

Correnti marine e biodiversità : studî recenti del MIO in Mediterraneo
Courant marins et biodiversité : Études recentes du MIO en Méditerranée

Andrea M. Doglioli

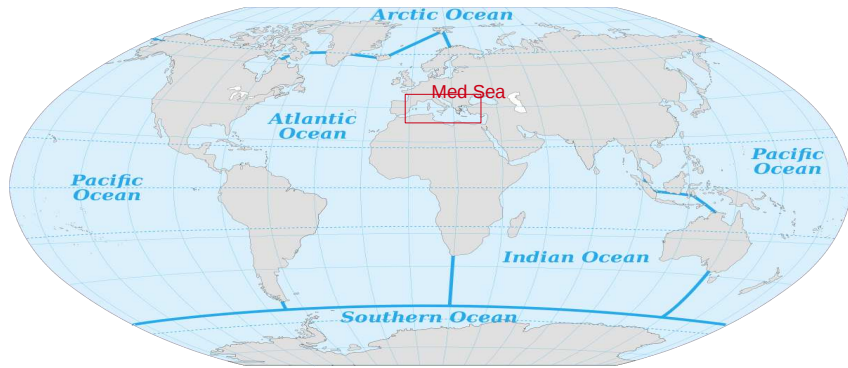


andrea.doglioli@univ-amu.fr

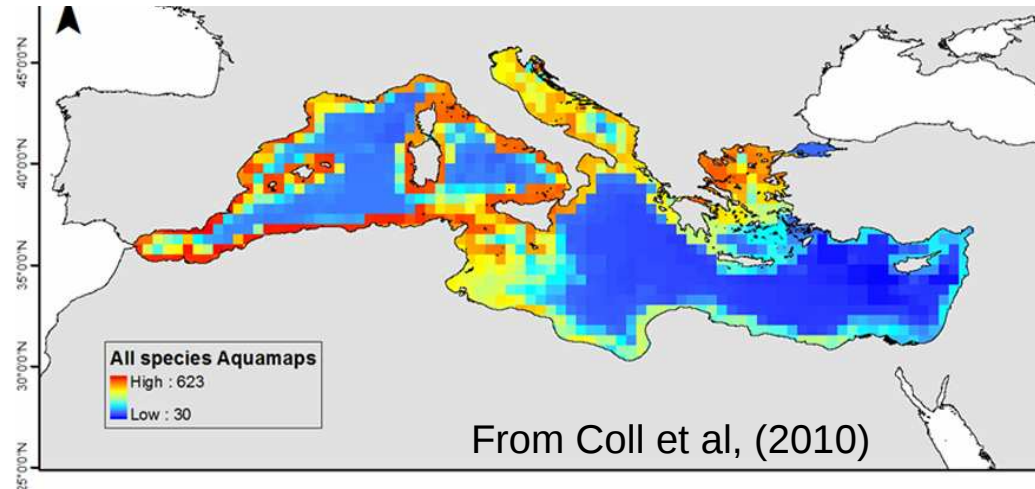
www.mio.univ-amu.fr/~doglioli

La Méditerranée : une étonnante biodiversité marine

La mer Méditerranée ne représente que 0,82% en surface et 0,32% en volume de l'océan mondial, mais plus de **8500** sont les espèces d'organismes marins macroscopiques qui y vivent, soit 4 à 18 % des espèces marines mondiales [Nike Bianchi et Morri, 2000].



<https://en.wikipedia.org/wiki/Ocean>



Plus récemment, Coll et al [2010], en prenant en compte les **microbes marins**, ont répertorié environ **17 000** espèces marines présentes en Méditerranée.

Cependant, ils considèrent que ces estimations sont "encore **incomplètes** puisque la diversité des microbes est substantiellement sous-estimée, et que les zones de haute mer et certaines parties de la région sud et est sont encore mal connues".

La microbiologie marine

1675

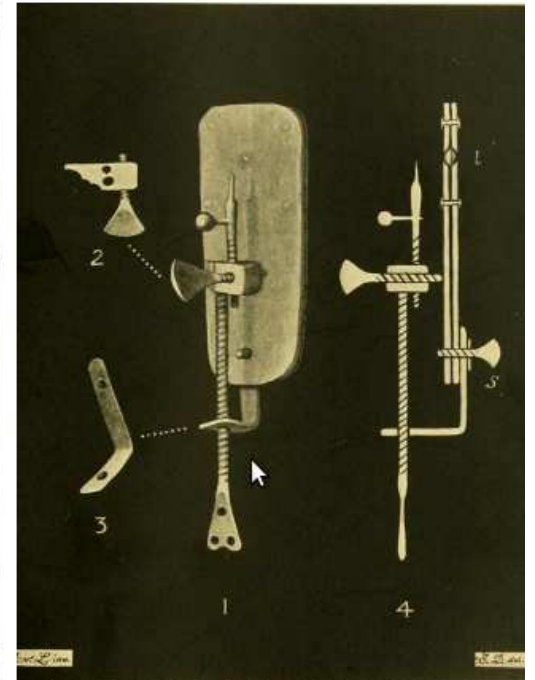
Antoine van Leeuwenhoek, un commerçant et savant néerlandais, conçoit un **microscope** simple mais puissant (jusqu'à 1 : 300 fois) et observe les microbes aquatiques pour la première fois. Il les appelle "**animalcules**".



Anton van Leeuwenhoek
Delft, 24 octobre 1632
Delft, 26 août 1723



Colored engravings of the "animalcules" Leeuwenhoek saw under his microscope. Credit: Anton van Leeuwenhoek, U.S. Public Domain

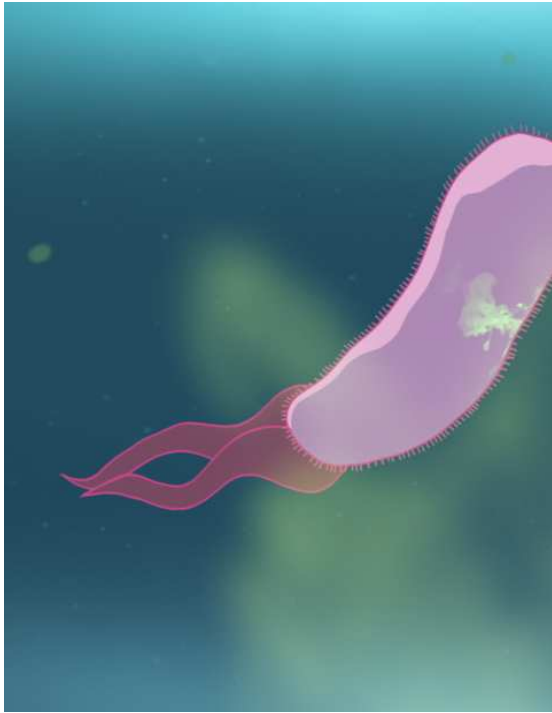


An illustration of one of Leeuwenhoek's microscopes. Credit: Dobell and van Leeuwenhoek, 1960

Les microbes marins

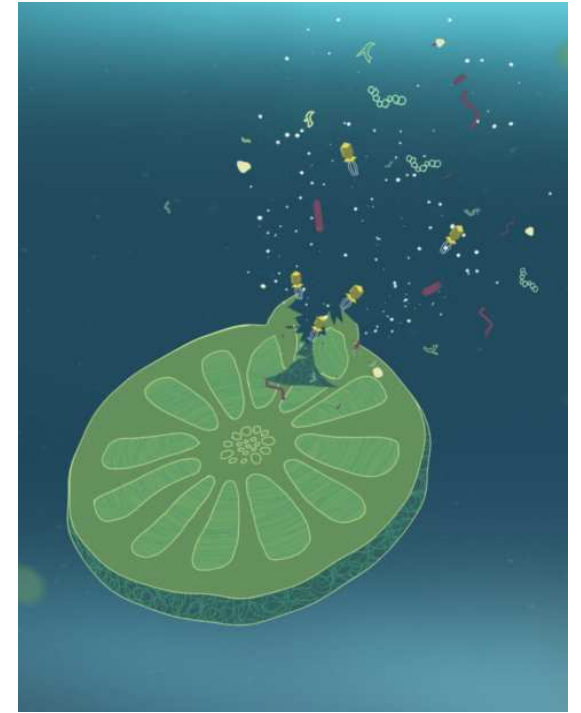
1974

on reconnaît l'**importance des microbes** marins dans la chaîne alimentaire et le cycle des matières dissoutes.



Les microbes absorbent les molécules en solution...

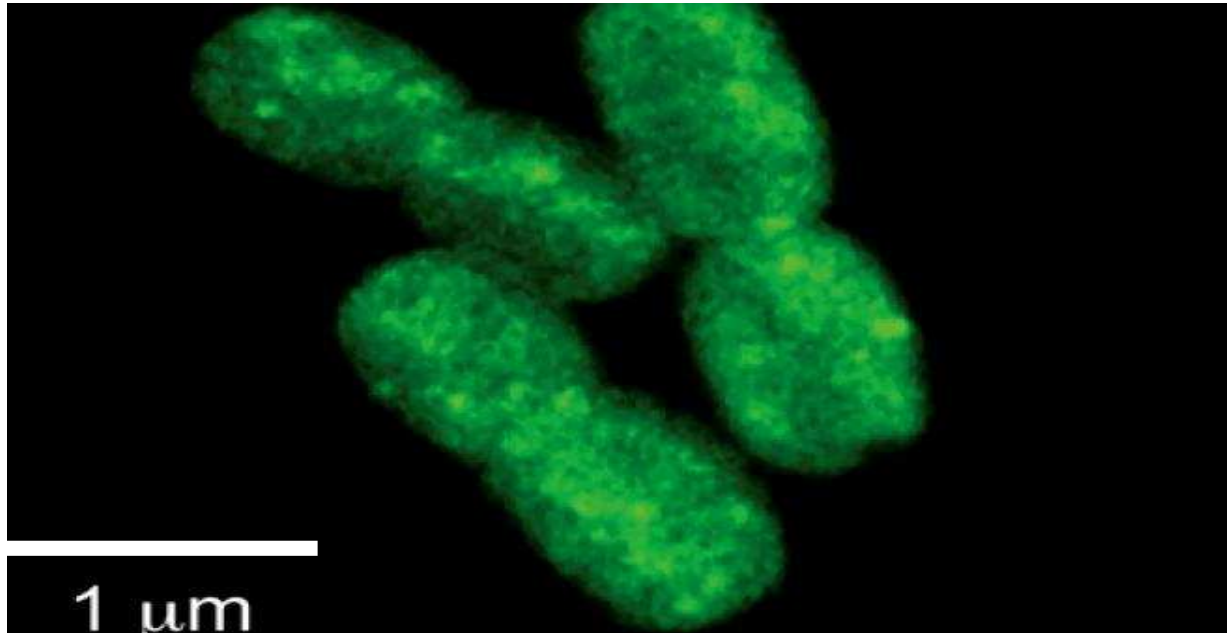
...et ils en rejettent d'autres quand ils meurent.



Les microbes marins

1979

John Waterbury observe en mer d'Arabie la bactérie *Synechococcus*.
Elle est présente **en grande quantité** presque **partout** dans l'océan.



1 μm = 0,000001 m

1 millionième de mètre



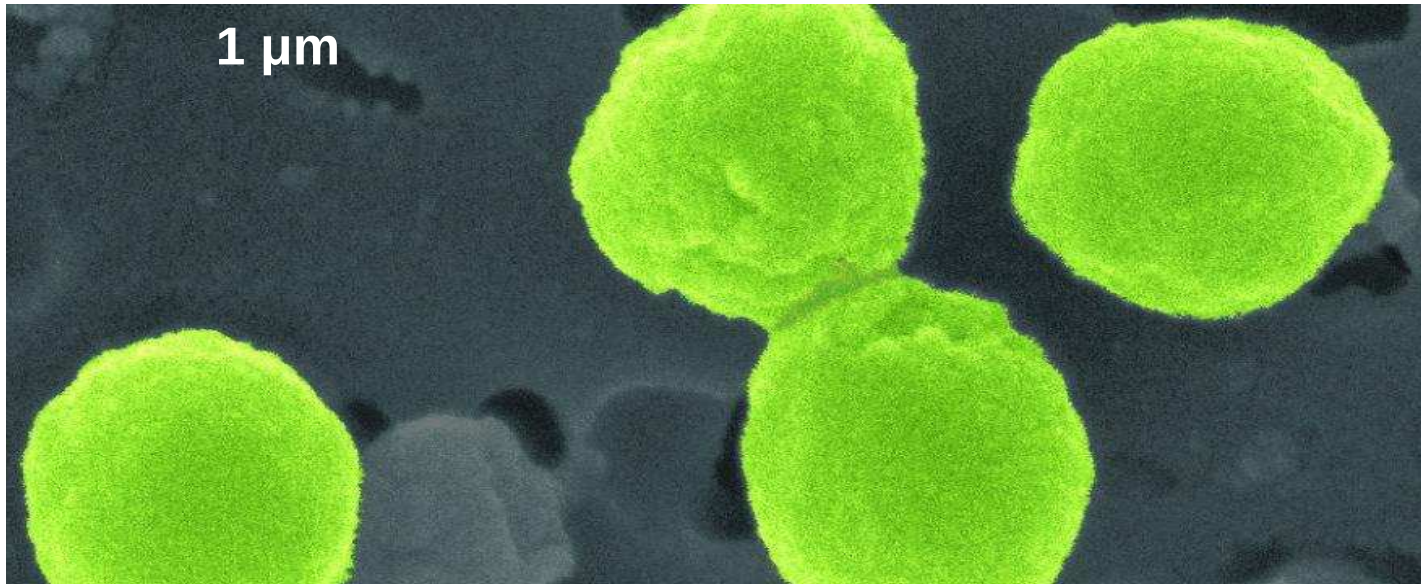
Diamètre
d'un cheveu :
50 μm

Image du Pacific Northwest National Laboratory
<https://ocean.si.edu/milestones-marine-microbiology>

Les microbes marins

1986-88

Penny Chisholm découvre en mer des Sargasses *Prochlorococcus*, l'organisme photosynthétique **plus petit** et **plus abondant** sur la planète, responsable de **20% de l'oxygène** libéré dans l'atmosphère chaque année.



Images par Anne Thompson, Chisholm Lab, MIT
<https://ocean.si.edu/milestones-marine-microbiology>

10 000 cellules par mL

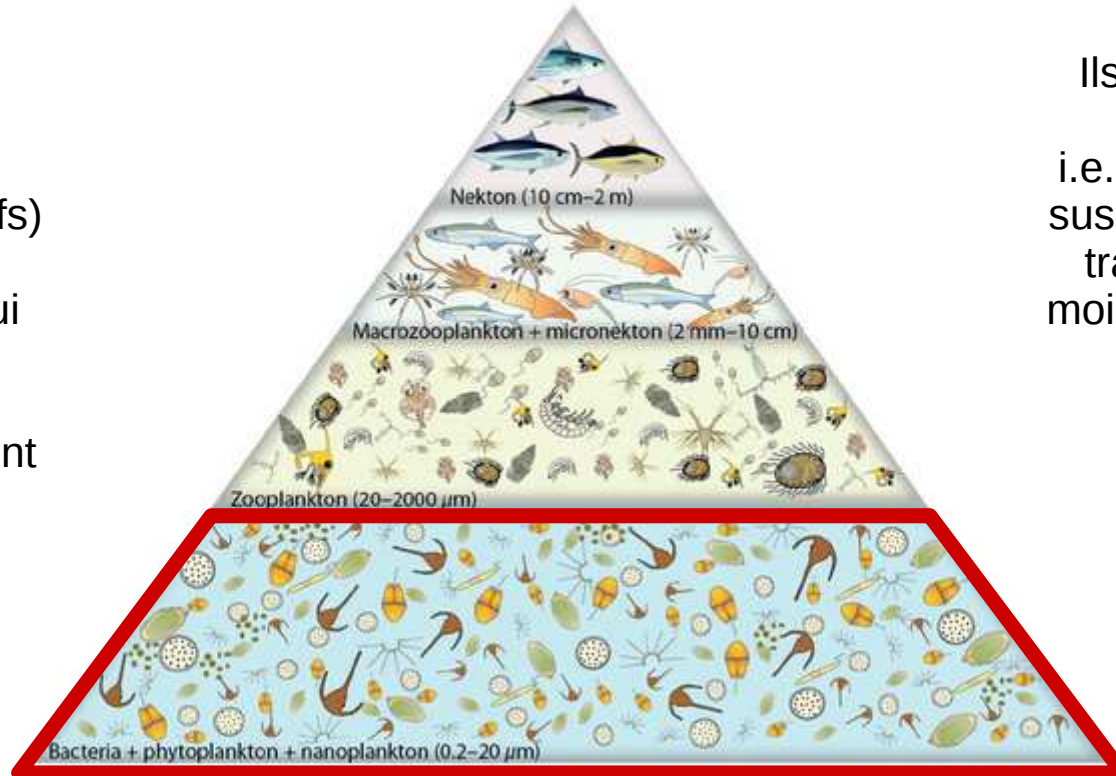


un verre à vin (250 ml)
contient un nombre
de cellules
égal à la
population de Paris

Les microbes marins

Les microbes marins se trouvent à la **base du réseau alimentaire** des poissons et des grands mammifères.

Ils utilisent la photosynthèse et certains éléments chimiques (sels nutritifs) pour construire la matière organique qui les constitue et qui nourrit ensuite les autres organismes dont sont la proie.



Ils appartiennent au **plancton**, i.e. les organismes en suspension dans l'eau, transportés plus ou moins passivement par les courants.

Le "paradoxe du plancton" (Hutchinson 1961)

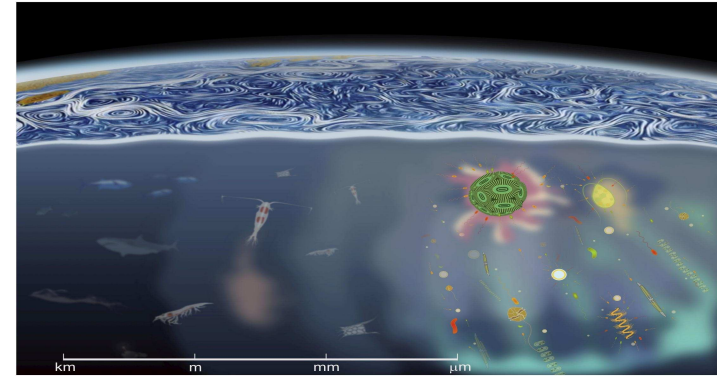
Une gamme limitée de ressources soutient
une gamme étonnamment large d'espèces de plancton!

*Alors, le principe d'exclusion compétitive
(peu de ressources = peu d'espèces)
n'est pas respecté !?!*

Explications possibles :

- gradients verticaux de lumière ;
- symbiose ou commensalisme ;
- prédation différentielle ;
- **turbulences et conditions environnementales en constante évolution.**

En effet, les connaissances sont encore très lacunaires sur
le couplage physique-biologique à fine échelle.



From Basterretxea et al., 2020

La turbulence

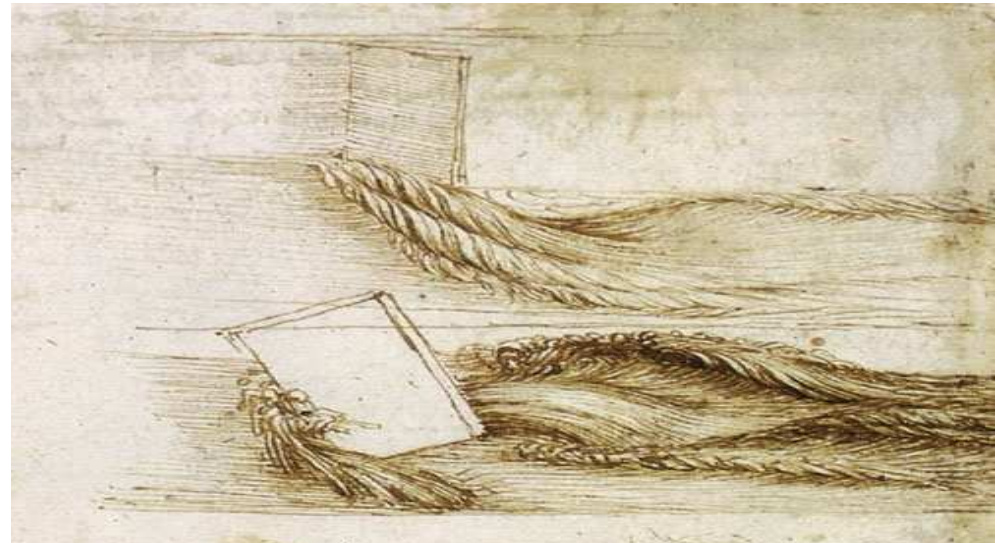
Dans l'étude des fluides, phénomène qui génère un mouvement désordonnée et chaotique, difficilement prévisible.



Leonardo da Vinci

entre 1508 et 1513

il étudie les écoulements d'eau dans des réservoirs et des canaux



La turbulence

Turbulent :

un ruisseau de montagne



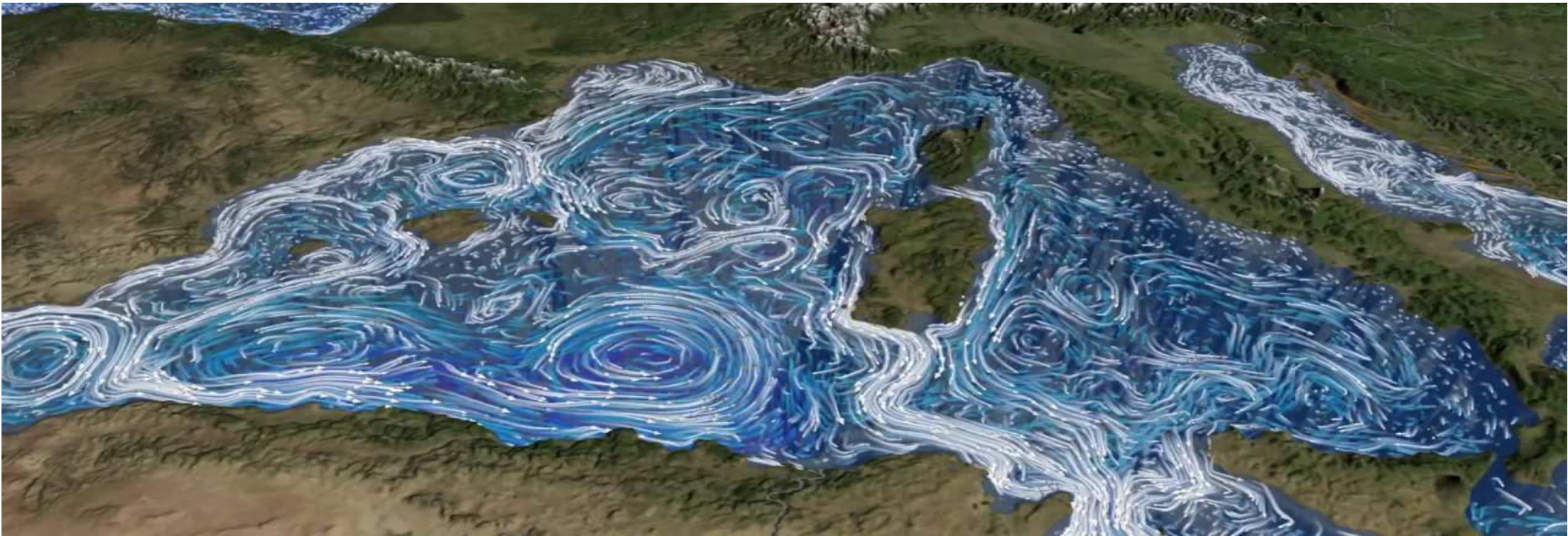
«Laminaire» :

un fleuve en plaine



et les courants océaniques ?

Les courants océaniques : un véritable écoulement turbulent !



Tirée de Perpetual Ocean <https://svs.gsfc.nasa.gov/3827>



La campagne BioSWOT-Med :

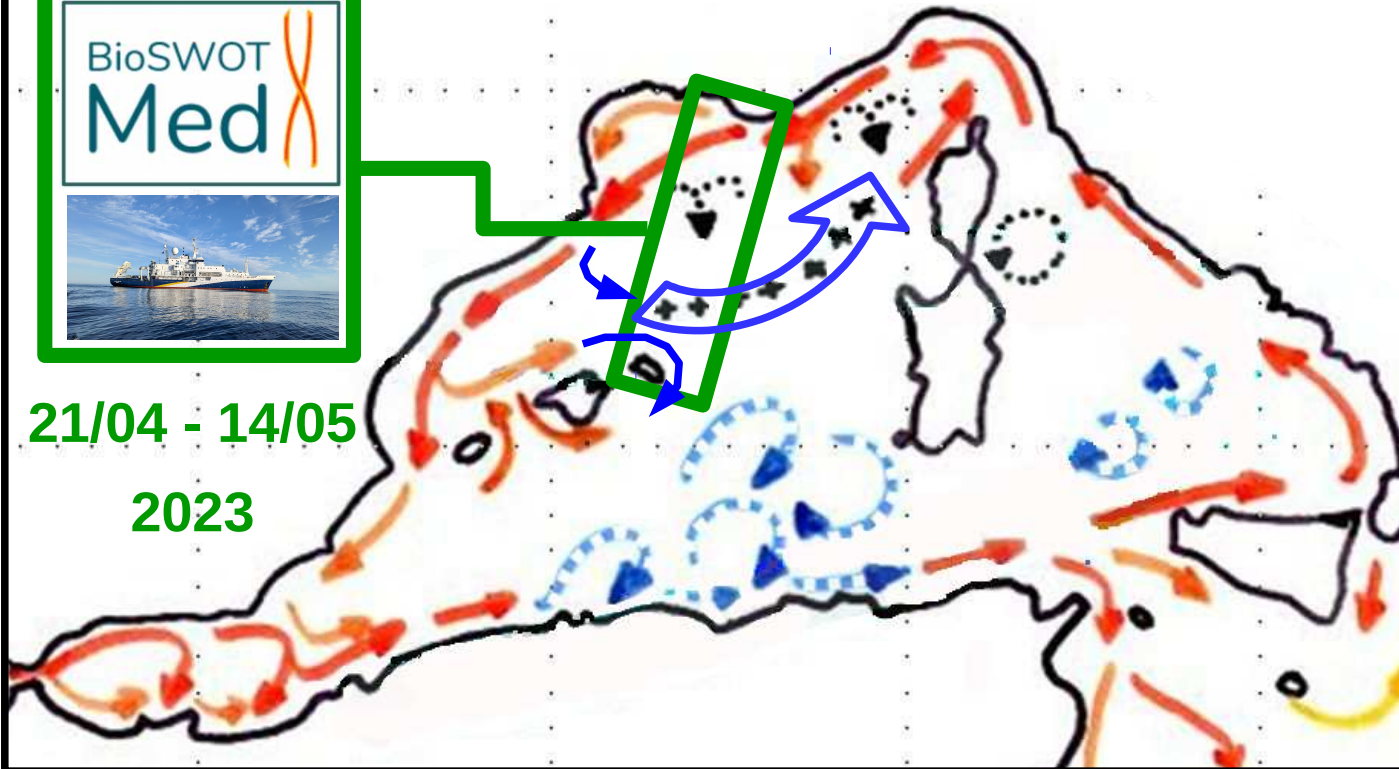
en cherchant de résoudre le paradoxe du plancton

Circulation de surface



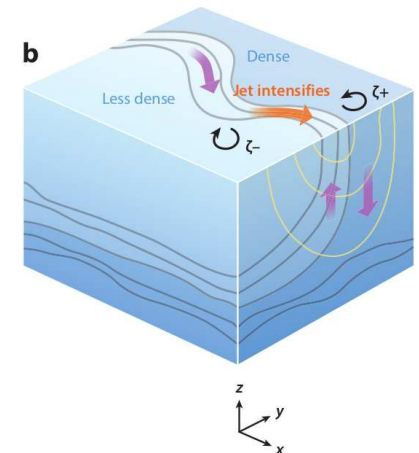
21/04 - 14/05

2023



Zone d'étude :
le Front Nord Baléares,

un courant intense à la circulation turbulente qui separe des masses d'eau différentes.

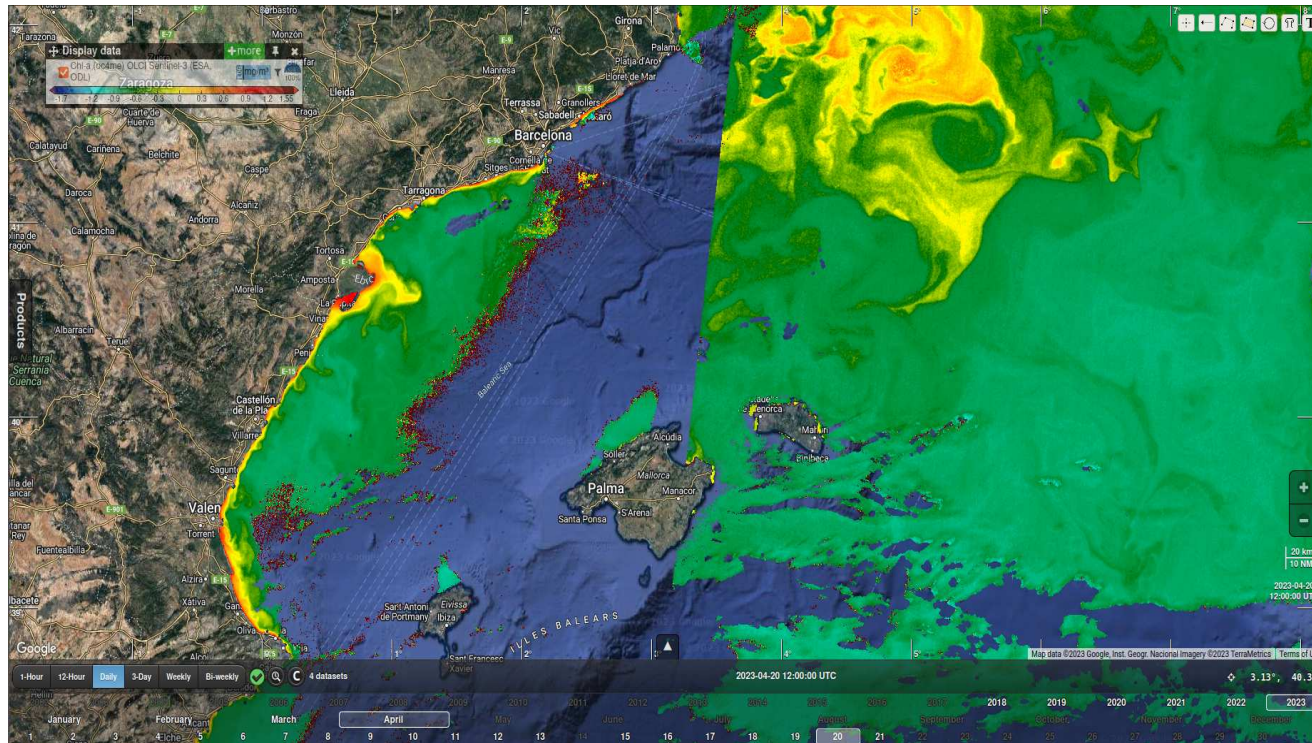


Mahadevan [2016]



Les satellites océanographiques

Les observations depuis l'espace permettent d'identifier ces zones. Avec les navires on peut s'y rendre pour effectuer d'autres mesures.



Carte de couleur de l'eau :
permet d'estimer la concentration de
Chlorophylle et identifier les zones
où il y plus ou moins de plancton.



Les satellites océanographiques

SWOT : un nouveau satellite pour observer les courants de surface

Nouvelle mission NASA-CNES

SWOT - Surface Water and Ocean Topography

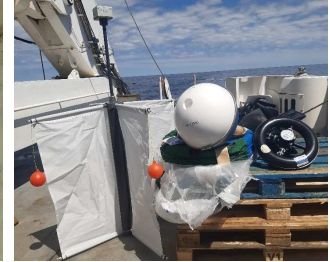
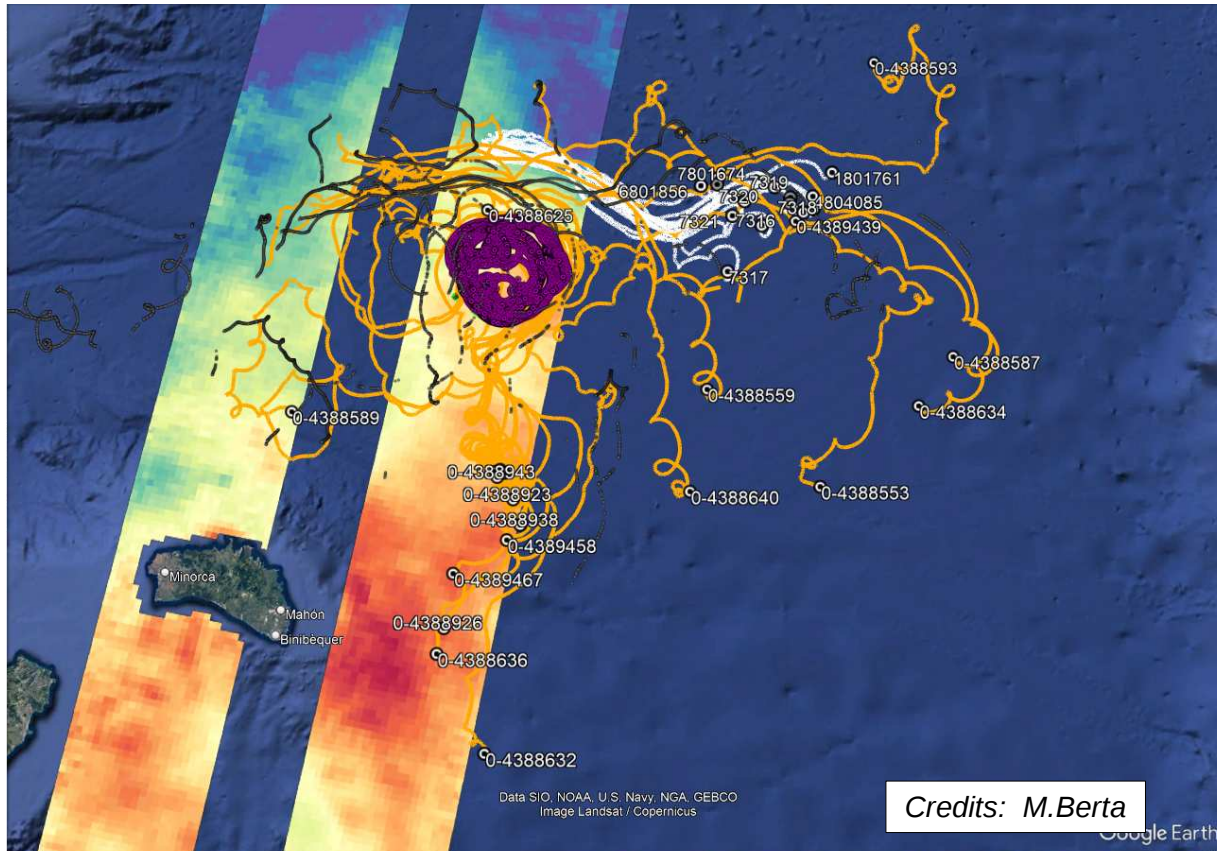
16 décembre 2022





Mesures en mer :

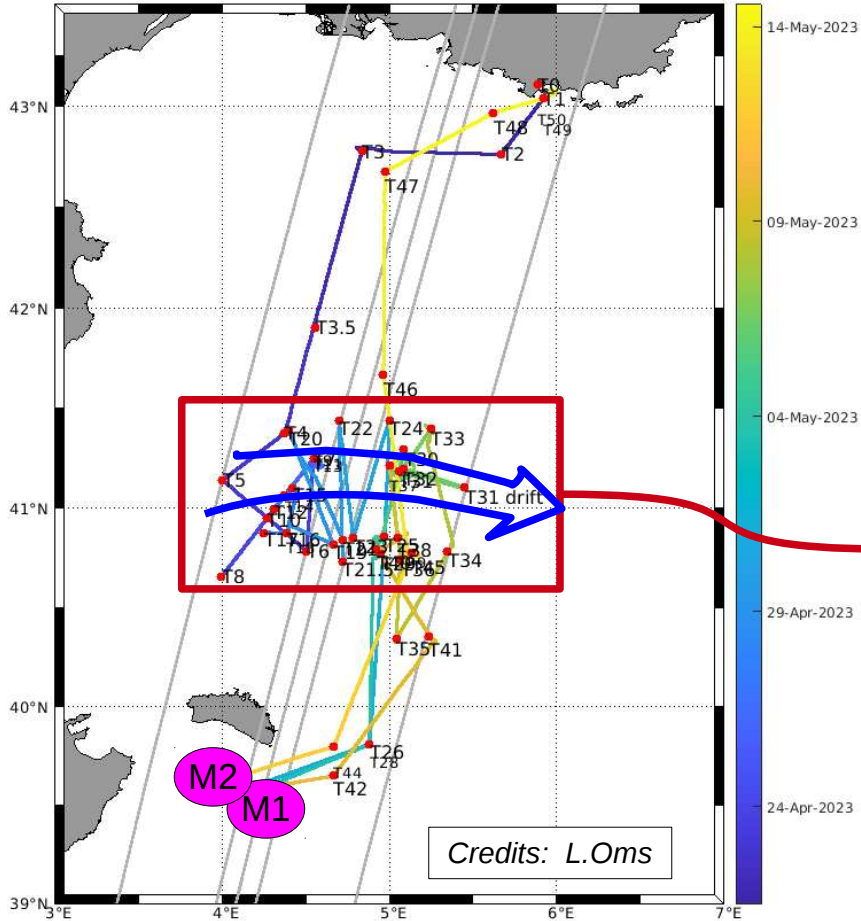
Étude des courants par suivi satellite de bouée dérivantes : 70 déploiements



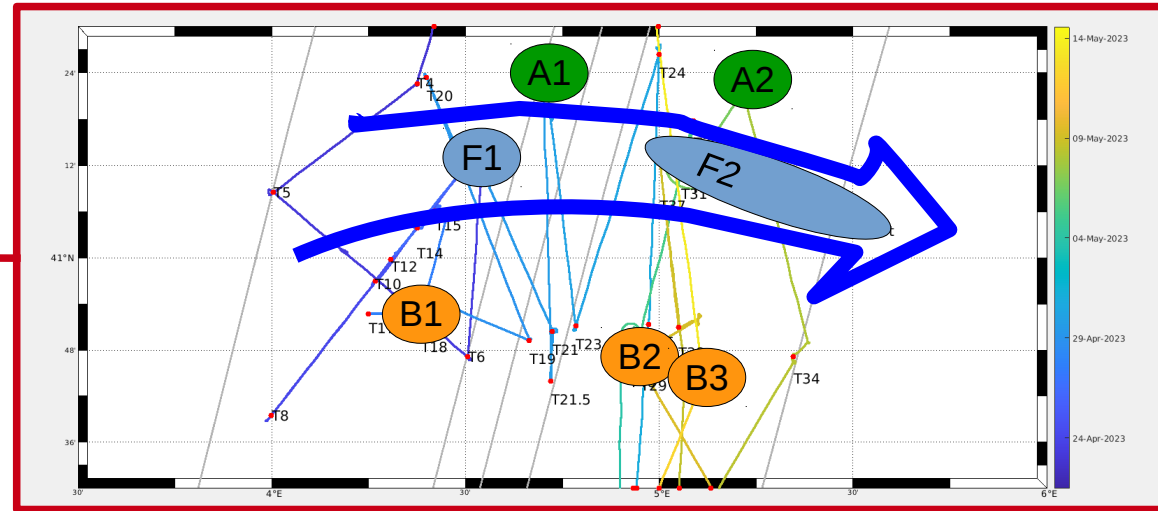


Mesures en mer :

Mesures de courantologie et de paramètres biogéochimiques depuis le navire à travers le Front Nord Baléares.



Route du navire et positions des stations de mesures



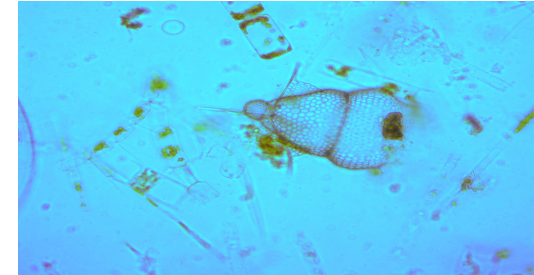
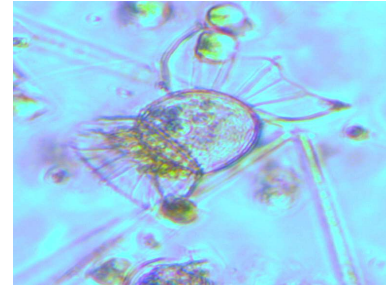
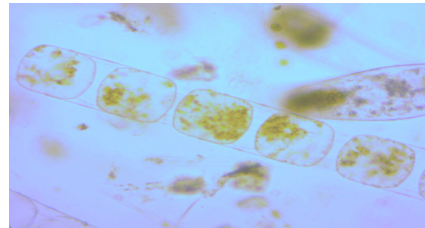
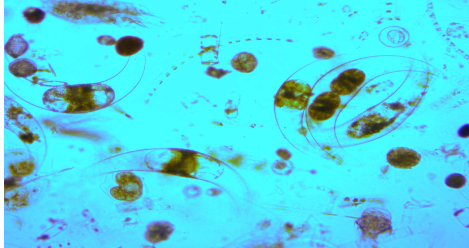


Mesures en mer

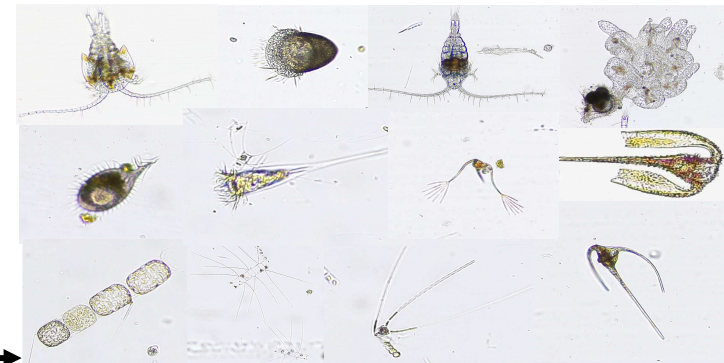
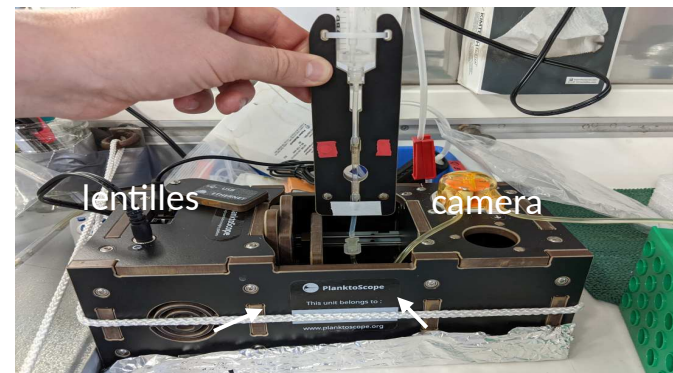
Observation des échantillons récoltés au Phytonet 20 microns

MICROSCOPE

Observation et prise d'images manuelle



PLANKTOSCOPE : prise d'images automatique



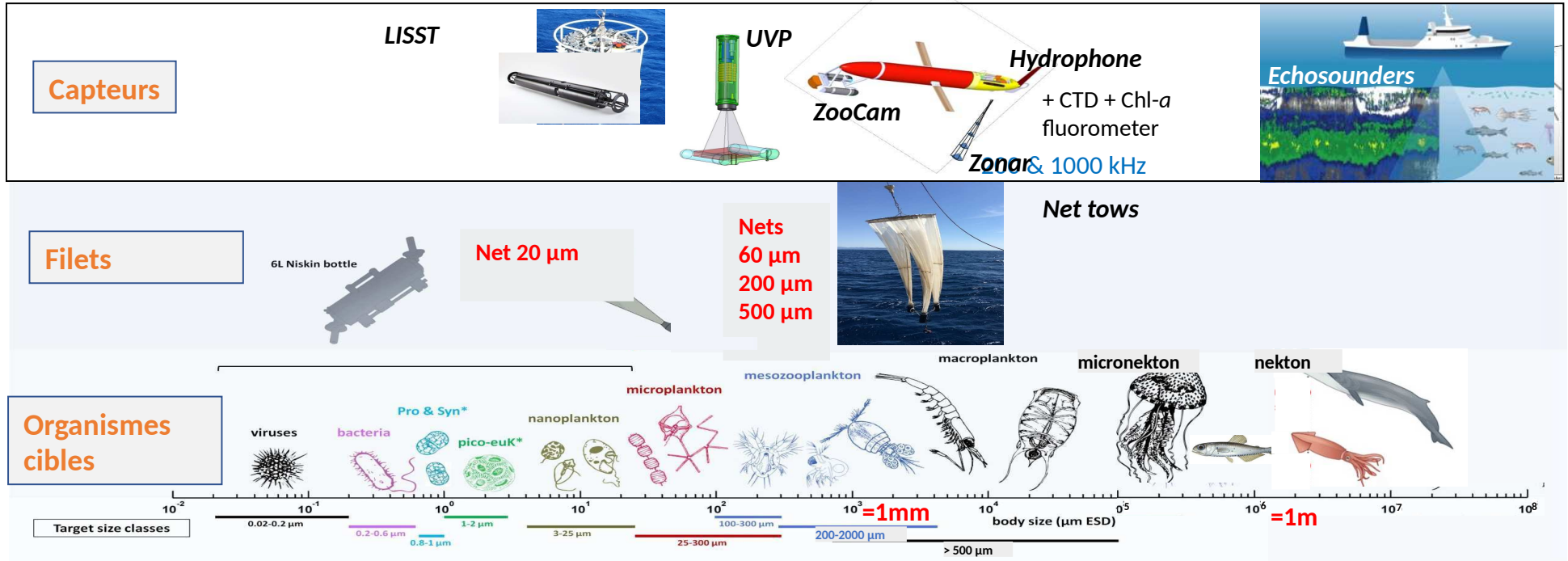
Capture 1 image/s
300 images/échantillon

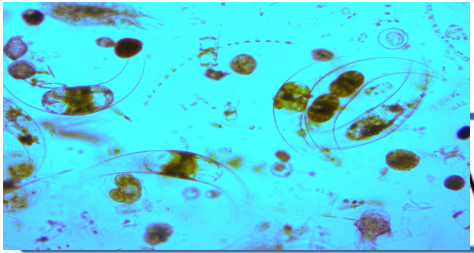
Reconnaissance des « objets »
3000 objets / échantillon



Mesures en mer :

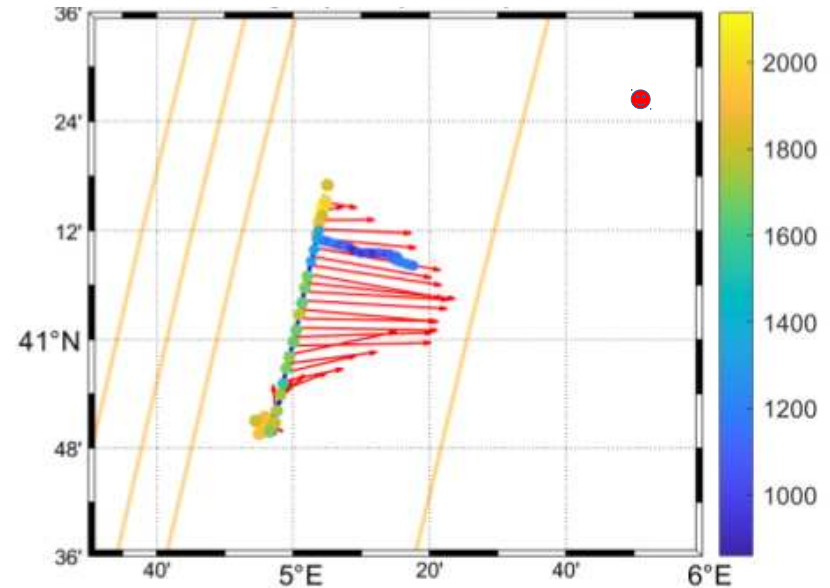
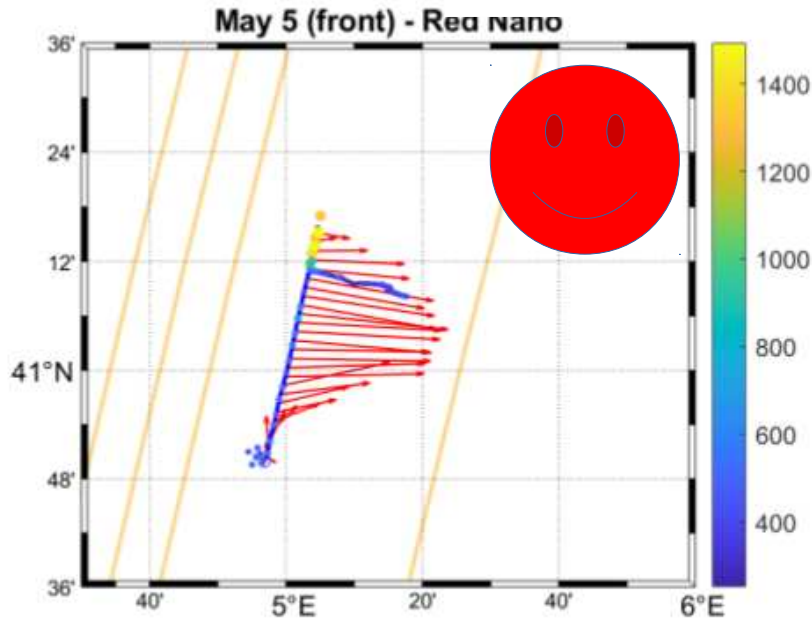
Observations d'organismes de différentes tailles par combinaison d'informations de capteurs et de filets à plancton .



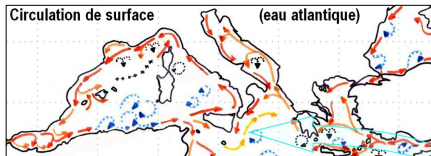
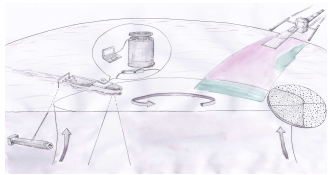
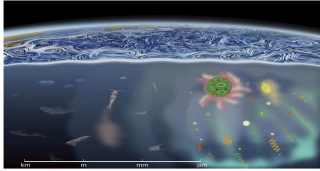
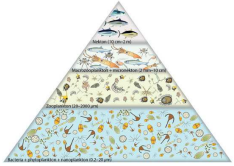
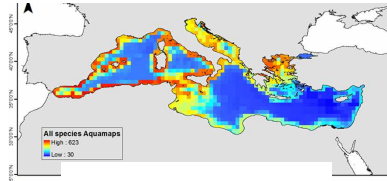


Résultats préliminaires

La distributions et les abondance de différentes populations de microbes changent à travers le front, à confirmer le rôle du courant turbulent dans la distribution des organismes.



REMARQUES CONCLUSIVES



La Méditerranée, malgré son énergie modérée et la pauvreté en sels nutritives de ses eaux, montre une étonnante biodiversité.

Une grande partie de cette biodiversité est due aux microbes marins, qui sont aussi à la base du réseau alimentaire.

Les phénomènes qui génèrent cette biodiversité restent encore mal compris et beaucoup des questions restent ouvertes.

Grâce à des études multidisciplinaires et l'utilisation de méthodologie innovantes on cherche des réponses à ce questions qui ont aussi un intérêt pour l'océan globale.

La mer Méditerranée est donc une zone idéale pour étudier les processus complexes du couplage entre la physique et la biologie marines à fine échelle.



BioSWOT-Med cruise, R/V L'Atalante, <https://doi.org/10.17600/18002392>



METADATA : https://people.mio.osupytheas.fr/~doglioli/BioSWOT/BioSWOT-Med_2023/BioSWOT-Med_metadata.pdf

BLOG : <https://www.swot-adac.org/blogs/bioswot-med/>



Acknowledgements

Cpt G.Ferrand and the crew of the R/V L'Atalante (Flotte Océanographique Française)

On-Board People : **G.Grégori**, **F.d'Ovidio**, M.Demol, A.Bosse, J.-L.Fuda, P.Bouruet-Aubertot, R.Rolland, M.Berta, M.Pacciaroni, C.Comby, A.Petrenko, S.Barrillon, E.Pulido, S.Nunige, L.Giraud, E.Waggoner, L.Oms, L.Chirurgien, M.Didry, F.Carlotti, L.Berline, A.Della Penna, S.Gastauer, L.Guilloux, C.Cotté, M.Lescot, V.Cornet-Barthaux, J.Romain, E.Aujard Catot

On-Land People : L.Rousselet (LOCEAN), R.Tzortzis, L.Izard, N.Bhairi (MIO), A.Pascual, B.Barcelò-Lull (IMEDEA, Spain), Yuan Zhao (CAS, China), M.Messié (MBARI, USA), A.Feld (FOF), M.Menna (OGS)





Thanks for your attention !

Questions ?