

Selon les zoologistes, avant de rejoindre la pleine mer, les premiers mammifères marins vivaient près des côtes où les débris organiques et la flore rendent les longueurs d'ondes bleues rares. Aussi, la perte des cônes sensibles au bleu était-elle peut-être un

avantage sur le littoral côtier. De plus, la perte de la vision des couleurs a sans doute laissé de la place au traitement d'autres informations dans le cerveau des mammifères qui ont développé d'autres sens : par exemple, les dauphins repèrent leurs proies par

écholocalisation, tandis que les pinnipèdes ont des vibrisses sensibles aux turbulences de l'eau. L'absence de vision des couleurs a peut-être été le prix que les mammifères marins ont eu à payer pour accéder aux richesses alimentaires du grand océan.

## La Terre, planète blanche

*Un modèle climatique couplant l'océan et l'atmosphère rend compte de l'installation de la dernière glaciation.*

Il y a quelque 20 000 ans, des hommes ornaient de peintures rupestres la grotte Cosquer près de Marseille à 40 mètres sous le niveau actuel de la mer, les glaciers alpins s'étendaient jusqu'à Lyon, et la Norvège était enfouie sous 2 000 mètres de glace. Ce fut le paroxysme d'une période de grand froid, tel que la Terre en connaît périodiquement. Lors de ces périodes de glaciation, les glaces des pôles envahissent les moyennes latitudes. Dans l'histoire climatique de la Terre au cours du Quaternaire, les glaciations ont plutôt été la règle que l'exception : un climat chaud, tel celui qui règne aujourd'hui, ne se retrouve que tous les 100 000 ans environ ; on parle alors de période interglaciaire. Comment la transition s'effectue-t-elle d'une période interglaciaire vers une glaciation ? La variation d'ensoleillement est la cause initiale des glaciations. Le

rôle de l'atmosphère dans le transfert de la chaleur est bien établi, mais on a récemment émis l'hypothèse que les océans jouent un rôle primordial dans l'installation des glaciations. Myriam Khodri et ses collègues du Laboratoire des Sciences du climat et de l'environnement (LSCE) ont utilisé un modèle numérique qui couple la circulation atmosphérique à celle des océans : il confirme cette hypothèse.

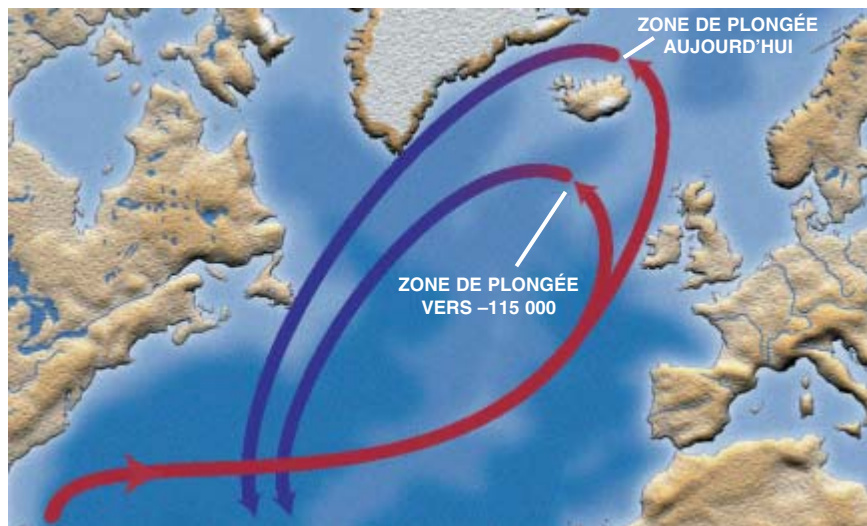
Le modèle a simulé sur une période de 100 ans le climat d'il y a 115 000 ans. Cette courte période est suffisante pour que l'on observe une modification notable du climat. Vers -115 000 ans, le climat était à peu de chose près semblable à celui d'aujourd'hui. Cependant, la distance Terre-Soleil en juin était plus grande et l'axe de rotation de la planète, moins incliné. Les saisons, qui dépendent de l'angle que font les rayons du Soleil avec l'axe de la Terre et de la distance au Soleil, sont devenues de moins en moins contrastées : il faisait moins froid en hiver et moins chaud en été, et à l'équateur où la température est quasi constante toute l'année, il faisait plus chaud. Les variations des températures à la surface des océans suivaient celles de l'atmosphère, avec une amplitude atténuée et un décalage de quelques mois. L'excès de chaleur à l'équateur

provoquait l'évaporation d'une importante quantité d'eau qui retombait en pluies aux latitudes supérieures. L'apport de cette eau douce dans l'hémisphère Nord a commencé à bouleverser la circulation océanique.

Les eaux circulent en décrivant une boucle à travers l'Atlantique, l'océan Indien et l'océan Pacifique, à une profondeur qui dépend de leur température et de leur salinité. Quand le Gulf Stream, la partie de cette boucle qui traverse l'Atlantique d'Ouest en Est et qui est constituée d'eaux chaudes, rencontre dans le Nord de l'Atlantique des eaux plus froides et moins salines, il s'enfonce très profondément dans l'océan. L'endroit où se situe cette zone de plongée confère à l'Europe son climat tempéré. Sans le Gulf Stream, le continent serait balayé par les vents glacés venant du Nord.

Vers -115 000 ans, cette zone était à la même position qu'aujourd'hui, c'est-à-dire dans la mer de Norvège. À cette latitude, les fortes précipitations et l'eau apportée par les fleuves ont diminué la salinité dans les couches de surface de cette mer et ont repoussé la zone de plongée vers le Sud. Au terme des 100 ans d'évolution qui ont été simulés par M. Khodri et ses collègues, cette zone était située au Sud de l'Islande. Le Gulf Stream ne remplissait plus alors son rôle de « radiateur » de l'Europe : 15 centimètres de neige persistaient même en été sur le Nord du continent eurasiatique. La neige, en augmentant l'albédo (la fraction d'énergie solaire réfléchie), a ensuite accéléré le refroidissement. De précédentes simulations avaient montré qu'une fois la glaciation amorcée, la végétation se modifie à son tour et accélère également le mécanisme : les forêts sont remplacées notamment par des steppes qui facilitent l'accumulation de la neige.

Le modèle a révélé que 100 ans suffisent pour qu'une période de glaciation s'installe. L'étude de la dernière période glaciaire, jusqu'à son maximum il y a environ 20 000 ans, exigera un modèle où l'on simulera des périodes plus longues. D'ores et déjà, le rôle primordial de la localisation de la zone de plongée du Gulf Stream dans la naissance de la dernière glaciation est avéré.



Circulation océanique dans l'océan Atlantique Nord : le Gulf Stream traverse l'océan d'Ouest en Est, puis, au large de l'Europe, remonte vers les hautes latitudes. Lorsqu'il rencontre des eaux froides et salées, il s'enfonce en profondeur. Aujourd'hui, cette zone de plongée se situe dans la mer de Norvège. Il y a 115 000 ans, elle était plus au Sud, sous l'Islande. Le Gulf Stream ne protégeait plus l'Europe des vents glacés venant du Nord, et il laissa s'installer la glaciation.