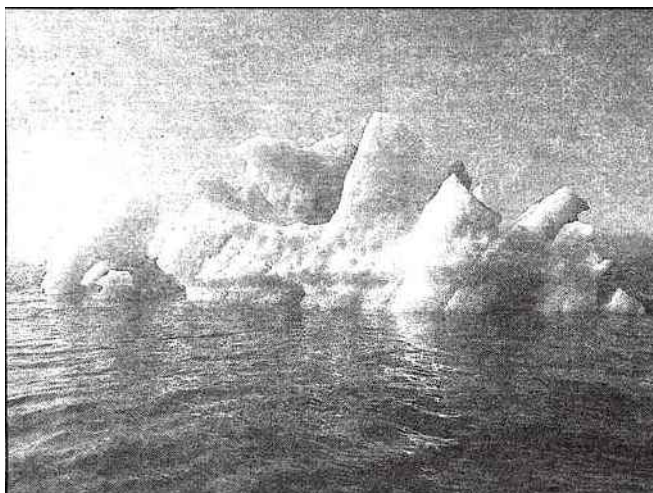


enquête L'Année polaire internationale se penche sur le réchauffement

La quatrième Année polaire internationale (API) a été lancée officiellement au Palais de la Découverte à Paris début mars. Cet effort international de recherche courra en fait sur deux années. Les spécialistes des pôles espèrent une accélération des programmes en cours, notamment sur l'impact du réchauffement du climat sur les régions polaires. Paul Tréguer, membre du comité de parrainage de l'API en France, fait le point sur les enjeux. Et deux chercheurs de l'[Ifremer](#) expliquent comment ils observent, depuis 1992, la couverture des glaces de mer, qui diminue au pôle Nord.



Eur-Océans

Depuis une quinzaine d'années, la couverture de glace diminue rapidement au pôle Nord (ici, au Spitzberg).

La quatrième Année polaire internationale sous le signe du réchauffement de la planète

La quatrième Année polaire internationale (API) a été lancée officiellement début mars. Comme son nom ne l'indique pas, cet effort international de recherche courra sur deux années, jusqu'en mars 2009. Les spécialistes des pôles espèrent une accélération des programmes en cours, notamment sur le rôle des régions polaires dans le réchauffement climatique.

Une première manifestation à Strasbourg, le lundi 26 février, sous l'égide de la Fondation européenne pour la Science (ESF), une intronisation officielle le jeudi 1^{er} mars à Paris, au Pa-

lais de la Découverte le matin, au Sénat l'après-midi : la quatrième Année polaire internationale a été bien lancée.

Depuis la première édition, en 1882, c'est donc la quatrième

fois qu'un effort coordonné est engagé sur la recherche dans les régions polaires, la dernière édition ayant eu lieu en 1957-1958 (*lire ci-dessous*). Il est chapeauté par la double tutelle de l'Organisation météorologique mondiale et du Conseil international pour la science. Au niveau français, cet effort est relayé par un comité de parrainage constitué autour de l'Institut polaire Paul-Émile Victor et de l'Académie des sciences.

L'Année polaire s'étalera en fait jusqu'en mars 2009. Un peu plus de 200 projets scientifiques « labellisés » API mobiliseront plus de 50 000 chercheurs de 60 pays, dans tous les domaines de la science (1).

Cette quatrième API est placée sous le signe du réchauffement de la planète. C'est en effet dans les régions polaires que ce phénomène aujourd'hui incontesté (même si son ampleur reste à mesurer) fait sentir ses effets les plus spectaculaires.

Parmi les six grands thèmes retenus, la première urgence sera d'établir un état des lieux des régions polaires où l'on constate une réduction de la surface et de la masse des banquises et glaciers et une diminution des périodes de couverture. Il s'agira aussi de prendre la mesure des interactions entre ces régions et le reste du globe, en étudiant les courants marins et atmosphériques.

Toutes ces recherches auront sans aucun doute, dans les années à venir, des implications sur la connaissance des océans. Nous faisons ici le point sur ce que l'on peut en attendre, avec un des membres du comité de parrainage français de l'Année polaire internationale, Paul Tréguer.

Bernard JÉGOU

(1) Y compris les sciences sociales, absentes des précédentes éditions : l'API étudiera les conséquences du réchauffement pour les quelque 4 millions de personnes vivant dans les régions arctiques.

➡ **La France en bonne place.** La France est un État polaire de premier plan. Ainsi, le directeur général de l'Institut polaire français Paul-Émile Victor, Gérard Jugie, préside aussi le Conseil des managers des programmes antarctiques polaires, un organisme qui compte les 29 pays opérant sur ce continent. Le directeur adjoint, Yves Frenot, est quant à lui vice-président du comité de l'environnement polaire. Sur le plan des recherches, les scientifiques français participent chaque année à une soixantaine de programmes internationaux aux pôles et, concernant les publications, la France tient le cinquième rang mondial pour les recherches menées en zone antarctique, et le premier pour les milieux subantarctiques. Dans le cadre de l'Année polaire internationale, sur 209 projets reconnus, 5 sont sous la responsabilité d'un chercheur français et 55 ont une composante française.

Une première édition il y a 135 ans

La première année polaire internationale (API) a eu lieu en 1882-1883. 12 pays ont rassemblé leurs forces pour organiser 15 expéditions (13 en Arctique et 2 en Antarctique).

La deuxième API a été initiée par l'Organisation mondiale de la météorologie en 1932-1933. Elle a été centrée sur l'étude du Jet Stream. Des avancées significatives ont alors été obtenues dans les domaines de la météorologie, le magnétisme, les sciences atmosphériques et ionosphériques.

La troisième API (1957-1958) s'est déroulée dans le cadre de l'Année géophysique internationale. Les scientifiques ont souhaité appliquer à un usage pacifique les avancées technologiques de la Seconde Guerre mondiale (fusées, radars...), notamment pour les recherches sur la haute atmosphère. Cet effort, sans précédent à l'échelle mondiale, a eu de nombreuses retombées : confirmation de la théorie de la dérive des continents, début des mesures de CO₂ et surtout début de la conquête spatiale avec le lancement du Spoutnik.

La recherche polaire a véritablement pris son essor à partir de cette époque, notamment en Antarctique. On peut y voir l'origine du Traité de l'Antarctique, signé en 1961, puis de l'adhésion au Protocole de Madrid pour la protection de cet environnement en 1991. Il y a aussi eu la création des Terres australes et antarctiques françaises (TAAF), en 1955.

Paul Tréguer : les enjeux de l'Année polaire

Directeur de l'Institut universitaire européen de la mer à Brest, Paul Tréguer est un des membres du comité de parrainage français qui s'est chargé, au niveau de la France, de coordonner les programmes de recherche retenus dans le cadre de l'Année polaire internationale.

Quels sont les principaux enjeux scientifiques de l'Année polaire internationale ?

Les programmes lancés tournent autour du changement climatique. Plus personne ne le conteste aujourd'hui : la planète se réchauffe à un rythme accéléré. Les derniers travaux du Giec (1) le démontrent. La montée du taux de CO₂ est irréfutable et impressionnante. La seule incertitude, aujourd'hui, c'est l'ampleur du réchauffement. Le scénario le plus optimiste table sur une augmentation d'1,5 °C de la température générale du globe d'ici 2100. Il faut prendre en compte cette perspective.

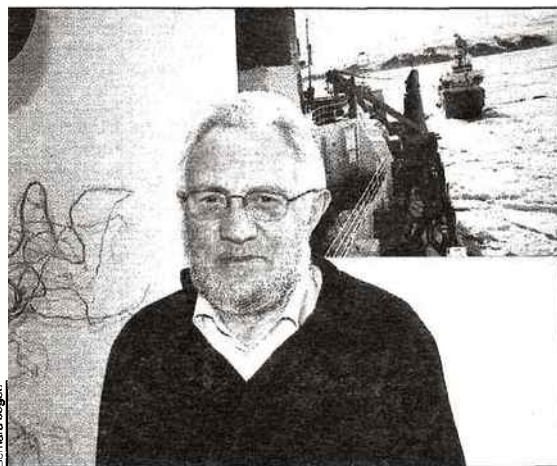
Quelles sont les conséquences sur les océans ?

Il faut distinguer l'océan austral et le reste de l'océan mondial, qui évoluent de façon totalement différente. Dans l'en-

surface croissant. Avec l'accroissement de la stratification des océans, les échanges inter couches s'affaiblissent. Les apports de sels nutritifs venant des eaux profondes diminuant, cela aura un impact négatif sur la production de phytoplancton. Les données satellitaires, sur la période 1997-2006, donnent déjà une réalité à cette prévision.

Et en Antarctique ?

L'océan austral fonctionne totalement différemment. Actuellement, seules 20 % des réserves nutritives de la couche de surface sont utilisées, contre 100 % partout ailleurs. Cela est dû au fait qu'il est très turbulent et brassé au niveau des fameux 40° hurlants et 50° mugissants. Un tel régime est défavorable pour la production de phytoplancton, qui peut être projeté en dehors de la couche éclairée par la lumière. Toutefois, le réchauffement, en augmentant la stratification des eaux, permettra une stabilisation de la couche de surface, ce qui est favorable à la production de plancton. Quels sont les impacts sur le reste du réseau trophique ? C'est un des thèmes d'étude des program-



Bernard Jégou

« Les océans absorbent environ le tiers du CO₂ contenu dans l'atmosphère. »

La seule incertitude, aujourd'hui, c'est l'ampleur du réchauffement.

semble des océans, dont l'Arctique, le réchauffement de la couche de surface va diminuer sa densité. L'écart de densité entre les couches profondes et de

mes entrepris dans le cadre du réseau européen d'excellence Eur-Océans. Déjà, des chercheurs du centre d'études biologiques de Chizé (NDLR : centre du CNRS, dans les Deux-Sèvres) travaillent sur cet aspect, en étudiant, par exemple, l'alimentation des éléphants de mer des Kerguelen.

Cette description pourrait sembler optimiste, en tout cas du point de vue de la pêche. Est-ce la réalité ?

A première vue, oui. Mais si l'utilisation des matières nutritives devient plus efficace en Antarctique, les matières exportées dans

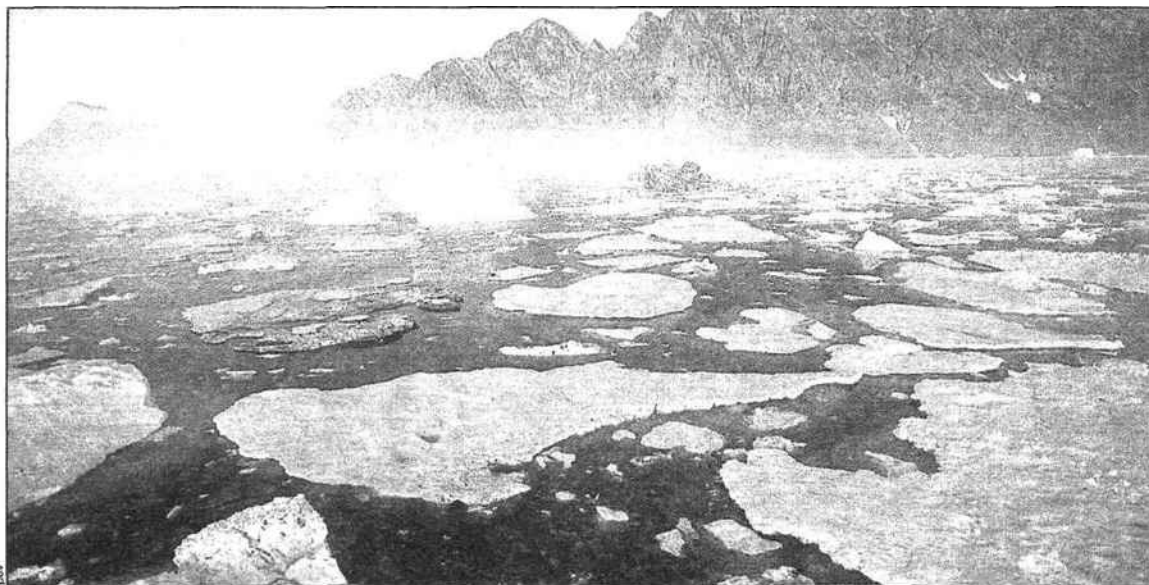
le reste de l'océan diminuera. Or, les trois quarts de la production mondiale de phytoplancton repose actuellement sur cette exportation de matières nutritives depuis l'Antarctique. On peut donc prévoir à long terme des impacts importants pour les pêches au niveau mondial.

L'augmentation du gaz carbonique aura-t-elle aussi des conséquences pour les océans ?

Les océans absorbent environ le tiers du flux de CO₂ rejeté par les activités humaines. Ils jouent donc un rôle tampon de l'accroissement de l'effet de serre, comme les forêts. Toutefois la dissolution du CO₂ dans les océans affecte leur structure chimique, notamment dans les eaux froides des pôles. Celles-ci, légèrement basiques (2), devraient s'acidifier, ce qui perturbera par exemple la calcification des coquilles des ptéropodes, des petits animaux très présents dans l'océan austral. Le risque est donc grand d'une rupture dans la chaîne alimentaire.

Certains chercheurs ont proposé de capter le CO₂ pour le stocker au fond de l'océan. Est-ce une bonne idée ?

Cette question, au-delà de la science, pose des problèmes éthiques. Le chercheur américain John Martin a émis, en 1988, l'hypothèse qu'un enrichissement en



Pour Paul Tréguer, il est clair que le réchauffement de l'atmosphère va entraîner une diminution de la densité des eaux actives.

captant le CO₂ à la sortie des cheminées d'usine pour les enfouir dans l'océan ? Les scientifiques avancent que cela serait pratiquer la politique de l'autruche : la modification du pH des eaux profondes surgira en surface des centaines d'années après. Cela ne fera que retarder l'échéance, sans régler le problème.

tre l'océan, la couche de glace et l'atmosphère.

Et du côté de l'Antarctique ?

Nous n'avons pas d'indication que le même type de phénomène s'y produise. On sait qu'il y a de gros risques, avec des conséquences à redouter sur l'ensemble de la planète. C'est ce que vont tenter de creuser plusieurs programmes lancés dans le cadre de l'API, dont Bonus-Good Hope, menée par le CNRS et l'Institut polaire Paul-Émile Victor (Ipev), qui mobilisera le Marion Dufresne.

Comment sont financés tous ces programmes ?

L'Année polaire internationale est coordonnée par l'Organisation météorologique internationale et le Conseil international pour la science (Icsu), qui se charge de donner le label API à des programmes scientifiques. Au niveau français, sous l'égide de l'Académie des sciences et du Centre national de la recherche scientifique, un comité français s'est mis en place, pour participer au choix des programmes. Mais, à la différence du Canada ou de la Norvège par exemple, il n'y a pas eu de budget dédié. Ce qui expli-

que que certains programmes annoncés ne soient pas encore financés.

Ce n'est pas un peu inquiétant ?

Le problème de financement de la recherche en France dépasse le cas de l'Année polaire. On peut regretter l'absence d'un financement spécifique, qui ne favorise pas la coordination internationale. Je suis certain cependant que les problèmes actuels de financement

des campagnes océanographiques, qui résultent d'un financement insuffisant de l'Ipev, trouveront une solution. On peut se féliciter, d'ailleurs, que le septième PCRD (3) de l'Union européenne prévoit de financer des projets dans les zones polaires. L'Union européenne a réalisé que, pour mieux comprendre l'évolution de son climat, il fallait travailler à l'échelle du globe.

Propos recueillis par Bernard JÉGOU

Il est clair que le réchauffement de l'atmosphère entraînera un accroissement de l'évaporation en surface des océans.

fer de certaines zones de l'océan permettrait d'accélérer le pompage biologique de CO₂ en favorisant la production de phytoplancton. Neuf expériences ont été menées, qui ont marché. Mais les quantités de fer utilisées ont été limitées (de l'ordre de la tonne). Surtout, on ne sait pas ce que donnerait une expérimentation à plus grande échelle, et l'impact sur le réseau trophique n'est pas évalué (on risque de favoriser certaines algues aux dépens d'autres). Parallèlement, l'injection directe de CO₂ dans l'océan profond a été expérimenté, à très petite échelle, au large de la Californie. Faut-il les généraliser en

On parle aussi beaucoup de la modification des courants, notamment d'un affaiblissement du Gulf Stream.

Les hypothèses catastrophistes émises là-dessus sont fortement contestées (lire ci-dessous). Mais il est clair que le réchauffement de l'atmosphère entraînera une diminution de la densité des eaux arctiques et sub-arctiques (plus de précipitations, fonte des calottes glaciaires). C'est déjà perceptible. Le programme Damocles (lire page 32) vise ainsi à mieux comprendre les incidences du réchauffement sur la couverture des glaces et les échanges en-

LE GULF STREAM RALENTIT : VRAI OU FAUX ?

Dans un article paru dans la revue *Nature* en décembre 2005, le chercheur américain Harry Bryden annonçait un ralentissement substantiel du Gulf Stream, de l'ordre de 30 % sur la période 1950-2004. Beaucoup y ont vu en perspective l'arrivée d'un nouvel âge glaciaire sur l'Europe.

« Les hypothèses de Bryden reposaient sur des mesures de températures d'eau, prises lors de six campagnes en cinquante ans, explique Paul Tréguer, pré-

sident de l'Institut universitaire européen de la mer. En fait, la variabilité des températures dans le courant d'une année est du même ordre de grandeur que ce qu'il a cru discerner sur une longue période. »

Le scientifique américain a d'ailleurs remis en cause ses premières conclusions. Un article de *Sciences & Vie* de février 2007 les critique. La revue cite Gavin Schmidt, climatologue de la Nasa, qui dit qu'un « ralentissement spectaculaire

aurait dû s'accompagner d'une baisse sensible et mesurable des températures sur l'Europe ». Or les années 2000 battent les unes après les autres les records de chaleur.

Pour autant, un ralentissement du Gulf Stream n'est pas à exclure. « Mais on ne sait pas vraiment quel effet il aurait sur le climat européen, indique Paul Tréguer. L'énergie transportée entre les tropiques et les pôles provient en fait à 80 % des vents, et non des courants. »

L'IUEM : un jeune institut pluridisciplinaire

La recherche marine à Brest ne se résume pas au centre de l'Ifremer. À quelques centaines de mètres de ce dernier, sur le magnifique site de la technopole Brest-Iroise, à l'entrée de la rade, l'Institut universitaire européen de la Mer (IUEM) regroupe pas moins de 219 employés permanents, plus une soixantaine de contrats et 330 étudiants.

Créé officiellement en mai 1997, cet institut dépendant de l'Université de Bretagne occidentale (UBO) est aussi une fédération de recherche du Centre national de la recherche scientifique (CNRS), rattachée au département des sciences de l'univers. La palette des spécialités est large, allant de l'océanographie au droit et à l'économie, en passant par les géosciences marines, la chimie, la télédétection. L'IUEM est partie prenante du groupement d'intérêt scientifique Europôle Mer, qui fédère 15 organismes de recherche, universités et écoles d'ingénieurs de Bretagne, œuvrant dans le domaine des sciences et techniques de la mer (1 500 chercheurs, ingénieurs et techniciens, plus de 1 100 étudiants dans trois universités et quatre écoles d'ingénieurs).

Dirigé par Paul Tréguer, l'IUEM fêtera ses dix ans le jeudi 22 mars, avec une conférence au parc de découverte marine Océanopolis.

L'Ifremer met en cartes les glaces polaires

Depuis 1992, l'Ifremer cartographie en continu les mouvements des glaces de mer au niveau des pôles. Un savoir-faire unique dans le monde, utilisé dans le cadre de l'Année polaire internationale.

« Notre travail a commencé par un détournement. » Robert Ezraty, chercheur au laboratoire d'océanographie spatiale du centre Ifremer de Brest, marque un petit temps d'arrêt, histoire de mesurer son effet sur son interlocuteur. « En 1991, nous tentions de comprendre pourquoi certaines données ne passaient pas dans notre modèle, poursuit-il. Il s'agissait, à partir d'images satellites fournies par certains capteurs de Seasat, de calculer la vitesse du vent à la surface de l'océan. Dans 95 % des cas, notre modèle fonctionnait. Mais on ne comprenait pas ce qui se passait pour les 5 % restants. »

UN SAVOIR-FAIRE UNIQUE

C'est en sortant les données sur papier (opération lente avec les appareils d'alors) que Robert Ezraty et son collègue, Alain Cavané, constatent que ces zones d'ombre coïncident avec les zones polaires. « À partir de là, nous avons pu nettoyer notre modèle mathématique pour notre recherche en cours. »

Surtout, les deux chercheurs se disent qu'ils ont trouvé là un moyen imparable de détecter la présence de glace sur la surface de l'océan. « On a en plus trouvé le moyen de savoir si on était en présence de glace nouvellement formée, plus ancienne, voire de banquise. Ce qui a une incidence, car les couches les plus anciennes sont beaucoup moins salées

que la glace nouvellement formée. »

Depuis 1992, le laboratoire d'océanographie spatiale collecte donc les images, de plus en plus fines, fournies par les différents satellites lancés depuis. « Le savoir-faire de l'Ifremer dans ce domaine est unique au monde, affirme Robert Ezraty. Et nous ne sommes pas dans le traitement de routine : à chaque nouveau satellite, il faut affiner nos algorithmes, développés avec des collègues allemands, pour obtenir, le plus rapidement possible, des images fiables à 100 %. »

Que montrent donc ces images ? « Depuis 1992, on voit que la surface de « vieille glace » et son extension maximale en hiver diminuent toutes les deux en Arctique, indique Robert Ezraty. Elles sont passées respectivement de 7,5 millions de km² à un niveau en dessous de 6 millions pour la première. De 16 millions à 13,5 millions pour la seconde. » Et cette décroissance s'amplifie ces dernières années, avec trois niveaux minima inférieurs en 2002, 2005 et 2006.

LA DÉRIVE OBSERVÉE QUASIMENT EN DIRECT

L'autre grand intérêt des recherches de l'Ifremer réside dans la possibilité de suivre, pratiquement en temps réel, la dérive du « pack » de glaces en Arctique. Le phénomène est connu, notamment depuis l'ex-



Robert Ezraty et Fanny Arduin, du laboratoire d'océanographie spatiale du centre Ifremer de Brest, pistent les glaces de mer.

pédition de l'explorateur norvégien Nansen avec le Fram, entre 1883 et 1896. Il est aussi étudié, dans le cadre de l'Année polaire internationale et du programme européen Damo-

cles (ci-dessous), par la médiatique expédition du Tara (1).

Le laboratoire brestois, à partir de son expérience d'une quinzaine d'années déjà, vise à améliorer encore sa réactivité.

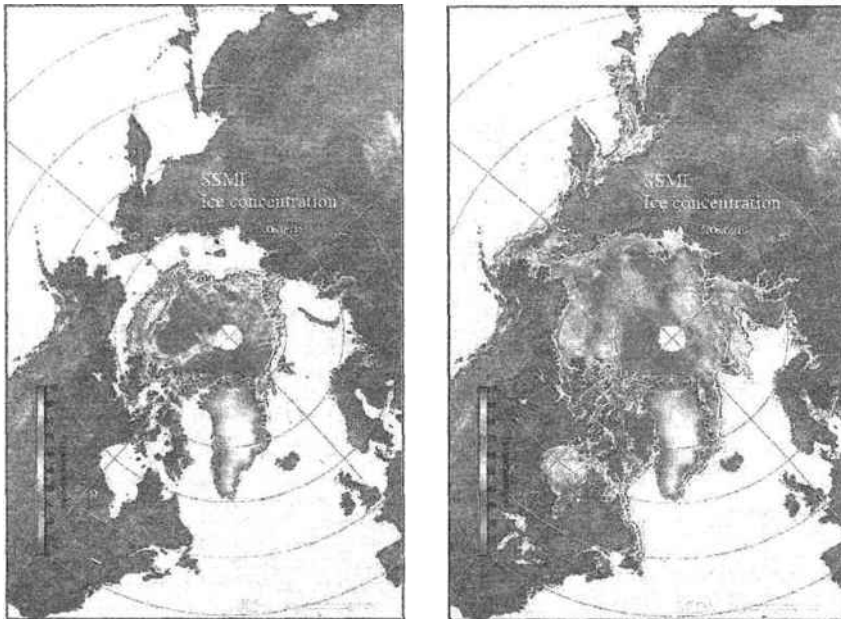
Après celles d'ERS-1, les données actuelles sont fournies par le satellite QuickScat de la Nasa, notamment. « Aujourd'hui, nous affinons le traitement des images fournies par le satellite MetOp, lancé le 19 octobre 2006 », précise Fanny Arduin, qui travaille dans l'équipe brestoise depuis deux ans.

Sans arriver à une précision météorologique, de l'ordre de quelques heures, l'objectif est de fournir des prévisions fiables des mouvements de la glace polaire, à l'échelle de la journée, de la semaine ou du mois. Ce qui intéresse fort les océanologues, les glaces sortant du pack, entre Islande et Groenland, pour entrer dans la circulation océanique générale.

« On peut aussi revenir en arrière, explique Robert Ezraty. Ce qui pourrait intéresser les Norvégiens, par exemple, en cas de pollution dans l'Arctique, pour en retrouver l'origine. » Comme quoi, le détournement en sciences se révèle productif.

Bernard JÉGOU

(1) Ce navire, l'ancien « Antarctica » de Jean-Louis Étienne, dérive depuis septembre 2006. À partir de son point d'origine, par 82° Nord, il devrait se laisser porter deux ans, sur près de 1 800 km. Même si elle a embarqué un matériel sophistiqué pour des mesures fines, cette expédition apporte surtout un gros impact médiatique.



Vues, en 2006, de la surface des glaces, au moment de leur extension minimale (en septembre, à gauche) et maximale (en mars, à droite).

➡ **Le passage du nord-est bientôt libéré ?** On parle beaucoup d'une prochaine libération des glaces du passage du nord-ouest, au nord du Canada, qui permettrait d'ouvrir des lignes maritimes entre l'Atlantique et le Pacifique. Mais, alors que ce qui n'est encore qu'une hypothèse suscite déjà une controverse diplomatique entre États-Unis et Canada sur son statut, c'est en fait le passage du nord-est, au nord de la Russie, qui se retrouve déjà pratiquement libre de glaces toute l'année, à l'exception d'une petite zone dans l'est de la Sibérie (au niveau de la péninsule des Tchouktches).

➡ **Un Antarctique très différent.** À la différence de l'Arctique, les glaces de mer en Antarctique fondent pratiquement toutes pendant l'été : il n'en reste que 2 millions de km², pour une extension maximale de 19 millions en hiver. Et, à la différence de l'Arctique, la tendance actuelle est à l'augmentation des surfaces glacées.

➡ **Le suivi des glaces, une des armes du programme Damocles.** Les recherches de Ifremer sur les glaces de mer sont menées aujourd'hui dans le cadre du programme européen Damocles, notamment. Comme l'indique le déroulé anglais de son sigle (Developing Arctic Modeling and Observing Capabilities for Long-term Environmental Studies), ce programme ne concerne que l'océan Arctique. Développé à l'initiative de l'Union européenne, avec des collaborations américaines, russes et ukrainiennes, il est également labellisé par l'API. Jean-Claude Gascard, directeur de recherche à l'université de Paris VI, dirige ce programme. Financé à hauteur de 16 millions d'euros sur les années 2006-2010, il implique une cinquantaine de laboratoires, qui observent la mer, les glaces et l'atmosphère de l'océan Arctique à partir de satellites, de bouées dérivantes et d'engins sous-marins enregistrant les informations sous la couche de glace.