

POLES

N°3

JANVIER

2014

NORD & SUD

Antarctique,
un espace
international ?

L'aurore polaire,
signature des
caprices du soleil

Effet « cocktail
party » chez
les Empereurs

Régénération record
de la banquise
arctique hivernale





Grand Nord
Grand Large
LE VOYAGE POLAIRE

Notre équipe de spécialistes des régions polaires a conçu près de 300 voyages en croisière, à pied, en chiens de traîneaux, en kayak et à ski



Renseignements/réservations : www.gngl.com / 01 40 46 05 14

© ilovegreenland - greenland.com

s o m m a i r e

Pôles Images p4



par Xavier Desmier

p8 Actualités...

- Été 2013 : régénération record de la banquise arctique
 - Les poissons tempérés remontent vers l'Arctique
- Dératisation de la Géorgie du Sud : test positif
 - Le lac Vostok livrera-t-il tous ses secrets ?

Pôles Bioclimat p16

La mouche bleue profite du réchauffement climatique pour envahir Kerguelen



L'appel des Pôles p18

par Geoff Mosley

L'aurore polaire, signature des caprices du Soleil



par Frédéric Pitout
Fascinantes et longtemps inexplicables, les aurores polaires ouvrent la voie à la "météo de l'espace"

p24

p38 "Nous sommes un peuple de mangeurs de phoque"

par Aiju Peter



Pratiquée par les Inuit depuis des millénaires, la chasse au phoque s'est vue sanctionnée par l'Union Européenne qui en a interdit l'importation. Une Inuk dénonce l'impérialisme culturel européen



p50

Effet cocktail party chez les Empereurs

par Pierre Jouventin

Chaque manchot possède une signature vocale unique qui lui permet d'être reconnu par son partenaire ou son poussin au cœur d'une bruyante colonie

L'Antarctique est-il vraiment un espace international ? p62



par Anne Choquet

Au delà du cliché de la réserve naturelle consacrée à la paix et à la science, le régime juridique de l'Antarctique est autrement plus complexe

Pôles Point de vue p68

"Ne rêvons pas. L'Antarctique a toujours besoin de nos efforts"

par Michel Rocard



Pôles Philatélie p71

L'actualité de la philatélie polaire



Retrouvez sur notre site des compléments d'information sur les articles de ce numéro.
www.lecerclepolaire.com

L'APPEL DES PÔLES

200 personnalités du monde entier
s'engagent pour sauver les pôles

La campagne de L'Appel des Pôles révèle l'existence d'une conscience planétaire de la fragilité des régions polaires et de l'opportunité qu'elles nous offrent de gérer autrement la planète.



Albert II de Monaco
Prince de Monaco • Monaco

J'appelle de mes vœux à ce que les pays concernés s'engagent solennellement à préserver l'Arctique



Azizan Abu Samah
Météorologiste • Malaisie



Dmitri Chparo
Aventurier • Russie



Carsten Egevang
Ornithologue • Danemark



Susan Solomon
Chimiste • États-Unis



Michel Rocard
Ancien Premier Ministre • France

Le sauvetage de cette perle du monde qu'est l'Arctique va nécessiter un labeur diplomatique mondial tenace



Cecilie Skog
Aventurière • Norvège



Ian Stirling
Zoologiste • Canada

Une campagne >



Rejoignez l'Appel International des Pôles
www.thecallofthepoles.org



Les partenaires >



“ Grand Jeu dans le Grand Nord ”



LAURENT MAYET
Membre fondateur du Cercle Polaire.

On a beaucoup glosé sur la question de savoir où commence la zone Arctique et quel serait le critère le plus pertinent pour délimiter ce nouvel espace géopolitique où se concentrent enjeux de souveraineté, nouvelles routes maritimes, enjeux énergétiques et zones d'influence. On s'est surtout abusé en pensant que cette question relevait d'une ontologie scientifique et qu'une définition fondée objectivement mettrait un terme aux polémiques qui agitent les pays arctiques se disputant un improbable label *True North*, pour reprendre l'expression du Premier ministre canadien Stephen Harper. Ces querelles de légitimité s'expriment notamment dans les revendications sur les fonds marins du pôle Nord. A défaut d'un critère qui satisfierait les prétentions des acteurs politiques en présence, il fallut s'en remettre à une pluralité de définitions qui répondent à des approches méthodologiques différentes. De la définition de l'Arctique des écologues (ligne de l'arbre) à celle des océanographes (eaux de surface froides et peu salées) en passant par celle des climatologues (isotherme +10°C de moyenne en juillet), il y a là autant de représentations consistantes de l'Arctique et peut-être, au fond, une pluralité irréductible d'objets arctiques. Les sciences de la nature et de la vie n'étant pas à même de satisfaire la demande politique, on opta pour une solution universelle, à savoir la définition astronomique du cercle polaire situé à la latitude 66° 33' 45". L'adoption de ce critère lors de la création du conseil de l'Arctique en 1996 vint consacrer le format dit «A8» (8 *Arctic States*)

qui, à défaut de départager les prétentions des *challengers*, eut la vertu de fixer les limites du monde arctique et partant, de tracer une frontière entre les Etats arctiques et les autres Etats indirectement concernés. Cette résolution à engager une coopération régionale eût pour effet d'exacerber les prétentions de certains Etats compétiteurs qui entreprirent en 2008 de lancer un format «A5» (5 *Arctic Coastal States*) pour affirmer le leadership des Etats côtiers de l'océan Arctique. L'Islande qui satisfait tout juste au critère d'adhésion du conseil de l'Arctique par la vertu d'une petite île située à quelques dizaines de secondes d'arc au sud du cercle polaire, contesta la légitimité du format A5 en faisant valoir que selon la Convention OSPAR, la limite des «eaux arctiques» est située au nord du 60° parallèle et que par conséquent, elle est un Etat côtier et même le seul des 8 Etats arctiques dont tout le territoire est compris dans la zone Arctique. Le Canada, à l'initiative d'une réunion des A5 à Chelsea en 2010, se garda bien de rappeler sa définition administrative du Grand Nord qui commence au nord du 60° parallèle. A ce jeu des définitions, la Norvège s'expose à se voir contester son titre d'Etat côtier de l'océan Arctique car les mers de Norvège et de Barents sont situées au sud du front polaire, lequel marque la limite sud des eaux arctiques. Inutile de multiplier ces variations pour comprendre que la question de la délimitation de l'espace Arctique ne relève pas d'une enquête scientifique mais d'un jeu de rivalités et d'alliances politiques prenant appui sur des représentations empruntées aux sciences. ■

PÔLES NORD & SUD. Revue éditée par l'association Le Cercle Polaire, 6, rue Aimé Morot, 75013 Paris. Contact: contact@lecerclepolaire.com. Comité scientifique: Le Cercle Polaire. Directeur de la rédaction: Laurent Mayet. Rédacteur en chef: Stéphane Hergueta. Conception artistique: Yann Guillemette. Réalisation: Stéphane Hergueta. Infographie: Stéphane Hergueta. ABONNEMENTS: www.lecerclepolaire.com. IMPRESSION: Chirat, France. DISTRIBUTION: Le Cercle Polaire

IMPRIMÉ AVEC LE SOUTIEN DU CENTRE NATIONAL DU LIVRE
ET DES ÉDITIONS PAULSEN



XAVIER DESMIER

Photographe et plongeur, il a fait de nombreux reportages en Antarctique, à Crozet, au Groenland et au Canada.

En vingt ans de reportages dans les régions polaires, j'ai vu les orques de l'archipel Crozet des terres Australes et Antarctiques françaises menacées par la pêche. L'orque s'est habituée à venir prélever le poisson sur les lignes et les pêcheurs clandestins n'hésitent pas à se débarrasser des « voleurs ». La population d'orques a diminué en même temps que les activités de pêche augmentaient.

Ma première rencontre sous-marine avec les orques a eu lieu en 1998, lors de mon premier séjour de quatre mois sur l'île de la Possession, dans l'archipel Crozet. Les orques avaient fait leur apparition à Crozet depuis un mois. Visitant les plages l'une après l'autre, elles attendaient le bon moment pour saisir un jeune éléphant de mer qui se met à l'eau. On ne les voit pas, mais on sent leur présence. Personne n'avait jamais plongé avec elles sur leur territoire de chasse... Il me fallait dominer ma peur, apprendre à les approcher... Je me suis jeté à l'eau et j'ai attendu. Soudain, cette orque de plus de six mètres fond sur moi, gueule grande ouverte et... s'arrête à un mètre de mon objectif. Veut-elle m'intimider? Curieuse, elle se regarde dans mon hublot en plexi. Ses dents plus grosses que mon pouce me fascinent. Je suis heureux, j'ai gagné mon pari!

X. D.





Fjord d'Ikaasaartik, Groenland oriental, hiver 2007



Manchots royaux, île de la Possession, Archipel Crozet, août 1998

... Route maritime du Nord



La nouvelle réglementation sur la navigation dans les eaux de la route maritime du Nord (RMN) qui longe les côtes arctiques russes a été adoptée par le ministère des Transports de la Fédération de Russie en janvier 2013. La question reste posée de savoir si la réglementation russe de la RMN, tout comme d'ailleurs son pendant canadien, la réglementation NORDREG sur les eaux du passage du Nord-Ouest dans l'archipel canadien, sont en accord avec le droit de la mer ?

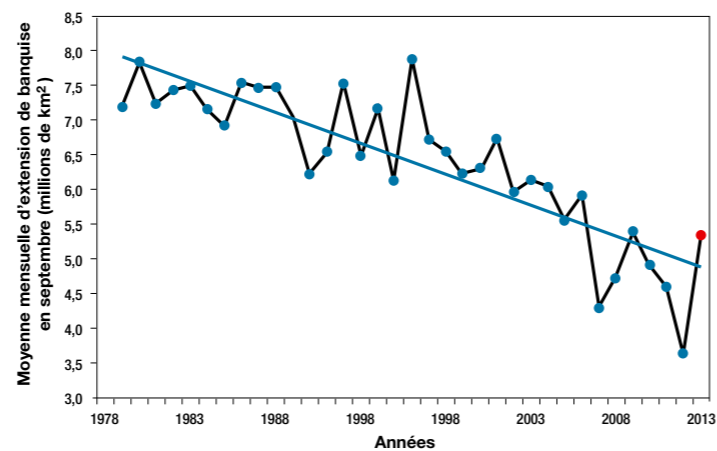
... Bonnes pratiques de tourisme au Svalbard

Face à la récente augmentation du tourisme de croisière dans l'archipel arctique du Svalbard (24 000 passagers en 2011 et 42 000 passagers en 2012), l'association des tours opérateurs de croisière d'expédition dans l'Arctique (www.aeco.no) a développé un guide de bonnes pratiques, financé par le fonds de protection de l'environnement du Svalbard, pour les débarquements de passagers sur 11 sites du Svalbard de l'Est destiné à minimiser les risques d'impact négatif sur l'environnement.

... Le Groenland s'ouvre à l'exploitation minière

Dans son aspiration forte à diminuer sa dépendance à l'égard des subsides danois et à diversifier son économie principalement basée sur la pêche, le gouvernement semi-autonome du Groenland a pris deux décisions importantes en octobre 2013 : mettre fin au moratoire sur l'exploitation des gisements de matières radioactives (uranium, terres rares...) et accorder une licence d'exploitation pour une durée de trente ans d'un gisement de minerai de fer à la compagnie britannique London Mining.

Régénération record de la banquise
Été 2013 : un mois de septembre particulièrement englacé



2013 est une année atypique dans la série des moyennes d'extension des glaces

Au 13 septembre 2013, le minimum annuel d'étendue de la banquise arctique n'avait pas atteint les valeurs record du minimum du 19 septembre 2012. À la fin de l'été 2013, la banquise arctique à son minimum couvrait encore 5,1 millions de km² alors qu'en 2012 elle s'étendait sur seulement 3,4 millions de km². Dans la série des années récentes particulièrement déglacées initiée en 2007, 2013 se positionne, avec 2009, comme l'année la plus englacée en septembre. De ce fait, même si la tendance moyenne à la décroissance de l'étendue des glaces de septembre depuis 1979 continue de s'affirmer, pour la première fois cette tendance se redresse légèrement : estimée à 14 % (de la moyenne sur la période 1981-2000) en 2012, elle n'est plus que de 13,7 % en 2013. Néanmoins, ce que l'on pourrait supposer être une reconstruction du couvert estival des glaces arctiques n'est sans doute que passager : depuis 2007, l'étendue des glaces arctiques ne s'est jamais rétablie aux niveaux observés au cours de la période antérieure, restant en deçà de la valeur la plus basse de cette période (5,6 millions de km² enregistrée en 2005). Tout en se caractérisant par des étendues globales similaires en fin d'été, les couverts de glace de 2009 et 2013 sont pourtant relativement contrastés. En septembre 2009, la glace s'était retirée de manière

plus marquée dans l'ouest de l'Arctique, libérant en particulier l'est du plateau des Tchouktches et le sud-ouest du bassin du Canada. A la différence, en 2013, la glace était plus proche de la moyenne climatologique dans ces régions tandis que son retrait dans l'est de l'Arctique était très marqué, atteignant, voire dépassant, celui de septembre 2012. L'englacement le long des côtes orientales du Groenland a ainsi été particulièrement faible en 2013 et la route du Nord le long des mers eurasiennes (Barents, Kara et Laptev) est restée largement ouverte durant l'été. Le relatif englacement de l'ouest de l'Arctique cet été a été associé à la présence d'une glace plus compacte qu'à l'habitude dans ces secteurs. En parallèle, un couvert de glace lui aussi relativement compact s'est maintenu dans la partie septentrionale de la mer de Sibérie Orientale. Ces deux anomalies ont contribué de manière essentielle à la différence très significative d'étendue des glaces entre 2012 et 2013.

Le cas de 2013, plus que de toute autre année, met en évidence la possibilité de contrastes très marqués de la banquise d'une année sur l'autre. Dans ce registre, la différence de couvert de septembre entre les deux années consécutives 2012 et 2013 (1,72 millions de km²) constitue, avec celle enregistrée entre 1995 et 1996 (1,75 millions de km²), un record de variation interannuelle pour le minimum de fin d'été depuis le début des observations satellitaires de ce couvert. Cependant, alors que le contraste entre 1996 et 1995 peut être attribué au caractère exceptionnel de l'année 1996 qui a vu une banquise couvrant l'ensemble de l'Arctique Central y compris les mers bordières (à l'exception de la mer des Tchouktches), le contraste entre 2013 et 2012 traduit plus certainement le caractère exceptionnel de l'été 2012.

2012 fut une année particulièrement chaude mais là n'est probablement pas l'unique raison de ce désenglacement exceptionnel, aidé aussi sans doute par un effet de pré-conditionnement de la glace devenue de plus en plus mince et labile au cours des dernières décennies. Des études récentes suggèrent que ces contrastes interannuels du minimum de glace restent pourtant difficiles à prévoir. En comparaison de 2012, l'été 2013 fut froid, certaines régions ayant même expérimenté des températures plus basses que la moyenne climatologique. La présence de basses pressions persistant pendant l'été au centre de l'Arctique a pu renforcer l'influence des températures atmosphériques relativement basses en facilitant l'étalement de la banquise sous l'action des vents.

Marie-Noëlle Houssais

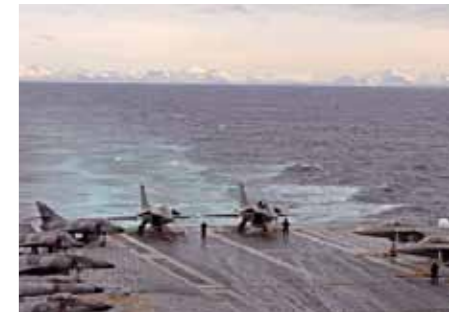
Stratégie Grand Nord
L'Arctique, un enjeu global

Entre 2006 et 2013, les 8 Etats dits « arctiques » (5 Etats riverains de l'océan Glacial arctique : Etats-Unis, Canada, Groenland / Danemark, Norvège, Russie ; et 3 Etats non-riverains de l'océan Arctique dont une partie du territoire est située au-dessus du cercle polaire arctique de latitude 66° 33' Nord : Finlande, Islande et Suède) ont défini et rendu public leur « Arctic Strategy », la plus récente étant celle du Pentagone présentée le 22 novembre 2013 par le secrétaire d'Etat à la Défense américain, M. Chuck Hagel. Depuis la dernière réunion ministérielle de mai 2013 à Kiruna en laponie suédoise, le conseil Arctique compte douze Etats observateurs (Allemagne, Chine, Corée du Sud, Espagne, France, Inde, Italie, Japon, Pays-Bas, Pologne, Royaume-Uni, Singapour) dont une grande partie a déjà précisé et affiché ses intérêts et ses ambitions au travers d'un document officiel de stratégie dans la zone Arctique. Le dernier en date est celui du *Foreign & Commonwealth Office* présenté le 17 octobre 2013 par le Secrétaire d'Etat aux Affaires polaires, Monsieur Mark Simmonds.

La France compte ainsi parmi les douze Etats non-arctiques diplomatiquement actifs au Conseil Arctique et plus généralement dans les Affaires arctiques, lesquelles ne se réduisent pas loin s'en faut, au néanmois politiquement incontournable forum intergouvernemental du Conseil Arctique. L'Union Européenne quant à elle, forte de plusieurs documents officiels de stratégie sur la région arctique et de près de 200 millions d'euros de son budget investis depuis 2002 dans la recherche scientifique sur l'Arctique, s'est vue une nouvelle fois refuser à la dernière réunion ministérielle du Conseil Arctique, sa demande de statut d'observateur en raison du différend avec le Canada relatif à l'interdiction de commercialisation des produits dérivés du phoque. La France, sous l'impulsion de son ambassadeur pour les pôles, M. Michel Rocard, prépare sa stratégie sur le Grand Nord circumpolaire pour la fin de l'année 2014.

Stéphane Hergueta

17 avril 2010,
le porte-avion
Charles de
Gaulle franchit
le cercle
arctique



MARINE NATIONALE

Antarctique

L'Iran en terre de paix et de science ?

L'Iran envisagerait d'installer dans les trois prochaines années une base permanente en Antarctique, a déclaré Vahid Chegini, Directeur de l'Institut océanographique national iranien, dans un entretien à l'agence d'information des étudiants iraniens le 8 janvier 2012. La nouvelle a de quoi surprendre car l'Iran n'a jamais manifesté son intérêt de rejoindre le Traité sur l'Antarctique. M. Chegini a précisé que ce projet s'inscrirait dans une stratégie en six étapes: création d'un centre national de recherches en Antarctique « pour étudier les aspects juridiques, politiques, économiques, militaires (?) et scientifiques », « disséminer » des chercheurs iraniens dans des bases étrangères pour acquérir une expérience sur le terrain, installer une base, construire un brise-glace de recherche scientifique. Au terme de ces quatre étapes, le futur centre national de recherches en Antarctique serait à même d'assurer par ses propres moyens une première campagne d'été en vue de préparer pour l'année suivante, un premier hivernage. M.

Chegini a fait remarquer que plus de 40 États ont rejoint le Traité; et de citer l'exemple de l'Inde, du Pakistan et de la Turquie, qui sont parties au Traité, et ceux des Émirats Arabes Unis, du Qatar, de l'Arabie Saoudite et du Koweït qui en seraient à la phase 2 de leur

stratégie antarctique, à savoir la « dissémination de chercheurs dans des bases étrangères ». Le moins que l'on puisse dire est que M. Chegini a un niveau d'information lacunaire du système du Traité sur l'Antarctique (il n'y a pas de volet militaire dans le Traité de l'Antarctique, le Pakistan n'est pas partie au Traité, le Traité compte 49 États parties...) qui le conduit à ne pas voir un point important du droit de l'Antarctique, à savoir que l'installation d'une station ou l'envoi d'une expédition sur le continent blanc n'est ni une condition ni une voie d'adhésion au Traité. A moins bien sûr que Téhéran, qui ne s'est pas exprimé officiellement sur le sujet, considère qu'il n'est pas nécessaire... d'adhérer au Traité pour installer une base en « terre de paix et de science. »

L. M.



SHAWN HARPER, UNIVERSITY OF ALASKA FAIRBANKS

Biodiversité boréale

Les poissons tempérés remontent vers l'Arctique

Le jour de l'ouverture de la conférence de l'Année polaire internationale à Montréal, le 22 avril 2012, une ONG américaine, le PEW Environment Group a lancé une pétition à laquelle se sont ralliés quelques 2000 scientifiques, pour réclamer un moratoire sur les activités de pêche dans l'océan Arctique tant que la recherche et une réglementation ne permettront pas d'assurer une gestion durable des ressources vivantes.

Cette mobilisation fait écho à des prévisions encore sujettes à caution selon lesquelles le recul des glaces de mer boréales allié au réchauffement des eaux de surface du Pacifique Nord et de l'Atlantique du Nord pourrait favoriser la migration de certaines espèces de poissons commercialement importants (morue de l'Atlantique, hareng, morue du Pacifique, colin d'Alaska...) des eaux tempérées vers les eaux froides du bassin arctique. Dans

le rapport ACIA sur les conséquences du réchauffement du climat de l'Arctique, le groupe d'experts «Pêches et Aquaculture» s'appuie sur l'analyse des réponses des quatre grands écosystèmes marins concernés (Mer de Norvège/mer de Barents, eaux environnantes de l'Islande et du Groenland, large des côtes Nord-Est du Canada et mer de Bering) à des épisodes de réchauffement survenus dans le passé pour ébaucher des prévisions dans le

cadre des scénarios du GIEC. Les conclusions de ce travail sont que le réchauffement du climat de l'Arctique va "très probablement" favoriser un déplacement vers le Nord des distributions d'espèces de poissons tempérés ainsi qu'une expansion de leurs zones d'habitat.

L'imperfection de ces prévisions tient à la méthode elle-même: rien ne permet d'affirmer que les écosystèmes marins réagiront à des épisodes de réchauffement de la même manière qu'ils l'ont fait par le passé dans des conditions pourtant similaires. Autrement dit le principe méthodologique "toutes choses égales par ailleurs" (*ceteris paribus*) ne s'applique pas à des systèmes aussi complexes que les écosystèmes biologiques marins. En attendant, sur le terrain, les observations corroborantes s'accumulent: "De plus en plus d'espèces atlantiques pénètrent dans le détroit [de Fram]" déclarait récemment Michael Klages de l'Institut Alfred Wegener, en Allemagne; "les espèces commerciales du Pacifique Nord, comme le crabe royal, sont entrées dans la mer de Beaufort", expliquait de son côté Jacqueline Grebmeier, de l'Université du Maryland aux États-Unis.

Prudent, le rapport ACIA s'en tient à un constat d'incertitude et ne dit rien quant à la nécessité ou pas d'adopter une approche de précaution. La seule chose dont on peut être sûr, conclut le rapport, est que les effets du réchauffement climatique sur les équilibres biologiques dans l'océan Arctique seront de bien moindre importance que les conséquences de l'absence d'un encadrement juridique de l'exploitation durable des ressources. L. M.

Mortalité néonatale en hausse Les bébés phoque du Groenland privés de lait

Le réchauffement climatique durant ces trente deux dernières années a largement réduit l'extension de la banquise sur les sites de reproduction du phoque du Groenland de l'Atlantique Nord, sur la côte est du Canada et du Groenland comme en mer Blanche au nord de la Russie. Ce retrait des glaces de mer s'est accompagné d'une augmentation alarmante de la mortalité néonatale des phoques dans leurs premières semaines de vie. C'est ce que démontre l'étude réalisée par David W. Johnston et son équipe du laboratoire de biologie marine de l'université de Duke (USA) inféodé à la banquise, le phoque du Groenland utilise la banquise saisonnière pour mettre bas de février à avril et allaiter son petit, en seulement 12 jours, jusqu'au sevrage. Cette très courte période d'allaitement permet à ce phoque arctique de mener à bien sa reproduction dans les zones subarctiques où la débâcle est très précoce. Adaptés aux variations naturelles pluriannuelles du climat, les populations du phoque du Groenland fluctuent avec les variations annuelles d'extension de banquise qui en résultent. Sur la côte Est du Canada, l'effondrement des populations entre 1950 et 1972, dû à une succession d'hivers tempérés et humides, a été compensé grâce aux hivers froids et secs de la période 1973-2000. Mais depuis 1979, l'en-

glacement de ses sites de reproduction ne cesse de diminuer, perdant 6% de son extension par décennie, sous l'effet du réchauffement climatique. L'espèce changera-t-elle de site de reproduction? Pour David W. Johnston, la probabilité est très faible: la plupart des phoques reviennent systématiquement se reproduire sur le site où ils sont nés. D'autres phoques arctiques qui se reproduisent sur la banquise sont touchés par la dégradation de la glace de mer au printemps: les populations de phoque barbu de l'est du Groenland ont chuté de 90% ces 50 dernières années! S.H.

Depuis 1979, l'aire de reproduction du phoque du Groenland diminue de 6% tous les 10 ans



HTTP://WWW.KEWLWALLPAPERS.COM

En bref...

Spa tropical pour les orques antarctiques ?

Le suivi satellite de 12 orques antarctiques marqués en Péninsule antarctique par l'équipe de Robert Pitman (NOAA, La Jolla) a révélé que ces super prédateurs effectuent des migrations entre février et avril vers les eaux tropicales au large de l'Uruguay et du Brésil. Ce circuit migratoire effectué en 42 à 109 jours, couvrant jusqu'à 9200 km, est fait sans faire escale pour mettre bas ou s'alimenter sur une zone particulière. Seuls faits marquants: les animaux nagent moins vite dans les eaux chaudes que sur le reste du trajet; la coloration brun-jaune de leur peau, due à un dépôt d'algues microscopiques collectées dans les eaux antarctiques, a disparu à leur retour. Selon Robert Pitman, les eaux chaudes (+24°C) permettraient aux orques de régénérer plus rapidement leur peau abîmée par les contacts répétés avec la glace que dans les eaux glacées (-1,9°C) de l'océan Austral.

Les orques antarctiques migrent vers les tropiques pour soigner leur peau



SOUTHWEST FISHERIES SCIENCE CENTER / NOAA LA JOLLA

Une forêt amazonienne sous la banquise !

On pensait que le phytoplancton ne pouvait pas se développer sous la banquise. L'expédition océanographique de la Nasa ICECAP menée pendant les étés 2010 et 2011 vient de montrer le contraire, en mesurant sous la glace de mer au large de l'Alaska, des concentrations d'algues microscopiques jusqu'à 10 fois supérieures à celles observées dans les eaux libres de glace. Mais il y a plus : la quantité de micro-algues double en une journée sous la banquise, contre 2 à 3 jours en eau libre. Loin d'être le désert végétal que l'on croyait, les eaux de l'océan Arctique recouvertes par les glaces pourraient être un élément clé de la richesse des écosystèmes marins arctiques et la question se pose alors de savoir quel sera l'impact du recul de la banquise sur cette production végétale qui alimente la faune marine de l'océan Arctique.

Lutte contre les espèces invasives Dératisation de la Géorgie du Sud : test positif

Les espèces introduites sont responsables, dans le monde, d'une grande perte de biodiversité, et les conséquences sont encore plus dramatiques dans les îles. Parmi toutes les espèces d'oiseaux éteintes dans un passé récent, 90% étaient insulaires et la plupart a disparu suite à l'introduction par l'homme de prédateurs non endémiques tels que chats, hermines, renards et rats.

On a déjà enregistré la disparition d'une dizaine d'espèces d'oiseaux dans les territoires d'Outre-mer anglais et le phénomène s'accélère. Résultat d'une évolution de plusieurs millions d'années, ces oiseaux disparaissent à l'échelle de quelques décades. Bien que ces extinctions aient été jusqu'ici difficiles, voire impossibles à éviter, aujourd'hui, les choses ont changé. D'énormes progrès ont été effectués dans l'éradication des mammifères invasifs, particulièrement en Nouvelle-Zélande et des îles de plus en plus grandes sont maintenant traitées avec succès.

Quelques dizaines d'années après que James Cook, en 1775, ait foulé pour la première fois le sol de la Géorgie du Sud, l'île a attiré une foule d'aventuriers, avides de tirer profit des énormes colonies de mammifères marins. Bien que phoquiers et baleiniers aient quitté depuis longtemps ces rivages, ils ont laissé un témoignage de leur activité passée en introduisant les rats. Prédateurs accomplis, les rats se nourrissent des oisillons des millions d'oiseaux qui nichent sur l'île, à tel point que certaines espèces ont complètement disparu des régions infestées. L'oiseau chanteur le plus austral de la planète – le pipit de Géorgie du Sud – a depuis perdu la majeure partie de son habitat d'origine.

La nature sauvage de Géorgie du Sud se trouve désormais à une époque charnière : sans intervention humaine, une nouvelle espèce va disparaître, et plusieurs autres vont voir leurs effectifs chuter car les rats colonisent inexorablement les quelques zones dont ils étaient exclus jusqu'à présent, par le barrage naturel offert par les glaciers qui couvrent l'essentiel de la Géorgie. Mais sous l'effet du réchauffement climatique, ces glaciers sont tous en récession et ouvrent de nouveaux accès aux rats. Toutefois, ce scénario

Phoquiers et baleiniers ont introduit les rats en Géorgie au XIX^e siècle



LAURENT MAYET / LE CERCLE POLAIRE

catastrophe n'est pas inexorable. Quelques îles et îlots, éloignés de la côte et exempts de rats, offrent un réservoir biologique à partir desquels les oiseaux peuvent recoloniser l'île principale si les rats y sont éradiqués.

L'idée d'éradiquer les rats de la Géorgie du Sud fait son chemin depuis plus de dix ans, mais la tâche paraît si grande – dix fois la superficie de tout autre projet similaire de par le monde – que le Gouvernement britannique a toujours renoncé à l'entreprendre. Puis il y a quatre ans, le South Georgia Heritage Trust (SGHT), s'est penché sur la faisabilité du projet et a courageusement décidé de le mettre en chantier.

Combien cela coûte-t-il ? L'éradication totale des rats de Géorgie du Sud est estimée à 7 millions de Livres. Un programme à cette échelle est généralement financé par les Gouvernements, comme c'est le cas pour des projets similaires dans les îles subantarctiques de Campbell et Macquarie, mais en ce qui concerne la Géorgie, le financement devait être privé. Après avoir avancé les fonds de la phase 1, le SGHT recherche les 5 M£ nécessaires pour finir le travail. Une fois accompli, ce programme pourra se targuer d'être un des plus importants projets environnementaux de conservation/restauration financé sur fonds privés.

La Géorgie du Sud est si étendue que l'éradication ne peut être exécutée en une seule saison, vu l'énorme quantité d'appâts à disséminer. La nécessité de répartir la tâche sur plusieurs saisons a permis d'utiliser la phase 1 comme phase test. Effectuée sur une surface relativement réduite, la zone est isolée du reste de l'île par de puissants glaciers, sur lesquels les rats ne s'aventurent pas. La zone choisie est située autour du «settlement» de King Edward Point. Elle ne couvre que 12% de la surface totale infestée

par les rats, mais, si l'opération réussit, cela représentera déjà la plus vaste zone au monde à être débarrassée d'une espèce invasive.

Cette première phase s'est achevée début avril 2011. En trois semaines de campagne, des appâts empoisonnés ont été dispersés sur 125 km² grâce à l'intervention de 2 hélicoptères et de 11 personnes sur le terrain. Les jours de beau temps, chaque hélicoptère, auquel est suspendu un seau muni d'un disperseur, peut traiter une zone de la taille de la ville de Londres. Il est beaucoup trop tôt pour prétendre que plus un seul rat n'est présent sur les surfaces traitées, les péninsules de Greene, Thatcher et Mercer ainsi que l'île de Saddle, mais, une semaine après la dispersion du poison, aucun rat vivant ni aucun signe de sa présence n'a été détecté. Ce n'est pas faire preuve d'un optimisme outrancier que d'affirmer que Grytviken et toute la région qui l'entoure est sans doute libre de rat, pour la première fois depuis 200 ans. Il est même probable que, dès la saison prochaine, le pipit revienne y nicher.

L'équipe doit évaluer les résultats dans 18 mois et entreprendre, si les fonds nécessaires ont été trouvés, la deuxième phase de l'opération : l'éradication sur le reste de l'île. Tâche énorme qui devrait mobiliser les intervenants pendant deux ou trois saisons, mais abordée avec un certain optimisme après l'entier succès de la phase de test qui s'est déroulée sans problème majeur.

Rêve impensable il y a seulement dix ans, il est aujourd'hui possible que les millions d'oiseaux de la Géorgie du Sud retrouvent bientôt leur habitat ancestral.

Cristian de Marliave

Se nourrissant des oisillons au nid, les rats menacent les millions d'oiseaux venus se reproduire en Géorgie du Sud, seule terre émergée à des centaines de kilomètres à la ronde.

Déclarons la Géorgie du Sud exempte de rat en 2015!

Grâce à de généreux donateurs, la première phase a pu être financée, mais le SGHT a besoin de vos dons pour finir le travail. Pour un don de 90£ ou 100€, c'est un hectare dératé soit un hectare de leur habitat d'origine rendu aux oiseaux. Faites un don en ligne à l'adresse : www.sght.org/Sponsor-a-hectare

Spécial Vostok...

Vostok contre Ellsworth "prestige oblige"

En escale à la station Vostok, le 21 janvier 2012, le Cercle Polaire a été témoin de l'extraction d'une carotte prélevée le jour même à 3738 m, soit 30 m au-dessus du lac. De toute évidence, à l'approche de l'hiver, le percement du lac semblait impossible, mais deux semaines plus tard, l'objectif était atteint! Pourquoi tant de hâte alors que l'étude du lac devrait attendre l'été suivant? La quête de prestige national n'est sans doute pas étrangère à cet empressement, d'autant que les britanniques avaient annoncé le percement du lac Ellsworth en Antarctique occidental pour l'été 2013, forage qui n'a pu aboutir, et que les américains du projet Wissard ont réussi à remonter des échantillons du lac Whillans en 2013. Sacré Haut-lieu de la coopération internationale, l'Antarctique exhale encore parfois un parfum de « guerre froide ».



LE CERCLE POLAIRE

Après sept années d'efforts, la 57^e Expédition Antarctique Russe a percé la surface du lac Vostok le 5 février 2012 par 3769,3 m de profondeur. Initié en 1989, le forage glaciaire 5G avait bien failli s'arrêter avec l'effondrement du régime soviétique en 1992. Sous l'impulsion du glaciologue Claude Lorius, la collaboration russo-franco-américaine a permis de le reprendre et d'atteindre la base de la calotte polaire à 3623 m en 1998. Les carottes de glace du forage 5G ont permis de démontrer la relation entre gaz à effet de serre et température moyenne de notre planète et de retracer 400 000 ans d'histoire de notre climat. L'histoire aurait pu s'arrêter là, mais le carottier a rencontré sous la calotte polaire de la glace de regel des eaux de la surface du lac Vostok situé sous la station russe. Isolé depuis 25 millions d'années, les eaux du lac Vostok offrent l'opportunité d'étudier un environnement inchangé depuis l'englacement du continent Antarctique, opportunité que les russes ont décidé de saisir malgré les recommandations émises par le Comité pour la Protection de l'Environnement antarctique (CEP) pour éviter la contamination du lac par le kérosène utilisé pour le forage. Respectant les termes du traité Antarctique, les autorités russes ont produit dès 2003 une étude d'impact environnemental pour le forage lui-même, et développé de nouvelles techniques permettant la reprise du forage en 2005. Des échantillons de l'eau du lac remontée de 30 m dans le puits de forage ont été analysés par une équipe américaine qui a annoncé la découverte de 3507 fragments d'ADN, résultats contestés par certains selon qui seul le contenu en gaz dissous pourra être connu, si le mélange kérosène-fréon n'a pas pollué les échantillons et le lac... Stéphane Hergueta

La station russe Vostok, enfouie dans le névé, est située au pôle du froid

LE CERCLE POLAIRE

Réserve de Vostok: la dernière carotte du jour prélevée à -3738 m.



Vers l'exploration scientifique du pétrole antarctique

Le percement du lac Vostok a été un véritable exploit technologique. Les russes sont à ce jour les seuls à avoir réussi à forer aussi profond dans une glace proche de son point de fusion et, bien que polluant, le mélange kérosène-fréon permet de garder ouvert toute l'année le puits contrairement à l'eau chaude utilisée par les américains et les anglais. Deux conditions techniques cruciales pour toute exploration du potentiel pétrolier antarctique, interdite par le protocole de Madrid jusqu'en 2048. Est-ce un hasard si les russes ont présenté leur stratégie de développement des activités de la Fédération de Russie à la 34^e réunion consultative du Traité sur l'Antarctique en juin 2011: rechercher les ressources minérales et hydrocarbures en Antarctique et dans les mers adjacentes d'ici à 2020? De l'exploration scientifique à l'exploration industrielle, la frontière est parfois floue....



Aidez-nous à dératiser la Géorgie du Sud

Introduit au XIX^e siècle, le rat surmulot menace la survie des dizaines de millions d'oiseaux qui nichent dans ce "Serengeti" de l'océan Austral qu'est la Géorgie du Sud.

Pillant les nids, les rats ont évincé une dizaine d'espèces d'oiseaux, dont le Pipit de Géorgie endémique de l'archipel. Réfugiés sur les îlots alentour, ces oiseaux ne retrouveront leur habitat que si l'on peut totalement éradiquer les rats de l'île.



Les deux tiers des côtes de Géorgie envahies par les rats



125 km² dératés par la SGHT en avril 2011



Sponsorisez la dératation d'un hectare de Géorgie du Sud

Grâce à de généreux donateurs, dont l'industriel passionné des pôles Frédéric Paulsen, le South Georgia Heritage Trust a lancé en avril 2011 un programme de dératation pour éradiquer cette espèce invasive de l'île avant 2015.

Pour financer l'éradication de tous les rats de l'île, le SGHT a besoin de vos dons. Pour un don de 100 €, vous permettez de dératifier un hectare et de rendre aux oiseaux leur habitat d'origine

Faites un don en ligne à l'adresse: www.sght.org/Sponsor-a-hectare

Bioclimat

Espèce invasive La mouche bleue profite du réchauffement du climat de Kerguelen

DEPUIS 1978, UNE MOUCHE À VIANDE entame l'invasion de l'archipel sub-antarctique de Kerguelen grâce aux effets du réchauffement climatique qui lui permettent de s'y reproduire et de concurrencer une mouche aptère locale.



La mouche bleue (en haut) et la mouche aptère (en bas) se disputent les déchets de Kerguelen



Arrivée dans les années 1970, probablement depuis l'île de la Réunion avec le ravitaillement destiné aux personnels scientifiques et techniques français qui travaillent à la base permanente de Port-aux-Français, la mouche bleue (*Calliphora vicina*) s'est installée à Kerguelen, archipel le plus au sud des Terres Australes et Antarctiques Françaises dans l'océan Indien. D'abord circonscrite dans les bâtiments chauffés de la base, cette mouche commensale de l'Homme, très commune dans les régions tempérées de l'hémisphère Nord, a été signalée pour la première fois en 1978 comme espèce invasive présente autour de la base de Port aux Français. Depuis cette date la mouche étrangère, qui bénéficie des changements actuels du climat, ne cesse d'étendre régulièrement son territoire et, dans certains secteurs, menace la survie d'une espèce de mouche sans aile autochtone. Situées dans la zone australe de l'océan Indien, entre 48° 30' et 50° de latitude Sud, les îles Kerguelen sont placées juste au nord de la convergence Antarctique où s'affrontent les eaux tempérées fraîches du sud de l'océan Indien et les eaux froides de l'océan Austral. Balayées par les vents violents des "Cinquantièmes Hurlants", ces îles connaissent un climat froid subpolaire où la température moyenne varie de + 7,7° C en février à + 2° C en juillet. Isolée à 3 300 km de l'Afrique du Sud, la faune et la flore des Kerguelen présentent un fort taux d'endémisme. Ainsi, 23 des 39 espèces d'insectes répertoriés à Kerguelen en 2007 sont propres aux îles subantarctiques de l'océan Indien ou n'existent qu'à Kerguelen. Les 16 autres espèces ont toutes été introduites par l'Homme accidentellement avec des effets plus ou moins néfaste pour l'équilibre du fragile écosystème insulaire de Kerguelen. L'arrivée en 1913 d'un carabe carnivore, *Merizodus soledadius*, venu clandestinement des îles Malouines avec les moutons introduits à Kerguelen pour nourrir les baleiniers, s'est accompagné d'un recul des populations d'une espèce de mouche aptère, *Anatalanta aptera*, endémique des îles subantarctiques de l'océan Indien, Crozet, Kerguelen et Heard. Cette

mouche nécrophage occupe de vastes territoires dans les milieux où nichent les oiseaux marins, où elle se nourrit de déchets végétaux et animaux. Les larves d'*Anatalanta* constituent des proies abondantes et faciles pour ce prédateur, très actif dans un milieu où les prédateurs sont naturellement peu représentés. Lorsque la mouche bleue a commencé à coloniser les plages de Kerguelen dans les années 1980, ses larves sont entrées en compétition avec celles de la mouche aptère. Les asticots de la mouche bleue, également nécrophages, se nourrissent sur les mêmes déchets que les larves d'*Anatalanta* qu'ils supplantent par leur nombre et leur voracité. Depuis lors, l'invasion de Kerguelen par la mouche bleue s'étend. Comment expliquer le rapide succès de cette mouche étrangère depuis à peine 25 ans alors que cette espèce cosmopolite, qui a su conquérir tous les biotopes des tropiques aux régions arctiques, y était sans doute déjà arrivée sur les navires ayant abordé aux Kerguelen depuis leur découverte, mais sans s'établir ? Intriguée par le phénomène, l'équipe ECOBIO de l'Université de Rennes 1 étudie, avec le soutien de l'Institut Polaire Français (IPEV) depuis plusieurs années la distribution et les fluctuations d'abondance et d'activité de la mouche bleue. Parallèlement, les

À Kerguelen, la température moyenne a augmenté de 0,5° C depuis 1960.

chercheurs ont déterminé la quantité minimale d'énergie annuelle nécessaire au déroulement du cycle vital complet de cette mouche dont chaque étape nécessite un apport d'énergie donné. En comparant la valeur obtenue avec les températures relevées sur Kerguelen depuis 1951, on observe que ce seuil énergétique n'a jamais été régulièrement atteint à Kerguelen avant 1980 ! Jusqu'à cette date, la mouche bleue ne pouvait donc pas se reproduire dans l'archipel. Depuis, l'emballlement du réchauffement climatique dans la zone subantarctique a permis l'implantation de cette espèce à Kerguelen, où la température moyenne a augmenté de 0,5° C depuis 1960. Dans la partie ouest de l'archipel, qui porte la calotte glaciaire de Cook, les températures sont légèrement moins élevées et c'est sans doute la raison pour laquelle la mouche bleue n'a pas encore été observée dans ce secteur. Toutefois, le recul observé de ce glacier depuis 1962 laisse augurer d'une prochaine conquête et les scientifiques suivent d'un côté le recul du glacier et de l'autre les avancées de la mouche bleue et le recul de la mouche aptère pour évaluer les effets du réchauffement à Kerguelen. ■

Mouche bleue



Anglais : Blue bottle fly
Espagnol : moscas azul botella
Nom latin : *Calliphora vicina*
Famille : Calliphoridae ;
Ordre : Diptères
Classe : Arthropodes
Taille : de 4 à 15 mm de long
Régime alimentaire : déchets de plantes, excréments et animaux en décomposition

Durée de vie : de 1 à 2 mois pour l'adulte
Reproduction : jusqu'à 300 œufs pondus dans un cadavre frais ou une plaie ouverte
Développement : 3 stades larvaires avant de former une puppe dont émerge l'adulte



La mouche bleue, aussi appelée mouche à viande, est une espèce dont les caractéristiques physiologiques et l'opportunisme alimentaire lui ont permis de conquérir la plupart des écosystèmes situés entre l'Arctique et les tropiques. Ses muscles alaires pouvant fonctionner dès 12 à 13°C, elle peut rester active à des températures plus basses que la plupart des mouches (5 à 6° C lorsqu'il y a du soleil). La durée du développement larvaire varie avec la température ; il dure environ 18 jours, dont 11 jours pour le stade puppe, à une température constante de 27°C. Lorsque la température est insuffisante, le développement est interrompu par une diapause et la larve passe à un mode de vie ralenti jusqu'au retour de conditions de température favorables.

L'appel des Pôles



Aqçaluk Lynge | Ranulf Fiennes | Stefano Ventura | Rodrigo Jordan | Joe Borg



Ivan E. Frolov | Birgit Sattler | Magdalena A. K. Muir | Flavio Justino | John Splettstoesser



Jörn Thiede

Une conscience planétaire de la fragilité des milieux polaires. Lancé par le think tank le **Cercle Polaire** dans 80 pays, l'appel des pôles collecte les témoignages de **politiques, scientifiques et aventuriers** engagés dans la **protection des pôles**. Retrouvez-les dans «**Pôles Nord & Sud**».



J-C. Gascard | Liv Arnesen | Kunio Rikiishi | Patrick Quilty | Shri Rasik Ravindra



Geoff Mosley

Geoff Mosley est un défenseur éclairé de la conservation de la nature. Il a dirigé la Fondation australienne pour la conservation de la nature (FCA) de 1973 à 1986 et a été conseiller régional à l'IUCN de 1981 à 1988. Depuis 1987, il coordonne le collectif *People for an Antarctic World Park*. Décoré de l'*Australie* pour son travail, il s'est vu décerné en 2008 le *World Environment Day Award* par l'association australienne des Nations-Unies.

J'ai commencé à m'intéresser à l'Antarctique le jour où, en 1974, un groupe de scientifiques spécialistes du pôle Sud est venu demander au directeur de la Fondation australienne de conservation de la nature (FCA) que j'étais, de leur prêter main forte dans leur action en faveur de la protection de l'Antarctique. J'avais à l'époque développé une sensibilité aux milieux polaires à l'occasion de plusieurs voyages dans le Grand Nord finlandais, norvégien et américain. Au regard de l'intérêt fort que l'Australie a toujours manifesté à l'égard de l'Antarctique, il m'a semblé qu'il y avait là une voie de travail prometteuse. Après longue réflexion, les deux décisions de principe adoptées par la FCA furent que (août 1975) l'Antarctique devait être préservé comme une terre vierge interdite à toute activité minière et (mars 1979) qu'il était urgent de demander aux puissances antarctiques d'entériner cette ambition en travaillant à inscrire le continent antarctique à la liste du Patrimoine mondial de l'UNESCO. Depuis ces dates, ces deux objectifs n'ont pas cessé de guider notre action. La FCA aidée par la mobilisation du public australien a joué un rôle décisif dans la décision de notre gouvernement de ne pas ratifier la Convention de Wellington et de soutenir le principe d'une interdiction des activités minières à durée indéfinie plutôt qu'un moratoire limité dans le temps comme étaient prêts à l'accepter certains Etats antarctiques. Le couronnement de notre action fût bien sûr l'adoption du protocole de Madrid en octobre 1991. Malheureusement la situation du sixième continent n'était pas aussi sécurisée qu'il y paraissait car la

majorité des pays du monde ne sont pas liés par ce Protocole. L'inscription du continent antarctique à la liste du Patrimoine mondial de l'UNESCO devint notre unique et principal objectif. Cette inscription aurait deux conséquences principales : elle permettrait d'abord d'élargir le nombre de parties prenantes jusqu'à inclure presque tous les pays du monde et concourrait à mieux faire connaître les caractéristiques de l'Antarctique en tant que patrimoine universel exceptionnel, de les faire respecter plus largement et, ensuite, de mieux les protéger des influences extérieures au continent. Que le sixième continent, archétype même du patrimoine mondial naturel et dernier grand espace vierge, ne figure pas sur la liste du Patrimoine de l'UNESCO constitue à nos

“ Hier comme aujourd'hui, l'inscription du **continent antarctique** sur la liste du **Patrimoine mondial de l'UNESCO** reste notre principal objectif. ”

yeux une situation injustifiable qu'il faut corriger de toute urgence. Notre mission consiste non seulement à expliquer l'importance du système antarctique dans les grands équilibres de notre planète mais également à souligner l'enjeu symbolique majeur que représenterait une pareille avancée à même d'inspirer d'autres avancées importantes et plus urgentes encore, de coopération internationale en matière de protection de l'environnement. ■

Les 100 premiers témoignages de l'appel des pôles sont consultables sur l'espace adhérents du site internet du Cercle Polaire : www.lecerclepolaire.com
La campagne de l'Appel des Pôles sera relancée en mai 2014 avec 100 nouveaux témoignages de personnalités du monde entier.



RAV AXELSSON / WWW.RAXIS

Aurore boréale - Islande



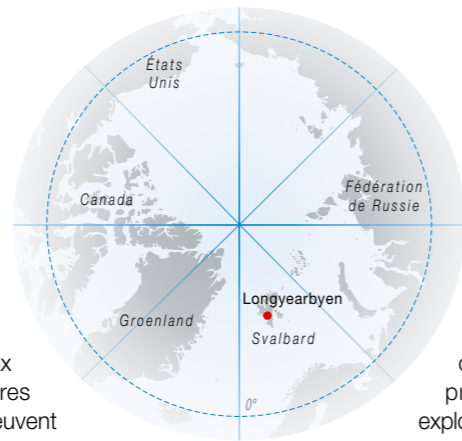
NICOLAS COILLARD / HTTP://NICOLASCOILLARD.EU

Aurore australe - Dumont d'Urville, Antarctique

Quand la nuit polaire s'embrase !

L'aurore polaire, signature des caprices du Soleil

FASCINANTES ET LONGTEMPS INEXPLIQUÉES, les aurores polaires sont un moyen privilégié pour étudier l'interaction entre l'atmosphère et le vent solaire. Ce phénomène ouvre la voie à la "météo de l'espace".



Comme si la nature avait voulu se faire pardonner la rigueur du climat, elle a paré les régions polaires d'un des phénomènes naturels les plus beaux qui soient : les aurores polaires. Celles-ci peuvent prendre la forme de draps de lumière qui dansent dans la nuit et le froid. Elles peuvent embraser tout le ciel de vert ou de rouge en quelques secondes. Les aurores polaires ayant été observées depuis des milliers d'années, elles ont effrayé, elles ont fasciné mais n'ont laissé personne indifférent. Surtout pas des chercheurs célèbres du 17^{ème} et 18^{ème} siècles comme Galilée, Gassendi ou Descartes qui tentèrent d'expliquer ce bien étrange phénomène. Ils étaient bien loin de se douter que le Soleil n'émet pas uniquement de la lumière, mais aussi des particules énergétiques qui interagissent avec l'atmosphère de notre planète pour former deux ovales auro-raux autour des deux pôles magnétiques,

comme l'ont constaté les premiers navigateurs et explorateurs vers l'Arctique et l'Antarctique.

Aujourd'hui, même si les aurores sont toujours aussi fascinantes, elles sont au cœur d'enjeux scientifiques qui dépassent la simple contemplation. En effet, l'accès à l'espace s'est démocratisé, les activités spatiales se sont intensifiées et notre dépendance aux satellites artificiels (GPS, télécommunications, météorologie, etc.) est de plus en plus criante. Quel est le lien avec les aurores ? Les humeurs du Soleil peuvent menacer ces activités et les aurores constituent un formidable moyen de visualiser les interactions entre l'activité solaire et la haute atmosphère terrestre. Tout comme les zones polaires sont au cœur de la climatologie et des recherches sur le réchauffement



FRÉDÉRIC PITOUT

Astronome à l'Institut de Recherche en Astrophysique et Planétologie de Toulouse, il étudie les couplages entre vent solaire, magnétosphère et ionosphère, et se rend régulièrement au Svalbard.



GUILLAUME GRONOFF

climatique, ils se trouvent aussi au cœur de la recherche sur l'environnement spatial et la météorologie de l'espace.

De tous temps, les phénomènes inexplicables ont suscité des récits et légendes en tous genres ; les aurores boréales ne dérogent pas à la règle. Toutefois, il est intéressant de noter que les peuplades qui vivent au quotidien avec ce phénomène en ont eu le plus souvent une vision positive. En Finlande par exemple, une légende raconte que c'est la queue du renard qui balaye la neige et l'envoie dans le ciel pour former des nuages de cristaux qui s'illuminent. D'ailleurs, aujourd'hui encore le terme *revontulet*, « feux du renard » en finnois, désigne les aurores. Pour de nombreux peuples d'Amérique du Nord, les aurores sont souvent associées à la notion de vie après la mort. Elles sont les âmes dansantes des vivants, humains ou animaux, ou, comme

pour les Inuit de la baie d'Hudson, elles illuminent le chemin vers le paradis que doit suivre l'âme des défunts. Pour d'autres, elles sont des entités vivantes à part entière. En revanche, à nos latitudes, les aurores étaient perçues avec crainte. Cela peut s'expliquer par la rareté de leurs apparitions mais aussi par leur couleur. En effet, les aurores qui sont visibles à plus basses latitudes apparaissent souvent rouges, couleur du sang, et empourprent le ciel d'une manière qui pouvait inquiéter. De fait, les aurores étaient considérées au Moyen Âge comme signe de mauvais augure en Europe du Sud, tout comme les comètes ou les pluies de météorites. Les plus anciennes traces écrites d'observations d'aurores remontent à 2600 ans avant notre

DES RADARS SUR LE TOIT DU MONDE

Au Svalbard, les radars ESR installés à Longyearbyen (78° Nord) enregistrent les pluies de particules chargées qui accompagnent les embrasements colorés de la nuit polaire.



AUORES SUBPOLAIRES

En Islande, dans le désert de Mödrudalsöræfi située au dessous du cercle polaire, par 65° Nord, les aurores illuminent aussi la nuit subpolaire.

ère en Chine. Pourtant, il faudra attendre le 17^{ème} siècle pour trouver les premières tentatives d'explications scientifiques du phénomène auroral. C'est d'ailleurs à cette époque que le terme d'*aurora boréale* a été introduit par l'astronome français Pierre Gassendi en 1621 ou par le scientifique italien Galileo Galilei (Galilée) en 1619, selon les sources consultées. Galilée pensait que les aurores étaient dues à la lumière du soleil diffusée par l'atmosphère. Pour René Descartes, mathématicien, physicien et philosophe français, il s'agissait de la réflexion de la lumière solaire par des particules de glace en suspension dans l'atmosphère. Cette dernière explication, bien qu'incorrecte, avait le mérite d'expliquer pourquoi les aurores se produisent principalement à hautes

latitudes. Le premier à s'être approché de la bonne explication est Jean-François Dortous de Mairan, géophysicien et astronome français. Dans son ouvrage précurseur paru en 1733, *Traité physique et historique de l'aurora boréale*, il décrit les aurores comme étant la manifestation de l'interaction entre l'atmosphère solaire et l'atmosphère terrestre. De plus, il suspecte un lien entre l'apparition des taches à la surface du soleil (signe d'une activité accrue de notre étoile) et l'occurrence des aurores. Nous savons aujourd'hui que les intuitions de Mairan étaient

1733 : la piste des taches solaires

bonnes, même si des détails lui échappaient forcément, tout simplement parce que des connaissances de base en physique (cycle d'activité solaire, géomagnétisme, existence des particules élémentaires) manquaient aux scientifiques de l'époque. Par ailleurs, la première aurore australe a été aperçue en 1773 par le navigateur britannique James Cook qui se trouvait alors vers 60° de latitude Sud, ce qui confirma une autre présomption de Mairan : le phénomène était bel et bien commun aux deux pôles.

Par la suite, deux découvertes ont marqué des étapes décisives pour la compréhension des aurores polaires. En 1741, l'astronome suédois Olof-Peter Hiorter remarque que l'aiguille de sa boussole est perturbée pendant des aurores polaires, ce qui montre que l'activité aurorale et l'activité géomagnétique sont liées. En

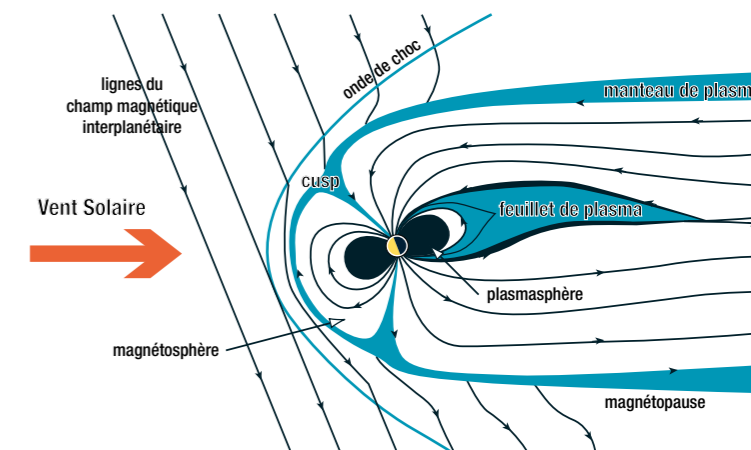
LA DANSE DES AUORES POLAIRES

reflète les déformations des lignes du champ magnétique terrestre sous l'effet des vents solaires.

1851, Edward Sabine, géophysicien et astronome irlandais, montre la corrélation existant entre le nombre de taches solaires et

l'activité géomagnétique. Il était définitivement prouvé qu'activité solaire, géomagnétisme et aurores polaires étaient intimement liés. Pour comprendre les aurores polaires, plantons le décor. D'un côté, nous avons notre étoile le Soleil, qui en plus de nous éclairer et nous chauffer, agit comme une source de particules. En effet, le Soleil émet un vent continu de particules électriquement chargées (protons et électrons en grande majorité). Ce vent solaire souffle à 300 km/s en moyenne avec des pointes à plus de 2000 km/s dans les cas extrêmes. De l'autre, 150 millions de km plus loin, la Terre possède un champ magnétique qui est dipolaire et dont les deux pôles magnétiques se trouvent près des pôles géographiques. L'axe magnétique de la Terre n'est donc pas aligné avec son axe de rotation ; il existe un angle de 11° entre les deux. Remarquons que c'est très commun dans le système solaire : bien que ce soit la rotation d'une planète qui permette la génération de son champ magnétique par effet dynamo, aucune planète possédant un champ magnétique à grande échelle n'a son axe de

NICOLAS COILLARD / HTTP://NICOLASCOILLARD.EU



LE VENT SOLAIRE PERCE LE BOUCLIER MAGNETIQUE.

Le Soleil (à gauche) émet un vent de particules chargées appelé « vent solaire » qui déforme le champ magnétique terrestre pour lui donner une forme caractéristique : comprimé du côté du Soleil (à gauche) et étiré en une queue à l'opposé du Soleil (à droite). La magnétosphère agit comme un bouclier qui dévie la majorité des particules du vent solaire. A la faveur d'un phénomène dit de « reconnexion magnétique » (lire « la reconnexion des lignes de champs magnétiques », page 30), des particules pénètrent dans la magnétosphère et spiralent autour des lignes de champs, interagissant avec les constituants de la haute atmosphère. Ces interactions entre particules du vent solaire et constituants de la haute atmosphère sont à l'origine des aurores polaires.



Les antennes du radar ESR à Longyearbyen dans la pénombre d'un midi hivernal...

FREDERIC PITOUT



Séance obligatoire de tir. Ici il y a des ours blancs, interdiction de sortir sans arme !

GAEL CESSATEUR



Visite de la toute nouvelle station optique en chenillette à partir du site EISCAT.

HELENE MENAGER



On a beau étudier les aurores polaires, au final nos données sont des séries de chiffres sur un écran !

HELENE MENAGER

Carnet de terrain de Frédéric Pitout

21 novembre 2008 Arrivée en milieu d'après-midi à l'aéroport de Longyearbyen. Silence, froid, nuit noire... Toujours l'impression de débarquer sur une autre planète.

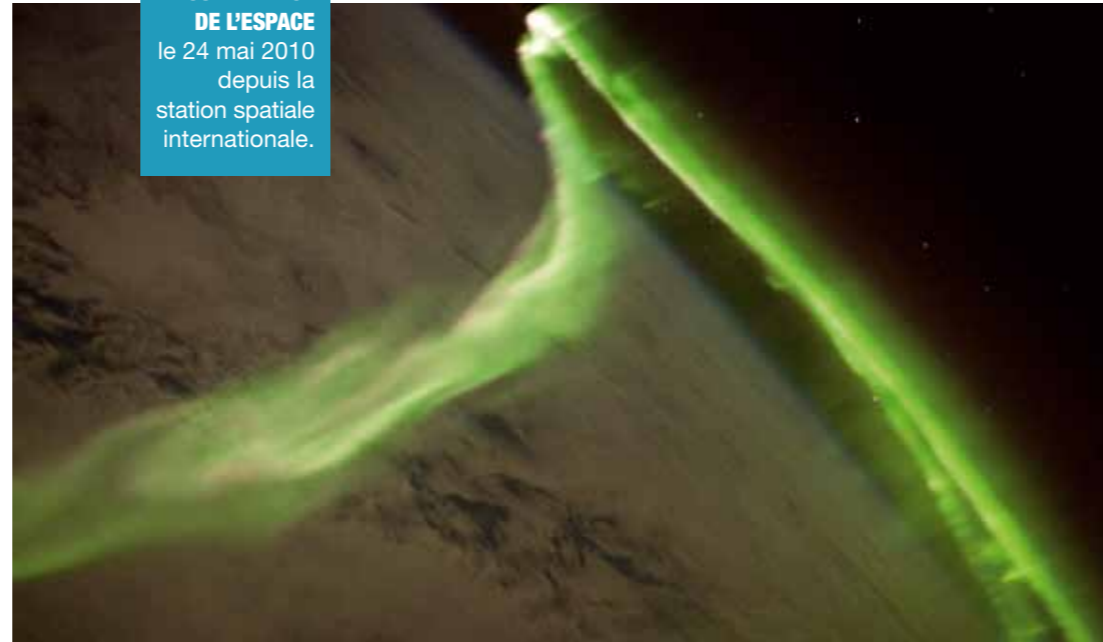
22 novembre Premier jour de travail avec les radars ESR. Levé à 5h du matin. Il pourrait être midi ou minuit, quelle importance ? Il fait nuit noire 24h sur 24 ! Après une petite demi-heure de route pour atteindre l'observatoire, l'ingénieur qui m'accompagne met les deux radars sous tension. A 7h, j'envoie le mégawatt de puissance disponible dans le radar qui peut alors émettre son onde radio vers l'ionosphère. Les premières données arrivent quelques secondes plus tard : l'ionosphère est encore calme !

24 novembre Mes collègues de Grenoble et d'Orléans débarquent à Longyearbyen. Ils vont conduire une série d'observations de « nuit » (entre 20h et 6h du matin) en coordination avec leur spectro-polarimètre optique installé à Ny Ålesund, une centaine de km au nord-ouest. Nous nous relayerons désormais quasiment 24h/24. Ils se partageront les observations de l'ionosphère nocturne, je continuerai à observer l'ionosphère diurne, même s'il fait nuit noire, car elle reçoit directement les particules en provenance du Soleil.

29 novembre Avec tout ça, nous en oublions presque les aurores... Nous décidons de dîner tous ensemble au labo pour en profiter un peu. Peu avant minuit, des lueurs vertes apparaissent timidement au nord puis, en quelques minutes, elles embrasent tout le ciel. Malgré les -20°C, nous sortons les admirer. Entre féerie et fantasmagorie, je ne me lasse pas de ce spectacle. Je ne tarde pas trop à redescendre dormir un peu : demain matin, je dois me lever à 5h pour assurer la relève de mes collègues. Ce sera leur tour de dormir, et le mien d'observer...

3 décembre Retour en France, via Tromsø et Oslo. Nous allons enfin revoir la lumière du jour !

AUORE AUSTRALE VUE DE L'ESPACE
le 24 mai 2010 depuis la station spatiale internationale.



SOURCES : ATHROPOLIS ARCTIC MAPS / UNIV. BREMEN

rotation parfaitement aligné avec son axe magnétique. On trouve même un cas extrême : Uranus dont les axes de rotation et magnétique font un angle 59° !

On appelle magnétosphère la zone dans laquelle le champ magnétique terrestre (ou planétaire

La signature invisible de l'aurore polaire

d'une manière générale) domine. Cette magnétosphère est comprimée par le vent solaire face au Soleil et s'étire comme une queue à l'opposé du Soleil. La magnétosphère agit comme un bouclier qui dévie la grande majorité des particules du vent solaire et, par là même, nous en protège.

Pourtant, nous avons de nombreuses preuves observationnelles montrant que le vent solaire parvient à pénétrer dans la magnétosphère terrestre. Il faut savoir que tout n'est pas résolu dans ce domaine et la pénétration des particules du vent solaire dans la magnétosphère constitue toujours un thème très actif de recherche. Le mécanisme privilégié se nomme « reconnexion magnétique ». Ce processus permet la recombinaison des champs magnétiques terrestre et interplanétaire, une ouverture des lignes de champ magnétique terrestre sur

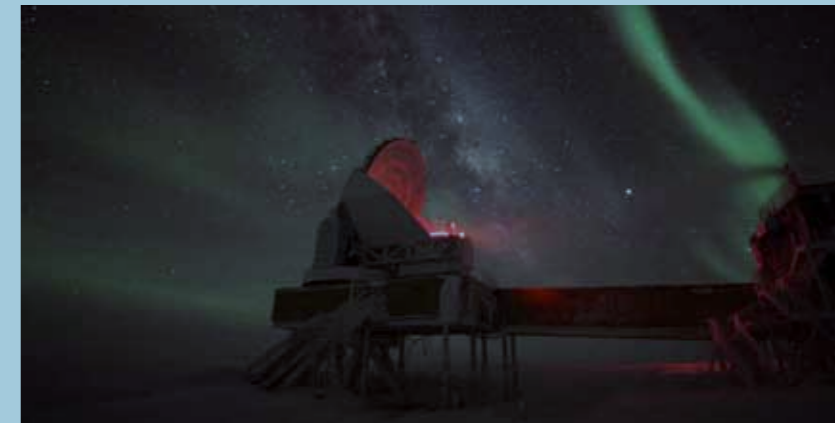
le vent solaire et donc une entrée facilitée du vent solaire dans la magnétosphère externe. Sachant qu'une particule chargée électriquement suit la ligne de champ magnétique sur laquelle elle se trouve en spiralant autour de cette dernière, les particules qui proviennent du vent solaire ou de la queue magnétosphérique qui se retrouvent dans le champ magnétique terrestre externe suivent les lignes de champ magnétique jusqu'aux pôles (lire « Le vent solaire perce le bouclier magnétique », page 27). On remarque aisément que plus une ligne de champ magnétique est externe, plus son empreinte ionosphérique se trouve à haute latitude. C'est quand les électrons et protons précipitants interagissent avec les constituants de la haute atmosphère polaire que les aurores se produisent. Par exemple, les aurores les plus communément observées sont de couleurs verte et rouge. Ces deux raies, à 557,7 et 630 nm respectivement, proviennent de transitions de l'oxygène atomique O (lire « Petite physique de l'aurore boréale », page 30). Pour produire une de ces émissions, un électron incident « excite » l'atome d'oxygène, c'est-à-dire lui cède de son énergie. Cet état excité n'étant pas stable, l'atome d'oxygène va finir par revenir à son état stable d'origine en libérant son excédent d'énergie sous forme de lumière : l'émission

Singularité des aurores australes



KEITH VANDERLINDE / NSF

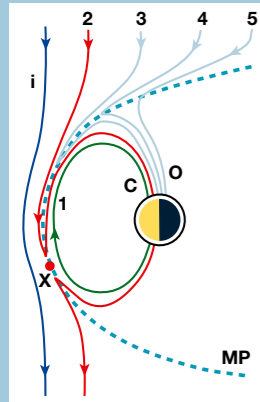
Les aurores polaires ont été, et sont toujours, principalement observées dans l'hémisphère nord. Il a fallu attendre les premières expéditions en Antarctique pour pouvoir observer la contrepartie australe des émissions aurorales. De nos jours, les satellites qui comportent des imageurs témoignent de la bipolarité du phénomène. Toutefois, il est faux de croire que les aurores australes sont l'exacte réplique des aurores boréales. Les scientifiques ont en effet découvert avec surprise que des différences très significatives peuvent apparaître entre l'aspect et l'évolution des aurores dans les deux hémisphères. L'explication de ces différences fait toujours l'objet d'une recherche active mais l'on peut d'ores et déjà évoquer le rôle important de l'angle d'inclinaison de la Terre, responsable des saisons, qui fait que les deux ionosphères polaires ne sont pas éclairées de la même façon par le Soleil. D'où des différences d'ionisation de la haute atmosphère, des concentrations électroniques



KEITH VANDERLINDE / NSF

et des conductivités électriques. Autre différence : alors que la zone polaire du Nord est bien fournie en instruments de toutes sortes (radars, magnétomètres, caméras plein-ciel, etc.), la communauté scientifique s'emploie à installer le même genre d'instrumentation autour du pôle sud pour atteindre une couverture optimale du continent antarctique. La station franco-italienne Concordia au dôme C entre par exemple dans cette logique avec des projets d'installation d'instruments destinés à l'étude de la haute atmosphère polaire de l'hémisphère Sud.

Petite physique de l'aurore boréale

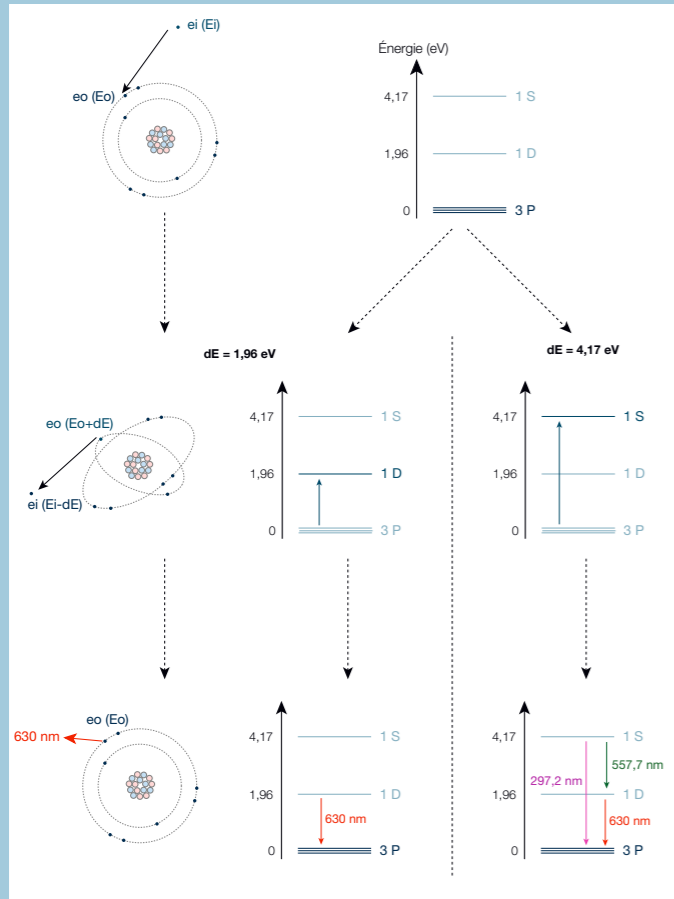


La reconnexion des lignes de champ magnétique

Quand une ligne du champ magnétique interplanétaire ("i" en bleu) se reconnecte avec une ligne « fermée » du champ géomagnétique ("1" en vert), on obtient deux lignes de champ « ouvertes » (en rouge) le long desquelles les particules du vent solaire pénètrent dans la magnétosphère et dans la haute atmosphère polaire. Les lignes ouvertes (étapes 2, 3, 4, 5, ...) sont ensuite emportées par le vent solaire vers la queue magnétosphérique (MP).

la collision d'un électron sur un atome d'oxygène crée une émission aurorale

Quand un électron incident "ei", porteur d'une énergie "Ei", entre en collision avec un électron "eo", d'énergie "Eo", du nuage électronique de l'atome d'oxygène, l'électron "ei" est repoussé par "eo". Lors de la collision, "ei" cède une partie de son énergie "dE" à "eo" qui accède ainsi à une couche électronique supérieure. L'atome est alors dans un état "excité" dont le niveau dépend de la valeur de "dE". Cet état excité étant instable, "eo" va retourner sur sa couche électronique d'origine en libérant son excédent d'énergie "dE" sous forme de lumière, un photon « rouge » à 630 nm ($dE=1,96$ eV, à gauche).



aurorale. De l'énergie absorbée par un atome ou une molécule va dépendre la transition électronique mise en jeu (c'est-à-dire la différence d'énergie entre deux états électroniques) et donc la fréquence de la lumière émise lors du retour à l'état d'origine. Pour reprendre l'exemple des deux raies de l'oxygène atomique, la raie verte à 557,7 nm correspond à une énergie supérieure à la raie rouge à 630 nm. De nos jours, même si la physique des émissions aurorales est plutôt bien comprise, nous avons toujours beaucoup à apprendre. Au sein de l'Institut de Recherche en Astrophysique et Planétologie (IRAP, unité mixte CNRS / Université Paul Sabatier - Toulouse 3), notre équipe Géophysique, Planétologie et Plasmas Spatiaux (GPPS) étudie, entre autres, la partie partiellement ionisée de la haute atmosphère terrestre, l'ionosphère. La source d'ionisation est principalement le rayonnement ultraviolet solaire mais aussi, dans une moindre mesure, les précipitations de particules chargées venues directement du vent solaire et de la magnétosphère. L'existence de l'ionosphère n'est pas forcément connue de tout un chacun même si nous en avons tous profité un jour ou l'autre. En effet, c'est l'ionosphère qui permet la propagation

Les aurores préfèrent le rouge et le vert

de certaines ondes radio (ondes courtes) sur de grandes distances : ces ondes rebondissent sur la couche conductrice que constitue l'ionosphère. Elle a été mise en évidence en 1901 par le physicien italien Guglielmo Marconi qui réussit la première liaison radio trans-atlantique entre Terre-Neuve et l'Angleterre. Une des techniques de pointe que nous utilisons pour sonder l'ionosphère et percer ses mystères utilise précisément des ondes radios. En 1981, le consortium européen EISCAT (European Incoherent SCATter) a installé 4 radars en Scandinavie, complétés en 1996 par 2 autres sur l'île du Spitzberg dans l'archipel des Svalbard. Les positions géographiques des radars en font des outils idéaux pour observer l'ionosphère polaire et donc pour étudier la physique aurorale et plus généralement les interactions entre vent solaire et magnétosphère. Le principe des radars EISCAT, dits à diffusion incohérente, est le suivant. Le radar émet une onde électromagnétique (fréquence de quelques



RAX AXELSSON

centaines de MHz) dans l'ionosphère, cette onde est rétrodiffusée par le milieu ionosphérique et le radar reçoit un signal de retour qui porte les propriétés du milieu ionosphérique : concentration électronique, températures électronique et ionique, vitesse ionique le long de la ligne de visée. Ces radars nous permettent ainsi de sonder l'ionosphère entre ~90 et ~800 km d'altitude. Depuis leur création, ces radars ont été très prolifiques et ont contribué à de nombreux domaines de la physique ionosphérique. Parmi eux se trouvent en première place les effets des précipitations de particules chargées provenant du vent solaire ou de la magnétosphère sur la haute atmosphère. Ils ont révélé un aspect invisible des aurores polaires : en pénétrant dans la haute atmosphère, les électrons et protons ionisent et chauffent le milieu.

Un des domaines qui nous intéressent à l'IRAP est la façon dont le champ magnétique interplanétaire se couple au champ magnétique terrestre par reconnexion magnétique. Cela est possible en observant l'ionosphère et plus précisément la façon dont les particules provenant directement du vent solaire pénètrent dans et interagissent avec l'atmosphère. Par exemple, nous observons bien souvent que les entrées de particules de vent solaire dans l'ionosphère sont transitoires. La nature sporadique des signatures dans les données des radars ou d'autres instruments au sol trahit la nature tout aussi sporadique du processus de reconnexion magnétique qui se produit à l'interface vent solaire-magnétosphère.

LES AURORES BICOLORES proviennent de la coexistence de deux transitions énergétiques de l'atome d'oxygène « excité », libérant des photons d'énergies distinctes.



1



2



3



4



5

ILLUMINATIONS POLAIRES ET SUBPOLAIRES.

1 - Centre de recherche sur la haute atmosphère, Kangerlussuaq, Groenland, 67° Nord ; 2 - Musée Arbaejarsafn, Reykjavik, Islande, 64° N ; 3 - Base Pôle Sud Amundsen - Scott, Antarctique, 90° Sud ; 4 - Nordland, Norvège, 67° Nord ; 5 - Salluit au Nunavik, Canada, 62° N.

1 : NSF - 2, 4 : RAX AXELSSON / WWW.RAW.IS - 3 : RHYS BOULTON - 5 : GILLES BOUTIN / WWW.BANDITDENUIT.COM



Accédez par la Mer aux trésors de la Terre



Croisière Anadyr - Petropavlovsk
Du 16 Septembre au 1^{er} Octobre 2014
À partir de 8 630€ Vols INCLUS⁽¹⁾



Invités d'honneur
Michel ROCARD et Laurent MAYET

ARCTIQUE, ANTARCTIQUE : L'EXPÉDITION 5 ÉTOILES

La Compagnie du Ponant, leader mondial des croisières dans les pôles et partenaire du Cercle Polaire, vous propose le privilège de conjuguer confort 5 étoiles et expédition. Adhérente de la Charte Bleue d'Armateurs de France et membre de l'IAATO (Association Internationale des Tours Opérateurs en Antarctique), ses navires sont labellisés Cleanship. Mouillages inaccessibles aux grands navires, débarquements en zodiac®, conférenciers et guides naturalistes : l'hiver prochain, partez à la découverte de l'Antarctique... A moins que vous ne choisissiez l'Arctique, cet été, à 3 heures de Paris, seulement.

ÉTÉ 14 : 13 départs à partir de 2 950 €⁽²⁾ en Arctique

HIVER 14-15 : 9 départs à partir de 6 270 € vol inclus⁽³⁾ en Antarctique



Contactez votre agence de voyages ou appelez le

N°Indigo 0 820 22 50 50

0,09 € TTC / MN

Commencez l'expérience sur ponant.com

En partenariat avec :



www.lecerclepolaire.com



(1) Tarifs Ponant Bonus par pers. sur base occupation double, sujet à évolution, vols Paris/Anadyr et Petropavlovsk/Paris inclus, sous réserve de disponibilité, hors taxes aériennes, portuaires et de sûreté. (2) Tarifs Ponant Bonus par pers. sur base occupation double, sujet à évolution, hors taxe et post achèvement, hors taxes aériennes, portuaires et de sûreté. (3) Tarifs Ponant Bonus par pers. sur base occupation double, sujet à évolution, vol Buenos Aires/Ushuaia inclus, hors taxe et post achèvement, hors taxes aériennes, portuaires et de sûreté. Plus d'informations sur www.ponant.com © Istockphoto, Nathalie Michel.



**LONGYEARBYEN,
CANDIDATE
MALHEUREUSE.**

Longtemps considérée comme l'un des sites potentiels d'accueil du radar EISCAT 3D, la capitale de l'archipel du Svalbard s'est vue préféré un site continental norvégien.

YVONNE RINNE

Notre communauté de chercheurs a parallèlement à ses activités d'observations mis au point des outils numériques pour décrire l'ionosphère. Nous pouvons, grâce au code de simulation TRANSCAR développé conjointement à l'IRAP et à l'IPAG de Grenoble, comparer les données radars aux simulations et tester nos connaissances. Avec comme principaux paramètres d'entrée un modèle d'atmosphère donnant la concentration des constituants atmosphériques dominant (N_2 , O_2 , O, H, etc.) et le flux ultraviolet solaire qui va ioniser ces mêmes constituants atmosphériques, ce code calcule les paramètres physiques qui décrivent l'état de l'ionosphère (concentration, température, vitesse). Ces paramètres sont précisément ceux mesurés par les radars à diffusion incohérente. Nous pouvons ainsi efficacement tester nos connaissances en comparant directement les simulations aux données quand elles existent, ou prédire l'état de l'ionosphère quand il n'y a pas de mesure.

Pour améliorer notre compréhension de l'ionosphère polaire et la façon dont elle réagit aux stimuli du vent solaire, nous nous dirigeons vers l'élaboration d'un nouveau système de radars

encore plus performant : EISCAT 3D. Ces radars de nouvelle génération n'auront pas l'aspect d'une grosse parabole mais seront constitués de milliers de petits émetteurs-récepteurs qui couplés entre eux donneront une surface émettrice-réceptrice équivalente bien plus grande. De plus, ce nouveau système nous permettra d'affiner nos observations avec des résolutions

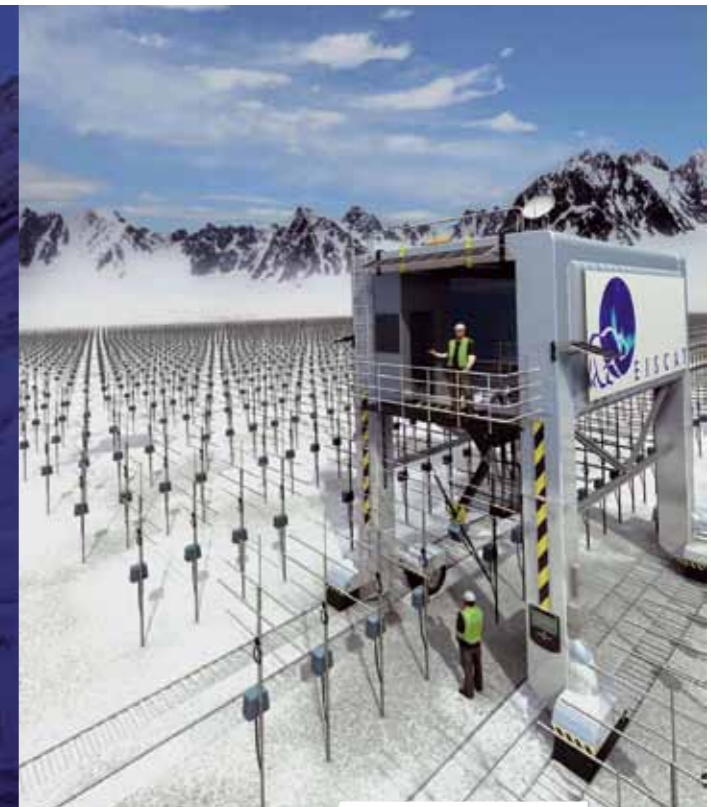
Prévoir les orages magnétiques

spatiales et temporelles au moins 10 fois meilleures, et nous donnera la possibilité de sonder plusieurs zones ionosphériques simultanément, ainsi que de faire des mesures volumétriques en 3D. Après une étude de faisabilité qui a duré 4 ans et qui s'est achevée au printemps 2009, le projet est maintenant dans sa phase préparatoire jusqu'en septembre 2014. Sous réserve que le budget nécessaire à sa construction soit bouclé, la construction d'EISCAT 3D débutera en 2016 pour une mise en service à l'horizon 2018.

Nos travaux sur l'ionosphère polaire trouvent aussi une application dans la compréhension

de la réponse des environnements spatiaux terrestres et planétaires aux événements solaires extrêmes. En effet, lors d'éjections de « masse coronale » (*Coronal Masse Ejection* en anglais, ou CME), éruptions solaires violentes qui éjectent des milliards de tonnes de particules énergétiques dans l'espace, le couple magnétosphère-iono sphère réagit de manière tout aussi violente, ce sont les orages magnétiques. Dans ces conditions extrêmes, des quantités phénoménales de particules pénètrent dans l'ionosphère, même à de basses latitudes où des aurores peuvent alors être vues. Mais les relations Soleil-Terre ne se résument pas uniquement aux merveilleuses émissions aurorales, loin de là. Certains effets de l'activité solaire sont bien moins sympathiques. Même si ces orages ne constituent pas le seul thème de recherche et sans sombrer dans le catastrophisme, il faut savoir qu'ils peuvent avoir des effets sur l'activité humaine et donc sur notre vie de tous les jours : perturbations des propagations d'ondes radio dans l'ionosphère, dommages sur les satellites de communications, surtensions possibles dans les réseaux électriques des pays circumpolaires, menace létale pour les spatonautes, etc.

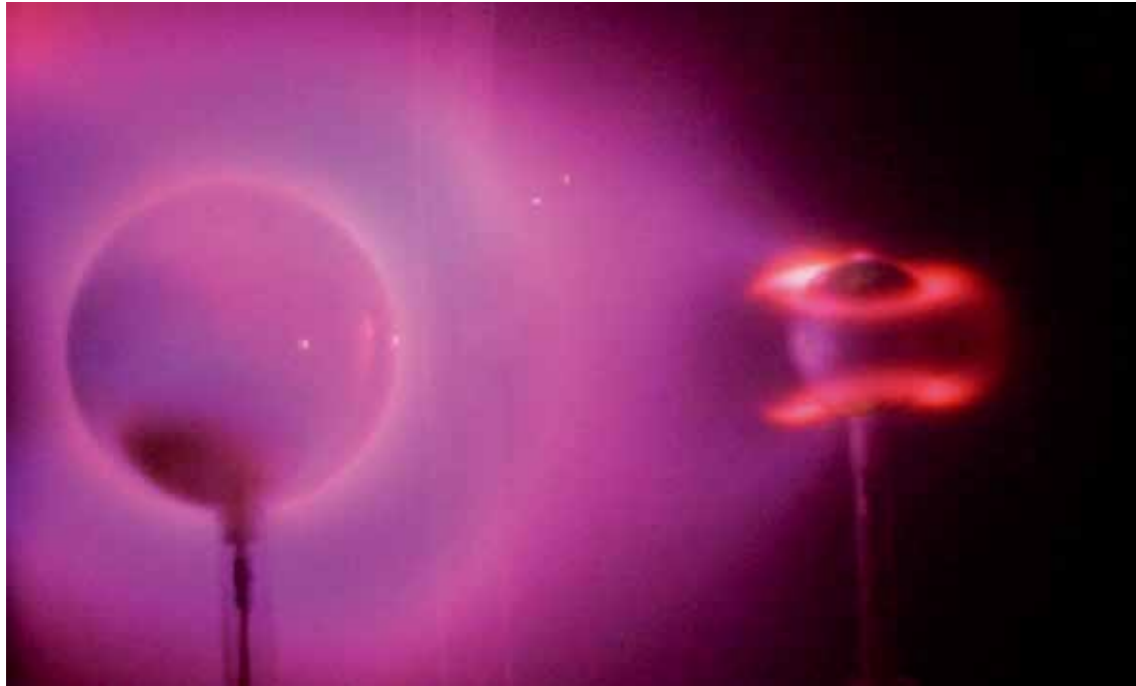
L'idéal serait de pouvoir prévoir ces événements et nous y travaillons. Ainsi, tout comme la météorologie prévoit le temps qu'il fera, une jeune science, la météorologie de l'espace, essaie de prédire les conditions de l'environnement spatial terrestre en fonction de l'activité solaire, en particulier lors d'orages magnétiques, mais la tâche s'annonce particulièrement ardue. D'abord parce que nous sommes à l'heure actuelle totalement incapables de prédire l'activité solaire. Nous savons que le Soleil a un cycle d'activité de 11 ans au cours duquel son champ magnétique s'inverse. Pendant la phase d'inversion, son activité augmente. C'est le maximum solaire : son champ magnétique est très perturbé ; sa surface, la photosphère, comporte plus de taches sombres à sa surface ; les éjections de particules sont plus fréquentes et violentes. En revanche, les signes précurseurs des CME sont encore mal connus (tout comme les signes avant-coureurs des tremblements de Terre par exemple). Même à partir d'observations du Soleil, nous avons toutes les peines du monde à appréhender par avance et avec précision les effets correspondants sur l'environnement terrestre. Ainsi, à partir d'observa-



EISCAT

UNE STATION DE METEO SPATIALE EN NORVÈGE.

L'installation de milliers de petits émetteurs-récepteurs couplés prévue dès 2016 pour une mise en service à l'horizon 2018 du radar EISCAT 3D dont la résolution spatiale et temporelle sera 10 fois supérieure à celle des radars actuels.



OBSERVATOIRE DE GRENOBLE / UJF

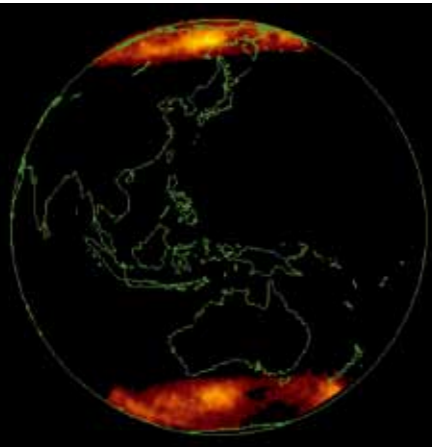
«PLANÈTERRELLA»,
DES AURORES EN LABORATOIRE.

En 1896, le scientifique norvégien Kristian Birkeland, imagine une expérience pour reproduire des aurores en laboratoire : le Soleil, source d'électrons, est remplacé par un canon à électrons et la Terre par une boule métallique dans laquelle il place un aimant. Il installe le tout dans une enceinte dans laquelle il fait un vide partiel et observe que les électrons émis par le canon sont effectivement guidés par le champ magnétique de la boule, produisant deux ovales lumineux (en rose foncé) autour des deux pôles magnétiques de la boule, tout comme sur Terre. Ce dispositif a été adapté pour étudier les interactions entre une étoile et une planète, quelque soit la configuration magnétique de cette dernière.

tions d'une éruption solaire à un instant donné, nous pouvons tout au plus espérer (ou craindre) que dans les quelques dizaines d'heures qui suivent, l'environnement terrestre en subira les conséquences. Par contre, l'ampleur de ces conséquences ne peut être prévue qu'après analyse des propriétés de la perturbation dans le vent solaire par des sondes qui sont très proches de la Terre, ce qui ne laisse que très peu de temps pour réagir. Comme nous pouvons le voir, nous n'en sommes véritablement qu'aux balbutiements de la météo spatiale mais cette discipline constitue assurément un des grands défis des prochaines années. ■

UN PHÉNOMÈNE
BIPOLAIRE

Les aurores polaires illuminent les deux pôles de la Terre car le champ magnétique terrestre est dipolaire avec deux pôles magnétiques situés près des deux pôles géographiques de notre planète.



NASA

Pour en savoir plus

- C. Savage, Les aurores boréales ou les lumières mystérieuses, édition Trécarré, 2002
- J. Liliensten et P.-L. Blelly, Du Soleil à la Terre, aéronomie et météorologie de l'espace, Presses Universitaires de Grenoble, 1999
- J. Liliensten et J. Bornarel, Sous les feux du Soleil, vers une météorologie de l'espace, Presses Universitaires de Grenoble, 2001

MAMONT
THE SPIRIT
OF SIBERIA*

MAMONTVODKA.COM



L'ABUS D'ALCOOL EST DANGEREUX POUR LA SANTÉ, A CONSOMMER AVEC MODERATION

*MAMONT • ESPRIT DE SIBÉRIE • MARUSSIA BEVERAGES BV, SIRIUSDREEF 22, 2132 WT HOOFDDORP, PAYS-BAS NL 8130 77 588 B01

Du gavage des oies à la chasse au phoque « Nous sommes un peuple de mangeurs de phoque ! »

PRATiquÉE PAR LES INUIT DEPUIS DES MILLENAIRES
la chasse au phoque s'est vue sanctionnée par
l'Union Européenne qui en a interdit l'importation.
Une Inuk dénonce l'impérialisme culturel européen.



AIJU PETER

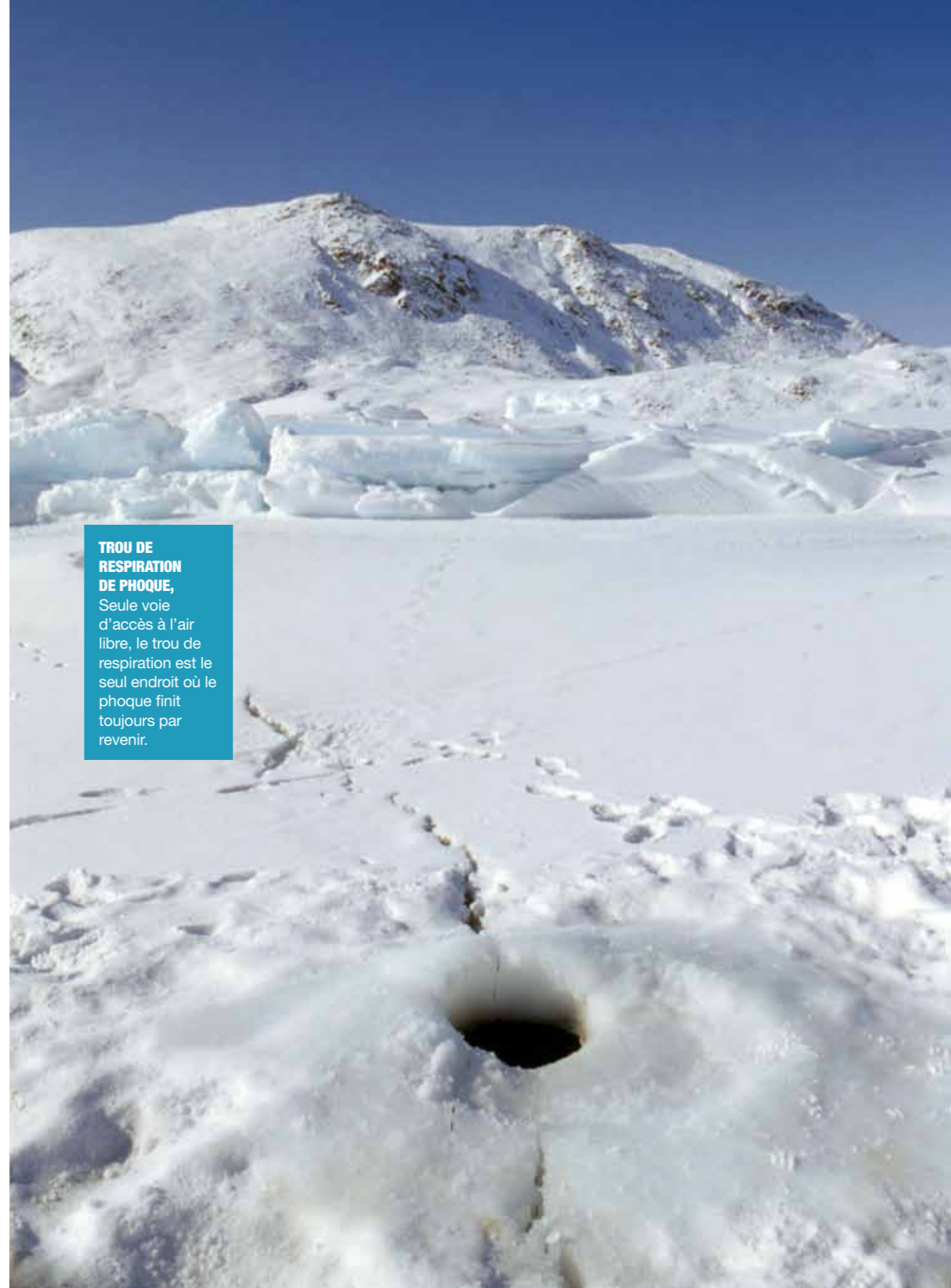
Née au Groenland et installée à Iqaluit, au Nunavut, cette juriste de formation dessine et crée des vêtements en peau de phoques. Elle parle et écrit de nombreuses langues, et collecte les lois traditionnelles auprès des anciens pour le compte du département de Justice canadien.

Au printemps de 2007, mon fils Aggu et moi-même nous sommes rendus aux Pays-Bas afin d'exprimer notre opposition à l'interdiction des produits dérivés du phoque projetée par ce pays. Devant l'ambassade du Canada, une foule de manifestants s'était rassemblée : des jeunes brandissant des images de phoques ensanglantés gisant sur la glace nous ont déclaré que nous ferions mieux de cultiver des légumes que de chasser le phoque. Il semble qu'un élément tout simple leur ait échappé, c'est que nous vivons dans une zone géographique très différente de la leur. Nous vivons dans l'Arctique où dix mois sur douze, le sol est recouvert de neige. Nous ne pouvons pas cultiver la pomme de terre ou le blé, pas plus que bon nombre des denrées dont disposent les autres qui vivent sous des climats plus chauds, cela pour des raisons qui devraient être évidentes à leurs yeux, notamment, pour nous en tenir à deux d'entre elles, le pergélisol et de longs mois dans l'obscurité.



De même que bien d'autres peuples du monde, les Inuits vivent de ce que leur sol et leurs eaux leur fournissent. Ce moyen de subsistance, pour nous, c'est le phoque. Deux ans plus tard, ce mouvement qui avait commencé aux Pays-Bas s'était étendu à toute l'Union européenne. Le 5 mai 2009, je me trouvais à Strasbourg, dans les locaux du Parlement européen où les députés des 27 États qui constituent l'Union européenne étaient en train de voter pour décider s'il convenait ou non d'interdire les importations en Europe de produits dérivés du phoque. Le résultat de leur vote fut le suivant : 550 voix pour, 50 contre. Après toute l'activité que les opposants à la chasse au phoque avaient déployée depuis trente ans, il ne s'agissait pas d'une surprise. Ce fut pourtant un moment très triste : je pensais aux familles du Nunavut et des autres régions arctiques dont la vie serait gravement affectée par cette interdiction et qui étaient si loin de moi à ce moment-là. Je m'étais rendue en Europe quelques jours plus

TROU DE RESPIRATION DE PHOQUE,
Seule voie d'accès à l'air libre, le trou de respiration est le seul endroit où le phoque finit toujours par revenir.





PARTIE DE PÊCHE AU PHOQUE

En tendant des filets dans des zones de forts courants marins, les pêcheurs remontent des proies congelées qui se sont noyées.



tôt, dans le cadre d'une délégation inuite et en compagnie de représentants des chasseurs de phoques de la côte orientale du Canada, afin de rencontrer à Bruxelles des membres du Parlement européen pour leur dire que nous étions contre cette interdiction et leur exposer nos raisons. Les médias canadiens et européens avaient interviewé Meeka Mike, Natsiq Kango et Joshua Kango, membres de la délégation inuite d'Iqaluit (Nunavut), qui s'étaient rendus sur place trois jours avant le vote décisif de Strasbourg. Tous avaient déclaré être opposés au projet d'interdiction et ajouté que la dérogation prévue ne les sauverait pas des effets de cette décision, pas plus que les autres Inuit.

Le règlement relatif au commerce des produits dérivés du phoque répond aux préoccupations de l'opinion publique européenne, qui estime que la chasse au phoque est inhumaine et que la mise à mort de ces animaux au moyen de *hakapiks*, d'instruments contondants ou d'armes à feu leur impose des souffrances injustifiées. L'interdiction d'importer dans l'Union européenne des produits dérivés du phoque prévoit pour les Inuit une dérogation aux termes de laquelle tous les produits inuits qui en bénéficient doivent être issus de modes de chasse « traditionnels » qui contribuent à la « subsistance » de ce peuple. Cependant, le règlement ne définit pas la notion de « chasse traditionnelle »

ni celle de « subsistance ». À l'issue du vote, bon nombre des personnes présentes se rendirent à un buffet. Nous étions plusieurs centaines à faire la queue devant des tables installées dans une vaste cafétéria où était proposée une grande variété de plats de viande, de salades et de desserts. De petites vaches dessinées sur des piques indiquaient la présence de steaks. On trouvait là également des plats à base de veau, de porc et de poulet. Nous nous servîmes et allâmes prendre place parmi d'autres personnes qui, suppo-

Le gavage des oies n'est-il pas inhumain ?

sais-je, avaient elles aussi assisté au vote. Chacun donnait l'impression de faire honneur à son repas. Quelques minutes plus tôt, nous avions vu 600 parlementaires condamner le mode de vie de centaines de milliers de Canadiens et dénoncer leurs méthodes de chasse au phoque en pleine nature sauvage (chasse pourtant durable) en les qualifiant d'inhumaines. Pourtant, aussi curieux que ce soit, personne ne semblait faire le rapport avec le fait que la viande que nous étions en train de dévorer provenait d'animaux élevés en captivité et mis à mort dans des abattoirs, et personne ne se demandait si ces bêtes avaient souffert de leur

captivité ou si elles avaient eu mal alors qu'on les abattait. C'était la plus belle démonstration d'hypocrisie que j'aie jamais vue. Pour moi, la question centrale était simple : comment ces mêmes personnes avaient-elles pu adopter un règlement qui aurait des effets si graves sur un si grand nombre de membres de communautés éloignées de l'Arctique, tout en restant totalement inconscientes et insensibles ? Ne voyaient-elles pas le rapport ? Quelle différence y avait-il, à leurs yeux, entre leurs propres agriculteurs et nos chasseurs de phoques ? Dans la soirée, on nous emmena dans un restaurant où l'on nous fit goûter des spécialités locales, grosses saucisses bien juteuses et pâté de foie gras. Le foie gras, m'avait-on dit, provient de canards gavés de force dans le seul but de les rendre gros et gras, ce qui est censé donner bien plus de goût à ce plat apprécié des Européens. Le même jour, leur Parlement avait décidé d'interdire comme inhumain l'abattage des phoques. Pourtant, ce soir-là, personne ne trouva

rien à redire à se régaler d'un plat issu de volatiles nourris de force en Europe même. Le projet d'interdiction des produits dérivés du phoque est, à mon sens, parfaitement unilatéral. La chasse constitue notre mode de vie. Les Inuit dépendent du phoque depuis qu'ils occupent les régions arctiques. En fait, c'est bien le phoque qui nous a permis d'y survivre en assurant depuis des millénaires une grande part, voire la totalité, des besoins de notre peuple et de nos chiens. Rien d'étonnant, de ce fait, que les Inuit se montrent unanimement opposés à cette interdiction. Aussi bien au niveau de nos responsables, de notre gouvernement, des organisations de trappeurs et de chasseurs qu'à titre individuel, tous ont marqué leur désaccord. L'opposition du Nunavut renvoie aux terribles effets que l'interdiction décidée en 1983 - chasse au bébés du phoque veau marin pratiquée sur la côte Est du Canada hors des territoires inuit - a exercés sur les Inuit en faisant valoir que bien

LA CHASSE A L'AFFÛT

Derrière un paravent blanc comme neige, le chasseur s'approche en rampant vers sa proie, jusqu'à ce qu'elle soit à portée de tir.

Comment éduquer les Européens à la culture de la chasse au phoque ?

Pour commencer, pourquoi ne pas adresser un exemplaire de cet article à chacun des membres du Parlement européen ? Il serait bon qu'ils puissent lire un texte exposant le point de vue des Inuit, peuple pour lequel ils affirment éprouver une certaine sympathie. Ensuite, l'organisation Inuit Tapiirit Kanatami, Nunavut Tunngavik Inc. - Organisme qui veille au respect de l'Accord sur les revendications territoriales des Inuit -, Makivik - Organisme représentatif des Inuit du Québec, chargé de la gestion de leurs terres et des fonds qui leur sont alloués - et/ou le gouvernement du Nunavut (conjointement, et éventuellement avec l'aide du gouvernement fédéral) pourraient offrir à chacun de ces députés deux ouvrages, ce qui ne ruinerait ni ces gouvernements ni ces ONG et serait probablement bien perçu par les intéressés, que l'on présume dotés d'intelligence. Le premier est « Animal Rights, Human Rights » de George Wenzel ; le second, « Sacred Hunt » de

David Pelly. Ces deux livres exposent de manière attrayante, pour ne pas dire captivante, et avec plus d'efficacité que tout lobby ou toute publication officielle, le rapport très particulier qui existe entre les Inuit et le phoque, l'importance économique de la chasse au phoque et les effets négatifs de l'interdiction décidée par l'UE. Après quoi ces mêmes organismes pourraient envisager de financer le tournage d'un documentaire télévisé consacré au rôle du phoque dans la vie des Inuit, film en anglais, français et allemand qui serait destiné à être diffusé en Europe. Toutes ces actions auraient pour but d'éduquer le public en partant de l'idée qu'à ce jour, les peuples d'Europe ont été informés à mauvais escient par les militants de la cause des droits des animaux. Le temps est venu de remettre les pendules à l'heure avec intelligence et de manière à porter sur les hommes politiques comme sur l'opinion publique.



que nous n'ayons pas à l'époque été pris pour cible, cette législation a eu pour notre peuple des conséquences socio-économiques désastreuses. Les preuves à l'appui ne manquent pas et l'on devrait peut-être les faire connaître plus efficacement aux parlementaires européens. L'Assemblée législative du Nunavut a adopté plusieurs motions exprimant son opposition à cette interdiction. Elle a également publié des communiqués de presse où il est expliqué que la dérogation prévue est sans effet réel et que

l'on est en présence d'un mode de chasse durable. Une étude menée pour le compte du gouvernement du Nunavut estime que la promotion de la chasse au phoque est de nos jours l'une des options les plus économiques et les plus saines pour notre territoire. Reconnaisant que la chasse au phoque présente tous les avantages qu'offrent les produits du terroir, le gouvernement du Nunavut s'est engagé à acquérir les peaux de phoques recueillies par les chasseurs même après l'in-

terdiction d'importer des produits dérivés du phoque, décision qui a eu pour effet qu'au cours de la vente aux enchères de fourrures qui a eu lieu l'an dernier, il n'a pas été acheté une seule peau de phoque provenant du Nunavut. Même si l'on doit payer 500 000 dollars canadiens aux chasseurs, la valeur de remplacement des produits du terroir recueillis au

la dérogation, il doit non seulement « contribuer à la subsistance des Inuit » mais également avoir fait l'objet d'une « chasse traditionnelle » de la part d'un membre indigène des foyers nationaux inuit. Il s'agit là d'une disposition de caractère parfaitement colonial qui renvoie implicitement à l'image de chasseurs inuit perdus en pleine nature et dénués de tout équipement moderne, vêtements achetés en magasin, véhicules à neige ou fusils. Le règlement définit les Inuit comme « les membres indigènes des régions dans lesquelles ils possèdent des droits aborigènes ». Cette formulation omet de reconnaître qu'en vertu de l'Accord de 1993 relatif aux revendications territoriales du Nunavut, ce sont les Inuit du Nunavut, et non le Parlement européen, qui ont le droit de définir qui est Inuit. Certes, le règlement reconnaît qu'en vertu de la Déclaration des Nations Unies sur les droits des peuples autochtones, « la chasse fait partie intégrante de la culture et de l'identité » de ces peuples. Cependant, il omet de mentionner que la Déclaration des Nations Unies affirme également : « Les peuples autochtones ont droit à l'autodétermination. En vertu de ce droit, ils déterminent librement leur statut politique et assurent librement leur développement économique, social et culturel ». En cherchant à limiter le développement éco-

SCÈNE DE VIE ORDINAIRE
Un bon chasseur est aussi un bon boucher qui sait dépecer et préparer l'animal sans rien gaspiller.

De la subsistance à la survie économique

Nunavut est estimée à plus de 30 millions de dollars par an : l'investissement est donc justifié. Encore cette estimation ne prend-elle pas en compte les effets bénéfiques de ces produits sur la santé, l'importance sociale et culturelle de la chasse ni le fait qu'elle permet de prendre part de manière productive à la vie économique et sociale de la communauté. La prétendue dérogation à la règle en faveur des Inuit pose plusieurs problèmes particuliers. L'un de ces problèmes, bien réel, est qu'il n'existe pas de définition de ce qui constitue des activités de chasse à des fins de subsistance. Si l'épouse d'un chasseur traite une peau, la transforme en mouffes et vend ces mouffes, s'agit-il d'activités de subsistance ? Un autre problème tient au fait que pour qu'un produit dérivé du phoque puisse bénéficier de

Les Inuits contre le Parlement européen

En janvier 2010, l'Inuit Tapiriit Kanatami (ITK), organisation représentative des Inuits du Canada, conjointement avec le Conseil circumpolaire inuit (ICC) du Groenland, plusieurs organisations de chasseurs et de trappeurs, des plaignants inuits et d'autres personnes, a engagé devant la Cour de justice européenne une procédure en annulation du règlement interdisant les importations de phoques qui doit entrer en vigueur prochainement. Le principal argument juridique mis en avant est que l'UE n'a compétence que sur le fonctionnement du marché européen. Or ce règlement n'a pas pour but d'améliorer ce marché et de faciliter les échanges commerciaux mais, au contraire, d'interdire le commerce des produits dérivés du phoque. Le véritable objectif poursuivi est le bien-être des animaux, sujet qui ne relève pas de la compétence de l'UE. Mary Simon, présidente

de l'ITK, commente cette décision en ces termes : « On constate avec amertume que l'Union européenne, qui paraît s'accommoder parfaitement du développement massif de l'agro-alimentaire de même que de modes hautement industrialisés d'élevage et d'abattage du bétail, cherche à prêcher aux Inuits une morale éthérée et sélective. Nous sommes en présence, dans le meilleur des cas, d'un préjugé culturel, encore que l'on puisse qualifier cela en des termes bien plus crus ». La Cour ne statuera pas avant le mois d'août, terme fixé pour l'entrée en vigueur du règlement. La procédure va prendre des mois et ses chances de succès sont, dans la meilleure des hypothèses, incertaines. Ce qui importe sans doute davantage, c'est d'attirer l'attention sur ce problème car, aussi bien, il s'agit d'une lutte d'opinion et d'une question d'éducation du public.



CHASSEUR REPUTE DU NUNAVUT

Pauloossie Kineloossie a initié le Cercle Polaire à la pratique de la chasse au phoque à l'occasion d'une partie chasse sur la banquise au nord de qiqitarjuak.

nomique des Inuit à la chasse de subsistance, le règlement ne reconnaît pas le fait que les Inuits ne sont pas figés dans un stade d'évolution donné mais se doivent de tirer avantage des possibilités de développement économique dont ils disposent tout comme n'importe quel autre habitant du Canada ou de l'Europe. Lors de la vente aux enchères de 2009, l'attente de l'interdiction par l'UE a déjà réduit les ventes à néant. Les conséquences à long terme de cette décision seront désastreuses. Les revenus que les chasseurs tirent de la vente de peaux de phoques leur permettent de retourner sur les terrains de chasse pour nourrir leurs familles; ils permettent aussi à ces dernières d'acheter des produits dans les magasins. Par quoi seront-ils remplacés?

En mai 2009, juste après le vote du Parlement européen, Mme Michaëlle Jean, gouverneur général du Canada, a effectué durant une semaine une visite au Nunavut. Sa première étape a été Rankin Inlet où elle s'est vu offrir à manger un morceau de cœur de phoque. Il s'agissait pour elle d'un acte de respect pour les Inuit et leur culture, et pour les Inuit d'une marque de respect tant pour leur culture qu'à l'égard des phoques. Pour le lobby des opposants à la chasse au phoque, c'était un acte à la fois bizarre et répugnant.

Cette coutume est pratiquée par les Inuit depuis des millénaires. Ils mettent un point d'honneur à servir à leur hôte le meilleur de ce que leur

offre la nature; cela s'inscrit dans notre vieille tradition du partage. Or, en Europe, certains médias et certains responsables politiques ont qualifié le geste de Mme Jean de « sanguinaire ». Ces personnes doivent aux Inuit des excuses. Au lieu de s'excuser, elles vont faire entrer en vigueur le 20 août 2010 le règlement interdisant d'importer dans l'Union européenne les produits dérivés du phoque. Résultant d'un mode de pensée qui apparaît avec évidence dans les réactions que nous avons évoquées ci-dessus, la mise en œuvre de cette décision intervient en l'absence de toute consultation avec les Inuit. Nous n'avons pas oublié les effets désastreux de l'interdiction d'importation des « blancs » de phoque veau marin décidée en 1983, alors même qu'il avait été précisé (ce qui, au moins, était logique) que cette mesure ne s'appliquerait pas à la chasse pratiquée par les Inuit. Alors que le coût de la vie dans les régions arctiques est plusieurs fois supérieur à celui du Sud du pays, il importe que les Inuit soient en mesure de vendre leurs peaux de phoques à un prix raisonnable et que nos artisans et stylistes aient, en toute égalité, la possibilité d'assurer à leurs créations un marché mondial viable. Même avec la dérogation prévue pour les Inuit, l'interdiction des produits dérivés du phoque aura pour effet de faire tomber le prix des peaux à un niveau si bas que les chasseurs n'auront plus aucun intérêt à les vendre.

Quoi que puissent faire les Européens, la chasse

au phoque reste une part intégrante de notre culture, de notre identité et de notre économie. De même que le phoque est pour nous une source essentielle de subsistance depuis des millénaires, son abattage demeure un droit important et nécessaire, crucial pour nous assurer une existence saine et durable et pour permettre à notre économie d'être viable, tant aujourd'hui que pour les générations à venir. Nous sommes un peuple de chasseurs de

phoques et de mangeurs de phoque, et nous le resterons ■

Reportage photo de Stanislas Pottier, Le Cercle Polaire, réalisé au Nunavut, Canada.

Pour en savoir plus

- « Animal rights, human rights: ecology, economy, and ideology in the Canadian Arctic », par George W. Wenzel (1991). University of Toronto Press, 206 pages.
- « Sacred Hunt. A Portrait of the relationship between Seals and Inuit », par David F. Pelly (2001). Grestone Books, Toronto, 144 pages.

La position de l'Europe

La pomme de discorde entre le Canada et l'UE relative à l'interdiction de la commercialisation des produits dérivés de la chasse aux phoques n'en finit pas de connaître des rebondissements. Rappelons que cette réglementation entrée en vigueur le 20 août 2010, ne s'applique pas aux produits dérivés du phoque qui proviennent de la chasse de subsistance pratiquée par les Inuits et les communautés autochtones. En février 2012, le Canada et la Norvège avaient saisi l'Organisation mondiale du commerce pour contester cette réglementation qu'ils jugeaient contraire aux principes du libre-échange. L'argument de la « discrimination commerciale » promettait de porter et pourtant, le groupe spécial de l'OMC chargé de rendre la décision dans cette affaire annonça le 25 novembre 2013 que les restrictions imposées par l'UE sur les produits dérivés de la chasse aux phoques étaient justifiées d'un point de vue moral car « ils répondent aux préoccupations éthiques du

public à l'égard du bien-être des phoques ». Dans le même temps, la principale organisation inuite du Canada, la Inuit Tapiriit Kanatami, avait déposé un recours auprès de la Cour européenne de justice qui a été rejeté en novembre 2013. Cet arrêt de la cour clos une longue bataille judiciaire entamée depuis plusieurs années par les chasseurs de phoques du Canada, du Groenland et de Norvège auprès des tribunaux de l'UE. L'embargo européen a eu des effets sensibles sur la chasse commerciale aux phoques : 40 000 individus tués en 2011 contre 354 000 en 2006, et un prix de la fourrure de phoque qui a chuté de 90 euros à 9 euros. La réglementation de l'UE a cassé le marché international, se plaint l'avocate Inuite Aaju Peter qui estime que la décision de l'OMC est « immorale et inhumaine ». Terry Audla, président de l'Inuit Tapiriit Kanatami, qualifie l'approche européenne d'« orwellienne ».



NICOLAS COILLARD / HTTP://NICOLASCOILLARD.EU

Manchots empereur en marche vers la colonie - Antarctique, mars 2010



NICOLAS COILLARD / HTTP://NICOLASCOILLARD.EU

Tortue de manchots empereur - Dumont d'Urville, Antarctique, juin 2010



NICOLAS COILLARD / HTTP://NICOLASCOILLARD.EU

Le code-barres vocal des manchots empereurs

Effet *cocktail party* chez les grands manchots

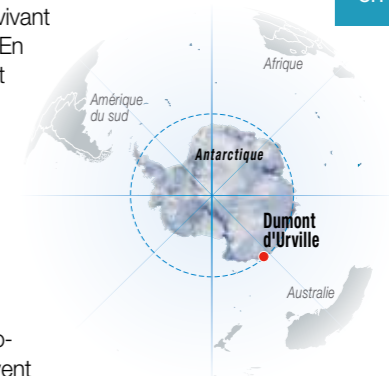
CHAQUE INDIVIDU POSSÈDE UNE SIGNATURE VOCALE UNIQUE qui lui permet d'être reconnu par son partenaire ou son poussin au cœur d'une bruyante colonie de plusieurs milliers de couples, de retour d'une partie de pêche en mer de plusieurs semaines.



PIERRE JOUVENTIN

PIERRE JOUVENTIN Figure majeure de l'écologie australe en France, cet ancien Directeur de recherche au CNRS a dirigé pendant 15 ans le laboratoire d'écologie de Chizé en Vendée. Il a effectué 21 missions en Antarctique et dans le subantarctique.

Le concept d'adaptation est évident mais difficile à cerner. Dans le langage courant, on l'emploie au sens de l'adaptation générale d'un organisme à son environnement. Définition vague, tout être vivant étant de fait adapté à son milieu. En biologie de l'évolution, le sens est restreint à une adaptation fonctionnelle précise résultant de la sélection naturelle et améliorant la survie de l'espèce. Si cette définition circonscrit le problème, elle ne le résout pas, car il est difficile de mesurer le gain obtenu par l'individu présentant l'adaptation et exceptionnel de voir l'évolution en marche : on en est souvent réduit à observer des caractères adaptatifs et à supposer qu'ils répondent à des caractères contraignants du milieu. Pour limiter



3 000 COUPLES DE MANCHOTS EMPEREURS se reproduisent et élèvent leur poussin en hiver sur la banquise près de la station scientifique de Dumont d'Urville en Terre Adélie.



NICOLAS COILLARD / HTTP://NICOLASCOILLARD.EU

LA LONGUE « MARCHE » DE L'EMPEREUR.
Au début de l'hiver, les manchots parcourent à la queue leu leu de longues distances sur la banquise pour rejoindre le site de la colonie.

les spéculations, on peut choisir des situations extrêmes comme celle des animaux antarctiques car elles amplifient les contraintes environnementales et les mécanismes adaptatifs.

Sous l'accumulation des preuves de toute nature, l'idée de l'évolution des espèces est de nos jours passée du statut de théorie à celui de fait établi dans la communauté scientifique. Pourtant, malgré le travail de pionnier qu'a réalisé dans ce domaine Charles Darwin, les adaptations comportementales sont moins faciles à mettre en évidence, donc parfois moins convaincantes, que les adaptations morphologiques. Aussi ne faut-il pas s'étonner que l'une des dernières en date des sciences de l'évolution ait été l'éthologie qui, sous le ferment de la génétique et de l'écologie, s'est répandue ces dernières années sous le nom d'écologie comportementale (*behavioural ecology*). Pour illustrer la complexité et la logique de cette étude scientifique des « mœurs » des animaux, nous prendrons pour exemple le manchot empereur, qui constitue pour les chercheurs français un modèle unique car son adaptation au continent antarctique est à la limite du croyable tant elle est sophistiquée.

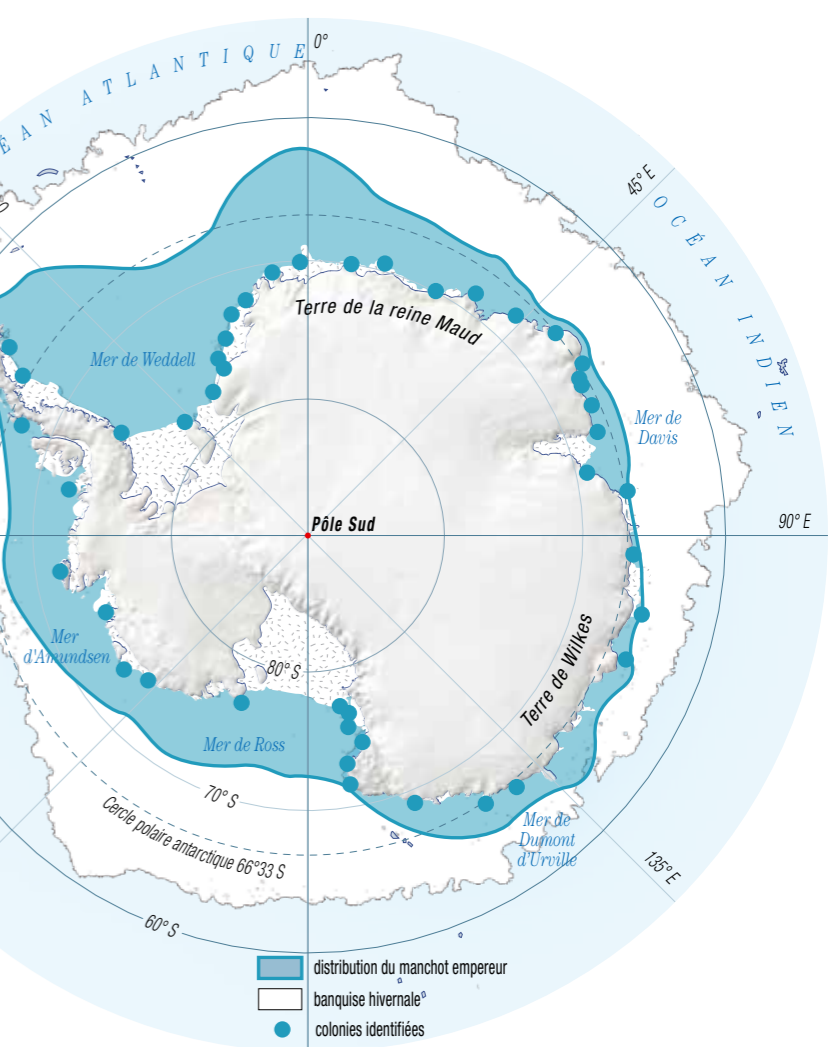
Les chercheurs qui, dans les années cinquante, ont découvert son mode de vie étaient très surpris, presque incroyables. En effet, comment imaginer qu'un oiseau ait pu venir se reproduire sur le continent antarctique, non sur un nid mais en tenant en équilibre son œuf sur les pattes; non sur la terre mais sur la glace de mer; non en été mais en hiver? Et quel hiver, quand on sait que la température, même sur la côte, peut descendre à -40°C et que les vents, en Terre Adélie où se sont déroulées la plupart des études, peuvent atteindre 350 km/h, c'est-à-dire le record mondial de vitesse de vent jamais enregistré. Froid et vent conjugués, le pouvoir de refroidissement de l'air atteint -200°C! Aussi les adaptations à un milieu tellement extrême ne peuvent être que remarquables, d'où l'intérêt scientifique et pédagogique du modèle.

Mais tout d'abord, pourquoi de telles adaptations, quand il paraît si simple de venir se reproduire en été et à terre? Ce paradoxe peut s'expliquer: les surprenantes solutions « trouvées » par la sélection naturelle au cours de l'évolution de

cette espèce sont logiques quand on approfondit le difficile problème que posait la colonisation de l'Antarctique. D'une part, il existait une contrainte extérieure écrasante: huit à neuf mois sur douze, le continent du froid est ceinturé d'une épaisse banquise. D'autre part, il existait des potentialités communes aux deux représentants de ce genre de manchots (genre *Aptenodytes*): le plus proche parent du manchot empereur, le manchot royal, est comme lui de grande taille (environ un mètre), couve son unique œuf ou son poussin sur les pattes et a colonisé les plages des îles qui entourent le continent antarctique. Lui ou leur ancêtre commun se trouvait donc par hasard préadapté, d'une part pour résister au froid par sa masse, d'autre part pour incuber son œuf sur ses pattes en l'isolant d'une autre surface plane mais plus froide, la glace de mer.

Manchots empereur et royal étant nettement plus grands que les autres manchots antarctiques, il était impossible que la reproduction soit contractée sur les trois à quatre mois de la bonne saison quand la côte est libre de glace, le poussin d'un grand oiseau ne pouvant que croître lentement. Il était donc impératif que le cycle de reproduction se déroule pendant le long hiver, et encore y avait-il nécessité de le contracter de quelques semaines pour que la croissance du poussin coïncide avec la présence de la banquise. Or le manchot royal boucle son cycle en quatorze mois, quand le poussin de manchot empereur prend son plumage adulte pendant la débâcle de la banquise, à seulement la moitié du poids de l'adulte: le raccourcissement de plusieurs mois du cycle reproducteur du manchot empereur a donc eu pour contrepartie la « miniaturisation » du juvénile, ce que l'on peut considérer comme une adaptation originale à la reproduction sur la banquise.

Le fait de se reproduire au-dessus de la mer, mais séparés par un à deux mètres de glace du



SOURCE: BRITISH ANTARCTIC SURVEY

poisson et du krill dont ils se nourrissent, a entraîné des voyages alimentaires longs car, pour accéder à des espaces d'eau libre, il leur faut parcourir plusieurs dizaines de kilomètres sur la banquise. Cette perte de temps et d'énergie a conduit à une spécialisation des sexes: deux mois après leur arrivée sur la glace de mer en formation, la femelle pond puis elle part aussitôt reconstituer ses réserves en mer quand le mâle reste pour incuber seul l'œuf deux mois de plus. Après ces quatre mois de jeûne dans le blizzard, le mâle a perdu environ la moitié de son poids. Il aurait perdu beaucoup plus si, comme son proche parent le manchot royal, le couveur s'était tenu au même emplacement et séparé de ses voisins. Mais, adaptation comportementale indispensable à sa survie dans ce milieu hostile,

38 COLONIES D'EMPEREUR

Abrités des marées et des tempêtes, les sites des colonies d'empereur sont réparties sur la majeure partie de la banquise côtière antarctique. Les plus grandes colonies qui comptent jusqu'à 20 000 couples sont visibles sur les images satellite où apparaissent de larges surfaces couvertes de leurs déjections.

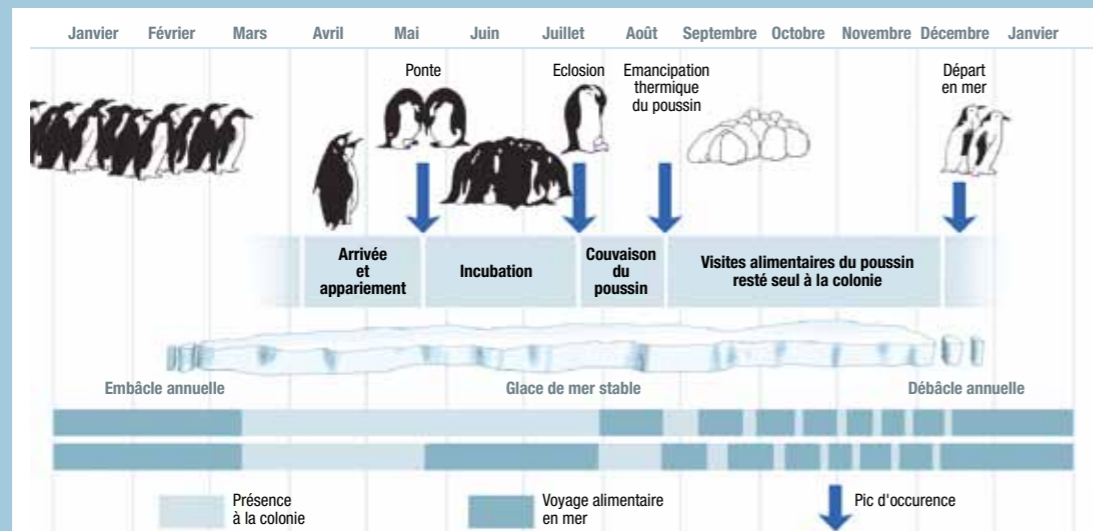
l'empereur marche sur les talons avec son œuf sur les pattes et, étant peu agressif, il tolère la promiscuité : pour résister au froid et au vent, pour se tenir chaud, les couveurs se serrent les uns contre les autres et forment des sortes de mêlées de rugby atteignant dix individus au mètre carré qui leur permettent d'économiser leurs réserves.

Nouvelle adaptation surprenante, le retour de la femelle coïncide souvent avec l'éclosion et si la tempête retarde le relais d'incubation, le mâle secrète, un peu comme les pigeons, un « lait » à partir des cellules de son œsophage, pour éviter au poussin juste éclos et dépourvu de réserves de succomber d'inanition. À son départ, le mâle affaibli par ses quatre mois de jeûne physiologique paie un tribut de mortalité plus important que l'autre sexe, en particulier

face aux prédateurs comme le léopard de mer. Il en résulte un déséquilibre dans les colonies, les femelles étant plus nombreuses que les mâles, et à la fin de la période de formation des couples, on peut voir en effet des groupes de femelles cherchant désespérément des mâles célibataires, plusieurs femelles répondant au chant d'un mâle et des trios temporaires en résultant parfois. Il ne s'agit plus alors d'adaptations comportementales mais de conséquences sans valeur adaptative puisqu'elles peuvent même gêner la reproduction. L'union fait la force mais entraîne des faiblesses...

Autre exemple de ces comportements inutiles ou néfastes mais qui sont la conséquence d'adaptations indispensables à la survie dans l'hiver antarctique, cette promiscuité permet à deux couveurs voisins d'effectuer des parades

Le cycle de vie du manchot empereur



Fin mars, alors que la banquise a déjà commencé à se former, les manchots empereurs quittent la mer pour se reproduire sur les côtes antarctiques. En longues processions pouvant atteindre plusieurs milliers d'individus, ils arrivent sur le site de la colonie : une zone de banquise épaisse et stable. La parade se conclut en mai par la ponte d'un unique œuf aussitôt confié au mâle. La femelle part alors se nourrir en mer et achève ainsi un jeûne de quarante à cinquante jours au cours duquel elle a perdu 25 % de son poids. Pendant les deux mois suivants, le mâle incube l'œuf posé sur ses pattes, protégé par un repli abdominal, la poche incubatrice. Fin juillet, au moment de l'éclosion, la femelle est de retour pour reprendre au mâle le poussin qu'elle nourrit d'une bouillie de krill et de poisson. Achevant son quatrième mois de jeûne, le mâle a perdu près de 40 % de son poids. Il parcourt alors des centaines de kilomètres

sur la banquise pour atteindre une polynie (zone d'eaux libres de glaces), où il peut enfin chasser et reconstituer ses réserves énergétiques. Un mois plus tard, il revient à son tour relever la femelle et nourrir son poussin. Jusqu'en décembre, les deux partenaires alternent les séjours alimentaires de deux à trois semaines en mer avec de brèves périodes de nourrissage du poussin à la colonie. Au total, quatorze à vingt visites alimentaires permettent au poussin de passer d'un poids initial d'environ 300 g à son poids d'émancipation de 10 à 15 kg. Fin décembre, les poussins muent au sein de la colonie avant de partir en mer. Libérés des obligations parentales, les adultes retournent en mer reconstituer leurs réserves afin de préparer le coûteux jeûne de la mue effectué sur le rivage ou sur des plaques de glace à la dérive. Ils passent ensuite les mois de février et mars à s'alimenter en mer en vue du prochain cycle reproducteur.



NICOLAS COILLARD / HTTP://NICOLASCOILLARD.EU

ral, le poussin enlevé est abandonné quelques minutes plus tard et meure gelé.

A la différence de la plupart des manchots, les couples de manchots empereurs sont peu fidèles d'une année à l'autre, et l'analyse fine de la signification biologique des comportements permet aussi de l'expliquer. Le suivi des oiseaux marqués montre en effet que certains couples ont pu se retrouver cinq années de suite, ce qui statistiquement ne peut être le fruit du hasard dans une colonie de plusieurs milliers de couples. Ce fait laisse supposer que les oiseaux cherchent à retrouver le conjoint de l'année précédente. Mais, n'ayant pas de lieu de rendez-vous comme les espèces de manchots qui possèdent un nid (et qui présentent généralement une fidélité au conjoint de l'ordre de 80 %), seulement 14,5 % parviennent à se retrouver chaque année.

Comment se retrouvent-ils dans la foule en mouvement de plusieurs milliers de reproducteurs ? Sans le lieu de rendez-vous que constitue le nid d'un oiseau marin ordinaire, le manchot empereur doit retrouver son conjoint en revenant de la mer, alors que ce dernier s'est déplacé sur la banquise avec son œuf (ou le jeune poussin) sur les pattes. Or, ils sont incapables de se distinguer visuellement les uns des autres. Nous avons montré que leur chant seul permettait aux membres du couple de se retrouver, puis de repérer leur poussin pour le nourrir lorsque celui-ci était devenu autonome.

SEULE ESPECE ANTARCTIQUE À SE REPRODUIRE EN HIVER,

le manchot empereur peut résister au froid polaire (-40 °C) et aux violents blizzards (200 km/h) de la nuit australe. Forcé à un jeûne de 4 mois en attendant le retour de la femelle, le mâle perd environ 40 % de son poids.

nuptiales, une sorte de « flirt », car elles n'aboutissent pas à un accouplement à cette époque de fin de reproduction. Cette même promiscuité permet enfin à des parents ayant perdu leur jeune, mais toujours très motivés par leur taux de prolactine (hormone des soins parentaux), de s'approcher de couveurs transportant un poussin et de le kidnapper d'un coup de bec pour le mettre sous leur ventre. Ces raptus ne semblent pas non plus adaptatifs car, en géné-



LUNCH TIME !
 A son retour à la colonie, la femelle régurgite une partie du fruit de sa pêche dans le gosier du petit manchot affamé. Un retard important met en danger la survie du poussin.

UN OEUF À LA PATTE

Pour le tenir à l'abri du froid intense, les manchots incubent leur oeuf sur leurs pattes, à l'abri d'un repli abdominal richement vascularisé qui le maintient à la température du corps. L'oeuf éclos sur les pattes du père et au retour de la mère, le poussin est transféré sur les pattes de cette dernière. C'est là que le poussin passera ses premières semaines, sans toucher la glace jusqu'à avoir acquis une couche de graisse suffisante pour marcher de ses propres pattes.

Ainsi, le chant de cour des manchots représente une « signature vocale », toujours identique chez le même individu mais différente d'un individu à l'autre.

Comment prouver expérimentalement cette reconnaissance acoustique et décoder le système du manchot empereur, c'est-à-dire mesurer l'importance des différents paramètres physiques de son chant ? Pendant l'hiver antarctique, nous avons enregistré les conjoints et leur poussin, puis, après le départ en mer d'un parent, nous avons leurré le couveur restant en lui diffusant le chant de son partenaire (expériences dites de « repasse » ou « playback »). Le manchot répond donc à la diffusion du chant enregistré de son conjoint, mais à quoi exactement ? Il y a trente ans, lors de mon travail de thèse, les expériences de modification des signatures acoustiques étaient lourdes à mener. Aujourd'hui, grâce à l'informatique, il est facile de modifier chaque paramètre du chant afin de tester son importance pour la reconnaissance. Nous avons ainsi pu mettre en évidence en Terre Adélie que le domaine fréquentiel compte, mais aussi, et surtout, le domaine temporel : un premier code d'identification acoustique est constitué par la succession des trains d'ondes et des silences qui les séparent, telle une sorte de « code-barres » comme on en utilise dans le commerce.

Nous avons aussi montré que, dans le même signal acoustique, un deuxième code encore plus original confirme le premier, et il faut en expliquer le principe. À la différence de l'homme, les oiseaux possèdent généralement deux sources sonores (ou syrinx), qui produisent deux voix. On en perçoit seulement une chez beaucoup d'oiseaux chanteurs, ce qui nous paraît harmo-





STÉPHANE HERGUETA - LAURENT MAYET

Manchots : une famille très diversifiée

Les manchots vivent dans l'hémisphère Sud, plongent parfaitement (manchot empereur ci-contre) mais ne volent pas, bien qu'ils soient issus d'oiseaux volants comme les albatros et les pétrels. A l'inverse, les pingouins, avec lesquels on les confond souvent, vivent dans l'hémisphère Nord, en Bretagne notamment, sont capables à la fois de nager et de voler (pingouin torda ci-contre en bas) et sont parents des mouettes. On dénombre environ dix-huit espèces de manchots. Ils passent la plus grande partie de leur vie en mer dans des eaux froides et viennent se reproduire à terre, non seulement en Antarctique mais sous toutes les latitudes de l'hémisphère sud et jusqu'à l'équateur, aux îles Galápagos. D'après les paléontologues, il semblerait d'ailleurs que les régions tempérées soient le berceau d'origine de la famille et que leur adaptation aux climats froids et chauds soit venue ensuite, entraînant une série d'adaptations spécifiques. Tous les manchots possèdent un nid. Les manchots pygmées d'Australie et de Nouvelle-Zélande pondent même dans un terrier. Deux exceptions cependant : les grands manchots (genre *Aptenodytes*) qui mesurent près d'un mètre portent leur unique œuf, ou leur jeune poussin, sur les pattes. Le manchot royal peut ainsi se reproduire à l'abri de l'eau sur des plages humides (ci-dessus à droite). Le manchot empereur peut de la même manière isoler sa progéniture de la banquise froide. La plupart des manchots forment donc des colonies où chaque couple possède son nid (manchot à jugulaire ci-dessus à gauche) comme n'importe quel oiseau marin alors que les grands manchots peuvent se déplacer avec l'œuf ou le poussin sur les pattes : le royal ne bouge que de quelques mètres sur les plages de sable, en particulier lors des tempêtes, alors que l'empereur se déplace beaucoup sur la banquise, toujours sur les talons, avec sa progéniture en équilibre sur ses pattes et abritée du vent et du froid par un repli de l'abdomen. Or chaque conjoint doit reconnaître son partenaire pour échanger l'œuf ou le poussin pour le nourrir. N'utilisant ni la vue ni l'odorat pour s'identifier, ne disposant pas du lieu de rendez-vous que constitue le nid, il ne leur reste que la voix, d'où le chant qui indique à la fois l'espèce, le sexe et l'identité. Un double codage permet d'éviter toute confusion avec un autre manchot ou poussin parmi les milliers qui se trouvent dans la colonie. Dans cette même famille des manchots, nous trouvons donc le cas commun des oiseaux se retrouvant sur un nid et le cas extraordinaire des deux grandes espèces qui doivent se retrouver uniquement par la voix, d'où un système d'identification uniquement vocale extraordinairement sophistiqué. Cette famille est donc un modèle comparatif unique des signatures vocales et l'étude expérimentale systématique que nous avons réalisée chez six espèces de manchots n'a pas d'équivalent dans le monde animal.



JOHN HAGUE / HTTP://THEIRUNKBIRDER.WORDPRESS.COM - EMILY STONE / NATIONAL SCIENCE FOUNDATION

nieux. Lorsque ces deux voix sont décalées, comme chez les deux espèces de grands manchots, le chant paraît éraillé. Ce système à « deux voix » a été décrit depuis trente ans sur les plans anatomique, physiologique et acoustique, mais aucune fonction biologique particulière ne lui était connue. Or, chaque manchot empereur possède un décalage entre les deux voix qui lui est propre, et si l'on supprime expérimentalement une voix, il n'est plus reconnu par son conjoint ni son poussin. Chez le manchot royal, le battement entre les deux voix a été reconstitué par calcul et cette synthèse appauvrie suffit à la reconnaissance entre oiseaux. Le système à « deux voix » est donc un code complémentaire d'identification vocale. Il n'existe que chez les manchots qui ne possèdent pas de nid et qui ont de fait plus de difficultés à se retrouver.

Chez les autres espèces de manchots disposant d'un lieu de rendez-vous, la signature

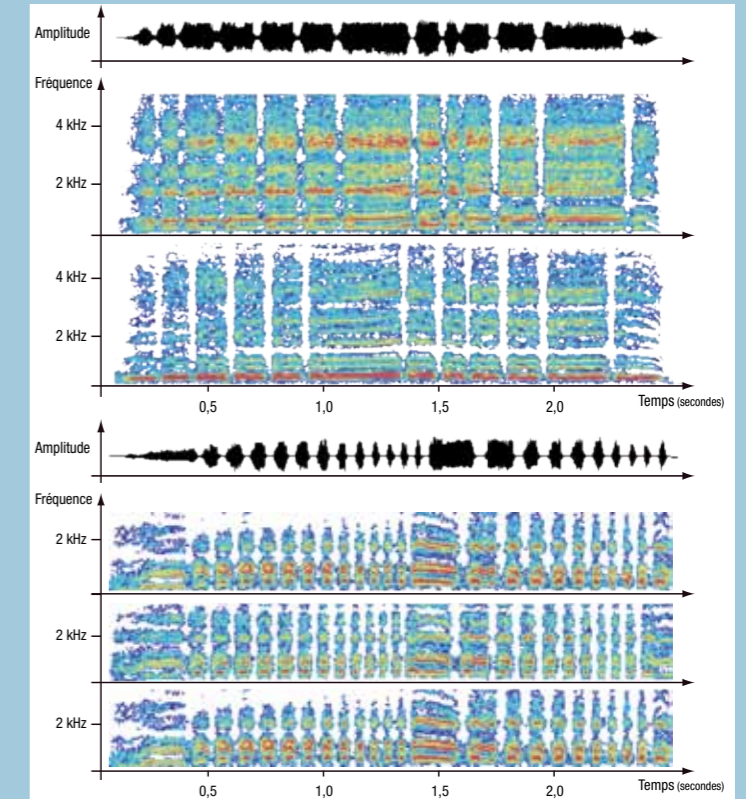
L'audition intelligente de l'empereur

vocale est beaucoup moins sophistiquée. Les mêmes expériences ont montré sur cinq espèces nidificatrices que le conjoint est surtout reconnu par le timbre, comme nous reconnaissons la voix d'un ami au téléphone, c'est-à-dire lorsque le risque de confusion est limité.

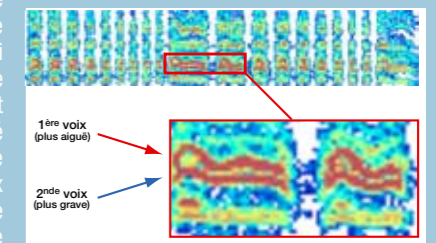
Chez le manchot royal qui est un peu devenu la « souris blanche » de la reconnaissance acoustique du fait de la facilité d'expérimentation, nous avons mis en évidence un phénomène qui n'était jusqu'alors connu que chez l'homme : « l'effet cocktail » ou « audition intelligente ». Lorsque vous entendez une phrase prononcée à voix basse dans une ambiance bruyante, vous êtes capable de la répéter si elle est émise jusqu'à quatre décibels au-dessous du bruit masquant. En repassant un chant de son parent couvert par cinq chants d'adultes étrangers, le poussin le reconnaît, même s'il est émis à un niveau sonore inférieur de six décibels aux chants étrangers. Chez le manchot royal, on observe donc l'effet cocktail, mais à un niveau encore plus développé que chez l'homme.

Sur ce point, le manchot empereur est, lui, moins performant. Mais, d'une part, le bruit de fond de ses colonies est moins élevé que celui de celles du manchot royal qui atteint 74 décibels (le niveau sonore du périphérique parisien ; d'autre part, et surtout, il possède seul une autre adaptation comportementale pour éviter le brouillage

Un code d'identité à deux clés



Le diagramme ci-dessus (sonagramme) représente différents chants d'individus empereur. Il se lit en trois dimensions : la couleur du trait (de faible en bleu à fort en rouge) représente l'intensité sonore ; les fréquences en kilohertz sont indiquées en ordonnée (les sons graves ont la plus basse fréquence) et le temps en abscisse est donné en secondes. En partant du bas, trois chants d'une même femelle montre que le découpage temporel du chant est toujours identique, même si l'intensité d'un chant à l'autre change. En haut, deux chants de deux mâles différents dont le rythme et la durée des salves sonores (ou phrasés) composant le chant sont différents. Le découpage temporel du chant des deux sexes diffère : le chant de la femelle présente en moyenne deux fois plus de salves que celui du mâle. Le premier système de code vocal utilisant le phrasé est confirmé par un second code basé sur le décalage fréquentiel entre les deux voix émises par les deux sources sonores (ou syrinx), l'une ayant une voix plus aiguë que l'autre (Voir ci-contre). Chez un même empereur, le décalage entre ses deux voix est toujours identique alors qu'il diffère toujours d'un individu à l'autre. Avec un code d'identification du phrasé très performant doublé d'un code « deux voix » moins performant, la confusion entre couveurs est impossible, bien qu'elle ne repose que sur l'acoustique et que les chanteurs soient mobiles et nombreux. De plus, les manchots évitent de chanter à moins d'une dizaine de mètres les uns des autres, sorte de règle de politesse innée qui constitue une adaptation anti-brouillage destinée à éviter les erreurs d'identification vocale aboutissant à un échec reproductif.





NICOLAS COILLARD / HTTP://NICOLASCOILLARD.EU



NICOLAS COILLARD / HTTP://NICOLASCOILLARD.EU

DU DUVET AU PLUMAGE ISOLANT

Les poussins entament leur mue au moment de la débâcle estivale. En cas de fonte précoce, les jeunes manchots ne peuvent survivre dans l'eau avec leur seul duvet.

entre chanteurs. L'effet néfaste du brouillage est évident puisqu'il gêne l'identification acoustique et peut empêcher un arrivant de retrouver son conjoint pour le relayer, ce qui fait échouer l'incubation. Or, lorsqu'un oiseau commence à chanter, ses voisins qui étaient sur le point de le faire restent muets. Ce fait a été observé maintes fois, puis testé par mes collaborateurs et moi-même en diffusant un chant à proximité d'un manchot empereur qui tombait la tête pour chanter, mais restait muet. Dans le milieu particulièrement contraignant de l'hiver antarctique, on pourrait dire qu'il est apparu une sorte de «règle de politesse» qui empêche les manchots empereurs de se «couper la parole»!

Autre adaptation acoustique par défaut, lorsque

les deux «fiancés» ont chanté, ce qui leur a permis de connaître leur sexe, et que le couple est formé, ils deviennent muets. La parade nuptiale se déroule silencieusement chez cette seule espèce de manchot, sans doute pour éviter à cette époque la formation de trios ou quatuors dont nous avons vu qu'ils empêchaient la reproduction. Enfin, lorsque le couple doit se déplacer dans la foule, courant le risque de se perdre de vue et ne pouvant chanter, les conjoints marchent dans les pas l'un de l'autre et adoptent une curieuse «démarche balancée». Cette démarche caractéristique les différencie des voisins et constitue une sorte de repérage visuel qui leur permet de se retrouver sans qu'ils aient besoin

TEMPÉRATURE TROPICALE AU COEUR DE L'HIVER.

En faisant la «tortue», les manchots réussissent à maintenir une température de 37,5° C au sein de la formation quand la température ambiante est de -20 à -40° C avec des vents de 200 km/h, soit un pouvoir refroidissant de l'air d'environ -200° C.

50 ans de suivi des colonies de manchot empereur

Lorsque je suis devenu responsable du programme d'écologie des oiseaux et mammifères des Terres Australes et Antarctiques Françaises en 1985, j'avais participé à plusieurs opérations de baguage ponctuelles sur le terrain. Je me suis dit qu'il était dommage que ces études ne soient pas prolongées et systématisées. A partir de ces quelques fichiers oubliés au fond d'un tiroir, j'ai en quelques années choisi les espèces et les colonies les plus faciles d'accès sur le continent antarctique près de la base côtière de Dumont d'Urville, et dans les îles subantarctiques d'Amsterdam, de Crozet et de Kerguelen, dont la colonie de manchot empereur de Pointe Géologie à Dumont d'Urville, établi un calendrier des contrôles à effectuer régulièrement pour qu'avec le minimum de travail standardisé, le maximum de résultats puisse être obtenu quel que soit le bagueur et dans différents domaines comme la biologie de reproduction, la démographie, le suivi à long terme des populations et de leur succès reproducteur, etc... Peu à peu, nous nous

sommes aperçus que les animaux les plus aquatiques (manchots et phoques) étaient gênés par les marques alors que les oiseaux volants pouvaient les porter toute leur vie sans problème. Depuis ma retraite, mon ancienne équipe du laboratoire de Chizé gère seule ces contrôles sur une vingtaine d'espèces suivies sans interruption depuis plus d'un demi-siècle en quatre localités. Notre pays dispose ainsi d'un observatoire à long terme de l'océan Austral qui permet de mesurer les effets des changements globaux sur la faune australe et de comprendre les mécanismes mis en œuvre puisque les oiseaux marins interviennent à différents niveaux des chaînes alimentaires de l'océan Austral. Je me souviens en souriant de mes débuts lorsqu'un membre de la commission du CNRS me reprochait mon manque d'imagination et ma paresse qui m'empêchaient de changer de programme chaque année... Ces «défauts» nous ont permis de collecter pendant 50 ans les données de ce qui constitue aujourd'hui le plus long suivi au monde de populations animales. P.J.

de chanter. À la ponte seulement, et avant la séparation de deux mois, la femelle entame une série de duos avec le mâle, qui récupère l'œuf et le rendra au retour de la femelle contre sa signature acoustique qu'il aura mise en mémoire lors de ces échanges vocaux. En conclusion, que ce soit dans leur chant ou dans leur silence, les manchots empereurs sont étroitement adaptés à des conditions extrêmes qui, au cours des milliers d'années de leur évolution, ont sélectionné des comportements surprenants de prime abord mais, en fin de compte, très fonctionnels. ■

Pour en savoir plus

- «Le manchot, fantaisie de la nature ou modèle de communication?», par Pierre Jouventin, Thierry Aubin et A. Seabird (2002). Pour la Science, Dossier 34 : 84-89.
- «La signature vocale du manchot», par Pierre Jouventin (2002). Science et Avenir Hors Série 129 : 14-19
- «La communication animale aux carrefours de la connaissance», par Pierre Jouventin (2002). Pour la Science, Dossier 34 : 2-4.
- «La Signature vocale des manchots», film éducatif de P. Jouventin (1999), CERIMES/www.cerimes.fr/.
- «Le Paradoxe des empereurs», film éducatif de T. Thomas et P. Jouventin (1999), CERIMES/www.cerimes.fr/.

Un continent isolé au statut unique L'Antarctique est-il vraiment un espace international?

AU DELÀ DU CLICHÉ DE LA RESERVE NATURELLE CONSACRÉE A LA PAIX et à la science, le régime juridique de l'Antarctique est autrement plus complexe. Espace international pour les uns, approprié pour les autres, les États ont choisi une non-solution aux questions territoriales.



LE CERCLE POLAIRE
ANNE CHOQUET

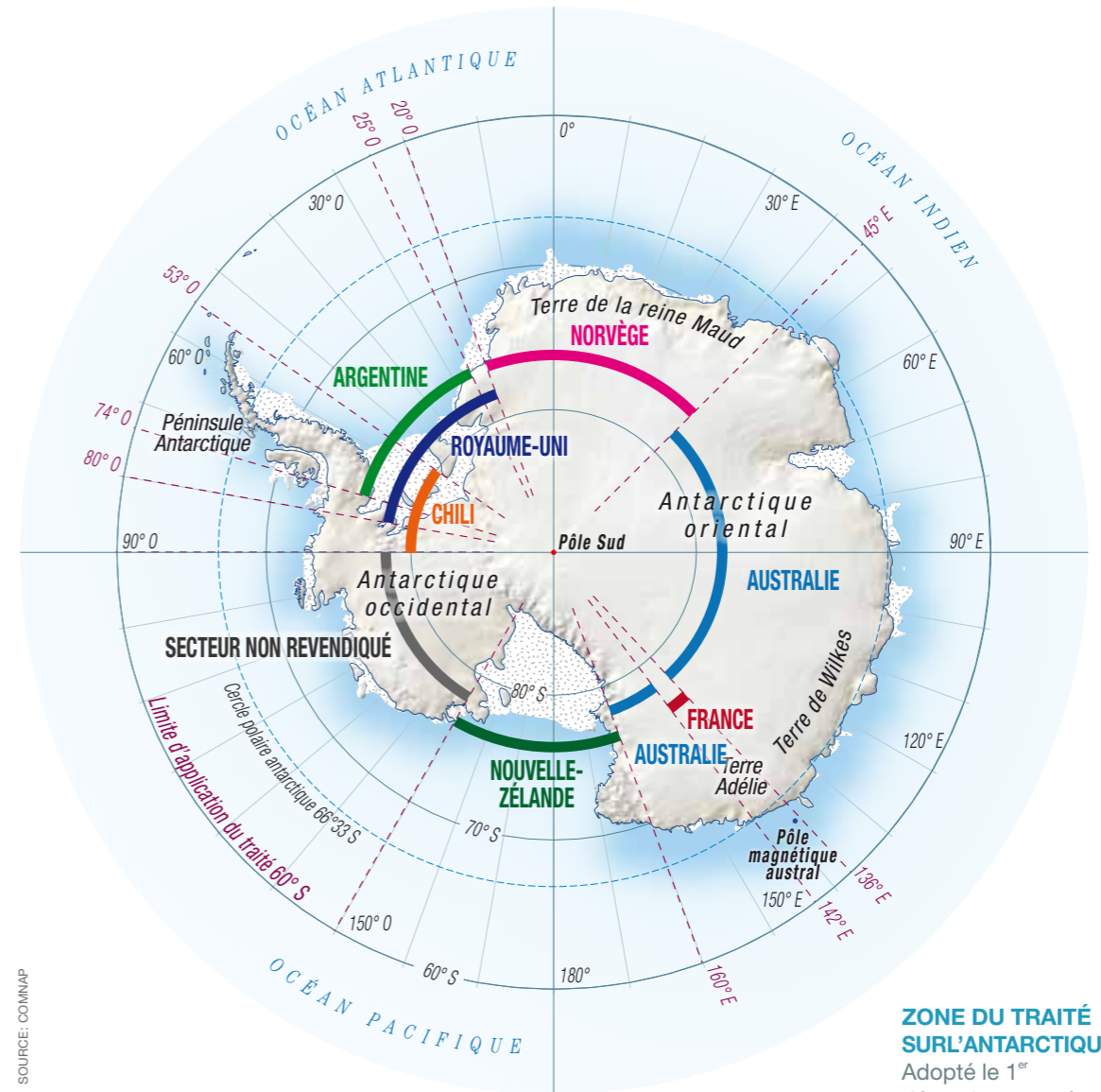
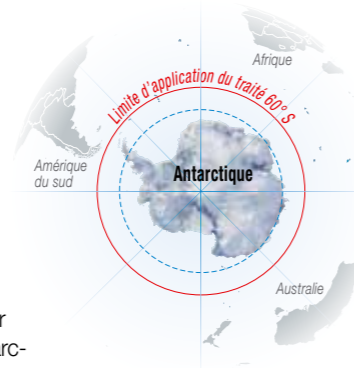
Spécialiste française du droit de l'Antarctique, cette enseignante-chercheur à France Business School, campus de Brest, participe depuis 10 ans aux réunions des Parties consultatives au Traité sur l'Antarctique (RCTA).

L'Antarctique attire, intrigue et les idées reçues vont bon train. Parmi elles vient souvent l'idée selon laquelle une station scientifique pourrait être construite n'importe où sur le continent puisque l'Antarctique est un espace qui appartient à tout le monde. Mais n'y a-t-il pas un petit bout de France qu'on appelle la Terre Adélie? Autre exemple: seuls les scientifiques peuvent se rendre en Antarctique, car ce continent est un espace réservé à la science. Pourtant, les catalogues des agences de voyage proposent des croisières en péninsule Antarctique. Qu'en est-il vraiment? Qui a raison? Personne et tout le monde à la fois. Tout est affaire de nuance. En fait, l'Antarctique est un espace à part, unique. Il est, pour certains, un espace international, pour d'autres un espace approprié. De même, consacré à la paix et à la science, il n'est pas pour autant réservé aux seuls scientifiques. L'Antarctique est loin d'être l'espace de liberté auquel on l'associe souvent. Les États ont choisi une non-solution aux questions territoriales nées de l'appropriation de la région par sept

États, dont la France. Ils ont également établi une réglementation contraignante, notamment en matière de protection de l'environnement. Alors que l'Antarctique est convoité à des fins économiques, son régime juridique est souvent objet d'a priori, source de confusions et soulève de nombreuses questions auxquelles il n'existe le plus souvent pas de réponse simple.

L'une de ces questions concerne l'idée largement répandue selon laquelle l'Antarctique serait un espace international. Pourtant on oppose à cette conception l'image d'un camembert associée à l'Antarctique. Le continent serait divisé en part plus ou moins égales entre différents États (voir la carte ci-contre). Qu'en est-il vraiment?

L'histoire des relations internationales a montré que les États ont de tout temps cherché à étendre leur territoire. Si la continuité territoriale de leur territoire est souvent utilisée pour justifier l'extension de leur souveraineté à un territoire voisin, la théorie des territoires sans maître leur a permis de s'approprier de nouveaux espaces, quelque



SOURCE: COMINAP

fois très loin de leur métropole, en appliquant le principe du: « premier arrivé, premier servi ». L'Antarctique n'a pas échappé à ce mouvement d'acquisition. Le Royaume-Uni, entre 1908 et 1930, la Nouvelle-Zélande en 1923, la France en 1924 (décret du 27 mars 1924), le « dominion » d'Australie en 1933, la Norvège et l'Argentine en 1939 ainsi que le Chili en 1940 ont émis des prétentions territoriales qu'ils justifient par des raisons de proximité géographique ou par leur découverte du secteur qu'ils revendiquent. Les États se sont ainsi partagés l'Antarctique, à l'exception de la Terre de Marie Byrd, partie occidentale de l'Antarctique (entre le 75° et le 80° parallèles) qui n'a pas été revendiquée. On consi-

dère qu'elle était réservée tacitement aux États-Unis. Ces derniers n'ont cependant jamais émis de revendication officielle du secteur mais ont pendant longtemps laissé planer un doute sur une éventuelle appropriation. Parmi les secteurs revendiqués, la Péninsule antarctique tient une place particulière. L'intérêt de la Péninsule pour les États tient principalement à la proximité de l'Amérique du Sud (1100 km de la pointe Sud du Chili et de l'Argentine) et à son climat plus tempéré que les autres régions du continent. Elle a ainsi été revendiquée par l'Argentine, le Chili et le Royaume-Uni. Leurs prétentions territoriales se chevauchent sans se superposer complètement. Une telle situa-

ZONE DU TRAITÉ SURL'ANTARCTIQUE

Adopté le 1^{er} décembre 1959 à Washington par les douze États originaires, le Traité sur l'Antarctique s'applique à toutes les terres et les mers situées au sud du 60° parallèle Sud.

Statut des Etats parties au Traité sur l'Antarctique

Parties consultatives			Etats Parties non consultatives
Parties consultatives originaires 1959 - 61	Parties consultatives additionnelles		
<ul style="list-style-type: none"> Argentine Australie Chili France Nouvelle-Zélande Norvège Royaume-Uni 	<ul style="list-style-type: none"> Afrique du Sud Belgique Etats-Unis Japon Russie (URSS) 	<ul style="list-style-type: none"> 1961 Pologne 1967 Pays-Bas 1974 Allemagne de l'Est 1975 Brésil 1979 Allemagne de l'Ouest 1980 Uruguay 1981 Italie 1981 Pérou 1982 Espagne 1983 Inde 1983 Chine 1984 Suède 1984 Finlande 1986 République de Corée 1987 Equateur 1978 Bulgarie 1992 Ukraine 	<ul style="list-style-type: none"> 1965 Danemark 1971 Roumanie 1981 Papouasie Nlle Guinée 1984 Cuba 1984 Hongrie 1987 Autriche 1987 Corée 1987 Grèce 1988 Canada 1989 Colombie 1990 Suisse 1991 Guatemala 1993 Slovaquie 1996 Turquie 1999 Venezuela 2001 Estonie 2006 Bélarus 2008 Monaco 2011 Malaisie 2012 Pakistan 2013 République Tchèque

Etats parties au Traité sur l'Antarctique



SCOTT SMITH / NSF

LES DRAPEAUX DES 12 FONDATEURS flottent à la station américaine Amundsen-Scott située au pôle Sud géographique.

Proposant que « l'Antarctique soit ouvert à toutes les Nations qui conduisent là-bas des recherches scientifiques ou d'autres activités pacifiques », les Etats-Unis invitent, en plus des sept Etats qui ont des prétentions territoriales, les Etats parties prenante à l'AGI, à participer à des négociations. L'Afrique du Sud est également sollicitée en raison de sa proximité géographique de l'Antarctique (4 000 km sépa-

rent Le Cap de la Terre de la reine Maud en Antarctique). Très rapidement, le Traité sur l'Antarctique est adopté. Signé à Washington le 1^{er} décembre 1959, il entre en vigueur le 23 juin 1961 pour la région située au Sud du 60° degré de latitude Sud. La non-militarisation et la non-nucléarisation de l'Antarctique ainsi que la coopération internationale sont ainsi consacrées.

1^{er} décembre 1959 : le Traité sur l'Antarctique

Le Traité sur l'Antarctique (Washington, 1959) a été étendu à un régime régional multilatéral nommé « Système du Traité sur l'Antarctique ». Afin de régir les relations entre Etats parties au Traité sur l'Antarctique, un certain nombre de règles ont été adoptées au fur et à mesure des réunions des Parties consultatives au Traité sur l'Antarctique (Etats parties au Traité sur l'Antarctique qui disposent d'un droit de vote). Le Système du Traité sur l'Antarctique comporte : le Traité sur l'Antarctique, les mesures adoptées lors des différentes réunions annuelles des Parties consultatives au Traité sur l'Antarctique ainsi que les traités entrés en vigueur depuis, à savoir : la Convention sur la protection des

phoques de l'Antarctique (Londres, 1er juin 1972), la Convention sur la conservation de la faune et la flore marines de l'Antarctique (Canberra, 20 mai 1980) et le Protocole au Traité sur l'Antarctique relatif à la protection de l'environnement (Madrid, octobre 1991). Le lien entre les traités et le Traité sur l'Antarctique est étroit. Ils y font des références systématiques. De même, les Parties consultatives ont occupé une place privilégiée dans leur élaboration. La Convention sur la réglementation des activités relatives aux ressources minérales de l'Antarctique (Wellington, 1988), si elle entrait en vigueur, appartiendrait également au système.



50 ETATS PARTIES AU TRAITÉ SUR L'ANTARCTIQUE

Nouvellement rejoint par la Malaisie et le Pakistan, le Traité sur l'Antarctique compte 29 Parties consultatives et 22 Parties non consultatives.

tion aurait pu conduire à une détérioration des relations entre les trois Etats, comme cela a été le cas pour les îles Malouines, au Nord de la Péninsule antarctique, qui a conduit au conflit de la guerre des Malouines en 1982 entre l'Argentine et le Royaume-Uni. Un règlement pacifique du différend a été recherché en 1955 par le Royaume-Uni en déposant auprès de la Cour Internationale de Justice, organe judiciaire principal de l'Organisation des Nations Unies, deux recours contre l'Argentine et contre le Chili concernant la souveraineté sur certaines îles et terres de l'Antarctique. Par ordonnances du 14 mars 1956, la Cour a cependant rayé de son rôle ces deux affaires, le Chili et l'Argentine n'ayant pas accepté la juridiction de la Cour pour connaître du différend. Face aux prétentions territoriales émises, les Etats qui n'en avaient pas formulées avaient le choix entre les accepter et approuver le partage de l'Antarctique entre Etats dits « possessionnés » ou les refuser en arguant du fait qu'ils avaient, eux aussi, des vellétés d'appropriation ou par leur opposition à toute appropriation du conti-

nent. Faute de règlement du différend territorial, la situation aurait pu se dégrader, mais l'intérêt que présente l'Antarctique en matière scientifique a néanmoins permis aux Etats de sortir de la crise territoriale. L'organisation de l'Année géophysique internationale en 1957-58 (AGI), la 3^e Année polaire internationale, a été déterminante. Lorsque les scientifiques prennent pour lieu d'études l'Antarctique, ils réussissent à faire passer l'intérêt scientifique avant les querelles politiques et juridiques des Etats. L'insuffisance des connaissances sur l'Antarctique et les caractéristiques du milieu faisaient qu'il était impératif de tout mettre en œuvre pour garantir, sur place, une collaboration scientifique ainsi que la libre circulation des informations entre chercheurs. C'est ainsi que tout au long de l'AGI, le personnel et les données scientifiques ont circulé sans restriction. Le succès est tel que les Etats vont s'inspirer de cet esprit de coopération sans précédent et chercher à traduire en termes juridiques l'initiative des scientifiques en matière de coopération.



CONCORDIA, SEULE BASE CONTINENTALE BINATIONALE.
Cogérée par l'Italie et la France, cette station est située à Dôme Charlie dans le secteur australien.

LE CERCLE POLAIRE

En matière territoriale, le Traité sur l'Antarctique se caractérise par son originalité. Plus particulièrement, son article 4 établit un régime *sui generis*, unique, qui repose sur un « gel » des prétentions territoriales. Le traité n'offre aucune réponse au différend territorial qui oppose les Etats dans la région mais consacre un *statu quo* territorial. Les Etats qui ont des revendications territoriales peuvent continuer à les affirmer

servir de base à une quelconque revendication. En conséquence, le Traité sur l'Antarctique ne règle rien, mais chaque Etat obtient satisfaction. Pour certains Etats, l'Antarctique est un continent divisé en secteurs dont la plupart sont attribués à un Etat. Pour d'autres Etats, l'Antarctique est un espace international sur lequel aucune souveraineté n'est reconnue. Une station scientifique peut ainsi être établie où que ce soit sur le continent, à condition toutefois que les mesures réglementaires du Système du Traité sur l'Antarctique qu'ils ont reconnues soient respectées. Il y a certes un risque de conflits de lois, mais le Traité sur l'Antarctique permet à des Etats qui ont des conceptions opposées d'un territoire de travailler ensemble, un bel exemple de coopération qui dure et qui mériterait d'être exporté et adapté aux spécificités d'autres régions. ■



LE CERCLE POLAIRE

UNE BASE ESTIVALE PRIVÉE
Installée en début de saison par l'agence ANI pour accueillir les touristes aventuriers, la base privée Union Glacier est démontée en fin de saison.

sans que rien, ni dans le Traité ni durant la durée du Traité, ne puisse être interprété comme une renonciation ou un abandon de leurs droits ou revendications. La France peut ainsi adopter des réglementations nationales s'imposant à toute personne, quelle que soit sa nationalité, en Terre Adélie (par exemple, la loi du 15 avril 2003 relative à la protection de l'environnement en Antarctique). Les autres Etats peuvent, au contraire, ignorer les revendications territoriales des Etats sans que rien, là encore, ne puisse

Pour en savoir plus

- « Le Traité sur l'Antarctique, 40 ans après. », Anne Choquet, 2000. Les Petites affiches, n°42, 12 p
- « Le statut de l'Antarctique. » R. J. Dupuy, 1958. Annuaire français de droit international, p.111-132
- « Governing the Frozen Commons: The Antarctic Regime and Environmental Protection. », C. C. Joyner, 1998. University of South Carolina Press
- « Sovereignty and the Antarctic Treaty. » R. D. Rothwell, 2010. Polar Record, vol.46, n°1, p. 17-20
- Site internet du Secrétariat du Système du Traité sur l'Antarctique : <http://www.ats.aq/>



ACCESS
Arctic Climate Change
Economy and Society

European Project supported within the Ocean of Tomorrow call of the European Commission Seventh Framework Programme

Arctic: an Ocean for Tomorrow

The ACCESS project (Arctic Climate Change, Economy and Society) was selected by the European Commission in response to the first call «The Ocean of Tomorrow» of the 7th Framework Program Research and Development of the European Union. Under University Pierre et Marie Curie (UPMC) coordination involving 27 partners from 10 European Countries including Russia, ACCESS main objectives is to assess climatic impacts on marine transportation (including tourism), fisheries, marine mammals and the extraction of oil and gas in the Arctic Ocean. ACCESS is also highly concerned with Arctic governance and policy-makers options.

Arctic climate change is going to have strong impacts on both marine ecosystems and human activities in the Arctic, which in turn has important socio-economic implications for Europe. ACCESS will propose Arctic climate change scenarios and evaluate their impacts on marine transportation (including tourism), fisheries, marine mammals and the extraction of hydrocarbons in the Arctic for the next decades with particular attention to environmental sensitivity and sustainability. ACCESS is engaged in integrating Arctic climate change and socioeconomic impacts. ACCESS will also engage in close cooperation with indigenous people.

An open forum will be created for stakeholders interested in the ACCESS consortium research activities and crosscutting issues. Leading experts in the ACCESS research fields, will form the ACCESS advisory board.

To ensure international dissemination of ACCESS activities, specific links will be set up with internationally renowned organizations such as the Arctic Information Center from the University of Lapland in Rovaniemi (Finland). ACCESS has close links with international organizations overseeing international research in the Arctic and specifically with IASC (International Arctic Science Committees) and ISAC (International Study of Arctic Change).

Communication within ACCESS is led by UPMC and involves collaboration with all ACCESS partners, the steering committee, the coordinator, the manager of ACCESS and the European Commission. The project results will be disseminated through various media such as quarterly newsletters and will be distributed electronically via the ACCESS website.

“ACCESS should help to reconcile marine and maritime activities with the preservation of the Arctic ocean in the context of climate change”

Jean-Claude GASCARD,
ACCESS project coordinator



ACCESS is composed of 5 working groups respectively involved into :

- monitoring and modeling Arctic climate change involving ocean, atmosphere and sea-ice.
- studying the opening to marine transportation of the northern passages, north of Europe and Siberia (North-East passage) and through the Canadian Archipelago (North-West passage) as well as the impact of these transportation activities on marine ecosystems and society.
- examining how climate change impacts on Arctic fisheries, aquaculture and livelihood, mainly in the sub-Arctic sectors such as the Barents Sea.
- determining how the extraction of offshore oil and gas might be influenced and affected by climatic change, taking into account associated risks
- examining Arctic governance options emerging from the findings of the other groups.

FOR MORE INFORMATION
<http://www.access-eu.org/>



27 participants and 10 European countries involved in ACCESS project



“ Ne rêvons pas. L'Antarctique a toujours besoin de nos efforts. ”



MICHEL ROCARD
Ancien Premier ministre, père politique du protocole de Madrid et Président d'honneur du Cercle Polaire.

Naturellement, les soucis prioritaires de tous ceux, scientifiques, ONG et gouvernements qui militent pour que la fréquentation et l'usage croissants des deux régions polaires, rendus possibles par le réchauffement climatique, s'accompagnent d'une gouvernance collective garantissant le respect de l'environnement concernent d'abord l'Arctique. Ce n'est pas une raison pour oublier l'Antarctique. Des problèmes continuent à se poser et se poseront, même si là bas la gouvernance est bien meilleure qu'en Arctique, sauvée qu'elle fut par deux miracles politiques, aussi improbables et incroyables l'un que l'autre. Le premier remonte à 1959. En pleine guerre froide, au moment précis où les Etats-Unis et l'Union Soviétique se découvrent capables chacun de tirer sur l'autre depuis leur propre territoire, et avant que la crise des fusées de Cuba en 1962 ne fasse émerger l'idée que l'on pourrait sortir de la guerre froide sans guerre chaude. L'Administration américaine nourrit une colère froide contre les 7 nations qui hors URSS et USA revendiquent des parties du continent antarctique. Eisenhower, alors Président, impose à ses militaires et à ses diplomates, tous réticents, de tenter le coup aventureux d'un Antarctique ouvert. Quand la proposition d'une investigation diplomatique conjointe arrive au Kremlin, militaires et diplomates soviétiques, tout comme à Washington, veulent refuser par méfiance. Mais Eisenhower est déterminé et en mai 1958, des négociations secrètes commencent avec l'Union soviétique et les 10 autres nations engagées dans la recherche scientifique en Antarctique. Le 1^{er} décembre 1959, le Traité de l'Antarctique est adoptée: «La guerre froide a été gelée dans les glaces de l'Antarctique», titre un journal local. Le Traité enregistre tout en les gelant les revendications territoriales, démilitarise le continent, et exige la coopération internationale. Inouï ! Suivent en 1972 un premier protocole pour la protection des phoques, en 1980 un deuxième

pour la protection de la faune et de la flore marines, et en 1988 un projet de 3^{ème} protocole, la Convention de Wellington sur l'exploitation minéralogique de l'Antarctique. Sous l'impulsion de leurs Premiers ministres entre qui la Nouvelle Calédonie avait fait naître une amitié, Robert Hawke et moi même, l'Australie et la France annoncent leur refus de soumettre cette convention à la ratification parlementaire. Le réchauffement climatique menace, il n'est plus temps de chercher du nouveau pétrole sous de hauts risques environnementaux. Consternation chez les Ambassadeurs, puis dure bataille de deux ans. Mais, deuxième miracle politique, nous gagnons. Signé à Madrid le 4 octobre 1991, le troisième protocole déclare l'Antarctique terre de paix et de science, réserve naturelle, et y interdit toute exploitation minéralogique. Surprenant triomphe. Et depuis presque chaque année des réunions de deux semaines permettent aux Etats signataires d'assurer ensemble le suivi du Traité, et la protection de l'environnement. Les 14 millions de km² de l'Antarctique sont ainsi

EN CE TRISTE XXI^e SIÈCLE, où toutes les négociations internationales échouent, l'Antarctique devient exemplaire.

devenus les seules terres émergées que le monde, en l'espèce les signataires du Traité, gère en commun, et plutôt bien. En ce triste XXI^e siècle où toutes les négociations engagées dans le monde ont échoué (climat, armes nucléaires, réglementation financière et bancaire), l'Antarctique et sa gestion deviennent exemplaires et uniques. Mais, mais... sur 50 Etats signataires du traité, seuls 35 ont ratifié le 3^{ème} protocole. Et certains parlent déjà de saisir l'occasion de la fin de sa validité, en 2048, pour supprimer l'interdiction d'exploitation. C'est un vrai danger. Il faut renforcer l'autorité du Traité et du Protocole, et augmenter le nombre des ratifications. L'Espagne, l'Australie et la France, avec l'accord des autres, s'y emploient. Mais il n'y a pas de droit collectif. Or visites, voyages et tourisme croissent... Il n'y a pas de police collective de la sécurité et de l'environnement ni de la pêche. Ne rêvons pas. L'Antarctique a toujours besoin de nos efforts.

Adhérer au **Cercle Polaire**, c'est participer à la grande aventure des Pôles!



CONNAÎTRE ET PROTÉGER LES PÔLES

Devenir membre du **Cercle Polaire**, c'est participer à l'aventure de la connaissance et de la préservation de ces dernières terres et mers vierges que sont les zones polaires, l'Arctique et l'Antarctique.

Adhérez en ligne : www.lecerclepolaire.com - 1 an : 35€

Les adhérents du **Cercle Polaire** bénéficient des avantages suivants :

- Un accès à l'espace réservé du site www.lecerclepolaire.com comprenant un fil d'actualités, une documentation d'articles de synthèse, de cartes, de vidéos et de photos régulièrement enrichie.
- Un abonnement annuel à la revue numérique **Pôles Nord & Sud**
- Des **alertes email** pour être informé de la publication d'événements importants.
- Un accès aux déclarations des personnalités de la campagne internationale de l'**Appel des Pôles**.
- Une **invitation privilégiée** et gratuite à tous nos événements (expositions, conférences, ateliers...).

COMMANDER LA VERSION IMPRIMÉE DE PÔLES NORD & SUD



La première revue dédiée à l'Arctique et à l'Antarctique, publiée par Le Cercle Polaire et disponible en **version numérique feuilletable** pour les adhérents, existe aussi en version papier.



Vous pouvez commander la **version imprimée** des n° 1, 2 et 3 de la revue Pôles Nord & Sud au tarif de **10€** par numéro (plus participation aux frais de port en France métropolitaine 3,30 €) par simple demande par courrier postal (6, rue Aimé Morot - 75013 Paris) ou courrier électronique (contact@lecerclepolaire.com)

Comprendre les enjeux géopolitiques, économiques et environnementaux des océans



ABONNEZ-VOUS!

1 an • 4 numéros • 30 euros

Sur notre site Internet
www.marine-oceans.com

Par email
secretariat.adjoint@acoram.fr

Le retour de la Belgique en Antarctique

Depuis février 2009, la station antarctique Princess Elisabeth est en activité sur la Terre de la Reine Maud en Antarctique oriental. 40 ans après avoir quitté la base Roi Baudouin, les Belges renouent ainsi avec une tradition polaire qui avait débutée en 1958 avec le 1^{er} hivernage d'Adrien de Gerlache. Construite sur une période de 5 ans pour un coût total de 25 millions d'euros, la base est située à 1 400 m d'altitude et à 180 km de la côte antarctique. L'originalité de la base repose sur son concept totalement novateur dit « zéro émission ». C'est aujourd'hui la seule station de recherche polaire qui fonctionne à 80 % grâce à des énergies renouvelables. La station Princess Elisabeth combine des matériaux respectueux de l'environnement, une utilisation propre et efficace de l'énergie, une optimisation de la consommation énergétique et des techniques modernes de gestion des déchets afin de réduire l'empreinte écologique de la station sur l'environnement.



LA STATION PRINCESS ELISABETH

inaugurée le 15 février 2009, fonctionne à 80% grâce aux énergies renouvelables.



PLI DE LA 4ÈME EXPÉDITION BELGE

Posté le 31 janvier 1961 à la base Roi Baudouin qui fut construite par la Belgique à l'occasion la 3e Année polaire internationale en 1958, avant d'être fermée en 1968.

Une vingtaine de techniciens et scientifiques participent chaque été austral aux campagnes de recherches portant sur la glaciologie, la géologie, et la météorologie. En janvier 2013, une météorite de type chondrite de 19 kg a été découverte lors d'un raid au départ de la base Princess Elisabeth. Des débuts particulièrement prometteurs pour la recherche scientifique sur ce secteur de l'antarctique, l'une des régions du continent blanc les moins explorées à ce jour. ■

Sites utiles

- Site officiel de la base Princess Elisabeth : <http://www.antarcticstation.org/>
- Site de la fondation polaire belge : <http://www.polarfoundation.org/>

NAPAPIJRI FOR LE CERCLE POLAIRE

Napapijri supports travel, research and exploration projects to raise its customers' awareness of environmental and eco-sustainability issues. The brand doesn't presume to be seen as perfectly eco-compatible or ecological but it has always been committed to spreading information on the situation at the Poles and other environmental challenges, to supporting popular science and collaborating with important research organizations.

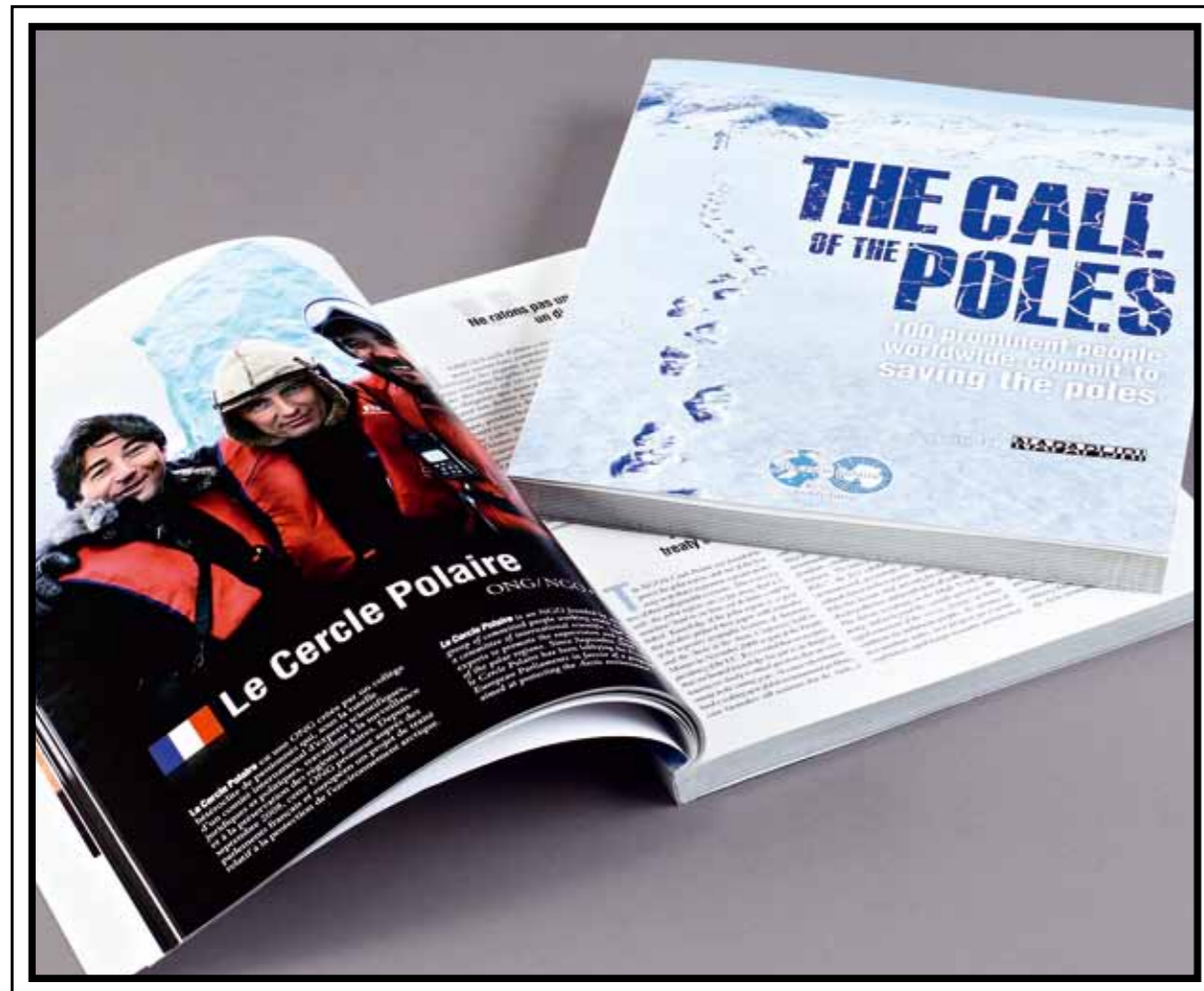
Napapijri's sponsoring activities aim to sensitize the public and explain how we can all, individually, contribute towards protecting the environment, our planet, and "be part of the solution".

Since 2008, the brand has been working with Le Cercle Polaire, an NGO, to foster and maintain public awareness of the beauty and fragility of the Arctic and Antarctic regions, which have already been seriously affected by global warming and are gradually being hit by globalization as well.

"Flagged by **Napapijri**" is a special project to help Le Cercle Polaire: part of the proceeds from sales, in fact, will go to the Association.

The recurring themes in this Collection are colour, lightness and adaptability. Packable and coming in eight colours, the garments weigh a mere 400 grams and are not much bigger, when folded, than a drinks can. They will be displayed in a plexiglass showcase representing the world.

The men's and women's outerwear items are all made with down and an innovative mini-ripstop nylon, an ideal combination both for full immersion in nature and life in town.



UNE REVUE DÉDIÉE AUX RÉGIONS POLAIRES

Pôles

NORD & SUD - JANVIER 2014

Connaître et protéger les pôles

“ En 40 ans, les Inuit du Nunavik sont passés
de la vie dans les igloos à l'internet ”

PITA AATAMI



Une édition >



10 €

www.lecerclepolaire.com