



À la surprise générale, la courbe du sondage GRIP démontre l'extrême instabilité du climat durant l'Éémien, avec notamment un épisode où le refroidissement est de 14 °C en une vingtaine d'années. Si la réalité de cet épisode est encore controversée, les sondages GRIP et GISP2 confirment tous deux la très forte instabilité du climat tout au long de la dernière glaciation, entre -80 000 et -10 000 ans. Ces fluctuations (connues désormais sous le nom d'événements de Dansgaard-Oeschger) présentent la même succession typique : au départ, un brusque réchauffement survenant en quelques dizaines d'années, suivi par un retour progressif (en 2 000 à 3 000 ans) à des conditions glaciaires qui perdurent ensuite pendant environ un millénaire. Ces événements apparaissent eux-mêmes regroupés dans des sortes de cycles, dits «cycles de Bond», caractérisés chacun par une succession de refroidissements de plus en plus intenses.

Ces variations climatiques ont été aussi repérées sur les carottes de sédiments marins : les pics de froid achevant les cycles de Bond coïncident avec des débâcles massives d'icebergs dans

l'Atlantique Nord. Ces débâcles sont marquées par la présence, dans les sédiments marins, de couches de débris de roches provenant du Canada et du Groenland.

Une stabilité trompeuse

Contrastant avec une forte instabilité pendant l'Éémien et la dernière glaciation, l'histoire du climat pendant notre interglaciaire (dénommé aussi Holocène, la dernière partie du Quaternaire, ayant duré environ 12 000 ans) apparaissait beaucoup plus stable aux paléoclimatologues travaillant sur les carottes marines ou glaciaires. La courbe isotopique du sondage GRIP, par exemple, suggérait une étonnante uniformité de la température tout au long des 11 500 dernières années, excepté deux brefs épisodes de refroidissement plus marqués, le premier il y a 11 200 ans et le second il y a 8 200 ans ; ces deux épisodes d'environ deux siècles sont connus sous les noms d'oscillation préboréale et d'événement 8200.

Dans cette stabilité générale, un refroidissement récent faisait exception : connu sous le nom de Petit Âge

Glaciaire, il se traduisit, entre 1500 et 1850, par une avancée des langues glaciaires dans les Alpes en Europe et, d'une façon générale, dans les montagnes de tous les continents.

Cette relative stabilité du climat de notre interglaciaire contrastait avec les résultats obtenus depuis 25 ans en milieu continental. Ainsi, par exemple, dès le début des années 1970, palynologues et glaciologues, en Suisse et en Autriche, montraient que toute la durée de l'Holocène était ponctuée par une alternance d'avancées et de retraits des langues glaciaires. L'amplitude de ces différentes avancées n'était certes pas comparable avec celle atteinte lors des grandes glaciations. Toutefois, la succession de ces avancées et de ces retraits, en plein Holocène, suggérait que le Petit Âge Glaciaire n'était que l'épisode le plus récent d'une série de refroidissements qui avaient affecté tout notre interglaciaire. Des résultats similaires obtenus en Scandinavie par W. Karlén, de l'Université de Stockholm et, en Alaska, par G.H. Denton, de l'Université du Maine, amenaient ces deux chercheurs à reconnaître au cours de l'Holocène l'existence de cycles climatiques d'environ 2 500 ans.

L'apport des sédiments lacustres

Les lacs occupent souvent des dépressions creusées, puis abandonnées par les glaciers lors de la dernière glaciation, comme en Scandinavie ou encore dans la zone péréalpine et dans le Jura ; les recherches paléoclimatiques en milieu continental s'appuient aussi sur l'analyse des sédiments qui s'y déposent.

Les archives climatiques contenues dans ces cuvettes lacustres ne permettent pas de remonter aussi loin dans le temps que les carottes glaciaires et marines : les sédiments accumulés au fond des lacs du Jura ne documentent qu'une période d'environ 20 000 ans contre 450 000 ans pour les glaces polaires, ou plusieurs millions d'années pour les dépôts marins. Toutefois, les lacs présentent un intérêt majeur pour la reconstitution des climats du passé : la vitesse moyenne d'accumulation annuelle de sédiments y est particulièrement importante (un à deux mètres de dépôts par millénaire). Grâce à cette haute résolution chronologique, les géologues peuvent reconstituer dans le détail les oscillations du climat survenues depuis la dernière glaciation.

Outre l'analyse de la composition isotopique des dépôts et l'étude des

pollens fossiles qui documentent l'histoire de la végétation, les carottes extraites des remplissages lacustres témoignent des fluctuations passées du niveau de l'eau dans ces cuvettes. Les oscillations du climat ont en effet déterminé des changements dans l'alimentation et dans le bilan hydrique de ces lacs, entraînant des variations de leur niveau. Ces variations sont enregistrées par des changements dans les types de sédiments accumulés au bord des lacs (alternance de couches de tourbes, de craie lacustre, d'oncolithes...)

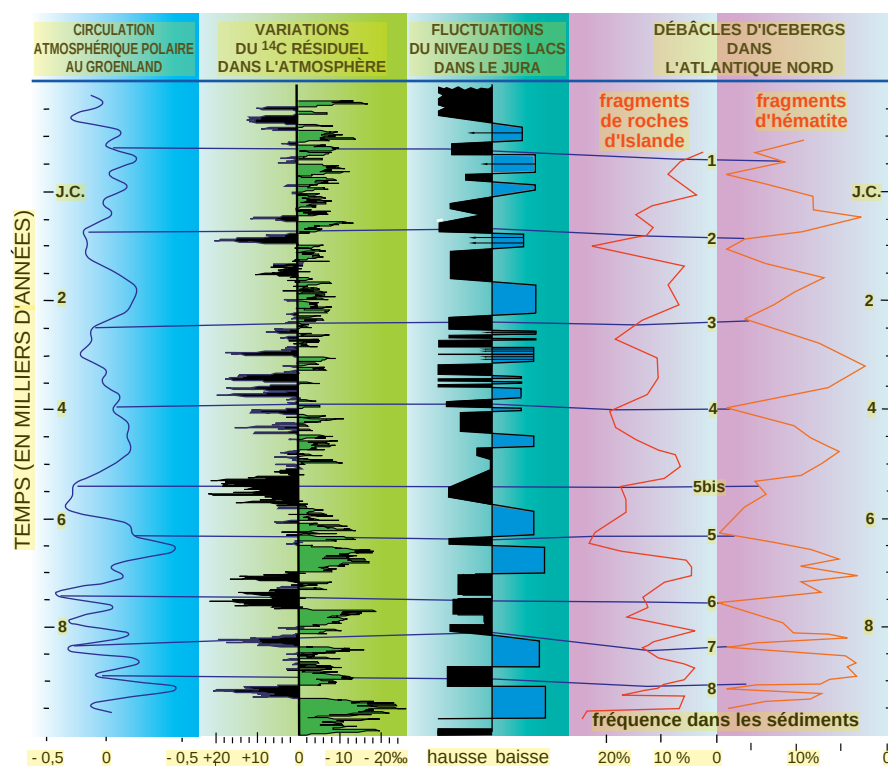
Depuis 15 ans, une équipe du Laboratoire de chrono-écologie, à Besançon, travaille à la reconstitution des fluctuations passées des niveaux lacustres dans le Jura et la zone péréalpine. L'étude des remplissages sédimentaires de plus de vingt cuvettes retrace l'histoire de ces plans d'eau depuis les débuts de l'Holocène. La comparaison de ces résultats avec ceux obtenus par les palynologues et les glaciologues suisses et autrichiens, révèle que les périodes de hausse des plans d'eau dans le Jura coïncident avec les phases de refroidissement, lesquelles sont marquées dans les Alpes par une avancée des glaciers et un abaissement de la limite forestière.

Ainsi, même au cours de cet interglaciaire, le climat est loin d'être parfaitement stable. Refroidissements et réchauffements alternent tout au long de l'Holocène, et le Petit Âge Glaciaire n'est pas exceptionnel. En se fondant sur l'amplitude des mouvements en altitude de la limite forestière dans les Alpes, les chercheurs suisses et autrichiens estiment que ces mouvements reflètent des variations des températures moyennes estivales de l'ordre de 1,5 °C à 2 °C.

Stabilité ou instabilité ?

Une certaine discordance apparaissait donc dans l'évaluation du climat de notre interglaciaire entre les chercheurs travaillant sur les continents et ceux qui analysaient les sédiments marins et les glaces polaires : les premiers identifiaient de multiples oscillations pendant l'Holocène, tandis que les seconds mettaient en avant la monotonie des courbes isotopiques pour cette période. En outre, la faible épaisseur de la période holocène dans les carottes marines où, souvent, les sédiments récents sont perturbés lors des opérations de prélèvement, n'incitait pas à des investigations très approfondies. Le géochimiste français J.-C. Duplessy notait néanmoins,

2. Mesures des changements de climat



Les renforcements de la circulation atmosphérique polaire et les débâcles d'icebergs dans l'Atlantique Nord coïncident avec des refroidissements du climat marqués par la hausse des lacs dans le Jura. L'intensité de la circulation atmosphérique polaire est reconstituée à partir de la composition chimique des poussières retrouvées dans les glaces du Groenland, et les débâcles d'icebergs par la concentration en fragments de roches originaires d'Islande, du Groenland et des îles du Spitzberg.

L'ensemble de notre interglaciaire est ponctué par des oscillations du climat où se combinent des périodicités de 2 300 et 1 470 ans. Les corrélations qui apparaissent entre les accidents climatiques et les variations du carbone 14 résiduel ()