

participation à la formation des Professeurs de SVT

- Visioconférence en 2015 sur la **symbiose** - Académie d'Aix-Marseille (Alain Faralli) avec Marc-André Selosse (MNHN) organisée par Emile Laguna (lycée d'Orange)
- Conférence en mai 2016 sur les **mécanismes de diversification du vivant** - Académie d'Orléans-Tours (Michel Khairallah et Jean-Marc Vallée)
- Conférence en novembre 2016 sur le **monde microbien** – Académie de Bordeaux (Bruno Forestier)

collaboration avec le CRDP de Versailles puis Réseau Canopé Ile-de-France



2010



2013



2017



paru le 17 décembre 2018

Journée formation « écosystème»

Orléans, mercredi 20 mars 2019

Ecosystème, service écosystémique et bio-inspiration

Laurent Palka

Maître de conférences

Muséum national d'Histoire naturelle

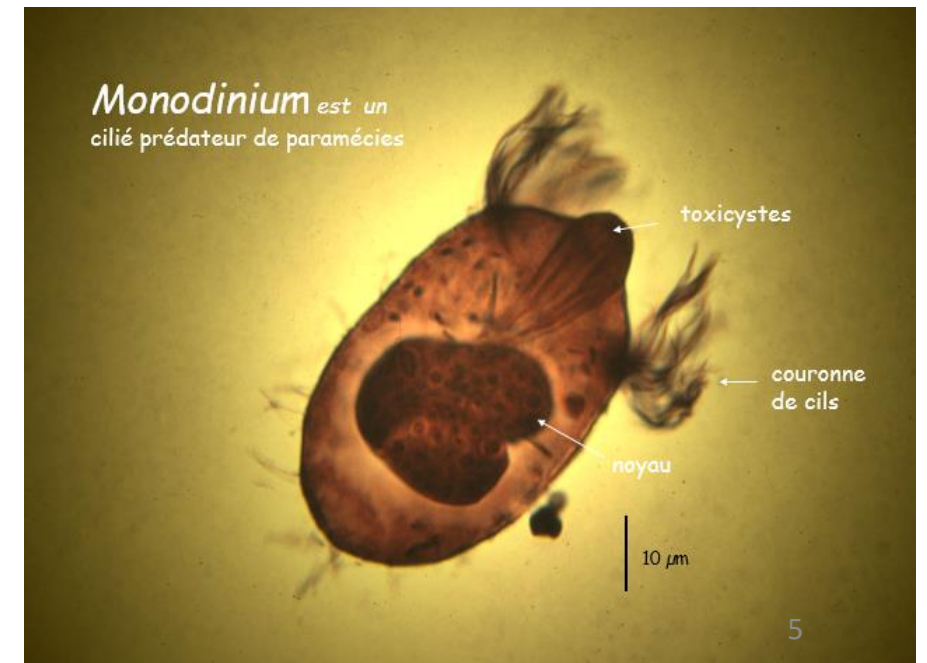
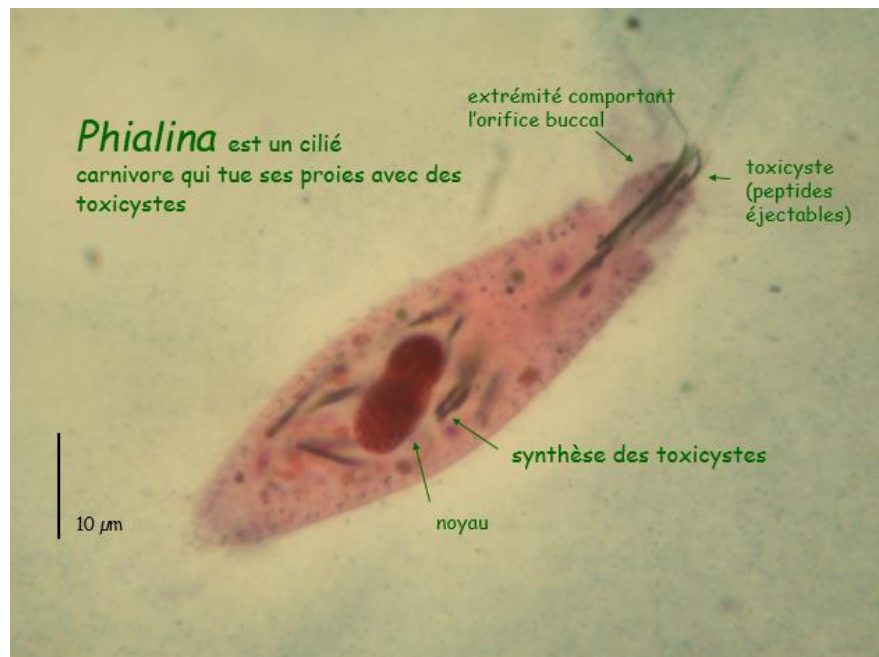
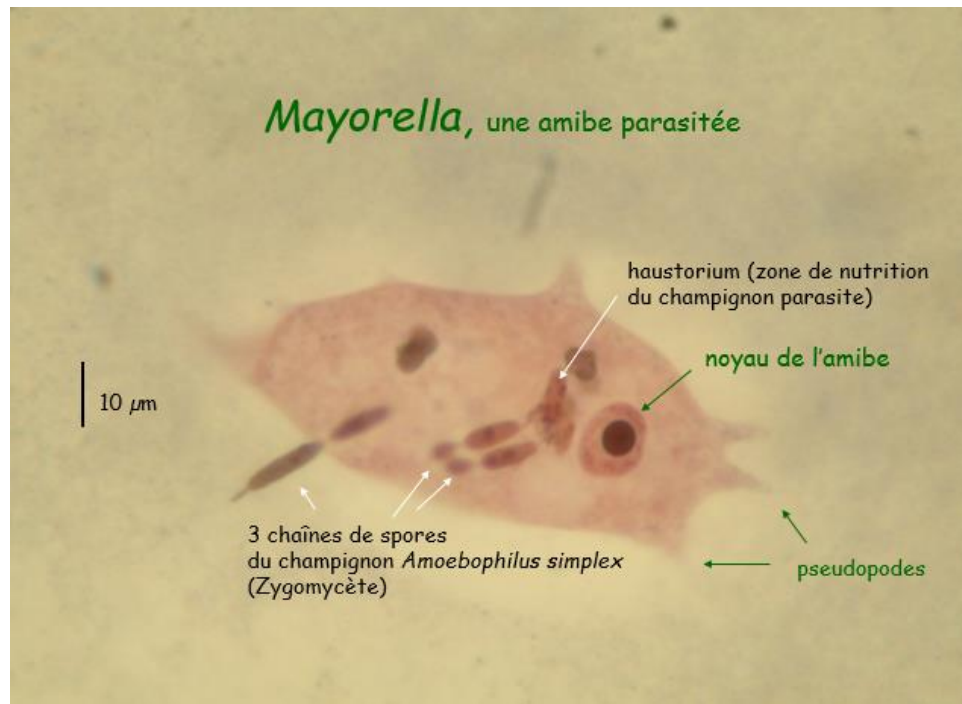
Département Homme et environnement, UMR 7204 CESCO

43, rue Buffon, 75005 Paris



MUSÉUM
NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

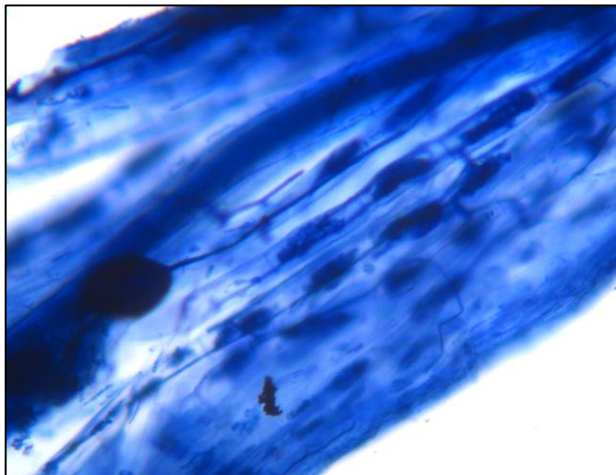
Protistes colorés à l'argent



CESCO: Centre d'écologie et des sciences de la conservation

toit végétalisé à colonisation spontanée

racine de plantain lancéolé colorée
au bleu coton montrant des structures
d'endomycorhizes VA (glomérormycètes)



Alice Ardichvili, M1



bâtiment d'entomologie, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris

1. L'écosystème
 - 1.1. définition
 - 1.2. rôle de la biodiversité
 - 1.3. quiz

1.1. Définition: naissance du concept d'écosystème

zoologiste allemand

zoologiste américain

botaniste anglais

écologue américain

écologue américain

Karl Möbius



1877

Crée le mot biocénose.

Stephen Alfred Forbes



1887

Fait l'inventaire des espèces d'un lac qu'il compare à un microcosme.

Sir Arthur Tansley



1935

Crée le mot écosystème.

Raymond Lindeman



1942

Quantifie les flux et les cycles.

Eugene P. Odum



1953

Précise et popularise le concept.

pour résumer : un concept / cinq caractéristiques

1

système biophysique (biocénose et biotope) ouvert comportant un producteur primaire et un décomposeur

2

la biocénose comprend des niveaux de complexité croissante (organismes, populations, communautés)

3

organismes, populations, communautés coexistent et se succèdent tout en étant en interactions au sein de réseaux

4

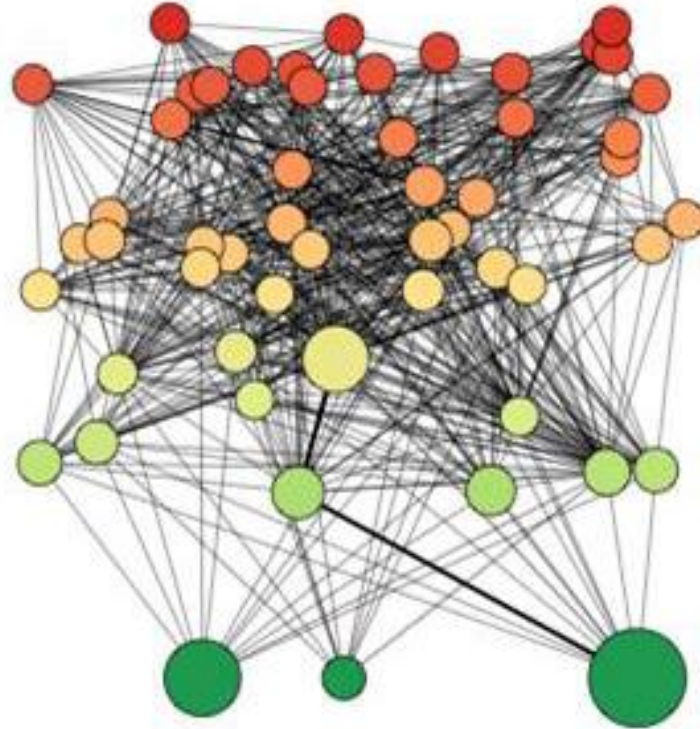
exercent des fonctions (photosynthèses, minéralisation, nitrification, fixation de l'azote, etc.) indispensables au maintien du système

5

limites spatiales et temporelles (résistance, résilience...)

Est-ce que plus un écosystème est diversifié, plus il est stable ?

Robert May
démontre en 1972
à l'aide d'un
modèle mathématique,

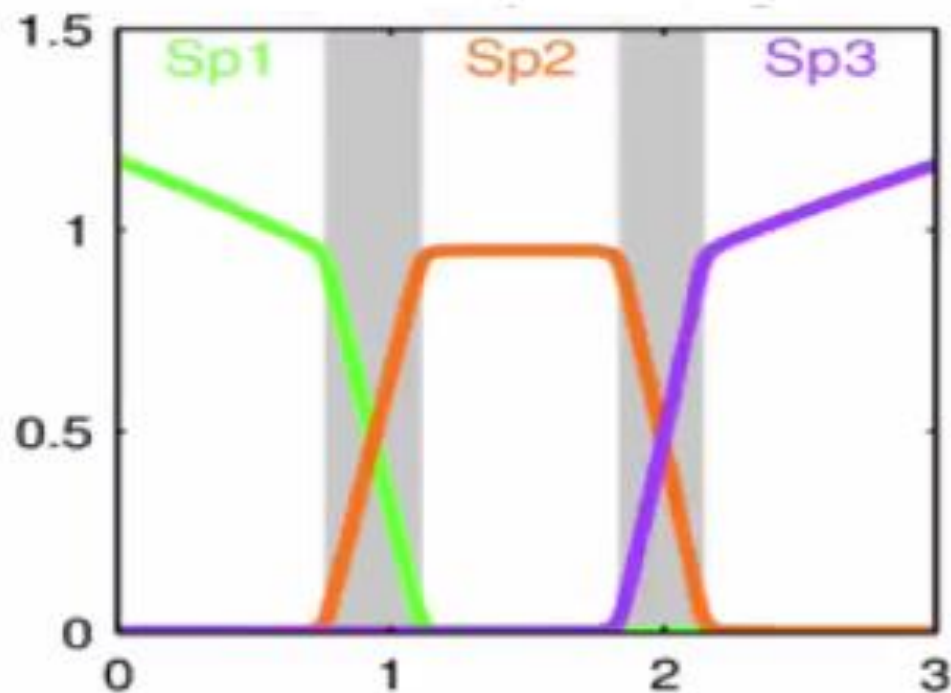


qu'un écosystème complexe,
composé d'un grand nombre d'espèces
interconnectées, est théoriquement
moins stable qu'un écosystème
moins diversifié.

Illustration d'un écosystème complexe. Chaque cercle représente une espèce (des producteurs primaires (en vert) aux prédateurs apicaux (en rouge)). Chaque trait est une interaction trophique entre deux espèces. (Crédit: Claire Jacquet, archives CNRS)

Modèle à 3 espèces

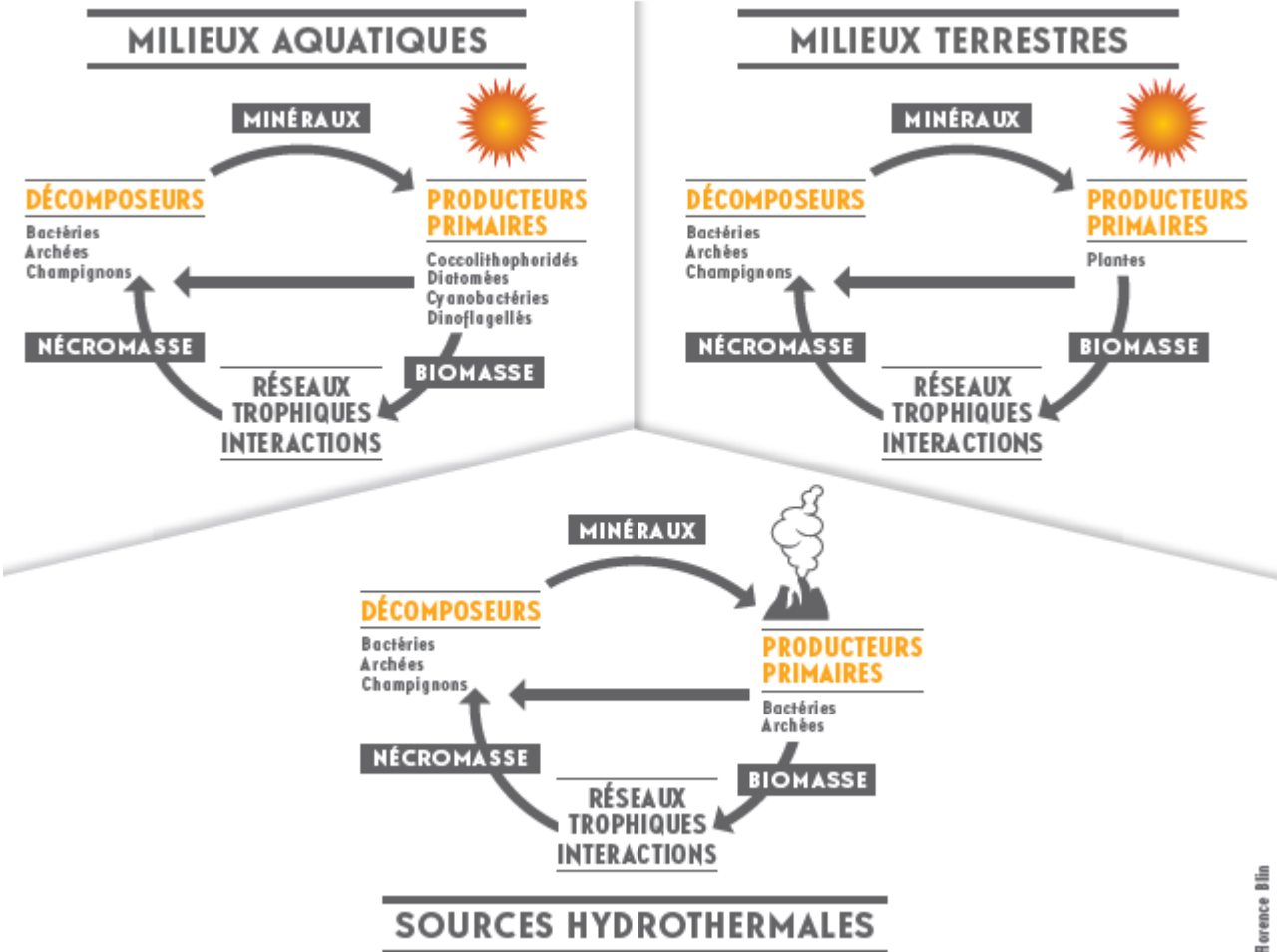
Dès qu'il y a apparition
d'une espèce
le système devient instable



zones grises:
coexistence entre
2 espèces

Conférence 2016 de Michel Loreau: <http://savoirs.ens.fr/expose.php?id=2550>

1.2. Rôle de la biodiversité



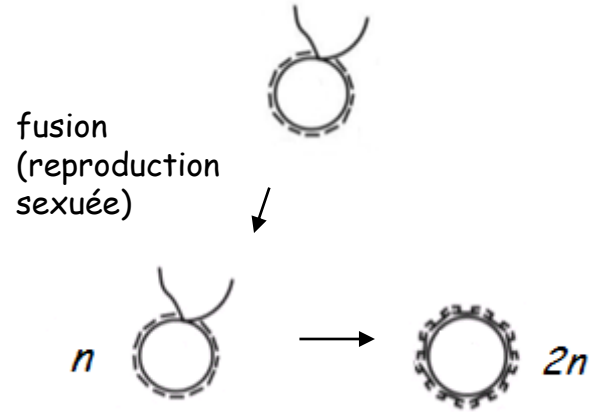
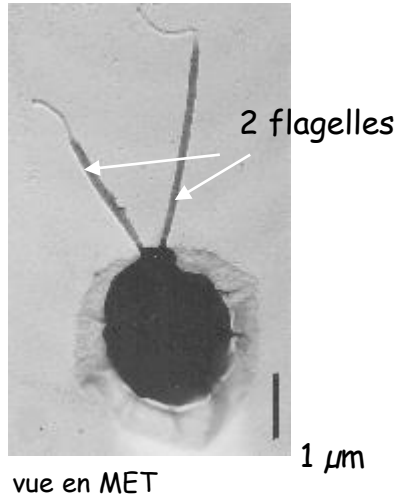
© Renée Blin

1.2. Rôle de la biodiversité: exemple des micro-algues

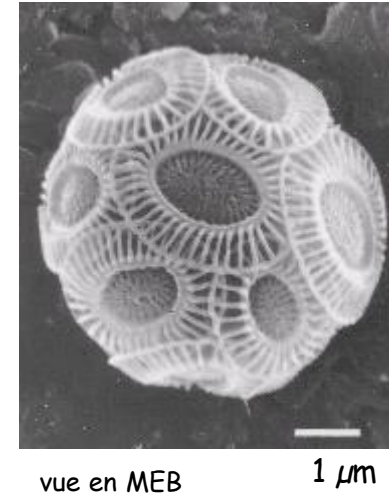
Coccolithophoridés *Emilinia huxleyi*

cellule mobile
recouverte
d'écailles organiques

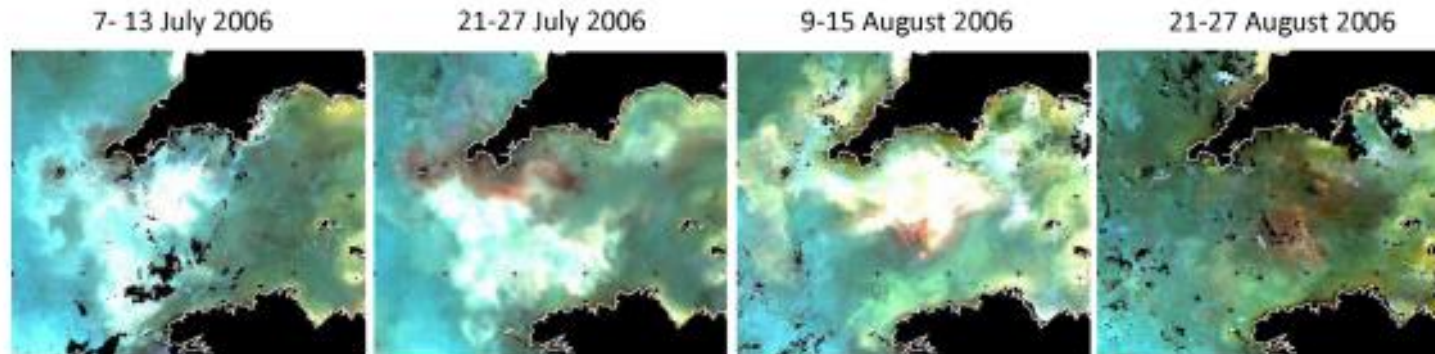
John Green, Plymouth Marine Laboratory

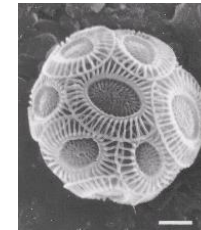
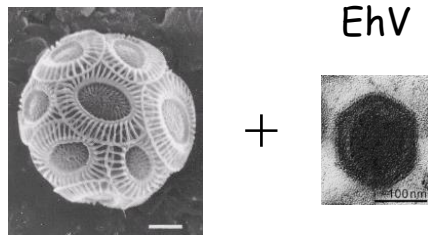


cellule non mobile
recouverte
d'écailles de calcite
(coccolithes)

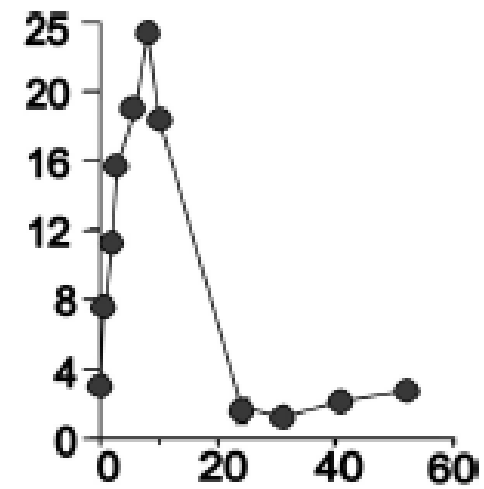
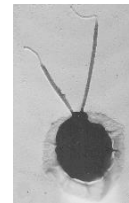
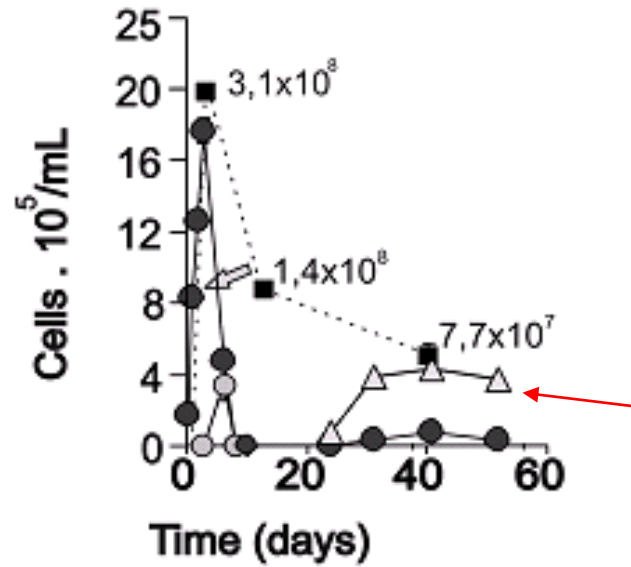


efflorescences



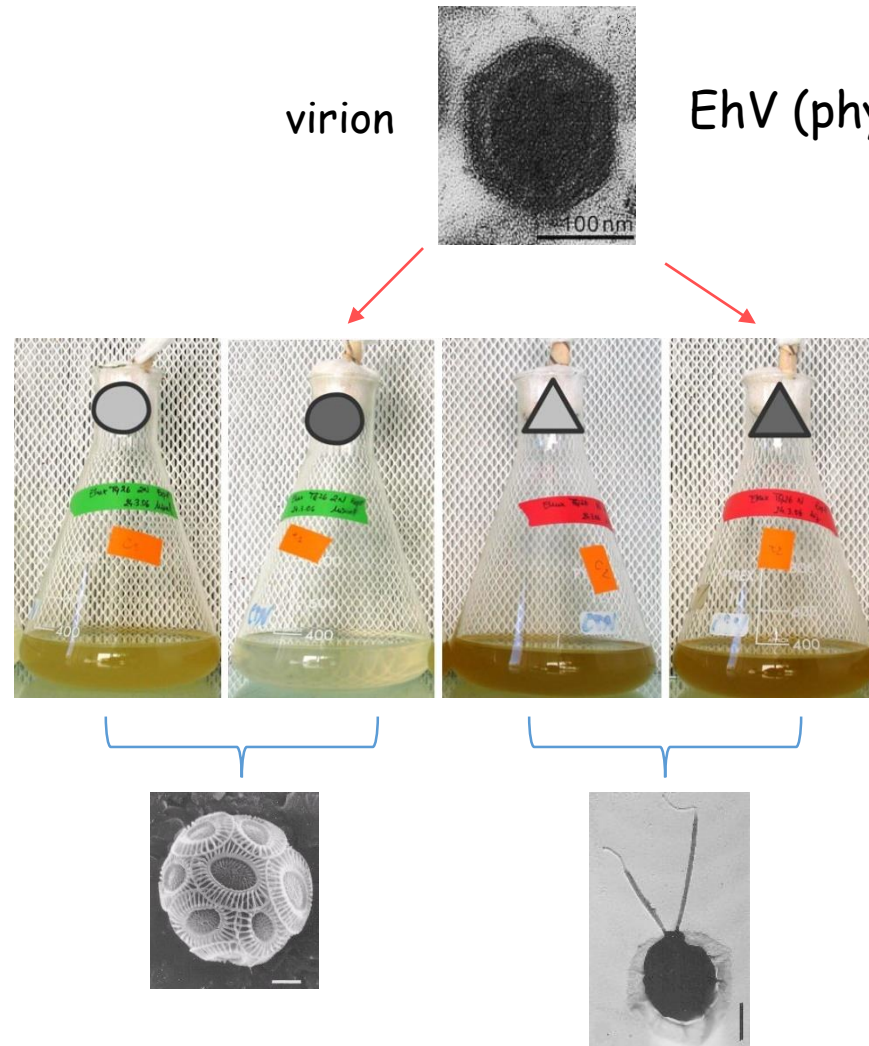


sans attaque virale



- *Emiliana huxleyi* (Diploid) △ *Emiliana huxleyi* (Haploid)
- 'Naked' *Emiliana huxleyi* (Diploid) ■ Viral particles/mL

cultures d'*Emiliana huxleyi* après 11 jours d'incubation à 18°C



d'après Frada et al. (2008)

1. Quiz: comment reconnaître un écosystème

Microbial Ecosystem in Humans or Animals?

Abstract.—The current abuse of the term and the concept of ecosystem in microbiology confirms the difficulty of distinguishing in practice the limits of the ecosystem and reveals the necessity of proposing new and operational tools for ecosystem recognition as such.

Limits of the ecosystem concept

Ecosystem as defined above, even in a rudimentary form (see key below for ecosystem recognition), cannot describe the primordial ocean, because the primitive medium from which life originated had to function differently without primary producers. Indeed, the first bacteria that colonized the hydrosphere, before cyanobacteria and photosynthesis, were probably heterotrophic and had to get their energy from organic mol-

Microbial Ecosystem in Humans or Animals?

Author(s): Maria Palka Santini and Laurent Palka

Source: *Bulletin of the Ecological Society of America*, Vol. 78, No. 4 (Oct., 1997), pp. 298-299

1. Quiz : ces différents milieux sont-ils des écosystèmes ?

un récif corallien ?



photo E.LIUFAU, Service de l'environnement Wallis et Futuna, 2007

la banquise ?



manchots empereurs, photo Yvon LeMaho CNRS/IPEV

1. Quiz : ces différents milieux sont-ils des écosystèmes ?

un champ cultivé ?



© Can Stock Photo



le sol ?

le microbiote intestinal ?



1. Quiz : ces différents milieux sont-ils des écosystèmes ?

David Latimer,
Britannique, a planté une graine en 1960
et a arrêté de l'arroser en 1972 lorsqu'il a
fermé la dame-jeanne avec un bouchon.



<https://dailygeekshow.com/enfermee-depuis-53-ans-une-plante-a-cree-son-propre-ecosysteme-pour-survivre/>

2. Service écosystémique

2.1. définition

2.2. micro-algues et piégeage du CO₂

2. 1. Définition de service écosystémique

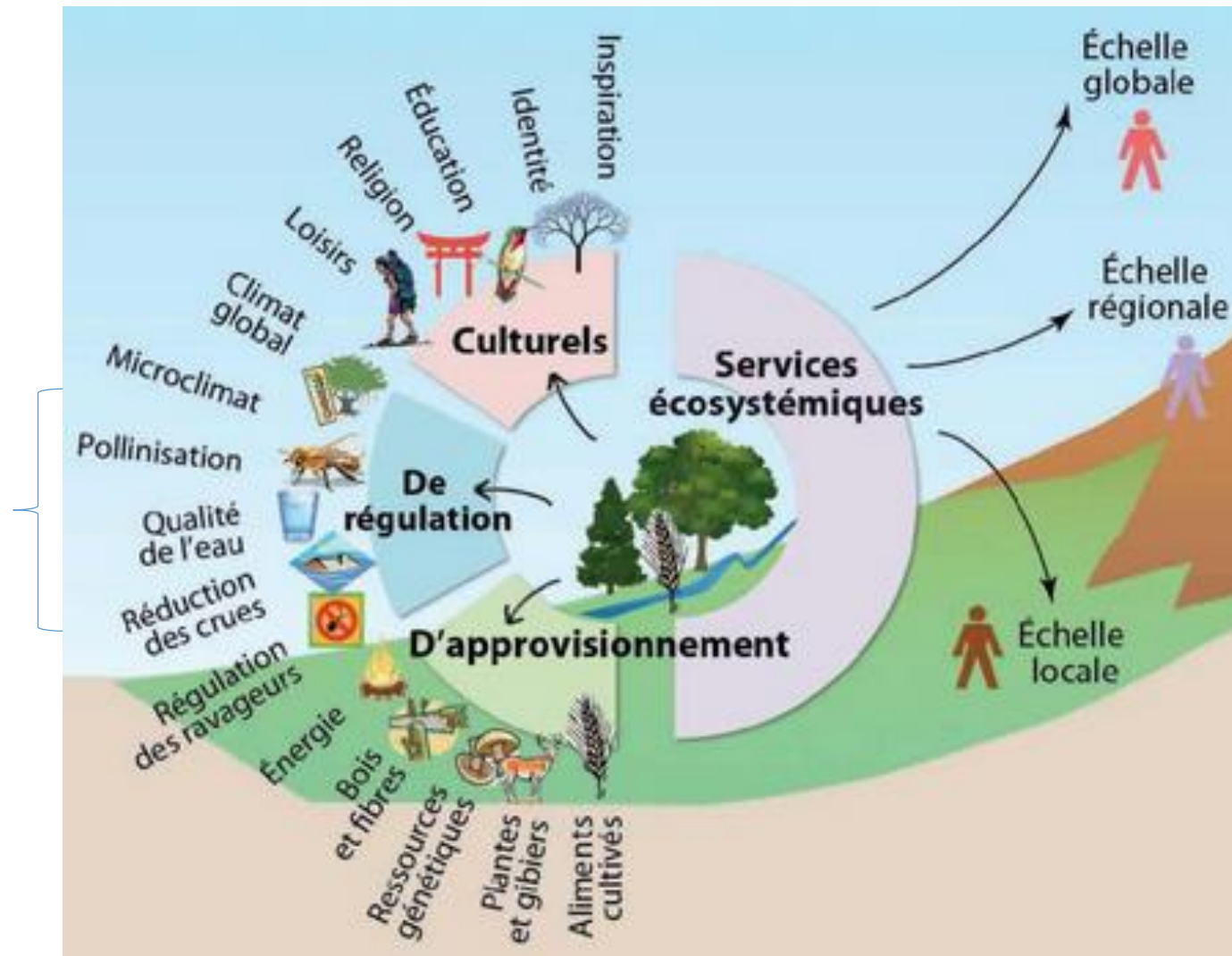
ressources

- Capital naturel : « *stock de matières et d'information contenu dans un écosystème* »
- Service écosystémique : « *bénéfice que les écosystèmes procurent aux hommes* »

Bénéfice indispensable à la survie de l'Homme sans que celui-ci n'interfère dans le processus qui le produit, et gratuit tant que l'écosystème est pas préservé. Faute de quoi il faut produire le même service mais aux frais de la société.

Exemples de services écosystémiques

- stockage du carbone
- protection contre l'érosion, les avalanches, les coulées de boue)
- dépollution de l'atmosphère



nouveaux écosystèmes: toits végétalisés



toiture végétalisée du bâtiment d'entomologie, 43 rue Buffon à Paris

Services :

- introduction de biodiversité
- stockage du carbone
- rétenion des eaux de pluie
- réduction des îlots de chaleur
- protection du bâti
- climatisation des logements
- esthétique
- agriculture urbaine
- qualité de l'air

Valeurs des services rendus par une forêt en France ? (en euros/hectare/an)



forêt en région tempérée

Culturel:
visites: 200
Chasse: 55-69

Approvisionnement:

Bois: 75-160

Cueillettes diverses: 10 à 15

Régulation:

Fixation + stockage du carbone: 529

Stockage de l'eau dans les sols
(crues et étiages): 30 à 120

Eau potable: 90

Maintien du sol: 150

Valeur totale: de l'ordre de 1000 euros/h/an

2. 2. Service écosystémique rendu par les micro-algues et puits à carbone

La régulation de la population de coccolithophoridés produit une agglomération des écailles.



image CEREGE

10 μm

Des micro-agrégats riches en calcite sédimentent au fond de l'océan (au-dessus du seuil de compensation).

Il y a séquestration du carbone (puits à carbone).

3. Bio-inspiration

3.1. diatomées

3.2. projet MELiSSA* de l'Agence spatiale
européenne

3.3. Projet Biosphere 2

* Microecological Life Support System Alternative

3. 1. bio-inspiration à partir des diatomées

diatomées centriques
à symétrie radiale



diatomées pennales
à symétrie bilatérale

Photo Julien Debontridder

Les diatomées nous montrent
qu'il est possible de faire du verre
dans l'eau à température ambiante !

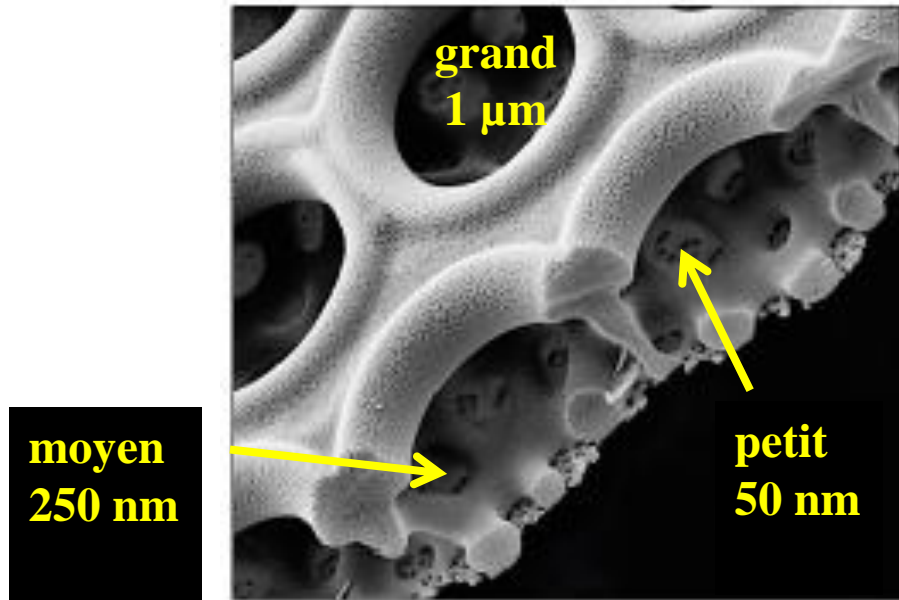
chimie douce

Quand l'eau remplace le feu !

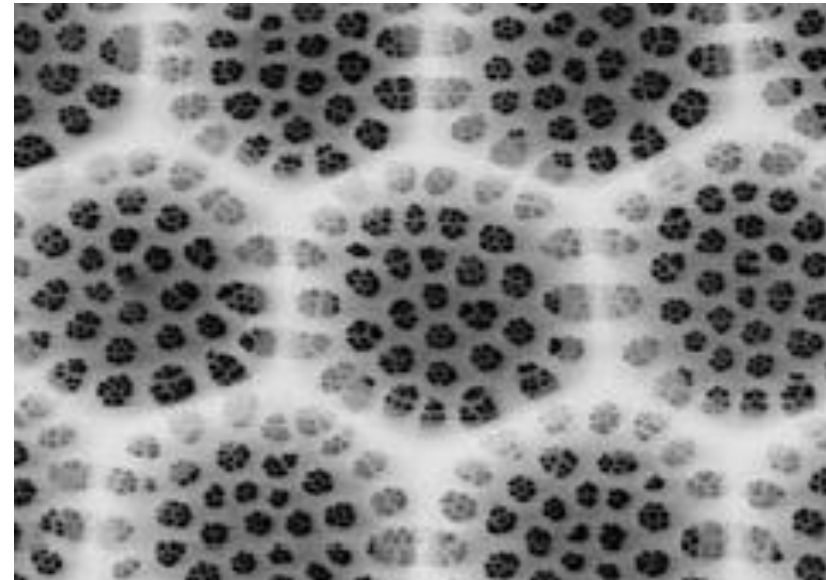
diapositive issue du cours de Jacques Livage



Structure poreuse du frustule



structure poreuse hiérarchique formée de 3 couches de pores régulièrement espacés.



les pores sont répartis de façon régulière formant ce que l'on appelle un « cristal photonique ».

Photos Jacques Livage

3. 2. MELiSSA de l'ASE : projet de recherche commencé en 1989

MELiSSA, un écosystème circulaire pour aller sur Mars !

L'Agence spatiale européenne travaille à la conception d'un écosystème circulaire permettant de recycler les déchets dans l'espace tout en produisant les vivres nécessaires à un périple spatial de longue durée.

Posted on 07 novembre 2017.

Développer un système de survie capable de se régénérer au cours de longues missions dans l'espace. Inspiré par le fonctionnement des écosystèmes des lacs, MELiSSA est conçu pour fournir l'eau, la nourriture et l'oxygène nécessaire à ses hôtes humains. En contrepartie, il ne nécessite qu'un apport en énergie - pas de nourriture ou d'oxygène prélevés à l'extérieur du système.

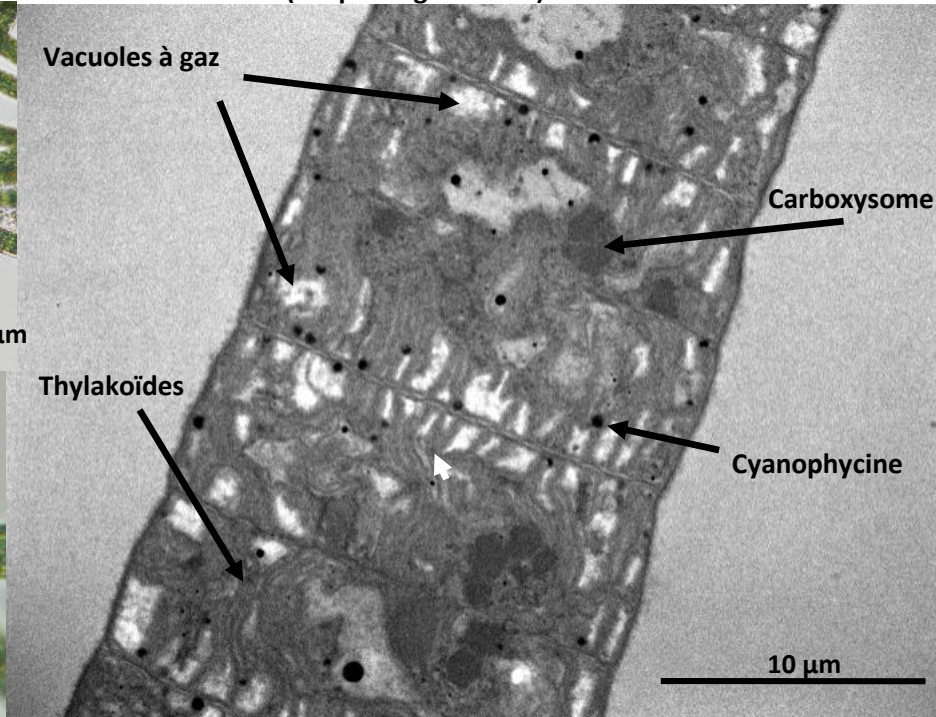
Arthropira : Spiruline

Vue générale de plusieurs filaments



Vue générale d'un filament

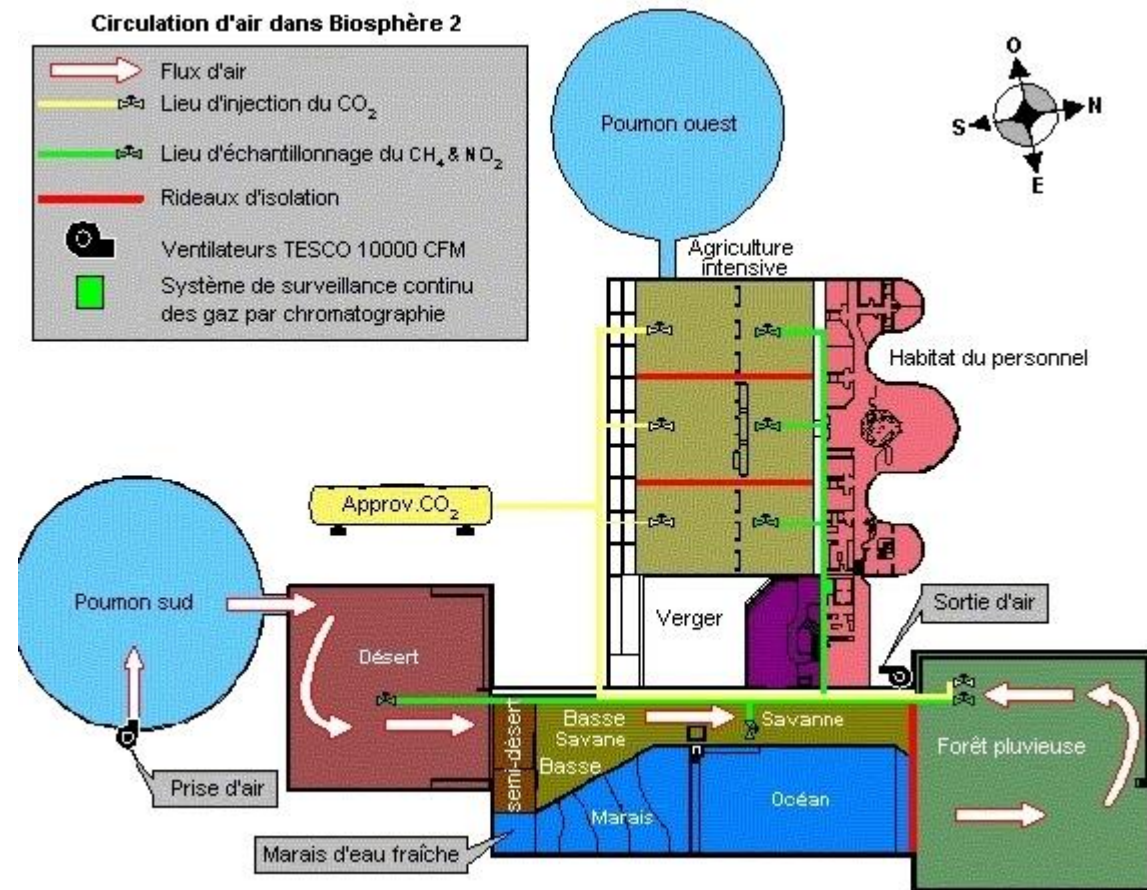
Détails d'une cellule (coupe longitudinale)



Cécile Bernard et Charlotte Duval, MNHN

Cette cyanobactérie contient 70% de protéines ainsi que des vitamines A et B12

2. 3. Biosphere 2: projet de recherche commencé en 1991



Je vous remercie de votre attention.

