



Océan et océanographie



Biologie et écologie des Océans Partie 2

Jean-Philippe Labat, 2023

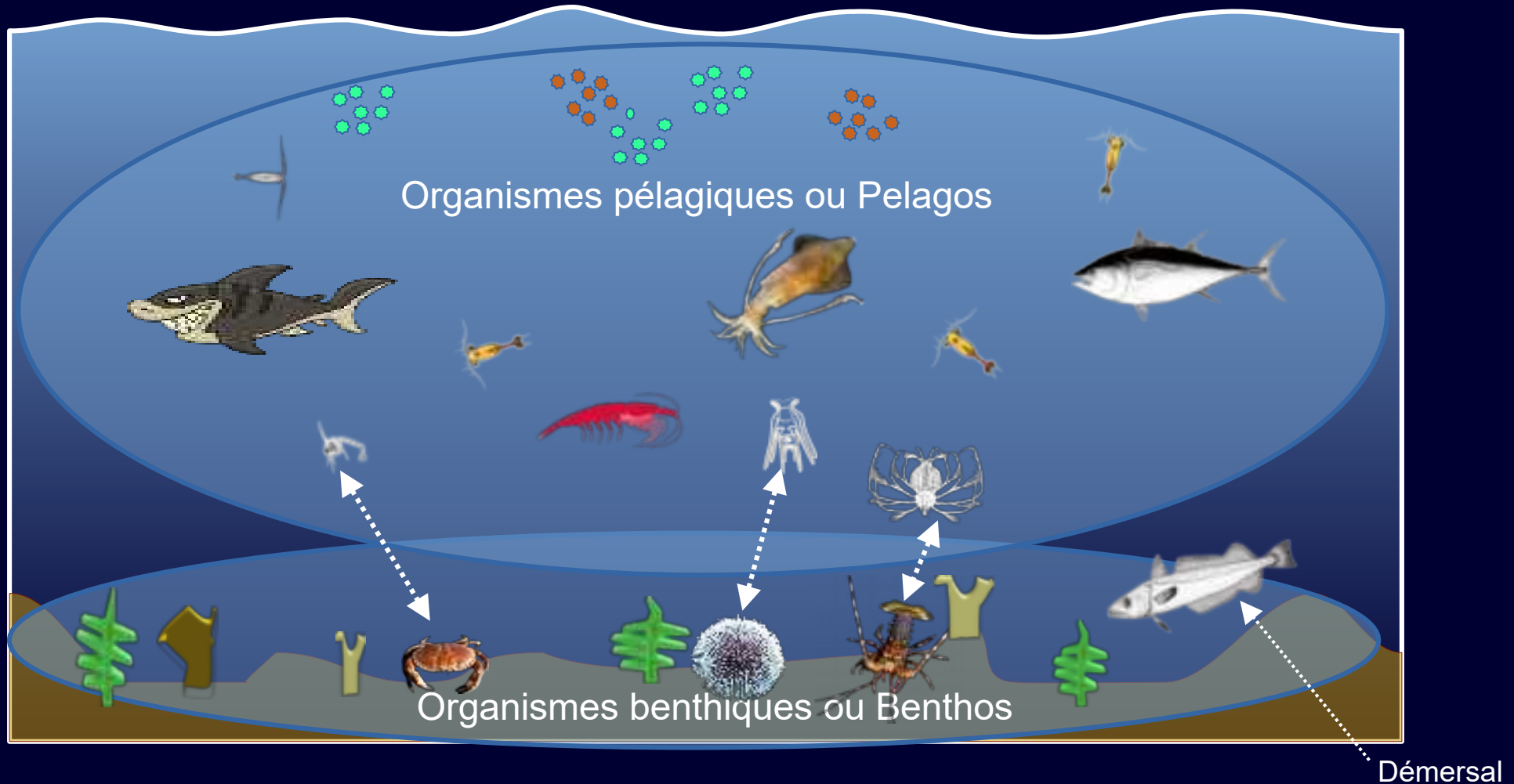


Les écosystèmes benthiques

Ou nous allons nous intéresser aux parois du bocal



Pelagos et benthos



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

Des liens avec le domaine pélagique

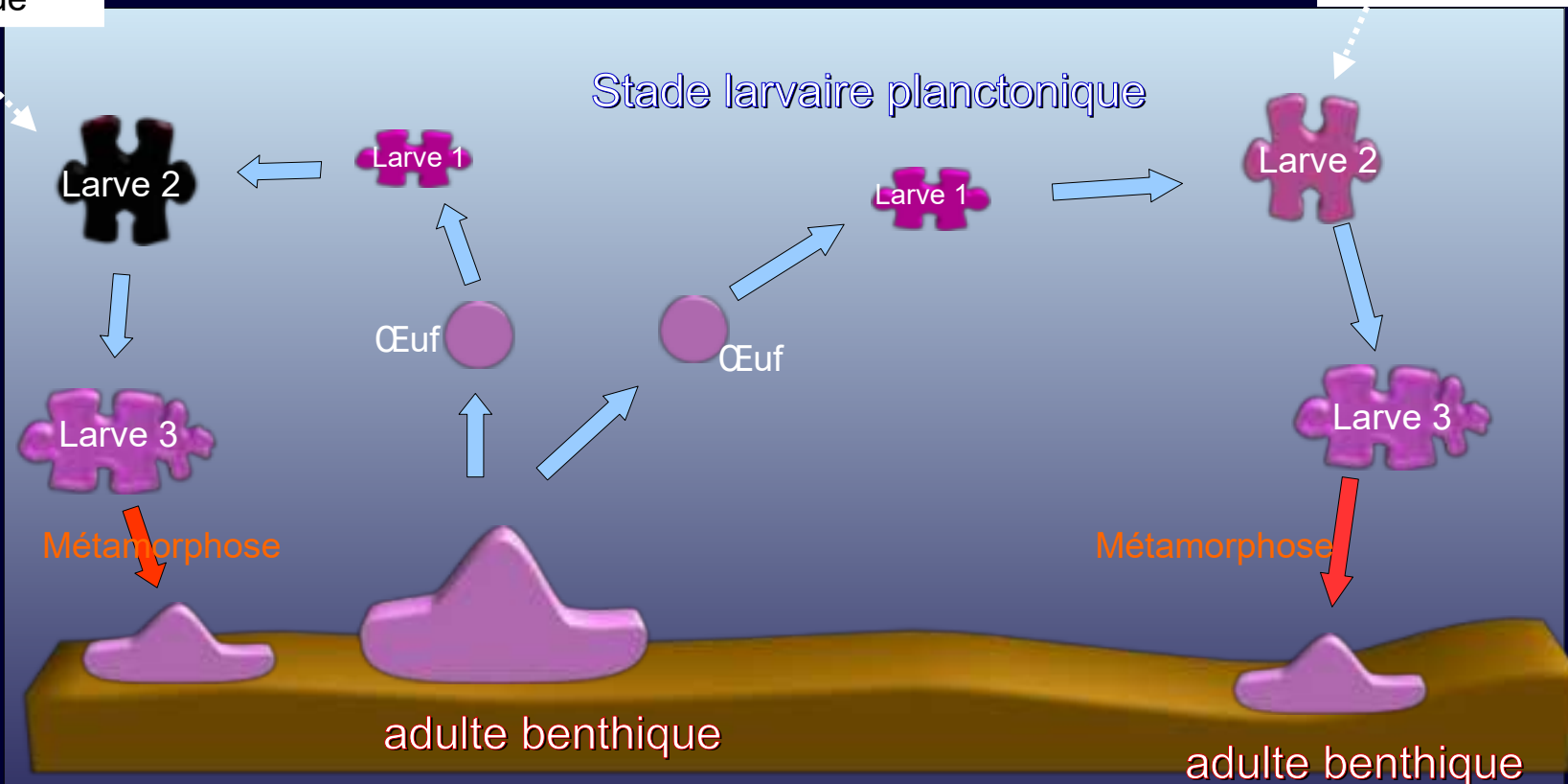
Le méroplancton plancton transitoire

Des organismes d'espèces benthiques qui ne passent qu'une partie de leur existence, habituellement le stade larvaire, dans le plancton, le stade adulte étant alors benthique.

Il s'agit donc d'un zooplancton temporaire.

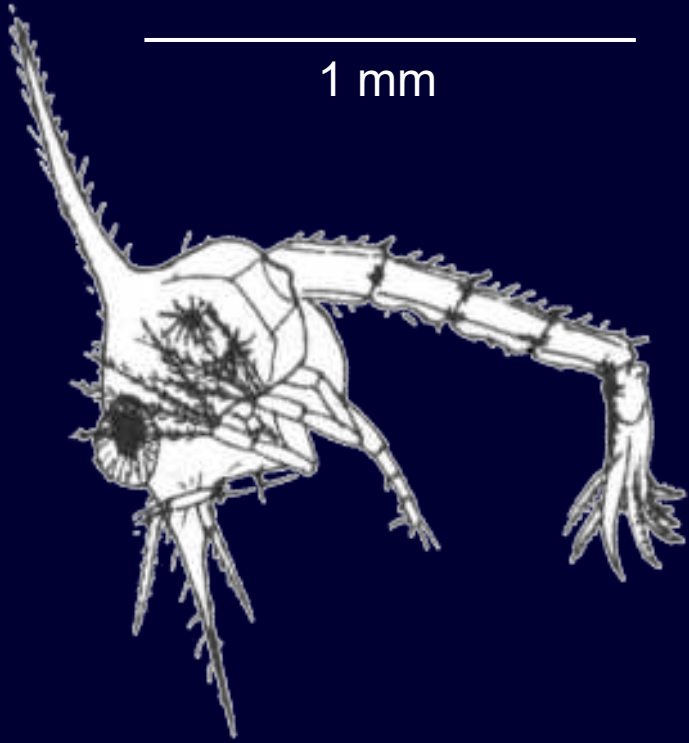
Cycle de vie avec phase larvaire planctonique

Cycle de vie avec phase larvaire planctonique et exportation



Qui suis-je adulte ?

1 mm



10 cm

Cancer pagurus



Qui suis-je adulte ?

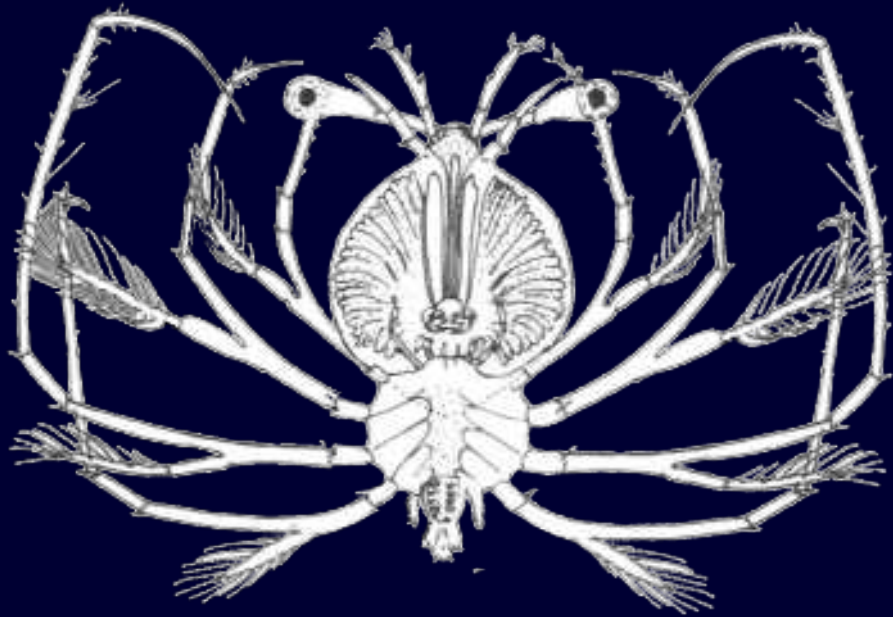
1 mm



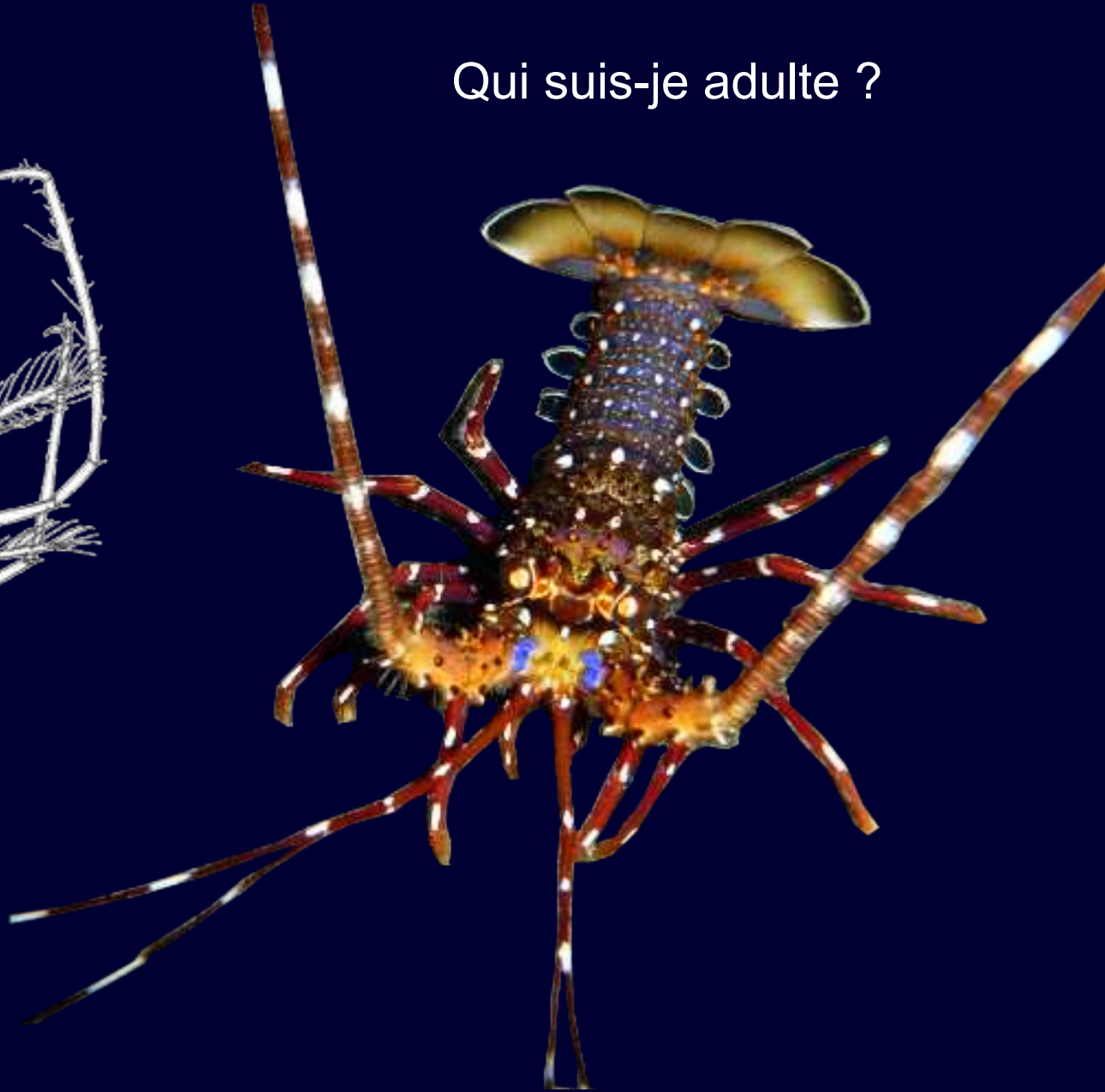
1 cm

Porcellana spp

Qui suis-je adulte ?



1 mm



10 cm

Palinurus spp

Photo : Sébastien Vasquez — CC BY-SA 4.0

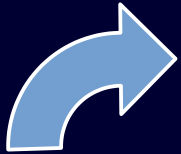
Exemple chez les céphalopodes



2



3



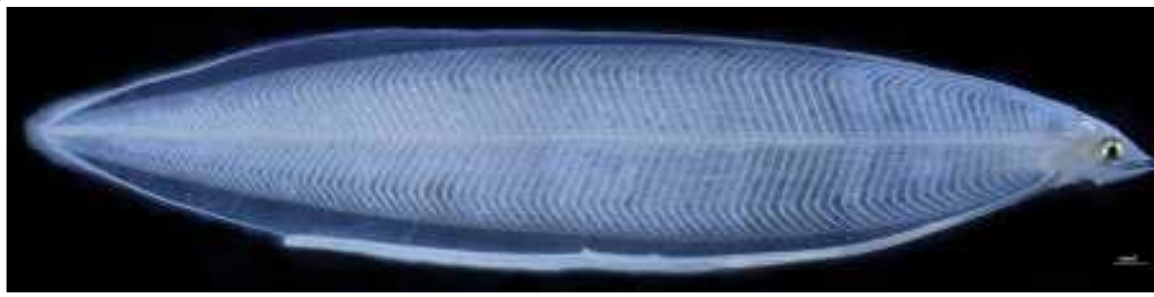
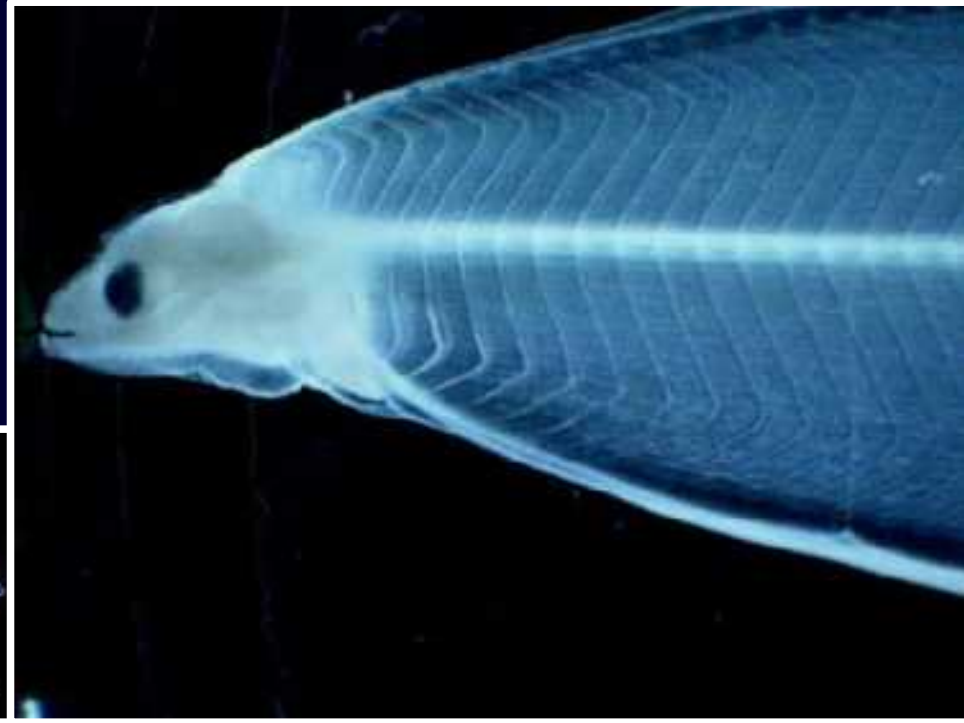
1

Le calmar *Loligo vulgaris*

Œufs benthiques / larves planctoniques / adultes nectoniques

Qui suis-je adulte ?

Larve leptocéphale



Poisson, Osteichthien, Anguilliformes



Larve pluteus



Qui suis-je adulte ?

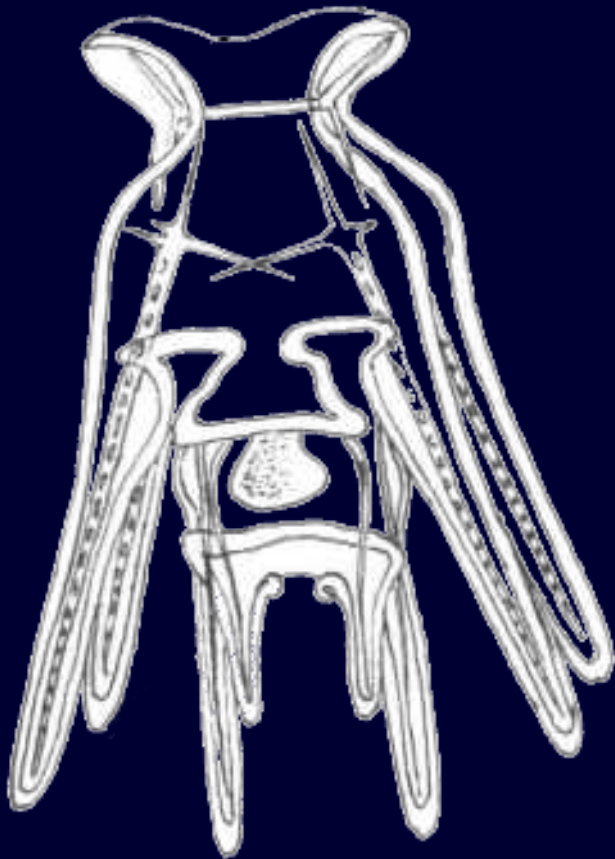


Photo:Steven van Tendeloo

Sphaerechinus spp

Film : les oursins

Production primaire et transfert de matière organique.

Photosynthèse



Dioxyde de carbone + Eau → Sucre + Dioxygène



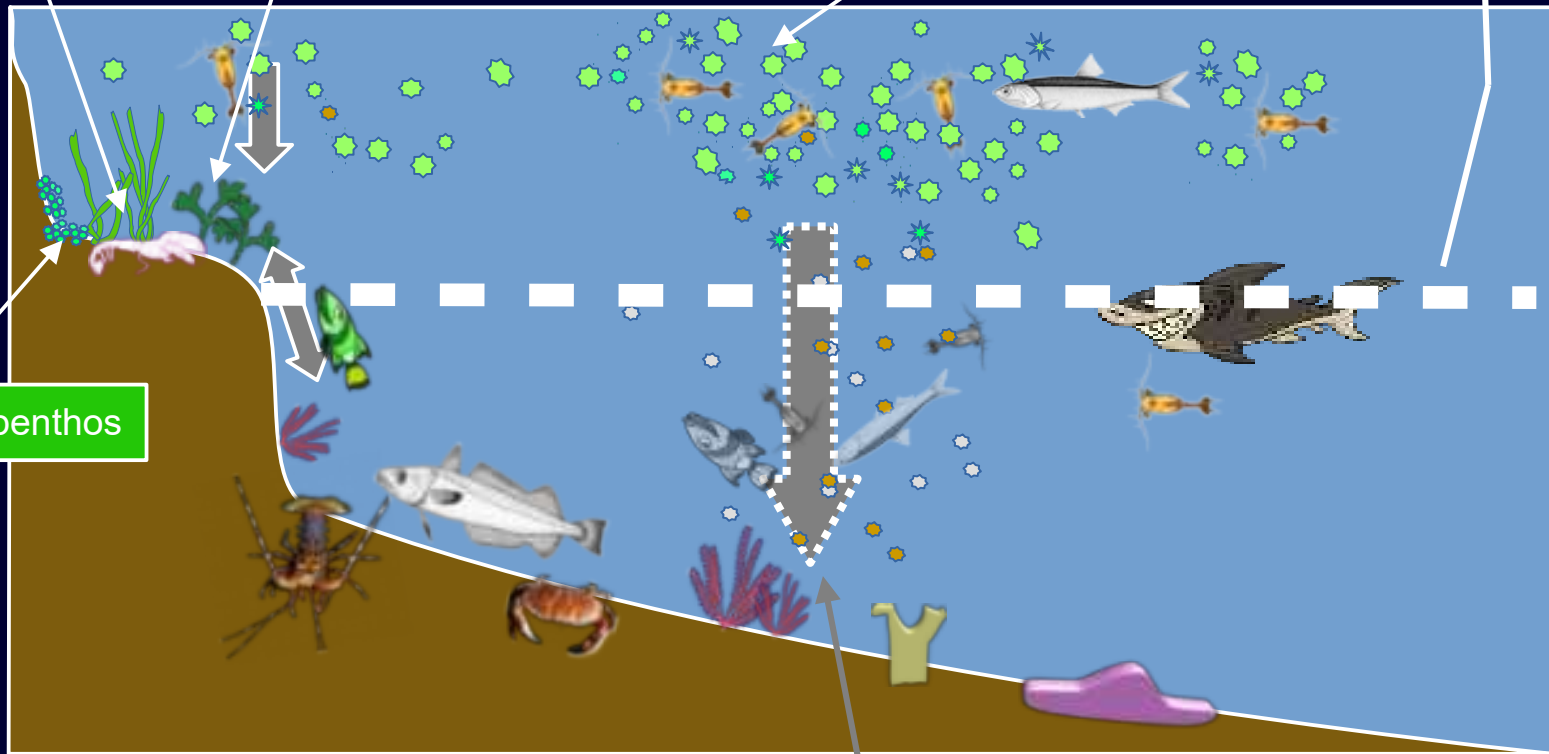
Profondeur de compensation

Phytoplancton

Phanérogames marines

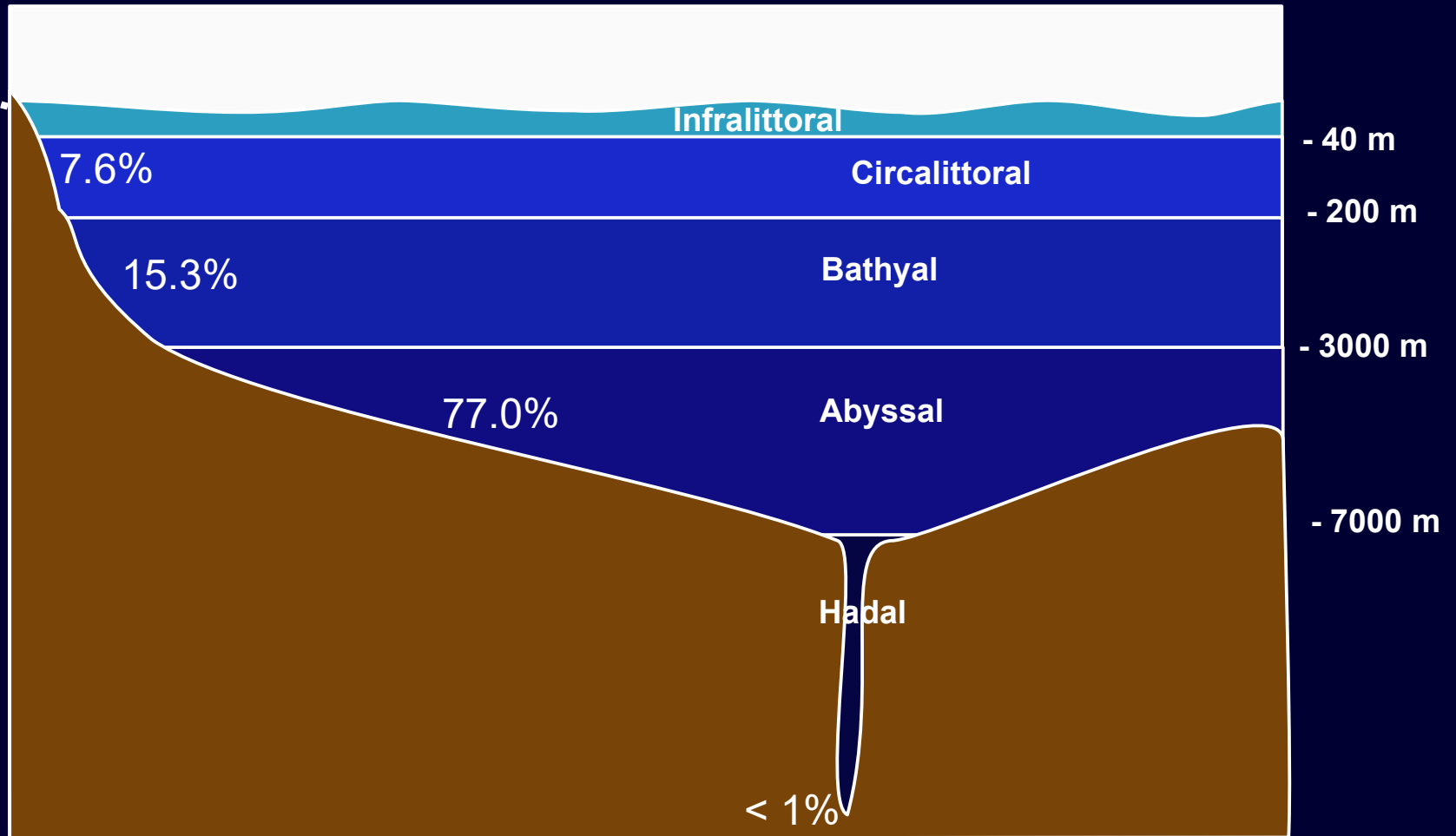
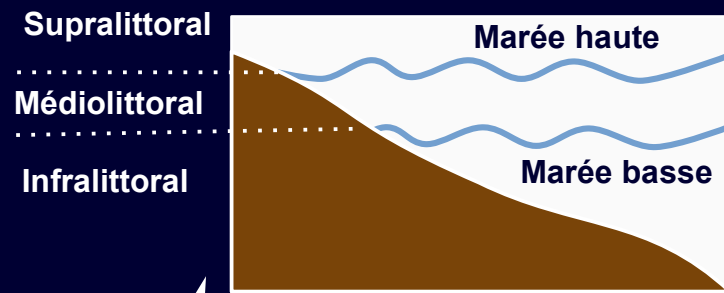
Algues

Microphytobenthos



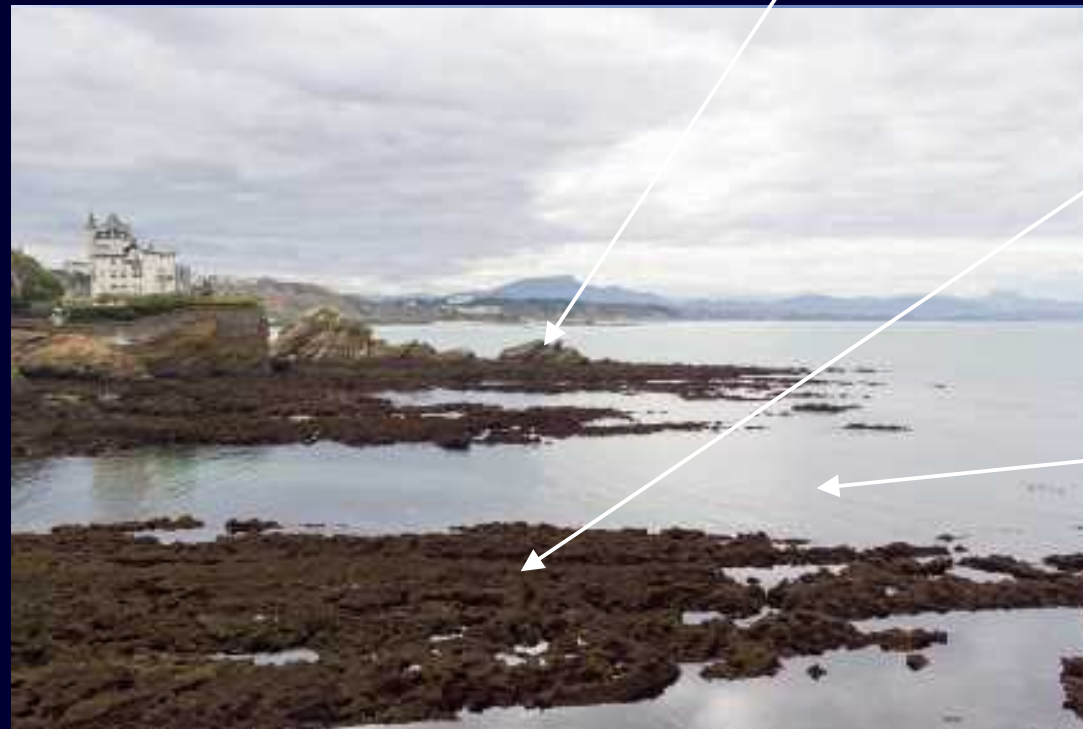
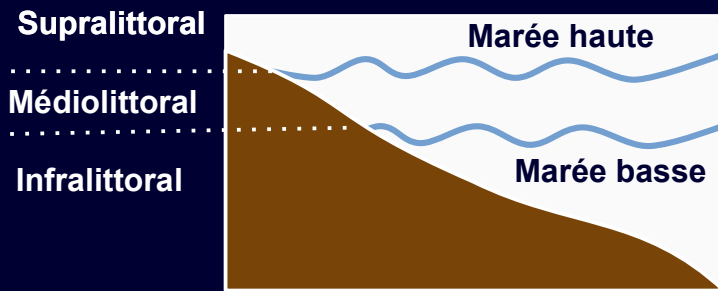
Pompe biologique du carbone

Étages benthiques



Profondeur moyenne : 3800 m.

Etages benthiques



Supralittoral

Médiolittoral

Infralittoral

Étage Supra-littoral : partie du littoral humecté que par les embruns, les marées d'équinoxe ou les plus hautes vagues des tempêtes.

Étage médiolittoral : partie du littoral de balancement des marées.
En dessous l'infralittoral

Les organismes du benthos

Phytobenthos

Microphytobenthos algues unicellulaires de taille inférieure à 0,1 mm,
Macrophytobenthos grandes algues et certaines plantes marines

Zoobenthos

Microbenthos : unicellulaire

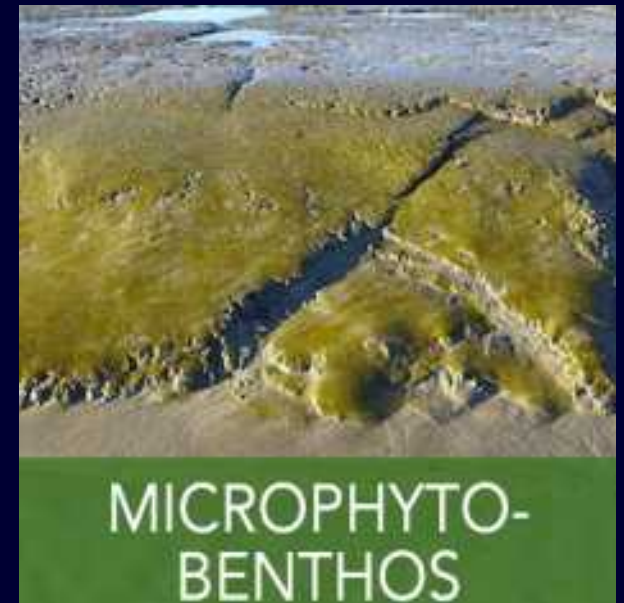
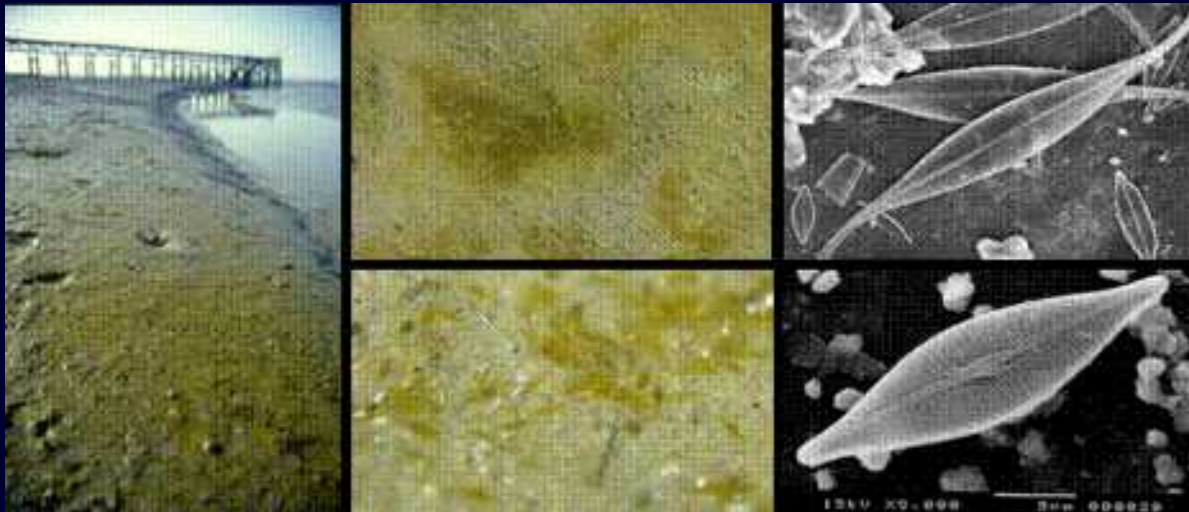
Meiobenthos <1 mm Faune mobile des sédiments marins

Macrobenthos > 1 mm, Faune fixée ou mobile

Megabenthos

Microphytobenthos

Le microphytobenthos correspond aux micro-organismes photosynthétiques unicellulaires de taille inférieure à 0,1 mm, qui se développent dans ou sur le sédiment, par opposition au phytoplancton qui se développe dans la colonne d'eau. Le microphytobenthos peut être constitué de diatomées, de cyanobactéries, de chlorophycées et/ou de flagellés.



Les diatomées dominant très largement en zones intertidales des côtes atlantiques.

+ les formes épipéliques, qui sont mobiles,

+ les formes épipsammiques qui adhèrent aux grains de sable.

Les diatomées épipsammiques dominant généralement largement dans le sédiment sablo-vaseux à la différence des peuplements de vase pure, qui sont dominés par des diatomées épipéliques.

Le Macrophytobenthos

Le macrophytobenthos est composé de deux principales catégories de macrophytes : les **algues** et les **phanérogames marines**, toutes deux producteurs primaires.

Les **algues macrophytes** se classent en trois principales catégories :

- les **algues brunes**, riches en fucoxanthine, se développent surtout dans la zone de balancement des marées et dans l'infralittoral.
- les **algues rouges** ou rhodophytes, riches en phycoérythrine vivent souvent en épiphytes de grandes algues comme les laminaires, des zostères
- les **algues vertes** ou chlorophytes, riches en chlorophylle *a* et *b*. Plus tolérantes aux eaux douces ou saumâtres que les précédentes, elles peuvent proliférer dans des zones où les apports en nutriments (eutrophisation) sont élevés et/ou fréquent

LES phanérogames marines sont des plantes à fleurs (aussi appelées Angiospermes), qui présentent des organes distincts, à savoir une tige, des feuilles et des racines. Ces plantes portent des fleurs puis des fruits

Le Macrophytobenthos

Algues



Macrocystis pyrifera ou
laminaires ou kelp
algues brunes

Phanérogames
marines

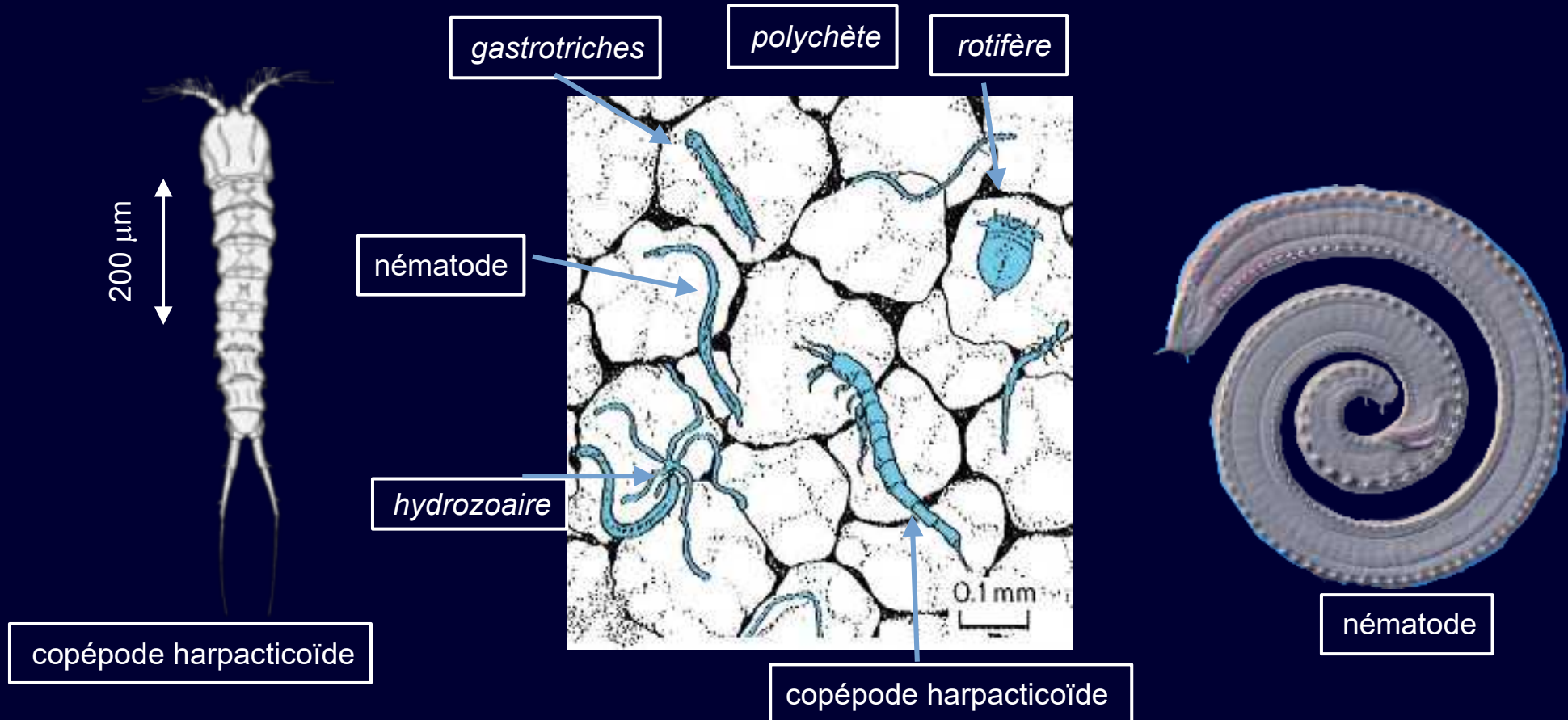


Posidonia oceanica

Le zoobenthos

Méiofaune ou méiobenthos

Méiofaune : métazoaires de taille comprise entre 100 μm et 1 mm (“meio” signifiant “plus petit” en grec) vivant entre les grains de sables .
La plupart des principaux phyla d’invertébrés sont présents au sein de la méiofaune. Les nématodes constituent généralement le groupe dominant dans les écosystèmes côtiers intertidaux, souvent suivis par les copépodes benthiques, qui représentent le second groupe le plus dominant.

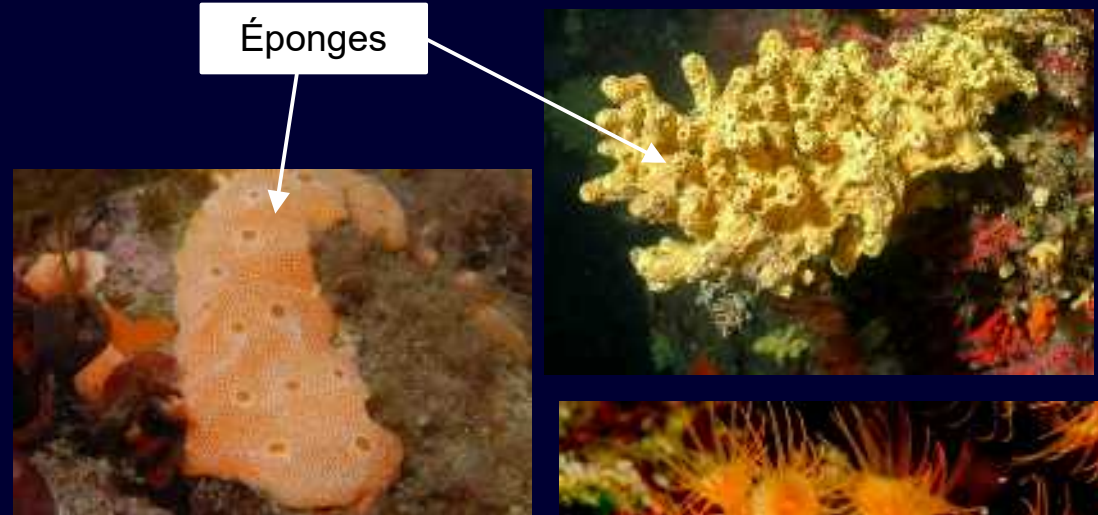
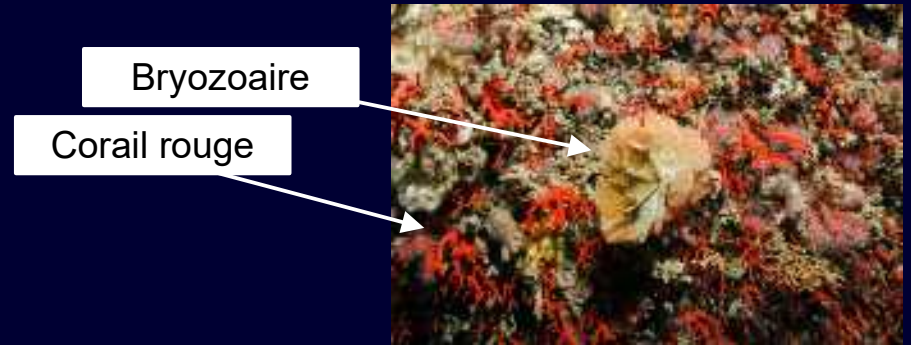


Macrofaune et Mégafaune

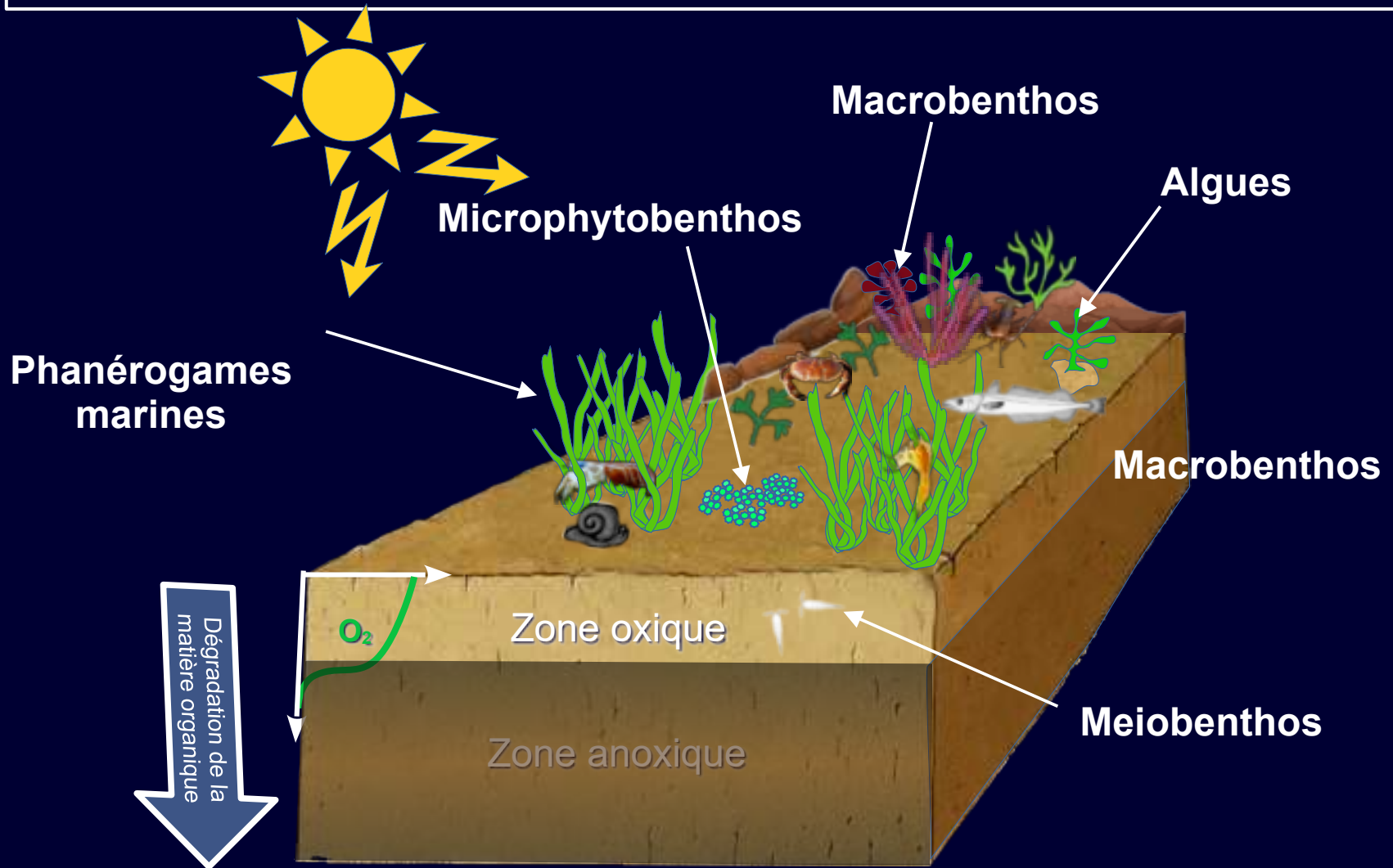
Animaux métazoaires d'une taille supérieure au cm, vivant sur les fonds marins.

Organismes vagiles (mobiles)

Organismes sessiles (fixés)



Écosystème benthique en zone euphotique



Les herbiers à *Zostera noltei*

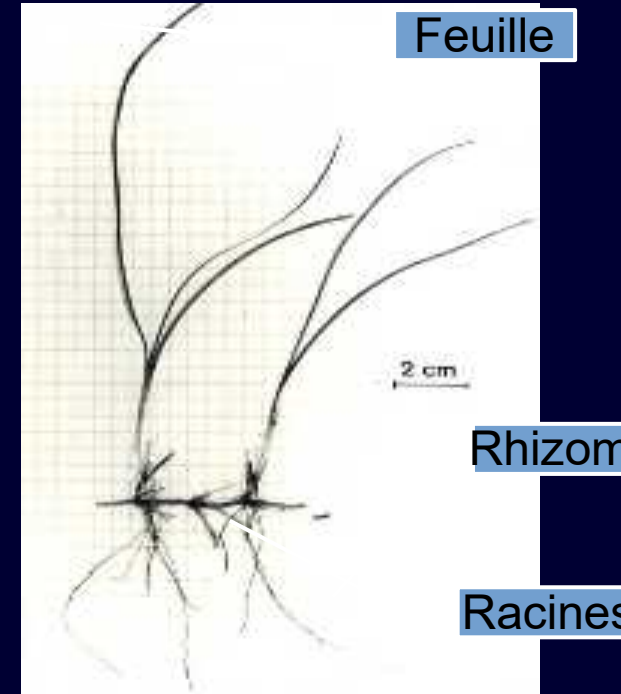
La *Zostera noltei*, appelée Varech de Nolti ou Zostère naine
Espèce marine de plantes à fleurs de la famille des Zosteraceae
Sur les fonds marins sableux ou sablo-vaseux de l'hémisphère Nord.



Zone sédimentaire médiolittorale de la baie de Txingudi

Un exemple
d'écosystème
benthique en zone
euphotique

Les herbiers à *Zostera noltei*



Distribution

Elle est très largement distribuée entre le sud de la Norvège et la Mauritanie. On la trouve également en Méditerranée où elle semble limitée aux étangs, lagunes et embouchures de fleuves.

Les herbiers de phanérogames



Crédit : Yann Souche/ Office français de la biodiversité/ Life Marha - créée par dans le cadre du projet Life Marha financé à hauteur de 60% par l'Union Européenne »

Écosystème benthique en zone aphotique



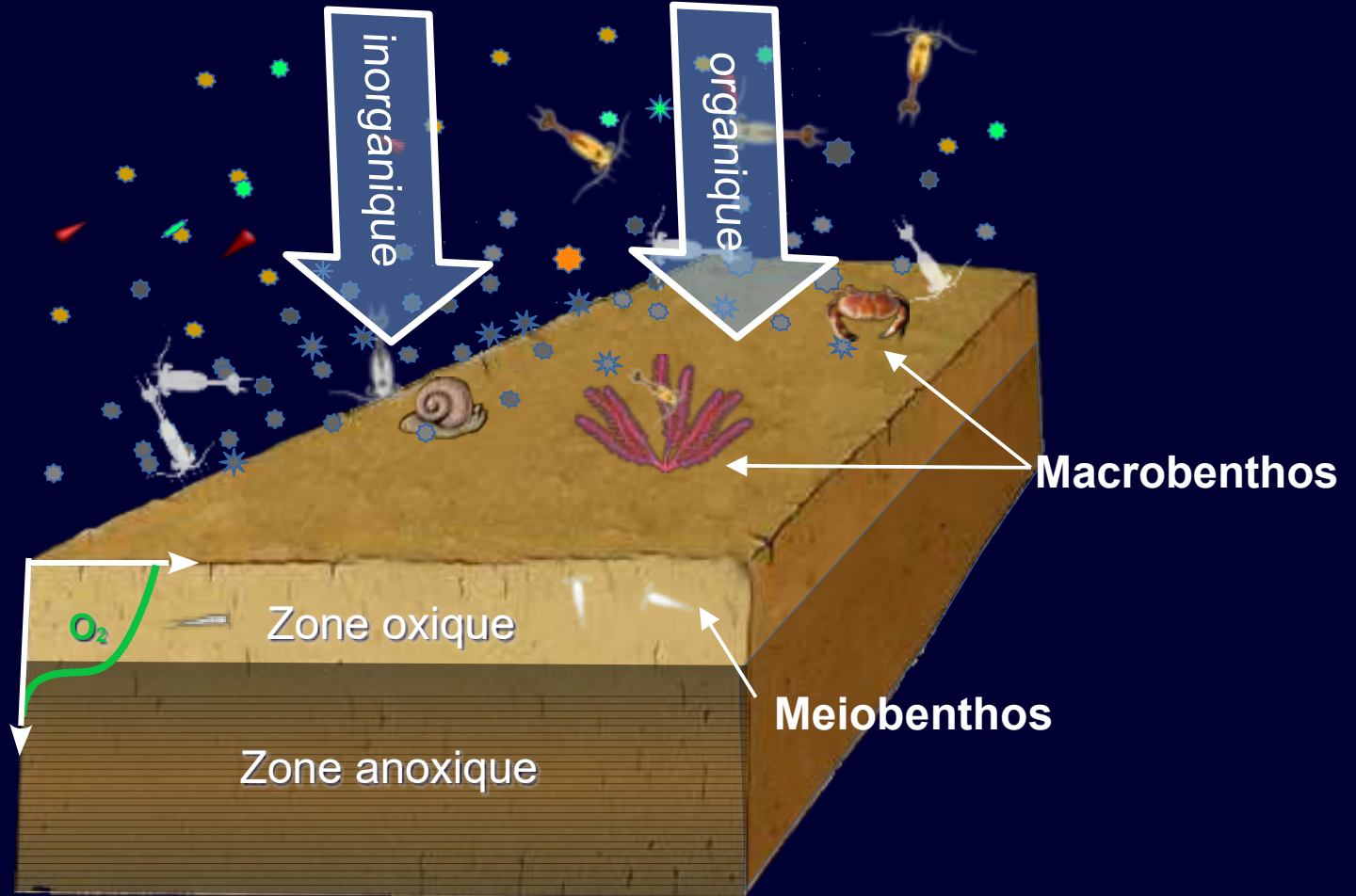
Pas assez d'énergie lumineuse
=
Pas de production primaire

Sédimentation

inorganique

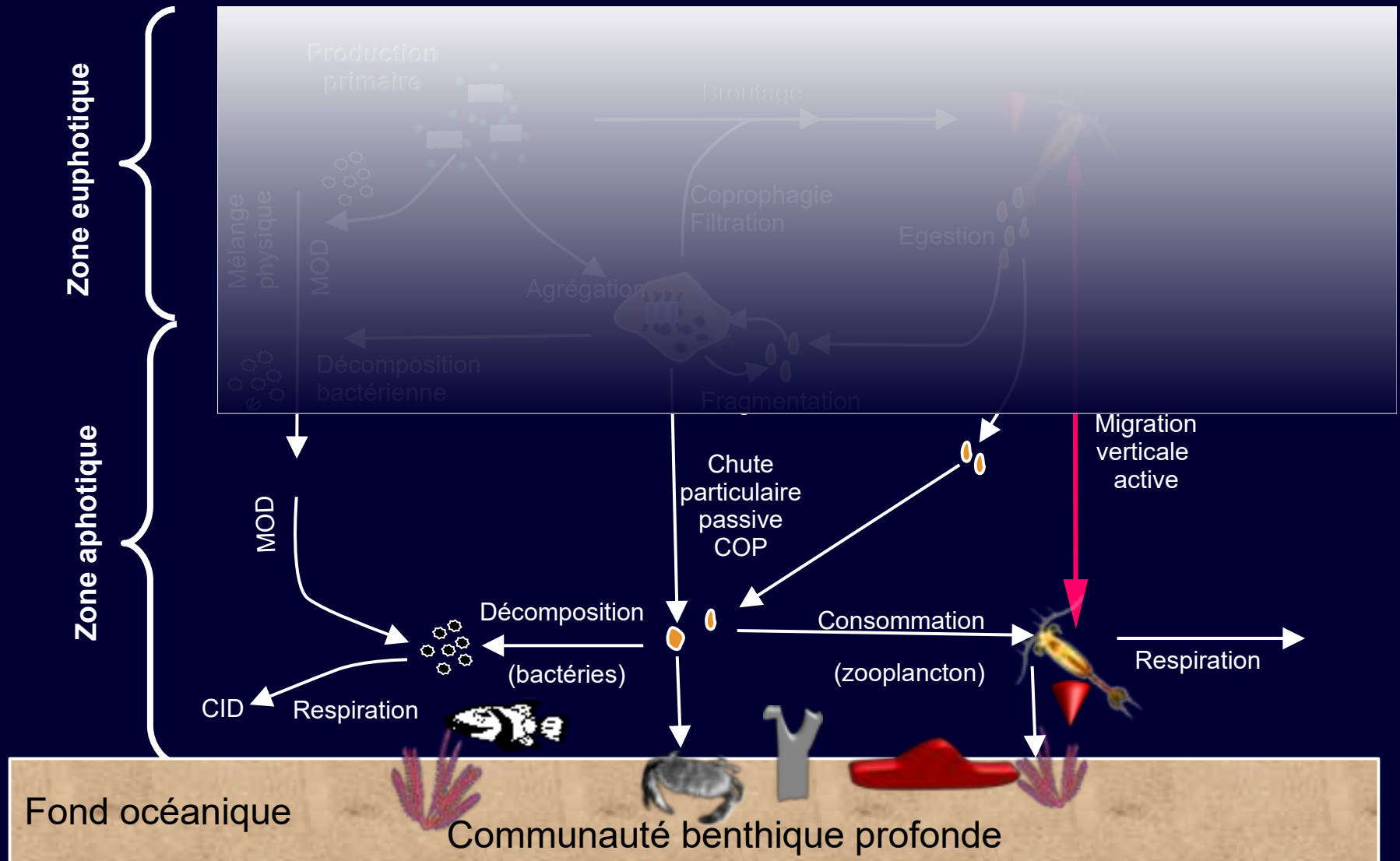
organique

Dégradation de la matière organique

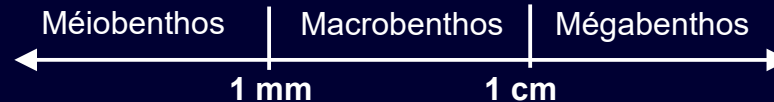
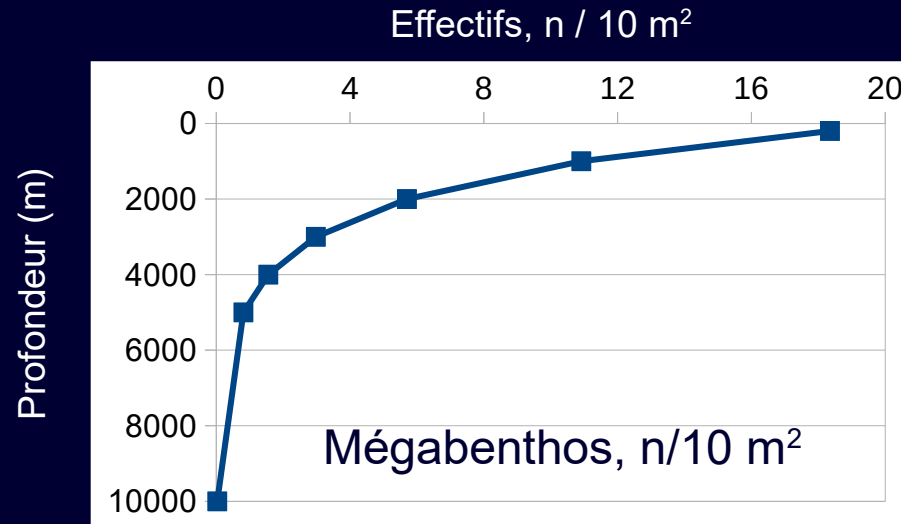
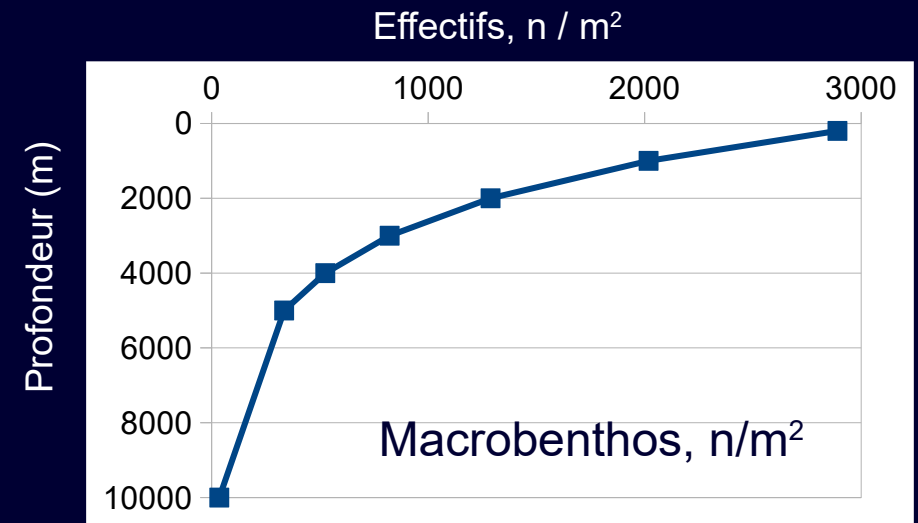
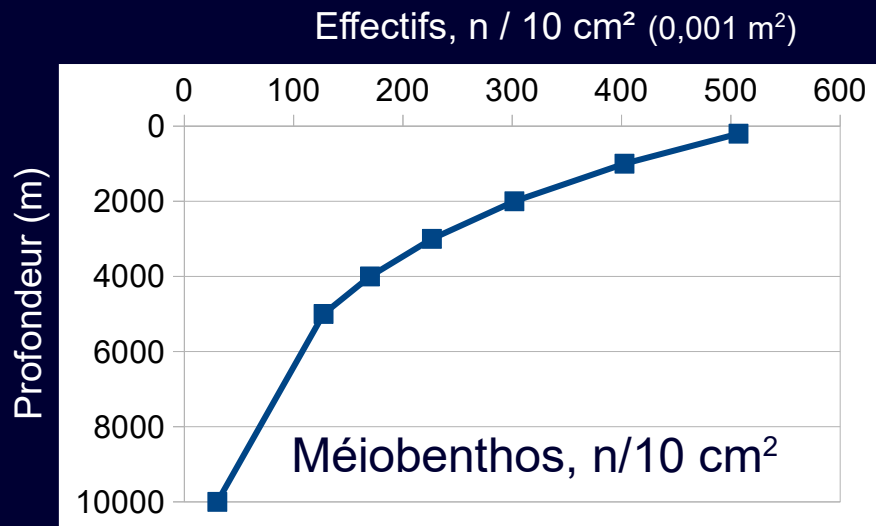


Milieux benthiques profonds

L'énergie qui arrive dans ces écosystèmes profonds est due à des transferts, essentiellement verticaux, passifs ou actifs.

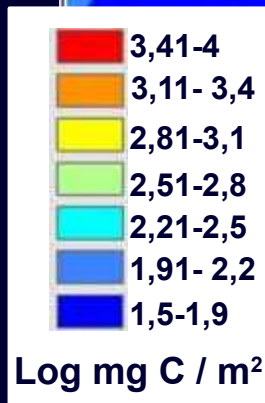
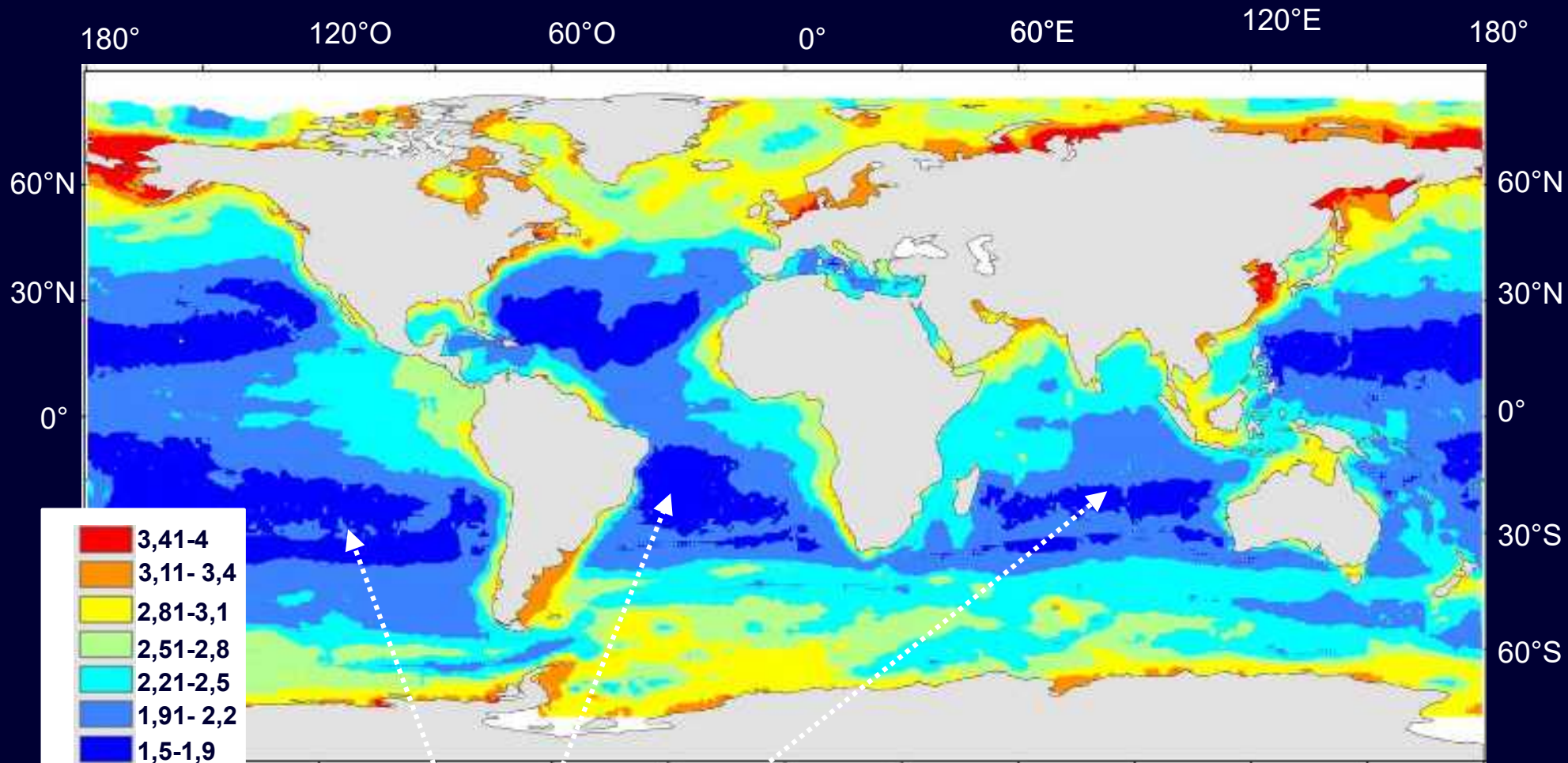


Décroissance des effectifs du benthos avec la profondeur



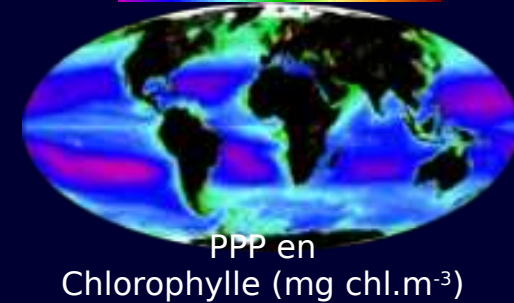
*cercle de 10 cm^2 = diamètre de 3,56 cm

Distribution de la biomasse des fonds marins

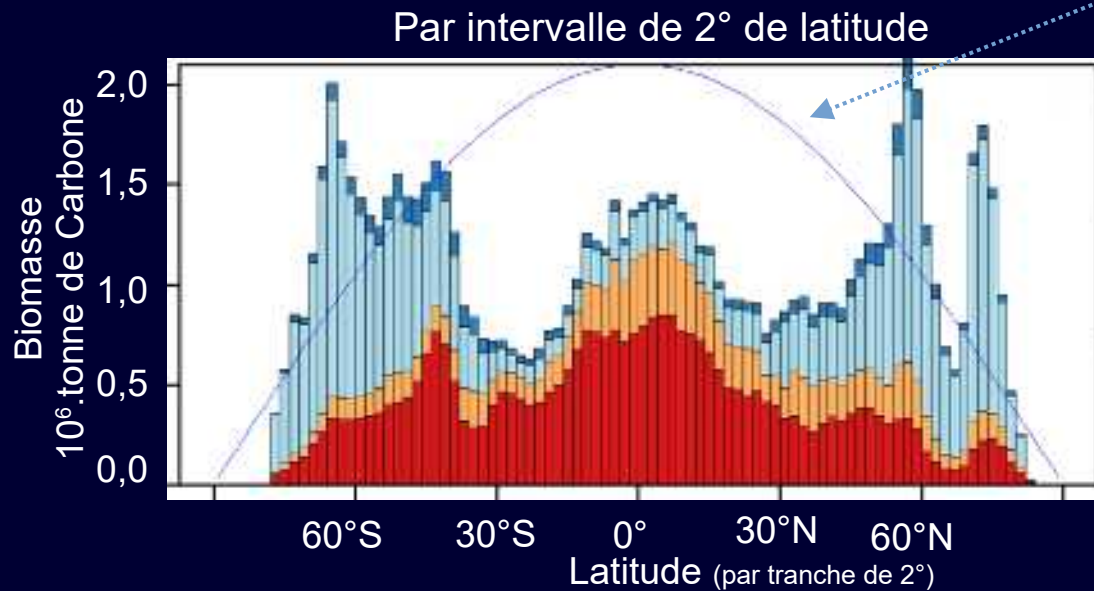
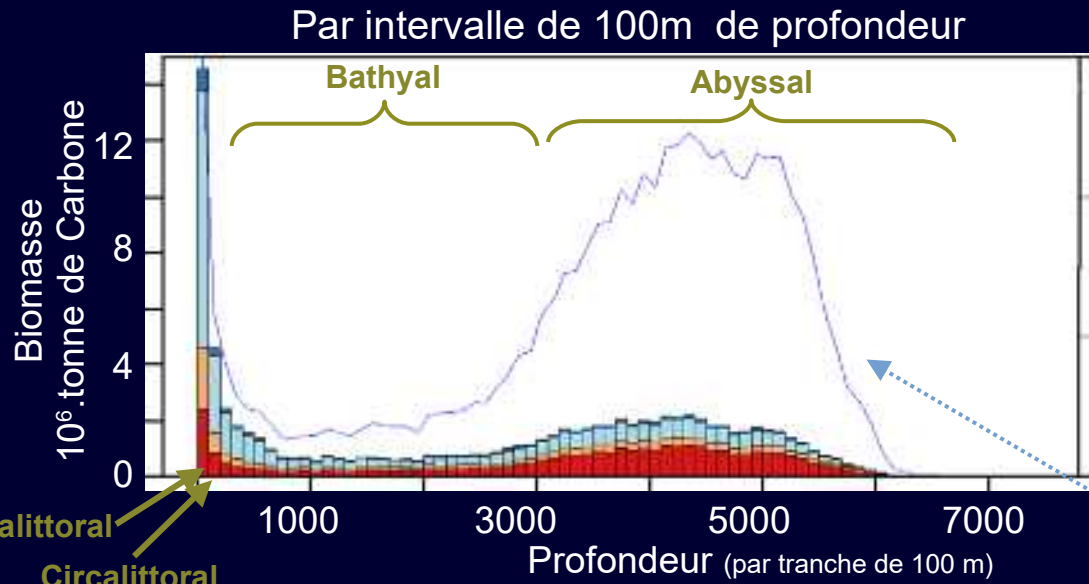


Biomasse totale des organismes benthiques (Bactérie, méiofaune, macrofaune, mégafaune)

Zones profondes à faible PPP en surface



Biomasse benthique intégrée



Golfe de Gascogne 1, Organismes de la zone circalittorale



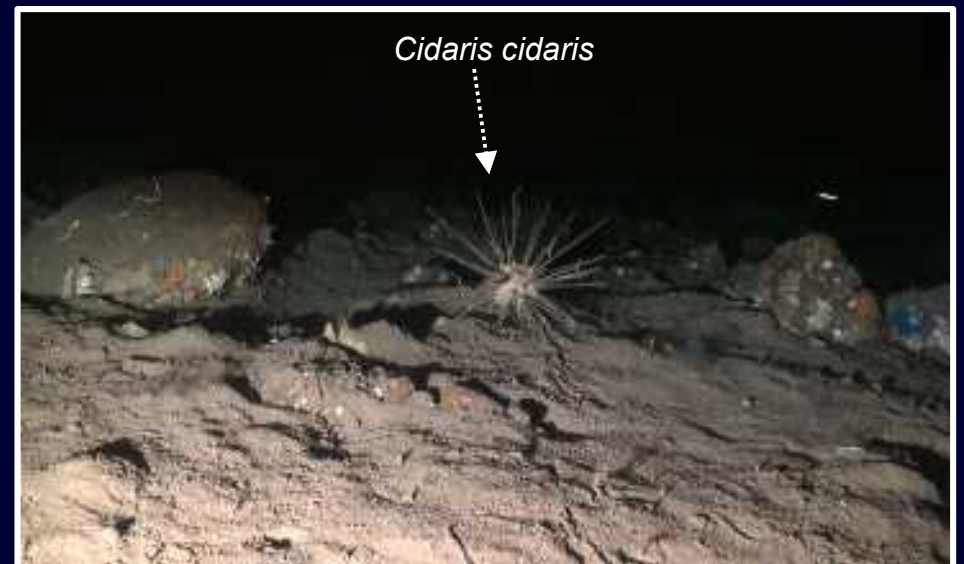
Crustacé, poisson



Cnidaire, Poisson, Éponge

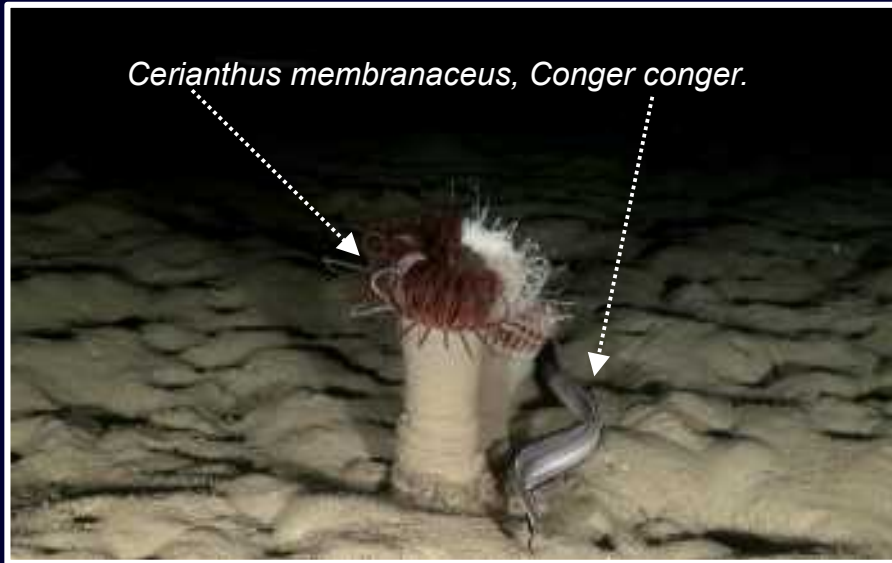


Échinoderme crinoïde



Échinoderme

Golfe de Gascogne 2, Organismes de la zone circalittorale



Cerianthus membranaceus, *Conger conger*.

Cnidaire, Poisson ostéichthyen



Sepiola cf. atlantica

Mollusque



Chimaera monstrosa

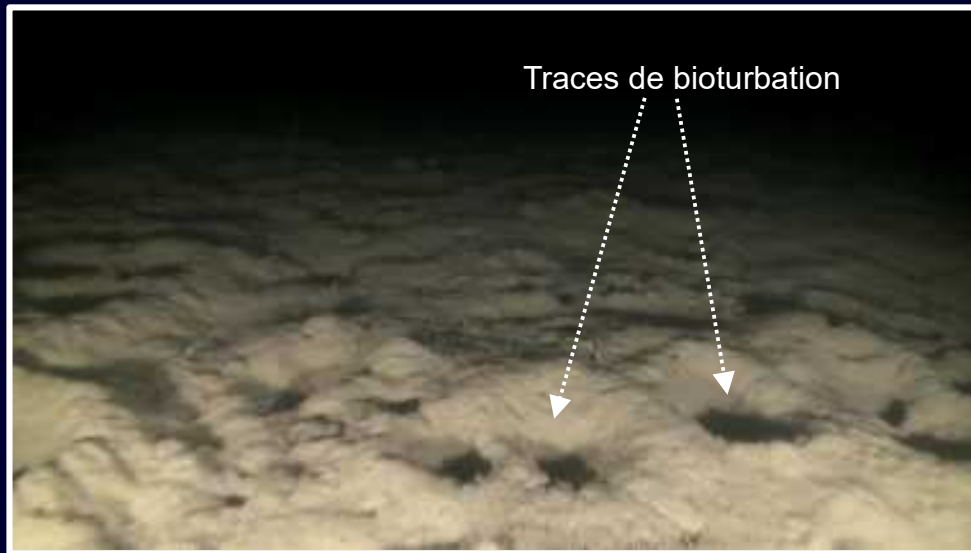
Poisson chondrichthyen



Antedon petasus.

Échinoderme crinoïde

Golfe de Gascogne 3, Organismes de la zone circalittorale



Échinoderme crinoïde



Crustacé

Golfe de Gascogne 4, Organismes de la zone bathyale

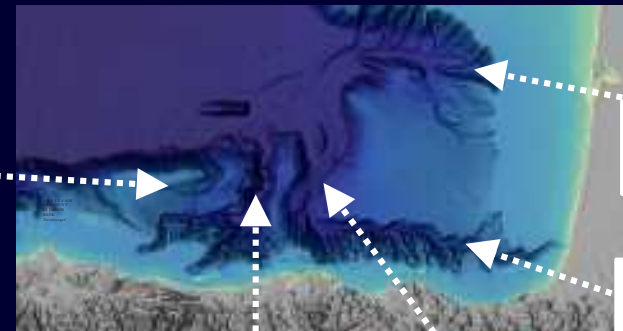


(Photo by IEO-ECOMARG)

Film sur le benthos du banc « le Danois »



Banc
Le Danois



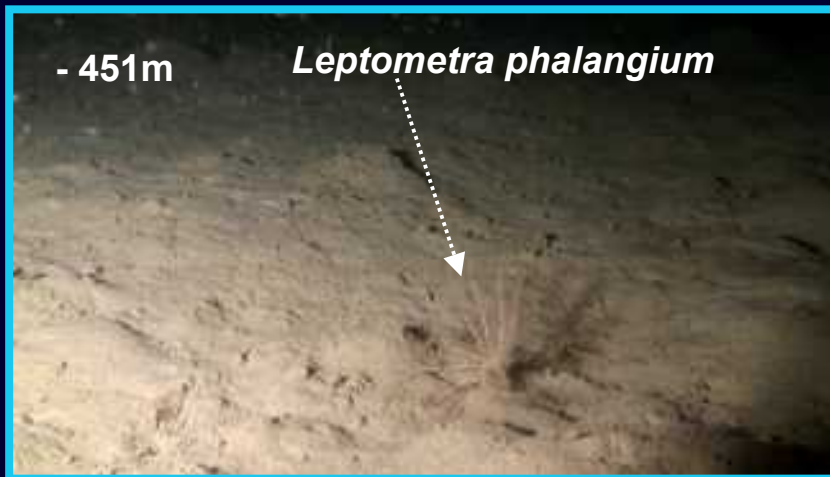
Canyon du
Cap-Ferret

Canyon de
Capbreton

Canyon de
Torrelavega

Canyon de
Santander

Golfe du Lion 1, Organismes de la zone bathyale



Échinoderme



Cnidaire



Crustacé

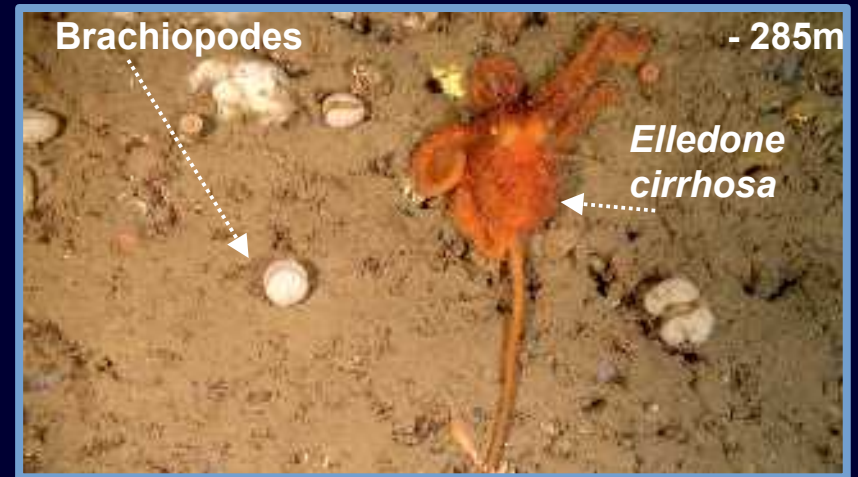


Échinoderme

Golfe du Lion 2, Organismes des zones circalittorale-bathyale



Échinoderme



Brachiopode

Mollusque



Mollusque et Chordé

Cnidaire



Crustacé

Golfe du Lion 3, Organismes de la zone bathyale

Lepidion lepidion

- 600m



Poisson ostéichthyen

Aspitrigla lyra

- 292m



Poisson ostéichthyen

Trachirinus scabrus

- 602m



Poisson ostéichthyen

Galeus melanostomus - 600m

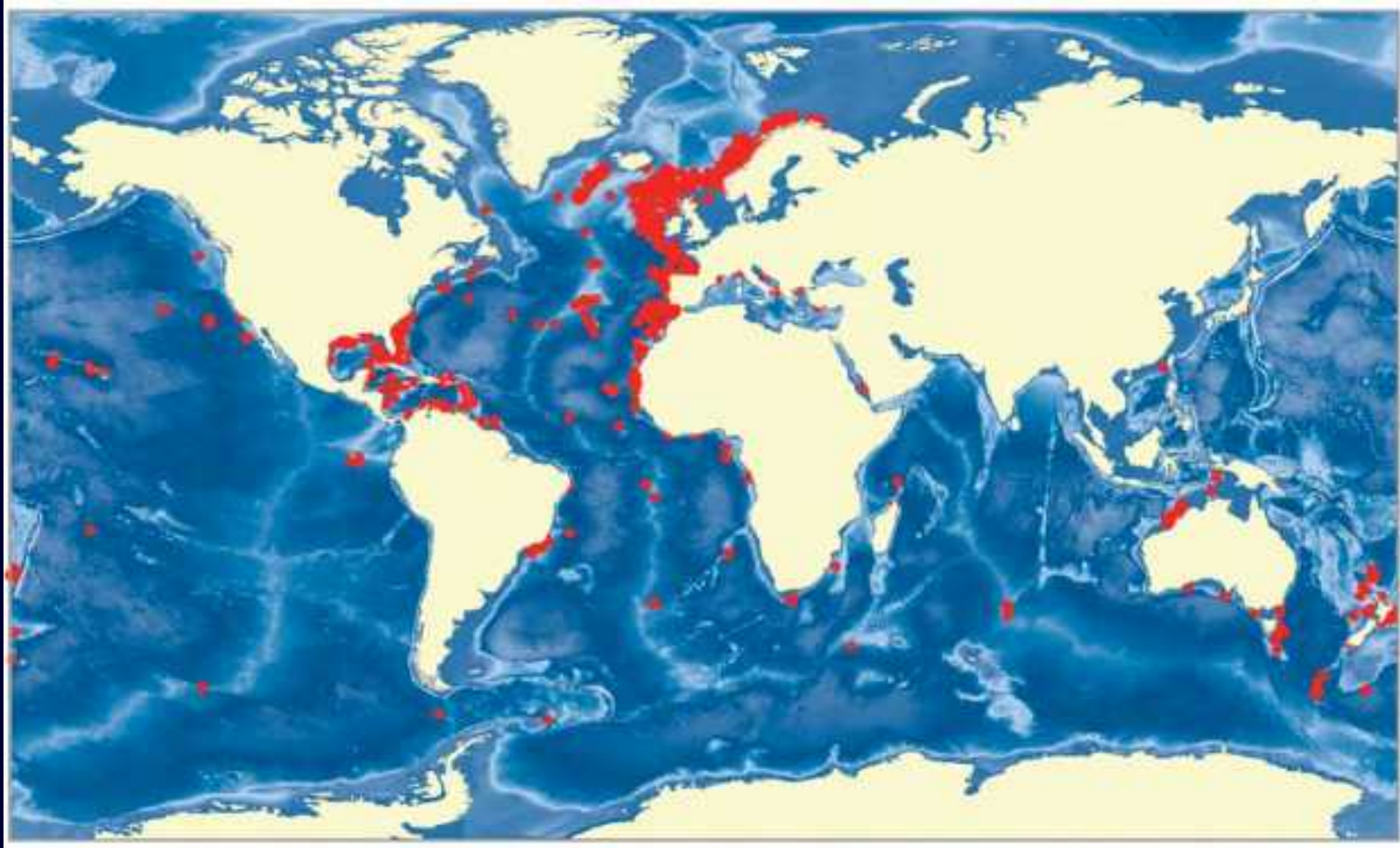


Poisson chondrichtyen

Les coraux d'eaux froides



Coraux d'eaux froides



Distribution des récifs de coraux d'eaux froides

Organismes des récifs de coraux froids

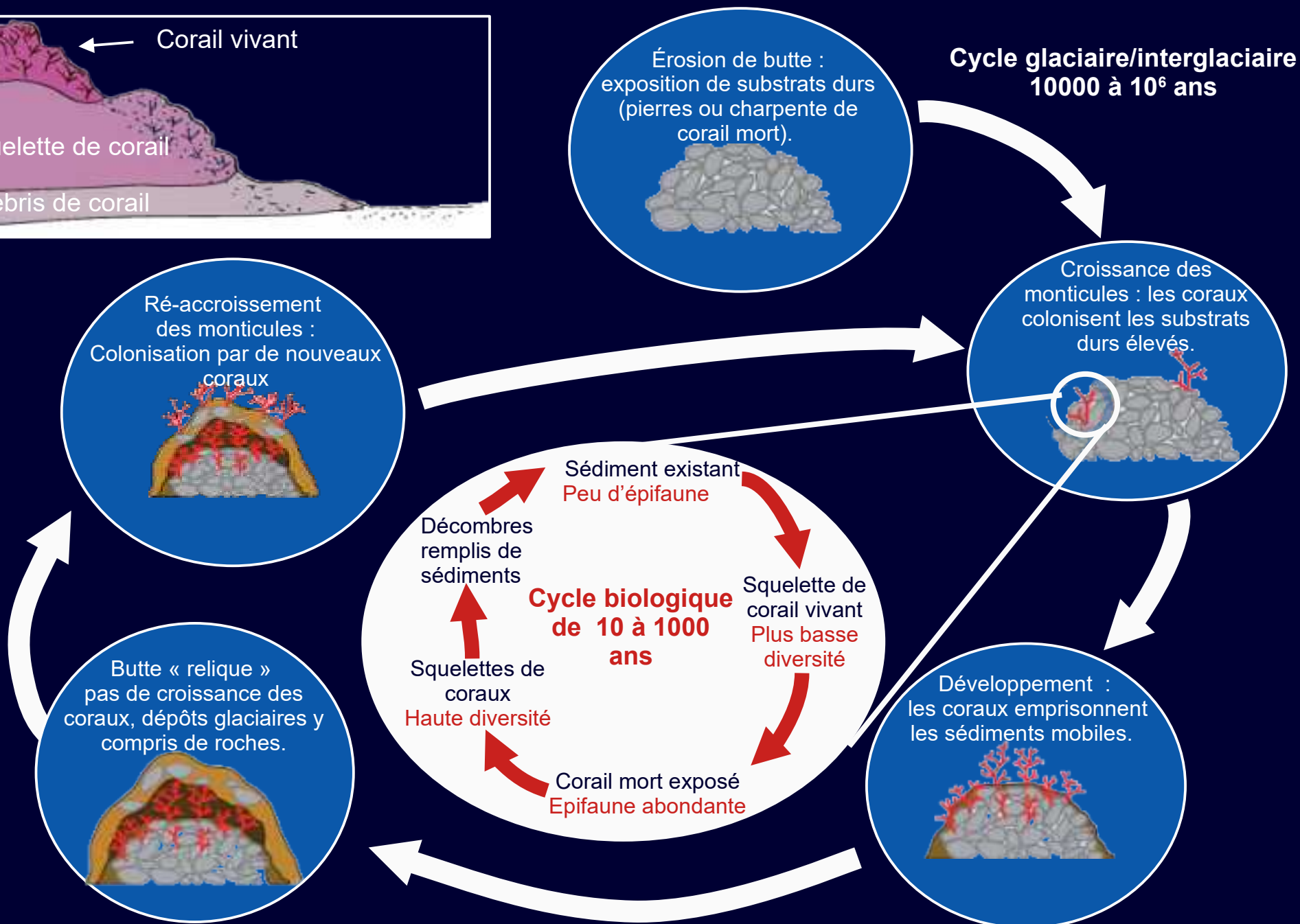
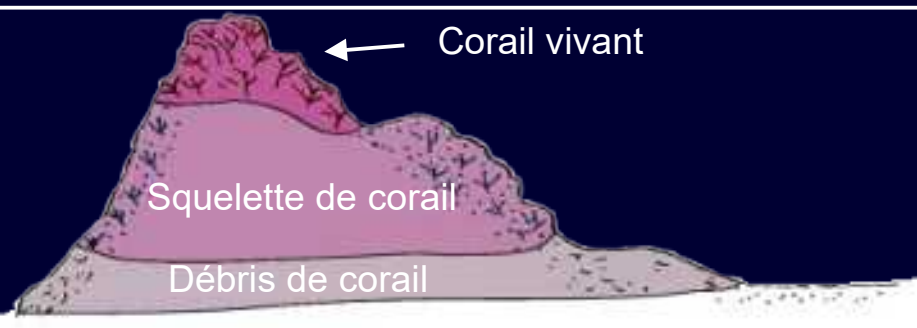
Les coraux d'eau froide sont des cnidaires qui ont un squelette ou des éléments de squelette carbonaté ou protéique.

Le terme « coraux d'eau froide » masque une hétérogénéité de taxons: Octocoralliaires, Hexacoralliaires et Hydrozoaires.

La majorité de ces coraux ont besoin de substrat dur pour se développer.

Contrairement à leurs « cousins » tropicaux ils n'ont pas de zooxanthelles symbiotiques

Cycles biologiques des écosystèmes des coraux d'eau froide



Adapté et traduit de :

Roberts, J. M. Reefs of the Deep: The Biology and Geology of Cold-Water Coral Ecosystems. Science 312, 543–547 (2006).

Organismes des récifs de coraux d'eau froide 1



-289m

Lophelia pertusa

Madrepora oculata



-350m

Crédit photo. :

Aline FIALA MEDIONI & Franck LARTAUD
Observatoire Océanologique de Banyuls-sur-Mer

Cnidaria > Anthozoa > Scleractinia >

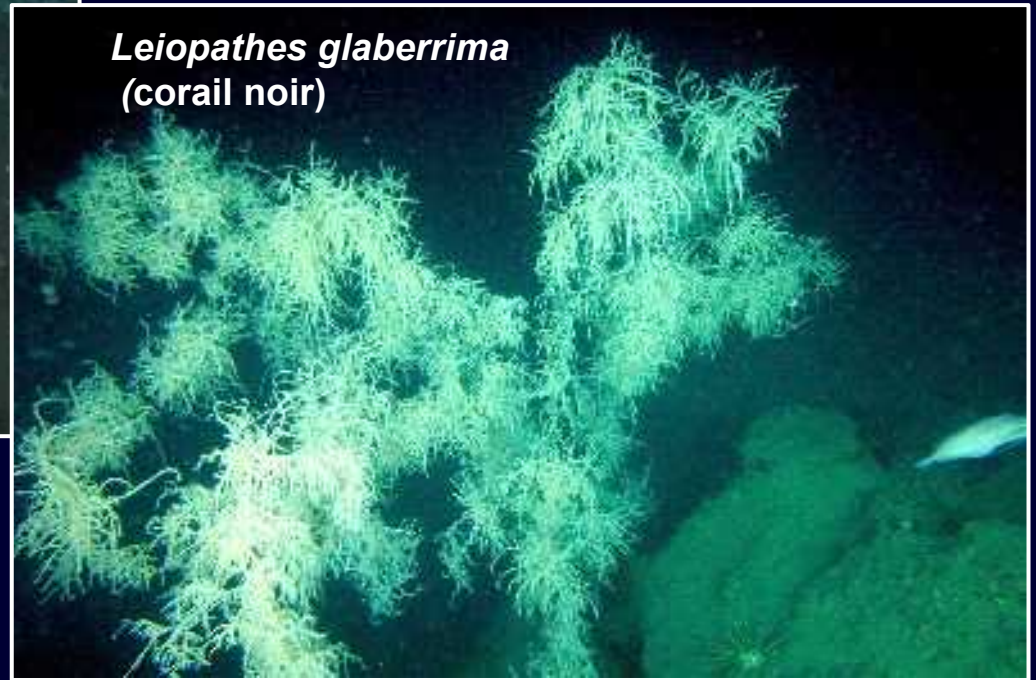
Organismes des récifs de coraux d'eau froide 2

Lophelia pertusa



- 540m

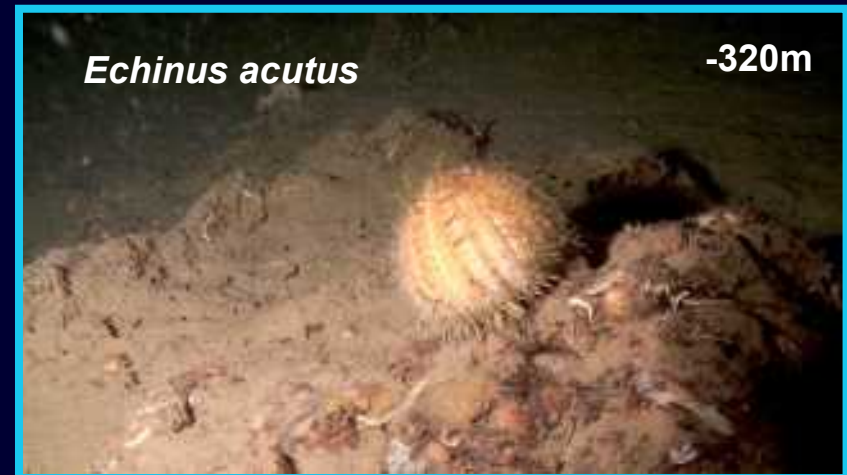
Leiopathes glaberrima
(corail noir)



Cnidaria > Anthozoa > Scleractinia >

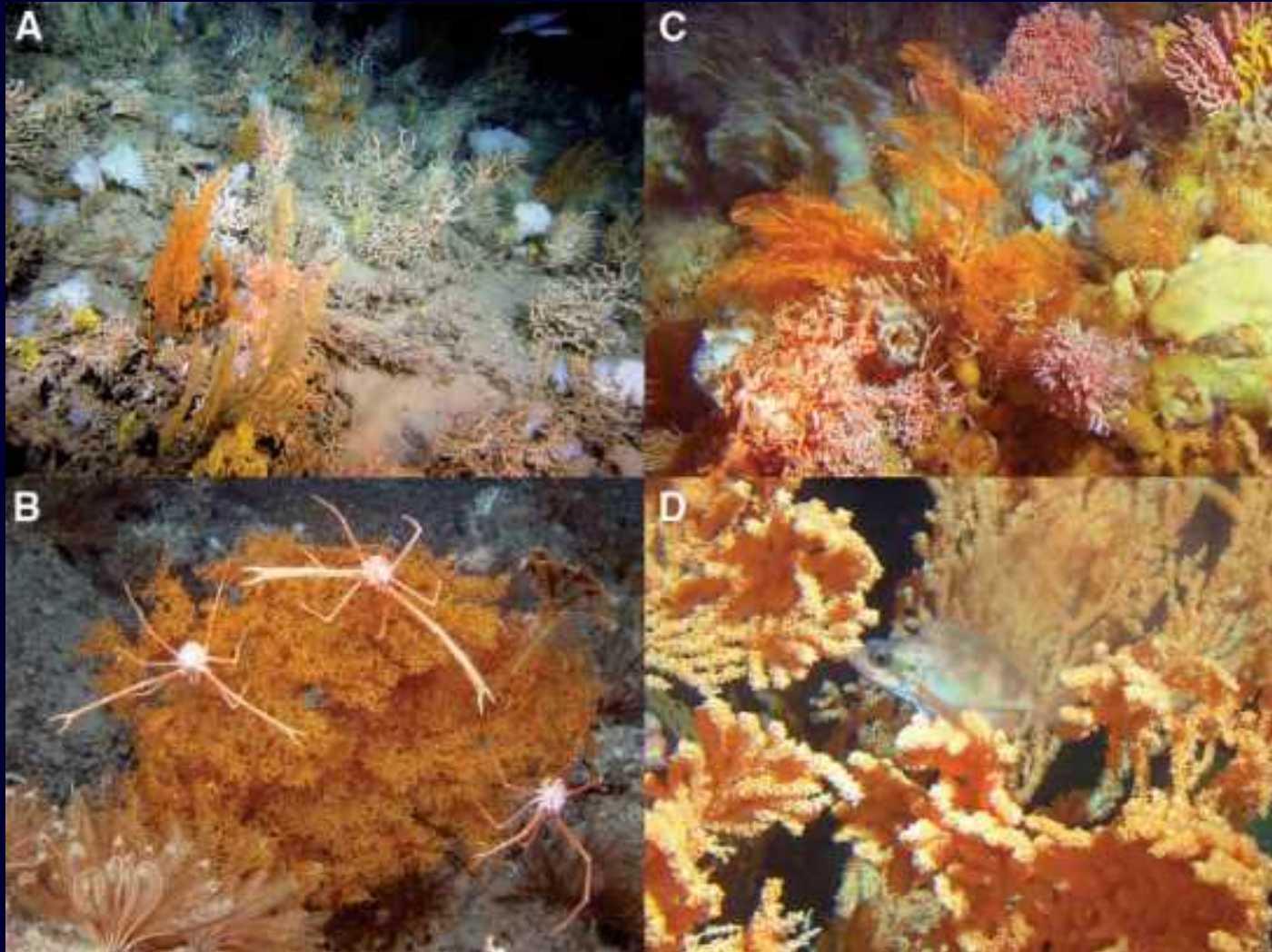
Cnidaria > Anthozoa > Antipatharia

Organismes des récifs de coraux d'eau froide 3



Les coraux d'eaux froides sont de constructeurs de substrats durs profonds, utilisés par d'autres organismes comme support ou biotope.

Organismes des récifs de coraux d'eau froide 4



Faune de récifs coralliens d'eau froide.

(A) coraux scléactiniens et gorgones et des éponges de verre.

(B) Corail antipathaire et crustacés anomoures. Porcupine Bank (NE de l'Atlantique).

(C) Diverse faune de coraux et d'éponges récemment découverte au large des îles Aléoutiennes.

(D) Sébaste à menton aigu (*Sebastes* sp.) parmi les coraux gorgones (*Primnoa* sp.) dans le golfe d'Alaska (Pacifique N).

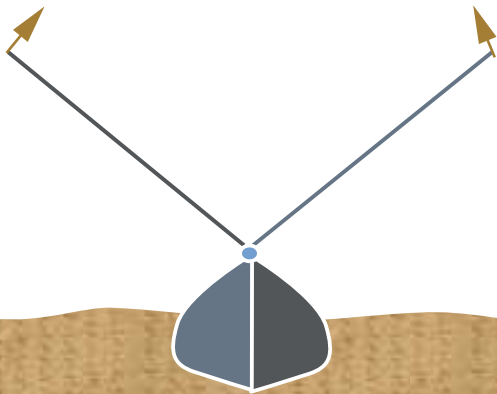
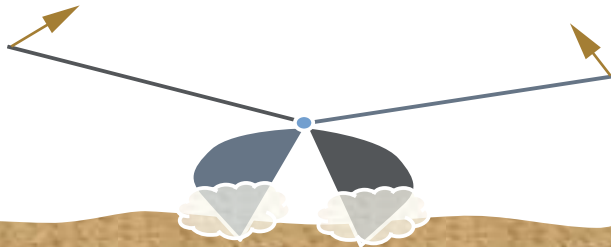
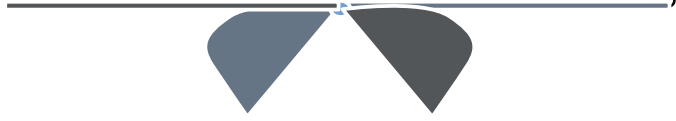
Organismes des récifs de coraux froids

Ces habitats ont un rôle écologique important, particulièrement les récifs de *Lophelia pertusa* et/ou *Madrepora oculata* ; ils fonctionnent comme des zones d'alimentation et de reproduction, des nurseries et ils fournissent des refuges à d'autres organismes.

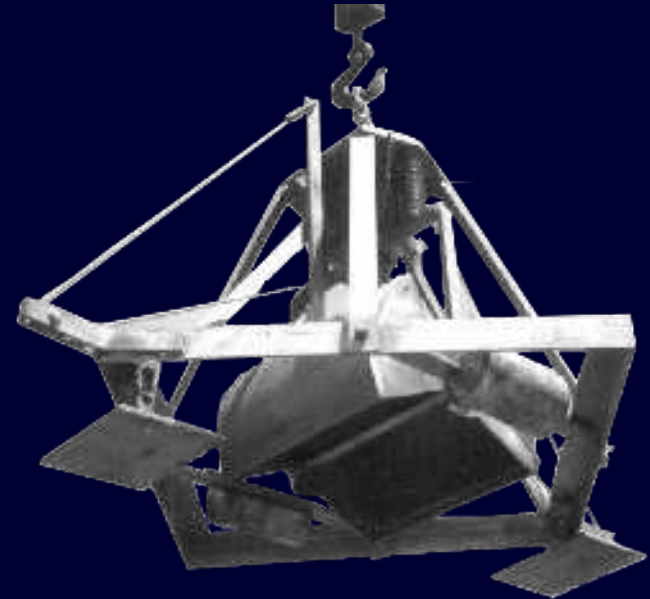
Outils d'étude de ces écosystèmes

Outils pour l'étude du benthos

Principe de fonctionnement d'une benne (type Van Veen)



Benne type Van Veen

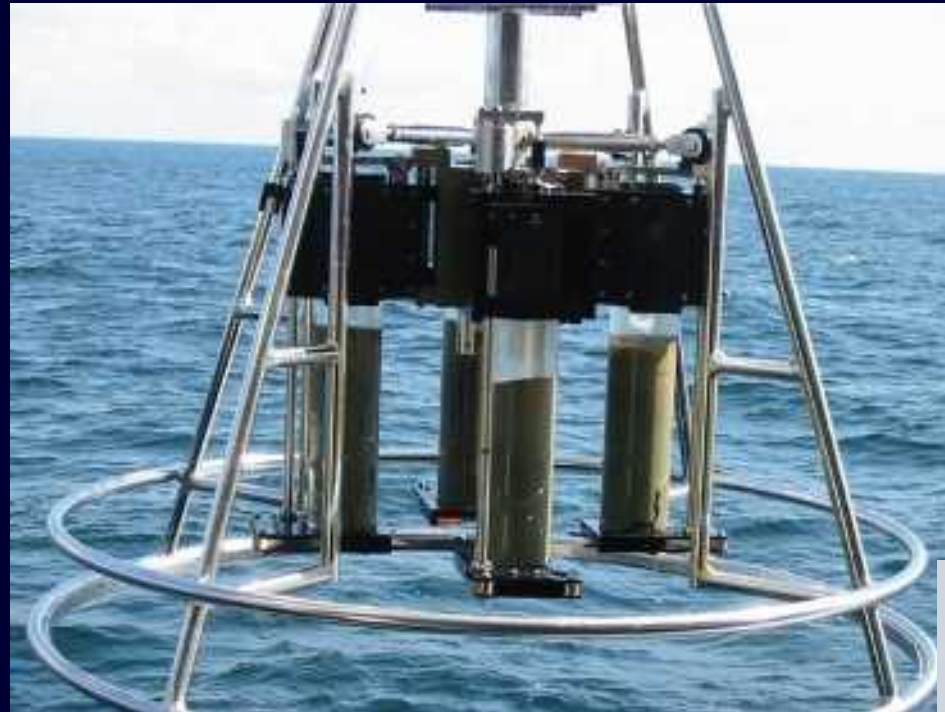


Benne type Smith Mc Intyre

Outils pour l'étude du benthos



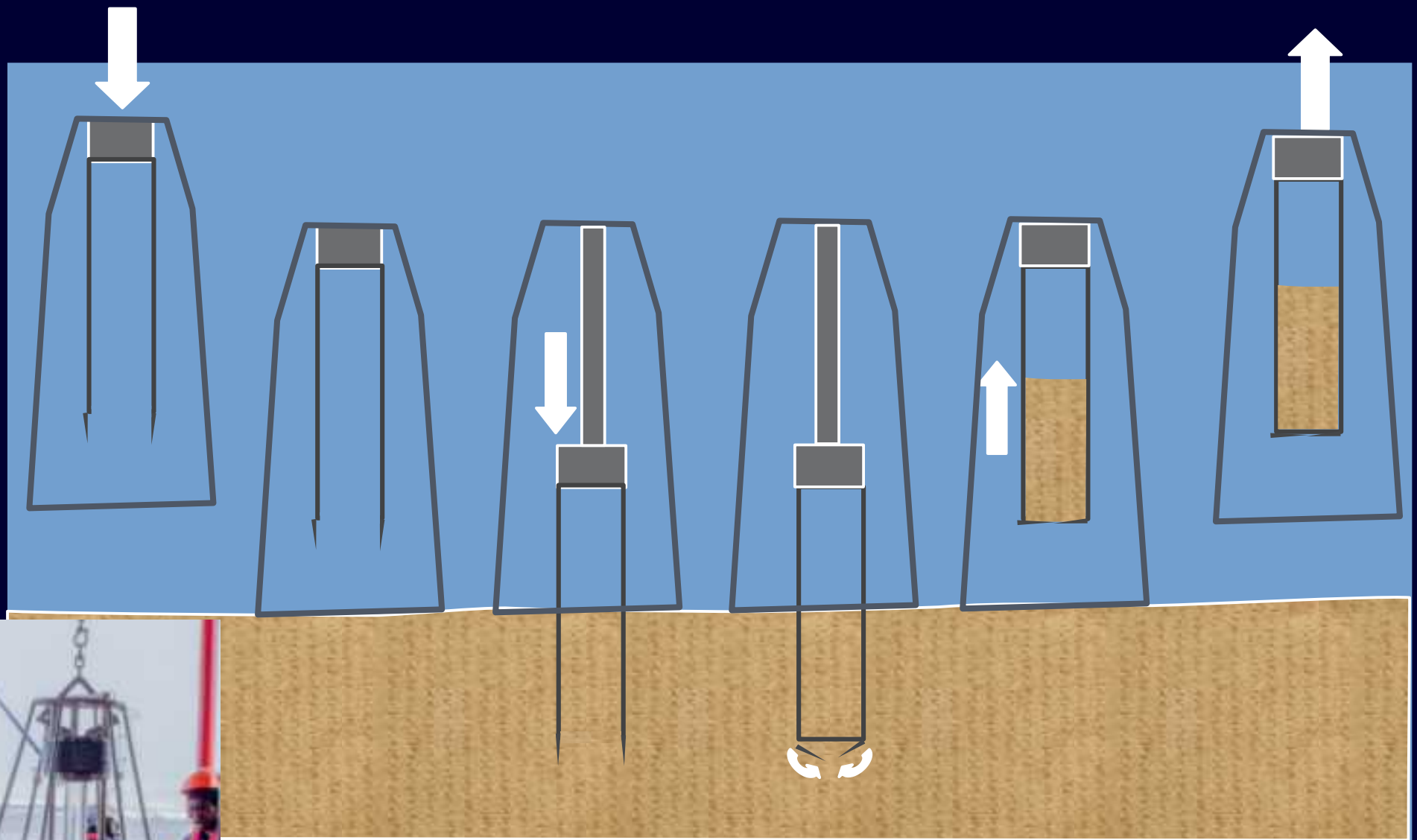
Carottier boîte



Carottier tube



Outils pour l'étude du benthos



Principe de fonctionnement d'un carottier tube



Outils pour l'étude du benthos



Suceuse
pneumatique
sous-marine

Outils pour l'étude du benthos



Enceinte expérimentale
pour l'étude du
métabolisme
d'organismes *in situ*



Outils pour l'étude du benthos

Véhicule sous marin
d'exploration, inhabité
et habité.

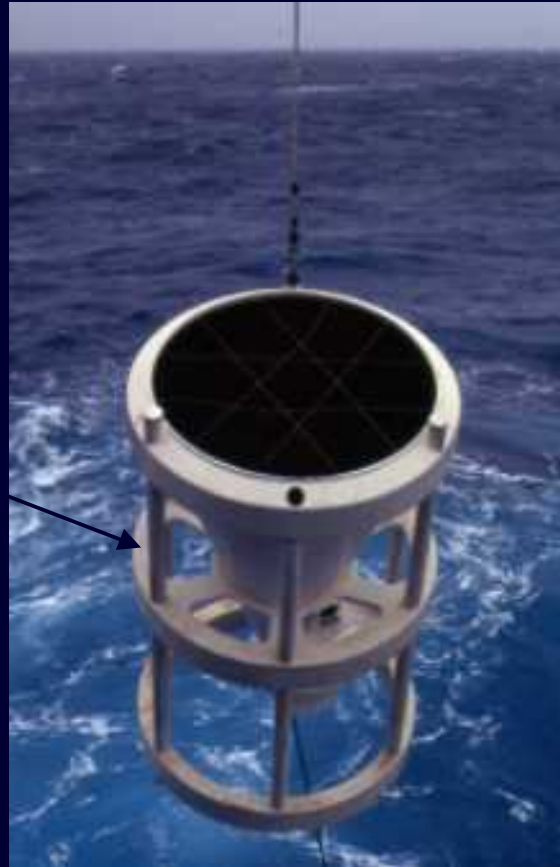
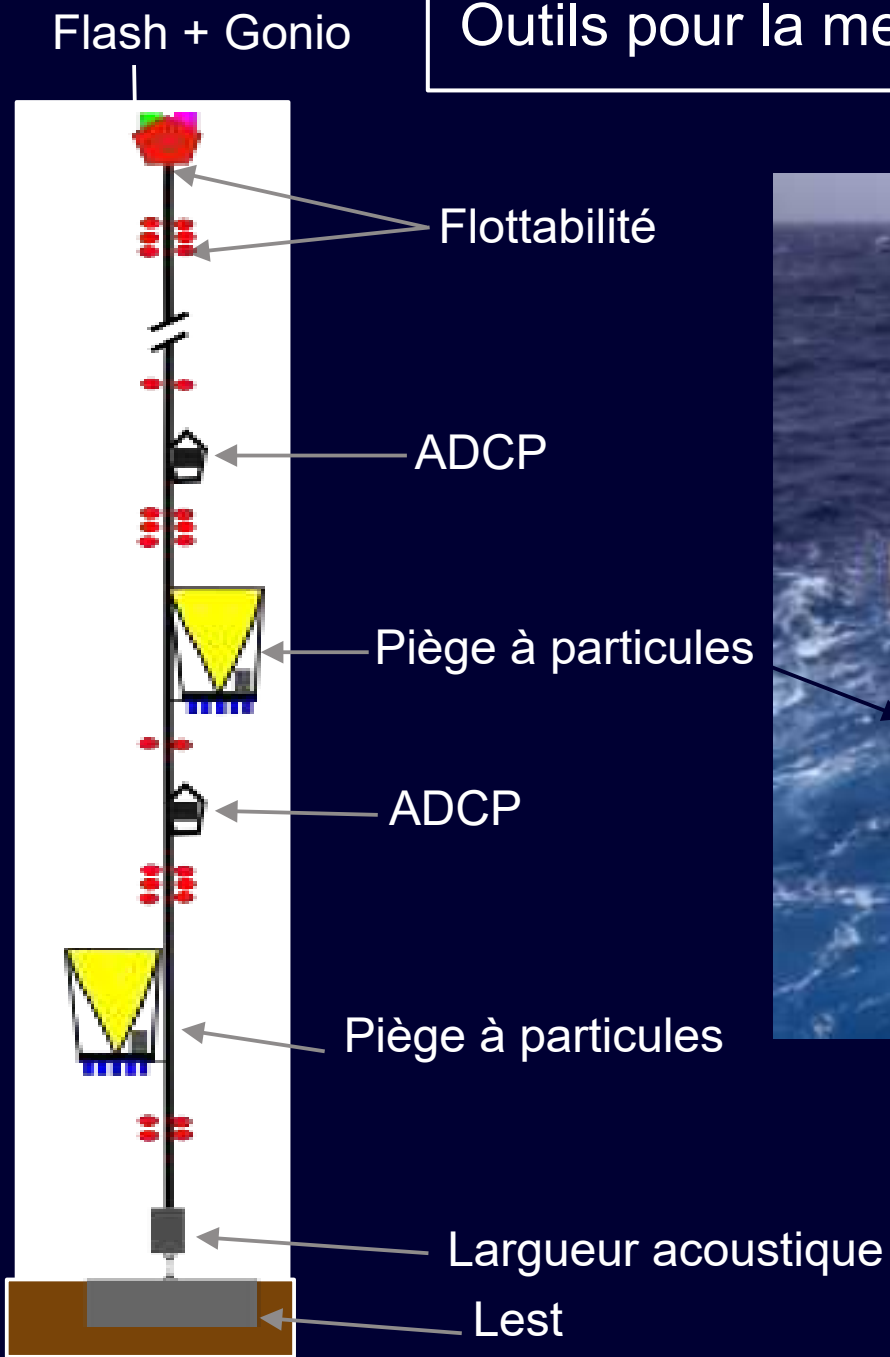


**ROV « ACHILLE »
(COMEX)**

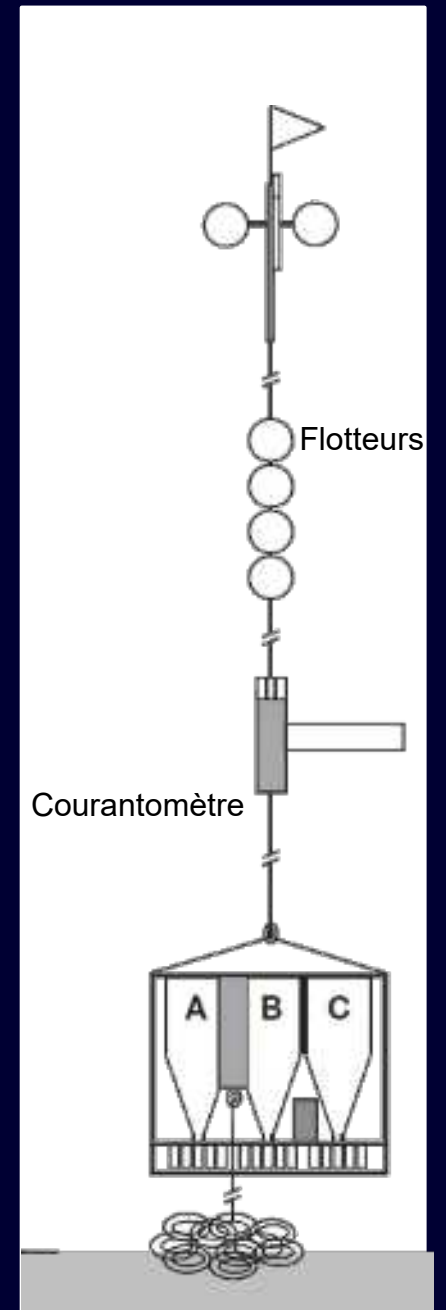


**SOUS-MARIN « REMORA »
(COMEX)**

Outils pour la mesure des flux verticaux

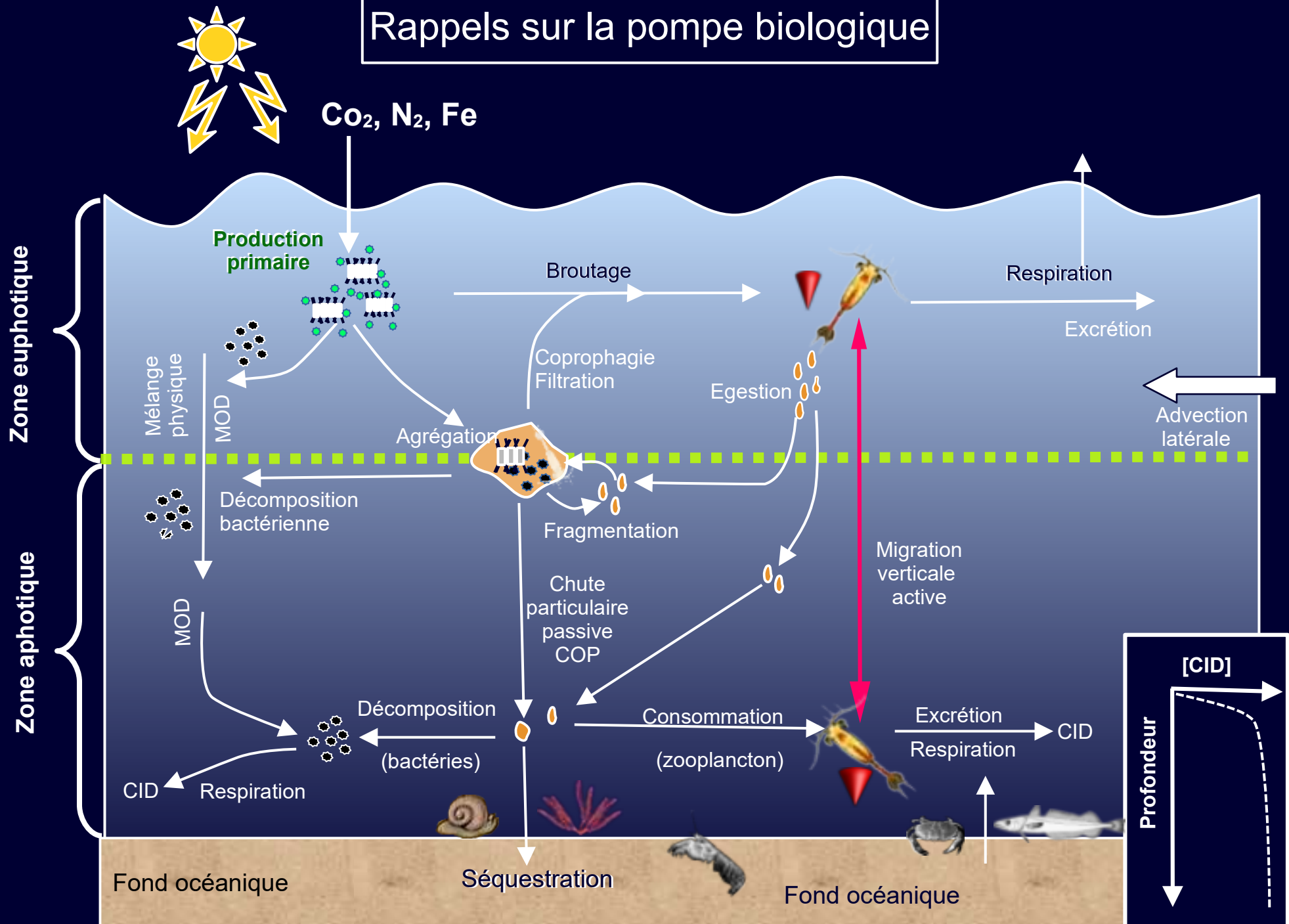


Pièges à particules



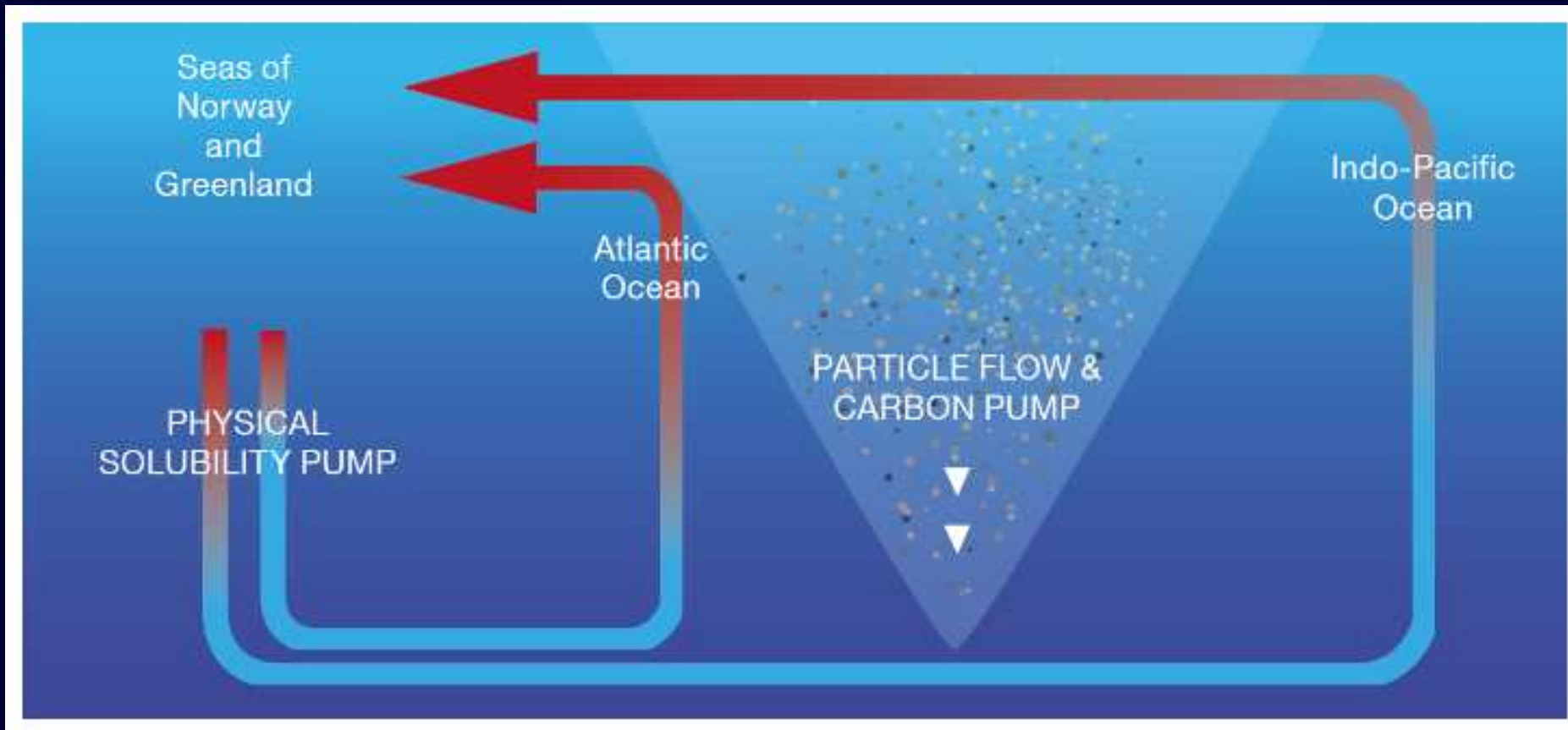
ADCP : Acoustic Doppler current profiler

Rappels sur la pompe biologique



COP : Carbone organique particulaire,
 MOD : Matière organique dissoute
 CID : Carbone inorganique dissous

la pompe biologique



Les flèches indiquent une circulation thermohaline à grande échelle, montrant la descente des eaux froides riches en CO₂ dans les mers polaires, leur déplacement au fond de l'océan et leur retour à la surface pour boucler le circuit : c'est la pompe de solubilité. La production primaire en surface génère de la matière particulaire qui sédimente dans les grands fonds sous l'effet de la gravité, tout en étant également en grande partie bio-dégradée dans la colonne d'eau : c'est la pompe biologique. Ces deux processus sont responsables du stockage du CO₂ dans les grands fonds océaniques.