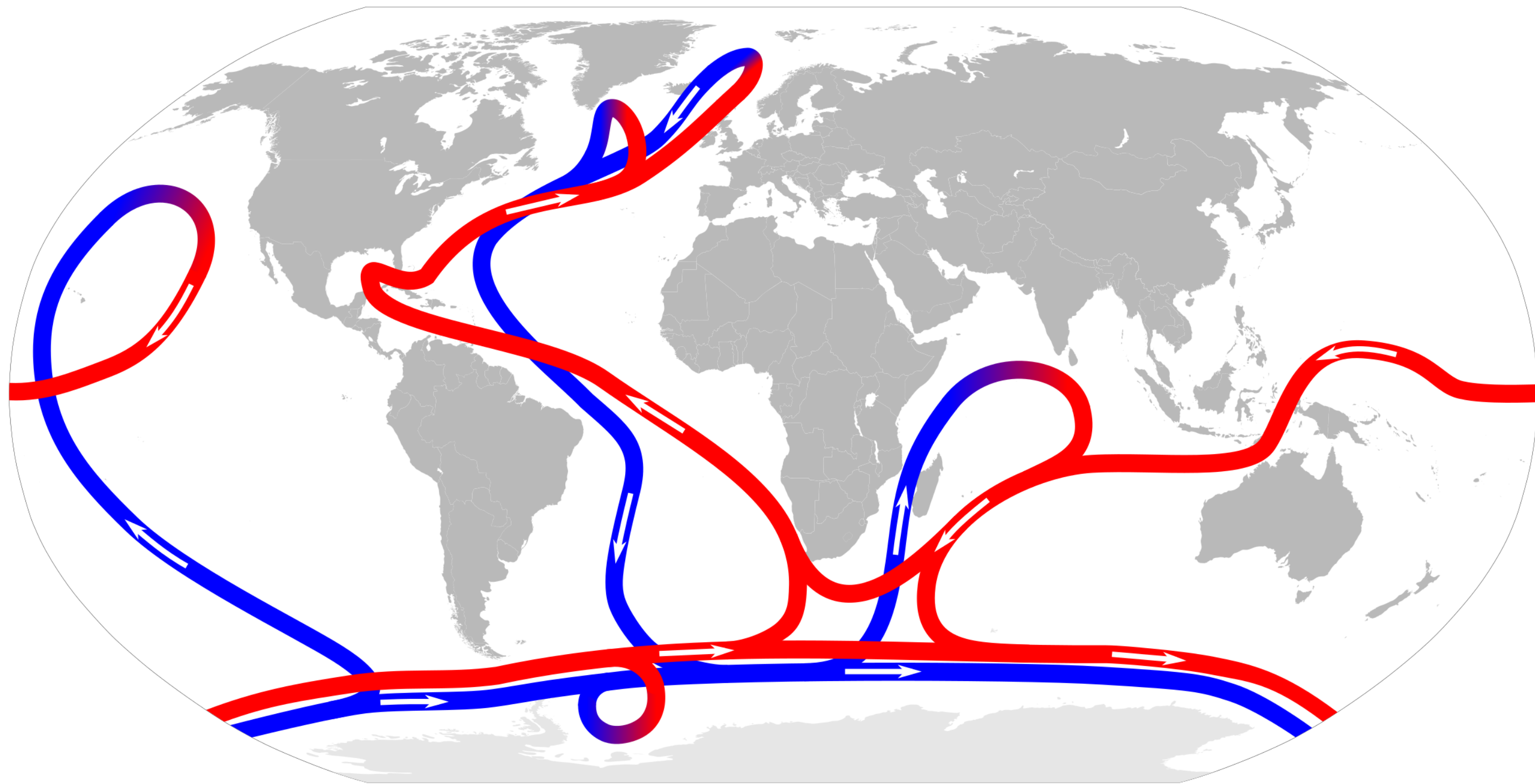


FACULTÉ DES SCIENCES – DÉPARTEMENT DE PHYSIQUE

Lina SEHLI, Gwenaëlle GASPART



@Wikipédia, [https://fr.wikipedia.org/wiki/Stratification\\_de\\_l%27eau#/media/Fichier:Thermohaline\\_Circulation.svg](https://fr.wikipedia.org/wiki/Stratification_de_l%27eau#/media/Fichier:Thermohaline_Circulation.svg)

### La circulation thermohaline, qu'est-ce que c'est?

C'est la circulation océanique engendrée par les différentes densités des eaux.

Cela permet le mouvement des eaux profondes ainsi que la répartition de la chaleur à travers les eaux profondes du globe.

### La physique cachée dans les océans

#### La densité de l'eau, son équation d'état

$$\rho(T,S) \propto 1/T \text{ et } \rho(T,S) \propto S$$

#### La poussée d'Archimède

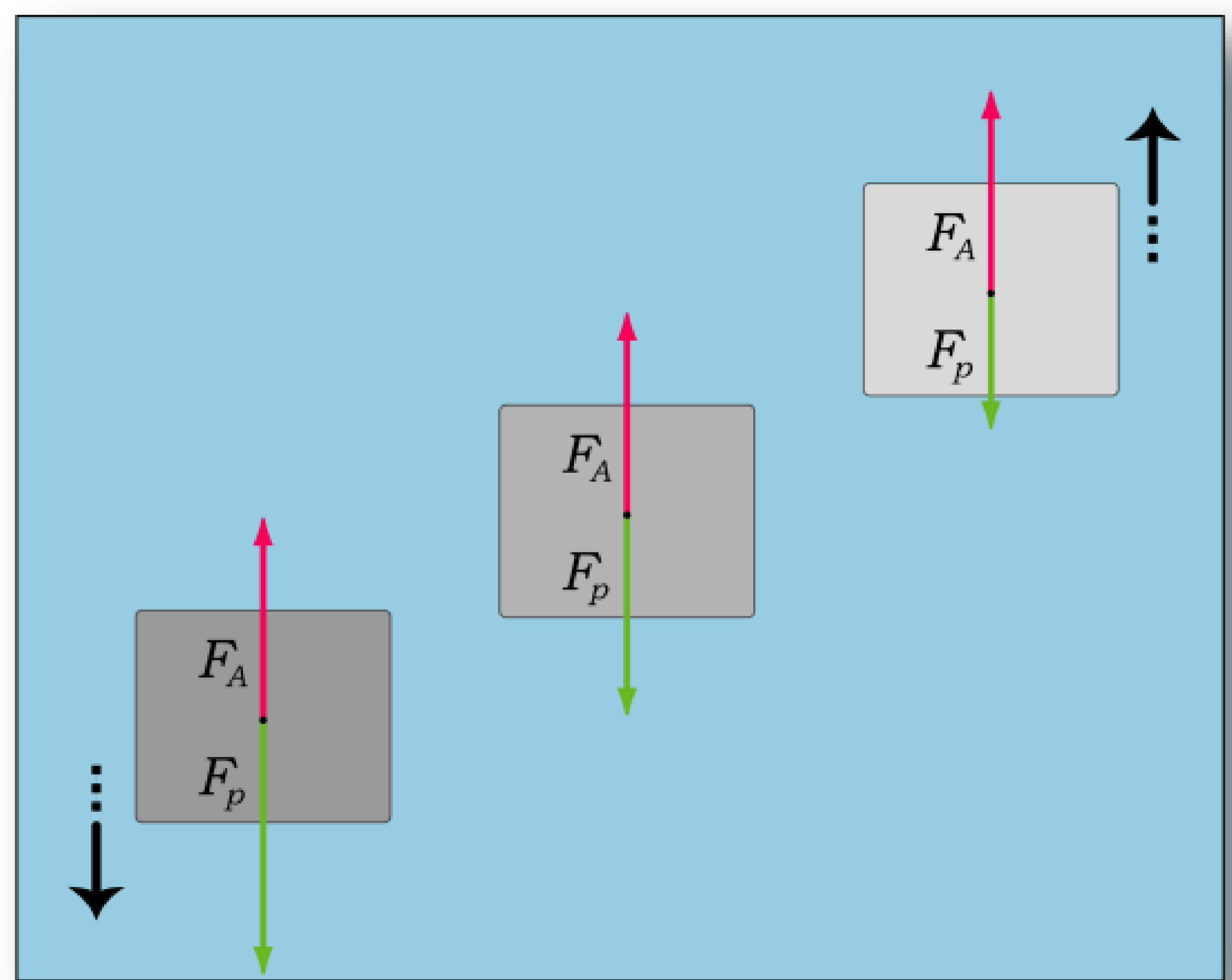
Dans un liquide L, un volume V de densité  $\rho_l$  subit deux forces principales qui forment la base de la circulation thermohaline:

- Le poids:  $F_p = m \cdot g = \rho_l \cdot V \cdot g$
- La poussée d'Archimède  $F_A = -\rho_L \cdot V \cdot g$

L'orientation du mouvement du volume est donnée par la 2<sup>e</sup> loi de Newton:  $\Sigma F = ma$

#### Une physique complexe

Des principes plus poussés de thermodynamique et de mécanique des fluides sont aussi impliqués



@Wikipédia, [https://fr.wikipedia.org/wiki/Poussée\\_d%27Archimède#/media/Fichier:Principio\\_di\\_Archimede\\_spinta\\_e\\_peso.png](https://fr.wikipedia.org/wiki/Poussée_d%27Archimède#/media/Fichier:Principio_di_Archimede_spinta_e_peso.png)

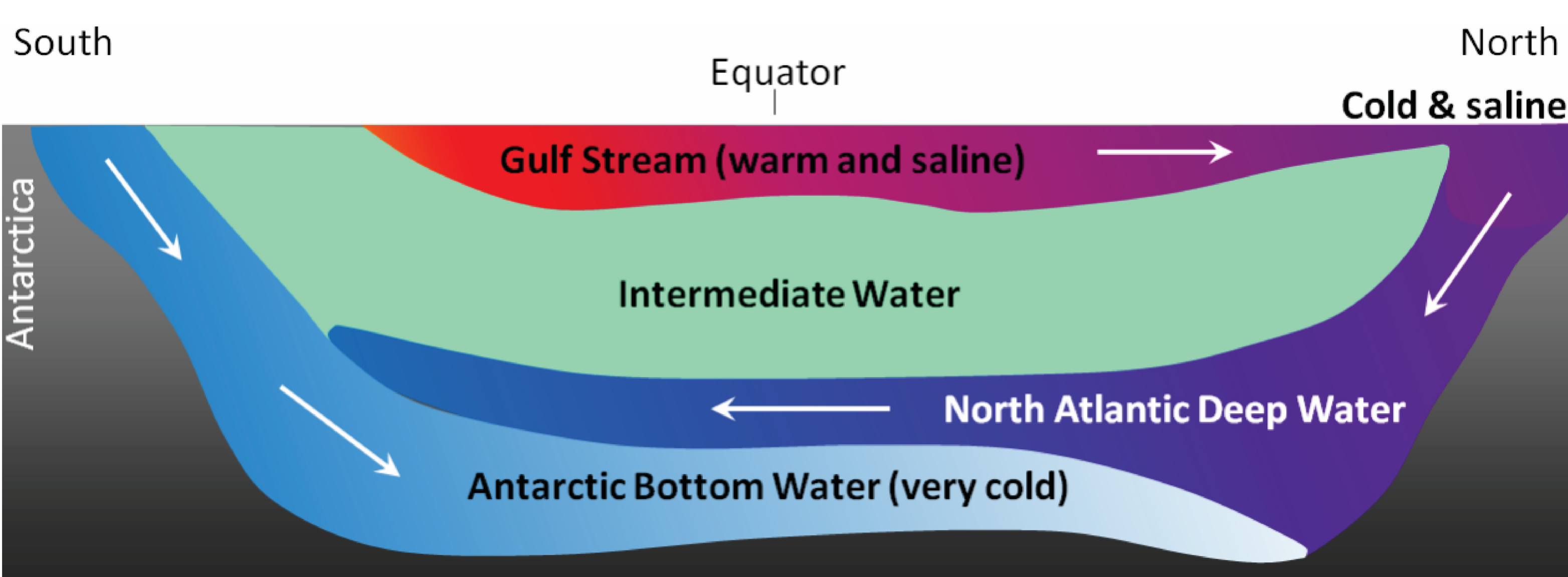
### La stratification des océans

#### A petite échelle

Le liquide s'organise en plusieurs étages selon sa densité. Ex: huile sur l'eau

#### A l'échelle mondiale

L'océan est lui aussi divisé en plusieurs zones et subit en plus l'influence des mouvements océaniques et de l'effet d'évaporation.



@Time Scavengers, [https://i0.wp.com/timescavengers.org/wp-content/uploads/2017/06/deepocean\\_circulation-01.jpg?ssl=1](https://i0.wp.com/timescavengers.org/wp-content/uploads/2017/06/deepocean_circulation-01.jpg?ssl=1)

### Conséquence écologique!

- Création d'île plastique
- Influence l'écosystème marin
- Impacte notre climat
- Influence la répartition de chaleur et de salinité
- Influence la température du globe

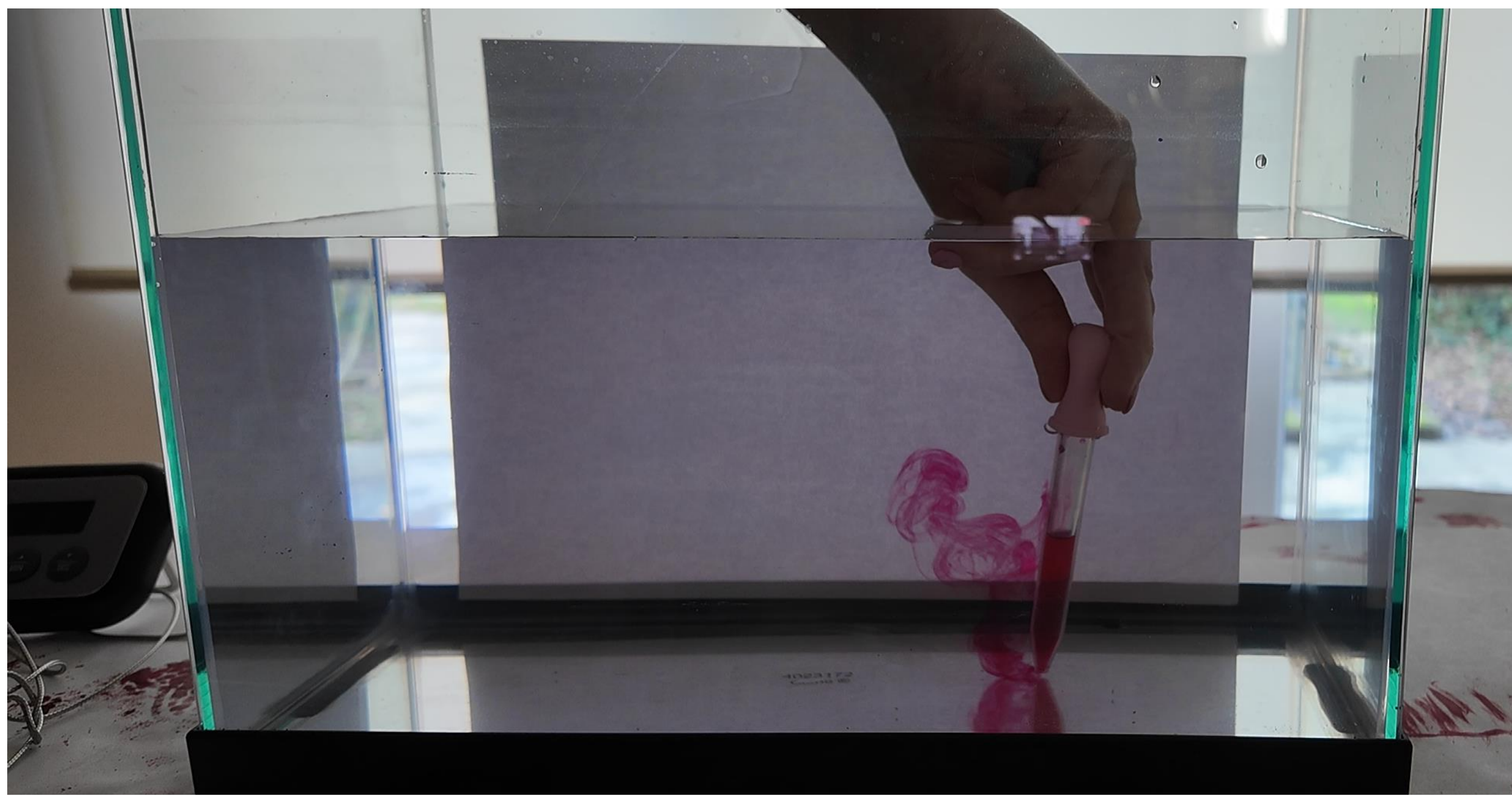
Ex: "Younger Dryas Period"



@National Geographic, <https://www.nationalgeographic.fr/thematique/lieux/terre/ocean/ocean-pacifique/ocean-pacifique-0>

FACULTÉ DES SCIENCES – DÉPARTEMENT DE PHYSIQUE

Lina SELHI, Gwenaëlle GASPART



Dispositif expérimental

- Aquarium
- Pipettes
- Colorants (écoline)
- Caméra
- Bouilloire
- Glaçons
- Sel
- Eau

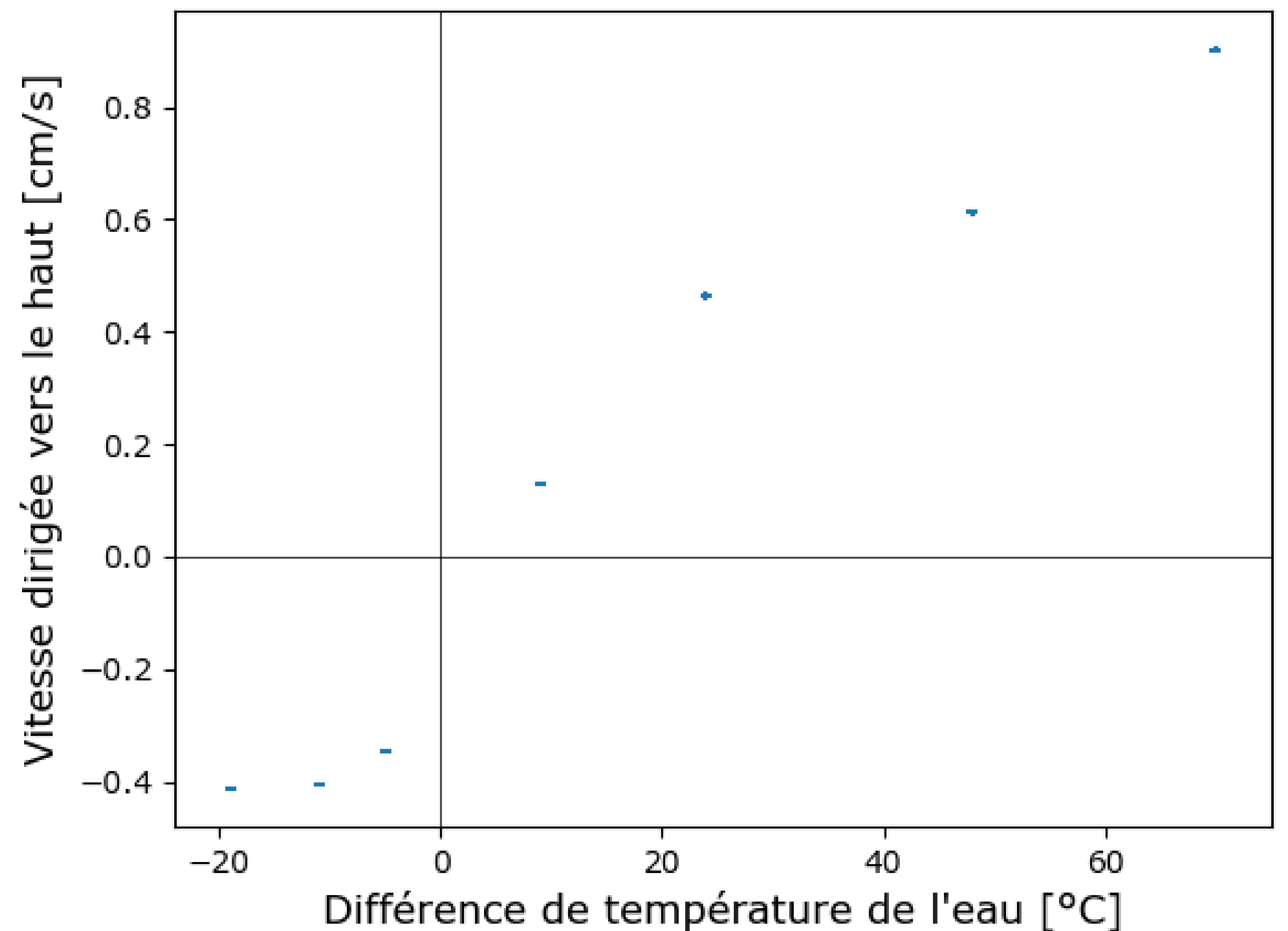
Mesure de la vitesse en fonction de la température

Analyse de nos mesures

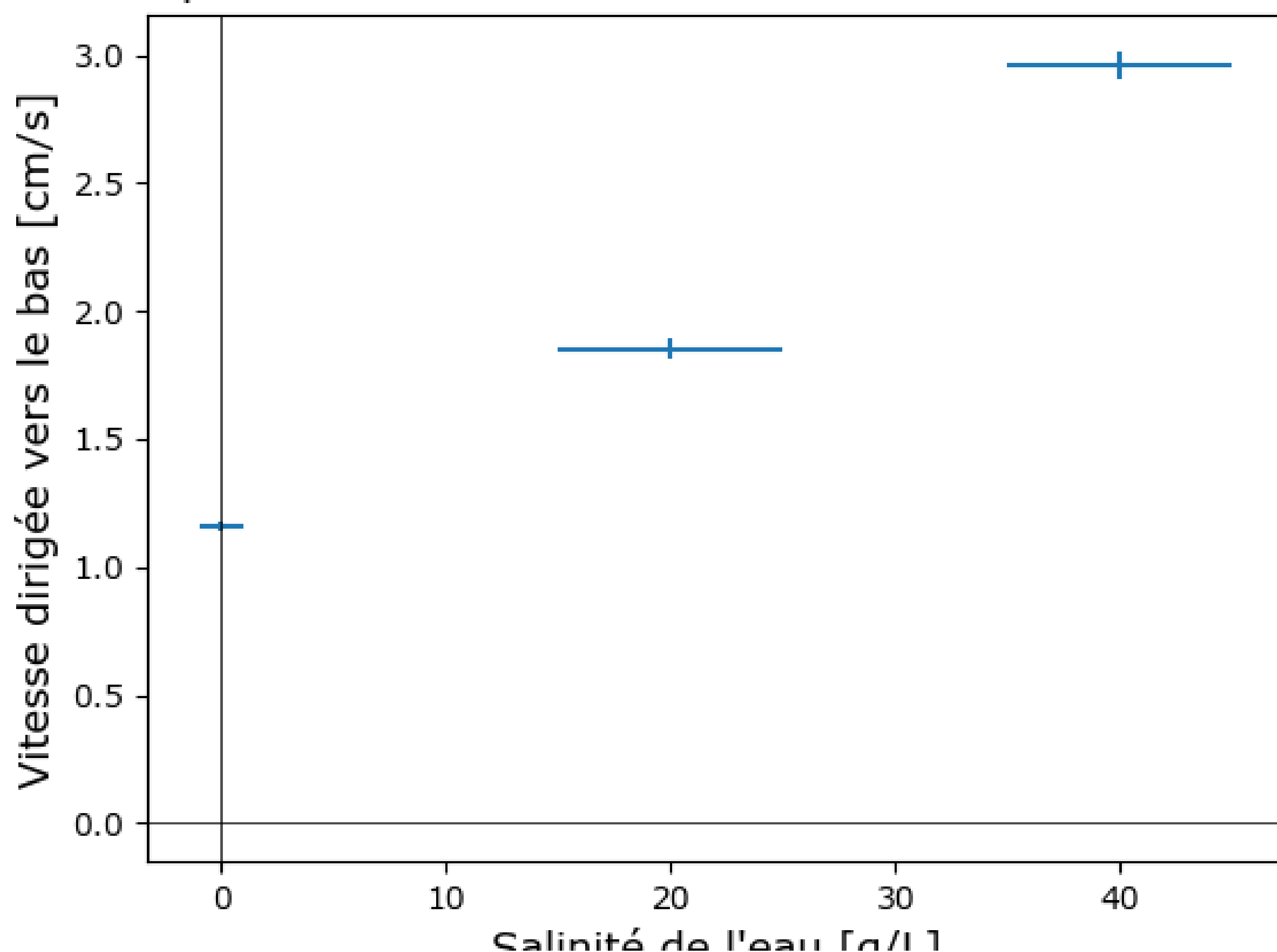
- $T_{\text{eau}} > T_{\text{milieu}} \Rightarrow$  eau remonte
- $T_{\text{eau}} < T_{\text{milieu}} \Rightarrow$  eau descend
- Plus la différence de température est importante, plus la vitesse de déplacement est élevée

Pas de relation linéaire ou exponentielle simple  
Coefficient de corrélation de Pearson:  $r=0.972$   
(Corrélation forte)

Composante verticale de la vitesse en fonction de la température



Composante verticale de la vitesse en fonction de sa salinité



Mesure de la vitesse en fonction de la salinité

Analyse de nos mesures

Nous pouvons constater que dans un même milieu de l'eau salée s'écoule plus rapidement que l'eau douce  $S=40$  g/L (salinité de l'eau de mer)

Conclusions

Nous pouvons conclure que la vitesse de l'eau augmente proportionnellement à sa salinité.

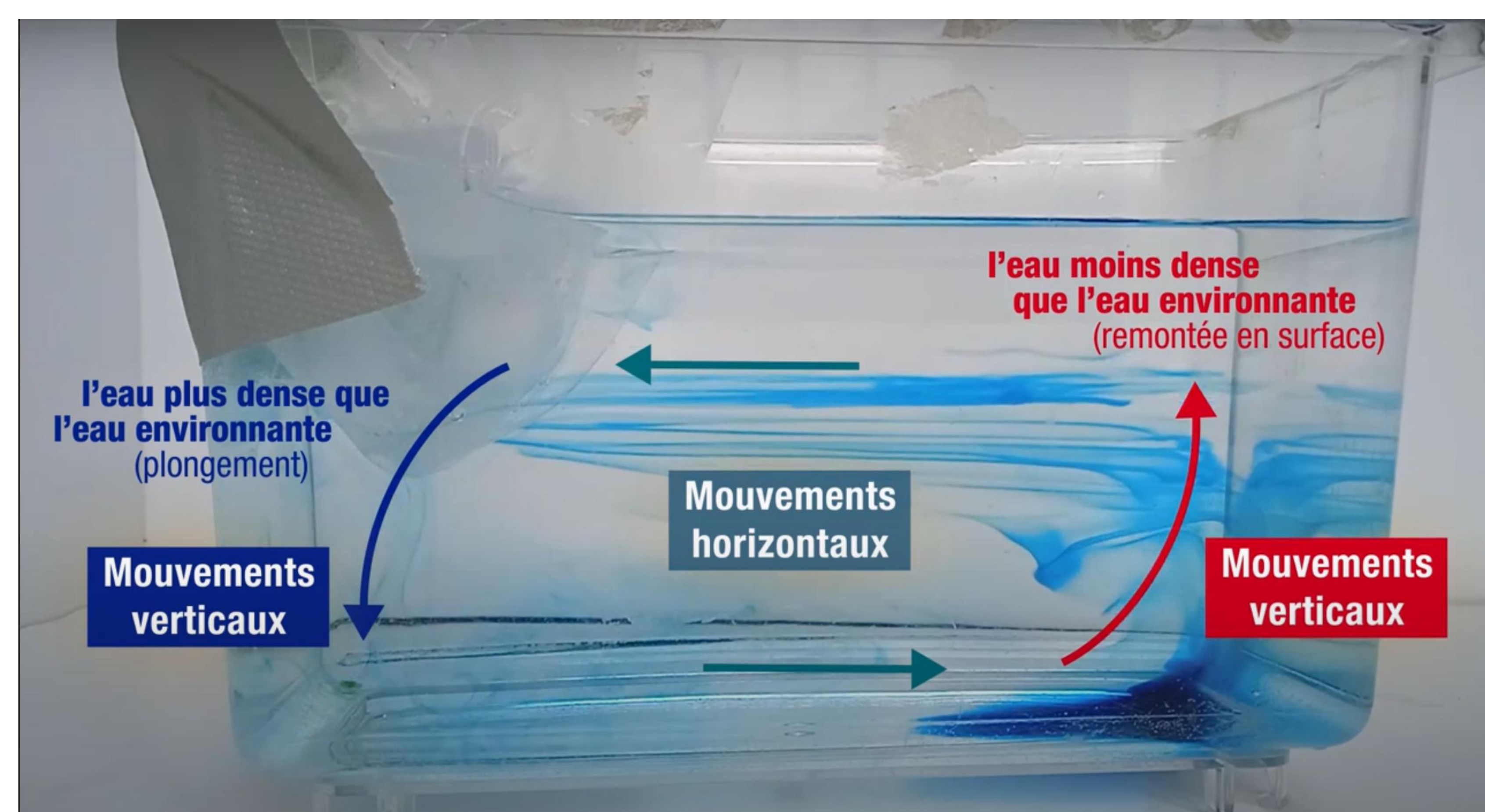
La cellule de convection

Reproduction de la circulation océanique

En appliquant une source de chaleur ou de refroidissement à notre liquide, nous pouvons constater qu'un mouvement cyclique est observable. Ce mouvement est induit par l'influence de la température sur l'écoulement de l'eau.

Référence

European Union. Façonner notre climat : la circulation méridienne de retournement de l'Atlantique, 2023. Consulté le 24 février 2025.  
Jean-Michel Decroly, Frank Pattyn, Pierre Regnier. ENVI-F101, 2023-2024  
Office for Climate Education. Expérience analogique : la circulation thermo-haline, 2024. Consulté le 15 mars 2025  
TEOS-10. The International Thermodynamic Equation of Seawater – 2010 (TEOS-10), 2010. Consulté le 24 février 2025  
Wikipédia. Loi d'Arrhéus, 17/09/2023. Consulté le 10 mars 2025



@Office for Climate Education, <https://www.youtube.com/watch?v=Q58H07FwdB8>