

# Thème n°16

## De l'océan à l'atmosphère, l'eau dans tous ses états

### Les objectifs :

- Appréhender la planète Terre dans son environnement global.
- Comprendre la dynamique de l'hydrosphère et les relations entre l'atmosphère et les océans.

### Ce qu'il faut savoir :

#### ATMOSPHERE ET HYDROSPHERE

Dans le système solaire, la présence sur une planète d'une atmosphère et d'eau sous ses 3 états (liquide, solide et gazeux) dépend de sa masse et de sa distance par rapport au Soleil. La masse de la planète détermine sa gravité donc la force avec laquelle elle retient les molécules plus ou moins légères qui détermineront la composition de l'atmosphère. La distance au Soleil influe sur la température de surface donc l'état des molécules d'eau gazeuses, liquides ou solides.

Planète	Distance Soleil (en millions de km)	Atmosphère	Présence d'eau
Mercure	57,9	inexistante	non
Vénus	108,2	épaisse	vapeur
Terre	149,6	épaisse	vapeur, liquide, solide
Mars	227,9	mince	vapeur, liquide, solide

*Présence d'atmosphère et d'eau sur les planètes en fonction de leur distance au Soleil*

La Terre possède une atmosphère, couche gazeuse qui entoure notre planète et une hydrosphère qui désigne les zones du globe où l'eau est présente. La présence d'eau à l'état liquide a rendu possible la vie sur Terre et permet aujourd'hui encore sa pérennité.

Sur la totalité des eaux de la planète, les eaux salées représentent 96% et les eaux douces 4% (3% sont sous forme de glace et 1% sous forme liquide). La Terre mérite bien son appellation de « planète bleue » car plus de 70% de sa surface sont recouverts par les océans.

## PROPRIETES DES OCEANS

### La température

Elle varie selon les régions, les saisons et la profondeur.

La température moyenne des eaux de surface est comprise entre 0°C et 30°C et celle des fonds océaniques est en moyenne de 3,6°C.

Etant donné que la Terre tourne sur elle-même mais que son inclinaison est fixe, la région des tropiques (de part et d'autre de l'équateur) reçoit toujours les rayons solaires à angle droit. Les eaux tropicales peuvent atteindre la température de 30°C. Les eaux polaires quant à elles peuvent descendre jusqu'à -2°C (sans geler car le sel abaisse le point de congélation).

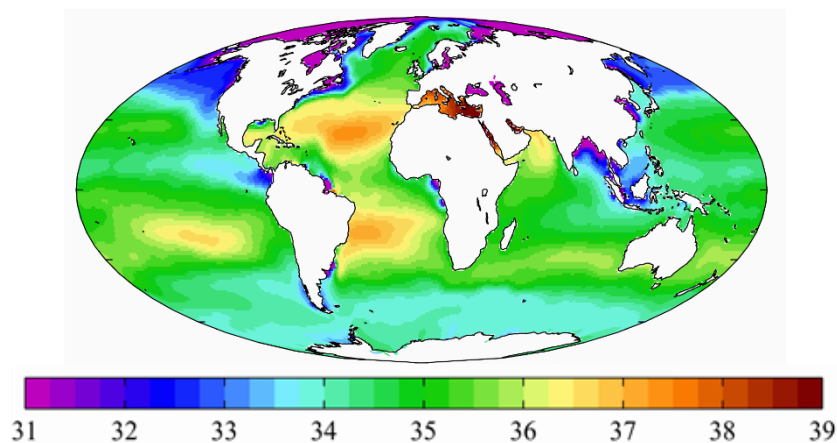
La température est l'un des principaux facteurs influant la distribution des organismes dans les océans.

### La salinité

L'eau de mer est composée d'eau pure, de sels et de diverses substances en très faible quantité.

9 éléments principaux sont présents sous forme de sels : chlore, sodium, magnésium, soufre, calcium, potassium, carbone, brome et bore. Les autres sont sous forme d'oligoéléments (présents en concentrations très faibles) : aluminium, fluor, fer, plomb, or, argent, cuivre...

La salinité représente la quantité de sels dissous dans 1L d'eau de mer. En moyenne, elle se situe entre 30 et 35g/L. La salinité varie en fonction des profondeurs et des régions. Quant aux mers fermées, elles subissent une forte évaporation d'où une salinité élevée (Ex : 42g/L en Mer Rouge et 275 g/L en Mer Morte !). Au contraire, elle est faible aux embouchures de grand fleuve comme le Gange.



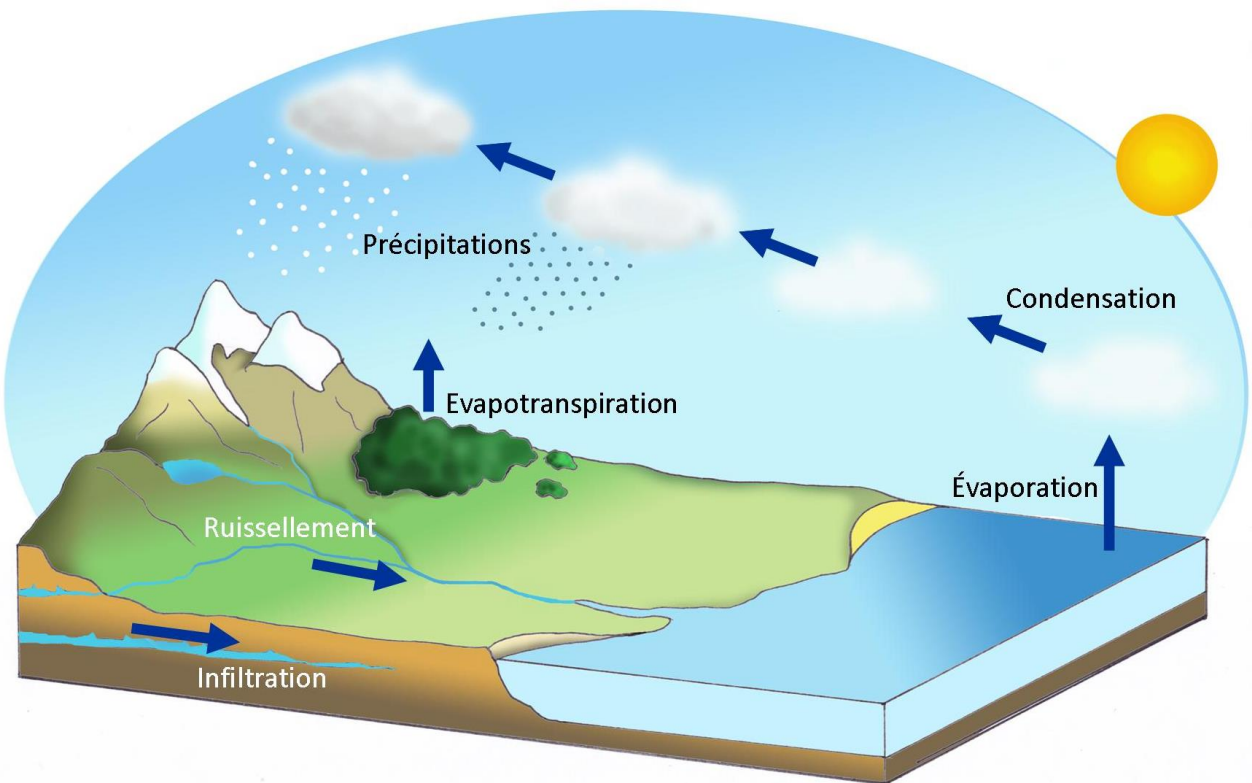
Salinité des eaux de surface en moyenne (g/L). Source : Plumbago, World Ocean Atlas

### Relation atmosphère-océan

Le contact entre la surface des océans et l'atmosphère crée entre eux des échanges permanents. L'océan est capable d'emmagasiner chaleur et gaz et de les redistribuer à travers ses masses d'eau. Ces échanges sont primordiaux dans la régulation du climat.

## Le cycle de l'eau

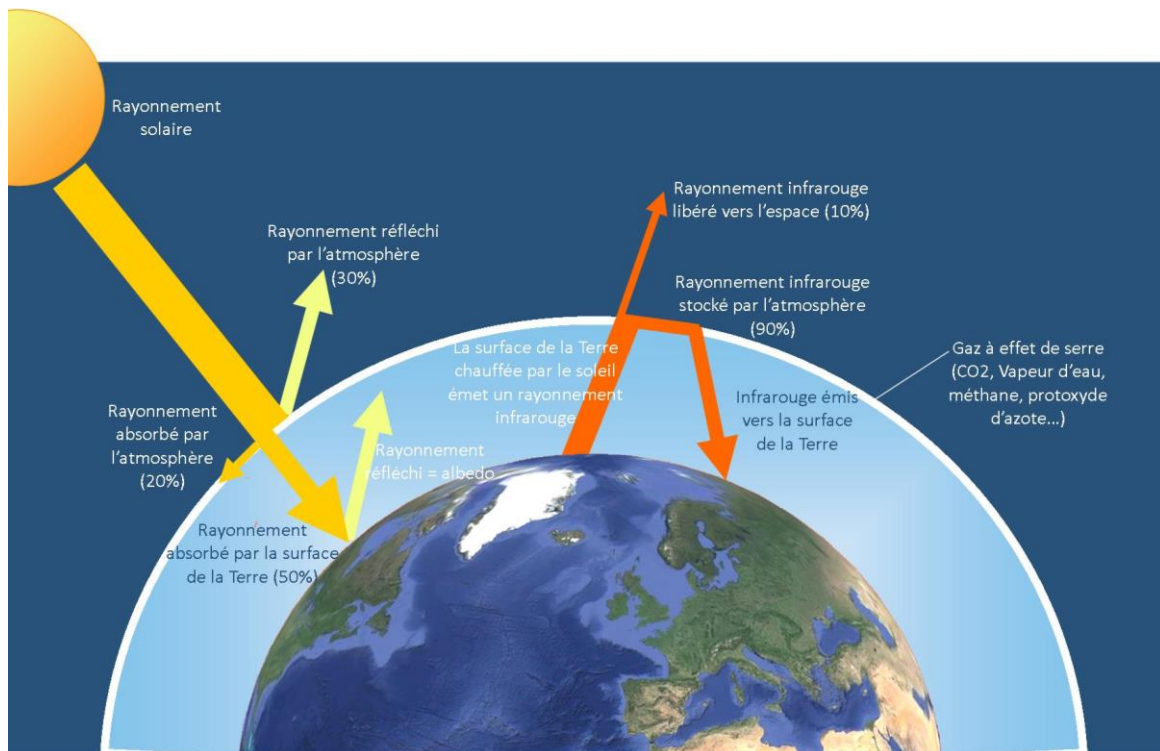
La quantité d'eau douce libre est renouvelée par le cycle de l'eau. Il ne s'agit pas d'une réserve qui s'épuise mais d'une circulation d'eau continue.



L'évaporation à la surface des océans leur soustrait une quantité d'eau dont 30% sont transportés par les vents vers l'intérieur des terres sous forme de nuages et y sont précipités en pluie ou en neige. Ces précipitations alimentent les réseaux hydrographiques superficiels et souterrains qui se déversent dans les océans et le cycle recommence...

### Echanges par rayonnement (radiatifs) :

La capacité des océans à absorber l'énergie solaire et emmagasiner de la chaleur est 1000 fois plus élevée que celle de l'atmosphère. Si la surface de la Terre n'était que solide, il y régnerait des températures extrêmes intolérablement élevées le jour et basses la nuit. Les océans sont un régulateur de la température.



La Terre reçoit de l'énergie solaire. L'atmosphère en réfléchit 30% vers l'espace et en absorbe 20%. Seul 50% du rayonnement gagne la surface terrestre. Celle-ci en réfléchit une partie, c'est l'albédo. Le reste est absorbé et chauffe le sol. Ce sol, réchauffé, restitue l'énergie sous forme de chaleur (rayons infrarouges). Certains gaz, présents naturellement dans l'atmosphère, sont opaques à ces rayons et conservent cette énergie sortante. Il s'agit des **gaz à effet de serre**. Parmi eux on dénombre, par ordre d'importance, la vapeur d'eau (évaporation notamment au-dessus de l'océan), le dioxyde de carbone (respiration des êtres vivants, feux de forêt et éruptions volcaniques), le méthane (décomposition des végétaux et digestion des ruminants), le protoxyde d'azote (sols, zones humides) et l'ozone (se forme sous l'action du rayonnement UV et de la foudre). Ils permettent de maintenir une température élevée et des conditions propices à la vie sur Terre. L'effet de serre est ainsi un phénomène naturel et bénéfique. Sans lui, la température moyenne à la surface de la Terre serait de  $-18^{\circ}\text{C}$  au lieu des  $15^{\circ}\text{C}$  actuels.

## Les échanges physico-chimiques

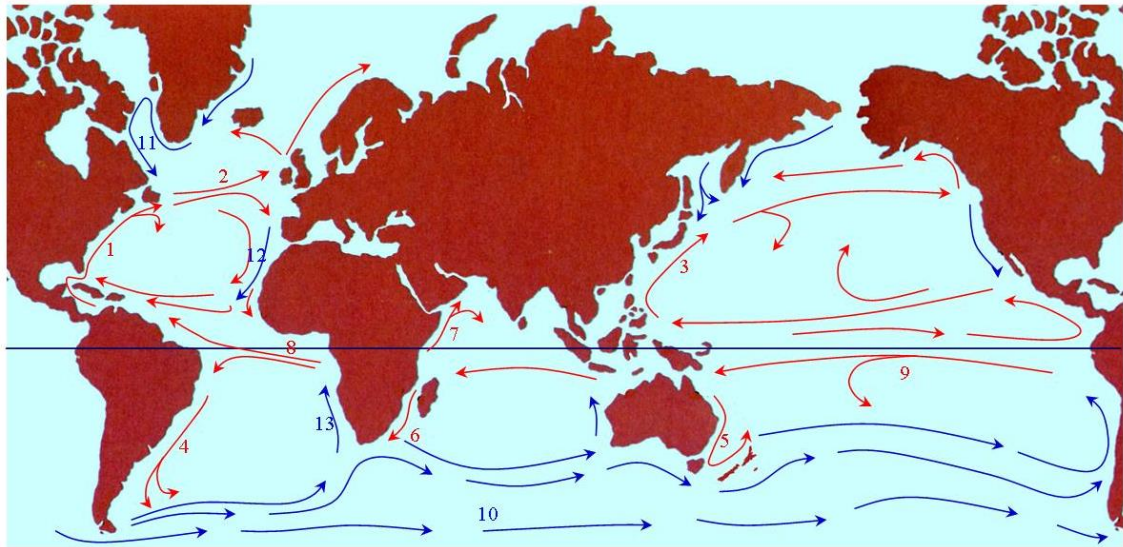
### La dissolution

L'océan intervient dans le cycle biogéochimique du carbone et représente un véritable puits pour l'élément : il en absorbe davantage qu'il n'en relâche. Grâce au phénomène de dissolution naturelle, il assimile chaque jour  $\frac{1}{4}$  des émissions anthropiques.

La température agit sur la solubilité des gaz dans l'eau : la dissolution est favorisée dans les eaux froides, qui absorbent plus de gaz que les eaux chaudes.

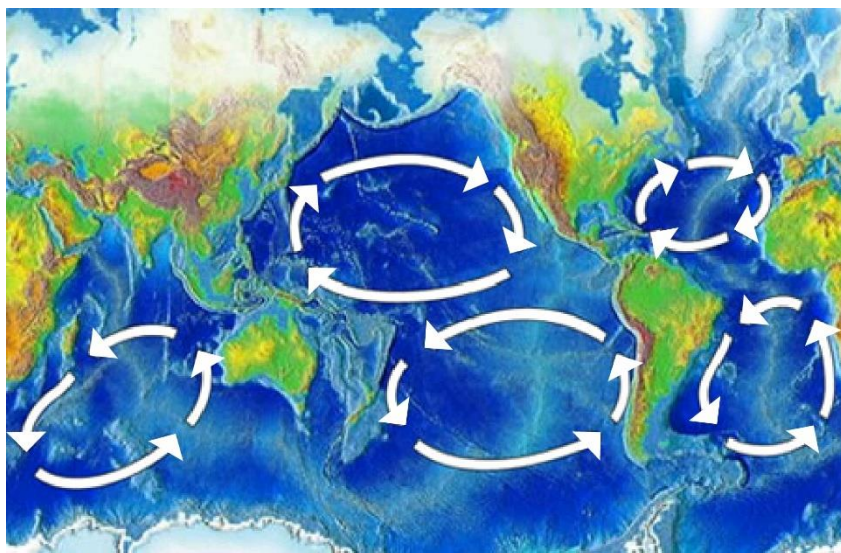
## La circulation océanique

Les courants marins sont engendrés par les vents dominants (ex. les alizés au niveau de l'équateur), la rotation de la Terre, les différences de température et de salinité entre les masses d'eau et la position géographique des continents.



- | Courants chauds                     | Courants froids                      |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| 1 Gulf Stream                       | 10 Courant antarctique circumpolaire |
| 2 dérive nord-atlantique            | 11 Courant du Labrador               |
| 3 Kuroshivo                         | 12 Courant des Canaries              |
| 4 Courant du Brésil                 | 13 Courant de Humboldt               |
| 5 Courant est-australien            |                                      |
| 6 Courant des Aiguilles             |                                      |
| 7 Courant des Somalies              |                                      |
| 8 Courant sud équatorial atlantique |                                      |
| 9 Courant sud équatorial pacifique  |                                      |

Les courants océaniques **de surface** sont généralement provoqués par le vent ; ils sont orientés dans le sens des aiguilles d'une montre dans l'hémisphère nord et dans le sens inverse dans l'hémisphère sud. Les courants de surface sont aussi déviés par la présence des continents et forment cinq grands tourbillons océaniques à l'échelle de la planète.



Les 5 gyres principaux. Source : NOAA

Les courants transfèrent l'énergie des zones équatoriales, où l'océan absorbe le plus de rayonnement solaire, vers les plus hautes latitudes. Ce transport de chaleur au sein des masses d'eau sert de **régulateur thermique**. L'océan assure un transport de chaleur de l'équateur vers les pôles aussi important que l'atmosphère.

Un exemple de courant de surface : le Gulf Stream et la dérive nord-atlantique

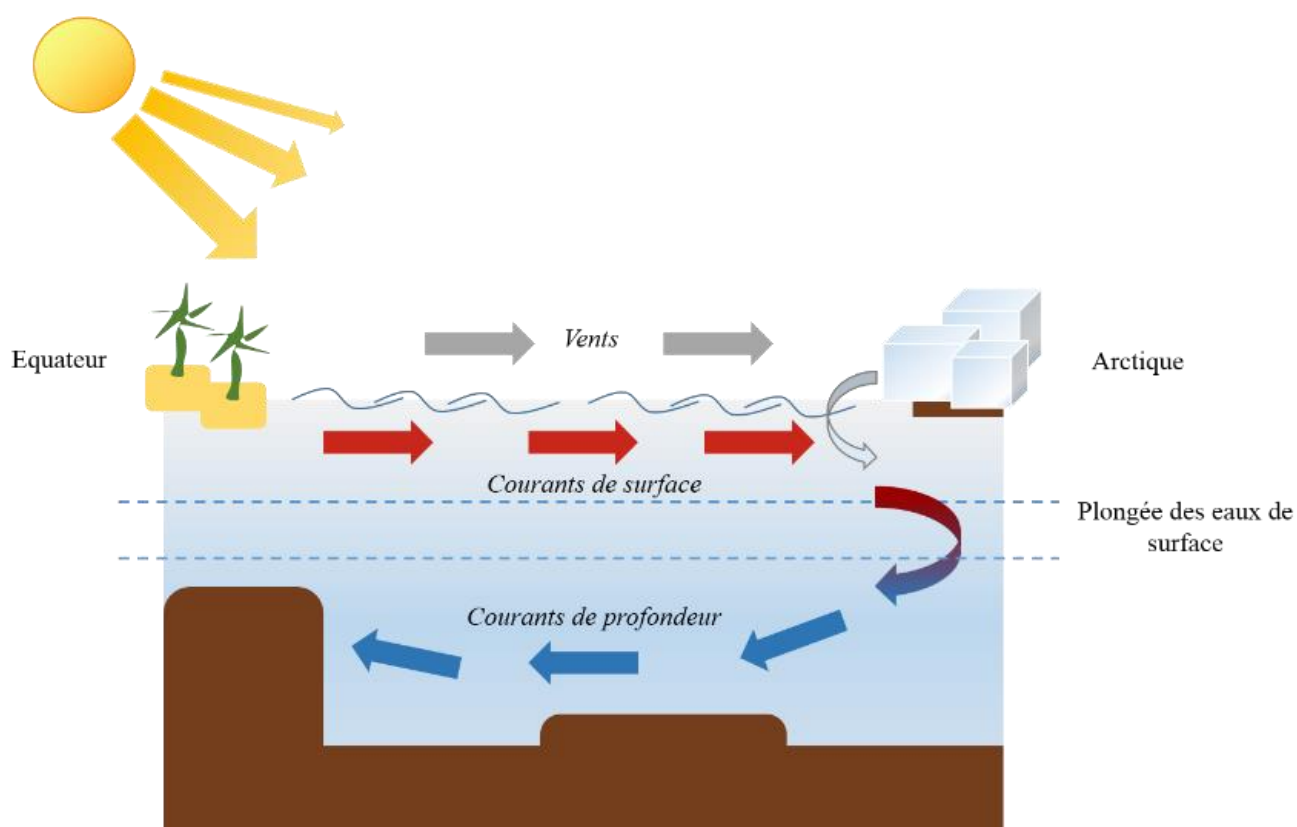
Le Gulf Stream permet de tempérer le climat. Il transporte les eaux chaudes des Caraïbes vers l'Europe et les eaux froides du Canada et de l'Europe vers les pays plus chauds. Il serait en partie responsable de la douceur du climat en Europe comparé à celui des régions de l'Amérique du Nord situées à la même latitude.

Les courants **de profondeur** sont basés sur des différences de température (l'eau froide est plus dense que l'eau chaude) et de salinité (l'eau salée est plus dense que l'eau douce), entre les différentes couches de l'océan.

Dans certaines régions, la salinité de l'eau augmente à cause de l'évaporation. Ces masses d'eau plus denses plongent en profondeur.

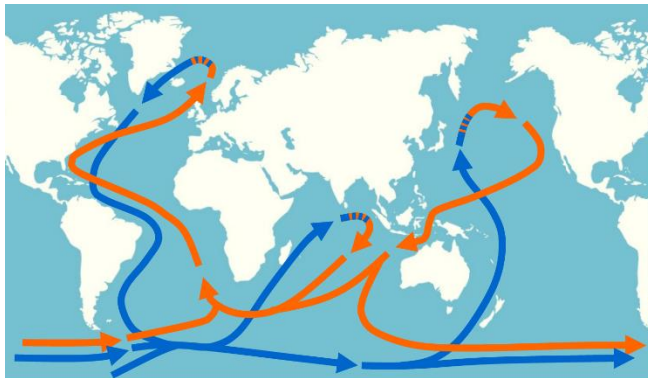
De même, les eaux chaudes qui atteignent les pôles grâce aux courants de surface, se refroidissent, deviennent plus denses et coulent vers le fond.

Les courants de profondeur assurent ainsi le maintien de la vie dans les océans. En circulant au fond des océans, l'eau s'enrichit en nutriments. En remontant, elle entraîne ces nutriments en surface, ce qui alimente les algues et le phytoplancton formant la base des chaînes alimentaires océaniques.



*Coupe verticale de la circulation océanique*

Les courants de surface et de profondeur sont étroitement liés et forment la circulation thermohaline. Celle-ci est essentielle, car elle permet le transfert de chaleur entre les pôles et l'équateur. Sans elle, l'écart de température entre l'équateur et les pôles serait beaucoup plus marqué.



*Boucle thermohaline : en bleu, ce sont les eaux froides et salées qui circulent en profondeur. En rouge, ce sont les eaux chaudes et moins salées qui circulent plus en surface.*

#### Cas particuliers : El niño

En situation normale un courant froid, appelé courant du Pérou engendré par les alizés, circule le long de la côte ouest de l'Amérique du Sud et s'accompagne de remontées d'eaux froides profondes (upwelling). Or tous les 2 à 7 ans, les alizés faiblissent pour des raisons encore mal connues et le courant d'eaux froides est remplacé par un courant côtier plus chaud et moins salé. La forte évaporation qui en résulte provoque des pluies torrentielles s'étendant de la Californie aux côtes du Pérou.

Ce phénomène baptisé « el niño » (l'enfant en espagnol) fait référence à Jésus car il a lieu à la période de Noël.

## Les échanges biologiques

Le phytoplancton vit dans la couche éclairée de l'océan et utilise l'énergie du soleil pour effectuer la photosynthèse comme les végétaux terrestres. Il absorbe ainsi le CO<sub>2</sub> et produit plus de 50% de l'oxygène que l'Homme respire. Ces organismes utilisent les nutriments disponibles dans l'eau de mer, ainsi que le carbone dissous, pour produire de la matière organique. La production de cette matière organique est appelée production primaire. Elle représente la base des chaînes trophiques dans l'océan, socle à partir duquel d'autres organismes non photosynthétiques peuvent se nourrir. Cette activité photosynthétique est donc un mécanisme efficace pour extraire le CO<sub>2</sub> de l'atmosphère et le transférer vers les organismes vivants. Le phytoplancton est capable de générer de grandes quantités de carbone organique chaque année (près de 50 milliards de tonnes par an). Son taux de renouvellement est très rapide, de quelques jours à quelques semaines.

Avant d'être stocké en profondeur, le carbone atmosphérique fixé par les organismes photosynthétiques subit une série de transformations : le phytoplancton peut être directement consommé par le zooplancton, ou indirectement par des bactéries, qui seront à leur tour mangées par les plus grands organismes. Seule une fraction de la matière organique quitte la couche de surface sous forme de particules (cellules mortes, détritiques...), transférant ainsi le carbone de surface vers les couches profondes de l'océan. Chaque année, près de 10 milliards de tonnes de carbone sont ainsi exportées à partir de la couche de surface. Ce

mécanisme biologique permet de soustraire du carbone du système océan-atmosphère pour de très longues périodes de temps.

Au cours des échelles de temps géologiques, la pompe biologique de carbone a conduit à la formation de dépôts pétrolifères qui alimentent aujourd'hui notre économie.

## En direct de l'aquarium

- Comparaison des températures indiquées sur les différents aquariums, les régions océaniques qu'ils représentent et le peuplement installé.
  - Salle Atlantique, panneau géographique avec une carte mentionnant la dérive nord-atlantique et le Gulf Stream.

## Après votre visite

- Superposer une carte des courants marins avec une carte de circulation des vents.
- Comparer les situations de remontées d'eaux froides et les cartes d'abondance du phytoplancton avec des données halieutiques.
- Etudier les migrations saisonnières de quelques espèces marines et les comparer avec les courants marins (exemple de tortues marines trouvées échouées sur la côte Atlantique française).
  - Modéliser à l'aide de votre propre maquette, le cycle de l'eau

## Ressources

### OUVRAGE :

- Chimie de l'eau de mer, G.COPIN-MONTEGUT (dès le lycée)

### EN LIGNE :

<https://www.youtube.com/watch?v=7ZKPR5MII0E> : explication du cycle de l'eau par Jamy (initiatives-cœur).

<https://www.youtube.com/watch?v=4ZDC4bHVYaw> : l'actu en classe sur le cycle de l'eau.

<http://lecalve.univ-tln.fr/oceano/plan.htm> : site d'introduction à l'océanographie physique.

<http://education.meteofrance.fr/accueil> : site éducatif de météo France.

[http://ww2.ac-poitiers.fr/hist\\_geo/spip.php?article298](http://ww2.ac-poitiers.fr/hist_geo/spip.php?article298) : sélection documentaire sur le thème de l'eau, académie de Poitiers.