

L'océanographie à l'IGE

Equipe MEOM

Stages de 3ième, Déc. 2020



Quizz sur l'océan



Quizz sur l'océan

1- Quel pourcentage de la surface de la Terre est recouverte par les océans?

(a) 70%

(b) 90%

(c) 50%



Quizz sur l'océan

1- Quel pourcentage de la surface de la Terre est recouverte par les océans?

(a) 70%

(b) 90%

(c) 50%



Quizz sur l'océan

2- Quelles est la plus grande profondeur atteinte dans l'océan ? (et où?)

- (a) 6 000 mètres
- (b) 1 000 mètres
- (c) 10 000 mètres



Quizz sur l'océan

2- Quelles est la plus grande profondeur atteinte dans l'océan ? (et où?)

(a) 6 000 mètres

(b) 1 000 mètres

(c) 10 000 mètres



Quizz sur l'océan

3- Quelle est la quantité de sel dans 1 litre d'eau de mer?

- (a) 3.5 grammes
- (b) 35 grammes
- (c) 350 grammes



Quizz sur l'océan

3- Quelle est la quantité de sel dans 1 litre d'eau de mer?

(a) 3.5 grammes

(b) 35 grammes

(c) 350 grammes



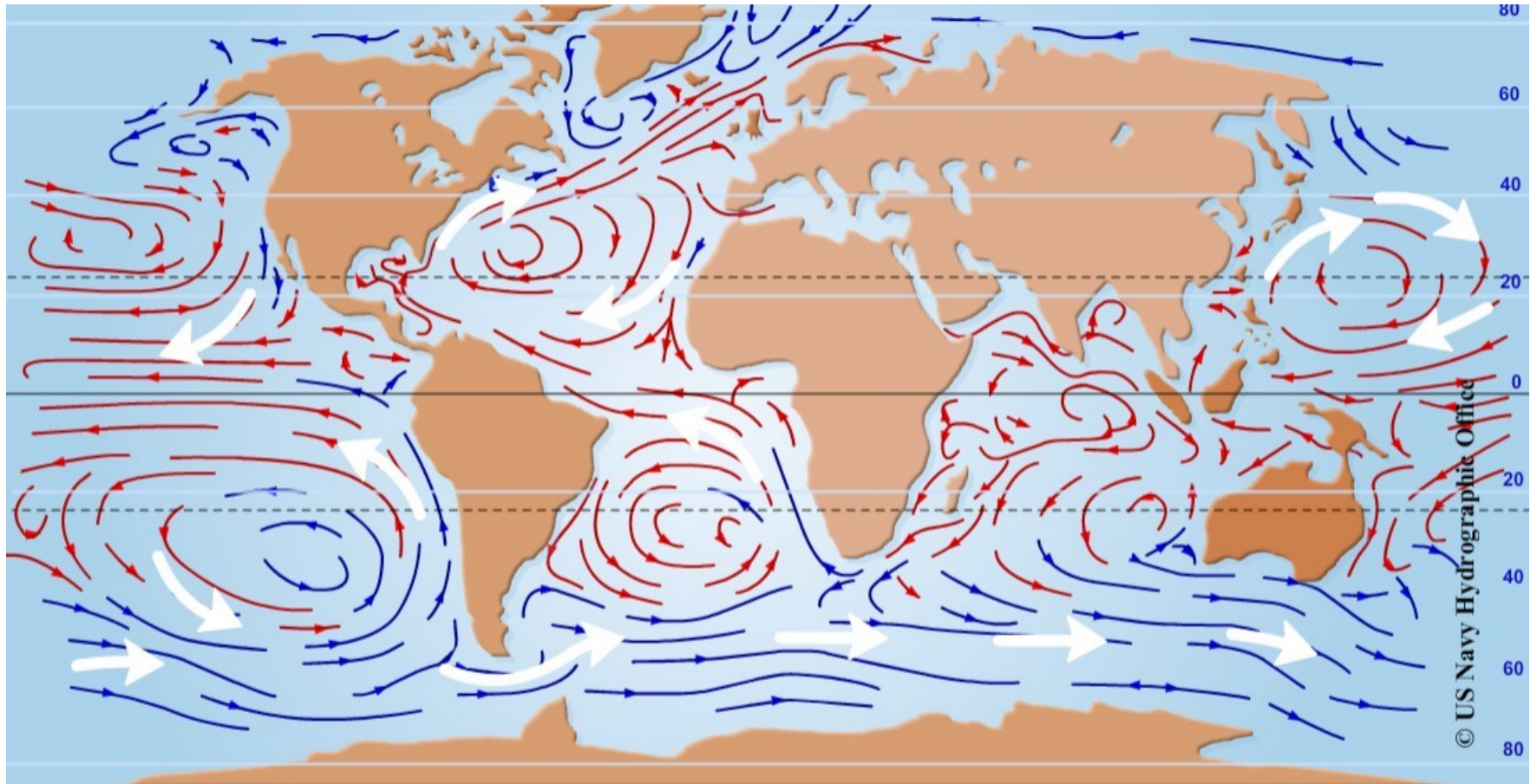
Quizz sur l'océan

4- Qu'est-ce qui fait "bouger" les océans?

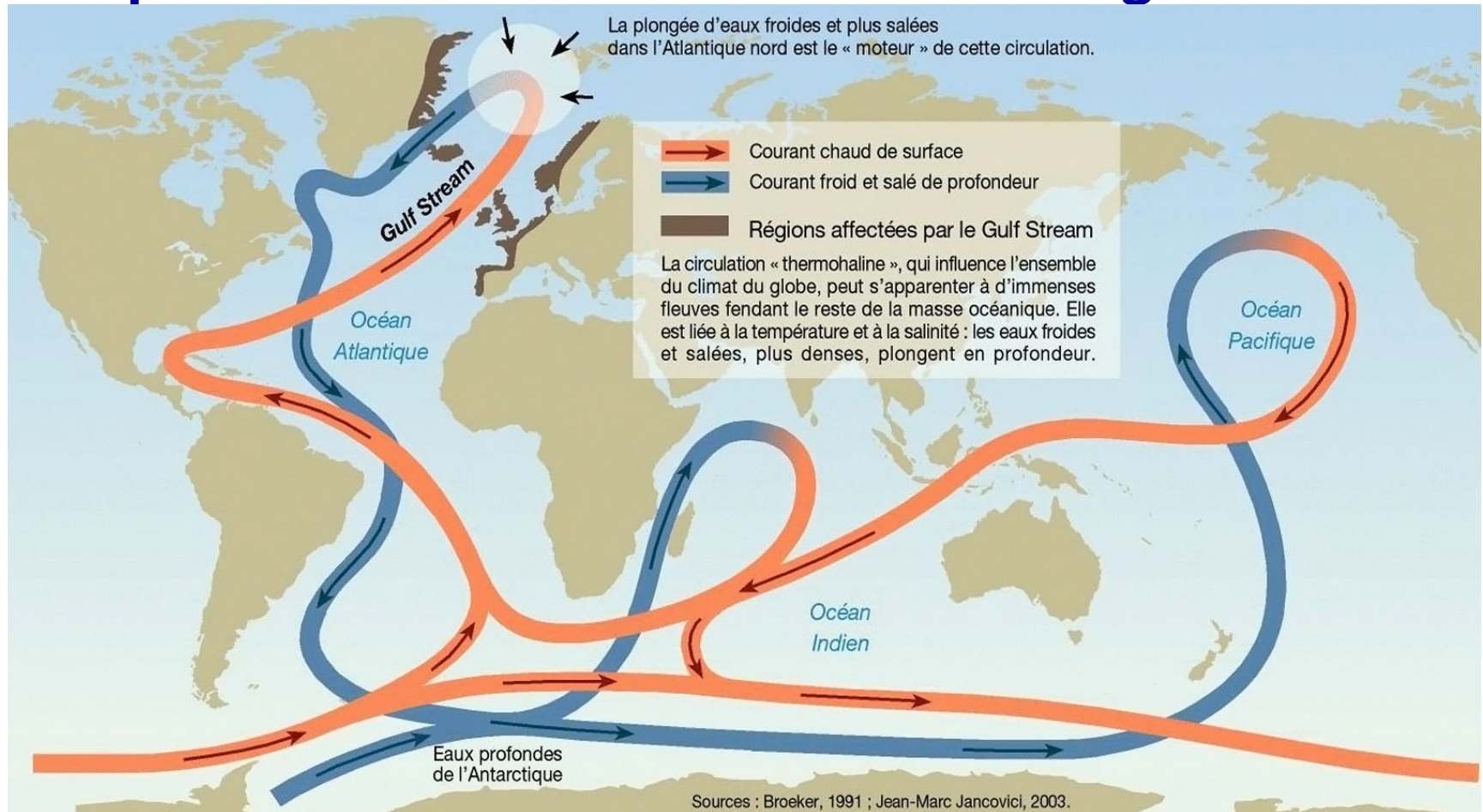
- ...
- ...
- ...
- ...



Circulation de surface forcée par le vent



Circulation thermohaline forcée par les différences de température et de salinité à l'échelle du globe



Transport de chaleur de l'équateur vers les pôles par un système de courants profonds et des plongées d'eau de surface et des remontées d'eaux profondes

Quizz sur l'océan

4- Qu'est-ce qui fait "bouger" les océans?

- le vent
- les différences de température et salinité
- la lune (les marées)



Quizz sur l'océan

5- Comment observe-t-on les océans?

- ...

- ..

5b- Quelles quantités physiques de l'océan mesure-t-on ?

- ...

- ..



Qu'est ce qu'on mesure en océanographie physique?

La température de l'océan, de la surface au fond (profils de T)

La salinité de l'océan, de la surface au fond (profils de S)

S : la quantité (en grammes) de sel contenue dans 1 kg
(~1 litre) d'eau de mer.

S varie de 30 à 38 g/kg

La vitesse et la direction des courants

La masse volumique, la pression, la profondeur de l'océan

La hauteur d'eau

D'autres propriétés physico-bio-chimique de l'océan (exemple:
l'acidité, la chlorophylle, etc).

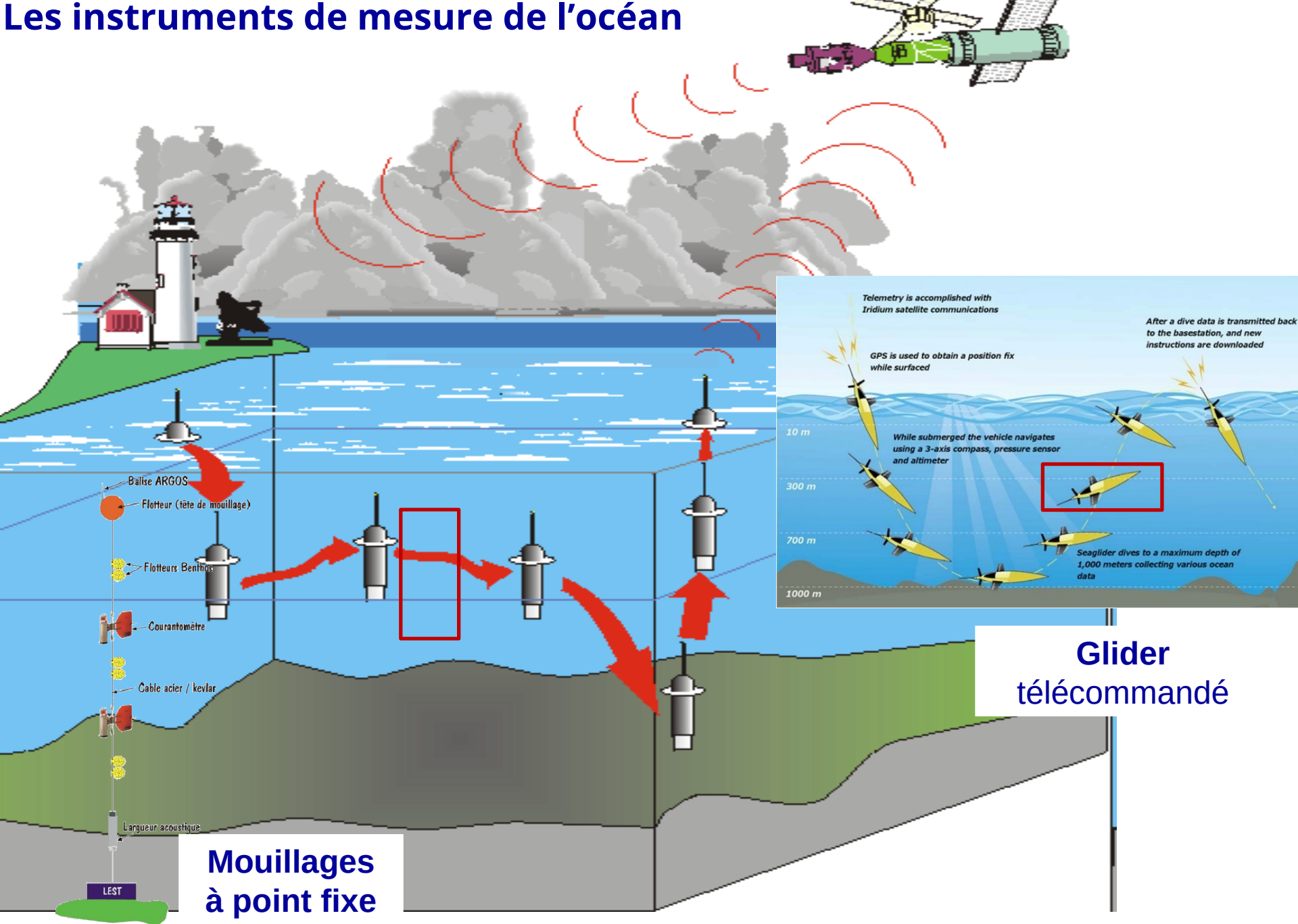


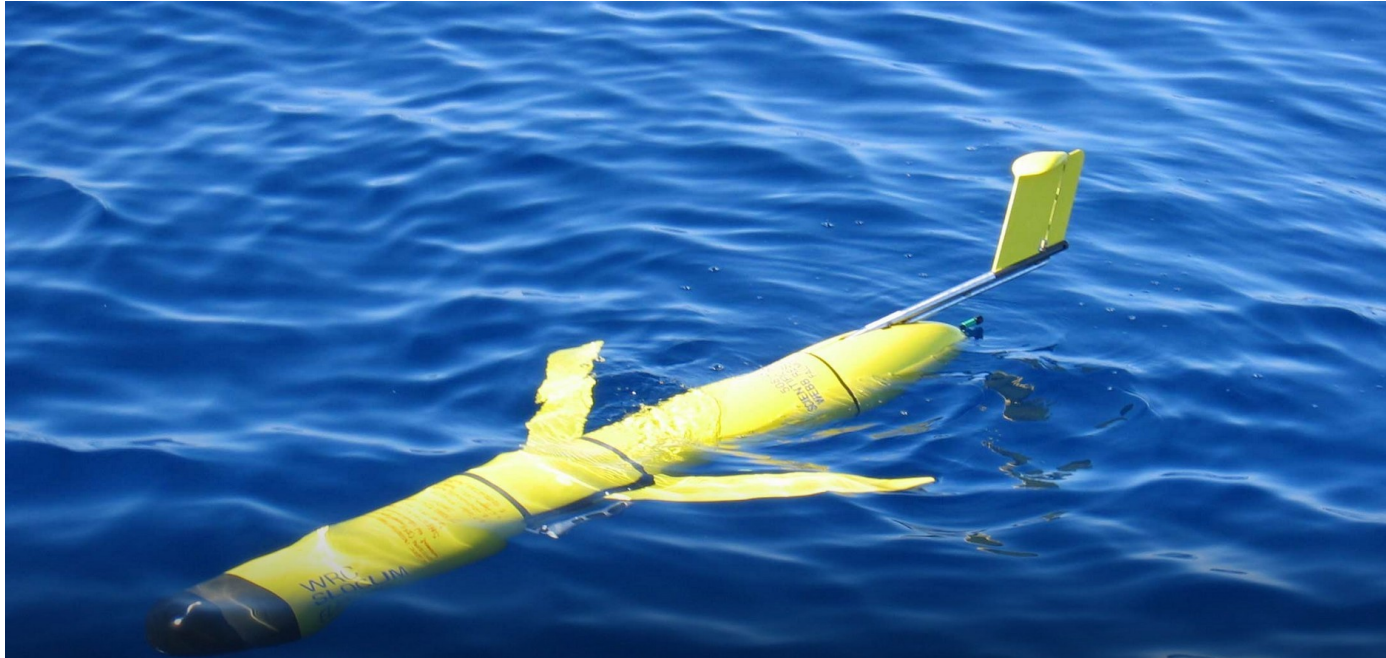
Exemple d'une
campagne de mesure
océanographique:

OVIDE

Tous les 2 ans entre le
Portugal et le
Groenland. Dernière
campagne: 2018.

Les instruments de mesure de l'océan

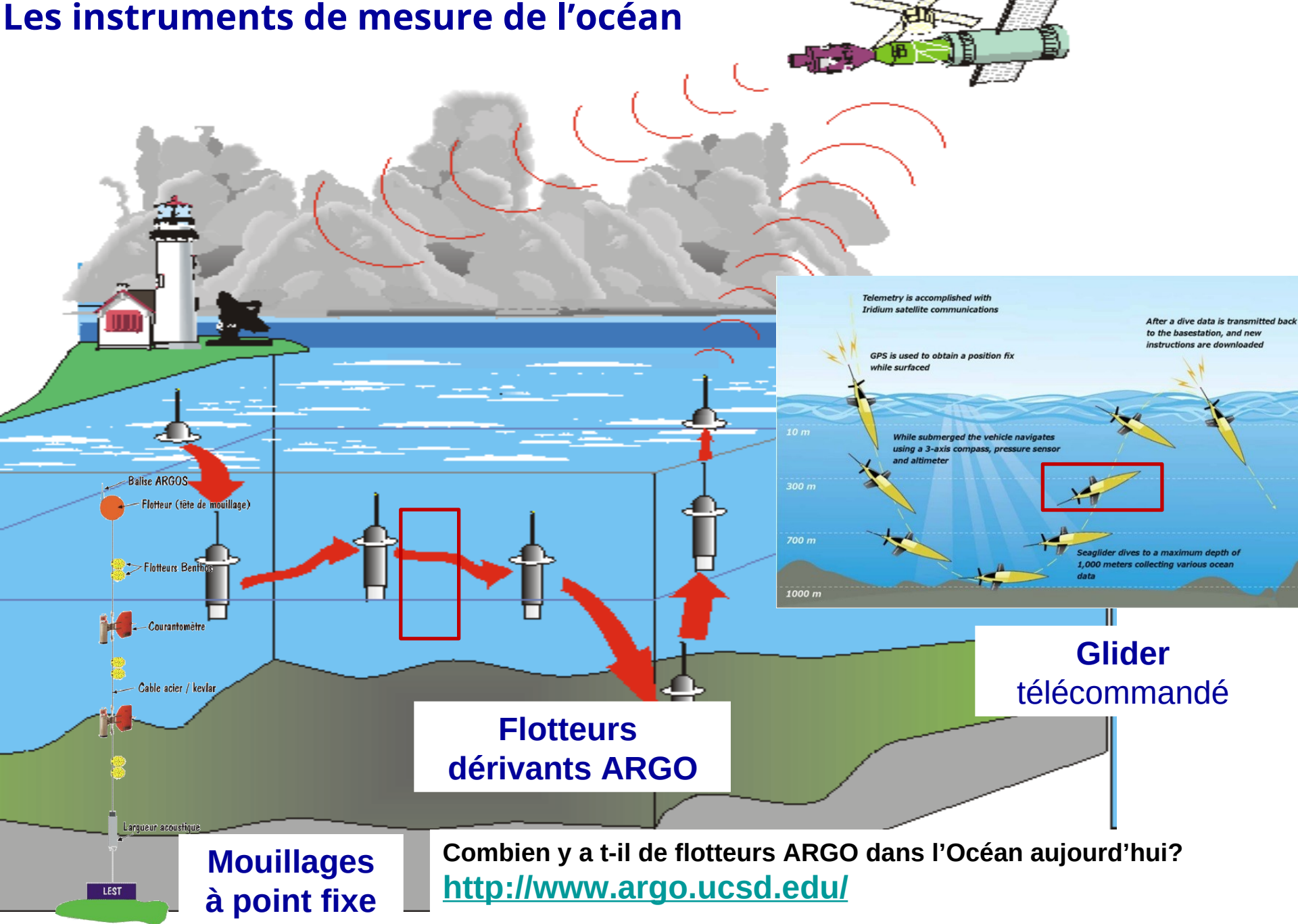




Océanographie : Les gliders et la connaissance des fonds marins

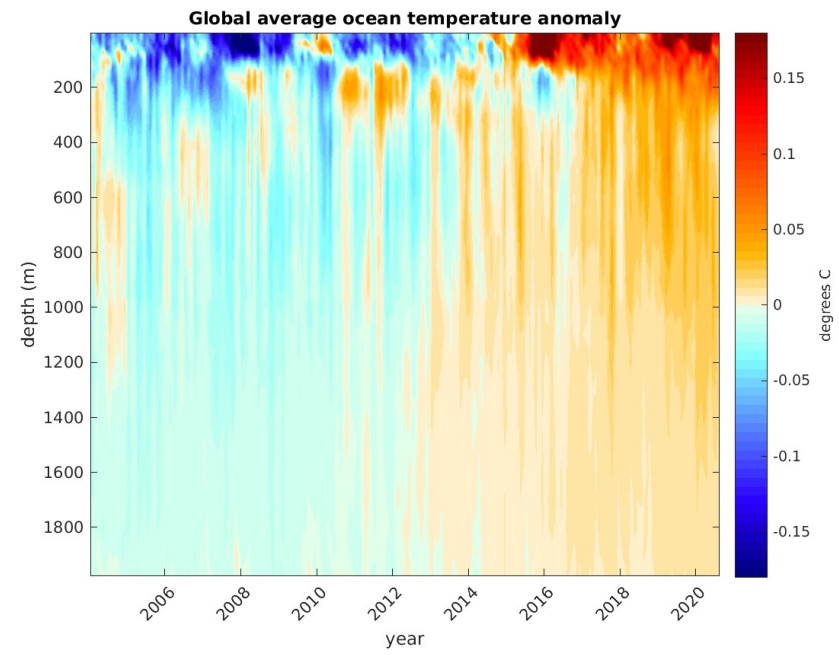
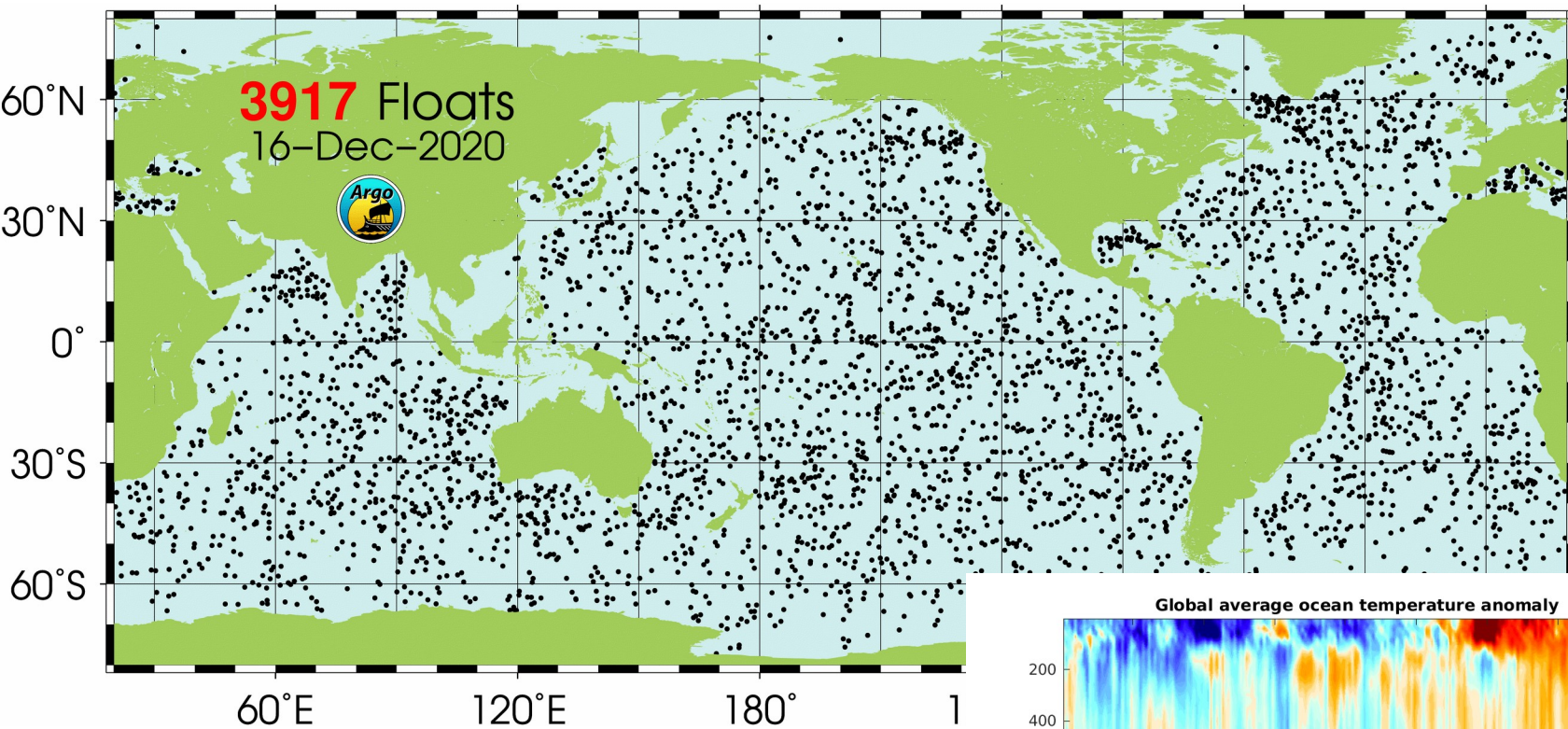
un "glider" américain © Ifremer

Les instruments de mesure de l'océan



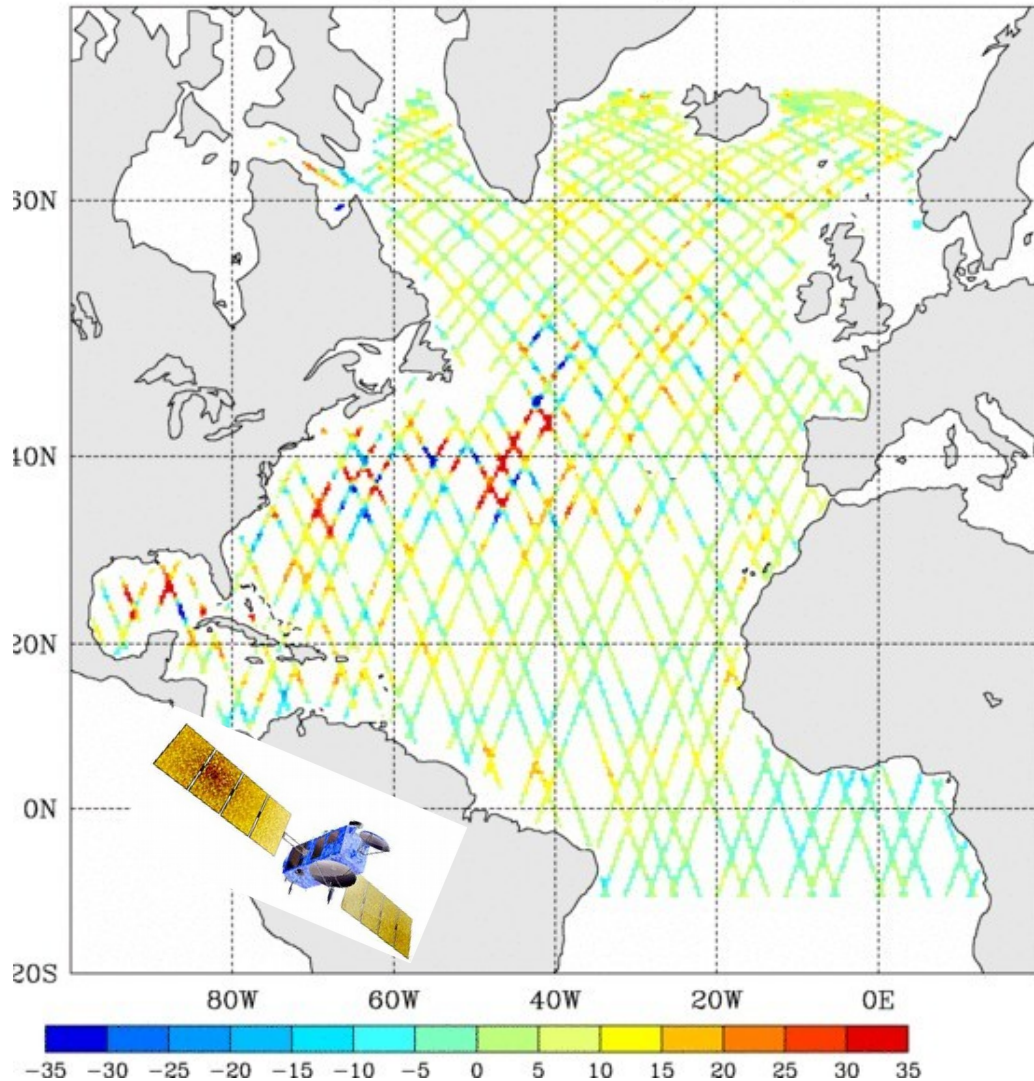
Combien y a-t-il de flotteurs ARGO dans l'Océan aujourd'hui?
<http://www.argo.ucsd.edu/>
Où sont ils? [\[Google Earth\]](#)

Les instruments de mesure de l'océan : flotteurs ARGO



Observations satellites

Sea Level Anomalies on North Atlantic
TP (August 19-26, 1993)

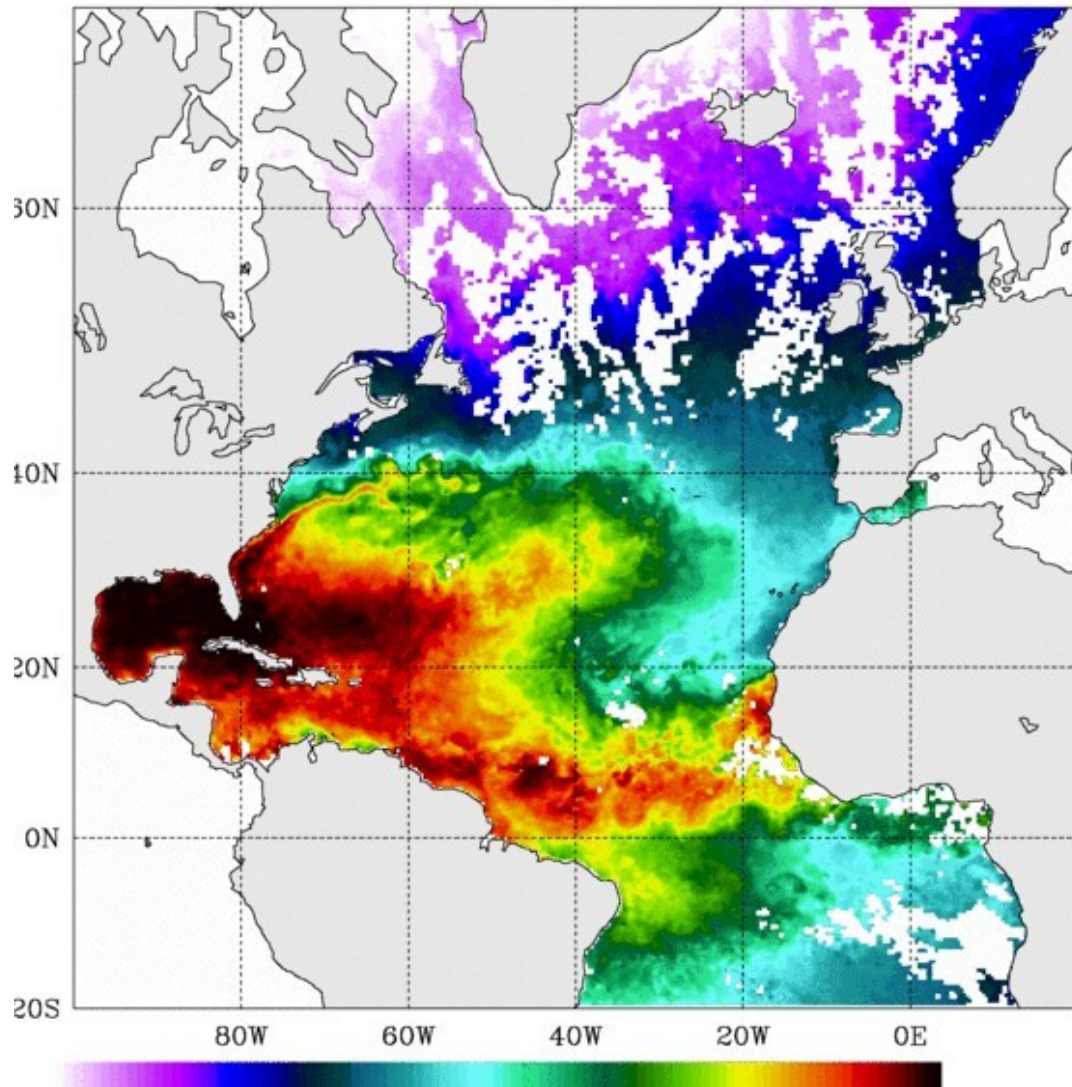


Altimétrie:

Mesure la hauteur de la surface de la mer

Observations satellites

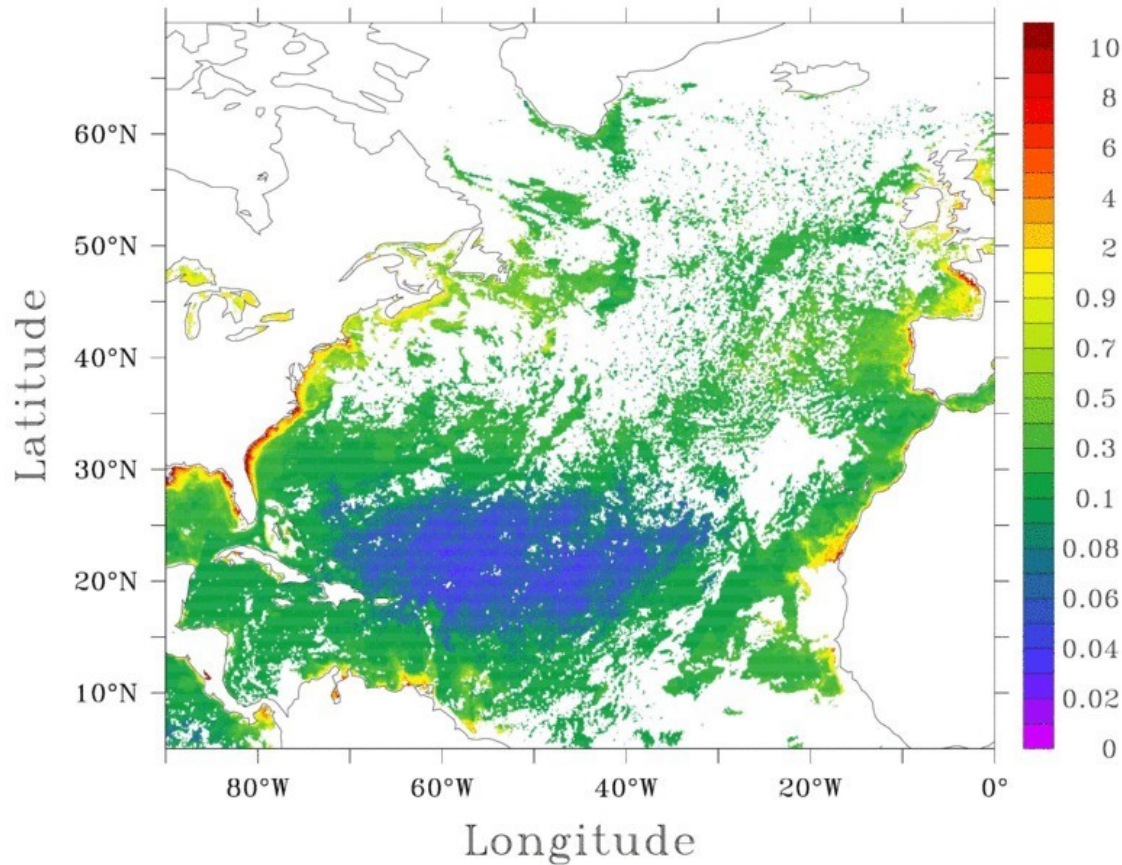
Sea Surface Temperature on North Atlantic
avhrr SST (August 19-26, 1993)



Radiométrie Infra-Rouge:

Mesure la température
de surface de la mer.

Observations satellites



Radiométrie « visible »:

Mesure la couleur de l'océan en surface

On en déduit la teneur en chlorophylle (le plancton) dans la couche de surface de l'océan

Observations satellites



』 Le satellite permet de faire des mesures rapidement sur tout l'océan (problème de la couverture nuageuse).

└ Le Satellite ne permet d'explorer que la surface de l'océan, mais pas en profondeur.

Quizz sur l'océan

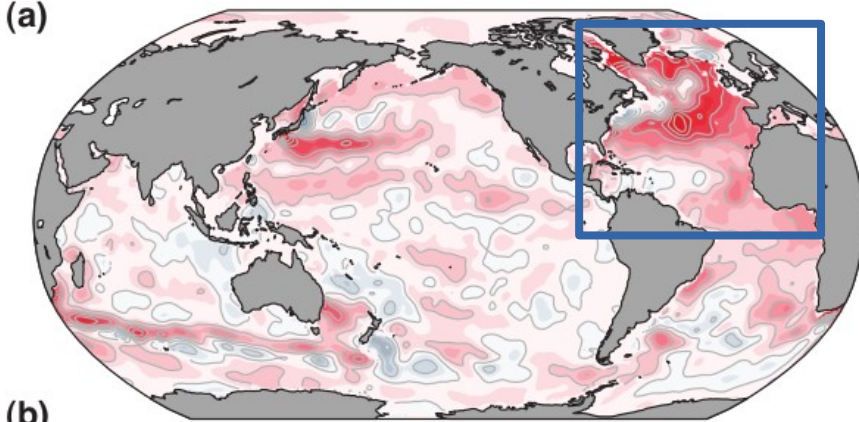
6- Comment utilise-t-on ces données ?

- ...
- ...
- ...

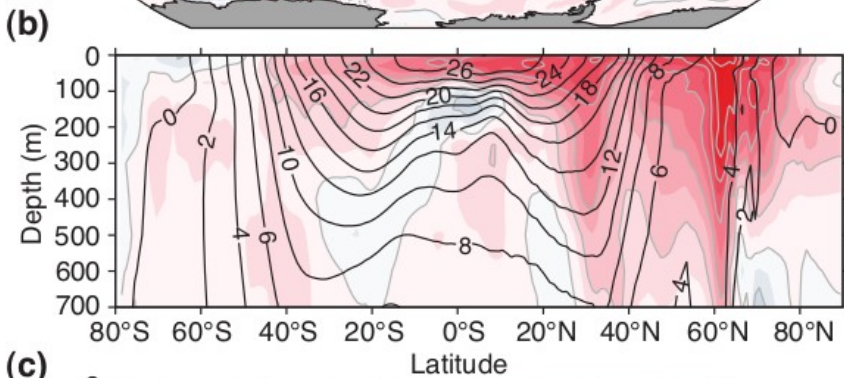


Analyses globales

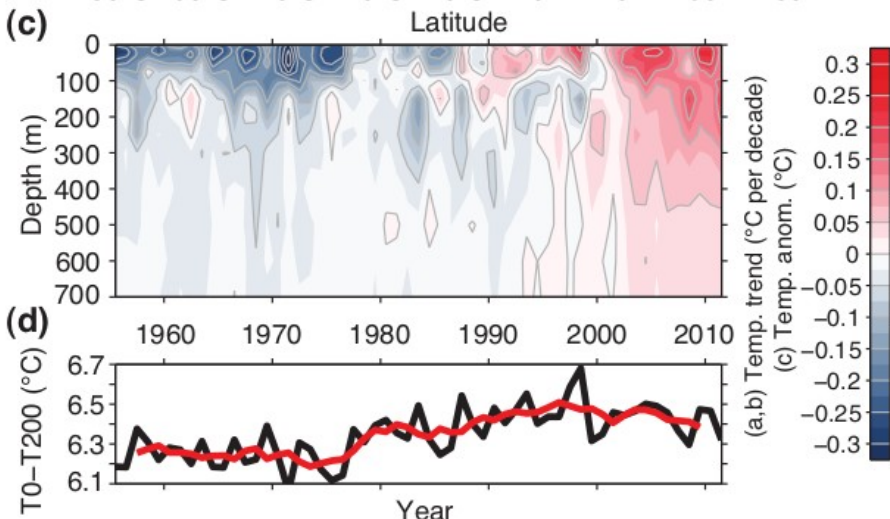
(a) Tendence des température 0-700 m sur la période 1971-2010



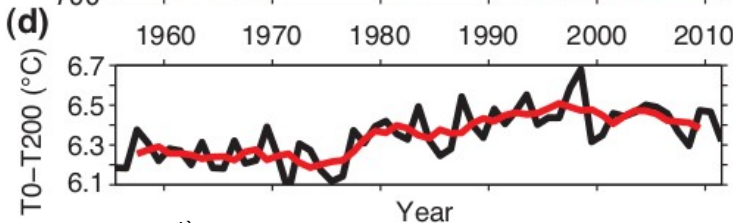
(b) Moyenne zonale des tendances



(c) Moyenne globale des anomalies de température par rapport à la moyenne 1971-2010



(d) Différence des températures en moyenne globale entre la surface et 200 m de profondeur



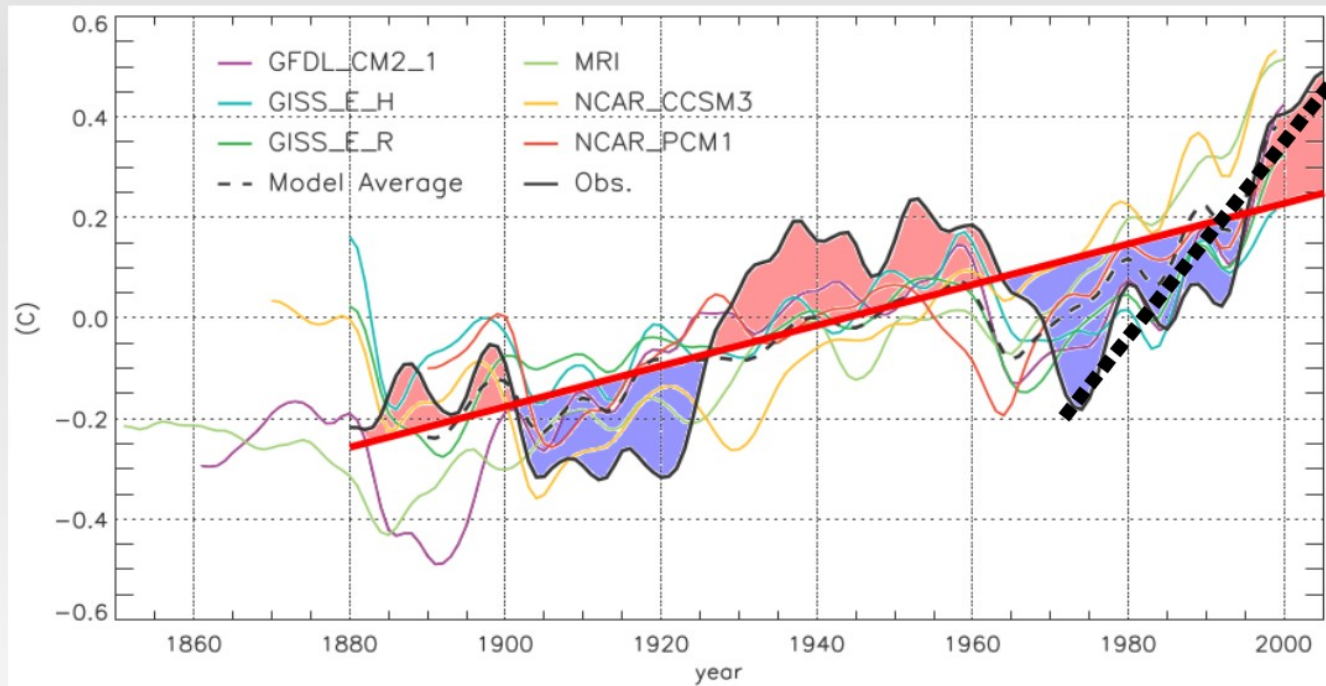
5^{ème} rapport du Groupe d'experts

Intergouvernemental sur l'Évolution du
Climat (GIEC, 2013)

[<https://www.ipcc.ch/languages-2/francais/>]

Analyses régionales

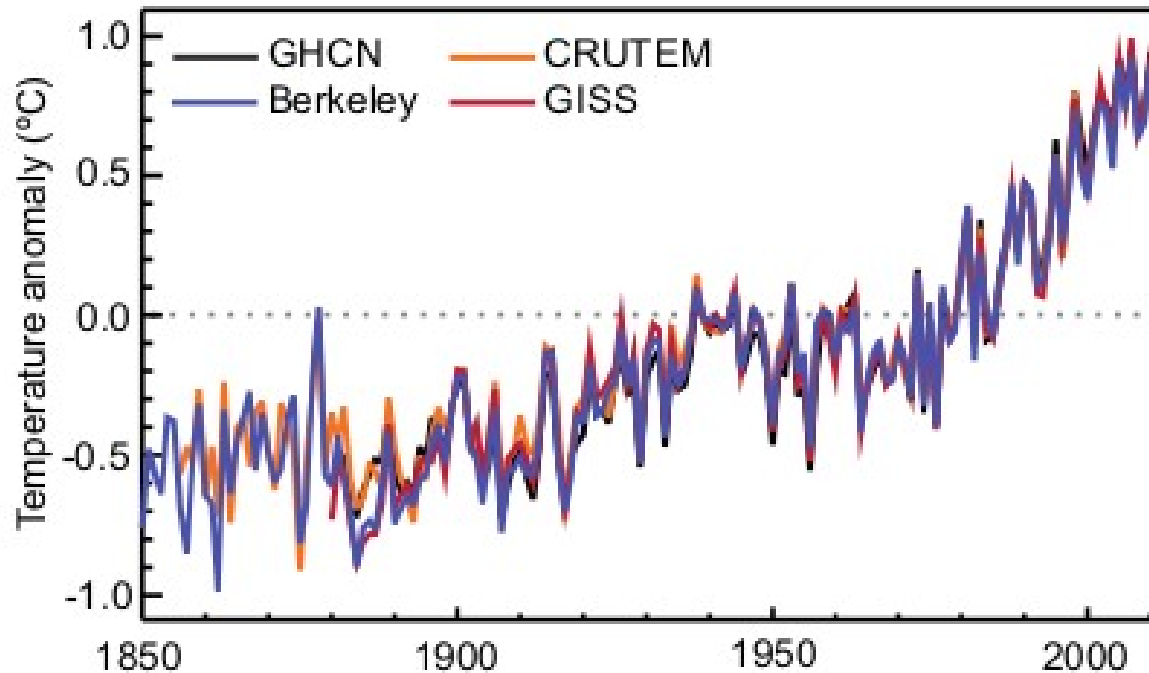
- Variabilité des SST (*Sea Surface Temperature*) de l'**Atlantique Nord**



Anomalies des SST de l'Atlantique Nord par rapport à la moyenne à long terme (1900-2000), filtrées à 10 ans [Ting et al., JC 2009]

- Superposition d'un **cycle naturel de variabilité** et d'une **tendance à long terme**

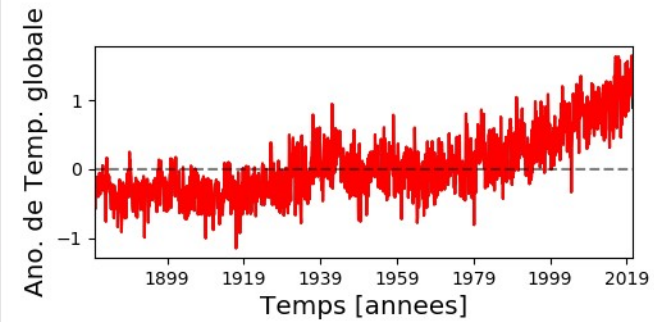
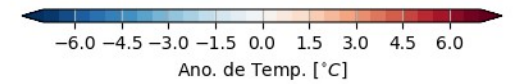
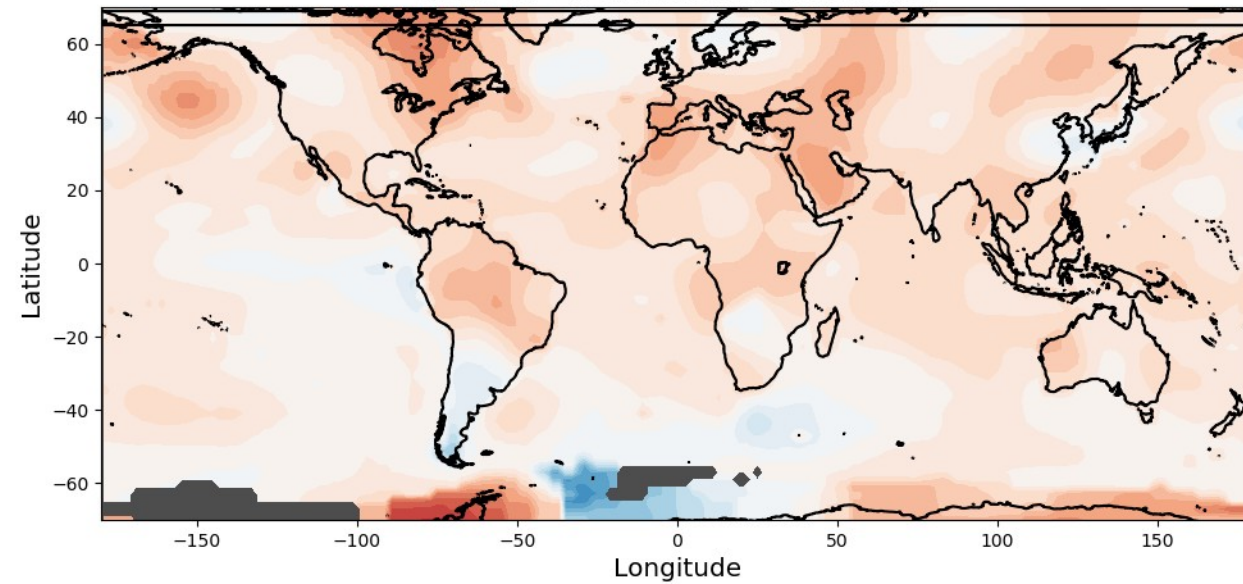
(Une parenthèse sur le climat)



Anomalies de température globale à la surface de la terre par rapport à la moyenne 1961-1990

(Une parenthèse sur le climat)

2020-07-15T00:00:00.000000000



Des approches mathématiques

$$\frac{D\vec{v}_h}{Dt} + \left(2\vec{\Omega} \times \vec{v}\right)_h + \nabla_h \phi = \mathcal{F}_{\vec{v}_h} \text{ horizontal mtm} \quad (1.1)$$

$$\frac{D\dot{r}}{Dt} + \hat{k} \cdot \left(2\vec{\Omega} \times \vec{v}\right) + \frac{\partial \phi}{\partial r} + b = \mathcal{F}_{\dot{r}} \text{ vertical mtm} \quad (1.2)$$

$$\nabla_h \cdot \vec{v}_h + \frac{\partial \dot{r}}{\partial r} = 0 \text{ continuity} \quad (1.3)$$

$$b = b(\theta, S, r) \text{ equation of state} \quad (1.4)$$

$$\frac{D\theta}{Dt} = \mathcal{Q}_\theta \text{ potential temperature} \quad (1.5)$$

$$\frac{DS}{Dt} = \mathcal{Q}_S \text{ humidity/salinity} \quad (1.6)$$

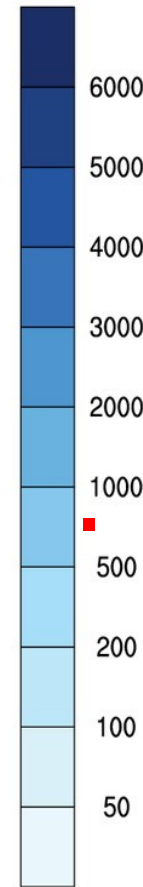
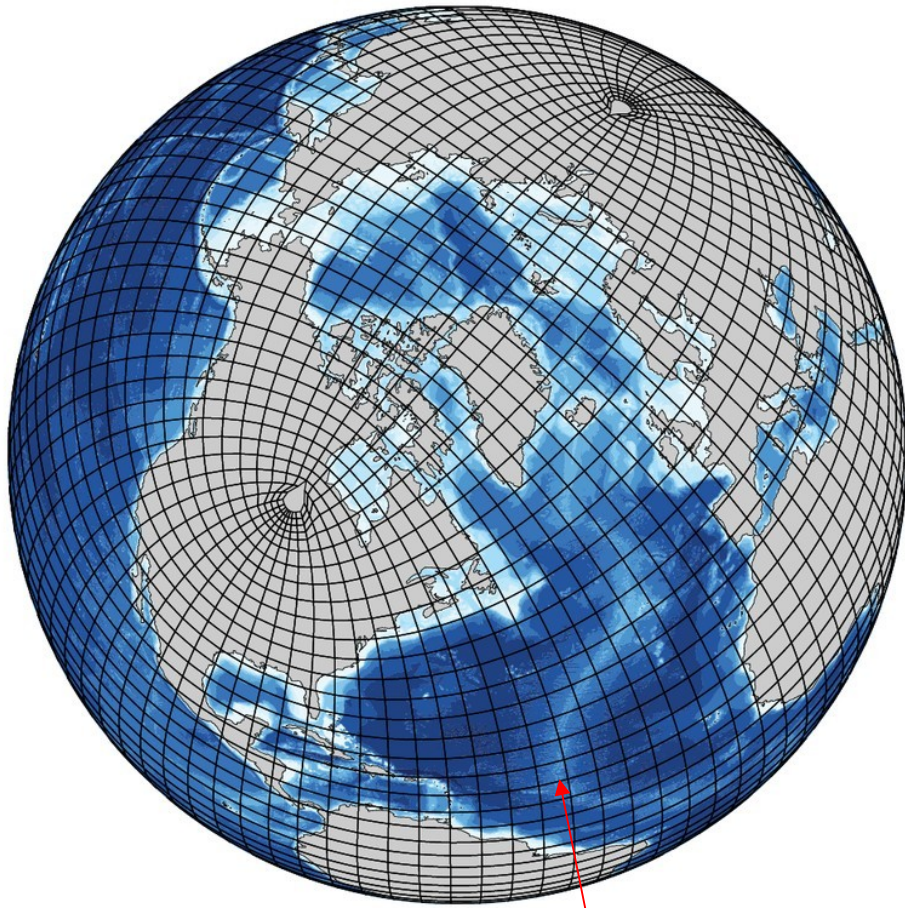
Quizz sur l'océan

7- Qu'est ce qu'un modèle numérique ?

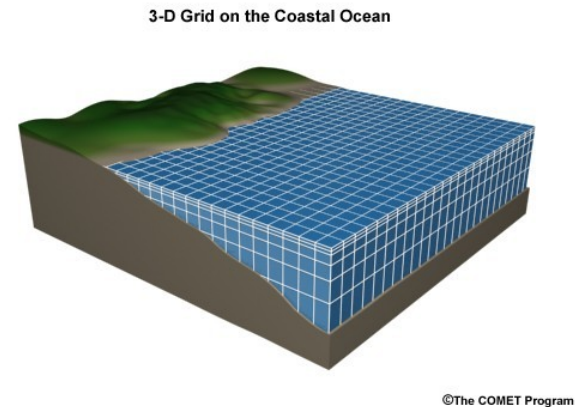
- ...
- ...
- ...



Les modèles numériques de la circulation océanique



On divise les océans du globe en petits "cubes" (en surface et profondeur)

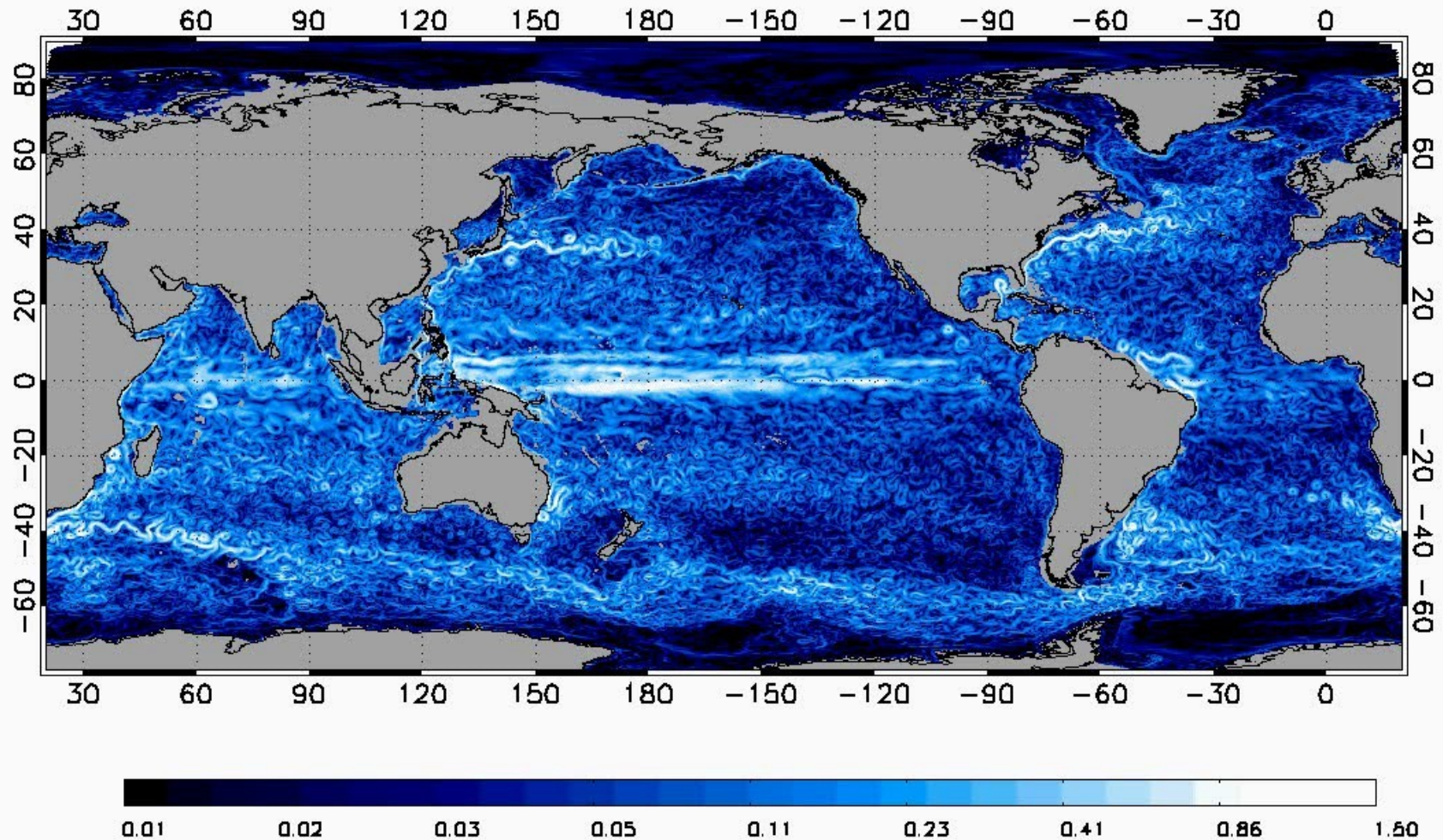


Pour chaque petit "cube" (**point de grille**), on calcule l'évolution dans le temps des courants, de la température, de la salinité, de la hauteur de la surface, de la masse volumique, etc.... grâce à nos connaissances des lois de la physiques des fluides.

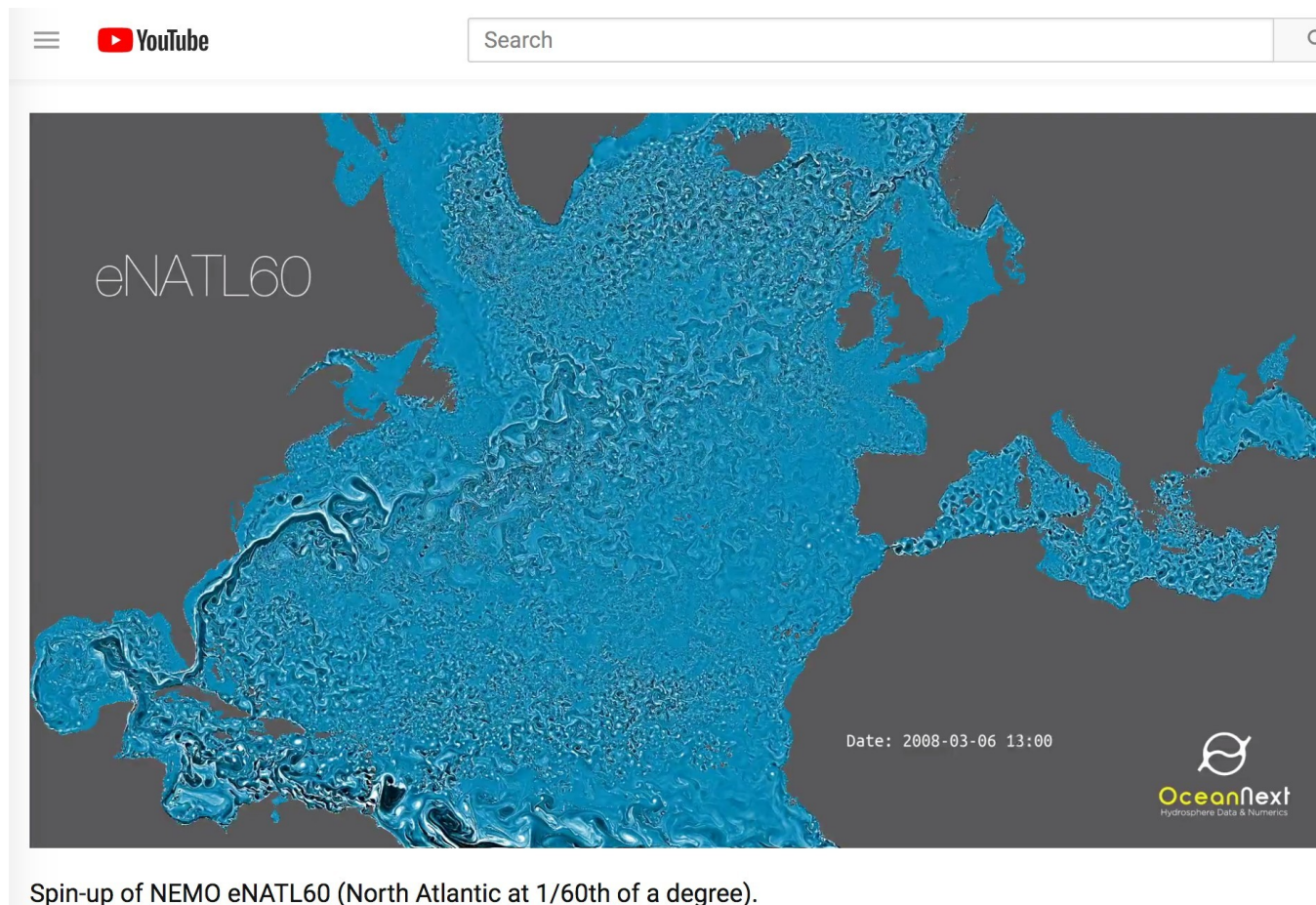


La taille des “petits cubes” est choisie la plus fine possible en fonction des ressources des “supers ordinateurs” disponibles.
Par exemple ici: la taille de la grille est de l'ordre de ~20 km.

GLOBAL 1/4 REANA. 20030103 module velocity 97 m

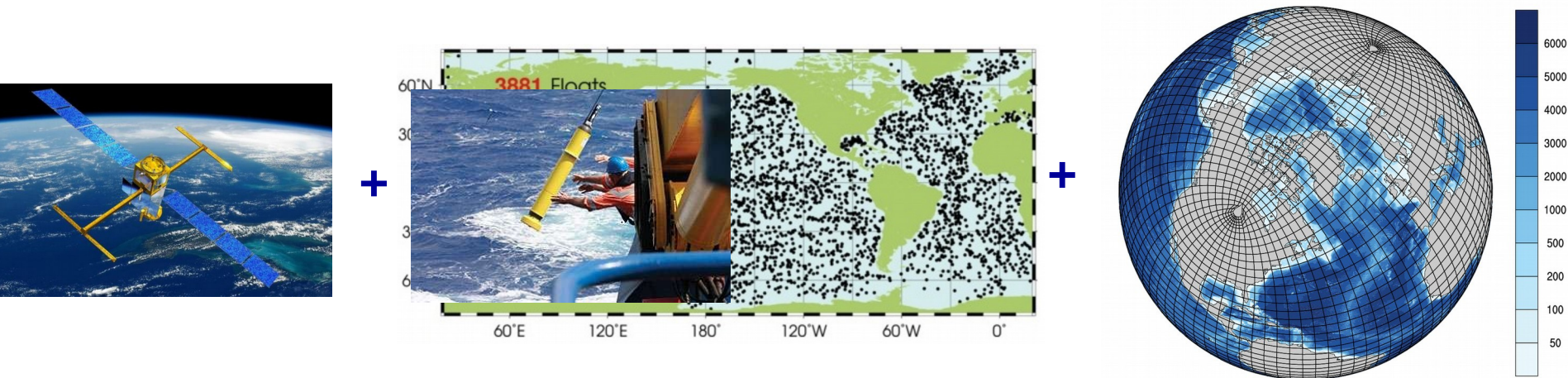


La taille des “petits cubes” est choisie la plus petite possible en fonction des ressources des “supers ordinateurs” disponible.
Par exemple ici: la taille de la grille est de l'ordre de ~1 km:
eNATL60 (Atlantique uniquement): Parmi les simulations les plus ambitieuses au monde (40,000,000 heures de calculs, 1.5 PB de données)



La prévision océanique

On combine les **observations** et les **modèles** pour décrire l'océan au jour d'aujourd'hui, et prédire son état pour les jours suivants.



Mercator Océan:

Le centre de prévision océanographique de Toulouse

<http://bulletin.mercator-ocean.fr/fr>

Liste des différents sites web discutés pendant la séance:

- Floteurs ARGO, carte interactive:
<https://www.jcommops.org/maps/interactive/?theme=Argo&projection=3D&ptfStatuses=%5b6%5d>
- Vidéos de la plus grosse simulation numérique de l'océan au niveau mondiale aujourd'hui :
<https://vimeo.com/oceannext>
- Comprendre les océans avec les éléphants de mer
<https://cnes.fr/fr/web/CNES-fr/7558-argos-comprendre-l-ocean-austral-avec-les-elephants-de-mer.php>
- Photo https://www.liberation.fr/terre/2015/06/10/oceans-l-elephant-de-mer-fait-ses-balises_1327049
- Exemple de la campagne de mesure en mer OVIDE (bateau océanographique):
<http://www.umn-lops.fr/Projets/Projets-actifs/OVIDE/Ovide-2018>
- Articles de presse:
https://www.lemonde.fr/videos/article/2019/10/28/plan-b-les-oceans-un-territoire-toujours-inexplore_6017234_1669088.html
<https://www.lefigaro.fr/sciences/2014/05/01/01008-20140501ARTFIG00176-le-cnes-et-la-nasa-vont-surveiller-les-eaux-de-la-planete.php>
- Bulletin de prévisions océaniques: <http://bulletin.mercator-ocean.fr/fr>