

Thème n°10

L'eau et l'hydrosphère

Les objectifs

- Appréhender la planète Terre dans son environnement global.
- Comprendre la dynamique de l'hydrosphère* (= eau sous forme liquide, solide et gazeuse sur Terre) et l'impact de l'Homme sur les phénomènes climatiques.

Ce qu'il faut savoir

➤ Atmosphère et hydrosphère*

Dans le système solaire, la présence d'une atmosphère et d'eau sous ses 3 états (liquide, solide et gazeux) sur une planète 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, solide

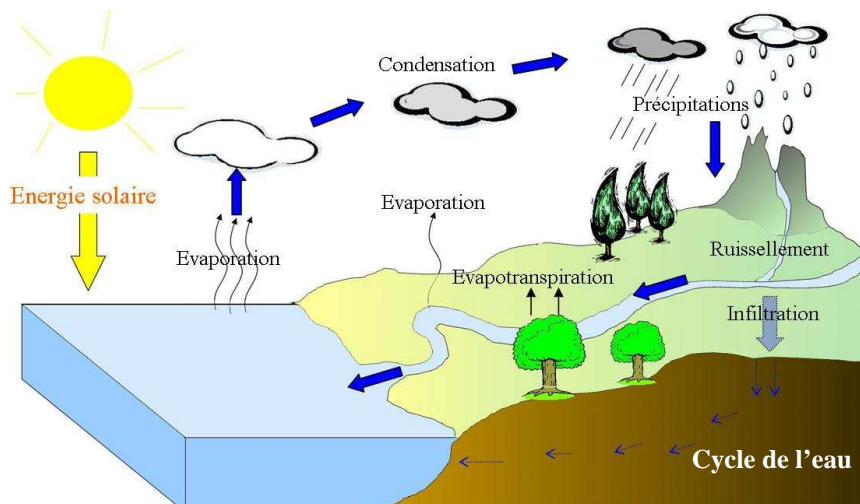
Présence d'atmosphère et d'eau sur les planètes en fonction de leur distance au Soleil

La Terre est donc la seule planète de notre système solaire à posséder une atmosphère (couche gazeuse qui enveloppe notre planète) et une hydrosphère*. La présence d'eau à l'état liquide a rendu possible la vie sur Terre et permet aujourd'hui encore sa pérennité.

➤ Le cycle de l'eau

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.

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 (si l'Homme n'intervenait pas...)

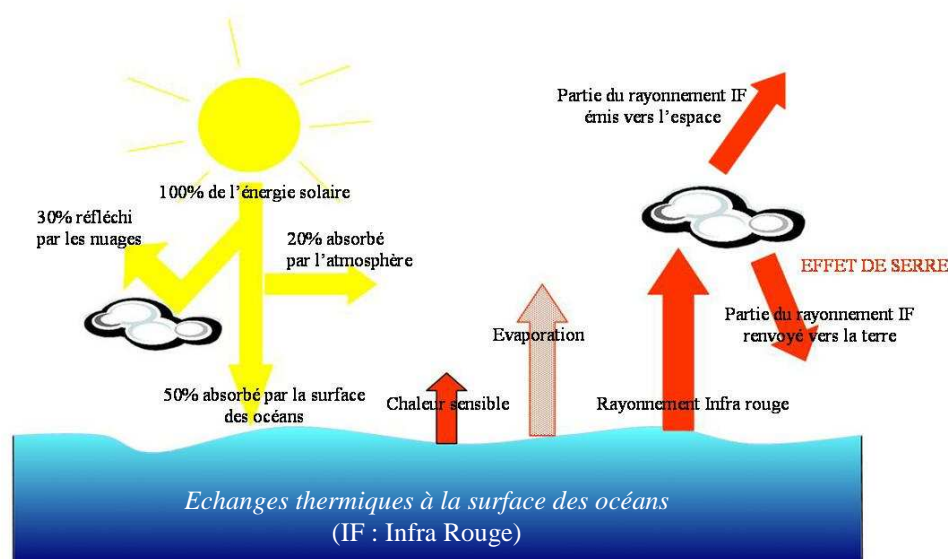


⇒ Les mots suivis d'un astérisque sont définis dans le glossaire.

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...

➤ Bilan énergétique de la Terre

Une autre propriété physique de l'eau qui influe profondément sur la vie terrestre est sa capacité à emmagasiner la chaleur. 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 totalité de l'énergie solaire ne parvient pas jusqu'à la surface océanique. Seulement la moitié est absorbée par les océans.

Ils en restituent une grande partie dans l'atmosphère sous forme de rayons infrarouges qui sont à leur tour absorbés par les nuages et certains gaz qui se trouvent dans l'air. Ces gaz renvoient une partie de ce rayonnement vers la surface terrestre et réchauffent ainsi les basses couches de l'atmosphère. C'est l'effet de serre*. Sans ce phénomène, la température moyenne à la surface de la Terre serait de -18°C au lieu des 15°C actuels.

L'effet de serre* est donc un phénomène naturel et indispensable.

➤ Propriétés des océans

- Composition de l'eau de mer

L'eau de mer est composée à 95% d'eau pure et plus d'une soixantaine d'éléments dissous, en suspension ou dans les sédiments.

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 température

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

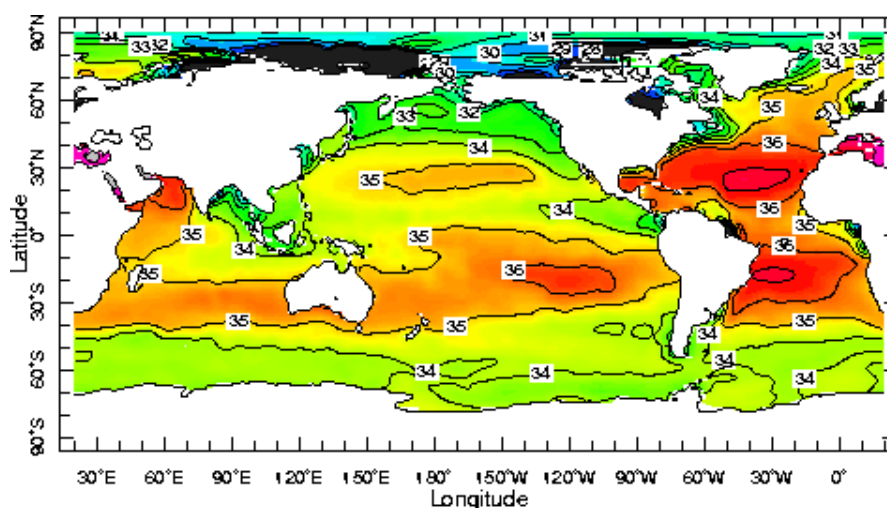
La température moyenne des eaux de surface est comprise entre 0°C et 30°C et celle des fonds océaniques est en moyenne de $3,6^{\circ}\text{C}$.

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*

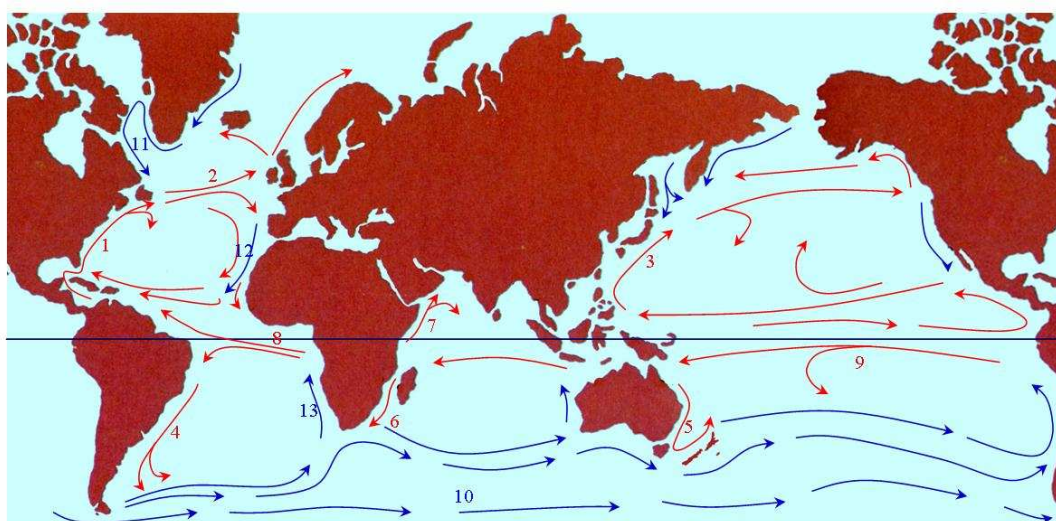
Elle représente la quantité de sels dissous dans 1L d'eau de mer. En moyenne, elle se situe entre 30 et 35g/L. La salinité varie en fonction des profondeurs et des régions. Quant aux mers fermées, elles subissent un taux d'évaporation élevé d'où une salinité* élevée (Ex : 30g/L en Mer Rouge et 275 g/L en Mer Morte !). Au contraire, elle va être faible aux embouchures de grand fleuve comme le Gange par exemple ou près des zones polaires en raison de la fonte des glaces.



Salinité des eaux de surface en moyenne (g/L). Source : Olivier le Calvé.

- Les vents et les courants marins

Les courants marins sont engendrés par la rotation de la Terre, les vents dominants (ex. les alizés au niveau de l'équateur), les différences de température de l'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 | |

En pleine mer, les courants principaux circulent dans le sens des aiguilles d'une montre dans l'hémisphère Nord et dans le sens contraire dans l'hémisphère Sud.

Les courants chauds qui se créent au voisinage de l'équateur transportent l'eau chaude vers les pôles dans les régions aux eaux glacées. Les courants froids au contraire véhiculent l'eau froide des régions polaires vers la zone des eaux plus chaudes.

Le courant chaud du *Gulf Stream* tempère le climat de la côte ouest atlantique. A même latitude, la région des îles britanniques est plus chaude que la côte du Québec qui subit le courant froid du Labrador.

Outre ces courants qui circulent plus ou moins en surface, il existe des courants de profondeur. Les courants de surface entraînant les masses d'eau, il se crée ponctuellement des « déficits » comblés par des remontées d'eaux profondes : les upwelling*. Ces eaux sont froides et riches en sels minéraux ce qui favorisent la production de plancton* végétal ou phytoplancton*, point de départ de nombreuses chaînes alimentaires* marines.

Les courants marins n'ont pas une trajectoire aussi régulière que sur les cartes, elles se modifient de façon saisonnière.

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. (cf. animation du site de météoFrance)

Ce phénomène ayant lieu vers Noël, il porte le nom espagnol de Jésus.

➤ Les déséquilibres

Certaines activités humaines sont responsables des modifications de la composition de l'atmosphère.

- Renforcement de l'effet de serre

Des quantités considérables de gaz (CO₂, méthane, vapeur d'eau, oxyde d'azote) sont libérées par diverses activités humaines. Ces nuages de gaz renvoient une grande partie des rayonnements infrarouges vers la surface de la Terre d'où une augmentation anormale de la température, notamment depuis ces 20 dernières années. C'est le renforcement de l'effet de serre*.

- Trou de la couche d'ozone

L'ozone(O₃) se forme à partir de molécules de dioxygène dissociées sous l'effet de rayonnements UV. La couche de molécules d'ozone présente dans la stratosphère (de 15 à 35 Km d'altitude) absorbe la majeure partie des rayons UV. Elle protège ainsi la surface de la Terre contre les effets nocifs de ce type de rayonnements.

Diverses recherches ont démontré que la destruction de cette couche ne résulte pas de l'émission de CO₂ dans l'atmosphère mais de l'accumulation de chlorofluorocarbures (CFC) utilisés dans les systèmes de réfrigération et les aérosols. Le chlore contenu dans ces produits réagit avec l'ozone et le réduit en dioxygène. Le trou de la couche d'ozone résultant de ce phénomène est surtout visible au dessus de l'Antarctique.

A Punta Arena, petite ville au sud du Chili, le rayonnement UV est de 40% supérieur à la normale. Les maladies de peau y sont de plus en plus fréquentes.

- Les conséquences du réchauffement de la planète

Le niveau des mers s'est élevée en moyenne de 10 à 25cm depuis un siècle et la température de l'eau a significativement augmenté. La surface des glaciers a diminué et les effets de phénomène climatiques comme « el niño » se font de plus en plus violents.

Si aucune mesure est prise d'ici 2030, quelques-unes des conséquences inévitables seraient la fonte de la banquise arctique, l'inondation de certaines régions côtières, l'augmentation des

précipitations en raison de la forte évaporation et de grandes perturbations des climats sur Terre.

Le réchauffement climatique aura également de multiples impacts sur le milieu océanique : élévation de la température superficielle, notamment des eaux côtières, et du niveau de la mer, modification du régime des courants, teneur en dioxyde de carbone dissous (se traduisant par une baisse du pH de l'eau de mer), modification des écosystèmes.

Modification des courants :

La modification des courants océaniques engendrée par le réchauffement climatique aura des conséquences importantes pour certains pays littoraux. Il en va notamment ainsi des pays du Sud, directement affectés par les phénomènes océaniques dans la zone intertropicale, dont l'oscillation australe (El Niño décrit dans le thème n°10 l'eau et l'hydrosphère) est l'exemple le plus connu. En Europe, l'évolution du Gulf Stream est suivie avec attention puisque ce courant chaud qui prend naissance au large de la Floride, explique en grande partie la douceur du climat sur nos côtes. Les conséquences d'un apport d'eaux froides et douces en Atlantique Nord (dû au réchauffement climatique) sur le fonctionnement de ce système complexe sont assez difficiles à appréhender et font débat chez les scientifiques : certains prévoyant un choc climatique dès 2020, d'autres estimant que le Gulf Stream ne serait pas en train de s'affaiblir.

Elévation du niveau de la mer :

La **dilatation thermique de l'océan** est le facteur principal de variation du niveau marin en cas de réchauffement du climat. Le réchauffement de l'atmosphère s'accompagne d'un réchauffement progressif des couches supérieures de l'océan. Ce réchauffement est beaucoup plus lent car l'océan a une inertie thermique environ 1000 fois plus importante que l'atmosphère. Ce réchauffement de l'océan s'accompagne d'une augmentation de son volume par dilatation thermique.

La **fonte des glaces** provoquée par le réchauffement climatique n'aura pas les mêmes effets, selon la nature des glaces. En effet, il faut distinguer les glaces continentales (telles la calotte de l'Antarctique et du Groenland) et les banquises (glaces de mer, qui s'étendent dans l'océan Arctique et autour de l'Antarctique). En effet, comme les glaces de mer flottent, elles déplacent un volume d'eau de mer dont le poids est égal au poids de la glace (principe d'Archimède, 3^{ème} siècle avant JC). Si cette glace océanique fond, l'eau de fonte occupe exactement le volume d'eau de mer que la glace occupait, sans modifier le niveau marin. En revanche, la fonte des glaciers continentaux élèverait le niveau de la mer.

Cette hausse du niveau de la mer menacerait les îles basses et les plaines deltaïques comme le delta du Nil, le Bangladesh ou même la Camargue.

En direct de l'aquarium

➤ Comparaison des températures indiquées sur les différents aquariums, les régions océaniques qu'ils représentent et le peuplement installé.

➤ Aquarium 31 : le baliste gris était autrefois uniquement présent sur les côtes africaines.

Le réchauffement progressif des eaux lui permet actuellement de vivre plus au nord jusque dans les eaux bretonnes.

➤ Espace « en savoir plus » sur la biodiversité. Un panneau décrit les conséquences du changement climatique.

Après votre visite

➤ Superposer une carte des courants marins avec une carte de circulation des vents.

➤ Comparer les situations de remontées d'eaux froides avec des données halieutiques.

➤ Étudier 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

- CD rom Naviclim, le climat des océans; Ed. Météo France
- Chimie de l'eau de mer, G.COPIN-MONTEGUT ; (dès lycée)
- Consultation de sites sur internet :

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

<http://www.meteo.fr/meteonet/decouvr/com.htm> : dans l'espace découverte/comprendre la météo vous trouverez un dossier (pour débutant) sur les sujets el niño et effet de serre. Côté coin jeunesse vous trouverez une animation présentant le cycle de l'eau ainsi qu'un petit quizz.

<http://www.educnet.education.fr/meteo/eaubonne/html/eaub435.htm> : introduire la notion de cycle de l'eau (dès le primaire)

<http://www.crdp-poitiers.cndp.fr/lycee/tpe/ressource/selecdocthem/site/11.htm> : sélection documentaire sur le thème de l'eau, CRDP Poitou Charente