

# Cycle de "formation pour tous" en Océanographie : exposé 2

## Cycle de "formation pour tous" en Océanographie : exposé 2 - A

### Description des Océans

- Océan Austral où Antarctique

- Océan Atlantique

- Océan Indien

- Océan Pacifique

### Dynamique de l'océan à d'autres échelles de temps et d'espace

- Circulation à mésoéchelle

- Interactions Océan/atmosphère à longues échelles des temps

  - NAO : Oscillation Nord-Atlantique

  - Oscillation atlantique multidécennale

- «Autovariation » du système Océan/Atmosphère

## Cycle de "formation pour tous" en Océanographie : exposé 2 – B

### Biologie et écologie des Océans - partie 1

- Le paradoxe de la diversité biologique dans l'océan

- Pelagos et benthos

  - Plancton et necton

  - Diversité biologique du plancton

    - Phytoplancton ou Plancton "végétal "

    - Zooplancton ou plancton animal

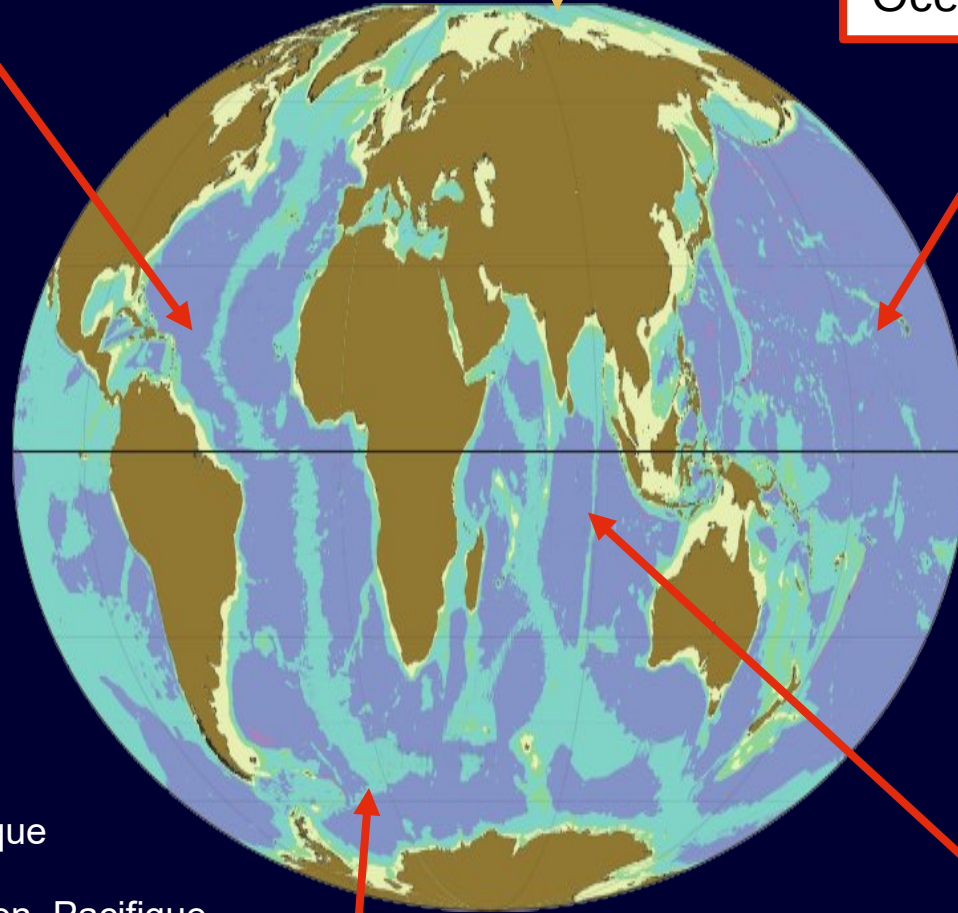
- Quelques aspects généraux du fonctionnement du domaine pélagique

# Description des Océans

Océan Atlantique

Océan Arctique

Océan Pacifique



Océan Indien

Océan Austral

Combien d'océans ?

1 : L'océan mondial

3 : Atlantique, Indien, Pacifique

4 : Atlantique, Austral, Indien, Pacifique

5 : Atlantique, Arctique, Austral, Indien, Pacifique

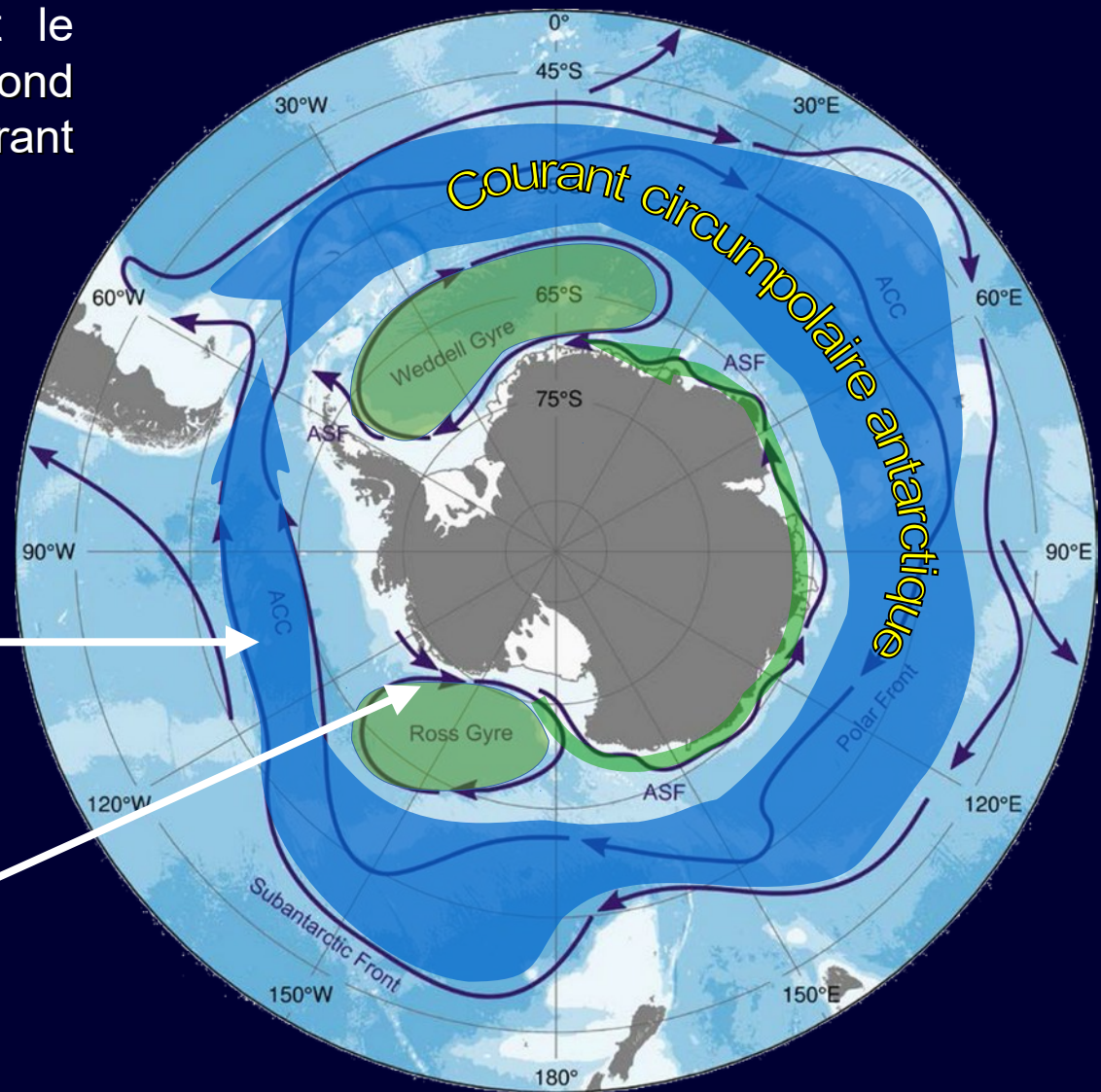
Océan Austral/Antarctique

# Océan Austral/Antarctique

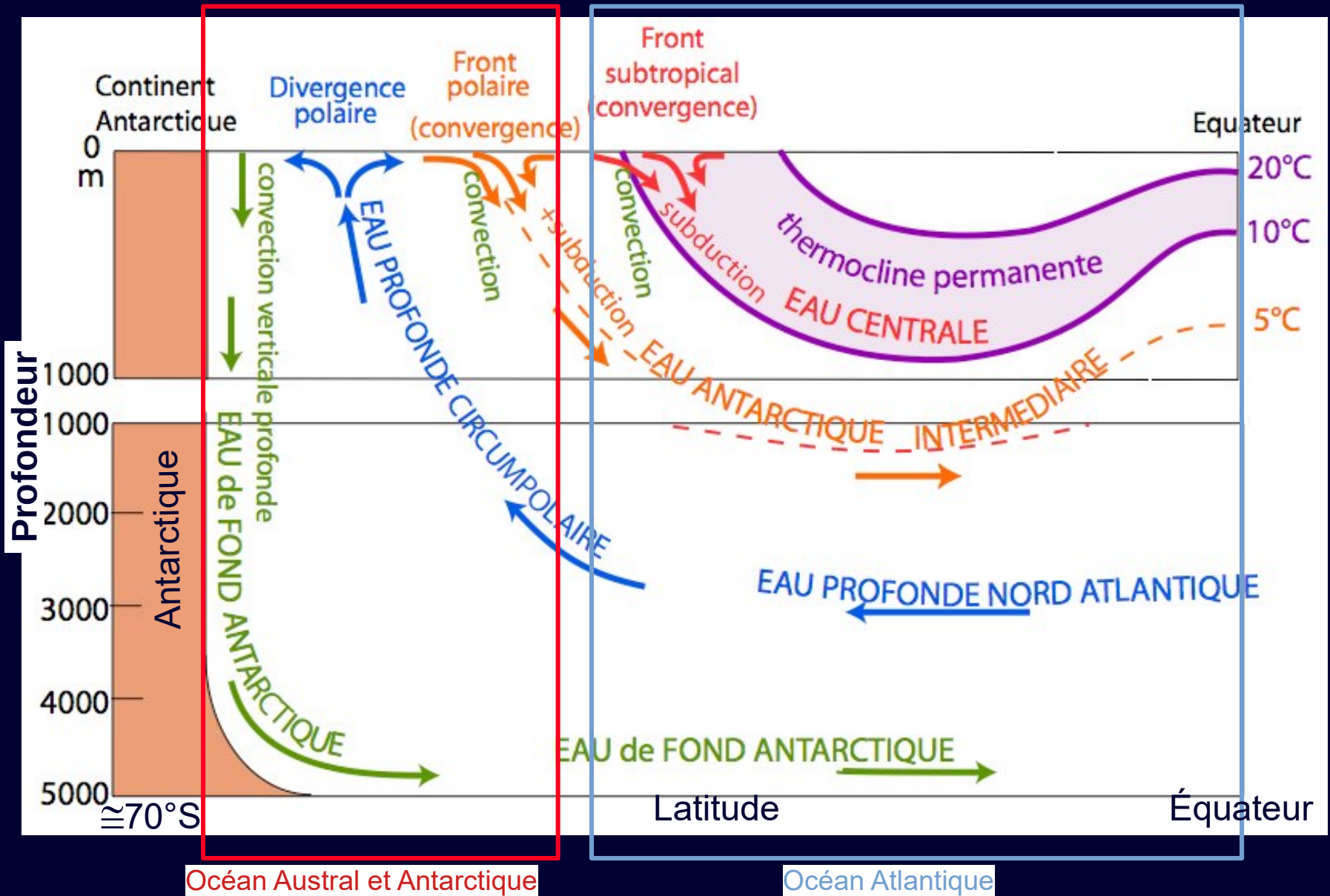
Océan austral : Océan baignant le continent antarctique. Il correspond aux eaux parcourues par le courant circumpolaire antarctique.

Le courant circumpolaire antarctique transporte d'Ouest en Est plus de 140 millions de mètres cubes d'eau par seconde (140 Sv).

Sur la côte du continent, un courant est → ouest et des gyres (« tourbillons »)

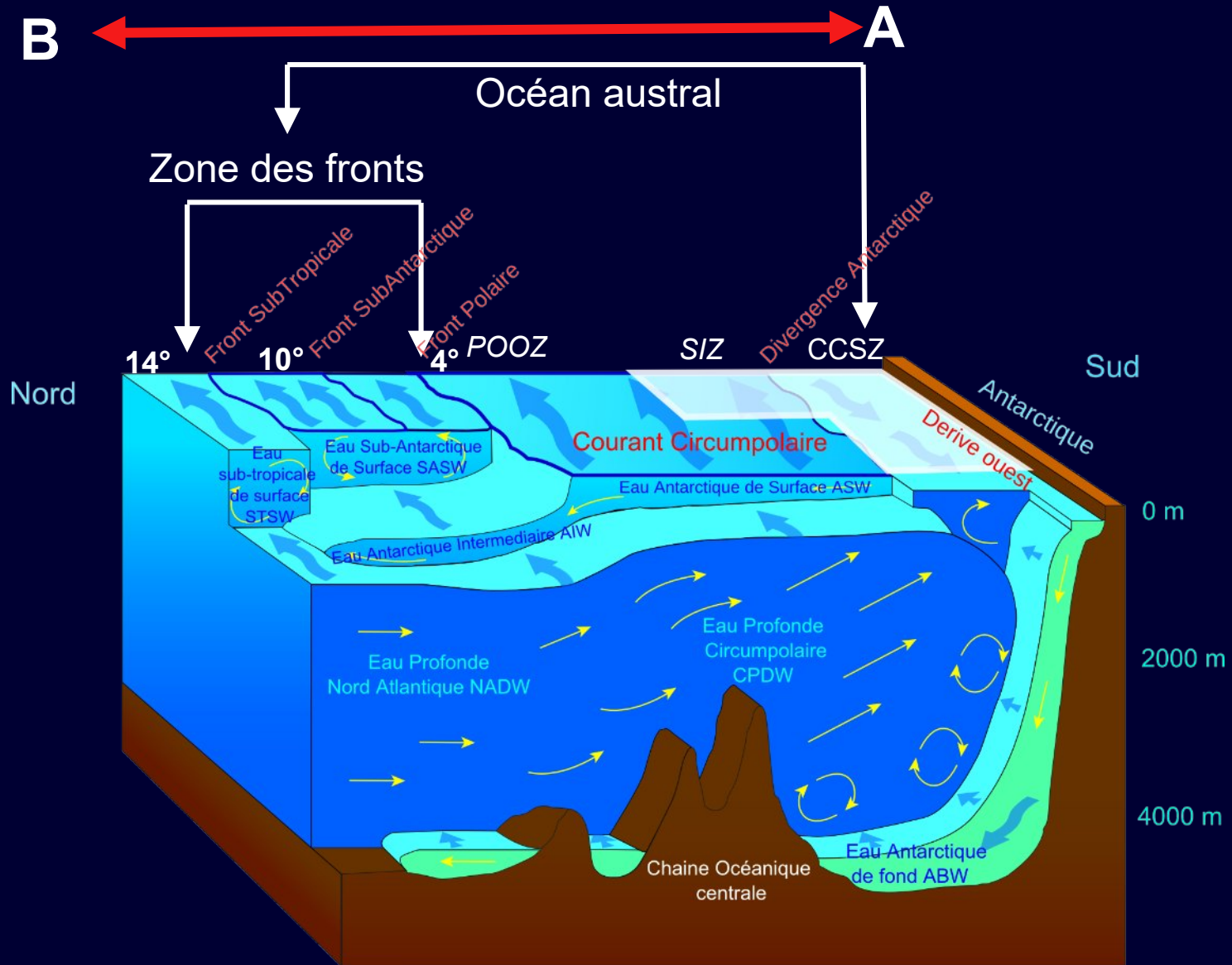


# Océan Austral et Antarctique, masses d'eau de l'hémisphère sud



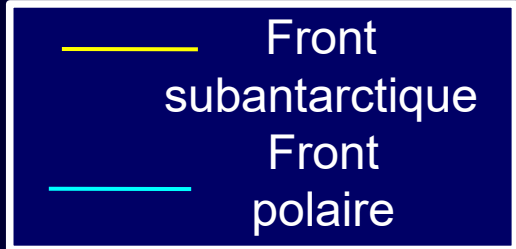
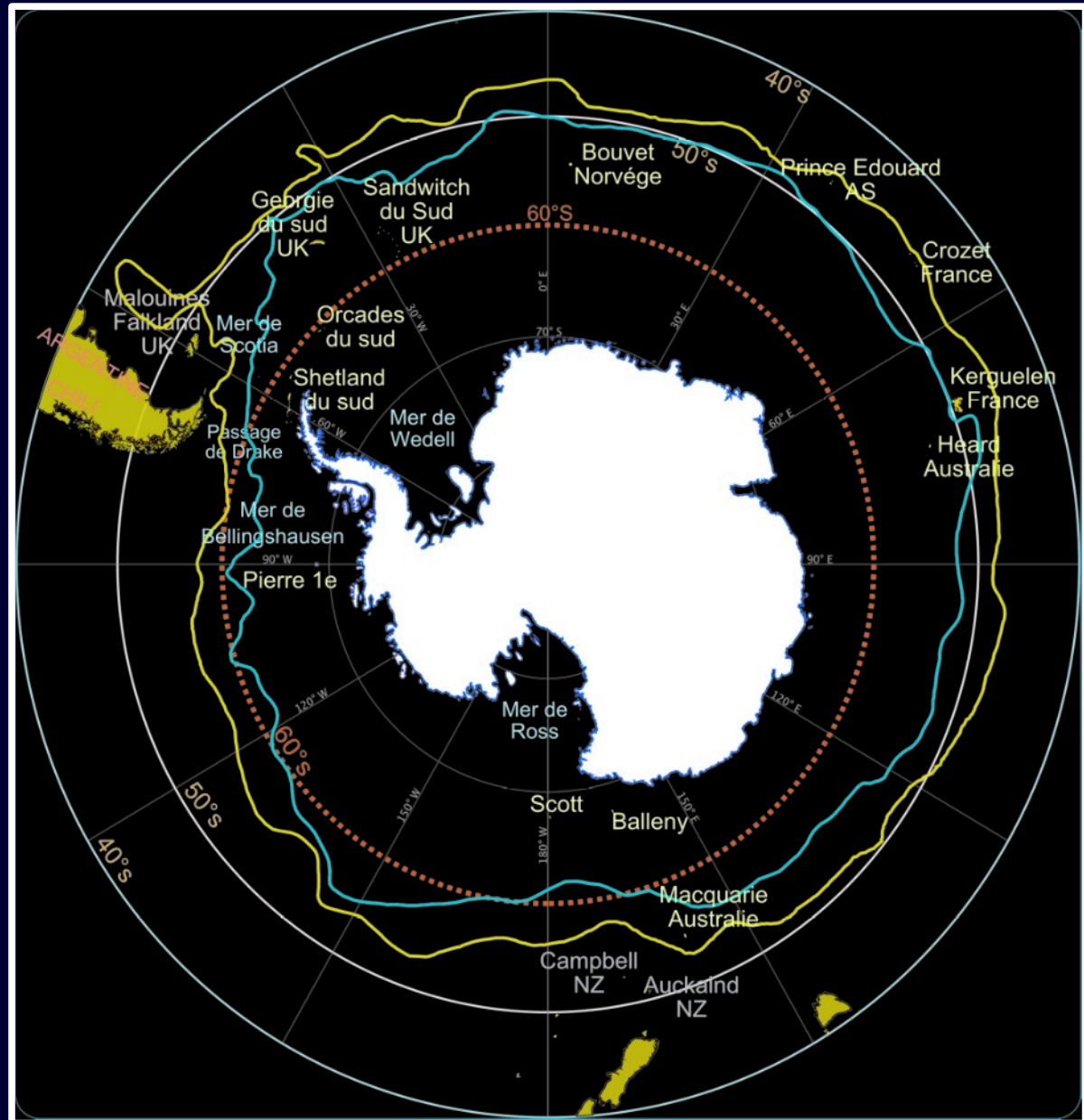
Différentes masses d'eau de l'hémisphère sud

# Océan Austral/Antarctique, hydrologie

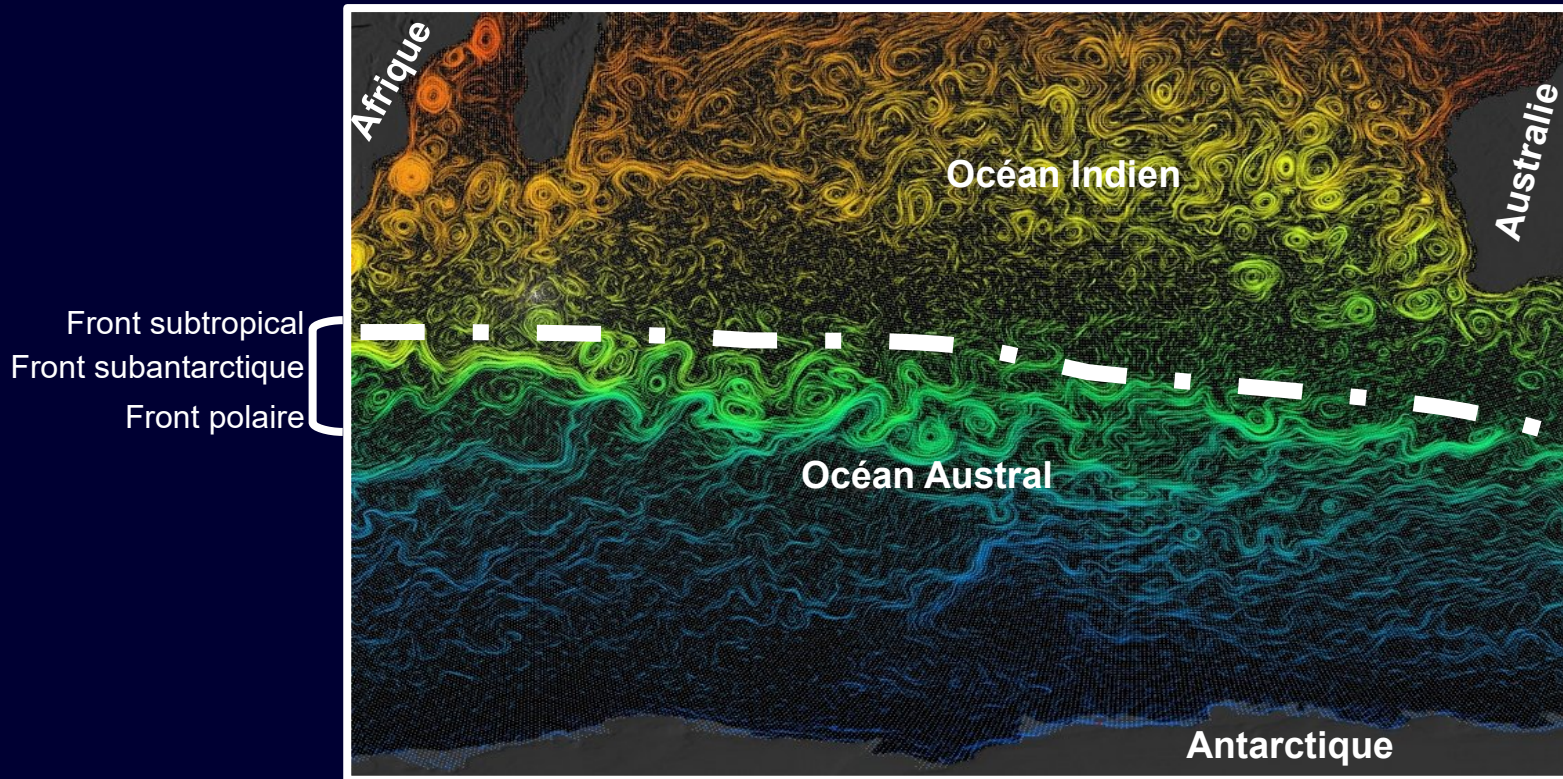


POOZ : permanently open ocean zone, SIZ : seasonal ice zone, CCSZ : coastal and continental shelf zone

# Océan Austral/Antarctique, fronts océaniques



# Limite nord « turbulente »





# Océan Austral/Antarctique

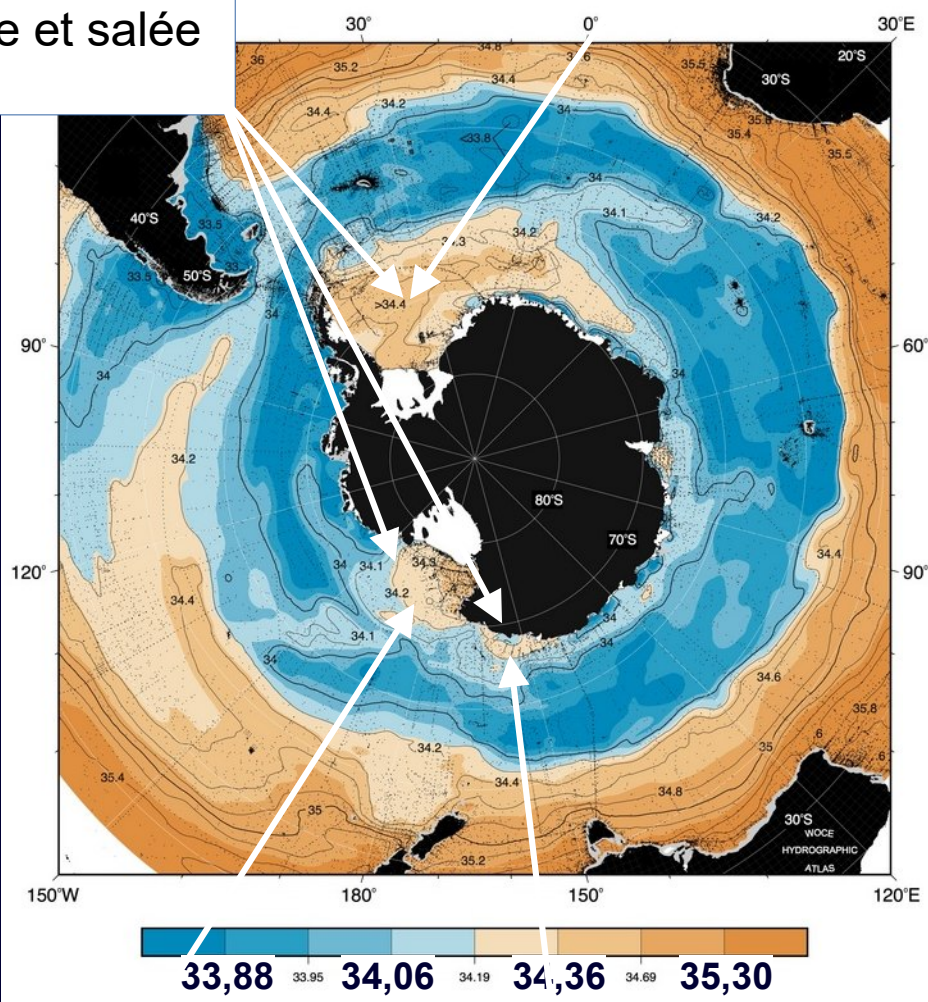
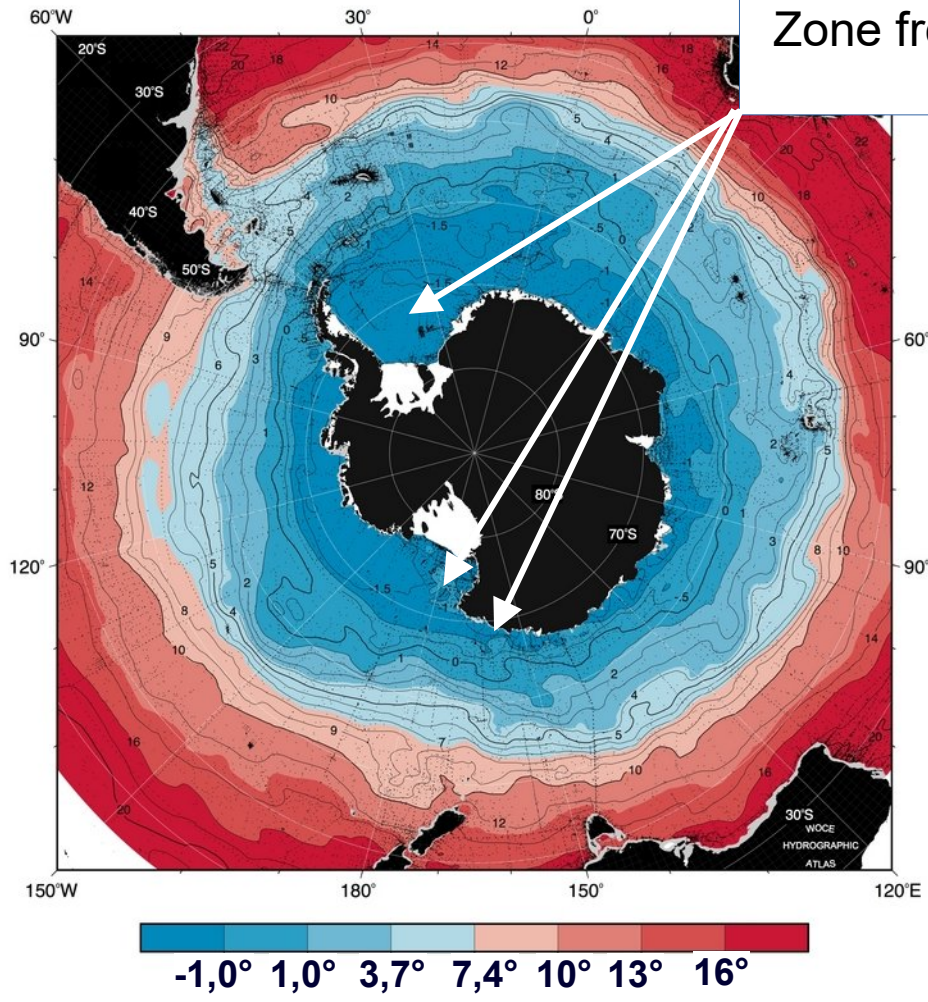
Z = 50 m

Température potentielle

Salinité

Mer de Wedell

Zone froide et salée



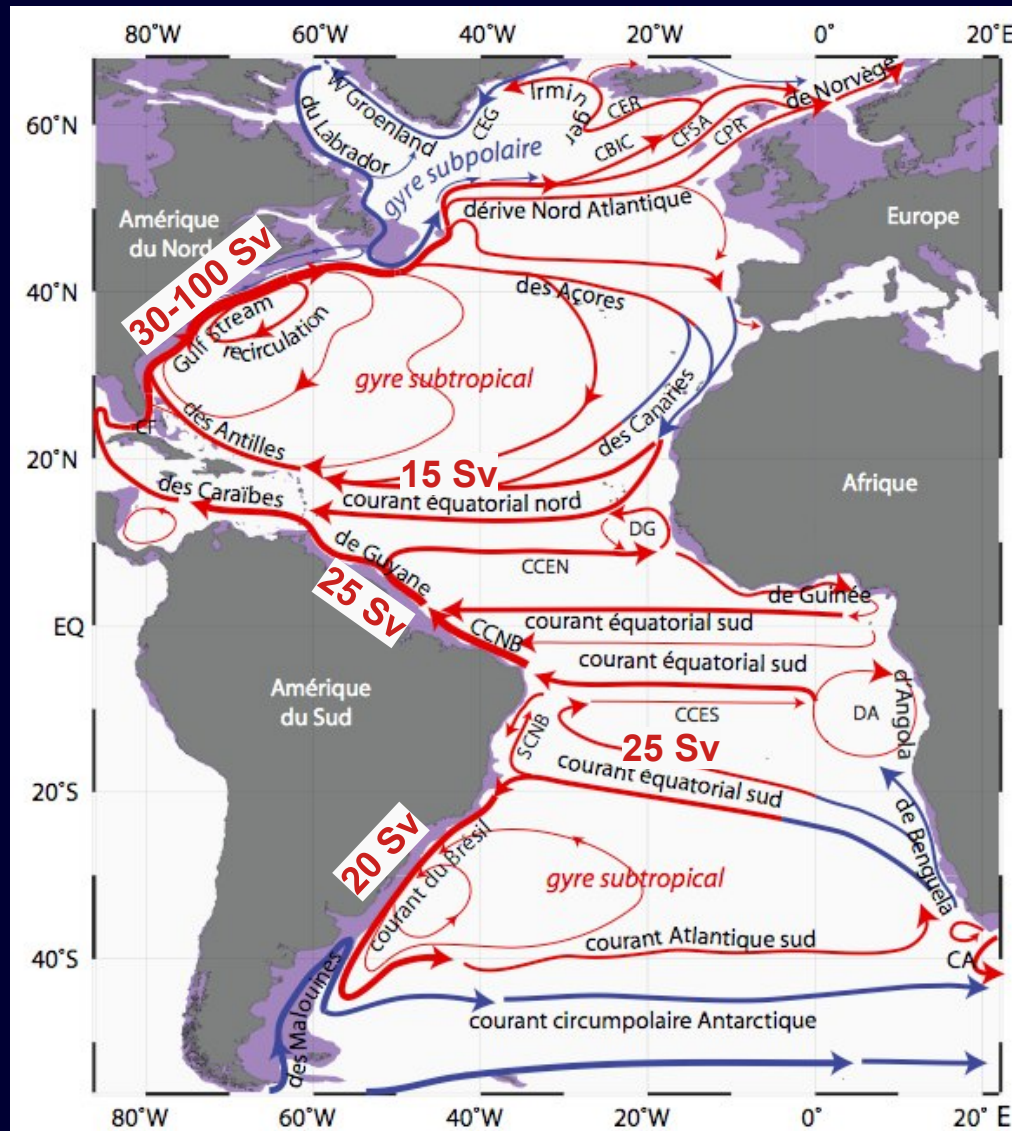
Mer de Ross

Terre Adélie

Océan Atlantique



# Océan Atlantique : circulation générale

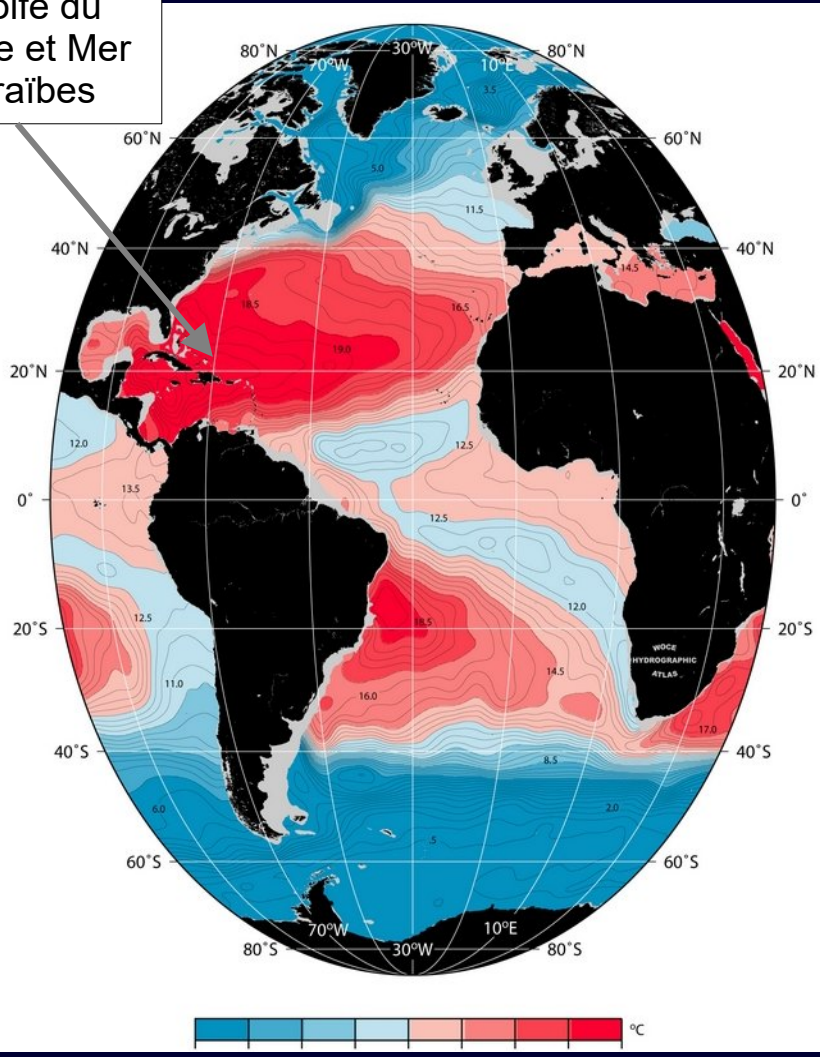


CCEN et CCES Contre Courant Équatorial Nord et Sud, CBIC Courant du bassin d'Island Central, CFSA Courant du Font SubArctique, DG dôme de Guinée, DA dôme d'Angola, CA Courant des Aiguilles, SNCB Sous-Courant Nord Bresi, CCNB Courant Côtier Nord Brésilien.

# Océan Atlantique, températures à 200 et 1000m

## Température potentielle à 200m

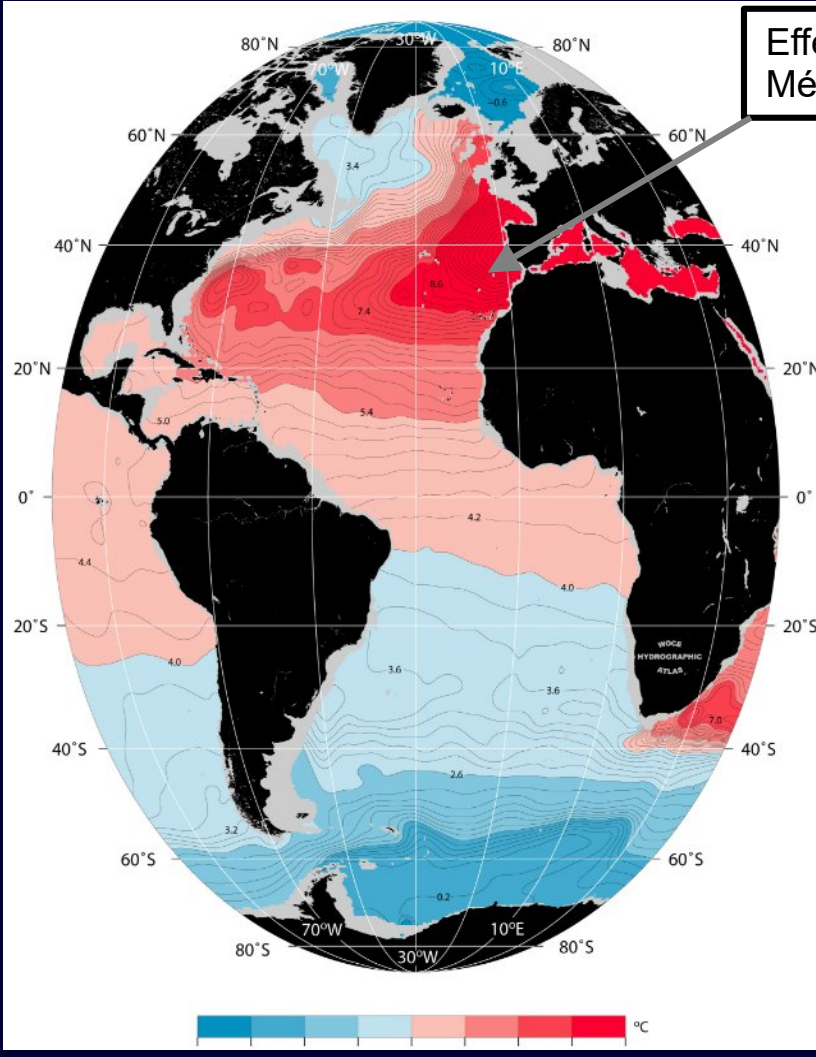
Effet Golfe du Mexique et Mer des Caraïbes



6,5° 10,5° 14,5° 18,5°

## Température potentielle à 1000m

Effet de la Mer Méditerranée

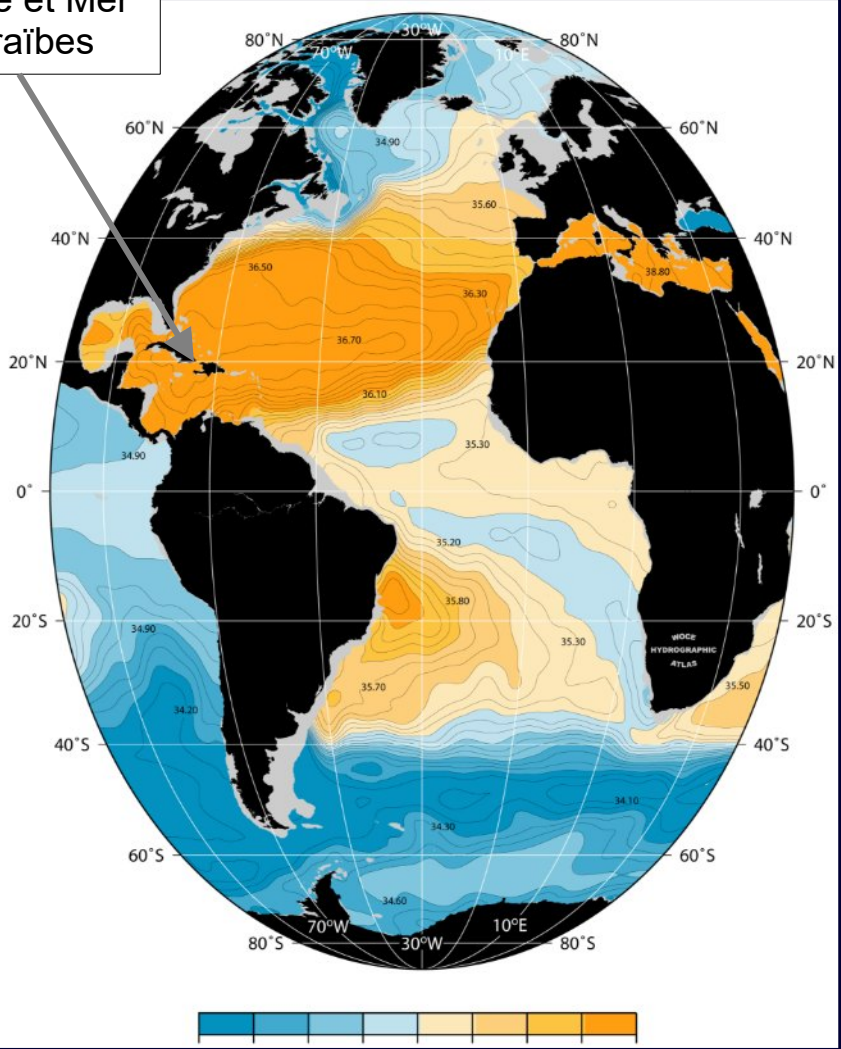


-0,2° 2,6° 5,4° 8,2°

# Océan Atlantique, salinités à 200 et 1000m

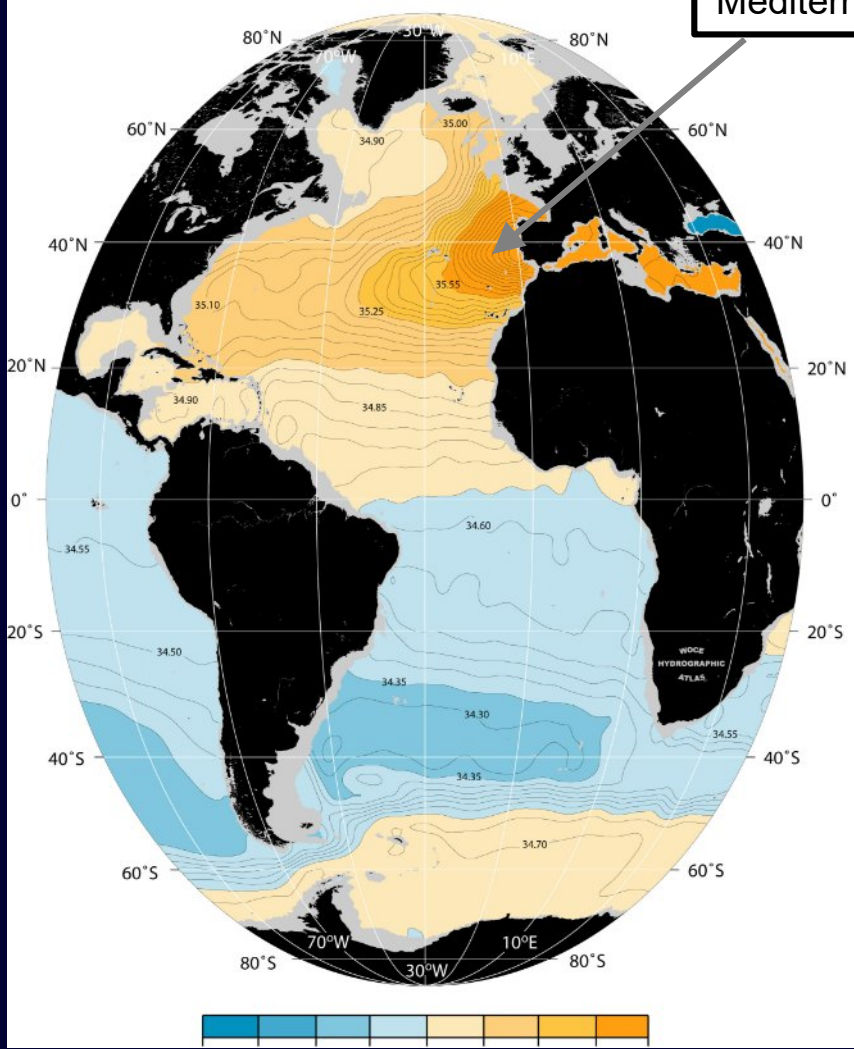
## Salinité à 200m

Effet Golfe du Mexique et Mer des Caraïbes

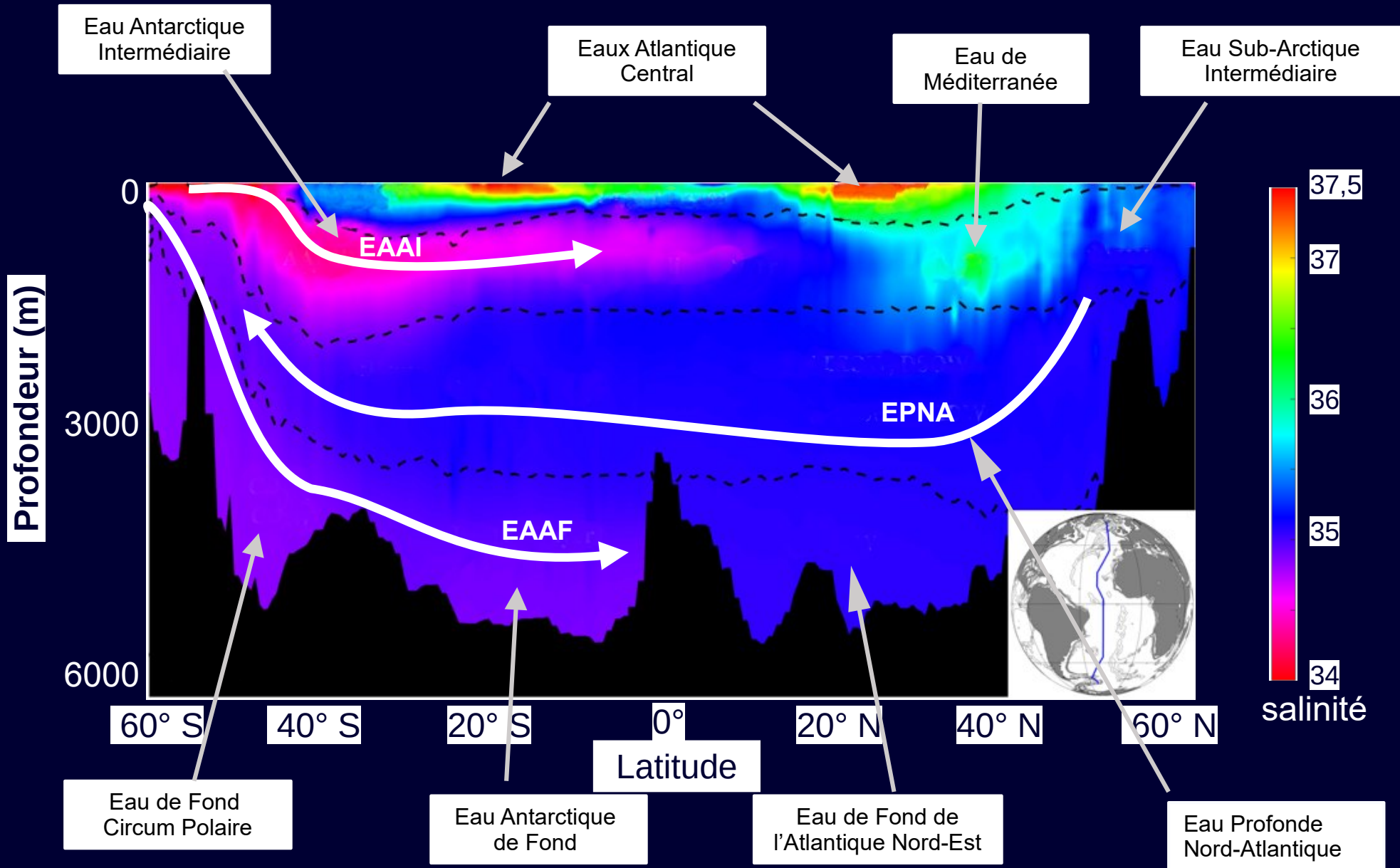


## Salinité à 1000m

Effet de la Mer Méditerranée



# Diagramme des salinités des masses d'eaux de l'Atlantique

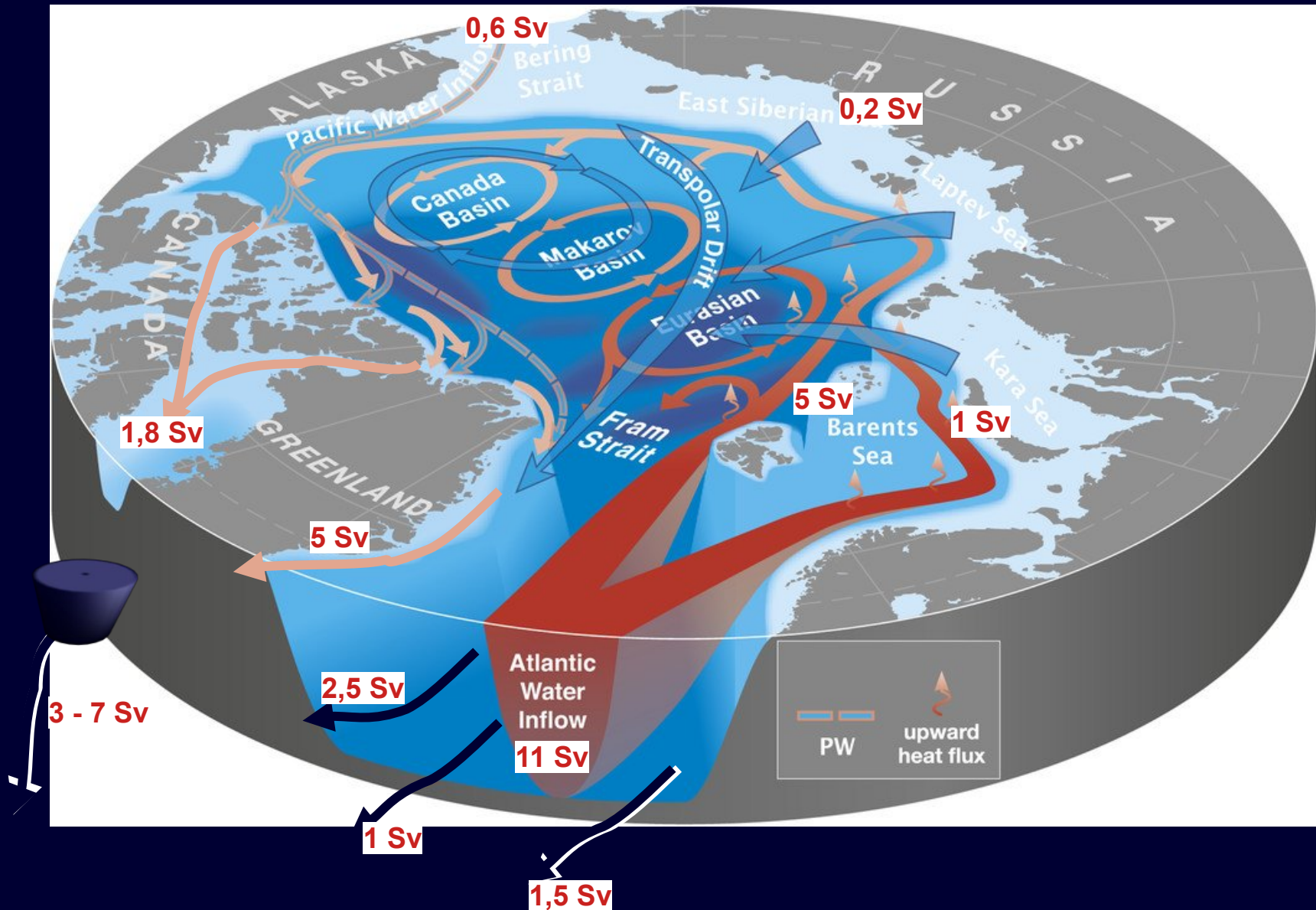


Océan Arctique ou méditerranée arctique ??





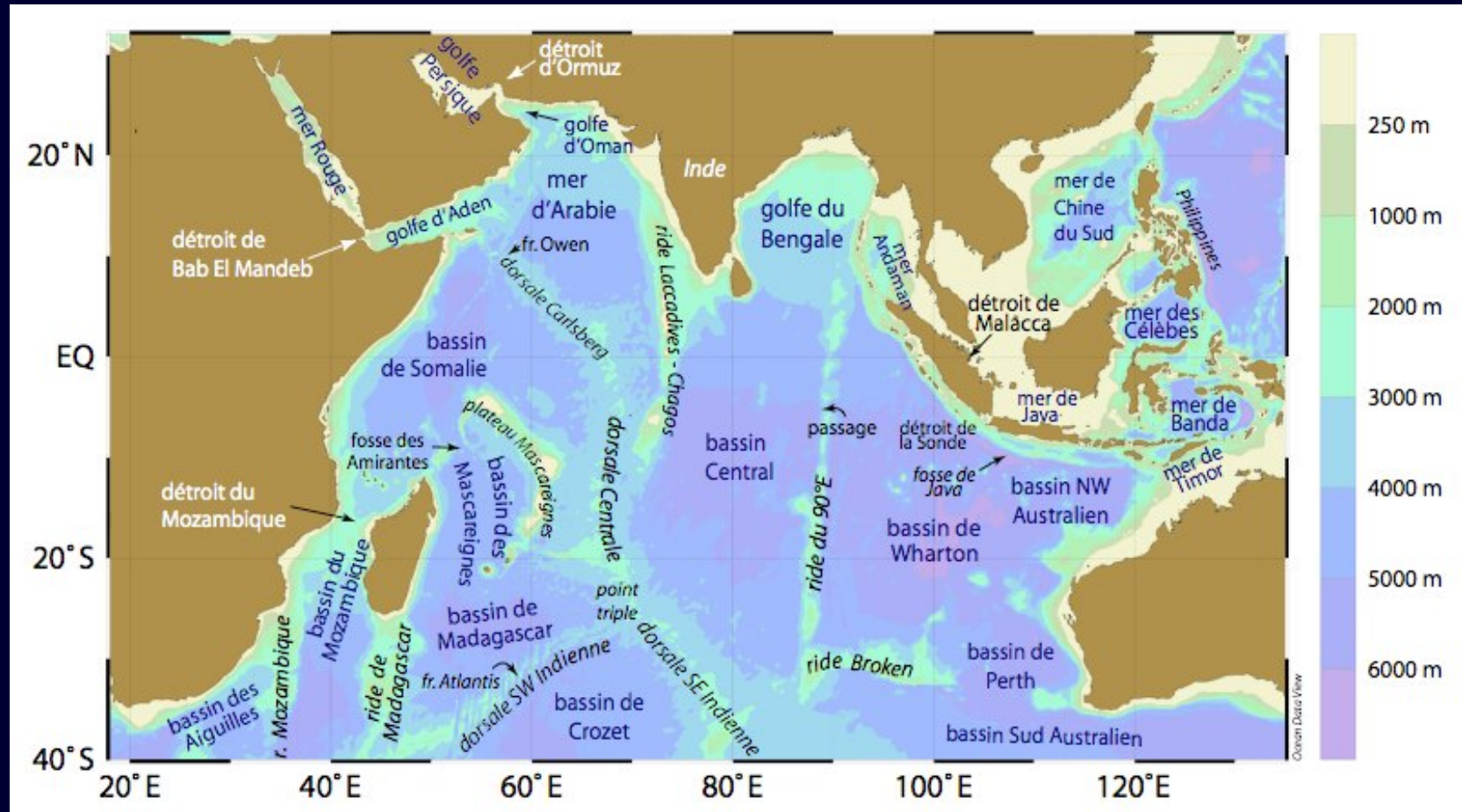
# Océan Arctique ou méditerranée arctique ?? circulation océanique



Carmack, E. et al. Toward Quantifying the Increasing Role of Oceanic Heat in Sea Ice Loss in the New Arctic. Bulletin of the American Meteorological Society 96 (2015).

Océan Indien

# Océan Indien



Un océan fermé au nord par l'Eurasie avec un cloisonnement en de nombreux bassins profonds.

# Océan Indien

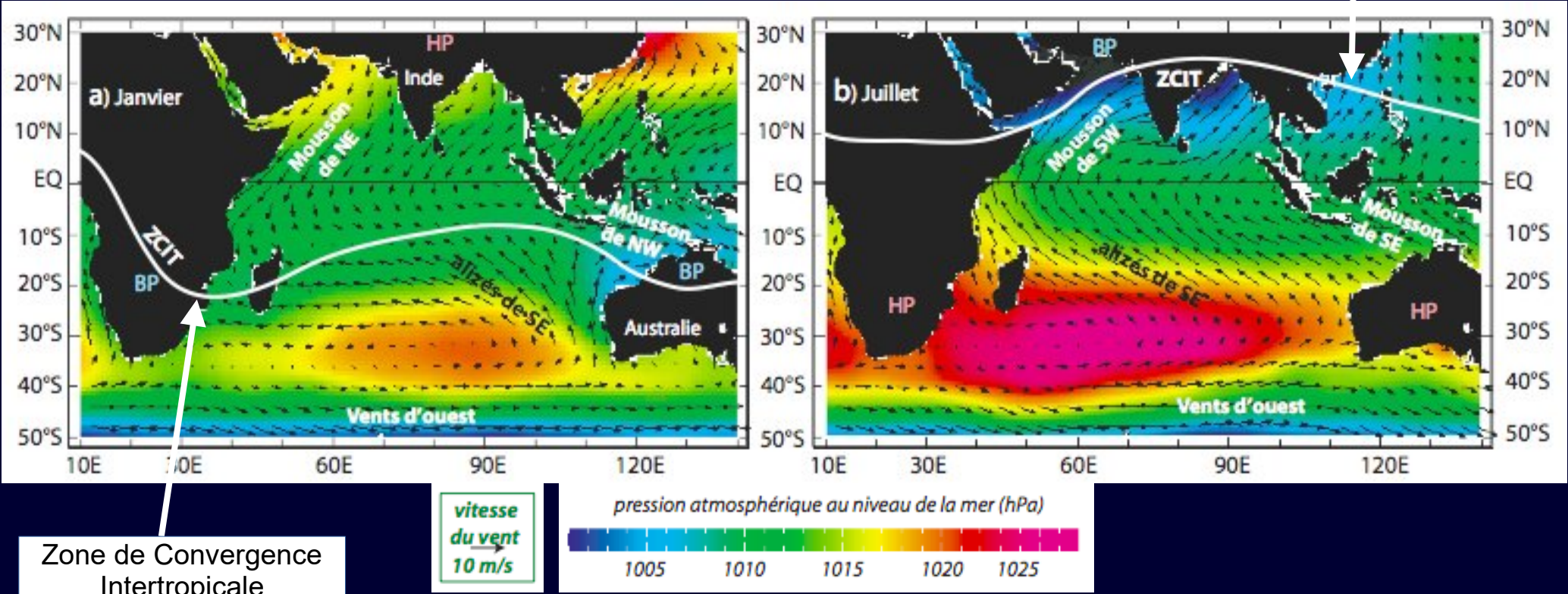
## une grande variabilité saisonnière : le régime des moussons

### Situation atmosphérique

Janvier

Juillet

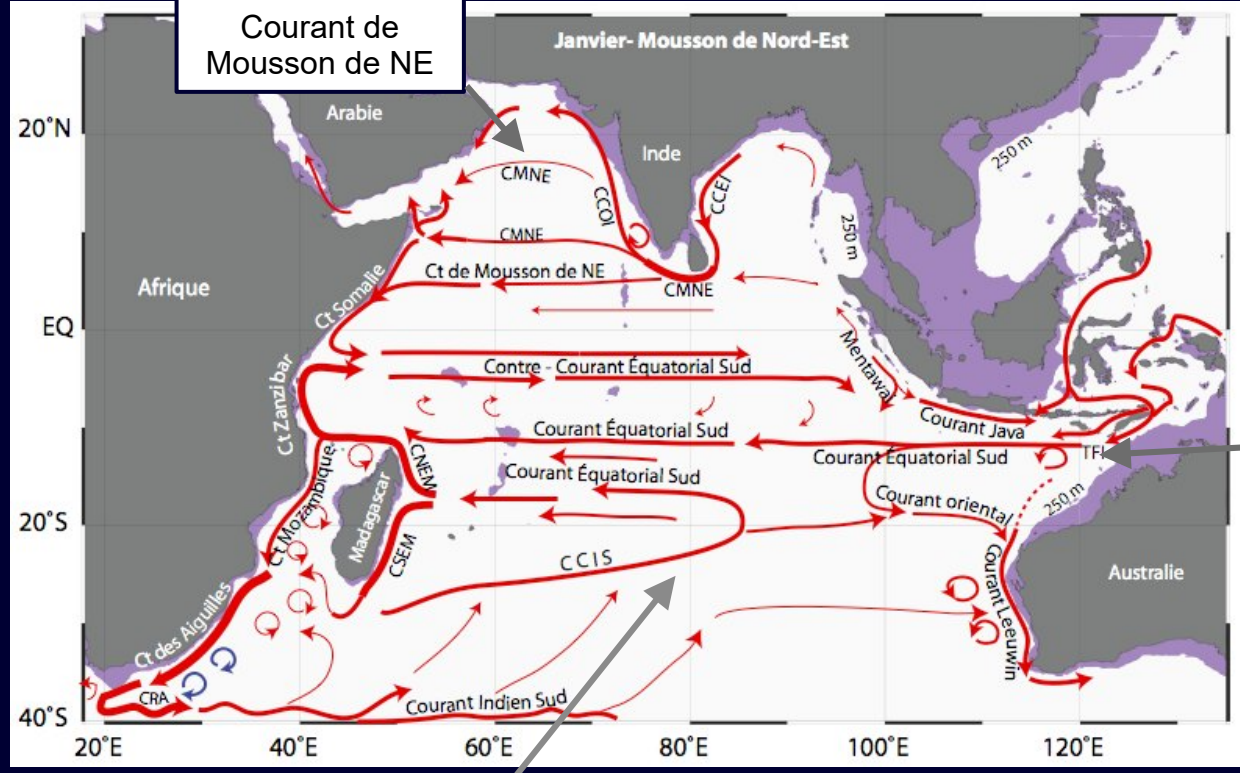
Zone de Convergence Intertropicale



Zone de Convergence Intertropicale

Vents moyens et pressions atmosphériques (a) en janvier, (b) en juillet.

# Océan Indien : Principaux courants



« Throughflow »  
Indonésien

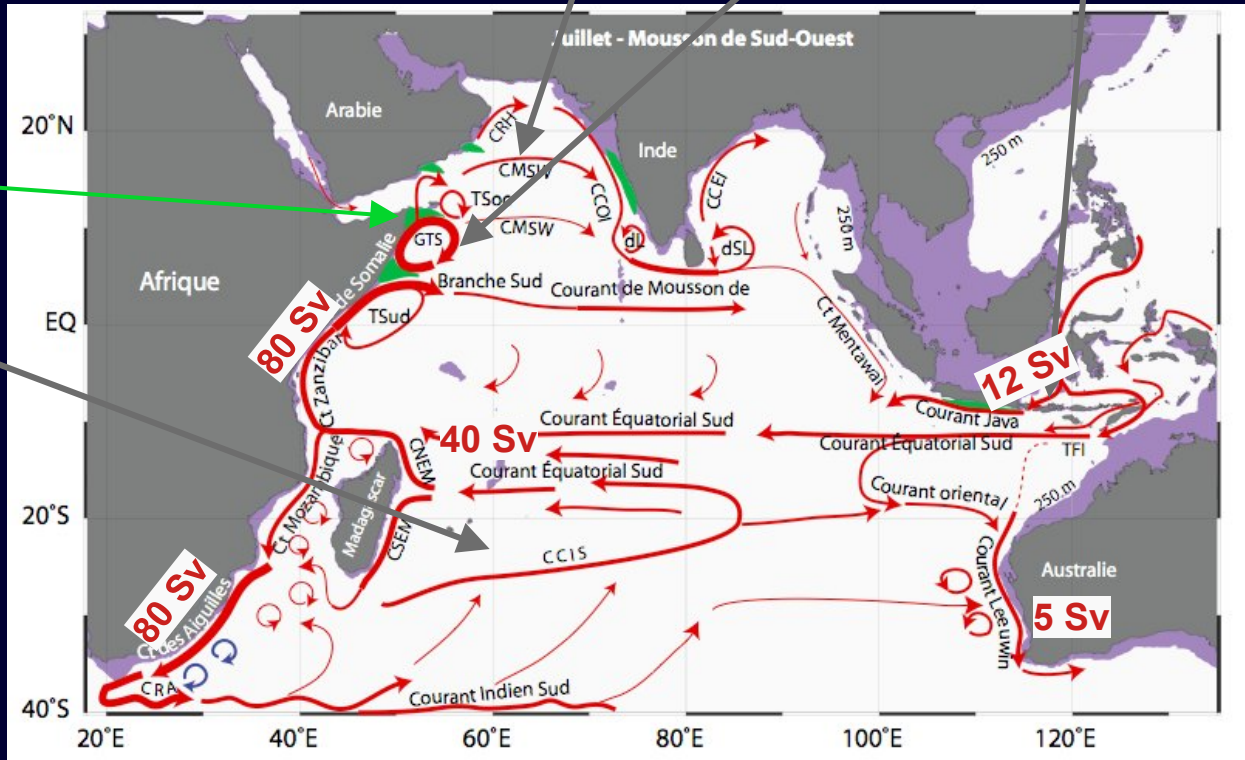
Courant de  
Mousson de SW

Grand tourbillon  
de Somalie

Zone  
d'Upwelling

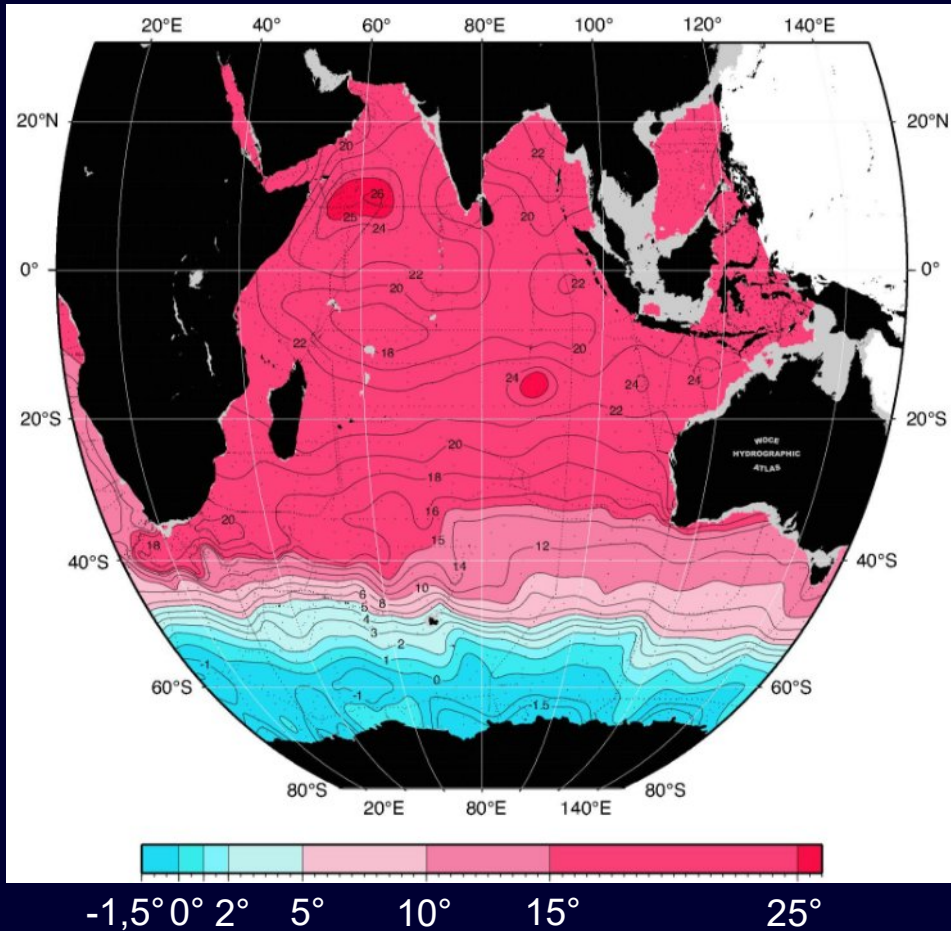
Contre-Courant  
Subtropical du Sud

Un très fort contraste  
saisonnier dû aux moussons

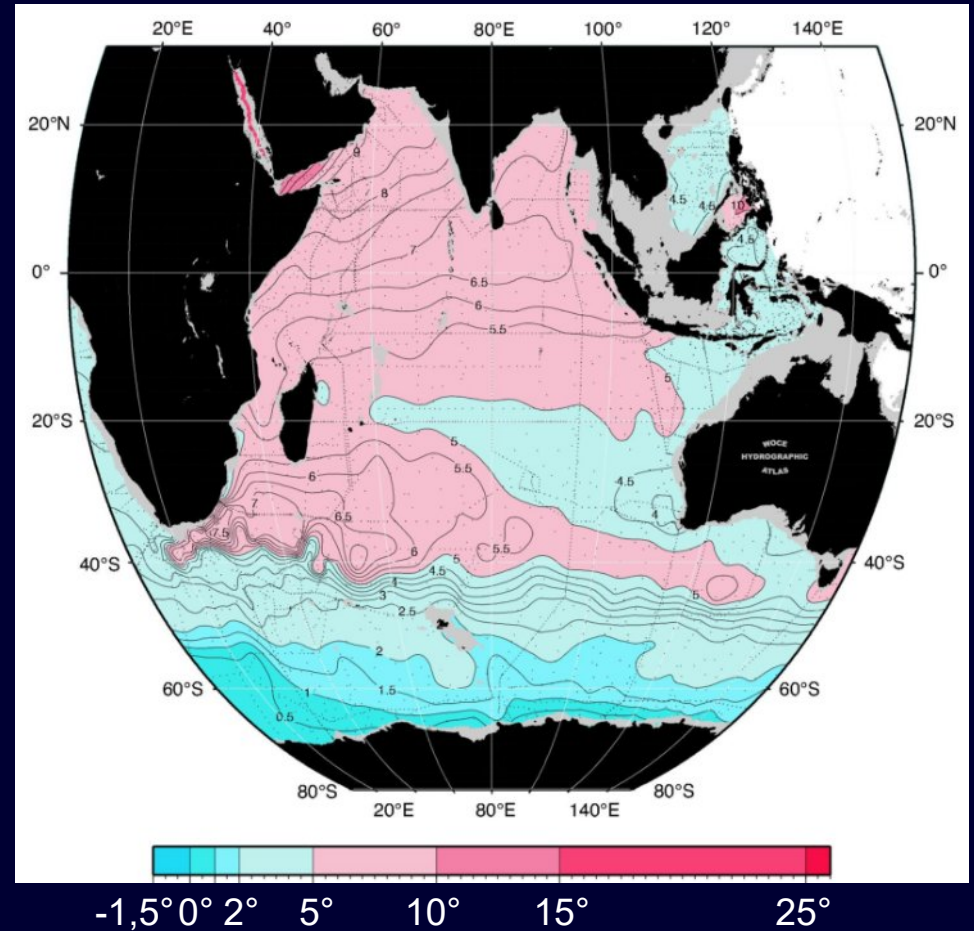


# Océan Indien, températures

## Température potentielle à 100m

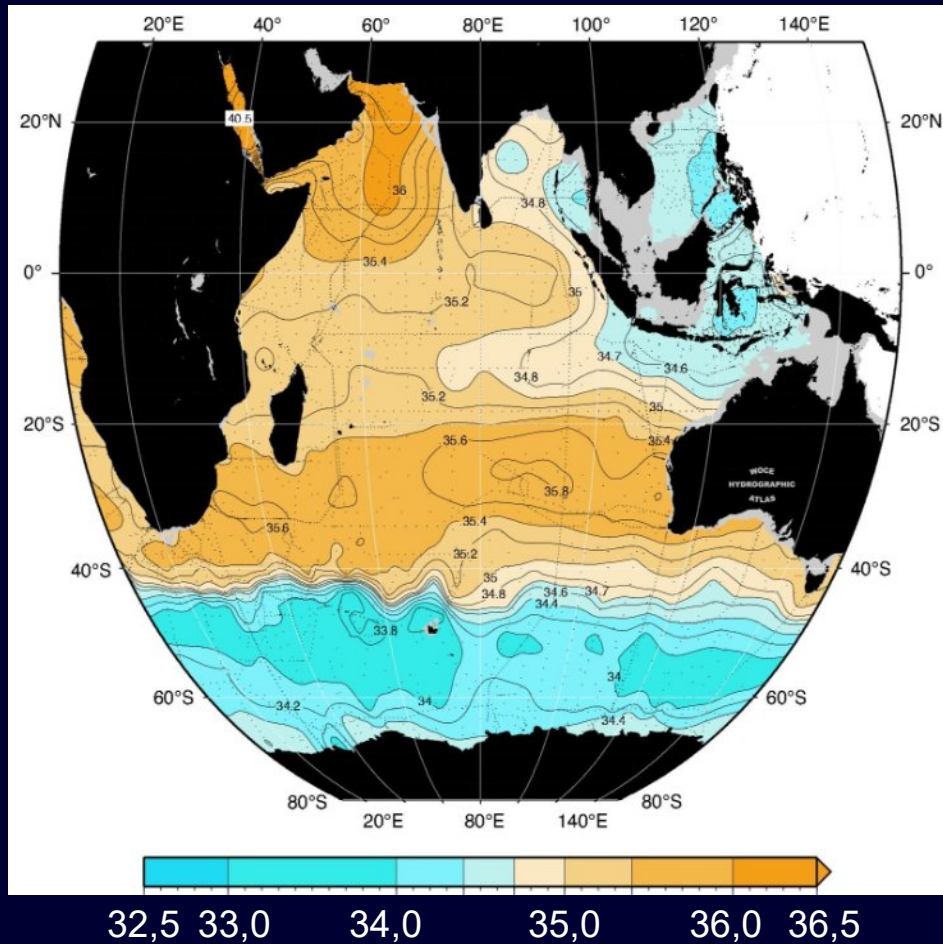


## Température potentielle à 1000m

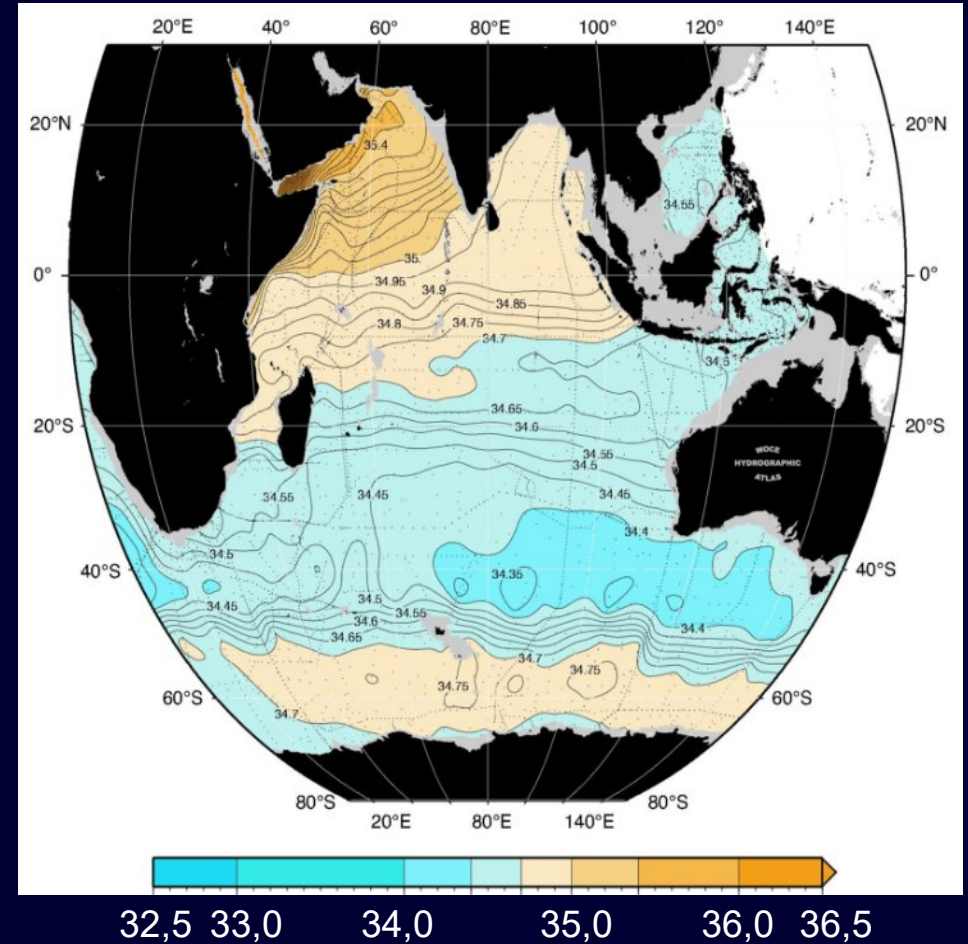


# Océan Indien, salinité

## Salinité à 100m



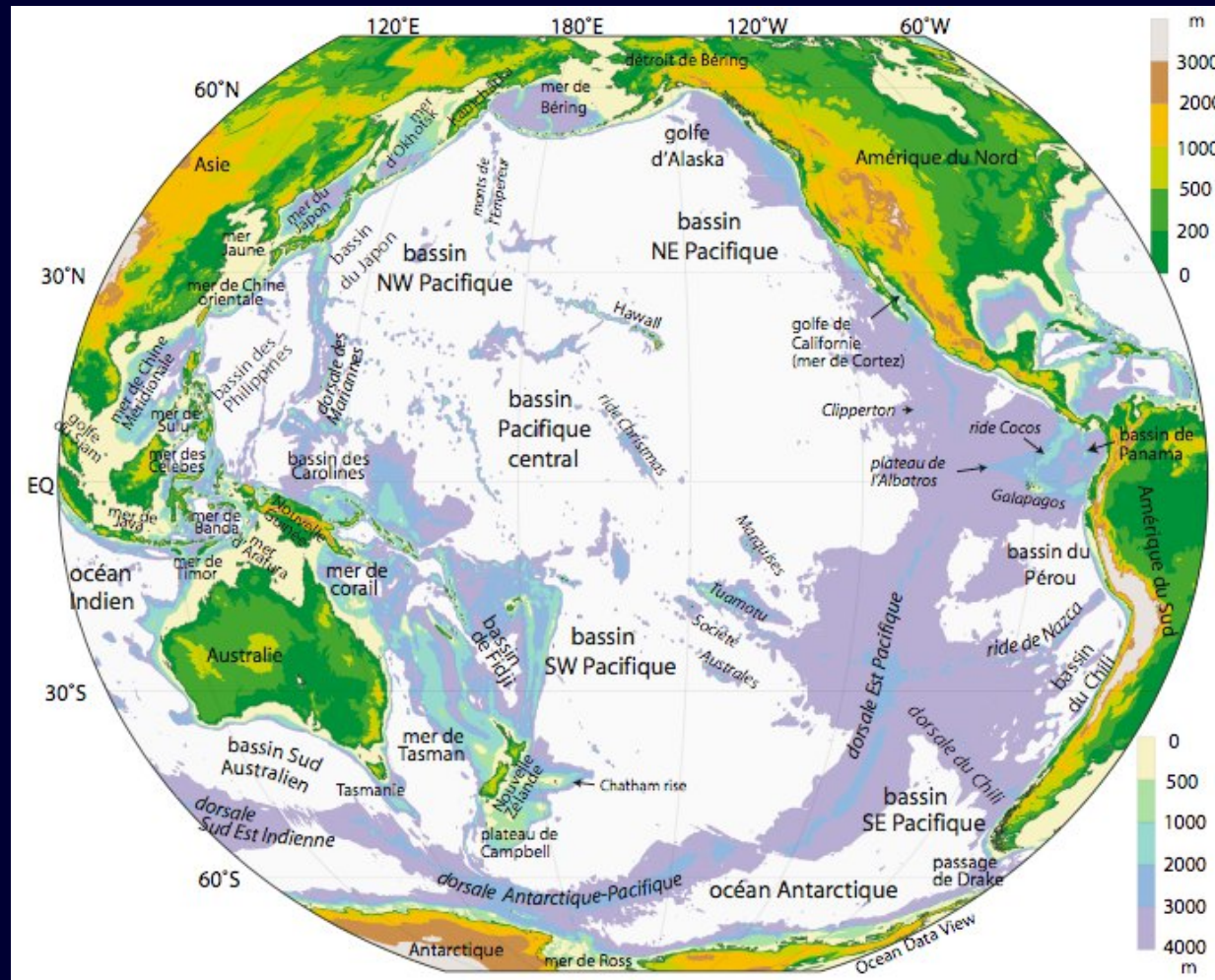
## Salinité à 1000m





Océan Pacifique

# Océan Pacifique

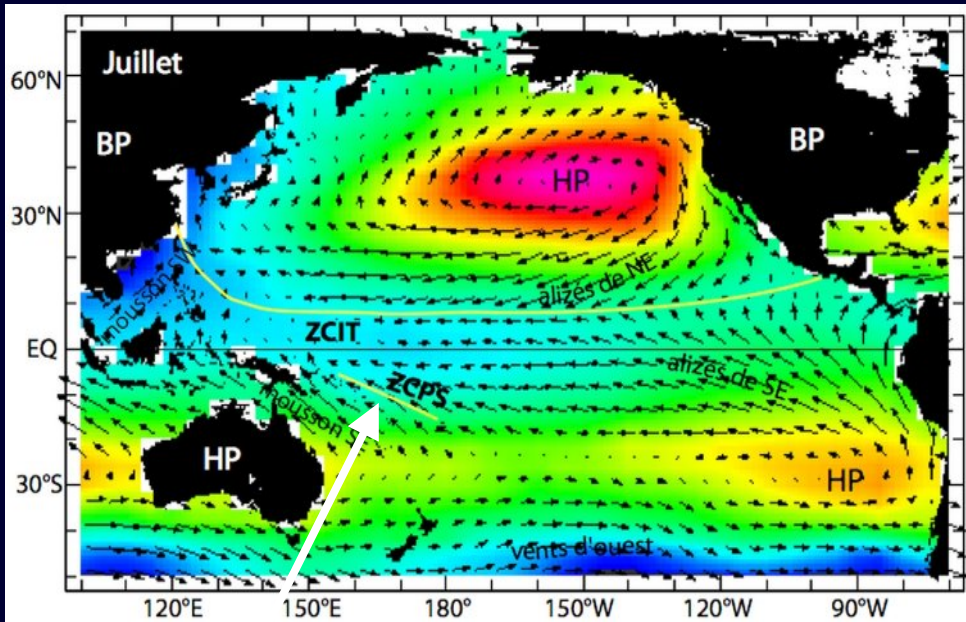


## Bathymétrie de l'océan Pacifique

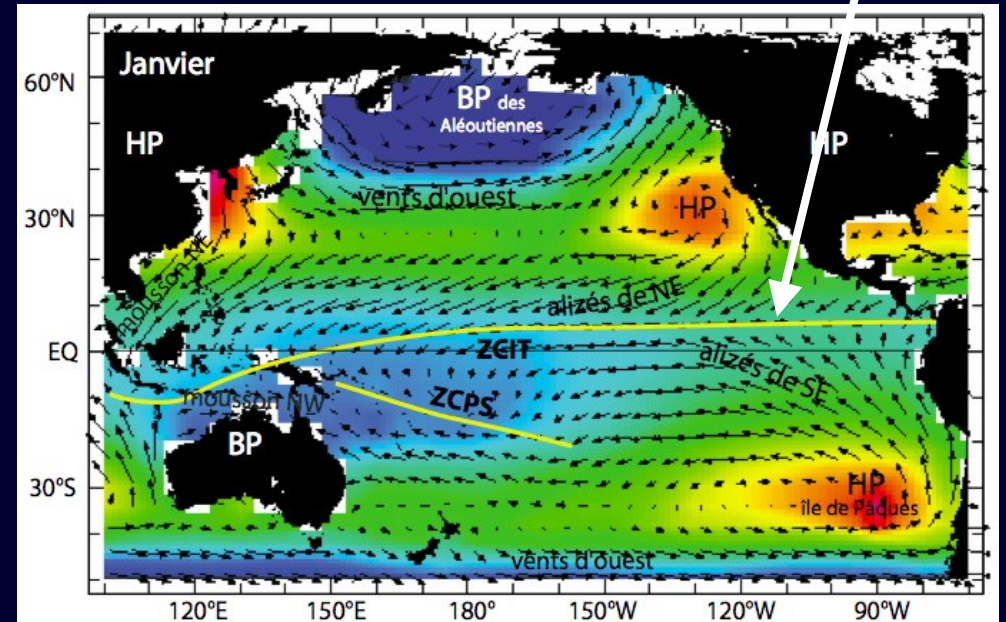
En blanc Z > 4000m

# Océan Pacifique

Janvier



Juillet



Zone de Convergence Intertropicale

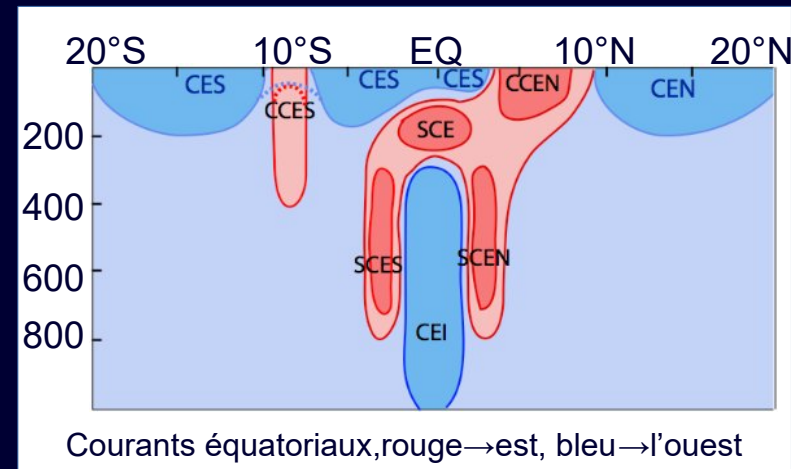
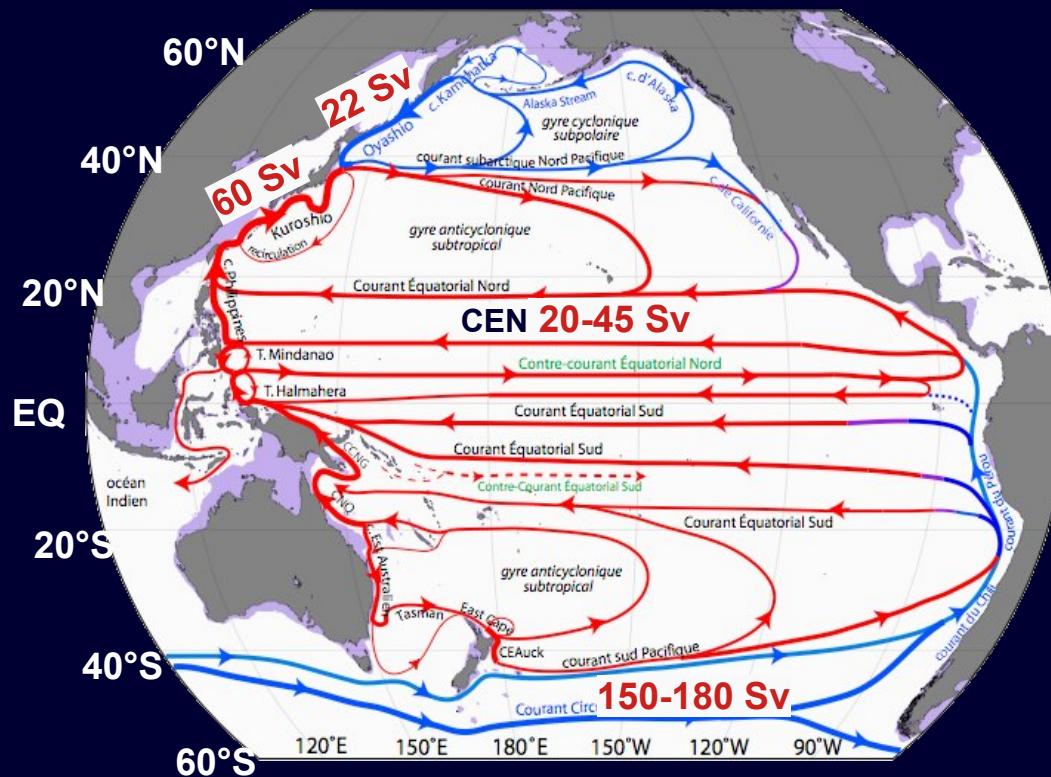
Zone de Convergence Pacifique Sud

Pression atmosphérique au niveau de la mer (mbar)



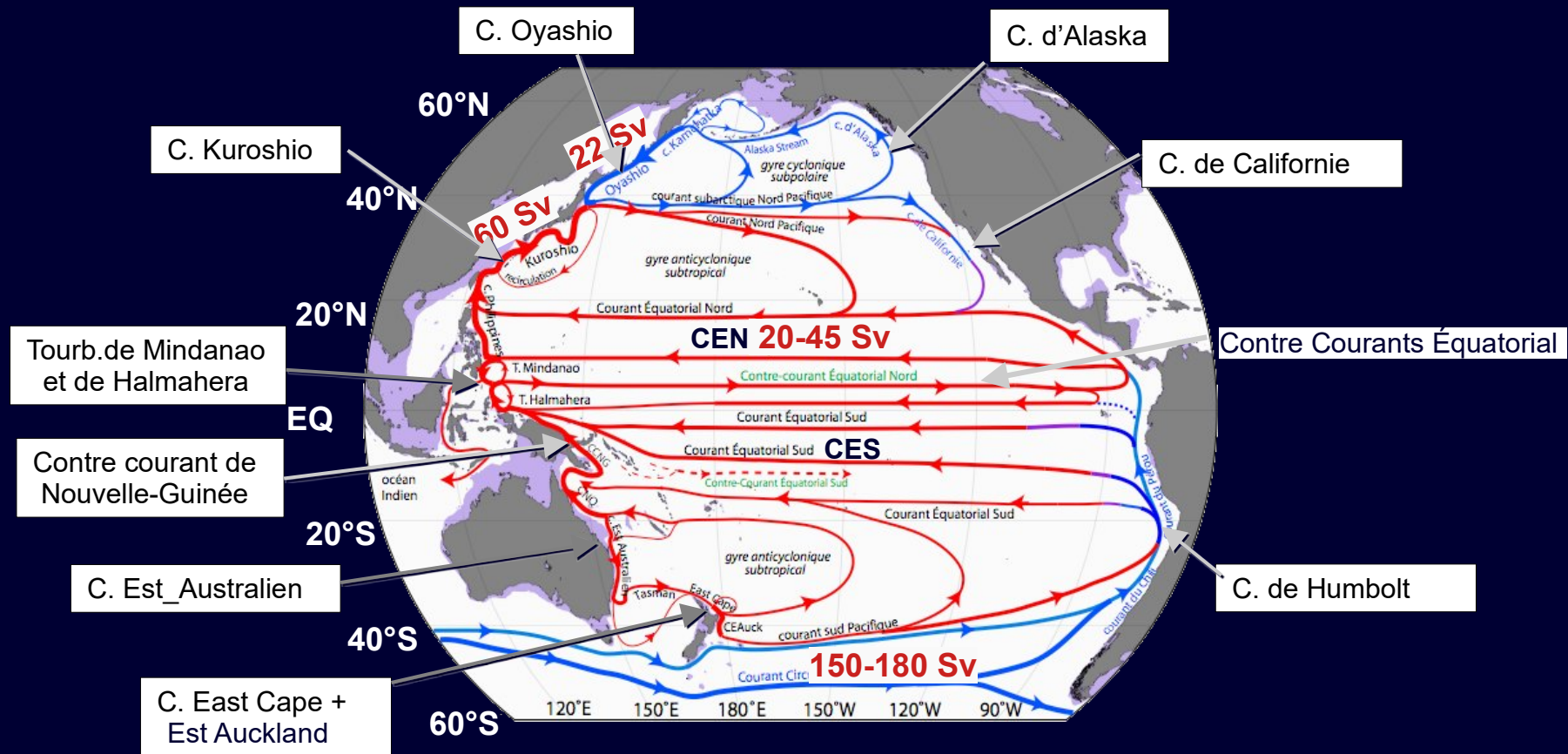
# Circulation de surface de l'Océan Pacifique (mai à décembre).

Circulation de surface de l'Océan Pacifique de mai à décembre ; de janvier à avril le CCNG (Contre courant de Nouvelle Guinée) change de sens.



Courants Équatorial Sud et Nord	CES, CEN	Courant Est Auckland	CEAuck
Contre Courant Équatorial Sud et Nord	CCES et CCEN	Courant Nord Queensland	CNQ
Sous Courant Équatorial Sud et Nord	SCE, SCES, SCEN	Tourbillon de Mindanao	
Contre courant de Nouvelle Guinée	CCNG	Tourbillon de Halmahera	
Courant Équatorial Intermédiaire	CEI	Tourbillon anticyclonique de d'East Cape	

# Circulation de surface de l'Océan Pacifique (mai à décembre).

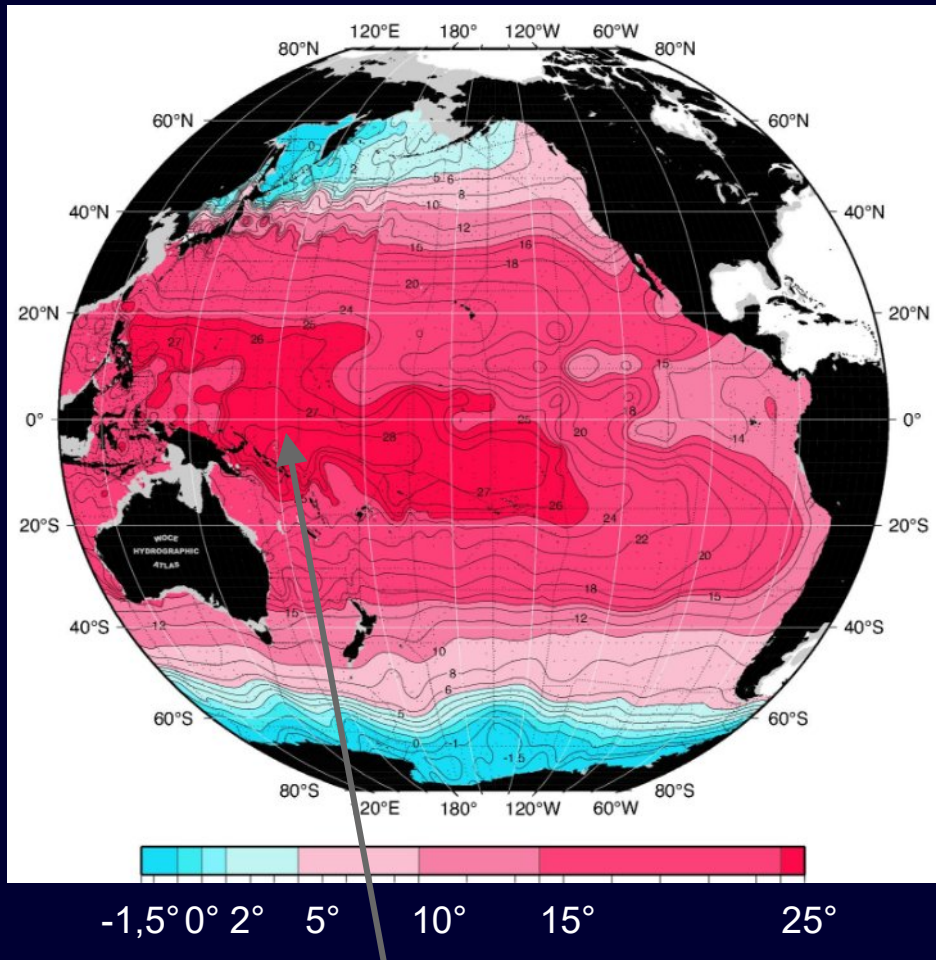


Circulation de surface de l'Océan Pacifique de mai à décembre ; de janvier à avril le CCNG (Contre courant de Nouvelle Guinée) change de sens.

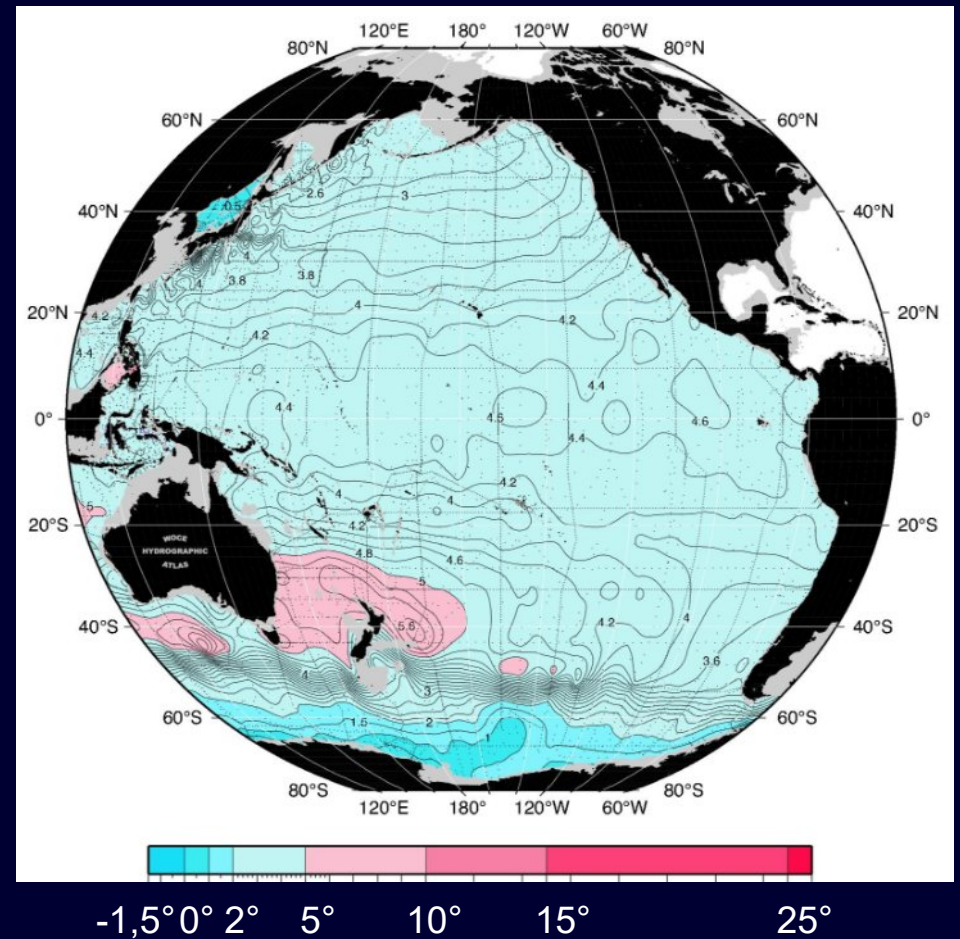
Courants Équatorial Sud et Nord	CES, CEN	Courant Est Auckland	CEAuck
Contre Courants Équatorial Sud et Nord	CCES et CCEN	Courant Nord Queensland	CNQ
Sous Courants Équatorial Sud et Nord	SCE, SCES, SCEN	Tourbillon de Mindanao	
Contre courant de Nouvelle Guinée	CCNG	Tourbillon de Halmahera	
Courant Équatorial Intermédiaire	CEI	Tourbillon anticyclonique de d'East Cape	

# Océan Pacifique, températures

## Température potentielle à 100m



## Température potentielle à 1000m



« Piscine chaude » de la terre

# Océan Pacifique, salinité

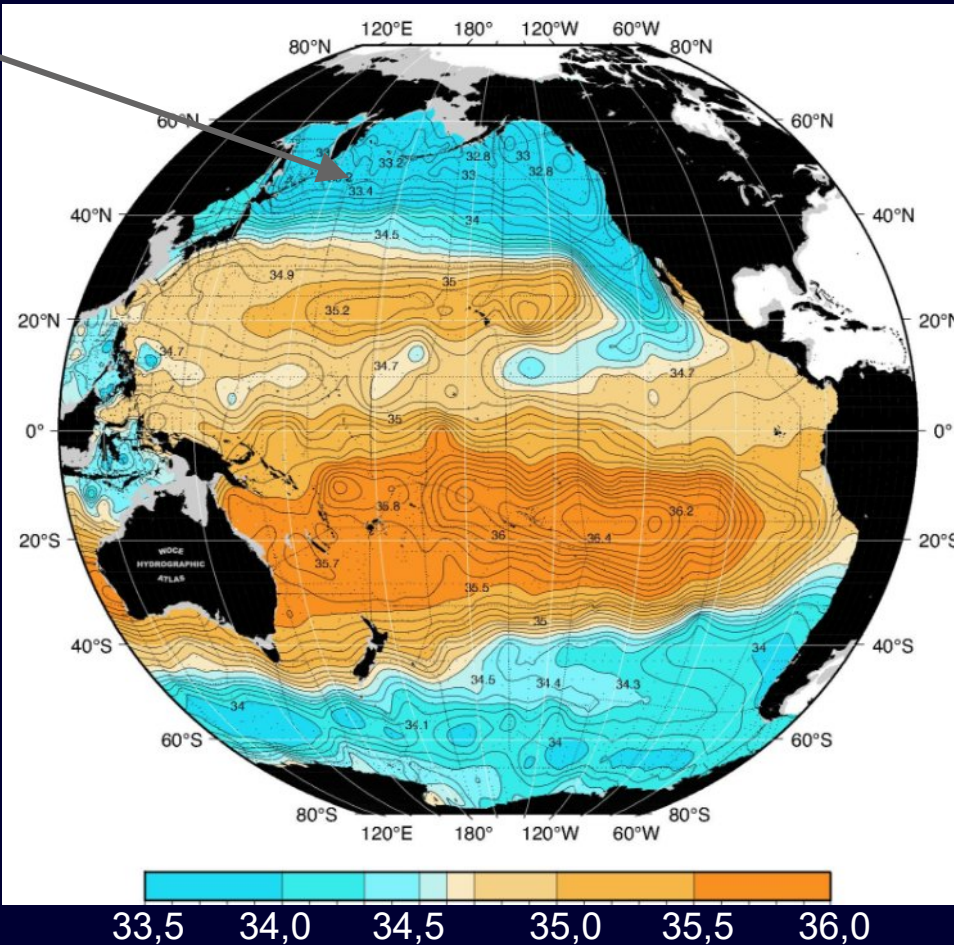
## Zone froide et dessalée

Pourquoi n'y a-t-il pas de formation d'eau profonde dans le Pacifique Nord ?

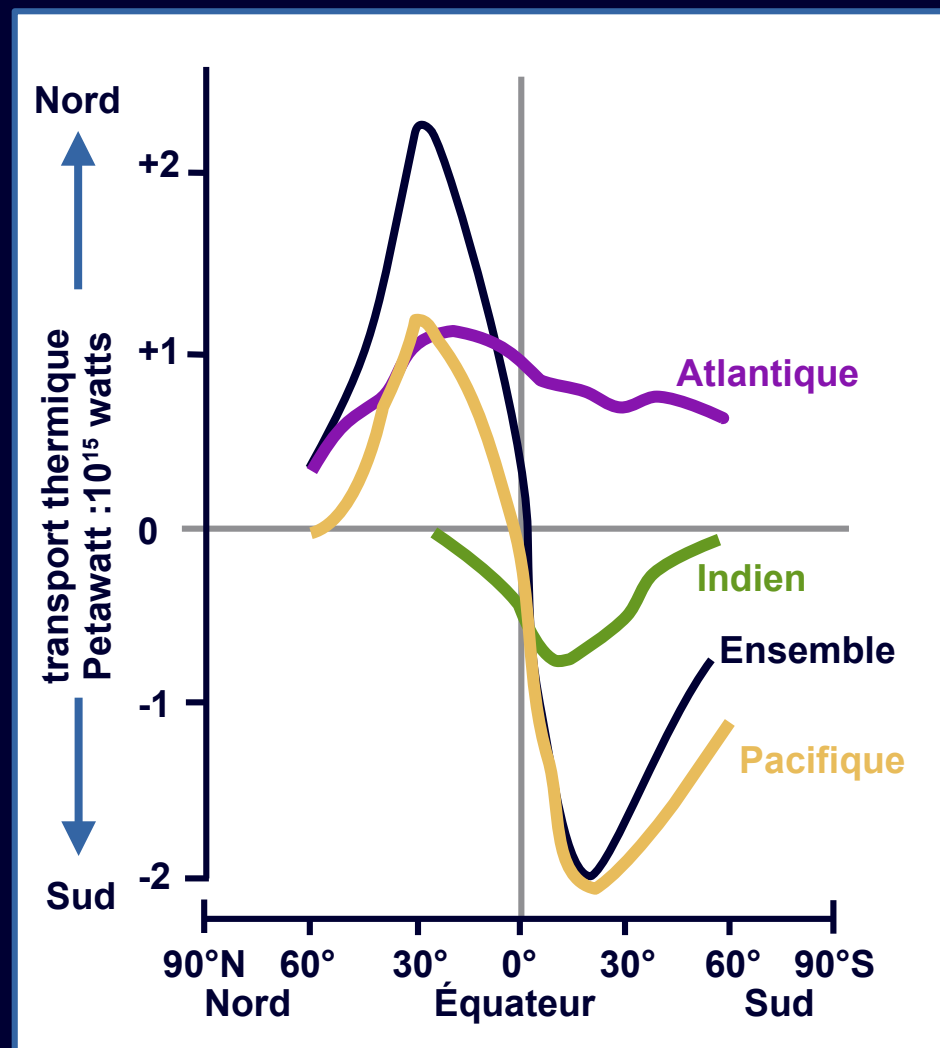
- Les eaux du Kurushio sont peu salées car il a pour origine une région où les précipitations sont supérieures à l'évaporation.
- Le Pacifique Nord : peu d'évaporation et précipitations importantes.

Ainsi, malgré la formation de glace de mer dans le détroit de Béring en hiver, les conditions qui permettent la plongée d'eau profonde ne sont pas toutes réunies dans le Pacifique Nord.

## Salinité à 100m



# Atlantique, Indien, Pacifique : Transports thermiques méridiens moyens

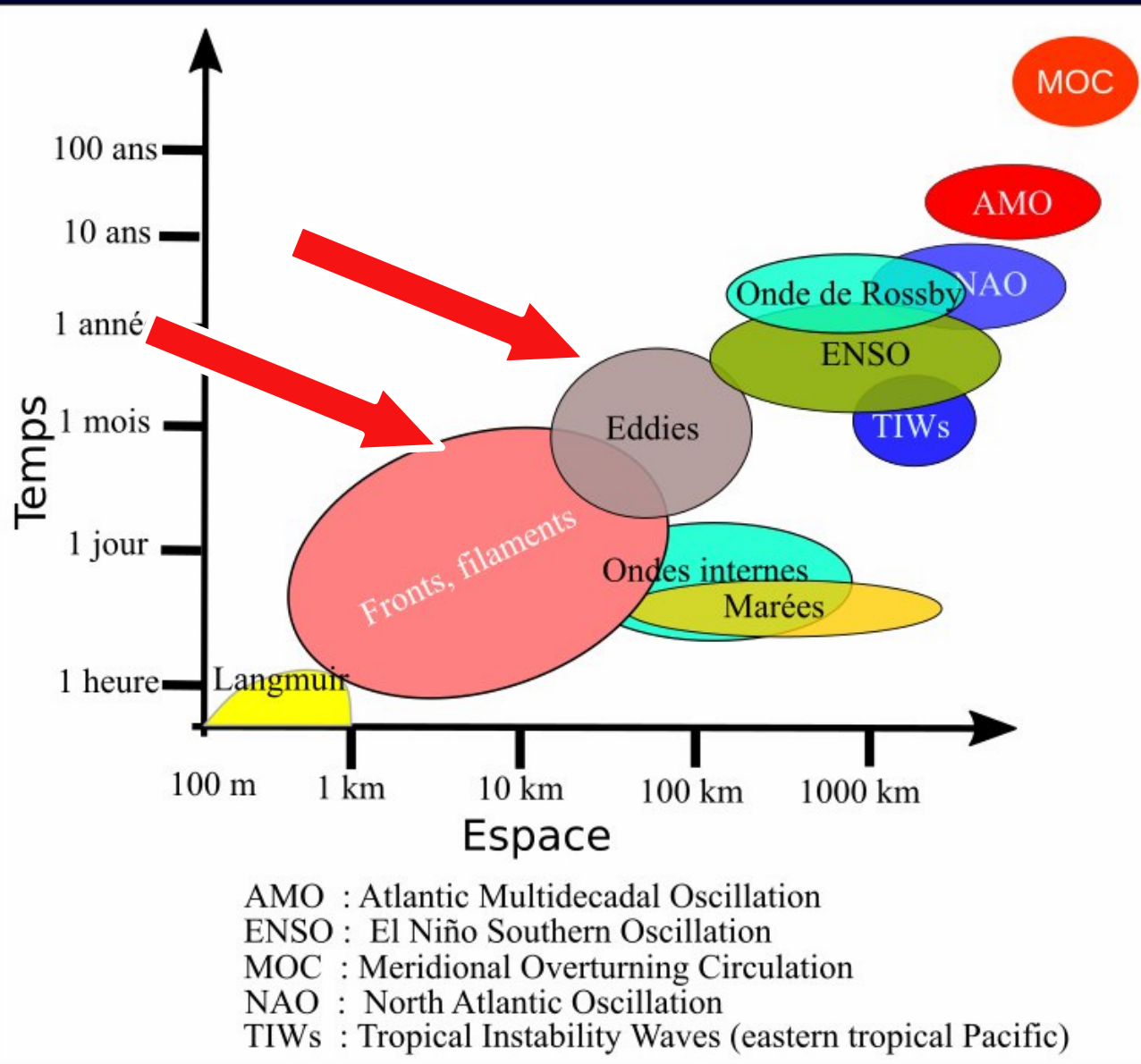


Le transport thermique méridien total des trois océans est divergent à l'équateur. Il est dominé par l'océan Pacifique. Le transport de l'océan Indien est dirigé vers le sud à toutes latitudes. Celui de l'océan Atlantique est toujours dirigé vers le nord. Le transport thermique total des trois océans passe par un maximum, voisin de deux petawatts, dans les tropiques entre 25° et 30° de latitude, aussi bien dans l'hémisphère nord que dans l'hémisphère sud



Dynamique de l'océan à d'autres échelles de temps et d'espace

# Circulation à mésoéchelle



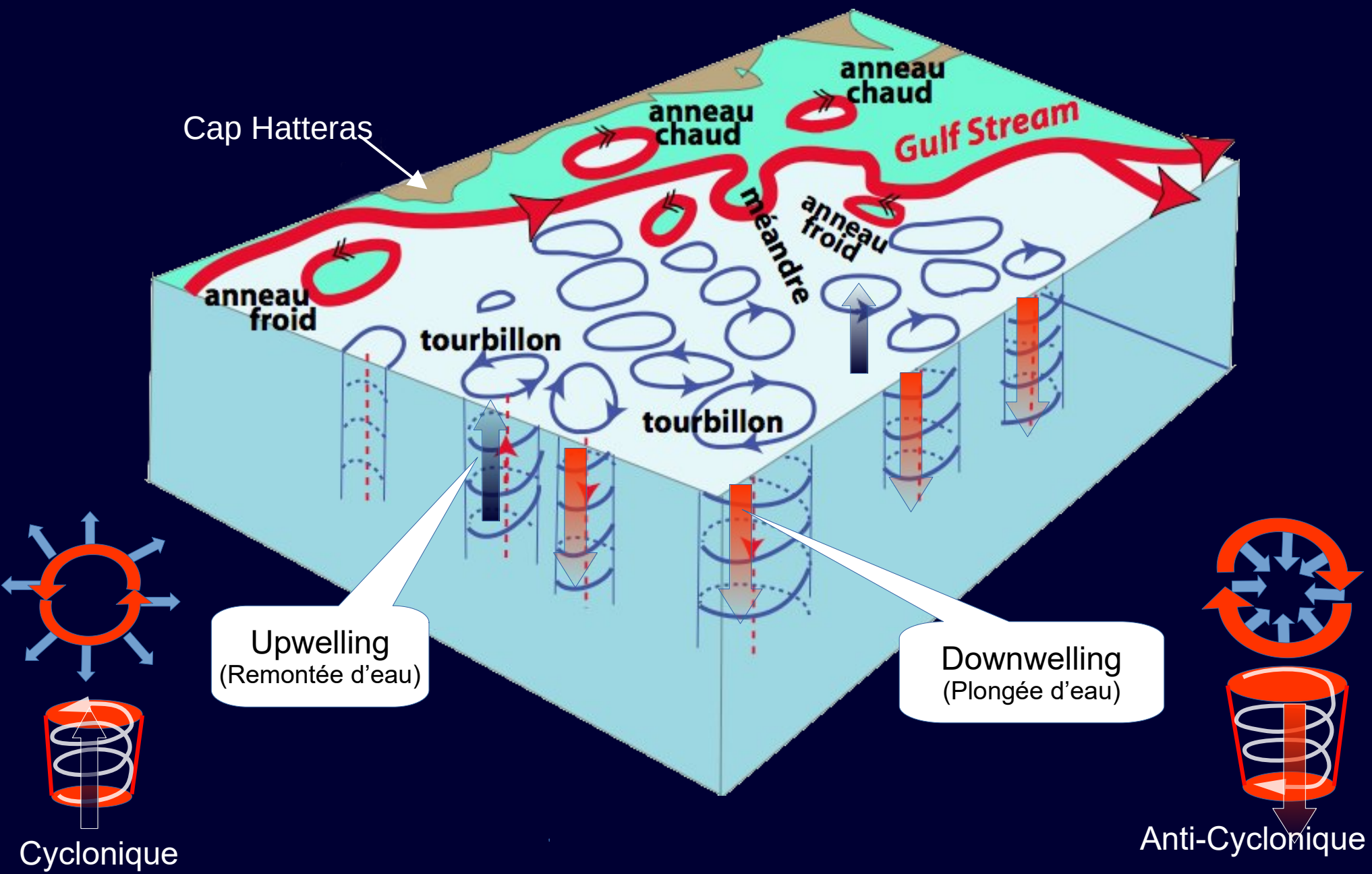
AMO : Oscillation atlantique multidécennale  
ENSO : Oscillation El Nino  
MOC : Circulation méridienne de retournement  
NAO : Oscillation Nord-Atlantique  
TIWs : Vagues d'instabilité tropical

# Circulation à mésoéchelle

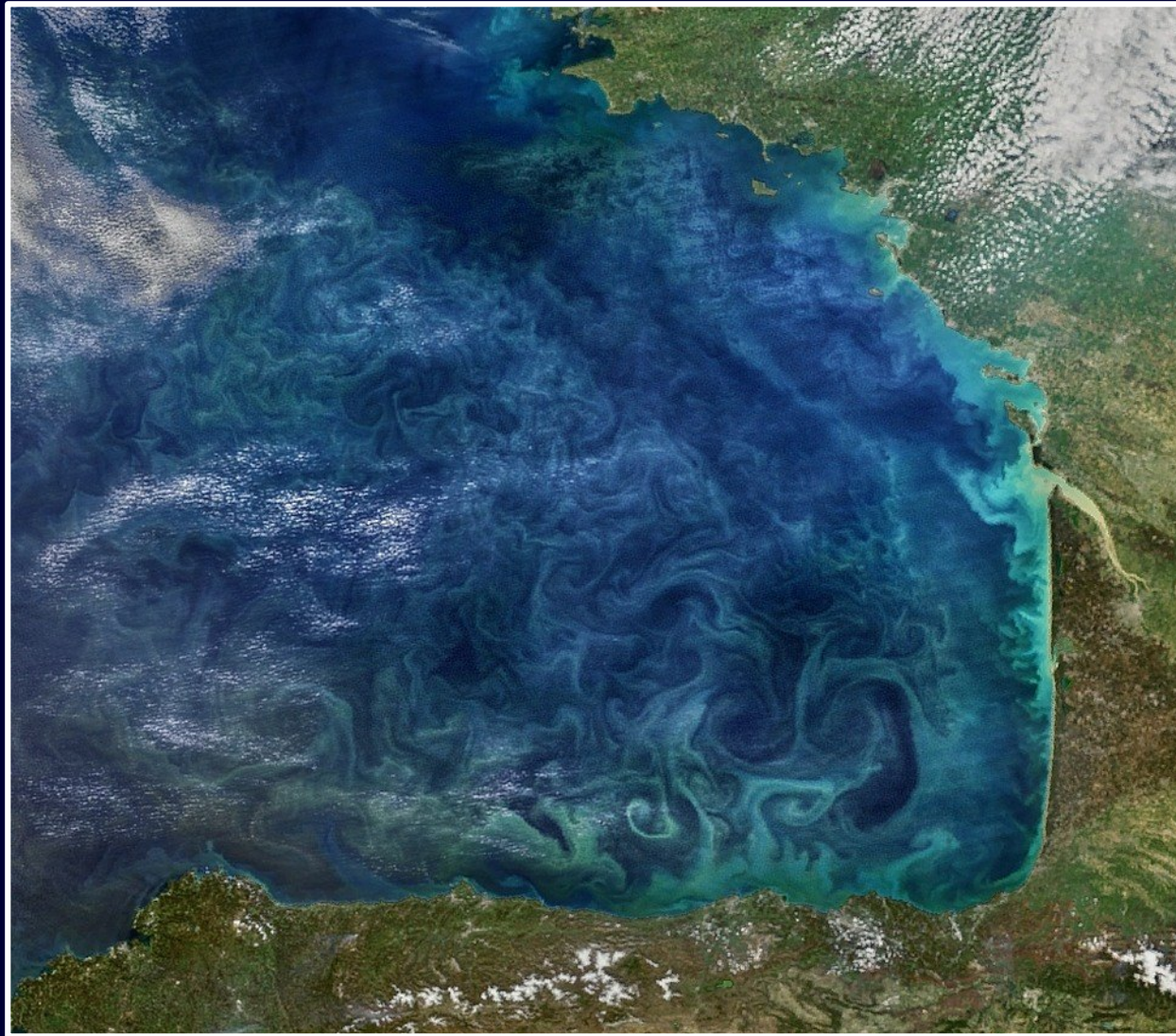


<https://svs.gsfc.nasa.gov/391>

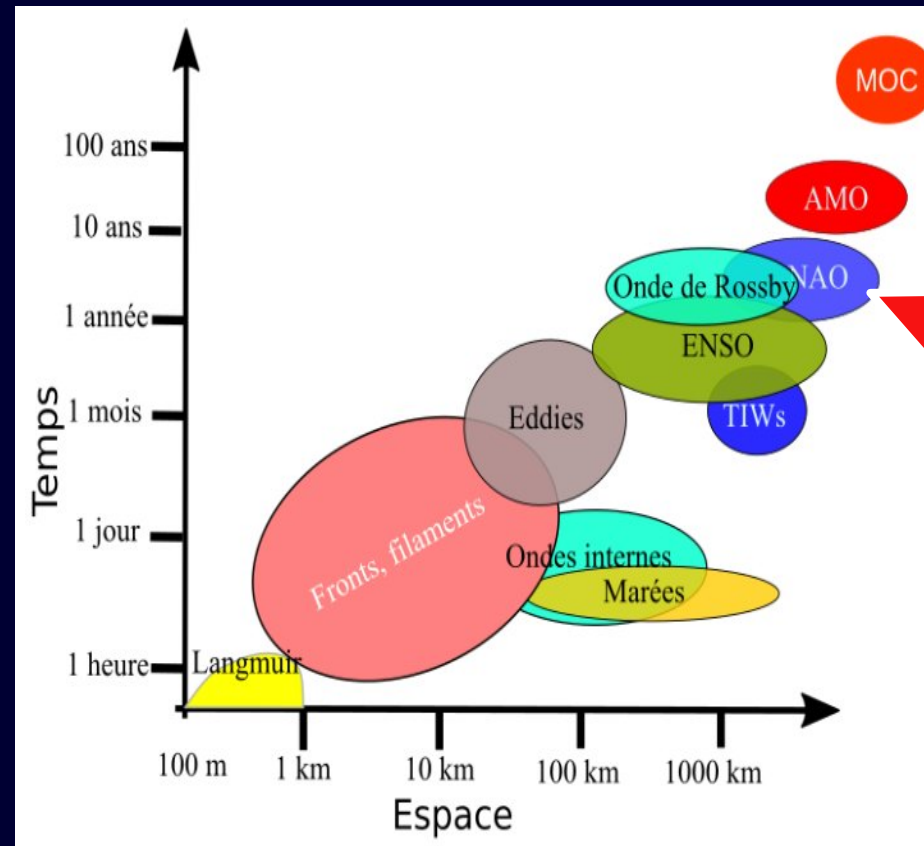
# Méandres, anneaux et tourbillons du Gulf Stream



# Golfe de Gascogne, mésoéchelle



# Les échelles de temps et d'espace dans l'océan



AMO : Oscillation atlantique multidécennale

ENSO : Oscillation El Nino

MOC : Circulation méridienne de retournement

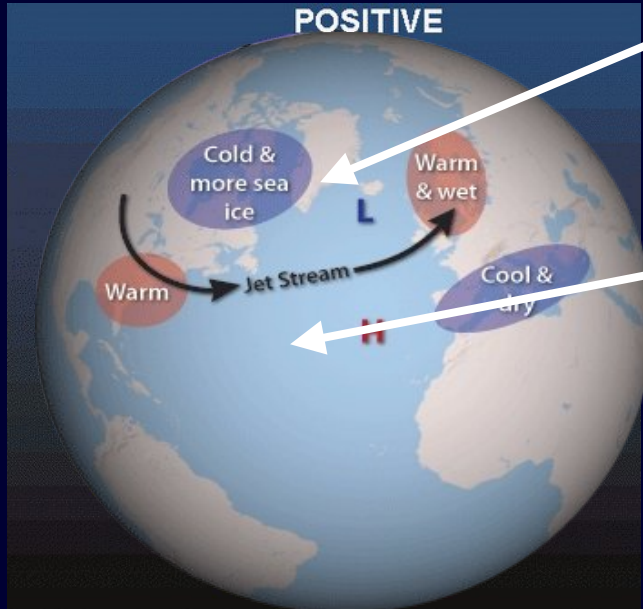
NAO : Oscillation Nord-Atlantique

TIWs : Vagues d'instabilité tropical

NAO : Oscillation Nord-Atlantique

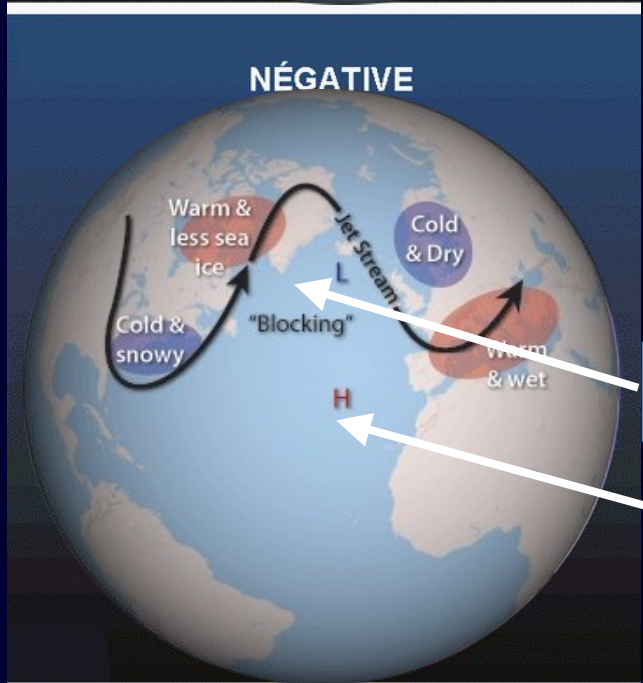
# NAO : Oscillation Nord-Atlantique

L'oscillation nord-atlantique (NAO) désigne un phénomène climatique du nord de l'océan Atlantique. La « NAO » décrit les variations du régime océan-atmosphère sur la région.



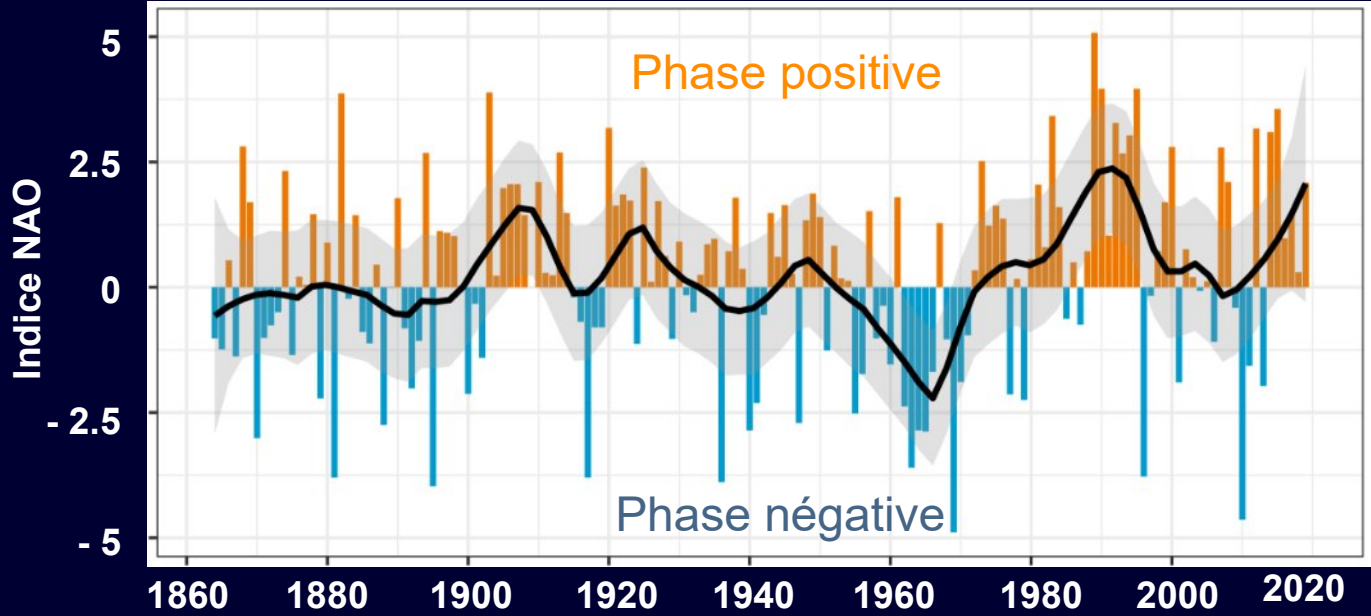
Dépression Islande forte

Anticyclone Açores fort



Dépression Islande faible

Anticyclone Açores faible

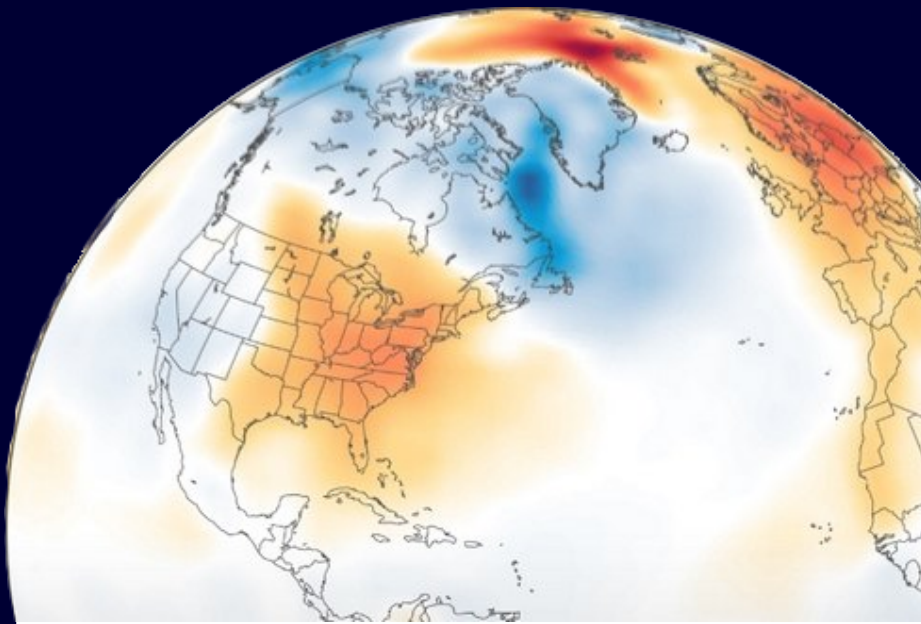
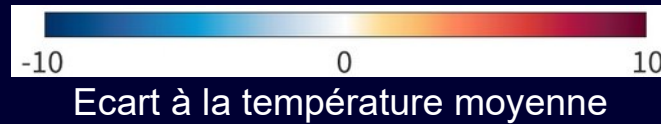


L'indice Hivernal de NAO : différence de pression atmosphérique entre Lisbonne et Reykjavik, de décembre à mars.

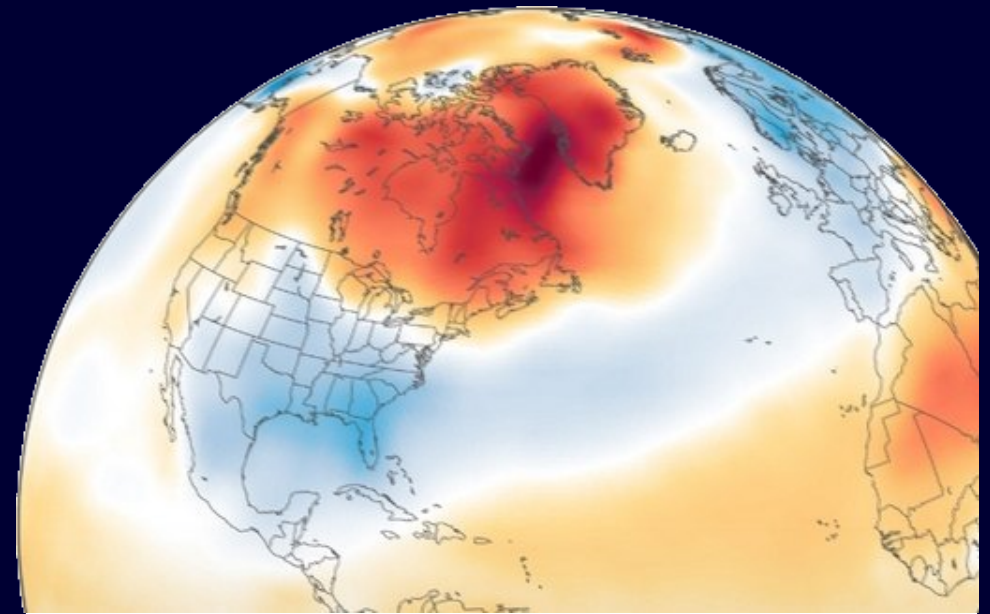
Positive : fort gradient de pression  
Négative : faible gradient de pression



# Oscillation Nord-Atlantique et AMOC



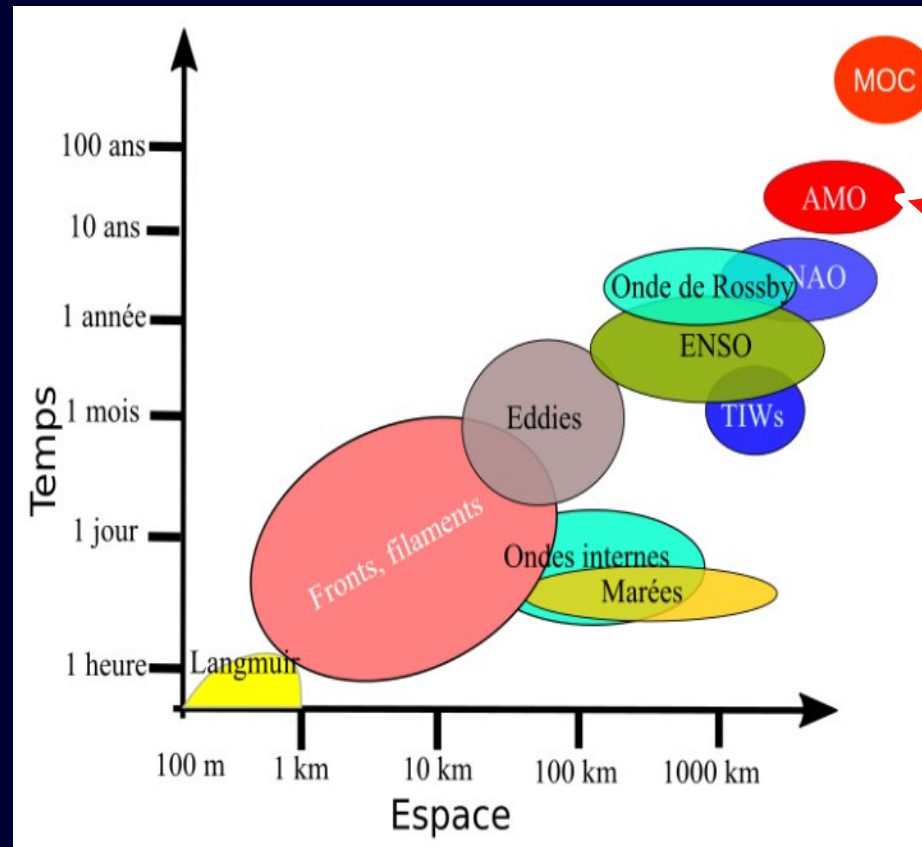
Phase positive Janvier-mars 1990



Phase négative, Janvier-mars 2010

La NAO affecte l'intensité de la convection hivernale des eaux des mers du Labrador, du Groenland et de Norvège et participe à la viabilité de l'AMOC.

# Oscillation atlantique multidécennale

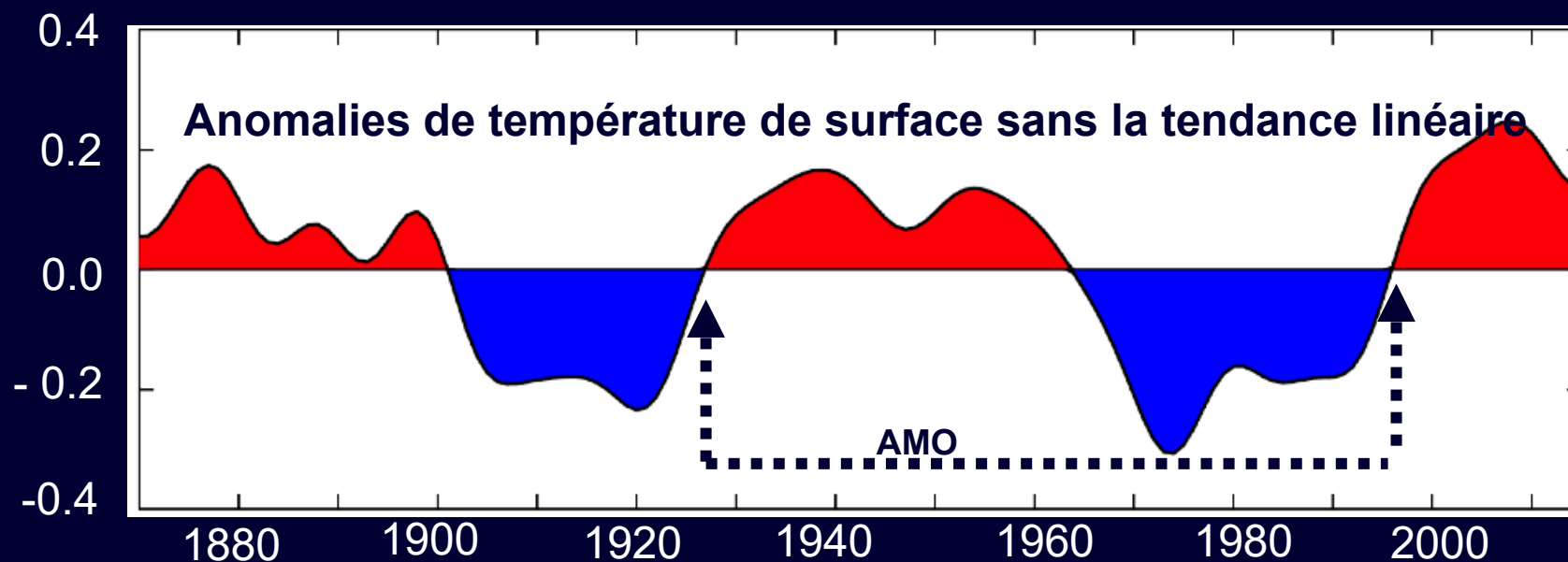
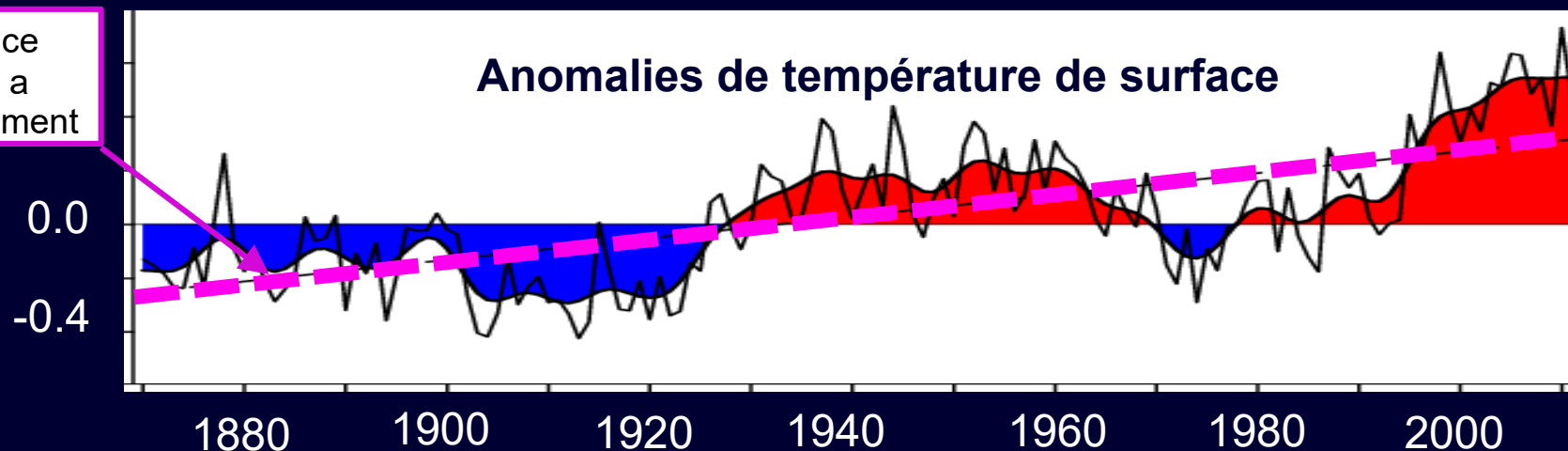


- AMO : Oscillation atlantique multidécennale
- ENSO : Oscillation El Nino
- MOC : Circulation méridienne de retournement
- NAO : Oscillation Nord-Atlantique
- TIWs : Vagues d'instabilité tropical

# Oscillation atlantique multidécennale - AMO

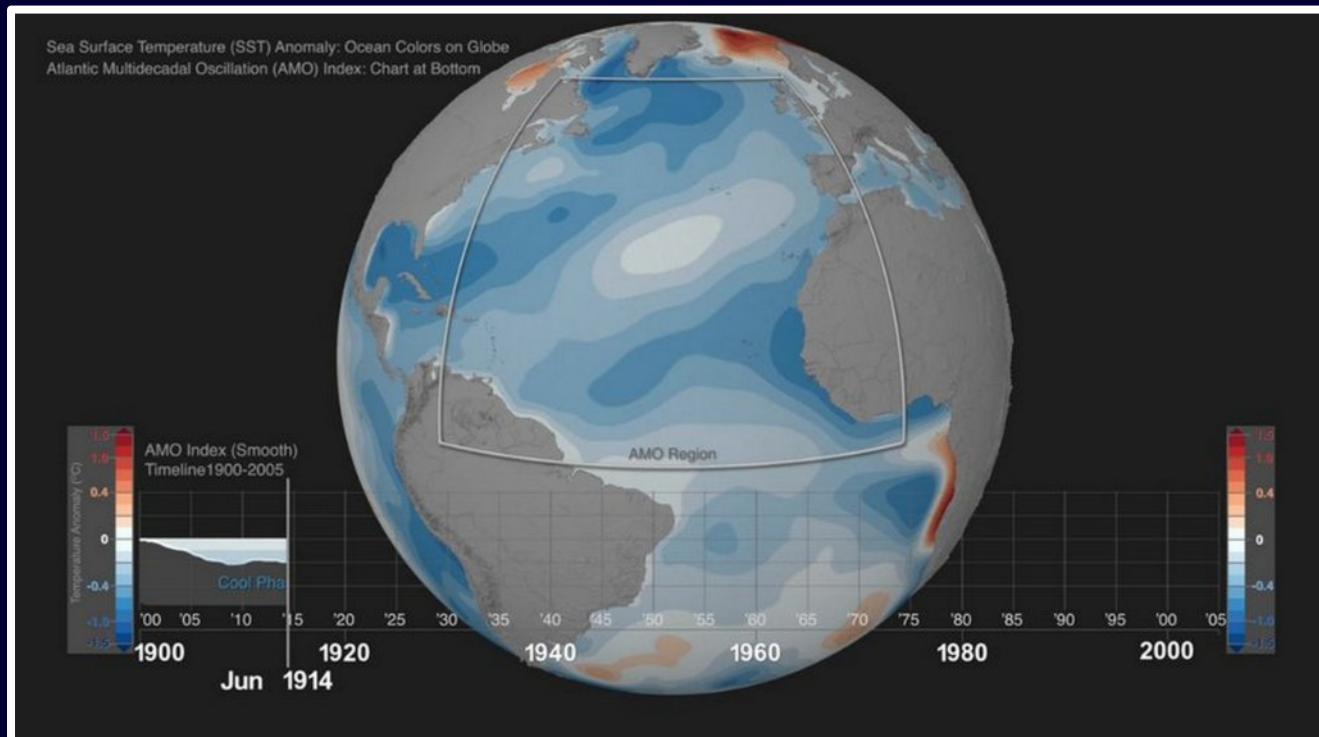
Zone 0° - 60° N / 80°W - 0°

Tendance  
linéaire a  
l'accroissement



L'oscillation multidécennale atlantique (AMO) : variabilité naturelle se produisant dans l'océan Atlantique Nord avec une période estimée de 60 à 80 ans.

# Petit film sur l'Oscillation Atlantique multidécennale



## «Autovariation » du système Océan/Atmosphère

**Des systèmes physiques interactifs non linéaires**, même simples, **ne convergent pas vers un état d'équilibre unique** mais admettent plusieurs états (appelés « **attracteurs** ») vers lesquels le système peut converger. C'est le concept du « **chaos** » en physique, découvert dans les années 1970 par un météorologue américain, Edward Lorenz.

Cela implique qu'à partir d'une situation donnée (définie par des «conditions initiales» même très précises), il est impossible de prédire vers lequel de ces états le système va évoluer. On a alors un système susceptible d'osciller naturellement entre plusieurs états possibles.

Les disparités et les différents temps de réponse des enveloppes fluides Océan/Atmosphère font qu'un état d'équilibre statistique moyen unique ne sera jamais atteint.

C'est **l'autovariation du système Océan/Atmosphère**, composé de plusieurs milieux qui peuvent interagir de façon très complexe.