

3^{ème} journées du Comité National Français pour les Recherches Arctiques et Antarctiques

Guillaume Duclaux, Pascal Lacroix, Benjamin Paty, Emmanuelle Sultan

04 et 05 octobre 2006

Programme des journées du 04 et 05 Octobre

Nous vous donnons rendez-vous le mercredi 04 Octobre 2006 à partir de 14h00¹ au Muséum Nationale d'Histoires Naturelles de Paris pour participer aux 3^{ème} journées du CNFRA. Les présentations orales se dérouleront dans l'auditorium de la Grande Galerie de l'Évolution. Les sessions posters se dérouleront dans la Galerie de Minéralogie située juste en face de la Grande Galerie.

Vous trouverez dans les deux pages suivantes, le détail des deux journées avec l'organisation des journées, l'ordre des passages des orateurs et les moments destinés aux discussions autour des posters. En page 4, vous trouverez la table des matières suivie de la liste des résumés des oraux et posters.

Les présentations orales sont d'une durée de **15 minutes + 5 minutes de questions pour les scientifiques** et de **10 minutes pour les photo-reporters** qui nous présenteront leurs travaux et/ou leurs projets dont une partie seront exposés avec les posters. Nous vous incitons à préparer vos présentations sous forme numérique en utilisant PowerPoint (par exemple).

Le format choisi pour les posters est le A0. Ceux-ci seront accrochés sur des claus-tras en utilisant des vignettes velcro disponibles sur place.

Vous trouverez à la fin de ce volume une étiquette à imprimer et à découper sur laquelle nous vous demandons d'inscrire votre nom et votre laboratoire de rattachement. Des porte-badge vous seront remis à votre arrivée. Pour rappel, aucune participation financière ne vous est demandé pour les Journées du CNFRA.

Merci à toutes et tous de votre participation aux 3^{ème} journées du CNFRA et au Muséum National d'Histoire Naturelle pour le prêt des locaux.

Les organisateurs.

¹Les organisateurs seront présents pour assister à la mise en place des posters dès 13h00 le 04 octobre.

Mercredi 04 Octobre

La première journée se déroulera entre 14h00 et 18h00.

Notez que cette version est sujette à modifications ultérieures.

14h00 – 15h45	6 communications orales
14h00 – 14h05	<i>Mots de bienvenue des organisateurs</i>
14h05 – 14h25	Philippe Koubbi et al. – <i>L'écologie marine polaire française dans les programmes internationaux [...]</i>
14h25 – 14h45	Myrtille Moreau – <i>Impact paysager du recul des glaciers au Spitsberg (79 ° N) [...]</i>
14h45 – 15h05	Jean Duprat – <i>Des poussières extraterrestres au centre de l'Antarctique, la collection de micrométéorites CONCORDIA</i>
15h05 – 15h25	Alexandra Barbot et al. – <i>ARCHAEOBS 2006-2007 : Du passage de Vénus au départ des bergers [...]</i>
15h25 – 15h35	Christian Morel – <i>OUR POLAR HERITAGE / IPY EOI 1134, Valoriser l'Année Polaire Internationale [...]</i>
15h35 – 15h45	Thomas Jouanneau – <i>ANTARCTIQUE : Sur la route de Concordia</i>
15h45 - 16h20	Pause café & session poster
16h20 - 18h00	5 communications orales
16h20 – 16h40	Joël S. White et al. – <i>Age du sperme et performance de reproduction chez un oiseau strictement monogame – étude expérimentale</i>
16h40 – 17h00	Jacqueline Boutin et al. – <i>Variabilité du CO₂ à la surface de l'océan déduit des mesures CARIOCA dans l'océan Sud</i>
17h00 – 17h20	Tatyana Sadibekova – <i>Prévision des conditions de présence de turbulence au-dessus de plateau antarctique Dôme C [...]</i>
17h20 – 17h40	Amaury Solignac – <i>Évolution des télécommunications et adaptation à l'isolement en hivernage</i>
17h40 – 18h00	Flore Samaran et al. – <i>Les baleines dans l'Océan Austral : Etudes historiques et contemporaines</i>

La session poster se déroulera sur les deux journées et regroupera les travaux des chercheurs suivants : **F. Allouche**, **H. Corbel et al.**, **G. Dreyfus et al.**, **O. Filippi-Codaccioni et al.**, **C. Gilbert et al.**, **H. Laika et al.**, **B. Moine et al.**, **V. Pernègre et al.**, **G. Philippon et al.**, **C. Renac et al.**, **D. Verrier et al.**, **I. Zimmer et al.**

Ainsi que les travaux photographiques de deux professionnels : **T. Jouanneau et C. Morel.**

Jeudi 05 Octobre

La seconde journée se déroulera entre 10h00 et 16h30.

10h00 – 11h00	3 communications orales
10h00 – 10h20	Bruno Valat – <i>Étude du potentiel scientifique d'un interféromètre constitué de trois télescopes de 40 cm de diamètre à Dôme C</i>
10h20 – 10h40	Émilie Maj et al. – <i>Un idéal du cheval « sauvage » chez les Iakoutes éleveurs de chevaux et chasseurs (Sibérie extrême-orientale)</i>
10h40 – 11h00	Hélène Casteburnet et al. – <i>Modélisation du cycle du Soufre en Antarctique au dernier Maximum glaciaire</i>
11h00 - 11h40	Pause café & session poster
11h40 - 13h00	4 communications orales
11h40 – 12h00	Frédéric Bailleul – <i>Behavioural responses of elephant seals from Kerguelen Island to Antarctic sea ice</i>
12h00 – 12h20	Fabien Rouquet et al. – <i>Des éléphants de mer océanographes sur les îles Kerguelen</i>
12h20 – 12h40	Marie Chenet – <i>Les dynamiques de versant dans le Sud-Est de l'Islande : évolution de deux versants récemment déglacés [...]</i>
12h40 – 13h00	Xavier Fain – <i>Contamination des Écosystèmes Arctiques au Mercure : quand la neige s'en mêle. . .</i>
13h00 - 14h30	Déjeuner
14h30 - 16h30	Table Ronde autour de l'IPY avec la participation de représentants de l'IPEV



Table des matières

I	Sciences de l'Homme	8
1	<i>Barbot A., J.-F. le Moël</i> – ARCHAEOBS 2006-2007 : Du Passage de Vénus au départ des bergers... Mission archéologique en Baie de l'Observatoire (Kerguelen)	9
2	<i>Maj É.</i> – Un idéal du cheval « sauvage » chez les Iakoutes éleveurs de chevaux et chasseurs (Sibérie extrême-orientale)	10
3	<i>Solignac A.</i> – Évolution des télécommunications et adaptation à l'isolement en hivernage	11
II	Photo-reportage, Outreach	12
4	<i>Jouanneau T.</i> – ANTARCTIQUE : Sur la route de Concordia	13
5	<i>Morel C.</i> – OUR POLAR HERITAGE / IPY EOI 1134, Valoriser l'Année Polaire Internationale par une exposition photographique internationale grand format illustrant le travail de la science et des scientifiques en régions polaires	14
III	Sciences de la Terre et de l'Univers	16
6	<i>Allouche F.</i> – Étude et réalisation d'un démonstrateur en optique guidée de l'interféromètre KEOPS pour le Dôme C	17
7	<i>Duprat J.</i> – Des poussières extraterrestres au centre de l'Antarctique, la collection de micrométéorites CONCORDIA	18
8	<i>Pernègre V., D. Goujet</i> – The Devonian Vertebrates from Spitsbergen (Svalbard) : Tropics in the Polar Circle	19
9	<i>Moine B.N.^{1,4}, G. Delpech², M. Gregoire³, S. Y. O'Reilly⁴, J.P. Lorand⁵, C. Renac¹ and J.Y. Cottin^{1,4}</i> – Carbonatite melt in the Indian oceanic upper mantle (Kerguelen Archipelago, TAAF)	20
10	<i>Renac C.¹, K. Kyser², P. Bowden¹, B. Moine¹ and J.Y. Cottin¹</i> – Hydrothermal Geochemistry of carbonate and Quartz formations in a Basaltic lava-Unit, Kerguelen (SW-Indian Ocean)	21
11	<i>Sadibekova T.</i> – Préviation des conditions de présence de turbulence au-dessus de plateau antarctique Dôme C à partir de mesures sur la station Concordia	22

12	<i>Suavet C.¹, P. Rochette¹, L. Folco², , J. Gattacceca¹ et R. P. Harvey³ – Comparaison de deux collections de micrométéorites Antarctiques : Frontier Mountain et Walcott Neve</i>	23
13	<i>Valat B. – Étude du potentiel scientifique d'un interféromètre constitué de trois télescopes de 40 cm de diamètre à Dôme C</i>	25
IV Océanographie		26
14	<i>Boutin J., L. Merlivat et C. Hénocq – Variabilité du CO₂ à la surface de l'océan déduit des mesures CARIOCA dans l'océan Sud</i>	27
15	<i>Laika, H. E¹., C. Goyet¹, L. Azouzi¹, F. Touratier¹, A. Poisson² and B. Schauer² – Carbon dioxide system in the Southern Indian Ocean (43°S – 66°S) during the Austral summer 2005 -2006</i>	28
16	<i>Roquet F.¹, C. Guinet², F. Bailleul², J.-B. Charrassin¹, Y.-H. Park¹ – Des éléphants de mer océanographes sur les îles Kerguelen</i>	29
17	<i>Sultan E.¹, P. Koubbi² and G. Williams³ – Summertime Hydrography of the Adélie Land Coast – Long-Term Ecosystem Monitoring with l'Astrolabe : 2003 and Beyond</i>	30
18	<i>Vivier F., A. Lourenço, P. Bouruet-Aubertot, Y. Cuypers – Dynamique et thermodynamique dans le storfjord dans l'archipel du Svalbard</i>	31
V Sciences de la Vie		32
19	<i>Bailleul F. – Behavioural responses of elephant seals from Kerguelen Island to Antarctic sea ice</i>	33
20	<i>Corbel H., C. Dondelinger, H. Gachot and R. Groscolas – The endocrine and energetic correlates of parental care during the late rearing period in king penguins : males vs females</i>	34
21	<i>Filippi-Codaccioni O.¹, V. Viera^{1,2}, S. Côté² and R. Groscolas¹ – The energy costs of aggressive and comfort behaviours in incubating King Penguins</i>	35
22	<i>Gilbert C., M. Beaulieu and A. Ancel – To what extent the huddling behaviour of emperor penguins is influenced by meteorological factors ?</i>	36
23	<i>Koubbi P.¹, C. Ozouf-Costaz², G. Lecoindre² et N. Améziane² – L'écologie marine polaire française dans les programmes internationaux : Census of Antarctic Marine Life, SCAR Marine Biodiversity Information Network et la biorégionalisation de l'Océan Austral de la CCAMLR</i>	37

24	<i>Samaran F.¹, C. Cotté¹, Y. Cans², G. Ruzié² et C. Guinet¹</i> – Les baleines dans l’Océan Austral : Etudes historiques et contemporaines	38
25	<i>Verrier, D.^{1,2} ; R. Groscolas², C. Guinet³ ; J.P.Y. Arnould⁴</i> – The ontogeny of extreme fasting abilities in Subantarctic Fur Seal Pups : importance of metabolic rate and body fat reserves	39
26	<i>White J. S., F. Helfenstein, E. Danchin, S. A. Hatch and R. H. Wagner</i> – Age du sperme et performance de reproduction chez un oiseau strictement monogame – étude expérimentale	40
27	<i>Zimmer I.¹, R. Wilson², J. Plötz¹, A. Ancel³</i> – Foraging Ecology of Emperor Penguins	41
VI	Sciences du Climat, Glaciologie et Environnement	42
28	<i>Castebrunet H., C. Genthon, P. Martinerie</i> – Modélisation du cycle du Soufre en Antarctique au dernier Maximum glaciaire	43
29	<i>Chenet M.</i> – Les dynamiques de versant dans le Sud-Est de l’Islande : évolution de deux versants récemment déglacés, de par et d’autre du glacier Skaftafellsjökull	44
30	<i>Dreyfus G. B.^{1,2}, F. Parrenin³, B. Lemieux³, G. Durand⁴, V. Masson-Delmotte¹, J. Jouzel¹, J.-M. Barnola³, U. Siegenthaler⁵, R. Spahni⁵, L. Panno⁵ and M. Leuenberger⁵</i> – Un écoulement anomal en dessous de 2800 m dans la carotte d’EPICA Dome C détectée à l’aide de mesures de $\delta^{18}\text{O}$ d’oxygène	45
31	<i>Fain X., R. Hennebelle, A. Dommergue, C. Ferrari, C. Boutron</i> – Contamination des Ecosystèmes Arctiques au Mercure : quand la neige s’en mêle...	46
32	<i>Moreau M.</i> – Impact paysager du recul des glaciers au Spitsberg (79°N). L’observation de la colonisation végétale sur les espaces déglacés depuis la fin du Petit Âge Glaciaire	47
33	<i>Philippon G.¹, S. Charbit¹, M. Kageyama¹, C. Ritz², G. Ramstein¹, Ch. Dumas¹</i> – Evolution of the Antarctic ice sheet throughout the last deglaciation : a study with a new coupled climate-north and south hemisphere ice sheet model	48
34	<i>Philippon G.¹, S. Charbit¹, M. Kageyama¹, C. Ritz², G. Ramstein¹, Ch. Dumas¹</i> – Impact of freshwater pulse in a fully climate system	49
35	<i>Roussel E.</i> – Mutations des paysages polaires : L’impact morphologique du recul glaciaire sur les cours d’eau marginaux	50

Première partie
Sciences de l'Homme



1 *Barbot A., J.-F. le Moël – ARCHAEOBS 2006-2007 : Du Passage de Vénus au départ des bergers... Mission archéologique en Baie de l'Observatoire (Kerguelen)*

Service du Patrimoine historique et des Sites archéologiques des Taaf

La mission archéologique ArchaeObs prévue dans la Baie de l'Observatoire (Kerguelen) durant l'été austral 2006-2007, dirigée par J.-F. Le Mouël, archéologue au CNRS et chef du Service du Patrimoine historique et des sites archéologiques des Taaf, est d'une importance certaine pour la connaissance du Patrimoine historique des Taaf et de la région subantarctique. En fait, il est rare que dans cette région, des sites archéologiques recèlent une stratigraphie. Or, ce sera le cas puisque ce gisement présente au moins trois niveaux d'occupation humaine. En effet, la Baie de l'Observatoire fut tout d'abord occupée par des astronomes Anglais qui, en décembre 1874 s'y installèrent pour y observer le Transit of Venus. Le Passage de Vénus devant le soleil, un phénomène récurrent a lieu tous les 105 ans. A l'époque, les données recueillies par son observation constituaient pour les scientifiques un des moyens privilégiés pour le calcul de la distance entre le Soleil et la Terre et entre les planètes du système solaire. La deuxième occupation eut lieu entre 1901 et 1903. Un groupe de scientifiques allemands y fut déposé par la Mission allemande au pôle sud. A son retour de l'Antarctique en 1903, lorsqu'elle se présenta en Baie de l'Observatoire, elle ne retrouva que quelques tombes dont celle du météorologiste Enzensperger et une base dont le désordre révélait un départ précipité de ceux qui avaient survécu au bérubéri. La troisième et dernière occupation fut française. En 1908-1909 Rallier du Baty y passa à plusieurs reprises, et entre 1912 et 1913, deux hommes, Valérien Culet et le baron Decouz y firent une étude sur la possibilité d'élever des moutons sur l'île. Ils construisirent une maison près de la station allemande. Outre les vestiges qu'elle exhuma et documenta, cette mission mettra en lumière le fait qu'il existe une archéologie de l'ère industrielle et qu'elle est opérante dans les Taaf. On ne peut réduire la discipline archéologique aux temps reculés de la préhistoire ou des civilisations antiques. Chaque site possède en effet des artefacts anthropiques et permet de reconstituer une histoire corroborant ou infirmant les sources écrites, quand elles existent.

Dans ce cas précis, ces dernières nous font partiellement défaut et nous disposons principalement, à ce jour, de rapports scientifiques justifiant le séjour de ces hommes aux Kerguelen. Des diaires, l'un du météorologiste allemand, l'autre de Valérien Culet existent, mais ces témoignages sont insuffisants et univoques. La connaissance biaisée de ces expéditions scientifiques a donc besoin d'être confrontée à la réalité archéologique, rendant plus que jamais actuel l'aphorisme de Jean Pouilloux « il n'est plus d'histoire sans archéologie : les "grands événements" ne sont plus que l'écume du temps à la surface de la «longue durée»; pour décrire l'aventure humaine les jours comptent autant, où il ne s'est rien passé, ces jours qui n'ont apparemment d'autre raison que d'avoir été».

C'est la raison pour laquelle les méthodes de fouille seront des méthodes de fouilles fines semblables à celles que mettent en œuvre les préhistoriens, par définition privés de sources écrites. La technologie moderne des ordinateurs et des théodolites laser voire des GPS différentiels permet de les adapter au milieu contraignant du sub-polaire et du polaire. L'exposé fera le point sur ces méthodes qui s'appliqueront à un site inventé par l'équipe du Patrimoine historique des Taaf en 1994 et qui, dès cette époque, avait révélé ses potentialités. Ces dernières seront présentées comme les éléments de la problématique qui sous-tend la mission à venir.

2 *Maj É.* – Un idéal du cheval « sauvage » chez les Iakoutes éleveurs de chevaux et chasseurs (Sibérie extrême-orientale)

EPHE – Centre d'Études Mongoles et Sibériennes, Université de Paris X-Nanterre

Les Iakoutes sont le peuple turque qui s'est aventuré le plus loin au nord, jusqu'à atteindre le cercle polaire arctique. Se réclamant des peuples cavaliers d'Asie centrale, ils n'en demeurent pas moins des chasseurs et des pêcheurs et conservent une économie basée sur ces deux activités. Étudier les représentations liées au cheval est un bon moyen de comprendre le fonctionnement de cette société, qui revendique à la fois un idéal de la chasse et un usage pratique de la domestication. Le cheval, dont le côté « sauvage » est idéalisé, voire entretenu, se trouve dans un entre-deux qui ne fait de ni un animal totalement domestique (comme les bovins élevés par ailleurs par les Iakoutes), ni un animal entièrement sauvage (à l'image des bêtes qu'ils chassent). Plus proche du renne, il est élevé selon les techniques relevant du pastoralisme et donne ainsi aux Iakoutes le meilleur moyen d'identification en rapport à leur mode de vie binaire : éleveurs et chasseurs. S'il disparaît aujourd'hui du paysage et qu'il n'a plus l'utilité qu'il avait avant la mécanisation (année 1960) dans le labeur quotidien, il en acquière en revanche encore davantage de force symbolique. Comment, dans un pays dont quarante pourcents se trouvent en zone arctique, une société s'identifie à sa nature, ses animaux et son espace ? Tels sont les points qui seront abordés dans ce rapport de mes quatre missions IPEV (environ 14 mois sur le terrain en quatre ans de mission). Ils illustreront le paradoxe nordique des peuples domesticateurs et non-domesticateurs : alors qu'ils avaient la possibilité de domestiquer les rennes, les peuples d'Amérique du nord n'en ont rien fait, alors que leurs cousins de Sibérie ne s'en sont pas privés. Ils montreront la richesse et la diversité des cultures polaires et l'étroitesse de la frontière entre contraintes géographiques et contraintes culturelles.

3 *Solignac A.* – Évolution des télécommunications et adaptation à l'isolement en hivernage

Laboratoire de Psychologie Appliquée, Université de Reims

Hiverner implique une séparation particulièrement longue de ses proches, et un éloignement géographique tout aussi inhabituel. Cela implique aussi de travailler à distance avec des collaborateurs qui ne partagent pas forcément les mêmes conditions de vie et de travail.

Les progrès des télécommunications ont permis depuis le début des hivernages polaires de maintenir, et même progressivement d'intensifier le lien entre les hivernants et leurs proches ou collaborateurs : courrier traditionnel et communications radio tout d'abord, puis télégrammes, fax, téléphone. . .

Avec l'introduction récente du courrier électronique dans les hivernages se pose de manière plus nette la question des effets des télécommunications sur l'adaptation des individus, mais aussi du groupe, à l'isolement en hivernage.

Depuis 2001, le courrier électronique tend de fait à s'imposer comme un moyen de communication quotidien et gratuit avec l'extérieur, double caractéristique tout à fait inhabituelle lorsqu'on sait que les conversations téléphoniques sont souvent limitées en fréquence et en durée par souci d'économie. Les messages électroniques combinent en outre simplicité, fréquence, liberté de réponse, possibilité d'archivage et d'envoi à plusieurs destinataires.

Cette possibilité n'est pas sans conséquences sur les pratiques des hivernants, et sur leur représentation de l'isolement, par rapport à un monde qui reste dorénavant « à portée de message ». Comment le vécu même de l'hivernage n'en serait-il pas changé ?

Quelles sont donc les pratiques et les représentations associées aux différents moyens de communication (courrier, fax, téléphone et emails) ? Ces pratiques évoluent-elles dans le temps de l'hivernage ?

Quelles peuvent être, à un niveau psychologique, les conséquences de l'utilisation de tel ou tel moyen ? Peut-on les envisager comme un vecteur d'adaptation, ou au contraire pour certains comme un facteur de stress supplémentaire ?

Comment influencent-ils la relation à distance avec les proches et les collaborateurs ? La vie en communauté pendant l'hivernage ? L'adaptation au retour ?

Les résultats d'une enquête auprès d'un groupe de 27 hivernants de la station Dumont d'Urville (Terre Adélie) seront présentés et mis en perspective.

Deuxième partie

Photo-reportage, Outreach



4 *Jouanneau T.* – ANTARCTIQUE : Sur la route de Concordia

Photographe indépendant

Une histoire, photographies, textes et sons, réalisée avec l'Institut Polaire Français (IPEV).

Sur la route de Concordia raconte cet « ailleurs » : l'Antarctique, un itinéraire extrême vers la base polaire continentale de Concordia emprunté par des hommes et femmes, scientifiques, techniciens et logisticiens. Le photographe s'est attaché à retracer leur histoire.

L'aventure dure deux mois et demi : Départ de Tasmanie pour 10 jours de mer sur le navire polaire l'Astrolabe à travers les plus terribles océans de la planète 40^{ème} Rugissants, 50^{ème} Hurlants et 60^{ème} Mugissants, avant d'atteindre le continent et la base polaire de Dumont d'Urville en Terre Adélie. Là, scientifiques et techniques débarquent pour prêter main-forte aux 26 hivernants isolés depuis un an et continuer l'étude de la faune dont les célèbres manchots empereurs.

À quelques kilomètres, un groupe d'une dizaine d'hommes se préparent pour un raid terrestre en chenillette qui les conduira à 1100 kilomètres vers le pôle sud. 3200 mètres à gravir, environ 12 jours, entre coup de blizzard et enlèvement. Le convoi de ravitaillement de la base de Concordia traversant le grand désert blanc est ici, pour la première fois, photographié.

À leur arrivée la vie des scientifiques s'organise : astronomie, étude du réchauffement climatique, expériences en vu des prochains vols vers Mars, carottage dans les archives climatiques de la planète. La base vient de passer son premier hivernage dit « de qualification » avec réussite. Il a fallu près de dix années, au beau milieu de la calotte glaciaire de l'hémisphère sud, pour construire durant l'été austral la troisième base scientifique permanente du continent antarctique. La première était Américaine, la seconde Russe, celle-ci est Franco-italienne, installée sur le site de Dôme C en secteur Australien. Dix volontaires se préparent à hiverner, 9 mois seul au monde, par -70°C . . . Concordia, sera inaugurée officiellement fin 2006 à la veille de l'Année Polaire Internationale.

* Le reportage à fait l'objet d'un portfolio (la « Une » + 10 pages) dans le numéro du 04 Mars 2006 du Figaro Magazine. Une exposition photo itinérante est organisée entre fin 2006 et fin 2008.

Sites photographiés : Astrolabe, Base de Dumont d'Urville (France) , Cap prudhomme (France), le Raid, Concordia (Franco-Italien), Terra Nova Bay (Italie).

5 **Morel C. – OUR POLAR HERITAGE / IPY EOI 1134, Valoriser l'Année Polaire Internationale par une exposition photographique internationale grand format illustrant le travail de la science et des scientifiques en régions polaires**

Photographe indépendant

Le but du projet est de valoriser, par une grande exposition photographique présentée à un large public mondial, les enjeux des missions scientifiques polaires et le rôle fondamental des environnements extrêmes, du quotidien des populations circumpolaires à l'équilibre climatique et écologique mondial de la planète. L'originalité du projet réside dans la création d'une vision photographique transversale, la plus exhaustive possible, de la recherche scientifique polaire Arctique, Antarctique et sub-Antarctique.

L'objectif est, premièrement, de réaliser entre 2007 et 2008 un ensemble de reportages abordés sous un même angle novateur, une même rigueur professionnelle, une même approche picturale et artistique. Ces images ne se limiteront pas à une forte représentation des paysages polaires. Elles mettront en valeur, dans ces paysages, la variété des missions scientifiques et l'importance du travail, souvent difficile mais fortement enrichissant pour nos connaissances, accompli par les chercheurs hommes et femmes. Les images illustreront tout aussi bien des sciences humaines que des études du type climatologie, glaciologie, biologie, géologie...

Sera ensuite créé à partir de cette oeuvre transversale, une vaste exposition qui déploiera en format géant (3 mètres/photo) les sciences et environnements polaires au cœur des villes. Cette exposition sera itinérante à travers le monde. Portée par un engouement grandissant pour le « polaire » elle recueillera une forte audience internationale. Elle présentera une vision innovante et sensibilisera un grand nombre à la valeur haute des missions développées par notre pays et une soixantaine d'autres au sein de collaborations internationales. L'exposition s'inscrira dans un cadre éducatif et chaque image sera accompagnée de légende attractive rédigée en accord avec les scientifiques. Cette exposition est d'ores et déjà assurée d'une mise en place aux Nations Unis. Parallèlement ces photos seront une mémoire de l'IPY et un fond iconographique exploitable par les partenaires sera ouvert. D'autres diffusions sont validées ; livre dédié, parutions magazine, sites web, conférences...

La préparation oeuvre depuis 1 an à obtenir la logistique, les autorisations de terrain, la diffusion et le financement des 3 pôles du projet (prises de vues, logistique, exposition). Au niveau protocole international le projet est enregistré comme partie intégrante de l'IPY et « endorsé » par le Joint Committe de l'IPY. Au niveau national le projet est en cours d'instruction par le Ministère de la Recherche, l'IPEV, le CNRS, la région Rhône-Alpes, le Conseil Régional de l'Isère, la Ville de Grenoble. J'ai établi une correspondance avec plus de 300 équipes scientifiques à travers le monde et recueilli des responsables internationaux d'un panel d'activités, l'accord et l'autorisation formelle pour me joindre à eux sur le terrain.

Le projet est appuyé par Claude Lorius, Professeur Emérite Médaille d'Or du CNRS et Président du Comité Français pour l'Année Polaire Internationale, Jean Malaurie Professeur et Directeur de Recherche Emérite du CNRS, Directeur du Centre d'Etudes arctiques de Paris et Président d'Honneur de l'Académie Polaire d'Etat de St Pétersbourg, Jean-Louis Etienne Docteur et explorateur polaire, Alain Hubert Président de l'International Polar Foundation, Carine Richard Van Maele Directrice de la Communication et Eduard Sarukhian Conseiller Spécial du Secrétaire Général de l'Organisation Mondiale de la Météorologie, Eric Brossier

Capitaine et France Pinczon du Sel Second du navire d'exploration polaire Vagabond, Gilles Elkaïm explorateur polaire, Isabelle Autissier navigatrice et journaliste. . .

Projet initiative de Christian Morel, photographe professionnel reconnu pour la qualité de son travail par les plus grandes entreprises, laboratoires, collectivités locales et agences de communication. Spécialiste depuis 20 ans de l'image qualitative opérant tout autour de la planète. Voyageur, guide, explorateur en régions polaires, il a la connaissance depuis 15 ans de la photo sous les climats extrêmes qui lui permet de porter ce grand projet international.

Troisième partie

Sciences de la Terre et de l'Univers



6 *Allouche F.* – Étude et réalisation d’un démonstrateur en optique guidée de l’interféromètre KEOPS pour le Dôme C

Laboratoire Universitaire d’Astrophysique de Nice, UMR6525 – Université de Nice

L’exploitation du VLTI a été l’un des avancements majeurs dans le domaine de l’astronomie d’observation durant cette dernière décennie. Dans la course permanente vers le ”encore mieux et encore plus” les astronomes pensent déjà à la seconde génération d’interféromètres optiques qui sera très probablement développée sur des échelles kilométriques et comprenant quelques dizaines de télescopes de 1 à 2 mètres chacun. Le choix du meilleur site possible devient donc particulièrement crucial. La station Concordia (Dôme C) située sur le point le plus élevé du plateau antarctique semble offrir les meilleurs conditions sur terre pour un projet aussi ambitieux. Son climat sec et extrêmement froid favorise l’observation dans le proche infrarouge et dans l’infrarouge thermique. Les conditions de seeing dans ce site permettent de prévoir l’utilisation d’une optique adaptative simple sur chacun des télescopes. A l’Université de Nice, le LUAN mène depuis l’an 2000 des campagnes de qualification du site du Dôme C. Dans ce context on développe au LUAN un concept de réseau kilométrique de plusieurs télescopes couplés à un système coronographique sous le nom de KEOPS. Il s’agit essentiellement de faire de l’imagerie par interférométrie à haute résolution angulaire dans le but de l’observation directe d’exoplanètes. Bien entendu, les surfaces stellaire et les noyaux actifs de galaxies peuvent aussi être imagées.

7 *Duprat J.* – Des poussières extraterrestres au centre de l’Antarctique, la collection de micrométéorites CONCORDIA

Centre de Spectrométrie Nucléaire et Spectrométrie de Masse – IN2P2-CNRS, Orsay

Les régions centrales du continent Antarctique présentent des caractéristiques uniques pour l’étude du complexe de poussières interplanétaires accréé par notre planète. Grâce au soutien logistique et financier de l’Institut Polaire Français (IPEV) et de son homologue italien (PNRA), un programme pluriannuel de collecte micrométéorites existe à Dôme C (75°S, 123°E) depuis 4 ans. Ce programme a d’ores et déjà permis de réaliser 3 expéditions de collecte de grains de poussière interplanétaires de taille 30-500 μm (micrométéorites) dans des couches de neige de différentes profondeurs au voisinage de la station CONCORDIA. Le site de Dôme C est situé à 1100 km des côtes de Terre Adélie et à 3300 m d’altitude. Les résultats obtenus montrent que, dans le domaine en taille étudié, la neige de Dôme C est particulièrement préservée des poussières terrestres. La collection CONCORDIA comporte des micrométéorites friables et présentant une altération terrestre (aqueuse et mécanique) minimale. Le taux de précipitation à Dôme C est faible et régulier ce qui autorise une mesure du flux de micrométéorites sur Terre. On détaillera l’intérêt de la collection CONCORDIA par rapport aux autres collections disponibles en laboratoire et dans la perspective de leur comparaison avec les grains cométaires de la mission STARDUST.

8 *Pernègre V., D. Goujet* – The Devonian Vertebrates from Spitsbergen (Svalbard) : Tropics in the Polar Circle

Muséum National d'Histoire Naturelle. Département Histoire de la Terre. UMR 5143 – USM 0203. Case postale 38, 75231 Paris cedex 05 (France)

The Spitsbergen is the main island of the Norwegian Svalbard archipelago, located between 71° and 81° of north latitude and was discovered by W. Barentz in 1596. In Early Devonian times (about 400 Million years age), Spitsbergen was located between the Equator and the Tropic of Cancer. A rich vertebrate tropical fauna has been found since the end of the XIXth century. To date, this fauna is composed of several taxa of Osteostracans and Heterostracans (“Agnatha”) with Placoderms and Dipnomorphs (“Gnathostomata”). This rich fauna reveals the important palaeobiogeographical place of Spitsbergen in the Early Devonian. Its allows biogeographical and stratigraphical comparisons with many other arctic areas such as the Canadian Arctic, Novaya Zemlya and Severnaya Zemlya (Russian Arctic archipelagos).

9 Moine B.N.^{1,4}, G. Delpech², M. Gregoire³, S. Y. O'Reilly⁴, J.P. Lorand⁵, C. Renac¹ and J.Y. Cottin^{1,4} – Carbonatite melt in the Indian oceanic upper mantle (Kerguelen Archipelago, TAAF)

¹ *Université Jean Monnet, Dép. de Géologie-Pétrologie-Géochimie, UMR-CNRS 6524, St Etienne*; ² *Université Paris Sud-Orsay, UMR-CNRS 8148 IDES, Paris France*; ³ *Lab. Dynamique Terrestre et Planétaire, UMR-CNRS 5562, Observatoire Midi-Pyrénées, 31400 Toulouse*; ⁴ *GEMOC, Dep.of Earth and Planetary Sciences, Macquarie University, NSW 2109, Australia*; ⁵ *Muséum National d'Histoire Naturelle, FRE-CNRS 2456, Paris*

Some mantle-derived xenoliths (amphibole-bearing dunites) from Kerguelen archipelago (Indian Ocean) contain interstitial pocket carbonates in triple junction or droplets at grain boundaries. The carbonates are mainly Mg-bearing calcite (X_{Ca} 0.96) with MgO content <1.4 wt%. Some Mg-bearing calcites are associated with euhedral dolomite and Mg-free calcite, mafic silicate glass with low alkali and Al₂O₃ content and with fine grain spinel, Ni-Fe-sulfides and magnesio-wüstite. These oxides and sulfide phases are concentrated at the carbonate/silicate glass boundaries. Spherical fluid inclusions (Bubbles of CO₂?) occur within the Mg-bearing calcite. Trace element analysis of the Mg-bearing calcite obtained by laser ablation-ICP-MS display high contents in rare-earth elements (REE>900ppm), Sr (1500-6000ppm) and Ba (300-500ppm) with enrichment in light REE (La/Sm_N=23). The microstructural features and trace element composition of Mg-bearing carbonates suggests that Mg-bearing calcite represent quenched carbonate melts rather than crystal cumulates of dolomite and calcite that display low trace element contents. Carbonate melt reacts with olivine and amphibole to produce mafic silicate glass, clinopyroxene and Fe-Ti-oxides. The mafic silicate glass could be interpreted as immiscible silicate fraction of an evolved melt produced by the dissolution-percolation of the original carbonate melt (Moine et al., 2004). Two samples containing Mg-bearing calcite were analysed for Sr isotopic composition by in situ laser ablation MC-ICP-MS technique. The high Sr and low Rb contents of the carbonates allowed in-situ analyses of Sr isotopes with very good confidence (2sigma; 0.05 per mil). Both average isotopic compositions are broadly similar with Sr⁸⁷/Sr⁸⁶=0.7054 and are slightly higher than the Kerguelen plume “signature” (Delpech 2004). Due to their high Sr contents, the carbonate melt buffer the Sr isotopic composition of percolated rocks. However, carbonate pockets of a same sample display isotopic variations since 0.7047 to 0.7061. Despite the high temperature, isotopic homogenisation was not achieved between carbonates, suggesting that the carbonate melt network in the dunite may not have been pervasive and/or strictly connected. As a result, local heterogeneities could be produced in some melt pockets by reaction and mixing with a reacting “old” high Rb/Sr reservoir such as pre-existing amphibole. This study provides further evidence for the occurrence of carbonate melts percolating the upper mantle and demonstrates that these melts can be preserved and confined at mantle-crust boundary in hot oceanic uppermost mantle (in dunitic or wehrlitic mantle). Furthermore, Mg-bearing calcite trapping induce local heterogeneities in trace-elements and Sr isotopes ratios at the cm-scale in the uppermost lithospheric mantle, and that their Sr isotopes may not strictly represent the source of the metasomatic agent.

10 *Renac C.*¹, *K. Kyser*², *P. Bowden*¹, *B. Moine*¹ and *J.Y. Cottin*¹ – Hydrothermal Geochemistry of carbonate and Quartz formations in a Basaltic lava-Unit, Kerguelen (SW-Indian Ocean)

¹ *Dept de Géologie, Université Jean Monnet, UMR 6524 23, rue du Dr P. Michelon, 42023 St. Etienne, France*; ² *Dept of Geological Sciences, Queens'University Kingston K7L 3N6 Ontario Canada*

The weathering of two lava-units produced pervasive alteration, veins or geodes filled of secondary minerals such as clays, quartz, zeolites, iron oxides or carbonates. Submarine to subaerial thermal and fluid evolutions were reconstructed using carbonates and silicates geochemical analyses. In a chilled-margin, breccias and pervasive alteration geochemistry and microthermometry of carbonates and quartz indicate several episodes hydrothermal weathering with fluids of low temperatures (200 to 10°C) and low salinity. Based on [Sr] and Sr ratio, initial-precipitates of magnesite ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}= 0.710$) correspond to seawater-spray and meteoric-water interactions during lava emplacement. REE, Sr ratios and stable-isotopes data from later dolomites and calcites indicate precipitations by interaction of meteoric-fluids with basalts and trachytes ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}= 0.704$ to 0.706). However, changes of $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{18}\text{O}$ of carbonates show an initial interaction with seawater or evolved-water rapidly relayed by meteoric-waters ($\delta^{18}\text{O}= -7$ to -15‰ V-SMOW) similar to present-day $\delta^{18}\text{O}$ river drainage. Weathered basalts with matrix of secondary phases allow few stable-isotopes fluids or temperature reconstructions. Quartz (Q)–celadonite pair indicate that temperature weathering was about 200°C. In geodes, the $\delta^{18}\text{O}$ microcrystalline (MQ) and quartz (Q) difference noticed by Harris (1989) were about 2.65‰. Several interpretations have been proposed to reconstruct temperature and fluid history of MQ and Q formations.

- For a temperature of 50°C $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ values of MQ and Q, range from -5.5 to -15.5‰. These calculated $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ domain, similar to fluids estimated for carbonates, does not explain the occurrence of L-V primary fluid-inclusions and quartz-celadonite equilibrium.

- Using Harris (1989) interpretation MQ and Q could have precipitated simultaneously from H₂O liquid and vapour from 130 to 242°C ($\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ liq : -5 to 10.1‰).

- The proposed interpretations of quartz $\delta^{18}\text{O}$ values involve late MQ formation from 11 to 38°C ($\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ liq : -15‰) and early Q from 173 to 243°C ($\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ liq : 4.2 to 7.6‰). At the difference of Harris (1989), that needed a separation of liquid–vapour to obtain heavy $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ liquid or vapours in equilibrium with quartz. The high temperature and $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ are provided by hydrothermal weathering of the host-rock depositing clay minerals and evolved meteoric-waters. Moreover, this interpretation allows the circulation of different fluid as observed in vein, breccia and the geochemistry of carbonates and zoned geodes of euhedral quartz.

11 *Sadibekova T.* – Prédiction des conditions de présence de turbulence au-dessus de plateau antarctique Dôme C à partir de mesures sur la station Concordia

Laboratoire Universitaire d'Astrophysique de Nice, UMR6525 – Université de Nice

Dans le cadre d'un programme de caractérisation de site astronomique sur la station Concordia (75S, 123E, alt.= 3250m), située sur le plateau antarctique au Dôme C, des radio-sondages météorologiques ont été effectués pendant 4 saisons d'été depuis décembre 2000, et également pendant le premier hivernage à Concordia en 2005. Ces radio-sondages ont été employés pour qualifier les modèles atmosphériques météorologiques produits 4 fois par jour par ECMWF (centre européen pour des prévisions météorologiques) et la prévision de turbulence optique au Dôme C. Nous présenterons les résultats de la comparaison entre les radio-sondages et les analyses, et les premières indications qui sont particulièrement utiles pour la future exploitation astronomique.

12 *Suavet C.*¹, *P. Rochette*¹, *L. Folco*², , *J. Gattacceca*¹ et *R. P. Harvey*³ – Comparaison de deux collections de micrométéorites Antarctiques : Frontier Mountain et Walcott Neve

¹ *CEREGE Europôle Méditerranéen de l'Arbois - BP 80 - 13545 AIX EN PROVENCE cedex 04 FRANCE*; ² *Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Pisa, ITALIA*; ³ *Case Western Reserve University, Cleveland, Ohio 44106, USA*

Introduction : Les micrométéorites, particules d'origine extraterrestre de diamètre inférieur au millimètre, constituent la majeure partie du flux de matière extraterrestre vers la Terre. Dans l'optique de faire des études quantitatives sur la nature de ce flux, il est important de s'affranchir des biais introduits dans certaines collections par des phénomènes antérieurs à la collecte ou liés à celle-ci. Les micrométéorites de South Pole Water Well (SPWW) constituent la collection de micrométéorites antarctiques la moins biaisée disponible. Les échantillons étudiés proviennent de deux pièges à micrométéorites antarctiques : le sommet de Frontier Mountain (FM, Transantarctic Mountains) et le dépôt éolien morainique de Walcott Névé (WN, Transantarctic Mountains). Respectivement 514 et 145 sphérules cosmiques (micrométéorites fondues lors de l'entrée dans l'atmosphère) ont été trouvées et étudiées dans ces échantillons. Nous présentons les résultats des différentes analyses effectuées sur ces micrométéorites, ainsi que leurs conséquences sur les caractéristiques des pièges dont elles proviennent.

Méthode : L'échantillon FM a été récolté au cours de l'expédition PNRA 2003-2004 par P.R. et L.F. il provient des pièges numéro 2 et 3, il consiste en 547 g de sédiment ; l'échantillon WN a quant à lui été récolté par R.P.H., il consiste en 179 g de sédiment. L'échantillon FM provient des pièges à micrométéorites numérotés 2 et 3 dans, on appelle FM2 et FM3 les sous-échantillons correspondants. Le matériel récolté a été tamisé à sec à 1000, 400, 200, 100 et 40 μm . Une extraction magnétique à l'aide d'un aimant a permis de récupérer la fraction la plus magnétique, dans laquelle les micrométéorites ont été sélectionnées sous la loupe binoculaire puis pesées. FM2 est constitué de 50 sphérules de diamètre 40-100 μm , 121 sphérules magnétiques et 24 sphérules non magnétiques de diamètre 100-400 μm , et 16 sphérules de diamètre 400-1000 μm . FM3 est constitué de 229 sphérules magnétiques de diamètre <200 μm (seuls 7% de la fraction ayant été considérés), 67 sphérules magnétiques de diamètre 200-400 μm , et 7 sphérules de diamètre >400 μm . L'échantillon WN a été tamisé à l'eau à 1000, 500, 100 et 40 μm . Les fractions obtenues ont subi un tri par densité avec des liqueurs denses (Iodure de Méthylène, $d = 3,2$), puis sélectionnées sous la loupe binoculaire et pesées. La fraction la moins dense a subi une extraction magnétique pour récupérer les micrométéorites ayant flotté. 123 sphérules ont été trouvées dans la fraction dense 100-500 μm , 10 dans la fraction magnétique moins dense 100-500 μm , et 8 dans la fraction 40-100 μm . Toutes les micrométéorites trouvées ont été photographiées au MEB, puis les sections polies ont été préparées et photographiées. Le diamètre des micrométéorites a été mesuré à partir des photographies. Les analyses chimiques ont été effectuées à la microsonde électronique, avec le capteur EDS du MEB et par micro-fluorescence X.

Résultats : Les analyses chimiques et l'étude morphologique des sections polies ont permis de confirmer l'origine extraterrestre des particules sélectionnées. Les échantillons WN et FM2 comprennent des sphérules de type cryptocristallin, « olivine barrée », porphyrique, micro-cristallin, « iron », type « G » et « vitreuse ». La distribution en tailles des collections en

échelle log/log (Figure 1) montre des pentes de -4,1 et -4,3 pour FM, et de -2,8 pour WN, à comparer avec -4,5 pour SPWW. Ces pentes ont été obtenues par la méthode des moindres carrés sur l'intervalle 220-400 μm . Il semble donc y avoir un déficit en micrométéorites de faible diamètre pour WN, alors que la pente de FM, plus proche de celle de SPWW, pourrait indiquer que le biais de ce piège à micrométéorites est faible. Ceci est la conséquence de l'histoire complexe des micrométéorites de WN : chute sur la neige, incorporation et transport dans la glace, ablation, transport éolien puis dépôt dans les sédiments de moraine. Les micrométéorites de FM ont quand à elle chuté directement sur le lieu de leur collecte.

13 *Valat B.* – Étude du potentiel scientifique d’un interféromètre constitué de trois télescopes de 40 cm de diamètre à Dôme C

Laboratoire Universitaire d’Astrophysique de Nice, UMR6525 – Université de Nice

Les récents tests atmosphériques au Dôme C ont montré que l’antarctique a un potentiel pour l’interférométrie stellaire (<http://www-luan.unice.fr/Concordiaastro/indexantartic.html>). De nombreux projets d’instruments voient le jour, allant des télescopes extrêmement larges aux interféromètres géants tels que ”Kiloparsec Explorer for Optical Planet Search” (KEOPS). Avant de lancer d’aussi importants projets il est important de finir de caractériser le site au moyen d’un interféromètre prototype. C’est pourquoi le Laboratoire Universitaire d’Astrophysique de Nice envisage de concevoir un interféromètre prototype : Mykérinos.

Nous avons analysé les performances d’un interféromètre prototype constitué de 3 télescopes de 40 cm de diamètre. Ces simulations prennent en compte les résultats des dernières campagnes de mesures. (voir : K. Agabi ”first whole atmosphere night-time seeing measurements at Dome C, Antarctica”) Elles montrent que l’instrument, même muni de télescopes d’ouvertures assez modestes, serait capable de détecter et caractériser des planètes de la taille de Jupiter hors du système solaire.

Quatrième partie
Océanographie



14 *Boutin J., L. Merlivat et C. Hénocq* – Variabilité du CO₂ à la surface de l’océan déduit des mesures CARIOCA dans l’océan Sud

LOCEAN, Université Pierre et Marie Curie, 4 Place Jussieu, 75252 Paris

Le projet CARIOCA océan Sud vise à identifier les mécanismes physiques et biologiques responsables de la variabilité spatio-temporelle des flux air-mer de CO₂ dans l’océan sud et à mieux quantifier les flux air-mer, aux échelles temporelles diurnes à saisonnières et de la mésoéchelle à l’échelle d’un bassin océanique. Les bouées CARIOCA mesurent la pression partielle de CO₂ dans l’océan, pCO₂, la température, la salinité et la fluorescence de l’eau à la surface de la mer (à 2m de profondeur) ainsi que la vitesse du vent et la pression atmosphérique. Elles suivent le courant océanique à 15m de profondeur grâce à leur ancre flottante. Depuis 2001, nous avons acquis 57 mois de mesures entre 38°S et 56°S, réparties sur toutes les saisons et sur les trois océans, Atlantique, Pacifique et Indien Sud. Des analyses de périodes particulières à l’aide d’images couleur de la mer et de corrélations température/pCO₂ ont montré localement la prépondérance d’effets biologiques ou de mélange sur les variations observées de pCO₂. Dans cet exposé, nous nous concentrerons particulièrement : -d’une part, sur la variabilité ‘grande échelle’ (100 à 1000km) de pCO₂, observée par l’ensemble des bouées CARIOCA, en relation avec leur position vis-à-vis des front océaniques et des SSS et SST mesurées, -d’autre part, sur l’analyse mésoéchelle des mesures CARIOCA. De fortes variations de pCO₂, du même ordre de grandeur que les variations à grande échelle (atteignant voire dépassant 10μatm), apparaissent à l’échelle de quelques kilomètres le long des trajectoires des bouées. Une analyse des profils verticaux et des mesures de surface réalisés par des flotteurs ARGO (mesures de température et salinité) au voisinage des bouées CARIOCA à permis, dans certains cas, de montrer que ces variations peuvent provenir de mélanges verticaux.

15 Laika, H. E¹., C. Goyet¹, L. Azouzi¹, F. Touratier¹, A. Poisson² and B. Schauer² – Carbon dioxide system in the Southern Indian Ocean (43°S – 66°S) during the Austral summer 2005 -2006

¹ *BDSI, Université de Perpignan, Bât. B., 52 Avenue Paul ALDUY, 66860;* ² *LOCEAN, Université Pierre et Marie Curie, 4 Place Jussieu, 75252 Paris*

The French MINERVE programme (Measures at the air-sea Interface of the variability of CO₂ Exchanges) which started in 1990 is designed to observe, understand and quantify the seasonal and interannual variability of the air-sea CO₂ flux in the Antarctic Ocean along the R/V Astrolabe's transits between Hobart (Australia) and Dumont D'Urville (DDU French base in Antarctic). The measurements of the partial pressure of CO₂ (pCO₂), Total Inorganic Carbon (TCO₂), Total Alkalinity (TA), temperature (SST) and salinity (SSS) of sea surface water have been performed in austral summer (from October through March) to describe the large spatio-temporal variations of air-sea CO₂ flux in the sea surface water of the Antarctic Ocean. Since Austral spring 1996 the data of the analysis show that the subAntarctic region (43°S-53°S) presents an undersaturation of CO₂ (between 0 and 106.7 μ atm) and seasonal and interannual variabilities of CO₂ (Brevière, 2005, our analysis). These studies allow us to quantify the CO₂ uptake by the Ocean. The permanent Open Ocean Zone (53°S – 62°S), show seasonal pCO₂ variability (from 345.6 to 390.9 μ atm) with an annual mean close to air-sea equilibrium. The Antarctic Continental Zone (south of 63°S to the continent) is influenced by the melts of ice floes and circumpolar surface water enriched in nutrients and TCO₂ by deep water upwellings. This area is a CO₂ source for the atmosphere during spring and a CO₂ sink during summer. There are significant seasonal differences (spring, summer) of CO₂ fluxes across the ocean-atmosphere among the different regions (subAntarctic region, permanent Open Ocean Zone and Antarctic Continental Zone) in the southern Indian Ocean. In the context of future climate change, studies of carbon cycle in the Ocean are needed to better understand the role of the ocean in the mitigation fast of CO₂ rising in the atmosphere.

**16 Roquet F.¹, C. Guinet², F. Bailleul², J.-B. Charrassin¹,
Y.-H. Park¹ – Des éléphants de mer océanographes sur les
îles Kerguelen**

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

² *CEBC, Centre d'Etudes Biologiques de Chizé, CNRS*

L'utilisation d'éléphants de mer comme vecteurs autonomes d'instruments océanographiques est devenue opérationnelle depuis 2004 dans le secteur Indien de l'Océan Austral. Au total, 18 éléphants de mer ont été équipés sur les îles Kerguelen avec des balises Argos-CTD pendant les étés 2004 et 2005. Ces balises sont capables de mesurer la pression, la température et la salinité et de transmettre ces données par satellite Argos. Les éléphants de mer de Kerguelen explorent une zone allant du Front Sub-Antarctique jusqu'au continent Antarctique pendant leurs voyages alimentaires. Au final, environ 5700 profils de température ont été transmis, et les 2/3 ont été transmis avec la salinité, nous permettant d'échantillonner les 1000 premiers mètres de l'Océan Austral. Après avoir été soigneusement étalonnées et corrigées, ces données nous ont permis d'étudier la circulation autour du plateau de Kerguelen, et notamment d'observer comment cette barrière topographique contraint l'écoulement du Courant Circumpolaire Antarctique (ACC). Tandis que la majeure partie du transport de l'ACC passe au Nord du plateau, il reste un pourcentage non négligeable qui se concentre dans les deux passages profonds naturels, le premier coupant le plateau en deux (passage de Fawn), et le second se trouvant au Sud du plateau (passage Princesse Elisabeth). Le plateau de Kerguelen, en bloquant la circulation venant de l'Ouest, favorise d'autre part l'existence d'une zone de mélange intense à l'Est du plateau. Des courants d'orientation méridienne y sont identifiés, notamment le long du talus Est du sous-plateau Sud de Kerguelen, tandis que dans la majorité des cas, les courants de l'Océan Austral ont une orientation zonale. Le plateau de Kerguelen doit donc être pris en compte pour comprendre le transport méridien moyen dans l'Océan Austral.

17 *Sultan E.*¹, *P. Koubbi*² and *G. Williams*³ – Summertime Hydrography of the Adélie Land Coast – Long-Term Ecosystem Monitoring with l’Astrolabe : 2003 and Beyond

¹ LOCEAN/IPSL Université Pierre et Marie Curie, 4 Place Jussieu, 75252 Paris ; ² Laboratoire d’ichtyocologie Marine, Université du Littoral Côte d’Opale, Quai Masset Bassin Napoléon, BP 120, 62327 Boulogne sur mer cedex

In 2003, l’Astrolabe was used for the first time as a coastal oceanographic vessel characterising the ecosystem of the Terre Adélie Coast (ICOTA/IPEV Program n°281, PI P. Koubbi). Since 2004, Adélie penguin tracking (Zone Atelier Antarctic PI. Jouventin, C. A. Bost) and full-depth CTD profiles have been added. The coastal ichthyology program has been conducted in the austral summer from Dumont D’Urville to the Mertz Glacier, in particular the Adélie Depression, a key source of Antarctic Bottom Water to the Australian-Antarctic Basin that has been the focus of recent observational and modelling studies. To date, 104 hydrographic profiles have been collected from autonomous CTDs in the key regions : along the large coastal bays ; in the sill ; across the shelf break ; and near the Mertz Glacier. Fisch larvae distribution between these regions is partly explained by the spatial variability in water mass properties. Summertime shelf waters indicate the previous season’s High Salinity Shelf Water formation, as well as the initial conditions for the next season. We propose a continuation of this study for long term monitoring of this region and the variability of summertime hydrography in the context of climate change.

18 *Vivier F., A. Lourenço, P. Bouruet-Aubertot, Y. Cuypers* – Dynamique et thermodynamique dans le storfjord dans l’archipel du Svalbard

LOCEAN/IPSL, Université Pierre et Marie Curie, 4 Place Jussieu, 75252 Paris

Dans la perspective de l’Année Polaire Internationale 2007-2008, nous proposons une étude de processus dynamiques et thermodynamiques dans le Storfjord, un grand fjord arctique de l’archipel du Svalbard. Un processus important se produisant en hiver est la formation d’eaux très denses ou saumures résultant de la formation de glace de mer. Ces eaux denses contribuent à la ventilation locale des eaux du Storfjord mais également à celle de l’océan Arctique. Nous réaliserons une étude des processus thermodynamiques et dynamiques en jeu à partir de mesures ponctuelles réalisées pendant 4 mois de Février à Mai 2007. Nous étudierons la thermodynamique de l’océan superficiel, en particulier le bilan de masse de glace de mer grâce aux mesures réalisées par un flotteur prototype, et la dynamique à l’aide de mesures classiques d’hydrologie et de courantométrie. Le dispositif expérimental prévu est composé d’un mouillage ADCP, de chaînes de thermistances et de capteurs de conductivité pour la partie hydrodynamique et d’un prototype de flotteur dérivant, baptisé “Ice-T” (Ice Thickness). Ce dernier est un capteur autonome destiné à transmettre en temps réel des mesures de l’épaisseur de la glace de mer, des flux conductifs et du contenu thermique de celle-ci, ainsi que des flux thermiques glace-mer, autant de termes dont l’estimation est indispensable à l’étude du bilan de masse de la glace. Cet instrument, développé grâce au soutien financier de l’Institut Pierre Simon Laplace (IPSL), et a une aide technique de la DT-INSU pour le développement électronique, peut être installé dans une glace déjà formée ou déployé en eau-libre, pour être ensuite emprisonné dans les glaces (permettant ainsi une mesure sur de la glace jeune et peu épaisse).

Grâce à ces mesures nous pourrions estimer les différents termes contribuant au bilan thermique de l’océan de surface (température masse de glace). Par ailleurs l’échantillonnage haute fréquence des données du mouillage “hydrodynamique” nous permettra d’améliorer notre compréhension des interactions entre la dynamique de la couche de mélange et les ondes internes. Nous pourrions également dresser un bilan de l’impact de la dynamique à haute fréquence et petite échelle sur le mélange des masses d’eaux dans le Storfjord, ce qui peut conditionner l’écoulement des eaux denses au niveau du seuil.

Cinquième partie
Sciences de la Vie



19 *Bailleul F.* – Behavioural responses of elephant seals from Kerguelen Island to Antarctic sea ice

Equipe "Ecologie des Oiseaux et Mammifères Marins" – Centre d'Etudes Biologiques de Chizé, UPR 1934 – CNRS, 79360 Villiers-en-Bois, France

Southern elephant seals (*Mirounga leonina*) breed on subantarctic Islands lying close to the Antarctic Convergence and exhibit a circumpolar distribution. During three consecutive years (2003-2004-2005), nine breeding females and twelve juvenile males were fitted with new ARGOS-CTD transmitters at Kerguelen Island, after they completed their moult. Just four individuals for which there were < 30 days of data were removed from the analysis. Over 75000 individual dive records collected were analyzed. Six distinct dive types were described on the basis of parameters such as the rate of ascent and descent, the amount of time spent at the maximum depth of the dive, and the general form of the dive profile. The foraging effort was evaluated using First Passage Time derived, according to the area where seals maximized the time spent at the bottom part of their dive, while the foraging success was evaluated by measuring changes of drift rate in drift dives through the foraging trip. All but three individuals tracked and regardless of their sexes reached in early fall the Antarctic continental shelf where they tended to forage successfully and benthically. The daily changes of sea-ice concentration were monitored using Advanced Macrowave Scanning Radiometer. As the sea ice extended, from April to August, males and females adopted different foraging behaviour. Males remained on the continental shelf to forage in heavy pack ice reaching 80 to 100 %, while females moved northward to remain associated with the ice edge. Both sexes were able to travel across sea ice concentration ranging from 80% to 100%, however it appeared that in very high sea ice concentration (i.e. $\sim 100\%$), seal movements were restricted in small areas where they dived shallower and for a shorter duration. While the marginal sea-ice zone and the Antarctic shelf are often considered as highly productive areas, our results suggest that sea ice can also represent a physical constraint for elephant seals and may explain the differences observed between males and females. Moreover, the strong relationship between elephant seals from Kerguelen and the sea ice zone indicates a potential influence of changes in this parameter on the demography of this seal population.

**20 Corbel H., C. Dondelinger, H. Gachot and R. Groscolas
– The endocrine and energetic correlates of parental care
during the late rearing period in king penguins : males vs
females**

IPHC, Département Ecologie, Physiologie et Ethologie, ULP, CNRS UMR 7178, Strasbourg, France

In long lived seabirds, the life time reproductive success depends primarily on adult survival and a fixed parental investment, precluding any excessive reproductive effort, is expected. In the king penguin, a pelagic seabird, the rearing period exceeds one year and is followed by a moult period and a new breeding attempt, both costly in terms of time and energy. We investigated the relationship of sex specific endocrine and energetic correlates of parental care with chick body condition, moulting status and behaviour during the last month of rearing. In females, plasma prolactin levels were two fold higher than in males, declining at the end of the rearing period, which was also characterized by an elevation of the T3/T4 ratio and a low body condition. We found a negative relationship between plasma prolactin levels and moult status or statural growth of chicks, but there was no relationship between prolactin levels and maternal feeding behaviour or chick food solicitation. In males, prolactin levels and body condition were maintained during the last month of chick rearing, whereas the T3/T4 ratio decreased significantly. The duration of foraging trips at sea was directly related to plasma prolactin levels, while paternal feeding behaviour was directly related to food solicitation. We conclude that in female king penguins high levels of prolactin are required to maintain parental care and that the termination of chick rearing is constrained by energetic considerations. In contrast, in males the maintenance of low prolactin levels and the responsiveness to chick solicitation allow for the emergence of a parent offspring conflict.

**21 *Filippi-Codaccioni O.*¹, *V. Viera*^{1,2}, *S. Côté*² and *R. Groscolas*¹
– The energy costs of aggressive and comfort behaviours
in incubating King Penguins**

¹ *DEPE/IPHC/CNRS, Strasbourg, France*; ² *Dept. Biologie, U. Laval, Québec*

Territory defence through aggressive behaviours and activities related to body comfort may be important components of the time-budget of breeding colonial birds. What are the energy costs of such behaviours and how much they contribute to the reproductive energy budget under field conditions has never been estimated. The behavioural time-budget and the energy expenditure associated with episodes of territory defence or comfort were determined in 15 freely-incubating King Penguins (*Aptenodytes patagonicus*) by simultaneously recording behaviour (focals from video) and heart rate (HR, using external data loggers). The increase in HR induced by each behaviour was converted into energy expenditure using an equation developed in incubating birds. During incubation, penguins spent 16 and 14% of time defending their small (0.5 square meter) territory and practicing comfort activities, respectively. For defence, threatening (beak pointing) was used at a rate 5 and 23 times higher ($P < 0.01$) than flipper blows and pecking, respectively. On average, HR increased by 28% above resting levels during episodes of defence, corresponding to an extra energy cost of 30 kJ/hr. The cost for body comfort was 2 times higher ($P < 0.01$), averaging 60 kJ/hr. From the mean daily HR, the total daily energy expenditure (DEE) of incubating King Penguins was estimated at 3100 kJ of which 115 kJ/day (4% of DEE) and 209 kJ/day (7% of DEE) were accounted for by territory defence and comfort behaviour, respectively. Thus, although King Penguins defend their territories very actively, the associated energy expenditure is limited, possibly because threats rather than pecking and flipper blows are used. Since King Penguins fast while incubating, such a strategy could allow efficient territory defence without compromising energy saving. The relatively high amount of energy invested into body comfort could suggest that toileting, stretching, etc...are determinant for body fitness of breeding King Penguins.

22 *Gilbert C., M. Beaulieu and A. Ancel* – To what extent the huddling behaviour of emperor penguins is influenced by meteorological factors ?

Institut Pluridisciplinaire Hubert Curien ; Département Ecologie, Physiologie et Ethologie. UMR 7178 du CNRS et Université Louis Pasteur, 23 rue Becquerel, 67087 Strasbourg Cedex 02, France.

Huddling is the key energy saving mechanism which allows emperor penguins to endure their four-month incubation fast and to survive while facing harsh climatic conditions in the midst of Antarctic winter. However, it is not known if and to what extent the huddling behaviour of emperor penguins is influenced by changes in wind speed and ambient temperature experienced at the colony.

Here we report the first investigation into the effects of these abiotic factors on penguin huddling behaviour. At the scale of the breeding colony, we monitored the movements of the huddling group and its density. At an individual scale, we recorded the detailed huddling behaviour of three breeding males using data loggers. To study the effect of huddling intensity, we looked at both "huddling" and "tight huddling" bouts, the latter occurring when ambient temperature exceeded 20°C inside huddles.

While wind speed influenced the movement patterns of the group, ambient temperature affected group density. The overall time spent huddling per day was positively correlated with wind speed, and negatively correlated with temperature.

Our investigation demonstrated that higher wind speeds and lower ambient temperatures increased huddling frequency in emperor penguins, while huddling intensity was enhanced by lower ambient temperatures alone. Hence, environmental conditions clearly modulated the birds' huddling behaviour, and consequently might also affect their ability to save energy and survive their long winter fast. From these results, one could speculate about the consequences of an environmental rewarming on their breeding success.

23 Koubbi P.¹, C. Ozouf-Costaz², G. Lecointre² et N. Améziane²
– L'écologie marine polaire française dans les programmes internationaux : Census of Antarctic Marine Life, SCAR Marine Biodiversity Information Network et la biorégionalisation de l'Océan Austral de la CCAMLR

¹ *Laboratoire d'ichtyocologie Marine, Université du Littoral Côte d'Opale, Quai Masset Bassin Napoléon, BP 120, 62327 Boulogne sur mer cedex;* ² *Muséum National d'Histoire Naturelle. 75231 Paris cedex 05*

L'année polaire internationale est l'occasion de structurer de nombreux programmes de recherche entre différentes nations. Dans les sciences marines, le Census of Antarctic Marine Life (CAML) est l'un des 14 projets et le plus récent du CoML (Census of Marine Life). Le CAML est sous l'ombrelle du SCAR (Scientific committee for Antarctic Research) et dirigé par un comité Scientifique international d'experts de 10 pays, veillant à mettre en commun et à standardiser les méthodes d'échantillonnages, d'analyse et de partage des données. Son site internet est www.caml.aq.

Le partage des données se fait sous l'égide du SCAR-MarBIN (SCAR Marine Biodiversity Information Network) qui établit et dissémine des données ou métadonnées sur les organismes marins vivants en Antarctique. C'est le noeud régional d'OBIS (Ocean Biogeography Information System) et est le complément à GBIF (Global Biodiversity Information Facility). Son site internet est le www.scarmarbin.be.

Ces efforts internationaux ont autant d'importance pour la recherche fondamentale que pour les travaux de la CCAMLR (Convention sur la conservation de la faune et la flore marines de l'Antarctique) www.ccamlr.org. Ils permettront de bio-régionaliser l'océan Austral en des provinces et écozones qui serviront de base aux réflexions sur les aires marines protégées tant au niveau côtier qu'au niveau océanique.

Le programme ICOTA « Ichtyologie Côtière en Terre Adélie » est impliqué dans l'ensemble de ces programmes grâce à des collaborations internationales avec l'Australie, la Belgique, l'Italie et l'Allemagne. Les objectifs des campagnes 2008 seront présentés ici. Il s'agira d'étudier la biodiversité marine associée à l'ichtyofaune néritique et océanique dans une zone caractérisée par la création d'eau de fond antarctique.

24 *Samaran F.*¹, *C. Cotté*¹, *Y. Canst*², *G. Ruzié*² et *C. Guinet*¹ – Les baleines dans l’Océan Austral : Etudes historiques et contemporaines

¹ Centre d’Études Biologique de Chizé, CNRS, Villiers-en-Bois; ² Commissariat à l’Énergie Atomique, centre DAM - Ile de France, Bruyères-Le-Châtel

La chasse baleinière a décimé drastiquement la plupart des populations de baleines, plus particulièrement au cours de la première moitié du XXème avec l’apparition des bateaux-usines. L’emblématique baleine bleue a ainsi vu chuter sa population de 99%, ses effectifs passant d’environ 200 000 à moins de 1000 individus en 3 décennies.

Cependant, les données historiques de chasse permettent d’évaluer la distribution et l’abondance de la plupart des espèces de baleines présentes à cette période dans l’Océan Austral. L’analyse de ces données a ainsi montré que l’abondance des baleines bleues antarctiques était paradoxalement plus fortement reliée à l’étendue de la banquise sur le pourtour du continent qu’à l’abondance absolue de krill qui constitue la proie exclusive des baleines bleues antarctiques. L’étendue de la banquise conditionne le recrutement du krill, et c’est en bordure de la glace de mer que se trouvent les bancs de krill présentant la plus forte densité. Les baleines bleues se concentraient au niveau de cette bordure, là où l’étendue de la banquise était suffisamment importante pour « libérer » de grandes quantités de krill pendant toute la durée de la débâcle estivale. Par ailleurs la forte affinité de ces baleines pour la bordure de glace de mer a permis de retracer l’évolution de l’étendue de la banquise autour du continent Antarctique sur la période 1930-2000 et de mettre en évidence une importante diminution de cette banquise dans les années 1960, particulièrement marquée en mer de Weddell.

Aujourd’hui les nouvelles technologies tels que la bioacoustique nous permettent de récolter des informations sur ces populations actuelles de baleines. Une collaboration mise en place avec le Commissariat à l’Énergie Atomique permet d’accéder aux données acoustiques obtenues par un système d’hydrophones basse fréquence mis en place au large de Crozet et faisant partie du Système de Surveillance International. Ce système d’enregistrement continu de l’environnement sonore a permis à ce jour d’identifier 3 espèces de baleines : la baleine bleu pygmée, la baleine bleue antarctique et le rorqual commun. L’utilisation de ces signaux permet d’établir la saisonnalité des espèces présentes autour de Crozet. Le système d’enregistrement étant disposé en réseau, il est également possible de localiser les animaux qui émettent ces sons et d’obtenir des informations sur la distribution actuelle de ces baleines pour ce secteur de l’océan Indien.

25 Verrier, D.^{1,2} ; R. Groscolas², C. Guinet³ ; J.P.Y. Arnould⁴
– **The ontogeny of extreme fasting abilities in Subantarctic Fur Seal Pups : importance of metabolic rate and body fat reserves**

¹ Department of Zoology, University of Melbourne, Australia; ² Département Ecologie Physiologie et Ethologie, IPHC, CNRS, Strasbourg, France; ³ Centre d'Etudes Biologiques de Chizé, CNRS, Villiers-en-Bois, France; ⁴ School of Life and Environmental Sciences, Deakin University, Australia

At Amsterdam Island (Southern Indian Ocean), lactating subantarctic fur seals (*Arctocephalus tropicalis*) undertake the longest maternal foraging trips of any otariid seal (14 days in summer and 28 days in winter, with records up to 70 days), forcing their pups to repeatedly endure exceptionally long fasting bouts of increasing duration throughout the 10 month lactation period. Little is known of the physiological and behavioural adaptations that enable these pups to survive such long periods of nutritional deprivation while sustaining growth and development. The responses of pups to fasting, and how they change throughout development, were investigated in four age groups : naïve (1 week-old, first fast), pre-moult (2 month-old), moulting (5 month-old) and winter (8-9 month-old) pups, throughout one whole fasting cycle (5.2 ± 0.4 , 13.9 ± 0.6 , 16.4 ± 1.2 and 31.1 ± 3.4 days, respectively).

Body mass and resting metabolic rate decreased exponentially in all groups throughout fasting. Except for naïve pups, mass-specific RMR decreased after a few days of fasting and remained low and stable thereafter, suggesting a shift to a stage of economy that could not be detected in the youngest animals. Mass-specific RMR also decreased significantly with age : from 14.1 ± 0.3 mL O₂.kg⁻¹.d⁻¹ in naïve pups to 6.6 ± 0.2 mL O₂.kg⁻¹.d⁻¹ in winter pups. Similarly, field metabolic rate decreased from 740 ± 70 kJ.kg⁻¹.d⁻¹ in naïve pups to 276 ± 46 kJ.kg⁻¹.d⁻¹ in winter pups, suggesting the adoption of an efficient energy saving strategy in older animals. Correspondingly, reductions in behavioural activity during fasting were observed throughout pup development with animals spending decreasing amounts of time in water with age, in contrast to that observed in other otariid species. In all age groups, protein catabolism contributed to 5-9 % of total energy expenditure only, indicating the adoption of a protein-sparing strategy with primary reliance on lipid catabolism. Use of body fat as principal metabolic fuel was supported by a decrease in plasma urea/creatinine ratio in early fasting and an increase in β -HBA concentration throughout fasting in all animals. Initial body fat content was found to increase significantly with age : from 16.4 ± 1.1 % in naïve pups to 48.5 ± 0.7 % in winter pups, suggesting that pups have more reserves to rely on while fasting as they grow. This implies that, having lower body fat stores and a higher energy expenditure, younger pups would expire their body fat much earlier than older ones and, therefore, would not be able to fast as long.

Our results suggest that subantarctic fur seal pups, beginning with their first fast, are able to adopt the classical strategy of preferential mobilisation of lipid reserves with protein sparing in response to nutritional deprivation. Though limited in early lactation, their resistance to fasting develops significantly with age and seems to depend upon changes in metabolic rate and body fat stores, as well as a significant reduction in behavioural activity. We also suggest that maternal foraging strategy might be constrained by these ontogenetic changes in pup fasting abilities.

26 White J. S., F. Helfenstein, E. Danchin, S. A. Hatch and R. H. Wagner – Age du sperme et performance de reproduction chez un oiseau strictement monogame – étude expérimentale

Evolution et Diversité Biologique, Université Paul Sabatier – Toulouse 3, UMR CNRS-UPS 5174

Chez certaines espèces d'oiseaux, les femelles ont un comportement de rejet de sperme post-copulatoire. Ce comportement est souvent interprété comme étant un processus de choix de partenaire cryptique, c'est-à-dire que les femelles favorisent certains mâles en gardant leur sperme et en rejetant celui des autres. Chez la Mouette tridactyle *Rissa tridactyla*, espèce strictement monogame, il a été suggéré que les femelles rejettent le sperme en fonction de l'âge du sperme plutôt que l'attractivité du partenaire. Des observations ont montré que le taux de rejet post-copulatoire était beaucoup plus important lors des copulations précoces que lors des copulations précédant de peu la ponte des œufs. De plus, chez certaines femelles, il a été montré que la rétention de "vieux sperme" est liée à un taux d'éclosion plus faible et à des poussins en mauvaise condition. Ces résultats corroborent l'hypothèse selon laquelle le rejet de sperme par les femelles est une stratégie permettant d'éviter les effets négatifs qu'à le "vieux sperme" sur le succès de reproduction. Afin d'exclure toute explication alternative de ce comportement, nous avons manipulé l'âge du sperme expérimentalement, en attachant sur certains mâles un anneau empêchant le transfert de sperme lors de la copulation. Dans le groupe contrôle, les mâles ont porté des anneaux permettant l'insémination. Nous avons trouvé une relation négative entre l'âge minimum du sperme (nombre de jours qu'un mâle donné a porté l'anneau avant la ponte de l'œuf) et le taux d'éclosion des œufs. De plus, les poussins issus de mâles ayant porté un anneau et donc fertilisé par du sperme plus vieux, avaient une condition corporelle à l'éclosion significativement plus mauvaise que les poussins issus de mâles contrôles. Ces résultats soutiennent fortement la conclusion que les Mouettes tridactyles femelles favorisent le sperme jeune, ce qui leur permet de maximiser leur succès de reproduction.

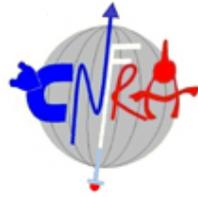
27 *Zimmer I.*¹, *R. Wilson*², *J. Plötz*¹, *A. Ancel*³ – Foraging Ecology of Emperor Penguins

¹ *Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung in Bremerhaven (AWI)*, Germany; ² *University of Wales Swansea, UK*; ³ *Département Écologie, Physiologie et Éthologie / Centre National de la Recherche Scientifique à Strasbourg (DEPE/CNRS), France*

Emperor penguins, *Aptenodytes forsteri*, play an important role as top predators in high Antarctic marine ecosystems. Being a central place forager the emperor penguin executes foraging trips to remote locations but consistently returns to a central place, the colony, to deliver food to the chick. The present study focuses on the critical two month-period before fledging, when maximum growth of chicks occurs and food demand is high at the Pointe Géologie emperor penguin colony. Using satellite telemetry we identified the foraging distribution and feeding grounds during late chick-rearing and before the adult moult in comparison. Depth records in addition allowed us to examine the diving behaviour at sea. Horizontal and vertical extent of penguin movement is here described over a single foraging trip in November 2005. The Area-Restricted-Search (ARS) (derived from the total distance spent travelling underwater over a defined time interval divided by the straight-line horizontal distance travelled during that period) and the Catch Per Unit Effort (CPUE) (derived from the putative number of prey caught (defined by points of inflections in the dive trace) divided by the time spent underwater) indices are used as a measure for the foraging activity to examine how birds allocate time to foraging in certain areas.

Sixième partie

Sciences du Climat, Glaciologie et Environnement



28 *Castebrunet H., C. Genthon, P. Martinerie* – Modélisation du cycle du Soufre en Antarctique au dernier Maximum glaciaire

Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement, Grenoble, FRANCE

Pour la première fois, un Modèle de Circulation Générale Atmosphérique couplé à un modèle de chimie du soufre est utilisé pour simuler la déposition du soufre sur la calotte Antarctique au Dernier Maximum Glaciaire (DMG), il y a 21 000 ans. Le sulfure de diméthyle (DMS) émis par le phytoplancton à la surface des océans est la source principale du soufre d'origine naturelle aux moyennes et hautes latitudes Sud. Une fois dans l'atmosphère, le DMS est oxydé. Il produit ainsi des aérosols soufrés, le sulfate non marin (nss SO₄) et l'acide méthane sulfonique (MSA) qui se déposent et peuvent être mesurés dans la neige et dans les carottes de glace. Ces mesures permettent d'évaluer les concentrations en aérosols soufrés au DMG et de les comparer avec les concentrations actuelles. Grâce à ces données, les modèles de climat et de chimie peuvent être validés et utilisés pour étudier les changements glaciaire/interglaciaire. Le modèle utilisé ici a été validé pour un climat actuel. Nos simulations pour un climat glaciaire teste l'effet d'une réévaluation récente de la couverture de glace de mer sur les sources de DMS et sur les dépôts d'aérosols soufrés. En utilisant les mêmes concentrations océaniques de DMS que pour un climat actuel ainsi que la couverture de glace de mer réévaluée, le modèle reproduit les concentrations en aérosols soufrés mesurées dans les carottes de glace. Ces résultats suggèrent que les changements climatiques n'influent que peu sur la production de DMS par le phytoplancton des océans des hautes latitudes Sud.

29 *Chenet M.* – Les dynamiques de versant dans le Sud-Est de l’Islande : évolution de deux versants récemment déglacés, de par et d’autre du glacier Skaftafellsjökull

Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l’Environnement, Grenoble, FRANCE

Le réchauffement global qui affecte l’Islande depuis la fin du Petit Âge Glaciaire (environ 1870) conduit à un recul généralisé des marges glaciaires. Sur les surfaces libérées par les glaces, de nouvelles dynamiques façonnent les paysages.

Dans le Sud-Est de l’Islande, le glacier Skaftafellsjökull, émissaire de la calotte glaciaire Vatnajökull (8 400 km²), a ainsi enregistré un retrait d’environ 2 km depuis la fin du 19^{ème} siècle. De part et d’autre de ce glacier, les versants récemment déglacés aux caractéristiques lithologiques semblables (versants basaltiques avec présence de dykes) présentent des faciès différents. Le versant Ouest se caractérise par un fort démantèlement des polis glaciaires qui engendrent la formation de tabliers d’éboulis et d’écroulements rocheux, tandis que le versant Est présente une série de cônes de déjection associés au déclenchement de coulées de débris.

Une reconstitution du retrait glaciaire (utilisation de photos aériennes et datation des moraines par lichénométrie) et une étude de terrain détaillée ont permis d’envisager des modèles d’évolution de versant différents selon le taux d’englacement.

Le versant Ouest a en effet connu un englacement quasi-total de ses parois. La disparition du glacier a provoqué une détente post-glaciaire, qui engendre une fissuration de la paroi rocheuse. Cette déstabilisation du versant, combinée à l’action du gel, provoque des processus d’ébouilisation et d’écroulement rocheux.

Le versant Est, n’a connu, quant à lui, qu’un englacement partiel en bas de versant. Immédiatement après le départ du glacier, la paroi subit elle aussi des processus d’ébouilisation et d’écroulement, mais leur trace est rapidement effacée par les apports des coulées de débris qui se déclenchent en haut de paroi. Les dynamiques caractéristiques des versants non englacés masquent ainsi l’effet de l’englacement du Petit Âge Glaciaire.

Ces observations montrent l’importance de la prise en compte des modalités d’englacement des parois dans l’étude de l’évolution des versants récemment déglacés. L’influence de l’avancée des langues glaciaires sur les versants dépend donc du taux d’englacement des parois.

**30 Dreyfus G. B.^{1,2}, F. Parrenin³, B. Lemieux³, G. Durand⁴,
V. Masson-Delmotte¹, J. Jouzel¹, J.-M. Barnola³, U. Siegenthaler⁵,
R. Spahni⁵, L. Panno⁵ and M. Leuenberger⁵ – Un écoulement
anomal en dessous de 2800 m dans la carotte d’EPICA
Dome C détectée à l’aide de mesures de $\delta^{18}\text{O}$ d’oxygène**

¹ IPSL/Laboratoire des Sciences du Climat et de l’Environnement (CEA-CNRS-UVSQ), Gif-sur-Yvette, France; ² Dept. of Geosciences, Princeton University, New Jersey, USA; ³ Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l’Environnement (CNRS), St Martin d’Heres, France; ⁴ Niels Bohr Institute for Astronomy, Physics and Geophysics, University of Copenhagen, JulianeMaries Vej 30, DK-2100 Copenhagen, Denmark; ⁵ Climate and Environmental Physics, Physics Institute, University of Bern, Bern, Switzerland

En contraste avec les sédiments marins, les contraintes physiques sur l’accumulation et l’écoulement de la glace permettent la datation de la glace à l’aide de modèles glaciologiques. Des modèles d’une dimension sont généralement considérés aptes pour les forages sur des dômes, comme celui d’EPICA Dôme C. Cette approximation n’est pas toujours valide, comme le démontrent les perturbations au fond des carottages du sommet du Groenland. Bien qu’il n’y ait aucune indication de mélange jusqu’à 800.000 ans à EPICA Dôme C, la comparaison avec les enregistrements sédimentaires marins montre des différences significatives d’âge et de durée de certains événements avant le stade 11 (430 ka). Une relation entre la composition isotopique de l’oxygène atmosphérique ($\delta^{18}\text{O}$ du O_2) et la précession orbitale a été observée sur les quatre derniers cycles climatiques. Nous utilisons cette relation avec des nouvelles mesures de $\delta^{18}\text{O}$ du O_2 afin de démontrer qu’un écoulement anomal déforme la durée des événements dans les 400 m du fond. Grâce à ces contraintes orbitales, nous proposons une datation corrigée pour l’intervalle qui correspond aux Stades Isotopiques Marins 12-15 dans la carotte d’EPICA Dôme C.

31 Fain X., R. Hennebelle, A. Dommergue, C. Ferrari, C. Boutron – Contamination des Ecosystèmes Arctiques au Mercure : quand la neige s’en mêle...

Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l’Environnement, Grenoble, FRANCE

Le mercure est un polluant particulièrement toxique émis par des sources naturelles et anthropiques à la fois sous forme divalente solide liée aux aérosols, et sous forme gazeuse. Cette forme gazeuse, largement majoritaire dans l’atmosphère, est très stable, et donc susceptible d’être transportée sur de longues distances. Une contamination en mercure des écosystèmes arctiques a été mise en évidence depuis quelques années. Les mécanismes à l’origine de cette contamination sont encore mal compris et une approche pluridisciplinaire, menée en même temps sur le terrain et en laboratoire, est indispensable pour appréhender ce problème dans sa globalité. Il semble évident que le manteau neigeux joue un rôle essentiel en rendant biodisponible les espèces mercurielles puis en permettant leur transfert vers les milieux aquatiques lors de la fonte. La chimie atmosphérique polaire pourrait jouer un rôle à travers les phénomènes d’oxydation rapide appelés « pluie de mercure », qui conduisent à un épuisement de mercure gazeux dans l’atmosphère et un dépôt de mercure divalent sur les surfaces enneigées. Cependant, des mécanismes biologiques sont de plus en plus suspectés pour expliquer une accumulation de mercure dans le manteau neigeux. Certaines bactéries identifiées dans les neiges du Svalbard ont ainsi la capacité de réagir avec le mercure (adsorption sur les parois, réduction sous forme gazeuse et peut être méthylation). Enfin, cette étude se tourne naturellement du présent vers le passé et le futur... Cette contamination observée en Arctique est-elle due aux développements récents des activités humaines, ou bien s’agit-il d’un phénomène naturel? L’étude des archives glaciaires du Groenland (Summit Station), d’Antarctique (Dôme C) et du Spitzberg (Kongsvegen) peut nous renseigner sur les cycles passés du mercure divalent et du mercure gazeux. Quelles conséquences attendre des changements climatiques et de l’augmentation de la pression anthropique mercurielle attendus pour le XXI^{ème} siècle? La génétique évolutive permettra-t-elle d’anticiper les évolutions de la biodiversité bactérienne relatifs à ces perturbations environnementales.

32 *Moreau M.* – Impact paysager du recul des glaciers au Spitsberg (79°N). L’observation de la colonisation végétale sur les espaces déglacés depuis la fin du Petit Âge Glaciaire

GEOLAB-UMR 6042-CNRS, Maison de la Recherche - 4 rue Ledru 63057 Clermont-Ferrand, FRANCE

Sous l’effet du réchauffement climatique postérieur au Petit Âge Glaciaire, la fonte des glaciers arctiques a libéré de nouveaux espaces conquis ensuite par la végétation. Le phénomène est bien marqué au Spitsberg où la présente étude est conduite. Celle-ci concerne les marges de cinq glaciers, localisées sur la façade nord occidentale et dans le centre de l’île. Une première analyse a été conduite par relevés floristiques systématiques permettant de mettre en relation les phases successives de retrait glaciaire et de colonisation végétale. Le temps gouverne l’évolution de la végétation tant dans sa physionomie que dans sa composition. Ainsi, la séquence temporelle des cortèges floristiques s’ordonne partout de la même façon, depuis les stades pionniers jusqu’à des stades plus évolués. Cependant, la dynamique végétale n’est pas uniforme et n’opère pas sous la seule commande temporelle. Les configurations environnementales jouent aussi un rôle important qui se décline selon les échelles. C’est ce qui ressort de notre étude où les contextes environnementaux de chaque site sont mis en évidence comme facteur de différenciation de la végétation entre les cinq marges. Le suivi de cent ans de reconquête végétale montre que, même si certains traits de la toundra d’équilibre sont déjà acquis au terme de cette période, la végétation n’est pas parvenue au stade de toundra mature. Dans les marges proglaciaires se côtoie, en un même lieu, un large éventail d’espèces pionnières, du fait des stades successifs de la reconquête, de la diversité des réponses floristiques selon les marges, et des décalages dans les rythmes de progression qui font de ces environnements des milieux originaux en terme floristique.

Le développement des marges proglaciaires, lié aux changements climatiques, présente, à l’échelle du Spitsberg, une grande valeur écologique en se différenciant de la formation végétale de toundra, relativement homogène. Les marges proglaciaires permettent le côtoiement d’espèces propres aux milieux pionniers lorsque ces espèces sont réparties ponctuellement dans les secteurs de la toundra ou sur quelques replats des versants. Les marges proglaciaires s’affichent alors comme des zones de refuge pour les espèces pionnières. Cette spécificité biogéographique des marges proglaciaires permet de jeter un autre regard sur le recul glaciaire lié aux changements climatiques.

33 Philippon G.¹, S. Charbit¹, M. Kageyama¹, C. Ritz², G. Ramstein¹, Ch. Dumas¹ – Evolution of the Antarctic ice sheet throughout the last deglaciation : a study with a new coupled climate-north and south hemisphere ice sheet model

¹ LSCE/IPSL, Laboratoire CEA-CNRS-UVSQ, Gif-sur-Yvette, France ; ² Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement, Saint Martin d'Hères, France

The aim is to assess, through the understanding of deglaciation processes, the contribution of Antarctica to the sea-level rise during the last deglaciation. To achieve this goal, we used an Earth System model in which the interactions between the atmosphere, the ocean, the vegetation and the northern and Antarctic ice sheets are represented. This new tool allows the evolution of the Antarctic ice volume to be simulated, which starts to decrease at around 15 kyr BP. At the end of deglaciation, the melting of the Antarctic ice sheet contributes to an ice-equivalent sea-level rise of 9.5 m in the standard experiment and 17.5 m in a more realistic sensitivity experiment accounting for a different bathymetry in the Weddell Sea which succeeds in producing both major ice shelves (Ross and Ronne-Filchner). In both experiments, the melting of all ice sheets contributes to 121.5 m and 129.5 m respectively which is very consistent with data. The new coupled model provides a different timing and amplitude of Antarctic deglaciation than those previously obtained by prescribing the Vostok temperature record as a uniform temperature forcing. Sensitivity experiments have also been performed to analyse the impact of the parameters at the origin of the deglaciation process : insolation changes, atmospheric CO₂ variation, basal melting and sea-level rise. All those parameters have an influence on the timing of the deglaciation, but the sea-level rise, induced by northern hemisphere ice sheets melting, is shown to be crucial for the deglaciation evolution of the Antarctic ice sheet.

34 Philippon G.¹, S. Charbit¹, M. Kageyama¹, C. Ritz², G. Ramstein¹, Ch. Dumas¹ – Impact of freshwater pulse in a fully climate system

¹ *LSCE/IPSL, Laboratoire CEA-CNRS-UVSQ, Gif-sur-Yvette, France*; ² *Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement, Saint Martin d'Hères, France*

The Antarctic and the Northern Hemisphere ice sheets have represented a huge reservoir of freshwater during the last glacial-interglacial cycles. Some studies showed that the release of this freshwater may change the thermohaline circulation and therefore the heat inter-hemispheric gradient. This may impact the surface temperature and the mass balance of the ice sheets. We present two kinds of experiments : one with a freshwater pulse in the north high latitude and the second one with a freshwater pulse in the south high latitudes. In this case, a full coupled model between ice sheets and climate is required. A climate model of intermediate complexity (CLIMBER) has been coupled to a three-dimensional thermomechanical ice sheet model for both Antarctic and Northern Hemisphere (called GRISLI and GREMLINS respectively). With this new tool we present various scenarios for different climates. We also investigate the impact on the surface ice sheets.

35 **Roussel E.** – Mutations des paysages polaires : L’impact morphologique du recul glaciaire sur les cours d’eau marginaux

GEOLAB CNRS - UMR 6042, Maison de la Recherche, Université Clermont-Ferrand 2, 4 rue Ledru, 63057 Clermont Ferrand

Depuis plus d’un siècle maintenant, le Petit Âge Glaciaire (PAG) s’est achevé et a laissé place à une période plus chaude. Cette dernière se caractérise le plus souvent par un recul rapide des glaciers qui libèrent d’imposants stocks d’eau liquide et de sédiments morainiques. Ce bouleversement dans les paramètres essentiels commandant le fonctionnement d’un hydro-système se reflète dans la morphologie adoptée par les cours d’eau à l’aval des glaciers. Le style fluvial de tressage caractéristique des zones proglaciaires subit une évolution spécifique lors de la déglaciation. Nous souhaitons présenter ici les résultats d’une étude menée sur les mutations post-PAG de cours d’eaux à l’aval de trois glaciers aux Spitsberg (glaciers Lovén en presque île de Brøgger). Nous avons quantifié ces mutations à partir de l’interprétation de photographies aériennes numérisées. Les logiciels de Système d’Information Géographique (S.I.G) facilitent l’acquisition et le traitement de ce type de données diachroniques. Ils constituent de puissants outils permettant d’évaluer la variabilité spatiale de ces évolutions. Notre étude repose sur l’analyse de la variation dans le temps d’indices morphométriques couramment employés en hydrogéomorphologie pour caractériser les styles fluviaux. Il s’agit de l’indice de sinuosité (I_s), de l’indice de tressage (I_t) et de la largeur de la bande active (L_{ba}) couplées à l’analyse de la reconquête végétale témoignant de l’activité morphodynamique du milieu (a fortiori de l’emprise spatiale des écoulements proglaciaires). Nos résultats montrent une dynamique d’optimisation et de stabilisation du réseau hydrographique proglaciaire perceptible notamment à travers la baisse de la valeur des indices de sinuosité (cours d’eau de plus en plus rectiligne) et des indices de tressage (diminution de la divagation entraînant la baisse du nombre de chenaux). Cette baisse de l’emprise spatiale du réseau hydrographique s’accompagne d’une reconquête végétale des espaces abandonnés par les écoulements. L’ensemble de nos résultats ont pu être synthétisé sous la forme d’un modèle systémique décrivant cette évolution banale. Cependant nos recherches actuelles dans le sud de l’Islande tendent à nuancer ce modèle en évaluant la part des crues catastrophiques (jökulhlaups) dans la morphogenèse des cours d’eau proglaciaires.

Septième partie

Badge à imprimer

Veillez, soit imprimer le badge ci-dessous et le compléter à la main, soit le remplir directement sur le fichier .ppt disponible en ligne des la semaine du 17 septembre et l'imprimer (<http://www.ipev.fr/pages/CNFRA/Accueilcnfra.html>).



FIG. 1 – à remplir et imprimer



FIG. 2 – exemple