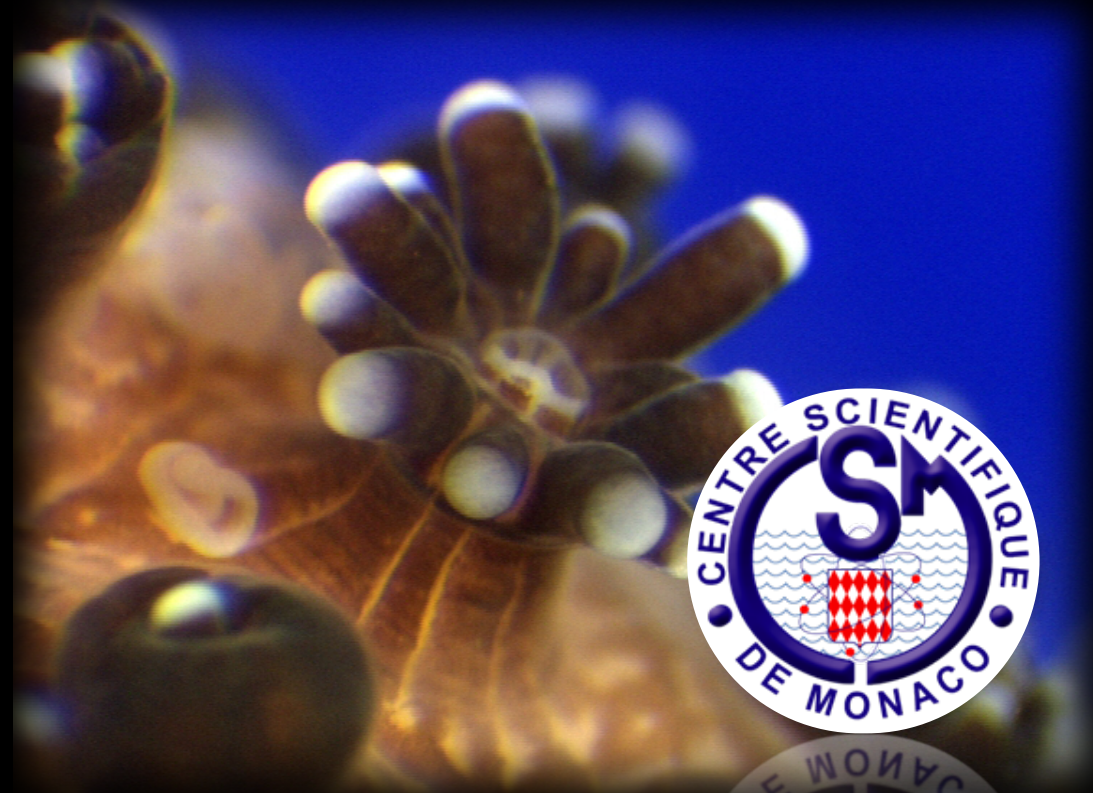
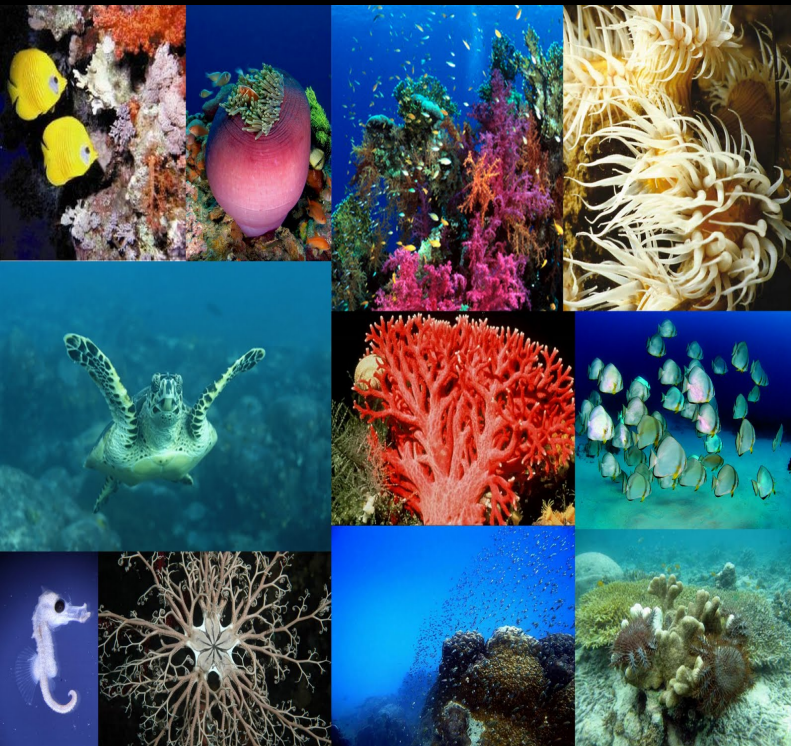
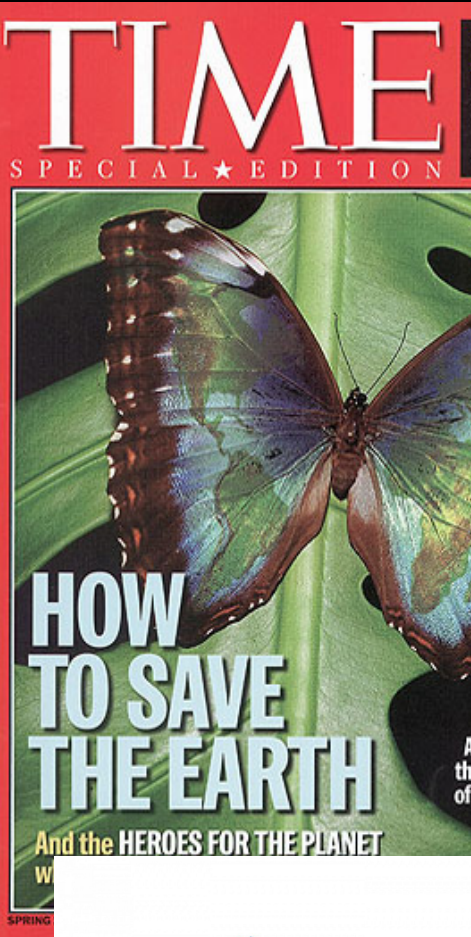


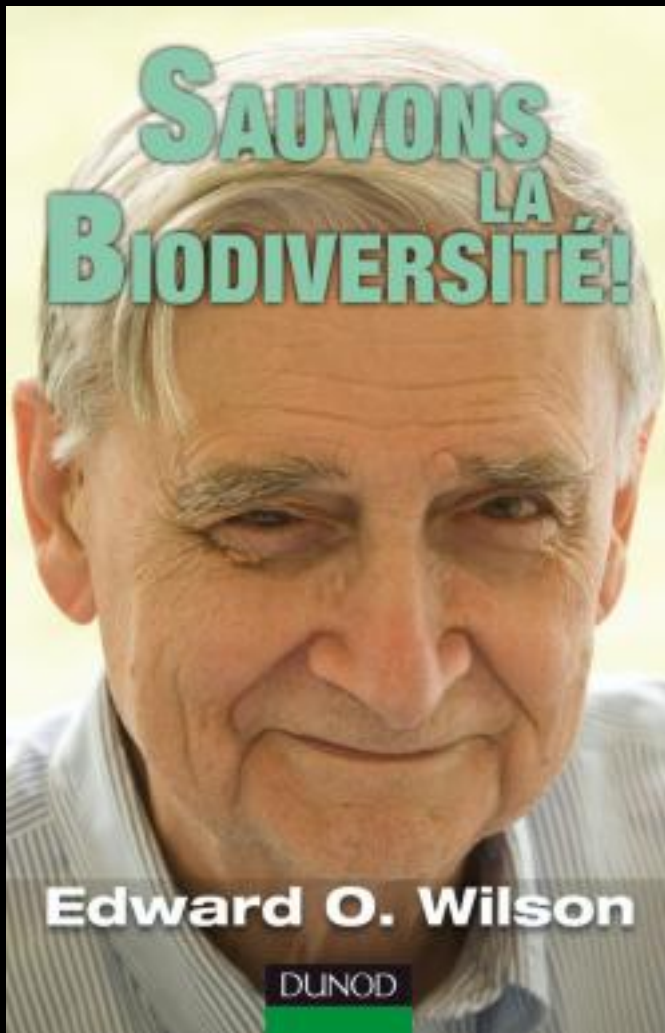
La Biodiversité Marine: Du fondamental à l'appliqué



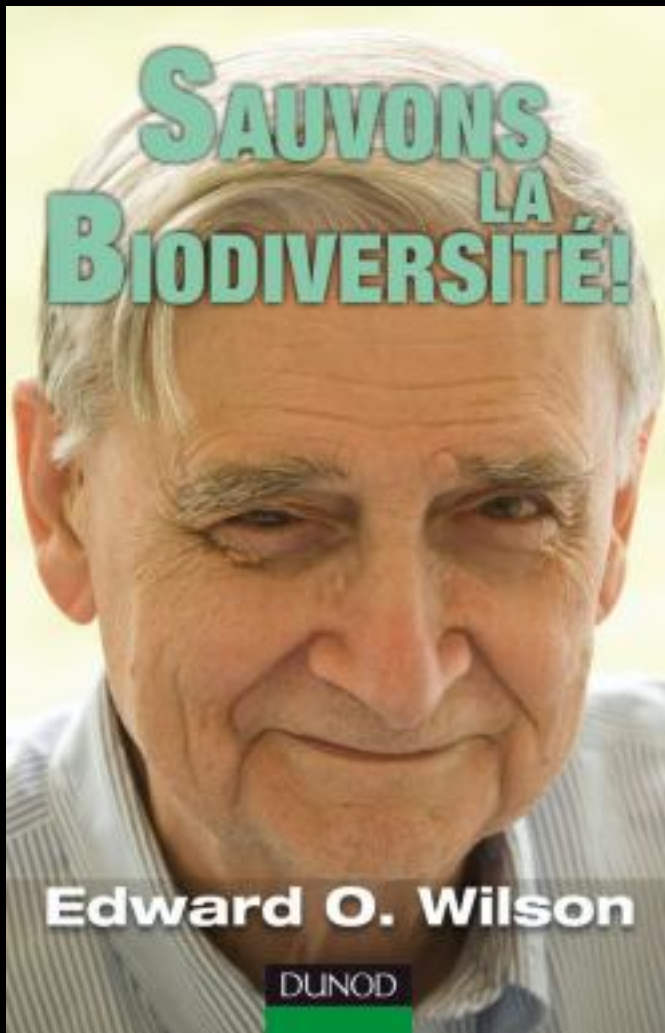
La Biodiversité, un concept à la mode



La Biodiversité, un concept à la mode



La Biodiversité, un concept à la mode



Définition

*La Totalité de
toutes les
variations de tout
le vivant*

La Biodiversité, un concept à la mode



Si l'abeille disparaît,
pas de Coupe du monde
dans 4 ans.

Jardin
BiO'



- Alimentation
- Tourisme
- Régulation du climat
- Nuages
- Oxygène
-

La Biodiversité, un concept à la mode

Centre Scientifique de Monaco

**Un exemple de recherche intégrée
sur la biodiversité**



Pourquoi étudier les coraux à Monaco ?

Un Hot-spot de Biodiversité

Récifs coralliens = 30 % biodiversité marine

Un écosystème menacé

20 % des récifs coralliens détruits (blanchissement)

Un écosystème indispensable à l'homme

500 millions de personnes dépendent des Récifs

Un modèle biologique fascinant

Biominéralisation et Symbiose, Évolution

1500 espèces de coraux



Acropora



Pavona



Favidae



Tubastrea



Galaxea

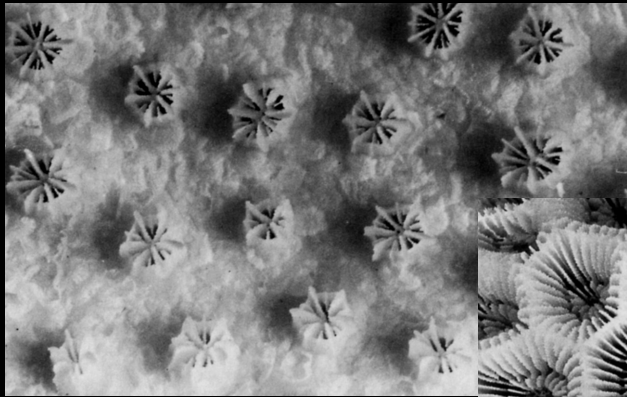


Lobophyllia

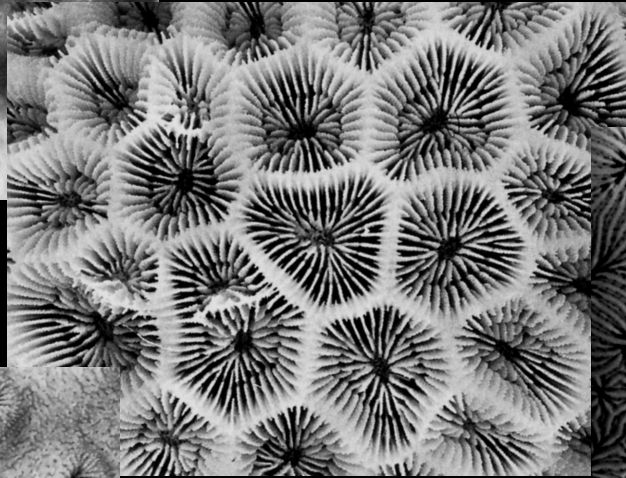


Turbinaria

1500 espèces de coraux



Galaxea

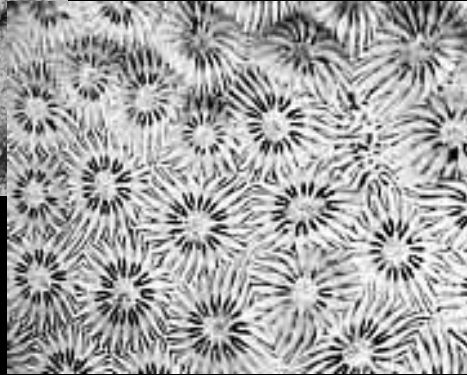


Goniastrea

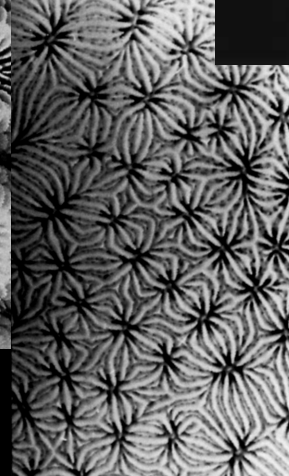


Turbinaria

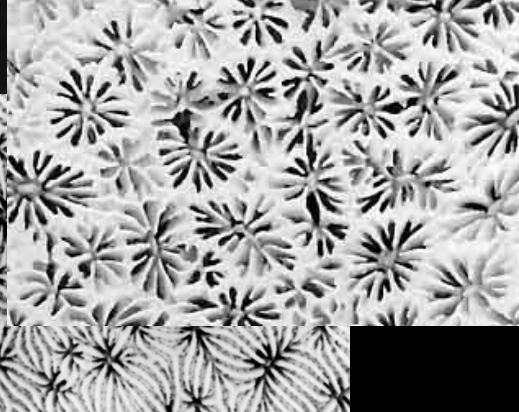
Diploastrea



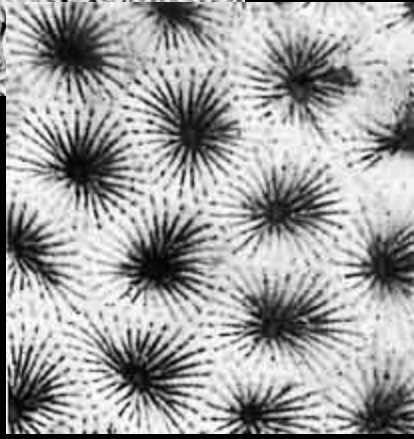
Fungia



Pavona



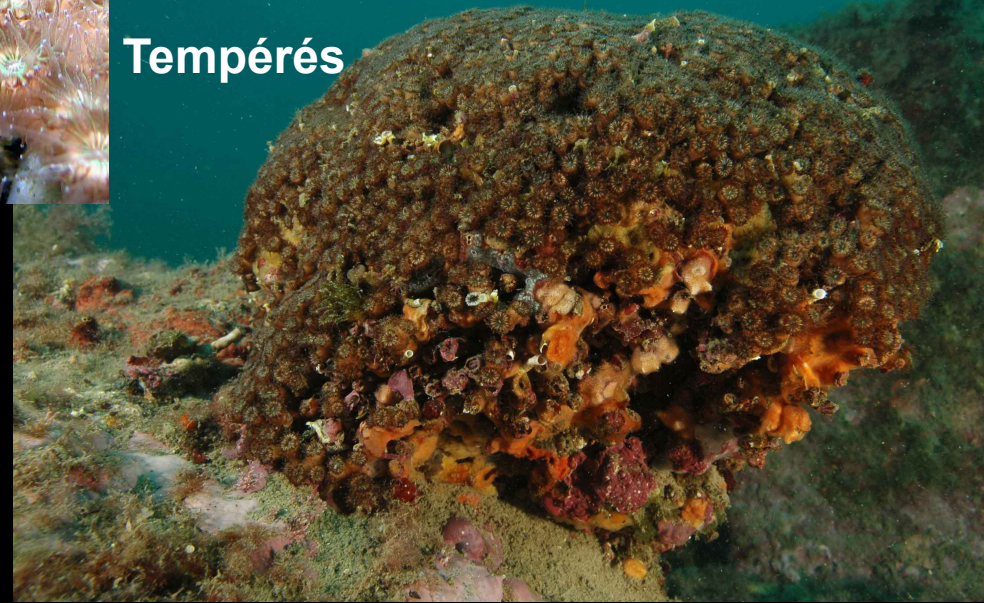
Sidastrea



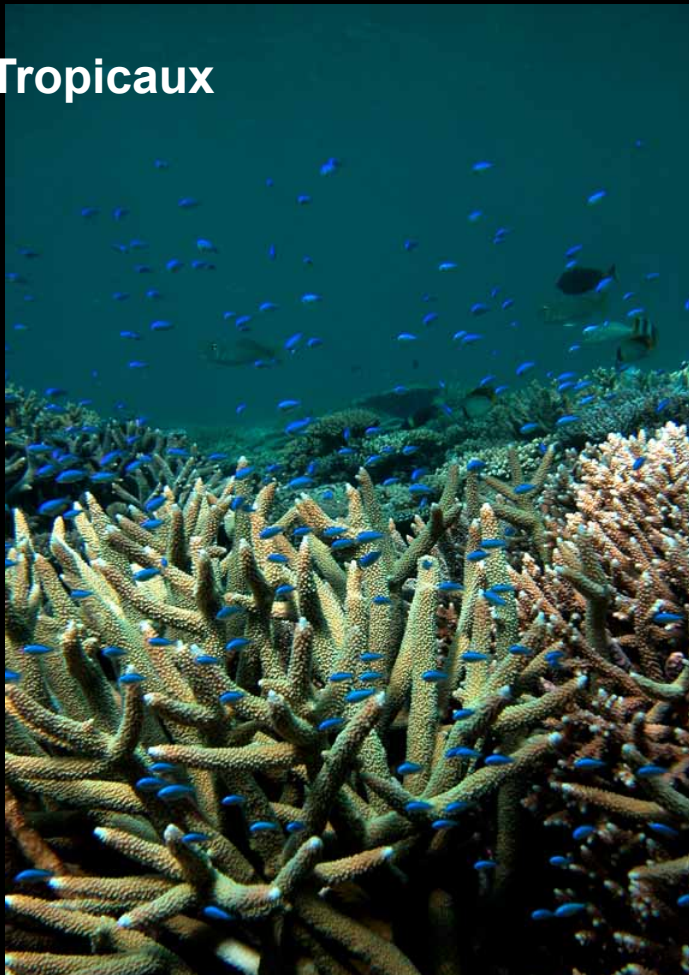
Un corail ... des coraux



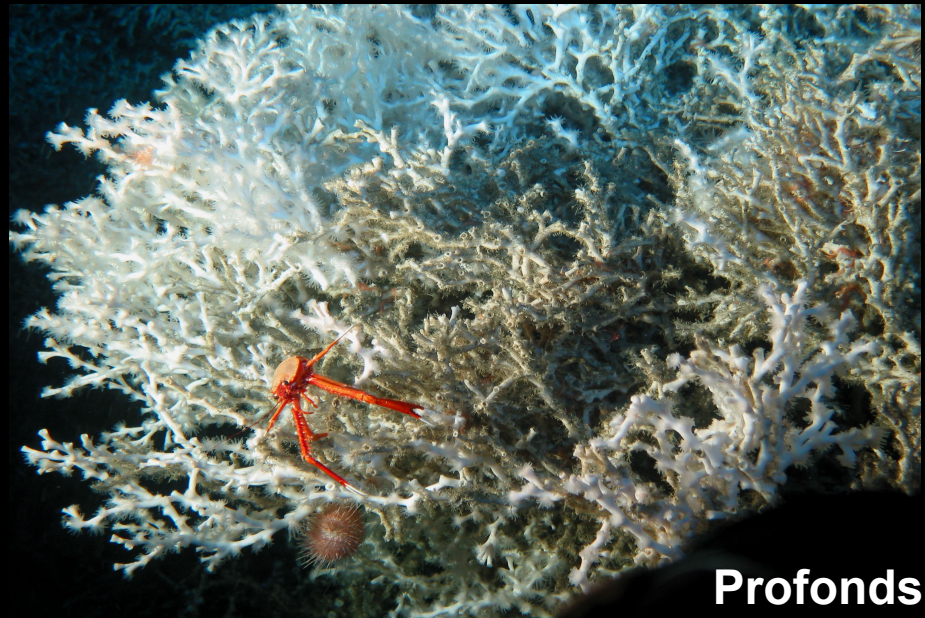
Tempérés



Tropicaux



Corail Scléactiniaires



Profonds

Des récifs de coraux



Première étape d'une recherche durable

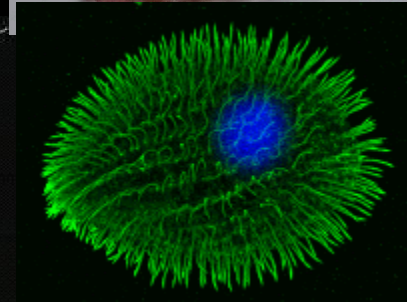
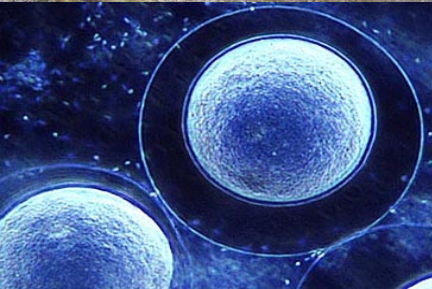
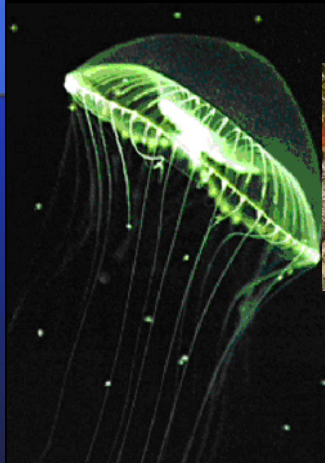
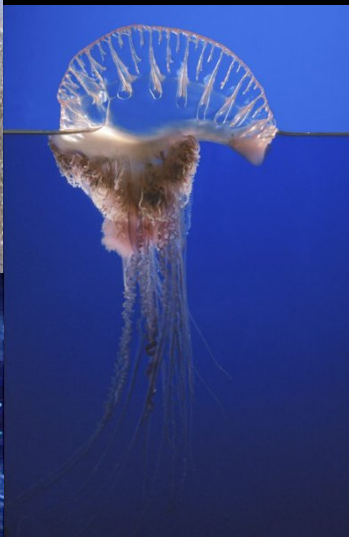


Les Cnidaires : modèles animaux ?

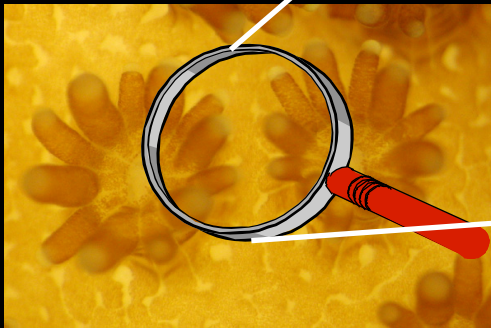
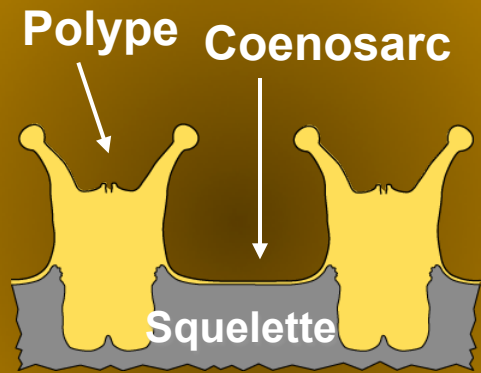
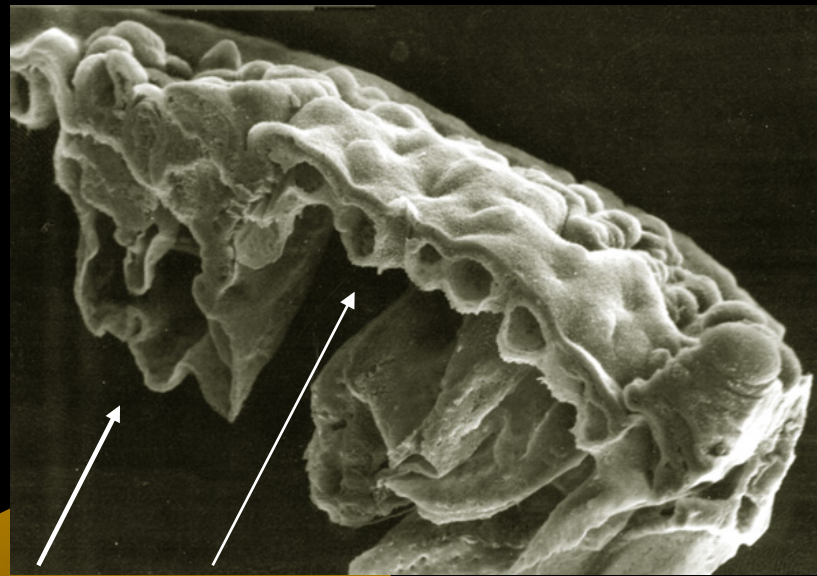
Le choix intelligent d'un animal présentant une disposition anatomique heureuse est souvent la condition essentielle du succès d'une expérience et la solution d'un problème physiologique très important

Claude Bernard (1865)

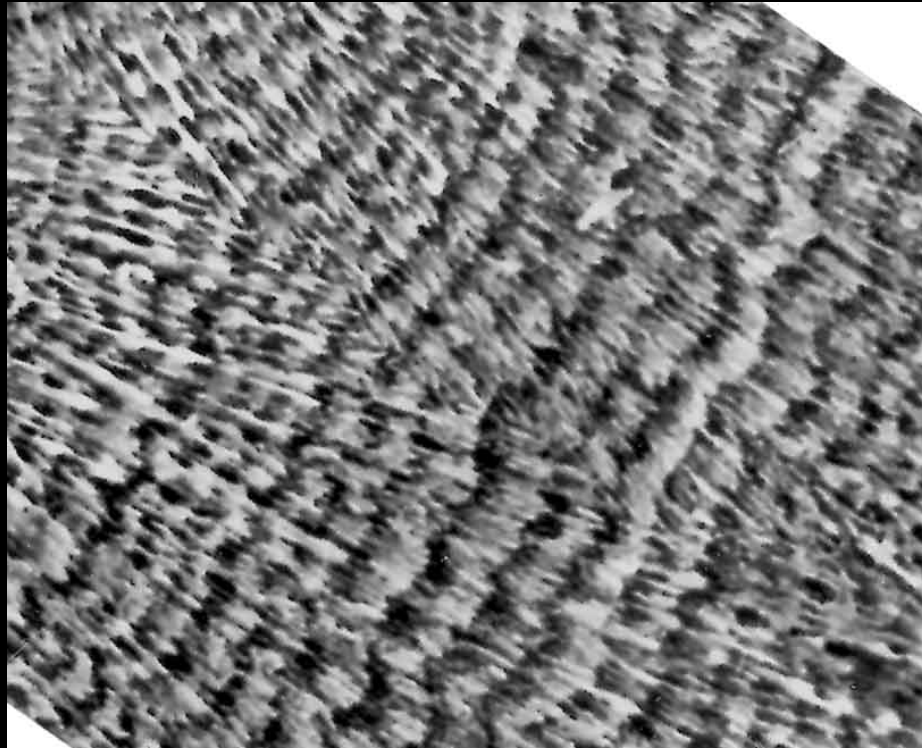
Introduction à la médecine expérimentale



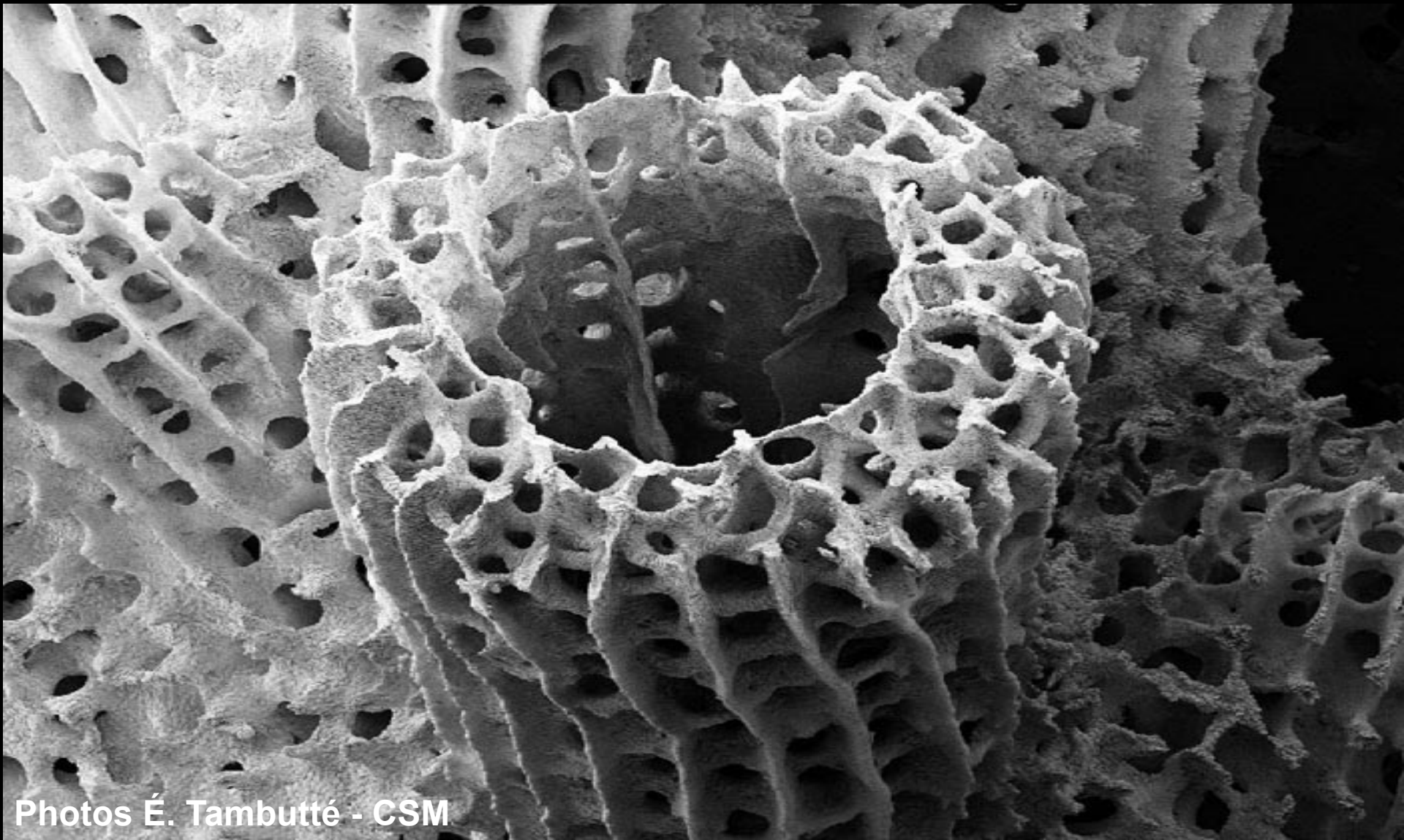
L'anatomie d'un corail ?



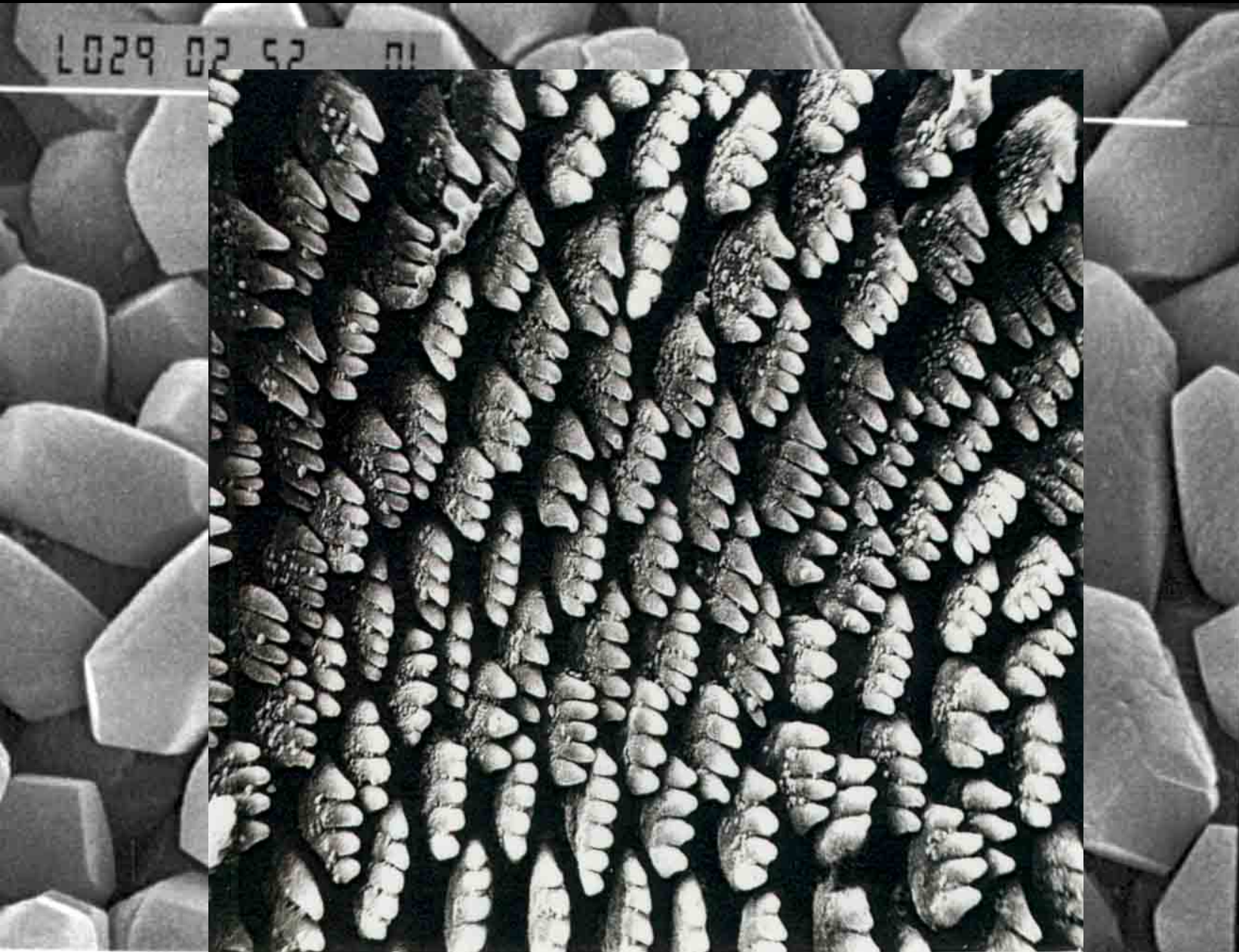
Biominéralisation

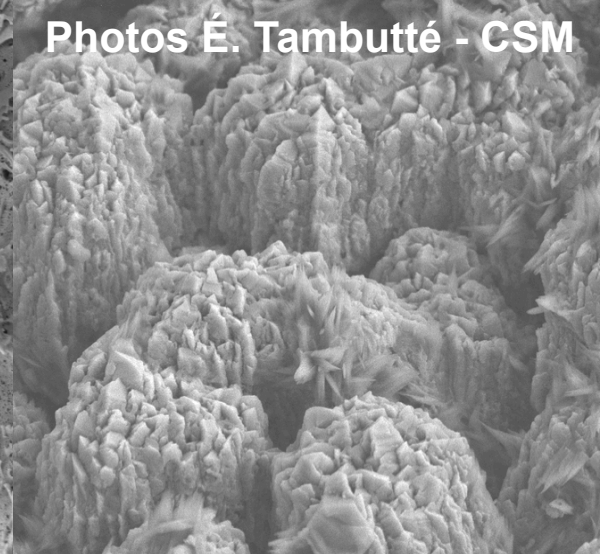
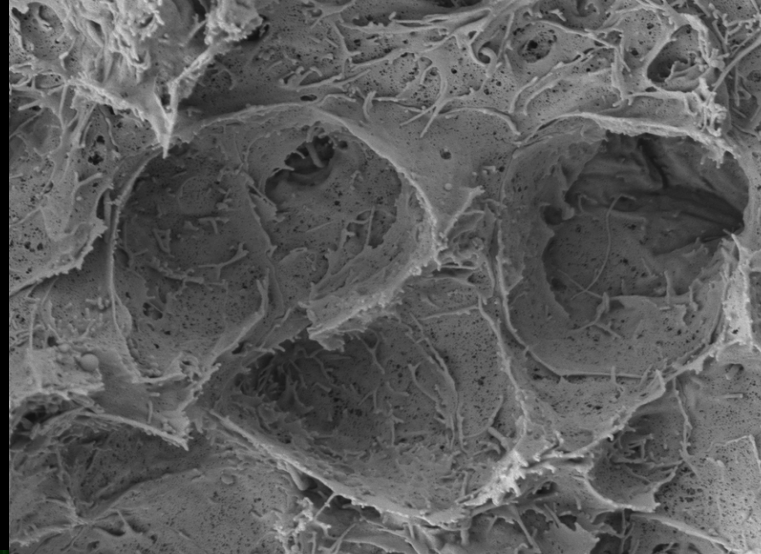
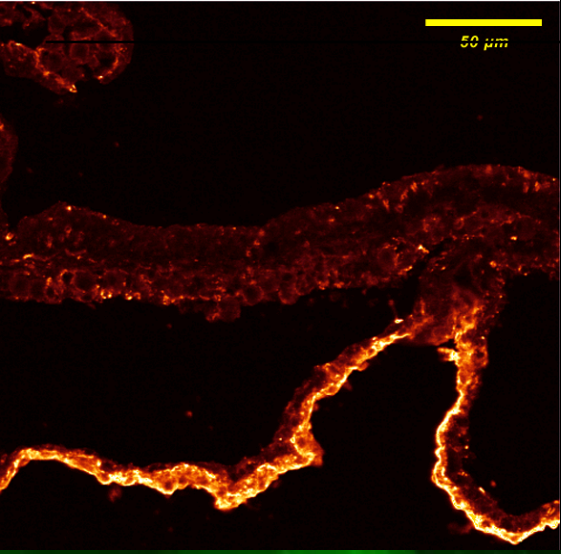


Comment un organisme « mou » peut-il former un squelette minéral à 3 dimensions ?

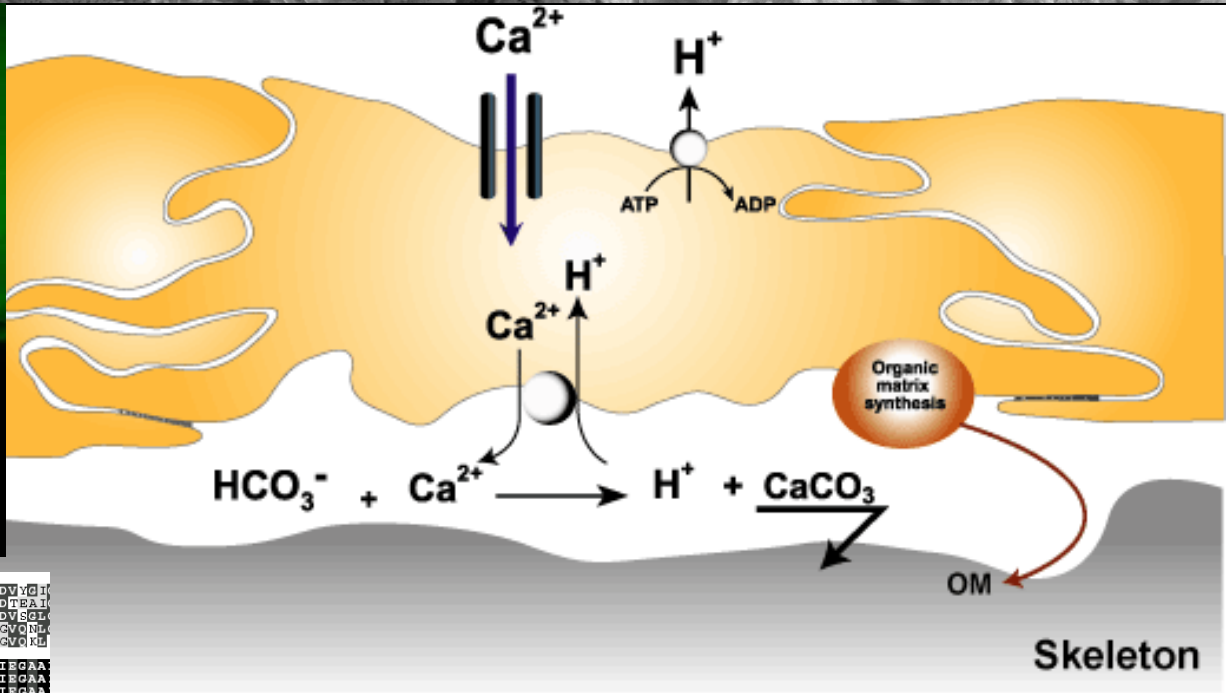
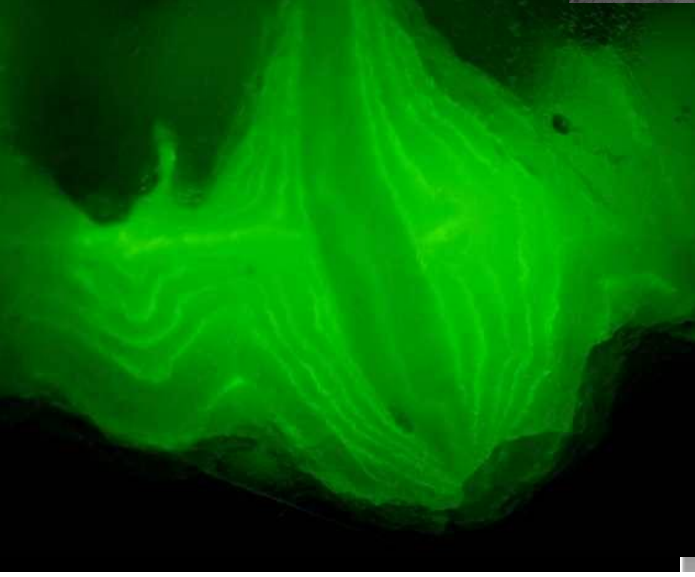


Photos É. Tambutté - CSM





Photos É. Tambuttié - CSM



ATB1 HUMAN 1 MODMAN--SVAVSGVKNLSLKRAN-HDQDFGTLAELRALMRLRSTHARRKTCSSVGDVYGH
 ATB2 HUMAN 1 MODMAN---SDPYSKNORNESS-HCGEPGCTHBLRLRLMLRGTBAIVKIKETVGDDEAEM
 ATB3 HUMAN 1 MODMAN--SIFHFPDCCORDVPCGEGPCTHBLRLMLRLRGTBAIVKIKETVGDDEAEM
 ATB4 HUMAN 1 WTPDSD----RVLEANSRREER-EGDEGCTHBLRLMLRLRGTBAIVKIKETVGDDEAEM
 STPPMCA 1 MAREPSIKKBBLQSLHSFDEMDFNA-VADPDSISVRLTILMELRGRHARLDYLNENFGCVQRL

ATB1 HUMAN 98 FLQLVWEALQDVLLIILETAARVSLGLSPYCPPEGDNAACQNVSNRREBEQCEENQWIEGAA
 ATB2 HUMAN 98 FLQLVWEALQDVLLIILETAARVSLGLSPYCPPEGDNAACQNVSNRREBEQCEENQWIEGAA
 ATB3 HUMAN 98 FLQLVWEALQDVLLIILETAARVSLGLSPYCPPEGDNAACQNVSGGARDECEAAGWIEGAA
 ATB4 HUMAN 93 FLQLVWEALQDVLLIILETAARVSLGLSPYCPPEGDNAACQNVATTEDENEACAGWIEGAA
 STPPMCA 100 FLQLLIEAFRDTLHLLTVAAVSLLLCGFAP----BQCE---QSEDN---TWIGGPA

ATB1 HUMAN 197 LRCCQVIQIPVABIVGDTAQVKYGDLLPADGILLQNDLKDDESSLTGESDHWKSLDKDP
 ATB2 HUMAN 195 LRCCQVIQIPVABIVGDTAQVKYGDLLPADGILLQNDLKDDESSLTGESDHWKSLDKDP
 ATB3 HUMAN 198 LRCCQVIQIPVABIVGDTAQVKYGDLLPADGILLQNDLKDDESSLTGESDHWKSLDKDP
 ATB4 HUMAN 193 LRCCQVIQIPVABIVGDTAQVKYGDLLPADGILLQNDLKDDESSLTGESDHWKSLDKDP
 STPPMCA 187 LRCCQVIQIPVABIVGDTAQVKYGDLLPADGILLQNDLKDDESSLTGESDHWKSLDKDP

ATB1 HUMAN 297 E-REKKEDEK-KKKEKTKKQDCAHENRNK-----AKAQDC-AAM-----EMQ---
 ATB2 HUMAN 295 E-REKKEDEKGVKQDCQDQDPAQCAAAASNAADSANASLVNEMKQDQNVDAOSQSKAKQDCGAA
 ATB3 HUMAN 298 E-REKKEDEKGVKQDCQDQDPAQCAAAASNAADSANASLVNEMKQDQNVDAOSQSKAKQDCGAA
 ATB4 HUMAN 293 DECEKTK-----KCKM-CQVPERNK-----AKTQDCVAL-----HQ---
 STPPMCA 287 KCEKPKD-----CCQCEAQSQSISKTS-----QDDPDLNLDL-----EKD---

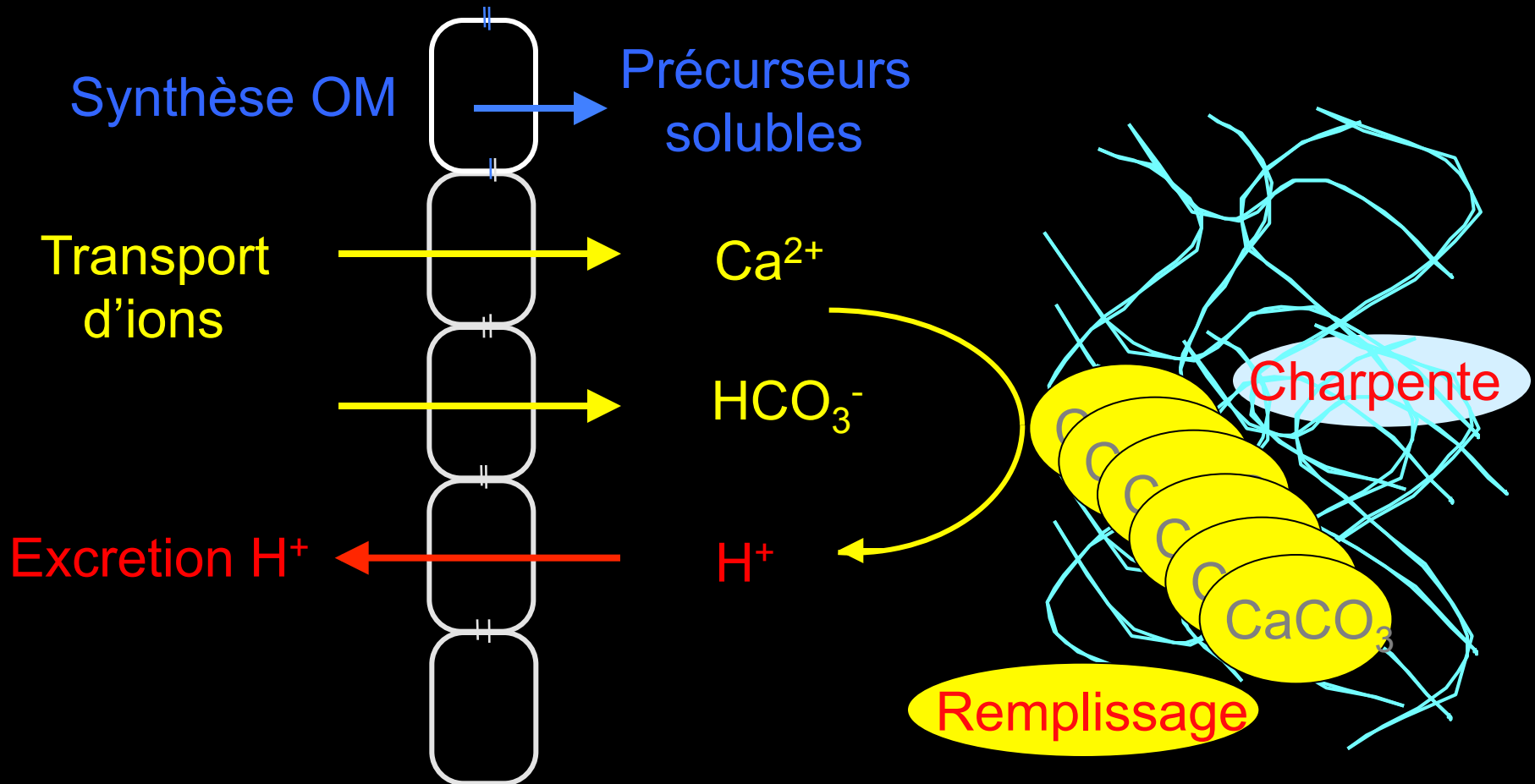
Mécanismes

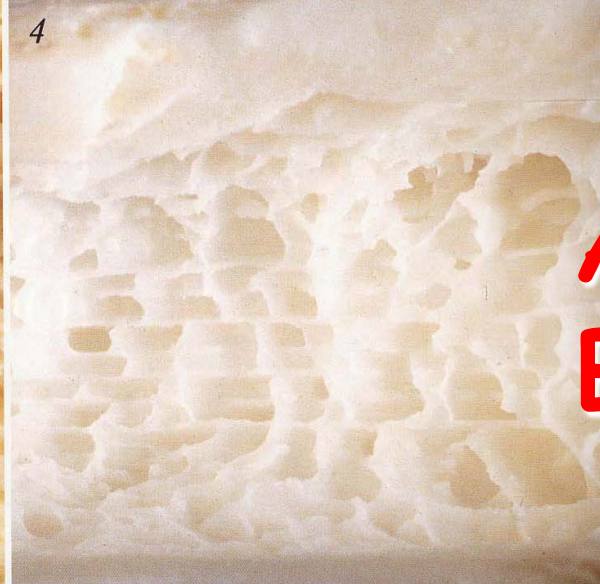
Cavité
Interne

Tissue
squeletteogénique

Fluide
Péri-cristallin

Biominéral





Applications Biomédicales

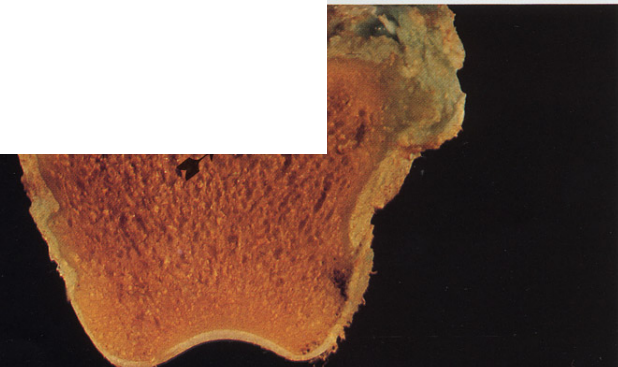
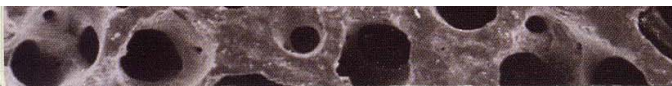
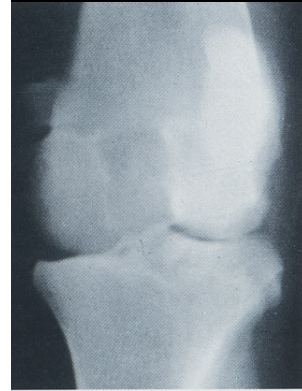
Mar Biotechnol (2009) 11:260–269

DOI 10.1007/s10126-008-9141-6

ORIGINAL ARTICLE

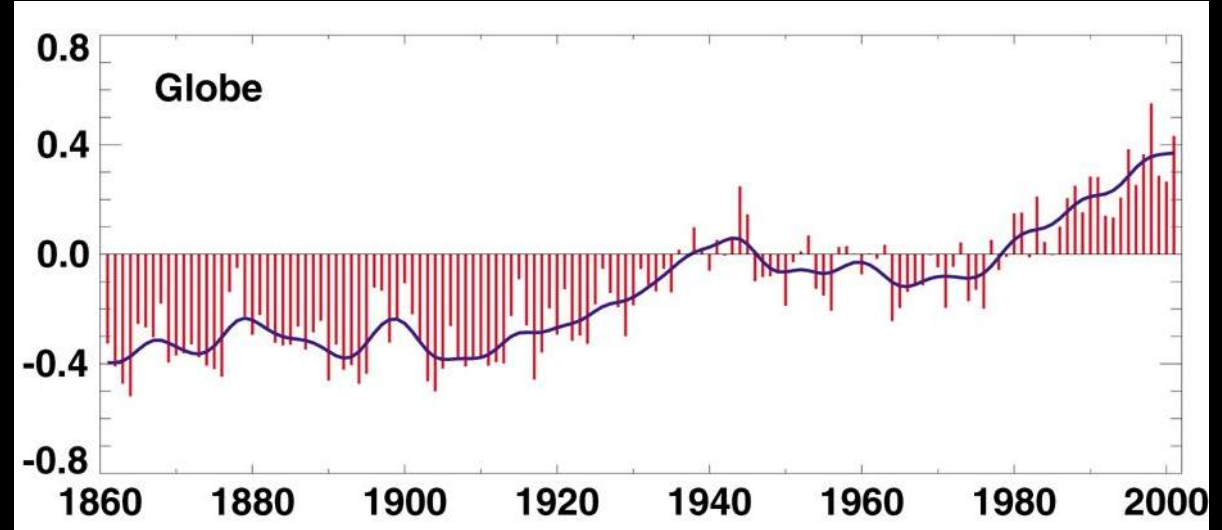
Specific Expression of BMP2/4 Ortholog in Biomineralizing Tissues of Corals and Action on Mouse BMP Receptor

Didier Zoccola • Aurélie Moya •
Guillaume E. Béranger • Eric Tambutté •
Denis Allemand • Georges F. Carle • Sylvie Tambutté



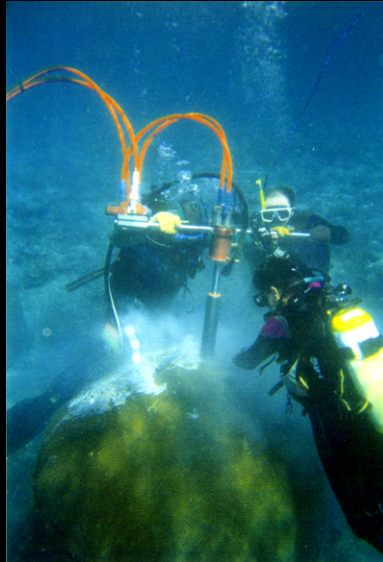
À la recherche des climats passés

Et avant ?



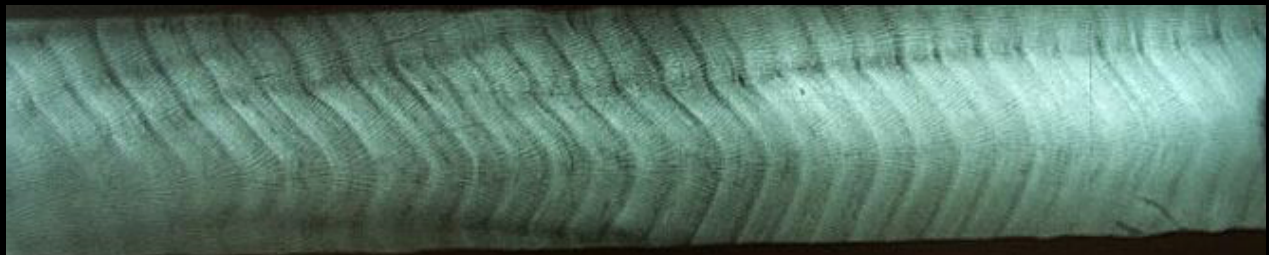
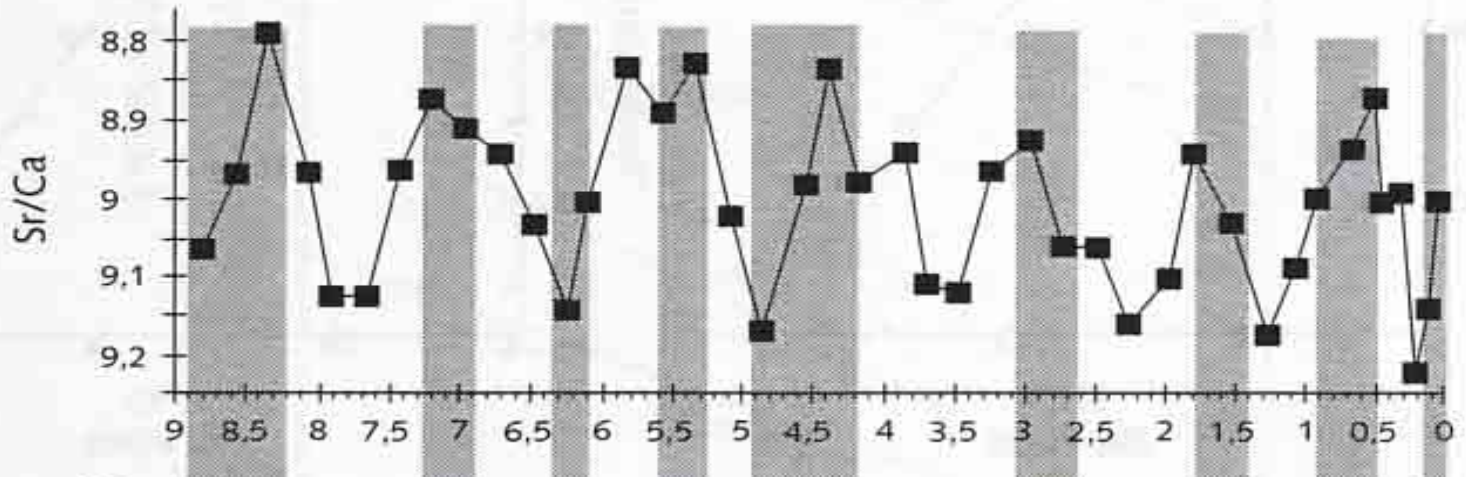
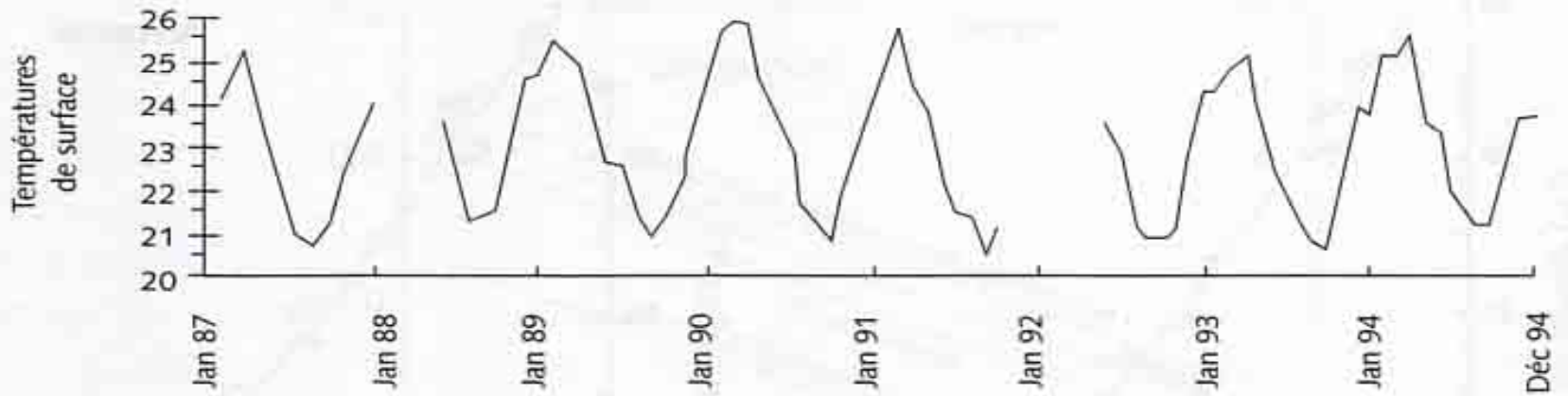
Sr, U, Mg : Paléothermomètres

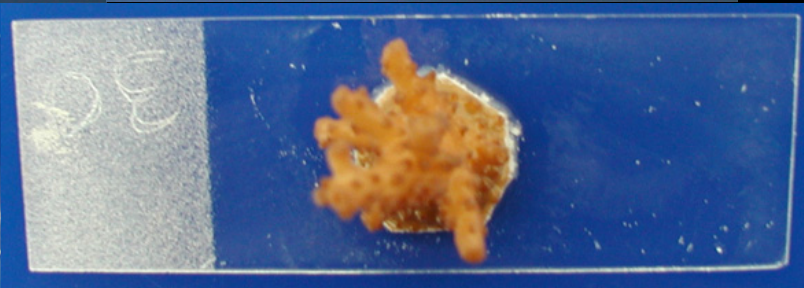
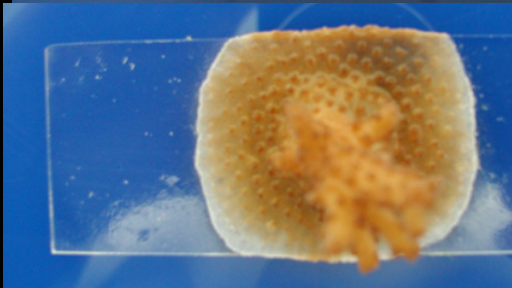
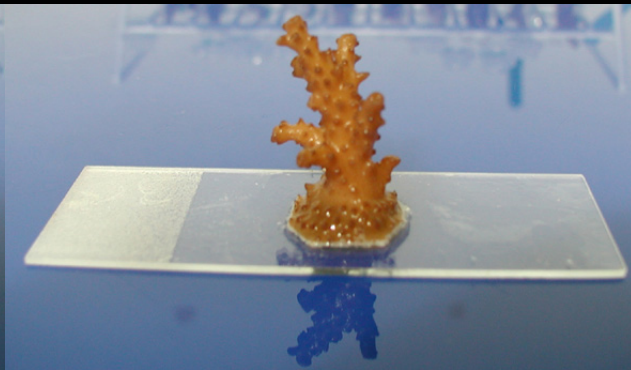
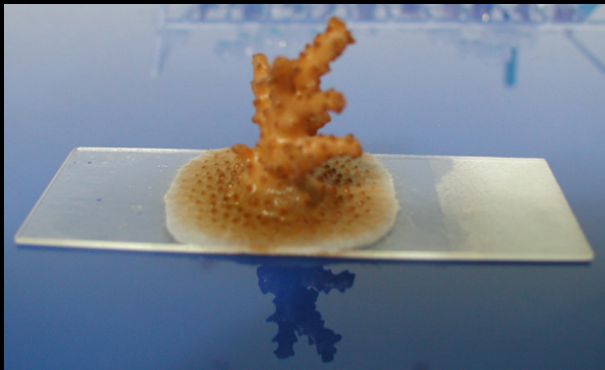
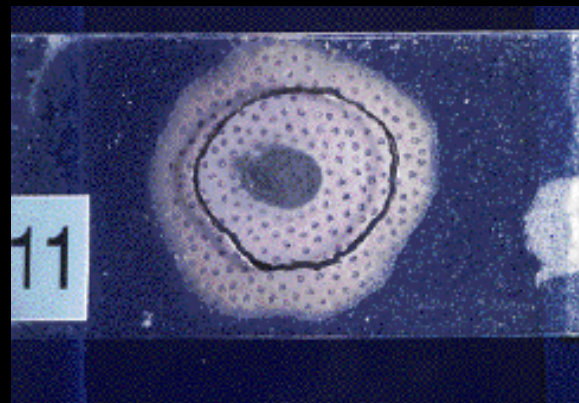
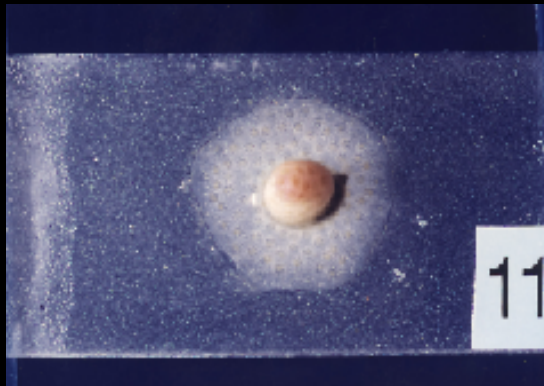
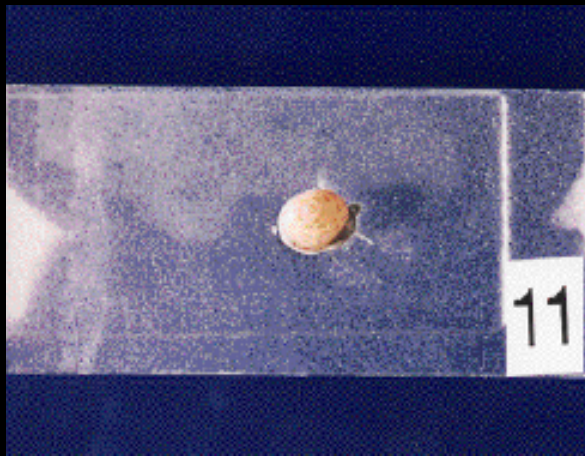
Forage d'une tête de *Porites*



carotte →

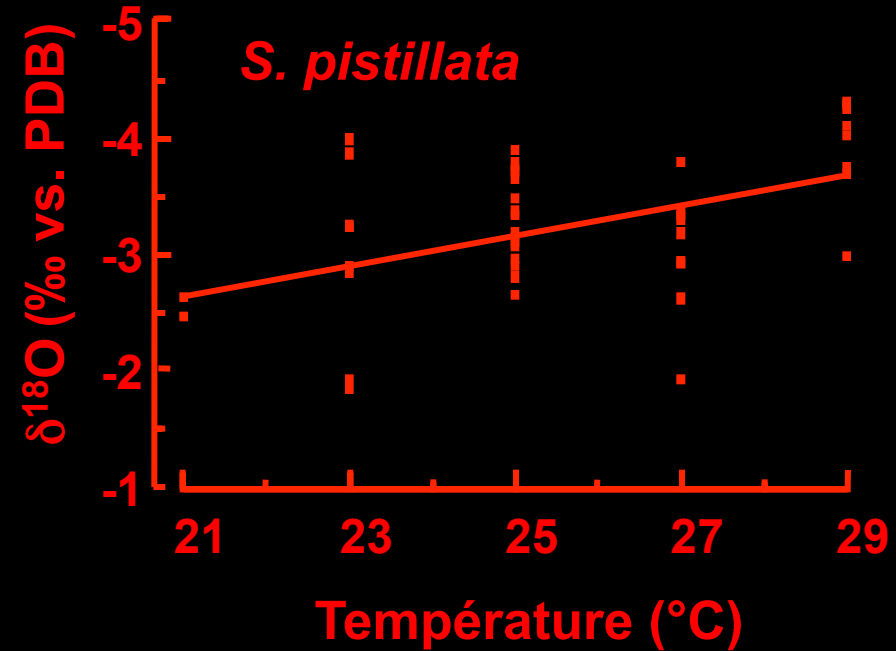
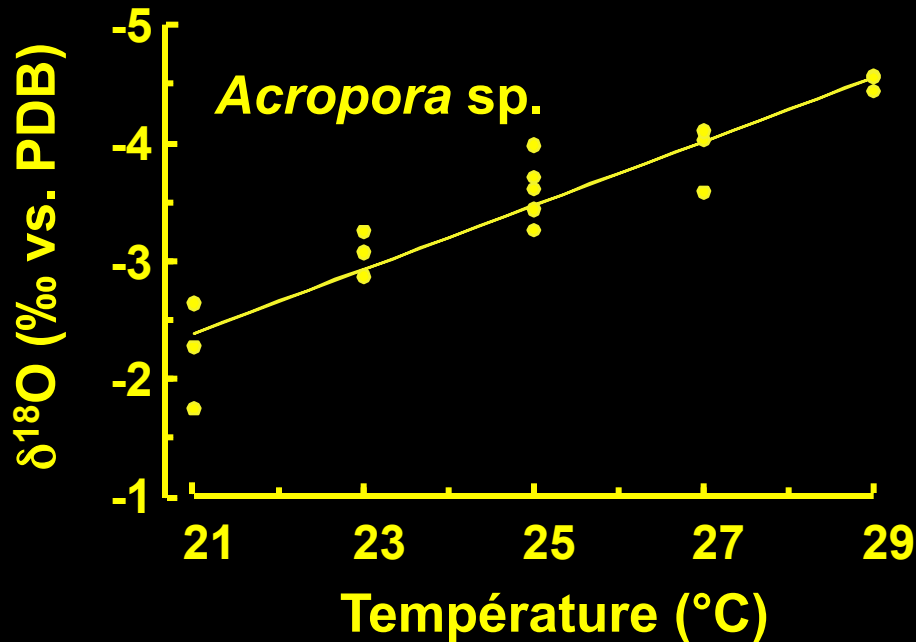






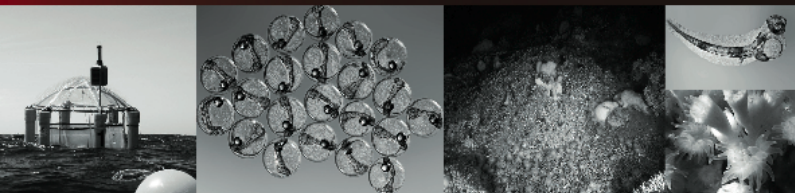
Validation des paléomarqueurs... ..vers une Paléoclimatologie expérimentale

$\delta^{18}\text{O}_{\text{sq}}$ vs. température



Future Economic Impacts of Ocean Acidification on Med Seafoods: *First Assessment Summary*

Nathalie Hilmi⁽¹⁾, Denis Allemand⁽¹⁾, Ross A. Jeffree⁽²⁾
and James C. Orr^(2,3)



SECOND INTERNATIONAL SYMPOSIUM
ON THE OCEAN IN A HIGH-CO₂ WORLD
MONACO - OCTOBER 6-9, 2008



Monaco Declaration

It was while taking part in the working sessions of the scientific community, which met in Monaco last October for the second international symposium *The Ocean in a High-CO₂ World*, that I expressed my earnest wishes for the *Monaco Declaration* to be drafted. The seas and oceans absorb one-fourth of the carbon dioxide emitted to the atmosphere from human activities, which in turn is driving their acidification at a rate that is unprecedented.

This chemical modification will alter marine ecosystems, upon which over half of the world's population depends for its primary source of food. This declaration, based on irrefutable scientific findings and signed by 155 scientists from 26 nations, sets forth recommendations, calling for policymakers to address this immense problem.

I strongly support this declaration, which is in full accord with my efforts and those of my Foundation to alleviate climate change. I hope that it will be heard by all the political leaders meeting in Copenhagen in December 2009.

H.S.H. Prince Albert II



© Prince Albert II, Prince of Monaco



Coral Reefs (2008) 27:491-499
DOI 10.1007/s00338-008-0375-6

REPORT

Coral calcification responds to seawater acidification: a working hypothesis towards a physiological mechanism

F. Marubini · Christine Ferrier-Pagès ·
P. Furla · D. Allemand



Un monde trop acide pour les récifs coralliens

On les savait menacés par l'augmentation de température des eaux de surface. Mais aujourd'hui les coraux sont aussi confrontés à l'acidification des océans. Ont-ils une chance de survivre ?



Authors:
Bernard SALVAT
Denis ALLEMAND



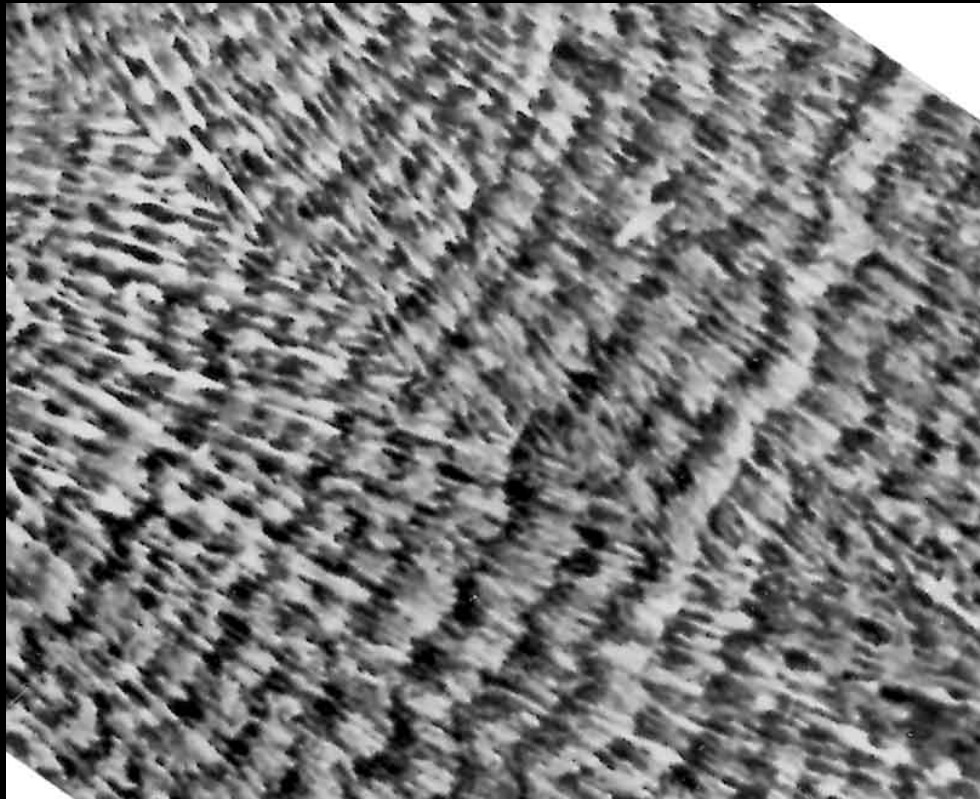
PAR Denis Allemand, directeur scientifique du centre scientifique de Monaco, professeur à l'université de Nice-Sophia Antipolis. allemand@centrescientifique.mc
AVEC Stéphanie Reynaud, chargée de recherche au centre scientifique de Monaco
ET Bernard Salvat, professeur émérite, USR-3278 CNRS - EPHE - université de Perpignan.

Alerte, les coraux dépriment ! « Cela fait des années que les scientifiques, relayés par les médias, lancent l'alarme. Il faut dire que, depuis trente ans, les récifs coralliens ne cessent de se dégrader. Localement, en raison d'activités humaines destructrices, mais aussi, partout sur la planète, sous l'effet de modifications environnementales liées au changement climatique. Il y a peu, les spécialistes incriminaient surtout l'une de ces modifications : l'aug-

mentation de température des eaux de surface. Estimée à environ 0,2 °C par décennie au cours des trente dernières années, cette augmentation est tenue pour responsable des épisodes de blanchissement qui, depuis les années 1980, affectent de plus en plus souvent les coraux : les cellules du corail perdent les algues unicellulaires, qui, normalement, vivent en symbiose avec elles [fig. 1]. Et les tissus vivants, devenus translucides, laissent apparaître le squelette calcaire. De l'avis unanime des spécialistes un second danger d'envergure se dessine :

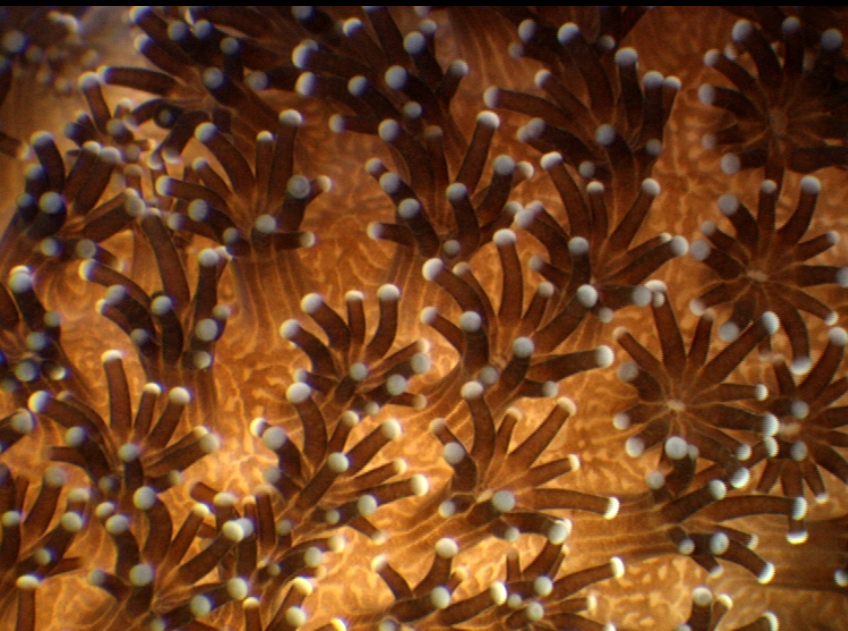
La Recherche
L'actualité des sciences

Biominéralisation



Symbiose





Des organismes animaux mais...

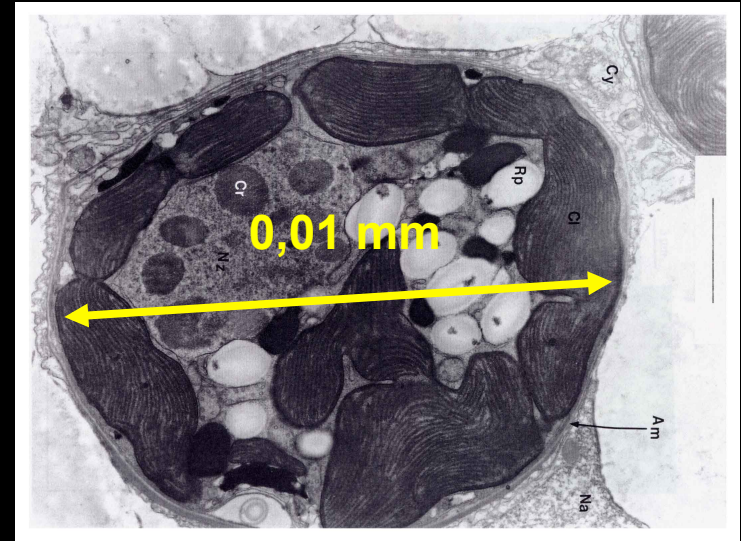
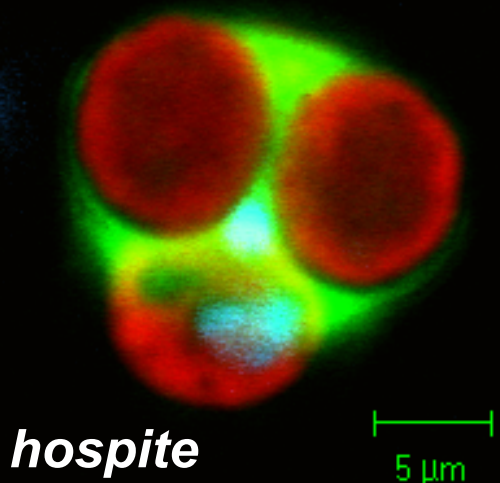
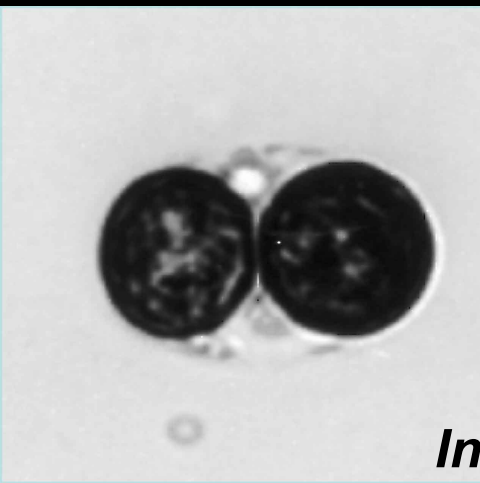
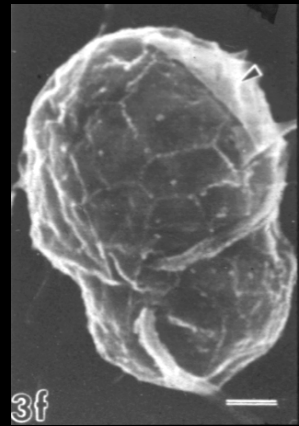
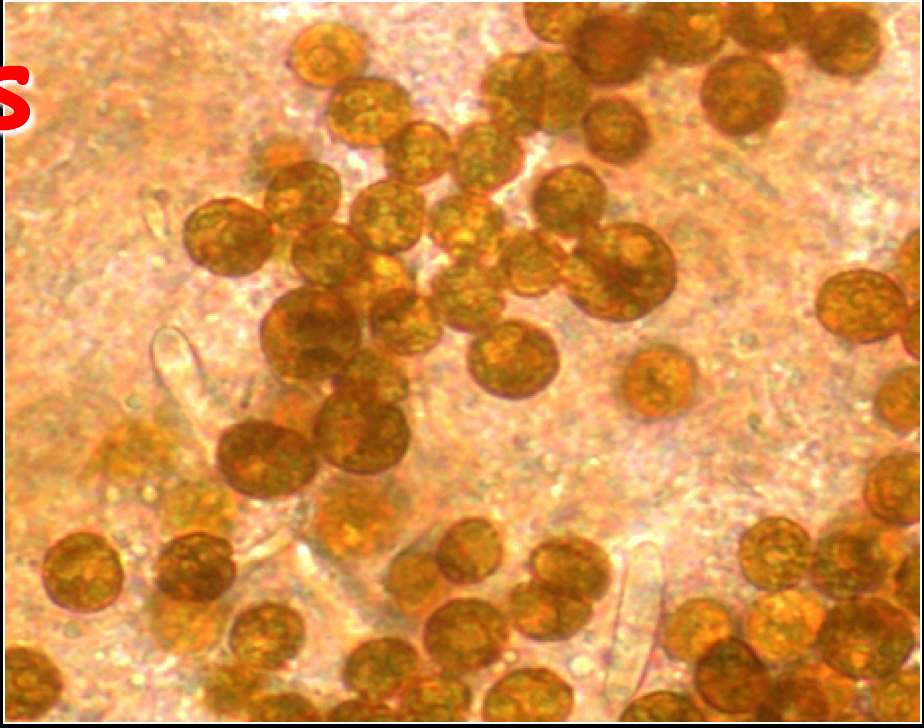


1 Million de zooxanthelles / cm² de corail !



Les zooxanthelles

Dinoflagellés



La symbiose : un processus majeur en biologie



La symbiose : un processus majeur en biologie



10^{13} cellules d'Angelina Jolie
10 000 000 000 000

10^{14} cellules étrangères
100 000 000 000 000

10 Fois Plus



Adaptation à la symbiose

à court terme



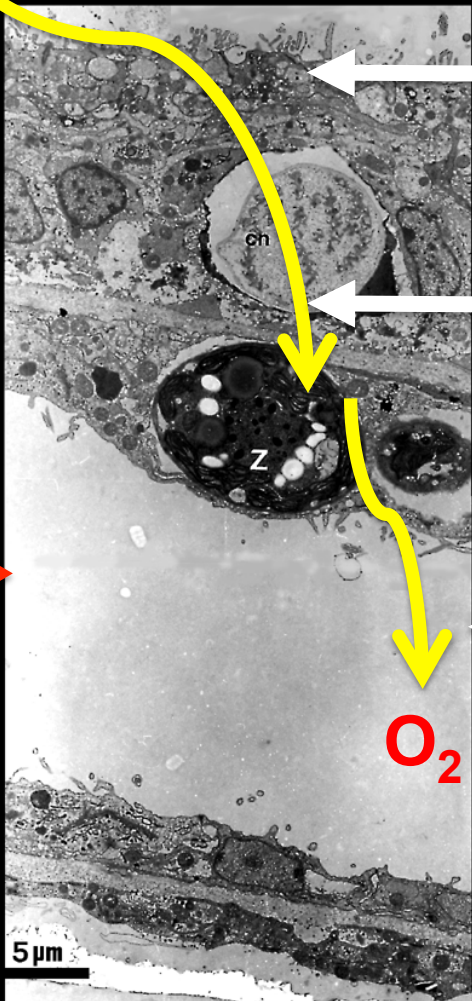
Jour



Nuit

Adaptation à la symbiose

CO₂

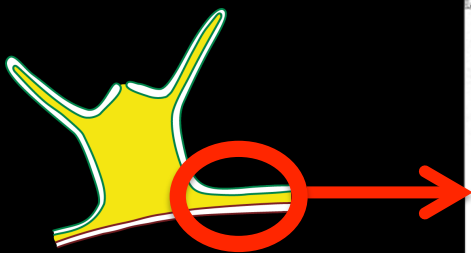


O₂

Protection contre les coups de soleil

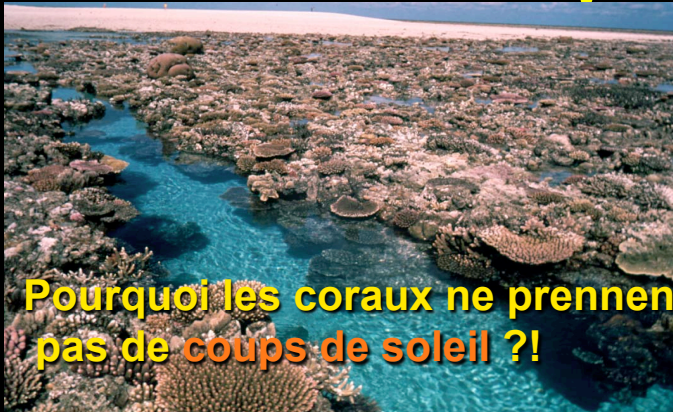
Mécanismes d'absorption du CO₂

Mécanismes de détoxification des radicaux libres



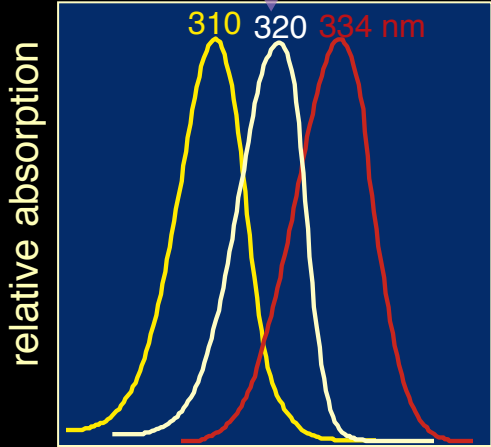
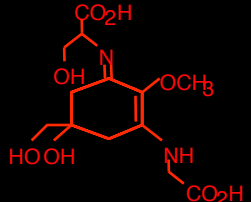
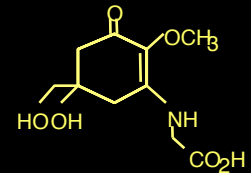
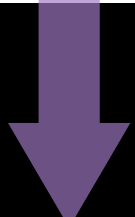
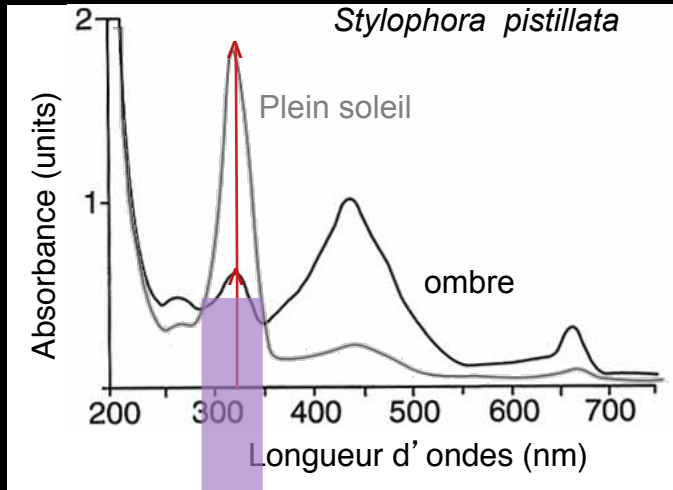
Protection contre les coups de soleil

Mycosporine-like amino acids



Pourquoi les coraux ne prennent pas de coups de soleil ?!

Les coraux de surface absorbent 30 fois la dose minimale responsable des coups de soleil chez l'homme.



mycosporine-like amino acids (MAAs) = filtre à large spectre contre UVA et UVB

Aide à la photosynthèse

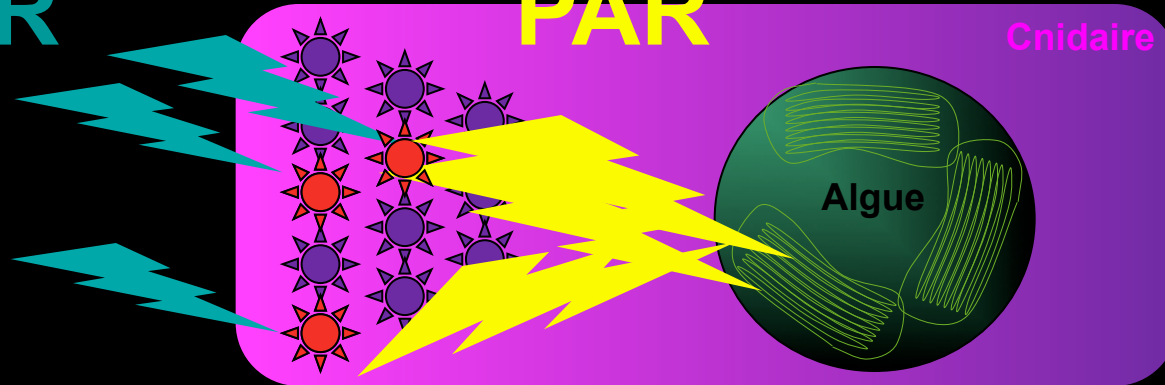
Protéines fluorescentes



NPAR

PAR

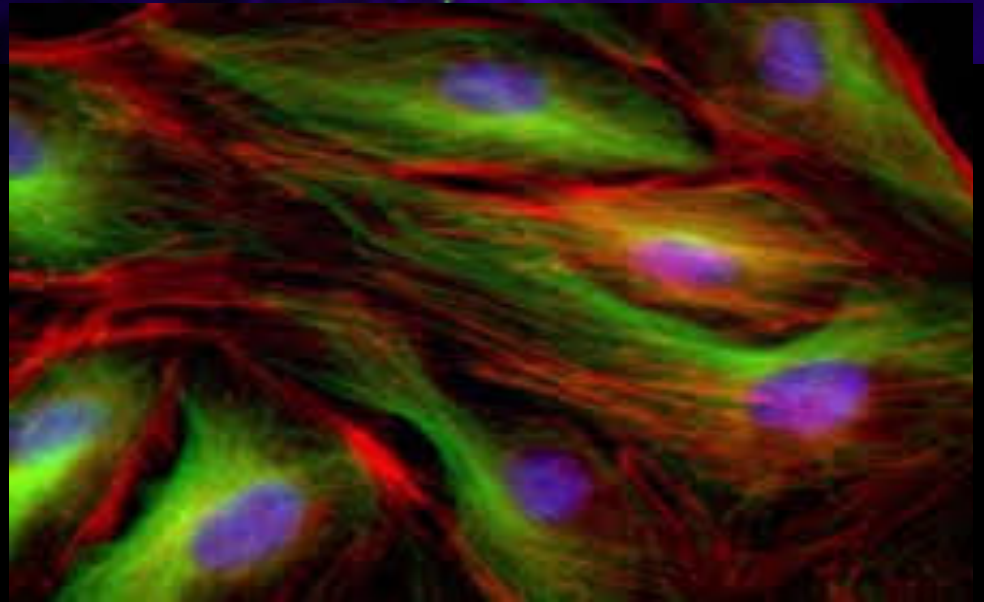
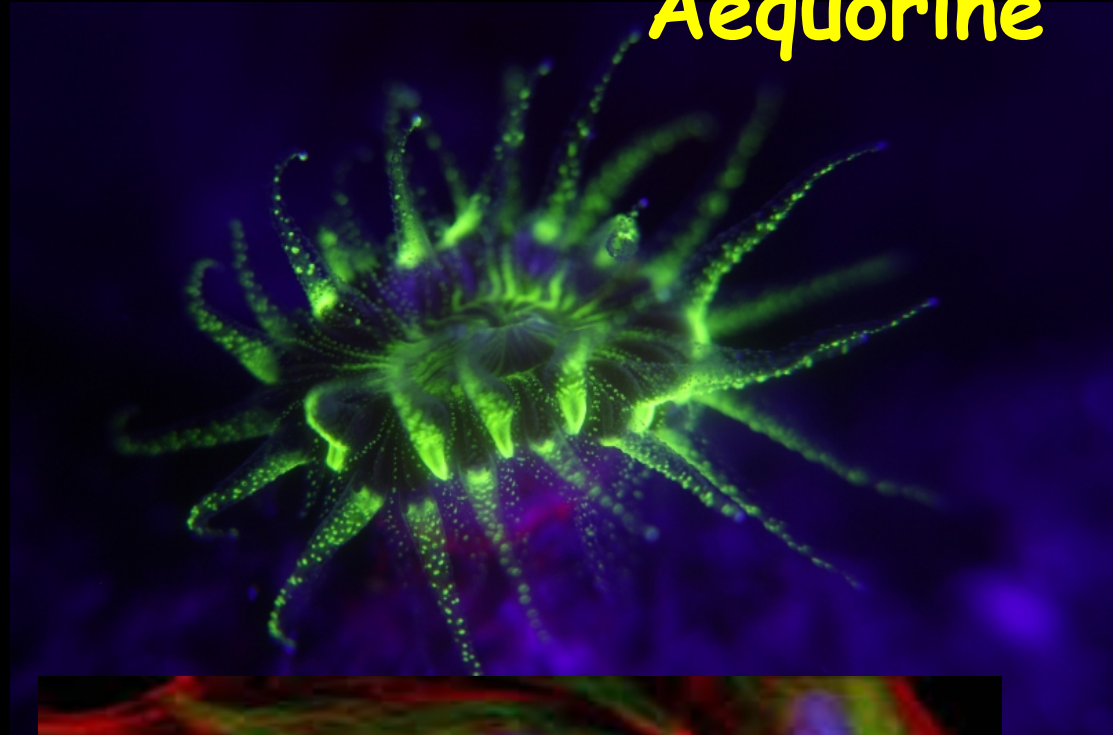
Cnidaire



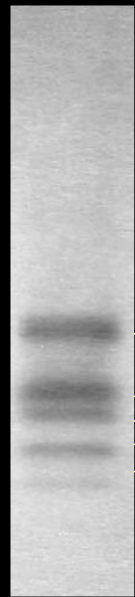
(N)PAR : radiations (non) photosynthétiquement actives

Aide à la photosynthèse

Aequorine



Mécanismes de détoxification des radicaux libres



*Anemonia
viridis*



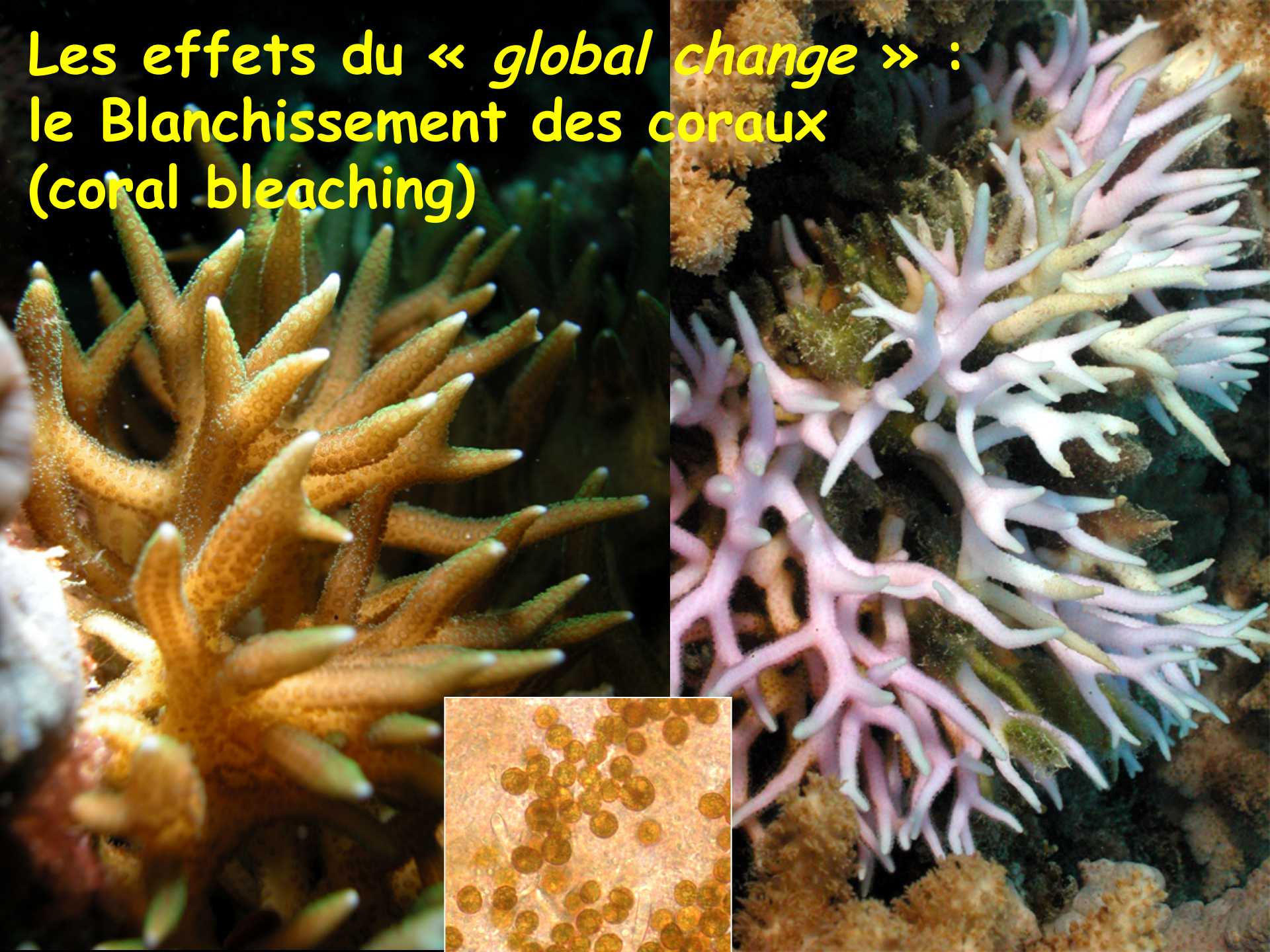
*Homo
sapiens*

Diversité des
défenses anti-
oxydantes
(Super Oxyde
dismutase - SOD)



SYMBIOCEA

Les effets du « *global change* » :
le Blanchissement des coraux
(coral bleaching)







- En 1998, 29% des récifs ont blanchis à des degrés divers
- Sur certains sites, la mortalité peut aller jusqu'à 95%
- Mort de très vieilles colonies (1000 ans)
- 12 épisodes majeurs depuis 1979, qui augmentent en fréquence

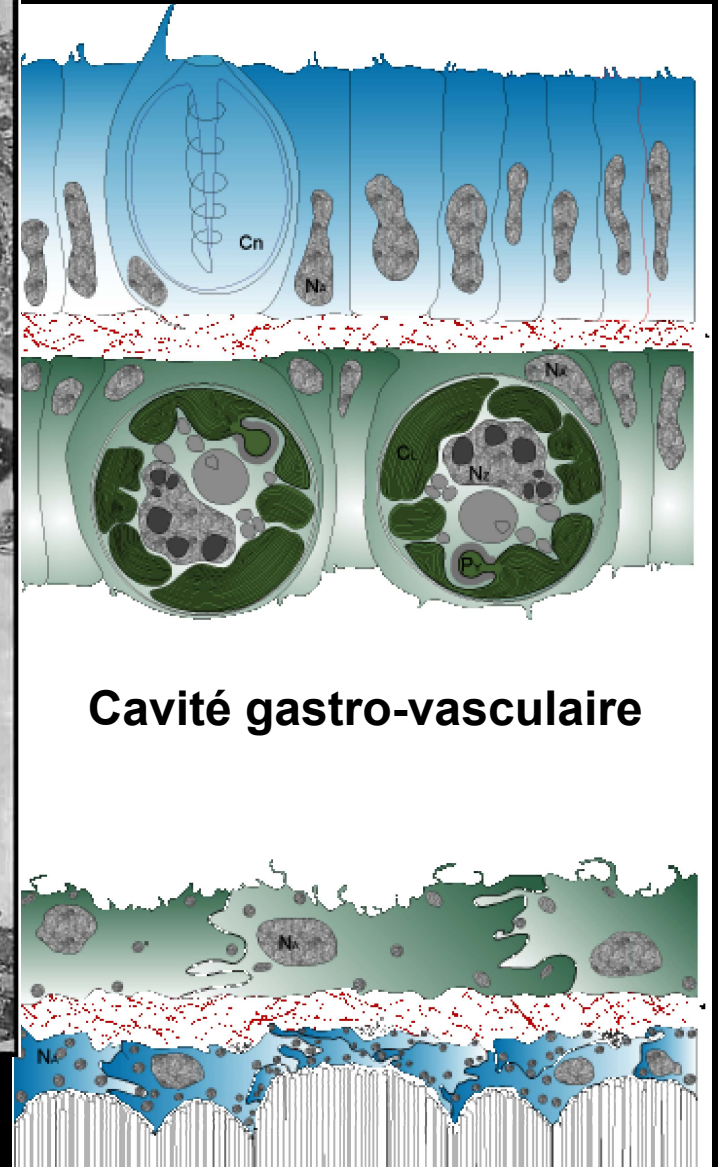
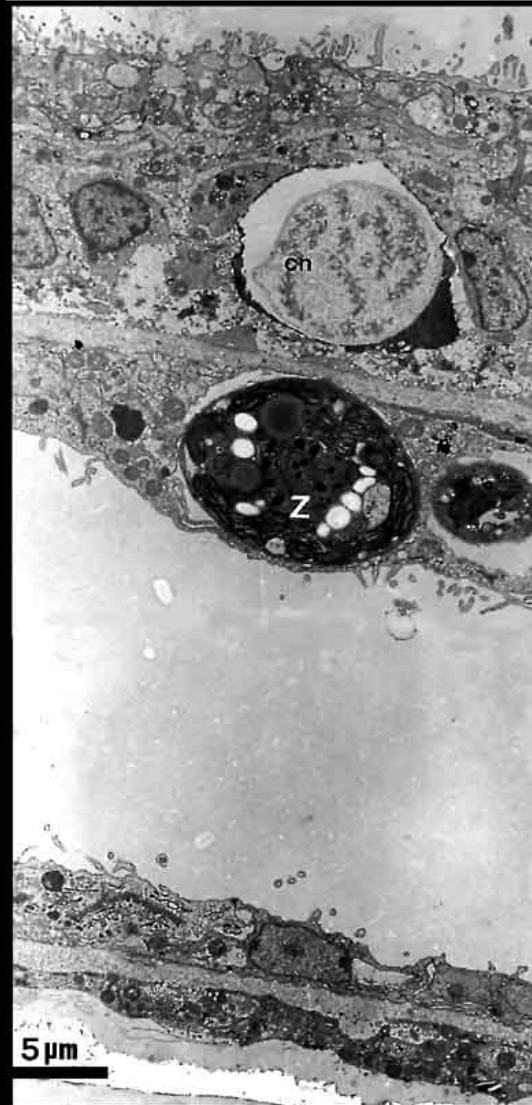
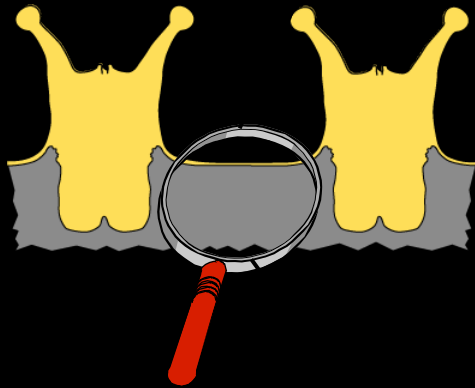
Symbiose





**Merci de votre
attention**

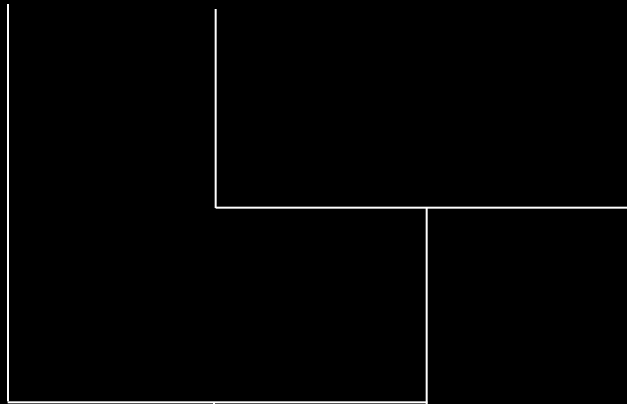
Et l'Histologie ?



Les Cnidaires : de lointains cousins ?



90 % des gènes de coraux sont présents chez l'homme
10 % ne sont présents que chez l'homme et le corail à l'exclusion des autres invertébrés



?

Fortes homologies entre protéines humaines et de Cnidaires