

# L'humain dans la biodiversité



Shanghai © G Boeuf, nov 2015

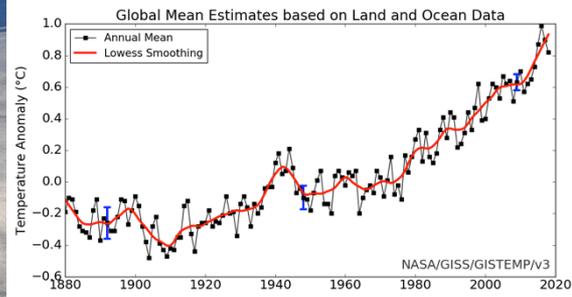


*Rhinoderma darwini*

© G Boeuf, nov 2015



Greenland, © G Boeuf, 2019



IPCC, 25 Sept 2019

< 300 000 sp

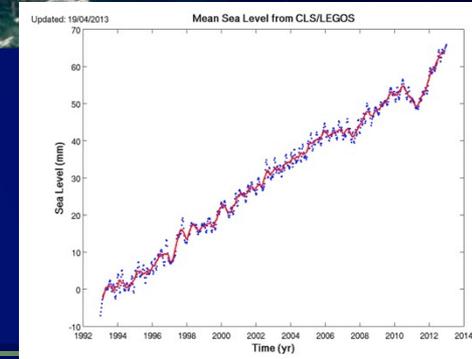
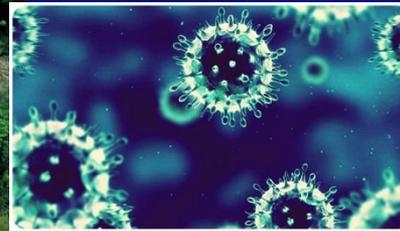


Nouvelle Calédonie, récif du Grand Sud, © G Boeuf, 2009



> 1,9 million sp

## Les raisons de notre intranquillité...



Guyane, les Nouragues, © G Boeuf, 2011

# Les causes de l'intranquillité...



© Science Junior.fr

- Manger ou être mangé ?
- Questions de biodiversité, de l'humain avec...
- Du feu à l'énergie, les révolutions de la nanotechnologie...
- Démographie, ressources.



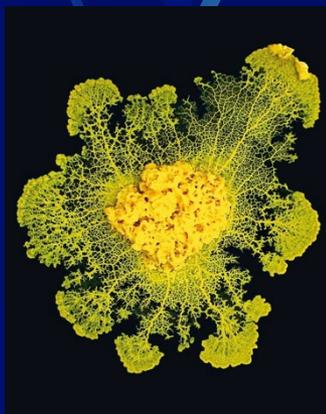
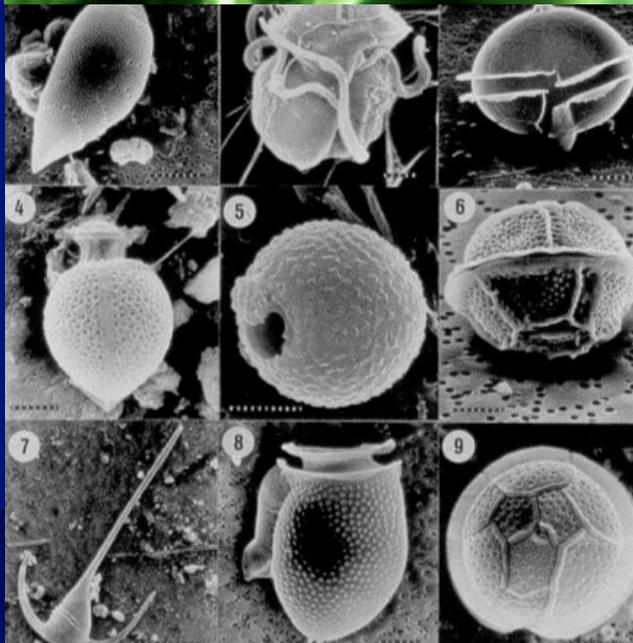
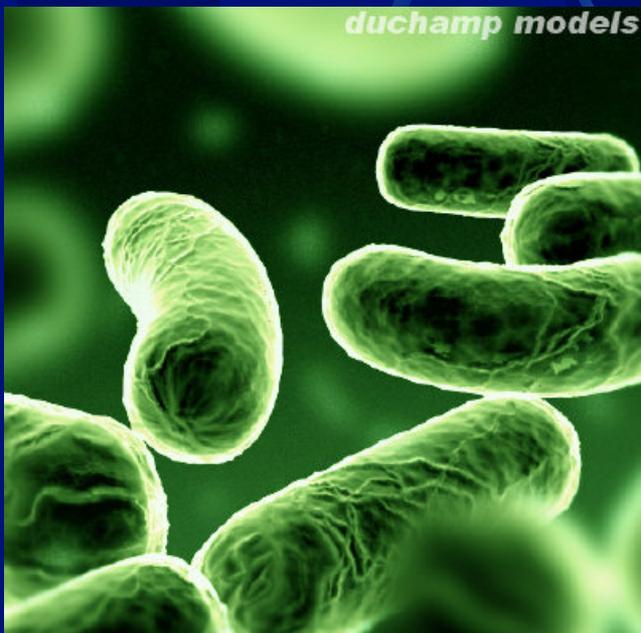
nergie, eau,  
actions de  
ant par les  
Amérique,

*Can a collapse of global civilization be avoided?*  
Paul R. Ehrlich and Anne H. Ehrlich

*Proc. R. Soc. B 2013 280, 20122845, published 9 Jan 2013*

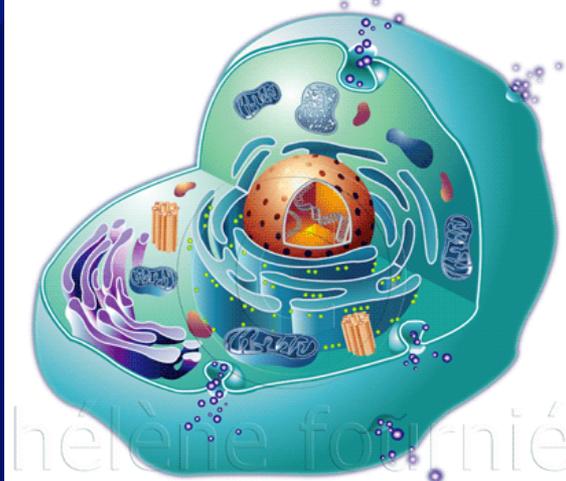
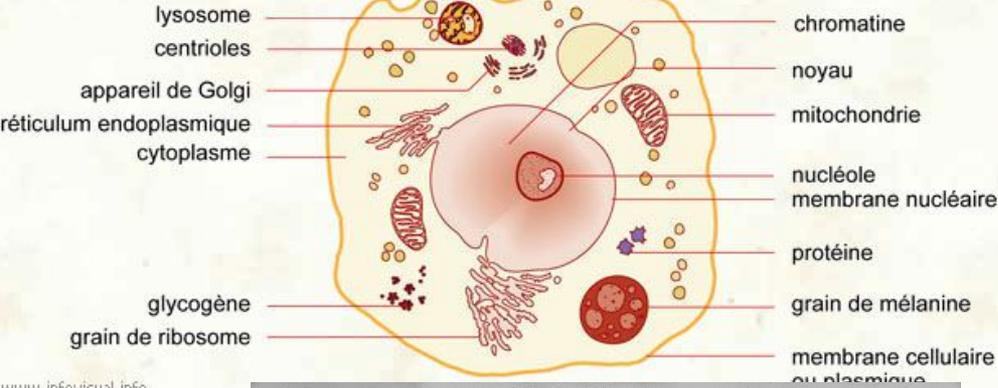


# C'est quoi le vivant ?

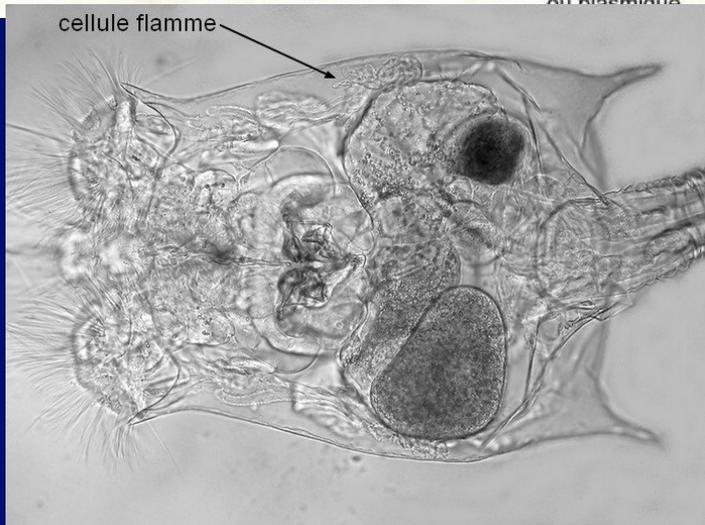
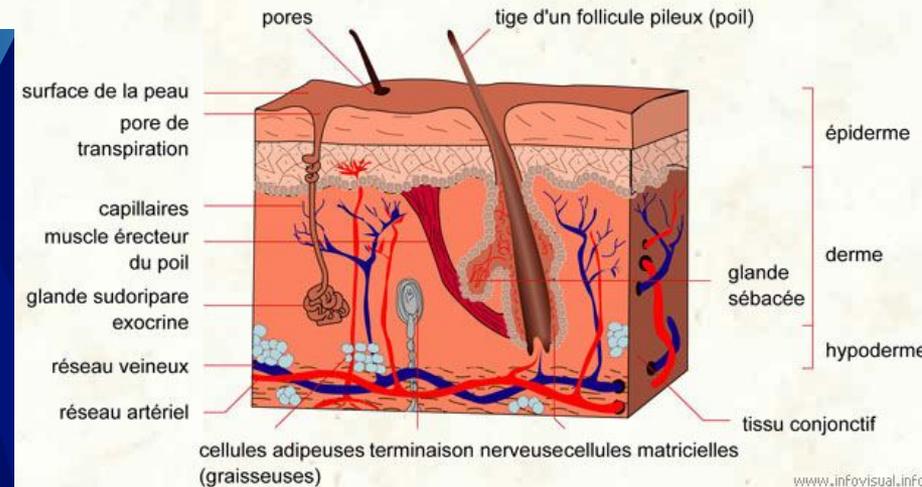


# Cellules, tout est cellules !

## CELLULE



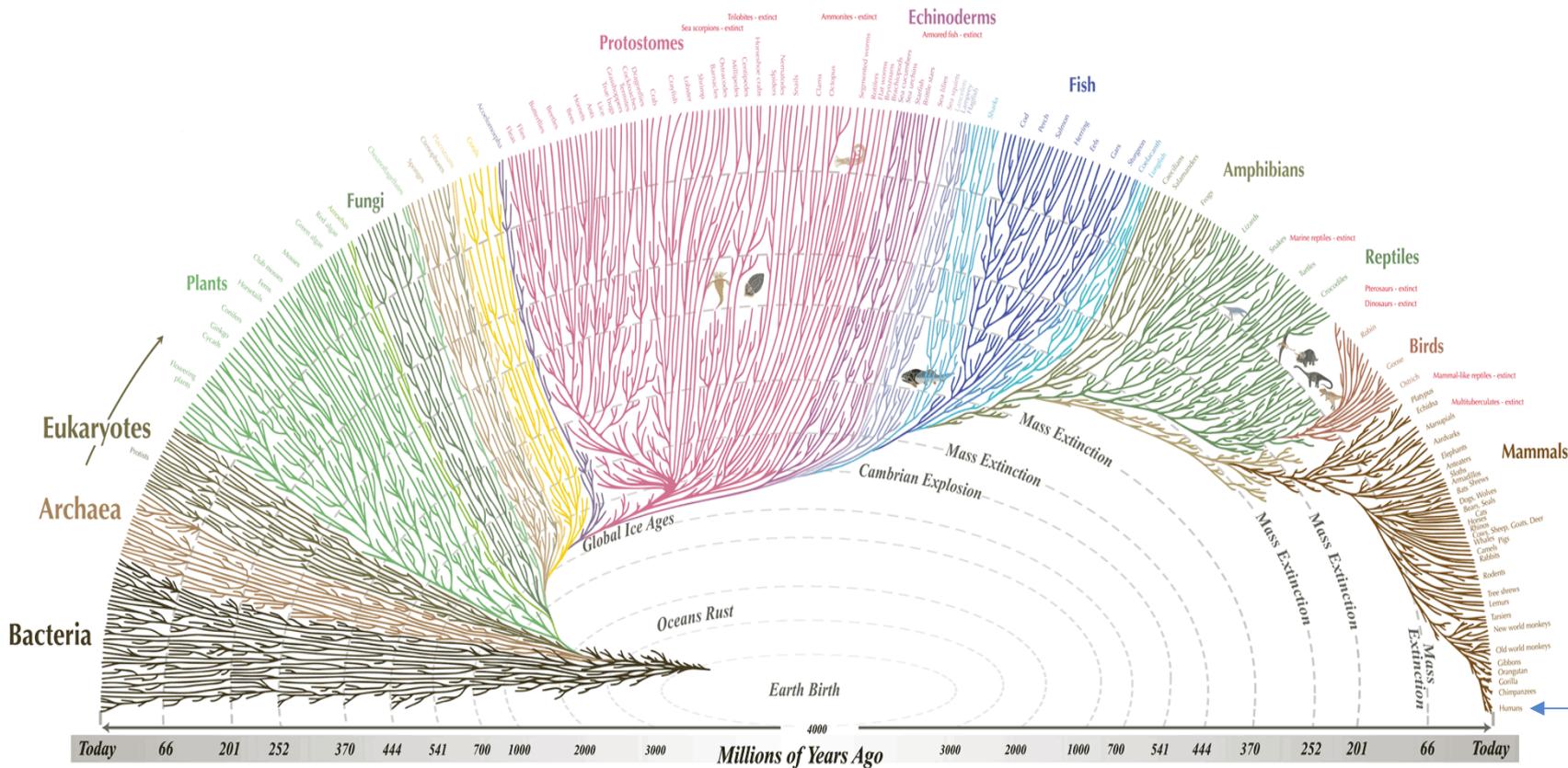
## COUPE DE LA PEAU



Les migrations d'eau, de sels...

Rôle des protéines et des acides aminés

Phases : eau et huiles...



All the major and many of the minor living branches of life are shown on this diagram, but only a few of those that have gone extinct are shown. Example: Dinosaurs - extinct 

# L'Histoire débute dans l'océan : le rôle du sodium et du potassium !



Anions	g.kg <sup>-1</sup> EM	Cations	
Cl <sup>-</sup>	18.98	Na <sup>+</sup>	10.56
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	2.65	Mg <sup>2+</sup>	1.27
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.14	Ca <sup>2+</sup>	0.40
Br <sup>-</sup>	0.06	K <sup>+</sup>	0.38
F <sup>-</sup>	0.001	Sr <sup>2+</sup>	0.01
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.03		Tchernia



Milieu intérieur humain

osmolarité, 302 mOsm.l<sup>-1</sup>

100-105 mM de Cl<sup>-</sup>

138-142 mM de Na<sup>+</sup>

3-5 mM de K<sup>+</sup>

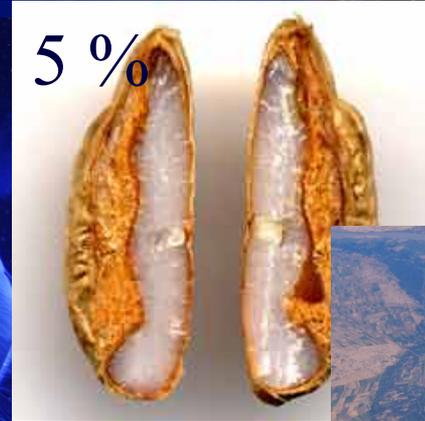
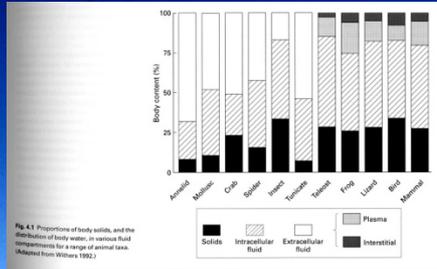
cellule rénale et fluide 3000 mOsm.l<sup>-1</sup>



© G Boeuf, oct 2017

© G Boeuf, 2009

# L'eau, indispensable à la Vie



98 %



**WOMEN AND GIRLS IN SUB-SAHARAN AFRICA SPEND  
40 BILLION HOURS / YEAR  
COLLECTING WATER**

# Les crises ?

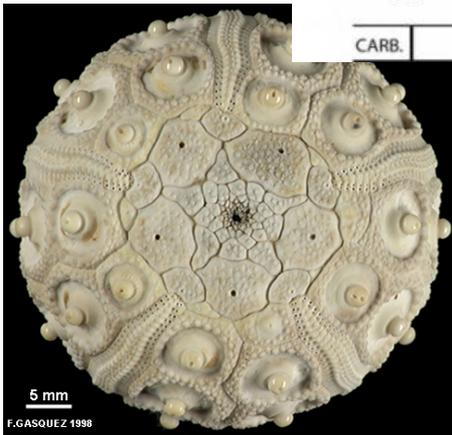
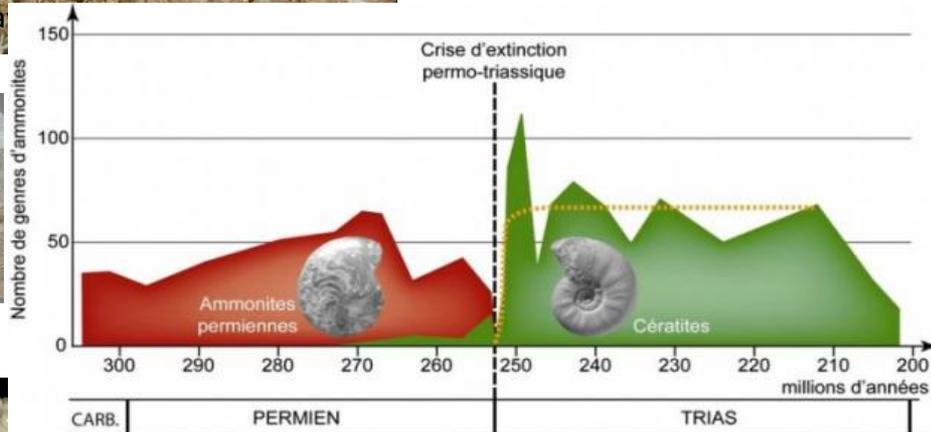


© Biogéosciences (CNRS-Univ. de Bourgogne) - A. Brayard



Cératite

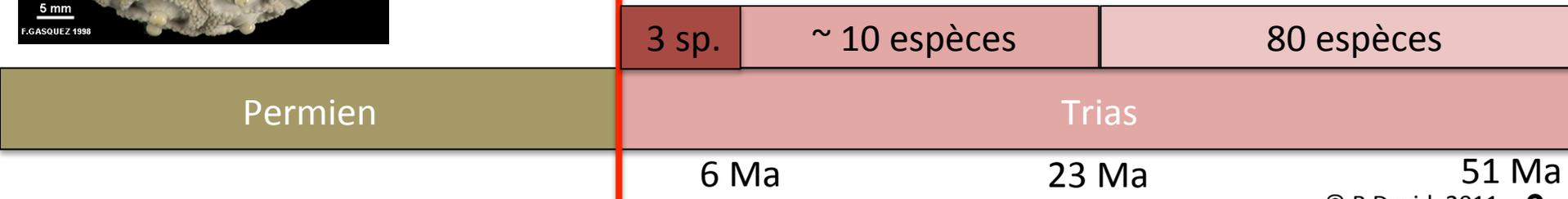
Laurie Bougeois - collection ENS Lyon



Une éradication presque totale (1 genre et 2 espèces)

**Good Genes and Good Luck:** Ammonoid Diversity and the End-Permian Mass Extinction. Arnaud Brayard, *et al.*, 2009, Science

Une radiation post-crise très lente



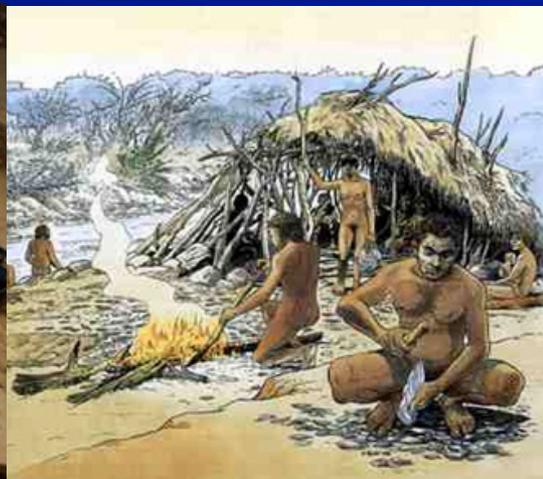


Musée de Leyden



# Les « grands » moments ?

- La domestication du feu, >1 500 000 ans en Afrique ?
- Le néolithique, 8-14 000 ans, premières domestications et agricultures, premières cités,
- La machine à vapeur, D Papin, J Watt, 1784 (première locomotive).
- Hiroshima et Nagasaki, août 1945, démographie...
- Quand l'anthropocène ? P Crutzen, 2000.



16 avril 2012  
14 mars 2014

# La biodiversité : quand ?

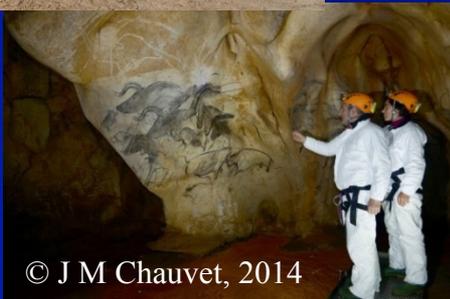


© Chauvet/Brunel/Hillaire

Grotte Chauvet, 37 000 ans



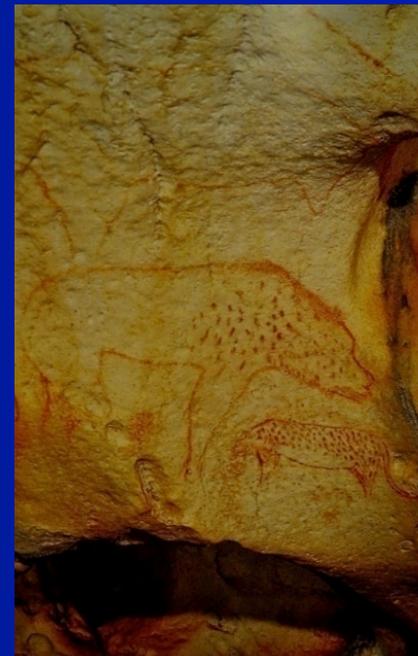
© G Boeuf, 2014



© J M Chauvet, 2014



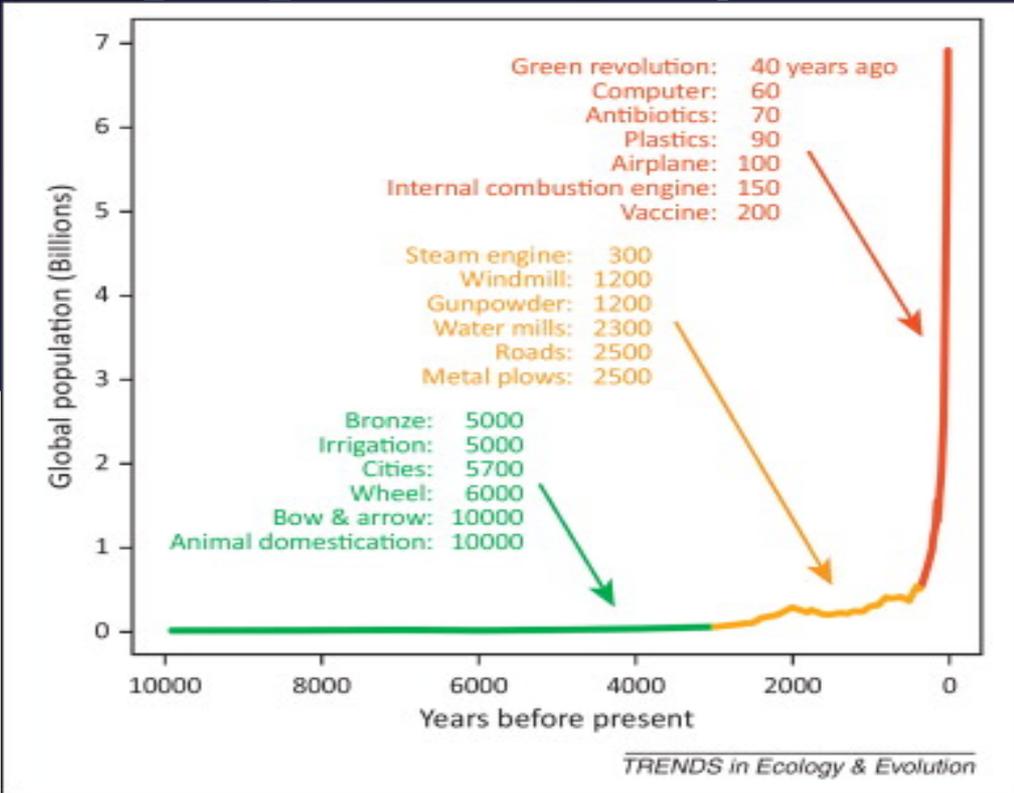
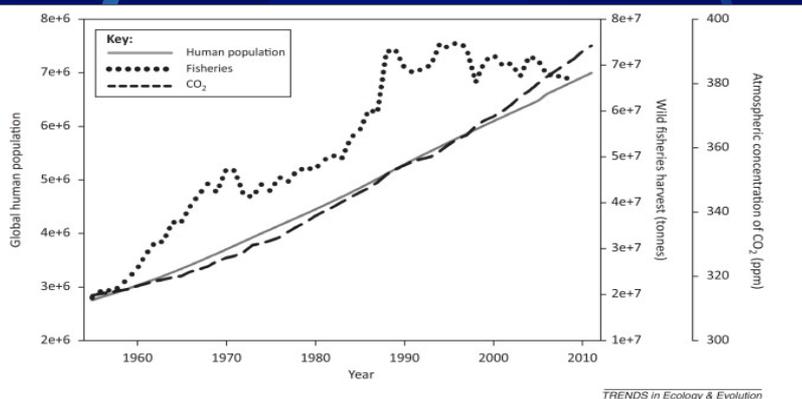
© Chauvet/Brunel/Hillaire



1 Negative population growth for a number of generations, followed by zero growth;  
 2 A steady-state economy based on sustainable use of renewable energy and material resources;  
 and 3 New social norms that favour the welfare of the entire global population over that of specific individuals and groups. **The authors largely rely on biological and/or cultural evolution to attain such goals.**

# The Malthusian–Darwinian dynamic and the trajectory of civilization

Nekola *et al.*, TrEE, March 2013



The trajectories of atmospheric CO<sub>2</sub> and wild fisheries harvest in relation to global population since 1955. Note that the increase in CO<sub>2</sub> concentration has accelerated, whereas fisheries harvest reached a peak in the 1990s and has since declined..

Global human population over the last 10 000 years. Examples of major innovations that have helped to expand human carrying capacity are listed for three time periods in years before present (ybp): 10 000–3000 ybp (green), 3000–300 ybp (orange), and 300 ybp–present (red).



## La peur de l'apocalypse climatique entre catastrophisme et clairvoyance

Fondée sur les travaux des climatologues, la crainte d'un effondrement planétaire hante les citoyens des pays occidentaux. Engendrant chez certains des théories catastrophistes, voire des modes de vie alternatifs, elle peut néanmoins devenir le fondement d'une nouvelle éthique

Depuis quelques années, les discours écologistes sont devenus la première préoccupation des citoyens occidentaux. Selon une enquête réalisée au cours de l'été par l'Institut américain Pew Research Center dans quatre-vingt pays, 70 % des sondés considèrent le changement climatique comme le plus grande des menaces qui pèsent sur l'humanité – avant les maladies infectieuses (66 %), la terreur nucléaire (56 %) ou la pollution mondiale (54 %). Cette crainte est particulièrement forte en France : elle figure en tête chez 83 % des sondés, contre 70 % en Belgique et aux Pays-Bas, 69 % en Allemagne, 67 % au Canada, 63 % en Suède, 60 % aux États-Unis et 50 % au Danemark.

Cependant, la peur a-t-elle un rôle positif à jouer dans la lutte contre le réchauffement climatique ? Cette crainte est-elle un obstacle à l'action ou un levier ? Les scientifiques de la Fondation pour les sciences sociales Claudia Strick, directrice scientifique de la Fondation pour les sciences sociales, se penchent sur ce thème dans leur livre « Le risque climatique : comment agir ? » paru en septembre 2020. Ils y analysent les différents courants de pensée qui ont émergé ces dernières années, et les menaces qu'ils représentent.

Le risque climatique est un thème qui a émergé dans les années 2000, par les politiciens John Deary et David Schilling, par des chercheurs de la Fondation pour les sciences sociales (1990-1995). Le livre de Cheryl Dworkin présente l'histoire politique et le rôle de l'État dans la réduction de la vulnérabilité aux catastrophes naturelles. Le livre de Cheryl Dworkin présente l'histoire politique et le rôle de l'État dans la réduction de la vulnérabilité aux catastrophes naturelles.

Le risque climatique est un thème qui a émergé dans les années 2000, par les politiciens John Deary et David Schilling, par des chercheurs de la Fondation pour les sciences sociales (1990-1995). Le livre de Cheryl Dworkin présente l'histoire politique et le rôle de l'État dans la réduction de la vulnérabilité aux catastrophes naturelles. Le livre de Cheryl Dworkin présente l'histoire politique et le rôle de l'État dans la réduction de la vulnérabilité aux catastrophes naturelles.

Le risque climatique est un thème qui a émergé dans les années 2000, par les politiciens John Deary et David Schilling, par des chercheurs de la Fondation pour les sciences sociales (1990-1995). Le livre de Cheryl Dworkin présente l'histoire politique et le rôle de l'État dans la réduction de la vulnérabilité aux catastrophes naturelles. Le livre de Cheryl Dworkin présente l'histoire politique et le rôle de l'État dans la réduction de la vulnérabilité aux catastrophes naturelles.

Les catastrophes climatiques sont devenues la première préoccupation des citoyens occidentaux. Selon une enquête réalisée au cours de l'été par l'Institut américain Pew Research Center dans quatre-vingt pays, 70 % des sondés considèrent le changement climatique comme le plus grande des menaces qui pèsent sur l'humanité – avant les maladies infectieuses (66 %), la terreur nucléaire (56 %) ou la pollution mondiale (54 %).

Cependant, la peur a-t-elle un rôle positif à jouer dans la lutte contre le réchauffement climatique ? Cette crainte est-elle un obstacle à l'action ou un levier ? Les scientifiques de la Fondation pour les sciences sociales Claudia Strick, directrice scientifique de la Fondation pour les sciences sociales, se penchent sur ce thème dans leur livre « Le risque climatique : comment agir ? » paru en septembre 2020.

Le risque climatique est un thème qui a émergé dans les années 2000, par les politiciens John Deary et David Schilling, par des chercheurs de la Fondation pour les sciences sociales (1990-1995). Le livre de Cheryl Dworkin présente l'histoire politique et le rôle de l'État dans la réduction de la vulnérabilité aux catastrophes naturelles. Le livre de Cheryl Dworkin présente l'histoire politique et le rôle de l'État dans la réduction de la vulnérabilité aux catastrophes naturelles.

Le risque climatique est un thème qui a émergé dans les années 2000, par les politiciens John Deary et David Schilling, par des chercheurs de la Fondation pour les sciences sociales (1990-1995). Le livre de Cheryl Dworkin présente l'histoire politique et le rôle de l'État dans la réduction de la vulnérabilité aux catastrophes naturelles. Le livre de Cheryl Dworkin présente l'histoire politique et le rôle de l'État dans la réduction de la vulnérabilité aux catastrophes naturelles.

BRUNO DAVID

## À L'AUBE DE LA 6<sup>e</sup> EXTINCTION

COMMENT HABITER LA TERRE



GRASSET

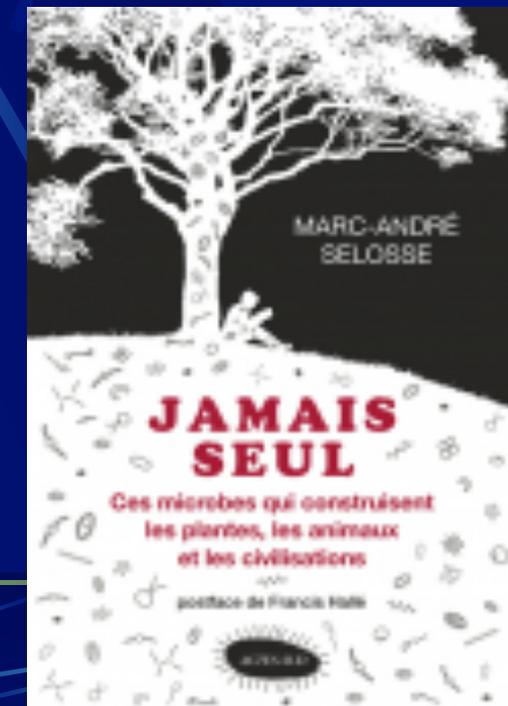
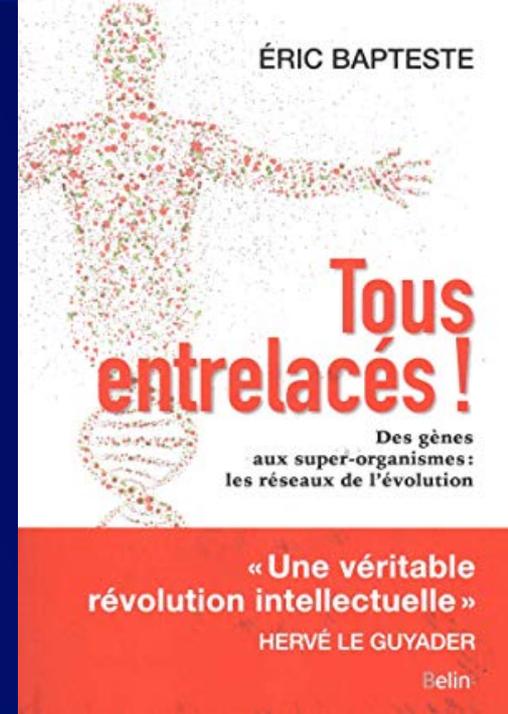


©P. Bouchet, MNHN





© B Chevassus-au-Louis, 2005





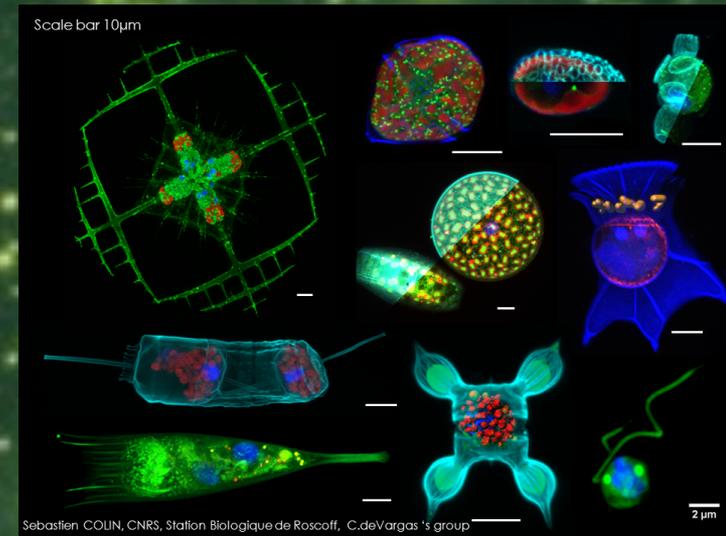
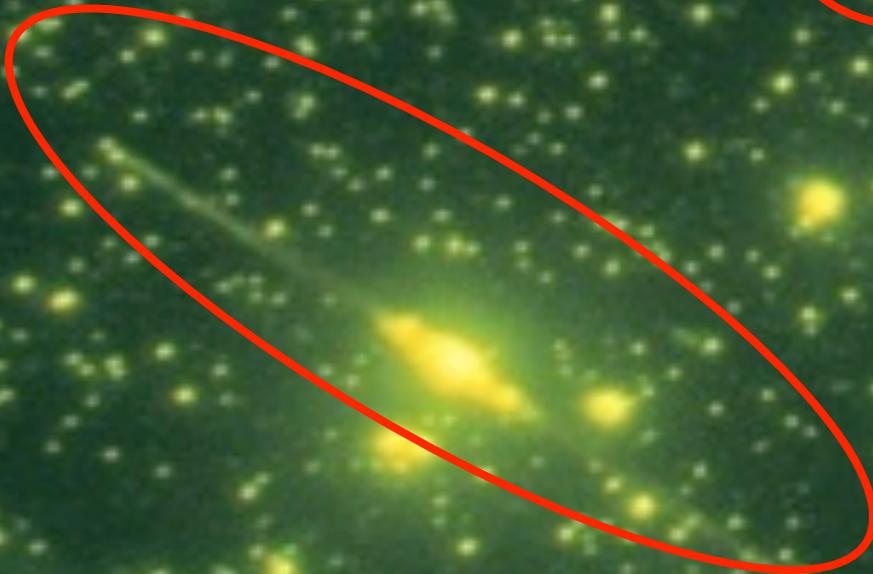
**Bacteria**



**Virus**

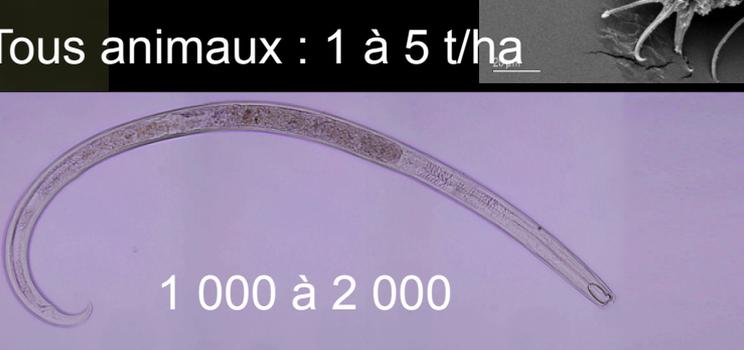
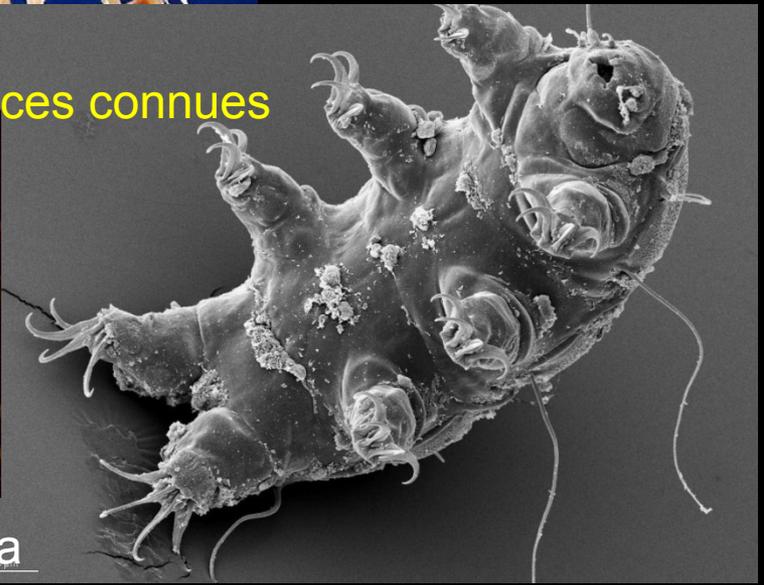
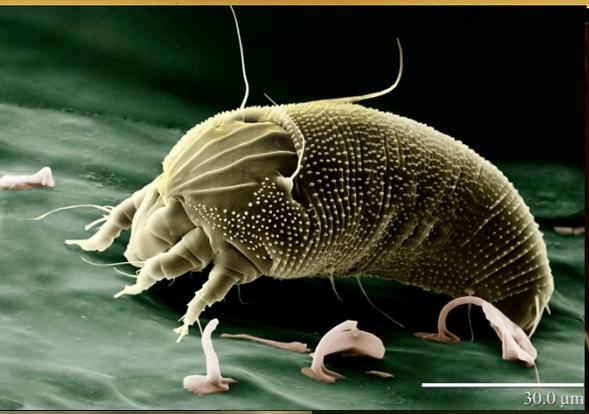
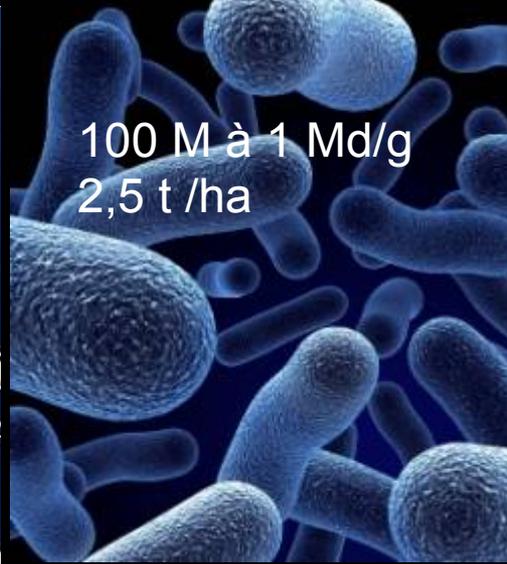
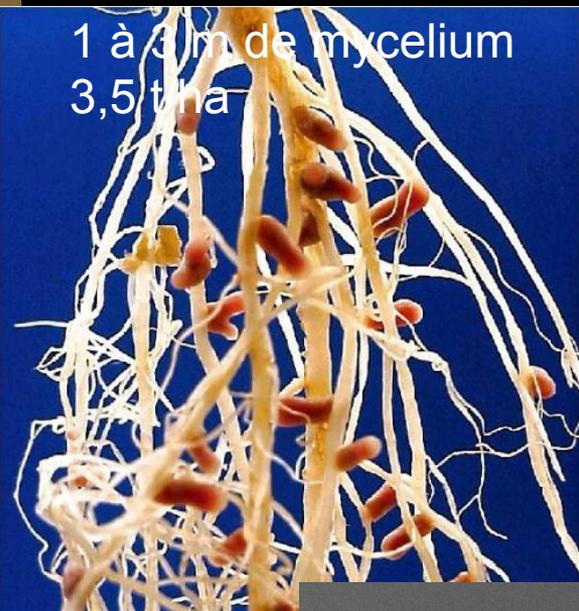
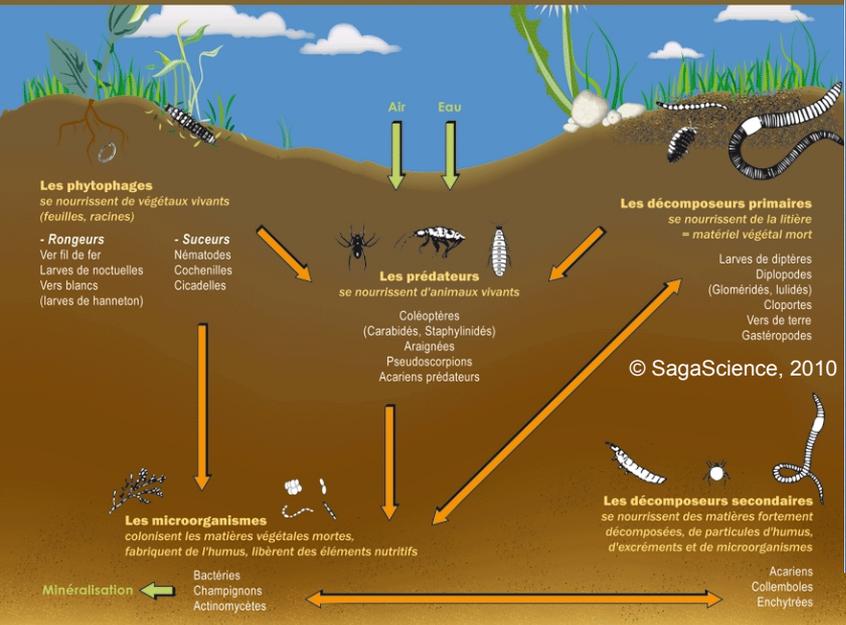


**PROTIST**

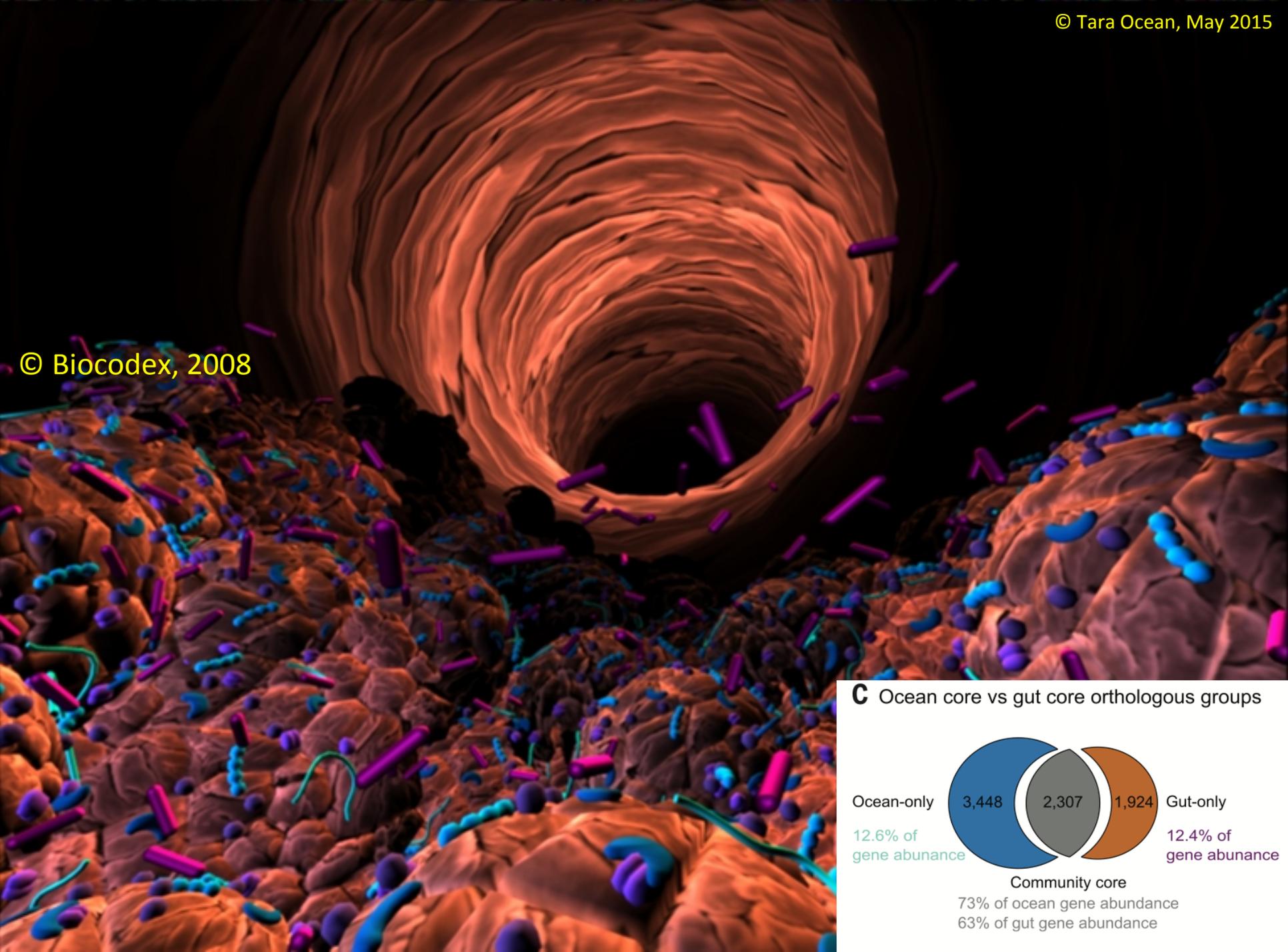


**98% of the oceanic biomass is unicellular!**

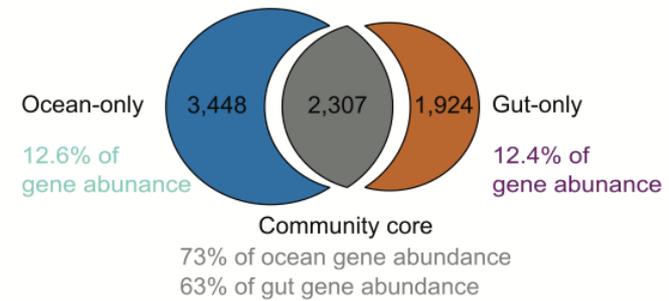
# Les fonctions de la faune du sol



© Biocodex, 2008



**C** Ocean core vs gut core orthologous groups





# Structurations de la biodiversité – Diversité des écosystèmes



Forest Habitat



Ocean Habitat



Freshwaters



Grasslands



Wetlands



Polar Regions



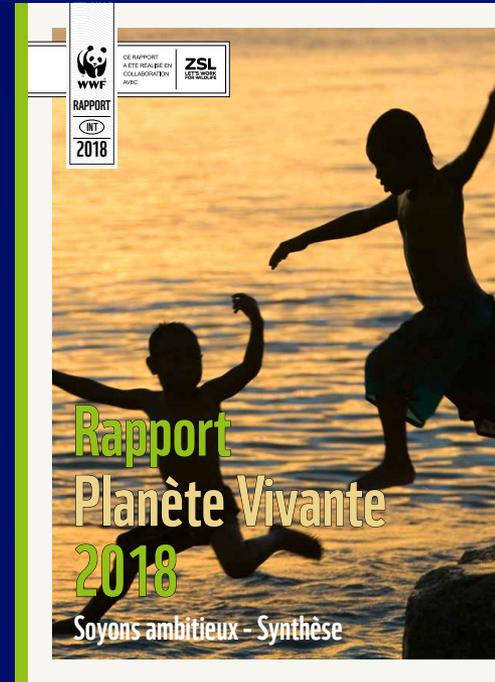
Deserts



Mountains

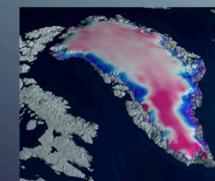
# Les sept plaies de la crise écologique

- La crise du productivisme agricole,
- La pénurie d'eau potable,
- Les ressources halieutiques s'épuisent,
- La déforestation progresse toujours,
- La biodiversité s'effondre,
- Des produits toxiques de plus en plus disséminés,
- Le changement climatique s'accélère.



Ceballos, G, P A Ehrlich and R Dirzo, 2017. Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines.

PNAS, nline at [www.pnas.org/lookup/suppl/doi:10.1073/pnas.1704949114/-/DCSupplemental](http://www.pnas.org/lookup/suppl/doi:10.1073/pnas.1704949114/-/DCSupplemental), June 2017.

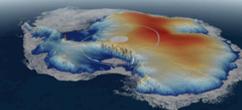


Greenland

## Les calottes polaires

- Groenland →  
**7 m** de hauteur de mer
- Antarctique de l'ouest →  
**3-5 m** de hauteur de mer

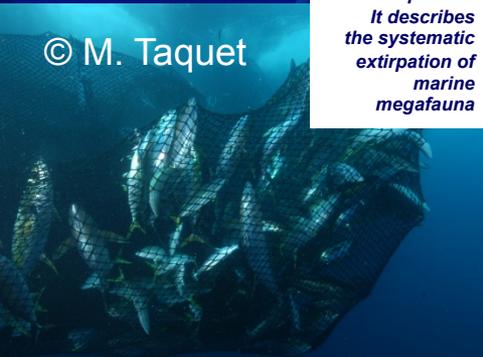
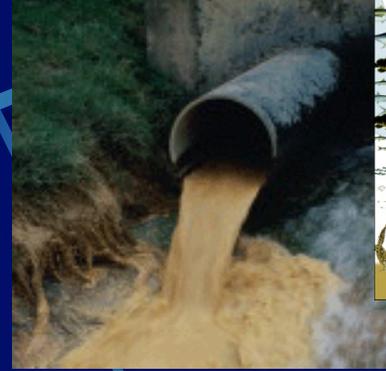
## Antarctique



# La biodiversité en danger

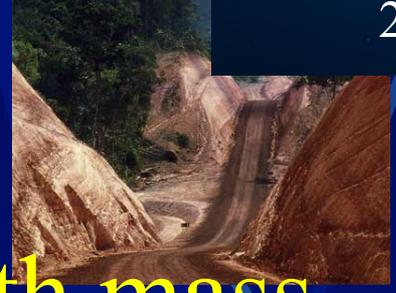
The 'fishing down' effect is ubiquitous. It describes the systematic extirpation of marine megafauna

© M. Taquet



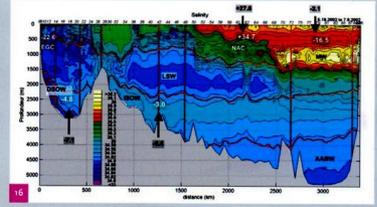
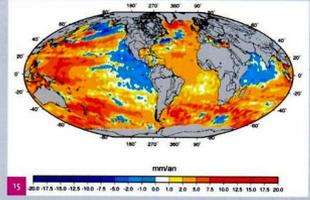
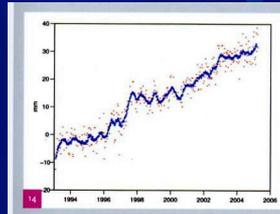
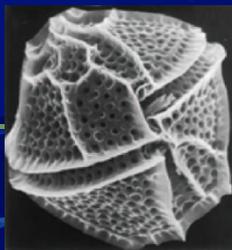
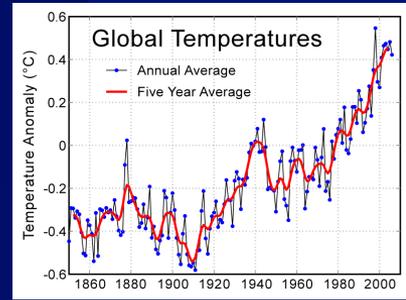
1 Destruction et pollution

2 Surexploitation



Has the Earth's sixth mass extinction already arrived?

Barnosky et al., 2011



3 Espèces invasives

4 Changement climatique

# La 7<sup>ème</sup> plénière de l'IPBES



132 états, réunis à Paris,  
le premier depuis le MEA de 2005,  
150 + 250 experts,  
2,4 millions de dollars,  
3 ans de travail,  
15 000 références,  
Rapport pour les décideurs publié  
le 6 mai 2019

Selon ce rapport, fourniture de diverses *«preuves indépendantes qui signalent une accélération rapide imminente du taux d'extinction des espèces, même si les facteurs de cette extinction ne s'intensifient pas»*.

Sur les 8 millions d'espèces estimées (dont 5,5 millions d'insectes, sur la planète, *«un demi-million à un million d'espèces devraient être menacées d'extinction, dont beaucoup dans les prochaines décennies»*, Libération et Le Monde du 6 mai 2019.

29 avril-4 mai 2019, Paris, UNESCO, France

# Le Colloque de l'IUCN, Marseille, sept 2021

**IUCN wants to put pressure on climate negotiations**

The « Marseille manifesto »,

The IUCN, with 1,400 members (States, government agencies, NGOs, indigenous peoples, business associations) have closed its world congress held in France .**"The science is very clear » :**

"Decisive and collaborative action between governments and in all sectors of society is imperative," claims a provisional version of this manifesto. We are to ensure the future of life on Earth, we must halt biodiversity losses by 2030 and achieve ecosystem restoration by 2050. He stresses the importance of limiting global warming climatic "below 1.5 ° C". The vote on motions will take place until Friday. Without being restrictive, they will set the course and the level of ambition of the organization.

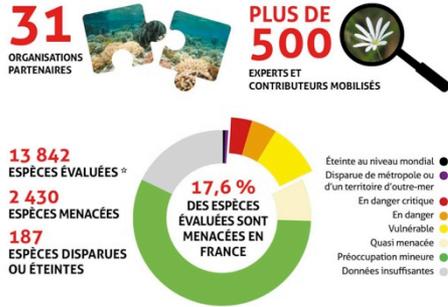


# LA LISTE ROUGE DES ESPÈCES MENACÉES EN FRANCE



**13 ANS DE RÉSULTATS**

## DEPUIS 2008, LA LISTE ROUGE NATIONALE C'EST :



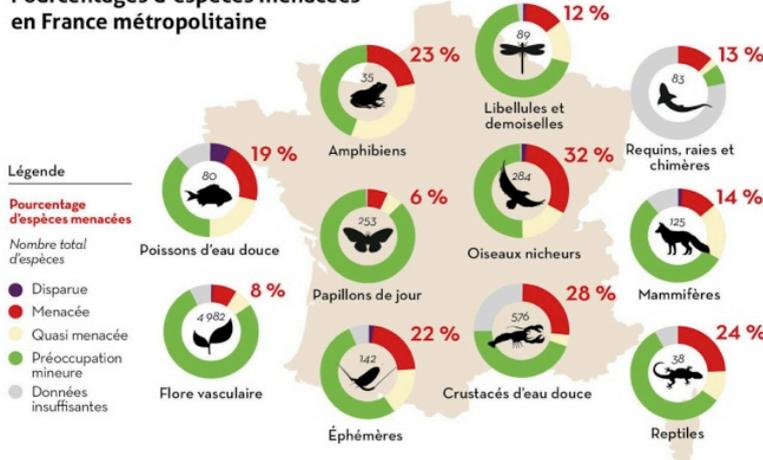
### Évolution du nombre d'espèces évaluées\* depuis 2008



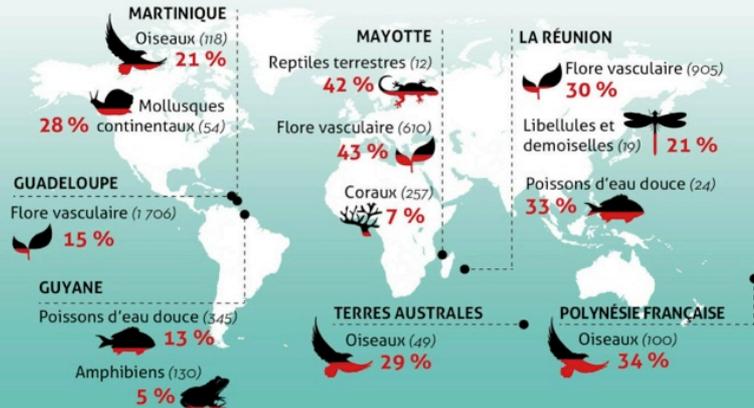
\*Les espèces présentes dans plusieurs territoires ont été évaluées et comptabilisées dans chacun de ces territoires.

# RÉSULTATS POUR LA FAUNE ET LA FLORE DE MÉTROPOLE ET D'OUTRE-MER

## Pourcentages d'espèces menacées en France métropolitaine



## Quelques exemples de pourcentages d'espèces menacées en outre-mer



# Le Rapport de l'IUCN de février 2021



## En 13 ans, la Liste rouge a permis de :

- Soutenir la révision des listes d'espèces protégées par la réglementation, comme à La Réunion où la liste des espèces végétales protégées a été entièrement mise à jour en 2017 grâce à la Liste rouge.
- Identifier les espèces les plus menacées en France pour leur faire bénéficier d'un Plan national d'actions, comme l'Apron du Rhône, les lézards des Pyrénées ou le Pétril noir de Bourbon à La Réunion.
- Orienter les actions grâce à la loi « biodiversité » qui demande depuis 2016 que les espèces endémiques les plus menacées fassent l'objet de Plans nationaux d'actions.
- Fournir des arguments pour les études d'impact environnemental afin de préserver les espèces menacées des projets d'aménagement.
- Impulser l'élaboration d'atlas de la biodiversité, comme avec les libellules et les éphémères de métropole.
- Appuyer le choix des espèces déterminantes dans l'élaboration des Zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique et identifier les espèces à enjeux pour la Stratégie nationale des aires protégées.

- Susciter le développement des Listes rouges régionales en France métropolitaine, avec plus de 140 listes labellisées en l'espace de 10 ans dans les régions.
- Établir des indicateurs sur l'état de santé des espèces dans le cadre de l'Observatoire national de la biodiversité (ONB).

## L'ambition des années à venir

Les résultats de la Liste rouge nationale font apparaître un niveau de menace marqué pour tous les groupes d'espèces de la faune et de la flore. Ils soulignent l'urgence de la situation et contribuent à identifier les priorités d'actions.

Avec plus de 2100 espèces classées en catégorie « Données insuffisantes », le bilan permet également d'identifier les priorités de connaissances pour les groupes les plus méconnus.

La Liste rouge représente un baromètre de l'état de la biodiversité. L'ambition des années à venir est de poursuivre son développement pour actualiser régulièrement les statuts de conservation et couvrir progressivement tous les groupes d'espèces en métropole et en outre-mer.

## IDENTIFIER LES PRIORITÉS, SURVEILLER LES ÉVOLUTIONS ET PRÉSERVER LES ESPÈCES

Établie selon les critères internationaux de l'IUCN, la Liste rouge des espèces menacées en France vise à dresser un bilan objectif du degré de menace pesant sur les espèces de la faune et de la flore à l'échelle du territoire national. Cet inventaire de référence, fondé sur une solide base scientifique et réalisé à partir des meilleures connaissances disponibles, contribue à mesurer l'ampleur des enjeux, les progrès accomplis et les défis à relever pour la France, en métropole et en outre-mer.

La Liste rouge nationale est réalisée par le Comité français de l'IUCN et l'UMS Patrimoine (OFB-CNRS-MNHN). Son élaboration repose sur la mobilisation d'un large réseau d'experts et sur l'implication des établissements publics et des associations qui disposent d'une expertise et de données fiables sur le statut de conservation des espèces.

## Les rôles de la Liste rouge nationale :

- Elle constitue l'inventaire du risque de disparition des espèces en France et des menaces auxquelles elles sont confrontées.
- Elle identifie les espèces ayant le besoin le plus urgent de mesures de conservation.
- Offrant un cadre de référence, elle permet par son actualisation régulière de suivre l'évolution des espèces menacées et de comparer la situation entre pays.
- Elle constitue une base de données standardisée pour la diffusion des connaissances, notamment dans le cadre de l'INDP.
- Elle fournit une base scientifique cohérente pour guider les stratégies d'actions et les politiques portant sur les espèces (réglementations, conventions internationales, plans nationaux d'actions...).
- Elle contribue à sensibiliser l'opinion publique et les responsables politiques à l'importance de la diversité biologique et aux menaces qui pèsent sur elle.

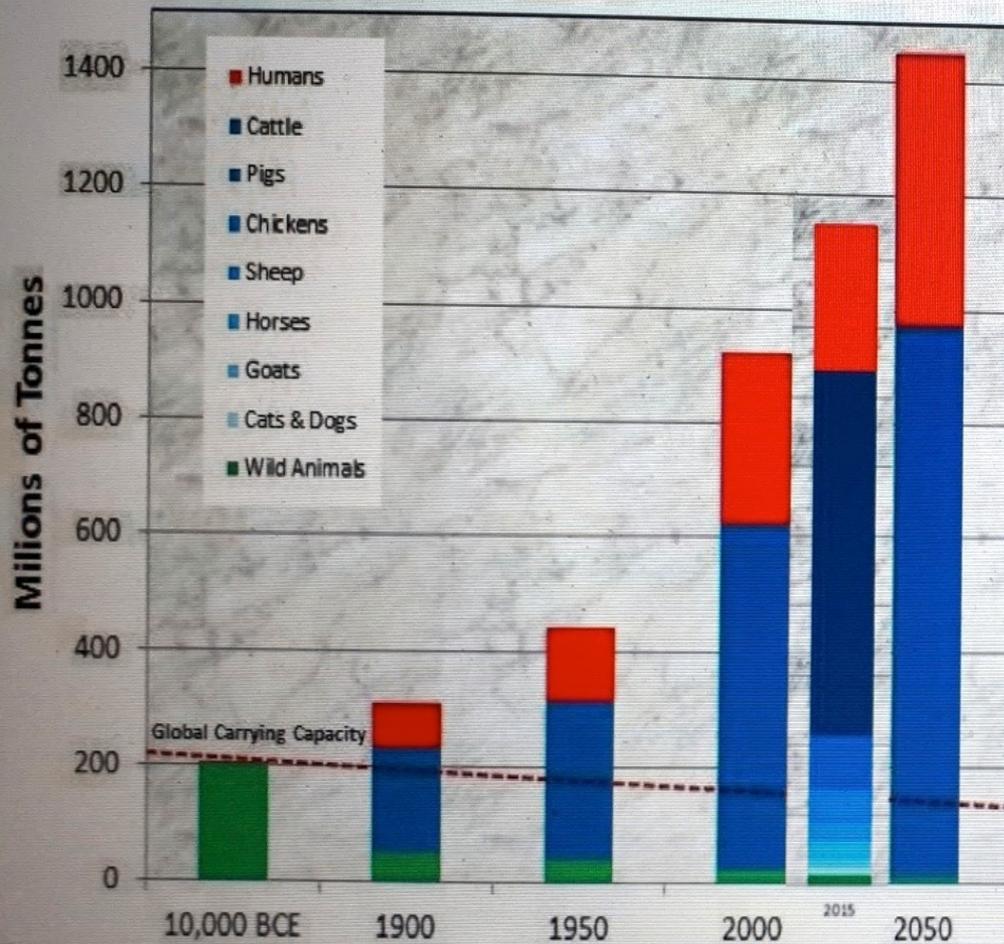


# L'anthropocène: la grande accélération

crise

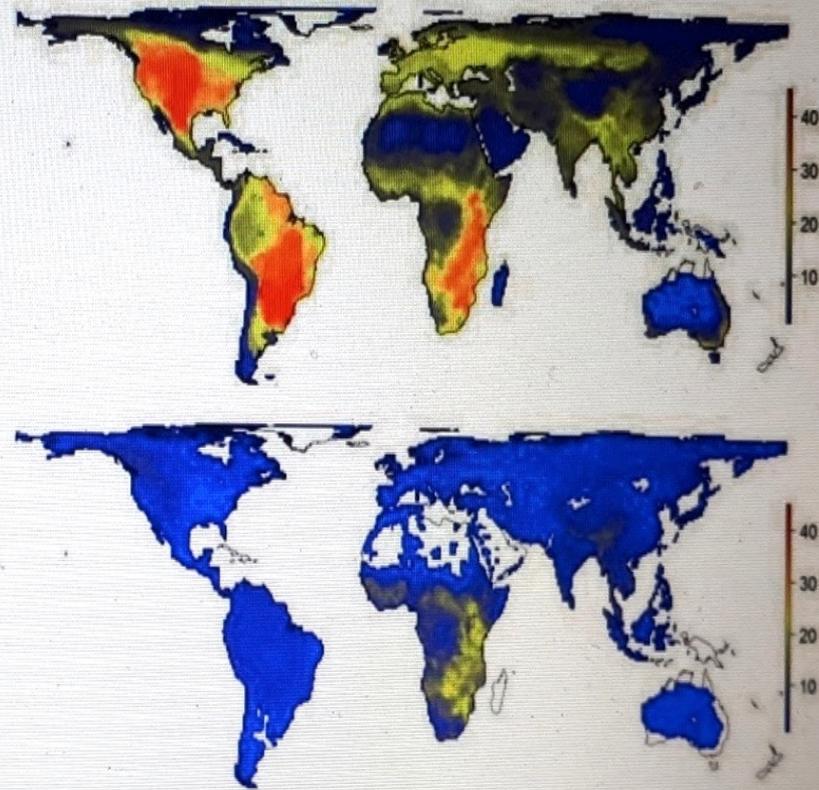
Images de l'anthropocène: la grande accélération de l'extinction

## Terrestrial Vertebrate Biomass



Data: 1900, 2000: Vacilac Smil  
10,000 BCE, 1950, 2050: Paul Chefurka

■ Wild Animals ■ Domesticated Animals ■ Humans



Top map shows the natural diversity of large mammals while second map shows current diversity of large mammals.

(Image: Steven Faaborg)

La grande accélération ... de la consommation des ressources naturelles

Le cri d'alarme de 15 000 scientifiques pour sauver la planète

# IL SERA BIENTÔT TROP TARD...

► L'ampleur de l'initiative est inédite : 15 000 scientifiques issus de 184 pays signent une alerte solennelle sur l'état de la planète. « Le Monde » publie l'intégralité de leur appel

► « Pour éviter une misère généralisée et une perte catastrophique de biodiversité », les scientifiques appellent l'humanité à changer radicalement de mode de vie

► Réchauffement climatique, biodiversité, déforestation... Tous les indicateurs montrent une dégradation continue de l'environnement sous la pression de l'homme

► Après trois années de stagnation, les émissions mondiales de CO<sub>2</sub> sont repartiées à la hausse en 2017, portées notamment par la Chine

PAGES 6-9

14 novembre 2017

UN MILLION D'ESPÈCES MENACÉES DE DISPARITION

# IL N'EST PAS TROP TARD POUR AGIR...

► Le rythme d'extinction des espèces s'accélère dangereusement, menaçant désormais un million d'entre elles, avertissent les scientifiques

► Parmi elles, 500 000 espèces terrestres sont d'ores et déjà considérées comme des « morts ambulants », car leurs territoires s'amenuisent

► L'homme est le principal responsable de cette extinction de masse, en raison de la destruction et de la surexploitation des milieux naturels

► Les experts mettent en cause un modèle de consommation insoutenable et appellent un « changement en profondeur »

PAGES 6 A 8, IDEES - PAGES 28-29

ÉDITORIAL  
L'HUMANITÉ FACE À SES RESPONSABILITÉS  
PAGE 31

7 mai 2019

Le « Groupe international de travail sur l'Anthropocène » (*Anthropocene Working Group*) a été créé en 2008,

*Earth Planet Summit*, 11-12 décembre 2017

SCIENCE'S COMPASS • REVIEW



REVIEW: EVOLUTION

## Humans as the World's Greatest Evolutionary Force

Stephen R. Palumbi

In addition to altering global ecology, technology and human population growth also affect evolutionary trajectories, dramatically accelerating evolutionary change in other species, especially in commercially important, pest, and disease organisms. Such changes are apparent in antibiotic and human immunodeficiency virus (HIV) resistance to drugs, plant and insect resistance to pesticides, rapid changes in invasive species, life-history change in commercial fisheries, and pest adaptation to biological engineering products. This accelerated evolution costs at least \$33 billion to \$50 billion a year in the United States. Slowing and controlling arms races in disease and pest management have been successful in diverse ecological and economic systems, illustrating how applied evolutionary principles can help reduce the impact of human-kind on evolution.

### The Pace of Human-Induced Evolution

Paul Müller's 1939 discovery that DDT killed insects won him the 1948 Nobel Prize, but before the Nobel ceremony occurred, evolution of resistance had already been reported in house flies (3, 4). By the 1960s, mosquitoes resistant to DDT effectively prevented the worldwide

agents like *Staphylococcus aureus* are penicillin-resistant, and up to 50% are resistant to stronger drugs like methicillin (11). Treatments that used to require small antibiotic doses now require huge concentrations or demand powerful new drugs (10). But such solutions are short-lived. For example, vancomycin, one of the only treatments for methicillin-resistant infections, has been overcome by some of the most frequent infectious agents in hospitals (2, 12). Antibiotics also generate evolution outside hospitals. Resistant strains are common on farms that use antibiotics in livestock production (13) and have been found in soils and groundwater affected by farm effluents (14).

Retroviruses with RNA genomes evolve even more quickly than bacteria (15). Every year, vaccinations against influenza must be reformulated, making prediction of next year's viral fashion one of preventative medicine.

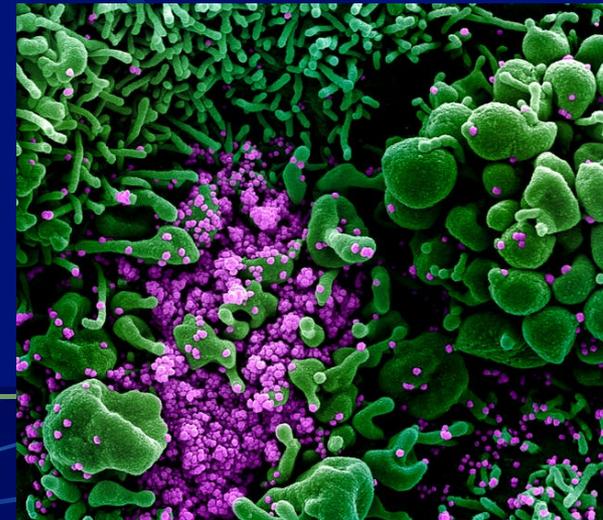


# Cette crise du *Coronavirus Covid-19*

- Un virus « naturel » issu d'une chauve-souris et d'un autre mammifère (pangolin ?), apparu sur un marché d'animaux vivants en Chine, à Wuhan, en été 2019, famille des Coronaviridés, de chauve souris, aussi pour d'autres espèces connues de porc, d'oiseaux, de dromadaire, de civette, de pangolin... et d'humain!
- Une dissémination effarante en quelques mois sur toute la planète !
- Valeur du vaccin pour l'instant, traitements ? Assez infectieux, assez virulent, touche surtout humains âgés, + les hommes que les femmes, évolution en cours, variants...
- En cours de pandémie... dans la longue liste des H1N1 a (1918-19), SARS (2002-2003), NIPAH (2009), H1N1b (2009-2010), MERS (2012-2015)... épidémies d'EBOLA, dengue, zika, chikungunya, hanta, Lyme, antérieurement variole, peste noire (gerbille, rat, puce, humain)...
- Travail de Schmidt et Ostfeld, 2001 ; Keesing *et al.*, 2010, dans *Nature* : effet « dilution », plus la biodiversité est affectée et diminue et plus les pathogènes, opportunistes, deviennent virulents.



© Charles M. Francis





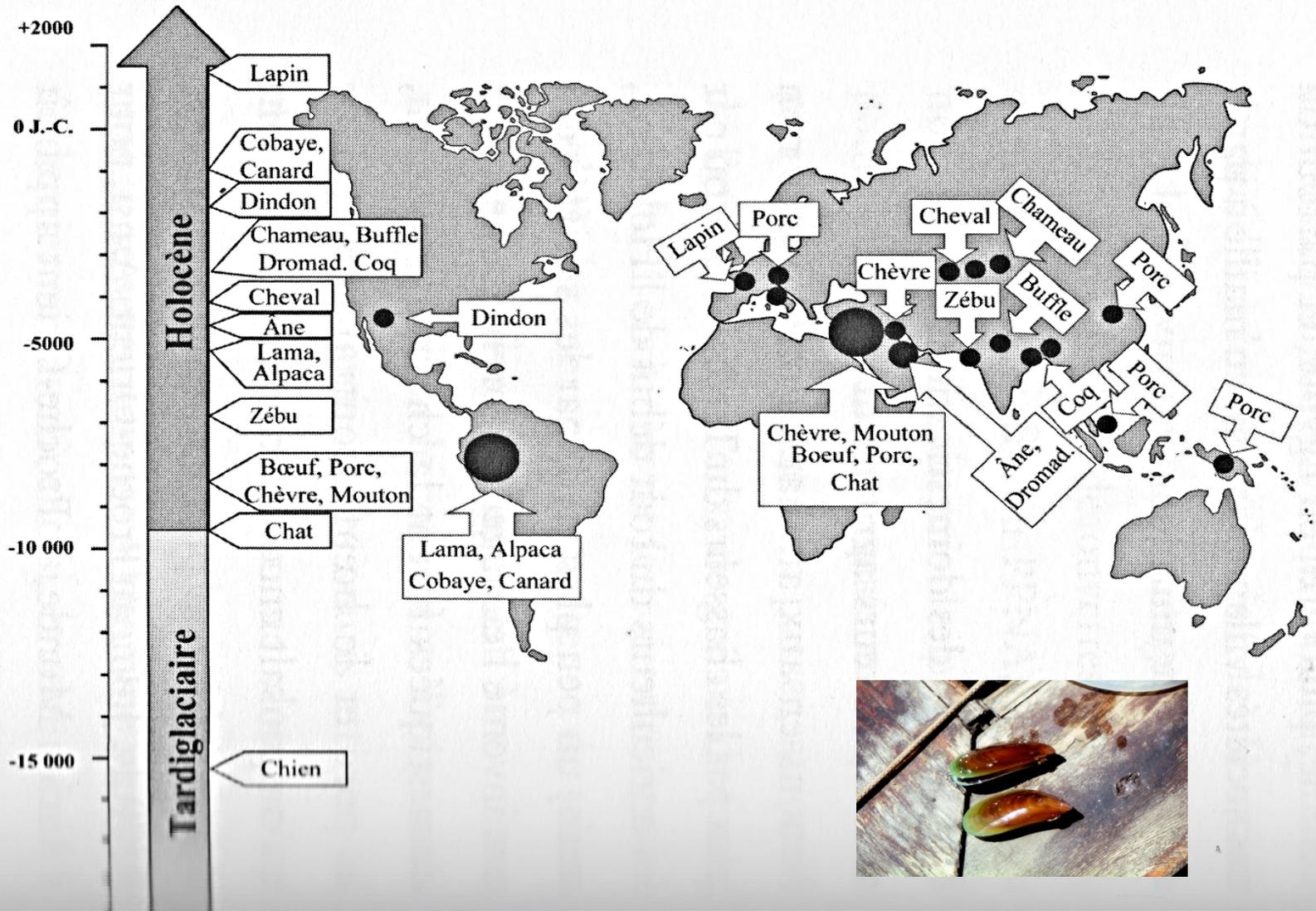
Des espèces emblématiques ?  
N espèces « en vrac » ?  
Une espèce qui pullule ?



©E Magnanou, 2012



Figure 4. Chronologie et répartition simplifiées des plus anciennes domestications connues pour les principales espèces domestiques.



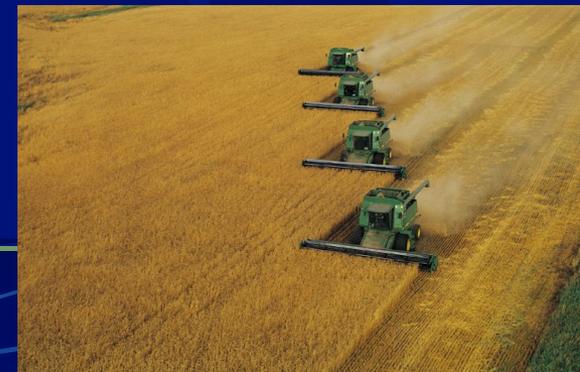
Adapté de J D Vigne, 2012, Le Pommier



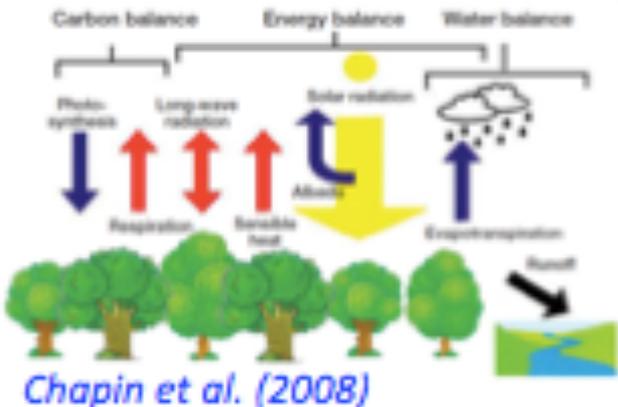
# L'avenir agricole

Demain, nourrir 9 milliards d'humains,  
Produire plus sans augmenter indéfiniment les surfaces agricoles, 1 500 millions d'ha actuellement,  
Ne pas gaspiller l'eau (80 % aujourd'hui !),  
Arrêter les usages de pesticides et d'insecticides dangereux, diminuer les engrais,  
Produire des produits sains,  
Ne pas détruire la biodiversité, en tirer parti,  
Développer les polycultures,  
Ramener de la vie dans les sols,  
Créer de l'emploi, quelle mécanisation ?

**De vrais programmes de recherche fondamentale !**



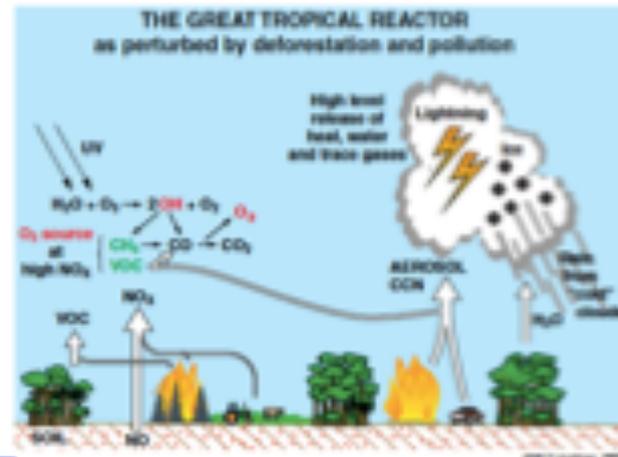
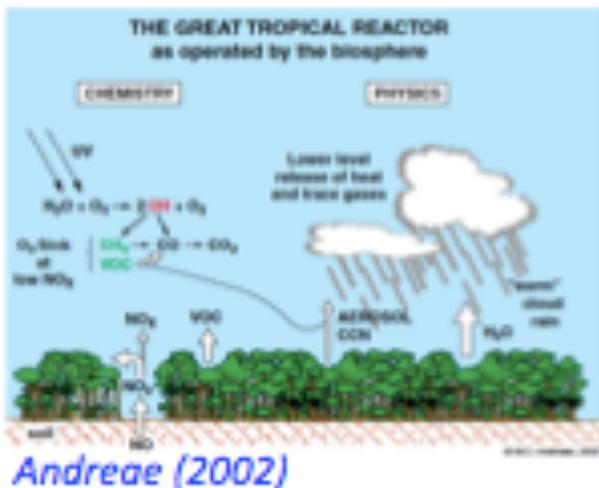
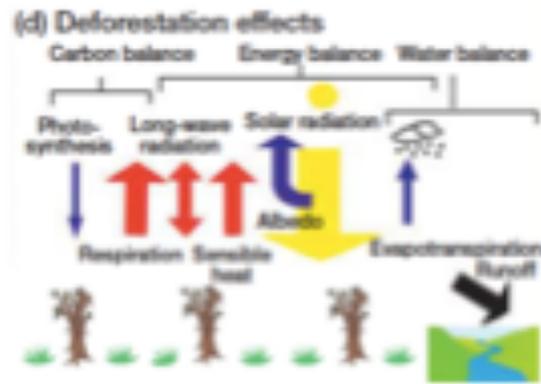
# Si composition végétale modifiée naturellement (e.g. impact du changement climatique) ou par action/s de l'Homme



N de Noblet, 2014

Tous les flux sont modifiés

± intensément



La magnitude du changement de chaque flux dépend du lieu (climat, qualité des sols, ...)

➔ La résultante de ces changements peut être ≠ d'un lieu à un autre

Ex.: déf. tropicale ➔ réchauffement, MAIS déf. boréale = refroidissement



# Very sensitive ecosystems.....

© G Boeuf, 2009



Sea grasses

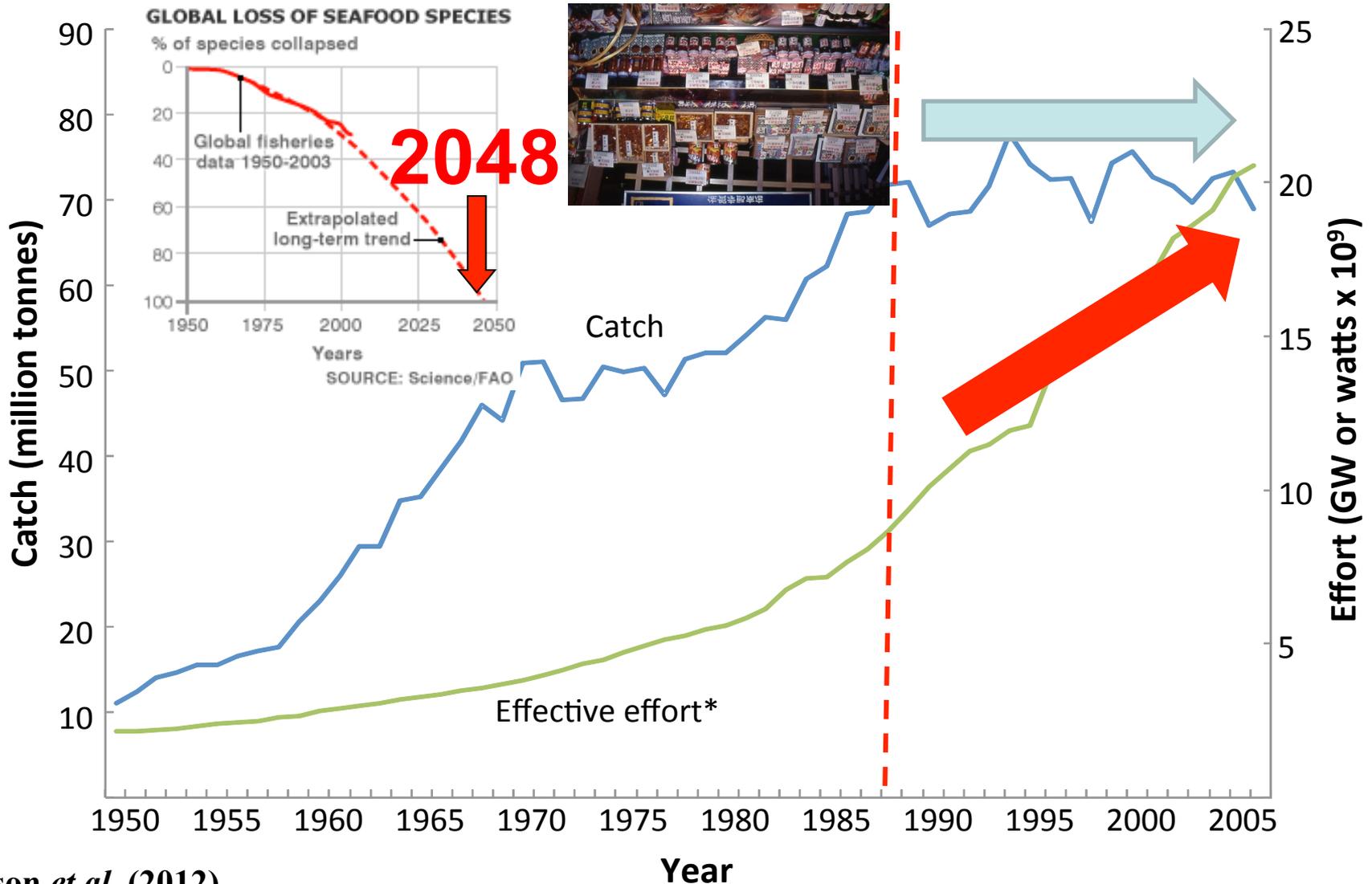


Mangroves



a

# Capture stable mais un effort de pêche qui s'accroît considérablement



Watson *et al.* (2012)

\*Effective effort indexed on 2000 based on average 2.42% increase annually

# « Shifting baseline » © P Bouchet, 2012

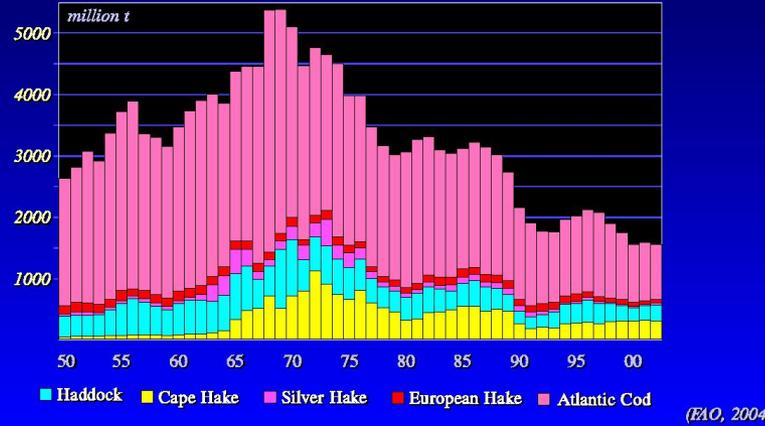
1926 – Thon rouge en mer du Nord



1957 - Trophées de Key West (USA)



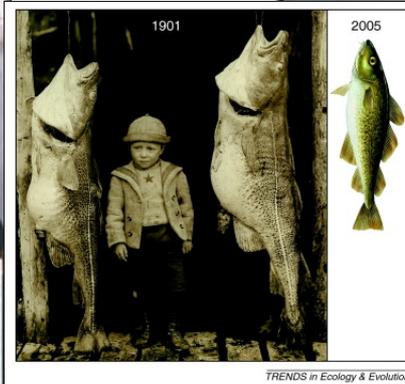
Catch of major demersal fish



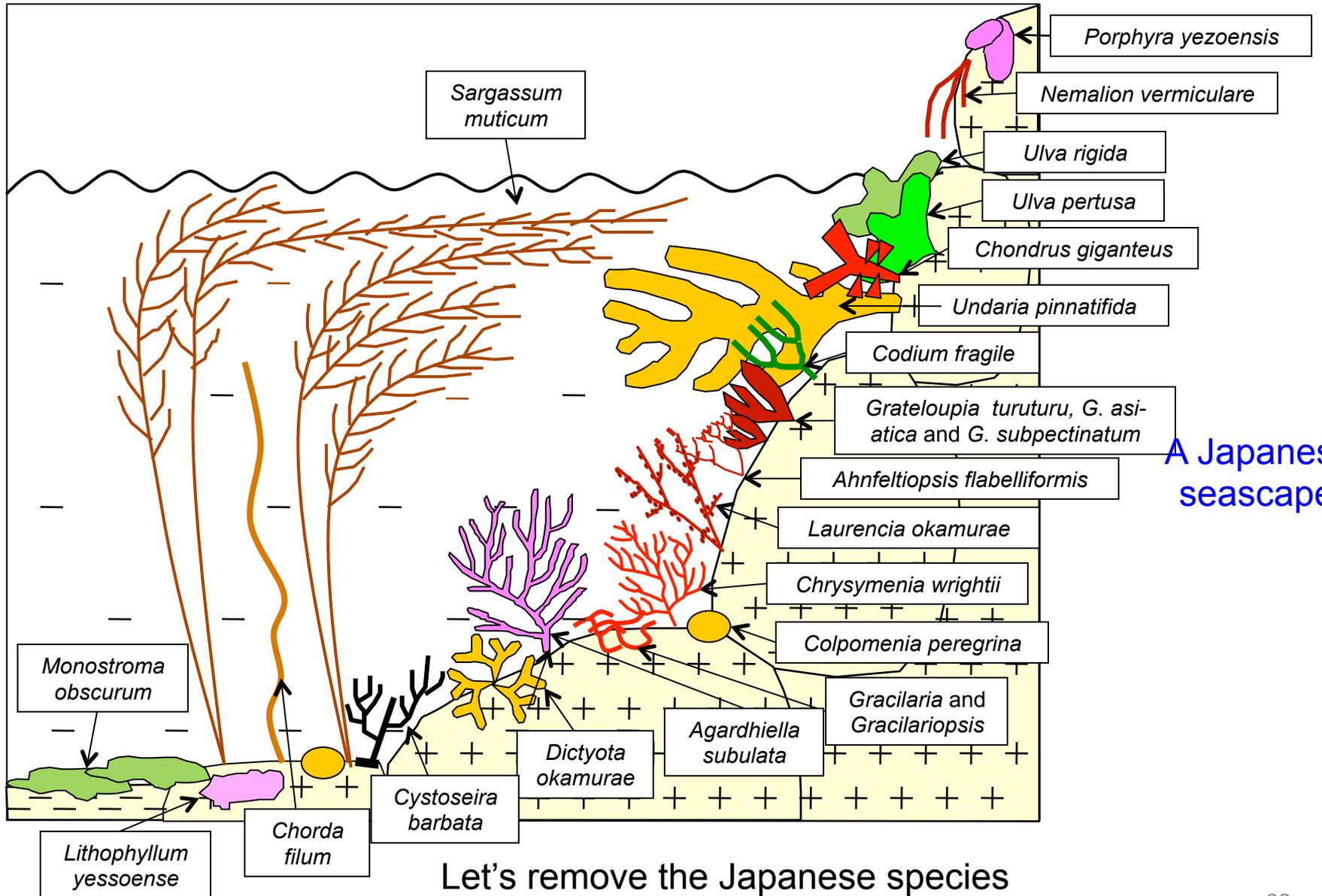
Début des années 80 – Key West



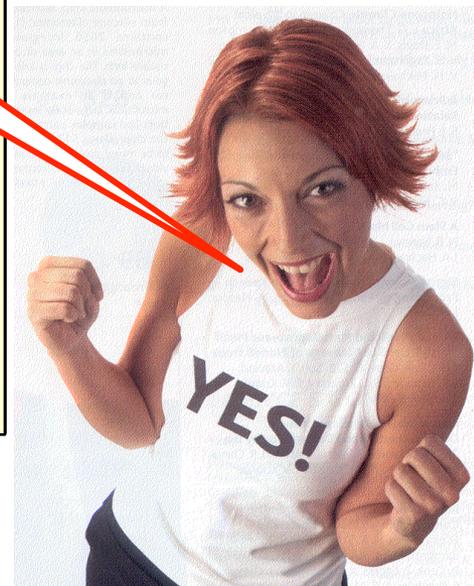
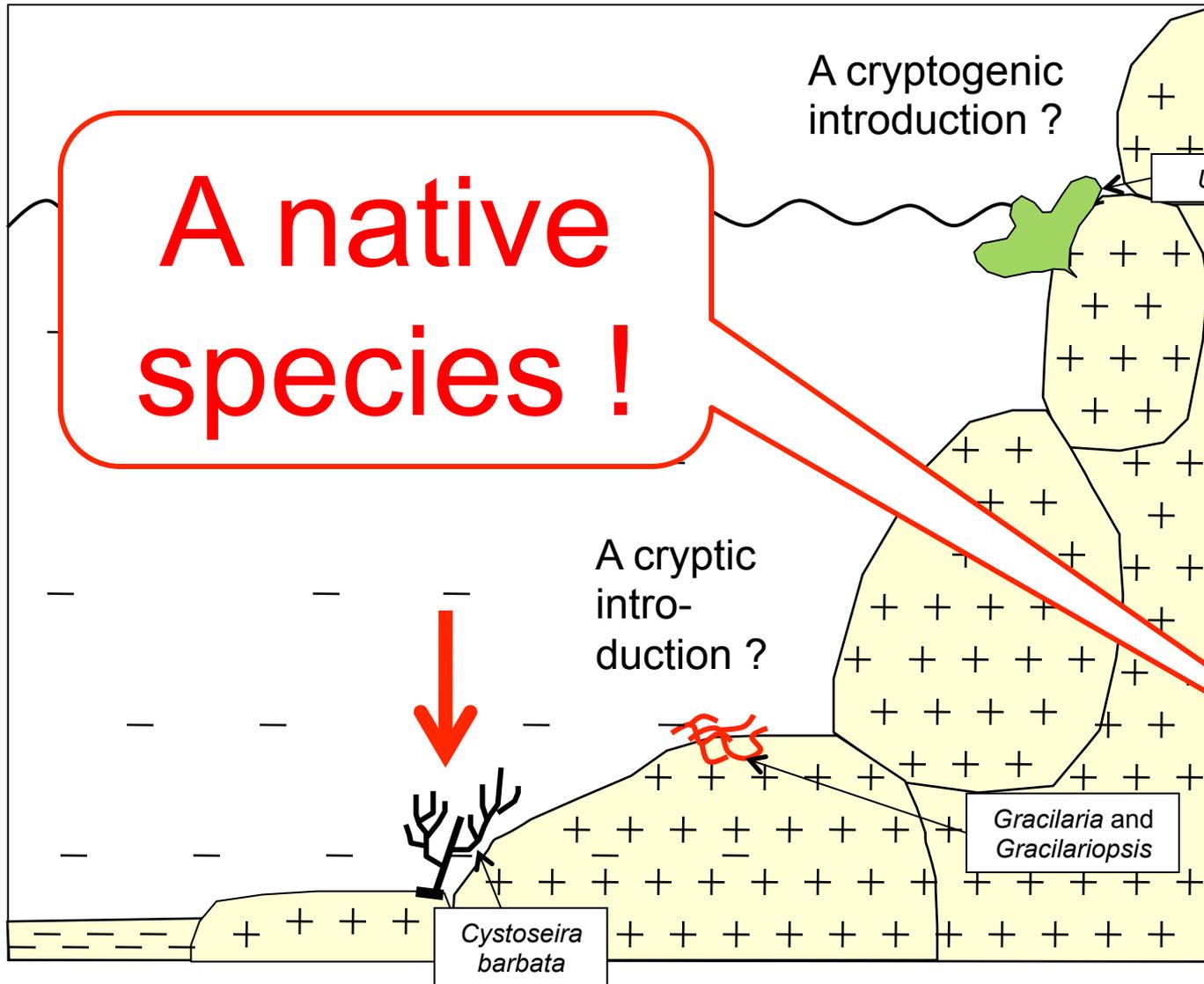
2007 – Key West



# Thau Lagoon: Macrophytes on shallow hard substrates



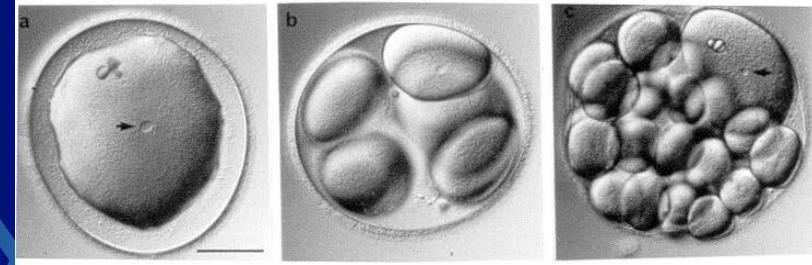
# Thau Lagoon: Macrophytes on shallow hard substrates



# Régulation du cycle cellulaire et cancer



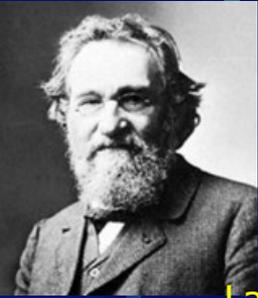
FROM: "GFP IN MOTION" TRENDS IN CELL BIOLOGY: ELSEVIER



Vée et al., *J. Cell Science*, 2001

Onze Prix Nobel obtenus à partir de modèles aquatiques

E Metchnikoff  
1908



O von Warburg 1931



J W Szostak



EH Blackburn 2009



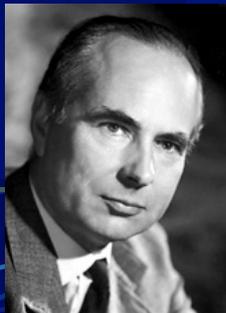
C W Greider

C Richet  
1913

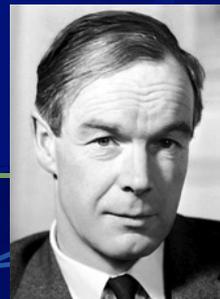


La phagocytose, les vagues calciques intra-cellulaires, le choc anaphylactique, les modalités de la transmission de l'influx nerveux, les bases moléculaires de la mémoire, les molécules-clé du cancer, le premier récepteur membranaire à un neurotransmetteur, la protéine de fluorescence verte de méduse,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

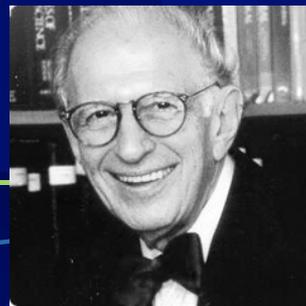
A Hodgkin 1963



A Huxley



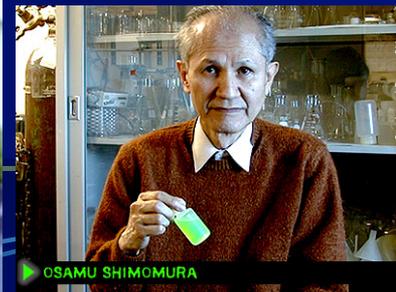
E Kandel 2000



T Hunt 2001



O Shimomura  
2008



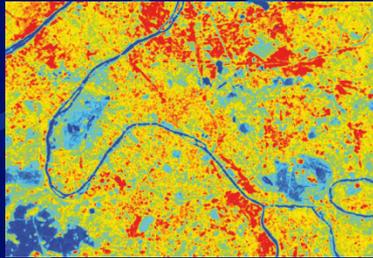
OSAMU SHIMOMURA

Courtesy of Osamu Shimomura

# Risques émergents, maladies émergentes

## Tous sont anthropogéniques

### SANS OUBLIER LE RISQUE MAJEUR, LA PAUVRETÉ



Projet « *One Health* »



## LES RISQUES ÉMERGENTS

- ❑ L'âge
- ❑ Le soleil
- ❑ Les pollutions atmosphériques
- ❑ Les toxiques
- ❑ Les infections bactériennes et virales
- ❑ Le risque immunitaire
- ❑ Le risque métabolique



## LES MALADIES ÉMERGENTES

- ❑ Les maladies liées à l'âge
- ❑ Les cancers de la peau
- ❑ Les maladies liées aux nouveaux polluants
- ❑ Certaines maladies infectieuses
- ❑ Les maladies auto-immunes
- ❑ Les maladies dites métaboliques

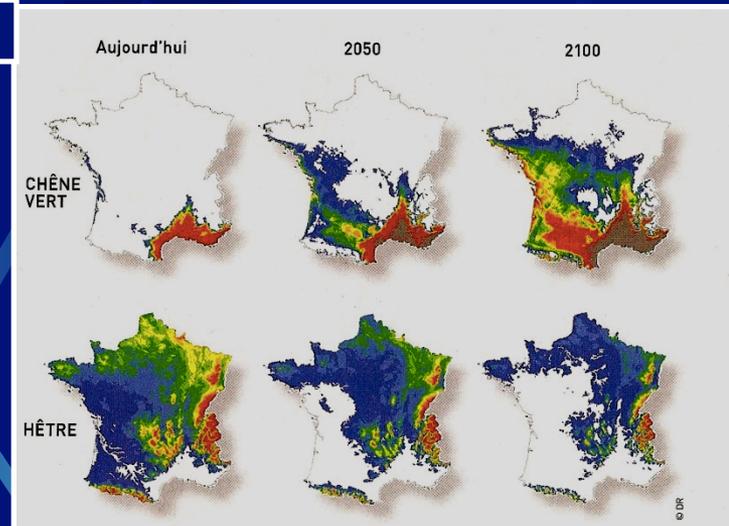
# Effets du changement climatique

- Température (air, océan) qui augmente...
- Fonte des glaciers,
- Cyclones tropicaux, fortes pluies et inondations,
- Sécheresses, le manque d'eau,
- Chute de l'oxygène dans l'eau,
- La remontée du niveau de la mer

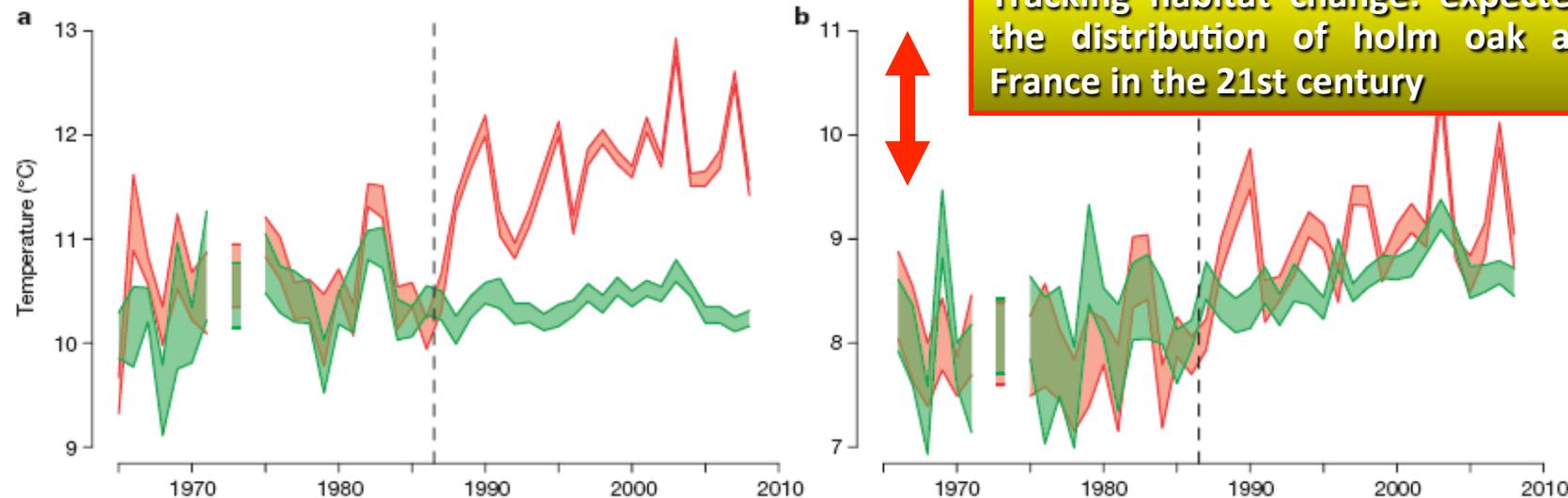


# Lowland plant lag behind climate warming

R. Bertrand et al, *Nature* 2011,  
479, 517-520



Tracking habitat change: expected changes in the distribution of holm oak and beech in France in the 21st century



Comparison of floristically (green) and climatically (red) reconstructed temperature trends 1965 - 2008.

a, Trends in **lowland forest plant** communities (<500m a.s.l.).

b, Trends in **highland forest plant** communities (500–2,600m a.s.l.). The thickness of lines shows the range of reconstructed temperature trends (n=1,000 trends). Dashed lines indicate the start of the contemporary climate warming period (1987–2008). Breaks in trends are due to no sample convergence for the years 1965 (in highland areas), 1972 and 1974 (in both lowland and highland areas).

# Inside the ocean...

- Nature Climate Change, E Poloczanska *et al.*, Aug 2013,  
● *Here, we synthesized all available studies of the consistency of marine ecological observations with expectations under climate change. This yielded a metadatabase of 1,735 marine biological responses for which either regional or global climate change was considered as a driver. Of the species responding to climate change, rates of distribution shifts were, on average, consistent with those required to track ocean surface temperature changes. Rates of observed shifts in species distributions and phenology are comparable to, or greater, than those for terrestrial systems.*
- **208 studies, 857 marine sp, 42 years of watching, 72 km per 10 years (6 for land sp), phytoplankton, 470 km per 10 years, 272 for fishes,**
- **Biologiques cycles largely advanced, size and structure of populations...**

© G Boeuf, 2018



© G Boeuf, 2016



# Prévoir pour agir

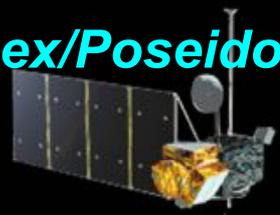
La Région Aquitaine  
anticipe  
le changement climatique

Rapport scientifique coordonné par Hervé LE TREUT

ANTICIPER  
LES CHANGEMENTS  
CLIMATIQUES  
EN NOUVELLE-AQUITAINE

POUR AGIR  
DANS LES TERRITOIRES

**Topex/Poseidon (1992)**



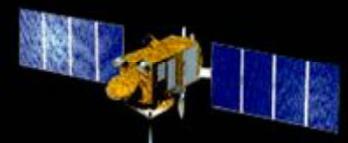
**Jason-1 (2001)**

**Jason-2 (2008)**

**ERS-1/2 (1991/1995)**

**Envisat (2002)**

**Saral/AltiKa (2013)**



© G Boeuf, Dec 2015

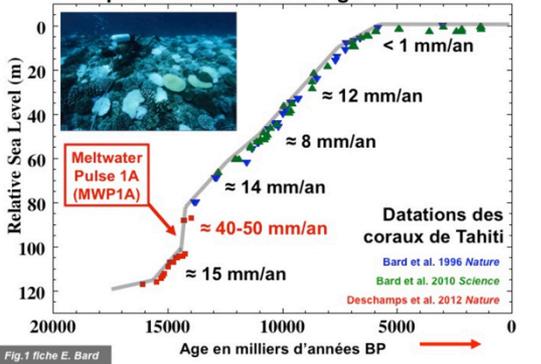


© G Boeuf, Apr 2015

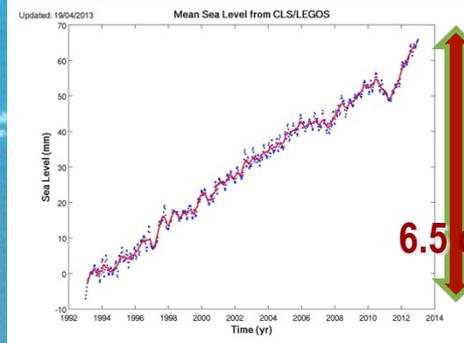


© G Boeuf, Dec 2015

**Remontée du niveau marin (> 120m) pendant la dernière déglaciation**



© G Boeuf, 2017



© A Cazenave, 2013

**Since the beginning of the 90's**  
**→ Spatial altimetry of high precision**

# Une planète, deux scénarios

WE  
ARE  
HERE

Nous laissons faire: +4°C



L'avenir  
est entre  
nos mains

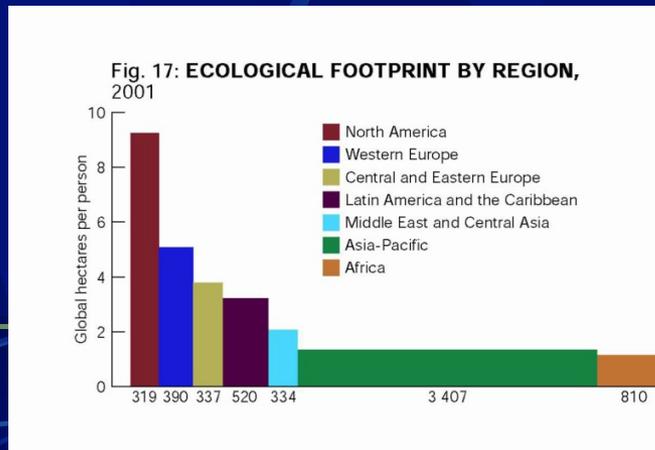
Nous agissons résolument: +2°C

1850

2020

2100

- Øystein Dahle, ancien vice-président d'Esso Norvège en 2002 « *Le socialisme s'est effondré car il ne permettait pas au marché d'exprimer la vérité économique. Le capitalisme pourrait disparaître s'il ne permet pas au marché d'exprimer la vérité écologique* ».
- Economie et écologie : **la réconciliation** ? Comment continuer dans un monde dans lequel 20 % des humains contrôlent, gèrent et consomment 80 % des ressources ?



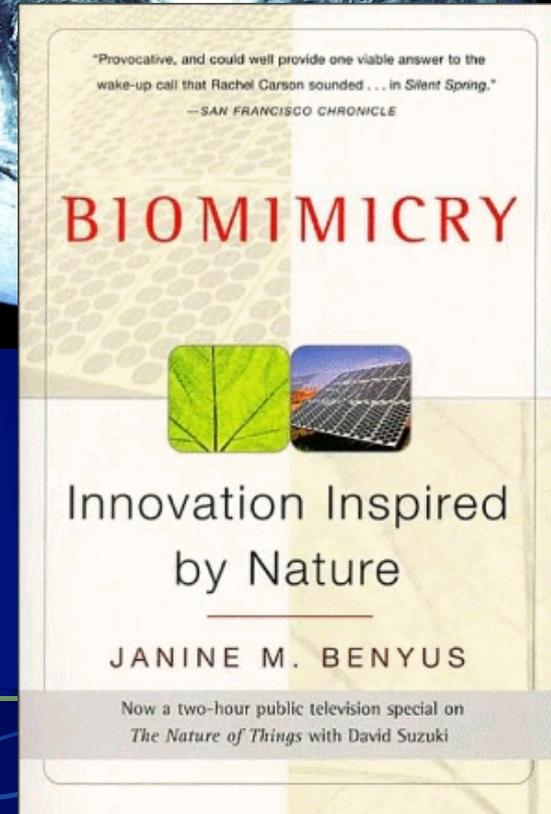
© Nature, 493, 17 Jan 2013



# Prévoir à long terme ?

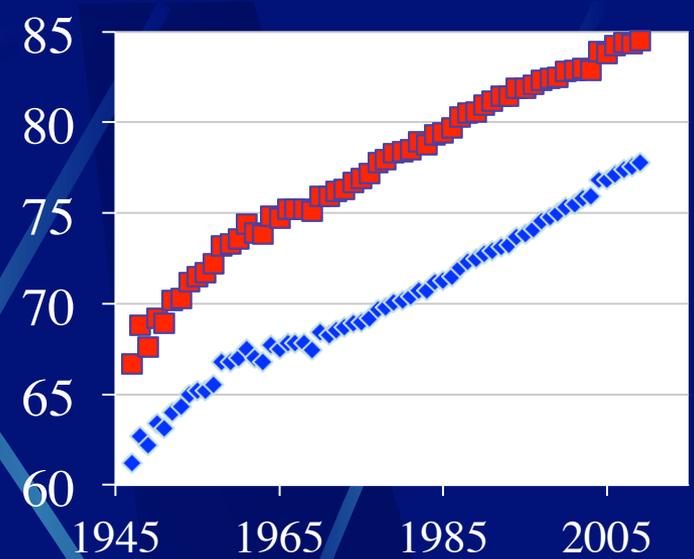
## Transformation

- Climat,
- Accès à l'eau,
- Gestion des déchets spatiaux,
- Gestion des déchets nucléaires,
- Stockage du CO<sub>2</sub>,
- Evolution de la biodiversité,
- Quels modes de gouvernance ?



# 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	+ 700%	(7Mds)
Rendements végétaux	+ 1000%	(70 q/h)
<b>Économie</b>	+ 2000%	(?)
Connaissances	+ ??? %	

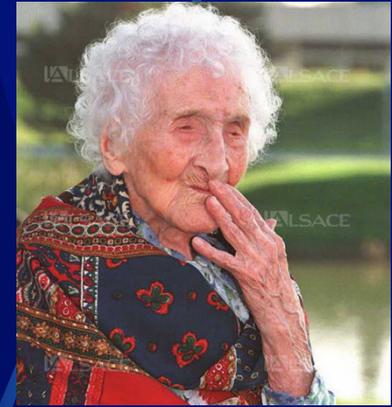
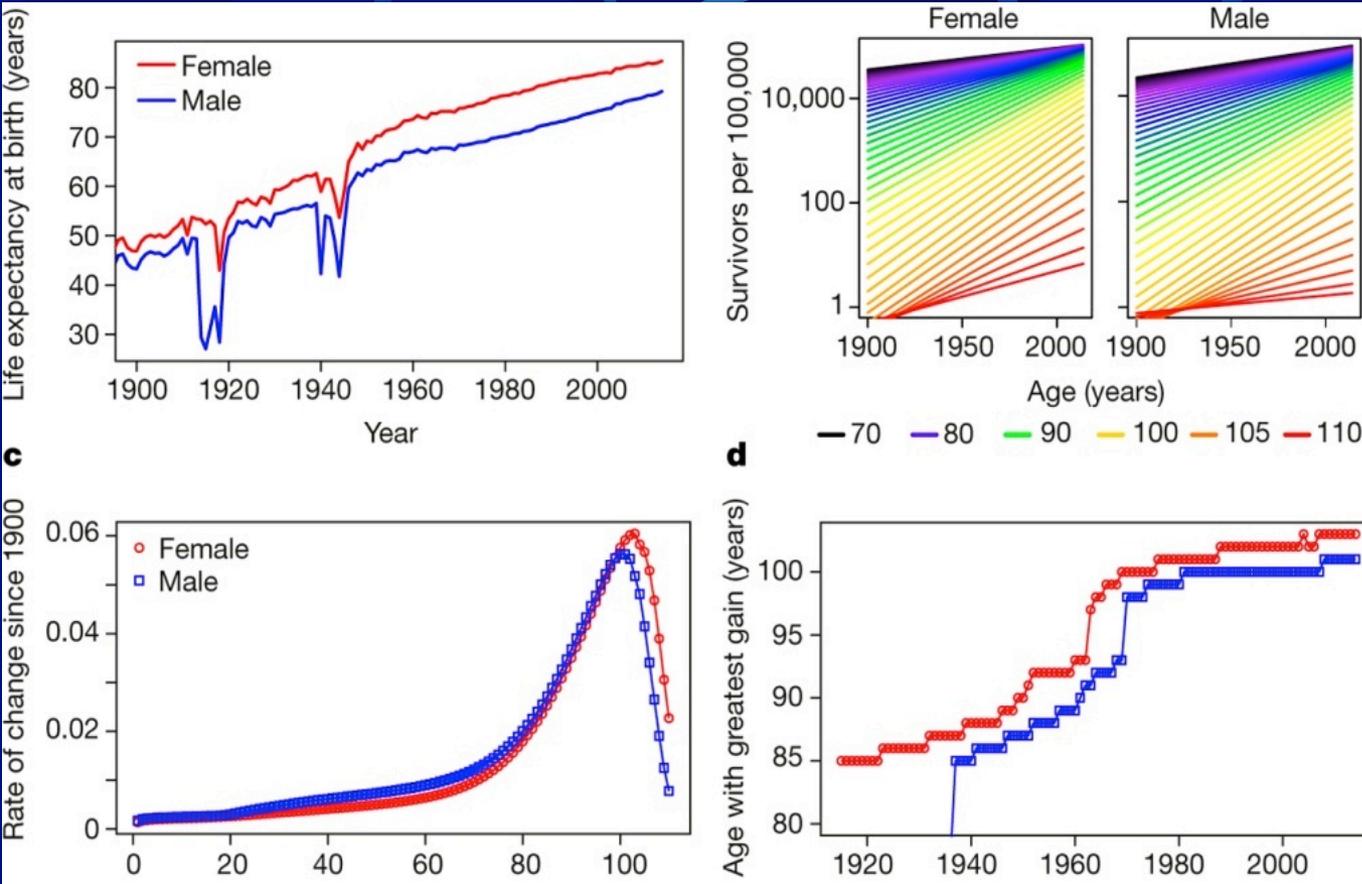


Très long terme : en aurons-nous le temps ?

19 - 20<sup>ème</sup> siècle

# Evidence for a limit to human lifespan

Xiao Dong, Brandon Milholland & Jan Vijg, Nature, doi:10.1038/nature19793, 5 octobre 2016



Jeanne Calment, Fr 122 y and 164 d

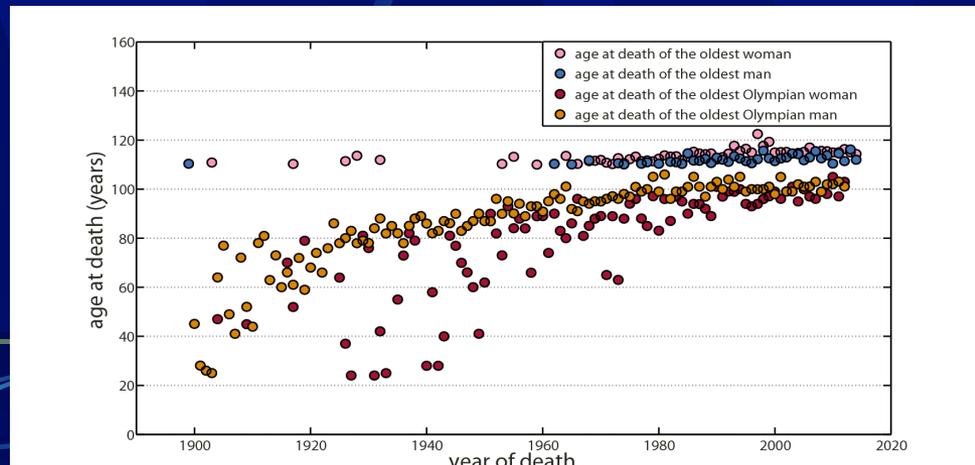
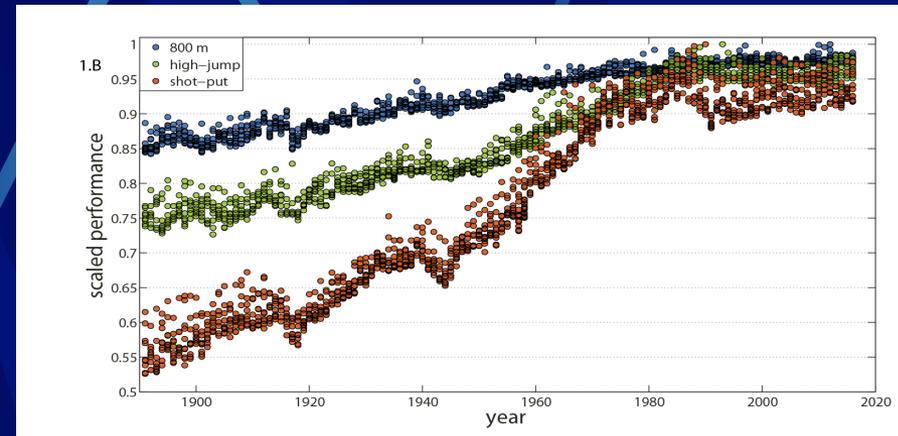
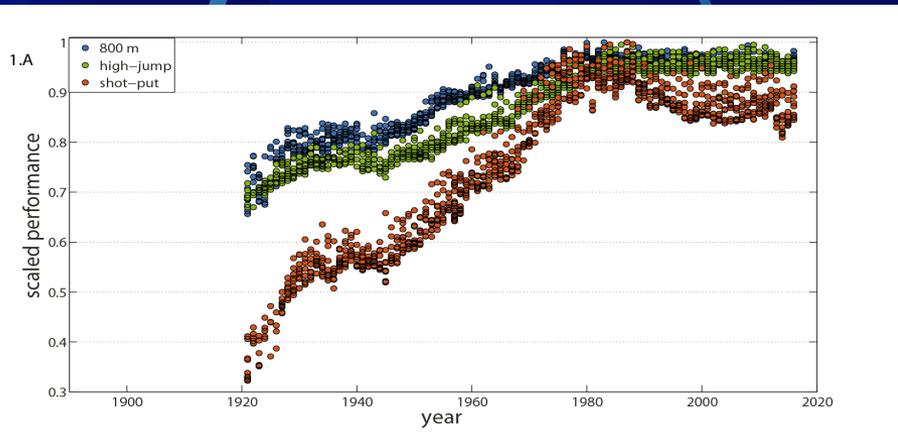


Tane Tanaka, Jap 118

Trends in life expectancy and late-life survival

# Are We Reaching the Limits of Homo sapiens?

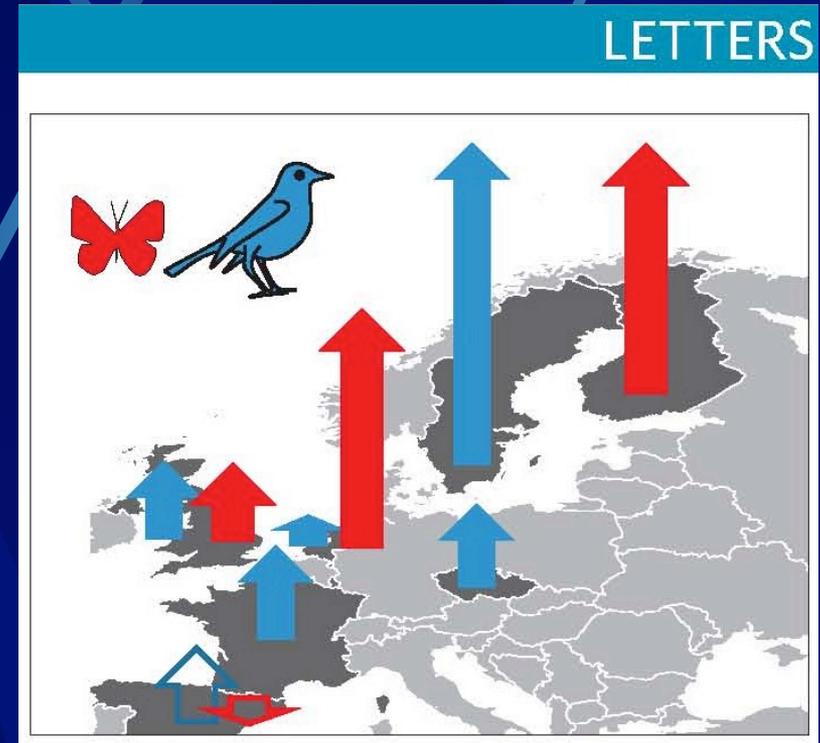
Adrien Marck, Juliana Antero, Geoffroy Berthelot, Guillaume Saulière, Jean-Marc Jancovici, Valérie Masson-Delmotte, Gilles Boeuf, Michael Spedding, Éric Le Bourg and Jean-François Toussaint.



# Differences in the climatic debts of birds and butterflies at a continental scale

Devictor *et al.*, *Nature Climate Change*, Jan 2012,

**Figure 3 | European variations in the temporal trend of bird and butterfly CTI.** The map shows the temporal trend of bird and butterfly CTI for each country. The height of a given arrow is proportional to the temporal trend and its direction corresponds to the sign of the slope (from south to north for positive slopes). The arrow is opaque if the trend is significant.



Oiseaux et papillons volent moins vite que la température : la traque à l'habitat !  
33km pour les oiseaux, 114 km pour les papillons, sur 18 ans. 1°C vers le N, 249 km en Europe, accumulation de la « dette climatique ».

# S'inspirer ?

## La vie, quelle entreprise\* !



- S'inspirer des formes,
- S'inspirer des mécanismes, des matériaux,
- S'inspirer des relations durables établies,
- Très grande interdisciplinarité.



**RECHERCHES BIO-INSPIRÉES**

Une opportunité pour la transition écologique ?

**COLLOQUE**

**10 décembre 2012**

Muséum national d'Histoire naturelle

Muséum national d'Histoire naturelle

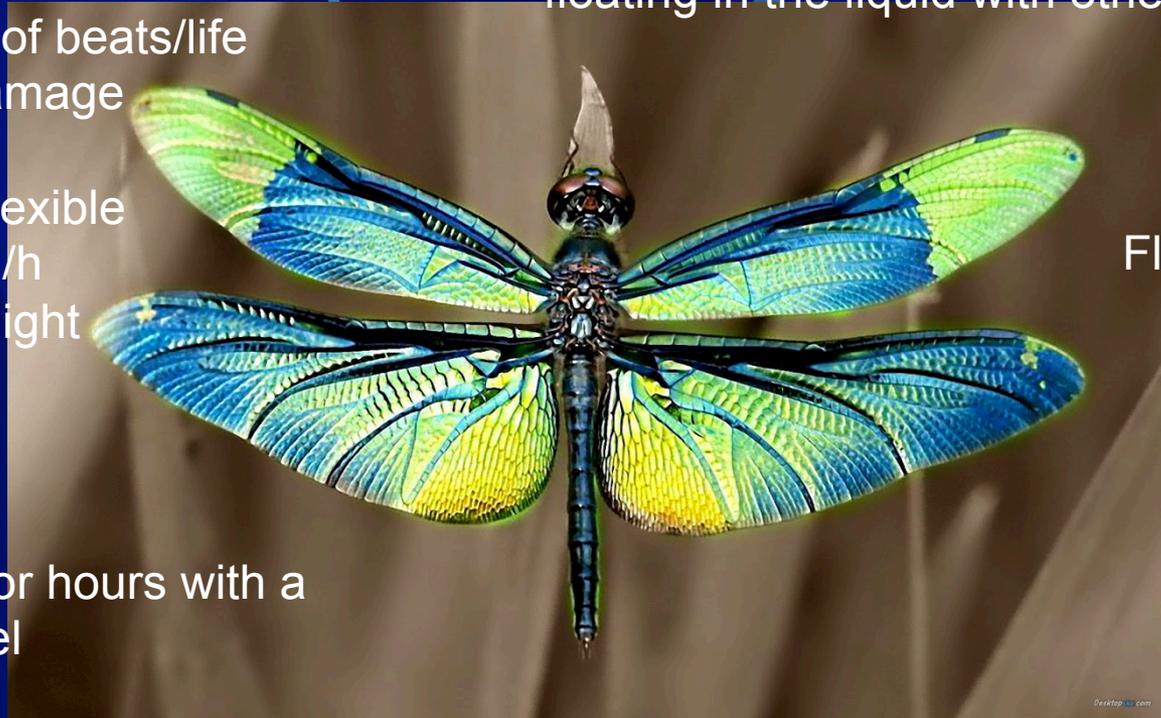
# The incredible dragonfly

Elastic tendon (resilin),  
Frequencies till 42 Hz  
20 million of beats/life  
without damage

capable of acceleration of 30 g, a blood stirred  
constantly by a heart-shaped tube,  
floating in the liquid with other bodies

Light resistant flexible  
wings, till 90 km/h  
Air 9 technical flight  
performances

Flight speed sensor



Flight capacity for hours with a  
few grams of fuel

360 view, able to see at  
300 frames per second

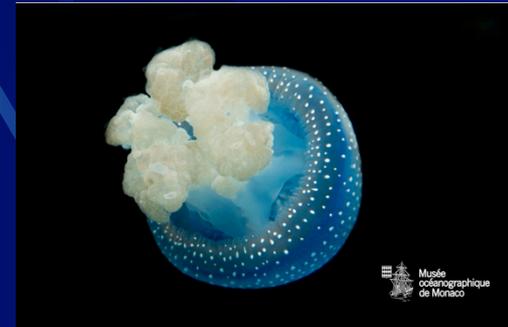
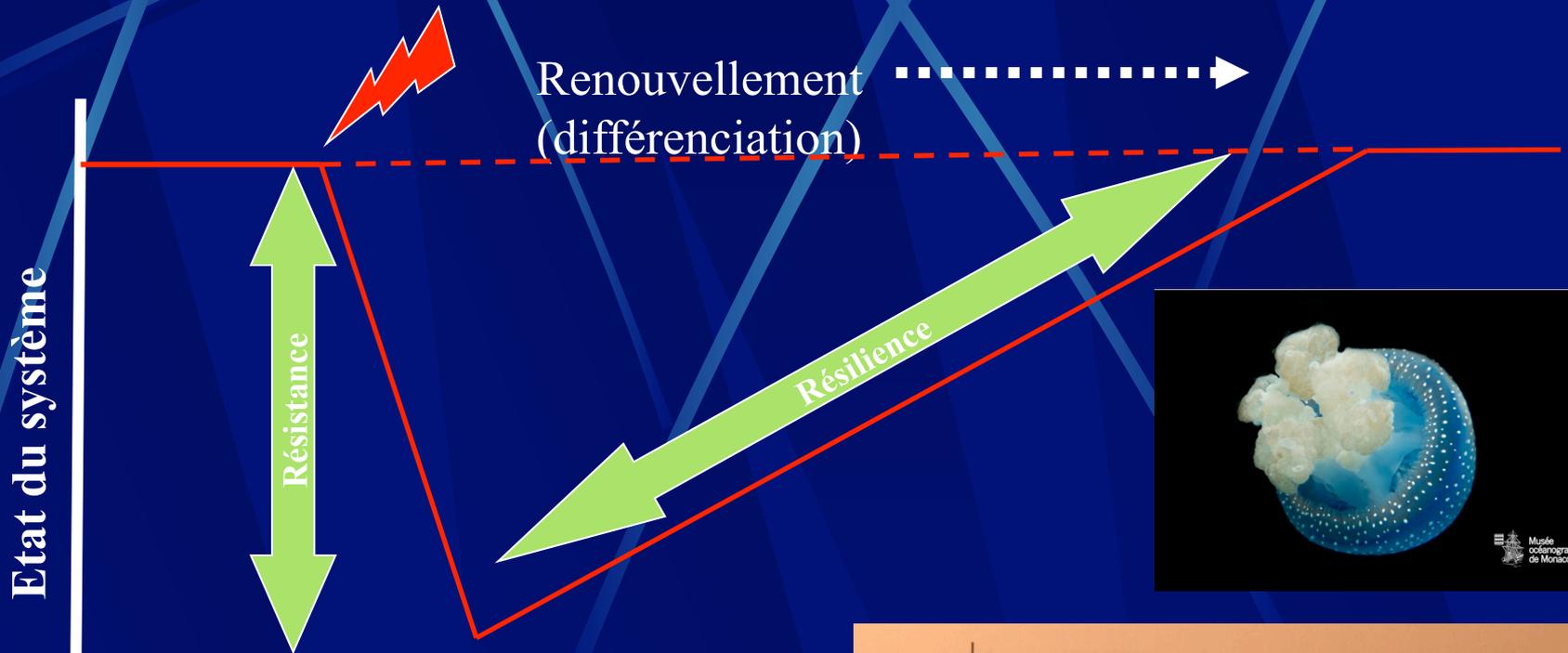
an aerodynamic body, resistant exoskeleton  
for minimal weight, chitin, and limestone

# Les avantages du vivant

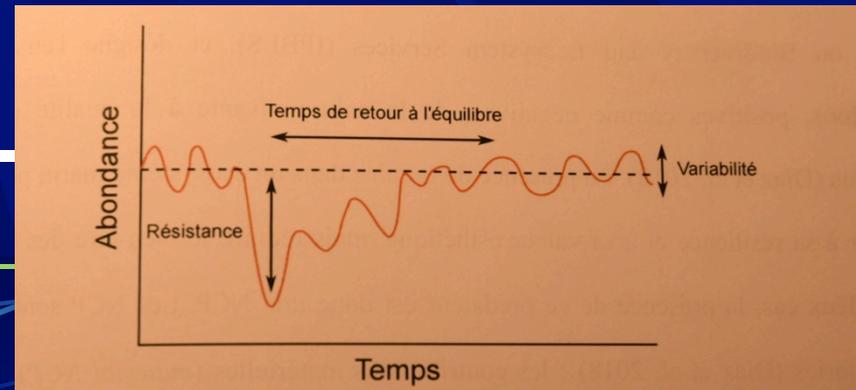
- Le vivant innove constamment et ceci, depuis la nuit des temps,
- L'innovation est utilisable par tous,
- Tout se fait avec une grande parcimonie d'énergie,
- La nature ne produit jamais une substance qu'elle ne sait pas dégrader, elle trouve toujours un acheteur pour ses déchets !
- Le vivant « travaille » dans les conditions ambiantes,
- Le vivant « travaille » avec les éléments abondants...

Conclusion : Stopper une économie stupide et suicidaire qui consiste à faire du profit en détruisant ou surexploitant la nature !!

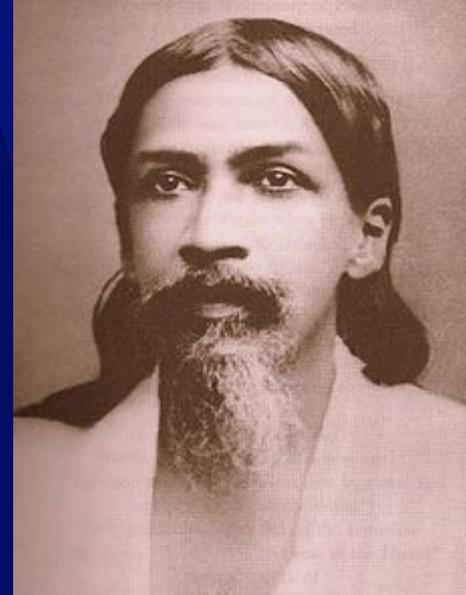
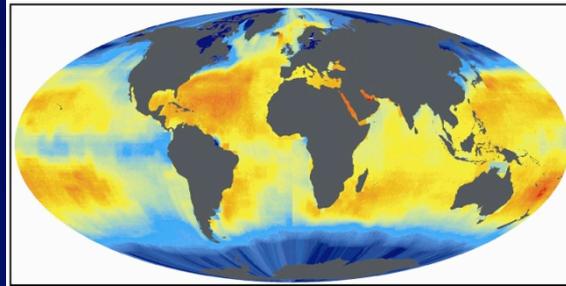
# Réponse des systèmes aux perturbations



Temps



# Changer ?



- *« L'Homme ne peut plus désormais supporter le développement gigantesque de la vie extérieure sans un changement intérieur »,*
- *« ...Si l'humanité veut survivre, une transformation radicale de la nature humaine est indispensable... ».*



# Edgar Morin, 2010, Bayard, Paris

## *Comment vivre en temps de crise ? 2018*

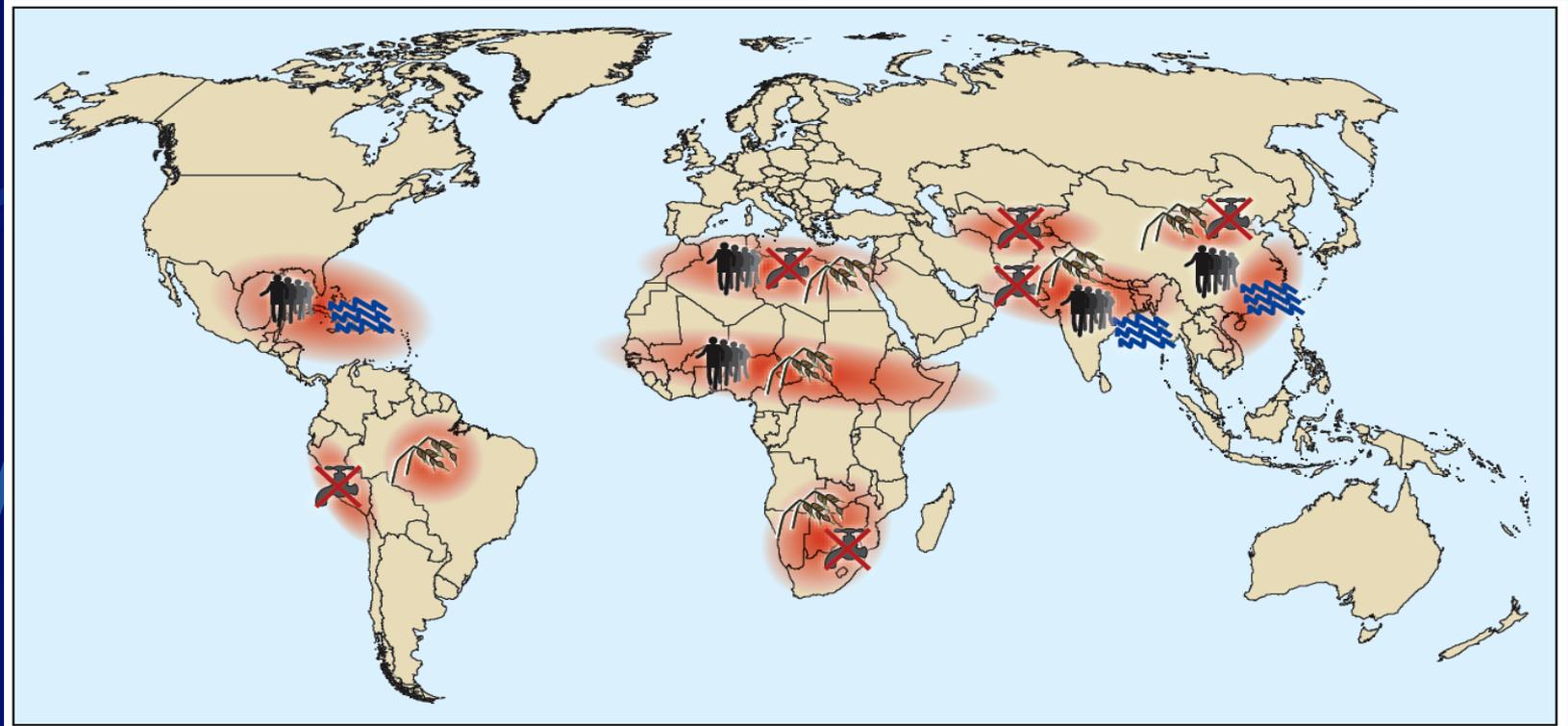
- *Le vaisseau spatial Terre est emporté par un quadrimoteur, la science, la technique, l'économie et le profit. Et chacun de ces moteurs est profondément ambivalent.*
- *Le probable est catastrophique, il est que nous allons vers l'abîme.*
- *Pourtant, il y a toujours eu de l'improbable dans l'histoire humaine, le futur n'est jamais joué.*
- *Le propre de la métamorphose, comme de toute création, est de ne pas être prévisible... il nous manque la conscience d'humanité planétaire...*
- *Homo faber, H. demens, H. sapiens.*



Duo, Mak' it, Montpellier, 7 mars 2019

*«A force de sacrifier l'essentiel à l'urgence, on finit par oublier l'urgence de l'essentiel» Edgar Morin, 2018.*

# Security risks & hot spots caused by climate change



Degradation of  
Freshwater Resources



Decrease of  
Food Production



Hot Spot



Increase of Storm and  
Flood Catastrophes



Migration

WBGU 2007