DOSSIER MEDIATHEQUE

LA CITÉ DE LA MER
CHERBOURG

GAKKEL : LES OASIS DE L'ARCTIQUE

Introduction 2

I. A la découverte de l'Arctique 3

A. Arctique – Présentation 3

B. Arctique - Découverte et exploration 6

II. Expédition sous un océan glacé 11

A. Des oasis sous un océan glacé 12

B. 4 raisons d'explorer la dorsale Gakkel 13

III. Des Hommes et des engins 22

A. A. 62 personnes pour 1 campagne 22

B. Deux objectifs entre Espace et Grandes Profondeurs 23

C. De nombreux équipements pour une campagne unique 23

D. Des oasis, oui ! Mais où ? 29

Sélection bibliographique – Médiathèque de La Cite de la Mer 30

Mai 2012

Introduction

L'Arctique, le plus petit des océans, demeure un territoire très convoité en raison des réserves importantes de gaz et de pétrole inexploitées. Le Canada, les Etats-Unis, la Norvège et la Russie cherchent ainsi à prouver que la banquise du pôle Nord est une extension de leur territoire. Des scientifiques russes ont d'ailleurs planté en juillet 2007 le drapeau de leur pays dans les profondeurs de l'océan Arctique.

Mais de nombreux mystères demeurent concernant la vie sous cet océan glacé. Une équipe américaine s'est lancée dans l'aventure l'été dernier. Elle s'est rendue sur la dorsale Gakkel qui coupe l'océan Arctique en 2 afin de vérifier si des sources hydrothermales et de la vie existaient...

Crédits photos : Woods Hole oceanographic Institution (WHOI) ; Institut Polaire Paul-Emile Victo (IPEV) ; Fonds Paul-Emile Victor ; NOAA

I. A la découverte de l'Arctique

A. Arctique – Présentation

La région Arctique

L'Arctique est situé au Pôle Nord. Son nom vient de arctos* (ours) du fait de la présence au Nord de la constellation de la Grande Ourse.

Sa superficie est de 21 millions de km2, soit 38 fois la superficie de la France !

Elle comprend le Nord des terres qui l'entourent mais la majeure partie de l'Arctique est un océan recouvert aux trois quarts par des glaces permanentes. On appelle la partie centrale de l'Arctique qui est gelée la banquise permanente.

Elle contient des îles : les îles Aléoutiennes (prolongement de l'Alaska), le Groenland et des archipels. Le Groenland est une immense île recouverte par la calotte glaciaire (masse de glace et de neige recouvrant les régions polaires et le sommet de certaines montagnes).

Une région délimitée par la température de l'air !
Ses frontières correspondent à une ligne reliant les lieux où la température moyenne en juillet est de 10°C : la ligne de Köppen. Ce tracé correspond plus ou moins à la limite entre la taïga et la toundra. La taïga est une forêt de conifères qui longe, en une ceinture presque ininterrompue, le nord de l'Eurasie et de l'Amérique, au sud de la toundra. La toundra désigne la formation végétale circumpolaire qui succède vers le nord à la taïga : graminées, mousses, lichens, quelques arbres nains (bouleaux).

Les contours de la région Arctique ne correspondent donc pas exactement à la limite du cercle polaire arctique (rayon de 2 606 km autour du pôle Nord). Sa forme irrégulière est due au fait que par endroit, les courants marins chauds adoucissent le climat (Islande, Scandinavie).

Statut de l'Arctique

Elle est répartie entre 3 continents (l'Europe, l'Asie et l'Amérique) et appartient à plusieurs pays : Islande, Norvège, Finlande, Danemark, Russie, Canada, Etats-Unis. C'est la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer, signée en 1982, qui fixe le statut juridique de l'océan Arctique. Les huit Etats qui l'entourent (Canada, Etats-Unis via l'Alaska, Russie, Finlande, Norvège, Suède, Danemark (via le Groenland) et Islande, contrôlent chacun leurs eaux territoriales, c'est-à-dire les eaux entre le littoral et la limite du plateau continental.

Ces pays peuvent ainsi exploiter une zone économique exclusive, qui s'étend jusqu'à 200 miles nautiques de la côte. Au-delà, s'étend la "haute mer" qui jouit d'un statut international. Pourtant, les supposées ressources d'hydrocarbures attirent les convoitises et certains Etats commencent à revendiquer des zones au-delà de leur zone économique exclusive comme la Norvège, le Canada, la Russie et le Danemark.

La fonte des glaces offrirait de nouvelles voies vers ces ressources jusqu'alors inaccessibles... En août 2007, un sous-marin russe a même planté un drapeau en titane sur le fond marin à deux miles du pôle nord, revendiquant ainsi une partie des fonds marins arctiques !

L'océan glacial Arctique

C'est le plus petit des océans : 14 millions de km2 (Océan Atlantique : 106 106 km2, Océan Pacifique : 180 106 km2, Océan Indien : 75 106 km2). C'est pourquoi il est parfois considéré comme une mer glaciaire.

Il regroupe plusieurs mers : Mer de Béring, Mer de Sibérie orientale, Mer des Laptev, Mer de Kara, Mer de Barents, Mer du Groenland, Mer du Labrador, Baie de Baffin, Baie de Huston, Mer de Beaufort.

Son bassin est bordé par des côtes continentales prolongées par des plateaux peu profonds.
Sa profondeur moyenne est de 4 000 mètres dans sa partie centrale et sa profondeur maximale est de 5 520 mètres.

Sa banquise (couche de glace formée par la congélation de l'eau de mer dans les régions polaires) recouvre 40% de sa surface en été et 80% en hiver ! Cette banquise mesure environ 21 millions de km2 en hiver et 6 millions de km2 en été. Cependant, à cause du réchauffement climatique, les chercheurs craignent sa disparition d'ici la fin du siècle. Les glaces de mer de l'Arctique ont encore davantage fondu l'été dernier qu'en septembre 2005, où avait été mesurée la plus petite superficie de glaces de mer depuis les premières observations il y a 30 ans. En août 2007, les glaces de mer recouvraient 5.26 millions de kilomètres carrés, soit moins que le minimum record de 5.32 millions de kilomètres carrés enregistrés les 20 et 21 septembre 2005.

L'océan Arctique est presque fermé. Pendant des millions d'années, il y a eu très peu de connexions en profondeur entre cette mer et les autres océans de la Terre... Aujourd'hui il communique avec l'océan Atlantique entre le Groenland et la Scandinavie, et avec l'océan Pacifique par le détroit de Béring. Ce détroit est l'unique passage maritime possible entre l'océan Pacifique et l'océan Arctique. Bras de mer peu profond, large de 70 km environ, il sépare l'Alaska (Amérique du Nord) de la Sibérie nord-orientale (Russie).

Les habitants de l'Arctique

On estime à 2 millions de personnes les peuples du Grand Nord qui sont restés longtemps isolés du reste du monde : Lapons, Inuits, Dolgans, Tchouktches.

L'Arctique aurait été peuplée par les Inuits 18 000 ans avant J-C. Depuis ils se sont sédentarisés et sont de moins en moins nombreux. Ils ont survécu malgré les froids extrêmes, jusqu'à -70 °C !

L'hiver dure neuf mois et la nuit polaire : 6 mois ! De septembre à mars, le soleil ne se lève pas !

La faune et la flore de l'Arctique

Baleine grise

Malgré ces conditions extrêmes, la faune terrestre, aérienne et sous-marine est très riche.

On y rencontre des pingouins, oiseaux, phoques marbrés, ours polaires, morses, plusieurs espèces de cétacés (baleines à bosse, narvals, bélougas.). Ces animaux ont développé des caractéristiques qui leur ont permis de résister au froid telles qu'une épaisse couche graisseuse ou des poils creux... Les eaux sont riches en microorganismes : plancton, krill.

La flore est principalement composée des végétaux composant la toundra. Ceux-ci se développent sur un sol gelé en permanence en profondeur : la pergélisol. Arbustes et saules nains (là où le sol gelé n'empêche pas trop le développement des racines), herbe, lichens, mousses se développent lentement du fait des conditions climatiques difficiles, de la pauvreté du sol mais attirent les oiseaux migrateurs et servent de nourriture aux rennes.

B. Arctique - Découverte et exploration

Un territoire inconnu

Pendant l'Antiquité, la légende de l'Hyperborée décrit l'Arctique comme un paradis où des géants pacifistes cohabitent avec les dieux mais dès le 5e siècle avant J-C, Hérodote (historien) parle d'une région où "règne pendant 8 mois un froid absolument insupportable.".

Jusqu'à la fin du Moyen-âge, les régions polaires restent inexplorées par l'homme occidental. Seuls quelques voyageurs ou navigateurs nordiques s'en approchent.

Découverte de l'Arctique

Les Vikings en sont les premiers découvreurs : ils atteignent l'Islande au 9e siècle (aux environs de 860).

Erik Le Rouge, explorateur norvégien, chassé de l'Islande pour la même raison que celle pour laquelle son père avait été chassé de Norvège (ils ont tué quelqu'un dans un duel)

découvre et nomme le Groenland (Terre Verte) vers 985 et y installe des colons en 988.

Les Vikings s'implantent en Arctique mais la fin du Moyen-âge marque la fin de leur épopée pour plusieurs raisons : intensification du froid, déclin de l'agriculture, chute du prix de l'ivoire, heurts avec la population locale plus nombreuse qu'eux.

La recherche périlleuse de nouvelles routes au Nord

Au 16e siècle, les anglais et hollandais se lancent dans la conquête d'un passage en Arctique, espérant atteindre la Chine, sans emprunter les itinéraires du sud contrôlés par l'Espagne et le Portugal et par lesquels sont acheminées vers l'Europe les richesses d'Orient (épices, ivoire, pierres précieuses.).

En 1741, Vitus Behring, explorateur danois au service de la marine russe, découvre le détroit de Béring, passage obligé et commun aux passages du Nord-Ouest (entre le Groenland et l'Amérique du Nord) et du Nord-Est (entre le Groenland et la Scandinavie, la Sibérie).

Du 16e au 19e plusieurs expéditions échouent à cause du froid intense et de la glace épaisse de la banquise qui brise les coques des navires comme pendant l'expédition du Hollandais Willem Barents en 1596 : ses deux navires pris dans les glaces obligent l'équipage à se réfugier sur la banquise. Mais les connaissances sur ces régions lointaines s'enrichissent peu à peu. Certaines expéditions sont particulièrement tragiques comme celle menée par le navigateur britannique John Franklin.

Début 19e l'Angleterre relance la conquête de l'Arctique.

En 1818, John Ross longe la côte ouest du Groenland et redescend le long de la terre de Baffin sans avoir trouvé le passage.
En 1919, William Parry franchit le détroit de Lancaster et est le premier à s'aventurer le plus au nord mais la banquise ne s'ouvre pas et il ne parvient pas à trouver le passage du Nord-Ouest.

En 1829, John Ross part pendant 4 ans recueillir des informations scientifiques en Arctique ; en 1831, son neveu John Clark Ross atteint le pôle magnétique.

En 1845, John Franklin part à la conquête du passage du Nord-Ouest et disparaît avec tout son équipage. En 1847, ses deux bateaux "Erebus" et "Terror" sont pris dans les glaces et se disloquent sous la pression.Les hommes marchent vers le sud mais finissent par périr.

Le passage du Nord-Est, le long des côtes de la Sibérie, est découvert en 1878 par le suédois Adolf Erik Nordenskjöld, à bord de la "Vaga", navire équipé d'une coque renforcée contre la pression de la glace. Son équipe et lui édifièrent un monument sur le cap Chelyuskine (point le plus septentrional de l'Asie) pour célébrer cette victoire.

Le passage du Nord-Ouest, le long du Canada et de l'Alaska, est franchi par le norvégien Roald Amundsen en 1905, à bord du navire "Gjöa".

La conquête du pôle Nord

Robert Peary

En 1889, l'explorateur norvégien Fridtjof Nansen décide d'atteindre le pôle Nord en se laissant dériver à bord du "Fram".

On ignore encore si le pôle est occupé par de la terre ou par une mer. mais on sait que la banquise est en mouvement et qu'il existe un courant dans le bassin polaire. La dérive dure très longtemps ; au bout de deux ans, il quitte le navire avec un autre membre de l'équipage et atteint le point le plus au nord en traîneau (sans atteindre le pôle Nord).

Qui de Robert Peary en 1909 ou de Frederic Cook en 1908 a été le premier à atteindre le pôle Nord ?

Ces deux américains prétendent avoir réussi mais n'ont pas apporté de réelles preuves de leur victoire. Peary finit par être tout de même déclaré vainqueur.

La course aux exploits

Dès la fin du 19e : alors que l'aviation n'en est qu'à ses débuts, des hommes tentent de s'aventurer au dessus de l'Arctique, puisque la progression sur la banquise est difficile. Mais le danger est toujours présent : en 1897, on ne reverra jamais les passagers du ballon "OERN" de l'ingénieur suédois Salomon Andrée. En 1928, l'italien Umberto Nobile, à bord d'un dirigeable essuie un terrible accident sur le chemin du retour. Nobile est sauvé mais une partie de son équipage périt ainsi que le norvégien Roald Amundsen parti à leur secours.

Ce dernier avait survolé le pôle puis s'était posé en Alaska en 1926. La même année, Richard Byrd avait atteint le pôle Nord en avion et regagné Svalbard (archipel norvégien où se trouve l'île de Spitzberg) après 15h30 de vol.

Portrait de Roald Amundsen, 1872-1928. In: "The South Pole", Volume I

Atteindre le pôle nord géographique relève désormais de l'exploit sportif, personnel. :

- En 1958, le premier sous-marin à propulsion nucléaire, nommé "Nautilus", navigue sous la glace de l'Arctique et passe sous le pôle Nord. Il réalise ainsi la première liaison sous-marine entre l'océan Pacifique et l'océan Atlantique.

- 1968-1969 : le Britannique Wally Herbert relie Point Barrow (Alaska) au Spitzberg (Norvège) en passant par le Pôle en traîneau.

- L'explorateur japonais Naomi Uemera atteint le pôle Nord en 1978 en traîneau à chiens après avoir parcouru 800 kilomètres de banquise en solitaire.

- Jean-Louis Etienne, un des grands aventuriers des pôles, en 1986, atteint le pôle Nord en solitaire et à skis ! En 2002, il parcourt 420 km, il se fait déposer au pôle Nord et dérive au gré du déplacement de la banquise à bord du "Polar Observer", sorte de capsule spatiale conçue pour affronter les conditions climatiques extrêmes et de surnager en cas de fracture de glace. Il a pendant ce temps transmis aux scientifiques des observations et mesures sur la glace, la météo, le rayonnement solaire et la salinité de l'océan.

<u>Zoom sur 3 explorateurs du 20e siècle :</u>

Le commandant Jean-Baptiste Charcot, médecin-explorateur français, après avoir exploré l'Antarctique, collabore à des expéditions en Arctique (1925-1936). Il permet notamment à Paul-Emile Victor de faire son premier voyage en Arctique en acceptant de l'y conduire lors d'un de ses voyages. Il périt dans un naufrage en 1936 au large de l'Islande.

Paul-Emile Victor

Paul-Émile Victor, chef d'expédition, ethnologue français, entame, en 1934, une étude des Inuit qu'il poursuit en 1936-37, en vivant dans une famille d'adoption. Il note, dessine et photographie tout ce qu'il voit.

En 1936, avec 3 compagnons, en traîneau, il parcourt la calotte glaciaire groenlandaise d'ouest en est. 50 jours sont nécessaires et les difficultés nombreuses (manque de vivres, nécessité d'éliminer des chiens, altitude, froid, vent.).

Pendant la seconde guerre mondiale, engagé dans l'armée américaine, il organise les secours dans les régions arctiques. Après la guerre, il obtient le soutien du gouvernement français pour créer les Expéditions polaires françaises (EPF, 1947) qu'il dirigera jusqu'en 1976. Plusieurs opérations sous sa direction ont lieu au Groenland. Il participe aussi activement à l'étude de l'Antarctique.

Pour en savoir plus sur Paul-Emile Victor : http://www.paulemilevictor.fr/accueil_fr.html

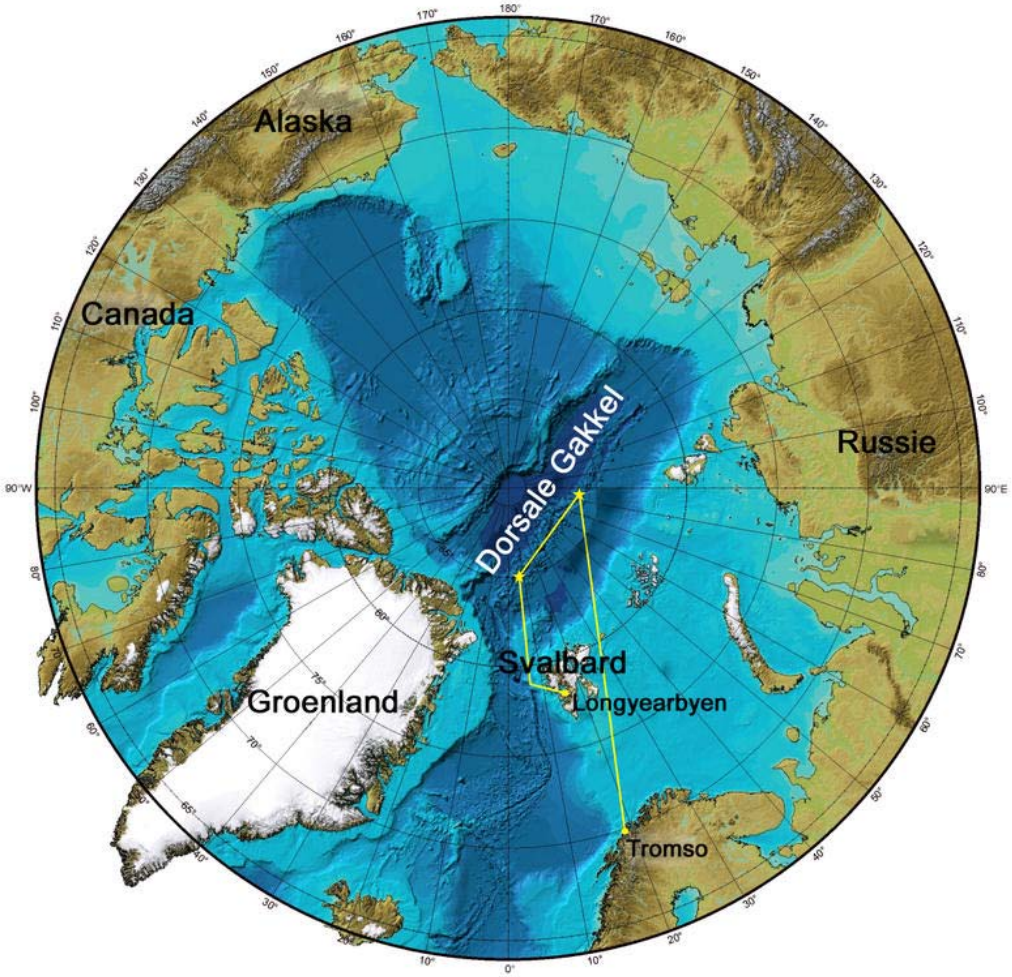
Jean Malaurie, ethnologue, géographe et écrivain français a effectué 32 missions qui l'ont conduit du Groenland à la Sibérie. Spécialiste français de l'Arctique, il s'est engagé en faveur des peuples de l'Arctique dont il a partagé l'existence.

II. Expédition sous un océan glacé

Les océans sont parcourus par une chaîne de montagne sous-marine d'environ 60 000 km de long : la dorsale océanique. Le réseau de la dorsale océanique découpe la croûte terrestre en grandes plaques : les plaques tectoniques qui flottent sur le magma. Les dorsales sont le lieu de formation de la croûte océanique et d'écartement des plaques constituant la croûte terrestre.

Les dorsales ne sont pas des montagnes comme les autres. A leur sommet, il y a une faille (le rift) où le magma en fusion remonte et s'écoule de part et d'autre de la dorsale, comme un tapis roulant. Il se solidifie en se refroidissant dans l'eau. C'est la plancher océanique qui se renouvelle. Le magma renouvelle ainsi en permanence le fond de l'océan.

La dorsale Gakkel constitue la partie nord de la dorsale médio-atlantique, une chaîne de montagnes volcaniques qui traverse le milieu de l'océan Atlantique.



L'équipe est partie le 1er juillet de Longyearbyen pour une campagne de 40 jours.

Longue de quelques 1 600 kilomètres, elle coupe l'océan Arctique en deux : d'un côté le Groenland, de l'autre la Sibérie.

Des dorsales médio-océaniques, c'est celle qui est située à la plus grande profondeur : entre 3 à 5 km de profondeur.

En 2001, une campagne est organisée sur la dorsale Gakkel. Objectif : prélever de la roche au fond de l'océan Arctique.

La surprise fut totale : à chaque fois que les scientifiques ont descendu leur ligne de dragage, ils ont trouvé des indices de l'existence de sources hydrothermales... Normalement, dans les fonds de l'océan, l'eau est froide et transparente, mais s'il existe une source hydrothermale, il y a une cheminée de fumée noire dans la colonne d'eau et celle-ci dégage une eau chaude remplie de métaux. C'est ce qui s'est passé sur la dorsale Gakkel ! Les capteurs de température et de clarté de l'eau, mis en place par le chercheurs, ont en effet détecté des traces d'eau plus chaude, des produits chimiques et des particules habituellement trouvées dans les panaches de fluides venant de sources hydrothermales.

A. Des oasis sous un océan glacé

Les sources hydrothermales se situent le plus souvent sur les dorsales océaniques, aux frontières des plaques, là où l'activité volcanique et tectonique est la plus intense.

Quand de l'eau de mer froide pénètre dans les fissures au fond de l'océan, elle est réchauffée par le magma. Lors de sa descente dans les profondeurs, l'eau de mer enlève les métaux des roches tels que le fer, le cuivre et le zinc. Le fluide qui remonte à la surface est en conséquence, chargé de ces métaux. Il est acide, sans oxygène et très chaud - environ 350°C. Lorsqu'il sort du fond de la mer, le fluide et les métaux (sulfures de fer, de cuivre et de zinc) qu'il contient se mélangent avec l'eau de mer froide. Les sulfures métalliques forment des cheminées pouvant atteindre plusieurs mètres de hauteur.

Ce processus crée également de l'hydrogène sulfuré qui sera utilisé par les organismes vivant autour des sources pour créer de l'énergie. On trouve des palourdes, des moules, des vers, des crevettes...

Les animaux qui vivent autour de ces sources n'ont donc pas besoin de soleil ni d'oxygène pour vivre ! C'était une découverte incroyable en 1977 lorsque les 1ères sources ont été découvertes dans l'océan Pacifique. On en a trouvé ensuite dans de nombreux autres sites : sur la dorsale séparant l'océan Atlantique,...

B. 4 raisons d'explorer la dorsale Gakkel

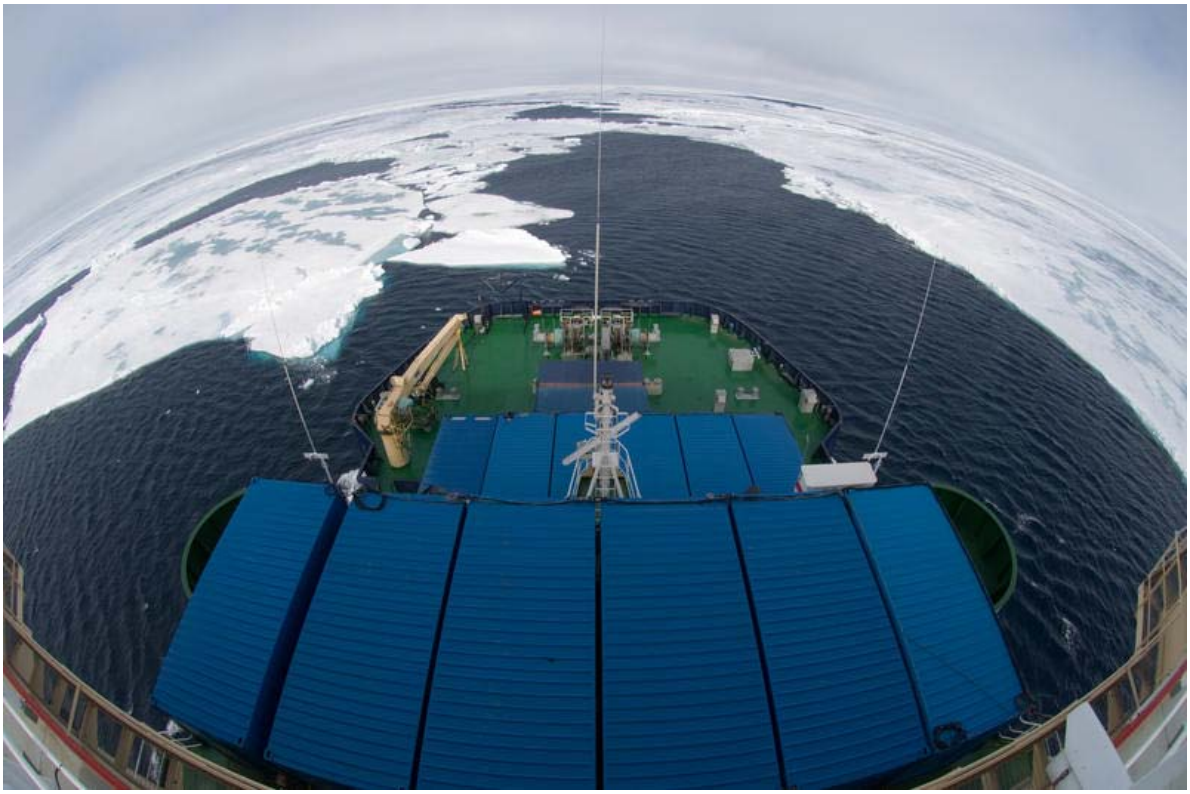
Des sources hydrothermales sur la 2 CV (deux-chevaux) des dorsales médio-océaniques !

Rob Reves-Sohn compare la dorsale Gakkel à une 2 CV et la dorsale du Pacifique à une Ferrari !

En effet, on ne pensait pas trouver de sources hydrothermales sur cette dorsale car les plaques qui la composent s'écartent très, très lentement. Il n'y a pas beaucoup de chaleur, ni d'activité volcanique : il ne devrait donc pas y avoir de sources hydrothermales !

En théorie, les sources hydrothermales apparaissent là où les plaques se séparent rapidement, comme sur la dorsale du Pacifique, provoquant une intense activité volcanique. Or la campagne de 2001 a prouvé le contraire !

Des formes de vie inconnues



L'Océan Arctique est presque fermé. Pendant des millions d'années, il y a eu très peu de connexions en profondeur entre cette mer et les autres océans de la Terre. Cela signifie que les formes de vie autour de ces hypothétiques sources hydrothermales ont évolué pendant tout ce temps sans échanges extérieurs.

Les animaux se sont donc adaptés aux conditions de vie sur la dorsale... Un peu comme les animaux de l'Australie que l'on ne trouve nulle part ailleurs.

Un autre type de roche

Sur la dorsale médio-océanique, à certains endroits, on trouve une couche de roche qui s'appelle le "manteau", il se situe juste en dessous de l'écorce terrestre. Cette roche, la péridotite, affleure sur la dorsale Gakkel.

La péridotite a une composition chimique très différente de la roche volcanique ou du basalte que nous avons l'habitude de voir sur la dorsale médio-océanique. Ainsi, les réactions chimiques entre la péridotite et l'eau de mer produisent des éléments minéraux, des gaz différents de ceux produits par les réactions chimiques entre l'eau de mer et le basalte.

Il n'y a qu'un pas pour en conclure que les organismes vivant autour des sources hydrothermales et qui utilisent ces éléments pour créer de l'énergie sont également différents. Les chercheurs pensent donc découvrir des dépôts de minéraux et des organismes encore inconnus !

Les premières formes de vies apparues sur Terre

La présence de la roche péridotite et les réactions chimiques qu'elle génère sont similaires aux conditions qui existaient aux débuts de la vie sur Terre il y a des billions (mille milliards) d'années...

Interview de Rob REVES-SOHN, géophysicien et chef de mission de la campagne Gakkel

"Si on regarde la tectonique des plaques où nous avons deux plaques qui s'écartent, ce mouvement est soit « important », comme par exemple dans le Pacifique, ou « faible ». On peut la comparer à une Ferrari - une machine bien lubrifiée. On forme une nouvelle croûte et tout va très vite ; il y a beaucoup de magma et pas beaucoup de tremblements de terre car on crée tout simplement un trou qui est ensuite rempli de nouveau avec de la matière volcanique. Puis on bascule sur le côté et le processus se répète.

Par contre, quand les choses se ralentissent vraiment, c'est l'équivalent d'une 2 CV où la tige de piston s'éjecte d'un coup, le mouvement est très saccadé : c'est la dorsale Gakkel - la 2 CV (deux chevaux) des dorsales médio-atlantiques.

En 2001, l'expédition avait pour objectif la pétrologie - l'étude des roches. C'est vraiment dans un 2ème temps que les scientifiques ont pensé à mettre des capteurs pour mesurer la température de l'eau et sa clarté. Dans les fonds de l'océan, l'eau est froide et transparente, mais s'il existe une source hydrothermale, il y a une cheminée de fumée noire dans la colonne d'eau et celle-ci dégage une eau chaude remplie de métaux.

A la surprise de tout le monde, pratiquement à chaque fois qu'ils ont descendu leur ligne de dragage, ils ont trouvé une preuve de l'existence des ces cheminées. C'était vraiment étonnant car en théorie, quand des plaques se séparent rapidement, il y a beaucoup d'activité volcanique et on trouve énormément de circulation hydrothermale. Donc sans ce genre d'activité, il ne devrait pas y avoir de la circulation hydrothermale ou en tout cas beaucoup moins.

C'était donc une découverte incroyable et personne ne savait quoi en penser. Les plaques tectoniques de la dorsale de Gakkel se séparent mais tout juste ! Si les plaques se séparent rapidement il y a beaucoup de volcanisme et c'est souvent spectaculaire. On trouve, par ailleurs, une roche : le basalte.

En conséquence, quand on ralentit ce processus pour que l'on puisse à peine voir du mouvement, au lieu d'avoir beaucoup d'activité volcanique, c'est un peu comme le pillage de tombeaux ; on déterre de gros morceaux du manteau « vierge » et on obtient

un rocher complètement différent. Il y a une différence énorme entre le basalte et la péridotite, le nom de la matière du manteau. Quand on regarde les informations recueillies dans les fossiles, il semble que la première vie sur Terre existait il y a 3,5 billions d'années, ce qui veut dire que ces formes de vie ont vu le jour dans un environnement sans oxygène. Les organismes n'utilisaient donc pas l'oxygène pour métaboliser et créer de l'énergie. Il existait donc forcément autre chose, mais quoi ? Probablement du soufre. Ce qui est également intéressant dans cet écosystème c'est qu'il est similaire à l'environnement qui existait quand les premières formes de vie ont fait leur apparition sur la Terre.

Quand les fluides hydrothermaux se mélangent avec l'eau de mer, ils produisent beaucoup de minéraux tels que du cuivre, du zinc, du soufre donc beaucoup de métaux. Quand cette circulation a lieu dans des dorsales « lentes » comme la dorsale Gakkel, de grosses poches de basalte sont créées et ça c'est vraiment génial parce qu'il existe peut-être beaucoup de dépôts de minéraux au niveau de la dorsale Gakkel !"

Interview de Susan HUMPHRIS, géochimiste marine sur la campagne Gakkel

"Les dorsales océaniques sont composées de la plus longue chaîne de volcans sur notre planète. C'est une chaîne qui s'étend sur 60,000 km autour de la Terre, un peu comme la couture sur un ballon de baseball. Les dorsales médio-océaniques créent une frontière entre deux plaques tectoniques qui font partie du manteau - un peu comme les pièces d'un puzzle - elles bougent l'une contre l'autre. Sur ces dorsales, les plaques se séparent parfois et le magma ou la roche fondue surgit entre elles et produit une éruption au fond de la mer formant alors un volcan. C'est donc l'endroit où la planète se recouvre d'une nouvelle couche.

Les sources hydrothermales sous-marines, ce n'est rien de plus que le parc de Yellowstone au fond de la mer. Il y a des geysers à Yellowstone qui se sont formés car les eaux de pluie ou l'eau de fond s'infiltrent dans la terre et sont réchauffées par des points chauds ou par le magma qui se trouve sous le parc de Yellowstone. Ces fluides deviennent donc très chauds et ressurgissent à la surface.

C'est le même principe dans les océans : une surface de convection comme une casserole d'eau sur le feu. Quand on chauffe l'eau, elle monte à la surface et l'eau plus froide descend au fond de la casserole pour être chauffée à son tour.

Quand les fluides descendent au fond de la mer, une réaction chimique se passe au contact de la roche. Plus on descend, plus la température monte et d'autres réactions ont lieu. On part donc d'une eau de mer froide, alcaline et oxygénée pour finir avec un fluide très acide et sans oxygène.

Lors de sa descente vers les profondeurs, ce fluide enlève les métaux des roches et remonte à la surface chargé de ces métaux. Une fois mélangé avec de l'eau de mer, il devient oxygéné, sa température descend et de nouveaux éléments apparaissent comme les sulfures de fer et de zinc.

Les sources sont en fait constituées de minéraux qui ont été enlevés de la croûte terrestre et c'est donc une façon de concentrer ces métaux dans des dépôts de petite ou grande taille.

Gakkel est une des plus «lentes» dorsales médio-océaniques. Comme cette dorsale ne bouge pas beaucoup, il n'y a pas d'activité

volcanique et donc pas de couche de roche volcanique à la surface. On trouve à la place une couche de roche qui forme le "manteau" de la Terre, juste en dessous de la croûte. Cette roche affleure sur la dorsale et a une composition chimique très différente. Les réactions qui ont lieu entre cette roche et l'eau de mer sont également différentes et produisent des matériaux et des gaz jamais observés. Le résultat, on l'espère, c'est la découverte d'organismes et d'espèces encore inconnus.

L'intérêt de cette dorsale c'est aussi la présence d'une roche très proche chimiquement parlant des 1ères roches apparus sur Terre et produites par l'activité volcanique. Cela veut dire que cet endroit serait très semblable à l'environnement qui existait au début de la Terre.

Mon plus grand espoir c'est de trouver toute une gamme de systèmes hydrothermaux avec des températures hautes et basses, certains dans des zones volcaniques et d'autres sur les endroits où le manteau est exposé. Comme ça on aura vraiment une comparaison idéale !

Même si je ne suis pas biologiste, j'aime bien regarder du côté des animaux car ils sont toujours fascinants.

Ma plus grosse crainte ? Je suppose que ça serait soit de perdre nos robots autonomes car c'est quand même un projet à haut-risque, soit que nous ne trouvions pas de sources : pour moi ça serait vraiment la plus grosse déception."

Interview de Timothy SHANK, biologiste en chef sur la campagne Gakkel

"Je suis Tim Shank, scientifique ici au Woods Hole Oceanographic Institution et je travaille comme biologiste spécialisé dans les écosystèmes profonds.

Avant la découverte de sources hydrothermales aux îles Galápagos, on croyait que des organismes ne pouvaient pas exister sans soleil et que les animaux des profondeurs océaniques se nourrissaient exclusivement de débris organiques tombés au fond. Mais les sources ont tout changé ! Que des sels nutritifs surgissaient de l'intérieur de la Terre que les animaux pouvaient manger et que ses organismes n'avaient pas besoin de soleil pour vivre c'était du jamais vu !

Les 1ères sources ont été découvertes aux îles Galápagos en 1977 par une équipe de géologues, mais les biologistes n'ont pu les étudier qu'en 1979.

Ils ne s'attendaient pas à trouver ces animaux ; ils cherchaient plutôt des sources de chaleur sortant de la croûte terrestre. Mais ils ont découvert des formes de vie vues nulle part ailleurs, comme des vers tubicoles d'environ 3 mètres sans bouche, ni yeux ni intestins. Ils semblaient avoir une poche de bactéries utilisée pour se nourrir - ces bactéries transforment les parties chimiques des fluides en énergie pour le ver tubicole. Et ils ont aussi récolté un grand volume d'informations sur les stratégies d'adaptation et d'évolution de ces espèces.

Une fois que les sources ont été trouvées aux Galápagos en 1977, la découverte d'autres sites a suivi rapidement : un peu au nord en 1979, puis dans le Golfe de Californie en 1981 ; sur la côte des Etats d'Oregon et de Washington en 1984. En 1985, les premières sources étaient découvertes dans l'Océan Atlantique. Cela faisait beaucoup de nouveaux sites en peu de temps, ce qui nous surprend toujours !

Et si je vous dis que nous connaissons désormais dans le monde 600 espèces qui vivent à proximité des sources hydrothermales ! Cela fait une nouvelle espèce presque tous les dix jours depuis trente ans. C'est super !

Le long de la dorsale « Pacifique Est » sur la côte de l'Amérique du sud au-dessus des Galápagos, vivent plutôt des vers tubicoles, des grandes palourdes et des moules. Au nord sur la côte des Etats d'Oregon et de

Washington, on peut voir d'autres sortes de palourdes et de vers, mais ce sont des espèces légèrement différentes de celles qui existent au sud.

Un des endroits « clés » à étudier était donc l'Océan Arctique. C'est un lieu fascinant pour étudier l'évolution de la vie sur notre planète! C'est un bassin pratiquement fermé ; de l'eau peut rentrer et sortir à un niveau peu profond à partir du détroit de Fram côté Atlantique et par la mer de Béring côté Pacifique mais il y a très peu de connexions en profondeur dans cette mer.

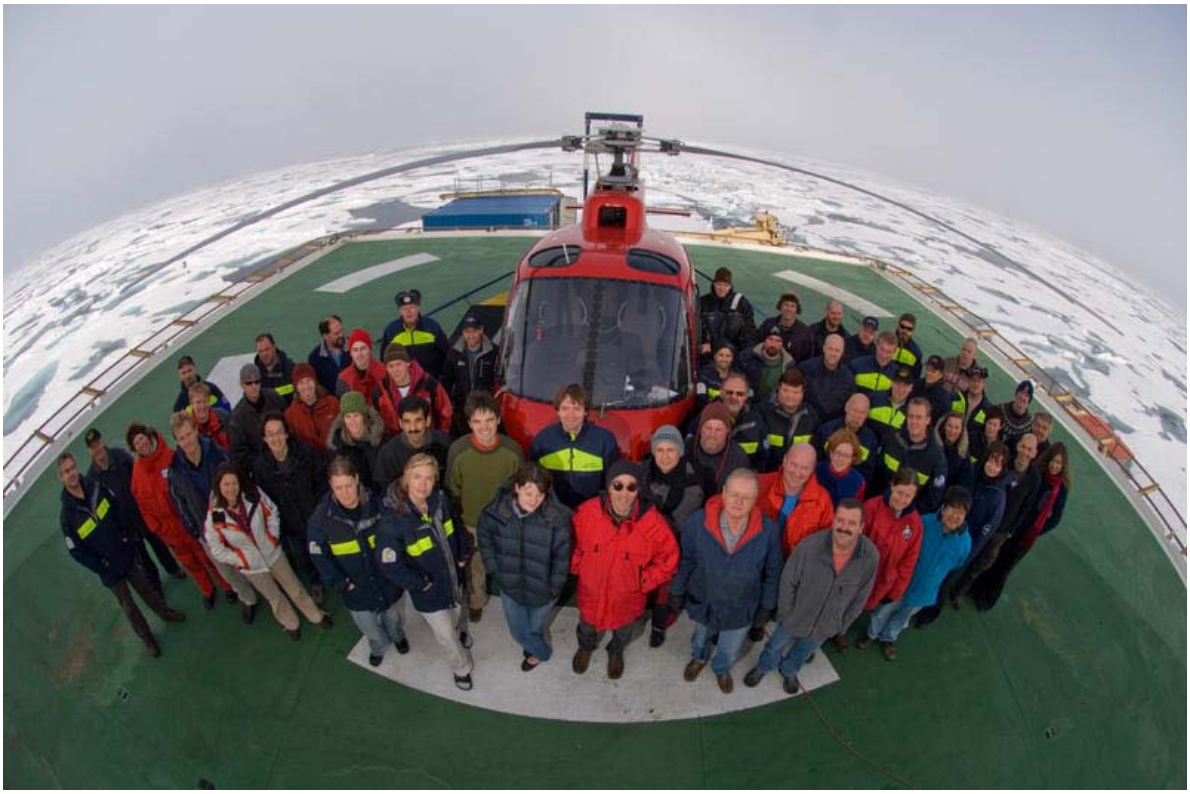
Ce bassin est resté isolé depuis environ 28 millionsd'années, tout ce qui a évolué dans les eaux autour de la dorsale Gakkel, n'a donc pas eu donc de contacts extérieurs pendant tout ce temps.

A quoi ces animaux vont-ils ressembler ? Je n'en ai pas la moindre idée ! Mais je peux vous dire que si nous en trouvons là-bas, ils auront des adaptations intéressantes, des choses que nous n'avons encore jamais vues. Ils vivent peut-être de ressources et de sels nutritifs que nous ne connaissons pas.

C'est donc un rêve pour un biologiste de pouvoir y aller et de trouver ces animaux !"

III. Des Hommes et des engins

A. 62 personnes pour 1 campagne



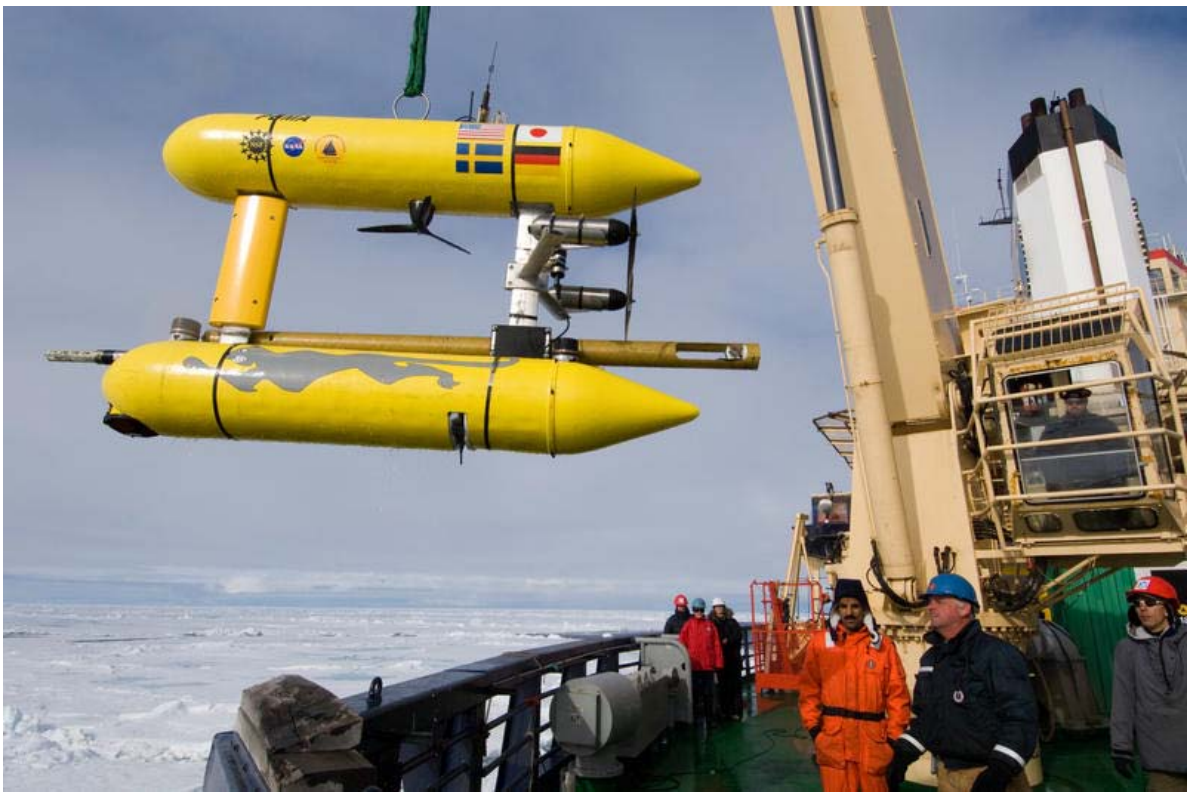
Cette campagne nommée "Arctic GAkkel Vents Expedition" (AGAVE) a été organisée par le Woods Hole Oceanographic Institution (Etats-Unis) : c'est l'Ifremer américain !

48 hommes et 14 femmes de nationalités suédoises, norvégiennes, allemandes, américaines ou japonaises se sont embarqués à bord de l'*Oden* pour une campagne de 40 jours. Il y avait des scientifiques, des ingénieurs, des marins, des pilotes d'hélicoptère (le brise-glace *Oden* a son propre hélicoptère !), des étudiants, des cuisiniers, des informaticiens, des mécaniciens, un docteur, un météorologiste, des journalistes. 30 personnes pour faire fonctionner le bateau et 32 personnes pour étudier les profondeurs arctiques...

Ils sont partis de Longyearbyen au Spitzberg (Svalbard, Norvège) le 1er juillet et sont revenus le 10 août 2007.

Pour les nourrir, tout a été prévu ! Le navire pouvait, en effet, stocker des provisions pour 2 voyages de 6 semaines : 600 kg de café, 4 000 œufs, 850 litres de lait et 1,5 tonnes de pommes de terre... Beaucoup de pommes de terre avec des recettes qui en ont étonné plus d'un !

B. *Deux objectifs entre Espace et Grandes Profondeurs*



- Le 1er objectif de cette campagne était de développer et de tester de nouveaux robots spécialement conçus pour intervenir sous les glaces : *Puma* et *Jaguar*. Drôles de noms pour des robots sous-marins !

Le développement de ce type de robot intéresse également l'agence spatiale américaine, la NASA (National Aeronautics and Space Administration), dans le cadre de l'exploration d'un océan glacé sur Europa, une des lunes de Jupiter. C'est pourquoi la NASA a financé le projet en partenariat avec le Woods Hole Oceanographic Institution.

- Le 2e objectif était de découvrir s'il y a réellement des sources hydrothermales et de nouvelles formes de vie autour d'elles.

C. *De nombreux équipements pour une campagne unique*

Rob Reves-Sohn, géophysicien et chef de mission de la campagne Gakkel raconte :

"Il a dix ans, je donnais le bain à ma fille de quelques mois qui s'amusait avec un petit sous-marin. Ce jouet a disparu sous la mousse et tout d'un coup j'ai eu l'idée : "C'est ça dont on a besoin – des robots submersibles". Eh oui ! Des robots autonomes capables d'aller sous la glace pour faire des recherches dans l'Océan Arctique...

L'idée d'envoyer nos véhicules 1 jour ou 2 sous la glace est terrifiante ! Quand les robots vont descendre à travers la glace et partir à plusieurs kilomètres du navire …on ne peut que prier pour leur retour !

Nous avons devant nous une occasion rare de découvrir un endroit de la planète où des mesures n'ont jamais été prises.

Nous allons donc apporter tout ce que nous avons en terme d'équipements de détection et de prélèvement car il est impossible de dire quand sera organisée une prochaine campagne.

On essayera de faire de notre mieux, mais il n'y a, bien sûr, pas de garantie de succès."

Le brise-glace *Oden*

L'océan Arctique est couvert de glaces flottantes dont l'épaisseur varie entre 1 et 4 mètres. Il est donc impératif d'utiliser un brise-glace pour résister à la puissance écrasante de la glace et atteindre la dorsale.

Oden est par ailleurs employé pour mettre à l'eau la sonde CTD et les robots sous-marins : il casse la glace et utilise ses jets d'eau pour créer des trous.

La sonde CTD (Conductivity-Temperature-Depth)

C'est le 1er instrument descendu en mer. La sonde CTD (Conductivity-Temperature-Depth) permet de prélever des échantillons d'eau de mer à des profondeurs pré déterminées. Cet instrument est appelé Rosette (en le regardant de dessus il ressemble à une rosette de cathédrale gothique). Un châssis autour de la CTD transporte jusqu'à 32 bouteilles en plastique et les scientifiques peuvent les fermer à distance pour prendre des échantillons d'eau.

La sonde CTD mesure également la température de l'eau - forcément plus élevée en présence de sources hydrothermales - et détecte la présence de particules

issues des sources. Elle transmet ensuite ces données aux chercheurs restés à bord. Elle couvre rapidement une zone mais ne peut aller que dans des endroits accessibles par le navire, elle est en effet traînée derrière l'Oden.

Les robots autonomes Puma le "chimiste", et Jaguar le "photographe"

Mise à l'eau du robot Puma

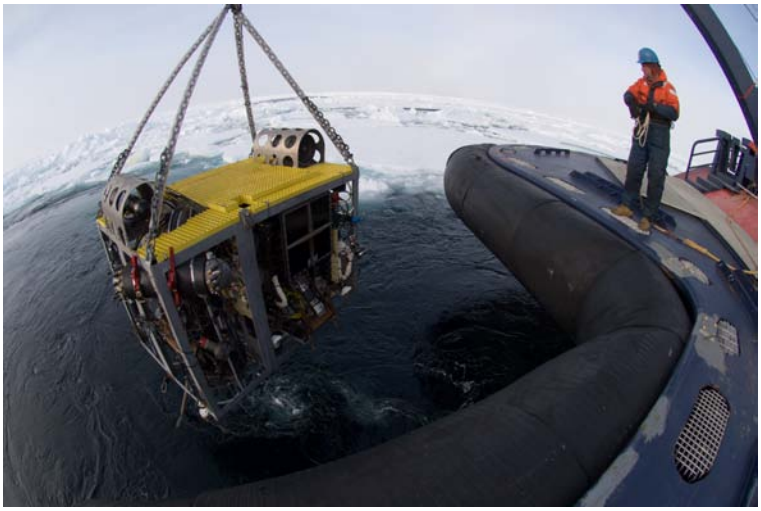
Lors de cette expédition, l'équipe utilise deux robots autonomes, nommés Puma et Jaguar. "Autonome" suppose qu'une fois programmés à bord du navire et descendus dans l'eau via un trou dans la glace, ces engins accomplissent leur mission avec un minimum de communication. Après quelques heures, ils retrouvent un autre trou dans la glace et se font récupérer par le brise-glace. Puma est déployé en premier.

C'est un chasseur de sources hydrothermales capable de détecter et d'analyser la nature des sources, la chimie et la température ainsi que la concentration des fluides. Puma est programmé pour intervenir dans n'importe quelle zone. Cependant, il faut 8 heures pour le descendre et le remonter du fond et parfois plusieurs heures pour le récupérer ! Il faut par ailleurs recharger ses batteries entre chaque mission.

Jaguar est envoyé après Puma. Il s'immobilise au-dessus des sources hydrothermales pour cartographier la zone, photographier les sources et la vie sous-marine à proximité.

Le robot autonome Jaguar

Le robot téléopéré Camper



Ce boîtier en acier - environ 1,50 m de largeur, 2 m de longueur et 1,60 m de hauteur - pèse 2,8 tonnes. Il est traîné derrière le brise-glace et descend au fond sur un câble ou un treuil. Il intervient après Jaguar et Puma dès que des sources hydrothermales sont localisées. Il est équipé d'une caméra et de lumières ainsi que de propulseurs pour le manœuvrer et le placer au-dessus des sources.

Il prélève des échantillons de roches et est également équipé d'une « pelle » pour recueillir les animaux immobiles type palourdes et d'un « aspirateur » pour attraper des animaux qui se déplacent comme les crevettes.

Le prélèvement d'échantillons biologiques est très important car les scientifiques souhaitent extraire l'ADN de ces organismes pour le comparer à ceux issus d'autres sources hydrothermales et mieux comprendre l'évolution des espèces.

Un des ingenieur sèche les connecteurs de "Camper" avec le sèche-cheveux de sa femme !

Interview de Hanumant SINGH, ingénieur en chef robotique sous-marine sur la campagne Gakkel

"J'occupe le poste d'ingénieur en chef pour ce projet. Cette mission est menée par un certain nombre de scientifiques : des géologues, des biologistes et des chimistes, mais en tant qu'ingénieur principal, je suis responsable de la conception des robots autonomes (AUV) et des longueurs de câble que l'on utilisera lors de cette expédition.

Notre objectif pour cette mission, ce n'est pas de sortir avec 4 engins différents : la sonde CTD, le robot Camper et 2 robots autonomes (AUV) nommés Jaguar et Puma mais de les utiliser ensemble afin d'en savoir plus sur les sources hydrothermales dans l'Océan Arctique.

Il faut souvent des mois pour trouver une source et les expéditions précédentes, qui avaient les mêmes indices que nous, n'ont pas trouvé de sources. Ils étaient équipés d'un véhicule télécommandé (ROV) et d'un robot autonome (AUV). C'est déjà difficile en pleine mer, alors c'est encore plus dur sous la glace de l'océan Arctique !

Travailler dans l'Océan Arctique est très différent d'un travail en pleine mer. Une des différences principales c'est qu'en pleine mer, nous avons un type de robot sous-marin que l'on règle avec un équilibre positif pour qu'il s'éteigne automatiquement en cas de problème et remonte doucement à la surface ensuite. Dans l'Arctique par contre, il sera peut-être impossible de récupérer l'engin sous la glace.

Nous avons une expression entre nous : on dit que c'est une bonne journée lorsque le nombre de récupérations est égal au nombre de déploiements !

Le véhicule le plus important mais le plus "basique" est la sonde CTD. Cet instrument est couramment utilisé durant les campagnes océanographiques. CTD veut dire "Conductivity Temperature Depth". La première chose à faire en arrivant sur place c'est de mettre cet instrument à l'eau pour qu'il nous confirme la présence d'une cheminée et qu'il nous donne une indication de sa position.

Lorsque c'est fait alors nous mettons à l'eau les robots autonomes : Jaguar et Puma. Ce sont des robots qui sont préprogrammés à bord du navire. Ils sont ensuite lancés sans connexion et sans être reliés au navire par un câble. On communique acoustiquement avec eux pendant leur mission mais ce sont des engins autonomes.

Nous avons deux véhicules de ce genre sur le navire. D'abord Puma, qui veut dire "Plume Mapper". C'est un véhicule conçu pour repérer les sources hydrothermales. Ses capteurs sont principalement associés à des recherches chimiques et de températures qui lui permettent d'identifier la source et de la localiser. Ensuite, on peut mettre Jaguar ("Just Another Grand Underwater Autonomous Research") à l'eau. Ce robot est conçu pour cartographier une zone : il prend des photos et fait des cartes sonores de l'endroit identifié par Puma.

Une fois que ces deux engins ont identifié un site et l'ont cartographié, nous utilisons notre troisième véhicule qui est un engin tracté : Camper ("Camera Sampling"). Il est équipé d'une caméra pour filmer les organismes qui vivent autour de la source et de "préleveurs" pour retirer des échantillons biologiques et géologiques au niveau de la source hydrothermale.

Nous pouvons échouer car il y a beaucoup de risques : perdre nos véhicules, ne pas récupérer assez de données etc. mais je crois que nous avons aussi de forte chance de réussir ! Quand on a comparé les risques avec le résultat possible, on a trouvé que c'était un projet qui valait le coup et c'est pour cela que nous tentons notre chance !"

D. Des oasis, oui ! Mais où ?

A la grande déception des chercheurs, aucune source hydrothermale n'a été découverte.

Cependant, les scientifiques ont accumulé des indices de leur présence. La sonde CTD a ainsi détecté dans une zone de grands panaches d'eau contenant des particules, des produits chimiques et de l'eau chaude. Le robot Camper a également filmé dans la même zone de l'eau opaque et une matière jaune constitué de microbes ou construite par des microbes qui couvraient des fissures au fond.

Une multitude de questions restent en suspens. Les chercheurs ont encore de nombreuses heures de travail dans leurs laboratoires à terre pour étudier les données collectées durant ces 5 semaines en mer. A suivre...

Sélection bibliographique – Médiathèque de La Cite de la Mer

- Tous ces documents sont disponibles à la Médiathèque-

THEME : L'ARCTIQUE

ARCTIQUE - GENERALITES

ADULTE

LIVRES

Paradis blanc / Francis Latreille ; préf. de Claude Lorius ; collab. Catherine Guigon. - Paris : La Martinière, 2006. - 231 p.
Au cours de missions auxquelles il a participé, Francis Latreille a rencontré les habitants des glaces du pôle Nord et découvert leur avenir incertain. Ses photographies leur rendent hommage et témoignent de la menace que représente le réchauffement climatique. Une partie de l'ouvrage présente également les travaux de l'expédition Mammuthus.

Planète bleue au cœur des océans / Andrew Byatt, Alastair Fothergill, Martha Holmes. - Paris : Bordas, 2002. - 384 p.
Cet ouvrage présente le monde de l'océan en 6 parties décrivant chacune un habitat spécifique : vie sur le rivage, mers tropicales, mers tempérées, mers de glace, grand large, grands fonds.

ARTICLES DE PERIODIQUES

Au cœur des pôles / Christophe Agnus.
in : Nautilus magazine. - Plougastel-Daoulas : Nautilus Medias, 2007. - N° 8 : Voyages aux pôles (Avril 2007).
Une présentation des pôles à partir de photographies, schémas et cartes afin de mieux en comprendre l'importance.

DVD ET CD-ROM

La planète bleue = Deep Blue / réal. Andy Byatt, Alastair Fothergill. - Paris : Editions Montparnasse, 2004. - Français, 87 mn.
Documentaire
Des espèces inconnues vivant à des profondeurs jamais atteintes par l'homme, en passant par les jeux cruels des orques, sans oublier les ballets des dauphins ou les balades majestueuses des baleines, ce film est une invitation au voyage.

SITES WEB

Educapoles (International Polar Foundation). Site consulté le 06/05/2012
Site en anglais
EducaPoles est le site éducatif de la Fondation Polaire Internationale. Il vise à sensibiliser les jeunes et le monde éducatif à l'importance des régions polaires et aux changements climatiques, en proposant des outils et projets pédagogiques adaptés. Site très riche, on y trouve des contes téléchargeables, des projets et dossiers pédagogiques, des animations, jeux, quiz et vidéos en ligne qui permettent de s'instruire en s'amusant (cf. rubrique « Fun Zone »).
http://www.educapoles.org/

JEUNESSE

LIVRES

Atlas des océans / John Woodward. - Paris : Gallimard Jeunesse, 2008. – 96 p. - (GEO Jeunesse).

Parcourir les mers tout autour du globe.

Découvrir la topographie si spectaculaire des fonds marins. Comprendre le rôle vital des océans. Les océans couvrent 70 % de la surface de notre planète et restent encore largement inaccessibles. Cet atlas comble cette lacune grâce à une cartographie originale en 3D d'une grande précision. Océan après océan, laissez-vous guider sur, dans et au fond des mers pour découvrir les activités maritimes des hommes, la faune et la flore très variées et si inattendues qui peuplent les océans, ainsi que les dorsales actives et les fosses vertigineuses qui en forment le plancher.

Grâce à de superbes pages transparentes, découvrez de manière vivante des phénomènes océaniques.

Le monde des pôles : Arctique, Antarctique / Richard Beugné ; ill. Laurence Bar, Jérôme Brasseur, Bruno David, et al. - Toulouse : Milan jeunesse, 2006. - 223 p. - (Les Encyclopes).

Avec liens internet

Encyclopédie exhaustive retraçant la conquête des pôles, la rencontre des Occidentaux avec les Lapons, Nenets, Tchouktches, Aléoutes et Inuits et la découverte d'une faune alors inconnue. Cet ouvrage insiste sur la pollution subie par les deux extrémités du monde, soumises à de multiples dérèglements qui affectent l'ensemble de la planète.

ARTICLES DE PERIODIQUES

Pôles positions, les deux cercles du froid.

in : Wapiti. - Toulouse : Milan presses, 2007. - N° 246 : Le koala fait sa gym (Septembre 2007).

p. 10 à 15.

Présentation des pôles et de leurs caractéristiques. L'océan Arctique au pôle Nord, le continent Antarctique au pôle Sud.

Pôles : pleins de glace.

in : Wapiti. - Toulouse : Milan presses, 2007. - N° 246 : Le koala fait sa gym (Septembre 2007).

p. 16 à 23.

Dossier sur la glace des pôles, présente sur terre comme sur mer, sous différentes formes : inlandsis (calotte glacière ou glacier), iceberg, banquise...

Océans polaires, essentiels pour la Terre.

in : Wapiti. - Toulouse : Milan presses, 2007. - N° 246 : Le koala fait sa gym (Septembre 2007).

p. 38.

Les eaux froides des océans polaires plongent vers les fonds sous-marins quand elles entrent en contact avec les eaux plus chaudes des autres océans. C'est le début des courants qui traversent toute la planète. Une photographie montre les algues *Chlamydomonas* qui sécrètent un pigment rouge pour se protéger du soleil, formant alors comme une couche de neige rouge. Une expérience est également proposée pour expliquer la force de Coriolis.

Pôle Nord, pôle sud : c'est pareil ?

in : Images Doc. - Paris : Bayard jeunesse, 2007. - N° 219 : Pôle Nord pôle sud, un numéro pour tout comprendre (Mars 2007).

Les régions polaires sont situées au nord et au sud de la Terre. Elles sont couvertes toute l'année par d'immenses surfaces de glace. C'est là qu'il fait le plus froid sur Terre. Au pôle Nord s'étend un océan glacé entouré de terres : l'océan Arctique. Et au pôle Sud se trouve une terre entourée d'océans : le continent Antarctique. Cet article montre aussi pourquoi les pôles sont importants pour le climat.

Baignade dans l'Arctique ?
in : Wapiti. - Toulouse : Milan presses, 2006. - N° 235 : Fourmis contre termites (Octobre 2006).
Qui a dit que l'océan Arctique était glacial ? Il y a 55 millions d'années, sa température variait entre 18 et 23°C !

CD-ROM
Les océans et la vie marine / Muséum National d'Histoire Naturelle. - Boulogne-Billancourt : EMME. - (Patrimoine naturel de l'Humanité).
Découvre le monde des océans grâce à des bandes-dessinées interactives et des jeux originaux et éducatifs.

ARCTIQUE – DECOUVERTE ET EXPLORATION
ADULTE
LIVRES
Jean-Baptiste Charcot : explorateur des mers, navigateur des pôles / Serge Kahn ; préf. de Anne-Marie Vallin-Charcot. - Grenoble (Isère) : Glénat, 2006. 191 p. – (La société de géographie présente...)
Jean-Baptiste Charcot a effectué 2 importantes expéditions en Antarctique : en 1903-1905 à bord du *Français* et en 1908-1910 à bord du *Pourquoi Pas ?*. Les résultats de ces missions furent impressionnants : des milliers de kilomètres de côtes reconnues, des cartes marines encore utilisées aujourd'hui, des milliers de photographies. Naviguant dans des conditions extrêmes à la lisière de la banquise, Charcot longe la Terre de Graham et découvre à 70º sud un territoire totalement inconnu qu'il baptise « Terre Charcot » en l'honneur de son père, célèbre neurologue français.
Abondamment illustré par de nombreux documents inédits issus des archives de la famille Charcot, ce livre rend également compte des nombreuses missions scientifiques conduites par Charcot dans les mers du nord.

La mer du Groenland / Jean-Baptiste Charcot. - Paris : GNGL Productions, 1998. 197 p.
Après 2 expéditions en Antarctique, Jean-Baptiste Charcot, continua à naviguer dans les régions polaires avec son légendaire *Pourquoi Pas ?.* Il publia en 1929, le récit de ses premières explorations de la mer du Groenland, c'est ce texte qui est proposé ici dans une nouvelle édition

ARTICLES DE PERIODIQUES
47 degrés en dessous de zéro !
in : Le Marin. - Rennes : Infomer, 2007. - N° 3152 : Vietnam, le nouveau défi de Piriou (7 décembre 2007).
p. 33.
C'est bientôt la fin de la dérive des savants soviétiques sur la banquise polaire, début 1938... Dernier épisode du reportage consacré à l'histoire de l'exploration du Pôle Nord.

"Adieu, océan glacial !".
in : Le Marin. - Rennes : Infomer, 2007. - N° 3151 : Aires marines protégées : la France accélère le rythme (30 novembre 2007).
p. 38.
L'équipe de savants soviétiques dirigés par Ivan Papanine continue de dériver sur la banquise. Nous sommes en été 1937, non loin du Pôle Nord...
2e épisode du reportage consacré à cette expédition, qui était alors une première mondiale.

Tempête au pôle.
in : Le Marin. - Rennes : Infomer, 2007. - N° 3150 : Sismique : le leader CGGVeritas renouvelle sa flotte (23 novembre 2007).
p. 36.
Il y a 70 ans, 4 savants soviétiques ont, pendant plusieurs mois, effectué des observations inédites au pôle Nord. Pour cela, ils ont planté un campement sur la banquise à la dérive. Une première mondiale...

A la conquête du *Grand Clou*.
in : Le Marin. - Rennes : Infomer, 2007. - N° 3149 : Fret : Cherbourg accueille le Cotentin de Brittany Ferries (16 novembre 2007).
p. 22.
Petit rappel historique de l'exploration du pôle Nord depuis la fin du 19e siècle jusqu'à aujourd'hui avec l'expédition scientifique *Tara Arctic*.
Cet article traite de la période 1878-1928.

Conquête des pôles : des hommes d'exception / Christophe Agnus.
in : Nautilus magazine. - Plougastel-Daoulas : Nautilus Medias, 2007. - N° 8 : Voyages aux pôles (Avril 2007).
Une présentation chronologique des explorateurs des pôles, de Cook à Amundsen, en passant par Dumont d'Urville et Charcot et bien d'autres encore.

ARCTIQUE – FAUNE ET FLORE

ADULTE

LIVRES

La planète bleue / Andrew Byatt, Alastair Fothergill, Martha Holmes. - Paris : Larousse, 2004. - 384 p.
Cet ouvrage présente la faune et la flore de l'océan en 6 parties, décrivant chacune un habitat spécifique : vie sur le rivage, mers tropicales, mers tempérées, mers de glace, grand large, grands fonds.

Expédition Narval : une aventure dans l'Arctique / Yves Ouellet. - Laval (Québec, Canada) : Guy Saint-Jean, 1993. - 127 p.
Aux confins de l'océan Arctique vit un des animaux les plus énigmatiques que la planète a porté : le narval, "la licorne des mers". Une équipe québécoise est allée observer cet animal légendaire.

ARTICLES DE PERIODIQUES

Le zooplancton sous la menace du climat / Lise Barnéoud.
in : La Recherche. - Paris : Financière Tallandier, 2012. - N° 460 : Les 10 découvertes de l'année (Février 2012).
p.80-82.
Le projet européen Epoca, coordonné par le laboratoire d'océanographie du CNRS (Centre national de la recherche scientifique) à Villefranche-sur-Mer (Alpes-Maritimes), a été lancé en mai 2008 pour étudier les conséquences biologique, écologiques et sociales de l'acidification des océans associées à l'émission de dioxyde de carbone pour l'homme. Il rendra ses conclusions en avril 2012.
Le ptéropode, *Liminica helicina* qui vit dans les eaux froides de l'Arctique, est très sensible à l'acidification de l'eau de mer. L'impact de ce phénomène est étudié in situ, dans de grandes enceintes étanches plongées dans la mer, ainsi qu'en laboratoire.
Ces ptéropodes arctiques représentent 90% de la biomasse de zooplancton en Arctique. Leurs coquilles, constituées d'aragonite sont très sensible à l'acidification en surface. Les 160 scientifiques qui travaillent sur le projet Epoca indiquent que leur disparition est presque inéluctable. Elle pourrait

mettre en danger tous les animaux (saumons, harengs, baleines, oiseaux marins) qui s'en nourrissent.

L'océan perd sa chlorophylle / Florence Heimburger.
in : La Recherche. - Paris : Financière Tallandier, 2011. - N° 448 : Les 10 découvertes de l'année (Janvier 2011).
p. 64-66.
En se fondant sur des mesures réalisées depuis un siècle, des océanographes affirment que le plancton végétal s'est raréfié. Le krill, espèce de zooplancton similaire à une petite crevette, est particulièrement menacé. Cette conséquence du réchauffement climatique menace la chaîne alimentaire marine et compromet les capacités de reproduction et de survie des cétacés.

Sombres perspectives pour la biodiversité ?
in : Planète Science (Bulletin trimestriel d'information sur les sciences exactes et naturelles). - Paris : Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture (Unesco), 2010. - Vol.8, N°3 : Une alliance bio-culturelle (Juillet-Septembre 2010).
p. 2-11.
Selon le rapport publié le 10 mai 2010 par la Convention sur la biodiversité (CDB).
Si l'objectif visant à réduire de façon significative la perte de biodiversité avant 2010 n'a pas été atteint, il reste que 167 pays se sont désormais dotés de stratégies et de plans d'action nationaux concernant la biodiversité, que le nombre et l'étendue des zones protégées se sont accrus et que les pays effectuent plus communément qu'autrefois des évaluations d'impact sur l'environnement. Quel est donc, au juste, l'état de biodiversité aujourd'hui ? Ce dossier propose un tour d'horizon sur ces thèmes :
- Toutes les espèces évaluées sont menacées d'extinction
- La diminution de la glace de mer en Arctique affecte la biodiversité
- Premiers signes de l'impact du changement climatique.

À la pêche au plancton du Grand Nord / Mathieu Grousson.
in : Le journal du CNRS. - Paris : Citizen Press, 2008. - N° 224 : Alimentation mondiale. L'état d'urgence (Septembre 2008).
p. 13.
Toute la chaîne alimentaire de la région arctique dépend de l'un de ses premiers maillons : le zooplancton. En octobre, des chercheurs retournent étudier son évolution due aux variations climatiques.

Statut de la mer de Barents / Alan Le Tressoler.
in : Adit.fr. - 2008. - (8 juillet 2008).
Article extrait du site internet http://www.bulletins-electroniques.fr (BE Norvège n° 80)
3 rapports ont été rendus sur le statut de la mer de Barents et des zones maritimes du large des îles Lofoten. La température de la mer a nettement augmenté, influençant la couverture de la glace de mer. Les espèces de poissons atlantiques sont désormais observées en quantité considérable en mer de Barents. Enfin, dernière conclusion, la population de cabillaud a fait l'objet d'une grande surpêche et le stock reproducteur est en baisse.

Un prédateur sous la banquise.
in : Recherchespolaires.veille.inist.fr. - CNRS (Centre national de la recherche scientifique), 2008. - (7 avril 2008).
Article extrait du site Internet http://recherchespolaires.veille.inist.fr/
Les scientifiques tentent d'en apprendre un peu plus sur le mode de vie du requin du Groenland, le plus grand poisson carnivore de l'océan Arctique, dont la baisse des effectifs est préoccupante pour l'avenir de l'espèce.

Les citoyens des extrêmes.
in : Nautilus magazine. - Plougastel-Daoulas : Nautilus Medias, 2007. - N° 8 : Voyages aux pôles (Avril 2007).
Une présentation de la faune des régions polaires qui vit dans des conditions extrêmes à moins 40°C comme les petits cétacés, les manchots ou encore l'ours polaire. En plus, une double-page sur les espèces sous-marines des pôles.

Plongée dans la vie arctique / Cécile Klingler.
in : La Recherche. - Paris : Financière Tallandier, 2005. - N° 391 : Bible : l'enquête archéologique (Novembre 2005).
Cet été le brise-glace américain *Healy* s'est frayé un chemin à travers les glaces du bassin du Canada, en plein océan Arctique, dans le cadre du programme international de recensement de la vie marine, le Census of Marine Life. Parmi les milliers de spécimens rapportés, certains étaient jusqu'alors inconnus.

DVD

Abysses : Le dernier continent / réal. France 3, Thalassa, Zanagar Films. - Paris : Editions Vidéo France Télévisions Distribution, 2008. - Français, 75'. - (Thalassa Collection).
Au royaume de l'obscurité, règne une faune extraordinaire : des créatures de cauchemar, des espèces encore mystérieuses, des formes de vie nouvelles jusqu'alors inconnues sur notre planète. Des scientifiques, des pionniers téméraires ont contribué ces dernières années à explorer ce nouveau continent dans une épopée qui n'est pas sans rappeler la conquête de la Lune. Mais déjà les nations se disputent ce nouveau royaume des abysses qui recèlerait bien des richesses et des ressources naturelles.
L'avenir de l'homme se joue tout au fond de l'océan...
Ce DVD comprend "Claire et le peuple des ténèbres", "Une plongée au pôle Nord", "Voyage au fond de la mer".

Belugas et narvals, bavardages de fantômes / réal. Bertrand Loyer. - Vanves : Centre de ressources et d'information sur les multimédias pour l'enseignement supérieur, 1998. - Français, 28 mn.
Au sortir de l'hiver arctique, Ayla la béluga entraîne sa troupe dans les labyrinthes de glace sous-marins. Dans leur lutte pour la survie en milieu particulièrement hostile, ces dauphins blancs s'unissent à des créatures aussi élégantes que mystérieuses, les narvals. Grâce à des images sous-marines rarissimes voire inédites, on découvre que les souffleurs de l'Arctique voyagent et protègent leurs petits ensemble. Baleines, mirages, vaisseaux fantômes, flétans, telles sont quelques étapes de leur époustouflante odyssée.

JEUNESSE

LIVRES

Même pas froid.
in : Wapiti. - Toulouse : Milan presses, 2007. - N° 246 : Le koala fait sa gym (Septembre 2007).
p. 42.
Dure à supporter l'eau glacée ! Seuls la baleine franche boréale, le bélouga et le narval ont élu domicile fixe dans l'océan Arctique. Mais d'autres cétacés et animaux marins fréquentent les eaux polaires.

La baleine franche boréale.
in : Wapiti. - Toulouse : Milan presses, 2007. - N° 246 : Le koala fait sa gym (Septembre 2007).
p. 67.
Fiche descriptive de la baleine franche boréale, cétacé qui vit au pôle Nord.

Le bélouga.
in : Wapiti. - Toulouse : Milan presses, 2007. - N° 246 : Le koala fait sa gym (Septembre 2007).
p. 67.
Fiche descriptive du bélouga, baleine blanche qui vit dans l'océan Arctique.

Le narval.
in : Wapiti. - Toulouse : Milan presses, 2007. - N° 246 : Le koala fait sa gym (Septembre 2007).
p. 67.
Fiche descriptive du narval, cétacé qui vit dans l'océan Arctique et dans le nord de l'océan Atlantique.

Le krill.
in : Wapiti. - Toulouse : Milan presses, 2007. - N° 246 : Le koala fait sa gym (Septembre 2007).
p. 69.
Fiche descriptive du krill, plancton des mers froides, formé de petits crustacés que l'on trouve par millions dans l'Antarctique (*Euphasia superba*), et dont on trouve aussi d'autres espèces dans l'Arctique.

ARCTIQUE – RECHERCHES SCIENTIFIQUES ET RECHAUFFEMENT CLIMATIQUE

ADULTE

LIVRES

Mission banquise / Jean-Louis Etienne ; photogr. de Francis Latreille. - Paris : Seuil, 2002. - 175 p.
Le 11 avril 2002, l'explorateur Jean-Louis Etienne débute la Mission Observer à bord d'un laboratoire scientifique mobile appelé le Polar Observer. Son objectif : l'observation des éléments climatologiques de la banquise du Grand Nord.

L'Arctique d'après les dernières recherches soviétiques / V. Bourkhanov ; trad. Russe par M. Raïski. - Moscou : Editions en langues étrangères, 1956. - 62 p.
Chef des expéditions de 1954 et 1955, V. Bourkhanov fait ici le point des investigations soviétiques d'après-guerre dans la zone du pôle et d'autres parties peu explorées de l'Arctique.

ARTICLES DE PERIODIQUES

Étrange accumulation d'eau douce dans l'Arctique / Fabienne Lemarchand.
in : La Recherche. - Paris : Financière Tallandier, 2012. - N° 462 : Vaincre la douleur (Mars 2012).
p.16-17.
L'Océan Arctique est couvert d'une fine couche d'eau froide et très peu salée alimentée par la fonte des glaces de mer, les eaux du Pacifique, les précipitations et surtout les fleuves russes et canadiens. Mais cette couche est plus épaisse dans l'ouest. Un phénomène attribué au gyre de Beaufort, sorte de tourbillon où les vents soufflant dans le sens des aiguilles d'une montre "aspirent" les eaux de surface et les entraînent vers son cœur.

Glaciologie : les étés chauds freinent la débâcle du Groenland.
in : Science et vie. - Paris : Excelsior Publications, 2011. - N° 1123 : La vie serait quantique ! (Avril 2011).
p. 30.
Une étude d'Aud Venke Sundal, de l'Université de Leeds en Grande-Bretagne, a démontré que le glissement des glaciers du Groenland vers la mer était moindre lors des étés les plus chauds. La cause serait la plus grande abondance des eaux de fonte durant l'été. Ces eaux forment un réseau de canaux sous-glaciaires qui leur permet d'être drainées plus rapidement vers l'océan. L'effet lubrifiant est ainsi réduit.

Réchauffement accéléré en Arctique / Fabienne Lemarchand.
in : La Recherche. - Paris : Financière Tallandier, 2010. - N° 446 : Les 24 plus beaux défis de la science (Novembre 2010).
p. 71.
L'Arctique est la région terrestre qui se réchauffe le plus vite depuis 40 ans. A quoi est dû ce spectaculaire recul des glaces ?

Climatologie : l'océan Arctique dégaze du méthane en grande quantité.
in : Science et vie. - Paris : Excelsior Publications, 2010. - N° 1112 : Intelligence de la nature : les ingénieurs s'y intéressent enfin (Mai 2010).
p.34.
Selon Natalia Shakhova (université d'Alaska), 8 millions de tonnes de méthane, puissant gaz à effet de serre échappé de l'océan Arctique, rejoignent l'atmosphère chaque année.

Climat : le réchauffement est-il sûr ? / Cécile Bonneau ; Yves Sciama.
in : Science et vie. - Paris : Excelsior Publications, 2010. - N° 1110 : Climat : le réchauffement est-il sûr ? (Mars 2010).
p.40-64.
Alors que le réchauffement du climat est devenu une affaire d'Etat, jamais il n'a été autant critiqué. À tort... ou à raison ? Pour le savoir, 2 journalistes de *Science et Vie* sont remontés à la source : aux données scientifiques. Car elles seules sont en mesure de dire si, oui ou non, la Terre se réchauffe. Chiffres à l'appui.
Voici la série de questions auxquelles tente de répondre les journalistes :
- La température s'est-elle élevée ?
- Les glaces fondent-elles ?
- Le vivant est-il perturbé ?
- Les événements extrêmes sont-ils plus fréquents ?
- La mer monte-t-elle ?
- La faute de l'homme ?
- A-t-on bien compris la machine climatique ? (l'effet du soleil reste énigmatique. Le rôle des océans de mieux en mieux cerné. L'influence des nuages encore hors de portée)
- Les modèles sont-ils crédibles ?
- Est-ce que ça va continuer ?

Ils guettent le réchauffement sur la banquise / Anne Debroise ; photogr. de Doug Barber.
in : Science et vie. - Paris : Excelsior Publications, 2010. - Hors-série N°250 : Planète Terre : ce qu'il reste à découvrir (Mars 2010).
p.26-33.
Quel impact aura la fonte de la banquise sur la planète ? C'est pour le comprendre qu'un groupe de 300 chercheurs de 17 pays, s'est enfoncé en brise-glace à plus de 600km au nord du cercle polaire.

Drones et sous-marins de poche pour l'Arctique / Nicolas Quenez.
in : Adit.fr. - 2009. - (4 novembre 2009).
Article extrait du site internet http://www.bulletins-electroniques.com (BE Russie n°25)
Des drones du type *Dozor* vont bientôt enrichir l'arsenal de moyens dont disposent les scientifiques se trouvant sur la station dérivante *Severny Polius* (Pôle Nord), pour observer les glaces de l'Arctique. Rayon d'action de 900 kilomètres, vitesse de 120 à 130 kilomètres par heure, leurs possibilités sont multiples pouvant aller des applications militaires à la prise de clichés de gazoducs. Un nouveau sous-marin de poche russe du type *Konsul*, destiné à l'exploration en eaux profondes va également voir le jour et être utilisé en Arctique.

Le méthane se libère dans l'Arctique.
in : La Recherche. - Paris : Financière Tallandier, 2009. - N° 434 : Le hasard au cœur de la vie : les gènes jouent-ils aux dés ? (Octobre 2009).
p.16-17.
A bord du brise-glace *Clark Ross*, une équipe anglo-germanique munie d'un sonar a observé en Arctique, des remontées de méthane provenant de fonds sous-marins où le gaz aurait dû rester piégé dans la glace. Cela serait probablement dû au réchauffement climatique.

En arctique, les étés s'annoncent dégelés.
in : Science et vie. - Paris : Excelsior Publications, 2009. - N° 1100 : Solaire. Pourquoi on peut enfin y croire (Mai 2009).
p. 34.
Avant la fin du 21e siècle, l'océan Arctique sera totalement libre de glace en septembre. Tel est le diagnostic établi par Julien Boé et ses collègues de l'université de Californie, d'après l'agrégation de 18 modèles climatiques et une prise en compte des écarts mis en évidence entre les tendances simulées et les observations sur la période 1979-2007.

Un nouveau regard sur la disparition de la banquise arctique.
in : Cnrs.fr. - 2009. - (14 mai 2009).
Article extrait du site internet http://www.insu.cnrs.fr
Le comportement mécanique de la banquise arctique favoriserait son démantèlement et son déclin rapide. En s'appuyant sur le mouvement d'un réseau de bouées dérivantes, des chercheurs de l'INSU-CNRS ont mis en évidence une forte augmentation de la vitesse de dérive des glaces et de la déformation interne de la banquise depuis 30 ans. Ces 2 effets liés aux propriétés mécaniques de la banquise contribuent par eux-mêmes au déclin rapide de la banquise arctique.

Arctique : moins de glace et encore plus de chaleur / Cécile Dumas.
in : Le Nouvel Observateur. - Paris, 2008. - (18 décembre 2008).
Article extrait du site internet http://www.nouvelobs.com
La glace fond, l'océan se réchauffe... et fait fondre la glace : le scénario d'amplification des changements climatiques serait déjà à l'œuvre dans l'Arctique.

Climatologie. A la recherche du temps perdu... / Aude Ganier.
in : Les défis du CEA (Commissariat à l'Energie Atomique). - Paris : Cea, 2008. - N° 135 : Climatologie. A la recherche du temps perdu... (Octobre 2008).
p.4.
Quel temps faisait-il il y a 140 000 ans ? Avec le projet Neem au Groenland, les climatologues s'attaquent à une période mal connue, l'Eémien, marquée par un réchauffement arctique important. Objectif : mieux comprendre les interactions entre la calotte polaire et les changements climatiques.

Arctique. Les deux passages ouverts en même temps. / Bernard Jégou.
in : Le Marin. - Rennes : Infomer, 2008. - N° 3192 : Des millions de tonnes de CO2 enfouies au fond des mers (12 septembre 2008).
p. 4.
Pour la première fois depuis l'existence des observations satellite - et sans doute depuis des millénaires - les passages du Nord-Ouest et du Nord-Est ont pu être considérés comme ouverts à la navigation.

Collection de 2 000 échantillons marins dans l'Archipel du Svalbard / Alan Le Tressoler.
in : Adit.fr. - 2008. - (15 septembre 2008).
Article extrait du site internet http://www.bulletins-electroniques.com
Plus de 2 000 échantillons marins ont été prélevés cet été dans l'Archipel du Svalbard, au cours d'une croisière à bord du navire de recherche *Lance*, dans le but d'analyser les anciens et nouveaux POP (Polluants Organiques Persistants). Le programme de recherche COPOL (COntaminants dans les régions POlaires) fait partie de l'Année Polaire Internationale. Dirigé par le Professeur Geir Wing Gabrielsen de l'Institut Polaire Norvégien, il vise à étudier et à comparer l'absorption et le transport des POP dans les chaînes alimentaires localisées en Atlantique et en Arctique.

Une source hydrothermale en plein océan Arctique / Jean-Luc Goudet.
in : Futura-sciences.com. - Futura sciences, 2008. - (29 juillet 2008).
Article extrait du site internet http://www.futura-sciences.com
Par 73° nord, une expédition norvégienne a découvert la plus septentrionale des sources hydrothermales et l'une des plus grandes. Cinq "cheminées noires", faites de sulfures, crachent une eau chargée de métaux et portée à 300 °C.

Le manteau terrestre est moins homogène que prévu.
in : Science et vie. - Paris : Excelsior Publications, 2008. - N° 1089 : Mémoire. Pourquoi elle nous trompe (Juin 2008).
p. 36.
Des roches vieilles de 2 milliards d'années viennent d'être découvertes par des géologues sur la dorsale Gakkel, dans l'océan Arctique, alors que l'on s'attendait plutôt à trouver de jeunes roches car c'est au niveau des dorsales que se forme le plancher océanique... Sous les dorsales, le manteau est donc plus hétérogène que les scientifiques ne le pensaient.

Pluie de mercure sur l'Arctique / Christophe Ferrari, Aurélien Dommergue.
in : La Recherche. - Paris : Financière Tallandier, 2008. - Les dossiers - n°31 : Le défi climatique (Mai-Juillet 2008).
p. 68.
Depuis une vingtaine d'années, les concentrations en mercure, plus précisément de sa forme la plus toxique, le méthylmercure, n'ont cessé d'augmenter dans les écosystèmes arctiques, des poissons aux ours polaires, en passant par les mammifères marins.

Climat : mission réussie pour *Tara* / Michèle Le Goff.
in : Sciences Ouest. - Rennes : Espace des sciences, Centre de culture scientifique et industrielle, 2008. - N° 253 : Virtuel, une foule d'usages (Avril 2008).
p. 4.
Le voilier *Tara* est rentré de son expédition qui avait pour objectif d'observer l'atmosphère, la glace de mer et l'océan Arctique en se laissant dériver. Dans cette interview Jean-Claude Gascard, coordinateur du programme européen Damoclès, évoque cette mission et les premiers résultats.

Des roches de deux milliards d'années surgissent du manteau terrestre / Jean-Luc Goudet.
in : Futura-sciences.com. - Futura sciences, 2008. - (17 avril 2008).
Article extrait du site internet http://www.futura-sciences.com
La dorsale Gakkel, située sous l'océan Arctique, fait remonter du manteau terrestre des roches anciennes qui ont résisté au recyclage en profondeur par la tectonique des plaques. Cette découverte met à mal la théorie classique mais ces roches ouvrent des archives inespérées sur le passé de la Terre.

La banquise arctique au plus bas.
in : Planète Science (Bulletin trimestriel d'information sur les sciences exactes et naturelles). - Paris : Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture (Unesco), 2008. - Vol. 6, N°. 1 : A l'avant-garde du développement durable (Janvier - Mars 2008).
p. 9.
La banquise d'été de l'Arctique s'est réduite à sa plus faible étendue. Pendant le mois de septembre, elle couvrait en moyenne 4,28 millions de kilomètres carrés, battant ainsi le précédent record absolu de 5,32 millions de kilomètres carrés enregistré les 20 et 21 septembre 2005. Dans la course contre la montre, l'UNESCO et plusieurs agences des Nations unies collaborent avec les pays en vue de mettre en place un système d'observation de l'Arctique tel que ni son environnement ni ses habitants ne soient lésés au cours de cette nouvelle "ruée vers l'Ouest" pour ses ressources naturelles, qui risque de compromettre l'accès à l'océan Arctique et à ses richesses.

Les premiers résultats de Damoclès.
in : Cnrs.fr. - 2007. - (26 novembre 2007).
Article extrait du site internet http://www.insu.cnrs.fr
Les premiers travaux du projet européen Damoclès (Developing arctic modelling and observing capabilities for long-term environmental studies) et de la mission Tara Damoclès commencent à porter leurs fruits. Cet article rapporte les quelques faits remarquables concernant la transformation en cours de l'océan Glacial Arctique, ainsi que les causes probables et conséquences possibles de cette évolution.

Hausse accélérée du niveau de la mer / Bernard Jégou.
in : Le Marin. - Rennes : Infomer, 2007. - N° 3150 : Sismique : le leader CGGVeritas renouvelle sa flotte (23 novembre 2007).
p. 16.
Les experts du groupe intergouvernemental sur le changement climatique se sont à nouveau réunis à la mi-novembre pour leur dernière réunion de travail. Parmi les travaux du jour figurait l'évaluation de la hausse prévisible du niveau de la mer. La tendance actuelle montre une avancée de trente ans sur les simulations. À ce rythme, les glaces d'été en Arctique disparaîtront avant 2050-2100.

La fin brutale des glaciations : une nouvelle hypothèse alimente le débat sur le rôle des gaz à effet de serre dans le réchauffement climatique.
in : Recherchespolaires.veille.inist.fr. - CNRS (Centre national de la recherche scientifique), 2007. - (29 octobre 2007).
Article extrait du site Internet http://recherchespolaires.veille.inist.fr/
2 chercheurs américains de l'Université Columbia de New-York avancent une nouvelle hypothèse concernant la rapide alternance entre les périodes glaciaires (froides) et périodes interglaciaires (chaudes). Selon eux, il s'agirait d'une modification des courants océaniques dans l'océan Arctique, couplée à une phase de réchauffement climatique, qui seraient suffisantes pour provoquer la fin rapide d'une période glaciaire. Cette hypothèse suscite une controverse sur l'impact climatique réel des gaz à effet de serre.

Le passage du Nord-Ouest à la voile / Hélène Scheffer.
in : Le Marin. - Rennes : Infomer, 2007. - N° 3144 : Folies sur les vracs secs (12 octobre 2007).
p. 34.
Récit de l'exploit de l'équipage du *Babouche*, voilier qui a réussi à traverser le passage du Nord-Ouest à la voile. Ce passage relie l'Atlantique au Pacifique via les îles arctiques du grand Nord canadien. Malgré la fonte des glaces, cette voie se referme parfois et semblerait ne pas pouvoir être ouverte à la navigation d'ici plusieurs années.

La déglaciation en Arctique bat un record.
in : Science et vie. - Paris : Excelsior Publications, 2007. - N° 1081 : Quand le ciel nous tombera sur la tête (Octobre 2007).
p. 38.
Le 17 août 2007 marquait le début d'une déglaciation record en Arctique : seuls 5,26 millions de kilomètres carrés flottaient encore sur la mer Arctique. Certains scientifiques, qui pensaient que la disparition totale des glaces de mer durant l'été ne se produirait pas avant 2070, annoncent que cela pourrait bien arriver d'ici à 2030.

Jean-Louis Etienne et l'expédition Total Pole Airship.
in : Met Mar. - Paris : Météo France, 2007. - N° 216 : Les sédiments marins, témoins du climat (Septembre-Novembre 2007).
p. 48.
Programme de l'expédition Total Pole Airship à laquelle participera Jean-Louis Etienne, dans le cadre de l'Année polaire internationale. Cette expédition a pour but de mesurer l'épaisseur de la banquise de l'Arctique, grâce à l'*EM-bird*, instrument de mesure suspendu à un dirigeable.

Les glaces de mer en temps réel ou presque.
in : Met Mar. - Paris : Météo France, 2007. - N° 216 : Les sédiments marins, témoins du climat (Septembre-Novembre 2007).
ftp://ftp.ifremer.fr/ifremer/cersat/products/gridded/psi-concentration/data/
L'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (Ifremer) est le seul institut du monde à réaliser une cartographie des glaces de mer en continu depuis 1992. Ces données, collectées grâce à des bouées déposées sur la banquise et localisées par le système Argos, sont depuis 2004 accessibles à tous via internet.

Arctique : quelques décimètres de finesse dans un monde de glace brute / Mathilde Renault.
in : Adit.fr. - 2007. - (27 septembre 2007).
Article extrait du site internet http://www.bulletins-électroniques.com (BE Allemagne n°354)
Sur de grandes étendues, la glace de mer arctique n'atteindrait qu'un mètre d'épaisseur et serait ainsi 2 fois plus fine qu'en 2001 : tels sont les premiers résultats d'une expédition internationale, menée à bord du brise-glace allemand *Polarstern*, dans le cadre de l'année polaire internationale.

Les glaces de l'océan Arctique à leur plus bas niveau historique / Bernard Jégou.
in : Le Marin. - Rennes : Infomer, 2007. - N° 3138 : Le Charles de Gaulle en cale sèche pour quinze mois (31 août 2007).
p. 14.
Dès le début août 2007, la surface couverte par les glaces dans l'océan Arctique était plus réduite que lors du précédent record historique, datant de septembre 2005. Un signe de plus de l'accélération du réchauffement climatique. 2 cartes illustrent ces propos. L'article aborde aussi brièvement les glaces de mer autour du continent Antarctique.

La banquise plus que jamais en voie de liquéfaction / Sylvestre Huet.
in : Libération. - Paris : SARL Libération, 2007. - (28 août 2007).
Article extrait du site internet http://www.liberation.fr
D'après Hervé Le Goff, ingénieur de recherche CNRS au laboratoire Locean (océanographie et climat), entre 2040 et 2060, l'Arctique sera libre de glace pendant l'été, en raison du réchauffement climatique dû principalement aux émissions de gaz à effet de serre.
Les diplomates du monde entier sont réunis toute la semaine, à Vienne, dans le cadre de la Convention climat de l'ONU.

Un capteur radar pour traquer la glace de mer / Mathilde Renault.
in : Adit.fr. - 2007. - (14 août 2007).
Article extrait du site internet http://www.bulletins-electroniques.com (BE Allemagne n°347)
Le navire de recherche allemand *Polarstern* a mis le cap sur l'Arctique afin d'effectuer une campagne de mesures sur la glace de mer à l'aide du système radar *Multi Scat*. Ce capteur enregistre des données qui, mises en corrélation avec les observations satellitaires, permettent d'alimenter les modèles qui servent à estimer les paramètres de la glace de mer.

La fonte des glaces de l'Arctique sous-estimée ? / Cécile Dumas.
in : Le Nouvel Observateur. - Paris, 2007. - (3 mai 2007).
Article extrait du site internet http://www.nouvelobs.com
Les modèles climatiques retenus par les experts du GIEC sous-estimeraient l'impact de l'effet de serre sur les fontes de la glace de mer en Arctique.

Le mystère des collines sous-marines se dissipe.
in : Science et vie. - Paris : Excelsior Publications, 2007. - N° 1075 : Vers la fin des saisons (Avril 2007).
Selon une équipe de géologues américano-canadiens, la "poussée" de collines d'environ 40 mètres de haut dans le fond de l'océan Arctique, s'expliquerait par un dégagement de méthane.

Pôles de science / Gilbert Lamblatin.
in : Nautilus magazine. - Plougastel-Daoulas : Nautilus Medias, 2007. - N° 8 : Voyages aux pôles (Avril 2007).
L'Antarctique a été reconnu, depuis 1959, "Terre de science et de paix". L'Arctique attire de plus en plus les chercheurs. Voici une présentation des recherches effectuées sur ces territoires dans le cadre de l'Année Polaire Internationale.

L'âge des glaces / Guillaume Dufau.
in : Thalassa magazine. - Anglet, 2007. - N° 6 : L'anglaise préférée des français : Ellen MacArthur (Mars - Avril 2007).
Depuis une trentaine d'années, des "archéologues" de la glace forent les calottes polaires du Groenland et de l'Antarctique. Ils sont à la recherche d'informations fondamentales concernant le climat passé et à venir. Vous trouverez dans cet article des photographies et des schémas.

Des fossiles pour révéler l'histoire du Nord / Amélie Vagner.
in : Adit.fr. - 2007. - (27 mars 2007).
Article extrait du site internet http://www.bulletins-electroniques.com (BE Canada n°316)
Grâce à l'étude de fossiles de baleine dans le Nord, des chercheurs de la Commission géologique de Ressources Naturelles du Canada ont pu déterminer à quel moment le Passage du Nord-ouest s'est ouvert et quelles sont les conditions nécessaires à sa réouverture.

Paul Tréguer : les enjeux de l'Année polaire / Bernard Jégou.
in : Le Marin. - Rennes : Infomer, 2007. - N° 3114 : Aker vend ses chantiers (16 mars 2007).
Interview de Paul Tréguer, directeur de l'Institut universitaire européen de la mer (IUEM) à Brest et membre 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 (API), sur les principaux enjeux scientifiques de l'API.
Vous trouverez des encadrés sur la première API, sur l'IUEM et sur le Gulf Stream.

La fonte des glaces arctiques profite aux orques.
in : Le Marin. - Rennes : Infomer, 2007. - N° 3113 : Dunkerque : dernière escale de l'Erika avant naufrage (9 mars 2007).
Les orques migrent de plus en plus vers les eaux de l'Arctique canadien, réchauffées par la fonte des glaces. Selon des chercheurs canadiens et américains, d'ici 2040 la glace qui recouvre l'océan Arctique pourrait complétement disparaître durant l'été.

Quand le pôle Nord était libre de glace / Frédérique Rémy.
in : La Recherche. - Paris : Financière Tallandier, 2007. - N° 406 : A quoi sert de vieillir ? La nouvelle science de la longévité (Mars 2007).
Jusqu'à la fin du 19e siècle, les scientifiques ont cru qu'au pôle Nord se trouvait une mer libre, entourée de glaces. Les fondements de ce mythe s'appuyaient sur les discours des plus grands savants du 18e siècle tels Buffon, d'Alembert ou Buache, qui n'imaginaient pas que la mer puisse geler. Selon eux, seuls les pourtours de l'océan Arctique étaient occupés par la glace de mer, celle-ci étant apportée par les fleuves.

"Zoom sur" : les glaces de mer.
in : Ifremer.fr. - Issy-les-Moulineaux : Ifremer, 2007. - (28 février 2007).
Article extrait du site internet http://www.ifremer.fr
À l'occasion du lancement de l'Année Polaire Internationale 2007-2009, l'Ifremer présente les travaux du laboratoire d'Océanographie spatiale de Brest sur les glaces de mer. En effet, l'Ifremer est le seul institut au monde à réaliser une cartographie de la dérive des glaces de mer en continu depuis 1992. Ces recherches sont menées dans le cadre du projet européen Damoclès.

Prisonniers volontaires des glaces / Matthieu Quiret.
in : Les Échos. - 2007. - (12 février 2007).
Cerné par les glaces dans un fjord du Spitzberg, le voilier *Vagabond*, habité par un couple d'explorateurs, sert de base scientifique au programme de recherche Damoclès. La mission est de surveiller pendant 4 ans la santé de la banquise.
Vous trouverez un encadré sur le voilier *Tara* qui est la base principale de Damoclès.

Il y a 35 millions d'années, un coup de froid planétaire / Cécile Dumas.
in : Le Nouvel Observateur. - Paris, 2007. - (08 février 2007).
Article extrait du site internet http://www.nouvelobs.com
Au moment où s'est formée la calotte glaciaire de l'Antarctique, d'autres régions du monde connaissaient une phase de refroidissement. De nouveaux travaux tendent à montrer qu'un changement climatique global s'est produit entre - 55 et -34 millions d'années.

En 2040, la banquise pourrait totalement fondre durant l'été.
in : Libération. - Paris : SARL Libération, 2006. - (12 décembre 2006).
Article extrait du site Internet http://www.liberation.fr
Des chercheurs américains et canadiens assurent dans un rapport publié mardi que le réchauffement de la planète pourrait faire disparaître la banquise arctique les mois d'été dans une quarantaine d'années.

Tara Arctic 2007-2008 : une dérive volontaire.
in : Met Mar. - Paris : Météo France, 2006. - N° 213 : Détection et prévision du brouillard (Décembre 2006).
Dans le cadre de l'Année polaire internationale, *Tara* poursuit le programme de son expédition. Son but est d'offrir aux scientifiques une base d'information leur permettant d'observer et de comprendre le changement climatique des régions polaires et subpolaires et d'informer le grand public. Cet article informe sur le programme ainsi que sur les autres domaines étudiés.

Damoclès, étudier l'océan glacial arctique.
in : Met Mar. - Paris : Météo France, 2006. - N° 213 : Détection et prévision du brouillard (Décembre 2006).
Damoclès (Developing Arctic Modeling and Observing Capabilities for Long-term Environmental Studies) est un projet européen ayant pour objectif de créer un système intégré de surveillance et de prévision glace-océan-atmosphère pour observer, comprendre et quantifier les changements climatiques dans les régions arctiques. Ce projet est une contribution majeure de l'Union européenne à l'année polaire internationale.

Menaces sur la banquise arctique / Jean-Claude Gascard.
in : La Recherche. - Paris : Financière Tallandier, 2006. - N° 399 : Climat, ce qui va changer (Juillet-août 2006).
Vers 2050, la banquise arctique disparaîtra en été, selon les modèles de prévision climatique ! Pour anticiper les conséquences de ce phénomène, il est urgent de collecter des données sur l'océan Arctique, qui reste le plus méconnu de la planète.

Arctique : 56 millions d'années d'histoire dans une carotte / Cécile Dumas.
in : Le Nouvel Observateur. - Paris, 2006. - (1 juin 2006).
Article extrait du site internet http://sciences.nouvelobs.com
L'Arctique dévoile son histoire climatique. Un forage sans précédent dans l'océan Arctique, à 430 mètres de profondeur sous le plancher océanique, permet de reconstituer, pour la première fois, 56 millions d'années d'histoire climatique au pôle Nord.

Toujours moins de glaces en océan Arctique.
in : Infoscience.fr. - Société Info Science, 2005. - (3 octobre 2005).
Article extrait du site internet http://www.infoscience.fr
L'analyse par des chercheurs américains de données satellitaires remontant jusqu'en 1978 montre une diminution toujours plus importante de l'étendue des glaces de mer Arctique, probablement liée au réchauffement climatique.

Le navire de recherche *NGCC Amundsen* part pour sa seconde mission.
in : Cnw.ca. - 2005. - (5 août 2005).
Article extrait du site internet http://www.cnw.ca
Les scientifiques partis ce matin de Québec à bord du brise-glace de recherche l'*Amundsen*, étudieront l'évolution à plus long terme du réchauffement de l'océan Arctique.

Les forages glaciaires : morceaux choisis.
in : RDT info. - Commission européenne, 2005. - ISSN 1023-9006. - Numéro spécial : Recherche polaire (Mai 2005).
Découvrez les différents forages qui ont été réalisés en Arctique et en Antarctique et les campagnes scientifiques qui ont permis de révéler des informations importantes sur le climat passé.
Vous trouverez plusieurs encadrés complémentaires : "Les comparaisons nord-sud révèlent le fonctionnement de la machine climatique mondiale" ; "Sondages glaciaires : in whisky veritas" (Claude Lorius père de la climatologie) ; "Des bactéries thermophiles dans le lac Vostok" ; "L'effet retard de l'effet de serre".

La mission Acex.
in : RDT info. - Commission européenne, 2005. - ISSN 1023-9006. - Numéro spécial : Recherche polaire (Mai 2005).
Le but de la mission ACEX (Artic Coring Expedition) est de mieux comprendre l'histoire climatique de la région arctique et le rôle passé et présent de celle-ci dans les variations climatiques de la Terre. Une équipe internationale de scientifiques a collecté 370 mètres de carottes sédimentaires océanique

arctique leur permettant de reconstituer l'évolution climatique en Arctique au cours de ces 55 derniers millions d'années.

Ces témoins sensibles du climat / Frédérique Rémy.
in : Cnes mag. - 2005. - N° 25 : L'apport du spatial dans la connaissance du climat (Mars 2005).
Les glaces de mer, glaciers de montagne, neige continentale ou calottes polaires sont à double titre un acteur du climat. La télédétection joue un rôle capital pour la compréhension et la surveillance de ces lieux difficiles d'accès aux conditions de vie si inhospitalières.

L'Arctique chauffe et fond en accéléré.
in : Libération. - Paris : SARL Libération, 2004. - (9 novembre 2004).
Article extrait du site internet www.libération.fr
Selon un rapport présenté le 9 novembre 2004, la moitié de la banquise pourrait disparaître d'ici à 2010, entraînant l'extinction de nombreuses espèces.

Réchauffement de la planète.
in : La lettre des océanographes. - Paris : Union des Océanographes de France, 2003. - Volume X n°5 : La lettre des océanographes continue ! (Novembre-Décembre 2003).
Le satellite ICESat de la NASA a été lancé l'an dernier pour étudier en particulier, l'épaisseur de la couche de glace dans l'Arctique et l'Antarctique.

DVD

Vagabond autour de l'Arctique : Du Groenland au passage du Nord-Est. - Vannes : FAC Télévision / Equator éditions, 2005. - Français, 120 mn. - (Aventures maritimes).
Ce documentaire part à la rencontre des skippers Eric Brossier et France Pinczon du Sel et de leur voilier le *Vagabond*. Il suit leur expédition 2001 au Groenland et nous offre les images du passage du Nord-Est.

SITES WEB

Institut polaire français Paul-Emile Victor (IPEV). Site consulté le 08/05/2012.
L'Institut polaire français Paul-Emile Victor (IPEV) est un Groupement d'Intérêt Public (GIP), constitué par 9 organismes publics ou parapublics .
Son rôle est d'offrir un cadre juridique ainsi que les moyens humains, logistiques, techniques et financiers nécessaires au développement de la recherche française dans les régions polaires (Arctique, Antarctique, îles australes).
L'IPEV coordonne le programme d'information, de sensibilisation et d'éducation du public autour de l'Année Polaire Internationale.
On trouve sur ce site de nombreuses photographies, vidéos en ligne et articles sur les régions polaires et les programmes de recherche qui y ont lieu.
http://www.institut-polaire.fr/

Année Polaire Internationale (Institut polaire français Paul-Emile Victor). Site consulté le 08/05/2012.
Le site officiel français de l'Année Polaire Internationale (API) donne des informations sur les projets scientifiques et artistiques prévus ; les thématiques retenues. Des sélections de documents (livres, CD, photos, films, expositions) sont également disponibles ainsi qu'une rubrique spécifique aux projets scolaires.
http://www.annee-polaire.fr/

Dive and discover. Site consulté le 08/05/2012.
Site en anglais
Sur ce site spécialisé sur les explorations sous-marines, un dossier est consacré à l'expédition Gakkel. Ludique et très complet, il comprend une présentation de l'expédition, une présentation de l'équipe de scientifiques à bord, des interviews et témoignages, des focus sur l'expédition et sur les habitants des bouches hydrothermales, des photographies et vidéos ainsi que des jeux.
http://www.divediscover.whoi.edu/expedition11/index.html

Polar Discovery (Woods Hole Oceanographic Institution). Site consulté le 08/05/2012.
Site en anglais
Site du WHOI (Woods Hole Oceanographic Institution) consacré aux recherches polaires. Le Woods Hole Oceanographic Institution se situe aux États-Unis, dans le Massachusetts. Cet institut est dédié à la recherche et à l'enseignement dans le domaine des sciences de la mer.
Ce site nous présente de façon détaillée l'Arctique et l'Antarctique et nous permet de suivre des expéditions polaires entreprises par la WHOI dont 2 en Arctique : "The North Pole Observatory Expedition" (avril 2007) et "Arctic Seafloor Expedition" (juillet-août 2007), expédition au niveau de la dorsale Gakkel, dont il est question dans ce dossier documentaire.
http://polardiscovery.whoi.edu/index.html

International Polar Year 2007-2008 (IPY International Programme Office). Site consulté le 08/05/2012
Site en anglais.
Le site international de l'Année Polaire Internationale (API en français et IPY en anglais) renvoie sur les projets scientifiques prévus et les thématiques retenues (océans, atmosphère...).
http://www.ipy.org/

Polar Foundation. Site consulté le 08/05/2012.
Site en anglais.
Site de la fondation polaire internationale, reconnue comme fondation d'utilité publique et basée à Bruxelles depuis 2002. La fondation possède des antennes en France, Suisse et au Royaume- Uni. Le développement d'antennes au Canada et aux Etats-Unis est en cours.
La fondation polaire internationale communique et instruit sur la recherche polaire comme une manière de comprendre les mécanismes principaux de l'environnement et du climat. La Fondation polaire internationale croit que les régions polaires et les sciences polaires sont les meilleurs outils pour convaincre notre société d'agir maintenant afin d'atténuer les effets du changement de climat pour les futures générations.
Ce site présente tous les projets à court, moyen, et long termes de la fondation polaire internationale, y compris sa participation à l'Année Polaire Internationale. De nombreux liens Internet y sont proposés.
http://www.polarfoundation.org/index.php?s=2&rs=10&lg=en

Sciences Poles (International Polar Foundation). Site consulté le 08/05/2012.
Site en anglais.
Il s'agit du site scientifique de la Fondation polaire Internationale. Il fournit une vue d'ensemble des résultats des recherches scientifiques polaires, à travers différentes disciplines scientifiques et les projets récents ou à venir. C'est un outil essentiel pour la Fondation Polaire Internationale qui souhaite relayer les travaux de la communauté scientifique auprès de la société.
http://www.sciencepoles.org/

ExploraPoles (International Polar Foundation). Site consulté le 08/05/2012.
Site en anglais.
Un des sites de la Fondation polaire internationale. Présente et fait le point sur toutes les différentes expéditions polaires contemporaines (celles qui sont passées et celles qui vont avoir lieu dans le cadre de l'API, ainsi que les projets désormais abandonnés). Les liens vers les sites officiels de ces expéditions polaires sont proposés. Toutes les dernières informations sur le sujet et une galerie photo mise à jour régulièrement.
http://www.explorapoles.org/

JEUNESSES

ARTICLES DE PERIODIQUES

Le voyage de *Tara* en Arctique.
in : Cosinus. - Dijon : Editions Faton, 2009. - N° 105 : Le début de la vie (Mai 2009).
p. 7.
Après 507 jours de dérive sur la banquise arctique, le voilier polaire *Tara* est entré dans l'histoire des grandes expéditions scientifiques. Une superbe réussite technique et humaine, mais qui soulève certaines inquiétudes pour notre avenir : les premières conclusions sur le climat sont pessimistes. À l'occasion d'une nouvelle exposition sur le voyage de *Tara*, voici quelques pistes d'informations pour en savoir plus sur le navire, le récit de la mission et ses enjeux scientifiques.

Coup de chaud sur la banquise.
in : Wapiti. - Toulouse : Milan presses, 2009. - N° 263 : Coup de chaud sur la banquise (Février 2009).
p. 10.
L'article évoque la vie sur et sous la banquise, la fonte des glaces et son incidence sur le climat, la vie animale et l'économie. Un schéma explique les conséquences de la fonte de la banquise ou d'un glacier sur la montée du niveau de la mer.

La banquise fond : est-ce normal ?
in : Le journal de *Tara* junior. - Paris : *Tara* Océans, 2008. - N° 1 (Novembre 2008).
p.10.
À cause du réchauffement climatique, la banquise fond plus rapidement en été.

Arctique, Antarctique : ce qui les oppose.
in : Le journal de *Tara* junior. - Paris : *Tara* Océans, 2008. - N° 1 (Novembre 2008).
p.3.
Découvre la différence entre l'Arctique et l'Antarctique ainsi que la faune en Arctique.

Les glaces des pôles vont-elles disparaître ?
in : Wapiti. - Toulouse : Milan presses, 2007. - N° 247 : Destination espace (Octobre 2007).
p. 22 - 25.
Dans les régions polaires, la température augmente. Du coup, les glaces fondent. L'homme est-il responsable ?

Des signes inquiétants.
in : Wapiti. - Toulouse : Milan presses, 2007. - N° 246 : Le koala fait sa gym (Septembre 2007).
p. 56.
Le réchauffement planétaire est visible. Les glaces fondent, la végétation change, les animaux polaires sont perturbés... Cet article présente l'évolution de la banquise dans l'océan Arctique et la fonte des calottes glaciaires en Antarctique. Un schéma explique comment l'expédition Total Pole Airship mesurera l'épaisseur de la banquise depuis un dirigeable, dans le cadre de l'année polaire internationale.

Groenland en vue !
in : Wapiti. - Toulouse : Milan presses, 2007. - N° 244 : Dauphins bavards des mers (Été 2007).
En juillet 2007, des enfants et des scientifiques participent à une expédition appelée Sagax Groenland "double top". Ils vont parcourir le Groenland du plus haut sommet jusqu'au point le plus au nord, pour évaluer l'impact du réchauffement climatique sur la faune et la flore arctiques. Il est possible de suivre leur aventure sur leur site Internet.

Tara Arctic : gare à la banquise ! : Dernier épisode.
in : Wapiti. - Toulouse : Milan presses, 2007. - N° 241 : Bébés animaux : petits malins (Avril 2007).
Le navire scientifique *Tara* est dans les glaces de l'océan Arctique. La banquise en perpétuel mouvement risque d'engloutir les instruments de mesure. C'est dans ces conditions que les scientifiques vont travailler pendant 2 ans.

Coup de chaud sur l'Arctique ! / Jérôme Blanchart.
in : Science et vie junior. - Paris : Excelsior Publications, 2006. - N° 196 : 9 rêves pour changer le monde (Janvier 2006).
Le Grand Nord est en train de se réchauffer à la vitesse grand V. Quelles seront les conséquences pour la faune, la flore et le climat ? A bord d'un brise-glace, le reporter a partagé pendant 10 jours la vie de scientifiques canadiens qui essaient de comprendre comment va évoluer cette région du globe.

ARCTIQUE – ENJEUX POLITIQUES

ADULTE

ARTICLES DE PERIODIQUES

Un nouvel itinéraire pour les câbles sous-marins / Olivier Mélennec.
in : Le Marin. - Rennes : Infomer, 2012. - N° 3381 : Les nouvelles réalités maritimes de l'Arctique (27 avril 2012).
p.4.
L'allongement de la saison de navigation dans l'Arctique permet désormais d'y envisager la pose de câbles sous-marins. 3 projets sont connus à ce jour : l'Arctic Fibre canadien, l'Arctic Link américain et le Polarnet Projet russe. Les 2 premiers empruntent le passage du Nord-Ouest, le 3e longe les côtes russes. Tous visent à relier Londres (Grande-Bretagne) à Tokyo (Japon) avec de la fibre optique à haut débit.

Les pétroliers à la conquête de l'Arctique / Alain Simoneau.
in : Le Marin. - 2011. - N° 3319 : La SNCM à nouveau perturbée par un conflit très dur (18 février 2011).
p. 16.
Les réserves en hydrocarbures de l'Arctique attirent les convoitises des grands groupes pétroliers mondiaux. À commencer par BP et le pétrolier russe Rosneft qui viennent de signer un accord pour explorer une zone de 125 000 km2 (le quart de la superficie de la France).

Arctique : il faut prélever des échantillons du sous-sol océanique / Nicolas Quenez.
in : Adit.fr. - 2010. - (26 janvier 2010).
Article extrait du site internet http://www.bulletins-electroniques.com (BE Russie n°27)
Un géophysicien à déclarer qu'il fallait prélever des échantillons du sous-sol océanique à quelques kilomètres de profondeur pour démontrer l'appartenance du plateau continental arctique au territoire de la Russie. Ce chercheur russe a cité l'exemple de la dorsale Lomonossov, une chaîne linéaire qui relie le plateau continental de la Russie et du Danemark.

État des lieux / Aude Raux.
in : Géo. - Paris : Prisma Presse, 2009. - N° 367 : 5 océans pour une planète (Septembre 2009).
p.70-79.
Cet article fait le point sur les problématiques spécifiques à l'océan Austral (campagnes menées pour comprendre les bouleversements climatiques) ; l'océan Arctique (ressources en gaz et en pétrole convoitées entre autre par les États-Unis et la Russie) ; l'océan Atlantique (gestion des déchets et lutte contre la pollution) ; l'Océan Pacifique (protection des récifs coralliens) ; l'océan Indien (conséquences de l'élévation du niveau de la mer).

Arctique : une zone menacée et convoitée.
in : Le Marin. - Rennes : Infomer, 2008. - Dossier spécial : Haute mer : biodiversité, ressources et enjeux (12 décembre 2008).
p. 20.
A quoi bon créer des aires protégées en haute mer si l'un des rares terrains vierges de la planète est à ce point menacé ? La fonte des glaces renforce les convoitises sur l'Arctique, riche en ressources et route maritime d'avenir.

Hydrocarbures. Les pays riverains discutent du statut de l'Arctique.
in : Le Marin. - Rennes : Infomer, 2008. - N° 3178 : Pêche : la Commission épingle le plan Barnier (6 juin 2008).
p. 7.
C'est une première. Les 5 pays riverains de l'océan Arctique (Russie, États-Unis, Canada, Danemark, Norvège) se sont réunis à Ilulissat, au Groenland, pour discuter de l'avenir de cette zone et surtout de son sous-sol qui suscite toutes les convoitises.

Surveillance de l'Arctique canadien (information).
in : Adit.fr. - 2008. - (19 février 2008).
Article extrait du site internet http://www.bulletins-electroniques.com (BE Canada n°330)
Recherche et Développement pour la Défense Canada (RDDC) a entrepris un projet du programme de démonstration de technologies nommé "Surveillance dans le Nord". Ce projet a pour objectif de fournir au ministère de la Défense les options technologiques de surveillance les plus rentables. Des essais auront lieu dans l'Arctique de 2008 à 2010. Les résultats obtenus permettront de savoir s'il est possible de mettre en place un réseau permanent de stations de surveillance de l'Arctique.

Nord-Ouest. Le Canada veut contrôler le passage / Gilles Corlobé.
in : Le Marin. - Rennes : Infomer, 2007. - N° 3143 : Thon rouge : trois enquêtes en cours (5 octobre 2007).
p. 5.
L'été prochain, le Canada souhaite contrôler le transit maritime dans le passage du Nord-Ouest en installant des hydrophones posés sur le fond pour détecter navires et sous-marins. Pourtant selon les États-Unis et l'Union européenne le passage est un détroit international ouvert à tous.

Moscou estime avoir des preuves pour revendiquer une partie de l'Arctique.
in : Le Marin. - Rennes : Infomer, 2007. - N° 3142 : Grand Pavois : les chantiers au vent portant (28 septembre 2007).
p. 5.
Le ministère russe des Ressources naturelles a affirmé avoir recueilli des preuves scientifiques pour revendiquer les droits d'exploiter l'océan Arctique. C'est la commission des limites du plateau continental de l'Onu qui tranchera la question.

Changements climatiques dans le passage du Nord-Ouest : Contestation de la souveraineté canadienne et militarisation de l'Arctique / Frédéric Lasserre.
in : Diplomatie. - Lambesc : Areion, 2007. - Hors-Série N°2 : Géopolitique et géostratégie des mers et des océans (Août -Septembre 2007).
p. 49.
Les changements climatiques engendrent la fonte des glaces dans l'Arctique. Cette fonte des glaces laisse entrevoir la possibilité de l'ouverture des passages du Nord-Ouest et du Nord-Est entre l'Atlantique et l'Asie. Ces routes offriraient des possibilités commerciales à moindre coût, tout en permettant l'exploitation de gisements considérables de pétrole et de minerais.
Une carte "Le Grand Nord, une région aux multiples enjeux" présente les ressources naturelles (pétrole, gaz) ; les routes commerciales ; les lieux de tension entre les différents protagonistes et les zones de pollution (déchets nucléaires, ...).

Le Canada et le Danemark réagissent à l'expédition russe.
in : Le Marin. - Rennes : Infomer, 2007. - N° 3136 : Anguille : une restauration à très longue échéance (17 août 2007).
p. 4.
Une semaine après que la Russie ait planté son drapeau sur le sol sous-marin, à la verticale du pôle Nord, le Canada et le Danemark entendent réaffirmer leur souveraineté sur une partie de l'océan Arctique. Le Canada a pour projet la création d'un port en eaux profondes à Nanisivik et d'un camp d'entraînement militaire. Quant au Danemark, il a lancé une expédition pour cartographier les fonds marins au nord du Groenland. La mission Lomrog 2007 explorera les fonds afin de prouver que la dorsale de Lomonossov est bien une extension du Groenland.

"Il n'y a pas de pétrole sous le pôle Nord".
in : Libération. - Paris : SARL Libération, 2007. - (15 août 2007).
Article extrait du site internet http://www.liberation.fr
Yves Mathieu, ingénieur à l'Institut français du Pétrole, chargé des ressources mondiales d'hydrocarbures, explique qu'il n'y pas de pétrole sous le pôle Nord et que la course actuelle est symbolique. Par ailleurs, le réchauffement climatique, avec la fonte de la banquise, créé des ouvertures pour les bateaux. Entre le Japon, la Chine et l'Europe, le temps de transit pourrait baisser de 20 à 30 % et le coût de transport serait alors plus faible.

La Russie s'approprie l'océan Arctique / Philippe Urvois.
in : Le Marin. - Rennes : Infomer, 2007. - N° 3135 : La Russie s'approprie l'océan Arctique (10 août 2007).
p. 2.
Mir 1, un bathyscaphe russe s'est posé par 4 261 mètres de fond sous la banquise et a déployé un drapeau aux couleurs de son pays sur les fonds marins à la verticale du pôle Nord. La Russie n'est pas le seul pays à avoir des visées sur l'Arctique car la fonte de la calotte glaciaire pourrait rendre accessibles les hydrocarbures de cet océan.

La ruée vers l'or noir polaire a démarré / André Thomas.
in : Le Marin. - Rennes : Infomer, 2007. - N° 3135 : La Russie s'approprie l'océan Arctique (10 août 2007).
p. 3.
Les eaux situées sous la calotte glaciaire de l'Arctique sont l'objet de rivalités en raison du potentiel économique qui s'y dissimule. En effet, d'après l'Institut français du pétrole, l'Arctique pourrait contenir 10 % des réserves mondiales de pétrole et de gaz.

L'Arctique comme zone stratégique : les évolutions géopolitiques et les enjeux / Guillaume Martin de Clausonne (Capitaine de frégate).
in : Bulletin d'études de la marine. - Centre d'Enseignement Supérieur de la Marine, 2007. - N° 36 : France - Royaume-Uni : sauvegarde maritime, enjeux et perspectives (Janvier 2007).
L'Arctique est une zone stratégique très importante, qui recèle des ressources naturelles considérables (gisements marins d'hydrocarbures, ressources halieutiques...). Les pressions politiques s'exercent en vue de les acquérir. Découvrez les défis et les enjeux pour la France concernant les menaces qui pèsent sur l'écosystème de cette zone.

L'offshore dans le grand nord : un défi technique et environnemental.
in : Le Marin. - Rennes : Infomer, 2006. - N° 3080 : SeaFrance veut redresser la barre (21 juillet 2006).
Malgré les conditions extrêmes, l'exploitation du gisement de Snohvit n'est plus une vue de l'esprit.

L'Arctique canadien : nouvel enjeu géostratégique / Anne Pélouas.
in : Le Monde. - Paris : Société Editrice du Monde, 2006. - (27 mai 2006).
Le gouvernement d'Ottawa (Canada) s'inquiète : avec la fonte des glaces, l'ouverture de voies navigables dans sa zone arctique pose des problèmes de sécurité et de souveraineté. La région recèle aussi des réserves de pétrole et de gaz. États-Unis et Europe s'en mêlent.

JEUNESSE

ARTICLES DE PERIODIQUES

Des richesses à exploiter.
in : Wapiti. - Toulouse : Milan presses, 2007. - N° 246 : Le koala fait sa gym (Septembre 2007). p. 60.
Les pôles regorgent de trésors (hydrocarbures) : au nord, ils sont exploités, au sud, l'interdiction est totale. Trouver le juste milieu est délicat...

La ruée vers le nord / Jérôme Blanchart.
in : Science et vie junior. - Paris : Excelsior Publications, 2007. - N° 211 : Les dossiers secrets de la deuxième guerre mondiale (Avril 2007).
Alors que la fonte des glaces en Arctique préoccupe, certains y voient un nouvel Eldorado. En effet, le sous-sol de l'Arctique regorge de matières premières déjà très convoitées et notamment du pétrole