

Séance 1.1a1 – thème eau **Courant océanique et régulation du climat**

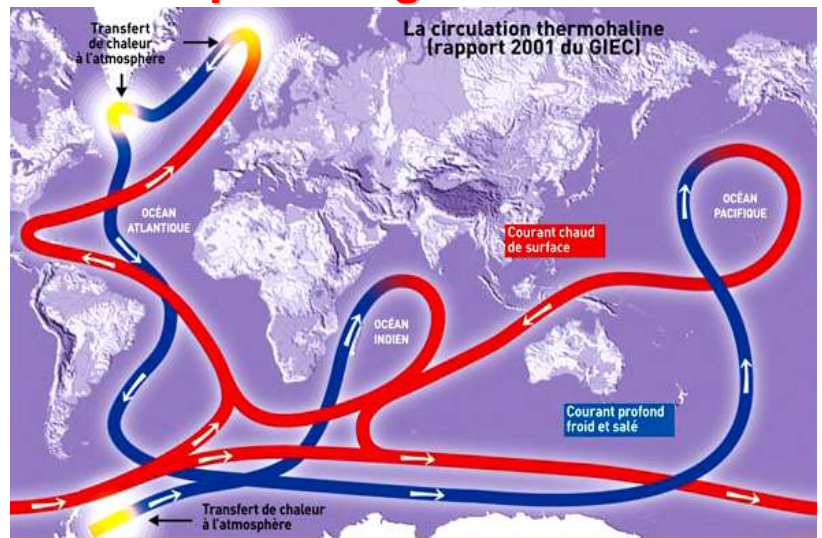
Mots-clés : mer, océan, climat, traceur

I – Étude de documents

Document 1

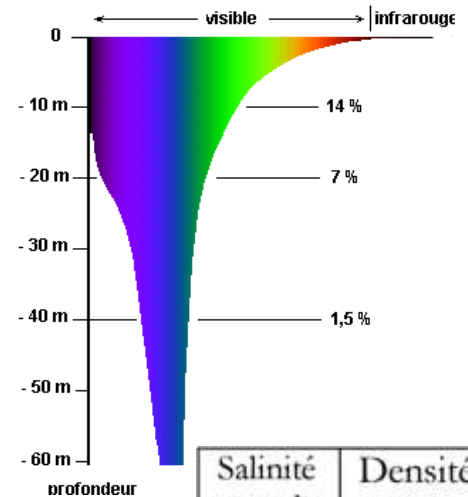
La circulation thermo-haline

La densité de l'eau de mer dépend de sa température et de sa salinité, c'est-à-dire de sa concentration en sels dissous. Dans l'arctique, l'eau qui gèle pour former la banquise rejette son sel dans l'eau liquide. Les eaux liquides de surface sont alors froides et chargées en sel : leur densité est élevée. Elles plongent en profondeur et sont entraînées vers le sud. Sous les tropiques, la température de ces eaux augmente ; elles remontent à la surface au niveau des océans indien et pacifique, quelques siècles plus tard. Elles continuent leur circulation ensuite vers l'Atlantique Nord grâce par exemple au Gulf Stream. Ce phénomène crée un vaste courant appelé circulation thermo-haline, qui joue un rôle important dans la régulation du climat en transportant de la chaleur.

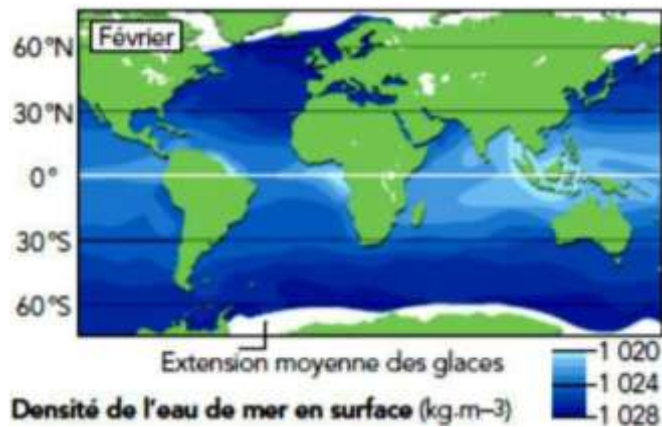


Document 2 Absorption du rayonnement solaire par l'eau

Le rayonnement solaire couvre une large gamme des radiations électromagnétiques, des ultraviolets aux infrarouges (radiations qui réchauffent la Terre). Une partie du rayonnement solaire est absorbé par la surface de la Terre et par les océans. Ci-contre : le spectre d'absorption du rayonnement solaire dans l'eau.



Document 3 Densité de l'eau de mer en surface

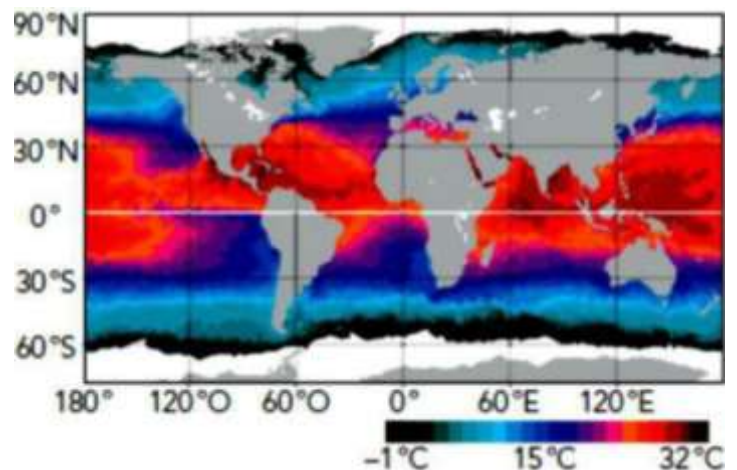


Document 4 Salinité et densité

Salinité en g de sels par kg d'eau	Densité à 0°C
30	1,024
32	1,025
34	1,027
36	1,029

Document 5

Densité et température des eaux



II – Étude expérimentale

Matériel

- béchers
- glaçons colorés : eau douce et eau salée
- solution d'eau douce et d'eau salée
- aquarium, lampe
- colorants rouge et bleu



Expérience professeur

Allumer la lampe chauffante près d'un aquarium rempli d'eau et attendre 5 minutes le réchauffement de l'eau (à droite).

Déposer un gros glaçon du côté opposé à la lumière (à gauche) et déposer délicatement de l'encre au bord du glaçon. Attendre et observer le mouvement de l'eau dans l'aquarium.

Ensuite, déposer de l'encre du côté de la lumière et observer le mouvement.

Expérience n°1

Prendre deux béchers, l'un contenant de l'eau distillée à température ambiante, l'autre d'eau chaude (60 °C), colorée en rouge. Verser l'eau chaude, goutte à goutte, avec une pipette pasteur, pointe sur la paroi du bécher, proche de la surface.

Recommencer l'expérience en versant, cette fois, de l'eau froide (0°C) bleue dans de l'eau distillée avec les mêmes précautions.

1. De quelle nature (froide ou chaude) sont les courants en profondeur ? en surface ?
2. Proposer une interprétation sur la différence de densité entre l'eau froide et l'eau chaude.

Expérience n°2

Vous disposez d'une solution d'eau salée, d'une solution d'eau douce, de 4 béchers, de glaçons d'eau douce colorée en bleu, de glaçons d'eau salée colorée en rouge. Déposer un glaçon d'eau douce dans un bécher d'eau salée, puis un autre dans un bécher d'eau douce. Recommencer avec deux glaçons d'eau salée dans deux autres béchers de même contenu que les premiers. Observer.

Remarque : les volumes d'eau dans les quatre béchers doivent être égaux.

Réaliser un schéma des quatre observations. Comparer vos observations et conclure sur les différences de comportement entre l'eau liquide et l'eau solide selon qu'elle est douce ou salée.

III – Synthèse des documents et de l'étude expérimentale

Expliquer en une vingtaine de lignes le rôle de la circulation thermohaline dans la régulation du climat.

Illustrer brièvement votre réponse en expliquant ce que la présence du Gulf Stream change au climat en prenant l'exemple de deux villes portuaires situées à la même latitude environ 45°, Montréal (Amérique du Nord) et Bordeaux (Europe de l'ouest) sachant que la température hivernale moyenne de Montréal est beaucoup plus faible que celle de Bordeaux. Que changerait la disparition de ce Gulf Stream.

IV – Résolution de problème : le carbone 14 (^{14}C), un traceur océanique

Document 1 Un isotope radioactif du carbone

Le carbone 14 ($^{14}_6\text{C}$) est un isotope instable du carbone 12 ($^{12}_6\text{C}$). C'est un émetteur β^- qui se désintègre spontanément en azote. Sa demi-vie est de 5568 ans (durée nécessaire pour que la moitié des noyaux de carbone 14 se soient désintégrés).

Document 2 Cycle du carbone

Le carbone 14 est produit en permanence dans la haute atmosphère par des réactions entre les noyaux d'azote ($^{14}_7\text{N}$) et des neutrons cosmiques (^1_0n). Une fois produit dans l'atmosphère, le carbone 14 est oxydé en dioxyde de carbone 14, qui suit alors le cycle du carbone, comme le dioxyde de carbone à base de carbone 12.

En l'absence de perturbation naturelle ou anthropique (due à l'homme), la production de ^{14}C dans l'atmosphère est compensée par sa désintégration : sa quantité reste donc constante. En revanche, non renouvelé dans les eaux profondes, sa quantité diminue selon la loi exponentielle :

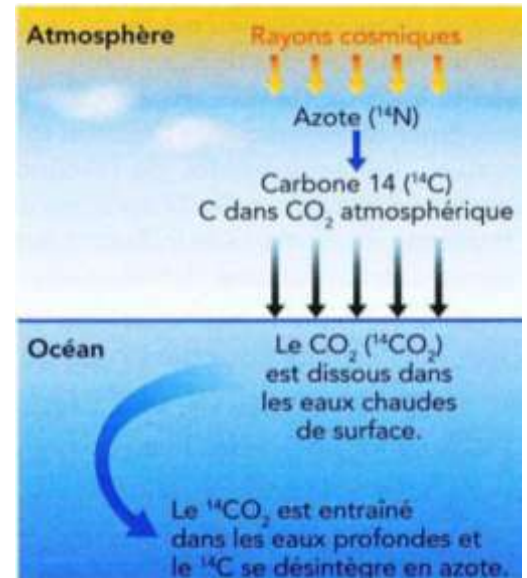
$$N(t) = N_0 \times e^{-\lambda t}$$

Données

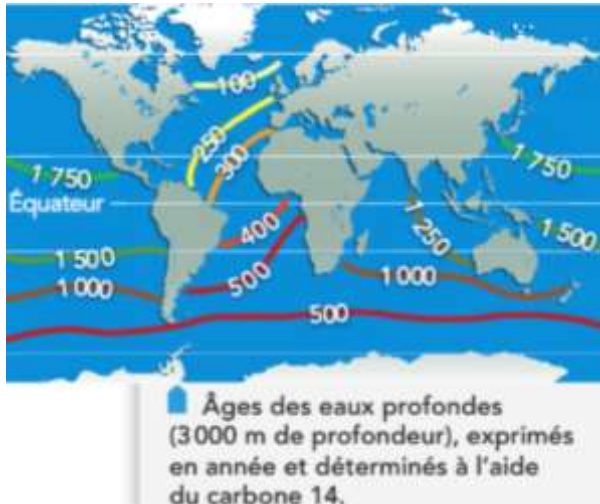
N_0 : nombre de noyaux radioactifs à l'instant $t = 0$

$N(t)$: nombre de noyaux radioactifs à l'instant t

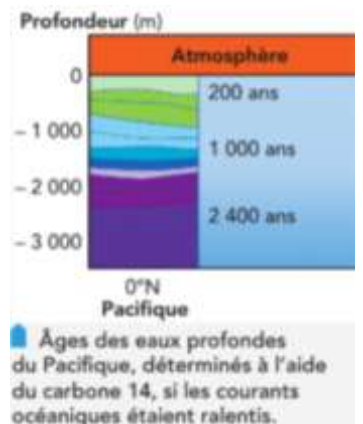
λ : constante de radioactivité avec $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$



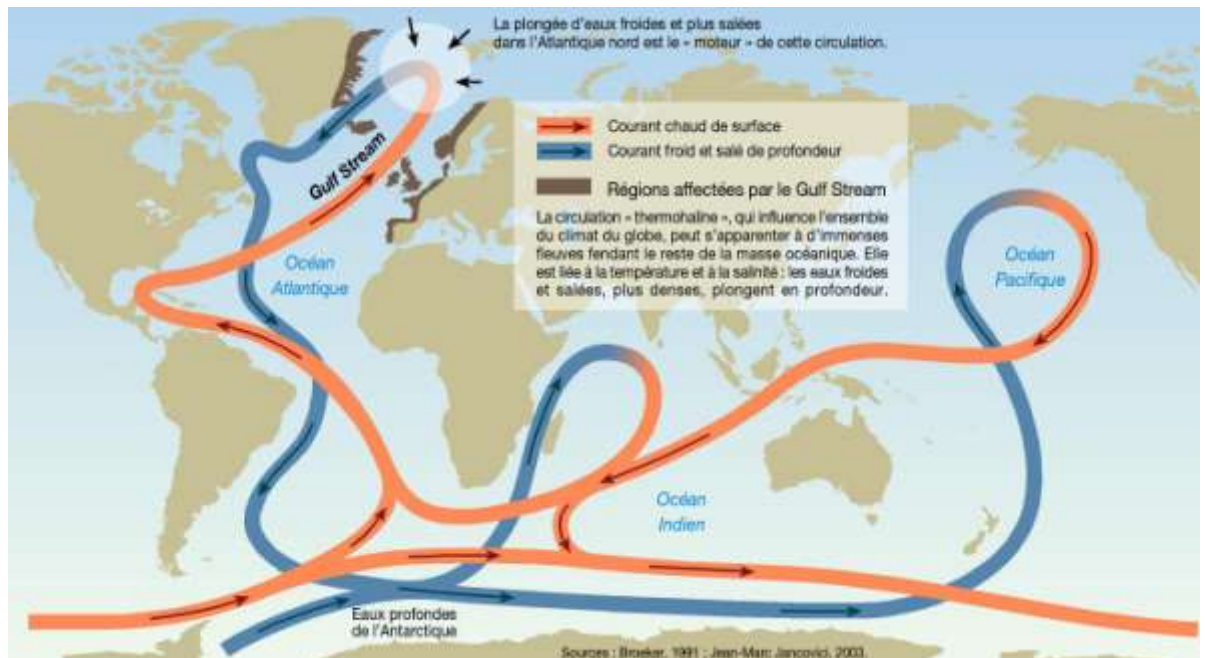
Documents 3 Datation des eaux profondes



Le carbone 14, produit dans l'atmosphère, diffuse lentement dans les profondeurs de l'océan par comparaison avec sa demi-vie $t_{1/2}$.



Document 4 Circulation thermohaline



Problème

Expliquer en une vingtaine de lignes comment la datation au carbone 14 permet :

- de mettre en évidence la circulation thermohaline ;
- de calculer l'âge des eaux ;
- d'évaluer la vitesse moyenne de la circulation océanique profonde.

Déterminer l'ordre de grandeur de cette vitesse sachant que la distance parcourue par les eaux profondes entre l'Atlantique Nord et le Pacifique Nord vaut environ $4,0 \cdot 10^4$ km soit approximativement la valeur du périmètre de la Terre.

Question subsidiaire : écrire l'équation de désintégration du carbone 14 en azote.