

2015 : premier été sans banquise ?





LA GOÉLETTE TARA PRISE DANS LES GLACES.
Plate-forme de suivi de la dérive des glaces pour le programme européen Damoclès, la goélette Tara a passé 507 jours dans les glaces.

Le recul accéléré des glaces de mer boréales 2015: premier été sans banquise?

AUCUN MODÈLE NE PRÉDISAIT UN RETRAIT AUSSI RAPIDE.
Le recul de la glace de mer en Arctique est « *très vraisemblablement* » lié au forçage anthropique de l'effet de serre.
Explications du dérèglement du climat de l'Arctique.

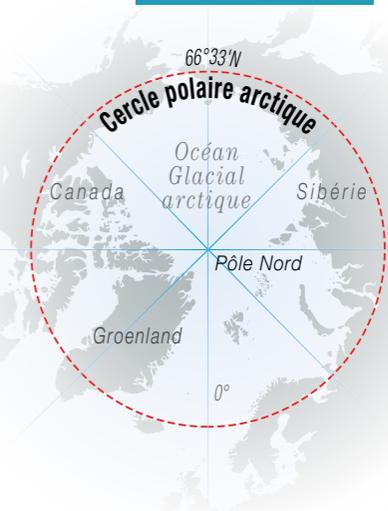
HERVÉ BOURMAUD/TARAEXPEDITIONS.ORG

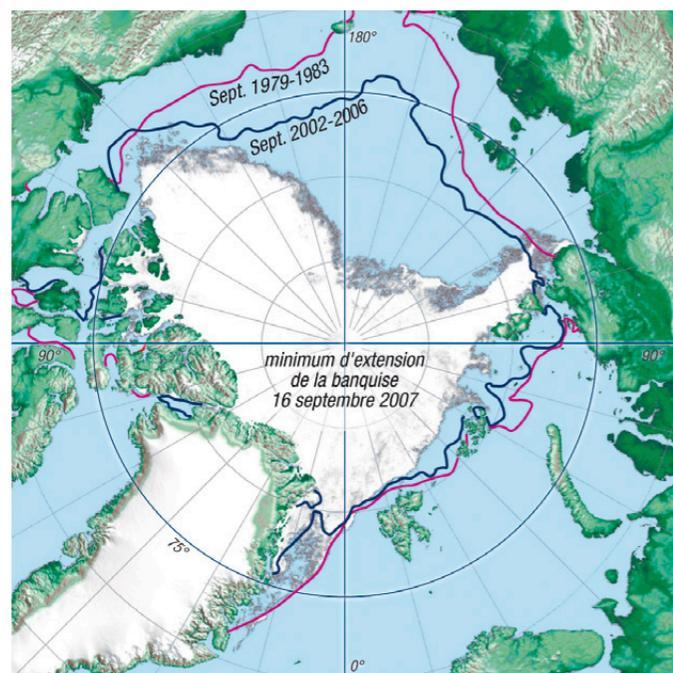


JEAN-CLAUDE GASCARD

Océanographe de renom, ce directeur de recherche au CNRS coordonne le programme européen Damoclès qui observe et modélise l'évolution de la banquise arctique. Il est membre du comité d'experts du Cercle Polaire.

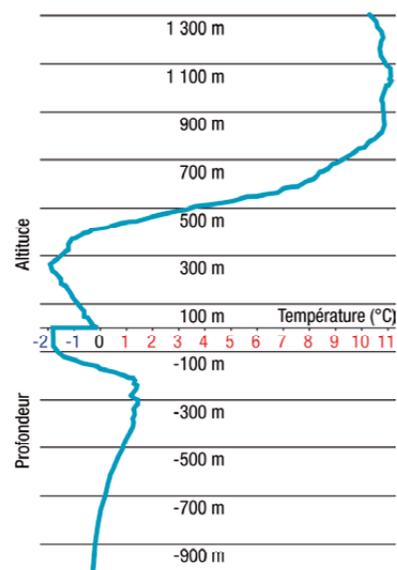
L'océan Glacial arctique est entré dans une phase de mutation profonde depuis une ou deux décennies. Il représente très vraisemblablement le premier exemple à grande échelle d'une évolution majeure, en cours, du système climatique de la Terre. Quelle est la cause de cette évolution et quelles peuvent être les conséquences d'une telle mutation sur notre environnement et sur la biodiversité en général dans les années et les décennies qui viennent? Peut-on prévoir et anticiper cette évolution et ses conséquences? Dans quelle mesure pourra-t-on s'y adapter? Avant de prétendre pouvoir établir des prévisions fiables ou tout au moins des projections qui





LA BANQUISE ESTIVALE, UNE PEAU DE CHAGRIN.

De 7 millions de km² dans les années 1980 (en rouge), l'extension minimale des glaces de mer estivales est passée à 6 millions de km² au début des années 2000 (en bleu) et tombée à 4,2 millions de km² en septembre 2007 (en blanc).



LA BANQUISE ENTRE DEUX COUCHES CHAUDES.

Des masses d'air tièdes et humides de la basse atmosphère (de 0 à 300 mètres d'altitude) et des courants océaniques plus chauds (à 50 mètres sous la glace) accélèrent la fonte estivale et ralentissent le regel hivernal de la banquise arctique.

tentent de reproduire les changements en cours, il faut être capable de réaliser un état des lieux précis et objectif. Ensuite la qualité des prévisions tient aux performances des outils de modélisation numérique utilisés, en termes aussi bien de résolution spatiale que de paramétrage des différents éléments (atmosphère, glace, océan...) qu'ils prennent en compte. Leur qualité dépend également des données qu'il est nécessaire d'acquérir en continu pour nourrir et ajuster les modèles, notamment pour bien définir les conditions initiales et les conditions aux limites des modèles. Cet apport constant de données est le seul moyen de réduire les dérives des modèles et d'accroître leur fiabilité.

Records de fonte

En l'état actuel des choses, aucun des modèles existants n'a pu prévoir l'évolution récente de la banquise arctique. À la fin de l'été 2007 (16 septembre), la fonte de la banquise arctique a atteint un nouveau record avec une diminution de surface de plus de 1,2 million de km² par rapport au record précédent atteint au cours de l'été 2005 (21 septembre). Ce record de 2007 a pratiquement été égalé cette année (4,52 millions de km²) et 2008 est donc le deuxième été consécutif durant lequel la surface occupée par les glaces de mer est tombée au-dessous de la barre des 5 millions de km² (*lire, page 15, « Actualités »*). Il y a vingt ans, la moitié de la surface occupée par les glaces de mer en hiver, 14 millions de km², résistait à la fonte et la banquise estivale recouvrait 7 millions de km² de l'océan Arctique. En fin d'été 2007, il ne restait plus que 4 millions de km² de glaces de mer soit un recul de plus de 40 % de la surface de banquise estivale. Il en est de même pour l'épaisseur de la banquise qui, au cours des vingt dernières années, est passée de 3 mètres environ à 1,5 mètre sur une grande partie de l'océan Arctique. Seule la région située au nord du Groenland et du Canada, où les glaces de mer ont tendance à s'accumuler sous l'effet des vents, des courants et de la pression exercée sur le pack par les plaques de banquise dérivantes (phénomène appelé tectonique des glaces), n'est pas touchée par cet amincissement. Un autre facteur remarquable concerne la vitesse de dérive des glaces et en particulier – mais pas seulement – celle de la dérive transpolaire dans laquelle s'est trouvée entraînée la goélette *Tara* lorsqu'elle s'est volontairement laissé prendre dans les glaces le

20 MEMBRES D'ÉQUIPAGE, les « Taranauts », hommes et femmes, se sont relayés pendant les seize mois d'enlèvement du navire d'expédition *Tara*.

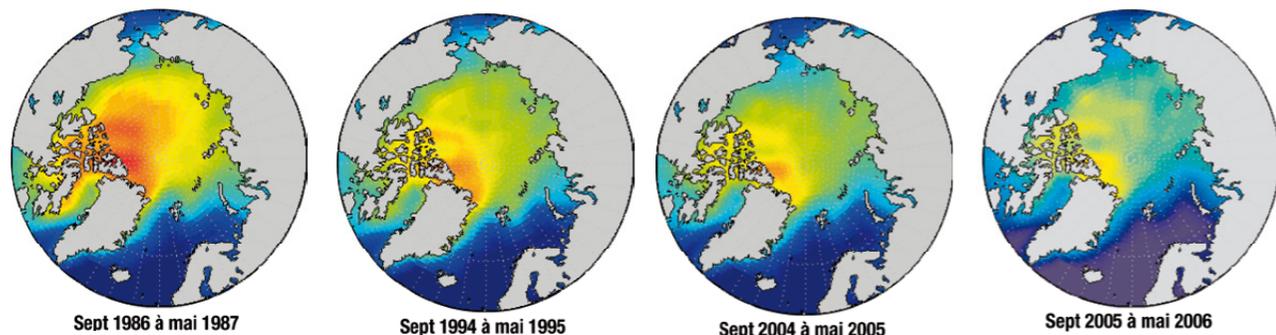


Petit carnet de bord de l'expédition Tara

En septembre 2006, la goélette *Tara* se faisait emprisonner par les glaces au large des côtes sibériennes. Une semaine après la mise en glace, une forte dépression engendrait une grosse houle qui brisait comme un miroir la plaque de glace sur laquelle reposaient le bateau et tous les instruments scientifiques. Il fallut près de 10 jours aux huit membres de l'équipage pour récupérer le matériel et le repositionner sur la banquise. Après cette première alerte, la routine de collecte de données se mit en place, interrompue à plusieurs reprises par les assauts de dangereuses crêtes de pression qui soulevèrent le bateau, lui donnant pour le reste de l'hiver une gîte de 8° sur bâbord. Mi-octobre, le Soleil disparaissait définitivement sous l'horizon pour cinq mois. Rythmé par les manipulations scientifiques, les repas, les corvées d'eau et les quarts de « nuit », le quotidien des taranauts était assez monotone, égayé par la splendeur des aurores boréales et la présence de quelques ours égarés. Avec le retour du Soleil, l'activité devint fébrile avec la construction, à la pique et à la pioche, d'une piste d'atterrissage de 1 000 mètres

de long taillée à travers les crêtes de pression. Mi-avril, la relève arriva par avion depuis le Spitzberg avec une vingtaine de scientifiques du programme Damocles, hébergés dans un camp de tentes montées à côté du bateau. Une batterie de nouveaux instruments fut installée sur la banquise et une trentaine de balises diverses furent parachutées ou déposées sur la glace, portant le rayon de collecte à 500 km autour de *Tara*. En mai, *Tara* atteignit la latitude record de 88°35'N, à seulement 150 km du pôle Nord géographique. En septembre eut lieu la dernière rotation avant l'entrée dans la seconde nuit polaire. Parmi les dix membres d'équipage, trois femmes participaient au second hivernage. La dérive, déjà très rapide, s'accéléra encore, entraînant *Tara* dans le chaos de glace qui s'écoule le long de la côte nord-est du Groenland. Enfin, après 507 jours d'une dérive de plus de 5 000 km emprisonné dans la banquise arctique, le bateau retrouvait l'eau libre et regagnait le Spitzberg, au terme d'une mission certes éprouvante, mais exceptionnellement riche en données.

Christian de Marliave, coordinateur scientifique de l'expédition



Sept 1986 à mai 1987
Sept 1994 à mai 1995
Sept 2004 à mai 2005
Sept 2005 à mai 2006

0 2 000 4 000 6 000 8 000
(Nombre de jours de gel)
x (nombre de degrés en-dessous de 0°C)

L'ARCTIQUE ACCUSE UN DÉFICIT DE FROID.

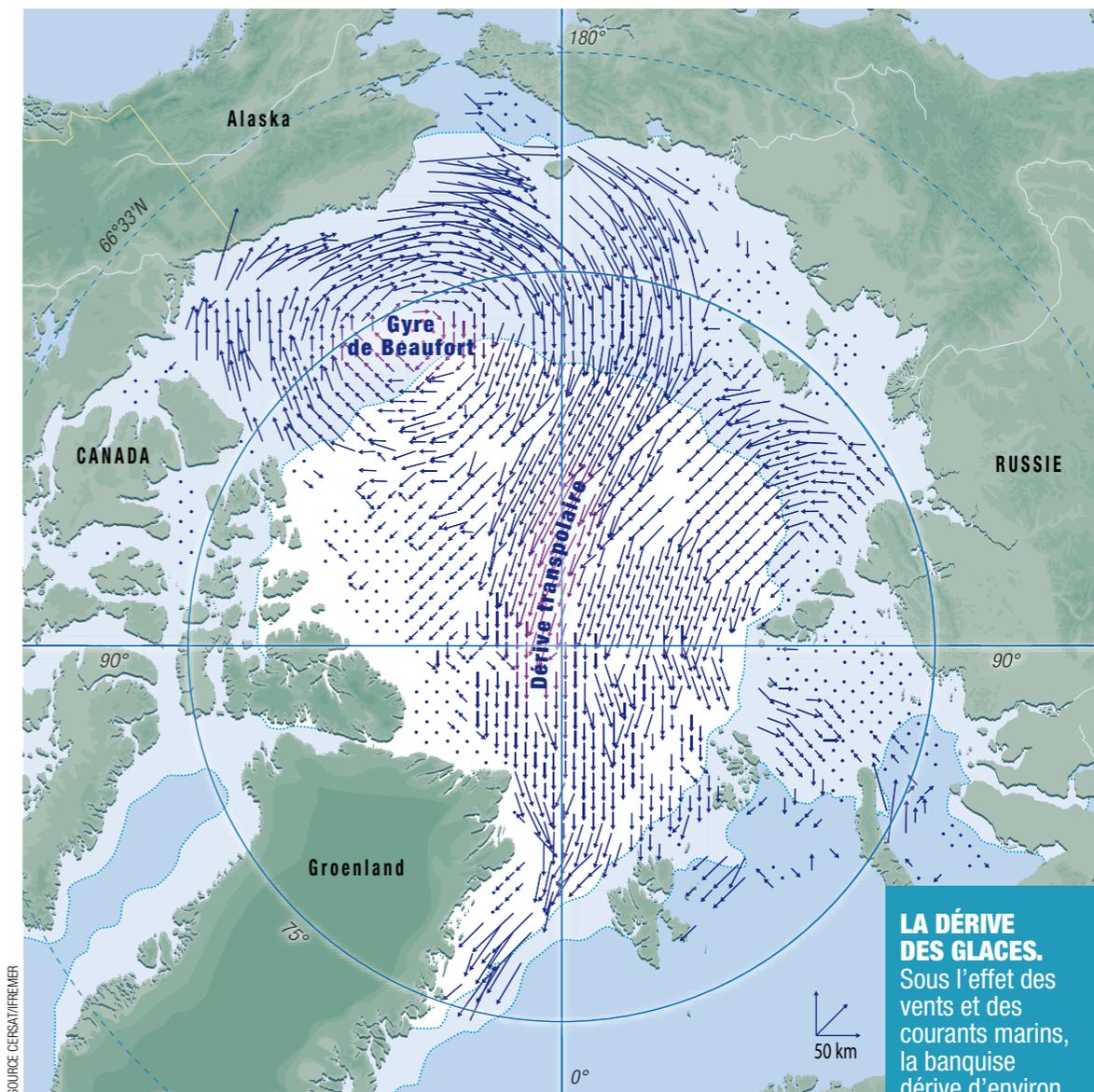
En comparant le nombre de jours de gel et l'intensité du froid de l'air au-dessus de la banquise hivernale, on constate un net réchauffement de l'atmosphère de l'Arctique, équivalent à une perte cumulée de 1 500 °C de froid sur vingt ans.

4 septembre 2006. La dérive de *Tara* a été deux à trois fois plus rapide que prévue par les modèles ou par les statistiques d'observation de la dérive des glaces déduites de vingt ans d'observations via le réseau de balises dérivantes déployées par l'IABP (International Arctic Buoy Project). L'étendue occupée par les glaces pérennes a également considérablement diminué. Ces glaces permanentes se concentrent en majeure partie au large des côtes du Groenland et du Canada et couvrent un domaine d'environ 800 km de large sur 4 000 km de long, depuis le détroit de Fram jusqu'à l'Alaska, soit plus de 3 millions de km². En été la banquise est désormais recouverte sur près de 50 % de sa surface par des flaques de fonte qui peuvent atteindre un bon mètre de profondeur à certains endroits. Ces flaques contribuent à réduire considérablement l'albédo de surface de la banquise (la capacité à réfléchir les rayons du Soleil). Un autre facteur essentiel réside dans l'ouverture de nombreux chenaux d'eau libre de glace qui absorbent très efficacement le rayonnement solaire incident au lieu de le renvoyer dans l'espace comme le fait la glace de mer, sur l'ensemble du spectre solaire, depuis les ultraviolets (UV) jusqu'aux

Un mètre d'épaisseur en moins sur vingt ans

grandes longueurs d'onde (infrarouges) en passant par le visible. Des observations dans l'atmosphère et dans l'océan peuvent nous éclairer sur les raisons de cette profonde mutation de la banquise arctique. Cette approche est assez logique étant donné que la formation de la glace de mer résulte de l'interaction directe entre l'atmosphère froide et la couche superficielle de l'océan qui gèle en hiver. N'oublions pas en effet que la glace de

mer est formée par le gel de l'eau salée de l'océan et non pas de la neige qui s'accumule comme pour nos glaciers alpins ou les calottes polaires (Groenland, Antarctique). En été, l'océan reste froid alors que l'atmosphère se réchauffe et contribue largement à faire fondre la glace de mer sous l'effet direct du rayonnement solaire et du jour permanent. C'est donc en grande partie et au premier chef l'atmosphère qui crée la glace de mer en hiver et qui la fait fondre en été. Hiver comme été, l'océan tient le rôle très critique et déterminant de facteur de « préconditionnement » en maintenant en contact avec la glace de mer une couche d'eau peu salée proche de la température de congélation. Cette couche de surface peut subir des altérations liées soit à une absorption d'une grande partie du rayonnement solaire incident dès que la banquise s'ouvre et que des chenaux d'eau libre apparaissent, soit à des entrées d'eaux chaudes qui circulent sous la banquise habituellement vers 50 mètres de profondeur environ pour les eaux en provenance du Pacifique, et 300 mètres de profondeur pour celles de l'Atlantique. Ces eaux chaudes peuvent dans certains cas remonter dans la couche de surface et déclencher une fonte rapide des glaces de mer (effets dus à la topographie locale des fonds ou aux tourbillons océaniques créés par les affrontements de courants). Au-dessus de la banquise, des advections (déplacements de masses d'air dans le sens horizontal) d'air chaud et humide en provenance des plus basses latitudes peuvent aussi avoir le même effet déclenchant la fonte de la glace de mer en surface. En résumé, une augmentation des températures de l'atmosphère liée à l'advection de masses d'air chaud et humide à basses altitudes (couche d'inversion à basse altitude) peut ralentir la formation de la glace de mer, voire déclencher une fonte accélérée de celle-ci ainsi que de la neige qui la recouvre ; la pénétration du rayon-



LA DÉRIVE DES GLACES. Sous l'effet des vents et des courants marins, la banquise dérive d'environ 6 km/jour le long des côtes (flèche courte) jusqu'à 50 km/jour dans les zones de forts courants marins (flèche longue) comme le gyre de Beaufort ou sous l'influence de vents forts et réguliers (dérive transpolaire).

nement solaire dans les chenaux d'eau libre qui s'ouvrent de plus en plus dans la banquise déclenche une fonte latérale puis basale de la banquise ; enfin, la remontée d'eaux chaudes d'origine atlantique et/ou pacifique dans la couche de surface est également susceptible d'accélérer la fonte à la base de la banquise en augmentant les flux thermiques de l'océan superficiel vers la glace. En Arctique, on enregistre au cours des vingt dernières années un déficit de froid pour l'atmosphère de l'ordre de 1 500 °C de gel sur toute la période de l'hiver. Ce déficit est calculé en cumulant la totalité des degrés au-dessus des

normales saisonnières durant les 200 jours que dure en moyenne la période de gel hivernal. Cela correspond à un déficit de glace de l'ordre d'un mètre d'épaisseur. En été on assiste également à un allongement de la durée de la période de fonte plus qu'à une augmentation des températures absolues, ce qui peut être déterminant pour déclencher très rapidement et sur un très vaste domaine une fonte massive des glaces de mer. La diminution de l'intensité du froid en hiver est un facteur de préconditionnement favorable à la fonte de la banquise en été. En outre, l'augmentation de la durée de fonte en été est un facteur accélérateur et amplificateur



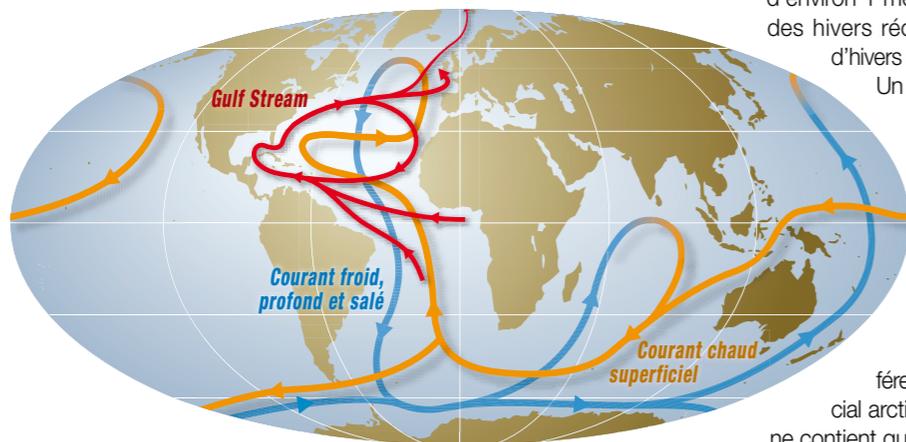
DU FRAM À TARA.
Cent treize ans après le périple historique du *Fram* (ci-contre), *Tara* se laisse prendre par les glaces pour un voyage qui a été deux fois plus rapide.

de cette fonte, ce qui, ajouté au déficit de froid, peut entraîner une disparition totale de la glace de mer dans un temps très court et sur un très vaste domaine qui se chiffre en millions de km². Cet effet entraîne ensuite une contre-réaction positive très efficace qui ralentit et retarde la formation de la glace lors de l'hiver suivant. En effet, l'océan, après avoir emmagasiné beaucoup de chaleur sous l'effet du rayonnement solaire incident permanent de l'été, doit libérer cette chaleur dans l'atmosphère avant de retrouver les conditions nécessaires à la reprise de la formation de la glace de mer. C'est ainsi que



nous assistons à des automnes de plus en plus chauds et prolongés, avec des anomalies de température supérieures à +10 °C dans les basses couches de l'atmosphère au-dessus de la banquise qui doit attendre le mois de décembre pour commencer à se reformer. C'est cette cascade d'effets qui explique en grande partie la perte de 1500 °C de froid et la perte d'environ 1 mètre de glace de mer au cours des hivers récents, fruit d'une succession d'hivers moins froids et d'étés plus longs.

Un aspect très important pour bien comprendre ce qui se passe en Arctique concerne l'âge de la glace de mer et la distinction fondamentale qu'il faut faire entre les glaces vieilles, ou pérennes, dites « pluriannuelles », et les glaces jeunes de première et deuxième année. C'est un aspect qui différencie très nettement l'océan Glacial arctique de l'océan Antarctique qui ne contient quant à lui pratiquement que des glaces de mer de l'année et pas ou peu de glaces de mer pluriannuelles. L'océan Arctique serait-il en train de devenir comme l'océan Antarctique, un océan libre de glaces de mer en été? Curieusement, il y aurait dans ce cas

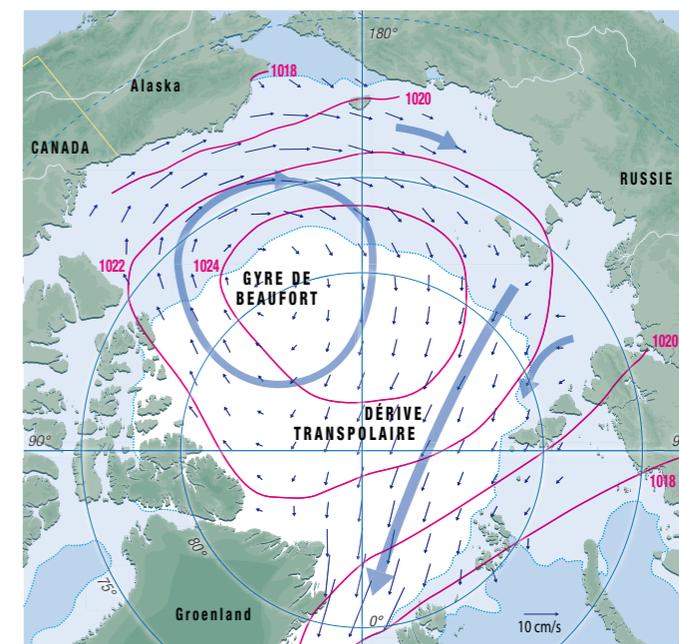


CIRCULATION THERMOHALINE MONDIALE.
La fonte des glaciers du Groenland pourrait bloquer la plongée des eaux froides en Arctique et modifier considérablement les courants océaniques de toute la planète.

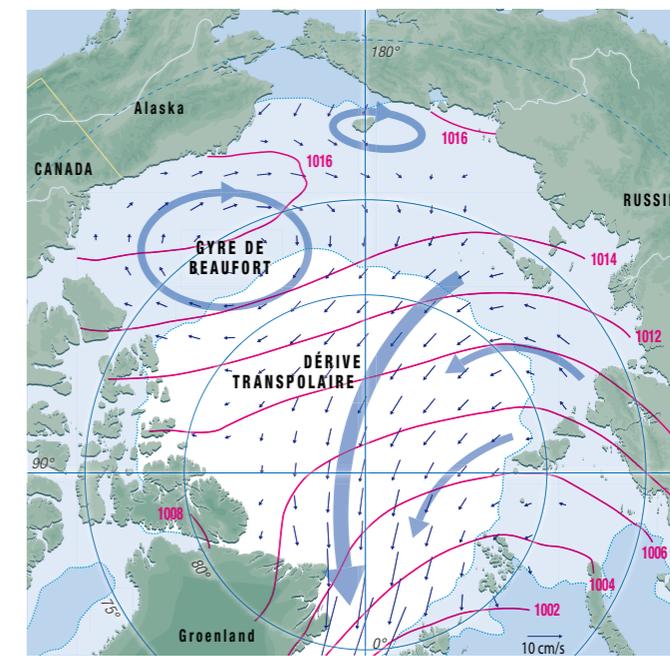
plus de jeunes glaces de mer formées en hiver puisque c'est toute la surface de l'océan qui devrait regeler au lieu de la moitié actuellement. Dans le cas de l'océan Arctique, il faut bien comprendre que, d'une part, chaque année entre 1 et 2 millions de km² de glaces de mer vieilles (pluriannuelles) s'échappent de l'Arctique par le détroit de Fram situé entre le Spitzberg et le Groenland et, d'autre part, que pour former des glaces pluriannuelles, il faut des jeunes glaces de l'année. Ces nouvelles glaces d'hiver doivent en partie résister à la fonte d'été pour venir rejoindre les glaces pluriannuelles et maintenir un certain équilibre en compensant la perte annuelle de ces vieilles glaces de mer expulsées de l'Arctique vers l'Atlantique Nord par le détroit de Fram. Au cours des années 1990, on enregistrerait une perte d'environ 2 millions de km² de vieilles glaces chaque année en Arctique qui étaient suppléées en été par autant de glaces jeunes ayant résisté à la fonte estivale. Il semble qu'au cours des années 2000 ces chiffres aient diminué de moitié voire d'un facteur 4. Ce qui est encore plus troublant, c'est qu'au cours de l'été 2005 toutes les glaces jeunes de l'année ont été expulsées de l'Arctique, principalement au cours de l'été, à cause d'une distribution des vents très particulière, et/ou n'ont pas résisté à la fonte estivale. Et donc cette année-là, il n'y a eu aucun remplacement des vieilles glaces évacuées par le détroit de Fram par les jeunes glaces de mer, ce qui ne

2 millions de km² de glace passent par le détroit de Fram

s'était jamais produit avant cette date. Cela a permis d'expliquer en grande partie non seulement le retrait record de la banquise lors de l'été 2005, mais aussi les conditions favorables à un retrait encore plus spectaculaire au cours de l'été 2007. Bien évidemment l'océan, grâce à sa grande inertie thermique, garde en mémoire tous ces événements passés qui le préconditionnent pour le futur. Un autre aspect déterminant des glaces de mer concerne leur mobilité sous l'effet des vents et des courants et aussi leur plasticité, c'est-à-dire leur faculté à se déformer sous l'effet des contraintes imposées à grande échelle par les vents et les courants. Il est apparu récemment que les glaces de mer étaient

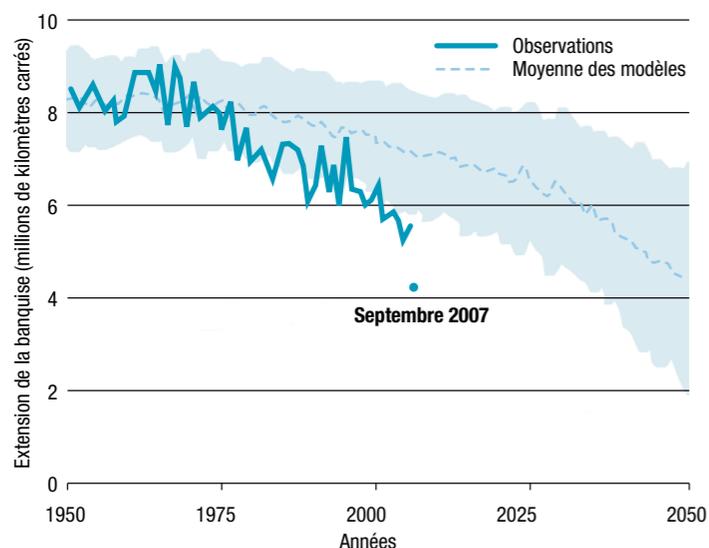


EL NIÑO DE L'ARCTIQUE. L'Arctique est sous l'influence d'un phénomène climatologique, l'oscillation arctique, qui consiste en une alternance de périodes de hautes pressions (ci-dessus) et de basses pressions (ci-dessous). Elle est caractérisée par un index, l'index AO, qui compare les pressions entre le pôle et l'Atlantique Nord. Les périodes de basses pressions, à faible index AO, s'accompagnent de tempêtes qui accélèrent la dérive de la banquise et l'évacuation des glaces par le détroit de Fram.



devenues beaucoup plus mobiles, fait largement confirmé par la dérive de la goélette *Tara*. Est-ce dû à leur plus faible épaisseur et/ou à un changement d'orientation et d'intensité des vents et peut-être aussi des courants ? Étant devenue moins épaisse sur de très vastes étendues, la banquise a très certainement tendance à subir plus de déformations sous l'effet de la pression que les plaques de glace exercent les unes sur les autres. Des masses de glace très importantes s'amassent ainsi au large des côtes du Groenland et du Canada.

SOURCE LICAR 2007 STEVE DEVO



DES PRÉVISIONS BIEN EN DEÇÀ DE LA RÉALITÉ.

Depuis 1998, les données d'observation sur l'extension de la banquise boréale (en bleu foncé) sont sorties de l'enveloppe de variabilité des modèles de prévision (en bleu clair) qui surestimaient la surface occupée par la glace de mer arctique en fin d'été.

C'est là que l'on trouve des banquises épaisses et très déformées. C'est aussi là que se concentrent les glaces les plus anciennes, le dernier refuge des glaces pérennes arctiques, espèce en voie de disparition.

La vieille glace se raréfie

En fait, on voit bien que divers phénomènes opèrent à des constantes de temps différentes et se conjuguent pour laisser place à des développements fortement non linéaires comme cela est très fréquent dans les sciences physiques de l'environnement. On appelle phénomènes non linéaires ceux dont la réponse à une excitation (ou perturbation) est très amplifiée par rapport à une réponse linéaire qui elle est rigoureusement proportionnelle au facteur de forçage (ou d'excitation). En général les phénomènes linéaires ont des constantes de temps relativement longues et sont beaucoup plus facilement prédictibles que les phénomènes non linéaires, qui surprennent non seulement

par leur amplitude mais aussi par leur soudaineté et leur temps de réaction très court.

Dans le cas de l'Arctique, il est relativement plus facile de prédire l'évolution à long terme que la variabilité interannuelle de l'étendue des glaces de mer en fin d'été. La première résulte de l'évolution lente et progressive de l'effet de serre et la seconde d'effets non linéaires à forte contre-réaction positive, comme le contraste entre l'albédo élevé de la glace (0,8) et celui, faible, de l'eau (0,2). Autrement dit, en présence de glaces de mer, 80 % du rayonnement solaire incident est réfléchi et en l'absence de glaces de mer, 80 % du même rayonnement est absorbé par l'eau de mer.

Il est très instructif de comparer les différents modes de variabilité dans les trois compartiments océan, atmosphère et banquise de l'océan Arctique, au cours des vingt dernières années, en se focalisant en particulier sur des années atypiques, qui présentent des anomalies singulières, 1997, 2005 et 2007. Ces trois années sont très dissemblables, surtout en ce qui

Les glaces de mer sont devenues plus mobiles

concerne le régime de circulation atmosphérique et l'état des glaces de mer. Elles correspondent aussi à des années très différentes par rapport aux phénomènes climatologiques tels que l'oscillation nord-atlantique quantifiée par l'index NAO et l'oscillation arctique quantifiée par l'index AO. Un index élevé de l'oscillation arctique (*lire, page 31, « El niño de l'Arctique »*) correspond à des pressions atmosphériques faibles au niveau de la mer, à des températures de l'air au sol plus élevées et à un export de glaces de mer au détroit de Fram plus élevé que la normale. C'est le contraire pour un index AO faible. Il y a peu de temps encore, nous pensions que la variabilité du climat en Arctique pouvait simplement s'expliquer à partir de cet index AO. Mais tel n'est plus le cas aujourd'hui, et c'est aussi la principale raison pour laquelle nous pouvons dire que nous assistons en Arctique à un changement climatique dont le retrait estival de la banquise est la plus spectaculaire manifestation. Il s'agit bien d'un changement de régime qui concerne non seulement l'état des glaces de mer (concentration, étendue, épaisseur, mobilité), mais aussi l'état de l'océan

et de l'atmosphère et par voie de conséquence de l'inlandsis groenlandais. En ce qui concerne l'océan il ne s'agit pas seulement du niveau de la mer qui monte en premier lieu à cause d'une dilatation thermique de l'océan qui se réchauffe, mais aussi de la progression vers l'Arctique des eaux chaudes et salées de l'Atlantique Nord qui s'intensifie pour l'instant mais pourrait décroître si un afflux d'eau douce lié à la fonte des glaces du Groenland venait à se produire, ce qui paralyserait les modes de convection profonde en mer du Groenland et en mer du Labrador et affecterait de ce fait la circulation thermohaline responsable de la plus grande partie des flux de chaleur transportés par l'océan de l'équateur vers le pôle Nord.

Quelle leçon, quel enseignement pouvons-nous tirer de ce que l'Arctique nous révèle aujourd'hui ? Tous les modèles parmi les plus performants utilisés par le GIEC (Groupe d'Experts intergouvernemental sur l'Évolution du Climat), prédisent un retrait quasi total de la banquise arctique dans les quarante à cinquante ans à venir. Mais aucun de ces modèles n'a prévu un retrait aussi spectaculaire que celui que nous avons observé à la fin de l'été 2007 et pratiquement égalé en 2008 après un hiver plus rigoureux et un été plus court. L'amplitude de ce retrait par rapport à l'année précédente est conforme à la variabilité interannuelle de la banquise arctique observée à partir des satellites au cours des vingt dernières années où il apparaît que, d'une année sur l'autre, les anomalies de l'étendue de la banquise au minimum d'été peuvent fluctuer de 1 à 2 millions de km² en plus ou en moins. Cette variabilité naturelle très difficile à prédire s'ajoute en fait à un déclin progressif caractérisé par des échelles de temps plus longues, très vraisemblablement lié à l'effet de serre forcé par l'accroissement des gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Cet effet, essentiellement d'origine anthropique, est lui beaucoup plus facilement prévisible. La variabilité naturelle du système climatique de l'Arctique est liée à plusieurs phénomènes à contre-réaction positive qui amplifient considérablement et beaucoup plus que nous ne le pensions les effets dus au forçage anthropique de l'effet de serre. L'un de ces phénomènes est l'albédo qui caractérise le pouvoir réfléchissant très élevé de la glace par rapport au rayonnement solaire incident, par contraste à

UN OcéAN DE MOINS EN MOINS... GLACIAL.

Les mesures effectuées chaque jour sur *Tara* ont révélé un réchauffement des eaux de surface qui ralentit la formation de la glace de mer à l'automne.



HERVÉ BOURMAUD/TARAREPITIONS.ORG



PLUS FINE ET PLUS FRAGILE,

la banquise se fracture et se disloque plus facilement que ne le prévoient les modèles. Elle fond plus tôt chaque printemps et se reforme avec trois mois de retard dans certaines régions, en décembre.

l'eau qui l'absorbe.

Nous pouvons donc nous attendre à un recul continu voir total de la banquise arctique en été dans les prochaines années sous l'effet de l'accroissement des gaz à effet de serre dont la concentration dans l'atmosphère ne cesse d'augmenter. Nous pouvons aussi nous attendre à des réactions spectaculaires du milieu naturel sous l'effet de ce forçage d'origine anthropique, plus rapidement et de façon plus ample que ce que les modèles actuels nous précisent. À tel point que 2015 pourrait bien être le premier été sans banquise dans l'Arctique.

La communauté scientifique internationale est mobilisée pour approfondir les causes, les effets et les conséquences de ces phénomènes. Cet effort passe par des observations soutenues et continues de l'air, de la glace et de l'océan et la modélisation des interactions complexes que ces trois milieux entretiennent ensemble. Un dérèglement du climat en Arctique pourrait avoir de très surprenantes conséquences sur

la stabilité de l'inlandsis groenlandais, sur la montée du niveau des mers sur toute la planète (1 mètre d'ici à la fin du siècle et plusieurs mètres après), sur le détournement des eaux du Gulf Stream qui ne pénétreraient plus en Arctique, sur le climat océanique de moins en moins tempéré de l'Europe de l'Ouest, sur la migration d'espèces phyto- et zooplanctoniques de l'océan

Un dérèglement du cycle hydrologique

Pacifique vers l'océan Atlantique (par exemple la diatomée *Neodenticula seminae*), sur la disparition d'espèces vivantes liées au cycle de la banquise – phoques, morses, ours polaires, narvals, bélougas, mouettes ivoires... –, à une réduction très sensible de la biodiversité et, de manière très générale, à des effets sur tout le cycle hydrologique de régions très peuplées et

PHILIPPE BOURSSELLE/JM EDITORIAL

industrialisées de l'hémisphère Nord (Amérique du Nord, Europe, Russie, Chine).

Il est très urgent de prendre sérieusement en considération que l'augmentation de la concentration des gaz à effet de serre est un problème mondial potentiellement dangereux pour nombre de civilisations de cette planète et pour les 6 et bientôt 9 milliards d'individus qui l'habitent. Il est trop tard pour agir sur l'excédent de gaz carbonique dans l'atmosphère provenant de la combustion des hydrocarbures fossiles dont les générations de l'ère industrielle sont responsables. Mais doit-on envisager de prendre le risque de doubler cette concentration dans les quelques décennies qui viennent ? Si l'humanité prend ce risque et endosse la responsabilité vis-à-vis des générations futures, il faudra s'attendre à des bouleversements encore plus spectaculaires que ceux que nous a révélés l'Arctique récemment, essentiellement liés à un dérèglement du cycle hydrologique si déterminant pour notre survie comme ce fut le cas dans

le passé pour d'autres civilisations. Pouvons-nous prendre ce risque ? Très sincèrement, je ne le crois pas. Il serait beaucoup plus sage et prudent de tout faire pour l'éviter. Est-ce encore possible à l'ère de l'anthropocène ? Le temps presse et il va falloir prendre des décisions majeures pour notre avenir à tous. ■

Pour en savoir plus

■ « Thinning of The Arctic Sea-Ice Cover », de D.A. Rothrock, Y.Yu and G.A. Maykut (in « Geophysical Research Letters », vol. 6, n° 23, pp. 3 469-3 472, décembre 1999)

■ « Arctic System on Trajectory to New, Seasonally Ice-Free State », de J.T. Overpeck *et al.* (in « EOS », vol. 86, n° 34, pp. 309, 312-313, août 2005)

■ « Exploring Arctic Transpolar Drift During Dramatic Sea-Ice Retreat », de J.-C. Gascard *et al.* (in « EOS » 89 (3) 21-22, 2008)

■ « Arctic Sea-Ice Extent Plummets in 2007 », de J. Stroeve *et al.* (in « EOS » 89 (2) 13-14, 2008)

2015: premier été sans banquise?



www.lecerclepolaire.com

Tiré à part extrait du numéro 1 de la revue Pôles Nord & Sud publiée par Le Cercle Polaire