

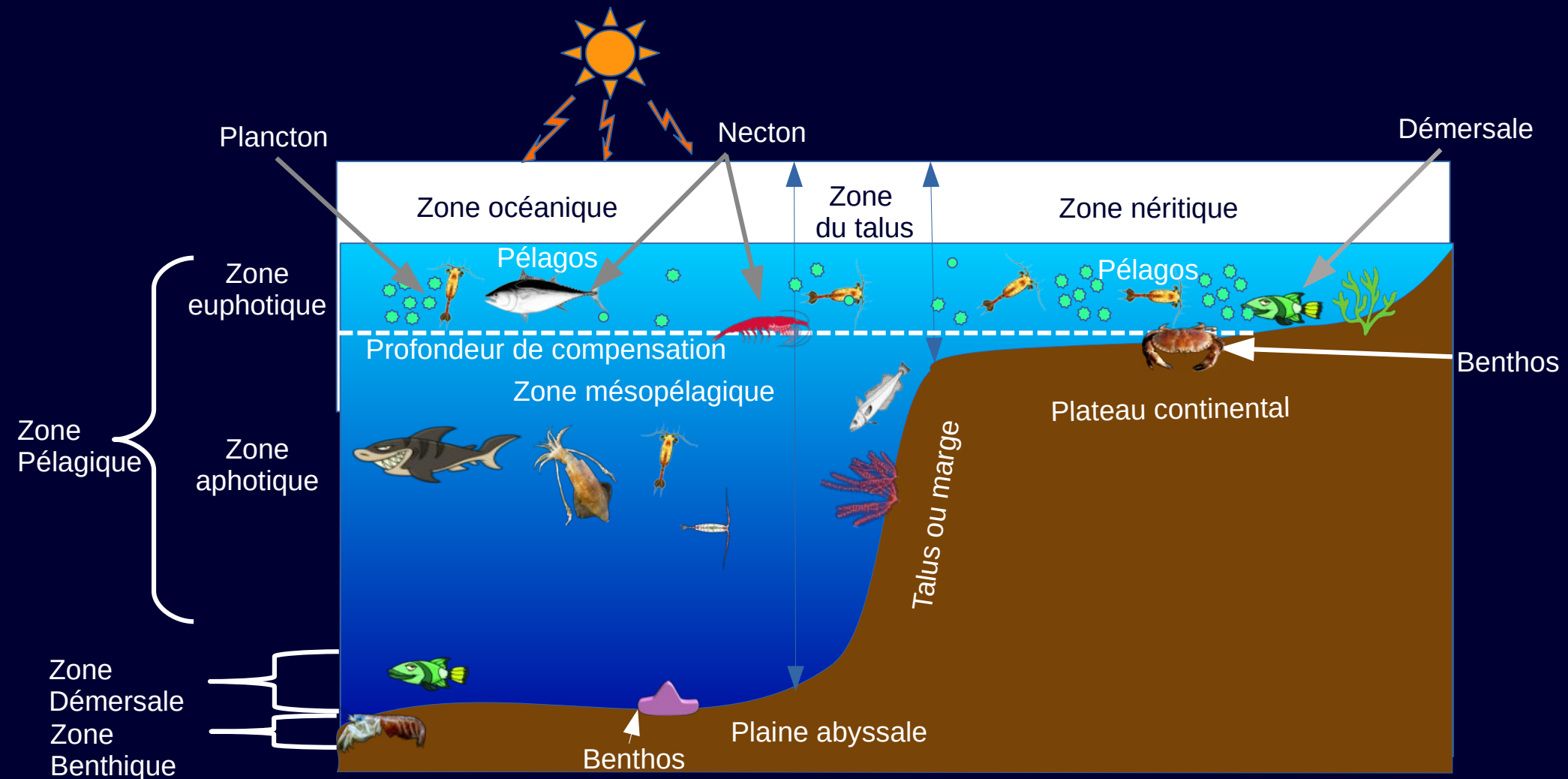


Cycle de "formation pour tous" en Océanographie : exposé 2 - B

Biologie et écologie des Océans



Termes intéressants à connaître



Zone mésopélagique = « Twilling zone »

Le paradoxe de la diversité biologique dans l'océan

Si on considère l'océan en volume, il représente plus de 90 % du volume offert à la vie sur la Terre

Dans les Muséums du monde entier : Un peu plus de 2 millions d'espèces identifiées, moins de 250 000 vivent dans l'océan.

L'océan n'abrite aujourd'hui que 13 % des espèces connues ?

Si l'océan contient moins d'espèces, en revanche il abrite beaucoup plus de groupes et de phylums : pour les seuls animaux, sur les 31 phylums connus aujourd'hui, et tous apparus dans l'océan, 12 ne l'ont jamais quitté et s'y trouvent toujours.

La vie a tout d'abord été exclusivement marine jusque vers 440 millions d'années (pour la vie « métazoaire élaboré ») puis a explosé en nombre d'espèces sur les continents vers 110 millions d'années.

Gilles BOEUF, Président du Muséum national d'histoire naturelle, Professeur à l'Université Pierre & Marie Curie, Professeur invité au Collège de France

Pour mémoire : 7 rangs taxonomiques : Règne / embranchement (ou phylum) / Classe / Ordre / Famille / Genre / Espèce.

Phylum exclusivement marins

Phylum	Genre ou espèce	P	B
Placozoaire	<i>Trichoplax adhaerens</i> , petit animal plat		X
Ctenophores	<i>Pleurobrachia</i> , <i>Beroida</i> , <i>Cestum</i> 190 espèces	X	
Xenoturbellidés	Petit « vers » marin <i>Scandinavia</i> 2 espèces		X
Cycliophores	Animaux microscopiques vivants sur les pièces buccales de crustacés 2 espèces	X	
Mesozoaires	Parasites de divers autres animaux marins, 165 espèces	X	
Sipunculien	Animaux vermiformes non-segmentés. 1284 espèces	X	X
Echiuriens	<i>Bonellia</i> . Autrefois traités comme un phylum distinct, maintenant rattachés aux annélides, 234 espèces	X	X
Phoronidiens	<i>Phoronis</i> , <i>Phoronopsis</i> . Espèces se nourrissant par filtration, 31 espèces	X	X
Brachiopode	Animaux avec un lophophore et une coquille. 12 000 espèce fossiles, 441 espèces actuelles	X	X
Echinodermata	Etoiles de mer, Oursins, Holothuries, Crinoids . > 14 000 espèces	X	X
Chaetognathes	Phylum de prédateurs marins, 120 espèces dans 20 genres, 280 espèces dans le genre <i>Spadella</i> ,	X	
Hémichordés	Vers marins , Graptolites, <i>Saccoglossus</i> , 143 espèces		X
Céphalocordés sub-phylum	<i>Amphioxus</i> , chordés primitifs ressemblent aux poissons. 25 espèces	X	X
Tuniciers sub-phylum	Anciennement Urochordés, embranchement des Chordés (Ascidies, Thaliacés (salpes, doliolés et pyrosomes), Appendiculaires). 3 000 espèces	X	X

Boeuf, G. Marine biodiversity characteristics. Comptes Rendus Biologies 334, 2011.

Pour mémoire : 7 rangs taxonomiques : Règne / embranchement (ou phylum) / Classe / Ordre / Famille / Genre / Espèce.

Pélagique

Benthique

Diversité biologique animale : Océan/ Eau douce/Terrestre

Taxons supérieurs	Embranchement	Océans et mers	Eaux douces	Sols	Terres et air ^[1]	Tous les domaines
Parazoa	1. Porifera	3	1	-	-	3
Radiata	2. Cnidaria	4	1	-	-	4
	3. Ctenophora	2	-	-	-	2
	4. Placozoa	1	-	-	-	1
?	5. Myxozoa (=myxosporidia)	2	2	-	(1)	2
Protostomia	6. Platyhelminthes	4	4	-	(2)	4
	7. Mesozoa	2	-	-	-	2
	8. Gnathostomulida	1	-	-	-	1
	9. Nemertea	2	1	-	-	2
	10. Acanthognatha	3	3	-	(1)	3
	11. Nematelminthes	5	2	1	(2)	5
	12. Kamptozoa	2	-	-	-	2
	13. Sipuncula	1	-	-	-	1
	14. Lophophorata	3	1	-	-	3
	15. Mollusca	7	2	-	1	7
	16. Annelida	5	3	1	-	5
	17. Lobopoda	1	1	-	1	2
	18. Arthropoda	5	3	4	4	6
	Deuterostomia	19. Chaetognatha	1	-	-	-
20. Hemichordata		3	-	-	-	3
21. Echinodermata		6	-	-	-	6
22. Urochordata		3	-	-	-	3
23. Chordata		7	7	3	4	8
Total		73	31	9	10(+6%)	76
Représentation (en % de 76)		96%	41%	12%	13 (+8%)	100%

Nombre de classes récentes dans les 23 embranchements animaux présents dans les quatre principaux domaines environnementaux de la biosphère.

[1] Les chiffres entre parenthèses réfèrent aux parasites isolés du milieu externe par leur existence à l'intérieur du corps de leur hôte terrestre.

Pour mémoire : 7 rangs taxonomiques : Règne / Embranchement / Classe / Ordre / Famille / Genre / Espèce.

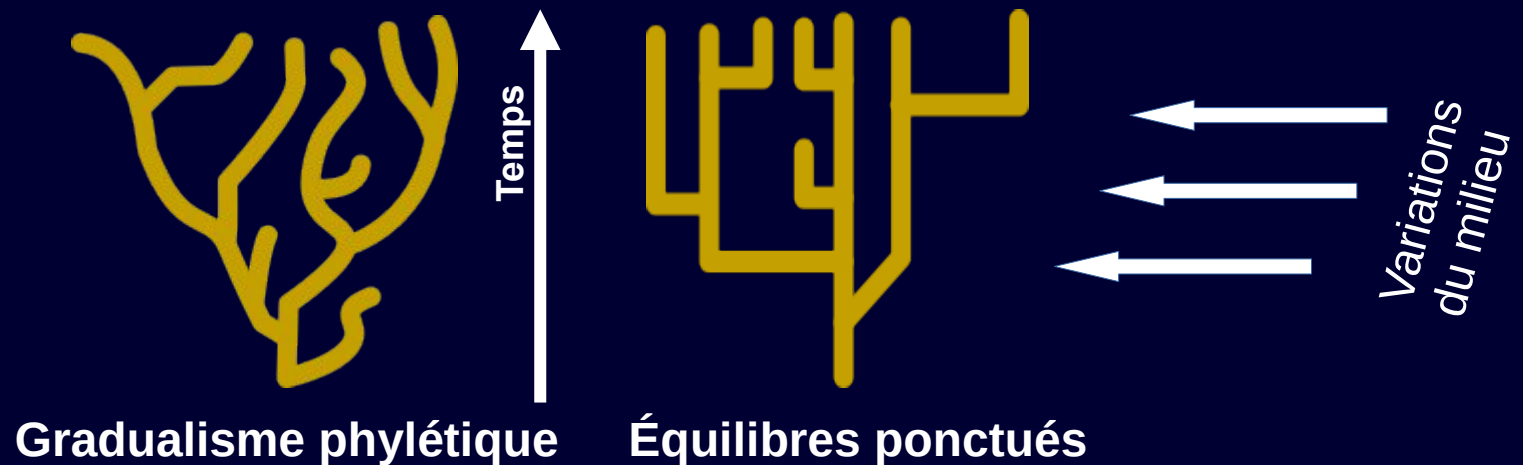
Stabilité, connectivité = changements limités dans l'océan

- Les océans ont des populations et des communautés très stables et souvent ancestrales, principalement en domaine pélagique et benthique profonde.
- Toutes les mers sont interconnectées et, en théorie, tous les organismes pourraient migrer vers n'importe quel autre endroit de la mer.
- Les milieux marins sont plus homogènes et stables, et sont moins inégaux. Le transport par l'eau de mer des cellules ou des organismes (plancton, gamètes, larves...) est très différent de celui de l'air.

La stabilité et diversité biologique de l'océan

Une explication :

Le vivant réagit aux divers changements extérieurs par la spéciation : plus le milieu varie, plus les espèces se diversifient et cela, depuis toujours (la **théorie des «équilibres ponctués»** de Gould et Eldredge, 1993).



Les plus faibles variations des conditions dans l'océan ne favorisent donc pas l'apparition d'espèces nouvelles.

Un corollaire : la durée de vie des espèces, beaucoup plus longue en mer (7-8 Ma dans les séries fossiles contre 2-3 sur les continents).

Pelagos et benthos



Le **Pélagos** est l'ensemble des organismes vivant dans la masse d'eau
Le **Benthos** est l'ensemble des organismes vivant sur le fond.

Pour le pélagos
L'ambiguïté : plancton et necton ?

Le plancton est l'ensemble des organismes vivant dans la masse d'eau, le plus souvent en suspension et apparemment passivement.

Christian Andreas Victor Hensen, zoologiste allemand, 1887.

Étymologie de « Plancton » : qui est errant, vagabond, du grec ancien : errant, instable.

Stricto
sensu

Lato
sensu

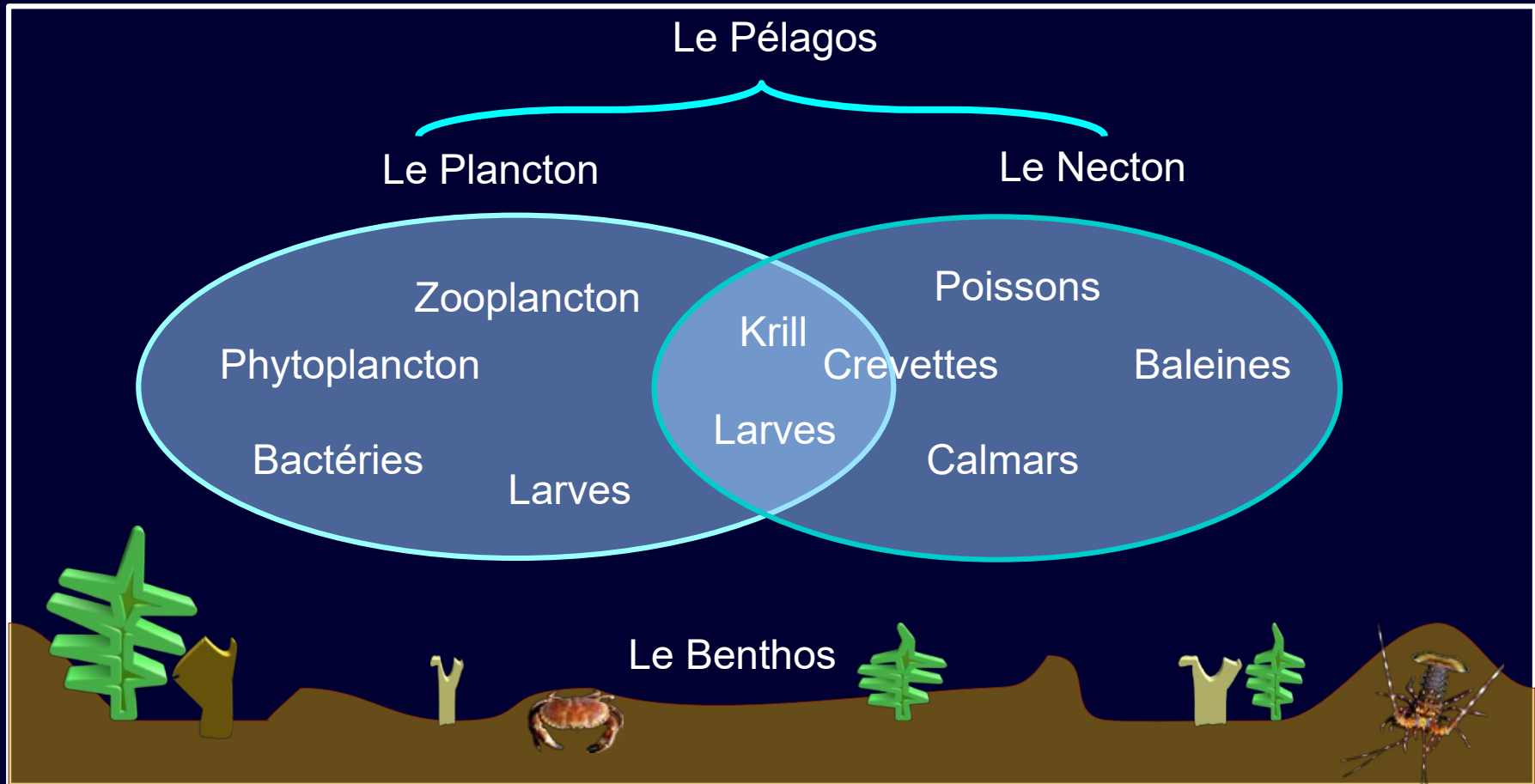
Le necton est un ensemble d'organismes vivant dans la masse d'eau et ayant une capacité de nage telle qu'ils peuvent se déplacer.

Ernst Haeckel, zoologiste allemand, 1890.

Étymologie du grec ancien «qui nage»

Continuum du critère déplacement

Pelagos : Plancton et necton

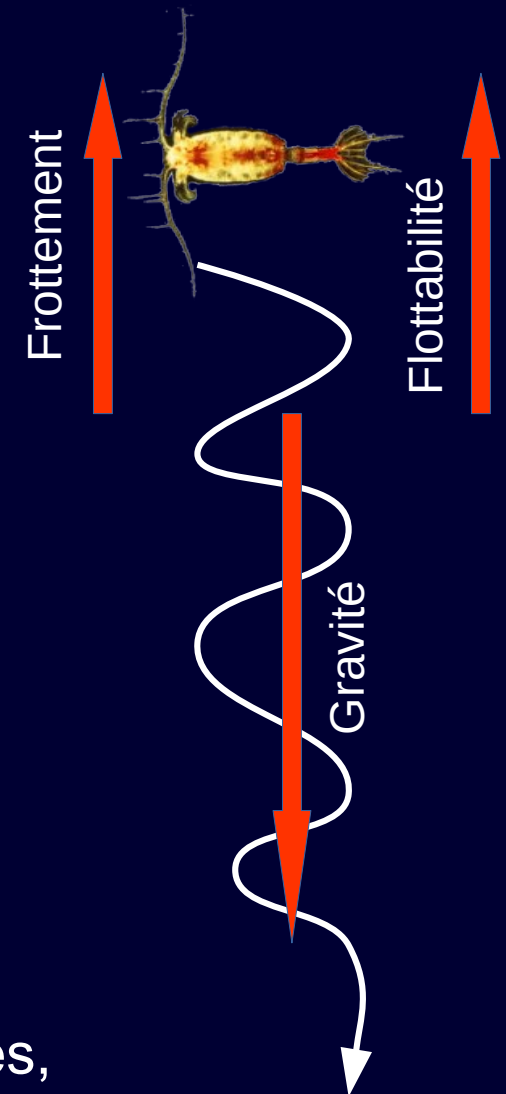


Le **plancton** est l'ensemble des organismes vivant dans la masse d'eau, le plus souvent en suspension et apparemment passivement. Il se différencie du **necton**, capable de se déplacer activement.

Adaptation à la vie pélagique

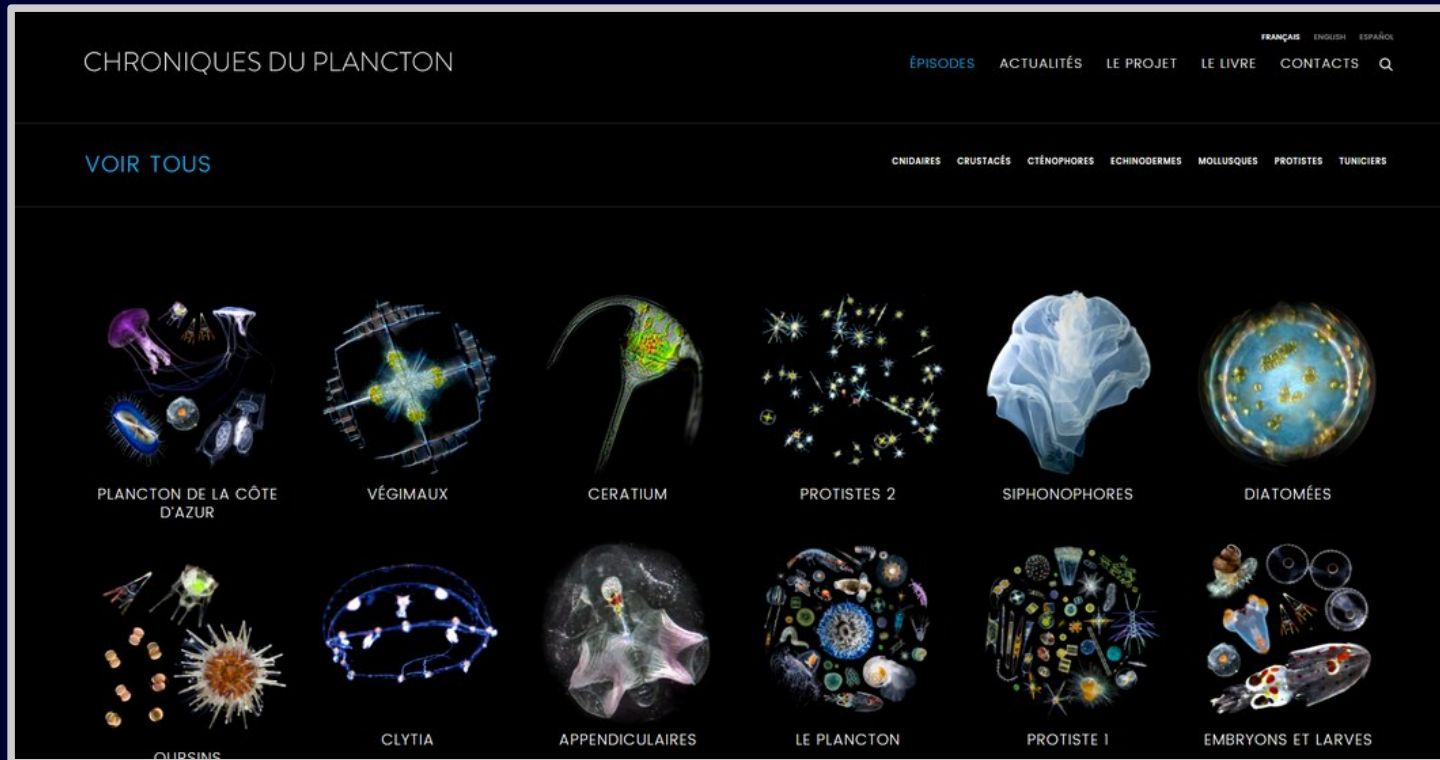
Lutter contre la « chute »

- ✓ Augmenter les forces de frottement :
 - ✓ Extensions, appendices foliacés, épines, ailettes,
 - ✓ Forme « parachute »,
 - ✓ Aplatissement
- ✓ Densité proche de celle de l'eau :
 - ✓ Flotteurs,
 - ✓ Forte teneur en eau,
 - ✓ Squelette réduit,
 - ✓ Accumulation de gouttes lipidiques.
- ✓ Éviter les prédateurs dans un milieu transparent :
 - ✓ Transparence du corps, parties vitales regroupées,
 - ✓ Bioluminescence (masquer la fuite, lumière),
 - ✓ Migrations verticales nyctémérales.



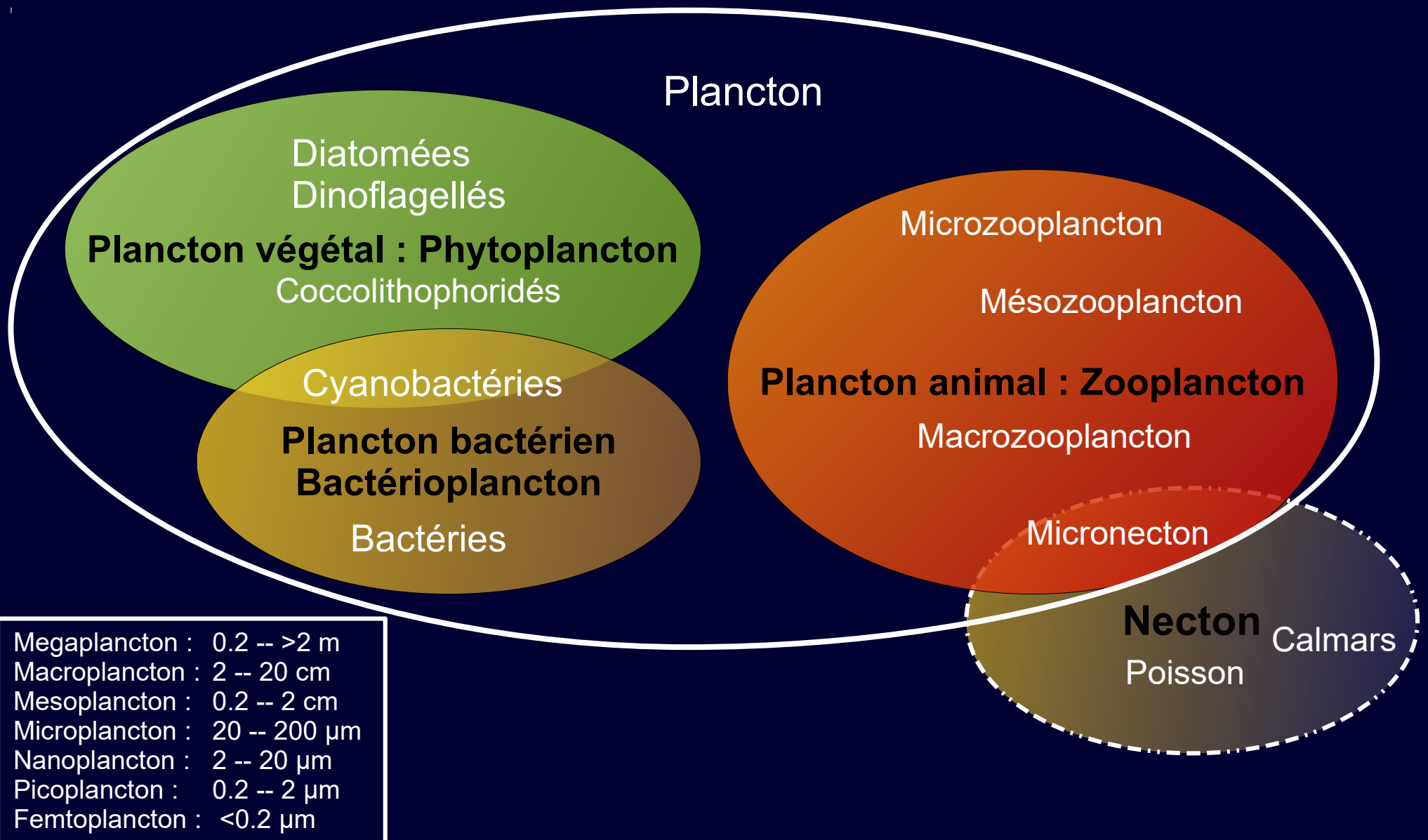
Diversité biologique du plancton

Les vidéos suivantes ont été réalisées dans le cadre des « Chroniques du plancton »
<http://planktonchronicles.org/fr/>



Les Chroniques du Plancton réalisée par Christian Sardet (CNRS), Sharif Mirshak et Noé Sardet (Parafilms) dans le cadre de l'Expédition Tara Océans et de l'Observatoire Océanologique de Villefranche-sur-Mer (CNRS / UPMC).

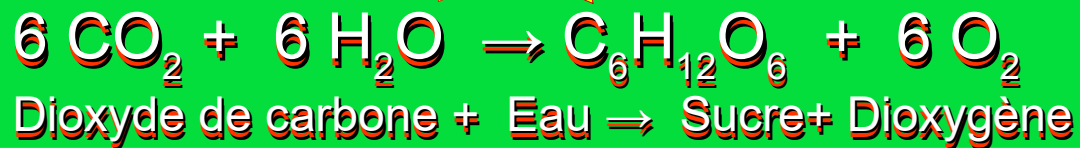
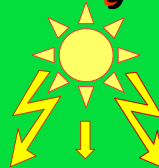
Diversité biologique du plancton



Phytoplancton ou Plancton "végétal "

Une seule cellule, non fixée, très peu mobile, photosynthétique *

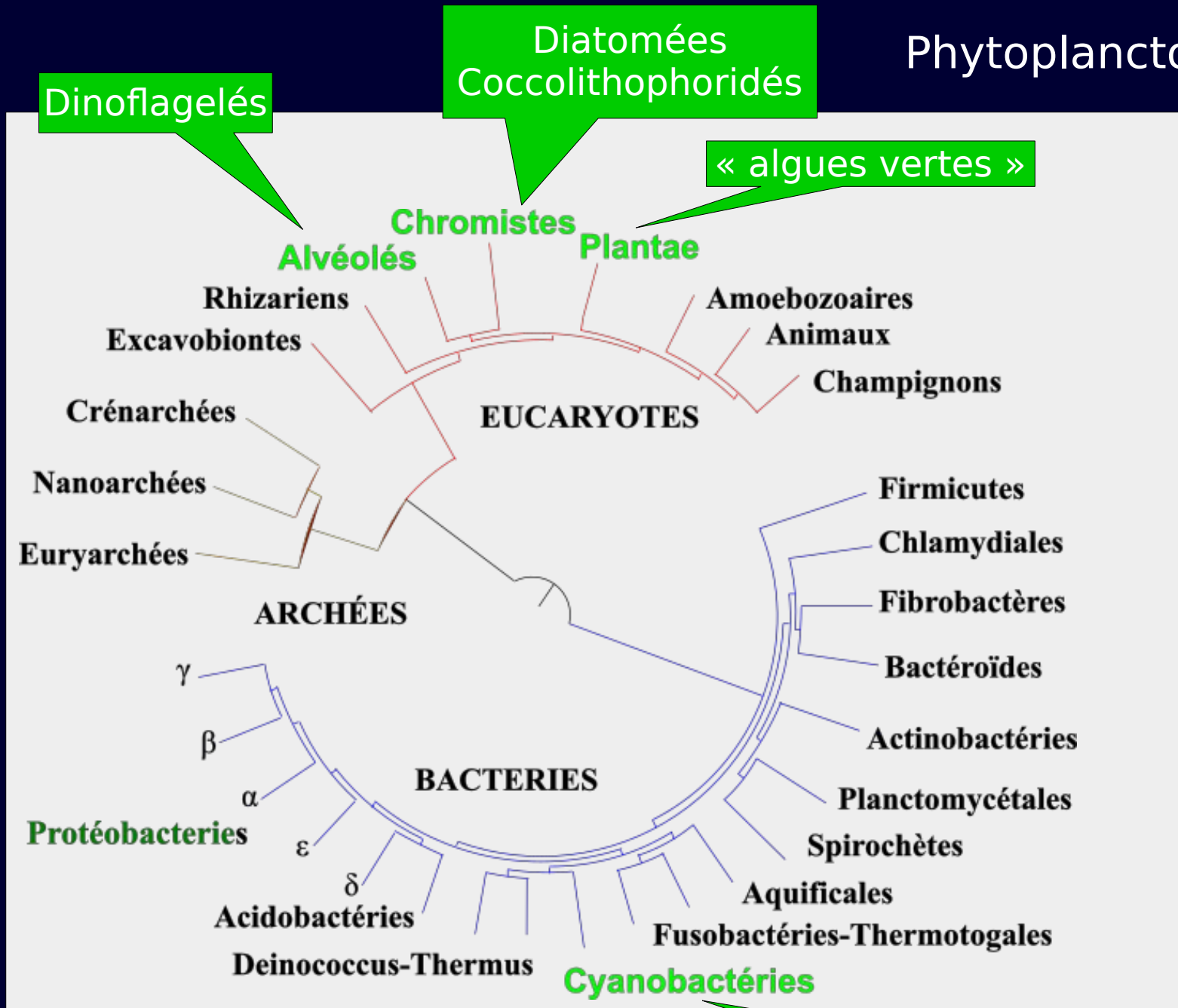
Photosynthèse



Production primaire pélagique

(* Définition simple et pratique mais vague taxonomiquement)

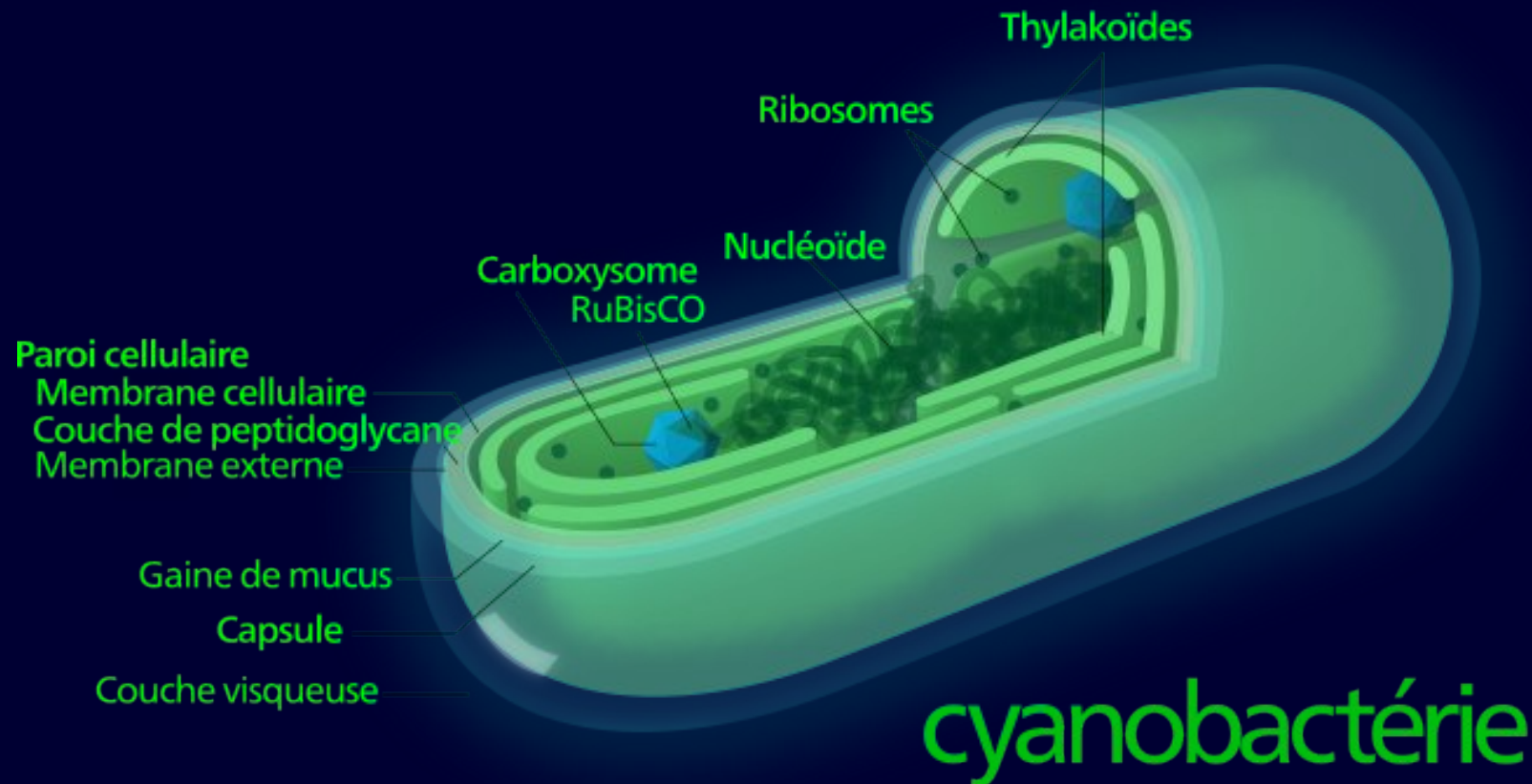
Phytoplancton



Cyanobactéries

Cyanobactéries

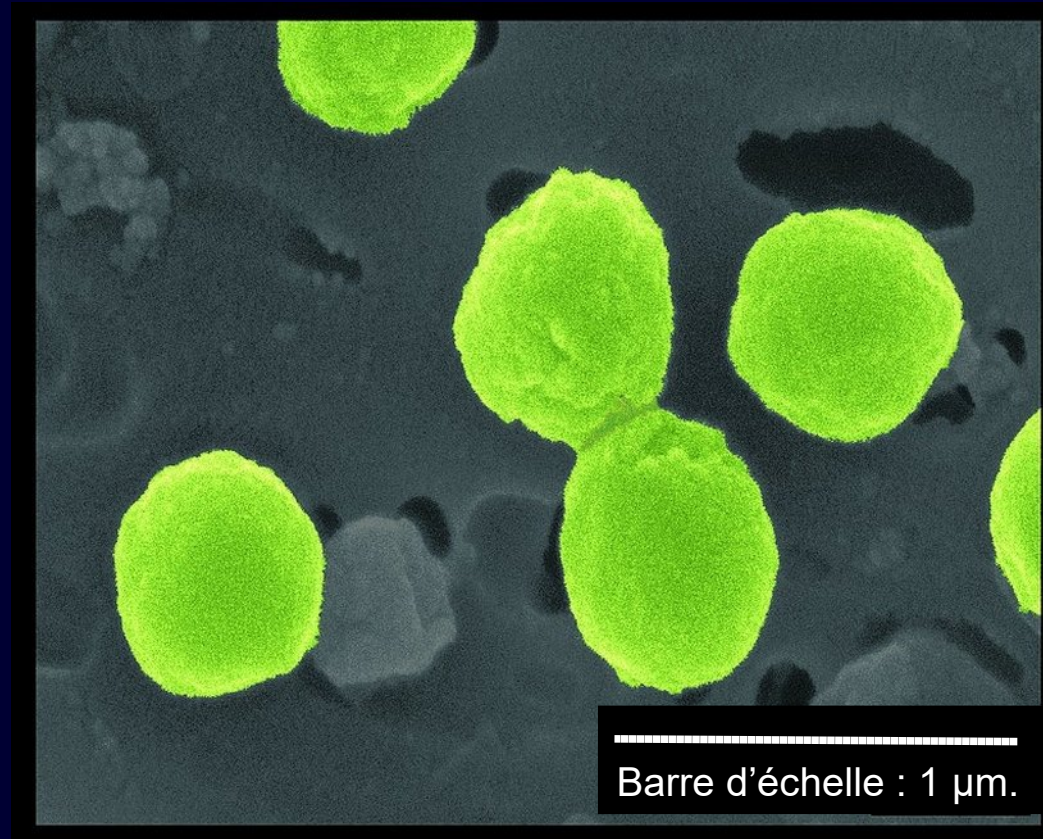
- Bactérioplancton, procaryotes, mixotrophes sans noyau véritable, ni plaste



Kelvinsong [CC BY-SA 3.0]

Thylakoïdes : sacs contenant les organites photosynthétiques qui assurent la photosynthèse, la respiration et la fixation de l'azote, la diazotrophie (chez certaines espèces).

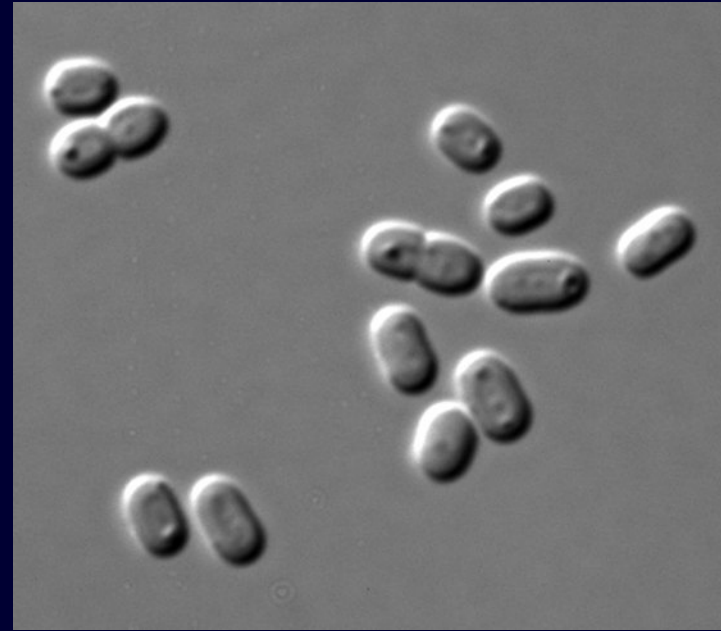
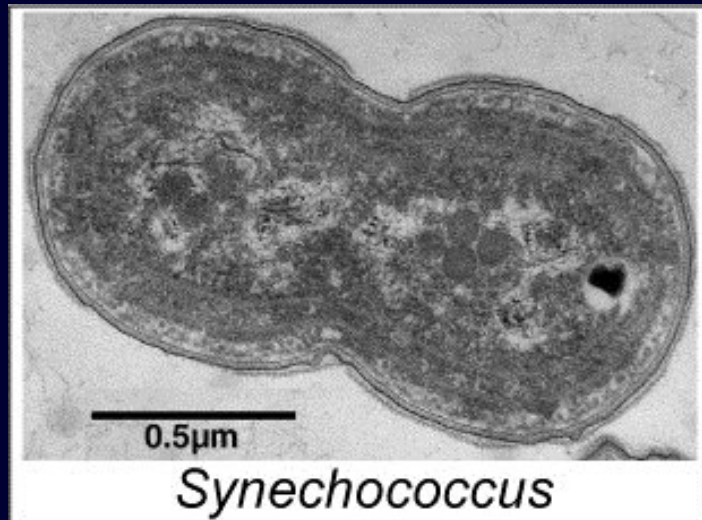
Nucléoïde : situé au centre de la cellule assure des fonctions semblables à celle d'un noyau et contient l'ADN.



Cyanobactéries marines photosynthétiques, classées parmi les picoprocaryotes. Taille 0,6 µm. Dans l'océan jusqu'à des densités de 100 000 cellules/ml. 5% environ de la photosynthèse mondiale, une importance planétaire pour le cycle du carbone et dans les chaînes trophiques.

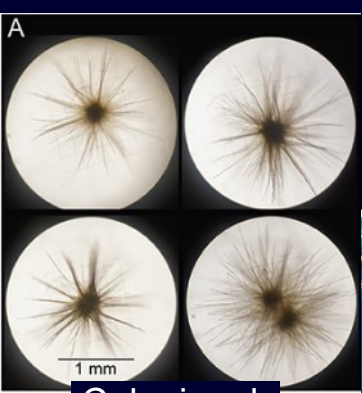
Synechococcus

Cyanobactéries

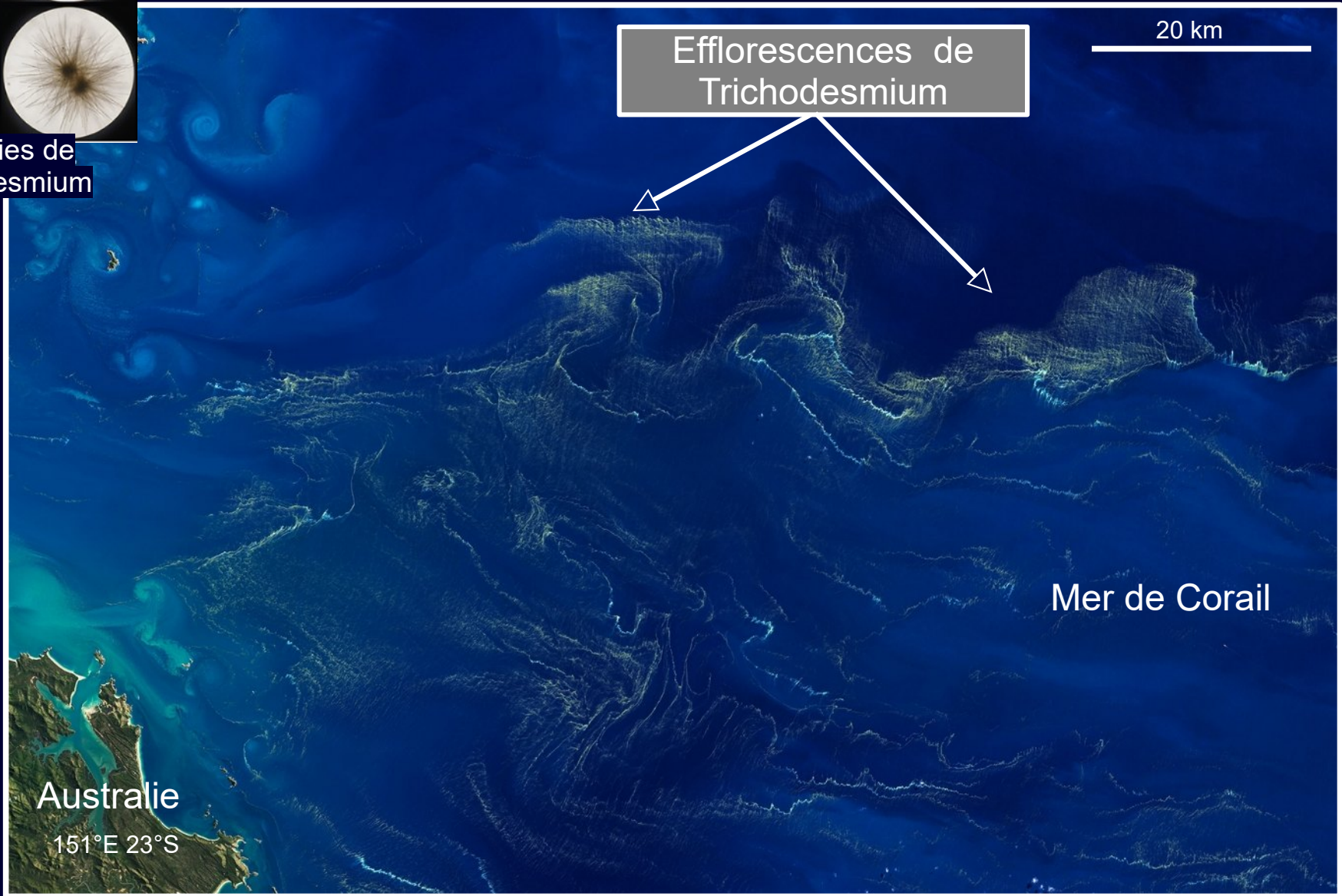


Synechococcus est une cyanobactérie nanoplanctonique.
Très abondante dans le milieu marin (--> 200 000 cellules/ml).
Bien que longtemps inconnue et encore méconnue en raison de sa taille minuscule, elle domine dans les zones oligotrophes avec leur proche parente du genre *Prochlorococcus* en particulier .

Trichodesmium



Colonies de *Trichodesmium*



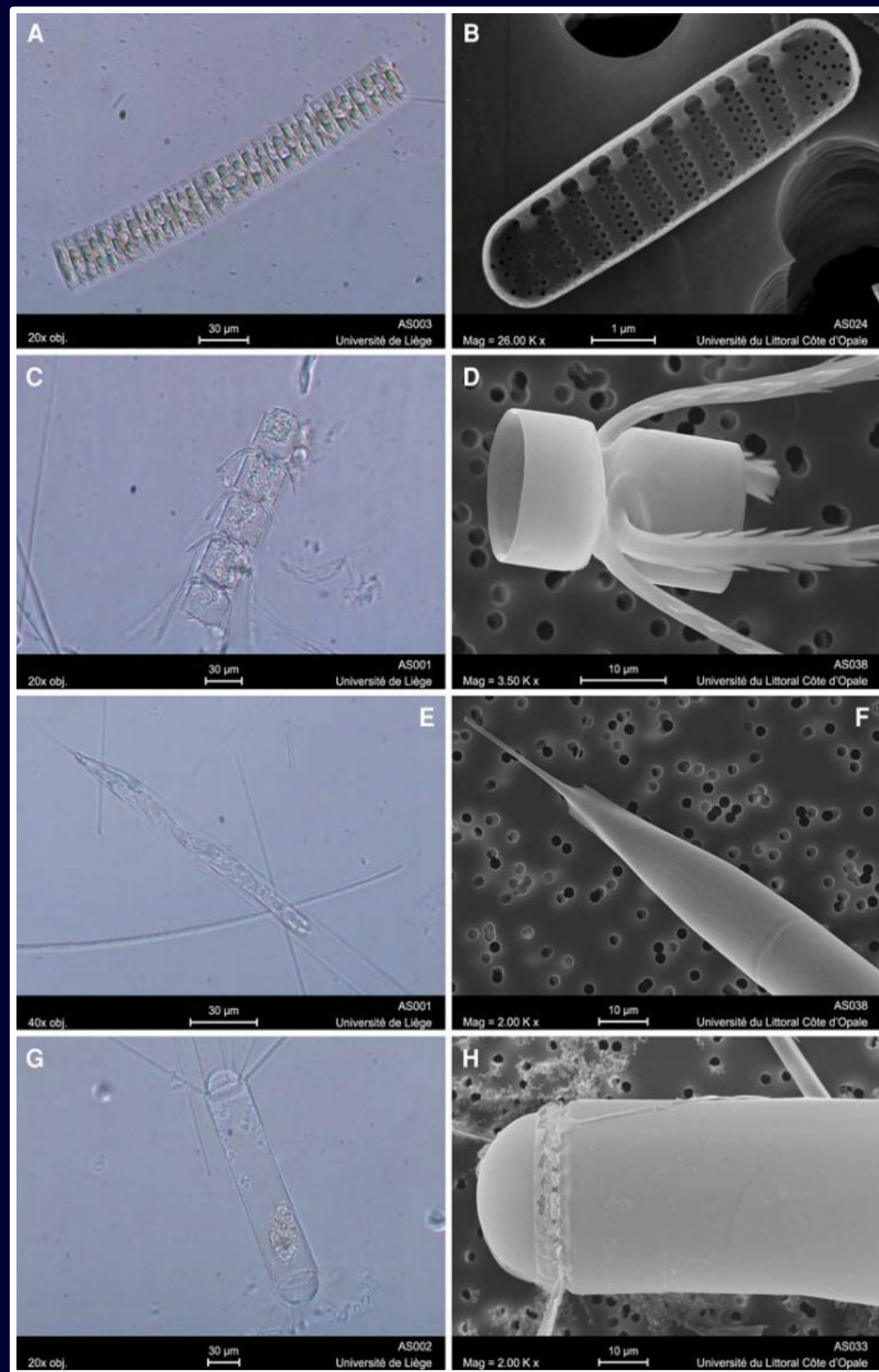
Efflorescence (bloom) de la cyanobactérie diazotrophe *Trichodesmium* spp

Diatomées

Phytoplancton, eucaryote, unicellulaire
squelette externe siliceux



a, b *Fragilisations spp.*
c, d *Chaetoceros criophilus*
e, f *Rhizosolenia spp.*
g, h *Corethron pennatum*



C. Beans, J. H. Hecq, P. Koubbi, C. Vallet, S. Wright, A. Goffart
Polar Biol (2008) 31:1101–1117

Diatomées

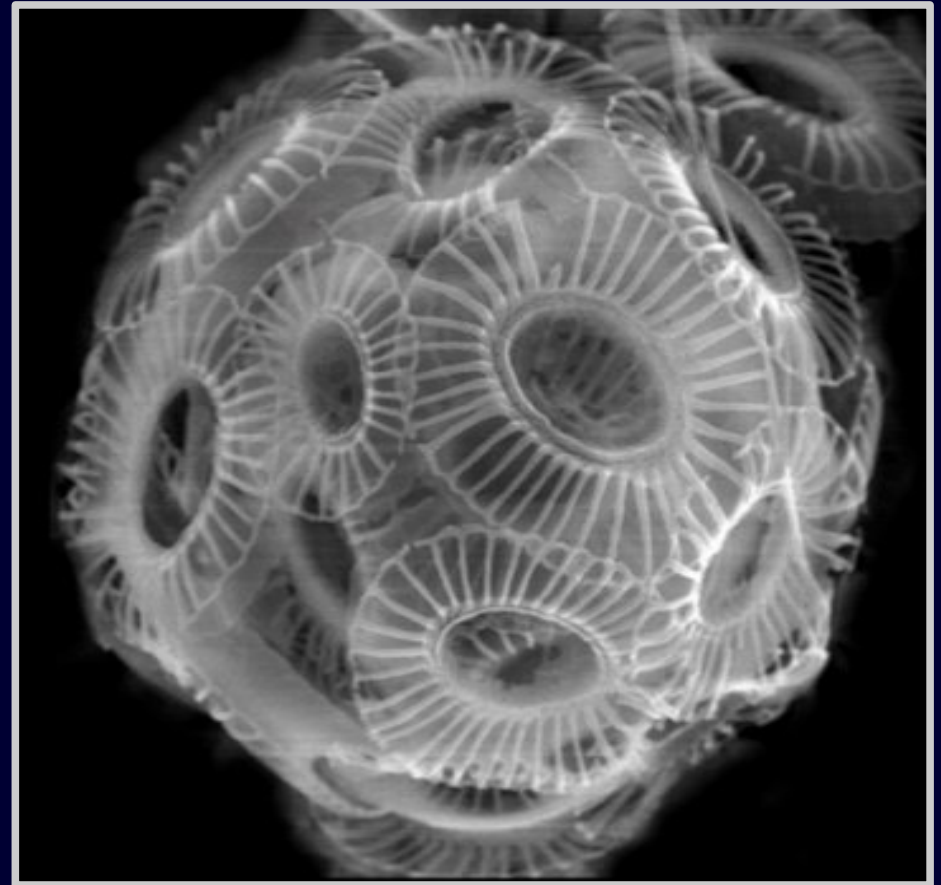


Algues brunes unicellulaires à enveloppe siliceuse

Vidéo :Chroniques du Plancton
Christian SARDET
<http://planktonchronicles.org/fr/>



© Luc Beaufort CNRS/CEREGE



© INSU-CNRS, Luc Beaufort

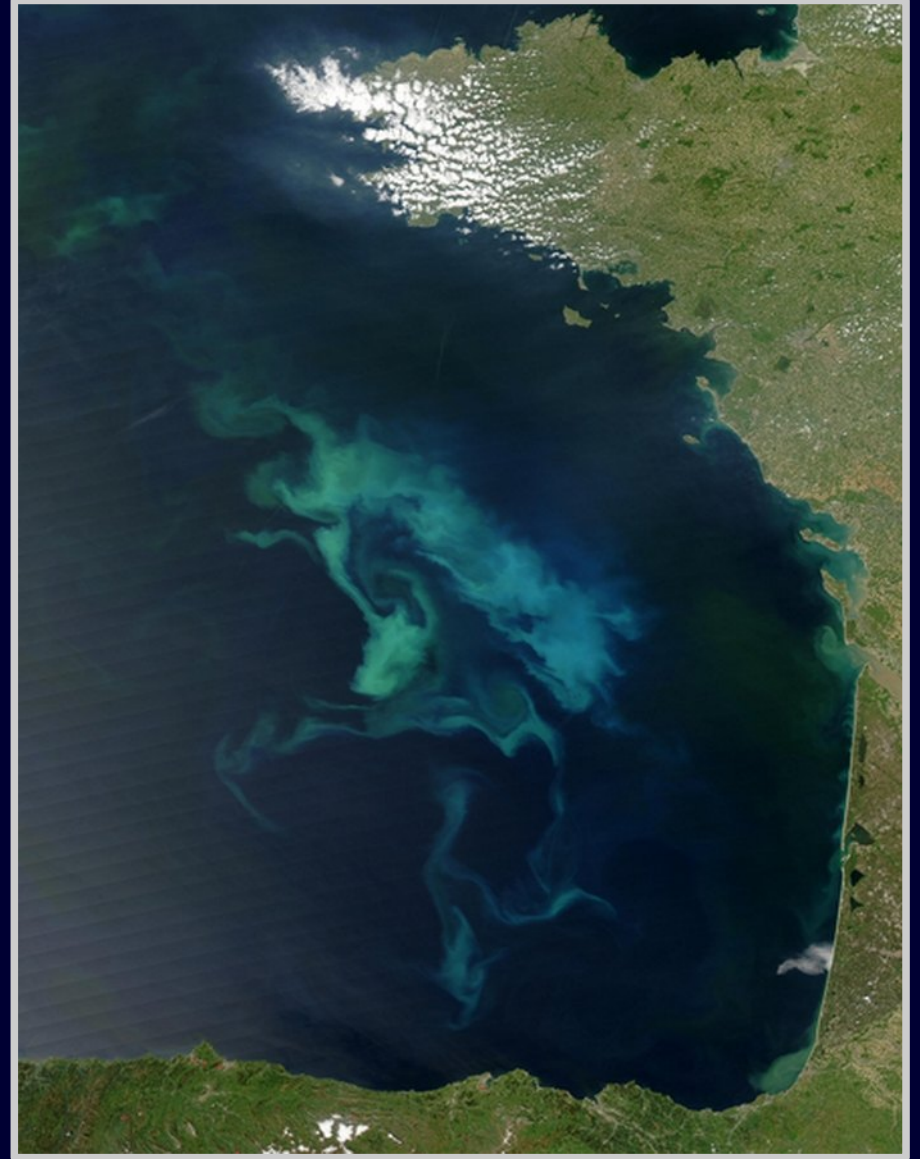
Emiliana huxleyi

Coccolithophoridés

Phytoplancton, eucaryote, unicellulaire

de 5 à 50 microns, enveloppe en carbonate de calcium.

Coccolithophoridés



Dinoflagellés

Organismes eucaryotes unicellulaires aux comportements alimentaires variés : photosynthétiques / hétérotrophes / mixotrophes



Ceratium pentagonum



Ceratium horridum

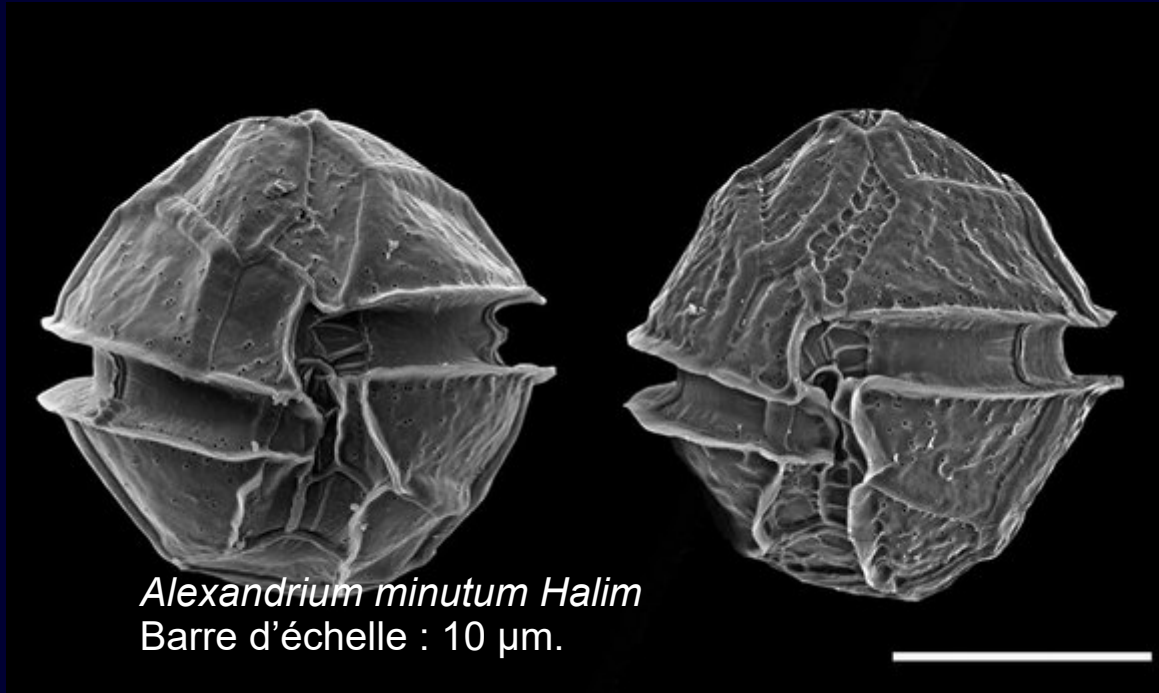
<-- 50 microns -->



Ceratium concilians

L'analyse des pigments révèle la présence de chlorophylle a et c ainsi que de caroténoïdes divers

Dinoflagellés et toxicité



Dinophysis acuminata
Barre d'échelle : 10 μm .

Dinophysis, Alexandrium producteurs de toxines diarrhéiques, paralysantes et amnésiantes.

Ostreopsis danger potentiel pour les usagers de la mer, produit la palytoxine et des ovatoxines en aérosols dans l'air au risque de provoquer des irritations respiratoires



Ostreopsis

Diversité biologique du plancton

Zooplancton ou plancton animal

1 - Le microzooplancton

Protozoaires unicellulaires hétérotrophes

Microzooplancton

Tintinnide
Radiolaire

Zygocircus sp
Radiolaire



Squelette à base de dioxyde
de silicium SiO₂

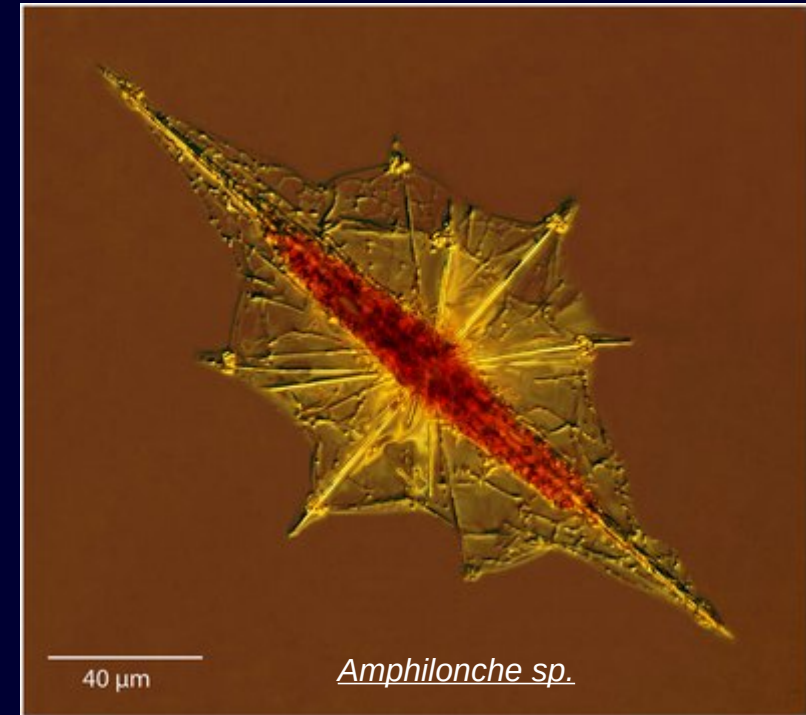
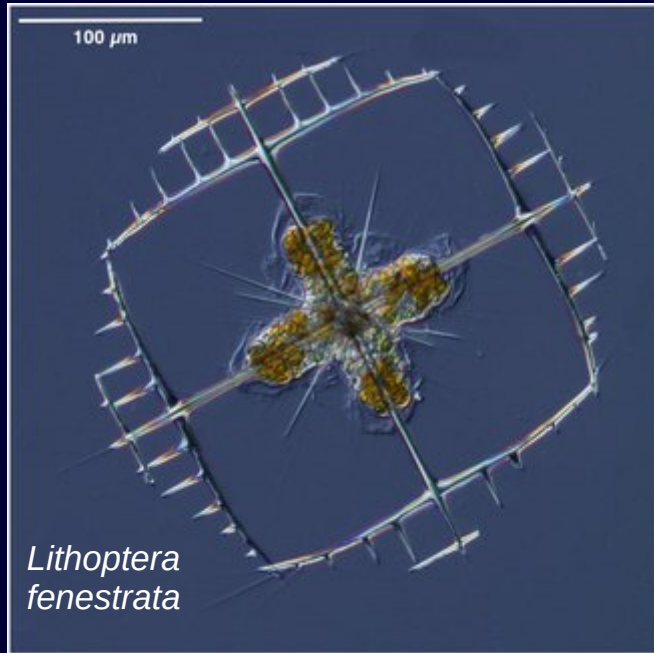
Cyttarocylys
Tintinnide



Cyttarocylys ampulla
Tintinnide

Acanthaires

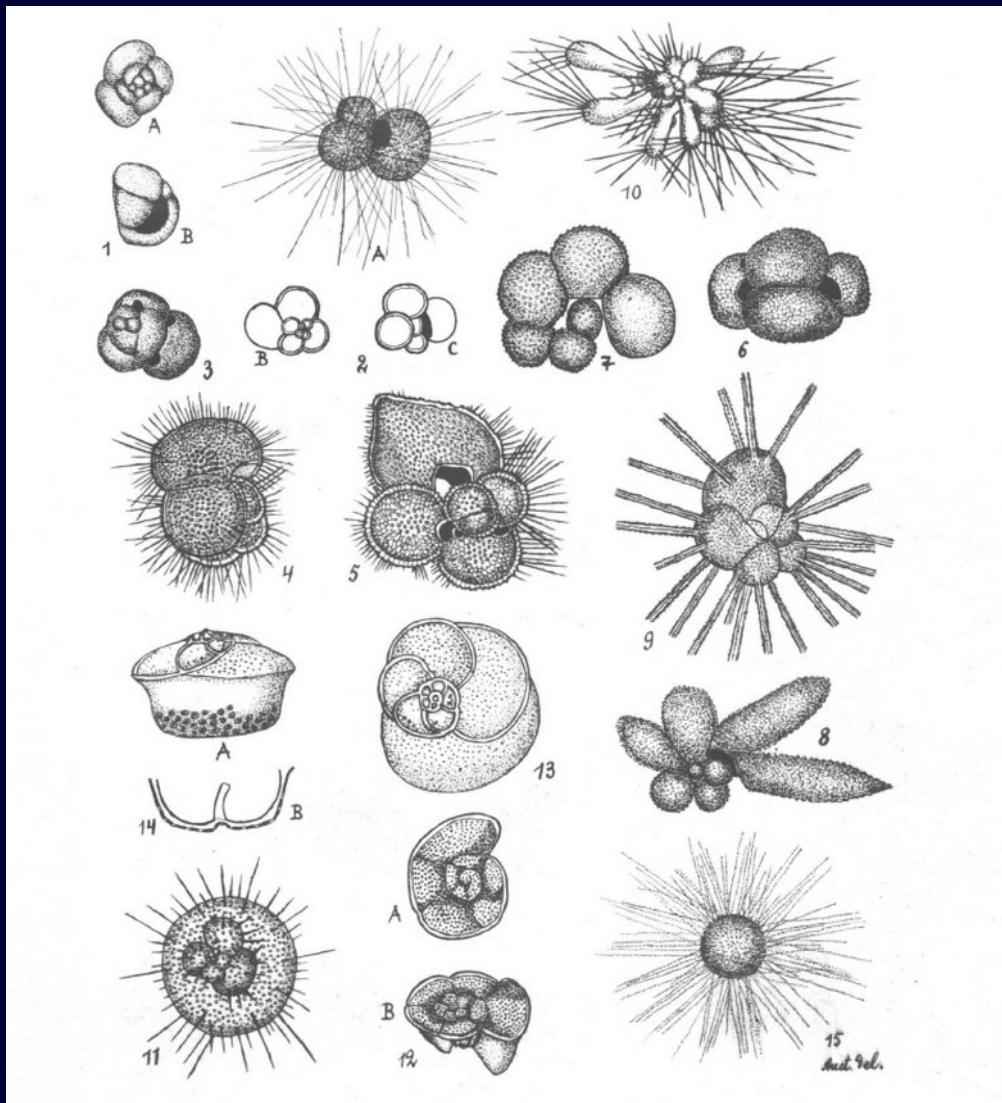
Microzooplancton



Leur test est essentiellement constitué de matière organique et sulfate de strontium.

Foraminifère

Foraminifères pélagiques

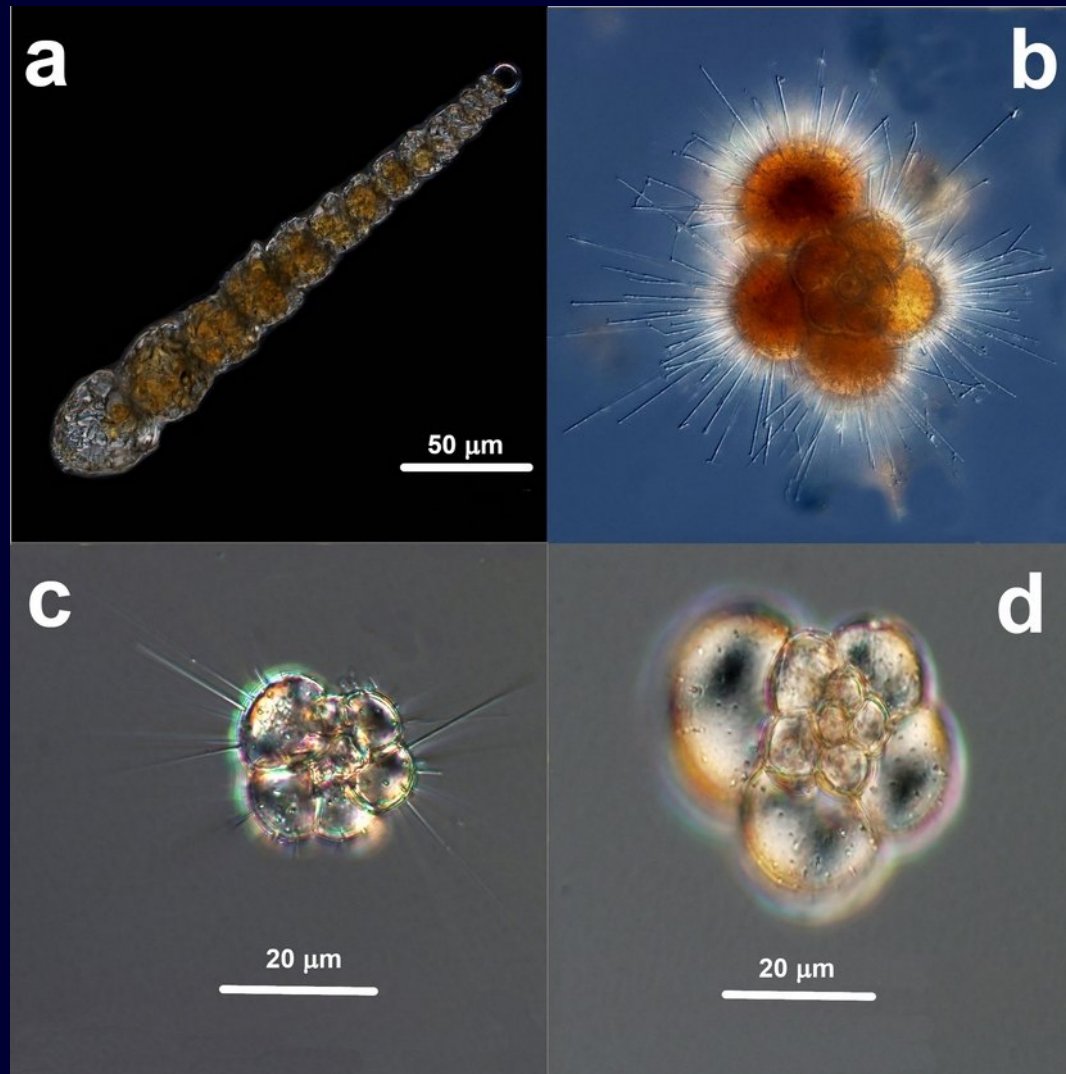


Protozoaires unicellulaires

- 1- *Globigerina inflata*
- 2- *Globigerina bulloides*
- 3- *Globigerinoides rubra*
- 4- *Globigerinoides conglobata*
- 5- *Globigerinoides sacculifera*
- 6- *Globigerinoides helicina*
- 7- *Globigerinella aequilateralis*
- 8- *Globigerinella digitata*
- 9- *Hastigerina pelagica*
- 10- *Hastigerinella digitata*
- 11- *Orbinula universa*
- 12 - *Globorotalia truncatuloides*
- 13 -14 - *Tretomphalus bulloides*
- 15 - *Iridia lucida*

La composition des tests est variée : organique, agglutiné, carbonaté et siliceux.

Foraminifère



a : Foraminifère benthique de l'Arctique : *Leptohalysis catella*

b: Foraminifère de type Globigerinid.

c: Foraminifère de 600m de profondeur. Méditerranée (Mer Egée)

d: Coquille de Foraminifère de type Globigerinid. Méditerranée (Mer Egée)

Diversité biologique du plancton

Le plancton animal

2 - Le métazooplancton*

* Plancton composé de métazoaires (animaux pluricellulaires)

Le métazooplancton

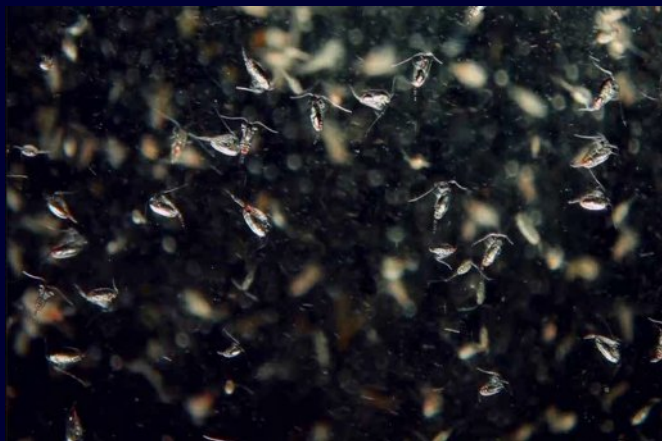
On y rencontre entre autres:

- les cnidaires
- les cténaires
- les vers: annélides polychètes et chétognathes.
- les crustacés : cladocères, copépodes et euphausiacées.
- les mollusques
- les tuniciers : les salpes et les appendiculaires

...

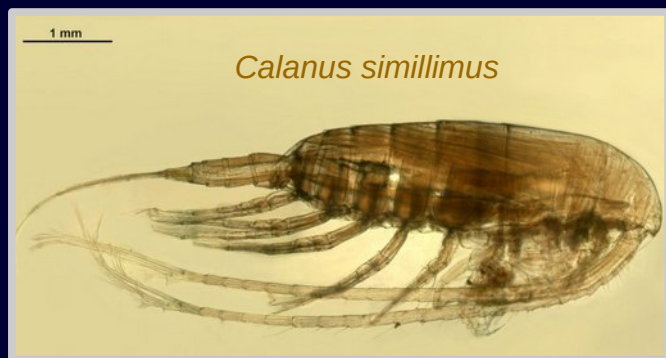
Crustacés du plancton

Copépodes

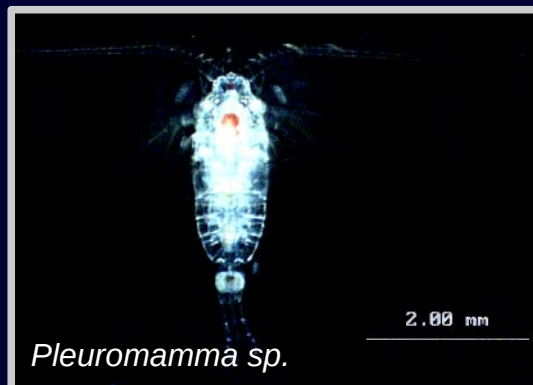
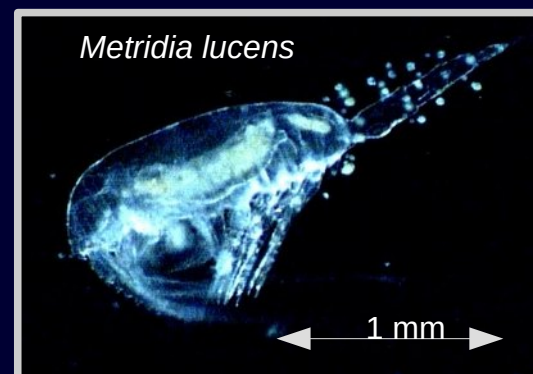


Ce sont des crustacés. Les adultes ne mesurent le plus souvent qu'un ou deux millimètres (entre 0,2 mm et 10 mm).

Ils sont l'une des principales composantes du zooplancton. Ils représentent rarement moins de 60 % et parfois plus de 80 % de la biomasse zooplanctonique.



Paraeuchaeta antarctica



<http://copepodes.obs-banyuls.fr/>

<http://www.obs-vlfr.fr/~gaspari/copepodes/>

Copépodes

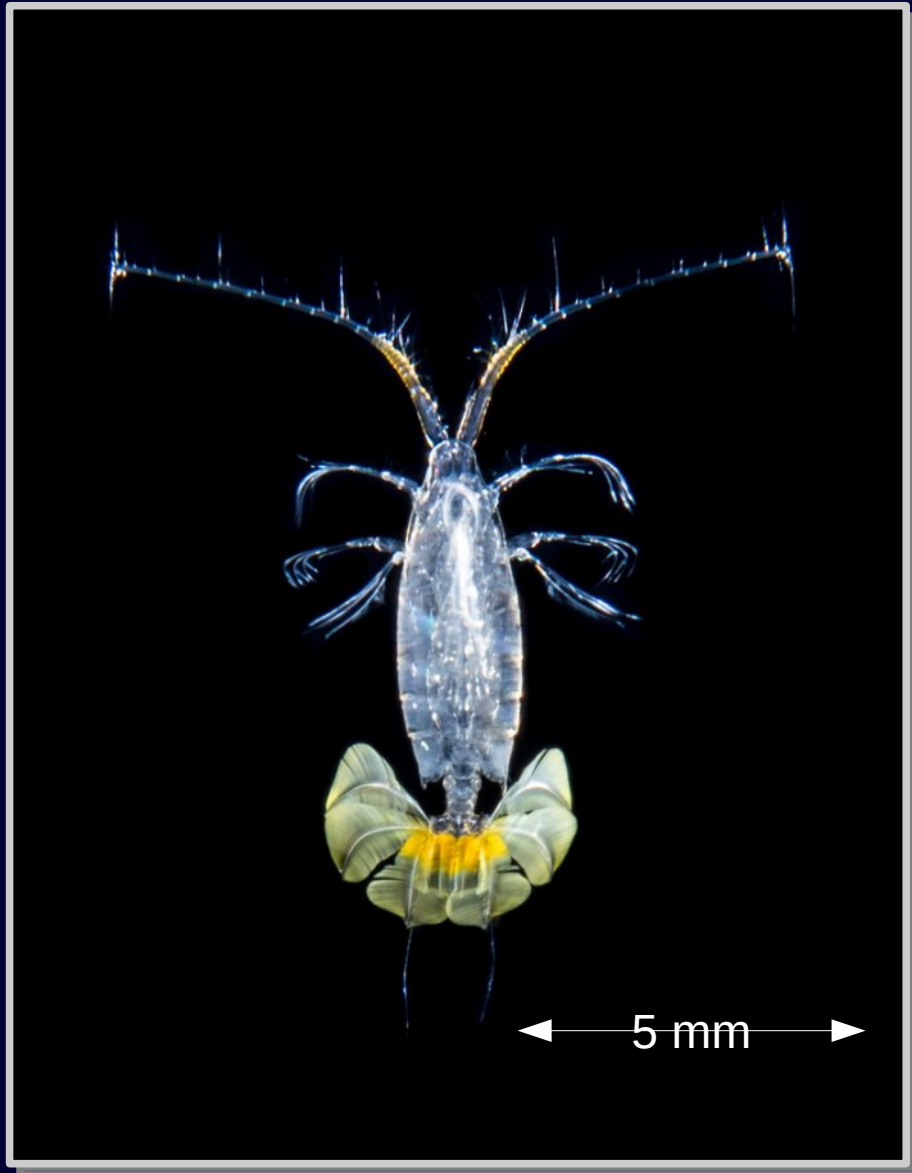


Photo : Fabien Michenet

Arietellus spp

Amphipodes : Phronimes



Phronime : Crustacé amphipode hyperien

Phronimes



Phronimes
Monstres des tonneaux

Crustacé amphipode hyperien

Vidéo :Chroniques du Plancton
Christian SARDET
<http://planktonchronicles.org/fr/>

Euphausiacées

Euphausiacées : Crustacé, Malacostracé, Eucarida



Photo : David Luquet

Elles font partie du micronecton, elles ont des capacités de déplacement importantes notamment les adultes.

Elles sont souvent appelées « Krill » quand elles se rassemblent en banc et sont la nourriture entre autres des cétacés.



Macroplancton « gélatineux »

★ Herbivores, filtreurs phytophages

● Salpes



★ Omnivores

● Mollusques Ptéropodes



★ Les carnivores

● Méduses

● Siphonophores

● Cténophores



Les Méduses



Embranchement des Cnidaria, carnivores

Cténophores



Embranchement Ctenophora , carnivores

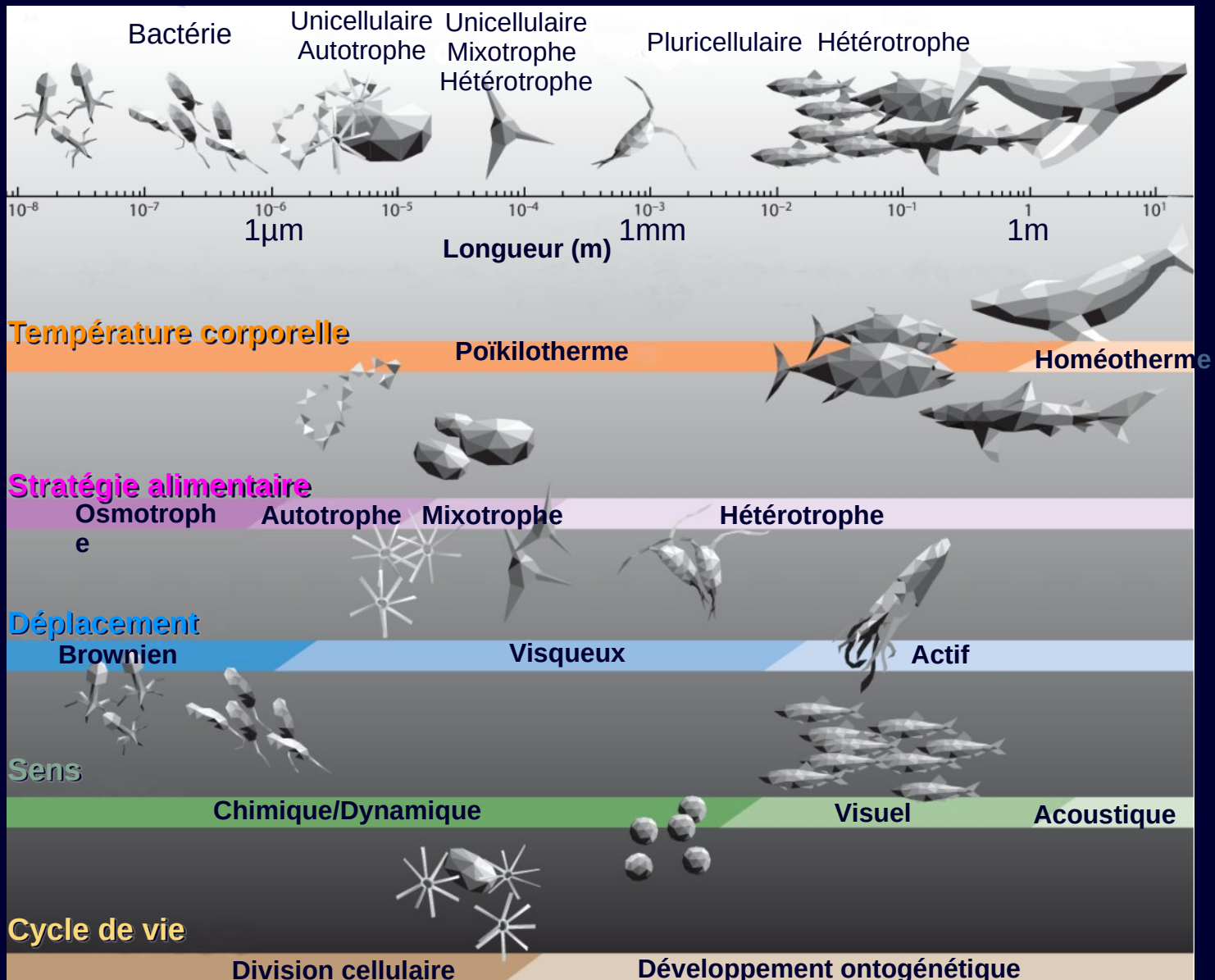
Salpes



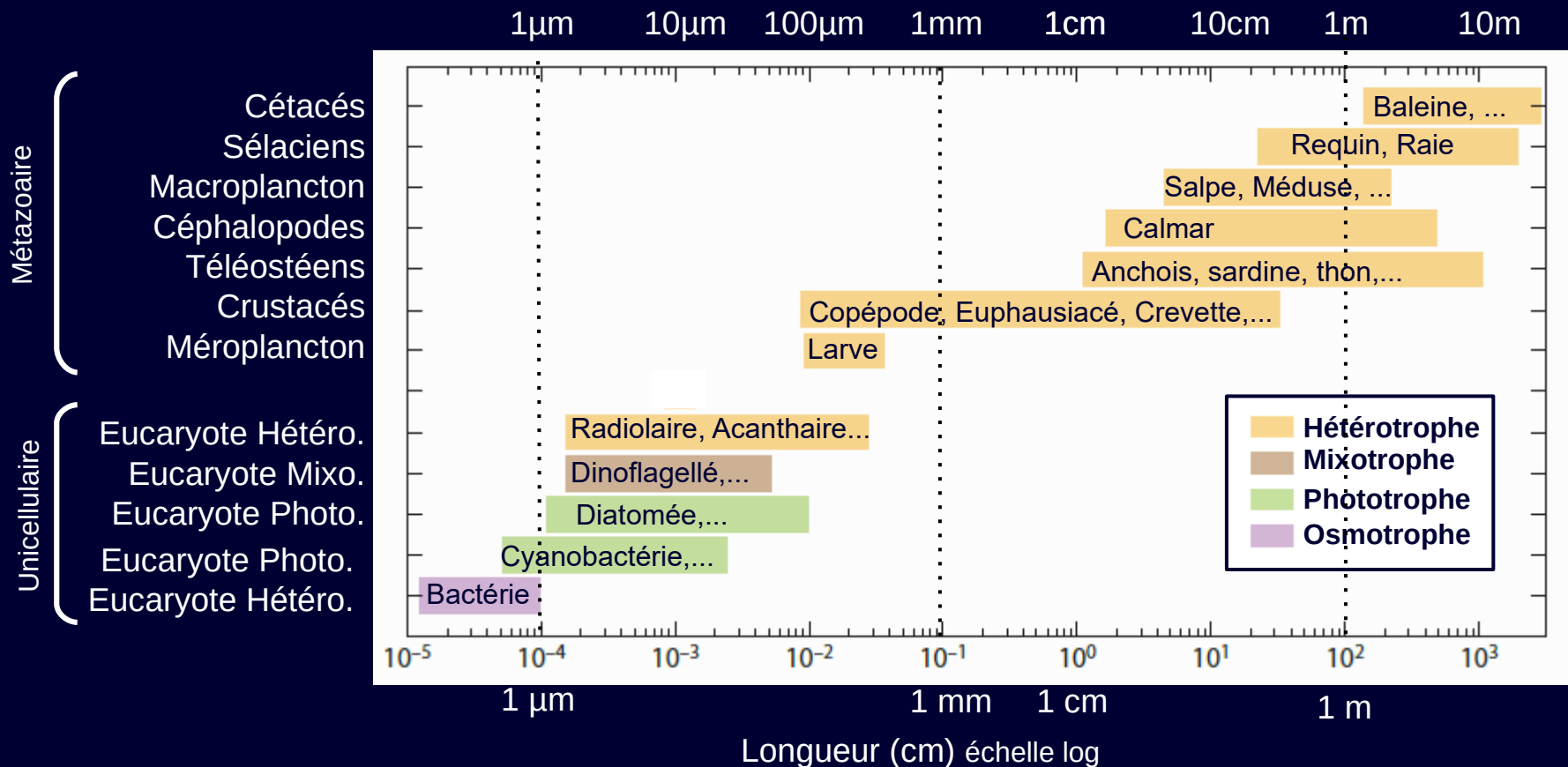
Animaux chordés tuniciers, gélatineux, filtreurs phytophages

Quelques aspects généraux du fonctionnement du domaine pélagique

Domaine pélagique, tailles et traits de vie



Domaine pélagique, stratégie trophique et taille des organismes



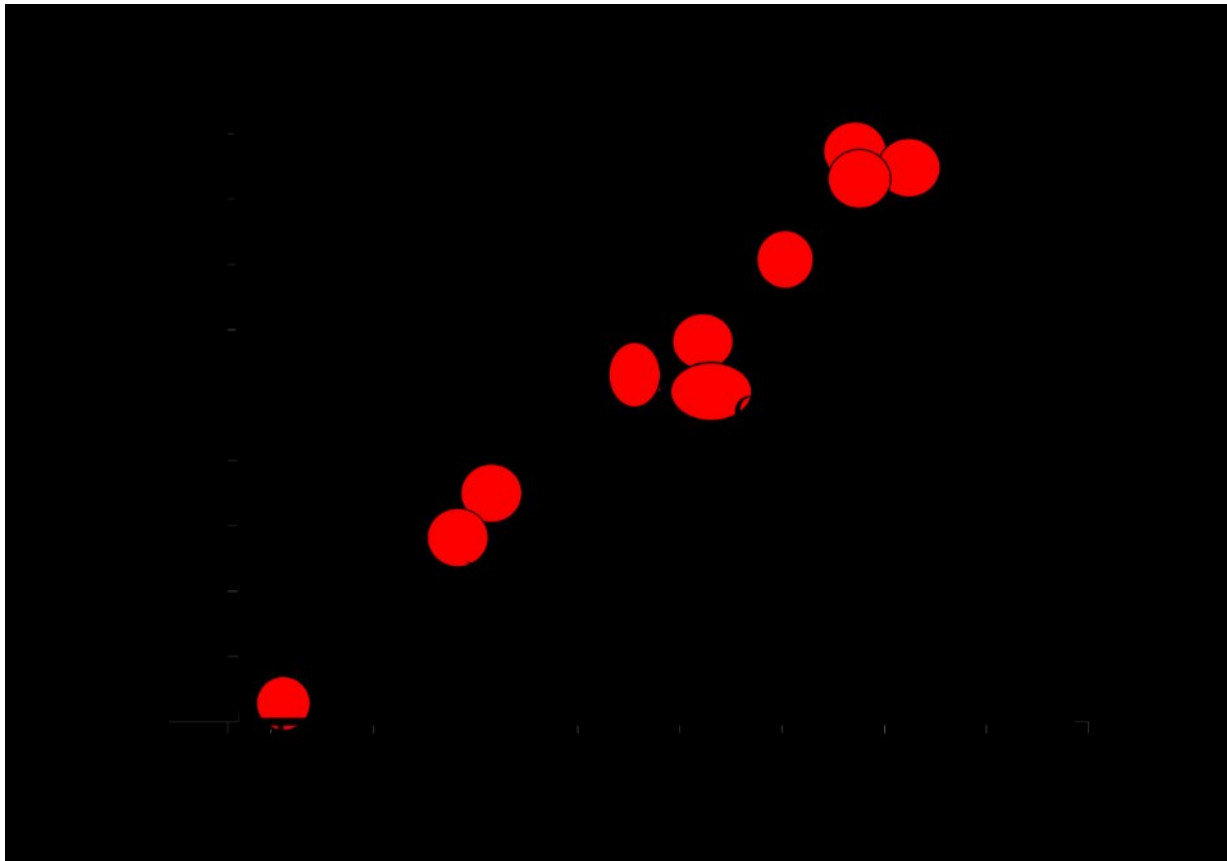
Osmotrophe
qui se nourrit de liquides absorbés par osmose à travers la membrane cellulaire

Phototrophe
qui dépend de la photosynthèse comme source de carbone. (Autotrophe)

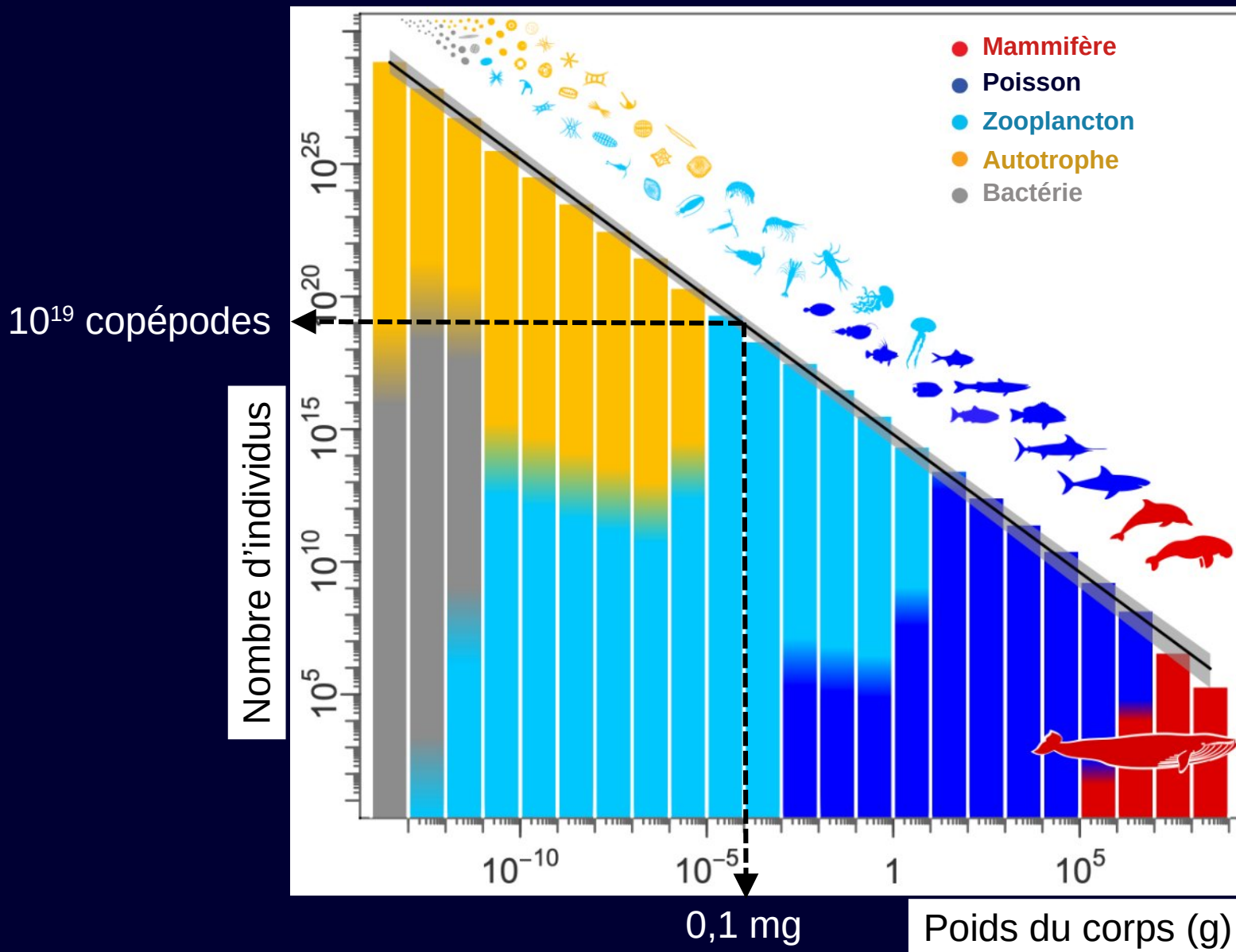
Mixotrophe
qui utilise une stratégie mixte combinant la photosynthèse avec la phagotrophie *

Hétérotrophe
qui se nourrit de substances organiques, ne peut effectuer la synthèse de ses éléments constitutants

* phagotrophie : se nourrit à partir de matière organique particulaire.

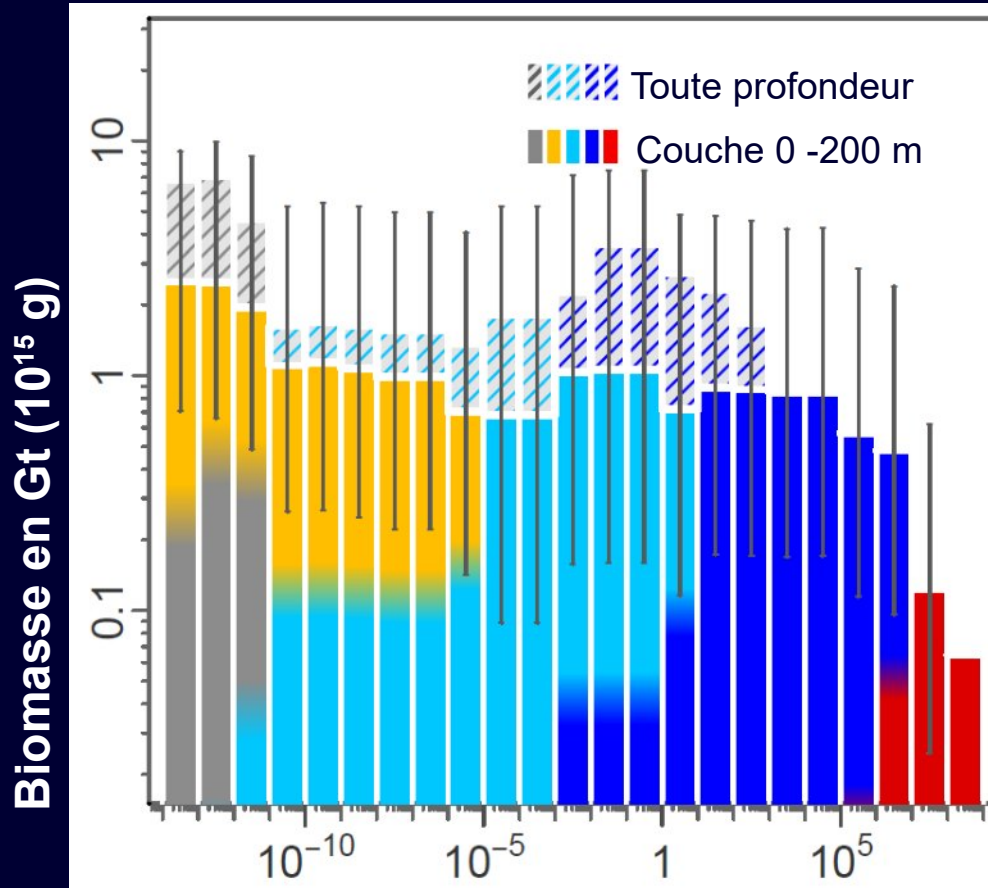


Relation poids individuel/abondance des organismes de l'océan

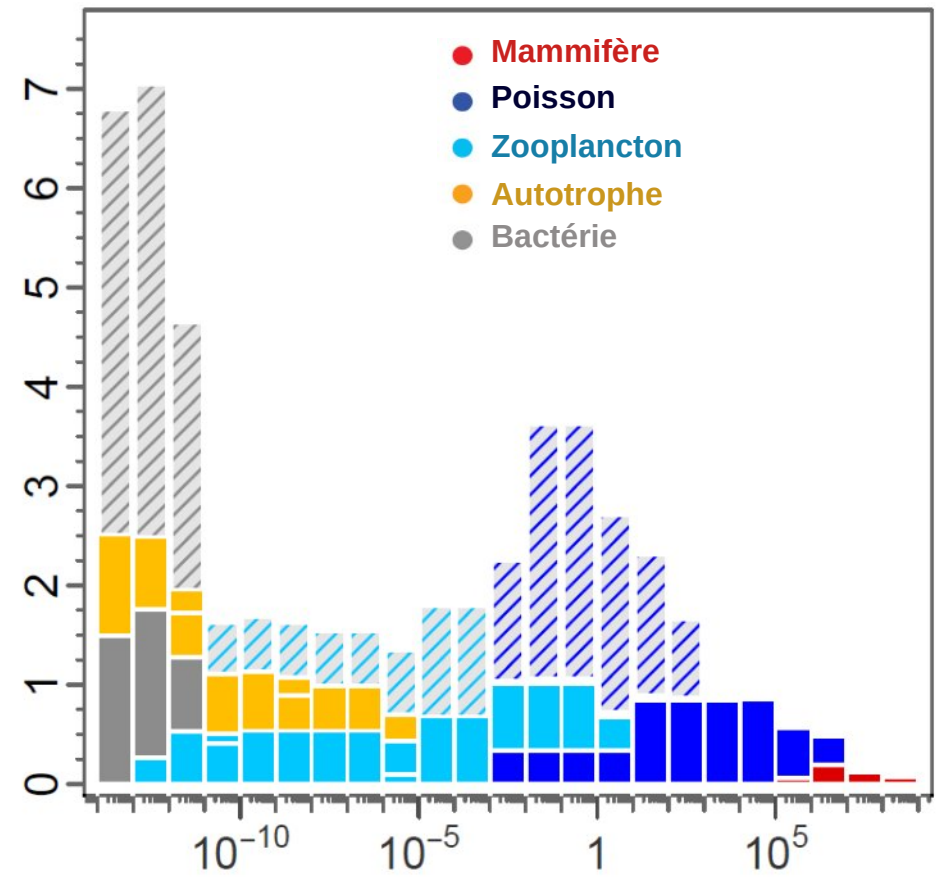


Relation poids individuel/biomasse globale des organismes dans l'océan

Spectre des biomasses, échelle log



Spectre des biomasses, échelle linéaire



Poids corporel individuel en g