

Programme des 4^e Journées Scientifique du CNFRA

Journée 1 – vendredi 05 Octobre 2007

14h00-14h10 : mot de bienvenue

14h10-14h30 : **C. Genthon** - L'observatoire GLACIOCLIM-SAMBA [1]

14h30-14h50 : **V. Rolland** - Impact de différentes menaces sur la dynamique des populations d'albatros de l'océan austral [2]

14h50-15h10 : **M.C. Gerbe** - Nouvelles analyses géochronologiques $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ attestant d'une activité volcanique fortement explosive d'âge pléistocène à holocène sur la péninsule Rallier-du-Baty (Iles Kerguelen, TAAF) [3]

15h10-15h30 : **S. Devers** – Le fonds Polaire à la bibliothèque centrale du Muséum [4]

Pause café et montage des posters (15h30-15h50)

15h50-16h10 : **S. Bonelli** - Modéliser l'évolution des principales calottes dans l'hémisphère nord au cours du dernier cycle climatique: développement, comportement et sensibilité par rapport à l'insolation et au taux de CO₂ atmosphérique [5]

16h10-16h30 : **C. Houmard** - Une continuité culturelle a-t-elle existé entre les différentes occupations du site de Tayara (KbFk-7, Dorsétien, Nunavik) ? [6]

16h30-16h50 : **H. Trinquet** - Astronomie en Antarctique : Résultats de la qualification du site de Dome C [7]

17h00-18h00 : **Session POSTERS (1)**

Journée 2 – Samedi 06 Octobre 2007

10h00-10h20 : **R.P. Ménot** – Un siècle d'exploration géologique en Terre Adélie [8]

10h20-10h40 : **C. Tafforin** - Premières observations en éthologie humaine à la station Concordia - Campagne 2005-2006 au Dôme C [9]

10h40-11h00 : **B. Jourdain** - Chimie atmosphérique à Dôme Concordia : premiers résultats, liens avec les mesures en régions côtières et la modélisation, perspectives [10]

11h00-11h20 : **P. Jeffs** – Invisible Journey [11]

11h20-11h40 : **F. Roquet** - Impact du Plateau de Kerguelen sur la circulation du Courant Circumpolaire Antarctique [12]

11h40-12h00 : **F. Champly** – Présentation de l'IFREMMONT [13]

12h00-12h20 : **M.P. Joundet** - Étude de la pompe biologique sur le plateau de Kerguelen [14]

Pause déjeuner (12h20-13h50)

13h50-14h30 : Café & **Session POSTER (2)**

14h30-15h30: Bilan des deux journées, discussions et mot de clôture.
Les participants pourront ensuite accéder aux galeries du muséum.

ORAL 1

L'observatoire GLACIOCLIM-SAMBA

Christophe Genthon¹

¹CNRS/UJF Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement (genthon@lgge.obs.ujf-grenoble.fr)

GLACIOCLIM-SAMBA (<http://www.lgge.obs.ujf-grenoble.fr/ServiceObs/Antarctique.htm>) constitue la composante Antarctique de l'observatoire GLACIOCLIM. Cet observatoire vise à surveiller les variations des masses glaciaires dans différentes régions du monde et à établir les relations entre ces variations et celles du climat. SAMBA est constitué de plusieurs systèmes de balises d'accumulation et d'ablation, dont un réseau à Cap Prudhomme, trois dans la région du Dôme C , et une ligne de balises de 150 km s'étendant depuis la côte jusqu'au plateau Antarctique. Divers instruments météorologiques et glaciologiques sont également déployés à proximité des ces réseaux. Le système a été initié au cours de la saison 2003-2004. On dispose donc maintenant de 3 années de données de bilan de masse qui, dans un contexte d'observatoire, permettent de démarrer des études (théorie, modélisation) au laboratoire. L'observatoire SAMBA, les moyens logistiques et techniques mis en oeuvre pour son établissement et son entretien, et les premiers résultats d'exploitation des données acquises seront présentés.

ORAL 2

Impact de différentes menaces sur la dynamique des populations d'albatros de l'océan austral

Virginie Rolland¹, Christophe Barbraud¹, Henri Weimerskirch¹

¹Centre d'études Biologiques de Chizé UPR CNRS 1934 (rolland@cebc.cnrs.fr)

Impact of climate on marine ecosystems is now well documented but remains complex. Climate change may interact with human activities to effect population dynamics. In addition, in migratory species, conditions are different between the breeding and wintering grounds, resulting in more complex dynamics. All these possible effects should be considered to predict the future of endangered species but very few studies have investigated such combined interactions. Here, we assessed the relative impact of fisheries (trawling and tuna and Patagonian toothfish longlining) and of oceanographic conditions in breeding and wintering sites, on adult survival and breeding success of two endangered albatross species: the black-browed albatross *Thalassarche melanophrys* at Kerguelen, subantarctic Indian Ocean and the yellow-nosed albatross *Thalassarche carteri* at Amsterdam Island, subtropical Indian Ocean. This latter species is affected by the recently emerged avian cholera. Therefore, this effect was also analysed. Our study was based, for both species, on a long-term monitoring of individually marked individuals (1981-2005) and an identification by tracking studies and band recoveries of the oceanic feeding zones used during breeding and non-breeding seasons. Our analyses show that, in the black-browed albatross, demographic parameters were influenced by both climate and fisheries in both breeding and wintering grounds but with different effect size whereas, in the yellow-nosed albatross, there was only a small effect of the El Niño Southern Oscillation on breeding success. However, population size of the former is relatively stable compared to the continuous decline caused by the disease in the latter. Our work underlines that (1) a comprehensive knowledge of the life history of a species in all the habitats used is important to disentangle the respective roles of environmental conditions and human factors on population dynamics; (2) the identification of these effects is required when proposing effective conservation measures, because the conservation of threatened species may depend on their wintering country's Exclusive Economic Zones; (3) since a disease has the potential to largely impact the dynamics of a population, it is important to not overlook such threat in favour of fisheries when assessing the conservation status of a marine predator species.

ORAL 3

Nouvelles analyses géochronologiques $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ attestant d'une activité volcanique fortement explosive d'âge pléistocène à holocène sur la péninsule Rallier-du-Baty (Iles Kerguelen, TAAF)

Marie-C. Gerbe¹, Gilbert Féraud², Raynald Ethien¹, Jean-Yves Cottin¹, Suzanne Y. O'Reilly³

¹UMR CNRS 6524 Magmas et Volcans, Laboratoire "Transferts Lithosphériques", Université Jean Monnet, 23 rue du Dr Paul Michelon, F-42023 Saint-Etienne cédex 2

²UMR CNRS 6526 Géosciences Azur, Parc Valrose, F-06108 Nice cédex 2

³GEMOC, Macquarie University, Sydney, Australia

Le complexe volcano-plutonique situé au nord de la péninsule Rallier-du-Baty est caractérisé par des intrusions plutoniques syénitiques néogènes, supportant des produits volcaniques plus récents. Une première phase d'activité volcanique bimodale, centrée autour de la Table de l'Institut, a produit des volumes importants de dépôts pyroclastiques et de coulées de lave trachytiques associés à des coulées de lave trachy-basaltiques à trachy-andésitiques. Une seconde phase d'activité, localisée au sud de la Table de l'Institut, a produit des coulées pyroclastiques soudées et de volumineux dépôts de ponces, de nature trachytique. Les retombées ponceuses forment une couverture parfois épaisse de plusieurs mètres s'étalant sur toute la péninsule. Certains de ces dépôts de ponces reposent sur des moraines récentes attestant de la jeunesse de cette activité explosive. La plupart des coulées pyroclastiques sont mises en place dans le fond des vallées glaciaires de direction générale EW, qui drainent la partie sud de la péninsule à partir de la petite calotte de glace du Dôme Carva.

Des analyses $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ par ablation laser sur cristaux de Na-sanidine et par chauffage par paliers sur roches totales donnent des âges pléistocène moyen pour le complexe volcanique de la Table de l'Institut et des âges s'échelonnant de 26ka à <8ka pour les événements volcaniques du Dôme Carva. Nos datations suggèrent que la dernière phase d'activité volcanique s'est poursuivie à travers l'Holocène jusqu'à une période très récente. Les données de terrain suggèrent que les centres éruptifs de cette activité fortement explosive sont répartis le long d'une ligne centrale de 15 km de long de direction NNE-SSW, formant la zone sommitale, enneigée en permanence, de la partie sud de la péninsule.

ORAL 4

Le fonds polaire à la bibliothèque centrale du Muséum

Sylvie Devers¹

¹Fonds polaire (devers@mnhn.fr)

A l'origine bibliothèque du Centre d'études arctiques (EHESS-CNRS), le Fonds polaire Jean Malaurie, est, depuis 1992, déposé à la bibliothèque centrale du Muséum ; enrichi de l'intégralité de la bibliothèque de l'IPEV, ainsi que des fonds des TAAF et de l'AMAPOF, il est aujourd'hui la seule bibliothèque polaire française.

ORAL 5

Modéliser l'évolution des principales calottes dans l'hémisphère nord au cours du dernier cycle climatique: développement, comportement et sensibilité par rapport à l'insolation et au taux de CO₂ atmosphérique

Stefano Bonelli¹, Sylvie Charbit¹, Christophe Dumas¹, Gilles Ramstein¹

¹Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement IPSL/UMR CEA-CNRS 1572/UVSQ (stefano.bonelli@lsce.ipsl.fr)

Un modèle de climat de complexité intermédiaire, CLIMBER 2.3 (Ganopolski et Al. 1999), couplé avec un modèle thermomécanique des calottes de glace (Ritz et Al. 1997), a été utilisé afin de simuler l'évolution des calottes dans l'hémisphère nord au cours du dernier cycle climatique (de 126 ka A.P. jusqu'au présent).

Le modèle couplé représente un outil à la fois très puissant et très rapide en terme de temps de calcul, capable de décrire les interactions qui existent entre atmosphère, océan, biosphère et cryosphère. Le modèle de climat a été forcé par l'insolation (Berger, 1978) et la concentration de CO₂ atmosphérique (Petit et Al., 1999). Toutes les principales rétroactions du système climatique ont été prises en compte dans nos simulations.

Les résultats obtenus nous indiquent que les deux principales calottes qui se développent dans l'hémisphère nord (Laurentide et Fennoscandie, situées respectivement sur le continent nord-américain et en Eurasie) se comportent de façon différente, avec un développement tout aussi différent pour ce qui concerne les processus soit de glaciation, soit de déglaciation. Ce comportement peut être expliqué par une diverse sensibilité des deux calottes au taux de CO₂ atmosphérique. En effet, dans nos simulations, la Laurentide commence à apparaître dès que l'insolation diminue (autour de 120 ka A.P.), tandis que la Fennoscandie ne se développe de façon importante qu'en présence à la fois d'une faible insolation et d'une faible concentration de CO₂ atmosphérique. Par conséquent, on n'observe une première formation significative de la Fennoscandie qu'à partir de 70 ka A.P., en accord avec les données dont on dispose.

Afin de valider les résultats de nos simulations, l'évolution des calottes et les profils de température ainsi obtenus ont été comparés aux reconstructions issues des données (Landais et Al., soumis).

ORAL 6

Une continuité culturelle a-t-elle existé entre les différentes occupations du site de Tayara (KbFk-7, Dorsétien, Nunavik) ?

Claire Houmard¹

¹Université Paris X – Nanterre (France) et Université Laval (Québec, Canada)

Le site de Tayara, situé à l'extrême nord du Québec et fouillé par William Taylor en 1958, a servi de référence pour le Dorsétien ancien (~ 500 av. J.-C. ~ 700 ap. J.-C.) de l'Arctique canadien. De nouvelles fouilles (2001-2006) menées par l'Institut culturel Avataq ont considérablement enrichi la collection.

L'industrie osseuse (~ 1000 pièces, surtout en ivoire) est représentée aux niveaux 2 (~ 600 pièces) et 3. Une étude typo-technologique, visant à reconstituer les modalités de production et d'utilisation des objets, a permis d'identifier des choix techno-économiques effectués en fonction de la matière première utilisée. De plus, une comparaison des résultats obtenus pour les pièces de chacun des deux niveaux a été réalisée afin de mettre en lumière les analogies et les différences qui les caractérisent, tant d'un point de vue typo-morphologique que technologique et économique. Pour l'instant, il ne semble pas y avoir d'indication de rupture nette entre les deux niveaux d'occupation sur ce site. Ces résultats devront être confrontés à ceux des études réalisées en technologie lithique, archéozoologie, tracéologie et géomorphologie.

ORAL 7

Astronomie en Antarctique : Résultats de la qualification du site de Dôme C

Hervé Trinquet¹, Jean Vernin¹, Eric Fossat¹, Eric Aristidi¹, Tatiana Sadibekova¹

¹LUAN, Université de Nice, CNRS (trinquet@unice.fr)

Depuis 1994, le LUAN s'intéresse au développement de l'astronomie en Antarctique et particulièrement au Dome C. De nombreuses campagnes ont été organisées afin d'étudier les conditions d'observations pour le développement d'un futur observatoire dans le visible. Je reprendrai les principaux résultats de ces différentes campagnes notamment ceux du premier hivernage 2005 afin de mettre en évidence les atouts mais aussi les faiblesses du site de Dome C. Je parlerai des conditions particulières d'observations au Dome C et des techniques qui permettraient d'améliorer les conditions d'observations.

ORAL 8

Un siècle d'exploration géologique en Terre Adélie

René-Pierre Ménot¹, Guillaume Duclaux^{1,2}, Jean-Jacques Peucat³, Yann Rolland⁴, Denis Gapais³, Stéphane Guillot², Marie-Christine Gerbe¹, Michel Guiraud⁵, Arnaud Pêcher²

¹UMR CNRS 6524 Magmas et Volcans, Université Jean Monnet, 23 rue du Dr Paul Michelon, F-42023 Saint-Etienne cédex 2 (menot@univ-st-etienne.fr),

²Laboratoire de Géodynamique des Chaînes Alpines, UMR-CNRS 5025, Université Joseph Fourier,

³Geosciences Rennes, UMR-CNRS 6118, Université de Rennes 1,

⁴Geosciences Azur, UMR 6526, Université de Nice - Sophia Antipolis,

⁵Museum National d'Histoire Naturelle, Paris

L'Antarctique est aujourd'hui encore un continent dont la géologie n'est que très partiellement connue. En effet, 98 % du socle rocheux sont inaccessibles à l'étude directe car recouvert par la calotte de glace. L'exploration géologique de Terre Adélie et de George V Land a réellement débuté avec l'expédition australienne de Dir Douglas Mawson en 1911-1914 et la reconnaissance de formations rocheuses typiques de la croûte terrestre profonde (Stillwell, 1918). Elle ne reprit qu'au début des années 1950 et 1960 à la suite de l'installation des bases françaises de Port Martin puis de Pointe Géologie par les EPF et conduit aux premières cartes et descriptions de la Terre Adélie au sens strict (Aubert de la Rüe et Tchernia, 1951 ; Heurtebize, 1951, 1952 ; Bellair, 1961) et à la première datation au Mésoprotérozoïque (Bellair et Delbos, 1962). Une première synthèse des données disponibles est tentée en 1989 (Stüwe et Oliver). Le programme GEOLETA est initié en 1991 dans le cadre des programmes scientifiques de l'IFRTP puis de l'IPEV. L'étude géologique systématique de Terre Adélie et des territoires adjacents était légitimée d'une part par le déficit de connaissances dans cette région et d'autre part par la spécificité de celle-ci en comparaison avec le reste du bouclier est Antarctique.

Ce programme, piloté par l'Université de Saint Etienne, associe actuellement 6 UMR CNRS et 2 partenaires australiens (ANU Canberra, M. Fanning et Univ. Sydney, P. Rey). Ces collaborations permettent de couvrir l'ensemble des compétences requises pour l'exploration et la caractérisation pétrologique, géochimique, géochronologique et structurale du Craton de Terre Adélie (TAC). Les principaux résultats acquis grâce à 8 missions de terrain et 3 thèses permettent d'affirmer le caractère original du Craton de Terre Adélie au sein du bouclier Est Antarctique : Il est constitué de deux ensembles géologiques structurés lors de 2 épisodes orogéniques majeurs (2.45 Ga et 1.7 Ga) et son évolution se distingue ainsi de celles décrites ailleurs dans l'Est Antarctique par l'importance de l'évènement paléoprotérozoïque (1.7 Ga) et l'absence de réactivation par l'orogène de Grenville (1 Ga) et de Ross (0.5 Ga). Le socle de Terre Adélie est cratonisé très tôt (avant 1.5 Ga) et constitue donc un fragment relique du supercontinent Rodinia. Par ailleurs les excellentes conditions d'affleurement et la qualité des roches permettent de préciser les processus d'accrétion crustale et les modalités de déformation de la croûte continentale « chaude » au Paléoprotérozoïque, de 2.5 à 1.5 Ga.

Les perspectives portent sur un élargissement des recherches par la cartographie géophysique de la bande côtière (« voir à travers la glace »), l'étude systématique des blocs morainiques, et l'exploration vers l'Ouest (Windmill Isl.) et l'Est (Oates Land) des affleurements côtiers. Parallèlement, des expérimentations analogiques et des modélisations numériques sont conduites pour expliquer les styles tectoniques observés et les structures thermiques déterminées lors des événements à 2.45 et 1.7 Ga.

ORAL 9

Premières observations en éthologie humaine à la station Concordia - Campagne 2005-2006 au Dôme C

Carole Tafforin¹

¹ETHOSPACE - Groupe de Recherche et d'Etude en Ethologie Humaine et Spatiale (ethospace@orange.fr)

Cette étude éthologique nouvelle se focalise sur le processus de co-adaptation des membres d'une équipe à socialité contrainte par les conditions inhabituelles de vie et de travail à la station polaire Concordia. Les objectifs sont d'une part, de saisir l'incidence des facteurs de confinement et d'isolement, analogues aux futures missions interplanétaires, sur l'occupation de l'espace des individus dans un lieu d'activité collective et d'autre part, d'en suivre l'évolution en fonction du temps. Les hypothèses sont l'apparition de périodes critiques ou de cycles des modifications comportementales observées, en référence à un modèle adaptatif qui associe les modifications physiologiques et psychologiques.

Rappelons que la méthode utilisée en éthologie humaine est basée sur la description quantitative du comportement moteur et spatial spontané des sujets dans les situations de la vie quotidienne. La spécificité est d'exploiter le domaine de l'observable. Le protocole mis en œuvre à la station Concordia s'est décliné en sessions d'observations journalières les 10 premiers jours et les 10 derniers jours de la campagne d'été et de l'hivernage, puis hebdomadaire tout au long de la mission. Chaque session consista à faire un balayage vidéo puis une photo numérique des tables et autres repères fixes de l'espace de la cafétéria, ainsi qu'un relevé des places à table occupées par les sujets identifiés et des durées des repas du matin, midi et soir.

Les conclusions de l'étude indiquent que le comportement de l'équipe des 10 hivernants précédant la période d'isolement à Concordia se construit progressivement dans un contexte social fluctuant du fait des fréquentes rotations du personnel en campagne d'été avec des stratégies adaptatives de regroupement dans l'espace, de plus forte présence collective combinée à un plus grand nombre d'orientations sociales. Les données relevées tout au long de l'hivernage donnent des résultats très intéressants sur l'adaptation du groupe suivant les préférences spatiales en fonction du genre (homme/femme), des nationalités (français/italien) et des individualités (place à table privilégiée). De même des attitudes posturales auto-centrées sont observées le soir et des expressions faciales plus fréquentes (sourires) sont relevées pour des événements particuliers (premier jour d'isolement, mid-winter). Un résultat significatif est la confirmation des 3 périodes adaptatives (13 semaines) et l'apparition de changements cycliques (toutes les 7 semaines).

Ces premières observations éthologiques dressent une description exhaustive des stratégies adaptatives des hivernants de la nouvelle station Concordia, utiles pour les jeunes ou futurs chercheurs en biologie humaine et psychologie sociale.

ORAL 10

Chimie atmosphérique à Dôme Concordia : premiers résultats, liens avec les mesures en régions côtières et la modélisation, perspectives

Bruno Jourdain¹, Susanne Preunkert¹, Michel Legrand¹, Hélène Castebrunet¹, Patricia Martinerie¹, Christophe Genthon¹

¹LGGE (bjourdain@lgge.obs.ujf-grenoble.fr)

Initiées en 1991 à Dumont d'Urville, les études atmosphériques relatives au cycle du Soufre et à ses interactions avec le climat se sont développées depuis et ont conduit à la labellisation de ces mesures, combinées à celles menées sur les îles subantarctiques de Crozet et Amsterdam, comme Service d'Observation de l'INSU (CESOA : Climat Et Soufre dans l'Océan Austral – <http://cesoa.ore.fr/>). L'ouverture de la station de Dôme Concordia rendait possible l'extension de ces mesures, attendue par nos collègues modélisateurs, aux régions centrales du continent Antarctique. Nous ferons ici un premier bilan des mesures initiées en 2006 et discuterons leurs implications pour l'interprétation des carottages (EPICA), leur lien avec les mesures en régions côtières et la modélisation. Les perspectives de développement de ces mesures seront également présentées.

ORAL 11

Invisible Journey

Pete Jeffs¹ et Bruno Lopez²

¹Studio North (pete.studionorth@gmail.com)

²Observatoire de la Côte d'Azur (OCA)

Invisible Journey is a one million year journey through ice and through time. The journey is a multi-disciplinary project, possessing artistic, scientific, environmental and humanitarian dimensions. The project was launched by a group of professional scientists and artists, following their joint participation at the international ARENA "Large Astronomical Infrastructures at CONCORDIA" conference at Roscoff, October 2006.

We propose to design and build an object that will be "launched" into the Antarctic ice pack from the vicinity of the South Pole. The "Invisible Object" will follow the movement of the ice pack, slowly migrating towards the Antarctic Ocean. The duration of the journey will depend upon the local rate of ice-flow along its trajectory. It will also be related to the evolution of global climate. In this sense, all of humanity is linked to the destiny of the Invisible Object.

The object itself will be designed and engineered to resist the extreme pressures of deep-immersion in the ice pack, and the length of time estimated for the journey. The object will contain a variety of messages. Amongst the messages will be photographs taken by people from all over the world, messages and signs from the Northern indigenous peoples, together with the symbol of the human hand. These messages are a postcard that we wish to leave in the ice, for the human beings who come after us.

ORAL 12

Impact du Plateau de Kerguelen sur la circulation du Courant Circumpolaire Antarctique

Fabien Roquet¹, Park Young-Hyang¹

¹Département Peuplements et Milieux Aquatiques, USM402, MNHN (roquet@mnhn.fr)

Le plateau de Kerguelen, qui s'étend de 47°S à 62°S, forme un obstacle majeur à l'écoulement zonal du Courant Circumpolaire Antarctique (CCA). Les études antérieures indiquent que la majeure partie (75%) du CCA passe au nord de Kerguelen, en se concentrant contre le talus nord du plateau. Le reste du CCA passe par le passage de Fawn qui coupe le plateau de Kerguelen en deux vers 56°S et par le passage de la Princesse Elizabeth situé au sud du plateau. Le plateau de Kerguelen, en bloquant la circulation venant de l'Ouest, favorise l'existence d'importants mouvements méridiens des masses d'eaux, notamment le long de son talus Est. Sa configuration topographique particulière crée une zone de convergence et de mélange de plusieurs masses d'eau d'origines très diverses, en aval du passage de Fawn.

Un nouveau schéma de circulation autour du plateau de Kerguelen a été établi, à partir des mesures directes en mer (température, salinité...), des mesures par satellite (en particulier altimétriques), mais aussi des données récoltées par des éléphants de mer instrumentés et par des bouées dérivantes. Afin de mieux comprendre et quantifier les modifications des propriétés des masses d'eau du CCA au passage du plateau, nous analysons les sorties du modèle de circulation océanique français NEMO. D'autre part, une campagne en mer au travers du passage de Fawn (TRACK) a été proposée pour 2009, dont le principal but est de quantifier pour la première fois le transport dans ce passage.

ORAL 13

Présentation de l'IFREMMONT

Frédéric Champly¹, Emmanuel Cauchy¹

¹Les hôpitaux du pays du Mont-Blanc / IFREMMONT (frederic_champly@hotmail.fr)

L'IFREMMONT est l'Institut de formation et de recherche en médecine de montagne. Les populations, qui côtoient les régions montagneuses ou des milieux aux conditions climatiques similaires, comme les pôles, que ce soit pour le travail, pour le tourisme ou pour le sport, font l'objet de problèmes de santé particuliers à l'origine d'une médecine spécialisée que l'on appelle communément «médecine de montagne». Ces problèmes sont la conséquence directe ou indirecte des modifications atmosphériques et environnementales qui caractérisent l'altitude et le milieu montagnard. Cette médecine requiert des compétences spécifiques et doit, à ce titre, être considérée comme une véritable entité scientifique pour la santé publique.

L'IFREMMONT est créé afin qu'une structure connue et reconnue puisse développer cette médecine. Son souhait est d'apporter aux pratiquants les éléments nécessaires à leur sécurité, former les acteurs du secours, développer les techniques de sauvetage, aménager les réseaux d'alerte, valider les protocoles, faciliter la télémédecine, enseigner, informer et prévenir.

ORAL 14

Étude de la pompe biologique sur le plateau de Kerguelen

Marie-Paule Jouandet¹, Stéphane Blain¹, Nicolas Metz², Christian Brune², Thomas W. Trull³, Ingrid Obernosterer⁴

¹Université d'Aix-Marseille; CNRS ; LOB-UMR 6535, Laboratoire d'Océanographie et de Biogéochimie, Campus de Luminy, case 901, 13288 Marseille cedex 09-France

²LOCEAN-IPSL, UMR 7159, CNRS, Université P. et M. Curie - Case 100, 4, place Jussieu - 75252 PARIS Cedex 5 - France

³Antarctic Climate and Ecosystems CRC, University of Tasmania, CSIRO Marine and Atmospheric Research, Hobart, Tas 7001, Australia

⁴Université Pierre et Marie Curie-Paris6, UMR7621, F66650, Banyuls-sur-Mer, France ; CNRS, UMR7621, F-66650 Banyuls-sur-Mer- France

La campagne KEOPS (Kerguelen Ocean and compared Plateau Study) a été réalisée dans le but d'estimer l'impact d'un enrichissement naturel en fer sur la pompe biologique à carbone dans l'océan austral. La campagne s'est déroulée du 8 janvier 2005 au 13 février 2005, sur le Marion Dufresne, au Sud Est des îles Kerguelen. Les eaux situées sur le plateau de Kerguelen sont enrichies en fer via le mélange vertical ce qui favorise le développement d'un bloom. Plus au large les eaux sont pauvres en phytoplancton et typiques des systèmes HNLC (High Nutrient Low Chlorophyll). Les mesures de la pression partielle de CO₂ (pCO₂), du carbone inorganique total (CT), de l'alcalinité totale (AT), de la température (SST) et de la salinité (SSS) de l'eau de mer de surface ont été effectuées par le service d'observation OISO. Grâce au jeu de données obtenu nous avons établi un bilan de carbone pour deux stations représentatives du bloom et de l'environnement HNLC.

La comparaison des deux stations met en évidence le rôle du fer sur la séquestration du carbone en profondeur puisque l'export de carbone est trois fois plus important pour la station située au cœur du bloom que celle située à l'extérieur. Par ailleurs, la comparaison de nos résultats avec ceux obtenus lors des différentes fertilisations artificielles dans l'océan Austral montre que la pompe biologique est deux fois plus intense lorsque la fertilisation est naturelle, comme c'est le cas sur le Plateau de Kerguelen.

POSTER 1

Tara Arctic, sur les traces de Nansen

Matthieu Weber¹

¹Locean (matthieu.weber@free.fr)

Le déroulement d'un hivernage de 9 mois à 8 personnes à bord de la Goëlette Tara, visant à étudier dans le cadre du projet Européen DAMOCLES, le climat à long terme dans les régions arctiques.

POSTER 2

Nitrogen and triple oxygen isotopic composition of surface snow in Antarctica

Frey Markus¹, Samuel Morin¹, Joel Savarino¹

¹LGGE (frey@lgge.obs.ujf-grenoble.fr)

The interplay between the chemical state of the atmosphere and the climate is poorly documented and constitutes a weakness in the current understanding of past climate change. The main reason is that we are lacking a suitable set of proxies for the past oxidizing capacity of the atmosphere, which controls the chemical lifetime of greenhouse gases such as methane or ozone.

For example the relationship of nitrate (NO_3^-) and atmospheric nitrogen oxides ($\text{NO}_x = \text{NO} + \text{NO}_2$), which are key in modulating the atmospheric oxidation capacity, is so far not well understood. Post-depositional processes in the snow pack alter concentrations significantly and thereby complicate the quantitative interpretation of ice core records. However, the stable isotopic composition of NO_3^- preserved in Antarctic snow and firn potentially provides a powerful tool to not only gain insight into post-depositional processes but also to determine prevalent atmospheric oxidation pathways and major sinks and sources, as recent aerosol measurements in the Arctic and Antarctic have shown.

Here we report results from the first simultaneous determination of the nitrate $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$, $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ and $^{17}\text{O}/^{16}\text{O}$ isotopic ratios in Antarctic surface snow samples collected on a summer traverse between Dome Concordia (75°S) and Dumont d'Urville (DDU) (66°S). Analysis involved conversion of nitrate into N_2O using the denitrifier method followed by on-line decomposition into O_2 and N_2 on a gold furnace at 900 °C and measurement in a mass spectrometer. A minimum sample size of 100 nmol NO_3^- assured good reproducibility. We compare the isotopic values to available observations from South Pole and DDU and discuss implications for the nitrate budget in snow and atmosphere.

POSTER 3

Variabilité de la convection en mer du Groenland

Agathe Germe¹, Marie-Noelle Houssais¹, Christophe Herbaut¹

¹LOCEAN (agathe.germe@locean-ipsl.upmc.fr)

The variability of the convection in the Greenland Sea is analysed based on historical hydrographic observations.

A set of 17950 conductivitytemperaturedepth profiles covering the region 70°N-80°N, 20°W-20°E over the period 1980-2006 is used to reconstruct the history of winter convection based on the stability of the water column.

POSTER 4

Contribution à l'état des lieux toxicologiques des populations de Salmonidés des îles Kerguelen

Stéphane Betouille¹, Ali Jaffal¹, Anne Flore Thailly¹, Sylvie Biagianti-Risbourg¹

¹Laboratoire d'Eco-Toxicologie EA-2069 - Université de Reims (stephane.betouille@univ-reims.fr)

Vivant dans des milieux d'eau douce géographiquement parmi les plus isolés au monde, les salmonidés des Kerguelen (truites communes, *Salmo trutta* et ombles de fontaine *Salvelinus fontinalis*) sont susceptibles de présenter des caractéristiques toxicologiques particulières. C'est ainsi que le programme de recherche n°409 de l'Institut Polaire Français s'intéresse à l'évaluation des niveaux de contamination de ces populations vis à vis des polluants chimiques d'origine anthropique. Les résultats obtenus ont pour objectifs, d'une part d'estimer le niveau d'isolement de ces populations piscicoles vis à vis des nombreuses pressions humaines exercées sur l'environnement (pression de pollution en particulier) et d'autre part, grâce à la simplicité particulière des biocénoses d'eau douce des îles Kerguelen, d'aider à la compréhension des modes de contamination des milieux aquatiques continentaux en régions plus fortement anthropisées.

Entre janvier et octobre 2005, des échantillonnages d'individus ont été effectués au niveau de trois stations de la Péninsule Courbet permettant le prélèvement de deux écotypes (rivière et lac) pour chacune des deux espèces étudiées. Pour chaque individu, les teneurs en métaux lourds présentes dans le foie et le muscle ont été mesurées par spectrométrie d'absorption atomique. Les résultats présentés concernent deux éléments métalliques particuliers, le cadmium, métal lourd particulièrement toxique et le cuivre, élément métallique essentiel intervenant dans de nombreuses réactions biochimiques au sein de l'organisme. Ces deux éléments sont en outre des polluants notoires de nombreux écosystèmes aquatiques à travers le monde.

Quelle que soit l'espèce considérée, les teneurs en cuivre et en cadmium mesurées au niveau du foie et du muscle des individus sont pour les ombles comme pour les truites, comparables à celles détectées chez des poissons des mêmes espèces vivant dans des zones géographiques plus proches des activités humaines (Amérique du Nord, Europe) (Besser et al., 2001, Olsvik et al., 2001). Dans le cas des truites, les teneurs de ces deux mêmes éléments sont parfois plus élevées que celles mesurées chez certaines populations de truites européennes (Linde, 1999). Ces teneurs métalliques particulièrement importantes chez les Salmonidés des Kerguelen sont à mettre en lien avec la géologie volcanique de cet archipel, qui par un drainage acide des sols, aboutit à des concentrations métalliques élevées dans les eaux et les sédiments (Bustamante et al., 2003).

Une comparaison des teneurs en cadmium mesurées entre les truites et les ombles ne révèle aucune différence quel que soit l'organe analysé et l'écotype considéré. Par contre, nos résultats montrent que les truites renferment des teneurs hépatiques en cuivre plus élevées que les ombles aussi bien pour les individus de l'écotype de rivière que pour ceux de l'écotype de lac. Une telle différence est liée à des caractéristiques

intrinsèques aux individus indépendantes des facteurs environnementaux régnant dans les écosystèmes d'eau douce des Kerguelen.

Les concentrations métalliques élevées mesurées chez les salmonidés des Kerguelen sont majoritairement dues aux caractéristiques géologiques particulières de cet archipel, la part de contamination métallique liée aux activités humaines restant à être quantifiée.

Mots clés : Salmonidés, Kerguelen, Métaux lourds, Cadmium, Cuivre.

Besser J.M., Brumbaugh W.G., May T.W., Church S.E., Kimball B.A., 2001. Bioavailability of Metals in Stream Food Webs and Hazards to Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*) in the Upper Animas River Watershed, Colorado. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 40 : 48–59.

Bustamante P., Bocher P., Cherel Y., Miramand P., Caurant F., 2003. Distribution of trace elements in the tissues of benthic and pelagic fish from the Kerguelen Islands. *The Science of the Total Environment* 313 : 25–39.

Linde A.R., Sanchez-Galan S., Klein D. Garcia-Vazquez E., Summer, K. H., 1999. Metallothionein and heavy metals in brown trout (*Salmo trutta*) and european eel (*Anguilla anguilla*): A comparative study. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 44 : 168-173.

Olsvik P.A. , Gundersen P., Andersen, R.A., Zachariassen K.E., 2001. Metal accumulation and metallothionein in brown trout, *Salmo trutta*, from two Norwegian rivers differently contaminated with Cd, Cu and Zn. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C* 128 : 189 -201.

POSTER 5

Étude pétrophysique d'une zone de cisaillement majeure dans le socle cristallin Est Antarctique

Nicolas Riel^{1,2}, Jérôme Bascou¹, René-Pierre Ménot¹, Guillaume Duclaux¹, Stéphane Guillot²

¹Laboratoire Transferts Lithosphériques, UMR-CNRS 6524, Université Jean Monnet, 23 rue du Dr. P. Michelon, 42023 St-Etienne, France

²Laboratoire de Géodynamique des Chaînes Alpines, UMR-CNRS 5025, Maison des Géosciences, BP 53, 38041 - Grenoble Cedex, France.

La formation et l'évolution des zones de déformation des blocs continentaux anciens (archéens à paléoprotozoïques) comme ceux qui constituent le socle de la Terre Adélie restent mal comprises alors qu'elles sont fondamentales pour reconstituer l'histoire géologique de ces régions. Des informations sur les processus de déformation sont obtenues directement à partir des observations et mesures effectuées sur le terrain, à partir de l'étude en laboratoire des échantillons mais aussi à partir d'investigations géophysiques en utilisant, par exemple, les apports de la sismologie. Pour interpréter de façon rigoureuse les données obtenues par ces différentes techniques, il est indispensable de préciser et de comprendre les relations entre les structures de déformation des roches et les propriétés sismiques anisotropes de ces mêmes roches.

Les échantillons étudiés proviennent des Nunataks Correll (échantillons GD06-07 à GD06-18) et Aurora (GD06-28), reliefs de croûte émergents de la calotte de glace du continent Antarctique, en bordure ouest du glacier Mertz (méridien 145°E). Ils ont été collectés au cours de la mission Géoleta de novembre 2005. Ils appartiennent à une zone de cisaillement majeure d'échelle lithosphérique, (Mertz Shear Zone) qui pourrait se prolonger dans le sud de l'Australie.

L'étude microstructurale des orthogneiss à (Pl - Kfs - Qtz - Bt – Am - Ilm - Mag) mylonitisés de Correll met en évidence une forte recristallisation du quartz durant la déformation (recristallisation dynamique par rotation de sous-grains et par migration des joints de grain). Les grains d'amphibole et de feldspath présentent des traces de la déformation telles que des extinctions ondulantes et sont souvent allongés marquant ainsi la linéation. L'échantillon en provenance d'Aurora (gneiss à Pl - Qtz - Opx – Ilm - Mag) montre du quartz formant de longs rubans pluricentimétriques allongés parallèlement à la foliation. Le plagioclase et l'orthopyroxène y sont fortement recristallisés. La mesure des orientations préférentielles du réseau cristallographique (OPR) des différentes phases minérales est obtenue par indexation d'images d'électrons rétrodiffusés dans un microscope électronique à balayage (technique EBSD). Les OPR de quartz sont caractérisées par une localisation des maxima des axes a proches de la linéation (axe structural X) et des axes c distribués en guirlande perpendiculairement à la foliation pour les échantillons de Correll et concentrés autour de l'axe Z pour l'échantillon d'Aurora. Cette distribution des axes a et c du quartz par rapport au référentiel structural (axes X, Y, Z) indique une déformation plastique avec activation du glissement prismatique <a> + rhomboïdal pour les échantillons de Correll

et activation dominante du système prismatique <a> pour l'échantillon d'Aurora. Les associations minéralogiques, les microstructures et les figures d'OPR du quartz sont en accord avec une déformation à plus haute température pour Aurora (faciès granulitique, $T^{\circ} > 700^{\circ}\text{C}$) que pour Correll (faciès amphibolite, $T^{\circ} > 600^{\circ}\text{C}$). De plus, pour les échantillons de Correll, l'obliquité entre les OPR de quartz et les axes de la déformation finie (X, Y, Z) indique un sens de cisaillement majoritairement dextre en accord avec les indicateurs cinématiques macroscopiques.

Les propriétés sismiques des roches (vitesses de propagation V_p , V_s et anisotropie sismique AV_p , AV_s) ont été calculées à partir des mesures d'OPR des différentes phases minérales. Des premiers modèles de calcul de l'anisotropie sismique générée par des zones de cisaillement d'échelle continental telle que la Mertz Shear Zone ont été réalisés. Ils indiquent que les mylonites étudiées génèrent une forte anisotropie sismique (AV_p et $AV_{s\max} > 8\%$) due en particulier aux fortes orientations préférentielles de la biotite et de l'amphibole.

À l'avenir, la comparaison des valeurs calculées avec des mesures des ondes téléseismiques de stations disposées sur des affleurements rocheux de Terre Adélie pourrait permettre une meilleure compréhension des structures tectoniques en profondeur et de leur continuité latérale, en particulier avec les grandes zones de cisaillement du sud de l'Australie. Ceci constituerait une contrainte supplémentaire sur l'évolution géodynamique du bouclier Est Antarctique.

POSTER 6

Constraints on Foraging and their Consequences for Emperor Penguins

Ilka Zimmer¹, Rory P. Wilson², Michaël Beaulieu³, André Ancel³, Joachim Plötz¹

¹ Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, PO Box 120161, 27515 Bremerhaven, Germany

² Institute of Environmental Sustainability, School of Biological Sciences, University of Wales Swansea, Singleton Park, SA2 8PP Swansea, Wales, UK

³ IPHC - Département Écologie, Physiologie et Éthologie – UMR7178 Centre National de la Recherche Scientifique and Université Louis Pasteur, 23 rue Becquerel, 67087 Strasbourg, France

Emperor penguins are visual hunters but breed and forage at high latitudes where they are exposed to extreme changes in light conditions in the course of the year. We examined how light influenced the foraging ability for breeding emperor penguins using light-recording depth loggers in winter and spring in 2005 at Pointe Géologie (140°01'E, 66°40'S), Antarctica, and combining results with models of light availability as a function of depth and time of the year. Time-depth use (given by the maximum depth reached multiplied by the number of hours at which this depth could be achieved over 24 h) of spring-foraging penguins was more than twice that of winter-foraging birds. This demonstrates the severe constraints imposed by winter but, however, winter-foraging birds were able to dive deeper 300 m at mid-day hours.

Energetically it is not the most efficient for air-breathing divers to dive especially deep. We furthermore considered the dive efficiency with which birds can exploit different diving depths. Penguins tend to increase their overall dive duration with increasing dive depth. This occurs due to increasing transit (descent and ascent) durations but also because the duration of the bottom phase of the dive increases with increasing depth. By applying a simple model, based on the number of undulations in the bottom phase as a measure of prey capture success, we determined that the most lucrative dive depths for our birds were between 50 and 225 m. Since these depths were also the most frequently visited, we conclude that emperor penguins tend to concentrate their dives to depths of highest profitability.

POSTER 7

"L'année polaire international au Muséum national d'Histoire naturelle"

Juliette Arabi, Louis Deharveng, Alexandre Hassanin, Céline Bonillo, Jean-Pierre Coutanceau, Agnès Dettai, Guillaume Lecointre, Line Le Gall, Michael Manuel, Catherine Ozouf-Costaz, Bruno de Reviers, Olivier Rey, Florence Rousseau, Thomas Silberfeld, Nadia Améziane, Frédéric Busson, Romain Causse, Régis Cléva, Françoise Denis, Marc Eléaume, Guy Duhamel, Mélyne Hautecoeur, Samuel Iglesias, Patrice Pruvost, Virginia Andrews-Goff, Jean-Benoît Charrassin, Isabelle Durand, Young-Hyang Park, Fabien Roquet, Elisabeth Steinbach, Emmanuelle Sultan, ophie Mouge, Sophie Philippo, Sophie Pons.

¹Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris

L'étude des pôles relève d'une longue tradition scientifique au Muséum national d'Histoire naturelle. Les missions ont permis de mieux connaître l'écologie et la diversité biologique de ces territoires et de créer des collections aujourd'hui inestimables. L'année polaire est l'occasion de rappeler les recherches menées au Muséum. De nombreux scientifiques du muséum travaillent dans le domaine marin antarctique et sub-antarctique. Ceci implique des collaborations nationales et internationales à travers des programmes de recherches ou des réseaux.

POSTER 8

A fast decrease of the carbon sink in the North Atlantic subpolar gyre: results from the SURATLANT Program (1993-2006)

Antoine Corbière¹, Nicolas Metzl¹, Gilles Reverdin¹, Andrew Lenton¹, Christian Brunet¹, Doris Thuillier¹, Michel Ramonet², Taro Takahashi³ et Rik Wanninkhof⁴

¹Laboratoire d'Océanographie et du Climat: Expérimentation et Approches Numériques (LOCEAN/IPSL), Université Pierre et Marie Curie, Paris, France,

²Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE/IPSL), Gif sur Yvette, France,

³Lamont-Doherty Earth Observatory of Columbia University, Palisades, New-York, USA,

⁴NOAA/Atlantic Oceanographic and Meteorological Laboratory, Miami, Florida, USA.

Since 1993, regular sea surface water sampling for both hydrological and carbon parameters has been conducted in the North Atlantic subpolar gyre. The analysis of the decade 1993-2003 showed that although DIC and TA concentrations appeared relatively stable, the calculated oceanic $f\text{CO}_2$ increase ($+1.8 \mu\text{atm.yr}^{-1}$ in summer to $2.8 \mu\text{atm.yr}^{-1}$ in winter) was faster than the atmosphere. This was mainly controlled by sea surface warming (up to 1.5°C over 10 years) [Corbière et al., 2006]. The trend analysis has been prolonged adding the data obtained during recent cruises (2004-2006). We now estimate an increasing rate of oceanic $f\text{CO}_2$ of $+5 \mu\text{atm.yr}^{-1}$ during winter over the period 1993-2006. This suggests that the $f\text{CO}_2$ decadal rate is faster in recent years compared to estimates between 1972-1989 based on winter $f\text{CO}_2$ reconstruction [max $+3.2 \mu\text{atm.yr}^{-1}$, Omar and Olsen, 2006]. Since three decades, these observations clearly show that the wintertime carbon sink decreased significantly in the high latitude of the North Atlantic. The origin of this change is likely related to an advection of water masses from temperate latitudes into the Irminger Sea. Estimating this dramatic carbon sink change represents an important challenge for both atmospheric and oceanic models. This also highlights the need for continuing long-term sea surface ocean observations of carbon properties (DIC, TA and $f\text{CO}_2$) and investigation of their interannual and decadal variabilities at North Atlantic scale. This is one of the aim of Carboocean WP4.

References:

Corbière, A., Metzl, N., Reverdin, G., Brunet, C. and Takahashi, T., 2006. Interannual and decadal variability of the oceanic carbon sink in the North Atlantic subpolar gyre. *Tellus* 58B, in press.

Omar, A.M., Olsen, A. 2006. Reconstructing the time history of the air-sea CO_2 disequilibrium and its rate of change in the eastern subpolar North Atlantic, 1972-1989. *Geophys. Res. Lett.* 33(L04602), doi:10.1029/2005GL025425.

POSTER 9

Particularités cytologiques des cellules immunitaires spécifiques aux Channichthyidés

Stefan Chilmonczyk¹ et Catherine Ozouf-Costaz²

¹INRA, Unité de Virologie et Immunologie Moléculaires, 78352 Jouy-en-Josas,

²CNRS UMR7138 MNHN Département Systématique et Evolution ,57 rue Cuvier C.P. 26, 75005 PARIS

Parmi les poissons qui vivent dans les eaux très froides de l'Océan Antarctique, les Notothenioïdes présentent des caractères d'adaptation particulièrement remarquables, parmi lesquelles la présence de glycoprotéines antigel. La famille des Channichthyidés illustre cette adaptation par un degré de sophistication physiologique extrême : ce sont les seuls vertébrés sans hémoglobine (poissons à sang blanc). Nos travaux sur le système immunitaire des Channichthyidés des Iles Kerguelen (*Channichthys rhinoceratus*) et de la Terre Adélie (*Chionodraco hamatus*) font apparaître au plan cytologique, de nouveaux caractères spécifiques de cette famille de « poissons des glaces ».

En microscopie électronique nous confirmons la présence de grandes cellules nucléées présentant la morphologie typique des érythrocytes des autres poissons téléostéens (ici non fonctionnels). La littérature récente mentionne l'absence de ces cellules !

Les cellules du système immunitaire des deux espèces se caractérisent dans leur grande majorité, par la présence de nombreux organites cytoplasmiques (golgi, mitochondries, vacuoles....) qui reflètent une intense activité métabolique. Nous avons noté également la forte proportion de cellules de types granulocytaires.

Chez les deux espèces nos observations, en microscopie électronique ont révélé la présence, dans certaines cellules, d'inclusions cristallines de nature protéique jamais observées jusqu'à présent. Ces cristaux sont localisés soit au contact direct de la phase cytosolique, soit dans des vacuoles intra-cytoplasmiques.

Chez les channichthyidés l'absence d'hémoglobine entraîne une décoloration de tous les organes internes qui sont d'un aspect blanc jaunâtre à l'exception du ventricule cardiaque et des 2 muscles pectoraux qui présentent une coloration rosâtre (on sait que ce sont des muscles extrêmement riches en mitochondries). Un 3eme organe présente également une nette coloration orangée. Cet organe pair, constitué par 2 amas cellulaires, de forme arrondie, accolés à la surface du rein antérieur n'a, à notre connaissance, jamais été décrit. Ses cellules se caractérisent également par une très forte concentration en mitochondries.

Ces nouvelles spécificités cytologiques des Channichthyidés ne sont pas observées chez les autres Notothenioïdes, et notamment chez leur groupe-frère, les Bathydraconidés.

Le travail en cours vise à la caractérisation des inclusions cristallines (séquençage) afin de définir l'origine de ces protéines et la fonction des cellules qui les contiennent.