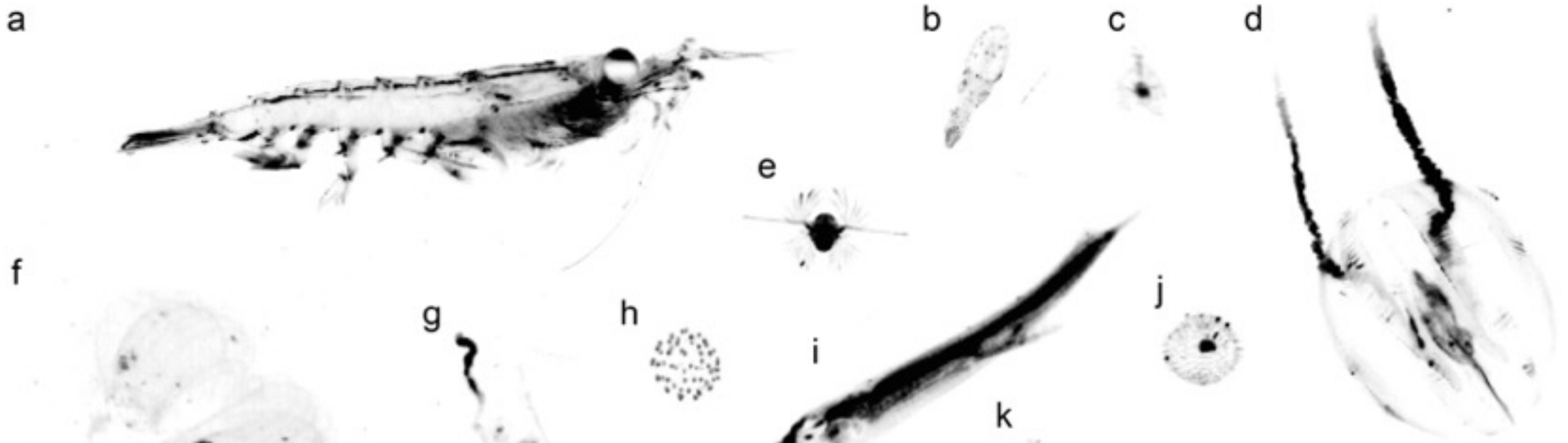


L'évolution des techniques d'imagerie in situ depuis la fin du XIX^{ème} siècle et les conséquences sur notre compréhension des océans



Pourquoi vouloir faire des images sous la mer ?

« Quoiqu'on fasse dans la voie suivie jusqu'ici, le naturaliste se trouve, par rapport à la mer, dans la situation d'un habitant de la lune qui voguerait dans les espaces éthérés, mais qui ne pourrait descendre à travers l'atmosphère qui entoure la terre

(...)

S'il veut prendre quelques notions de la constitution du globe et de ses habitants, il va (...) construire des dragues et des filets, puis il les promènera comme l'ancre d'un ballon, en essayant de les mettre en contact avec la surface de la terre.

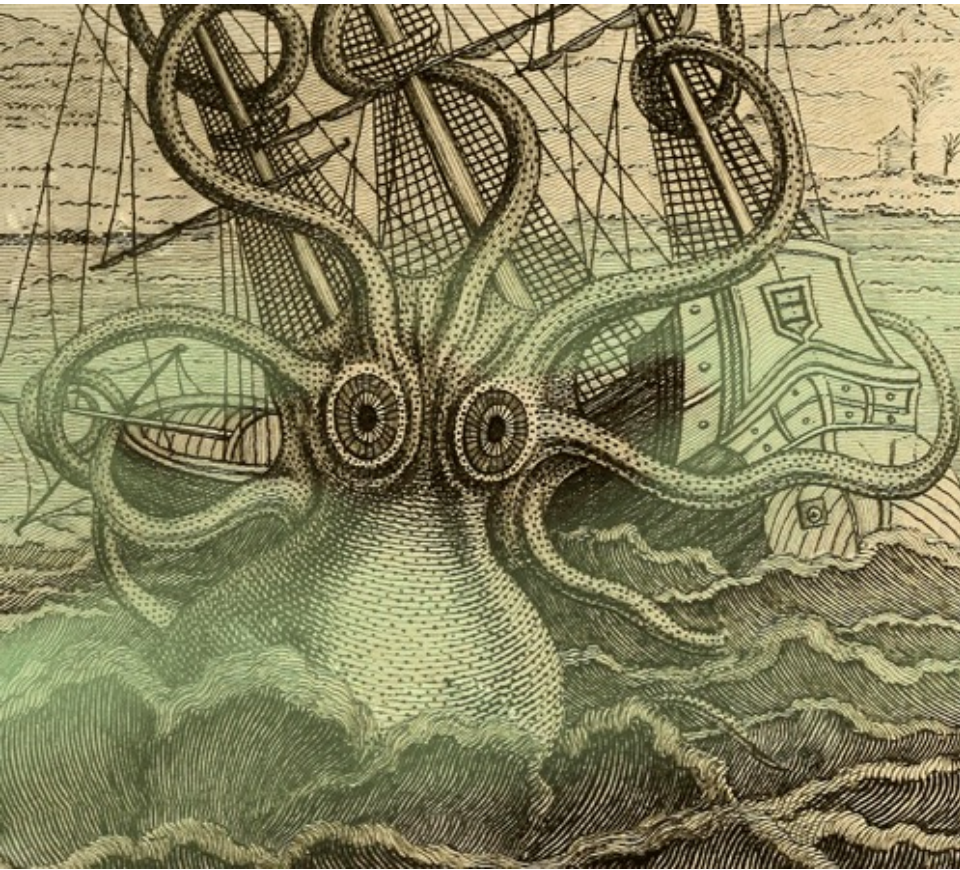
(...)

Pensez-vous qu'avec ces instruments primitifs, quelle que soit d'ailleurs son habileté, notre lunatique obtiendra des idées nettes et précises sur la nature du globe terrestre ? »

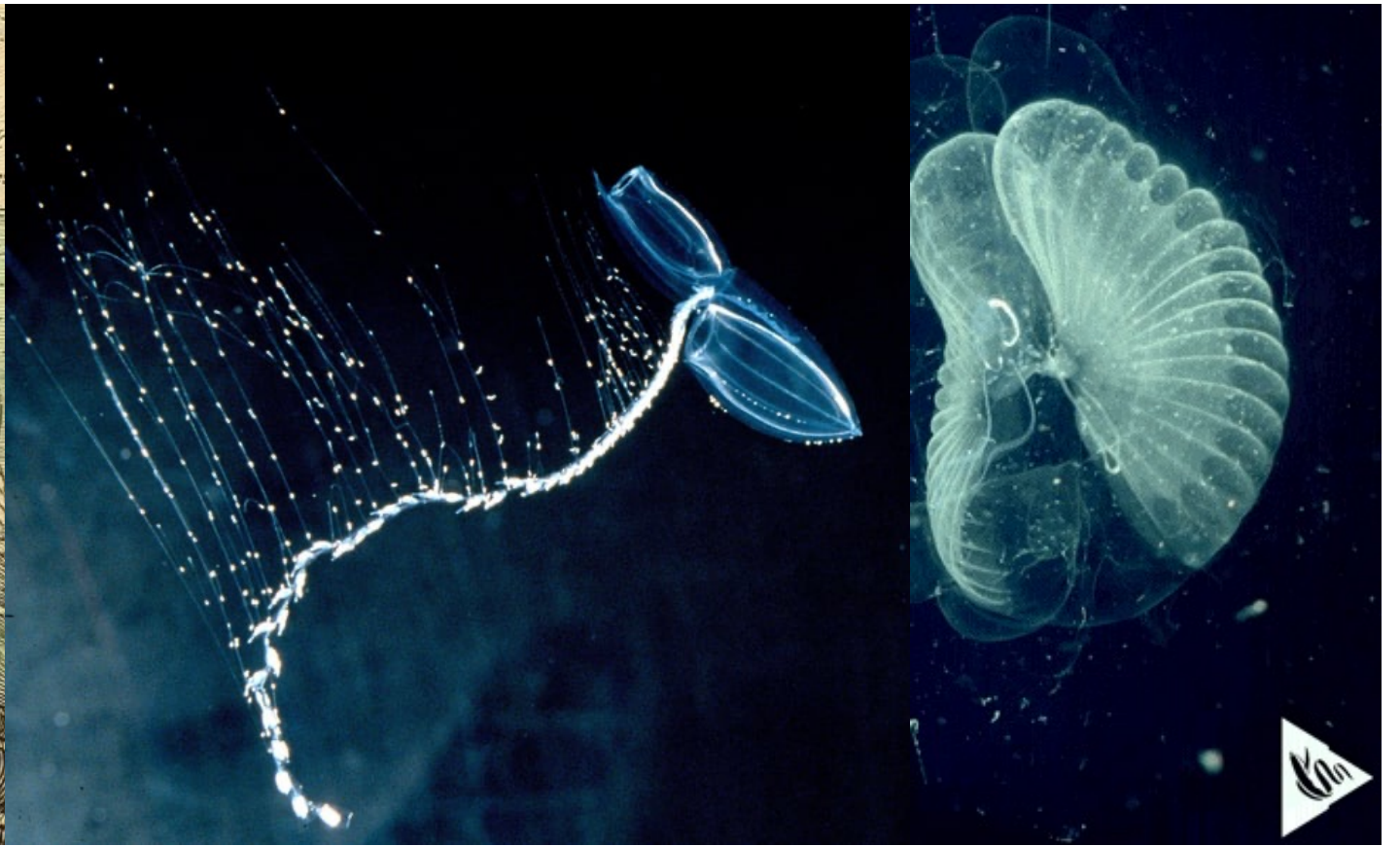
« Quel changement dans la situation, le jour où il devient possible de prendre des photographies au fond de la mer ! » (1900)



Pourquoi vouloir faire des images sous la mer ?



Fantasmagorie des habitants des océans



D'un point de vue naturaliste, écologique ou biologique...
in situ = vision « non biaisée » d'un organisme dans son habitat

Comment faire des images sous la mer ?

L'histoire peut se raconter en suivant les évolutions technologiques qui ont gouverné les appareils photos

Néanmoins, quelque soit la technologie, les **contraintes** de faire des photographies sous la mer restent les mêmes

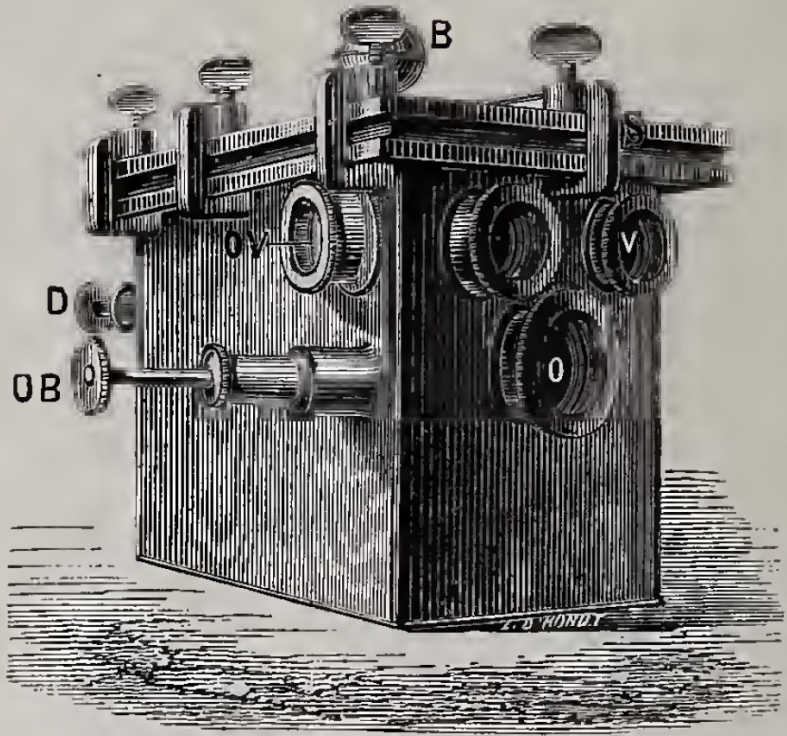


FIG. 12. — Premier appareil de photographie sous-marine utilisé au laboratoire Arago en 1893.

B, ballon compensateur.
D, manette actionnant le déclenchement des plaques.
OB, manette actionnant l'obturateur.
O, objectif.
V, viseur.





Une des premières photographies sous-marines prise par L. Boutan en 1898 à la Baie des Elmes

© copyright Archives Photographiques du Laboratoire Arago

« Le paysage une fois choisi, j'installais à loisir le pied de l'appareil, et je disposais la boîte photographique de manière à n'avoir plus qu'à soulever un bouchon pour ouvrir l'obturateur.

Ceci fait, un nouveau signal était expédié par moi au patron, qui tenait en main, la corde de sauvetage. Ce signal signifiait que la pose était commencée, et j'attendais patiemment que le patron m'indiquât de nouveau la fin de l'opération.

On comprend, en effet, qu'il est impossible ou, du moins, fort difficile, à moins d'un dispositif spécial, d'emporter avec soi, lorsqu'on descend en scaphandre, une montre pouvant guider pour la durée du temps de pose.

Grâce à la méthode que j'avais adoptée, cette difficulté se trouvait tournée, le patron ayant pour mission de consulter sa montre et de me prévenir en temps utile.

C'est ainsi qu'ont été obtenues les photographies (...) **après des poses qui ont duré jusqu'à une demi-heure** »

1826

1898

1926

Première image sous-marine en couleur

William Longley et Charles Martin



Technique de l'autochrome (cf. frères Lumières) + plusieurs kilos de magnésium...

De manière générale, très peu d'instruments enregistrent la couleur des organismes (même à l'heure actuelle...)

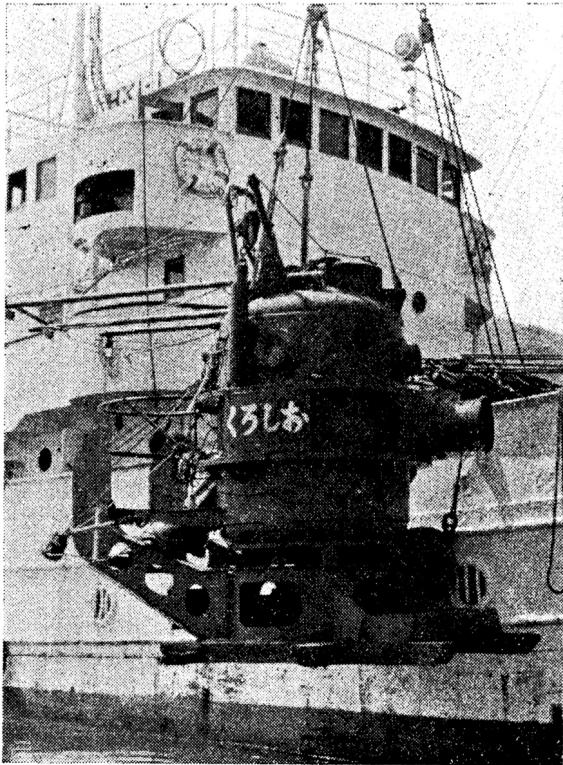
1826

1898

1926

1954

Première image sous-marine de plancton ?

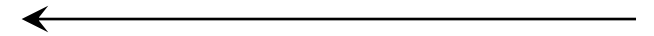


"Kuroshio" Undersea Observation Chamber

« Photographic study of suspended matter and plankton in the sea »

Satoshi Nishizawa et al.

« Plancton animal nageant
et des particules en
suspension, photographiés
à 40 m »



Estimation d'une vitesse de
nage pour des copépodes
(12 cm / sec) avec des
intervalles de repos



1826

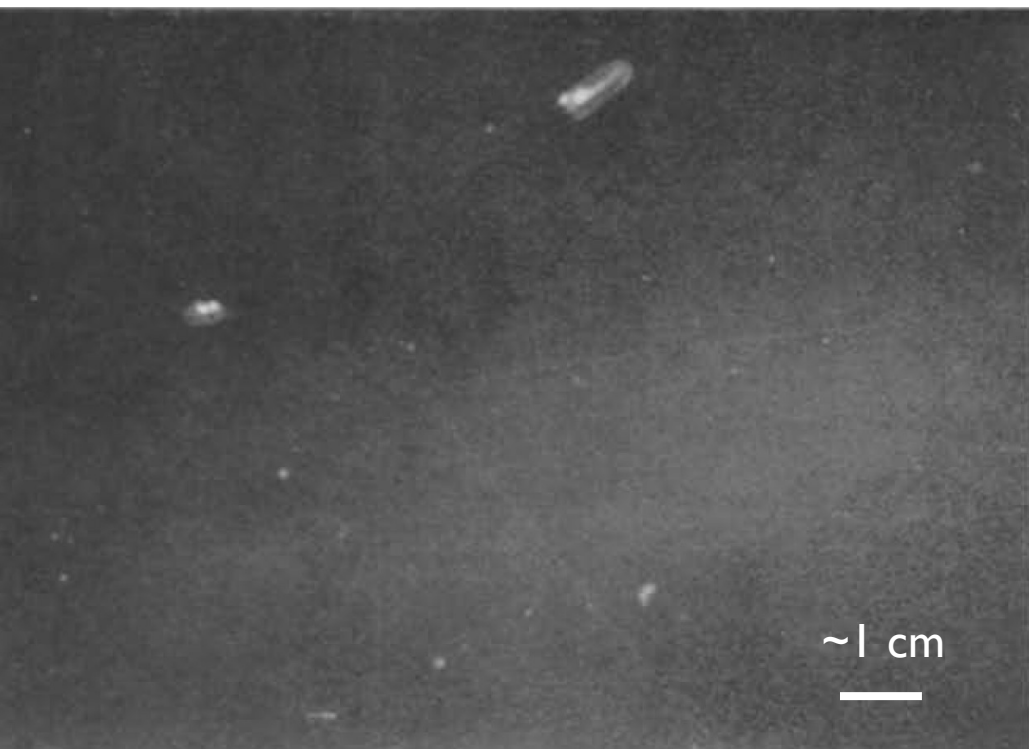
1898

1926

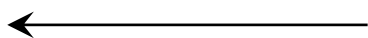
1954

1956

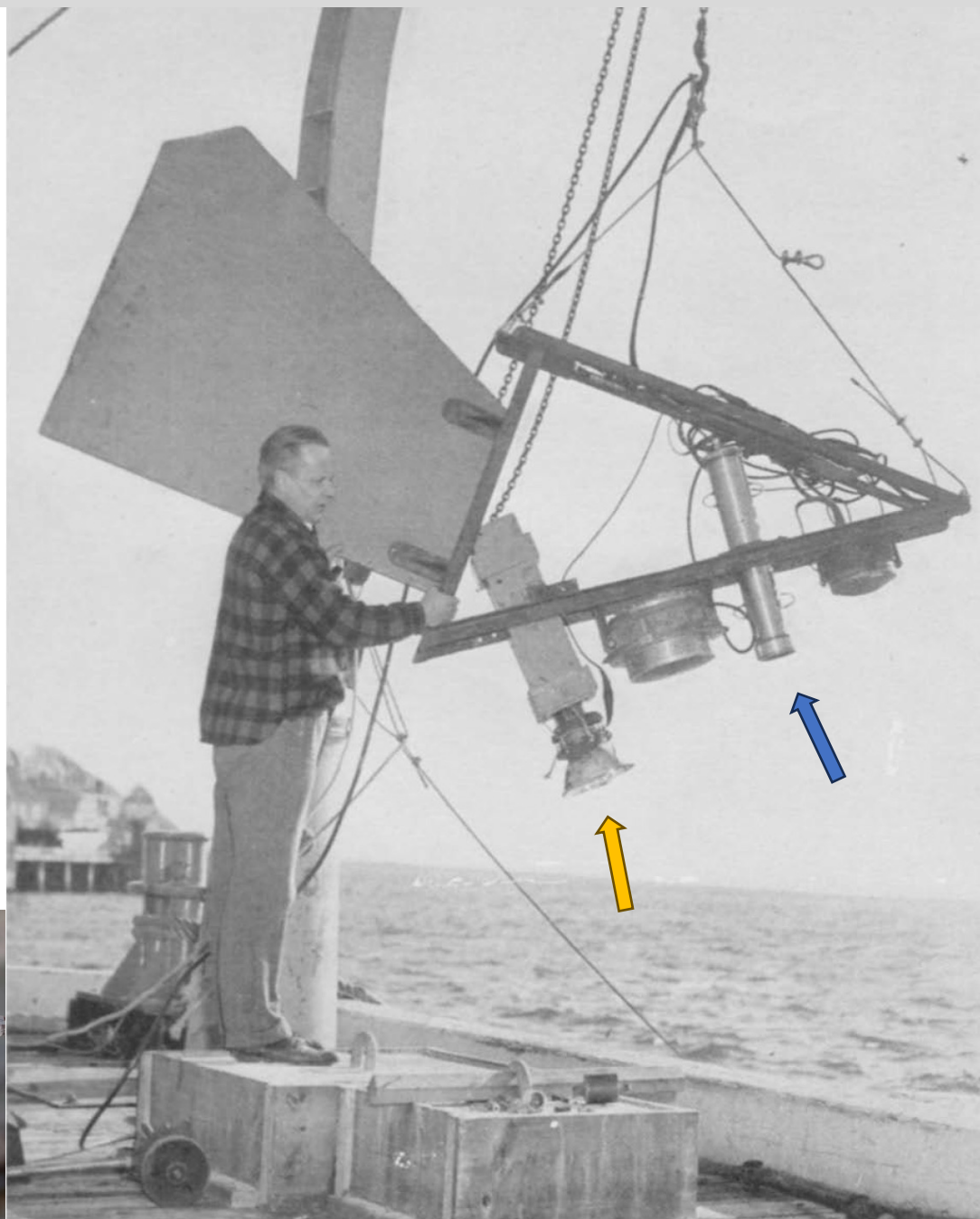
Première « vraie » caméra sous-marine ?



Salpes
photographiées
à 30 m



« Suspended echo-sounder and camera
studies of midwater sound scatterers »
Henry Johnson et al.



1826

1898

1926

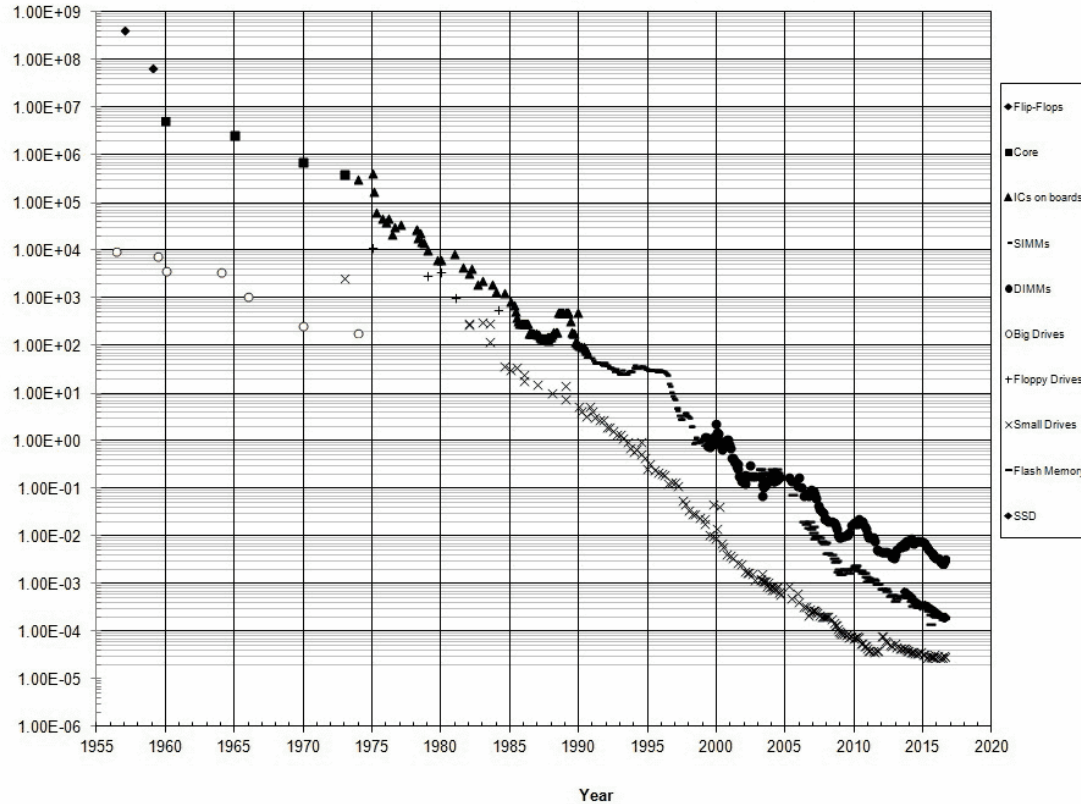
1954

1956

1960-1990

L'ère des révolutions

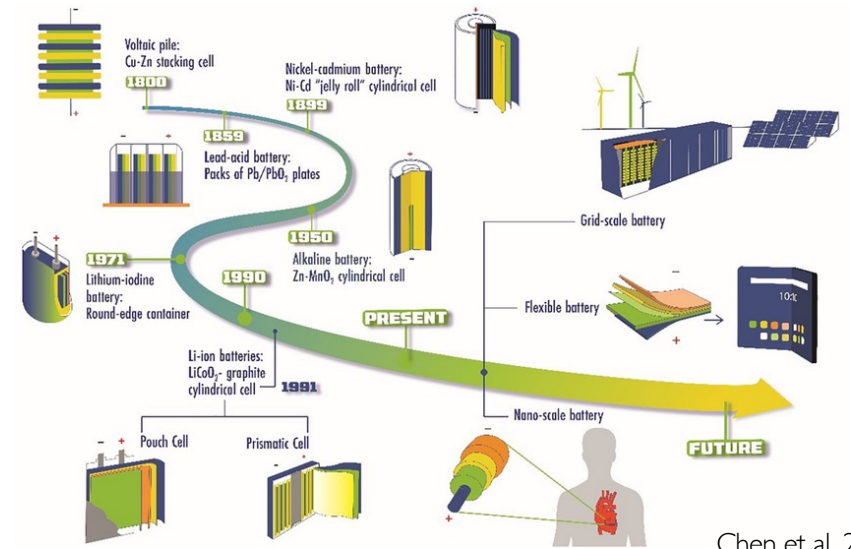
Historical Cost of Computer Memory and Storage



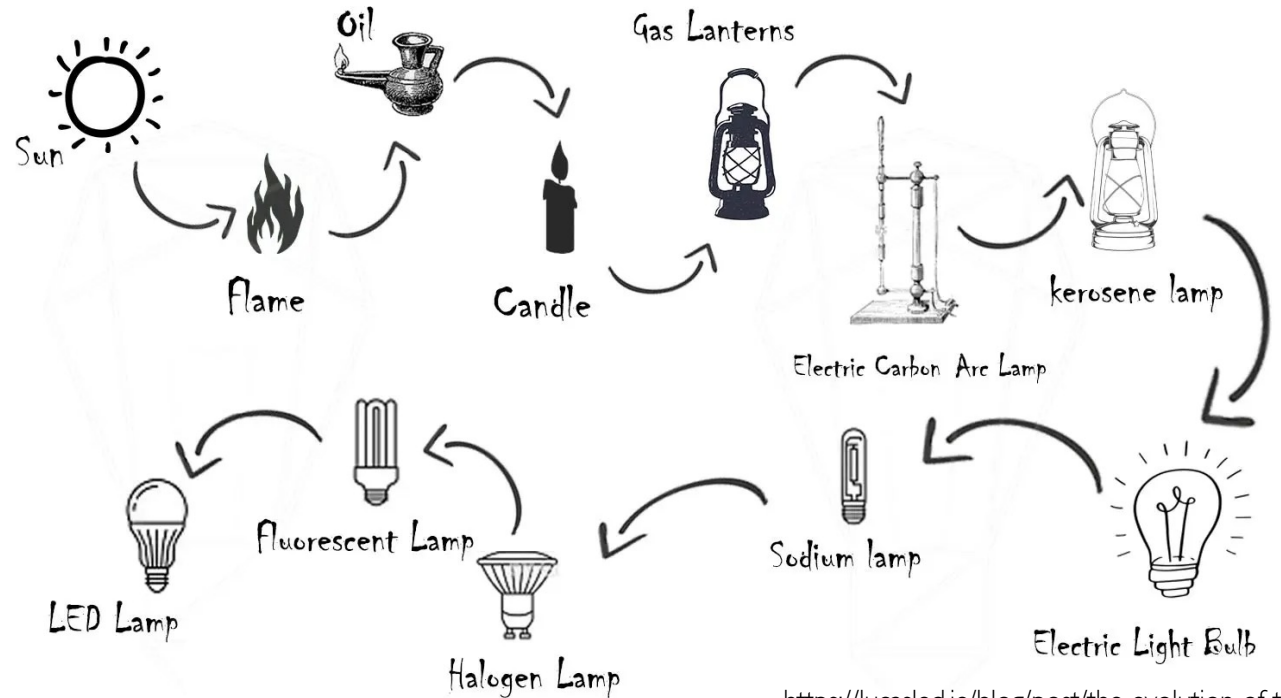
Diminution de la taille du stockage digital
 Baisse des coûts des mémoires numériques

Batteries
 + performantes

Illuminations
 performantes



Chen et al. 2020



<https://lucasled.ie/blog/post/the-evolution-of-the-light>

1826

1898

1926

1954

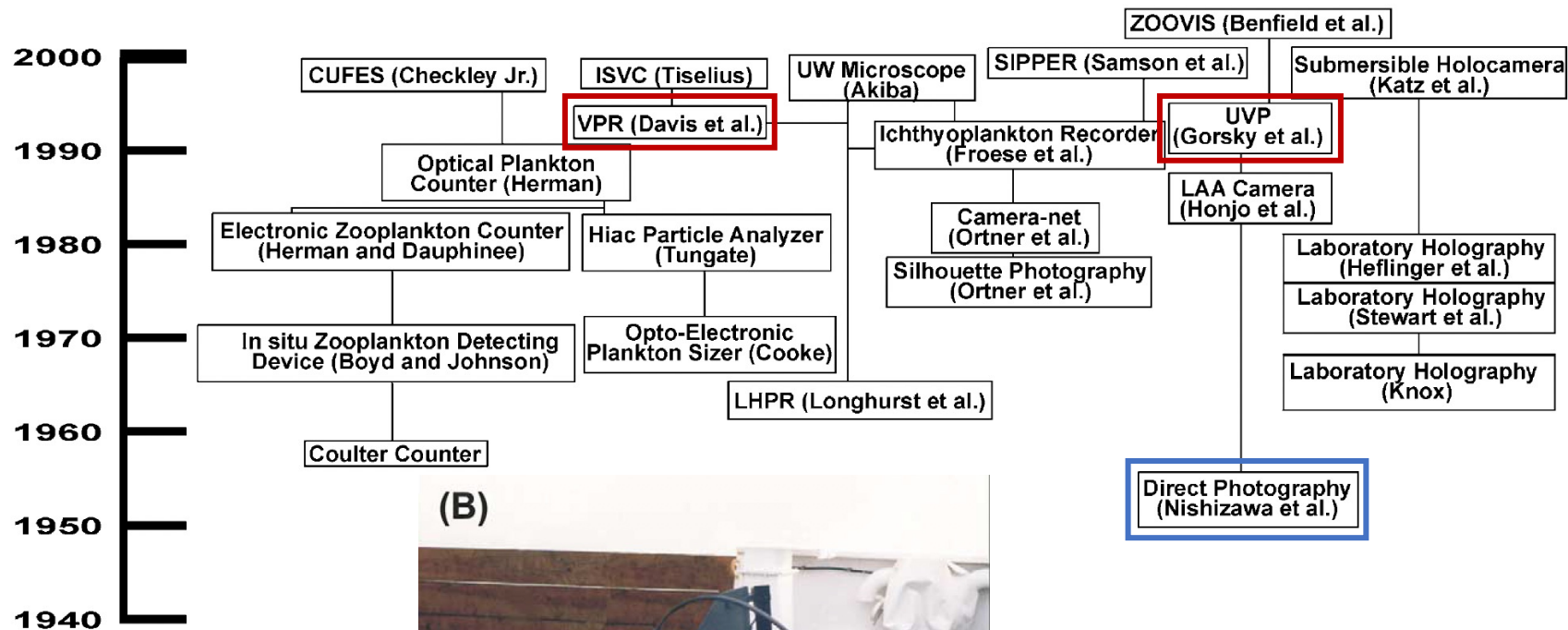
1956

1960-1990

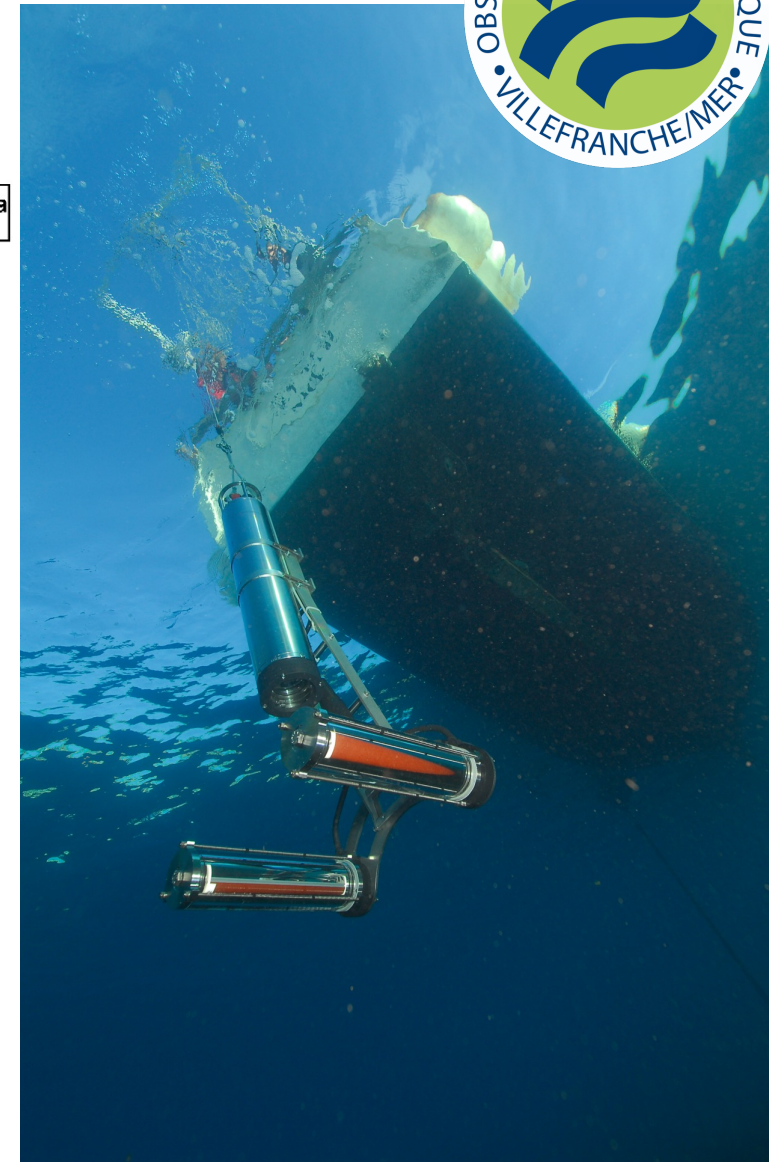
L'ère des caméras digitales électroniques pilotées par ordinateurs



Optical and Electronic Sensing Systems



+ câble électroporteur



1826

1898

1926

1954

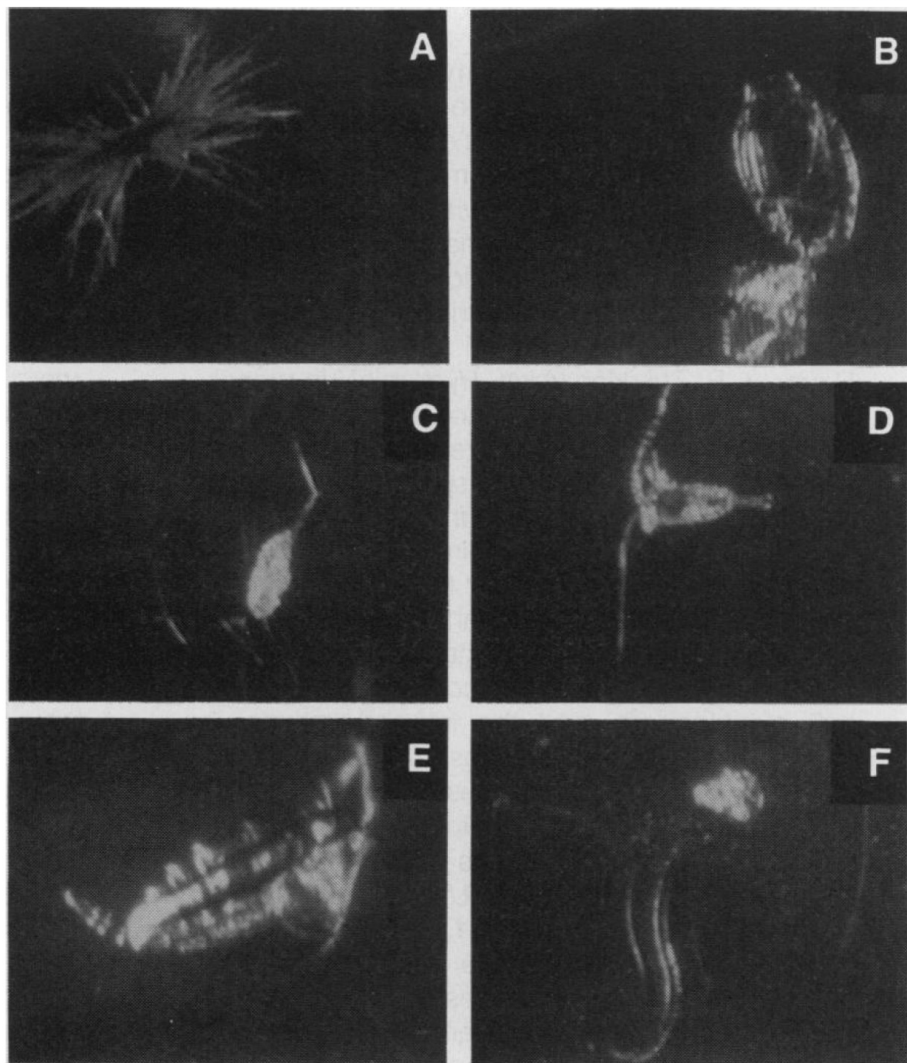
1956

1960-1990

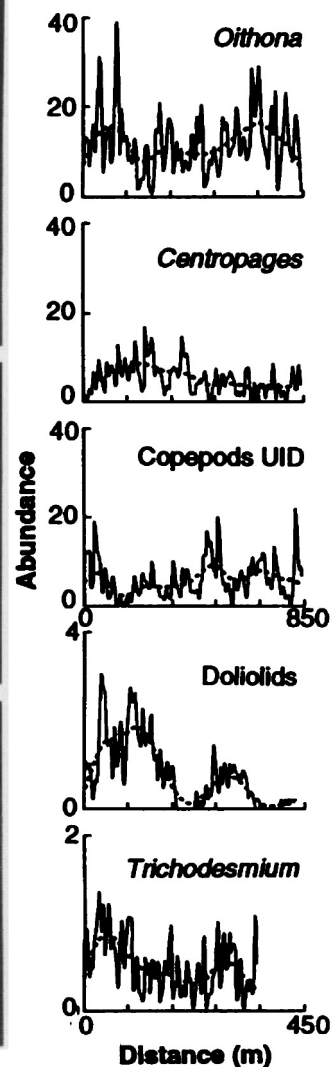
1996 & 2006

Microaggregations of Oceanic Plankton Observed by Towed Video Microscopy

Cabell S. Davis, Scott M. Gallager, Andrew R. Solow

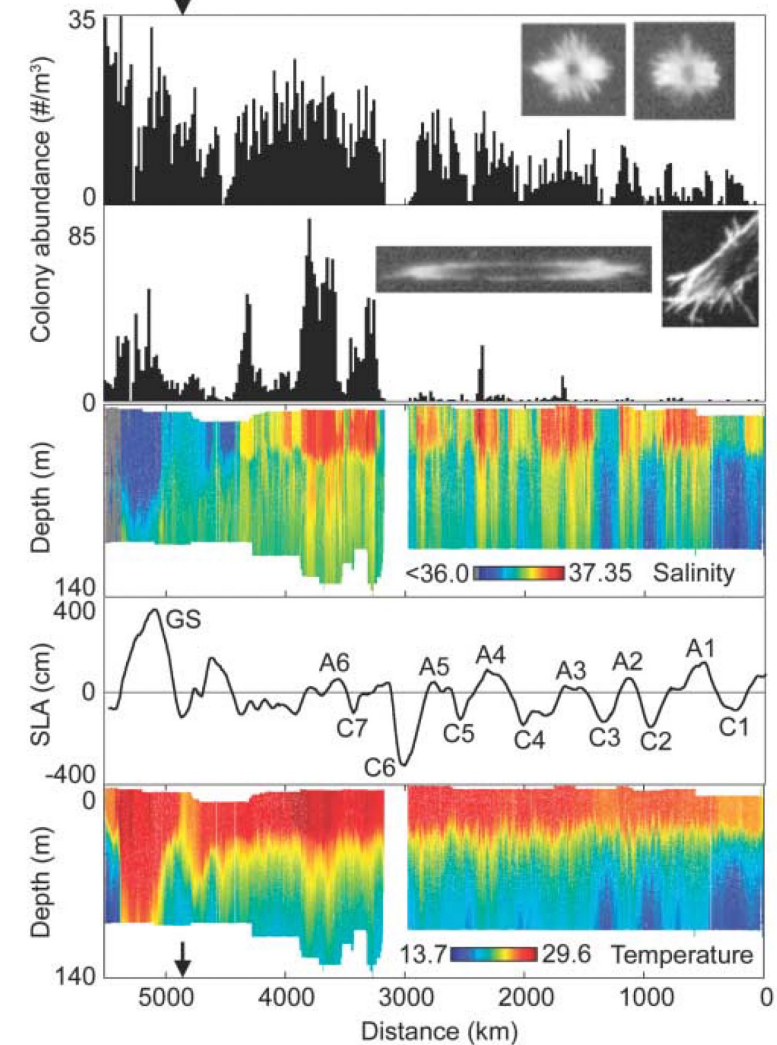


Science
JOURNALS AAAS



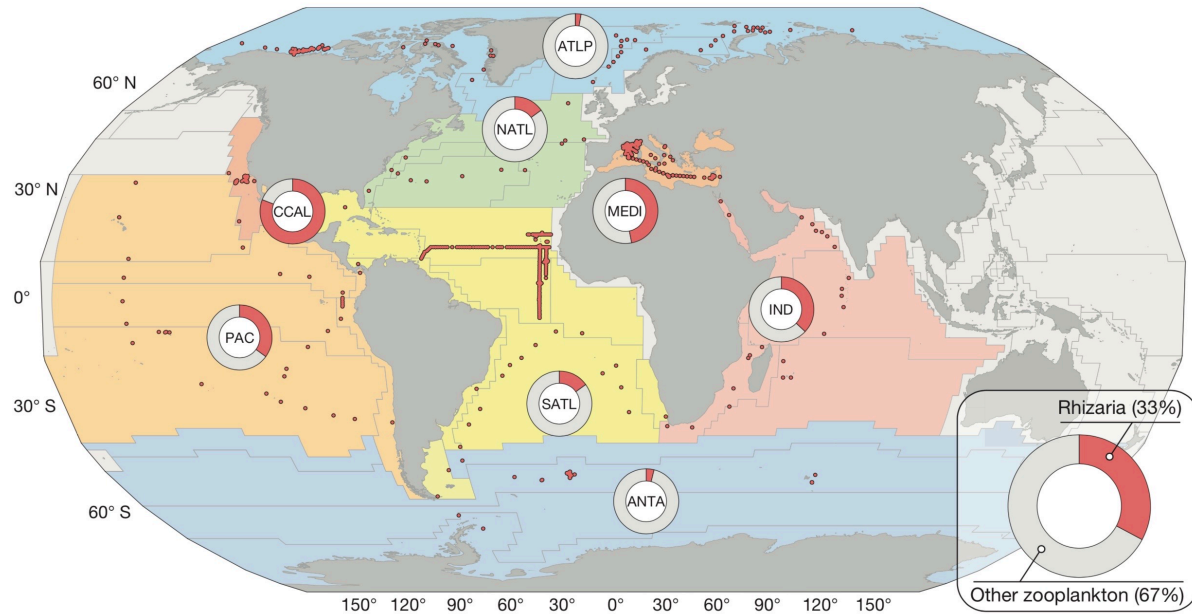
Transatlantic Abundance of the N_2 -Fixing Colonial Cyanobacterium *Trichodesmium*

Cabell S. Davis^{1*} and Dennis J. McGillicuddy Jr.²



In situ imaging reveals the biomass of giant protists in the global ocean

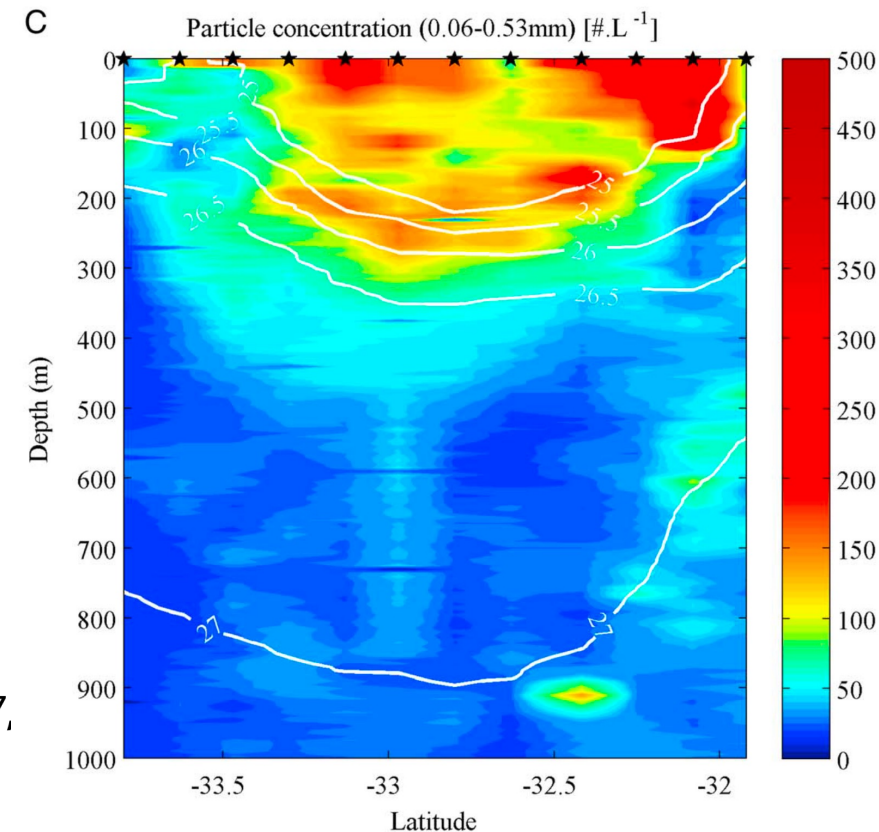
Tristan Biard^{1,2}, Lars Stemann², Marc Picheral², Nicolas Mayot², Pieter Vandromme³, Helena Hauss³, Gabriel Gorsky², Lionel Guidi², Rainer Kiko³ & Fabrice Not¹



The wineglass effect shapes particle export to the deep ocean in mesoscale eddies

Anya M. Waite^{1,2,3}, Lars Stemann⁴, Lionel Guidi^{4,5}, Paulo H. R. Calil⁶, Andrew Mc C. Hogg⁷, Ming Feng⁸, Peter A. Thompson⁹, Marc Picheral^{4,6}, and Gaby Gorsky⁴

nature



1826

1898

1926

1954

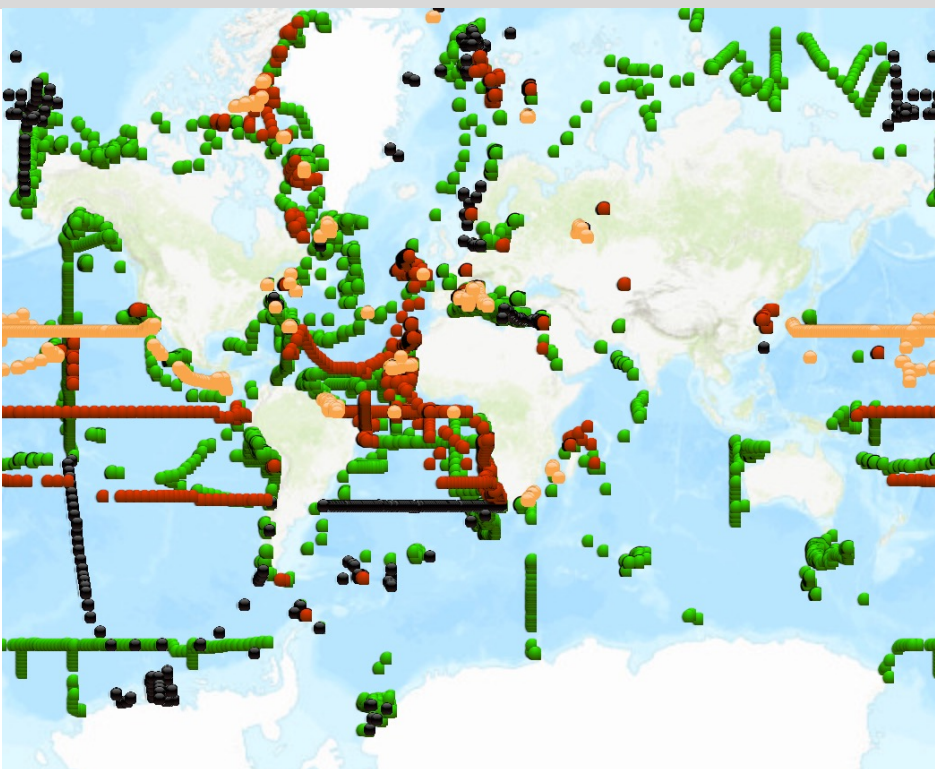
1956

1960-1990

1996 & 2006

2016

Futur



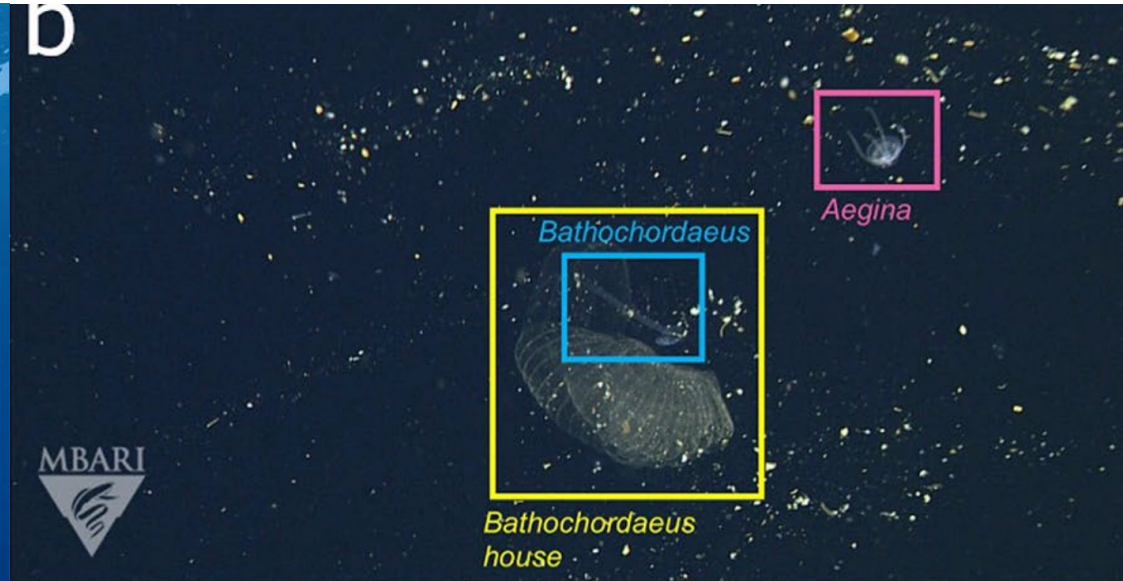
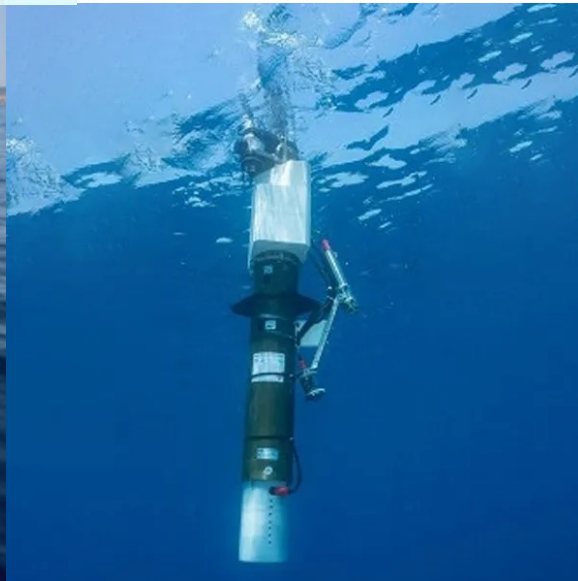
Quel avenir pour l'imagerie sous-marine ?

34 560 échantillons
UVP5 + UVP6

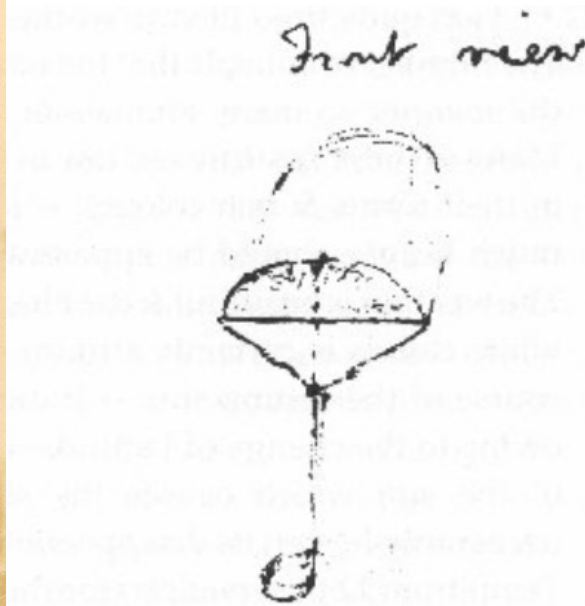
= 10^{aines} de millions
d'images de
particules et de
plancton

Miniaturisation des
caméras et baisse
des besoins
énergétiques =
nouveaux capteurs
autonomes





IA et
reconnaissance
embarquée !



Quel avenir pour l'imagerie sous-marine ?



Are plankton nets a thing of the past? An assessment of *in situ* imaging of zooplankton for large-scale ecosystem assessment and policy decision-making

Sarah L. C. Giering ^{1*}, Phil F. Culverhouse ²,
David G. Johns³, Abigail McQuatters-Gollop ⁴
and Sophie G. Pitois ⁵