

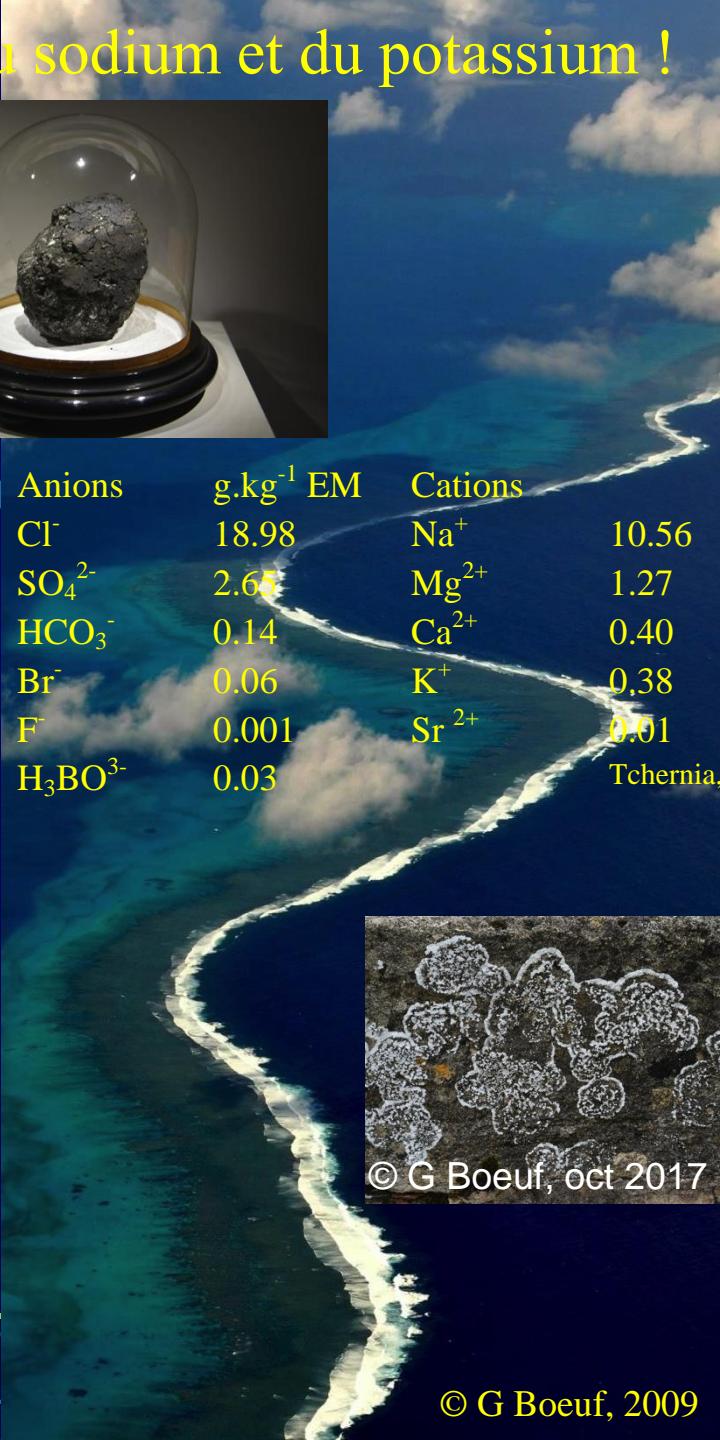
# Tout a commencé dans l'océan : l'histoire du sodium et du potassium !



- 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>



| 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 <sup>3-</sup> | 0.03                  |                  | Tchernia. |

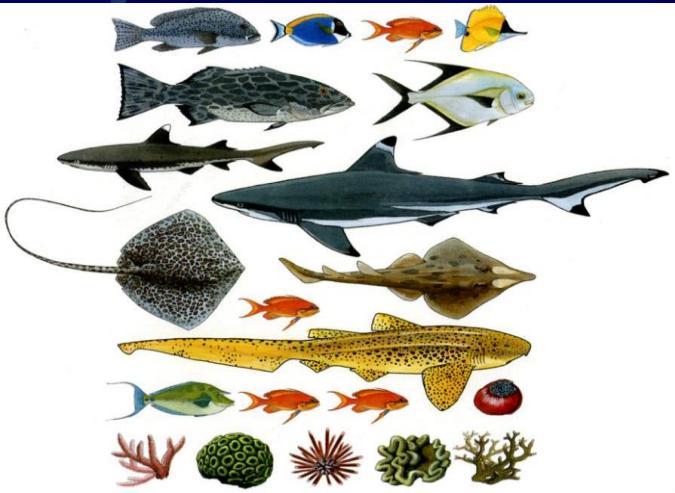


© G Boeuf, oct 2017

© G Boeuf, 2009

# Blue Planet

- Seas and oceans cover more than 70 % of the Earth surface, the blue planet, 99 % in volume, average depth 3800 m,
- Life emerged in the « ancestral ocean »,
- 12 animal phyla (on 31) are only marine, 13 % of the known species, but 10 % of the living carbon biomass is due to bacteria of the subsurface layer,
- Phytoplankton in productivity > 50 % of the capacities of the living.
- Connectivity, one Ocean,
- Higher stability, for My, T° , pH, salinity ...
- Salinity, the same one in all parts of the open ocean, 1050 mOsm.l<sup>-1</sup>,
- Dispersion and dissemination, endemism,
- Marine fisheries, 98 Mt, 131 Mt mariculture (2018), 26 000 pharmaceuticals, models...

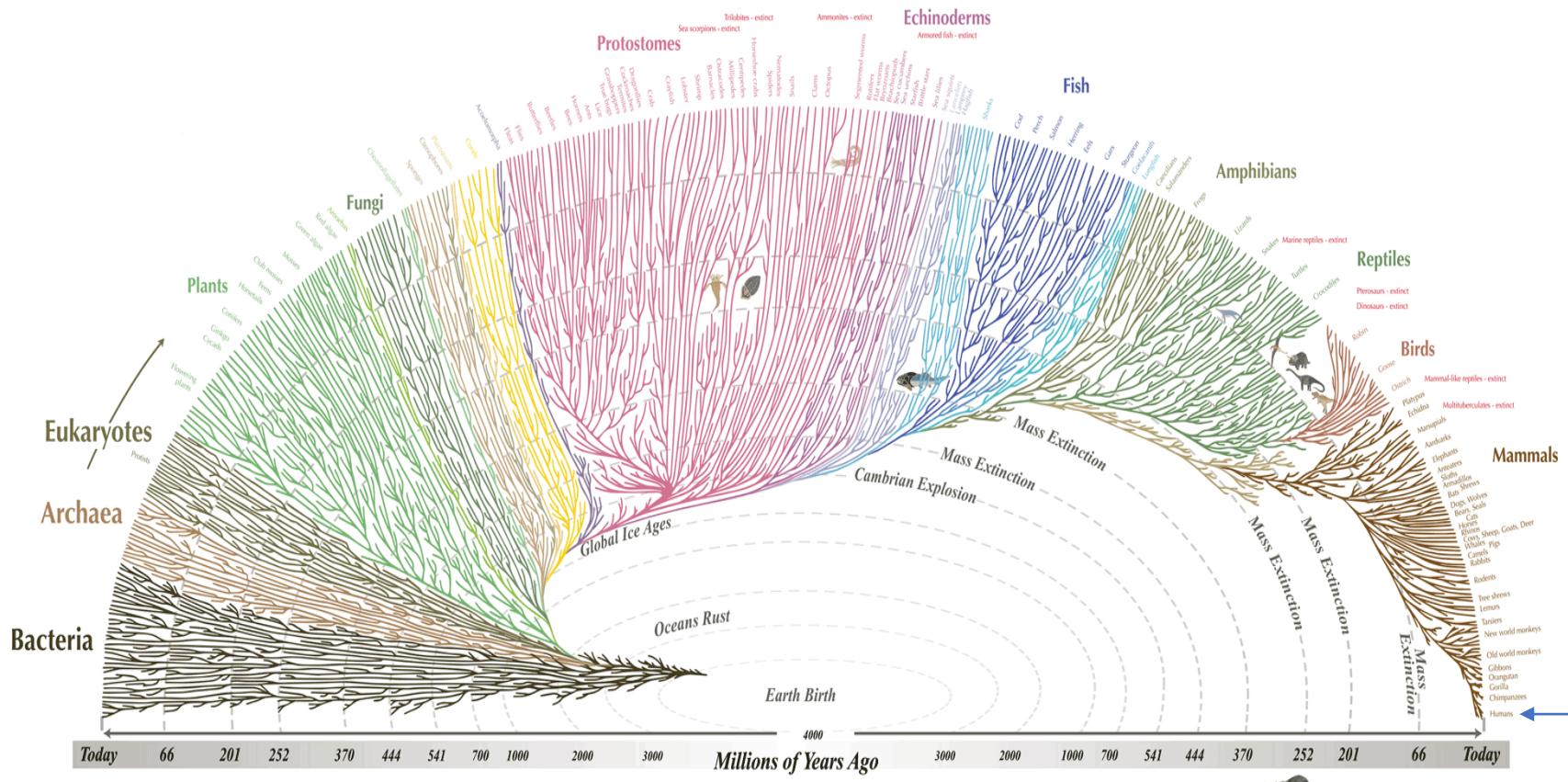


CSM, Monaco, 2006



Species diversity

300 000 species, of which 97 000 only for coral reefs



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



© 2008, 2017 Leonard Eisenberg. All rights reserved.  
evogeneao.com

# Marin/continental pour les animaux

- Marin : toute une série de groupes n'ayant jamais conquis le milieu continental, ED et terrestres



- Continental : ED et terrestres, essentiellement, arthropodes, mollusques, vertébrés...



# Very sensitive ecosystems...

© G Boeuf, 2009

Mangroves



Sea grasses



Ifremer



# Exclusively Marine Groups

Boeuf, 2011

| phylum                 | Number of sp  | pelagic    | benthic |
|------------------------|---------------|------------|---------|
| <i>Placozoa</i>        | 3             |            | X       |
| <i>Ctenophora</i>      | 190           | X          |         |
| <i>Xenoturbellida</i>  | 2             |            | X       |
| <i>Cyclophora</i>      | 2             |            |         |
| <i>Mesozoa</i>         | 165           |            |         |
| <i>Sipuncula</i>       | 1284          |            | X       |
| Echiurians             | 234           |            | X       |
| Phoronidians           | 31            |            | X       |
| <i>Brachiopoda</i>     | 441 (> 12000) |            | X       |
| <i>Echinodermata</i>   | > 14000       | X          | X       |
| <i>Chaetognatha</i>    | 280           | X          | X       |
| <i>Hemichordata</i>    | 143           |            | X       |
| <i>Cephalochordata</i> | 25            | Sub-phylum | X       |
| <i>Tunicata</i>        | 3000          | Sub-phylum | X       |



©P. Bouchet, 2012, MNHN

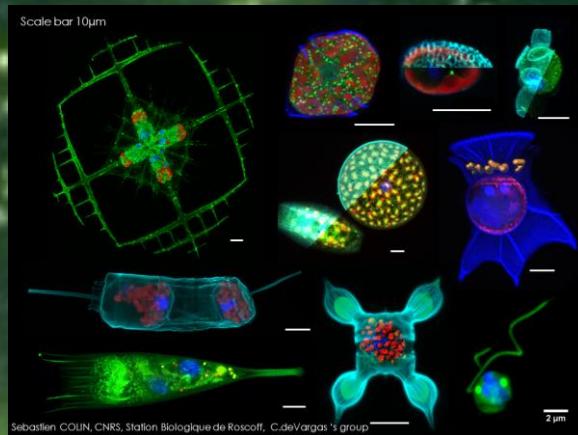
© Tara Oceans, 2015



**PROTIST**

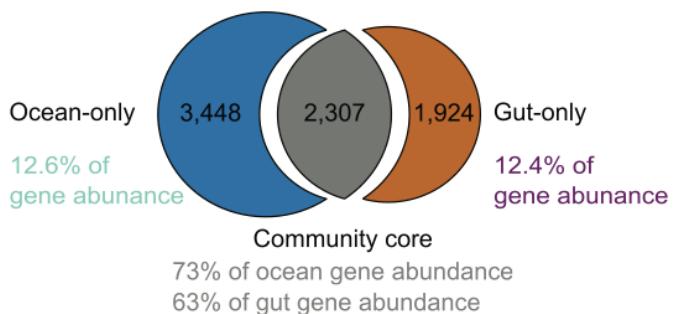
**Virus**

**Bacteria**

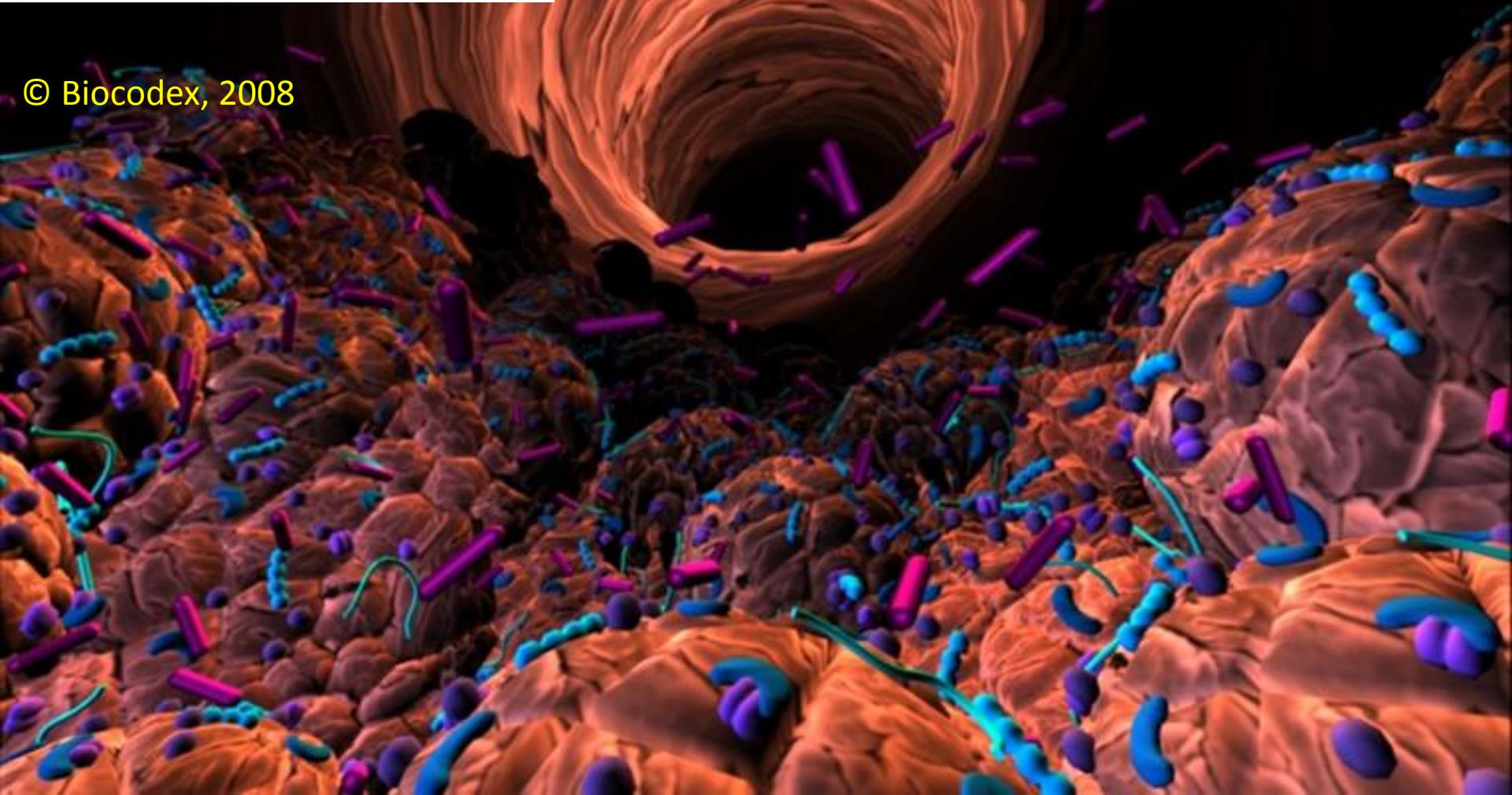


*98% of the oceanic biomass is unicellular!*

### C Ocean core vs gut core orthologous groups



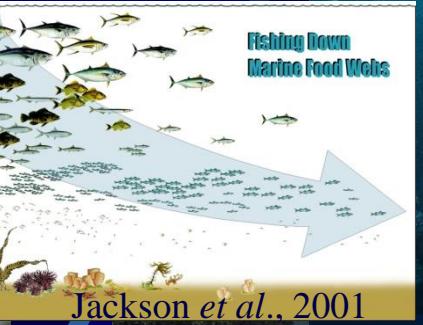
© Biocodex, 2008



# Biodiversity endangered?

© M. Taquet

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



2 Overexploitation

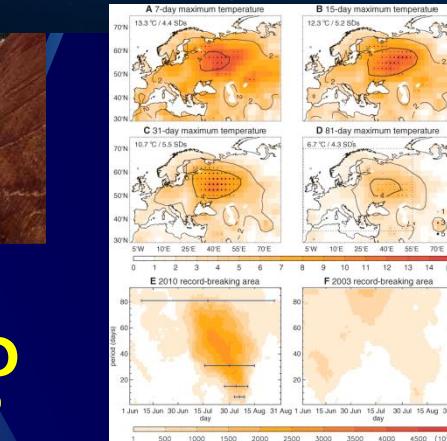
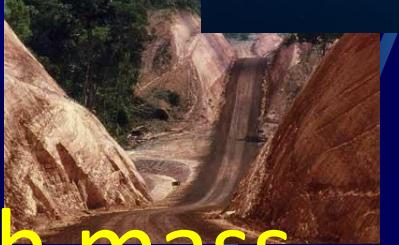


Figure 15  
Distribution géographique de la vitesse d'évolution du niveau de l'océan, mesurée entre janvier 1955 et octobre 2003, issue du satellite TOPEX-POSEIDON. © CNES, LEGOS

1 Destruction and pollution



Has the Earth's sixth mass extinction already arrived?



Barnosky *et al.*, Nature, 2011

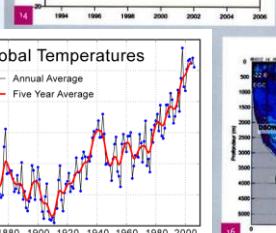
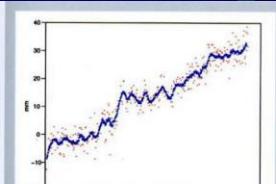
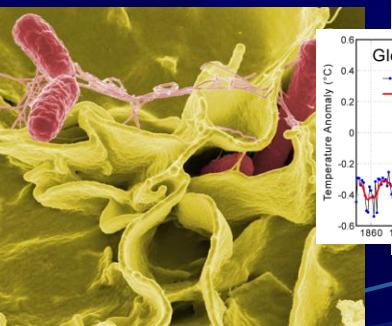
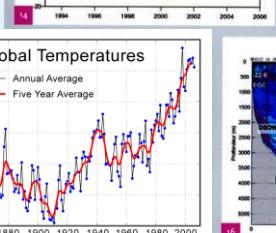
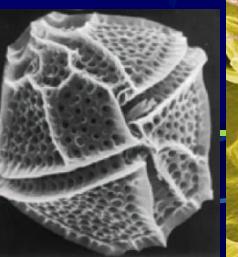


Figure 16  
Coupe hydrographique obtenue dans le secteur Atlantique Nord-Est entre la Grönland et le Portugal pendant la campagne OVIDEE en 2002 et représentant la salinité, mais aussi les deux masses d'eau significativement différentes entre 1997 (en noir) et 2002 (en blanc). © IFREMER, INSU, LPO



4 Climate change

3 Alien invasive species



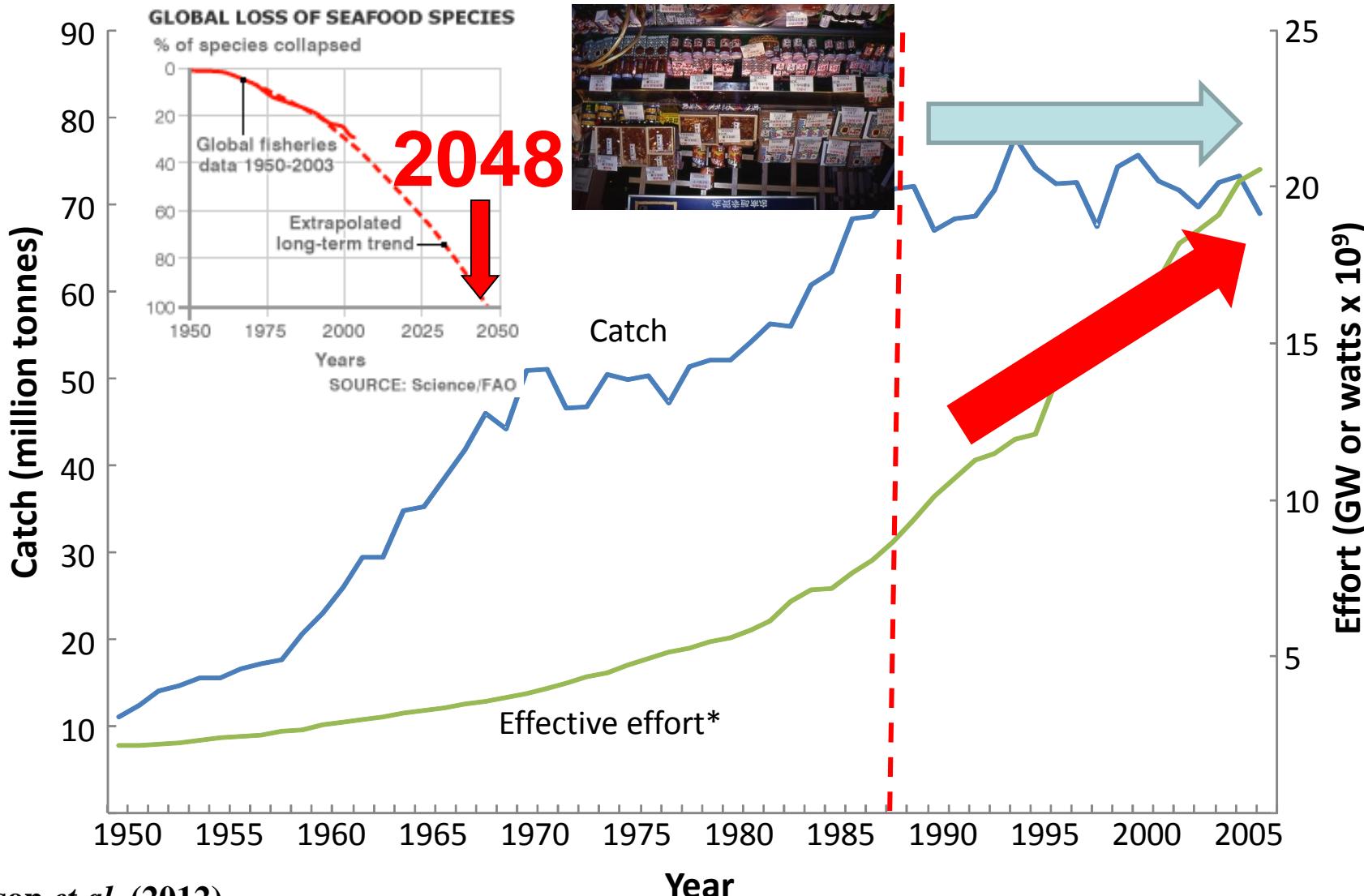
By Diego Delso, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=50317414>

# Problèmes majeurs de pollution

© G Boeuf, 1978



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



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

# « Shifting baseline » © P Bouchet, 2012

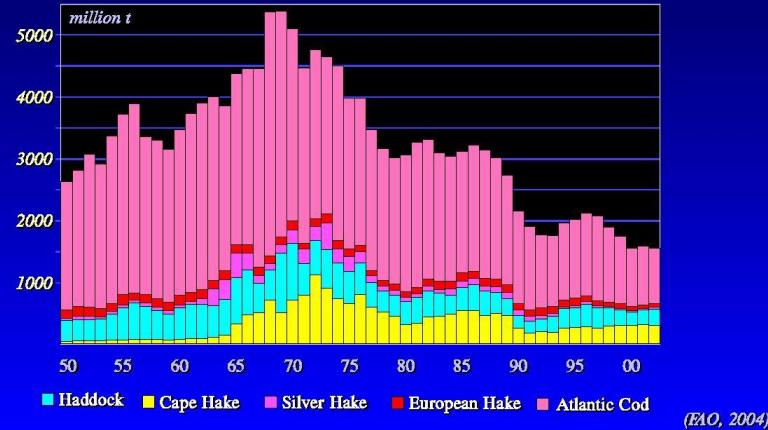
1926 – Thon rouge en mer du Nord



1957 - Trophées de Key West (USA)



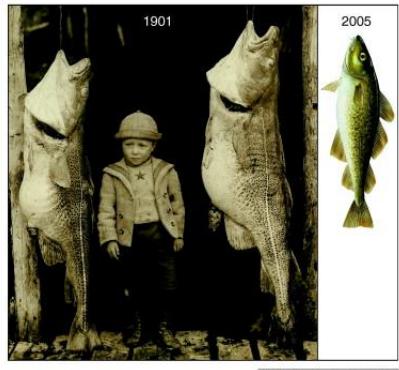
## Catch of major demersal fish



Début des années 80 – Key West



2007 – Key West



# Aquaculture types



32,4 Mt en 2018, 6,6 M US \$



17,5 Mt  
20,7



Photos O. Barbaroux

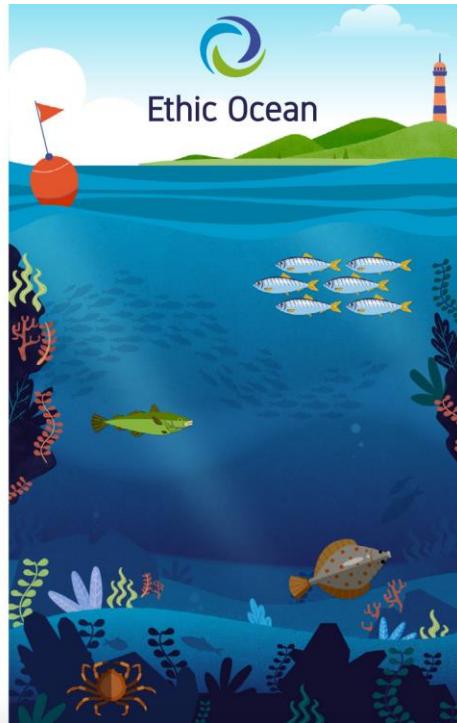
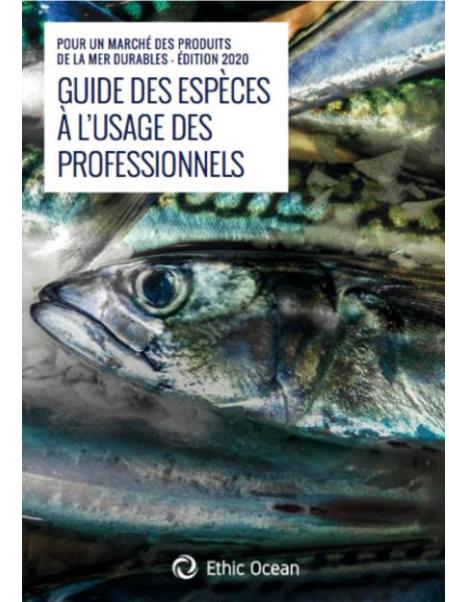
9,4 Mt  
48,6



54,3 Mt  
110,3

# Guide des espèces

- Edition 2021 – pour mai 2021
- Application mobile en cours



## POISSONNIER : GUIDE D'ACHAT

L'expérience utilisateur détaillée du guide d'achat

**Bar / Loup**  
Dicentrarchus labrax

Especie qui vit dans les eaux côtières, profondeur maximale de 30 mètres de profondeur.

**À éviter**

Mer du Nord, Manche, Mer Celtique, Mer d'Irlande, Mer Méditerranée

**42**  
Taille légale (en cm)

**25**  
Mer du Nord  
Manche  
mer Celtique  
mer d'Irlande

**40**  
Taille de maturité (en cm)

**37**  
Mer Méditerranée

**Le service vous ?**

Si en Méditerranée le bar est appellé « loup », le vrai « loup de mer » est aussi connu sous le nom de « bar » sur les côtes de l'Atlantique Nord. Pêché par les Norvégiens et les Islandais, il est principalement commercialisé en filet.

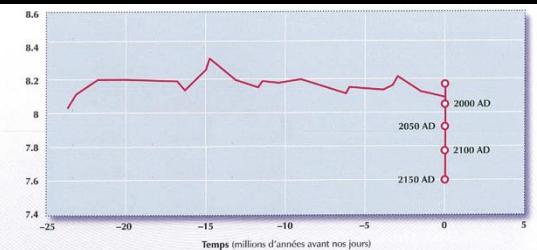
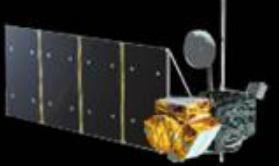
**Les différents stocks de bar ont subi une forte pression par pêche depuis plusieurs années. Leur population en a été très affaiblie.**

**Une mesure d'urgence a été adoptée en janvier 2013 et un plan de gestion européen mis en place à partir de 2016, mais il faudra encore un certain temps pour voir les résultats.**

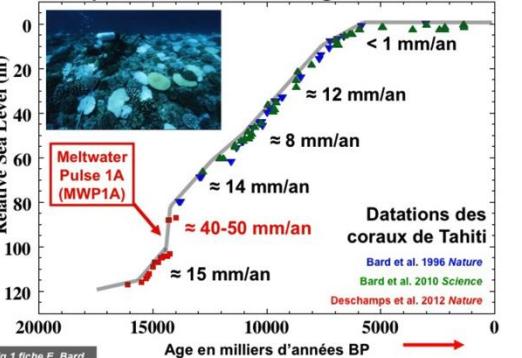
**Ingredients pour 4 personnes :**

| Ingrédient             | Quantité |
|------------------------|----------|
| Couscous Saint-Jacques | 1 kg     |
| 2 bœufs de ligne       | 250 g    |
| Désormes               | 250 g    |
| Cerfeuil               | 100 g    |
| Sésame                 | 10 g     |
| Beurre                 | 200 g    |
| Parmesan               | 100 g    |
| Crème demi-sel         | 250 g    |
| Crème fraîche          | 100 g    |
| Vinaigre balsamique    | 1 l      |
| Viande de Xérès        |          |

## *Topex/Poseidon (1992)*



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



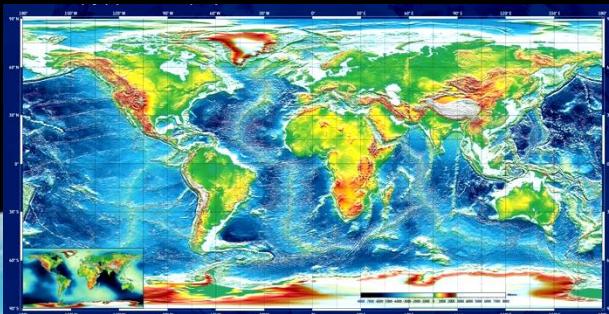
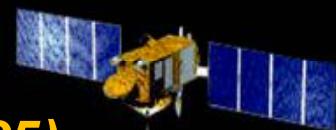
## *Jason-1 (2001)*

## *Jason-2 (2008)*

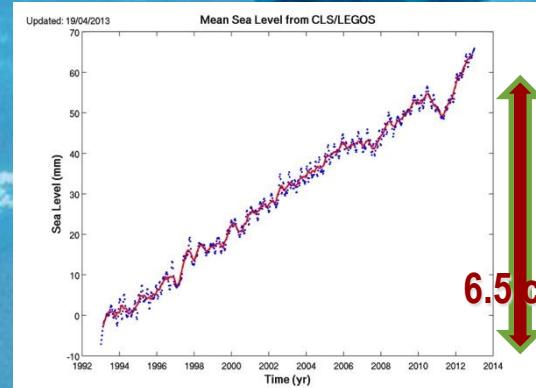
## *ERS-1/2 (1991/1995)*

## *Envisat (2002)*

## *Saral/AltiKa (2013)*



© G Boeuf, 2017

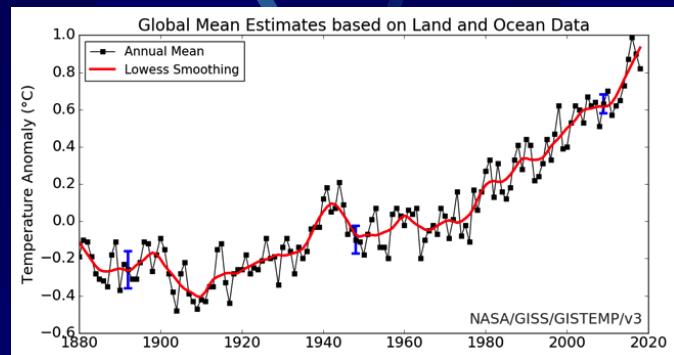
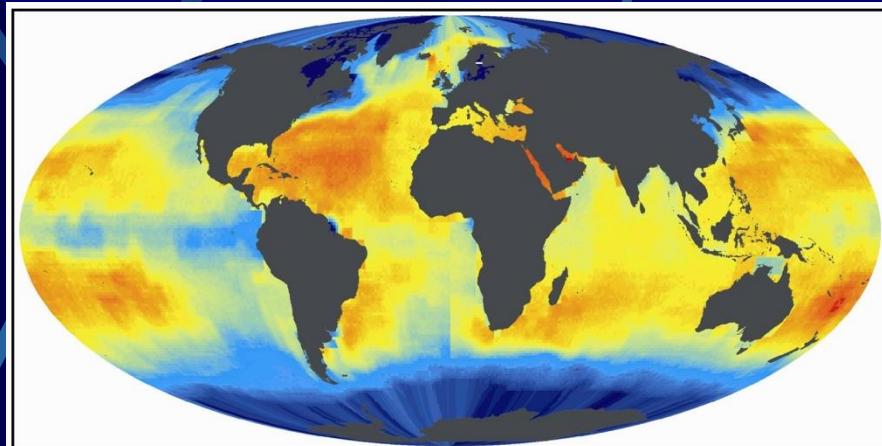


*Since the beginning of the 90's*  
*→ Spatial altimetry of high precision*

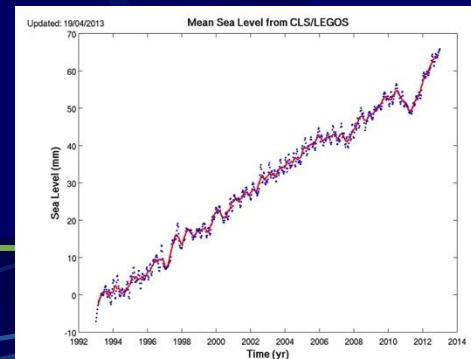
© A Cazenave,

# Major regulator of climate

- Exchanges ocean/atmosphere: moisture and heat,
- Well of carbon, 26 % of CO<sub>2</sub> emissions, role of phytoplankton,
- Energy and heat (93 %!) reservoir,
- Coastal circulation and up wellings,
- Sea level rise,
- Today global ocean acidification.



IPCC, 25 Sept 2019



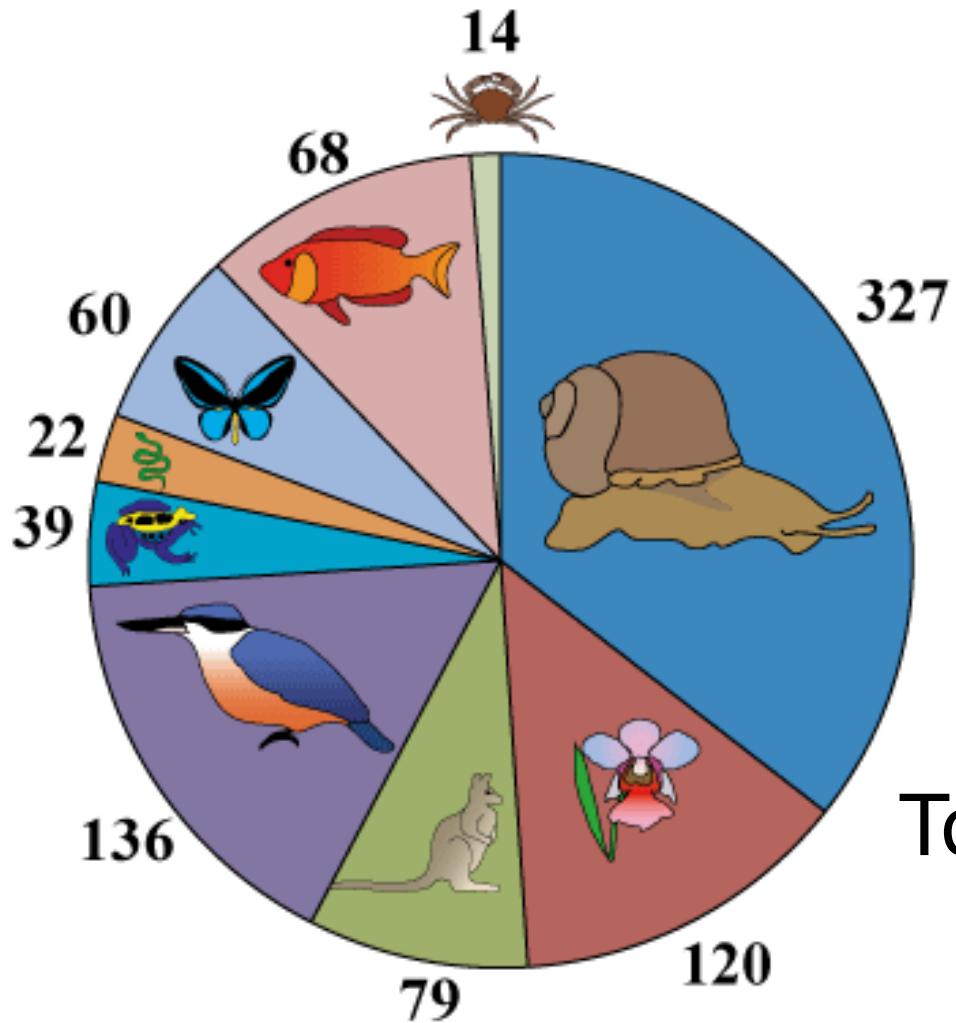
# Inside the ocean...

- 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...**

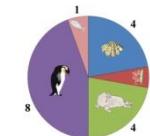


# Liste Rouge UICN 2019

## Espèces éteintes



Dont espèces marines



Total 18

Total 865

## FISHERIES

Chinook salmon

Albacore tuna



Sturgeon



Yelloweye rockfish

## MARINE MAMMALS

California sea lion

Pacific white-sided dolphin



Humpback whale

## SEABIRDS

Brown pelican

Pomarine jaeger

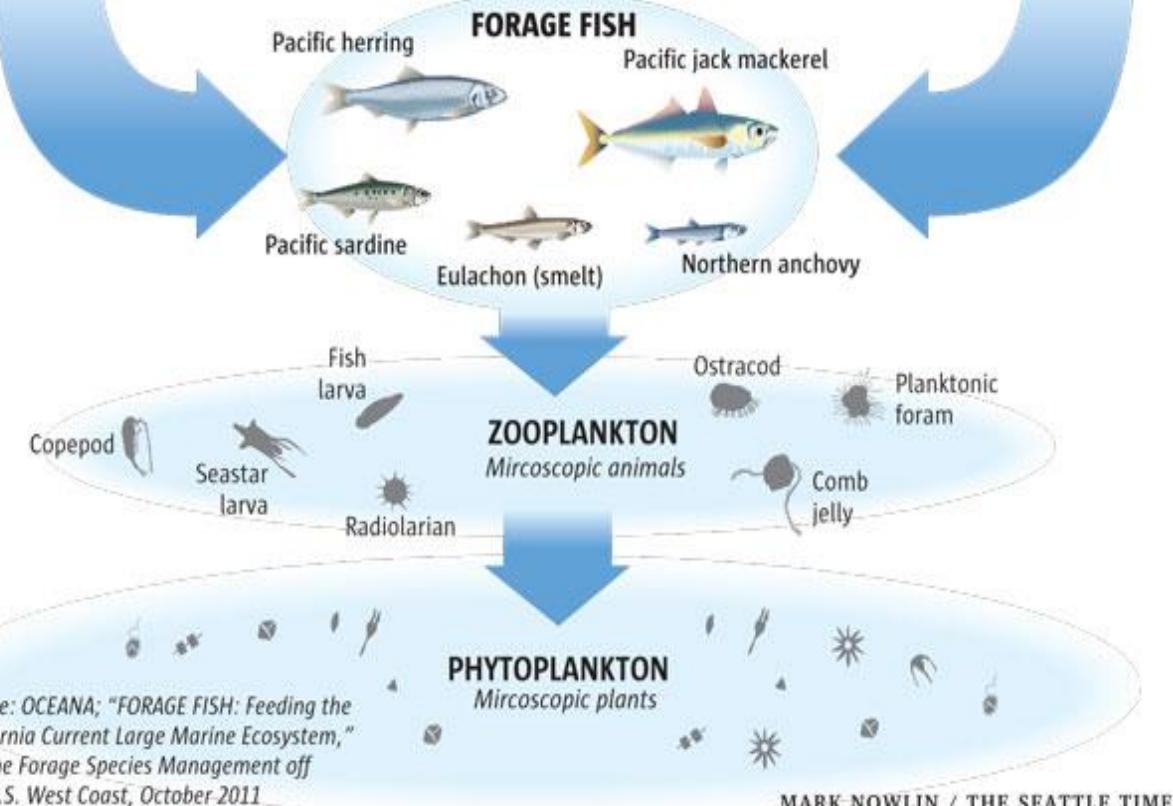


Common murre



# Rôle clé des poissons fourrage dans les écosystèmes marins

(Cury et al., 2011)

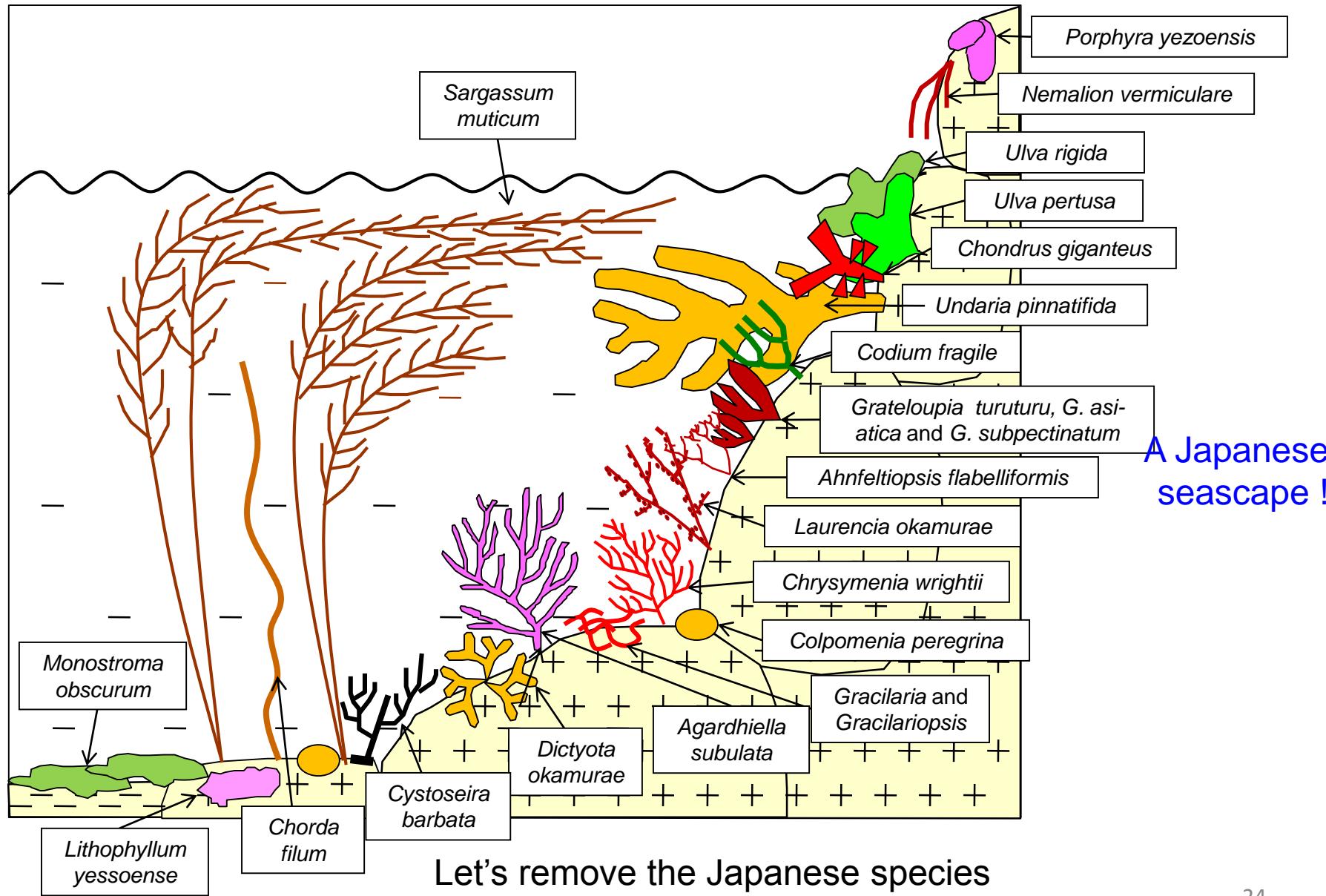


Source: OCEANA; "FORAGE FISH: Feeding the California Current Large Marine Ecosystem," Marine Forage Species Management off the U.S. West Coast, October 2011

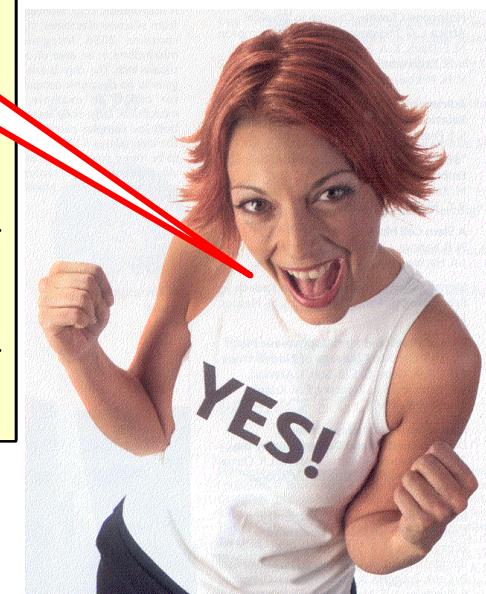
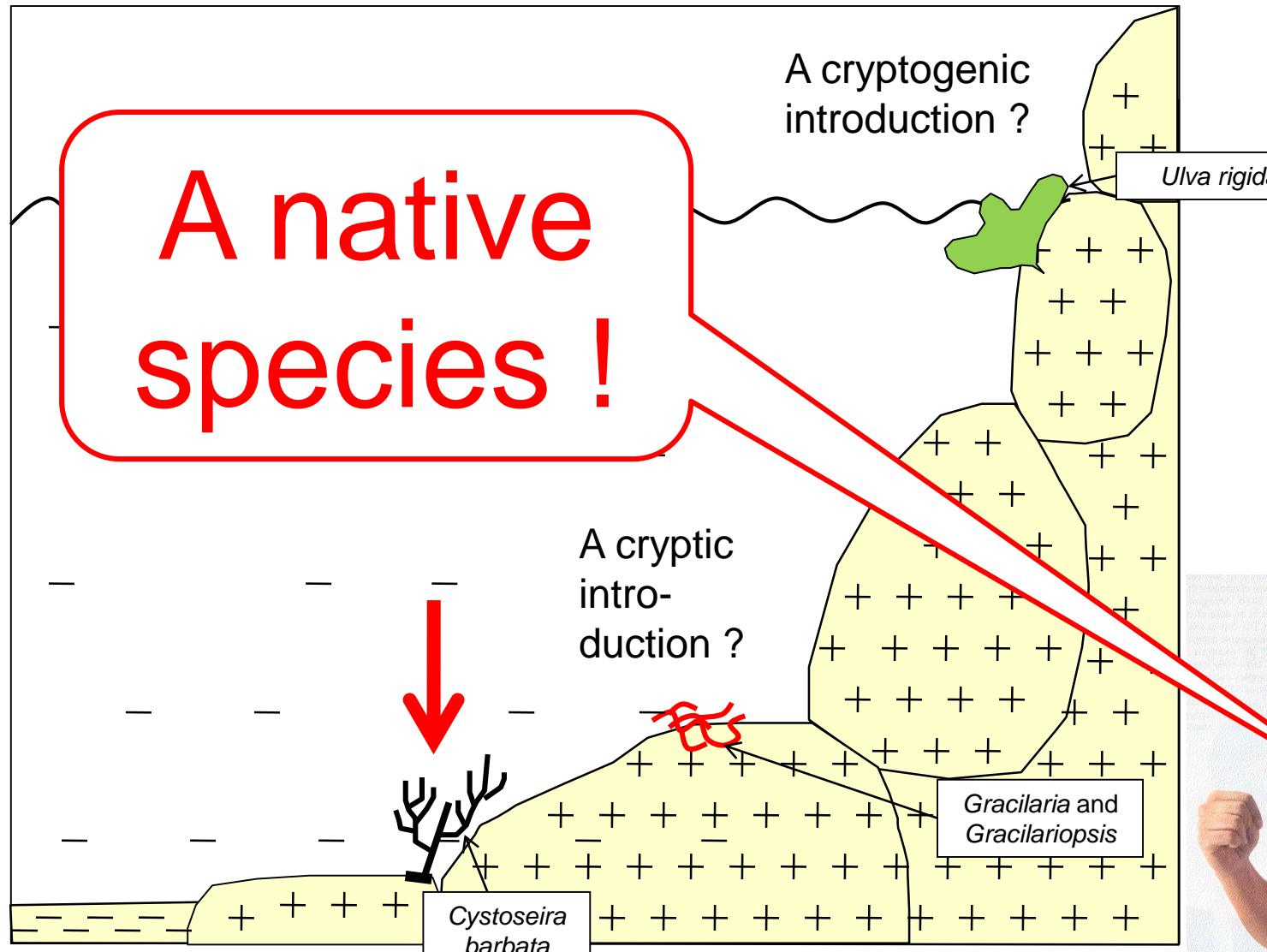
MARK NOWLIN / THE SEATTLE TIMES



## Thau Lagoon: Macrophytes on shallow hard substrates

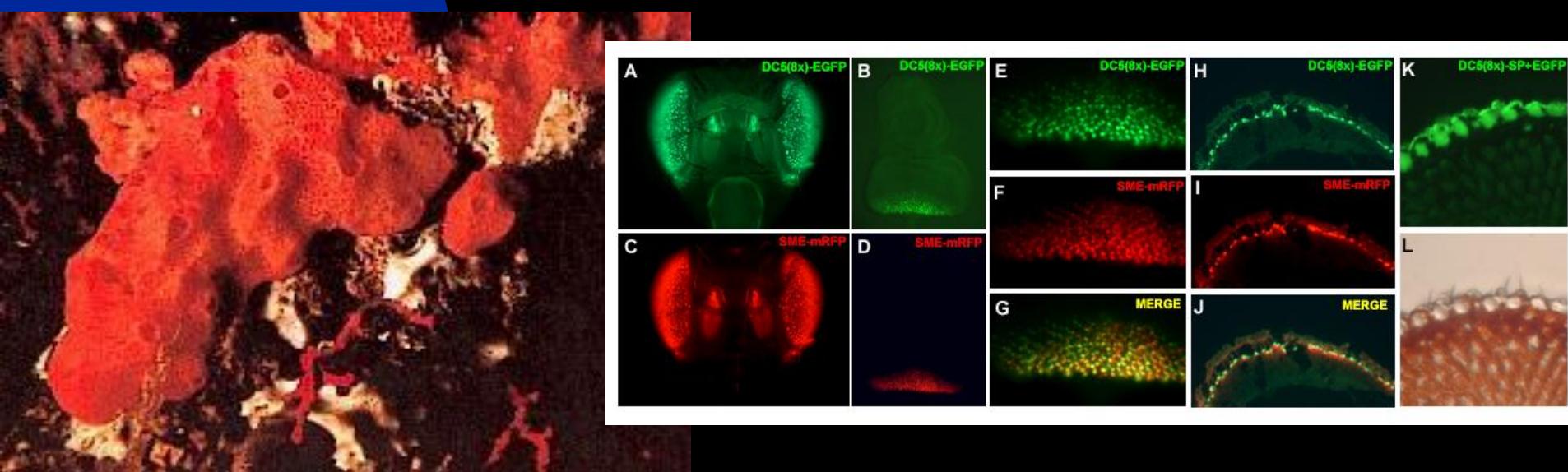


Thau Lagoon: Macrophytes on shallow hard substrates

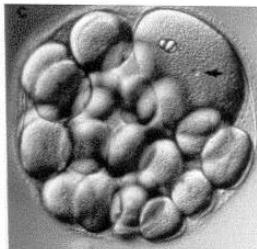
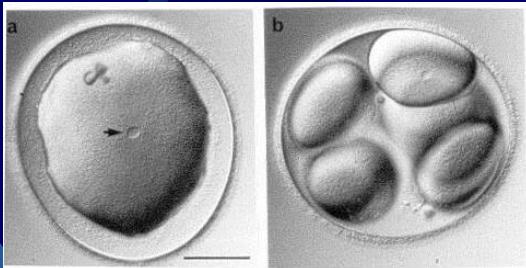
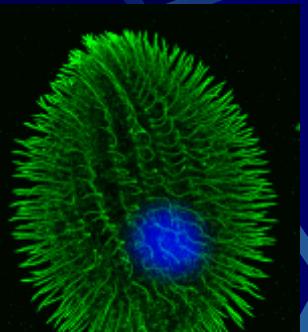


# Molécules d'intérêt pharmacologique

- Environ 50 % des molécules actives aujourd'hui utilisées en pharmacie sont extraites ou synthétisées à partir de **produits naturels**
- Plus de 26 000 produits ont été isolés d 'organismes marins et certains sont passés en utilisation courante : **anticancer** Ara-C (leucémie myélocytique aigüe et lymphome non-Hodgkin), **anti-viral** Ara-A (herpès), nucléosides isolés d 'éponges, **bryostatine** (de bryozoaire), **antiviraux bactériens** (anti-HIV)... Sondes moléculaires, 30 % des substances ont été trouvées chez les **spongaires**,
- Anti-cancereux ,antibiotiques, antiviraux, anti-fungi, immunostimulants, immunsupresseurs, facteurs, de croissance, régénrateurs osseux,... outils moléculaires (polymérases, protéines de fluorescence... etc...) .



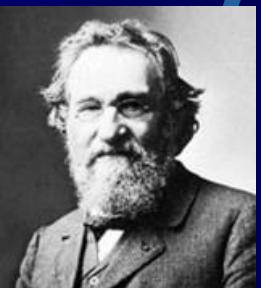
# Régulation du cycle cellulaire et cancer



Vée *et al.*, *J. Cell Science*, 2001

Onze Prix Nobel obtenus à partir de modèles aquatiques

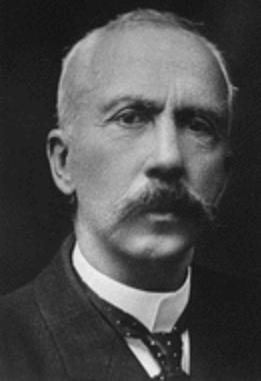
E Metchnikoff  
1908



O von Warburg 1931

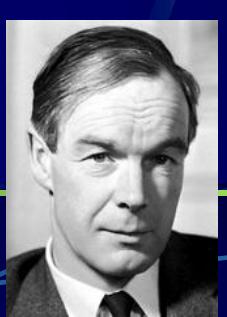
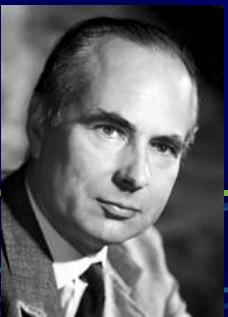


C Richet  
1913

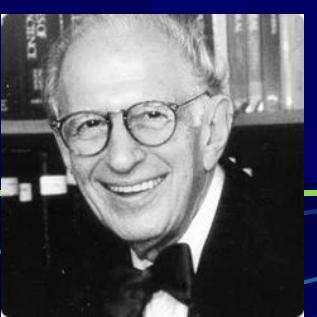


La phagocytose, les vagues calciques intra-cellulaires, le choc anaphylactique, les modalités de la transmission de l'influx nerveux, les bases moléculaires de la mémoire, les molécules-clé du cancer, le premier récepteur membranaire à un neurotransmetteur, la protéine de fluorescence verte de méduse,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

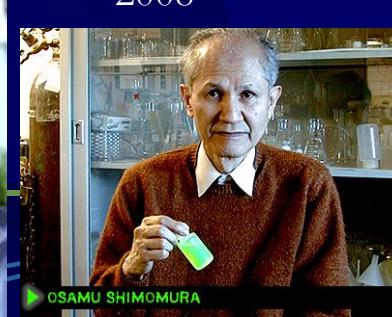
A Hodgkin 1963 A Huxley



E Kandel 2000



T Hunt 2001



O Shimomura  
2008

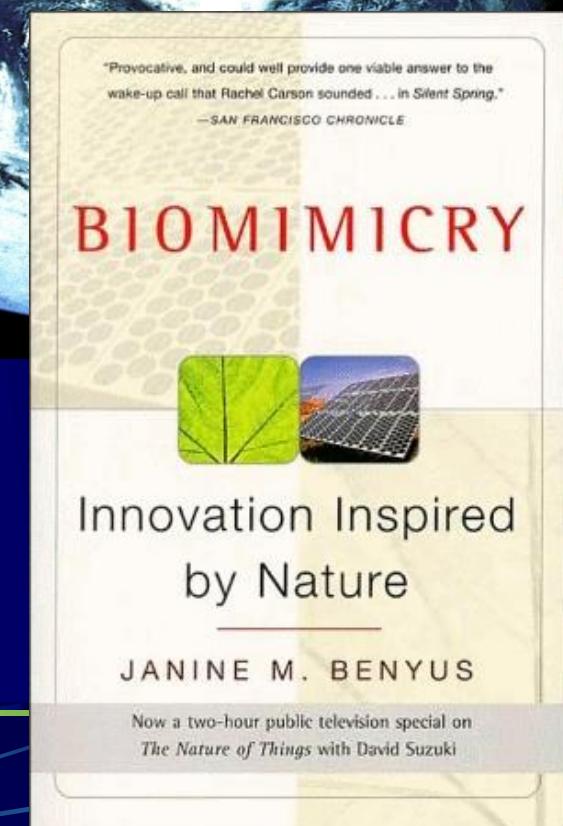
Courtesy of Osamu Shimomura

OSAMU SHIMOMURA



# Prévoir à long terme ?

- 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 ?

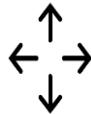




Ceebios

Biomimétisme marin

# Biomimétisme marin et croissance bleue



| Fonction biologique | Mécanisme   | Modèles biologiques  | Applications                                     |
|---------------------|---|--|--|
| Respirer            | Capter l'oxygène  | Anémones, branchies de poisson,                                  | Désalinisation, filtration,                      |
| Se nourrir          | Filtrer les nutriments  | hémoglobine des vers de sable, diatomées                         | transplantation d'organes                        |
| Se déplacer         | Se déformer<br>Interactions fluide/structure entre l'eau et les organes de locomotion       | Anguilles, poulpe, raie, nageoires de baleine                    | Aéronautique, robotique, énergie                 |
| S'ancrer            | Bio-adhésifs mécaniques   | Ventouses du poulpe, Byssus de la moule                          | Médecine, Revêtements antibactériens,            |
| Ne pas adhérer      | Colles biologiques  | Colle du vers tubulaire, peau de requin, antifouling             | antifouling                                      |
| Communiquer         | Signaux acoustiques/chimiques<br>Communication inter-espèces ou intra-espèces<br>Camouflage | Comportements collectifs des bancs de poissons<br>Sécrétions     | Télécommunication<br>Défense<br>Capteurs         |
| Se Protéger         | Biosynthèse de molécules actives<br>Matériaux composites                                    | Carapaces des crustacés, poissons de récifs, algues, coquillages | Santé, biomédical<br>Pharmacologie<br>Cosmétique |

# **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 !!