

Objectifs du TP :

- Exploiter des données montrant la dynamique de l’océan (bathymétrie, température et salinité, delta ^{14}C des masses d’eau, teneur en chlorophylle, distribution du dioxygène...).
- Exploiter des données reliant la circulation océanique et la biogéochimie de l’océan.

Partie 2 : étude de la circulation océanique profonde

A. Circulation profonde dans l’Atlantique

1. Le tritium ^3H est un isotope de l’hydrogène (demi-vie de 12,32 ans) : il est issu principalement des essais nucléaires réalisés pendant les années 1960. Le tritium libéré dans l’atmosphère se retrouve ensuite dans l’océan. Le **document 5** présente la teneur en tritium dans l’Atlantique Nord en 1972 et 1981. Proposer une hypothèse permettant d’expliquer les variations de ce traceur dans l’Océan et au cours du temps.

Document 5 : Teneur en tritium dans l’Atlantique entre 1982 et 2012
(in Jenkins et al., 2018)

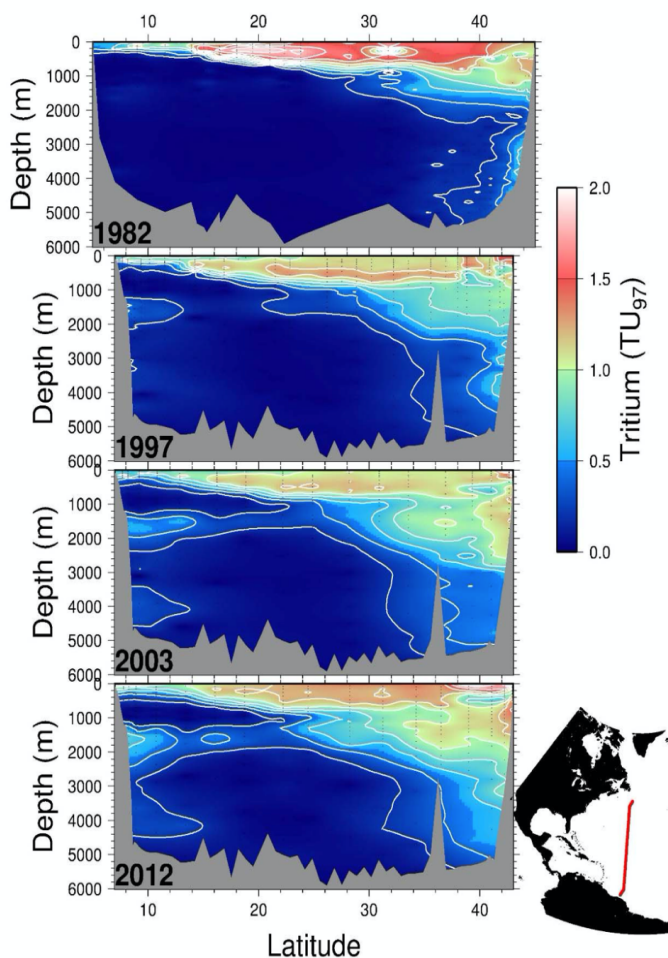


Figure 4: Four meridional tritium sections along roughly 52°W in the North Atlantic taken in 1982, 1997, 2003, and 2012. The tritium concentrations have been decay corrected to a common time (January 1, 1997) for comparison. Contour intervals are 0.2 TU₉₇ and measurement uncertainties are of order 0.01 TU₉₇ or better. Due to differences in cruise tracks, the topography for the 1982 occupation differs from the others.

2. Le **document 6** présente un modèle de circulation océanique globale. Proposer des hypothèses sur l'origine du plongement des eaux dans l'Atlantique Nord en utilisant le **document 7**.

Document 6 : modèle de circulation océanique mondiale
(in Kescher 2014)

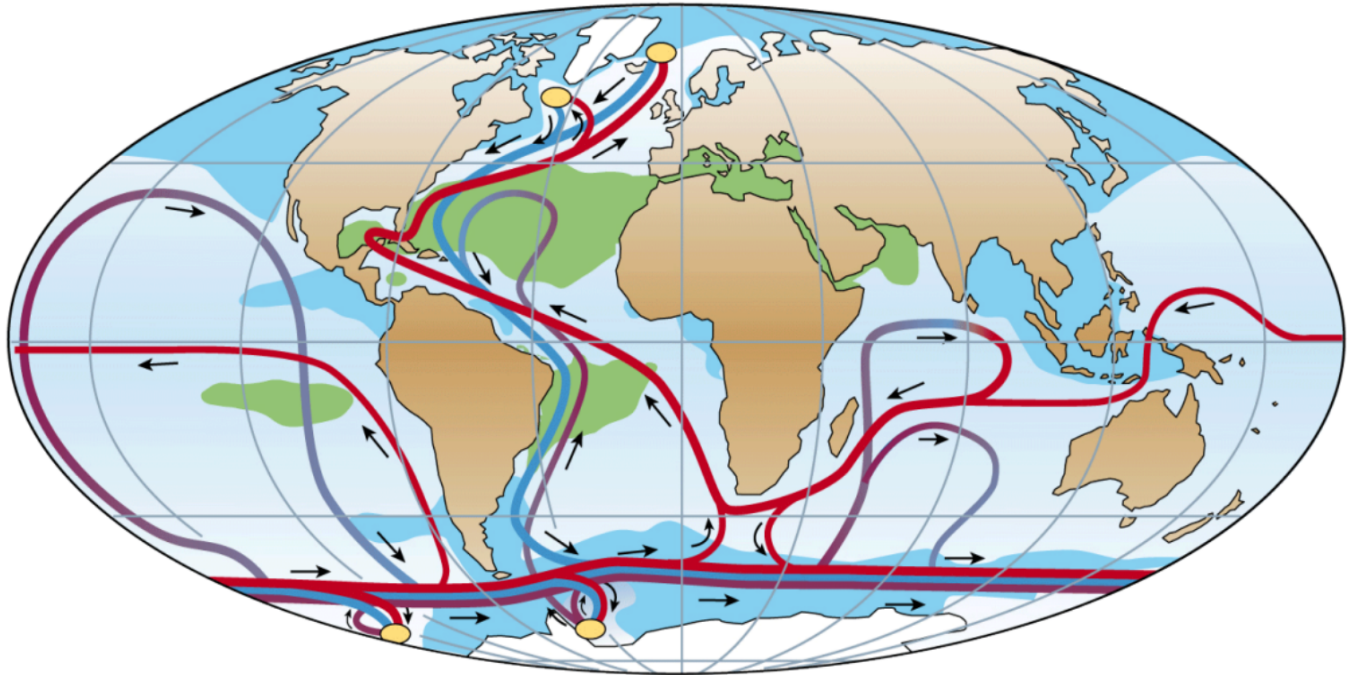
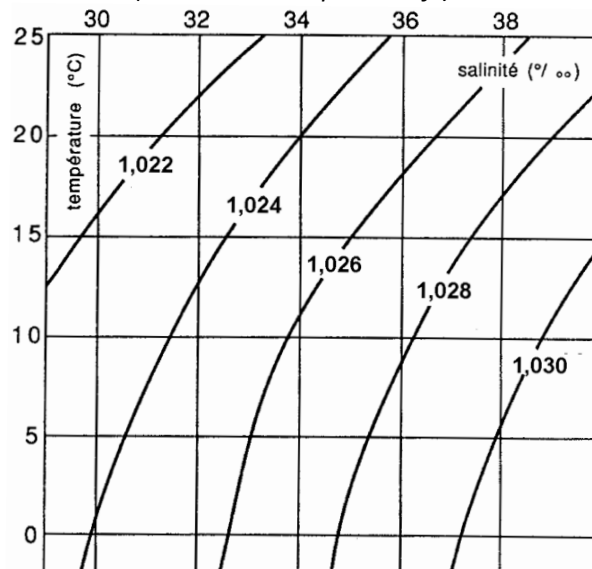


Figure 1.3. Simplified sketch of the global thermohaline circulation pathway, whereby yellow dots represent regions of deep-water formation; red path: near-surface ocean circulation; blue path: deep-water circulation and; purple path: bottom currents. The surface salinity gradient is also represented: green > light blue > blue. Figure from Rahmstorf, 2002.

Document 7 : Densité de l'eau de mer selon sa température et sa salinité
(source www.u-picardie.fr)



Le dossier « **données_balises** » contient les données de 8 balises situées dans l'Atlantique en format excel (données disponibles sur le site <https://map.emodnet-physics.eu/>). Chaque binôme travaille sur les données de 3 balises, les résultats étant mis en commun ensuite. Seules les données de géolocalisation et de salinité (PSAL) seront utilisées.

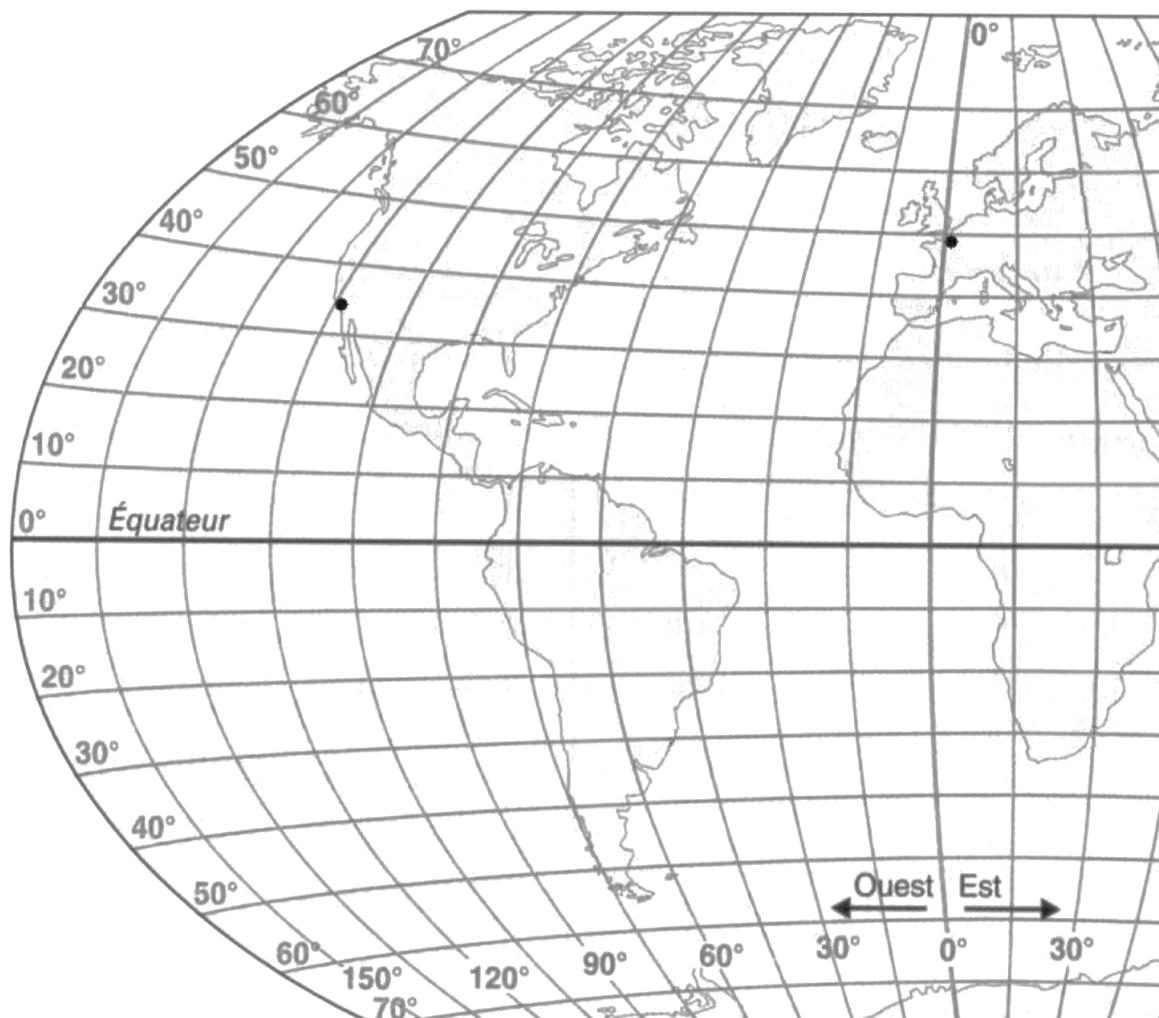
3. A partir des données fournies par les balises :

- **Positionner** les 6 balise(s) sur la carte du **document 8**
- **Construire** un graphique représentant la profondeur en fonction de la salinité (la profondeur doit être indiquée en valeurs négatives) pour 3 balises. La salinité correspond à la colonne PSAL.
- Depuis les ordinateurs reliés au réseau, **imprimer** vos graphiques après les avoir rassemblés sur une page et avoir indiqué vos noms.

4. A partir de l'ensemble des graphiques obtenus, **déterminer** si les variations de salinité dans l'Océan Atlantique permettent d'expliquer la circulation océanique profonde.

Document 8 : carte mondiale

(<http://ekladata.com/mW5blqN0bsHVazcnraC58mLH30o.jpg>)



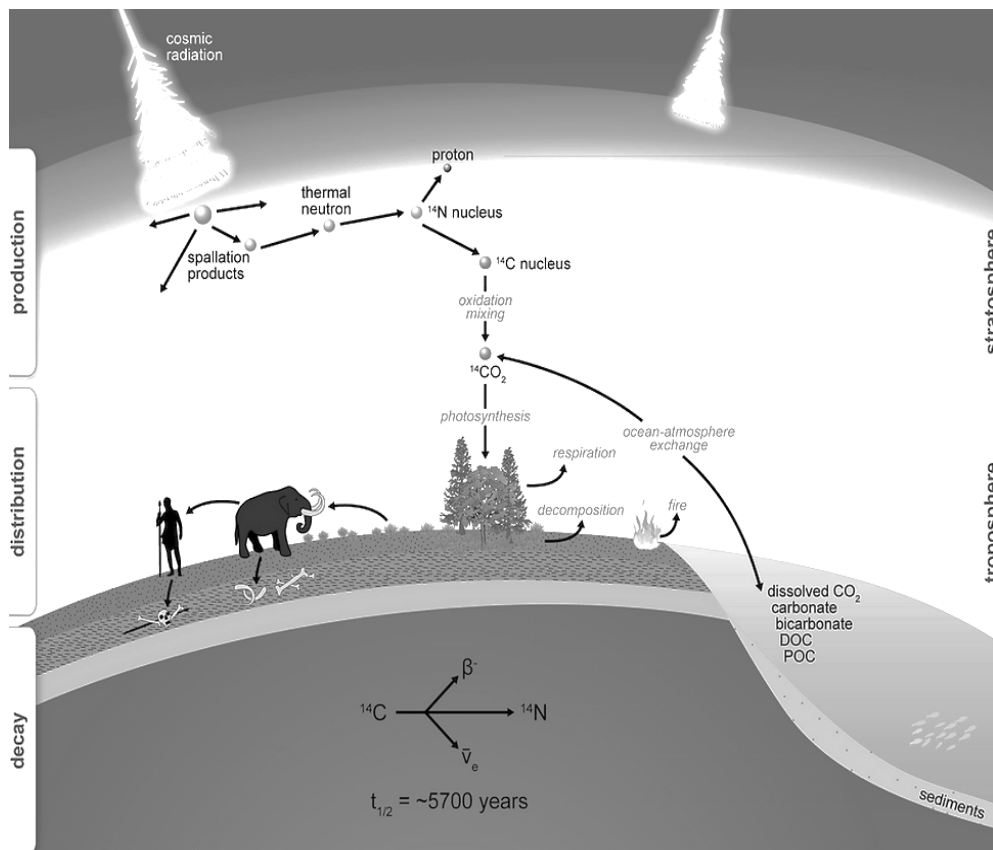
B. Circulation océanique globale

Le site géotraces (<https://www.geotraces.org/>) permet d'avoir accès à des données issues de campagne de bateaux. Pour accéder aux données, il faut aller dans l'onglet **DATA** puis choisir dans la colonne de gauche **eGeotraces Atlas**. On cherche à déterminer si les eaux de surfaces plongent dans le **Pacifique Nord**, comme en Atlantique.

- Après avoir choisi judicieusement les paramètres à étudier et un tracé de bateau, conclure sur la possibilité d'un plongement d'eau au niveau du Pacifique Nord
- A partir du **document 9**, expliquer comment le ^{14}C peut être utilisé comme traceur de la circulation océanique profonde.

Document 9 : utilisation du ^{14}C comme traceur (<http://www.palaeochron.org/radiocarbon-dating>)

Le ^{14}C est fabriqué en permanence dans la haute atmosphère par le rayonnement cosmique : il est ensuite oxydé en dioxyde de carbone $^{14}\text{CO}_2$. Ce gaz se dissout dans l'océan de surface, si bien que le ^{14}C y est abondant et constamment renouvelé. En revanche, une fois que l'eau quitte la surface, la quantité de ^{14}C décroît car ses atomes se désintègrent. La mesure de cette décroissance permet de dater les eaux profondes des océans en évaluant le temps qui s'est écoulé depuis qu'elles ont quitté la surface.



- A partir des données sur les âges des masses d'eau du **document 10**, calculer une vitesse moyenne de la circulation océanique profonde dans l'Atlantique.
Donnée : 1° de latitude équivaut à 110 km

Document 10 : âges des masses d'eau à 1500 m de profondeurs calculées en utilisant le ^{14}C et exprimées en années
(in Katsumi Matsumoto, 2007)

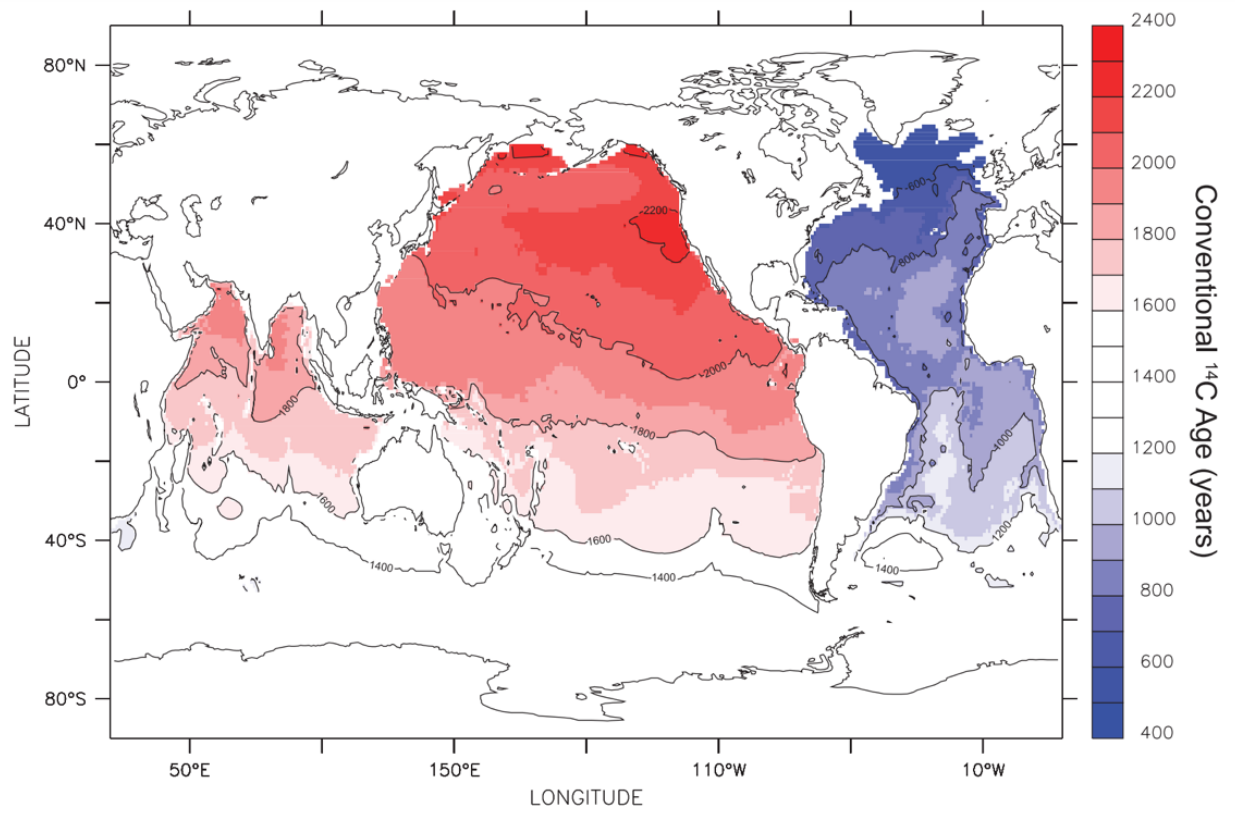


Figure 1. An objectively mapped conventional ^{14}C age of natural radiocarbon below 1500 m, following *Matsumoto and Key [2004]*. Unit is years.

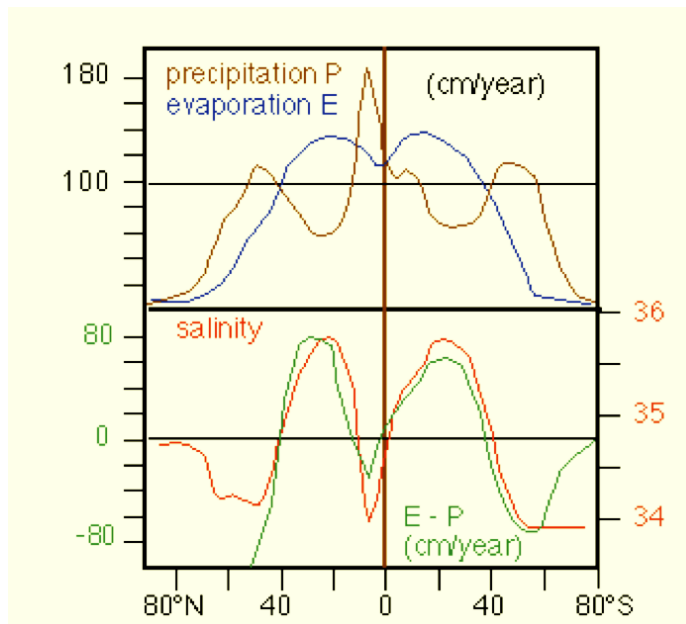
C. Lien entre circulation de surface et profonde : le Gulf Stream

Le Gulf Stream est un courant de surface qui transporte les eaux du golfe du Mexique chauffées par le soleil tropical vers le nord-ouest de l'Europe (courant chaud visible sur la carte du **document 6** et sur le **document 2**).

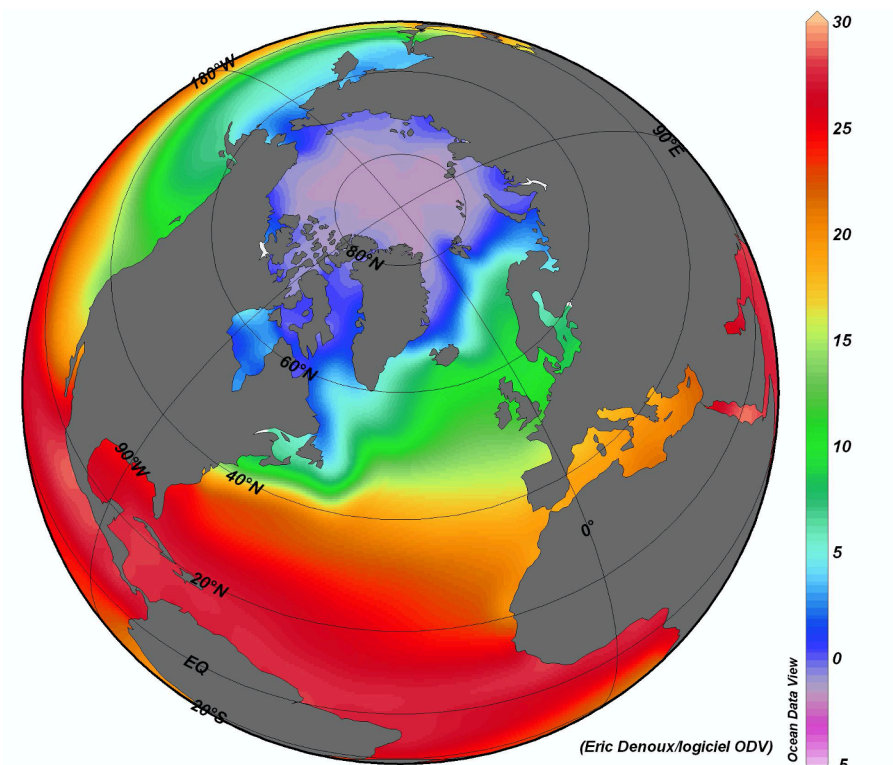
1. A partir des **documents 7, 11 et 12**, décrire les caractéristiques de l'eau de mer de surface au niveau du point de départ du Gulf Stream.

Document 11 : Bilan hydrologique.

Le bilan hydrologique mondial dépend de l'évaporation E et des précipitations P . Ces phénomènes influencent la salinité des eaux de surface. La salinité est exprimée en ‰.



Document 12 : température de surface océanique moyenne en 2001 en °C



2. Les masses d'eau superficielles (sur quelques centaines de mètres d'épaisseur) sont déplacées par les vents de surface. Les eaux chaudes équatoriales sont ainsi acheminées vers le nord est par couplage avec les vents de surface. Au cours de leur périple, ces courants chauds cèdent une grande partie de leur chaleur à l'atmosphère (phénomène de déstockage), principalement par évaporation. Déterminer quelle est la conséquence sur la salinité des eaux au cours de la remontée du Gulf Stream.
3. Faites un bilan de la circulation océanique en montrant le lien entre le Gulf Stream et la circulation océanique profonde.

4. Pour faire le lien avec le climat.....

Différents modèles montrent que les interactions entre atmosphère, lithosphère et océans conduisent le Gulf Stream et la circulation profonde Nord Atlantique à adoucir le climat européen.

- a. Quel est l'impact du Gulf Stream sur les masses atmosphériques européennes ?
- b. Le réchauffement climatique actuel a tendance à augmenter la température des eaux de surface, et à diminuer leur salinité (plus forte fonte des glaces générant un afflux important d'eau douce). Quelles sont les conséquences sur la circulation océanique ?

Partie 3 : étude de la biogéochimie de l'océan

Le travail sera réalisé à partir des données disponibles sur le site « Ocean data visualisation tools ». Sur le site <https://marine.copernicus.eu/fr/node/18922>, choisir **MYOCEAN LIGHT**. On s'intéresse à la côte au niveau du Pérou, qui se caractérise par une activité de pêche très importante (le Pérou et le Chili sont les plus grands producteurs de poissons au monde).

1. A partir des données disponibles sur le site, expliquer l'origine de la richesse de cet écosystème très localisé le long de la côte.
2. En utilisant la carte des courants de surface et celle des vents, proposer une hypothèse sur l'origine physique de cet écosystème florissant. Votre réponse sera accompagnée d'un schéma.