

Recul des banquises

et réchauffement climatique

Même si la fonte des banquises n'augmentera pas le niveau des mers, ses conséquences climatiques et écologiques seront importantes. Le processus est enclenché, peut-il s'arrêter ? **Jérôme WEISS**

Depuis une trentaine d'année, les banquises arctique et antarctique sont surveillées. Au fil des saisons, elles s'étendent et se réduisent, mais ce va-et-vient ne nous cache pas la réalité : les glaces des mers s'amenuisent d'année en année. Le coupable serait le réchauffement anthropique. Voyons ce que nous comprenons des mécanismes de la banquise, et examinons quelles pourraient être les conséquences de sa disparition.

Contrairement aux glaciers ou aux calottes polaires, la banquise ne résulte pas de l'accumulation et de la densification de la neige, mais se forme par le gel de l'eau à la surface des océans. De ce fait, la croissance de la banquise ralentit lorsque la couche de glace est importante, car cette dernière constitue un excellent isolant entre une atmosphère froide et l'eau de mer. Ainsi, la banquise qui se forme en hiver (la banquise annuelle) ne dépasse guère un mètre d'épaisseur. Dans quelques régions des côtes de l'Antarctique, ainsi que dans une large part de l'océan Arctique, la banquise ne disparaît pas en été. L'épaisseur de ces glaces pluriannuelles, ou pérennes, atteint trois à quatre mètres et dépasse les dix mètres le long des crêtes de compression, zones de convergence entre les plaques de glace.

À la fin de l'hiver, vers le mois d'avril, la banquise arctique couvre une superficie d'environ 14 millions de kilo-

mètres carrés, et déborde le bassin arctique au niveau de la mer de Bering, des détroits et des baies nord canadiennes jusqu'à la baie d'Hudson, ainsi que le long des côtes du Groenland. Cette superficie se réduit de moitié à la fin de l'été. La banquise annuelle est plus étendue en Antarctique, et couvre 20 millions de kilomètres carrés, alors qu'elle se réduit à quelques millions en été. Ces minces pellicules de glace sont en perpétuelle évolution sous l'effet des vents, des courants marins ou des changements de température qui provoquent l'apparition de fractures et de zones d'eau libre. Ce processus de fracturation-fragmentation est un mécanisme essentiel à la déformation et la dérive des banquises.

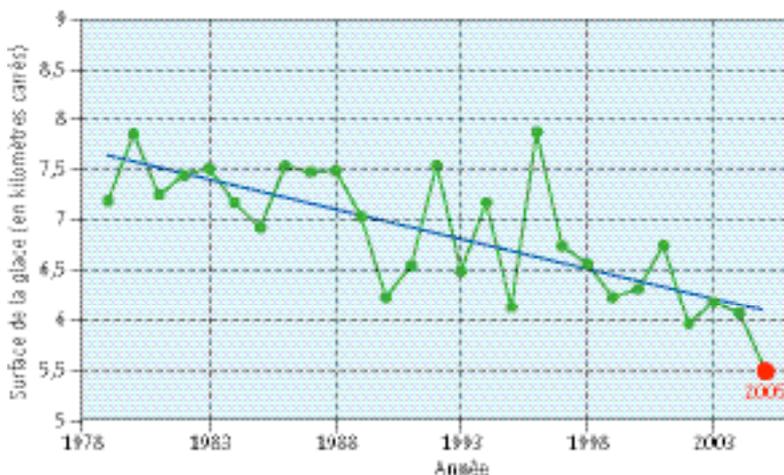
La glace prend l'eau

Une diminution de l'épaisseur ou de la concentration de glace de mer entraîne une diminution de l'albédo à la surface de l'océan qui absorbe alors plus d'énergie solaire. Ceci favorise la fonte estivale, diminue l'épaisseur de la banquise et donc sa résistance mécanique. Ces processus imbriqués et complexes rendent la banquise extrêmement instable et sensible au moindre changement climatique.

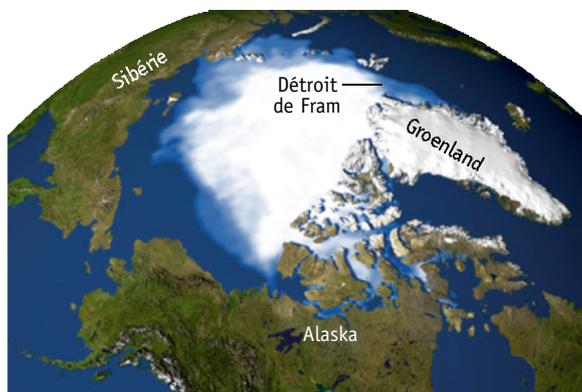
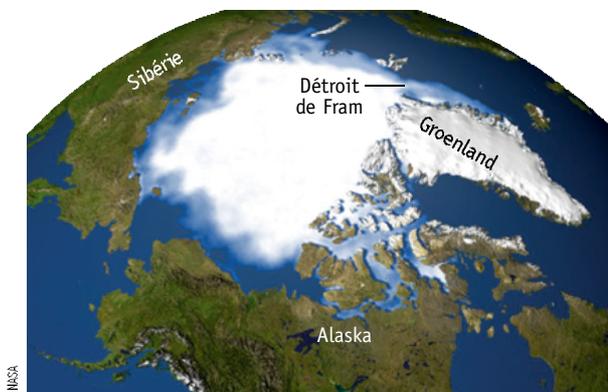
L'étendue de glace, en particulier dans la région arctique (mieux documentée), a fortement varié dans le passé pour des raisons naturelles. L'analyse récente de sédiments océaniques suggère que l'océan Arctique était libre de glace à la fin du Crétacé (période qui s'étend de -145 à -65 millions d'années). D'autres études montrent que la banquise était plus réduite qu'aujourd'hui au début de l'Holocène (période interglaciaire actuelle) et laissait certains détroits de l'archipel arctique canadien libres de glace en été.

De nos jours, la banquise arctique est de nouveau en recul. Les observations par satellites, fondées sur la mesure du rayonnement émis par la surface dans le domaine micro-onde, ont permis de mesurer avec précision l'évolution de l'étendue et la concentration de glace.

Malgré une forte variabilité saisonnière, une tendance se dégage : la banquise pluriannuelle, mesurée fin septembre, a perdu entre 15 et 20 pour cent de sa surface entre 1978 et 2004 (voir les figures 1 et 2). En hiver, on constate de même une diminution de la surface glacée à hauteur de cinq à sept pour cent. Cette dernière mesure est surprenante, car l'on pensait qu'une réduction de l'étendue de glace



1. LA BANQUISE ARCTIQUE SE RÉDUIT. Les mesures ont été effectuées entre 1978 et 2005 à partir d'observations satellites du rayonnement micro-onde émis par la surface. La droite révèle la tendance moyenne sur ces 27 dernières années.



2. ÉVOLUTION DE L'EXTENSION DE LA BANQUISE ARCTIQUE entre 1979-1981 (à gauche) et 2003-2005 (à droite). On constate un recul important au Nord de la Sibérie et au Nord de l'Alaska (mer

de Beaufort), alors que l'évolution est moins nette au Nord du Groenland ou dans l'archipel Nord canadien.

pluriannuelle serait compensée en hiver par un regel accru. Elle illustre le fait que le bilan de masse de la banquise est contrôlé non seulement par sa thermodynamique, mais aussi par sa dynamique, et particulièrement par le transport de glace pérenne vers l'Atlantique Nord par le détroit de Fram.

Dégel et conséquences

La réduction de la surface gelée semble associée à un amincissement de la glace pluriannuelle. L'analyse des données relevées par sonars suggère une diminution de plus d'un mètre d'épaisseur, soit environ 40 pour cent, entre les années 1960 et les années 1990. Toutefois, ces données, très localisées dans le temps et dans l'espace, ne sont peut-être pas très représentatives. L'épaisseur de la banquise est également mesurée à partir des propriétés de propagation des ondes acoustiques. De telles mesures, effectuées de manière régulière entre 1970 et 1990 à partir de bases dérivantes russes, indiquent une diminution plus faible, de l'ordre de quelques pour cent. L'échec du lancement du satellite CRYOSAT, en 2005, repousse de quelques années la récolte de données de meilleure qualité.

Les observations satellites de la banquise antarctique ne révèlent aucune tendance globale au sein d'une forte variabilité saisonnière, sauf pour la péninsule antarctique où le réchauffement climatique actuel est particulièrement marqué. Cette différence entre les régions polaires est en accord avec l'écart du réchauffement climatique, moins intense en Antarctique qu'aux hautes latitudes Nord.

Différents mécanismes sont envisagés pour expliquer le recul de la banquise : du simple dégel lié à la hausse des températures, à la modification des vents qui évacuent une quantité plus importante de glace pérenne hors du bassin arctique ou encore, l'augmentation de l'activité cyclonique qui entraîne de l'air plus chaud sur l'Arctique...

L'interaction de l'ensemble de ces processus dynamiques et thermodynamiques rend difficile la modélisation du climat passé et futur. Toutefois, les modèles disponibles couplant les dynamiques de l'océan, de la banquise et de l'atmosphère excluent une cause « naturelle » au recul de la banquise. La tendance observée au cours de ces 30 dernières années est essentiellement d'origine anthropique.

Une simple extrapolation suggère que la banquise pluriannuelle se réduira à deux ou trois millions de kilomètres carrés à la fin du siècle. Selon certaines études, un « point de non-retour » aurait été franchi, en raison de l'équilibre précaire

de la banquise évoqué plus haut. Même en cas de stabilisation du climat, les glaces de mer continueront à reculer.

Cette quasi disparition de la banquise pluriannuelle constituerait l'événement climatique le plus important du siècle naissant, avec des conséquences climatiques et écologiques. Si le rôle du climat est primordial à l'évolution de la banquise, l'inverse est aussi vrai. Grâce à ses propriétés d'isolation, la banquise régule les échanges de chaleur et d'énergie entre l'océan et l'atmosphère, ainsi que les transferts de quantité de mouvement. De plus, lors de sa formation, la banquise rejette une grande partie de son contenu en sel dans l'océan. Ainsi, le courant Atlantique Nord se refroidit à l'approche de l'Arctique, absorbe l'excès de salinité puis plonge en profondeur. Ce mouvement particulier s'inscrit dans une vaste circulation des courants mondiaux que l'on nomme la circulation océanique thermohaline.

En effet, les répercussions économiques seront également importantes : de nouvelles routes maritimes s'ouvriront, comme la route du Nord-Ouest dans l'archipel arctique canadien, ou le passage du Nord-Est le long de la Sibérie ; de nouvelles zones de pêche ou d'exploration pétrolière seront accessibles. Ces bouleversements réveilleront certains conflits géopolitiques en sommeil, comme celui qui oppose le Canada et les États-Unis à propos des eaux territoriales de l'archipel Nord canadien.

Suivre l'évolution et prévoir le devenir de la banquise, en particulier dans l'Arctique, apparaît comme un enjeu scientifique majeur. Ceci repose en premier lieu sur l'acquisition de nouvelles données, de terrain comme de télédétection. Dans l'Arctique, le programme européen DAMOCLES devrait, au cours des quatre prochaines années, accroître nos connaissances sur la banquise, sur l'océan ou l'atmosphère grâce à un ensemble de mesures *in situ*. C'est à cette condition que les mécanismes complexes et imbriqués qui contrôlent le devenir des glaces de mer seront identifiés, et les modélisations améliorées.

Jérôme WEISS est directeur de recherche au CNRS et membre du Laboratoire de glaciologie et géophysique de l'environnement à Grenoble.

R.A. Kerr, *Will the Arctic Ocean lose all its ice ?*, in *Science*, vol. 286, p. 1828, 1999.

R.A. Kerr, *A warmer Arctic means change for all*, in *Science*, vol. 297, pp. 1490-1492, 2002.

R.E. Moritz, C.M. Bitz et al., *Dynamics of recent climate change in the Arctic*, in *Science*, vol. 297, pp. 1497-1502, 2002.