

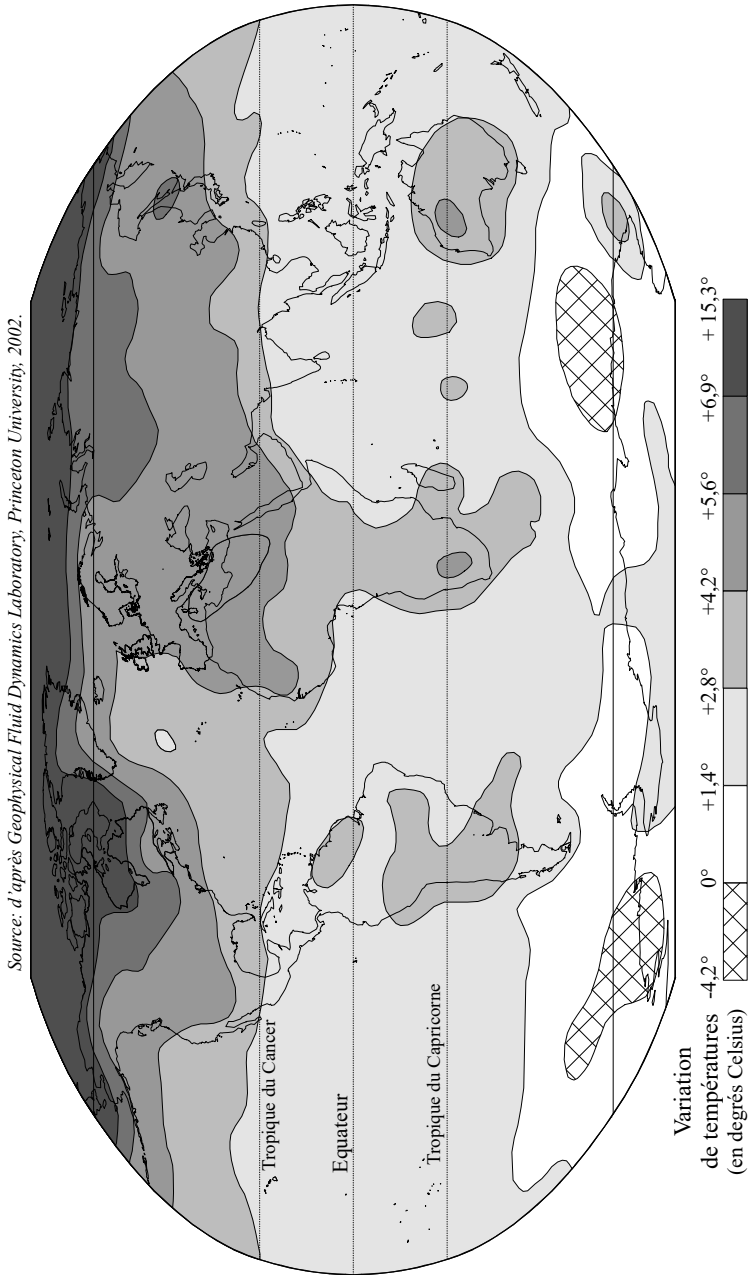
I. Différences et divergences régionales envisagées

La reconstitution de l'évolution du climat pendant les époques glaciaires montre que les changements ne se manifestent pas de manière uniforme sur l'ensemble de la planète. Ainsi, il y a 20 000 ans, lors de la dernière glaciation, alors que la température planétaire moyenne était inférieure de 4 à 5 °C par rapport à aujourd'hui, des glaciers couvraient une majeure partie de l'Europe du nord, jusqu'en Angleterre et au Danemark, tandis que les conditions dans les régions tropicales étaient relativement proches de ce qu'elles connaissent actuellement.

De même, les principaux modèles climatiques numériques ayant simulé les effets du réchauffement envisagé pour le XXI^e siècle indiquent que l'hémisphère nord devrait être nettement plus touché par les élévations de températures que les zones tropicales et l'hémisphère sud. À ce sujet, il faut émettre de profondes réserves au sujet de l'affirmation couramment avancée selon laquelle « les pays des Suds devraient souffrir plus du réchauffement climatique que les pays industrialisés ». Certes les pays qualifiés de « moins avancés » disposent de moyens financiers plus limités pour faire face à d'éventuelles calamités, alors qu'un nombre non négligeable d'entre eux sont situés dans des zones considérées comme à risque. Mais plusieurs pays des Nordes ont une partie de leur territoire vulnérable comme la côte Pacifique du Japon, la Californie, la partie états-unienne du golfe du Mexique ou les Antilles. Les inondations, les sécheresses et les incendies qu'ont connus notamment les États-Unis, l'Union Européenne, la Russie, l'Australie, la Chine et le Japon depuis le début des années 2000 montrent que la capacité d'action des pays industrialisés peut être rapidement dépassée face à des manifestations inédites et récurrentes de la puissance des éléments. Il en va de même avec les dégâts des cyclones et des tempêtes dont l'intensité tend à augmenter.

Les modèles mis au point dès les années 2000, comme celui de l'université de Princeton aux États-Unis (GFDL) illustrent la différence de modification Nord-Sud (figure 18). Ses conclusions sont concordantes avec les projections des dernières années. Pour un doublement de la concentration en CO₂, la majeure partie de l'hémisphère nord (Amérique du Nord, Europe, Japon, Moyen-Orient et une partie de la Chine) connaîtrait des hausses supérieures à +4 °C ; une partie du Canada et de la Sibérie pouvant même subir un accroissement au-delà de +6 °C.

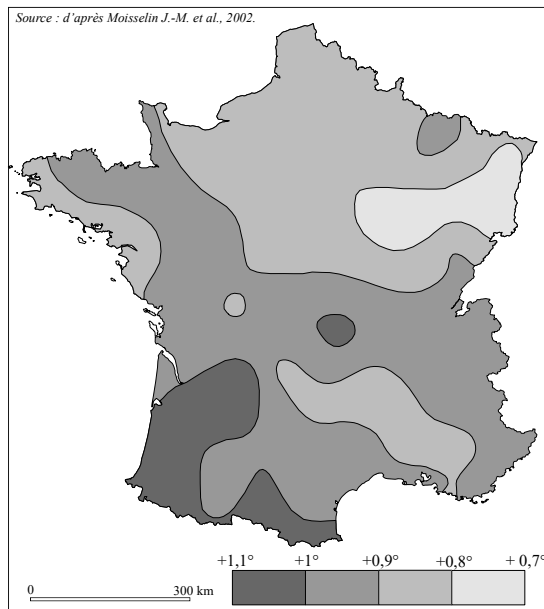
Figure 18. Modélisation de la modification des températures planétaires selon le modèle GFDL de l'université de Princeton pour un doublement de la concentration en CO₂



En 2019, la proportion de CO₂ dans l'atmosphère s'élève à plus de 410 parties par millions (ppm) soit une augmentation de plus de 46 % par rapport à l'époque préindustrielle. Sachant que l'accroissement est actuellement de 3 ppm de CO₂ par an, sans réductions nettes, le doublement de la concentration envisagé par Svante Arrhenius en 1895 pourrait se produire vers 2070. Cela pourrait même survenir plus rapidement si la croissance démographique induit une augmentation des besoins. La plupart des chercheurs considèrent désormais que 450 ppm constitue un seuil critique d'irréversibilité, un seuil qui pourrait être atteint dans les années 2030.

Dans ce contexte, il faut prendre avec beaucoup de circonspection les projections effectuées en prolongeant les tendances du XX^e siècle. Par exemple, pour la France, les accroissements moyens constatés entre 1901 et 2000 sont parfois supérieurs à 1 °C (figure 19). Mais cette évolution tendancielle ne peut être extrapolée de manière linéaire pour 2100 dans la mesure où elle pourrait ne pas correspondre du tout au climat dans plusieurs décennies, en raison de ruptures ou d'accélération. Ainsi, la région méditerranéenne pourrait être soumise à un climat nettement plus chaud et sec que celui qu'elle a connu jusqu'alors, ce qui favoriserait sa désertification. La rapidité de l'évolution de ce type de phénomène dépendra de l'ampleur des réductions des rejets de gaz à effet de serre dans le futur.

Figure 19. La hausse des températures moyennes en France entre 1901 et 2000

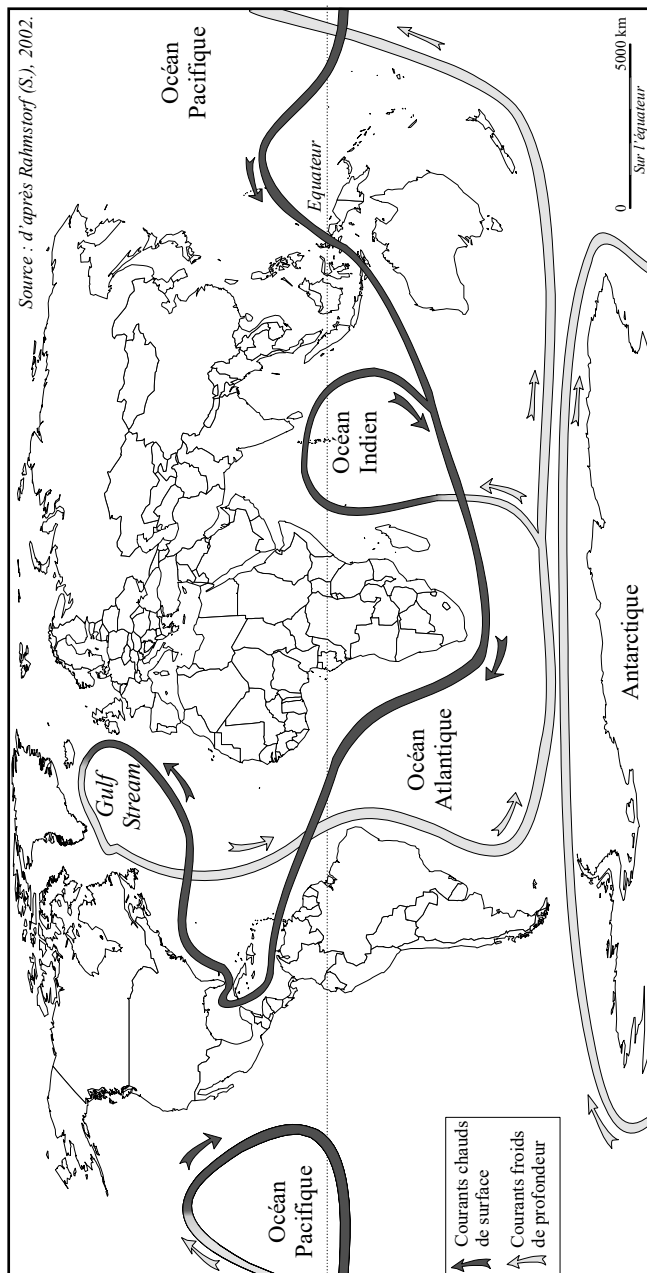


Il faut également préciser qu'une accélération encore plus forte du réchauffement est envisagée par les chercheurs dans le cas d'une libération massive du carbone et du méthane contenu dans les sols du Grand Nord. Ces sols gelés en permanence, appelés pergélisol ou *permafrost*, constituent d'immenses réservoirs de CO₂ et d'hydrates de méthane ou clathrates. On ignore les quantités exactes, mais pour le méthane ce serait entre 1 400 et 5 000 Gt, soit des milliers de fois la quantité actuellement dans l'atmosphère. Sa libération serait de nature à créer ce que les climatologues appellent une « surprise », c'est-à-dire un bouleversement rapide et majeur lié au pouvoir de réchauffement élevé de ce gaz (cf. **tableau 3**). Une telle hypothèse incite à se montrer très attentif aux marques de réchauffement constatées dans les Grands Nord américains et sibérien, comme on le verra plus loin.

Une autre perturbation dans un laps de temps limité pourrait provenir d'un blocage partiel de la circulation océanique thermohaline, que l'on appelle aussi communément le grand tapis roulant océanique. Il s'agit d'un vaste circuit planétaire de courants d'eaux de surface et en profondeur. Ces derniers jouent un rôle majeur dans les échanges thermiques entre les grandes régions du monde (**figure 20**). Sa partie nord-atlantique associée au Gulf Stream vient réchauffer l'Europe occidentale. Cela explique pourquoi les hivers sont plus doux à Bordeaux qu'à Montréal au Canada, alors que les deux villes se trouvent pourtant à la même latitude.

La perturbation de ce phénomène – envisagé par le climatologue américain Wallace Broecker dès 1985 – a été médiatisée de manière hollywoodienne par le film américain *Le jour d'après* qui est sorti dans les salles françaises en 2004. On le trouve également dans le roman *Le Procès de l'Homme Blanc* de Yann Quero paru à la même époque. Un basculement vers une nouvelle ère glaciaire ne pourrait sans doute pas se dérouler en quelques semaines comme le montre le film, dans la mesure où ce type de modifications est plus lent à se mettre en place.

Figure 20. Schéma simplifié de la circulation océanique thermohaline

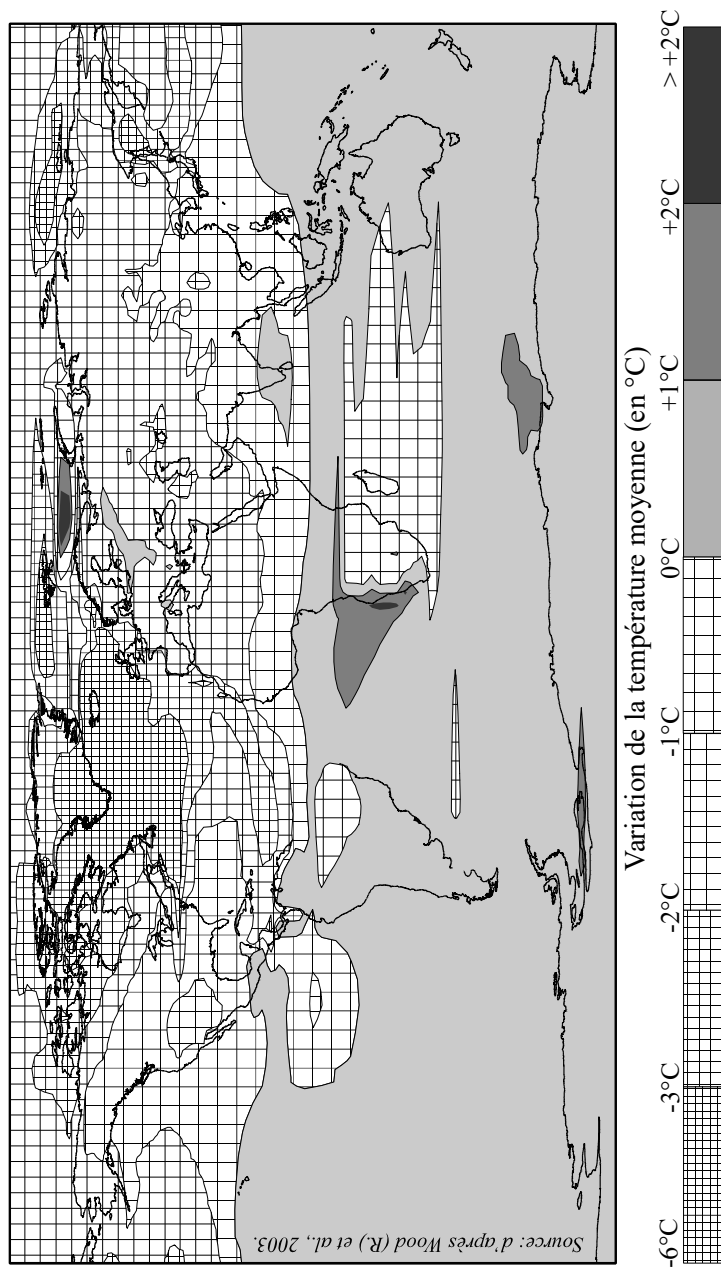


Toutefois, des études en 2018 ont révélé que la circulation océanique nord-atlantique était à son plus bas niveau depuis 1 600 ans et qu'elle avait ralenti de 15 à 20 % au cours du dernier siècle et demi, en raison de la fonte des glaces arctiques et du Groenland qui abaisse le niveau de salinité. Cette diminution de la salinité réduit la densité de l'eau de mer et entrave la plongée des courants vers les strates océaniques profondes.

Ce phénomène pourrait entraîner à terme un freinage voire un blocage du circuit dans sa partie atlantique. On ignore quels seraient le seuil et les délais de perturbation significatifs, mais un ralentissement pourrait amener le climat d'Oslo à Madrid. Un blocage provoquerait une rupture du type de ce qui s'est passé il y a 12 900 ans lors du Dryas, avec une très forte chute des températures en Europe (cf. **figure 5**).

Dans cette hypothèse, la carte climatique du globe serait totalement bouleversée. D'après une modélisation de l'équipe du climatologue Richard Wood réalisée en 2003, l'hémisphère Nord pourrait connaître en quelques décennies un refroidissement moyen dépassant 2 °C, une baisse plus importante que lors du minimum de Maunder aux XVII^e-XVIII^e siècles (**figure 21**). À l'inverse l'hémisphère Sud s'échaufferait plus significativement, notamment le continent Antarctique, avec des répercussions considérables sur la montée des océans.

Figure 21. Modélisation de l'évolution du climat en cas de blocage de la partie Nord-atlantique de la circulation océanique thermohaline



L'éventualité d'une période de très grand froid dans l'hémisphère nord ne signifierait pas forcément un arrêt du réchauffement climatique, sauf si cela provoquait un effondrement des sociétés techno-industrielles à l'échelle mondiale. De fait, si cela survenait de nouveau, l'Europe, l'Amérique du Nord, la Russie, la Chine et le Japon pourraient être les plus durement impactés.

Il ne s'agit pas ici de faire du « catastrophisme », mais d'aborder l'ensemble des paramètres sans se voiler la face. Ces modélisations confirment que les bouleversements envisagés peuvent être considérables. Au nom du principe de précaution, qui a d'ailleurs été inscrit dans la Constitution française en 2005, il serait irresponsable d'écarter de telles hypothèses en arguant qu'elles ne seraient pas certaines. Cela devrait au contraire renforcer la vigilance des milieux scientifiques et la mobilisation du monde politique, d'autant que d'autres perturbations déjà observables menacent avoir des impacts marqués dans les années et décennies à venir.

II. Les transformations observables dans la nature

■ La cryosphère

Il est déjà possible de constater dans la nature des modifications liées au réchauffement climatique, avec des conséquences possibles qui sont loin d'être négligeables. C'est notamment le cas dans ce qu'on appelle la cryosphère, c'est-à-dire les régions où l'eau se trouve sous forme de glace.

La région Arctique révèle ainsi des signes importants de changements. Par-delà les variabilités saisonnières et interannuelles, les mesures indiquent une forte diminution de la superficie et de l'épaisseur de la banquise du pôle Nord. D'ici la fin du XXI^e siècle, elle pourrait perdre plus de 50 % de sa superficie (figure 22). Alors que l'extension moyenne de la banquise arctique se situait autour de 12,5 millions de kilomètres carrés au début des années 1980, elle est tombée à 10,5 millions depuis le milieu des années 2010.