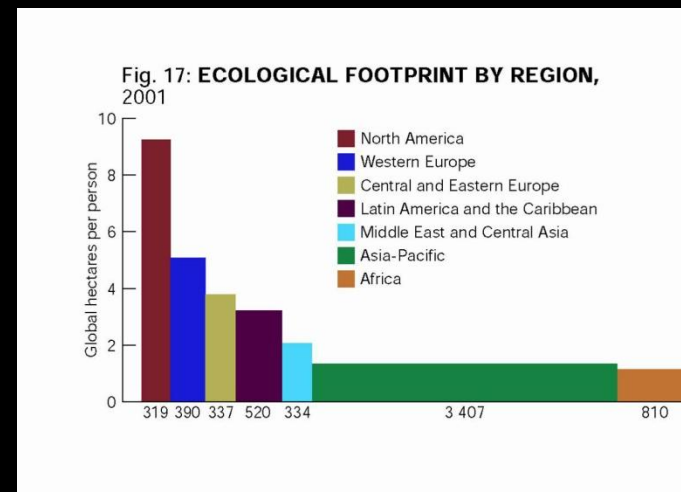
**Et surtout, mieux partager les ressources !**

continuer dans un monde où 20 % des humains contrôlent 80 % des ressources ?

**Appel du 20 juillet 2006 dans *Nature***

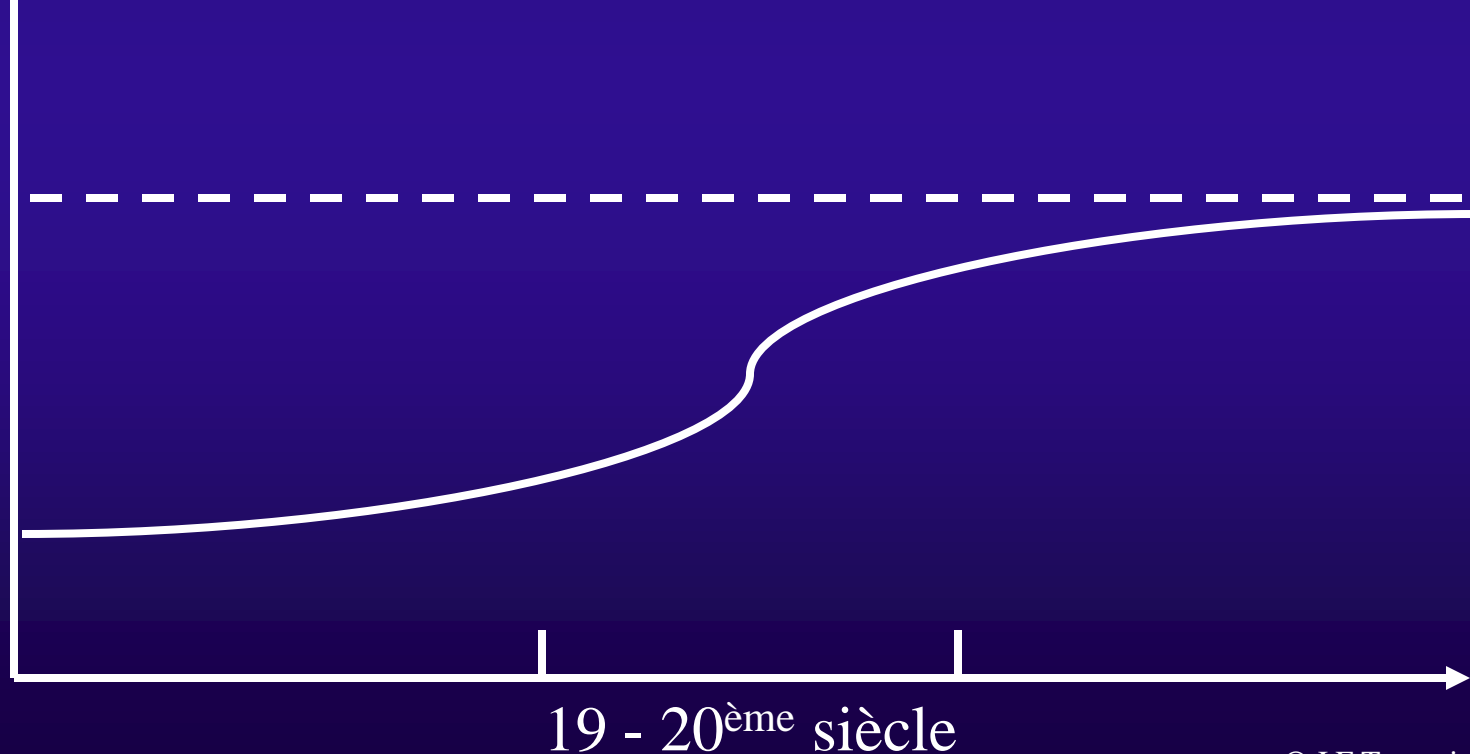
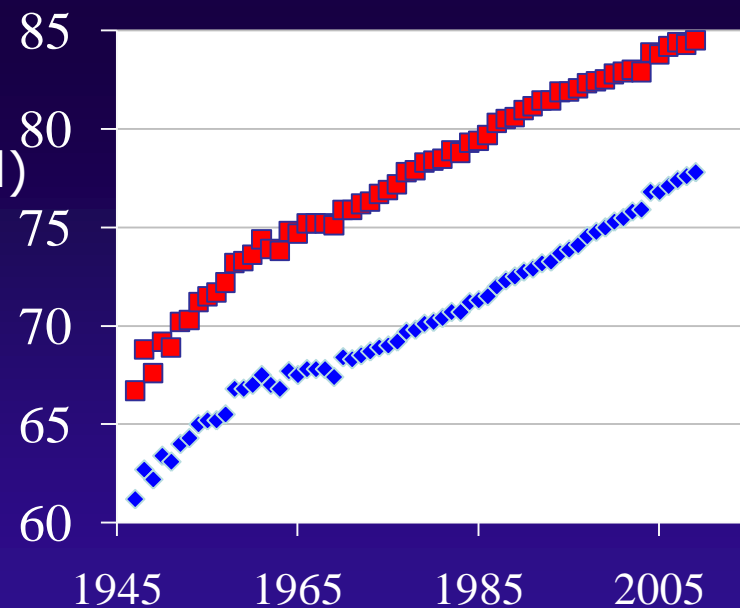
**Appel de Paris le 3 février 2007, ONU**

**Grenelle de l'environnement, octobre 2007, Grenelle de la mer, juin 2009**



# Optimisation des potentiels

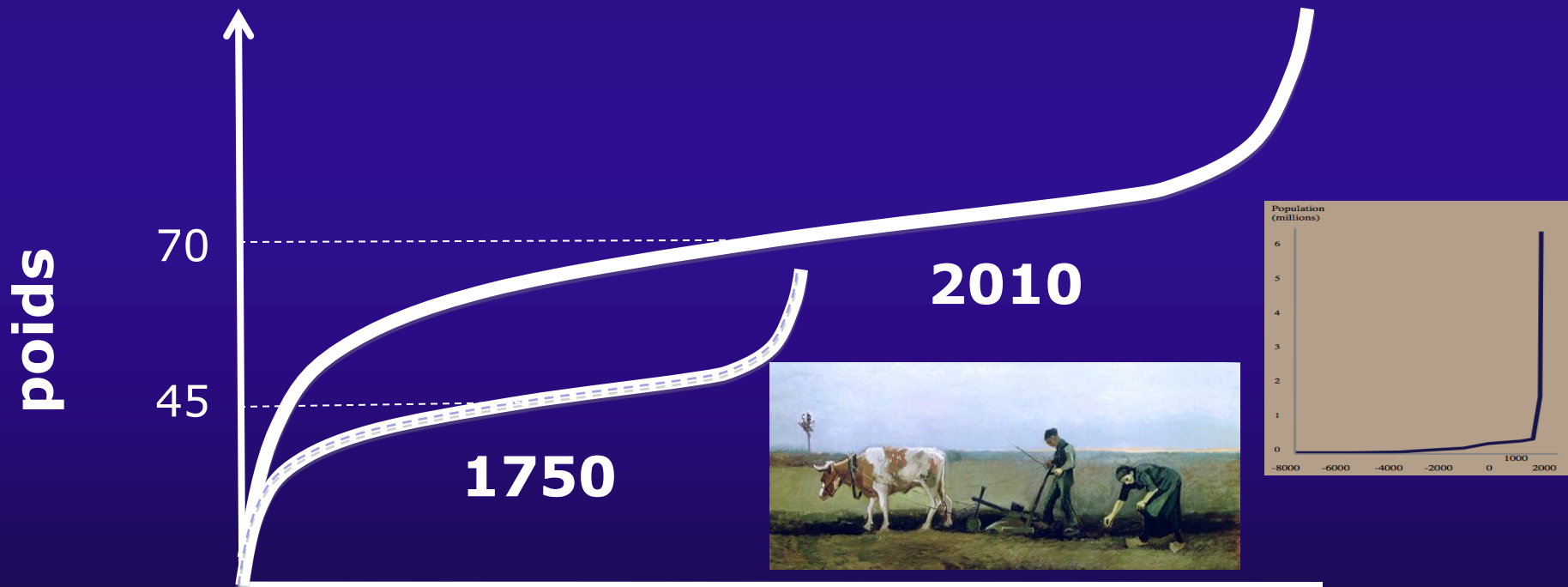
<b>Apports énergétiques</b>	+ 100% (1500 kCal)
<b>Performance</b>	+ 33 %
Taille	+ 10 % (15cm)
Poids	+ 100% (30 kg)
<b>Espérance de vie</b>	+ 120% (35 ans)
Démographie	+ 1000% (7Mds)
Rendements végétaux	+ 1000% (70 q/h)
<b>Économie</b>	+ 2000% (?)
Connaissances	+ ??? %





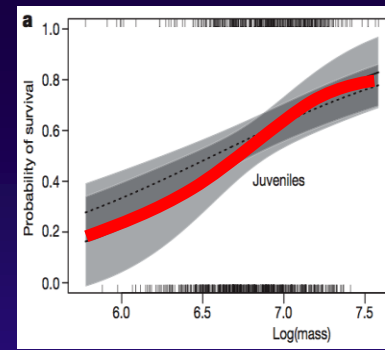
# distribution des indicateurs

## développement du poids moyen ET de l'obésité auto-similarité

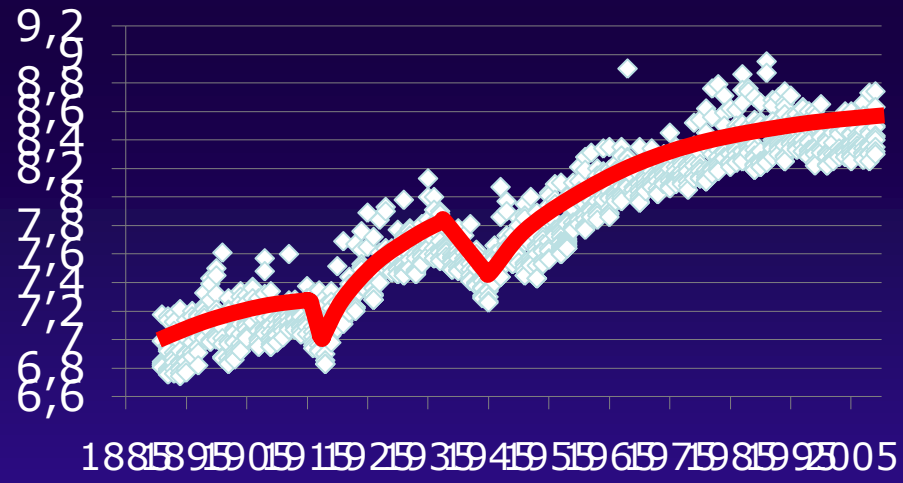




# plasticité phénotypique des marmottes

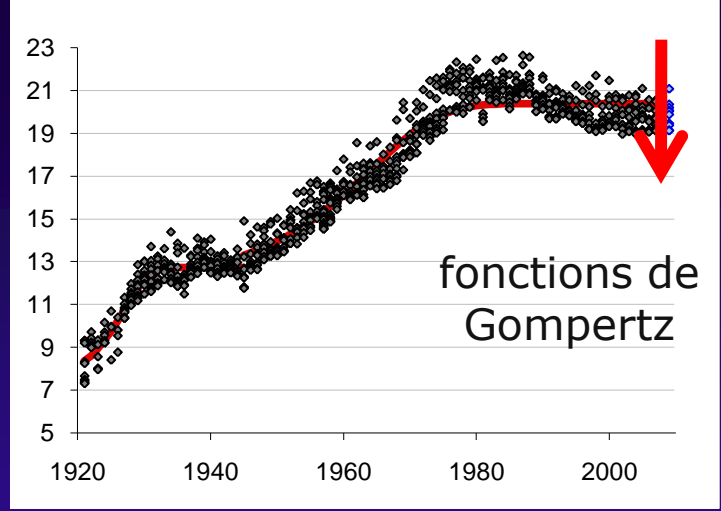


l'altération des constantes écologiques  
augmente la masse, la survie et  
la croissance démographique



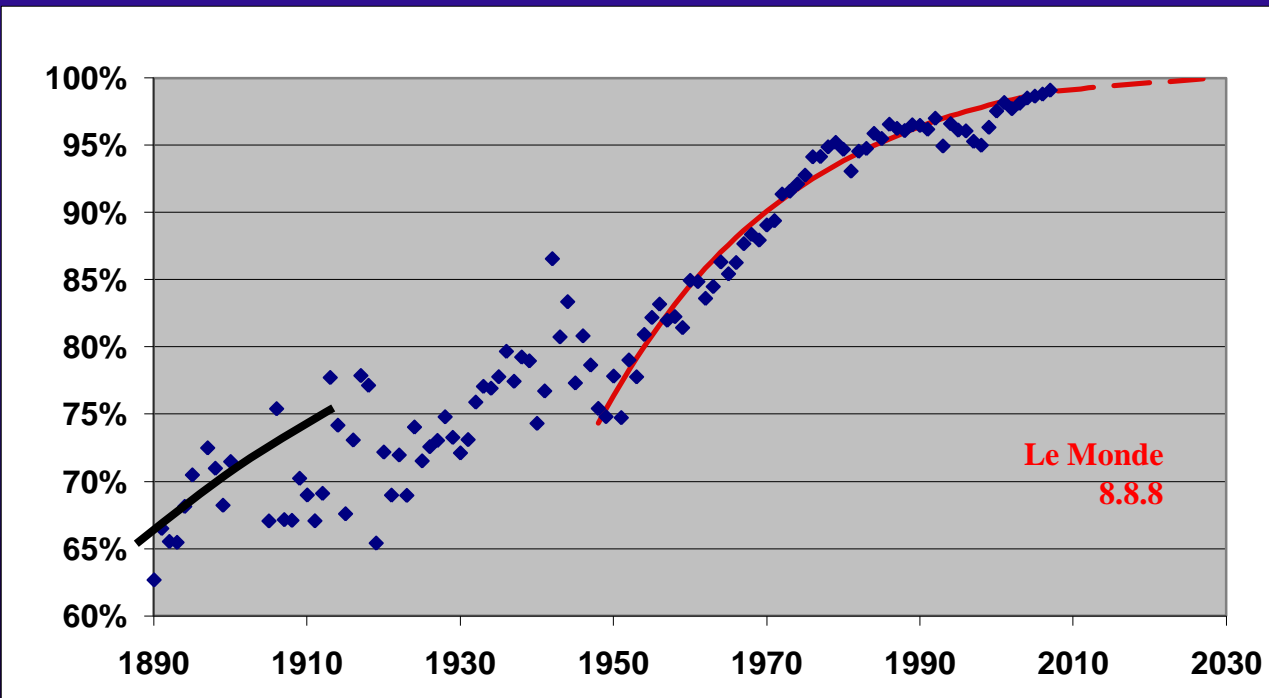
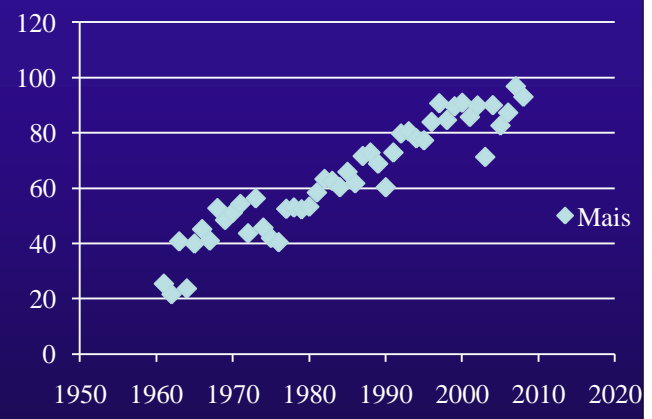
saut en longueur masculin

multi-exponentiel  
par séries



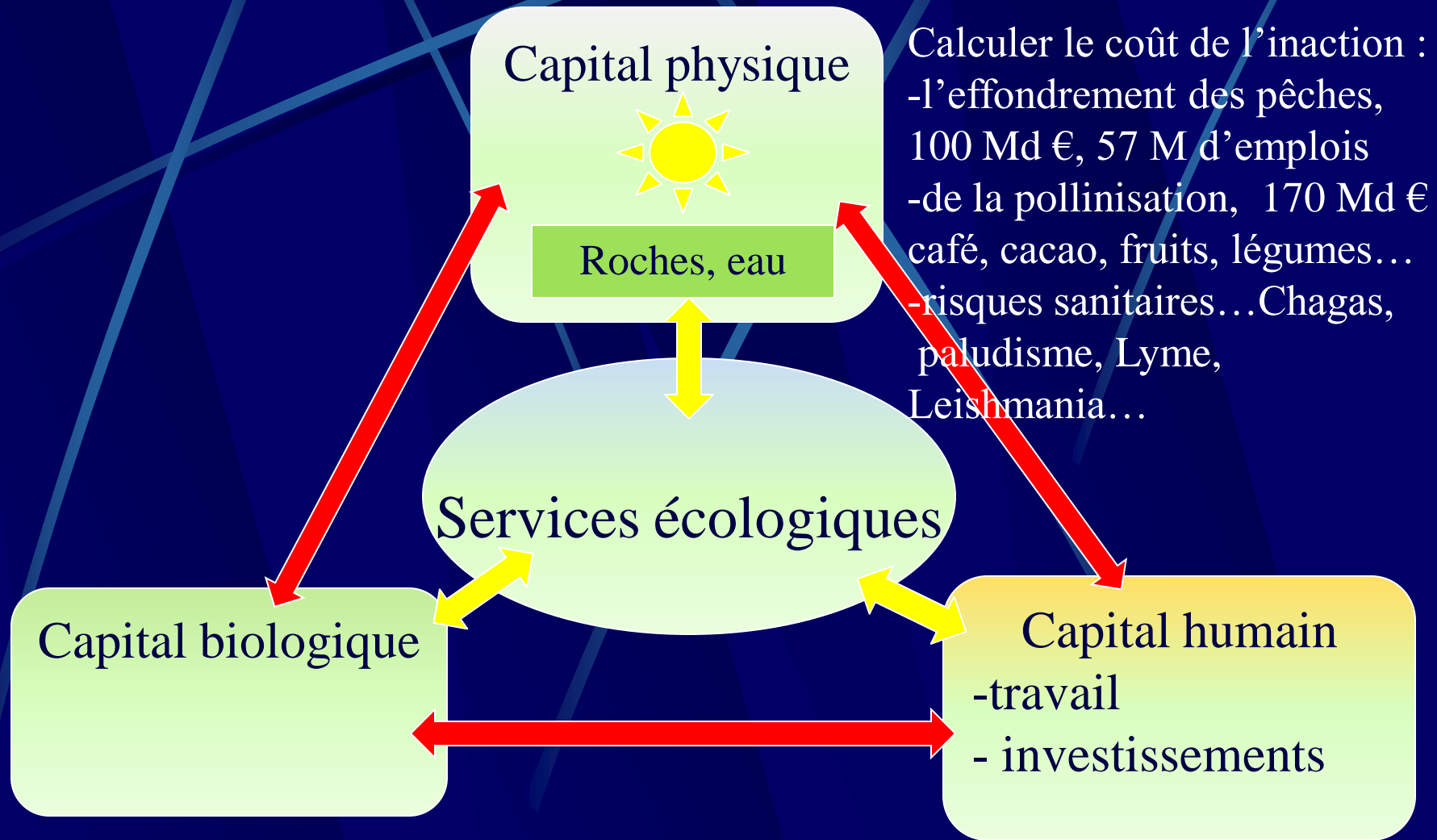
lancer du poids féminin

Records mondiaux, progression, 3260 RM





# Enjeux économiques



« Il conviendrait de rémunérer ces différents capitaux au prorata de leur contribution à la production de services écosystémiques », Chevassus *et al.*, 2009

D'un point de vue opérationnel, la biodiversité c'est :

- Une priorité scientifique (comprendre sa genèse, ses fonctions et enrayer son érosion)
- Un enjeu économique (ressources biologiques et génétiques à valoriser et partager)
- Un enjeu éthique (droit à la vie des espèces)
- Un enjeu social (partage des valeurs et des avantages)  
**(termes de la CDB)**

*Ce concept associe étroitement les sciences de la nature et celles de l'homme et de la société*

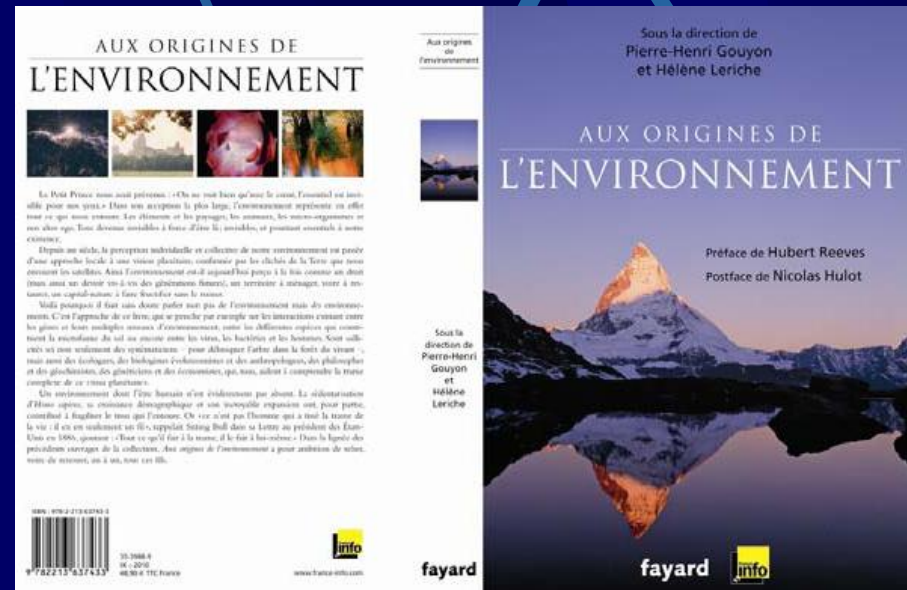
# Espiritu Santo 2006

- 233 personnes dont 150 chercheurs,
- 2 navires de surface,
- 2 radeaux des cimes,
- 6 mois, 25 pays,
- > 1000 sp nouvelles
- 2,2 M €



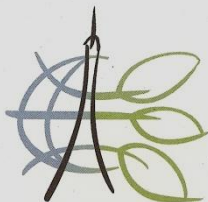


# L'Homme peut-il s'adapter à lui-même ?



© Fayard, octobre 2010

# Conférence de Paris pour une gouvernance écologique mondiale



CITOYENS DE LA TERRE  
Conférence de Paris  
pour une gouvernance  
écologique mondiale

2 – 3  
février  
2007

1. Lutter contre le dérèglement climatique

2. Agir ensemble pour sauvegarder la biodiversité

3. Combattre les pollutions et préserver la santé

4. Faire de l'eau un enjeu partagé

5. Inventer la croissance écologique: le changement des mentalités, des modes de production et de consommation

6. Mettre en place une **gouvernance** internationale pour l'environnement

Banyuls, juin 2011

**Appel de Paris  
pour une ONU**

# Quelques références...

- Barbault, R. 2006. Un éléphant dans un jeu de quilles. L'homme dans la biodiversité. **Seuil, Science ouverte**, Paris, 266 pages.
- Barbault, R. et J. Weber. 2010. La vie, quelle entreprise ! **Le Seuil**, Paris , 201 pages.
- Barnosky, A. D. et al., 2011. Has the Earth's 6th mass extinction already arrived? *Nature*, 471, 51-57.
- Benton, M.J. and Twitchett, R.J. 2003. How to kill (almost) all life: the end-Permian extinction event. **Trends in Ecology and Evolution**, 18 (7), 358-365.
- Blondel, J. 2005. Biodiversité et sciences de la nature. Les biodiversités, objets, théories, pratiques. **CNRS Editions**, 23-36.
- Blondel, J., Aronson, J., Bodiou, J. Y. and Boeuf, G. 2010. The Mediterranean Region: biological diversity in space and time. **Oxford University Press**, New York, 376 p.
- Boeuf, G. 2008. Quel avenir pour la biodiversité ? Dans « Un monde meilleur pour tous », sous la direction de J.P. Changeux et J. Reisse, **Collège de France/Odile Jacob**, éditeurs, pp. 46-98.
- Boeuf, G. 2009. Bio- et chimio-diversités marines. **Biofutur**, 301, 28-32.
- Boeuf, G. 2010. Quelle Terre allons-nous laisser à nos enfants ? Aux origines de l'environnement, **Fayard**, Paris, pp 432-445.
- Boeuf, G. 2010. Pourquoi une année internationale pour la biodiversité ? **Revue Politique et Parlementaire**, oct 2010 , 67-71.
- Boeuf, G. 2011. Specificities of the marine biodiversity. **CR Biologies**, in press.
- Butchart, S.H.M. *et al.*, 2010. *Global biodiversity: indicators of recent declines*. **Science**, 328, 1164-1168.
- CSPNB. 2007. La biodiversité à travers des exemples. **MEDD/D4E**, 104 pages.
- CSPNB. 2009. La biodiversité à travers des exemples, les réseaux de la vie. **MEEDDAT**, 196 p.
- Duarte, C. M. 2007. Marine ecology warms up to theory. **Trends in Ecology and Evolution**, 22 (7), 332-334.
- Lévêque, C. et Mounolou, J.C. 2001. Biodiversité. Dynamique biologique et conservation. **Dunod**, , Paris, 248 pages.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Ecosystems and human well-being: synthesis. **WashingtonDC, Island Press**, 137 p.
- Mumby, P. J. and Steneck, R. S. 2008. Coral reef management and conservation in light of rapidly evolving ecological paradigms. **Trends in Ecology and Evolution**, 23 (10), 555-563.
- Palumbi, S.R. 2001. Humans as the world's greatest evolutionary force. **Science**, 293, 1786-1790.
- Pauly, D. *et al.* 2002. *Towards sustainability in world fisheries*. **Nature**, 418, 689-695.
- Raven, P.H. 2002. Science, sustainability and the human prospect. **Science**, 297, 954-958.
- Richardson, A. J., Bakun, A., Hays, G. C. and Gibbons, M. J. 2009. The jellyfish joyride: causes, consequences and management responses to a more gelatinous future. **Trends in Ecology and Evolution**, 24 (6), 312-322.
- Roberts, C. M. *et al.*, 2002. Marine biodiversity hotspots and conservation priorities for tropical reefs. **Science**, 295, 1280-1284.
- Thomas, C.D. *et al.* 2004. Extinction risk from climate change. **Nature**, 427, 145-148.
- Vitousek, P.M. *et al.*, 1997. Human domination of Earth's ecosystems. **Science**, 277, 494-499.
- Walther, G. R. *et al.* 2009. Alien species in a warmer world : risks and opportunities. **Trends in Ecology and Evolution**, 24 (12), 686-693.
- White, C., et al., 2008. Marine reserve effects on fishery profit. **Ecology Letters**., 11, 370-379.
- Wilson. E.O. 2007. Sauvons la biodiversité. **Dunod**. Paris. 204 pages.