

Vous trouverez également ce texte sur internet: <http://www.proclim.unibe.ch/Press/ClimatePress10F.html>

La glace polaire peut-elle résister à l'augmentation de l'effet de serre?

La couche de glace à la surface de l'océan Arctique s'amenuise. Au cours des trente dernières années, l'épaisseur de la glace en automne a passé, selon une étude, de 3.1 à 1.8 m en moyenne dans les sites examinés, ce qui représente une diminution d'environ 40%. Les habitants de l'Arctique ont également observé des modifications de la banquise ces dernières décennies. Si cette tendance se poursuit, la banquise finira par fondre complètement en été. Ce qui aurait alors des répercussions majeures sur l'équilibre radiatif et thermique de l'Arctique et pourrait modifier de façon durable les courants marins et la circulation atmosphérique dans l'hémisphère nord. Des zones libres de glace dans l'océan Arctique, comme elles ont été observées cette année dans la région du pôle Nord, n'ont rien d'exceptionnel en été; mais à l'avenir, elles pourraient s'étendre et devenir plus fréquentes.

En revanche, les masses de glace recouvrant le Groenland et l'Antarctique n'ont pratiquement pas changé jusqu'ici. Les études les plus récentes font état néanmoins d'une légère fonte sur les bords de la carapace de glace. Pour le reste, le bilan est équilibré. Dans l'Antarctique, c'est avant tout l'éventualité d'une réduction de la plate-forme de glace à l'Ouest du continent austral qui suscite la discussion. Une telle rupture ferait monter le niveau des mers. La Suisse est concernée indirectement, vu que la fonte des glaces polaires pourrait induire des changements de la circulation atmosphérique.

Le fait que des touristes n'aient pas pu quitter leur bateau au pôle Nord, parce que celui-ci était libre de glace, a attiré l'attention du public sur les effets possibles du réchauffement climatique dans les régions polaires. La fonte éventuelle des glaces polaires est discutée déjà depuis longtemps. Jusqu'ici, les glaces de l'Antarctique et du Groenland étaient au centre du débat. Etant donné qu'elles recouvrent la terre ferme, leur fonte pourrait provoquer une

élévation substantielle du niveau des mers. Par contre, la glace du pôle Nord flotte sur la mer; si elle venait à fondre, le niveau des mers resterait donc le même (le volume de l'eau de fonte correspond exactement à celui de l'eau de mer refoulé par la glace flottante).

L'épaisseur de la glace arctique varie fortement au cours de l'année en fonction de la température. A la fin de l'été, elle ne mesure plus que quelques mètres. Des régions libres de glace ont été observées aussi par le passé: elles sont dues au déplacement de grandes plaques de glace sous l'action du vent et de courants marins. Cet été, une de ces zones s'est trouvée par hasard juste au-dessus du pôle Nord. Mais cela ne permet pas de conclure à un changement climatique.

Personnes de contact:

Prof. Wilfried Haeberli, Geographisches Institut, Universität Zürich, Winterthurerstr. 190, 8057 Zürich, tél.: 01/635 51 20, fax: 01/635 68 48, e-mail: haeberli@geo.unizh.ch

Dr. G. Hilmar Gudmundsson, Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, ETH Zürich, Zentrum, 8092 Zürich, tél.: 01/632 40 93, fax: 01/632 11 92, e-mail: gudmundsson@vaw.baum.ethz.ch

Prof. Atsumu Ohmura, Institut für Klimaforschung ETH Zürich, Winterthurerstr. 190, 8057 Zürich, tél. 01/635 52 20 fax : 01/635 68 48, e-mail: ohmura@geo.umnw.ethz.ch

Prof. Dr. Eberhard Parlow, Institut für Meteorologie, Klimatologie und Fernerkundung, Universität Basel, Spalenring 145, 4055 Basel, tél: 061/272 64 80, fax: 061/272 69 23, e-mail: eberhard.parlow@unibas.ch

Prof. Bernhard Stauffer, Klima- und Umweltphysik, Universität Bern, Sidlerstr. 5, 3012 Bern, tél: 031-631 44 67, fax: 031-631 44 05, e-mail: stauffer@climate.unibe.ch

Dr. Jakob Schwander, Klima- und Umweltphysik, Universität Bern, Sidlerstr. 5, 3012 Bern, tél: 031-631 44 64, fax: 031-631 87 42, e-mail: schwander@climate.unibe.ch

Dans la suite, il ne sera plus question que des grandes formations de glace polaires; d'autres masses de glace (glaciers alpins et polaires, permafrost etc.), leurs changements sous un climat plus chaud et leur influence sur le climat et le niveau de la mer seront abordés plus tard.

La banquise: son épaisseur diminue dans l'Arctique

La surface de l'Arctique recouverte en été par la glace correspond aujourd'hui à peu près à la superficie des USA, mais décroît d'environ 3% par décennie. On a observé que cette surface a diminué aussi en hiver, de 14% de 1978 à 1998. A ce rythme, il faudrait encore 350 ans jusqu'à ce que l'océan Arctique soit sans glace en été. Mais les mesures les plus récentes indiquent que cette évolution pourrait s'accélérer. En effet, la surface diminue à peu près deux fois plus vite dans la glace accumulée pendant plusieurs années que dans l'ensemble de la banquise (environ 7% par décennie); et pour la première fois, des changements de l'épaisseur de la glace ont été mis en évidence. Au cours des trente dernières années, l'épaisseur moyenne de la glace à la fin de la saison de la fonte a passé de 3.1 à 1.8 mètres. Cela correspond à une réduction de 40%. Cette tendance pourrait encore s'accroître lorsque des surfaces plus étendues seront libres de glace et capteront ainsi davantage de chaleur. Si cette évolution devait se poursuivre, l'océan Arctique pourrait être libre de glace à la fin de l'été déjà dans quelques dizaines d'années.

Les populations de l'Arctique ont également constaté des modifications de la banquise. Elles ont observé en maints endroits une moins bonne qualité de la glace ces dernières années. Elles ont remarqué aussi qu'au cours des trente dernières années la glace est devenue plus mince dans le détroit de Béring, qu'elle s'y forme plus tard et fond plus tôt, et que l'eau charrie davantage de glaçons.

Causes et développement futur peu clairs

Les causes de cette évolution sont difficiles à établir. Des mesures n'existent que pour deux périodes (1958-1976 et 1990-1995), aussi ne sait-on pratiquement rien sur les fluctuations naturelles de l'épaisseur de la glace. La mise à disposition de données de la marine américaine pourrait combler certaines lacunes. Un des facteurs possibles est l'oscillation arctique (OA), un pendant polaire de l'oscillation de l'Atlantique Nord (OAN). L'OAN influence le régime des pressions au-dessus de la région polaire. Pendant sa phase positive, qui se maintient depuis 1989, davantage d'air chaud remonte vers l'Arctique, ce qui pourrait con-

tribuer à la diminution de l'épaisseur de glace. Les modélisations indiquent que l'augmentation de l'effet de serre pourrait d'une part avoir poussé l'OA à son état extrême, mais que le réchauffement climatique pourrait d'autre part avoir contribué directement à la fonte des glaces. Il est peu probable que le changement observé soit uniquement une variation naturelle, néanmoins les données disponibles ne permettent pas d'établir une prévision du développement futur.

Des conséquences dramatiques sont possibles

La fonte de la glace au pôle Nord ne modifierait en rien le niveau des mers. Mais l'océan Arctique, d'un réflecteur qu'il est aujourd'hui (il renvoie 80% de la lumière solaire vers l'espace), se transformerait en un collecteur de chaleur, qui ne réfléchirait plus que 10% et capterait donc 90% de l'énergie solaire. Le réchauffement régional serait ainsi renforcé, ce qui pourrait conduire à des changements dramatiques des courants océaniques et atmosphériques. Il pourrait s'ensuire des effets sensibles aussi à nos latitudes, notamment dans l'éventualité d'une déviation du Gulf Stream, d'un déplacement des centres de haute pression (par exemple l'anticyclone des Açores) ou des cheminements des zones de basse pression.

Plate-formes de glace: changements lents au Groenland et dans l'Antarctique

La fonte des plate-formes de glace continentales aurait comme premier effet de faire monter le niveau des mers. L'influence possible d'un changement climatique sur le volume des glaces reste toutefois incertain, car deux effets antagonistes interviennent: d'une part, davantage de glace fond sur les bords, mais d'autre part, un climat plus chaud et plus humide produit davantage de neige et donc aussi davantage de glace à l'intérieur des terres. On ne sait pas encore bien lequel de ces deux processus dominera.

Les changements des plate-formes de glace se déroulent très lentement. On ne s'attend donc pas à ce qu'ils contribuent substantiellement à l'élévation du niveau de la mer au cours des prochaines décennies. Pour l'heure, cette élévation est déterminée principalement par la fonte de petits glaciers (alpins et polaires) et par la dilatation de l'eau des mers sous l'action du réchauffement.

Une estimation du bilan de masse, effectuée pour l'Antarctique sur la base de différentes données de mesures, conclut à une fonte de l'ice-shelf - qui flotte sur la mer et n'a donc aucune influence sur le niveau de la mer - et à une légère augmentation des masses de glace à l'intérieur des terres.

L'éventualité d'un effondrement de la plate-forme de glace à l'Ouest de l'Antarctique est souvent évoquée. A long terme, il ferait monter le niveau des mers de 5 à 6 mètres et perturberait la circulation globale de l'océan (en provoquant un changement des remontées d'eau profonde). Un tel processus s'étend cependant sur quelques siècles: selon les connaissances actuelles, il ne deviendrait lentement perceptible que dans une centaine d'années environ.

La fonte observée actuellement du Groenland en bordure de la couverture de glace mène à une légère réduction du volume total au bilan, correspondant à une élévation du niveau des mers d'un peu plus de 1 mm en 10 ans. Ça fait moins de 10% de l'élévation actuelle du niveau de la mer. Cependant, des séries de mesures s'étendant sur de nombreuses années font défaut ici, et vu la forte variabilité naturelle, il est difficile de discerner les tendances.

Enormes fluctuations dans le passé

Au maximum de la dernière glaciation, il y a environ 20'000 ans, le volume des glaces continentales était environ 2.6 fois plus grand qu'aujourd'hui (valeur actuelle: env. 32 millions de km³). Le niveau des mers était ainsi 120 à 130 mètres plus bas qu'aujourd'hui. Pendant la dernière période interglaciaire, il y a quelque 120'000 ans, il faisait un peu plus chaud qu'actuellement, et le niveau des mers était environ 6 mètres plus haut qu'aujourd'hui. Dans l'état actuel des

connaissances, il semble que tant le bouclier de glace du Groenland que celui de l'Antarctique de l'Ouest ont contribué à ce niveau élevé. Mais on ne sait pas bien comment ces masses de glace ont évolué dans le passé, ni s'il y a eu à un moment donné un effondrement total de la plate-forme de glace de l'Antarctique de l'Ouest, comme on craint qu'il puisse survenir dans l'avenir. Cette plate-forme est surveillée de près, parce qu'elle se situe en partie sur la terre ferme, en partie dans le mer et que les courants de glace y sont relativement rapides.

Conséquences indirectes pour la Suisse

La Suisse n'est pas directement concernée par l'élévation du niveau des mers. Les calottes glaciaires influencent cependant le climat global. Les changements de la couverture de glace influencent entre autres très sensiblement les températures à la surface des mers, les courants océaniques, les bilans hydrologiques sur les continents et l'albedo (le pouvoir de réflexion de la surface de la Terre). Tous ces facteurs se répercutent sur le climat, en particulier sur la circulation atmosphérique (répartition des pressions et structure des courants) et ses variations cycliques (par ex. oscillation de l'Atlantique Nord, El Niño). De tels effets indirects peuvent provoquer des changements plus importants que l'influence directe du réchauffement global.

Pages internet

<http://www.ifm.uni-kiel.de/me/research/Projekte/SeaIce/SeaIce-var.html#climate>

Modélisation des variations de la couverture de glace dans l'Arctique: explications générales sur la banquise, résultats du modèle de l'évolution de l'étendue et de l'épaisseur de la glace dans l'Arctique, bibliographie.

Source: Institut für Meereskunde, Université de Kiel.

<http://www.gfdl.gov/~kd/KDwebpages/NHice.html>

Nombreuses représentations en couleurs et graphiques des modifications de la glace polaire, basés sur les données mesurées et calculées à l'aide de modèles.

Source: Geophysical Fluid Dynamics Laboratory, NOAA, Princeton, New Jersey

http://www.glacier.rice.edu/land/5_antarcticicesheet-intro.html

Nombreuses informations et explications générales sur la calotte de glace de l'Antarctique et ses changements dans le passé et l'avenir. Complément d'informations sur l'Antarctique (météorologie, océan, géologie etc.) sous <http://www.glacier.rice.edu>.

Source: William Marsh Rice University, Texas, U.S.A.

Nouvelles de la littérature spécialisée

Evénements extrêmes sous un climat plus chaud:
Davantage de jours chauds en été, moins de vagues de froid, précipitations intenses plus nombreuses, davantage de périodes de mauvais temps

Un groupe de spécialistes chevronnés a fait l'inventaire du savoir publié touchant aux effets du changement climatique sur les événements extrêmes. Ce travail, paru dans le magazine scientifique *Science* (22 sept., Vol. 289, p. 2068ss), considère d'une part les changements mesurés au long du 20e siècle dans différentes régions du globe, d'autre part l'évolution future, telle que prévue par des modèles. Il classe les différentes évolutions sur une échelle de probabilité (les qualifiant par ex. de 'très probables', 'possibles', etc.), selon le degré de concordance entre les séries de mesures et les résultats des modèles.

Pour plusieurs valeurs extrêmes faciles à établir sur la base des statistiques (avant tout des données concernant la température et les précipitations), les tendances observées au cours du 20e siècle sont dans l'ensemble en bon accord avec celles prévues par les modèles climatiques. L'aug-

mentation observée des températures minimales est jugée 'pratiquement sûre', ce développement étant tenu aussi pour 'très probable' sur la base des résultats des modèles. D'autres tendances, qui ont été observées et se poursuivront très probablement à l'avenir, sont des températures maximales plus hautes, davantage de jours chauds en été et des épisodes de fortes précipitations plus fréquents, s'étendant sur un à plusieurs jours.

Le tableau est moins clair pour les événements isolés complexes, influencés par de nombreux facteurs. La tendance à moins de vagues de froid est considérée comme 'très probable', l'augmentation des périodes de mauvais temps comme 'probable'. Par contre, l'augmentation des périodes sèches, prévues par de nombreux modèles, n'est encore observée nulle part. Mesures et modèles convergent pour qualifier de 'possible' une évolution vers des tempêtes plus violentes aux latitudes moyennes (par ex. en Europe centrale) et des événements régis par El Niño plus intenses. L'augmentation de la fréquence et de l'intensité des tempêtes tropicales (typhons, ouragans) passe en revanche pour peu probable.