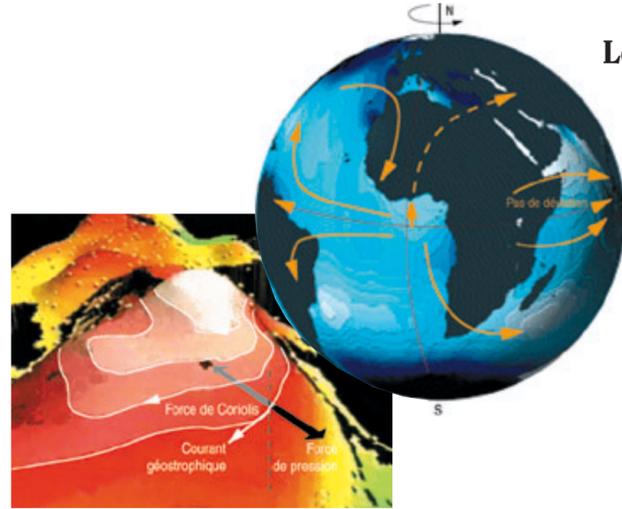


Le climat au fil des courants

Les courants, transportant chaleur et énergie, sont des acteurs majeurs des climats terrestres. Leur observation, possible depuis l'espace, est essentielle à une meilleure compréhension de notre planète.



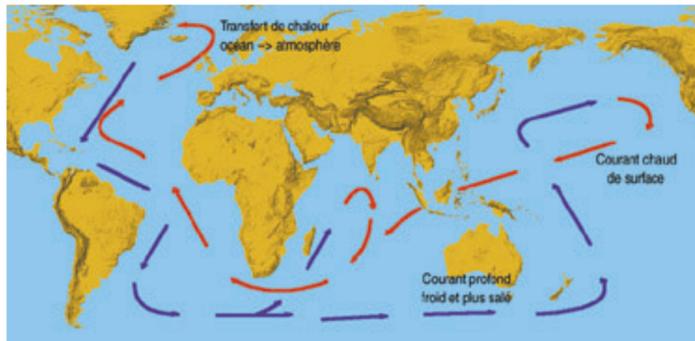
La force de Coriolis, liée à la rotation de la Terre, dévie les courants vers la droite du vent dans l'hémisphère nord (vers la gauche dans l'hémisphère sud). Plus on se situe haut en latitude, plus la déviation est forte.

Les courants ont du relief

Les grands courants océaniques, générés par les vents dominants, sont déviés par les côtes, et par la rotation de la Terre. La circulation océanique accumule ainsi de l'eau sur les bords ouest des océans, créant des reliefs à la surface, d'une hauteur proportionnelle à la vitesse des courants. L'altimétrie, qui mesure les différences de hauteur de mer, permet donc d'observer les courants.

Le climat se met aux courants

Les climats terrestres sont fortement influencés par les océans et par leurs mouvements. Les eaux sont chauffées par le Soleil aux Tropiques. Les vents dominants (Alizés d'est sous les Tropiques, vents d'ouest aux moyennes latitudes), et les différences de températures entre les masses d'eau, font que cette eau va vers les hautes latitudes. Durant ce voyage, l'eau perd de sa chaleur au profit de l'atmosphère, et de l'océan environnant. Tout ceci conduit à une répartition de la chaleur sur tout le globe essentielle dans la genèse des différents climats.



Les eaux venues des Tropiques, coulent en se refroidissant en mer de Norvège. Elles parcourent ensuite un long trajet au fond des océans avant de remonter en se réchauffant, au niveau des Tropiques, au bout d'un millier d'années.



Les courants autour du monde

Topographie dynamique, les grands courants vus par altimétrie

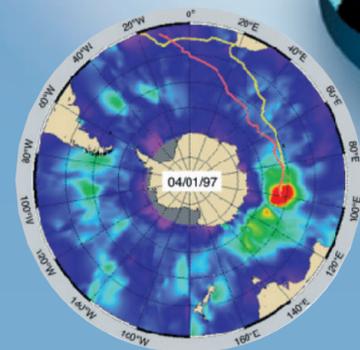
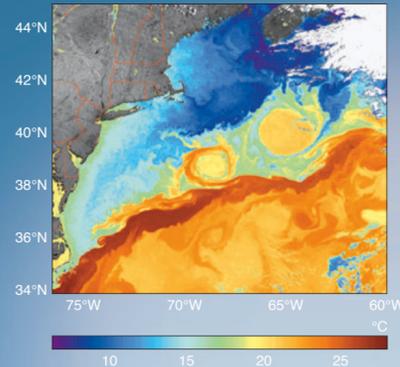
La circulation océanique globale est vue sous forme de creux et de bosses autour desquels s'enroulent les courants. Les courants tournent autour des bosses dans le sens des aiguilles d'une montre dans l'hémisphère nord, dans le sens opposé autour des creux (l'inverse se produisant dans l'hémisphère sud). Ils forment des boucles de part et d'autre de l'équateur. Tous les océans ne sont pas au même niveau : des différences de salinité sont à l'origine de la plus grande hauteur observée dans le Pacifique par rapport à l'Atlantique.

Gulf Stream et Kuroshio : quand les continents bloquent le passage

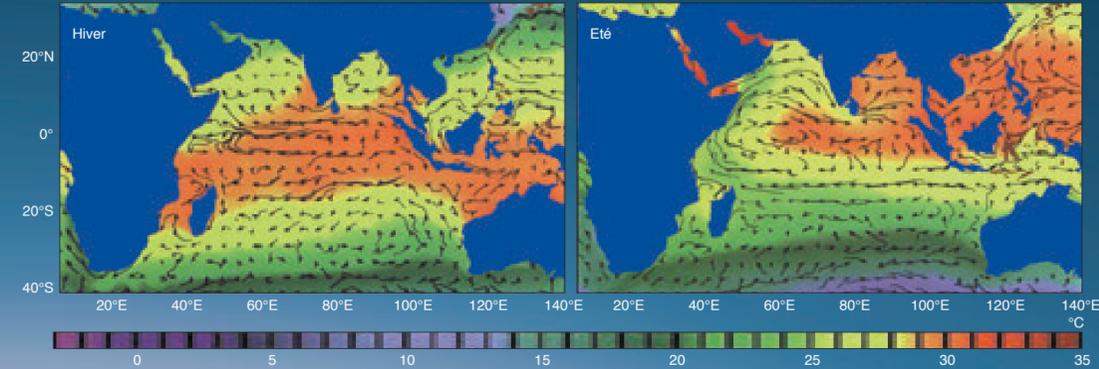
Depuis les Antilles jusqu'au large de Terre-Neuve, le Gulf Stream est l'un des premiers courants à avoir été étudié de façon scientifique, de par son importance pour la navigation transatlantique. Durant son parcours, il passe de 25° à 2°C, réchauffant au passage l'eau et l'atmosphère, et chargeant celle-ci d'humidité. Ce courant chaud, comme le Kuroshio (son équivalent dans le Pacifique), est un courant de bord ouest, formé par les vents d'est. On y observe de fortes turbulences, et des variations de direction, de vitesse et de température très fortes. Les courants des Aiguilles, du Brésil ... dans l'hémisphère sud sont similaires.



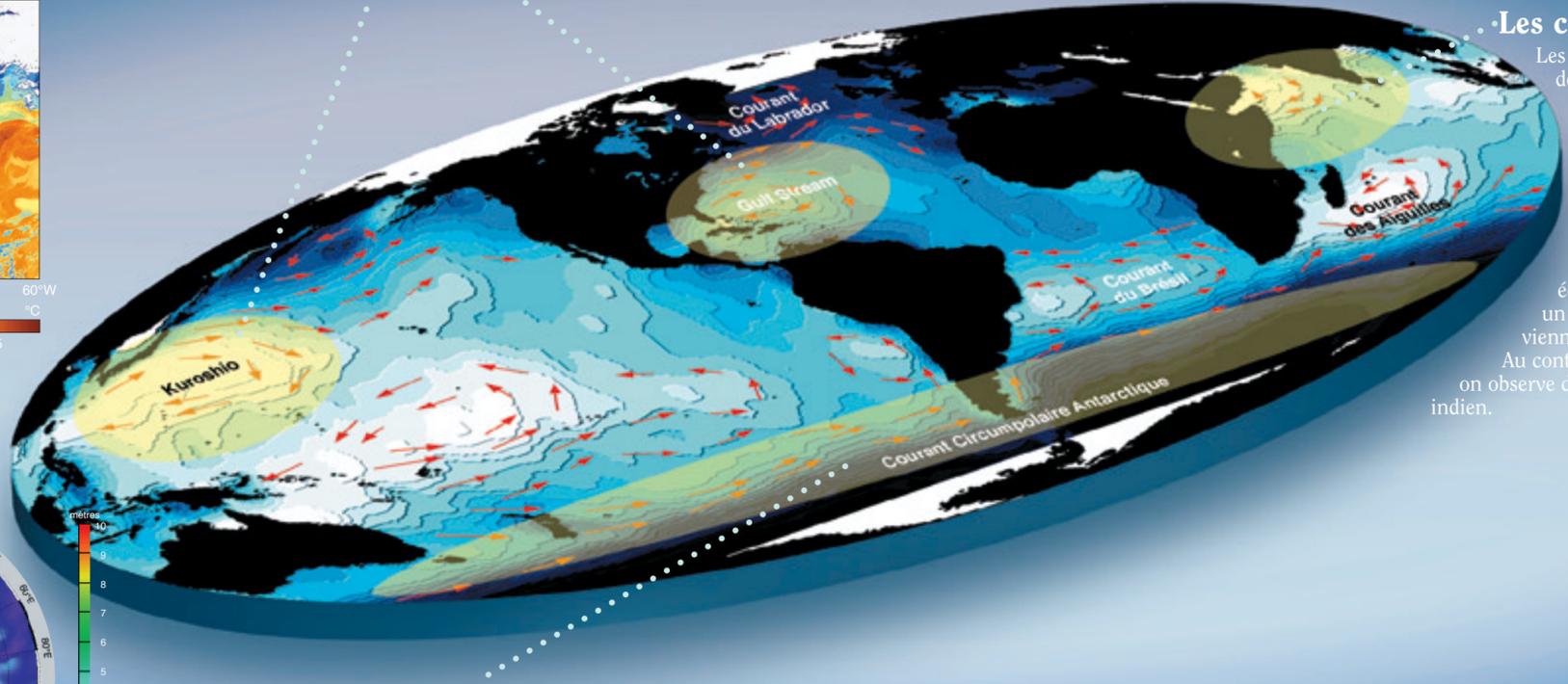
Dès 1777, le Gulf Stream était cartographié, pour faciliter la traversée de l'Atlantique.



Hauteurs de vague autour de l'Antarctique, durant le Vendée Globe 1996-97.



Les courants, et la température de l'eau changent avec les moussons dans l'océan Indien.



Les courants de la mousson

Les courants près du Golfe Persique dépendent de la saison. En effet, les vents viennent soit de la terre, soit de la mer (phénomène de mousson), et apportent ou non les pluies nécessaires à l'agriculture. Ces vents changeants entraînent les courants, qui eux-mêmes influencent les vents... De plus, les moussons sont sensibles aux variations à grande échelle des océans : lorsque se produit un phénomène El Niño sur la côte péruvienne, la mousson humide tarde à venir. Au contraire, lors des phénomènes La Niña, on observe des inondations dans le sous-continent indien.



Courant Circumpolaire Antarctique

L'Antarctique est l'un des endroits les plus inaccessibles de la Terre. Les vents et les vagues, qui atteignent souvent des amplitudes rarement égales ailleurs, ainsi que les icebergs rendent la navigation particulièrement difficile (d'où l'appellation de "40èmes rugissants" donnée à cette zone).

De ce fait, le Courant Circumpolaire Antarctique est l'un des courants les moins étudiés de la planète. C'est aussi l'un des plus singuliers, car il est le seul à ne pas être arrêté par un continent et, ainsi, à relier tous les autres océans, permettant le passage d'eau de l'un à l'autre.

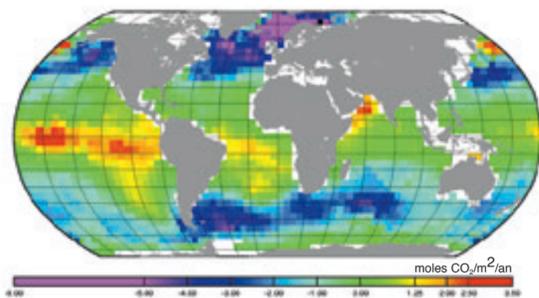
Effet de serre et réchauffement climatique

Les relations entre océan et climat ne consistent pas uniquement en un transport de chaleur. Les océans participent au cycle du carbone, capital pour le climat via l'effet de serre. Tout changement climatique se répercute à son tour sur les océans, dont le niveau et la circulation varient au fil des réchauffements et refroidissements.

Du CO₂ dans l'eau



Le climat est un système complexe, influencé par de nombreux paramètres, océaniques et atmosphériques. Parmi ceux-ci, la quantité de gaz à effet de serre (vapeur d'eau, CO₂, etc.) présents dans l'atmosphère. L'effet de serre est nécessaire à la vie sur Terre - sans lui, l'énergie solaire serait réfléchié immédiatement vers l'espace, et la température à la surface du globe serait trop basse (-18°C en moyenne). Mais, trop important (même légèrement, de quelques degrés), il amène un réchauffement qui bouleverse les climats.



Echanges annuels de CO₂ entre atmosphère et océan (moles de CO₂ par m² et par an). L'absorption de dioxyde de carbone par les océans dépend de la température de l'eau. La redistribution du carbone se fait via les courants.

Le niveau monte

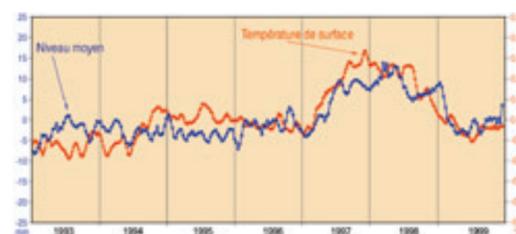
Un réchauffement climatique agit sur l'océan, en entraînant une montée des eaux (par la fonte des glaciers et la dilatation de l'eau chauffée). Une telle montée aurait des conséquences catastrophiques pour une grande partie de la population mondiale (dont



Côtes européennes si toutes les glaces continentales fondaient (augmentation du niveau de 80 mètres).

50% vit à moins de 100 km des côtes), en particulier dans les atolls du Pacifique ou au Bangladesh, très peu surélevés par rapport au niveau actuel des océans.

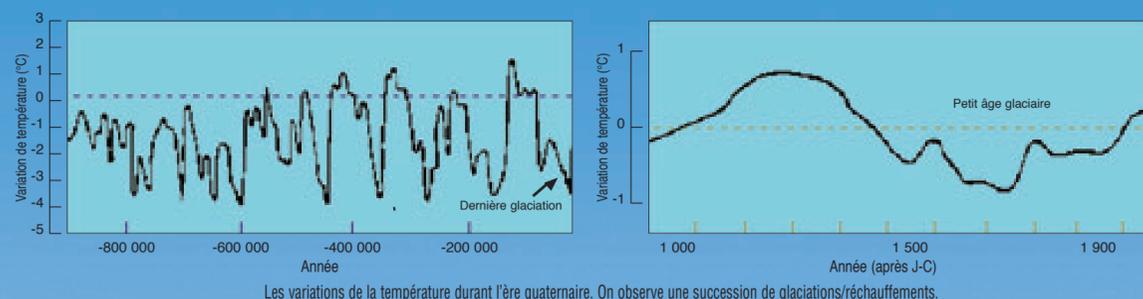
Par ailleurs, les variations de température et de salinité de l'eau peuvent amener une modification de la circulation océanique globale qui, à son tour, joue sur le climat - et ainsi de suite.



Le niveau moyen des océans tel que le mesure TOPEX/POSEIDON. On observe depuis 1992 une montée d'environ 1,5 mm par an des eaux.

Une longue histoire

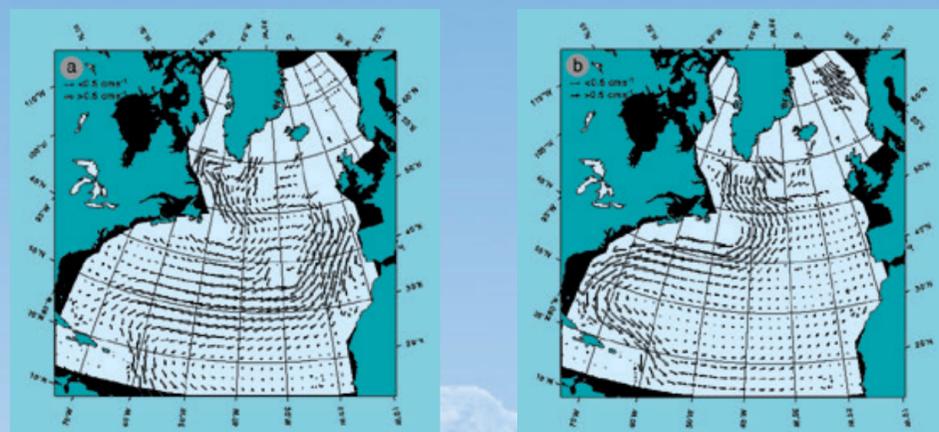
Le climat de la Terre a connu de nombreuses variations, parfois extrêmes, par le passé. Durant l'ère quaternaire, la planète a subi plusieurs cycles de glaciations. La plus récente a vu des rennes dans le sud de l'Europe - les peintures des grottes l'attestent - et un pont de glace reliait l'Asie et l'Amérique à la place du détroit de Béring.



Les variations de la température durant l'ère quaternaire. On observe une succession de glaciations/réchauffements.

Durant ces périodes glaciaires, la circulation océanique était différente de ce qu'elle est en période plus chaude. Des variations moindres sont aussi retracées dans les archives historiques : le Groenland, "Terre Verte" à l'époque des Vikings, aujourd'hui gelé, ou

le "Petit âge Glaciaire" des 17^{ème} - 18^{ème} siècle (dû à un minimum d'activité du soleil), avec à chaque fois des modifications de la circulation océanique qui, sans créer le refroidissement, peuvent l'amplifier.



Courants dans l'Atlantique Nord, au plus fort de la dernière glaciation (a), il y a 18 000 ans et aujourd'hui (b).

Pour plus d'information :

AVISO/Altimétrie : <http://www-aviso.cnes.fr>
Climatologie : <http://www.cnrs.fr/dossiers/dosclim/> ;
<http://www.clivar.org>
Paléoclimatologie : <http://www.ngdc.noaa.gov/paleo/>

Sources :

CLS, CNES, CNRS/LEGOS, CNRS/LSC, LDEO, Météo-France, NASA, NOAA, Universität Kiel, WHOI.

L'observation des océans par satellite

Climat : les courants passent...

Les océans soufflent le chaud et le froid sur Terre... Les courants réchauffent les zones froides, et évacuent de la chaleur des zones chaudes, répartissant ainsi l'énergie fournie par le Soleil. Mais cet équilibre est loin d'être immuable : glaciations et réchauffements se sont succédés au cours des âges, et des variations se font sentir à l'échelle humaine. Ces fluctuations se répercutent à leur tour sur les océans, dont le niveau monte ou descend au rythme de ces changements.



Pour anticiper les changements climatiques et leurs conséquences socio-économiques, l'observation continue et globale des océans et de leurs mouvements est indispensable. Les satellites offrent une telle vision, en particulier TOPEX/POSEIDON et Jason-1, qui, via la mesure altimétrique de hauteur de mer, permettent la connaissance de la circulation océanique.

