

Institut polaire français **IPEV** Paul-Emile Victor



Rapport d'activité 2009
Campagnes d'été 2009/2010





éditorial





M. Yves Frenot,
Directeur de l'Institut polaire français Paul-Emile Victor

Vous allez compulser l'édition 2009-10 du rapport d'activité de l'Institut Polaire Français et vous y découvrirez le large éventail des recherches soutenues par l'IPEV sous les hautes latitudes boréales et australes.

Il est désormais admis, sans conteste, le rôle essentiel que jouent les zones polaires dans la compréhension des phénomènes aussi importants que sont, à l'échelle globale, les changements climatiques, leurs impacts sur les écosystèmes, la banalisation de la biodiversité... L'excellence des équipes françaises dans ces domaines de recherche, travaillant sur les stations antarctiques, subantarctiques et arctiques ou à bord du Marion Dufresne, est aujourd'hui mondialement reconnue. Il est évident que ces travaux ne sauraient être mis en œuvre sans les moyens et les compétences de l'IPEV. Le présent rapport d'activité en fournit la parfaite illustration.

En tant que nouveau directeur de l'IPEV depuis janvier 2010, je suis conscient de l'ampleur des tâches qui m'attendent pour conforter ce bon positionnement de la France. La lettre de missions que m'a confiée la Ministre de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur cadre à cet égard mes objectifs pour les 4 années à venir :

- préparer le renouvellement et les ajustements nécessaires de la structure support de l'IPEV ;
- poursuivre l'ouverture des partenariats scientifiques tant au niveau national qu'au niveau international pour tenir compte de l'émergence et de l'évolution de nouvelles questions sociétales ;
- œuvrer pour que la station polaire continentale Concordia s'ouvre davantage aux partenariats étrangers ;
- contribuer au développement du concept d'Observatoire Arctique avec l'ensemble des partenaires concernés,
- conforter l'excellence du positionnement de la France et de l'IPEV, dans le concert international, tant en matière d'activités de recherche que d'expertise environnementale sous les hautes latitudes.

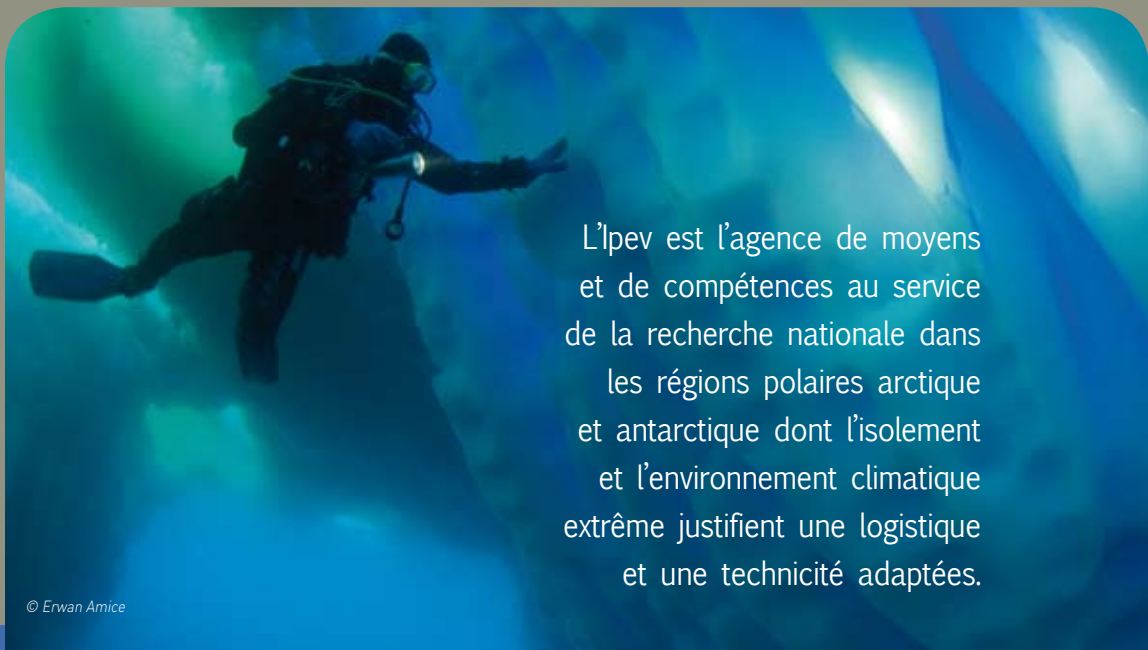
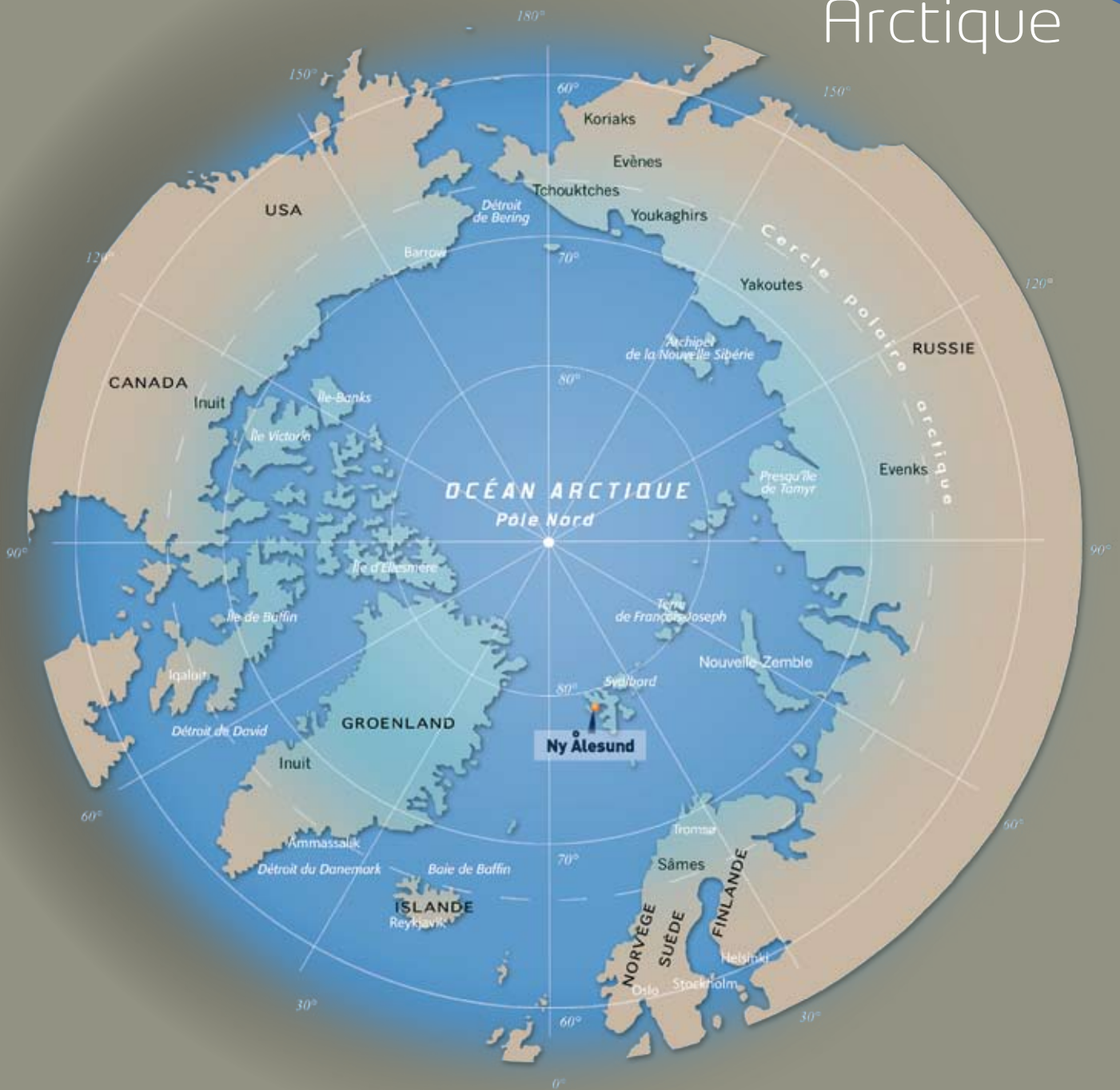
Je voudrais également saisir l'opportunité de cet éditorial pour saluer le travail accompli par mon prédécesseur, Gérard Jugie, qui, pendant ses trois mandats successifs à la tête de l'Institut, a fait évoluer cette structure pour en faire un outil performant et reconnu comme tel, tant sur le plan national qu'international, au service de la communauté scientifique française.

Antarctique



Subantarctique





L'ipev est l'agence de moyens et de compétences au service de la recherche nationale dans les régions polaires arctique et antarctique dont l'isolement et l'environnement climatique extrême justifient une logistique et une technicité adaptées.

sommaire



1 ÉDITO

7 **ÉCOSYSTEMES TERRESTRES DE L'ARCTIQUE**
Quelques contributions de l'Année Polaire Internationale

15 **LES RÉGIONS POLAIRES TERRES D'OBSERVATOIRES**

- 16 Les Observatoires des Sciences de l'Univers en Antarctique et en Subantarctique
- 20 La Zone Atelier de Recherches sur l'Environnement Antarctique et Subantarctique
- 23 Un Observatoire Hommes-Milieu INEE-IPEV à Qamanittuaq (Baker Lake) ?

27 **LES RÉGIONS POLAIRES TERRES DE RECHERCHES**

- 28 Les manchots, modèles d'adaptations géniques aux environnements polaires
- 31 Impact de l'acidification des océans sur l'écosystème Arctique
- 34 La vie à haute température dans les Terres Australes
- 37 La Réserve Naturelle Nationale des Terres Australes Françaises

39 **PROGRAMMES TERRESTRES SOUTENUS PAR L'IPEV**

- 42 Astronomie et astrophysique
Géophysique interne et géologie
- 44 Chimie et dynamique de l'atmosphère
- 46 Glaces polaires et évolution du climat
- 47 Océanographie côtière
- 48 Le monde vivant et son environnement
- 51 Hommes et sociétés

53 **OCÉANOGRAPHIE ET MARION DUFRESNE**

- Une année de campagnes océanographiques
- 54 Mesures directes du transport du Courant Circumpolaire Antarctique au travers du plateau de Kerguelen
- 57 Campagnes océanographiques du Marion Dufresne

59 **LES RESPONSABLES DES PROGRAMMES SCIENTIFIQUES**

61 **L'INSTITUT POLAIRE FRANÇAIS PAUL-EMILE VICTOR**

- Organigramme général
- Représentation dans les instances internationales
- Conseil d'administration
- Composition du Conseil des Programmes Scientifiques et Technologique
- 63 Les chiffres de l'année
- 65 Une année sur le terrain

69 **LES SIGLES**



ÉCOSYSTÈMES TERRESTRES DE L'ARCTIQUE

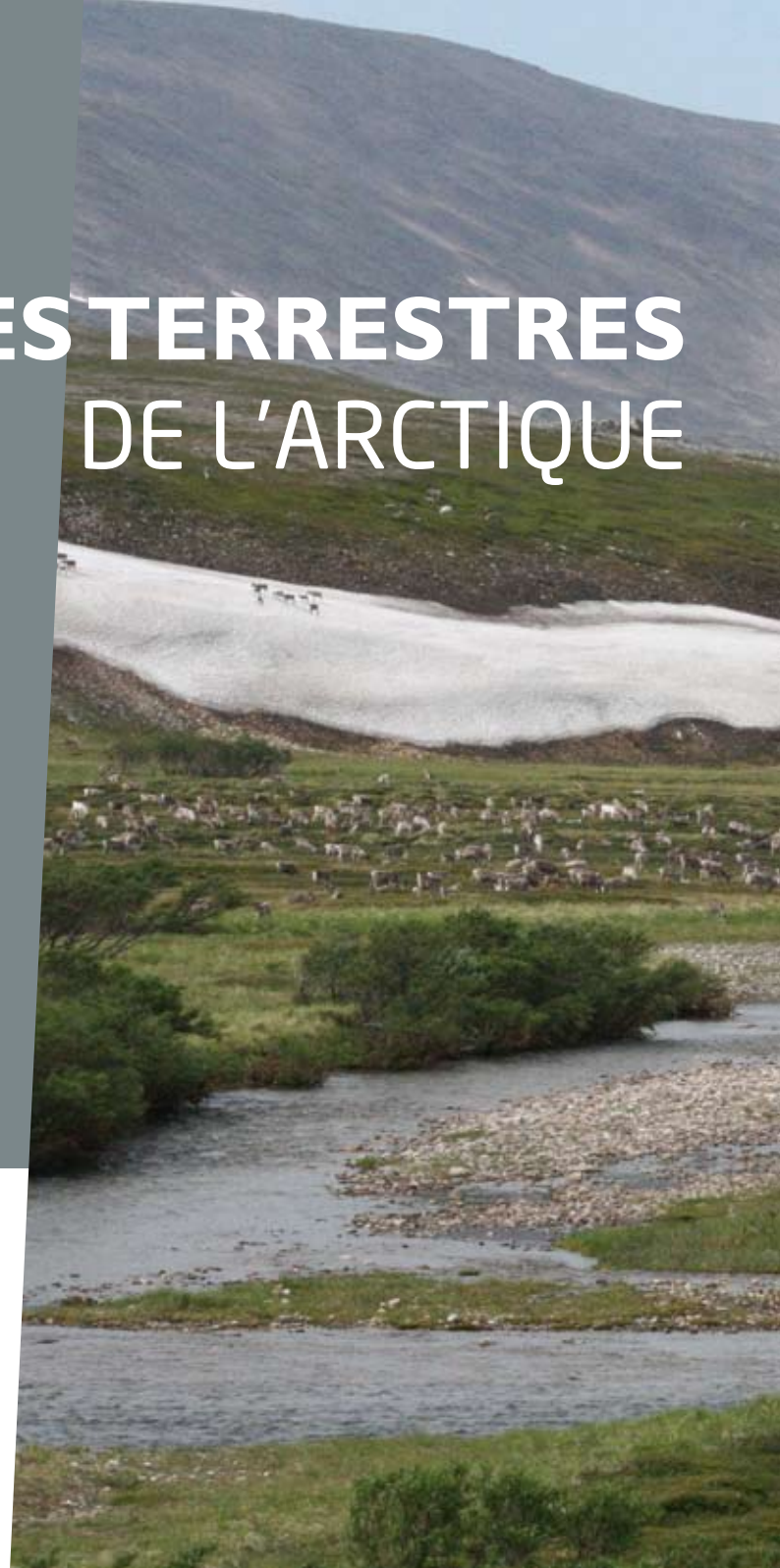


© Nicolas Lecomte

*Lemming [jeune Dicrostonyx
dans les mains de l'auteur, Yamal]*

Nigel G. Yoccoz

Département de Biologie Arctique et Marine,
Université de Tromsø, N-9037 Tromsø, Norvège



résumé

Les écosystèmes terrestres de l'Arctique sont amenés à subir de grands changements dans les décennies à venir - verdissement par croissance des arbustes et des arbres, colonisation d'espèces mobiles telles que le renard roux ou certains insectes ravageurs, et déclin des espèces endémiques telles que lemmings, renard polaire et chouette harfang. L'Année Polaire Internationale a permis de mieux comprendre l'importance de ces phénomènes, leur variabilité à travers l'Arctique, et là où nos connaissances sont encore trop fragmentaires, comme pour les qualités de la neige. Si nous voulons donner les moyens aux communautés locales de piloter l'évolution de ces socio-écosystèmes, et plus globalement, l'Arctique étant un compartiment important du système terrestre, de prévoir les changements qui vont survenir, nous devons mettre en place un réseau de mesures adapté aux grands gradients structurels de l'Arctique.

Quelques contributions de l'Année Polaire Internationale



© Leif-Eirik Støvern

Rennes à Varanger

abstract

Arctic terrestrial ecosystems will undergo large changes in decades to come - greening due to shrub and tree growth, colonization by mobile species such as red fox or some insect pest species, and decline of endemic species such as lemmings, arctic fox and snowy owl. The International Polar Year has led to a better understanding of the importance of these phenomena, of their variability throughout the Arctic, and of when our knowledge is still fragmentary, such as for snow qualities. If we want to give local communities the means to steward the evolution of these socio-ecological systems, and more globally, Arctic being an important compartment of the Earth system, of predicting future changes, we need to set up a network of measurements fitting the structural gradients of the Arctic.



© Nicolas Lecomte

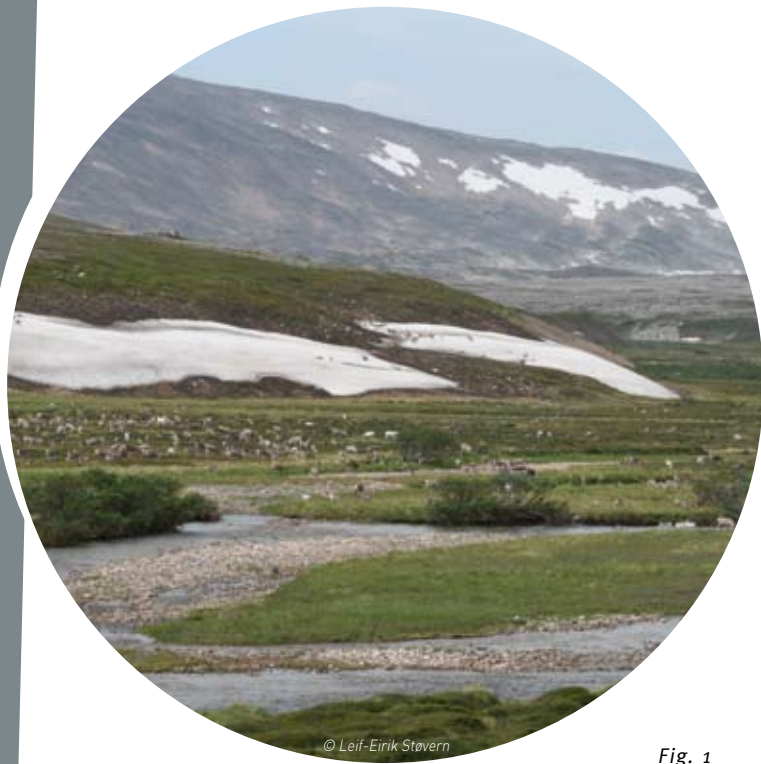


Fig. 1

Les écosystèmes arctiques ont plusieurs niveaux trophiques, comme la plupart des écosystèmes, avec des producteurs primaires, les plantes, des herbivores comme les rennes/caribous et les lemmings, et enfin des prédateurs. Ce qui les différencie est l'absence d'arbres, mais des arbustes, ici des saules, peuvent constituer des habitats importants pour de nombreuses espèces dans le bas arctique, les fluctuations périodiques des lemmings, et des espèces de prédateurs spécialisés, tels que la chouette harfang et le renard polaire.

C'est devenu une habitude de commencer un article ou une conférence sur les systèmes arctiques - qu'ils soient physiques, biologiques ou humains - par rappeler que c'est aux hautes latitudes que les changements climatiques les plus importants sont attendus. En effet, différents mécanismes de rétro-action, entre autres liés à l'albédo élevé d'un couvert gelé/enneigé, font que l'Arctique devrait subir un réchauffement particulièrement important dans les décennies à venir - jusqu'à +8 C pour la température annuelle, ce qui est considérable. Mais nos connaissances des impacts de ces changements climatiques sur les écosystèmes, et les communautés humaines, qui souvent en dépendent, sont beaucoup plus fragmentaires. De nombreuses raisons font que les impacts sont moins bien connus - il n'existe pas entre autres de modèles décrivant le fonctionnement d'un écosystème qui soit l'équivalent des modèles de circulation atmosphérique des climatologues, et le réseau d'observations des écosystèmes terrestres est ténu et ne concerne souvent que peu de compartiments de ces systèmes. De plus, ces socio-écosystèmes - il serait aberrant aujourd'hui de vouloir ignorer la place de l'homme dans nos études - montrent une très grande variabilité dans leur réponse aux changements en cours, qui dépassent largement le seul cadre climatique, ce qui rend difficile des projections générales à partir d'un petit nombre de sites d'études.

Mais d'abord comment caractériser les écosystèmes terrestres arctiques, mis à part le fait qu'ils sont par définition au-delà de la limite de la forêt ? Une première

caractéristique est leur extension géographique souvent restreinte - une étroite bande côtière dans une bonne partie de la Russie ou en Alaska. Leur migration vers le Nord est alors impossible, et seules certaines régions, telles la péninsule de Taimyr ou l'archipel canadien, ont la profondeur nécessaire pour conserver des écosystèmes arctiques. Ils sont ensuite moins diversifiés que leurs voisins du sud, mais ont cependant tous les niveaux trophiques d'un écosystème, sauf sur certaines îles et dans les zones les moins productives : des producteurs primaires (plantes), des herbivores et des prédateurs (Fig. 1). Ce qui différencie ces systèmes c'est l'importance de variations périodiques de certaines espèces dominantes, et tout particulièrement dans l'Arctique des lemmings. Les lemmings (genre *Lemmus* et *Dicrostonyx*) sont des petits rongeurs endémiques des régions arctiques, souvent assez bigarrés, qui sont un emblème de l'adaptation aux milieux extrêmes. Non seulement ces petits mammifères - ils pèsent le plus souvent entre 50 et 100g - n'hibernent ou ne migrent pas, comme les rennes, mais en plus ils se reproduisent en hiver, sous la neige, et parfois même exclusivement pendant cette saison. Même si la neige les protège en partie du froid - l'Arctique étant pour l'essentiel une région sèche, souvent pas plus de 200 mm de précipitations annuelles, l'épaisseur du manteau neigeux est faible, 20 ou 30 cm, et donc les températures au sol peuvent être basses, -10 ou -20° C par exemple - et surtout des prédateurs, cela représente quand même un exploit physiologique pour ces animaux à sang chaud. Les populations de lemmings montrent dans presque toutes les régions de l'Arctique des fluctuations périodiques, avec entre 3 et 6 ans séparant les pics successifs. Ces « pullulations » ont des conséquences visibles sur le reste de l'écosystème - abondance des prédateurs tels que chouette harfang, renard polaire ou labbes, et souvent forte consommation de la biomasse de plantes.

Il n'est donc pas étonnant qu'un des projets API, ArcticWOLVES (leader Gilles Gauthier, Université Laval, Québec) couvrant une grande partie des régions arctiques, depuis le Canada jusqu'à la Russie en passant par le Groenland et la Fennoscandie grâce à des associations entre différents projets, s'est intéressé aux rôles de ces fluctuations et à l'impact potentiel du réchauffement sur ces fluctuations. Ce dernier point est particulièrement important parce que plusieurs études ont montré que ces fluctuations avaient tendance à disparaître - dans le nord de la Finlande, en Norvège ou bien au Groenland - sans que le lien avec le climat soit entièrement élucidé. La courte durée de l'API (plus court qu'un cycle de lemming !) n'a pas permis de répondre à cette question de manière définitive, mais nous en savons bien plus sur l'importance et la variabilité de ce phénomène dans

l'Arctique. Je décrirai ici deux sites, dans deux régions bien différentes climatiquement et biologiquement.

Le site suivi par les équipes canadiennes autour de G. Gauthier (Université Laval), J. Bêty et D. Berteaux (Université du Québec à Rimouski) est situé sur l'île de Bylot, au nord de l'île de Baffin, dans le haut Arctique. L'étude a démarré depuis longtemps parce que c'est le site de nidification d'une grosse colonie d'oies des neiges, une espèce en forte augmentation et qui occasionne des dégâts importants, mais localisés, sur la végétation dans l'Arctique nord-américain. Nos collègues canadiens ont étudié ces dernières années les interactions entre lemmings - deux espèces à Bylot - leurs prédateurs (chouette harfang, renard arctique, labbes), les oies et la végétation, et ont essayé de comprendre ce que les prédateurs faisaient pendant l'hiver, quand les lemmings sont relativement inaccessibles. Deux faits marquants obtenus au cours de l'API : malgré des densités faibles de lemmings (même pendant les pics, inférieures à 10 inds/ha, alors que des densités de 100 ou plus par hectare sont connues en Sibérie), ceux-ci permettent à tous les prédateurs - chouettes harfangs, renards arctiques, labbes - de se reproduire. Les proies alternatives - comme les bécasseaux ou les oies - peuvent ainsi échapper à la prédation pendant les années à lemmings alors que leur succès est souvent très faible les autres années. Ces bons succès de reproduction, qui semblent être d'autant plus grands que l'on va vers le nord, pourrait ainsi expliquer l'intérêt que peuvent avoir certaines espèces à nicher très au nord, malgré les coûts énergétiques de la migration. Ensuite, le suivi de certains prédateurs en utilisant des colliers, en particulier de la chouette harfang, a permis de montrer une utilisation de la glace de mer très peu décrite jusque là : certaines harfangs utilisent en effet des zones de glace ouvertes, en pleine mer, se nourrissant sans doute d'oiseaux de mer (eiders par exemple). Ceci était tout à fait inconnu, et on peut se demander s'il s'agit d'un phénomène nouveau apparu avec les changements récents de la banquise (apparition de zones ouvertes), ou si au contraire la réduction de la banquise en hiver pourrait être un facteur de stress supplémentaire pour ces prédateurs.

Notre équipe à l'Université de Tromsø travaille dans le nord de la Norvège, surtout sur la péninsule de Varanger et les régions avoisinantes. C'est une région qui est à la limite de l'Arctique, et donc qui est susceptible de voir des changements structurels importants survenir rapidement. Nous nous intéressons à deux aspects : l'abrutissement par les rennes et dans quelle mesure les rennes peuvent limiter l'avancée de végétation arbustive/arborée, et la colonisation par des espèces venues du sud, en particulier du renard roux, un prédateur généraliste, et d'un papillon

qui est un insecte ravageur des forêts de bouleau. L'avancée de la forêt, précédée par des arbustes - saules, bouleaux, aulnes - est ce qui menace la toundra arctique le plus fondamentalement - la végétation arctique est définie comme étant sans arbres. Cette colonisation par des arbustes est associée à un phénomène global, le verdissement de l'Arctique (Greening of the Arctic), qui a été au coeur de nombreux projets API. Ce phénomène a été mesuré par satellite depuis une vingtaine d'années, mais nous manquons singulièrement de données permettant de la quantifier de manière précise. Des observations souvent utilisées sont par exemple les difficultés des éleveurs de rennes en Sibérie ou de chasseurs en Alaska à voir les animaux à cause de l'augmentation de la hauteur de la végétation, mais cela reste peu précis. Hors de la même manière que nous utilisons des vaches, des moutons ou des chèvres pour limiter la reforestation dans les montagnes alpines, les rennes peuvent jouer le même rôle dans l'Arctique, au moins en Eurasie où ils sont semi-domestiques pour l'essentiel. Curieusement, le rôle des rennes (caribous en Amérique du Nord) dans l'évolution de la végétation est mal connu, alors que de nombreuses populations de rennes voient leurs effectifs augmenter (surtout le cas de certaines populations semi-domestiques, comme en Fennoscandie ou au Yamal en Sibérie) ou diminuer (dans le nord du Canada par exemple, ou dans l'est sibérien). A priori, les rennes pourraient limiter la colonisation par les arbustes ou arbres et maintenir ouvert le paysage de la toundra.



© Nigel Yoccoz

Fig. 2

Un des changements majeurs déjà observé et qui s'accroîtra est le verdissement de l'Arctique - « Greening of the Arctic ». Ces changements de la végétation ont des répercussions à la fois sur le climat (diminution de l'albédo en hiver) et sur les communautés humaines - le déplacement des troupeaux de rennes par exemple devient plus difficile à suivre.



© Nigel Yoccoz

Fig. 3

La neige est un élément essentiel des écosystèmes arctiques, et pourtant nos connaissances de ses propriétés restent très fragmentaires. L'accès aux conditions sous la neige - c'est-à-dire à la végétation - ne peut être mesuré que par des mesures très locales, comme des profils de dureté obtenus en creusant tout le manteau neigeux. Des conditions de neige difficiles - neige dure ou couche de glace - conduit les petits herbivores à rechercher d'autres territoires, avec souvent une issue fatale (lemming mort sur la neige). Même si l'hiver est une saison cruciale en Arctique, peu d'informations sont souvent disponibles, comme celles obtenues par exemple sur l'utilisation de différents habitats en comptant les traces sur la neige.

C'est ce qui semble se passer au Finnmark, au nord de la Norvège, où les densités de rennes sont très élevées depuis 30 ans environ, et où les arbustes, tels que les saules, semblent régresser. L'autre colonisation est celle d'espèces mobiles, qui se dispersent facilement, telles que le renard roux, un prédateur très opportuniste et qui a colonisé tous les milieux en Europe, même le cœur des grandes villes. Le renard roux se trouve maintenant jusque dans les régions arctiques les plus au nord (sauf sur des îles comme le Groënland, l'Islande ou le Spitzberg) - au Canada par exemple sur l'île d'Ellesmere, ou à Bylot. À la limite des régions arctiques/boréales, comme sur Varanger, le renard roux est devenu abondant, alors qu'il était rare il y a une centaine d'années. Il est à la fois un compétiteur d'espèces arctiques comme le renard polaire, et un prédateur des bécasseaux arctiques par exemple. Le déclin du renard polaire dans les parties sud de sa distribution est souvent associé à la colonisation par le renard roux, la quasi-disparition des cycles de lemmings ne faisant que renforcer ce phénomène, puisque le renard polaire dépend souvent des lemmings pour se reproduire. L'API a permis de collecter des observations directes de cas de prédation du renard roux sur le renard polaire, ou de renard roux délogeant des renards polaires de leur terrier de reproduction. D'autres espèces susceptibles de coloniser les régions plus au nord rapidement sont les insectes, et entre autres en Europe un insecte ravageur du bouleau, un papillon géométridé, *Operophtera brumata*. C'est une espèce normalement de climat relativement tempéré, mais qui a pu à la faveur d'hivers plus doux coloniser

les régions les plus au nord de la Norvège, et y ravager les forêts de bouleaux, tuant les arbres sur plusieurs centaines de km² ces dernières années. Comme pour les rennes, c'est un facteur qui peut limiter fortement la progression de la forêt - et même la faire reculer, au moins temporairement.

Contrairement à l'île de Bylot, les cycles de lemmings sur Varanger ont presque disparu, en tout cas ils ne permettent plus aux prédateurs tels que la chouette harfang de nicher. Quand nous avons commencé le projet API, en 2007, nous avons eu la chance de pouvoir suivre le premier pic de lemming à Varanger depuis 1978, et quelques chouettes harfangs ont niché cette année là, sans doute aussi pour la première fois depuis plusieurs décennies. Nous ne savons pas pourquoi les lemmings sont « revenus » - il n'y a rien a priori qui distinguent les hivers précédents 2007 qui permettent d'expliquer ce phénomène. En fait, un problème essentiel pour nous écologues travaillant dans l'Arctique - et ceci est partagé par tous mes collègues - est que nous manquons de mesures de l'élément essentiel de la toundra - la neige. Il est possible de reconstituer l'épaisseur du manteau neigeux - et déjà cela est difficile car les mesures de précipitations sont difficiles en Arctique (neige et vent sont un mélange peu favorable aux mesures !). Par contre des mesures de la qualité de la neige - dureté, présence de croute de gel/regel, limitant l'accès des herbivores, grands et petits, à la végétation en hiver - manquent et sont encore très difficiles à estimer à partir des données météorologiques classiques. En fait, ce qui se passe pendant les 8 ou 9 mois de l'hiver arctique reste pour l'essentiel un mystère, entre autres pour des raisons logistiques - nous sommes rarement sur le terrain en hiver, et encore nous n'en voyons alors que la surface, toutes les activités sous la neige nous étant inaccessibles. Les populations autochtones connaissent bien cette importance de la neige - mais leur système de description des conditions de neige est difficile à relier aux mesures physiques et ne peut donc être utilisé directement dans des analyses plus quantitatives. Un gros effort reste à faire pour mieux comprendre la neige, ses propriétés et comment elles affectent les écosystèmes arctiques.

Comment ces changements vont-ils influencer les communautés humaines de l'Arctique ? Beaucoup a été écrit sur l'effet des changements des conditions de glace sur les Inuits par exemple. Sur terre, les conséquences sont aussi multiples, et plusieurs projets API ont, par exemple, décrit l'augmentation de l'érosion ou la fonte du permafrost comme un problème important pour les habitations. Pour les services écosystémiques - ce que l'homme retire directement (par exemple chasse ou valeur spirituelle) ou indirectement (assainissement de l'eau) des

écosystèmes - il s'agit d'abord d'espèces chassées (renard arctique) ou élevées extensivement (rennes). Ces espèces vont a priori être négativement affectées par le réchauffement, puisque leur répartition actuelle est clairement corrélée au climat. Certains éléments essentiels de la culture de ces communautés sont donc menacés – pensons par exemple aux migrations des rennes qui ont conduit au nomadisme des Nenets ou de certains Saamis. La question est de savoir comment mettre en place des systèmes de gouvernance et de

suivi des écosystèmes qui permettra à ces communautés de répondre au mieux à ces changements, le « mieux » étant en partie une question de valeurs et donc à définir au sein de ces communautés. L'API a permis d'avancer sur ces questions, et il est urgent de mettre en place de tels systèmes. La présence, réelle ou supposée, d'importantes ressources minières (gaz, pétrole, or, etc.) dans l'Arctique et les déséquilibres que l'exploitation de ces ressources ont déjà imposé sur les communautés autochtones ne font que renforcer cette urgence.

Pour conclure

Je rappellerai quelques points essentiels que l'API a permis de mettre en avant :

- Cela semble un peu trivial, mais la neige est un élément qui définit l'Arctique et qui reste mal compris, surtout pour ce qui est de son influence sur les lemmings ou les rennes, ou même directement sur la végétation. De nombreuses discussions avec des collègues en Amérique du Nord, au Groenland ou en Eurasie tournent souvent autour d'anecdotes, sans que nous soyons à même de quantifier ces phénomènes.
- L'Arctique est loin d'être homogène et les réponses aux changements climatiques vont être bien différentes d'un site à l'autre. La colonisation par des arbustes dans certaines régions comme en Alaska pourrait coïncider avec leur recul en Norvège. Le déclin des cycles de lemmings sur la côte est du Groenland ou dans certaines régions de Sibérie ne serait pas observé sur Bylot dans le nord du Canada. L'approche circumpolaire de nombreux projets API a été essentielle pour démontrer cette variabilité.
- La réponse des différents éléments de l'écosystème aux changements climatiques pourra être rapide pour certains, lente pour d'autres. Certains prédateurs mobiles comme le renard roux, ou des insectes ravageurs, pourront répondre presque instantanément, alors que la végétation pourrait répondre bien plus lentement. Cela conduira à des écosystèmes sans équivalent connu, combinant espèces du sud et du nord. Le fonctionnement de tels écosystèmes est difficile à prévoir.
- Les communautés humaines de l'Arctique ont encore souvent des cultures très ancrées dans leur environnement, avec des espèces telles que le renne jouant un rôle structural. Le déclin de ces ressources conduira à des changements fondamentaux pour ces groupes, qui doivent trouver des moyens de piloter les évolutions à venir.



Une des contributions majeures de l'API a été des collaborations internationales, et en particulier avec la Russie, où une grande partie des écosystèmes terrestres arctiques est située. Ici, l'équipe russe de l'Académie des Sciences avec qui nous avons collaboré au Yamal (station de recherches de Labytnangi, avec A. Sokolov comme leader), y compris la famille Laptander qui assure le lien indispensable avec les communautés locales.

© Nicolas Lecomte

Fig. 4



© Nigel Yoccoz

Face à ces aspects - mieux connaître la neige, hétérogénéité des réponses, nouveaux écosystèmes réservant des surprises quant à leur évolution et mise en place de systèmes de gouvernance autonomes résilients et flexibles, l'API a permis d'avancer. Il n'existe cependant aucun système de suivi organisé des écosystèmes arctiques, et les stations de recherches existantes ne couvrent qu'une très petite partie de la variabilité des systèmes arctiques. Si nous voulons être à même de comprendre ces évolutions, afin soit de les infléchir soit de les prévoir pour mieux s'y adapter, nous devons réfléchir à de nouveaux systèmes d'observations, permettant de mieux

appréhender la diversité des socio-écosystèmes de l'Arctique. Les différentes disciplines concernées - de la climatologie aux sciences sociales avec au centre une écologie intégratrice - doivent mettre en place un réseau de mesures, conciliant des instrumentations lourdes nécessairement restreintes à quelques stations de recherche, et des suivis plus légers couvrant les grands gradients structurant les écosystèmes arctiques. Un tel réseau, conçu pour répondre aux principales questions soulevées par l'Année Polaire, pourrait devenir un outil essentiel pour piloter les changements à venir.



© Nicolas Lecomte

Renard polaire au Svalbard



Quelques références

Gilg O, Sittler B, Hanski I. 2009. Climate change and cyclic predator-prey population dynamics in the high Arctic. *Global Change Biology* 15: 2634-2652.

Gilg O, Yoccoz NG. 2010. Explaining bird migration. *Science* 327: 276-277)

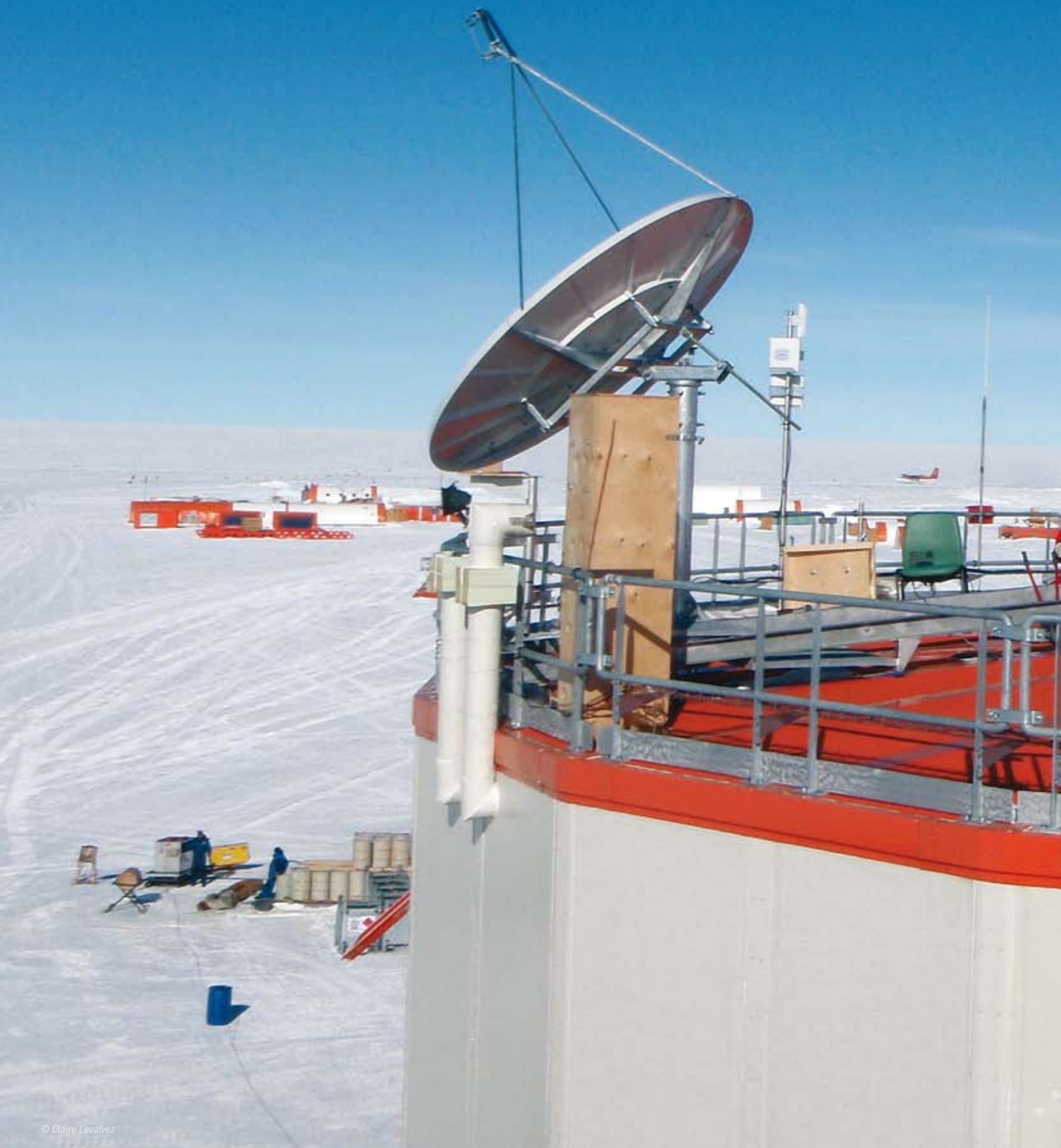
Ims RA, Yoccoz NG, Bråthen KA, Fauchald P, Tveraa T, Hausner V. 2007. Can reindeer overabundance cause a trophic cascade? *Ecosystems* 10: 607-622.

Jia GSJ, Epstein HE, Walker DA. 2009. Vegetation greening in the canadian arctic related to decadal warming. *Journal of Environmental Monitoring* 11: 2231-2238.

Kausrud KL, et al. 2008. Linking climate change to lemming cycles. *Nature* 456: 93-97.

McKinnon L, Smith PA, Nol E, Martin JL, Doyle FI, Abraham KF, Gilchrist HG, Morrison RIG, Bêty J. 2010. Lower predation risk for migratory birds at high latitudes. *Science* 327: 326-327.

LES RÉGIONS POLAIRES TERRES D'OBS



ERVATOIRES

Dans les domaines scientifiques, le progrès des connaissances se nourrit d'observations, de mesures, dont la signification prend une autre dimension lorsqu'elles sont comparées à d'autres, dans le temps et dans l'espace. Pour de nombreux phénomènes variant avec lenteur ou de manière sporadique, ou encore pour ceux présentant des signatures faibles, difficiles à détecter, seule l'accumulation de données sur la durée, permet d'en faire l'analyse, d'en comprendre l'origine et les mécanismes, de valider des modèles les décrivant et enfin, d'envisager des scénarios d'évolution.

Acquérir des mesures pérennes sur la durée nécessite non seulement une instrumentation adaptée, mais aussi une maintenance récurrente et des transformations instrumentales régulières pour intégrer les avancées technologiques et les évolutions des questions scientifiques. La cohérence dans le temps des séries d'observations doit être assurée, malgré ces changements, par des protocoles d'acquisition bien définis, des moyens de gestion et de transmission de gros volumes de données et des méthodes de traitement suivies. L'intégration au sein de réseaux permet d'étendre la vision à une échelle plus large, voire globale.

La notion d'observatoire ne s'appliquait autrefois qu'à l'Astronomie et aux Sciences de la Terre interne. Sur les 50 dernières années, elle a pris place dans les Sciences de Géophysique Externe (océan, atmosphère, surfaces continentales). Progressivement, avec la montée en puissance des concepts d'écosystème et de biodiversité, elle s'est aussi imposée dans le domaine du vivant. Comprendre la dynamique des échanges entre êtres vivants et entre les êtres vivants et leur environnement, nécessite des observations sur de longues périodes. Les interrogations plus récentes sur le changement climatique et son impact sur les écosystèmes et la biodiversité sont venues renforcer la nécessité d'avoir des observatoires dans le domaine de l'environnement.

Enfin, depuis peu, l'idée d'observatoire apparaît dans le domaine des Sciences Humaines et Sociales. Les sociétés humaines interagissent avec leurs environnements. Comprendre la nature de ces interactions et leurs conséquences nécessite également un suivi scientifique.

On voit bien que ces différents observatoires de l'environnement physique, des écosystèmes ou des sociétés, sont complémentaires. Dans ce contexte, les observatoires implantés en régions polaires ont un rôle crucial à plus d'un titre. Situés dans des régions d'accès difficile où les sites instrumentés sont rares, les données recueillies ont une valeur inestimable. Loin des continents, comme dans l'hémisphère sud, ils permettent de s'affranchir des sources anthropiques. Mais on sait également que, ce sont sous les hautes latitudes que les conséquences des activités humaines sont les plus sensibles : « trou d'ozone » en Antarctique et en Arctique, brumes arctiques, réduction de la banquise d'été, etc. Autant de phénomènes qui appellent un suivi à long terme dans des régions où, comme en Arctique, l'homme peut être directement confronté aux conséquences de ces changements.

LES OBSERVATOIRES DES SCIENCES DE L'UNIVERS en Antarctique et en Subantarctique

Christine DAVID

Directrice adjointe de l'Institut polaire français
Paul-Emile Victor, 29280 Plouzané



© Mathieu Quatrevallet

La base Dumont d'Urville compte pas moins de 7 observatoires en Sciences de l'Univers.

résumé abstract

Les régions polaires sont extrêmement sensibles aux changements anthropiques, notamment parce que de nombreux processus naturels sont des phénomènes à seuil et que, les conditions extrêmes des pôles sont souvent en limite de ces seuils. Toute variation est donc susceptible d'amener à les franchir. L'un des exemples les plus connus est celui de l'évolution de l'extension de la banquise en Arctique, diminuant avec une augmentation légère des températures de surface atmosphérique et océanique.

Les questions scientifiques récentes liées à l'environnement et à ses bouleversements anthropiques ont souligné l'importance de surveiller la planète de manière systématique, cohérente et sur des durées longues. Même si les observations à long terme ne sont pas nées avec ces thématiques, les études sur l'environnement viennent aujourd'hui en complément d'autres domaines qui nécessitent depuis longtemps un suivi pérenne. Cette notion d'Observatoire émerge aussi dans les programmes mis en œuvre aujourd'hui par l'Institut polaire français Paul-Emile Victor (IPEV).

Polar Regions are extremely sensitive to anthropogenic changes, in particular because many natural processes are threshold phenomena, and the extreme conditions prevailing at the Poles are often close to these thresholds. Any small variations are thus likely to infer crossing them. One of the most famous examples is the evolution of the Arctic sea ice extent, which is decreasing together with a slight increase of the atmospheric and oceanic surface temperatures.

The recent scientific issues linked to the environment and its anthropogenic modifications highlighted the need to systematically monitor the Earth, with consistent and long term data. Even if long term observations did not arise from these topics, environmental studies now complement over fields that already required such perennial monitoring in the past. This notion of Observatory also comes out in the scientific programs implemented by the French Polar Institute Paul-Emile Victor.

Problématique des observations à long terme

En Sciences de l'Univers, les observations régulières sur de longues périodes sont devenues un dispositif incontournable pour la recherche fondamentale et dorénavant en réponse aux attentes sociétales sur l'environnement. Connaître les caractéristiques et la dynamique de l'évolution des milieux naturels requiert, entre autres, des séries de mesures longues. La nécessité de mettre en place des systèmes d'observations s'est particulièrement imposée ces dernières années, avec l'émergence des questions environnementales.

Ces observations, généralement mises en œuvre depuis des stations sol, sont les seules à fournir des séries longues, fiables et cohérentes. Elles sont donc indispensables pour construire, initialiser et valider des modèles numériques, qui doivent également assimiler des données fiables. Pour permettre une quantification à l'échelle globale, les séries de données sol sont aussi le lien entre les mesures réalisées depuis l'espace. Ainsi, depuis une quinzaine d'années, des services d'observation (SO), dont la plupart sont insérés dans des réseaux internationaux, ont été labellisés par l'INSU-CNRS. Le Ministère de la Recherche a également lancé en 2001-2002 un projet d'Observatoires de Recherche en Environnement (ORE). Evaluer les changements de l'environnement terrestre repose sur ce déploiement d'instruments performants au niveau du sol depuis quelques sites pertinents et fonctionnant sur de longues périodes (décennie ou plus). Ils permettent le suivi de phénomènes géophysiques variant, soit lentement, soit épisodiquement. *Le tableau 1* liste les programmes observatoires mis en œuvre par l'IPEV et leur cadrage au sein de ce dispositif.

Développement en régions polaires

Le 19^{ème} siècle fut celui de la découverte des zones les plus reculées de la planète. Les régions polaires furent au cœur de ces explorations, avec des expéditions essentiellement nationales, comme celle de Dumont d'Urville, entre 1837 et 1840, qui découvrit la Terre Adélie. Dans la lignée de ces explorations, une première Année Polaire Internationale fut réalisée dès 1882-83. Après une répétition en 1932-33, un troisième exercice eu lieu en 1957-58 et fut également Année Géophysique Internationale (AGI). L'AGI permit de réaliser de nombreuses observations simultanées sur divers phénomènes géophysiques, en particulier dans les régions polaires. En Antarctique, les bases scientifiques Amundsen-Scott (USA) et Vostok (Russie) furent mises en place, alors que la France avait ouvert une base en hivernage à Port-Martin dès 1950. L'AGI a jeté les fondements des observations à long terme, en imposant des systèmes de mesure et de nomenclatures internationaux permettant d'obtenir des données comparables entre elles.

Cette AGI fut organisée lors d'une période d'activité solaire maximum, avec comme objectif majeur une meilleure connaissance des propriétés physiques de la Terre et des interactions entre le Soleil et notre planète. On retrouve encore aujourd'hui ces thèmes dans les programmes à long terme mis en œuvre par l'IPEV. En effet, les variations naturelles de ces phénomènes s'étendent sur des



Radars ionosphériques SuperDARN à Kerguelen, pour l'étude des interactions Terre-Soleil.



Le marégraphe installé en 1994 à Saint-Paul dans le cadre du programme NIVMER.

échelles de temps relativement longues et leur étude nécessite souvent des intégrations sur de longues durées.

Observatoires polaires français

Des **observations magnétiques** sont effectuées dès 1951-1952 à Port-Martin et remplacées par l'observatoire magnétique de Dumont d'Urville en 1957 à l'occasion de l'AGI. Elles se poursuivent toujours et s'étendent désormais aux îles australes et à Concordia, afin de représenter de manière détaillée le champ magnétique terrestre et ses variations à différentes échelles de temps.

Les **observations sismologiques** font également partie des premières mesures à long terme implantées dès les années 1950. Des instruments plus récents fonctionnent aujourd'hui sur les mêmes stations que pour le magnétisme. Les mouvements du sol sont enregistrés en continu et ces mesures contribuent à comprendre la dynamique interne terrestre.

Dans le domaine des relations Terre-Soleil, le programme d'étude des particules du rayonnement cosmique d'origine galactique et de haute énergie émises lors des



© Christine David

La « Tour Américaine » à Concordia : tour instrumentée de 45 m de haut, portant notamment des équipements de suivi à long terme des paramètres atmosphériques dans le cadre du programme observatoire GLACIOCLIM (+ CALVA)

éruptions solaires a commencé dès les années 1960 à Dumont d'Urville et à Kerguelen. Ces observatoires fournissent des informations importantes pour l'Aviation Civile. Une forte couverture géographique est requise et les mesures dans les zones peu couvertes des hautes latitudes de l'hémisphère sud sont précieuses. Dans les régions polaires, les mécanismes qui régissent l'interaction vent solaire-magnétosphère-ionosphère sont à l'origine des aurores. **SuperDARN** (Super Dual Auroral Radar Network) est un réseau international de radars scientifiques dédiés à l'étude de la convection des régions aurorales et de la calotte polaire. La contribution française au réseau est le radar implanté à Kerguelen depuis 2000.

À la fin des années 1980, la découverte du « trou d'ozone » en Antarctique a démontré l'impact des activités humaines sur l'environnement à l'échelle globale. Elle a également révélé la nécessité de surveiller dans la durée les « enveloppes fluides » de notre planète. Dès 1988, la France se dotait d'un programme de **surveillance de l'ozone stratosphérique**. Un dispositif instrumental mesurant l'ozone et les paramètres associés dans son équilibre a été installé à Dumont d'Urville et complété par des mesures à Kerguelen en 1994 et à Concordia en 2007. Aujourd'hui, les objectifs du programme s'étendent à l'étude des interactions entre stratosphère et climat.

La communauté scientifique doit aujourd'hui faire face aux questions liées au changement climatique. Les **gaz à effet de serre dans l'atmosphère** sont donc étudiés à Amsterdam depuis 1980. Les cycles biogéochimiques des principaux gaz à effet de serre additionnel (CO_2 , CH_4 , N_2O , SF_6) sont décrits et les bilans de carbone quantifiés à l'échelle régionale. L'observation et la compréhension des variations saisonnières, inter-annuelles et décennales du **cycle du carbone océanique** sont aussi primordiales pour estimer les bilans de carbone à l'échelle planétaire. Ces mesures sont menées en campagnes à bord du Marion Dufresne depuis 1998 et de l'Astrolabe depuis 1996. Les aérosols, dont une forte proportion de particules soufrées, contribuent significativement au forçage radiatif. Ainsi, le **cycle atmosphérique du soufre** est étudié à Amsterdam dès 1987, à Dumont d'Urville depuis 1991 et à Concordia depuis 2007, afin de comprendre les causes de sa variabilité interannuelle en lien avec les émissions biogéniques marines de son précurseur, le diméthyl sulfide, et d'appréhender la réponse future au changement climatique global.

Enfin, des indicateurs sont utilisés pour évaluer la réponse et les variations du climat. Le **suivi du niveau de la mer** est l'un d'eux. Des marégraphes ont été implantés dès 1949 à Kerguelen, en 1950 à Port-Martin puis à Dumont d'Urville. Deux autres stations se sont ajoutées : l'une à Crozet, l'autre à St-Paul. **L'évolution des glaciers** est un autre paramètre pour situer la variabilité et les tendances climatiques. Les bilans de masse sont un indicateur direct de l'évolution climatique à haute altitude (tendance, variabilité), avec des observations menées à Cap Prud'homme et Concordia.

Cette notion d'observatoires pour le suivi à long terme, la détection de tendances, qu'elles soient naturelles ou anthropiques, et la prévision des évolutions futures a atteint une certaine maturité dans les champs des sciences de l'Univers. Ainsi aujourd'hui, une structuration plus thématique se met en place au niveau national, au sein des SOERE (Systèmes d'Observation et d'Expérimentation sur le long terme pour la Recherche en Environnement).



© INSU-CNRS

Ces SOERE émergent également pour les sciences du Vivant. Cette évolution répond aux stratégies internationales et européennes qui s'orientent vers une structuration des réseaux d'observations existants, dans le but de les intégrer à des systèmes plus vastes et de fournir des services. Ces derniers peuvent être liés au soutien à la recherche fondamentale, mais aussi être des

services opérationnels (prévisions, gestion des ressources, des risques...). C'est dans ce contexte que, pour répondre aux enjeux cruciaux liés à l'Arctique, au niveau mondial, on s'oriente aujourd'hui vers la création d'un observatoire de l'Arctique qui ne pourra être que pluridisciplinaire, transverse et international.



© Claire Le Calvez

Liste des programmes observatoires mis en œuvre par l'IPEV sur les bases françaises en Antarctique et sur les îles subantarctiques, dans le domaine des Sciences de l'Univers.

Prog.	Nom	Lieu	Année Début	Service d'Observation	Réseau international
-------	-----	------	-------------	-----------------------	----------------------

TERRE INTERNE

139 905	Géomagnétisme	Dumont d'Urville Kerguelen Crozet Amsterdam Concordia	1950-52 1957 1957 1974 1986 2005	BCMT (Bureau Central du Magnétisme Terrestre)	Intermagnet
133	Sismologie	Dumont d'Urville Kerguelen Crozet Amsterdam Concordia	1950-52 1986 1983 1986 1993 2005	Géoscope	

RELATIONS TERRE-SOLEIL

227	RAYCO Rayonnement Cosmique)	Dumont d'Urville Kerguelen	1968 1964	Non labellisé	International Space Environment Service (ISES)
312	SuperDARN-Ker	Kerguelen	2000	Surveillance solaire, relations Soleil-Terre, environnement terrestre	SuperDARN

OCÉAN-ATMOSPHÈRE

209	Ozone Polaire	Dumont d'Urville Kerguelen Concordia	1988 1994 2007	NDACC-France	NDACC (Network for Detection of Atmospheric Composition Changes)
416	RAMCES	Amsterdam	1980	RAMCES	ICOS
Flotte	OISO MINERVE	Marion-Dufresne Astrolabe	1998	OISO-CARAUS (Océan Indien service d'observation / Carbon austral)	
414 903	CESOA	Amsterdam Dumont d'Urville Concordia	1987 1991 2007	CESOA (Cycle atmosphérique du soufre en relation avec le climat aux moyennes et hautes latitudes Sud)	
688	NIVMER	Crozet Kerguelen Saint-Paul Dumont d'Urville	1995 1993 1994 1997	ROSAME (Réseau d'observation sub-antarctique et antarctique du niveau de la mer)	GLOSS (Global sea level observing system)
411	GLACIOCLIM-SAMBA	Cap Prud'homme Concordia	2005 2002	GLACIOCLIM (les Glaciers, un observatoire du climat)	World Glacier Monitoring Service

LA ZONE ATELIER DE RECHERCHES SUR L'ENVIRONNEMENT Antarctique et Subantarctique - CNRS-INEE

Marc LÉBOUVIER

UMR 6553 CNRS, Université de Rennes 1
Station Biologique, 35380 Paimpont



Ile Australia, Kerguelen. Le pissenlit, "Taraxacum officinale", a probablement été introduit dans les Iles Kerguelen à la fin du XIX^e siècle. Cette espèce envahissante est actuellement en forte expansion et profite des changements des conditions climatiques à Kerguelen.

résumé abstract

Des observations sur les changements de l'environnement sont menées dans les TAAF depuis plusieurs décennies, sur un gradient latitudinal particulièrement intéressant puisqu'il s'étend de la Terre Adélie, en bordure de l'Antarctique, aux îles subtropicales Amsterdam et Saint-Paul en passant par les archipels subantarctiques de Crozet et Kerguelen. En dépit de leur éloignement, de leur isolement et de leur découverte tardive (entre XVI^{ème} et XIX^{ème} siècles) ces territoires ont été profondément affectés par les activités humaines : introductions d'espèces (rats, souris, lapins... mais aussi plantes et invertébrés) en milieu terrestre, pêcheries en milieu marin, représentent des menaces pour la biodiversité autochtone. Des recherches à long terme sur ces perturbations de l'environnement et sur l'impact des changements climatiques actuels sont menées en collaboration par huit programmes de l'IPEV, au sein d'une Zone Atelier soutenue par l'Institut Ecologie et Environnement du CNRS.

For several decades monitoring of environmental changes has been carried out in the French Southern Territories, on a unique latitudinal gradient of observatories from Adelle Land in Antarctica to the subtropical Amsterdam Island via the subantarctic Crozet and Kerguelen archipelagos. Despite their remoteness and their late discovery (XVI-XIXth centuries) these territories have been affected by human activities: species introductions (rats, mice, rabbits, and also plants, invertebrates...) in terrestrial ecosystems, fisheries in marine areas pose a threat to the native biodiversity. Long term studies on the effects of these disturbances, as well as the impact of current climate change, on land and at sea, are carried out in collaboration by eight IPEV research programmes, grouped together in a "Zone Atelier" supported by the Institute of Ecology and Environment (INEE, CNRS).

Contexte général et objectifs

Les Zones Atelier (ZA) forment un réseau inter-organismes de recherches interdisciplinaires sur l'environnement et les anthroposystèmes en relation avec les questions sociétales d'intérêt national. Ce réseau, qui comporte

actuellement une dizaine de ZA, a été initié par le CNRS au début des années 2000 dans le cadre du Programme Environnement Vie et Sociétés, et est maintenant géré au sein de cet organisme par l'Institut Ecologie et Environnement (INEE).

La Zone Atelier de Recherches sur l'Environnement Antarctique et

Subantarctique concerne un vaste territoire qui s'étend de l'Antarctique (Terre Adélie) aux eaux subtropicales de l'océan Indien (îles Saint Paul & Amsterdam) en passant par deux groupes d'îles subantarctiques (archipel Crozet, îles Kerguelen). Créée en 2000, elle a été dirigée et animée jusqu'en 2007 par Pierre

Jouventin (CNRS, Montpellier) et est actuellement coordonnée par Marc Lebouvier (CNRS, Université de Rennes 1). Elle fédère des recherches à moyen et long terme sur les modifications de la biodiversité et du fonctionnement des écosystèmes antarctiques et subantarctiques sous la double influence des activités de l'homme et des changements actuels du climat, ces deux facteurs se trouvant souvent en interaction.

Un réseau unique d'observatoires, à terre et en mer

Depuis plus d'un demi-siècle, des observations sur l'environnement ont été effectuées sans interruption dans les TAAF dans plusieurs disciplines en biologie. Ce réseau français est unique dans le monde par son éloignement des continents habités et par la répartition de ces observatoires permanents le long d'un transect latitudinal à travers les océans Austral et Indien. Malgré leur découverte tardive et leur éloignement des continents habités, les écosystèmes subantarctiques et antarctiques ne sont pas intacts et l'action de l'homme y est sensible. Dans ces contrées inhospitalières et lointaines, les organismes vivants ont coévolué d'une manière originale, sans contact avec les flores et les faunes continentales (les îles subantarctiques françaises sont d'origine océanique). Or cet isolement est rompu depuis quelques décennies, provoquant des bouleversements écologiques drastiques. Ainsi, les écosystèmes insulaires ne connaissaient pas les mammifères herbivores et prédateurs : l'introduction de lapins par exemple a profondément modifié la structure des communautés végétales ; celle de rats ou de chats a éliminé en quelques dizaines d'années la moitié de l'avifaune de certaines îles - c'est à dire des millions d'oiseaux. Ce sont là les impacts les plus visibles dans les milieux terrestres, mais le domaine halieutique est aussi en plein bouleversement : les poissons des eaux froides, à croissance ralentie,

subissent l'impact des pêcheries.

Malgré leur isolement extrême et leur découverte tardive, ces territoires connaissent donc des problèmes classiques d'irréversibilité des perturbations anthropiques (introductions d'espèces, volontaires ou involontaires) et de développement durable (gestion rationnelle des pêches et du tourisme naissant). A cela s'ajoute l'impact des changements actuels du climat, particulièrement sensibles sous ces hautes latitudes, et ces territoires peuvent être considérées comme des « sentinelles » face à des modifications de l'environnement – climat, espèces envahissantes – de portée beaucoup plus générale. Les observations à moyen et long terme, ayant débuté avant l'amplification actuelle des perturbations anthropiques, n'en ont que plus de valeur.

Pluri- et inter-disciplinarité

Les écosystèmes marins et terrestres sont étroitement associés dans ces milieux insulaires où la matière organique provient essentiellement des oiseaux et mammifères marins qui viennent à terre pour muer et/ou se reproduire. Cette interdépendance explique que les équipes d'écologie terrestre et de biologie marine

coopèrent activement depuis l'origine au sein de la ZA, en liaison étroite également avec des équipes d'océanographie physique. Une autre particularité concerne la mise à profit des évolutions technologiques récentes (capteurs miniaturisés « embarqués » sur des vertébrés marins, géolocalisation, données satellitaires océaniques et terrestres...) avec des développements qui permettent une approche originale dans de nombreux domaines de recherche : utilisation de prédateurs marins se reproduisant à terre comme bioindicateurs des caractères physicochimiques et des ressources de l'océan austral ; analyse des populations d'oiseaux comme révélateurs des perturbations océanographiques ; étude de la réponse des espèces végétales et des invertébrés, autochtones ou introduits, aux changements climatiques (augmentation des températures, diminution des précipitations) et aux modifications de l'environnement physique qui résultent de ces changements (retrait glaciaire, érosion) ; mesure de l'impact des herbivores et des prédateurs introduits sur les communautés insulaires ; programmes de restauration d'îles par éradication de mammifères introduits...



Femelle éléphant de mer « *Mirounga leonina* » prête à partir en mer. Elle est équipée d'une balise Argos munie de capteurs de pression, température, salinité. Un émetteur VHF est collé à l'arrière de la balise, ce qui permet de retrouver environ 30 % des balises déployées et qui se détachent naturellement au cours de la mue, un an après la pose. Îles Kerguelen au sud de l'océan Indien. Les éléphants de mer qui passent la plus grande partie de leur vie en pleine mer, effectuent des plongées pouvant aller jusqu'à 2 000 mètres de profondeur. Equipés de ces balises, ils constituent pour les chercheurs une source d'informations sur l'océan Austral (climat, courants marins, échanges océan-atmosphère et production primaire).

Les disciplines concernées sont donc nombreuses - systématique, biogéographie, écologie, écophysiologie, éthologie, génétique, parasitologie... - avec un accent particulier sur la mise en place, l'exploitation et l'intégration de bases de données puisque certaines séries d'observations sur l'environnement sont enregistrées en continu, parfois depuis plusieurs décennies, et des nouvelles se mettent en place du fait de l'intérêt croissant pour les observations environnementales à long terme. Un des objectifs premiers de la ZA est de développer et pérenniser ce réseau d'observatoires à long terme, à travers une coordination pluriannuelle des activités et l'exploitation en métropole de ces séries de données dont l'acquisition est rendue possible par le soutien logistique et financier de l'IPEV. Des demandes de labellisation ont été déposées par la ZA en janvier 2010 pour consolider ce dispositif dans le cadre SOERE - *Système d'Observation et d'Expérimentation, sur le long terme, pour la Recherche en Environnement*.



Ile Guillou, Kerguelen - Des études menées depuis plus de 15 ans sur des sites de référence permettent de suivre la part croissante des plantes introduites dans les communautés végétales dont l'évolution actuelle est fortement influencée par les déficits de précipitations enregistrés depuis le début des années 1990 dans l'est de Kerguelen.

Equipes impliquées, contexte National et International

La Zone Atelier implique une dizaine d'équipes de recherche françaises (Universités, CNRS, MNHN, INRA) et s'appuie sur huit programmes de recherche soutenus par l'IPEV et cinq programmes soutenus par l'Agence Nationale de la Recherche, dont « Grand Sud », action de culture scientifique dans le cadre de l'Année

Polaire Internationale, présentée et menée par l'ensemble de la ZA.

Au plan international les membres de la ZA participent à plusieurs programmes du *Scientific Committee on Antarctic Research* (EBA, CAML...) et sont experts auprès de différents comités (CCAMLR : *Convention for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources*, ACAP : *Agreement on the Conservation of Albatrosses and Petrels*, ...). Les données sont intégrées dans des bases de données internationales (EBA : biodiversité faune et flore terrestre ; SCARMARBIN : biodiversité marine ; CORIOLIS : paramètres océanographiques recueillis par les prédateurs équipés de capteurs...). Les collaborations internationales, souvent établies de longue date, ont connu un renforcement particulier au cours de la période 2007-2009 avec notre participation à huit programmes labellisés Année Polaire Internationale.

Programmes ipev

109	Ornitho-Eco	H. Weimerskirch	Oiseaux et mammifères marins sentinelles des changements globaux dans l'océan Austral.
136	Ecobio	M. Lebouvier	Changements climatiques, actions anthropiques et biodiversité des écosystèmes terrestres subantarctiques.
137	Ecophy	Y. Le Maho	Stratégie alimentaire et mécanismes d'adaptation comportementale et physiologique des manchots face à la variabilité climatique: leurs limites et son impact sur la dynamique des populations.
279	Popchat	D. Pontier	Déterminisme biotique et abiotique de la synchronie des populations de chats dans un réseau trophique simplifié sur l'archipel des Kerguelen.
354	Ethotaaf	F. Bonadonna	Ecologie comportementale des oiseaux marins subantarctiques.
394	Oiseaux Plongeurs	C.A. Bost	Stratégies énergétiques des prédateurs marins et variabilité physique et trophique de l'océan Austral : étude en mer.
1142	Ico_ta	P. Koubbi	Observations intégrées de l'océan côtier en Terre Adélie.
1041	Salmevol	J. Labonne	Ecologie évolutive de la colonisation des îles Kerguelen par les salmonidés.

UN OBSERVATOIRE HOMMES-MILIEUX INEE-IPEV à Qamanittuaq (Baker Lake) ?

Robert CHERNOKIAN

Directeur scientifique adjoint de l'Institut Ecologie et Environnement, Directeur de l'UMR 6636 du CNRS Laboratoire Méditerranéen de Préhistoire Europe Afrique (LAMPEA) 13094 Aix-en-Provence.



La toundra près de Qamanittuaq

résumé

L'INEE et l'IPEV envisagent la création d'un Observatoire Hommes-Milieux sur le site de *Qamanittuaq* (Baker Lake) au Nunavut. Il s'agirait d'évaluer et de suivre l'impact du développement minier (principalement or et uranium) dans le contexte du changement global sur ce socio-écosystème. Des contacts sont en cours avec les communautés canadiennes et Inuits concernées dans ce but.

Qamanittuaq toponyme inuit de Baker Lake, signifie : « grande rivière (grand fleuve) qui s'élargit, gagne en profondeur et dont l'aspect est celui d'un lac » (M. Therrien)

abstract

INEE and IPEV would be interested in exploring the feasibility of a Man-Environment Observatory program in the Hamlet of Qamanittuaq, Nunavut (Baker Lake) and the nearby area. The goal is to assess and monitor the socio economical and environmental impacts of a huge mining activity complex (mainly gold and uranium) in the global change context on this socio-ecosystem and their evolution. Contacts are « on going » with the Canadian academic community and the Inuit Authorities as regard as the feasibility is concerned.

The inuit Baker Laker's name Qamanittuaq describes a large river widening, going deep, and looking like a lake (M. Therrien)

Les Observatoires Hommes-Milieux (OHM)

sont un outil de promotion de l'interdisciplinarité créé par l'Institut écologie et environnement (INEE) du CNRS. Ils ont en charge de favoriser et d'organiser, autour d'un objet d'étude commun, les interactions entre les différentes Sciences de l'Environnement, quel que soit le champ scientifique dont elles sont issues, Sciences de la Vie, Sciences de la Terre, Sciences de l'Homme et de la Société, ou autre, et chacune au même titre. Ils ont aussi pour fonction d'assurer le stockage, l'interopérabilité et la pérennité des données produites dans son cadre ou disponibles pour celui-ci. Destinés à l'étude des changements rapides et majeurs des systèmes

socio-écologiques, ils sont fondés sur un objet (lieu) qu'un fait à très fort impact social et environnemental structure profondément et qu'un événement vient bouleverser (ex. : un bassin minier et l'arrêt de son exploitation). Toutes les sciences étudient cet ensemble depuis leur coeur de discipline, constituant un ensemble multidisciplinaire. Une mise en commun annuelle assure les éclairages croisés qui facilitent l'apparition de l'interdisciplinarité. Les Observatoires Hommes-Milieux sont des lieux d'observation (déclinés en observation et rétro observation), d'étude, mais aussi de modélisation et d'expérimentation. L'une de leurs fonctions est explicitement aussi de répondre aux questions sociales, économiques, de santé, voire

politiques, nécessairement induites par ces situations, en termes de résilience, de remédiation et d'évaluation des performances des dispositifs d'intervention proposés. Ils peuvent constituer un dispositif d'aide à la décision politique. Cinq OHM ont aujourd'hui été créés au national, comme à l'international (OHM.I).

L'étude des milieux

et sociétés arctiques dans le cadre du Changement Global est identifiée par l'INEE comme l'un des chantiers essentiels qu'il souhaite promouvoir en étroite collaboration avec l'IPEV. Une réflexion commune a été amorcée qui a débouché sur l'opportunité d'ouvrir un OHM.I (international) sur le site de *Qamanittuaq* (Baker Lake) au Nunavut.

Ce site a vu le regroupement en une communauté urbaine de 11 groupes inuits suite à la grande famine de 1957-1958. Il se compose aujourd'hui de quelque 2000 habitants sur une zone -région de Kivalliq à l'ouest de la Baie d'Hudson- qui recèlerait 80% des réserves d'or et d'uranium du pays.

Le développement de multiples sites miniers (en 2008, on comptait 32 sites d'exploration pour l'uranium, 9 pour l'or, 6 pour le diamant, 2 pour le nickel (cf. carte) impacte considérablement le lieu, perturbant les routes de migration des caribous qui sont la base même de la culture des Inuits de l'intérieur. Le développement économique induit est considérable ainsi que l'aménagement du territoire consécutif au développement minier (aéroport, routes, ponts, cf. ouverture de la mine de Meadowbank au printemps 2010).

Les conséquences du changement global sont aussi très perceptibles : de nouvelles espèces ont été vues au-delà de leur aire de répartition habituelle (orignal, ours, ...), la limite des arbres se déplace vers le nord, les effectifs des populations de caribou sont en déclin, leurs parcours de migration sont modifiés et la fréquentation des zones de vêlage a chuté. Tous ces événements se développent sur ou à proximité d'une zone, aux embouchures des rivières Thelon et Kazan, qui ont été classées comme sanctuaires de faune sauvage.



Caribou

Cette situation intéresse tant les responsables et chercheurs canadiens que ceux des communautés Inuit et le gouvernement du Nunavut.

Le contexte ainsi décrit est très exactement celui des OHM : un lieu très fortement impacté tant socialement qu'écologiquement et un événement brutal qui vient perturber ce système. En fait celui-ci serait double -le développement minier intense aujourd'hui, mais avec une durée d'activité limitée (donc deuxième bouleversement inverse proche 10 à 20 ans)- voire triple, si l'on considère l'impact qu'à dû avoir l'installation de la communauté à la fin des années 50, tant sur le site de *Qamanittuaq*, que sur ceux qui étaient auparavant occupés ou parcourus (possibilité de rétro-observer l'impact d'une population

non sédentaire sur un écosystème de milieu fragile).

L'INEE considère donc de la manière la plus attentive la possibilité de créer un OHM sur *Qamanittuaq*. Les contacts préliminaires avec les collègues et les différentes instances canadiens et du Nunavut concernés ont été engagés pour évaluer leur attitude à l'égard de la mise en place d'un tel dispositif et de leur proposer une collaboration intégrée, comme celle que suppose un OHM.I. Si tout se passe favorablement, l'ouverture de l'OHM.I *Qamanittuaq* pourrait intervenir en 2011.



Qamanittuaq (Baker Lake)

North Pole ★ Pôle nord



ARCTIC OCEAN
Océan Arctique

Nunavut consists of:
 (a) all of Canada north of 60°N and east of the boundary line shown on this map, and which is not within Quebec or Newfoundland and Labrador; and
 (b) the islands in Hudson Bay, James Bay and Ungava Bay that are not within Manitoba, Ontario, or Quebec.

Nunavut comprend :
 (a) la partie du Canada située au nord du 60°N et à l'est de la limite indiquée sur cette carte, à l'exclusion des régions appartenant au Québec ou à Terre-Neuve-et-Labrador; et
 (b) les îles de la baie d'Hudson, de la baie James et de la baie d'Ungava, à l'exclusion de celles qui appartiennent au Manitoba, l'Ontario ou au Québec.

KALAALLIT NUNAAT
(GRÖNLAND)
(Denmark / Danemark)

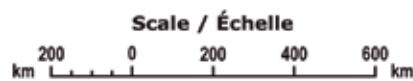
NUNAVUT

Arctic Circle
Cercle Arctique

NORTHWEST TERRITORIES
TERRITOIRES DU NORD-OUEST

LEGEND / LÉGENDE

- Territorial capital / Capitale territoriale
- Other populated places / Autres lieux habités
- International boundary / Frontière internationale
- - - - Provincial boundary / Limite provinciale
- - - - Dividing line / Ligne de séparation (Canada and/et Kalaallit Nunaat)



MANITOBA

ONTARIO

QUEBEC
QUÉBEC

NFLD & LAB
T-N-et-LAB

Ungava Bay
Baie d'Ungava

Hudson Bay
Baie d'Hudson

James Bay
Baie James

Baffin Bay
Baie de Baffin

Davis Strait
Détroit de Davis

Hudson Strait
Détroit d'Hudson



Ellesmere Island

Alert

Île d'Ellesmere

Grise Fiord

Devon I

Resolute

Arctic Bay

Nanisivik

Pond Inlet

Clyde River

Victoria Island

Cambridge Bay

Kugluktuk

Umingmaktok

Back River

Baker Lake

Rankin Inlet

Whale Cove

Arviat

Taloyoak

Igloolik

Pelly Bay

Repulse Bay

Coral Harbour

Chesterfield Inlet

Sanikiluaq

Baffin Island

Île de Baffin

Qikiqtaaluaq

Pangnirtung

Iqaluit

Cape Dorset

Kimmirut

Hudson Strait

Détroit d'Hudson

Ungava Bay

Baie d'Ungava

James Bay

Baie James



LES RÉGIONS POLAIRES **TERRES DE**

RECHERCHE



Parallèlement aux programmes d'observations et de mesures sur le long terme, l'Ipev a soutenu en 2009 plusieurs programmes de recherche qui s'inscrivent dans le court ou le moyen terme. Ils concernent aussi bien la géologie, la glaciologie, la chimie de l'atmosphère, la biologie, l'océanographie côtière, les sciences humaines.

Dans ce spectre très large de recherches, la biologie et l'écologie terrestres ou marines occupent une place importante, en particulier dans les îles subantarctiques. Les études portent sur les aspects physiologiques, métaboliques, éthologiques qui ont permis aux espèces animales de s'adapter aux conditions environnementales très contraignantes. Mais également sur le fonctionnement des écosystèmes, leur sensibilité aux évolutions climatiques et aux effets anthropiques notamment, dans les îles subantarctiques, l'introduction de nouvelles espèces végétales ou animales.

Dans le domaine des géosciences on retiendra en Antarctique, la mise en place de stations sismiques autonomes, en bordure du continent à l'Est de la base Dumont d'Urville et sur la calotte glaciaire, entre la station Concordia et la base russe de Vostok. En glaciologie, on notera la poursuite du forage profond international NEEM au Groenland dans lequel la France est très impliquée et les études sur la dynamique et l'évolution des glaciers menées en Antarctique et au Spitzberg. La chimie de l'atmosphère, les interactions avec la neige et l'océan ont fait l'objet de campagnes de prélèvements et de mesures en Arctique comme en Antarctique.

L'année 2010 étant celle de la biodiversité, quatre articles rattachés à ce thème ont été choisis pour illustrer les recherches soutenues par l'Institut polaire.

LES MANCHOTS, modèles d'adaptations géniques aux environnements polaires

Mireille RACCURT, Benjamin REY, Cyril DEGLETAGNE,
Loïc TEULIER, Damien ROUSSEL, Jean Louis ROUANET, Claude DUCHAMP

Laboratoire de Physiologie Intégrative, Cellulaire et Moléculaire, UMR 5123 CNRS
Université de Lyon, 69622 Villeurbanne



résumé abstract

Les milieux polaires ont permis la sélection de processus fondamentaux, uniques et essentiels à la survie des espèces. L'étude par une approche de physiologie intégrative des processus énergétiques développés par le manchot adélie (espèce antarctique) et le manchot royal (espèce sub-antarctique) aux étapes clé de leur vie révèle des mécanismes originaux optimisant l'utilisation des ressources énergétiques. Le décryptage moléculaire de ces mécanismes est fondamental pour évaluer le réel potentiel adaptatif de ces oiseaux marins face aux changements environnementaux.

Polar regions have contributed to the selection of unique, fundamental processes essential for animals survival. By an integrative physiological approach, the deciphering of the adaptative energetic mechanisms developed by Adelie penguin (antarctic species) and King penguin (subantarctic species), at critical steps of their living, reveal original bioenergetic mechanisms optimizing the use of energy resources. It becomes essential to understand the full panel of adaptations that these seabirds can oppose to environmental changes.

Objectifs du programme

En ralentissant les processus biologiques et en gelant l'eau cellulaire, le froid polaire menace la vie des organismes. Les manchots, dont la température interne avoisine 38°C, ont développé des mécanismes physiologiques générateurs de chaleur tout en minimisant les

pertes thermiques pour réduire les coûts énergétiques. La gestion optimisée de ce budget énergétique passe par une sélection naturelle de processus bioénergétiques qui conditionnent leur survie et leur succès reproducteur en milieu polaire. Les manchots constituent donc des modèles exceptionnels

pour l'étude de la plasticité de la fonction de thermorégulation, des processus énergétiques essentiels à la vie et de la gestion des ressources énergétiques.

Par une approche physiologique intégrée allant de l'animal entier à l'expression des gènes, nous recherchons les mécanismes

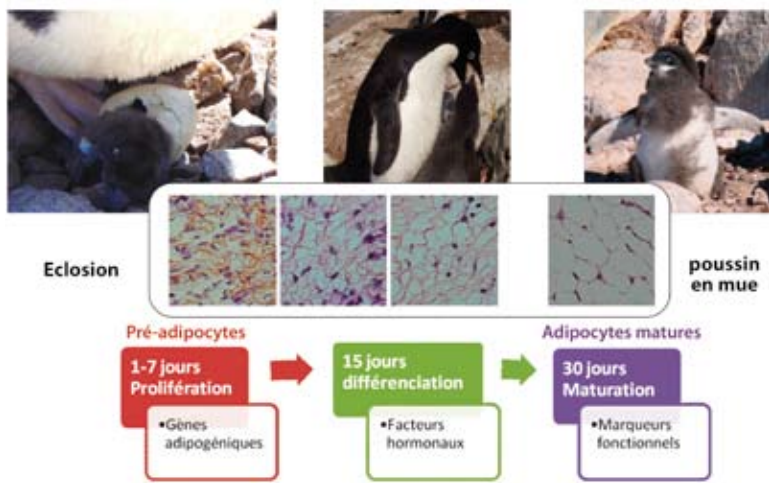


Fig. 1

Régulation moléculaire de l'adipogenèse chez le manchot adélie au cours du premier mois de sa vie.

d'adaptation au froid qui permettent aux oiseaux polaires de survivre aux contraintes thermiques majeures rencontrées au cours de leur croissance entre l'éclosion et le passage en mer. Dans ces périodes critiques, les faibles capacités des jeunes organismes, l'allocation délicate des ressources énergétiques entre croissance et thermogenèse, ou les contraintes physiques du milieu (air, eau) sont autant de paradigmes énergétiques dont la résolution assure la survie. La comparaison d'espèces à cycle de reproduction court comme le manchot Adélie (4 mois) et des espèces à cycle plus long comme le manchot royal (14 mois), chacun étant soumis à des contraintes climatiques différentes (subantarctique/antarctique), permet la mise en évidence de mécanismes généraux et/ou spécifiques.

Travaux réalisés

Ces dernières années ont ciblé plus particulièrement les mécanismes moléculaires régulant :

- le développement des réserves énergétiques chez les jeunes poussins adélie en croissance pendant les premières semaines de vie après l'éclosion,
- l'impact du statut nutritionnel sur l'expression et l'activité de la protéine mitochondriale découplante aviaire (avUCP) dans le muscle squelettique de manchots royaux adultes
- la mise au point d'un outil d'analyse génique haut débit, performant, chez le manchot.

Ces stratégies d'étude par gène cible ou par analyse globale du transcriptome ont été possibles par le développement sur le terrain à la fois de l'échantillonnage des tissus par biopsie sur les oiseaux anesthésiés et l'analyse au laboratoire par des techniques de biologie moléculaire d'amplification d'ADN (PCR). Les analyses complémentaires par des approches à haut débit (puces à ADN) ont été réalisées en métropole après rapatriement des tissus prélevés. Des efforts méthodologiques et conceptuels ont été essentiels pour adapter les outils d'analyse existants à des espèces animales non modèles pour lesquelles les outils moléculaires ne sont pas disponibles.

Résultats et perspectives

Chez le manchot Adélie, nous avons caractérisé l'ontogenèse des stocks adipeux, réserves énergétiques indispensables aux besoins précoces de thermorégulation puisque les lipides constituent un rempart isolant et un combustible essentiel. Pour le poussin, le court été polaire impose une gestion optimale des apports alimentaires pour favoriser une croissance rapide en minimisant les besoins de thermogenèse. Nous avons montré le développement rapide et prioritaire du tissu adipeux pendant les premières semaines de vie, au moment où le poussin bénéficie à la fois de la protection thermique de ses parents et d'un bon apport alimentaire. Nos conclusions

aboutissent à un schéma de régulation génique, sensiblement différent de celui décrit dans des études *in vitro*, récapitulant de manière chronologique les événements moléculaires qui sous-tendent la transformation morphologique des pré-adipocytes en adipocytes matures pendant le premier mois de vie du Manchot Adélie (Fig. 1). Cette séquence d'activation génique suit parfaitement la succession des événements de la vie du poussin pendant cette période.

Au cours de la vie adulte, les longues périodes de jeûne alimentaire (mue et reproduction) sont des situations où s'expriment aussi des compromis énergétiques : dissiper de l'énergie est nécessaire pour les besoins thermogènes, mais minimiser l'utilisation des réserves est vital pour résister à un jeûne de longue durée. Cette gestion rigoureuse du budget énergétique requiert des mécanismes de régulation qui s'opèrent en partie à l'échelle sub-cellulaire. En affectant le rendement de conversion énergétique des nutriments en ATP, la plasticité mitochondriale joue un rôle central dans les réponses aux stress énergétiques dans le muscle squelettique, le principal organe dissipateur d'énergie chez les oiseaux. Chez des manchots royaux adultes, l'état nutritionnel contrôle étroitement l'expression d'un gène codant pour une protéine mitochondriale, la protéine découplante aviaire. Le jeûne de longue durée réduit fortement cette expression alors que la renutrition la réactive (Fig. 2). La réduction de l'expression de l'avUCP au cours du jeûne s'accompagne de la diminution de l'activité énergétique de la protéine sur mitochondries isolées *in vitro*, d'une sévère dépression métabolique de l'oiseau et d'une légère hypothermie localisée. Ce processus moléculaire constitue donc un des mécanismes adaptatifs à la remarquable résistance des manchots au jeûne alimentaire de longue durée.

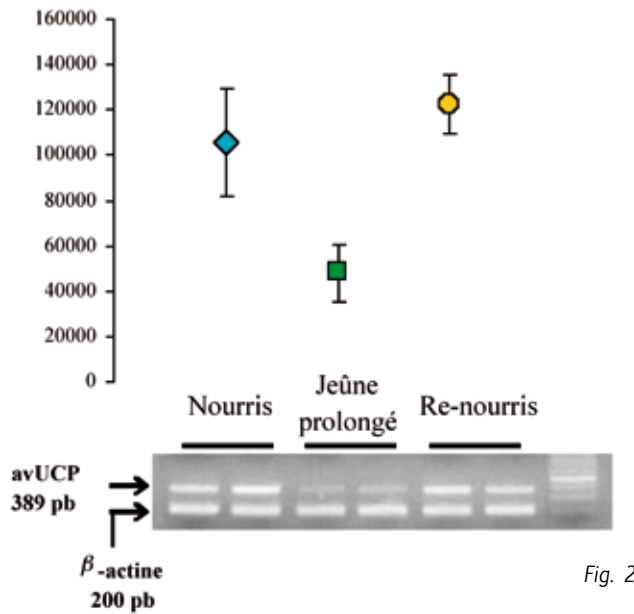


Fig. 2
Expression du gène codant la protéine découplante aviaire (avUCP) dans le muscle pectoral de manchot royal dans différents états nutritionnels.

Afin d'élargir l'investigation des gènes cibles, sujets aux régulations imposées par les contraintes environnementales, nous avons développé l'analyse à large échelle des modifications transcriptionnelles lors de l'adaptation naturelle au passage en mer des manchots royaux juvéniles. A partir d'ARN extraits de biopsies de muscle pectoral de manchots royaux prélevées avant ou après l'acclimatation au milieu marin, nous avons réalisé une hybridation sur puce à ADN. L'absence de puces dédiées spécifiquement au manchot nous a contraints à utiliser des puces Affymetrix de poulet. L'hybridation hétérologue induisant une perte d'informations due à la divergence de séquences entre poulet et manchot, nous avons développé et validé un nouvel algorithme, MaxRS (Maximum Rank Sum), mettant en évidence la modification de l'expression de plusieurs centaines de gènes (Fig. 3) - L'analyse de ces gènes permettra d'élucider les mécanismes moléculaires responsables de l'optimisation rapide des processus métaboliques thermogènes mis en jeu lors de l'épreuve thermique du passage en mer chez ces jeunes endothermes.

Parce que les oiseaux polaires et notamment les manchots sont les

témoins directs de la vulnérabilité de l'océan Austral face aux changements climatiques, leur statut physiologique et les mécanismes adaptatifs qu'ils sont capables de développer sont riches d'informations pour évaluer la survie de ces espèces. Ces mécanismes pourraient servir de bio-marqueurs moléculaires des perturbations environnementales.

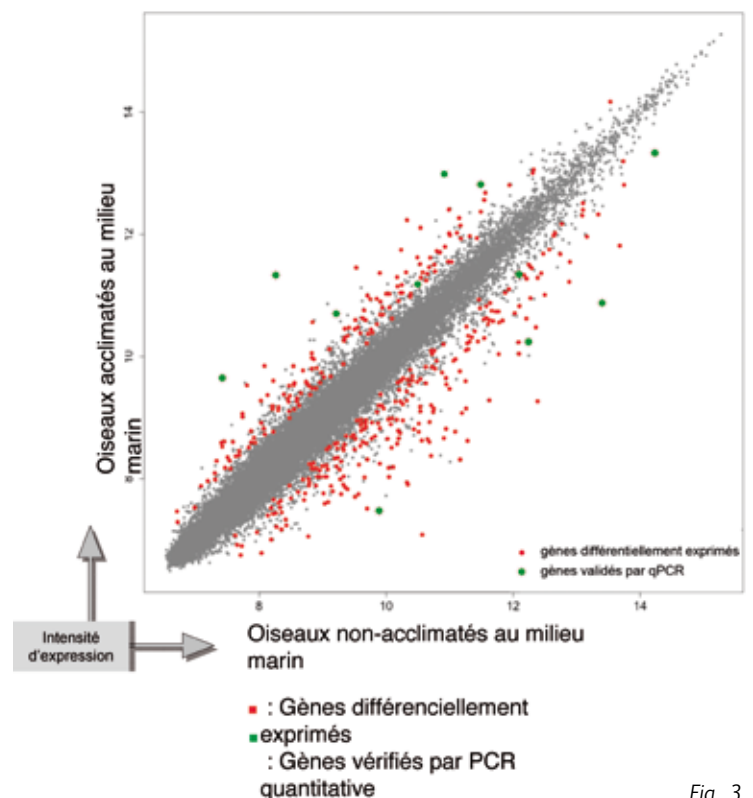


Fig. 3
Transcriptome différentiel dans le muscle pectoral de manchot royal juvénile après passage en mer.

Références

M Raccurt, F Baudimont, J Tirard, B Rey, E Moureaux, A Geloën, C Duchamp. Growing in Antarctica, a challenge for white adipose tissue development in Adélie penguin chicks (*Pygoscelis adeliae*). *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 295: R1671–R1679, 2008

Raccurt M et al. Not Fat, Just Well Covered. Editor's choice. *Science* 322, 506, 2008.

B Rey, LG. Halsey, V Dolmazov, J-L Rouanet, D Roussel, Y Handrich, PJ. Butler and C Duchamp. Long-term fasting decreases mitochondrial avian UCP-mediated oxygen consumption in hypometabolic king penguins. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 295: R92–R100, 2008.

C Degletagne, C Keime, B Rey, M de Dinechin, F Forcheron, P Chuchana, P Jouvantin, C Gautier, C Duchamp. Transcriptome analysis in non-model species: a new method for the analysis of heterologous hybridization on microarray. *BMC Genomics* 11: 344, 2010.

IMPACT DE L'ACIDIFICATION DES OCÉANS sur l'écosystème arctique

Jean-Pierre GATTUSO^{1,2}, Steeve COMEAU^{1,2}, Frédéric GAZEAU^{1,2,3} et Sophie MARTIN^{4,5}

1 - INSU-CNRS, Laboratoire d'Océanographie de Villefranche, B.P. 28, 06234 Villefranche-sur-mer Cedex, France

2 - Université Pierre et Marie Curie, Observatoire Océanologique de Villefranche-sur-Mer, 06230 Villefranche-sur-mer, France

3 - Netherlands Institute of Ecology, Centre for Estuarine and Marine Ecology, Postbus 140, 4400 AC Yerseke, Pays-Bas

4 - Marine Environmental Laboratories, International Atomic Energy Agency, 4 quai Antoine 1^{er}, 98000 Monaco, Principality of Monaco

5 - Station Biologique, CNRS et Université Pierre et Marie Curie, 29682 Roscoff, France



résumé abstract

Le programme FR-EPOCA soutenu par l'IPEV est une contribution française au projet européen EPOCA (European Project on Ocean Acidification). Les résultats des campagnes 2008 et 2009 ainsi que les perspectives pour 2009 sont brièvement décrites.

The FR-EPOCA project supported by IPEV is a French contribution to the European Project on Ocean Acidification. The results of the 2008 and 2009 field experiments and the perspectives for 2010 are briefly described.

Objectifs du programme

L'acidification des océans désigne la diminution du pH (ou augmentation de l'acidité) de l'eau de mer causée par l'absorption du gaz carbonique (CO₂) d'origine anthropique par l'océan. Le pH moyen des eaux de surface a déjà diminué de 0,1 unité depuis 1750 et pourrait encore diminuer de 0,2 à 0,4 unité d'ici la fin de ce siècle. Cela entraîne un bouleversement de la chimie de l'eau de mer dont les conséquences biologiques, écologiques et

biogéochimiques sont en général mal connues.

L'étude de l'acidification des océans et de son impact sur les organismes et les écosystèmes marins fait l'objet d'un intérêt croissant. Le projet européen EPOCA (European Project on Ocean Acidification ; <http://epoca-project.eu>) a pour objectif l'étude de l'acidification des océans et de ses conséquences sur les organismes et les écosystèmes marins. Il regroupe plus de 100 scientifiques

de 27 institutions partenaires de 9 pays.

L'Arctique est le site d'étude privilégié d'EPOCA car ses eaux de surface deviendront sous-saturées en aragonite, une forme de carbonate de calcium (CaCO₃), et donc corrosives pour ce minéral, 1 mois par an dès 2016 dans l'océan Arctique (Steinacher et al., 2009). En fait, des sous-saturations ponctuelles ont déjà été mesurées dans le bassin Arctique Canadien.



Récolte des ptéropodes dans le Kongsfjord.

Fig.1

L'IPEV soutient la contribution française d'EPOCA (FR-EPOCA). Les campagnes effectuées à Ny-Ålesund en 2008 et 2009 avaient pour objet l'étude de l'impact de l'acidification de l'eau de mer sur les mollusques planctoniques à coquille (ptéropodes), les algues et les mollusques benthiques ainsi que le sédiment.

TRAVAUX RÉALISÉS EN 2009

Les ptéropodes

Le ptéropode ou « papillon de mer » *Limacina helicina* est un organisme clé de l'écosystème pélagique arctique (Fig. 1). Il est présent en Arctique et dans l'océan Austral où il peut atteindre de très fortes abondances. Du fait de son abondance et de ses qualités énergétiques, *L. helicina*

est une proie majeure dans les écosystèmes polaires.

Des individus ont été maintenus à température *in situ* (0°C) et élevée (4°C), ainsi qu'à cinq niveaux de pCO₂ (280, 380, 550, 760 et 1120 _atm) correspondant à un gradient, du niveau pré-industriel (280 _atm) au niveau le plus pessimiste prévu pour 2100 par le scénario A1FI (1120 _atm) du GIEC.

La calcification a été mesurée grâce à l'utilisation de l'isotope radioactif ⁴⁵Ca. Plus la pCO₂ était élevée, plus la précipitation de calcaire était faible. La calcification était nulle pour les valeurs de pCO₂ les plus élevées (760 et 1120 _atm) à 0°C et pour la valeur la plus élevée à 4°C. Les maxima de calcification ont été mesurés à la pCO₂ la plus faible (280 _atm).

La forte diminution de la calcification de *L. helicina* dans des eaux riches en CO₂, couplée à l'augmentation future de son degré corrosif, fait peser de sérieux doutes sur la capacité des ptéropodes à fabriquer leur coquille d'ici quelques années (Comeau et al., 2009, soumis). Les espèces se nourrissant des ptéropodes (harengs, saumons, certaines espèces de baleines et d'oiseaux marins) pourraient également être affectées.

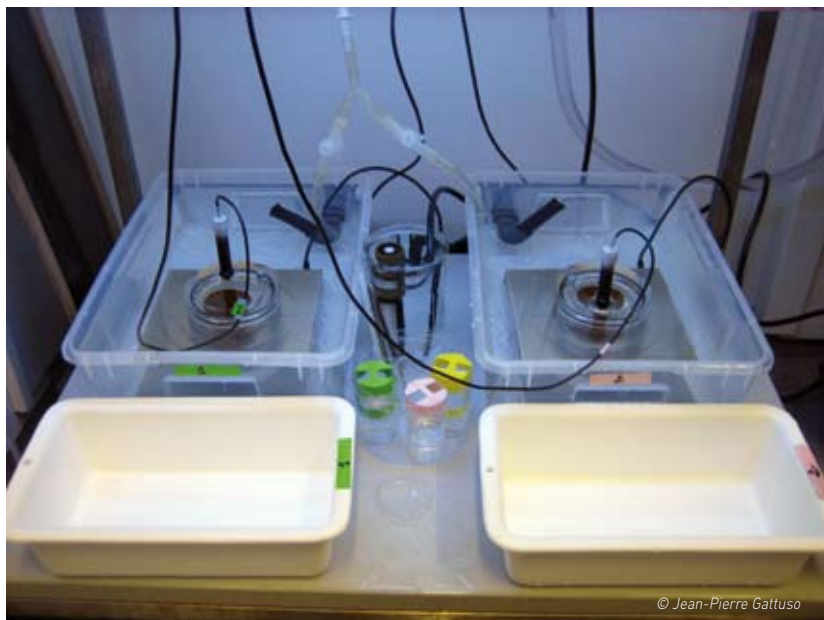
Macroalgues et mollusques benthiques

L'impact de l'acidification de l'eau de mer a été testé chez une espèce d'algue brune *Saccharina latissima* (ou *L. saccharina*) et deux espèces de mollusques : *Margarites helicinus*, gastéropode de quelques mm vivant sur les thalles de laminaires et *Serripes groenlandicus* un bivalve de quelques cm présent sur les sédiments meubles. Ces organismes ont été collectés par les plongeurs puis placés en aquariums dans des conditions contrôlées.

Les algues ont été maintenues à une température ambiante de 0°C tandis que les mollusques ont été placés à deux températures : température ambiante (0°C) et élevée (4°C). Plusieurs niveaux de pCO₂ ont été testés : ambiant (380 ppm) et élevés (540, 750, 1120 et 3000 µatm).

La photosynthèse et la respiration des laminaires a été mesurée dans des chambres d'incubations (Fig. 2). Les premiers résultats montrent des taux de production supérieurs dans les conditions de pCO₂ les plus élevées (1120 et 3000 ppm). L'augmentation de pCO₂ pourrait ainsi bénéficier à la production primaire de ces algues.

Les mesures de métabolisme chez les mollusques se sont focalisées sur la calcification mesurée grâce au ⁴⁵Ca. Les organismes ont été placés dans des aquariums contenant du ⁴⁵Ca puis prélevés tous les deux jours à raison de 5 à 10 individus sur une période 10 jours. Ce travail ne



Mesure de photosynthèse et respiration des laminaires.

Fig. 2

s'est cependant pas révélé concluant en raison du trop faible taux de croissance des organismes dans les conditions de culture en aquariums et d'un taux élevé d'adsorption non biologique du ^{45}Ca sur la chair et la coquille des mollusques.

Flux et biodiversité sédimentaires

Des carottes sédimentaires ($n=20$) ont été prélevées dans des tubes en plexiglas par des plongeurs puis transportées au laboratoire et maintenues à l'obscurité pendant 3 semaines (Fig. 3). Chaque carotte a été exposée à un flux continu d'eau de mer thermostatée (0°C) en provenance de 5 bacs dans lesquels la $p\text{CO}_2$ était régulée à 540, 760, 1120 et 3000 μatm , un bac servant de contrôle à la $p\text{CO}_2$ *in situ* (380 μatm). A cinq reprises, l'apport d'eau vers les carottes sédimentaires a été stoppé et ces dernières isolées durant 24 h. Avant et après les incubations, les concentrations en oxygène, en sels nutritifs (ammonium, nitrate, nitrite, phosphates et silicates) et en carbone inorganique dissous ainsi que l'alcalinité totale et le pH ont été mesurés. A la fin de ces incubations, les carottes ont été incubées en présence de nitrate marqué au ^{15}N afin de quantifier les taux de dénitrification. Les sédiments ont ensuite été sectionnés et stockés au congélateur avant mesure des contenus en pigments, carbone et azote organique ainsi que de leurs isotopes (^{13}C et ^{15}N).

Les résultats montrent que seuls quelques processus sédimentaires sont affectés. La production d'alcalinité totale par le sédiment et la production de carbone inorganique dissous varient en fonction de la $p\text{CO}_2$. Cela est certainement dû à la diminution de la saturation en CaCO_3 , l'eau de mer devenant sous-saturée au delà de 1120 μatm , ce qui provoque une dissolution du CaCO_3 sédimentaire, produit des ions carbonates, de l'alcalinité et du carbone inorganique dissous qui sont transférés dans l'eau sus-jacente. Les flux de sels nutritifs, la respiration aérobie et la dénitrification ne semblent pas affectés par une augmentation de $p\text{CO}_2$ jusqu'à 3000 μatm . Ceci est également vrai pour les contenus en pigments et en matière organique. La diversité bactérienne dans les différents traitements est en cours d'évaluation par nos collègues du *Plymouth Marine Laboratory*.

Perspectives

Les résultats de la campagne 2008 sont publiés (Comeau et al., 2009) et ceux de la campagne 2009 sont en cours d'analyse. En juin-juillet 2010, la campagne EPOCA de Ny-Ålesund concernera des expériences de perturbation dans 9 mésocosmes pélagiques. La contribution de FR-EPOCA concernera notamment les paramètres et processus suivants : abondance et production virale, abondance et production bactérienne, production primaire

et respiration, diversité virale et bactérienne, activité des gènes impliqués dans la calcification et abondance des protéines photosynthétiques.

Références

- Comeau S., Gorsky G., Jeffree R., Teyssié J.-L. & Gattuso J.-P., 2009. Impact of ocean acidification on a key Arctic pelagic mollusc (*Limacina helicina*). *Biogeosciences* 6:1877-1882.
- Comeau S., Jeffree R., Teyssié J.-L. & Gattuso J.-P., *sbm*. Response of the Arctic pteropod *Limacina helicina* to projected future environmental conditions. *PLoS One*.
- Steinacher M., Joos F., Frölicher T. L., Plattner G.-K. & Doney S. C., 2009. Imminent ocean acidification projected with the NCAR global coupled carbon cycle-climate model. *Biogeosciences* 6:515-533.



Système de régulation de la $p\text{CO}_2$ dans les bacs alimentant les carottes sédimentaires.

Carotte sédimentaire prélevée près du port de Ny-Ålesund.

Fig. 3

LA VIE À HAUTE TEMPÉRATURE dans les Terres australes

Marc LE ROMANCER¹, Jean-Louis BIRRIEN¹, Gilles SARAGONI² et Patrick LE CHEVALIER³

1 - Laboratoire de microbiologie des environnements extrêmes, UMR6197 (CNRS-UBO-Ifremer), Institut Universitaire Européen de la Mer, Université de Bretagne Occidentale, Avenue Dumont D'Urville, 29280 Plouzané

2 - UMR 5244 CNRS- EPHE- UPVD, Université de Perpignan, Via Domitia 52 av. Paul Alduy, 6860 Perpignan

3 - Laboratoire universitaire de biologie et d'écologie microbienne, Université de Bretagne Occidentale, 6 rue de l'Université, 29334 Quimper



résumé abstract

Consacré à l'étude de la diversité des communautés microbiennes thermophiles des sources géothermales des îles subantarctiques, le programme IPEV 408 « HOTVIR » s'achève par cette quatrième et dernière campagne d'été. D'ultimes échantillons d'eaux chaudes, de sols et de vapeurs de fumerolles vont nous permettre de dresser l'inventaire de la diversité spécifique des communautés bactériennes et archéennes thermophiles de ces écosystèmes. D'ores et déjà, de nouvelles espèces, certaines ouvrant même un nouveau genre bactérien, sont en cours de description étendant ainsi notre connaissance de la diversité des organismes extrémophiles.

During the last field survey of the programme HOTVIR, we investigated three main geothermal areas i.e. the Rallier du Baty peninsula and Val Travers, both on Kerguelen island, as well as Saint Paul island. Analyses of the samples collected from hot springs and fumaroles led to the description of the geochemical characteristics of the hot springs. This contributed to a precise characterisation of the various biotopes in which extremophilic microbial communities are thriving. Combining molecular and cultural approaches, we are obtaining quite original results about diversity and relative abundance of bacterial and archaeal populations present in the hot springs of the French Austral and Antarctic Territories. New cultivable thermophiles representing new species or genera have been recovered, extending the knowledge of the extremophilic microbial diversity.

Les Terres australes françaises abritent aussi des sources chaudes

Si la majorité des sites géothermiques étudiés à ce jour se situe dans l'hémisphère nord, l'hémisphère sud abrite aussi de tels écosystèmes et, de façon inattendue, en zone polaire. Les Terres australes françaises (Saint-Paul et Kerguelen) totalement isolées au milieu d'immenses masses océaniques, tout comme le continent Antarctique (Mont Erebus, île de la Déception, ...) sont le siège d'activités géothermiques.

Dans le domaine de la microbiologie, la connaissance de la diversité des communautés microbiennes hyperthermophiles dans ces environnements polaires est tout à fait primaire et celle des sources chaudes des îles Saint-Paul et Kerguelen restent à ce jour totalement inexplorées.

Cette diversité est-elle similaire à celle rencontrée dans d'autres sites géothermiques terrestres ? Existe-t-il des similitudes entre les communautés microbiennes présentes dans les sources chaudes de ces deux îles australes ? Et avec celles des sites géothermiques du continent Antarctique ? Ces communautés présentent-elles des homologies avec celles qui peuplent les sources hydrothermales océaniques profondes ? Quelles peuvent être les voies de dissémination de ces microorganismes ?

Ce sont autant de questions auxquelles le programme IPEV n°408 HOTVIR, mené en étroite

collaboration avec les géologues et géochimistes du programme DILIOKER, tente d'apporter des réponses. Démarré en 2006, HOTVIR s'achève sur cette quatrième campagne d'été qui nous a conduit sur les sites géothermiques majeurs des îles australes.

De la plage du Feu de joie à l'île Saint-Paul en passant par Val Travers : trois sites aux caractéristiques géochimiques différentes.

En raison du classement de l'île Saint-Paul et d'une grande partie de la Péninsule Rallier du Baty en zone de protection intégrale, auquel s'ajoute la difficulté de séjourner sur la côte ouest de Kerguelen, trois campagnes d'été ont été nécessaires pour découvrir les principaux sites d'activité géothermique des Terres

australes françaises, à savoir l'ouest de la Péninsule Rallier du Baty et Val Travers à Kerguelen ainsi que Saint-Paul. Forte de l'acquis des précédentes missions, cette quatrième campagne a eu pour objectifs de rapporter d'ultimes échantillons afin de consolider l'exploration de la diversité des populations microbiennes thermophiles, mais aussi d'initier l'étude de la dispersion de ces microorganismes par voie aéroportée dans les fumerolles et enfin de rechercher des sources chaudes sous-marines dans le cratère de Saint-Paul.

Pour cette dernière mission, la contribution logistique de l'IPEV fut tout à fait exceptionnelle fédérant l'implication totale des équipages du Marion Dufresne et de l'hélicoptère, en parfaite coordination avec l'OPEA des TAAF, qui ont tous uni leurs efforts, en particulier à Rallier du Baty.

Ainsi, dès notre atterrissage sur la côte ouest de Kerguelen, nous avons eu accès au plateau des Fumerolles où de nombreux prélèvements d'eau, de sol et de vapeur ont été effectués. Puis ce fut le site le plus accessible de Val Travers qui a été visité. Ses trois sources chaudes ont été à nouveau échantillonnées, la plus proche de la cabane faisant l'objet d'un balisage dans la perspective d'un suivi temporel dans les prochaines années. Tous ces prélèvements



Conditionnement d'échantillons d'eaux de différentes sources chaudes plus ou moins chargées en oxyde de fer (Rallier du Baty - Kerguelen)



© Patrick Le Chevalier

Prélèvement de vapeurs sur le plateau des Fumerolles à Rallier du Baty (Kerguelen)

ont été rapidement conditionnés à bord du Marion Dufresne, où un laboratoire avait été mis à notre disposition pour travailler entre deux déposes sur le terrain.

Enfin, avec l'autorisation des TAAF, nous avons séjourné 72 heures à Saint-Paul afin d'organiser une série de plongées subaquatiques à la recherche de sources hydrothermales sous-marines dans le cratère. Deux sources hydrothermales d'où diffusent des eaux chaudes (83-85°C) ont été identifiées et échantillonnées dans la zone des dix premiers mètres de profondeur. Véritable mésocosme naturel, le site volcanique de Saint-Paul est particulièrement intéressant en raison de sa position près de la dorsale est-indienne. Il représente un environnement relais idéal pour l'étude des sources hydrothermales océaniques profondes de l'Océan Indien.

Les échantillons d'eau, de sédiments et de gaz provenant de sources chaudes commencent à livrer leurs secrets

Les analyses effectuées sur différentes sources chaudes ou fumerolles aux caractéristiques physico-chimiques variées (température allant de 60 à 100°C, et pH s'échelonnant de 3,5 à 9,5) ont permis la description de leurs propriétés géochimiques. En plus de nous apporter des informations originales sur l'hydrothermalisme dans les Terres australes, l'établissement des

caractéristiques géochimiques de ces sources nous donne surtout de précieuses indications sur les types métaboliques susceptibles d'être observés dans ces sources.

En combinant les approches culturales et moléculaires, nous commençons à obtenir des résultats originaux sur la diversité des populations bactériennes et archéennes présentes dans ces biotopes. Les populations détectées indiquent une composition des communautés des sources de Kerguelen très différente de celles de Saint-Paul. Si les séquences génomiques les plus proches de celles obtenues dans les échantillons de Kerguelen sont majoritairement issues de sources géothermales terrestres (exemple : Yellowstone,...), de façon surprenante, celles présentes à Saint-Paul sont essentiellement proches de représentants hébergés dans les sources hydrothermales océaniques profondes ou d'écosystèmes géothermiques antarctiques. L'analyse moléculaire montre aussi qu'un grand nombre de séquences n'ont aucun proche représentant cultivé, correspondant à autant de nouveaux taxons procaryotiques qui n'ont, à l'heure actuelle, jamais été décrits. Nous avons réussi à cultiver un certain nombre d'isolats thermophiles représentant pour certains de nouvelles espèces. La bactérie thermophile *Caldiclava thermospodii* ouvre même un nouveau genre. De son côté, *Marinitoga litoralis* est la première espèce du genre *Marinitoga* isolée dans une source côtière et non

dans les sources hydrothermales profondes, ce qui pose l'intrigante question de l'existence de voies souterraines de communication entre ces sources hydrothermales et les systèmes géothermiques côtiers, qui pourraient représenter autant de fenêtres ouvertes sur la biosphère souterraine profonde.

A terme, l'étude des échantillons prélevés au cours de ces missions devrait nous permettre de dresser un inventaire de la biodiversité microbienne de ces écosystèmes chauds, classés dans la réserve naturelle des Terres australes et antarctiques françaises. Il sera ensuite nécessaire de décrypter la richesse du patrimoine génétique découvert.

Remerciements

Ce programme n'aurait pu être mené à bien sans le soutien logistique et financier de l'IPEV. Il bénéficie également du soutien financier du Conseil Général du Finistère ainsi que de l'INEE (institut du CNRS) qui ont octroyé une aide post doctorale de 3 ans.

Publications

Postec A., Ciobanu M., Birrien J.L., Prieur D. & Le Romancer M. (2008). HOTVIR: diversity of the thermophilic microbial communities isolated from hot springs within the Saint Paul and the Kerguelen islands. SCAR IPY Open Science Conference, St. Petersburg, Russia, July 8th-11th

Postec A., Ciobanu M., Bienvenu N., Birrien J.L., Prieur D. & Le Romancer M. (2009). Microbial biodiversity of thermophilic communities in remote geothermal springs of subantarctic Saint-Paul and Kerguelen Islands. Thermophiles 2009, Beijing, China, August 16-21

Postec A., Ciobanu M.C., Birrien J.L., Bienvenu N., Prieur D. & Le Romancer M. (2009). *Marinitoga litoralis* sp. nov., a novel thermophilic heterotrophic bacterium isolated from a coastal thermal spring of Saint-Paul island, Southern Indian Ocean. Int. J. Sys. Env. Microbiol., DOI 10.1099/ijls.o.017574-0.



Prélèvement d'échantillons sur une source hydrothermale sous marine dans le cratère de l'île Saint-Paul. Emise à une température de 85°C, l'eau chaude trouble le milieu environnant.

LA RÉSERVE NATURELLE NATIONALE des Terres Australes Françaises

Cédric MARTEAU

Directeur de la réserve naturelle nationale des Terres australes françaises TAAF,
97410 Saint Pierre, Ile de la Réunion



résumé abstract

La volonté de protéger les Terres australes françaises est ancienne. Dès 1938, l'archipel Crozet et les îles Kerguelen, Saint-Paul et Amsterdam sont classées « Parc national ». En 1997, le Comité de l'environnement polaire souligne le caractère unique du patrimoine naturel des îles subantarctiques françaises et recommande la création d'une réserve naturelle visant à renforcer la protection de leurs composantes terrestres et marines. C'est désormais chose faite depuis 2006.

Willingness to protect the French subantarctic islands is not recent. In 1938, the Crozet archipelago and the Kerguelen, Saint-Paul and Amsterdam islands were classified National Park. In 1997, the Committee of polar environment underlined the unique character of the natural heritage of these subantarctic islands and recommended to create a natural reserve in order to strengthen the protection of their terrestrial and marine components. The natural reserve is now in force.

Le 3 octobre 2006 un décret interministériel (n°2006-1211) crée la Réserve naturelle nationale des Terres australes françaises. Il s'agit de la plus grande réserve naturelle de France. Elle s'étend sur une partie terrestre de 700 000 ha et une partie marine de 1 570 000 ha qui comprend les eaux intérieures et la mer territoriale autour de Saint-Paul et Amsterdam, les mers territoriales de l'Archipel de Crozet, à l'exception de celles de l'île de la Possession, et une partie des eaux intérieures et de la mer territoriale des îles Kerguelen.

Le principal objectif de cette réserve est la mise en protection et la gestion des espaces naturels en vue du maintien de la diversité biologique globale des Terres australes.

Les TAAF ont été désignées organisme gestionnaire de la réserve. Le Conseil consultatif des TAAF tient lieu de comité consultatif de la réserve naturelle et le Comité de l'environnement polaire, de conseil scientifique.

Pourquoi une réserve naturelle dans les Terres australes françaises ?

L'isolement extrême de ces îles, situées à plusieurs milliers de kilomètres de tout continent, est à l'origine de caractéristiques particulières telles que :

- 1- Une diversité spécifique des communautés animales et végétales réduite au regard de celle de zones continentales proches de superficie comparable ;
- 2- Le développement d'adaptations spécifiques des organismes à leur environnement (morphologique, physiologique, comportementale etc.) ;

- 3- Un fort taux d'endémisme strict (Albatros d'Amsterdam) ou régional (Chou de Kerguelen à Crozet et Kerguelen) ;
- 4- L'absence de certains groupes fonctionnels et de taxons majeurs (dans le cas de ces îles : poissons d'eau douce, amphibiens et reptiles, mammifères terrestres, végétaux ligneux à l'exception du *Phyllica arborea* de l'île Amsterdam) ;
- 5- Des chaînes trophiques simplifiées.

À ces caractéristiques propres aux îles océaniques s'ajoutent, pour les archipels de Kerguelen et de Crozet, les contraintes climatiques caractéristiques de la zone subantarctique qui confèrent une forte originalité à la biologie de leurs espèces animales et végétales et au fonctionnement de leurs écosystèmes.

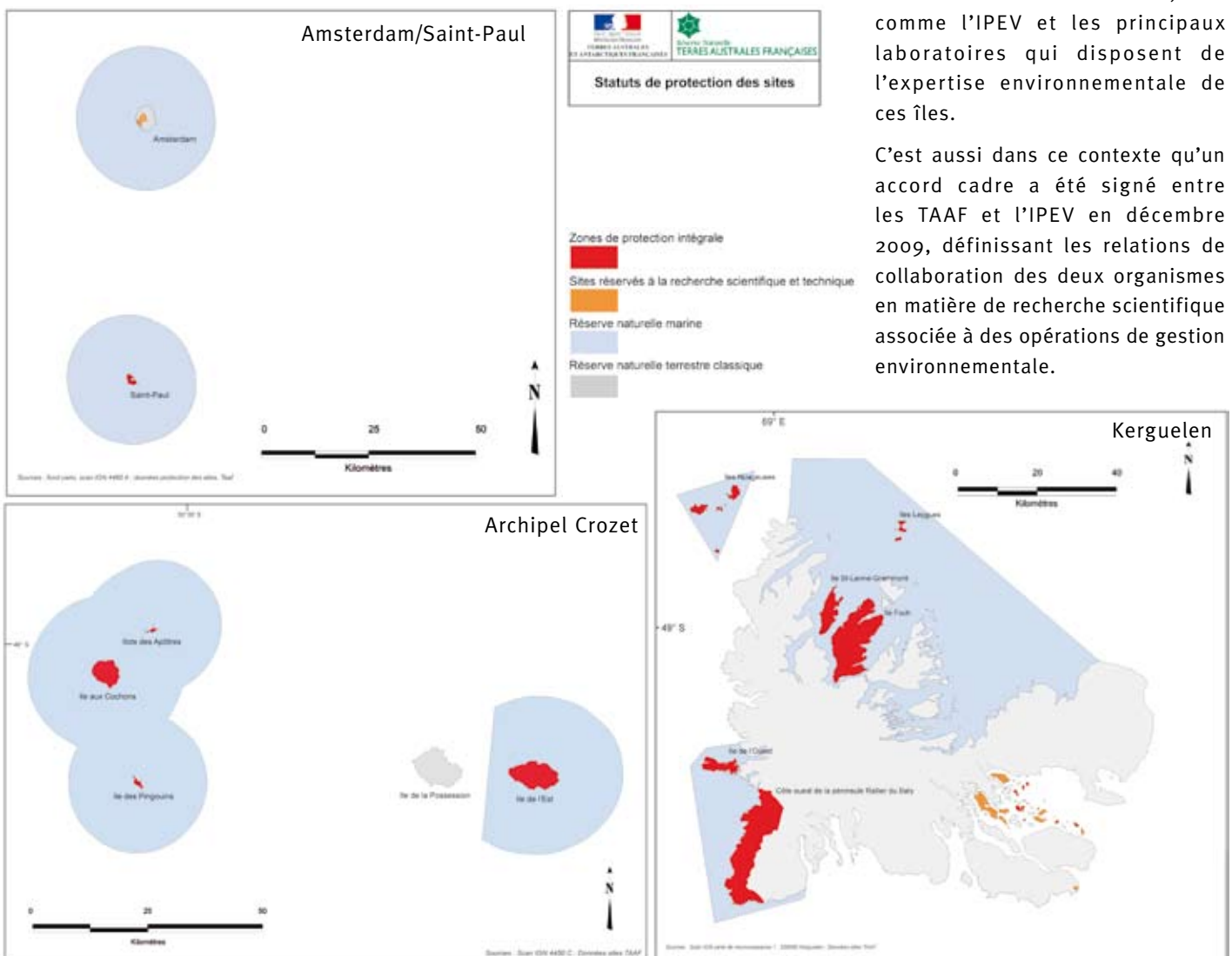
Malgré ces contraintes environnementales fortes, le patrimoine biologique encore presque intact de ces îles océaniques est d'une richesse et d'une importance considérable. Elles accueillent en particulier les reproducteurs de 34 espèces d'oiseaux marins et deux espèces d'oiseaux terrestres, et le nombre d'individus à terre se comptent par millions. Si la végétation est peu diversifiée, les invertébrés, constitués essentiellement de décomposeurs associés aux colonies d'oiseaux, sont nombreux et présentent un important taux d'endémisme.

L'installation des bases scientifiques permanentes de Port-aux-Français (Kerguelen, 1949), Paul Martin de Viviès (Amsterdam, 1949) et Alfred Faure (Crozet, 1963-1964), a radicalement changé les perspectives d'usage de ces territoires qui sont aujourd'hui des sites à forte activité

scientifique. Ce demi-siècle d'études et de suivis scientifiques, activités actuellement mises en œuvre par l'Institut Polaire français *Paul Emile Victor* (IPEV) avec l'actif soutien logistique des TAAF, offre une somme d'informations relatives au climat, à la géologie, à la pédologie, à la faune et à la flore inégalée à ce jour dans une réserve naturelle française. De nombreux programmes scientifiques apportent ainsi des informations essentielles pour élaborer des stratégies de gestion.

C'est donc avec un objectif de préservation de ce patrimoine naturel exceptionnel et de la parfaite intégration des activités scientifiques que cette réserve naturelle a vu le jour. Un plan de gestion qui reprendra l'ensemble des objectifs de conservation est en cours de rédaction. Le Comité de l'Environnement Polaire, en tant que Conseil scientifique de la réserve, est étroitement associé à l'élaboration de ce document, tout comme l'IPEV et les principaux laboratoires qui disposent de l'expertise environnementale de ces îles.

C'est aussi dans ce contexte qu'un accord cadre a été signé entre les TAAF et l'IPEV en décembre 2009, définissant les relations de collaboration des deux organismes en matière de recherche scientifique associée à des opérations de gestion environnementale.



ASTRONOMIE ET ASTROPHYSIQUE

Antarctique Subantarctique

Observation de la composante nucléonique du rayonnement cosmique	227 RAYCO	KLEIN Karl-Ludwig
Radar SuperDARN Kerguelen	312 SuperDARN	MARCHAUDON Aurélie
Astro-Concordia	908 ASTRO-CONCORDIA	FOSSAT Eric
Background RAdiation INterferometer	915 BRAIN	GIRAUD-HERAUD Yannick
Caméra Millimétrique au Sol pour l'Antarctique	1040 CAMISTIC	DURAND Gilles

GÉOPHYSIQUE INTERNE ET GÉOLOGIE

Antarctique Subantarctique

Observatoires Sismologiques Globaux	133 SISMOLOGIE	MAGGI Alessia
Observatoires magnétiques permanents	139 GEOMAGNETISME	SCHOTT Jean-Jacques
Variation de gravité et mouvement vertical dans les régions polaires - Apport aux problèmes du rebond post-glaciaire et de la déglaciation actuelle	337 GRAVITE	HINDERER Jacques
Dynamique de la lithosphère océanique des îles Kerguelen	444 DYLIOKER	MOINE Bertrand
Observatoire magnétique à Concordia	905 MAGNETISME	CHAMBODUT Aude
Sismologie à Concordia	906 SISMOLOGIE	LEVEQUE Jean-Jacques
Crozet Archipelago Petrological and GEOchemical Survey	1002 CAPGEOS	BEZOS Antoine
Test en conditions naturelles extrêmes de magnétomètres développés dans le cadre de l'expérience d'exploration martienne MagNet/NetLander	907 MAGNET/NETLANDER	MENVIELLE Michel
Architecture de la Lithosphère Est-Antarctique - Terre Adélie	1003 ArLiTA	BASCOU Jérôme

Arctique

Interactions Point Chaud – Rift Océanique – Cryosphère : l'Islande	316 IPCROCI	BERGERAT Françoise
--	-------------	--------------------

CHIMIE ET DYNAMIQUE DE L'ATMOSPHERE

Antarctique Subantarctique

Etude de la stratosphère antarctique et de la destruction de l'ozone	209 OZONE	DAVID Christine
Etude du cycle atmosphérique du soufre en relation avec le climat aux moyennes et hautes latitudes Sud	414 CESOA	LEGRAND Michel
Observatoire « aérosols et traceurs atmosphériques » dans l'océan Austral	415 AEROTRACE	SCIARE Jean
Suivi des gaz à effet de serre sur l'île Amsterdam	416 RAMCES AMS	RAMONET Michel
Flux atmosphérique d'origine continentale sur l'océan Austral	1188 FLATOCOA	LOSNO Rémi
Chimie de la basse atmosphère passée, présente et future en Antarctique central	903 CHIMIE - ORE CESOA	LEGRAND Michel
Étude de la stratosphère antarctique et de la destruction de l'ozone	904 SAOZ	GOUTAIL Florence
Hamstrad	910 HAMSTRAD	RICAUD Philippe
Evolution du nitrate de la neige de surface de Dôme C	1011 NITE DC	SAVARINO Joël
Calibration-validation de modèles météorologiques et climatiques et de restitutions satellitaires, de la côte antarctique jusqu'au Dôme C	1013 CALVA	GENTHON Christophe

Arctique

Bilan de carbone sur l'Atlantique nord, suivi en continu du CO ₂ et de l'O ₂ atmosphérique au Cap Farewell	439 GRAAM	DELMOTTE Marc
Etude de la composition passée de l'atmosphère de l'hémisphère nord en mercure gazeux grâce à l'analyse de l'air du névé de NEEM	1025 NEEM Mercury	DOMMERGUE Aurélien
Dynamique et chimie de la stratosphère arctique en été	155 STRAPOLETE	CATOIRE Valéry

GLACES POLAIRES ET ÉVOLUTION DU CLIMAT

Antarctique Subantarctique

Caractérisation du milieu sous-glaciaire du lac Vostok	355 GLACIOLAC	PETIT Jean-Robert
Les glaciers, un observatoire du climat, composante antarctique	411 GLACIOCLIM-SAMBA	GENTHON Christophe
TASTE-IDEA France	454 TASTE-IDEA France	FILY Michel
Collaborative research into antarctic calving and iceberg evolution	1050 CRACICE	LEGRESY Benoit
Dynamique des glaciers côtiers et rôle sur le bilan de masse global de l'Antarctique, zone atelier du glacier de l'Astrolabe	1053 DACOTA	LE MEUR Emmanuel

Arctique

Dynamique hydrologique d'un hydrosystème englacé du Spitsberg occidental : le bassin du Loven Est	304 HYDRO LOVEN FLOWS	GRISELIN Madeleine
Raids et forages au Groenland NEEM-France	458 NEEM-France	MASSON-DELMOTTE Valérie
Photochimie de la neige dans le projet international Océan-Atmosphère-Banquise-Neige	1017 OASIS-France	DOMINE Florent

OCÉANOGRAPHIE CÔTIÈRE

Antarctique Subantarctique

Adélie Land Bottom water formation and Ice Ocean interactions	452 ALBION	HOUSSAIS Marie-Noëlle
Niveau de la mer	688 NIVMER	TESTUT Laurent
Radiations EVOLutives marines en Terre Adélie	1124 REVOLTA	LECOINTRE Guillaume
Observations intégrées de l'océan côtier en Terre Adélie	1142 ICO ₂ TA	KOUBBI Philippe

Arctique

Les prédateurs planctoniques : rôle et stratégie adaptative dans le contrôle des écosystèmes arctiques, importance du métabolisme lipidique	455 PRACEAL	MAYZAUD Patrick
Dynamique des sédiments glaciaires dans la partie sud de la baie du Kongsfjorden	1060 SPITZBAY	DELOFFRE Julien

LE MONDE VIVANT ET SON ENVIRONNEMENT

Antarctique et Subantarctique

Variation spatio-temporelle de l'environnement et écologie des oiseaux et mammifères marins : réponses individuelles et conséquences populationnelles	109 ORNITHO-ECO	WEIMERSKIRCH Henri
Energétique : territorialité, croissance et jeûne	119 ECOENERGIE	GROSCOLAS René
Thermorégulation et énergétique en milieu polaire	131 ORNITHOTHERMO	DUCHAMP Claude
Changements climatiques, actions anthropiques et biodiversité des écosystèmes terrestres subantarctiques	136 ECOBIO	LEBOUVIER Marc
Stratégie énergétique des prédateurs marins (oiseaux plongeurs) et variabilité physique et trophique de l'océan Austral : études à terre	137 ECOPHY	LE MAHO Yvon
Les chats des îles Kerguelen : structure sociale, structure génétique et dynamique des populations	279 POPCHAT	PONTIER Dominique
Comportement et conservation des oiseaux et des mammifères marins	354 ETHOTAF	BONADONNA Francesco
Stratégie énergétique des prédateurs marins et variabilité physique et trophique de l'océan Austral : études en mer	394 OISEAUX PLONGEURS	BOST Charles-André
Diversité virale et microbienne des sources hydrothermales des Terres Australes et Antarctiques Françaises	408 HOTVIR	LE ROMANCER Marc
Ecotoxicologie des milieux aquatiques et immunotoxicologie des Salmonides introduits aux Iles Kerguelen	409 IMMUNOTOXKER	BETOULLE Stéphane
Vers l'utilisation des lipides de la banquise pour la paléocéanographie	1010 ICELIPIDS	MASSE Guillaume
Distribution des cétacés en Terre Adélie	1014 CETA	CHARRASSIN Jean-Benoît



Ecologie évolutive de la colonisation des îles Kerguelen par les salmonidés	1041 SALMEVOL	LABONNE Jacques
---	---------------	-----------------

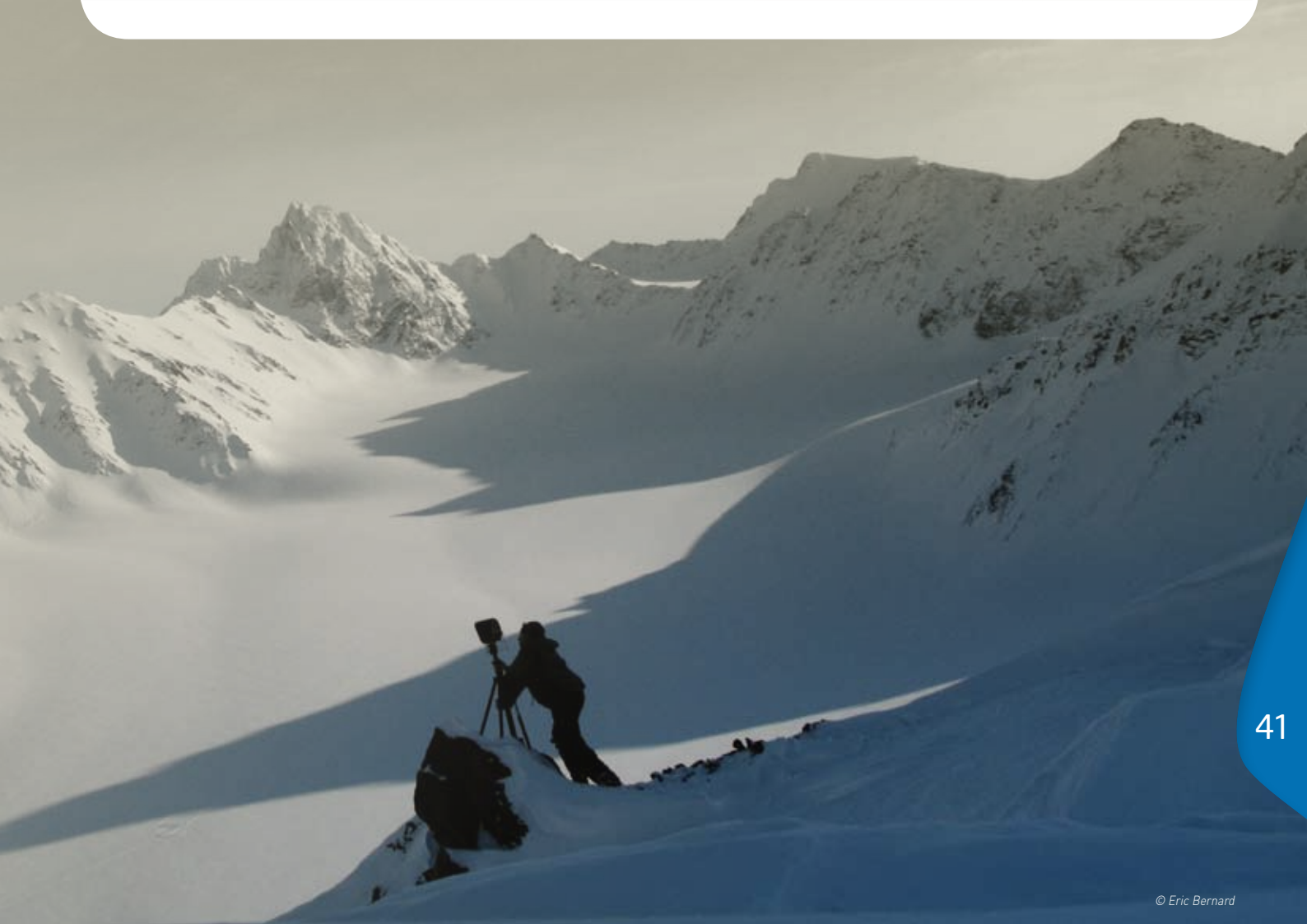
Arctique

Hormones et effort parental chez les oiseaux marins arctiques	330 ORNITHO-ENDOCRINO	CHASTEL Olivier
Dynamique des interactions hôte-parasite dans les systèmes spatialisés : dispersion et interactions locales chez les oiseaux marins arctiques, la tique <i>Ixodes uriae</i> et l'agent de la maladie de Lyme <i>Borrelia burgdorferi</i> s.l.	333 PARASITO-ARCTIQUE	BOULINIER Thierry
Adaptations des oiseaux marins de l'Arctique aux contraintes environnementales dans le contexte des changements climatiques	388 ADACLIM	GREMILLET David
Ecologie et évolution des interactions pucerons - parasitoïdes en milieu arctique	426 ARCTAPHID	HULLE Maurice
Impact de l'acidification des océans sur les organismes benthiques et pélagiques dans l'océan Arctique	1008 FR-EPOCA	WEINBAUER Marcus
Conflits sexuels chez une espèce arctique monogame : Conflits sexuels lors de l'accouplement, l'éclosion et la réduction de la taille de la nichée	1162 SEXCOMONARC	DANCHIN Etienne

HOMMES ET SOCIÉTÉ

Arctique

Impact environnemental de l'agro-pastoralisme médiéval au Groenland	1004 ULTIMAGRI	GAUTHIER Emilie
Ecotourisme autochtone, changements environnementaux et économiques, style de vie et savoir-faire traditionnels ; étude comparative entre les Inuit chasseurs de caribous de Baker Lake au Nunavut et les Sami éleveurs de rennes de Övre Soppero en Suède	1193 ECOTRAD	BLANGY Sylvie
Fêter les esprits aujourd'hui en Sibérie septentrionale	1024 FESTIVETHNO	VATE Virginie
Transformation des rapports d'autorité et émergence de la figure du leader politique chez les Inuit du Nunavik au XX ^e siècle	1135 LEADERPOL	COHEN Yves



ASTRONOMIE ET ASTROPHYSIQUE

Antarctique et Subantarctique

OBSERVATION DE LA COMPOSANTE NUCLÉONIQUE DU RAYONNEMENT COSMIQUE

227 RAYCO

KLEIN Karl-Ludwig, Laboratoire d'études spatiales et d'instrumentation en astrophysique (CNRS, Observatoire de Paris, Université Paris IV et Paris VII)

Terre Adélie, Kerguelen

Observation de la composante nucléonique du rayonnement cosmique et participation au réseau international des moniteurs à neutrons. Etude de l'accélération des protons dans les éruptions solaires et de la propagation du rayonnement cosmique dans l'héliosphère. Fourniture de données pour le système Sievert mis en place par la Direction générale de l'aviation civile.

Observation of the nucleonic cosmic ray component and french contribution to the international network of neutron monitors. Study of proton acceleration in solar flares and understanding of cosmic ray propagation in the heliosphere. Providing data for the models used by the Sievert system (DGAC).

RADAR SUPERDARN KERGUELEN

312 SuperDARN

MARCHAUDON Aurélie, Laboratoire de Physique et Chimie de l'Environnement et de l'Espace - LPC2E (CNRS, Université d'Orléans)

Kerguelen

Observations continues de la convection du plasma ionosphérique dans les régions de haute latitude, zones aurorales et calotte polaire.

To understand the nature and the limits of magnetic conjugacy. This can bring to a better understanding of the whole solar wind-magnetosphere-ionosphere system, particularly its evolution with time.

ASTRO-CONCORDIA

908 ASTRO-CONCORDIA

FOSSAT Eric, Laboratoire Hippolyte Fizeau (Université de Nice, Observatoire de la Côte d'Azur, CNRS)

Concordia

Poursuite du programme de qualification du site et premières observations astronomiques. Début du programme photométrique A-STEP en parallèle avec le programme italien IRAIT, priorité du programme Astro-Concordia à court terme.

The site testing programme will continue for several additional years, and in parallel, the first real astronomical observations will be started. The A-STEP photometric programme will be the first real astronomical programme, together with IRAIT, and becomes the first priority of Astro-Concordia on the short term.

BACKGROUND RADIATION INTERFEROMETER

915 BRAIN

GIRAUD-HERAUD Yannick, Astroparticules et Cosmologie - APC (CEA, CNRS, Université Paris VII, Observatoire de Paris)

Dôme C

Observation de la polarisation du ciel micro-onde depuis le Dôme C avec pour objectif scientifique principal la première mesure des modes B de polarisation du Fond Diffus Cosmologique.

Microwave polarization observation of the sky from Dôme C with the main scientific objective the first B mode measurement of the Cosmic Microwave Background polarization.

CAMÉRA MILLIMÉTRIQUE AU SOL POUR L'ANTARCTIQUE

1040 CAMISTIC

DURAND Gilles, Département d'astrophysique, de physique des particules, de physique nucléaire et de l'instrumentation associée (CEA)

Concordia

La caméra « Camistic » placée sur le télescope italien IRAIT permet de tester le site de Concordia dans le domaine de l'infra-rouge lointain en prévision de l'installation de grands télescopes à Dôme C pour l'observation des corps froids de l'univers.

The camera Camistic placed on the telescope IRAIT explore the Thz domain in preparation of sub-millimetre astronomy experiments with larger telescopes at dome C to study star formation and the early stages of the universe.

GÉOPHYSIQUE INTERNE ET GÉOLOGIE

Antarctique et Subantarctique

OBSERVATOIRES SISMOLOGIQUES GLOBAUX

133 SISMOLOGIE

MAGGI Alessia, Institut de physique du globe de Strasbourg (Université de Strasbourg I, CNRS)

Terre Adélie, Kerguelen, Crozet, Amsterdam

Observation à très large bande et à grande dynamique des mouvements du sol aux hautes latitudes de l'hémisphère sud. Etude tomographique de la structure du globe et des mécanismes au foyer des grands séismes.

Observation of the ground displacement in the high latitudes of the southern hemisphere, at broadband frequencies and with large dynamic range. Tomographic studies of the structure of the earth as well as the studies on the source of large earthquakes.

OBSERVATOIRES MAGNÉTIQUES PERMANENTS

139 GEOMAGNETISME

SCHOTT Jean-Jacques, Institut de physique du globe de Strasbourg (Université de Strasbourg I, CNRS)

Terre Adélie, Kerguelen, Crozet, Amsterdam

Enregistrement des variations du champ magnétique terrestre et mesures absolues de ses éléments dans les quatre observatoires. Diffusion des données dans les centres mondiaux à travers le réseau Intermagnet.

Earth magnetic field variation record (sampling rate 1s and 1mn) and absolute measurements of its components at the magnetic observatories of Amsterdam, Crozet, Dumont d'Urville and Kerguelen. Data processing and transmission to the world data centers via Intermagnet network.

VARIATION DE GRAVITÉ ET MOUVEMENT VERTICAL DANS LES RÉGIONS POLAIRES - APPORT AUX PROBLÈMES DU REBOND POST-GLACIAIRE ET DE LA DÉGLACIATION ACTUELLE

337 GRAVITE

HINDERER Jacques, Institut de Physique du Globe de Strasbourg - IPGS (Université de Strasbourg I, CNRS/INSU, EOST)

Terre Adélie

Mesures de gravité absolue à l'aide des deux équipements nationaux en Arctique (Spitzberg, Islande) et en Antarctique.

To perform absolute gravity measurements with the two national equipments in the Arctic (Spitzberg, Iceland) and Antarctica.

DYNAMIQUE DE LA LITHOSPHERE OCÉANIQUE DES ÎLES KERGUELEN

444 DYLIOKER

MOINE Bertrand, Laboratoire Magmas et Volcans - LMV (OPGC, Université Clermont Ferrand II, CNRS, IRD)

Kerguelen

Proposer un modèle synthétique de croissance de l'archipel des îles Kerguelen à partir de l'étude des relations structurales, pétrologiques et géochimiques des ensembles volcaniques et plutoniques, dans le contexte de l'océan indien.

Propose an integrated model (with petrology, geochemistry and tectonic) for the archipelago grow up in the Indian Ocean setting.

OBSERVATOIRE MAGNÉTIQUE À CONCORDIA

905 MAGNETISME

CHAMBODUT Aude, Institut de physique du globe de Strasbourg (Université de Strasbourg I, CNRS)

Dôme C

Enregistrement des variations du champ magnétique terrestre aux pas d'échantillonnage 1s et 1mn et mesures absolues conformes aux standards requis par le programme international Intermagnet. Traitement des données et diffusion dans les centres mondiaux.

Continuous record of the Earth's magnetic field variations at 1s and 1 mn sampling rates and absolute measurement of its components following Intermagnet's recommendations. Data processing and dissemination to world data centers.

SISMOLOGIE À CONCORDIA

906 SISMOLOGIE

LEVEQUE Jean-Jacques, Institut de physique du globe de Strasbourg (Université de Strasbourg I, CNRS)

Dôme C

Etablissement à Dôme C d'une station sismologique large-bande de type « observatoire » et déploiement d'une antenne de sismomètres pour l'étude de la structure de la Terre et des séismes.

Set-up at Dome C of a broad-band station « observatory-like » and the deployment of a seismometer array. Both aspects of the project aim at contributing the study of both the Earth's structure and earthquakes.

CROZET ARCHIPELAGO PETROLOGICAL AND GEOCHEMICAL SURVEY

1002 CAPGEOS

BEZOS Antoine, Laboratoire de Planétologie et Géodynamique de Nantes - LPGN (CNRS/INSU, Université de Nantes)

Crozet

Etude de l'édification et de la destruction du strato-volcan, de l'évolution pétrographique et géochimique du magmatisme du point-chaud de Crozet à travers le temps.

Study the building and destruction history of the strato-volcano, the petrological and geochemical evolution of the Crozet hotspot magmatism through time.

TEST EN CONDITIONS NATURELLES EXTRÊMES DE MAGNÉTOMÈTRES DÉVELOPPÉS DANS LE CADRE DE L'EXPÉRIENCE D'EXPLORATION MARTIENNE MAGNET/NETLANDER

907 MAGNET/NETLANDER

MENVIELLE Michel, Laboratoire Atmosphères, Milieux, Observations Spatiales - LATMOS (CNRS, UVSQ, UPMC, IPSL)

Concordia

Test de longue durée de la stabilité d'un magnétomètre tri-axial à vannes de flux destiné à être installé à la surface de Mars.

Long term testing of the stability of the 3-axis fluxgate magnetometer designed for measurements onboard autonomous stations at the Mars surface.

ARCHITECTURE DE LA LITHOSPHERE EST-ANTARCTIQUE - TERRE ADÉLIE

1003 ArLiTA

BASCOU Jérôme, Laboratoire Magmas et Volcans - LMV (OPGC, Université Clermont Ferrand II, CNRS, IRD)

Terre Adélie, Terre George V

Caractériser l'architecture et les structures de déformation de la lithosphère néoarchéenne et paléoproterozoïque en Terre Adélie et Terre George V (135° / 145°E).

Characterize the architecture and deformation structures of the neo-archean and Paleoproterozoic lithosphere in Terre Adélie and George V Land (135 ° / 145 ° E).

Arctique

INTERACTIONS POINT CHAUD - RIFT OCÉANIQUE - CRYOSPHERE : l'Islande

316 IPCROCI

BERGERAT Françoise, Laboratoire de tectonique (Université de ParisVI, CNRS, Université de Cergy-Pontoise)

Islande

Etude des interactions entre un « point chaud » du manteau terrestre, un rift océanique actif (Ride Médio-Atlantique) et les glaciers issus d'une calotte glaciaire.

Interaction between a « hotspot » rooted in the Earth's mantle, an active oceanic rift (Mid-Atlantic Ridge) and the glaciers left by an ice cap.

CHIMIE ET DYNAMIQUE DE L'ATMOSPHÈRE

Antarctique et Subantarctique

ÉTUDE DE LA STRATOSPHÈRE ANTARCTIQUE ET DE LA DESTRUCTION DE L'OZONE

209 OZONE

DAVID Christine, Atmosphères, Milieux, Observations Spatiales LATMOS (CNRS, Université Paris VI, Université Versailles St-Quentin).

Terre Adélie, Kerguelen

Surveillance à long terme de la stratosphère dans le cadre du service d'observation NDSC/NDACC-France incluant des mesures de O_3 et NO_2 avec le spectromètre SAOZ. Rôle des nuages stratosphériques polaires dans la destruction de l'ozone, interactions entre ozone et climat.

Continuation of long term monitoring (Observing Service NDSC/NDACC-France) including measurements of O_3 and NO_2 columns with SAOZ, in DDU and Kerguelen. Rôle of Polar stratospheric clouds in ozone depletion and interactions with climate.

ÉTUDE DU CYCLE ATMOSPHÉRIQUE DU SOUFRE EN RELATION AVEC LE CLIMAT AUX MOYENNES ET HAUTES LATITUDES SUD

414 CESOA

LEGRAND Michel, Laboratoire de glaciologie et géophysique de l'environnement (Université de Grenoble I, CNRS)

Terre Adélie, Crozet, Amsterdam

Suivi annuel des aérosols et gaz soufrés. Variabilité des émissions de DMS mesurées à terre et en mer lors des rotations des navires. Etude ciblée sur les oxydants H_2O_2 , HCHO et O_3 .

A year-record study of DMS and sulfur aerosol. DMS in seawater is collected during ship traverses. Study dedicated to atmospheric oxidants H_2O_2 , HCHO and O_3 .

OBSERVATOIRE « AÉROSOLS ET TRACEURS ATMOSPHÉRIQUES » DANS L'OCÉAN AUSTRAL

415 AEROTRACE

SCIARE Jean, Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (CNRS, CEA, Université de Versailles St-Quentin)

Crozet, Amsterdam

Variabilité spatiale et temporelle des sources naturelles et anthropiques d'aérosols dans l'Océan Austral. Suivi de leur composition chimique et relations avec le climat austral.

Variability in space and time of the natural and antropogenic aerosols in the Austral Ocean. Monitoring of their chemical composition and interactions with the austral climate.

SUIVI DES GAZ À EFFET DE SERRE SUR L'ÎLE AMSTERDAM

416 RAMCES AMS

RAMONET Michel, Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (CNRS, CEA, Université de Versailles St-Quentin)

Amsterdam

Suivi à long terme des principaux gaz à effet de serre CO_2 , CH_4 , N_2O , SF_6 et O_3 . Caractérisation de l'origine des masses d'air (Radon-222). Suivi en

continu du rapport O_2/N_2 et contribution océanique dans la variabilité interannuelle du CO_2 .

Long term monitoring of greenhouse gases (CO_2 , CH_4 , N_2O , SF_6 , O_3). Continuous measurements of Radon-222 to properly characterize the air masses. In-situ measurements of O_2/N_2 in order to characterize the oceanic contribution to the CO_2 interannual variability.

FLUX ATMOSPHÉRIQUE D'ORIGINE CONTINENTALE SUR L'OCÉAN AUSTRAL

1188 FLATOCOA

LOSNO Rémi, Laboratoire inter-universitaire des systèmes atmosphériques (Université ParisXII, CNRS, Université Paris VII)

Kerguelen

Quantité de matière continentale transférée à l'océan Austral par voie atmosphérique et partie biodisponible : mesure du flux atmosphérique et de la concentration en poussière. Utilisation d'un modèle de transport/dépôt pour extrapoler les mesures à la plus vaste zone possible.

Amount of continental dust deposited on the South Ocean by the way of the atmosphere, including the bioavailable fraction of a transportation/deposit model to extrapolate at a largest possible scale.

CHIMIE DE LA BASSE ATMOSPHÈRE PASSÉE, PRÉSENTE ET FUTURE EN ANTARCTIQUE CENTRAL

903 CHIMIE – ORE CESOA

LEGRAND Michel, Laboratoire de glaciologie et géophysique de l'environnement (Université de Grenoble I, CNRS)

Dôme C

Chimie de la basse atmosphère au centre de l'Antarctique. Comparaison avec les résultats des études menées en région côtière. Relations entre la composition chimique de la glace et celle de l'atmosphère et représentativité du signal chimique enregistré au niveau du site de forage EPICA.

Chemistry of the lower atmosphere in central Antarctica in view to document the free troposphere at very high southern latitudes in complement to the studies carried out in the marine boundary layer at DDU. Spatial representativeness of chemical signals stored in the ice at the EPICA deep drill site.

ÉTUDE DE LA STRATOSPHÈRE ANTARCTIQUE ET DE LA DESTRUCTION DE L'OZONE

904 SAOZ

GOUTAIL Florence, Atmosphères, Milieux, Observations Spatiales LATMOS (CNRS, Université Paris VI, Université Versailles St-Quentin)

Dôme C

Surveillance à long terme de la stratosphère polaire (réseaux NDSC et WMO) : impact climatique des PSC et tendances de l'ozone. Validation des instruments satellites : TOMS, GOME, ENVISAT, AURA.

Long-term monitoring of polar stratosphere (NDACC and WMO networks) : PSC climate feedback, ozone trends. Validation of satellite instruments : TOMS, GOME, ENVISAT, AURA.

HAMSTRAD**910 HAMSTRAD**

RICAUD Philippe, Laboratoire d'aérodynamique
(Université de Toulouse III, CNRS)

Dôme C

Evolution à long terme de la vapeur d'eau dans la stratosphère et la troposphère et impact sur l'évolution du climat. Analyse des changements de phase et du cycle diurne de la glace dans la troposphère. Validation des instruments spatiaux mesurant la vapeur d'eau troposphérique et stratosphérique.

Long-term time evolution of water vapour both in the stratosphere and in the troposphere that can impact on the climate evolution. Phase change together with ice diurnal cycle will be investigated in the troposphere. The project will also participate to the validation of space-borne sensors measuring tropospheric and stratospheric

ÉVOLUTION DU NITRATE DE LA NEIGE DE SURFACE DE DÔME C**1011 NITE DC**

SAVARINO Joël, Laboratoire de glaciologie et géophysique de l'environnement (Université de Grenoble I, CNRS)

Dôme C

Utilisation des isotopes stables de O et N pour comprendre les processus physico-chimiques impliqués dans l'évolution du nitrate dans la neige de surface et comme enregistreur du rayonnement UV reçu en surface.

O and N stable isotopes are used as a probe of the processes responsible for the post depositional effects observed on nitrate in Dôme C and as a potential surface UV marker.

CALIBRATION-VALIDATION DE MODÈLES MÉTÉOROLOGIQUES ET CLIMATIQUES ET DE RESTITUTIONS SATELLITALES, DE LA CÔTE ANTARCTIQUE JUSQU'AU DÔME C**1013 CALVA**

GENTHON Christophe, Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement - LGGE (Université de Grenoble I, CNRS)

Terre Adélie, Dôme C

Acquisition de données sur le terrain permettant de mieux vérifier, valider ou améliorer sur l'Antarctique les modèles météorologiques et climatiques à l'échelle des processus et les méthodes d'exploitation des données satellitales dans le domaine de l'infrarouge thermique et des micro-ondes passives.

This project is designed for data field acquisition, to verify, validate or improve in Antarctica weather and climate models at the scale of processes and methods of exploitation of satellite data in the field of thermal infrared and passive microwave.

Arctique**BILAN DE CARBONE SUR L'ATLANTIQUE NORD, SUIVI EN CONTINU DU CO₂ ET DE L'O₂ ATMOSPHÉRIQUE AU CAP FAREWELL****439 GRAAM**

DELMOTTE Marc, Laboratoire de sciences du climat et de l'environnement (CNRS, CEA, Université de Versailles St-Quentin)

Groenland

Etude de la composante océanique du cycle du carbone dans l'atlantique nord à partir de mesures en continu du CO₂ et de l'O₂ atmosphérique dans une zone sous influence océanique à la confluence des masses d'air en provenance de l'Amérique du nord et de l'Europe.

Oceanic component of carbon cycle in the North Atlantic region using continuous CO₂ and O₂ monitoring. The data will also be used to evaluate the impact of the different components (Ocean-Biosphere) to the global carbon budget.

ÉTUDE DE LA COMPOSITION PASSÉE DE L'ATMOSPHÈRE DE L'HÉMISPHERE NORD EN MERCURE GAZEUX GRÂCE À L'ANALYSE DE L'AIR DU NÉVÉ DE NEEM**1025 NEEM Mercury**

DOMMARGUE Aurélien, Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement - LGGE (Université de Grenoble I, CNRS)

Groenland

Améliorer notre connaissance du cycle biogéochimique de ce composé toxique, et en particulier connaître les quantités de mercure injectées vers les écosystèmes par les activités humaines.

Knowing the evolution of this highly toxic pollutant is of prime importance in our understanding of the global biogeochemical cycle of mercury.

DYNAMIQUE ET CHIMIE DE LA STRATOSPHERE ARCTIQUE EN ÉTÉ**1155 STRAPOLETE**

CATOIRE Valéry, Laboratoire de Physique et Chimie de l'Environnement et de l'Espace - LPC2E (CNRS, Université d'Orléans)

Suède

Caractérisation du brome stratosphérique par l'intermédiaire de l'observation de l'oxyde bromique (BrO) grâce à SALOMON-N2 et sur son impact sur la perte d'ozone dans la stratosphère.

Determination of the stratospheric bromine budget through observations of BrO by SALOMON-N2 and its impact on ozone loss in the lower stratosphere.

GLACES POLAIRES ET ÉVOLUTION DU CLIMAT

Antarctique et Subantarctique

CARACTÉRISATION DU MILIEU SOUS-GLACIAIRE DU LAC VOSTOK

355 GLACIOLAC

PETIT Jean-Robert, Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement - LGGE (Université de Grenoble I, CNRS)

Vostok

Mesures géophysiques dans le trou de forage, collectes d'échantillons de glace d'accrétion pour les études sur la biologie, la géochimie et les gaz.

Geophysical measurements, collect of new samples from the accretion ice for biological, geochemical and gases studies.

LES GLACIERS, UN OBSERVATOIRE DU CLIMAT, COMPOSANTE ANTARCTIQUE

411 GLACIOCLIM-SAMBA

GENTHON Christophe, Laboratoire de glaciologie et géophysique de l'environnement (Université de Grenoble I, CNRS)

Terre Adélie, Dôme C

Volet antarctique de l'Observatoire de Recherches en Environnement GLACIOCLIM destiné à surveiller et comprendre l'évolution du climat en milieu glaciaire. Maintenance d'un réseau de mesure du bilan de masse de surface dans la région de Cap Prud'homme, le long d'un transect de 150 km et à Concordia.

This is the Antarctic component of the GLACIOCLIM ORE/SO, to detect, monitor and understand climate and mass balance variability and change in the glacial environment. The program maintains a surface mass balance network at Cap Prud'homme, along a 150 km transect and at Concordia.

TASTE-IDEA FRANCE

454 TASTE-IDEA France

FILLY Michel, Laboratoire de glaciologie et géophysique de l'environnement (Université de Grenoble I, CNRS)

Cap Prud'homme, Dôme C

Organisation de raids scientifiques pour l'étude de la variabilité spatio-temporelle du climat et de l'environnement en Antarctique de l'Est. Lien entre les différents forages profonds, étude du socle rocheux et des lacs sous-glaciaires, bilan de masse de surface et dynamique de la calotte polaire.

The objective is to organise scientific traverses for the study of the spatial and temporal variability of climate and environment in East Antarctica, link the deep ice cores, study the bedrock and the subglacial lakes, survey the surface mass balance and the ice sheet dynamics.

COLLABORATIVE RESEARCH INTO ANTARCTIC CALVING AND ICEBERG EVOLUTION

1050 CRACICE

LEGRESY Benoit, Laboratoire d'études en géophysique et océanographie spatiales (Université de Toulouse III, CNRS, CNES, IRD)

Terre Adélie

Evolution des glaciers Mertz, Ninnis et Cook. Suivi du vêlage de la langue de glace du glacier Mertz : dépôt de balises GPS le long de la langue de glace et autour de la crevasse principale menaçant de libérer un iceberg de 70 * 25 km.

*We intend to follow the evolution of the Mertz, Ninnis and Cook glaciers. We first concentrate on the Mertz glacier to follow its ice tongue calving. The survey use GPS beacons setup along the ice tongue and around the main rift which might free a 70*25 km iceberg.*

DYNAMIQUE DES GLACIERS CÔTIERS ET RÔLE SUR LE BILAN DE MASSE GLOBAL DE L'ANTARCTIQUE, ZONE ATELIER DU GLACIER DE L'ASTROLABE

1053 DACOTA

LE MEUR Emmanuel, Laboratoire de glaciologie et géophysique de l'environnement (Université de Grenoble I, CNRS)

Terre Adélie

Etude de la dynamique des glaciers côtiers dont l'épaisseur et la vitesse évoluent rapidement avec des répercussions loin à l'intérieur du continent entraînant une forte diminution du volume de la calotte glaciaire.

Specific dynamics of coastal outlet glaciers. Recent studies show rapid ice thicknesses and surface velocities changes which impact far inland under the form of large-scale ice volume losses for the ice sheet.

Arctique

DYNAMIQUE HYDROLOGIQUE D'UN HYDROSYSTÈME ENGLACÉ DU SPITSBERG OCCIDENTAL : le bassin du Loven Est

304 HYDRO LOVEN FLOWS

GRISELIN Madeleine, Laboratoire théoriser et modéliser pour aménager (Université de Besançon, Université de Dijon, CNRS)

Svalbard

Quantification et suivi sur 4 ans, à partir d'un réseau de capteurs et de prélèvements, des flux liquides et solides d'un hydro-système polaire représentatif pour en comprendre la réactivité aux fluctuations climatiques contemporaines.

Quantification of liquid and solid fluxes from a Spitsbergen typical polar hydro-system with a sensor web and water samplings to improve our understanding of the system reactivity to contemporary climatic fluctuations.

RAIDS ET FORAGES AU GROENLAND NEEM-FRANCE

458 NEEM-France

MASSON-DELMOTTE Valérie, Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (CNRS, CEA, Université de Versailles Saint-Quentin)

Groenland

Contribution française au projet IPY 118 « La calotte groenlandaise : stabilité, histoire et évolution » ainsi qu'au forage profond IPICS (International Partnership for Ice Core Science) NEEM, avec pour objectif d'obtenir une archive de l'Eemien.

French contribution to the International Polar Year project 118 : "The Greenland ice sheet - stability, history and evolution" and to the deep drilling project IPICS (International Partnership for Ice Core Science) NEEM, with the target of recovery Eemian ice.

PHOTOCHIMIE DE LA NEIGE DANS LE PROJET INTERNATIONAL OcéAN-ATMOSPHÈRE-BANQUISE-NEIGE

1017 OASIS-France

DOMINE Florent, Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement - LGGE (Université de Grenoble I, CNRS)

Alaska

Participation française au projet OASIS - Ocean-Atmosphere-Sea Ice-Snowpack dans l'étude des processus physiques et chimiques impliqués dans la photochimie de la neige.

Field measurements in Barrow to elucidate physical and chemical processes involved in snowpack photochemistry.

OCÉANOGRAPHIE CÔTIÈRE

Antarctique et Subantarctique

ADÉLIE LAND BOTTOM WATER FORMATION AND ICE OCEAN INTERACTIONS

452 ALBION

HOUSSAIS Marie-Noëlle, Laboratoire d'océanographie et du climat : expérimentations et approches numériques (Université de Paris VI, CNRS, MNHN, IRD)

Terre Adélie

Formation des eaux de fond dans la région de la polynie du glacier de Mertz et de la Dépression Adélie. Suivi hydrologique et courantométrique des masses d'eau, étude des interactions entre la distribution des masses d'eau, la couverture des glaces de mer et le forçage atmosphérique.

Study of the bottom water formation in the Mertz Glacier Polynya and Adélie Depression area based on intensive synoptic CTD arrays, year round moored instruments and synoptic observations of the sea ice distribution and meteorological parameters.

NIVEAU DE LA MER

688 NIVMER

TESTUT Laurent, Laboratoire d'études en Géophysique et océanographie spatiales, LEGOS (CNRS, Université Toulouse 3, CNES, IRD)

Terre Adélie, Kerguelen, Crozet, Saint-Paul

Les stations marégraphiques du Service d'Observation ROSAME s'intègrent au dispositif de surveillance du niveau de la mer dans le domaine péri antarctique : réseau alerte au tsunami, altimétrie satellite, suivi du courant circumpolaire.

The ROSAME tide gauge network is complementing several national research programmes using in situ sea level variation observations, in the peri-antarctic area of the Indian Ocean. These programmes are related to: tsunami warning system, satellite altimetry processing, Antarctic Circumpolar Current monitoring and secular mean sea level trends.

RADIATIONS EVOLUTIVES MARINES EN TERRE ADÉLIE

1124 REVOLTA

LECOINTRE Guillaume, Systématique, adaptation, évolution - SAE (CNRS, Université Paris VI, MNHN, IRD, ENS Paris)

Terre Adélie

Inventaire faunistique benthique exhaustif d'une zone d'habitats fragmentés (archipel de Pointe Géologie) en vue de tester l'existence de micro species flocks.

Exhaustive inventory of benthic fauna of a fragmented habitats area (Pointe Géologie archipelago) to test the existence of micro-species flocks.

OBSERVATIONS INTÉGRÉES DE L'OCÉAN CÔTIER EN TERRE ADÉLIE

1142 ICO²TA

KOUBBI Philippe, Laboratoire d'océanographie de Villefranche (CNRS, Paris VI)

Terre Adélie

Composition des communautés marines du plateau continental est-antarctique en fonction de la variabilité des facteurs environnementaux incluant la glace de mer. Suivis d'espèces ou d'assemblages clés.

Composition of the marine biota over the Eastern Antarctic continental shelf in relation to environmental variability including sea ice variability. Monitoring of key species or assemblages.

Arctique

LES PRÉDATEURS PLANCTONIQUES : rôle et stratégie adaptative dans le contrôle des écosystèmes arctiques, importance du métabolisme lipidique

455 PRACEAL

MAYZAUD Patrick, Laboratoire d'océanographie de Villefranche (CNRS, Université de Paris VI)

Svalbard

Impact de la variabilité hydrodynamique sur les prédateurs planctoniques et leurs proies potentielles. Réponses des prédateurs planctoniques au niveau de leur cycle biologique et des processus intégrateurs de contrôle des relations reproduction-recrutement et relations proies-prédateurs.

Impact of water masses mixing associated to climate shift and related biological responses. Seasonal changes in the processes controlling life cycles and rates of reproduction, nutrition and recruitment of the main pelagic predators as well as the zooplankton key prey organisms.

DYNAMIQUE DES SÉDIMENTS GLACIAIRES DANS LA PARTIE SUD DE LA BAIE DU KONGSFJORDEN

1060 SPITZBAY

DELOFFRE Julien, Laboratoire de morphodynamique continentale et côtière (Université de Caen, Université de Rouen, CNRS)

Svalbard

Comprendre et quantifier le devenir dans le milieu côtier peu profond des apports de sédiment provenant de l'érosion glaciaire. Variations spatio-temporelles de ces apports en relation avec la dynamique du glacier.

Studying processes and controlling parameters that govern sediment dynamics in shallow waters (0-30m) of the Kongsfjorden bay. Spatio-temporal variability in relation to the glacier dynamic.

LE MONDE VIVANT ET SON ENVIRONNEMENT

Antarctique et Subantarctique

VARIATION SPATIO-TEMPORELLE DE L'ENVIRONNEMENT ET ÉCOLOGIE DES OISEAUX ET MAMMIFÈRES MARINS : réponses individuelles et conséquences populationnelles

109 ORNITHO-ECO

WEIMERSKIRCH Henri, Centre d'études biologiques de Chizé (CNRS)

Terre Adélie, Kerguelen, Crozet, Amsterdam

Utilisation des oiseaux et mammifères marins comme indicateurs des changements globaux dans les écosystèmes de l'océan Austral à partir de 4 observatoires qui, depuis 50 ans, permettent de suivre 25 espèces de prédateurs supérieurs.

Uses of seabirds and marine mammals as indicators of global changes in the marine ecosystems of the Southern Ocean. Through a network of 4 observatories, the populations of 25 species of the marine top predators and their distribution at sea are monitored since 50 years.

ÉNERGÉTIQUE : territorialité, croissance et jeûne

119 ECOENERGIE

GROSCOLAS René, Institut pluridisciplinaire Hubert Curien (CNRS, Université de Strasbourg I)

Crozet

Mécanismes physiologiques et comportementaux mis en œuvre à terre par le manchot royal pour faire face aux contraintes nutritionnelles et environnementales rencontrées au cours de son cycle annuel.

The programme aims at understanding how while ashore the king penguin adapts energetically to the nutritional and environmental constraints it has to face through the annual cycle.

THERMORÉGULATION ET ÉNERGÉTIQUE EN MILIEU POLAIRE

131 ORNITHOTHERMO

DUCHAMP Claude, Physiologie intégrative, cellulaire et moléculaire (Université de Lyon I, CNRS)

Terre Adélie, Crozet

Décryptage par une approche de physiologie intégrative (de l'animal au gène) des processus énergétiques adaptatifs mis en jeu à chaque étape clé de la vie de l'animal. Mise en évidence de mécanismes ou de molécules, cibles potentielles pour la compréhension de pathologies métaboliques.

By an integrative physiological approach from the entire animal to gene expression, the deciphering of the adaptive energetic mechanisms developed by polar species at each critical steps of their living could reveal potential targets for metabolic diseases.

CHANGEMENTS CLIMATIQUES, ACTIONS ANTHROPIQUES ET BIODIVERSITÉ DES ÉCOSYSTÈMES TERRESTRES SUBANTARCTIQUES

136 ECOBIO

LEBOUVIER Marc, Ecosystèmes, biodiversité, évolution (Université de Rennes I, CNRS)

Crozet, Kerguelen

Biodiversité et fonctionnement des écosystèmes terrestres subantarctiques soumis aux activités anthropiques et au changement

climatique : Mécanismes d'invasion des espèces allochtones, réponse des plantes et invertébrés aux contraintes environnementales, interactions entre espèces et évolution des communautés.

The aim of the project is to study the impact of human activities and climate changes on the biodiversity and the subantarctic terrestrial ecosystem functioning : invasion processes of alien species, responses of plants and invertebrates to environmental constraints, interspecific relationships and changes in communities.

STRATÉGIE ÉNERGÉTIQUE DES PRÉDATEURS MARINS (OISEAUX PLONGEURS) ET VARIABILITÉ PHYSIQUE ET TROPHIQUE DE L'OCÉAN AUSTRAL : études à terre

137 ECOPHY

LE MAHO Yvon, Institut pluridisciplinaire Hubert Curien (CNRS, Université de Strasbourg I)

Terre Adélie, Crozet

Adaptations comportementales et physiologiques permettant aux manchots de faire face aux contraintes environnementales et d'assurer le succès de leur reproduction, notamment en fonction des changements climatiques saisonniers et inter-annuels et de leurs conséquences sur l'abondance et la localisation des ressources marines.

How penguins are able to cope with seasonal and interannual climatic changes and their consequences on the localization and abundance of their marine resources? Investigation of their population dynamics by automatically tracking many individuals whose history is known.

LES CHATS DES ÎLES KERGUELEN : STRUCTURE SOCIALE, STRUCTURE GÉNÉTIQUE ET DYNAMIQUE DES POPULATIONS

279 POPCHAT

PONTIER Dominique, Biométrie et biologie évolutive (Université de Lyon I, CNRS)

Kerguelen

Variations spatio-temporelles de la dynamique des populations de chats sur la Grande Terre de l'archipel des Kerguelen. Recherche des causes de la synchronie de ces populations.

Spatio-temporal variations of the cat populations dynamics on Grande Terre island (Kerguelen) and identification of the biotic and abiotic factors of the synchrony reported for these populations.

COMPORTEMENT ET CONSERVATION DES OISEAUX ET DES MAMMIFÈRES MARINS

354 ETHOTAF

BONADONNA Francesco, Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive (CNRS, Universités de Montpellier I, II, III, ENSA.M, CIRAD, EPHE)

Kerguelen

Rôle de l'olfaction dans la reconnaissance individuelle, le choix du partenaire et l'orientation chez les pétrels et les albatros. Rôle de la vision dans le choix du partenaire chez les manchots. Reconnaissance acoustique individuelle chez les manchots.

Olfactory cues (individual recognition, mate choice, and orientation in petrels and albatrosses). Visual cues (function in mate choice in penguins). Acoustic communications (function in individual recognition in penguins, mate choice in, and petrels).

STRATÉGIE ÉNERGÉTIQUE DES PRÉDATEURS MARINS ET VARIABILITÉ PHYSIQUE ET TROPHIQUE DE L'Océan AUSTRAL : études en mer

394 OISEAUX PLONGEURS

BOST Charles-André, Centre d'études biologiques de Chizé (CNRS)

Kerguelen, Crozet

Stratégie énergétique en mer de prédateurs s'alimentant par plongée (manchots, pétrels, éléphants de mer). Étude écophysiologique de l'espace marin par suivi télémétrique, selon les caractéristiques physiques et biotiques de l'océan Austral. Quantification énergétique des déplacements alimentaires. Potentiel bio-indicateur des prédateurs plongeurs vis-à-vis des conséquences biologiques de la variabilité climatique.

How the diving predators may be used to assess the effects of the climatic variability, at short and long term, on the pelagic food webs of the Southern Ocean, Indian sector. Based on the use of state of the art data loggers, the programme focus on the at-sea ecology and energetic of several key diving pulmonary predators (penguins, diving petrels and elephant seals), studied in 3 localities (Crozet-Kerguelen: Polar Frontal Zone, Adélie Land: Antarctic).

DIVERSITÉ VIRALE ET MICROBIENNE DES SOURCES HYDROTHERMALES DES TERRES AUSTRALES ET ANTARCTIQUES FRANÇAISES

408 HOTVIR

LE ROMANCER Marc, Laboratoire de microbiologie des environnements extrêmes (CNRS, Université de Bretagne Occidentale, IUEM, Ifremer)

Kerguelen, Saint-Paul

Communautés virales et microbiennes présentes dans les sources hydrothermales des îles Kerguelen et Saint-Paul : Identification de nouveaux virus et microorganismes, variabilité géographique de la distribution des virus et des procaryotes hyperthermophiles.

Ecological significance of thermophilic and hyperthermophilic viruses and microorganisms in extreme thermal environments in hot springs of the Kerguelen and Saint Paul Islands. Characterization of novel viruses, plasmids and microorganisms with respect to their genomic, phylogenetic, biochemical and biotechnological properties.

ECOTOXICOLOGIE DES MILIEUX AQUATIQUES ET IMMUNOTOXICOLOGIE DES SALMONIDES INTRODUIITS AUX ILES KERGUELEN

409 IMMUNOTOXKER

BETOULLE Stéphane, Laboratoire d'EcoToxicologie (Université de Reims)

Kerguelen

Observatoire référentiel des pollutions en milieu naturel d'eau douce : veille écologique et de suivi de l'évolution géographique et temporelle du risque éco-toxicologique.

Abiotic and biotic contamination and the impacts of eco-physio-toxicological underlying scale agencies and affected populations.

VERS L'UTILISATION DES LIPIDES DE LA BANQUISE POUR LA PALÉOOCÉANOGRAPHIE

1010 ICÉLIPIDS

MASSE Guillaume, Laboratoire d'Océanographie et du Climat : Expérimentations et Approches Numériques - LOCEAN (IPSL, Université de Paris VI, CNRS, MNHN, IRD)

Terre Adélie

Utilisation de biomarqueurs (HBIs) synthétisés par certaines espèces de microalgues comme indicateurs de la banquise antarctique.

Concentrations of selected biomarkers in sea ice and phytoplankton samples collected during an entire will be correlated both with the environmental conditions (e.g. snow cover, temperature) and sea ice physical properties (e.g. thickness).

DISTRIBUTION DES CÉTACÉS EN TERRE ADÉLIE

1014 CETA

CHARRASSIN Jean-Benoît, Laboratoire d'Océanographie et du Climat : Expérimentations et Approches Numériques - LOCEAN (IPSL, Université de Paris VI, CNRS, MNHN, IRD)

Terre Adélie

Collecter des informations de base sur la présence estivale et l'abondance relative des cétacés sur le plateau continental au large de la Terre Adélie, en Antarctique de l'est.

This project aims at documenting background information on summer presence and relative abundance of cetaceans over the continental shelf off Terre Adélie, Eastern Antarctica.

ÉCOLOGIE ÉVOLUTIVE DE LA COLONISATION DES ÎLES KERGUELEN PAR LES SALMONIDÉS

1041 SALMEVOL

LABONNE Jacques, Ecologie Comportementale et Biologie des Populations de Poissons - Ecobiop (INRA, UPPA)

Kerguelen

Tester des hypothèses relatives à la compréhension des mécanismes impliqués dans l'adaptation à de nouvelles conditions et la colonisation de nouveaux habitats.

Test hypotheses relating to understanding the mechanisms involved in adaptation to new conditions and colonization new habitats.

Arctique

HORMONES ET EFFORT PARENTAL CHEZ LES OISEAUX MARINS ARCTIQUES

330 ORNITHO-ENDOCRINO

CHASTEL Olivier, Centre d'études biologiques de Chizé (CNRS)

Svalbard

Mécanismes hormonaux impliqués dans la phénologie de la reproduction de la mouette tridactyle *Rissa tridactyla*. Influence du stress environnemental sur les fortes variations inter-annuelles de date de ponte.

*Endocrine mechanisms involved in the phenology of an Arctic breeding seabird, the black-legged kittiwake *Rissa tridactyla*. We want to test the influence of environmental stress on the observed strong inter-annual variations in laying date and reproductive success.*

DYNAMIQUE DES INTERACTIONS HÔTE-PARASITE DANS LES SYSTÈMES SPATIALISÉS : dispersion et interactions locales chez les oiseaux marins arctiques, la tique *Ixodes uriae* et l'agent de la maladie de *Lyme Borrelia burgdorferi* s.l.

333 PARASITO-ARCTIQUE

BOULINIER Thierry, Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive (CNRS, Universités de Montpellier I, II, III, ENSA.M, CIRAD, EPHE)

Svalbard

Evolution des rapports hôte-parasite en réponse aux variations environnementales. Le modèle d'étude est un système d'interactions à 3 niveaux, impliquant les oiseaux de mer comme hôtes, la tique *Ixodes uriae* comme ectoparasite et la bactérie *Borrelia burgdorferi* s.l. comme microparasite.

Response of animal populations to environmental variability at different spatial scales. The study system is a host-parasite system at three levels, involving arctic seabirds as hosts, the tick Ixodes uriae as their ectoparasite and Lyme disease agent Borrelia burgdorferi as a microparasite.

ADAPTATIONS DES OISEAUX MARINS DE L'ARCTIQUE AUX CONTRAINTES ENVIRONNEMENTALES DANS LE CONTEXTE DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

388 ADACLIM

GREMILLET David, Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive (CNRS, Universités de Montpellier I, II, III, ENSA.M, CIRAD, EPHE)

Groenland

Capacité d'adaptation des mergules nains (Alle alle) à différents régimes océaniques en Mer du Groenland. Ces prédateurs sont de puissants bio-indicateurs de la variabilité environnementale.

Study of how the Little Auk (Alle alle), an apex predator of the Arctic seas, reacts to varying oceanographic conditions. Two populations of Little Auks foraging in highly contrasting thermal zones of the Greenland Sea are compared.

ÉCOLOGIE ET ÉVOLUTION DES INTERACTIONS PUCERONS - PARASITOÏDES EN MILIEU ARCTIQUE

426 ARCTAPHID

HULLE Maurice, Biologie des Organismes et des Populations appliquées à la Protection des Plantes - BiO3P (INRA, Agrocampus, Université Rennes 1)

Svalbard

Reconstruire l'histoire de la colonisation conjointe des pucerons et de leur parasitoïdes et décrire l'écologie fonctionnelle et évolutive de ces interactions.

Reconstruct colonization history of both arctic aphids and their parasitoids and to specify the functional and evolutionary ecology of these interactions.

IMPACT DE L'ACIDIFICATION DES OCÉANS SUR LES ORGANISMES BENTHIQUES ET PÉLAGIQUES DANS L'OCÉAN ARCTIQUE

1008 FR-EPOCA

WEINBAUER Marcus, Laboratoire d'Océanographie de Villefranche-sur-Mer - LOV (CNRS, Université Paris VI)

Svalbard

Partie française du programme EPOCA qui vise à mieux comprendre l'acidification des océans et à étudier ses conséquences sur la biologie marine.

French part of the European Project on Ocean Acidification and its consequences on marine organisms EPOCA.

CONFLITS SEXUELS CHEZ UNE ESPÈCE ARCTIQUE MONOGAME : Conflits sexuels lors de l'accouplement, l'éclosion et la réduction de la taille de la nichée

1162 SEXCOMONARC

DANCHIN Etienne, Evolution et diversité biologique (Université de Toulouse III, CNRS, ENFA)

Svalbard

Rôle des maladies sexuellement transmissibles sur l'évolution des systèmes d'appariement. Conflits sexuels liés à la réduction de la taille de la nichée chez une espèce monogame.

Role of sexually transmitted diseases on the evolution of mating systems in a wild population. It also tackles the question of sexual conflicts in contexts never clearly stated before as brood reduction.

HOMMES ET SOCIÉTÉ

Arctique

IMPACT ENVIRONNEMENTAL DE L'AGRO-PASTORALISME MÉDIÉVAL AU GROENLAND**1004 ULTIMAGRI**

GAUTHIER Emilie, Chrono-Environnement
(CNRS, Université de Franche-Comté, INRA, INRAP)

Groenland

L'aventure viking au Groenland (986 - 1450 env.) constitue un modèle de référence particulièrement adapté pour l'étude paléoenvironnementale des relations entre une communauté humaine et son environnement, de la conquête à l'abandon.

The Norse adventure in Greenland (986 AD - c. 1450 AD) from the conquest to the abandonment, remains a model of reference particularly adapted to the study of the interactions between human and environment.

ECOTOURISME AUTOCHTONE, CHANGEMENTS ENVIRONNEMENTAUX ET ÉCONOMIQUES, STYLE DE VIE ET SAVOIR-FAIRE TRADITIONNELS ; étude comparative entre les Inuit chasseurs de caribous de Baker Lake au Nunavut et les Sami éleveurs de rennes de Övre Soppero en Suède**1193 ECOTRAD**

BLANGY Sylvie, Gestion des sociétés, des territoires et des risques (Université Montpellier 3)

Nunavut, Suède

Comment le tourisme autochtone contribue au bien-être des communautés du nord, préserve et valorise leurs cultures traditionnelles, protège leurs ressources naturelles et aide les membres des communautés à faire face aux défis liés aux changements climatiques.

Understanding how Aboriginal tourism can contribute to the well being of northern communities, preserve and enhance their traditional cultures, sustain their natural resources, and help community members face the challenges of climate change and economic dependency.

FÊTER LES ESPRITS AUJOURD'HUI EN SIBÉRIE SEPTENTRIONALE**1024 FESTIVETHNO**

VATE Virginie, Groupe Sociétés, Religions, Laïcité - GSRL
(EPHE, CNRS)

Sibérie

Analyser les croyances et les rites pratiqués individuellement ou collectivement par les Yakoutes et les autres peuples sibériens de la République de Sakha (Yakoutie) au nord-est de la Fédération de Russie.

Analyse the beliefs and rites individually or collectively practiced by the Yakuts and by the other Siberian peoples of the Sakha Republic (Yakutia) in the north-east of the Russian Federation.

TRANSFORMATION DES RAPPORTS D'AUTORITÉ ET ÉMERGENCE DE LA FIGURE DU LEADER POLITIQUE CHEZ LES INUIT DU NUNAVIK AU XX^e SIÈCLE**1135 LEADERPOL**

COHEN Yves, Centre de Recherches Historiques - CRH
(CNRS, EHESS)

Canada

Comprendre le processus d'institutionnalisation dans l'Arctique canadien, la professionnalisation progressive des leaders politiques et leur émergence, en tant qu'acteurs politiques, sur les scènes nationales et internationales.

To understand the institutionalization process of the Canadian Arctic, the way political leaders turned professional and their emergence as political agents on the national and international scenes.





CAMPAGNES Océanogra



PHIQUES

148 jours d'activité scientifique du Marion Dufresne ont permis de réaliser les programmes clés confiés à l'IPEV et caractéristiques de son savoir-faire

Observatoires labellisés, avec la réalisation du 17^{ème} volet du programme OISO ; études paléo-climatologiques avec la campagne IMAGES de carottage RETRO, avalisée par l'ESF et soutenue par l'ANR ; programmes en géosciences marines et océanographie physique dans l'océan Austral.

Le programme de carottage a permis de mettre en œuvre les améliorations techniques du carottage financées à travers deux actions du plan de relance du gouvernement, et travaillées en collaboration avec la cellule « sédiments profonds » du Centre de Carottages et de Forage National (C2FN) de l'INSU, et de l'IFREMER. L'excellence de la qualité des carottes prélevées lors de la campagne RETRO a été quantifiée.



MESURES DIRECTES DU TRANSPORT DU COURANT CIRCUMPOLAIRE ANTARCTIQUE au travers du plateau de Kerguelen

Young-Hyang PARK¹, Frédéric VIVIER², Fabien ROQUET³, Elodie KESTENARE⁴, Hela SEKMA¹

1 - LOCEAN/Département Milieux et Peuplement Aquatiques, Muséum National d'Histoire Naturelle, 75005 Paris

2 - LOCEAN/Institut Pierre Simon Laplace, Université Pierre et Marie Curie, 75005 Paris

3 - EAPS /MIT, Cambridge, USA

4 - LEGOS, IRD, CNRS, Université Toulouse 2, 31400 Toulouse



résumé abstract

Des observations hydrologiques détaillées et des mesures directes du courant sur le plateau de Kerguelen effectuées pendant les récentes campagnes TRACK nous ont permis de quantifier pour la première fois le transport du Courant Circumpolaire Antarctique traversant le plateau et de dresser un schéma de circulation réaliste. Nous démontrons que le Fawn Trough, un passage profond coupant le plateau en deux parties, est le couloir principal assurant la quasi-totalité du transport trans-plateau.

The detailed hydrographic observations and the direct measurements of current over the Kerguelen Plateau during the recent TRACK cruises permitted us for the first time to evaluate quantitatively the transport of the Antarctic Circumpolar Current crossing over the plateau and to draw up a realistic circulation schematic. The Fawn Trough, a deep passage cutting the plateau into two parts, is verified as the principal pathway ensuring the quasi-totality of the trans-plateau transport.

Le Fawn Trough, passage clef pour la traversée du plateau de Kerguelen par le Courant Circumpolaire Antarctique

La circulation et le transport du Courant Circumpolaire Antarctique (ACC) sont deux aspects fondamentaux de la dynamique de l'océan Austral, ce dernier

constituant le « carrefour » de la circulation thermohaline globale. Les observations antérieures suggèrent que le plateau de Kerguelen constitue un obstacle majeur à l'écoulement zonal de l'ACC, avec les deux tiers de son transport passant au nord du plateau par le passage Kerguelen-Amsterdam, le reste du transport devant nécessairement s'effectuer dans la vaste zone entre les îles

Kerguelen et l'Antarctique au travers du plateau de Kerguelen. L'ensemble des données hydrologiques disponibles a montré la présence d'un écoulement important passant par le Fawn Trough. Ce « Courant du Fawn Trough » canalise les masses d'eaux Antarctiques situées entre la limite septentrionale des banquises (vers 57°S) et la Divergence Antarctique (vers 63°S)



dans le bassin d'Enderby, tandis que la circulation est très efficacement bloquée ailleurs sur le plateau de Kerguelen (Roquet et al., 2009). Ces connaissances restaient néanmoins largement qualitatives, car aucune mesure de haute qualité du courant et des paramètres hydrologiques n'a été réalisée précédemment dans le Fawn Trough, alors que son rôle de passage privilégié des masses d'eau depuis le bassin d'Enderby vers le bassin Australo-Antarctique apparaissait de plus en plus évident. Dans le cadre de l'Année Polaire Internationale, le programme TRACK (TRansport ACross the Kerguelen Plateau) avait pour objectif de quantifier pour la première fois le flux de l'ACC traversant le plateau de Kerguelen et de suivre ses variations temporelles.

Les campagnes TRACK

Les opérations in situ de la campagne TRACK1 se sont déroulées en février-mars 2009 à bord du Marion Dufresne dans la région du Fawn Trough. Les mesures des paramètres hydrologiques ont été effectuées le long des radiales comprenant au total 60 stations CTDO (« conductivity-temperature-depth-oxygen ») judicieusement choisies à travers les principales branches du courant de la région

(Fig. 1). Notons que la radiale passant dans le Fawn Trough (Sts. 60-58 : 15-26 : 51-50) est placée sur une trace au sol du satellite altimétrique JASON coupant perpendiculairement le seuil le plus étroit du Fawn Trough. La radiale la plus sud-est (Sts. 50-42) est une répétition d'une partie de la radiale WOCE 18S faite en 1994/95, qui permettra d'une part d'estimer une nouvelle fois le flux du courant profond du bord ouest (DWBC) provenant des côtes Antarctiques, et d'autre part d'étudier les changements climatiques de propriétés de l'eau de fond Antarctique (AABW). Ces mesures hydrologiques ont été accompagnées de mesures directes de courant à l'aide des profileurs de courant à effet Doppler, ADCP. Trois lignes comprenant au total 12 courantomètres ont été mouillées dans le passage du Fawn Trough. Les variations du transport ainsi obtenues seront comparées à celles déduites de la pente altimétrique afin de tester la faisabilité du suivi du transport par l'altimétrie satellitale.

L'ensemble des mouillages a été récupéré lors de la campagne TRACK2 qui a eu lieu en janvier-février 2010 à bord du Marion Dufresne. Des mesures hydrologiques et courantologiques

aux 57 stations CTDO, dont une de test, ont également été effectuées. Notons que la section traversant le Fawn Trough a été prolongée cette fois-ci jusqu'au pied des îles Kerguelen et la section perpendiculaire au flanc est de plateau sud vers 58°S a également été répétée.

Un nouveau schéma de circulation et de transport sur le plateau de Kerguelen

Les mesures directes de courant par ADCP ont été utilisées pour calculer le courant perpendiculaire à chaque radiale et les résultats concernant la radiale traversant le Fawn Trough et celle coupant le DWBC sont présentés en (Fig. 2). Le Fawn Trough apparaît comme un véritable « entonnoir » où la quasi-totalité du flux traversant la radiale (43 Sv sur 50 Sv ; $1 \text{ Sv} = 10^6 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$) est concentrée sur une largeur de 100 km, avec une vitesse supérieure à 1 nœud en surface (0.6 m s^{-1}) mais qui décroît avec la profondeur. Une branche secondaire (6 Sv avec une vitesse moyenne de 0.2 m s^{-1}) est également observée juste au sud des îles Heard/McDonald.

Le long de la radiale sud-est à 58°S, nous avons identifié le DWBC

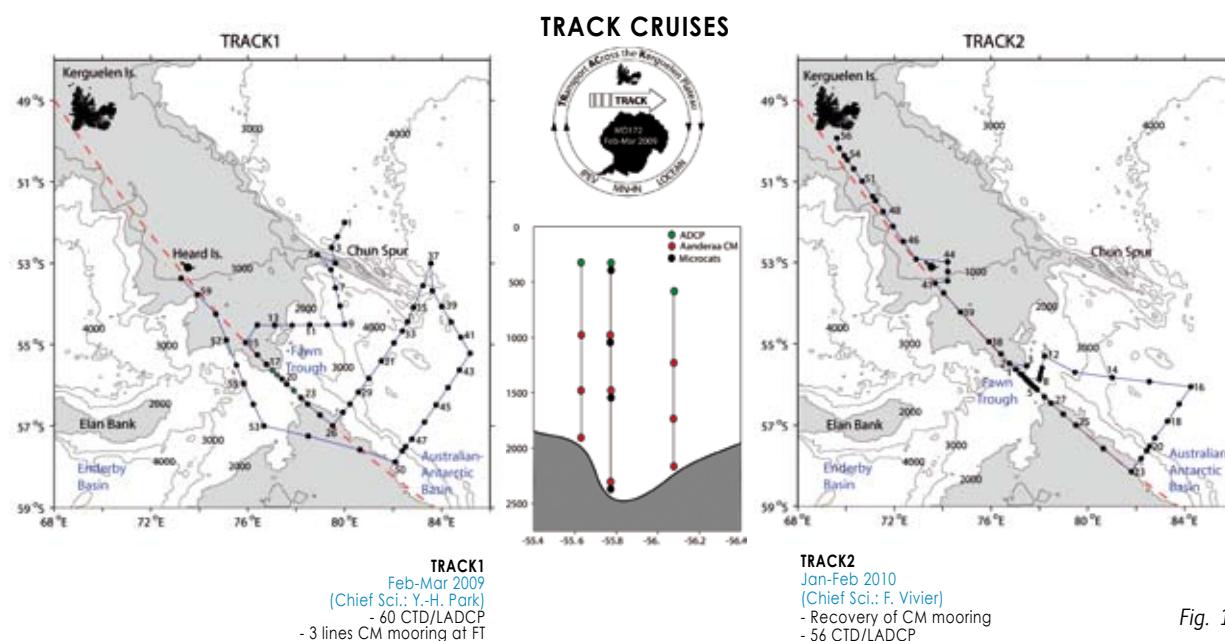


Fig. 1

Plans des campagnes TRACK, indiquant les stations CTDO (points noirs) et les points de mouillage des courantomètres (points verts) au travers du Fawn Trough. Le schéma de mouillage des courantomètres et une trace au sol du satellite altimétrique JASON (ligne rouge pointillée) sont également présentés.



étroitement (75 km) plaqué sur la pente continentale du plateau. Contrairement à la radiale du Fawn Trough, la structure verticale du courant ici est quasiment barotrope (sans cisaillement notable), avec une vitesse maximale de 0.3 m s^{-1} au fond et un transport de 43 Sv vers l'Equateur. Plus au large sur cette radiale, la majeure partie du DWBC repart vers le sud, avec seulement moins de 10 Sv continuant vers le Nord. Les caractéristiques des masses d'eau près du fond suggèrent deux sources différentes pour le DWBC : 84% (36 Sv) proviennent du courant côtier Antarctique et le reste (7 Sv) est la continuation de la branche la plus au sud de l'ACC qui passe par le nord du Princess Elizabeth Trough. En combinant ces résultats de TRACK1 et des études antérieures dans le

passage Kerguelen-Amsterdam, nous avons pu dresser un nouveau schéma de la circulation des principales branches de l'ACC et du DWBC ainsi que les transports associés dans cette région du plateau de Kerguelen (Fig. 3). Le transport total de l'ACC traversant notre secteur de l'océan Austral est de 150 Sv, dont 60% (92 Sv) passent au nord du plateau de Kerguelen et 40% (58 Sv) traversent le plateau entre les îles Kerguelen et le continent Antarctique. Les trois quarts de ces 58 Sv (43 Sv) sont fortement concentrés dans le passage du Fawn Trough et les 15 Sv restant se partagent entre les trois branches secondaires : 7 Sv au nord du Princess Elizabeth Trough ; 6 Sv au sud des îles Heard/McDonald ; et 2 Sv au sud des îles Kerguelen.

Les données de TRACK1 et l'ensemble des résultats obtenus fourniront une référence pour les futures observations in situ ou la validation des modèles numériques. Les données des mouillages de courantomètres de TRACK2 sont en cours d'analyse dans le cadre d'une thèse, et apporteront des informations précieuses sur la variabilité de l'ACC et son lien avec la variabilité du niveau altimétrique au travers du Fawn Trough.

Remerciements

Les campagnes TRACK n'auraient pas eu lieu sans le soutien logistique de l'IPEV et le soutien financier du CNES et de l'INSU/CNRS. Nous remercions le DITM-LOCEAN et la DT-INSU, notamment Catherine Rouault, Hervé Le Goff et Fabien Perault, pour leur compétence concernant la préparation des instruments de mesure pour les mouillages et les mesures hydrographiques. Nous remercions également Isabelle Durand qui a apporté son soutien technique pour l'analyse des données.

Publications

Park, Y.-H., F. Vivier, F. Roquet, and E. Kestenare (2009), Direct observations of the ACC transport across the Kerguelen Plateau, *Geophys. Res. Lett.*, 36, L18603, doi:10.1029/2009GL039617.

Roquet, F., Y.-H. Park, C. Guinet, F. Bailleul, and J.-B. Charrassin (2009), Observations of the Fawn Trough Current over the Kerguelen Plateau from instrumented elephant seals. *J. Mar. Sys.*, doi:10.1016/j.jmarsys.2008.11.017.

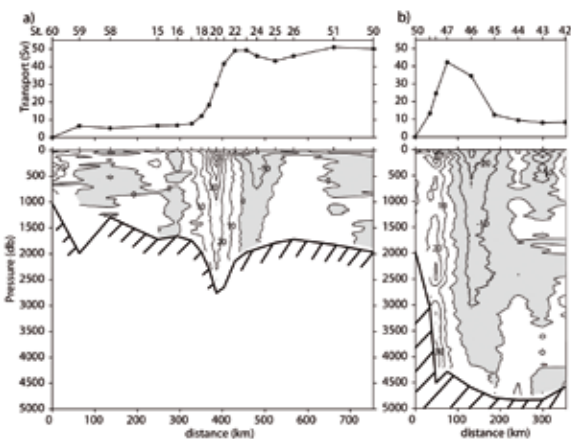


Fig.2

Sections de vitesse perpendiculaire à (a) la radiale traversant le Fawn Trough et (b) la radiale coupant le DWBC à 58°S. Le transport cumulé est donné en haut de chaque section. D'après Park et al. (2009).

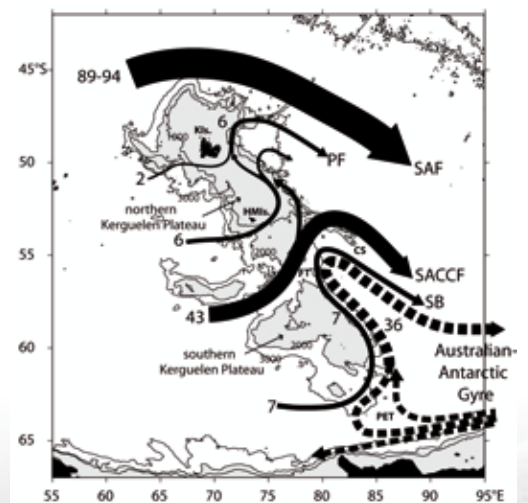


Fig. 3

Schéma de circulation et de transport de l'ACC (flèches continues) au travers du plateau de Kerguelen et du gyre Australo-Antarctique (flèches discontinues). Le transport correspondant à chaque branche de circulation est indiqué par un chiffre en Sv. D'après Park et al. (2009).

LES CAMPAGNES OCÉANOGRAPHIQUES DU MARION DUFRESNE

CAMPAGNE

MD171 / GEISEIR

Trajet du 02 janvier au 07 février 2008.

Départ de La Réunion. Arrivée à Fremantle (Australie).

Chefs de mission

Christophe HEMOND, Domaines Océaniques (CNRS, Université de Bretagne Occidentale) (pour la Campagne GEISEIR)

Nicolas METZL, Laboratoire d'Océanographie et du Climat : Expérimentation et Approches Numériques – LOCEAN (Université de Paris VI, CNRS, MNHN, IRD) (pour le Programme OISO)

Les études réalisées sur les roches des dorsales océaniques montrent une distribution spatiale des anomalies géochimiques qui est le reflet de la dynamique du manteau supérieur au niveau de la zone d'extension.

La campagne GEISEIR (GEOchemical Isotopy of the South East Indian Ridge) avait pour objectif principal l'étude géochimique des roches de la dorsale sud-est indienne. Un échantillonnage très serré a été effectué à l'aide d'un carottier à cire ou « wax core ». 120 opérations de carottages ont été réalisées avec succès ainsi que 25 opérations de dragage, qui ont permis de remonter d'importantes quantités de roches. Le pas d'échantillonnage est de trois miles le long du segment sud-est et de six miles le long du segment nord-ouest de la zone d'étude.

Ces opérations ont été complétées par des levés bathymétriques, gravimétriques et magnétométriques. La campagne GEISEIR aura un second volet au début de l'année 2010, afin de compléter l'étude de la dorsale sud-est indienne.

Cette campagne comportait un autre volet : le 17^{ème} volet du programme OISO.

Le programme OISO fait partie de l'Observatoire international qui suit l'évolution du gaz carbonique dans les eaux de surface de l'océan. Ce dernier joue un rôle majeur dans la régulation du gaz carbonique en absorbant près de la moitié des quantités émises par les activités humaines. Le programme OISO concerne principalement l'Océan Austral au sud de l'Océan Indien, le Marion Dufresne, tout au long de sa route, permettant de faire des mesures de concentration de gaz carbonique.

Huit opérations de prélèvements d'eau à différentes profondeurs (parfois jusqu'à 4500 mètres) ont également été réalisées, accompagnées de mesures de température, de concentration en oxygène, de fluorescence et de conductivité (système CTD).



Campagne GEISEIR. Echantillons de basalte récupérés à l'aide du carottier à cire.

CAMPAGNE

MD172 TRACK

Trajet du 14 février au 16 mars 2009.

Départ de Fremantle (Australie). Arrivée à La Réunion.

Chefs de mission

Young-Hyang PARK, Laboratoire d'Océanographie et du Climat : Expérimentation et Approches Numériques - LOCEAN (Université de Paris VI, CNRS, MNHN, IRD)

Le Courant Circumpolaire Antarctique (CCA) a une importance considérable dans la circulation océanique globale qui contrôle en partie le climat de la planète. Les études antérieures ont montré que le CCA qui s'écoule d'ouest en est se sépare en plusieurs branches lorsqu'il rencontre l'obstacle naturel que constitue le plateau de Kerguelen. Le courant majeur (100 Mt d'eau de mer par seconde) contourne le plateau par le nord. Au sud, une seconde branche moins importante, qui traverse le plateau de Kerguelen, au niveau du bassin de Fawn, au sud-est de l'île de Heard fait l'objet de la campagne TRACK (Transport Across the Kerguelen Plateau).

Soixante stations de mesure CTDO (Conductivity, Temperature, Depth, Oxygen) couplées avec des mesures de courants ont été réalisées au cours de la campagne. Des prélèvements d'eau ont été effectués une station sur deux afin d'analyser la salinité et l'oxygène dissous. Trois lignes de courantmètres ont été mouillées dans la zone la plus profonde du bassin de Fawn.

Sept flotteurs de type ARGO ont été déployés. Il s'agit de « bouées » instrumentées conçues pour dériver à une profondeur de 1000 mètres. Tous les dix jours, le « flotteur » plonge à 2000 mètres pour remonter lentement vers la surface en enregistrant des profils de température et de salinité.

L'ensemble de ces mesures a permis d'estimer à 58 Mt d'eau de mer par seconde l'importance du courant qui traverse le plateau de Kerguelen. Les trois quarts (43 Mt) passent par le bassin de Fawn (Young-Hyang Park et al. ACC transport across the Kerguelen Plateau, 2009, Geophysical Research Letters).

Comme pour la campagne GEISEIR, la campagne TRACK fera l'objet d'une seconde mission entre décembre 2009 et janvier 2010.

LA VALORISATION DE TRANSIT

VT105 KAVIAR / TABLE

Trajet du 06 au 13 mars 2009. Valorisation intégrée à la mission TRACK.

Programme intégralement effectué dans la baie de la Table à Kerguelen.

Responsable du programme

Emmanuel CHAPRON, Institut des Sciences de la Terre d'Orléans (CNRS, Université d'Orléans, Université de Tours).

Le programme KAVIAR (Kerguelen and Sub-Antarctic climatic Variability from Integrated Archive) vise à préciser l'impact de la variabilité du climat sur les environnements continentaux et marins sub-antarctiques, depuis la fin de la dernière glaciation et à identifier les principaux « forçages climatiques » à l'œuvre dans cette région du globe.

L'originalité de l'approche repose sur la comparaison d'archives sédimentaires continentales (tourbes et sédiments des lacs) et marines. Ces dernières ont été prélevées par carottages dans la baie de la Table à Kerguelen.

Les points de carottage choisis sont situés sous le vent de l'île, soumise aux vents d'ouest permanents qui s'accompagnent de fortes précipitations. Ils sont par ailleurs situés à l'est de trois volcans

récemment actifs (trois éruptions majeures au cours des 2000 dernières années) dont les cendres se retrouvent dans les tourbières et dans le remplissage du lac d'Armor.

Le site de la baie de la Table est directement alimenté en sédiments par les eaux de fonte du glacier Ampère, l'une des principales langues glaciaires de la calotte Cook qui fait l'objet d'un suivi depuis plus de 50 ans.

La mission KAVIAR / TABLE vise à documenter l'évolution du glacier Ampère depuis environ 15 000 ans à partir de l'étude du remplissage sédimentaire de la baie de la Table. Une cartographie détaillée du site réalisée à l'aide du sondeur multifaisceaux a permis de retenir trois sites de carottage. Pour chaque site, trois types de carottiers ont été déployés : boîte, gravité et Calypso. Afin de caractériser les paramètres physico-chimiques de la colonne d'eau à l'intérieur du fjord, des mesures CTD étaient associées à chaque carottage.

ARRÊT TECHNIQUE

Du premier au 31 juillet, Ile Maurice, Chantier Naval de l'Océan Indien.

VALORISATION DE TRANSIT

VT 106 AGHULAS

Trajet du 24 septembre au 03 octobre 2009.

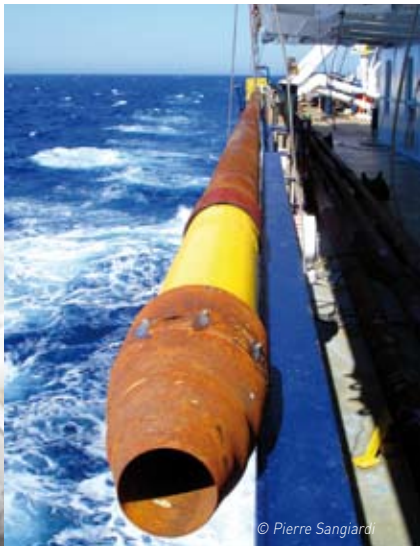
Départ de La Réunion, arrivée à Fortaleza (Brésil).

Chefs de mission

Ian MAC LACHLAN, Petroleum Agency SA, Capetown, République d'Afrique du Sud

Pendant 10 jours, le Marion Dufresne a réalisé un lever cartographique détaillé préliminaire à une demande d'extension de la ZEE de l'Afrique du Sud.

Le sondeur multifaisceaux a été mis en œuvre en mode « mixte », un cycle sur quatre de l'appareil étant remplacé par un signal du sondeur de sédiments à 3,5 KHz. Ce sondeur basse fréquence fournit des informations détaillées sur les premières centaines de mètres de sédiments. Ces « sondes » ont permis la réalisation d'une carte très précise du fond sous-marin, avec une résolution de 200 mètres. Cette cartographie a été complétée par un lever magnétique utilisant le magnétomètre embarqué.



© Pierre Sangiardi

CAMPAGNE DE CAROTTAGE

MD 176 RETRO 2

Trajet du 17 au 25 octobre 2009.

Départ et arrivée à Fortaleza (Brésil).

Chefs de mission

Claire WAELEBROECK, Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (CEA, CNRS, Université Versailles Saint Quentin)

Trond DOKKEN, Geophysical Institute, University of Bergen, Norvège

La campagne RETRO2 s'est déroulée au large de la côte nord du Brésil. Elle fait partie du programme de recherche ESF EuroMARC RETRO (Response of tropical Atlantic surface and intermediate waters to changes in the Atlantic meridional overturning circulation) associant la France, la Norvège, les Pays-Bas et l'Allemagne. Son objectif est de reconstituer l'évolution de la circulation méridienne atlantique (MOC), lors des changements climatiques rapides des derniers 60 000 ans.

L'étude des sédiments marins peut apporter des informations sur ces évolutions au cours du temps. La marge nord du Brésil a été choisie car elle est caractérisée par de forts taux de sédimentation et un gradient de profondeur élevé. Une campagne de reconnaissance réalisée à bord du N/O norvégien SARS en décembre 2007 avait permis d'identifier les sites propices à des carottages longs.

Plusieurs carottes ont été prélevées entre 600 et 1000 mètres de profondeur. L'analyse isotopique et en éléments trace des foraminifères devrait permettre de retracer l'évolution de la thermocline et des eaux intermédiaires. D'autres carottages ont été réalisés à plus grande profondeur (2400-3500 mètres), de manière à étudier les variations de la branche inférieure de la circulation méridienne atlantique. Les carottages étaient accompagnés de prélèvements d'eau aux sites les plus profonds afin de calibrer les outils de reconstitution paléo-océanographiques. Les profils de salinité, température et fluorescence ont été réalisés lors de chaque opération de carottage grâce aux capteurs nouvellement installés sur le carottier.

Douze carottages géants de type Calypso et sept carottages de type « CASQ » (carottier à gravité à section carrée) ont été réalisés au cours de la mission. Cette campagne a bénéficié d'une aide de l'ANR.

LES RESPONSABLES DES PROGRAMMES SCIENTIFIQUES



BASCOU Jérôme

Laboratoire Magmas et Volcans,
5 rue Kessler,
63038 Clermont-Ferrand Cedex
jerome.bascou@univ-st-etienne.fr

BETOULLE Stéphane

Laboratoire d'Eco-Toxicologie,
Campus du Moulin de la Housse, BP 1039,
51687 REIMS Cedex 2
stephane.betoulle@univ-reims.fr

BEZOS Antoine

Laboratoire de Planétologie
et de Géodynamique de Nantes,
Faculté des Sciences et des Techniques,
2 rue de la Houssinière, 44322 Nantes
Antoine.Bezos@univ-nantes.fr

BLANGY Sylvie

Gestion des sociétés, des territoires
et des risques, Université de Montpellier 3,
17 rue Abbe de l'Épée, 34090 Montpellier
sblangy@gmail.com

BONADONNA Francesco

Centre d'écologie fonctionnelle
et évolutive, 1919 route de Mende,
34293 Montpellier Cedex 5
Francesco.bonadonna@cefe.cnrs.fr

BOST Charles-André

Centre d'études biologiques de Chizé,
Villiers en Bois, 79360 Beauvoir sur Niort
bost@cebc.cnrs.fr

BOULINIER Thierry

Centre d'écologie fonctionnelle
et évolutive, 1919 route de Mende,
34293 Montpellier Cedex 5
Thierry.boulinier@cefe.cnrs.fr

CATOIRE Valéry

Laboratoire de Physique et Chimie
de l'Environnement,
3A Avenue de la Recherche Scientifique
45071 Orléans Cedex 2
Valery.catoire@cnrs-orleans.fr

CHAMBODUT Aude

Institut de Physique du Globe, Université
Louis Pasteur Strasbourg 1, 5 rue René
Descartes, 67084 Strasbourg Cedex
Aude.Cambodut@eost.u-strasbg.fr

CHAPRON Emmanuel

Institut des Sciences de la Terre
d'Orléans, Campus Géosciences, Château
de la Source, Avenue du Parc Floral BP
6749, 45067 Orléans Cedex 2
Emmanuel.Chapron@univ-orleans.fr

CHARRASSIN Jean-Benoît

Laboratoire d'Océanographie et du
Climat : Expérimentations et Approches
Numériques, 4 place Jussieu,
75252 Paris Cedex 05
jbc@mnhn.fr

CHASTEL Olivier

Centre d'études biologiques de Chizé,
Villiers en Bois, 79360 Beauvoir sur Niort
olivier.chastel@cebc.cnrs.fr

COHEN Yves

Centre de recherches historiques, EHESS,
54 bd Raspail 75006 Paris
ycohen@ehess.fr

DANCHIN Etienne

Laboratoire d'écologie, Université Paris VI,
7 Quai St-Bernard, 75252 Paris Cedex 05
edanchin@cict.fr

DAVID Christine

Institut polaire français, Technopole Brest
Iroise, BP 75, 29280 Plouzané
Christine.david@ipev.fr

DELMOTTE Marc

Laboratoire des sciences du climat
et de l'environnement, bât. 12, avenue de
la Terrasse, 91198 Gif sur Yvette Cedex
Marc.Delmotte@lscce.ipsl.fr

DELOFFRE Julien

Laboratoire de morphodynamique
continentale et côtière,
Université de Caen Basse-Normandie,
2-4 rue des Tilleuls, 14000 Caen
julien.deloffre@etu.univ-rouen.fr

DOKKEN Trond

Geophysical Institute, University of Bergen,
Allegaten 70, 5007 Bergen
Trond.dokken @bjerknos.uib.no

DOMINE Florent

Laboratoire de Glaciologie et Géophysique
de l'Environnement, 54 rue Molière,
38402 Saint Martin d'Hères Cedex
florent@lgge.obs.ujf-grenoble.fr

DOMMERGUE Aurélien

Laboratoire de Glaciologie et Géophysique
de l'Environnement, 54 rue Molière,
38402 St Martin d'Hères Cedex
dommergue@lgge.obs.ujf-grenoble.fr

DUCHAMP Claude

Physiologie intégrative, cellulaire et
moléculaire, Université Lyon 1,
43 boulevard du 11 Novembre 1918,
69622 Villeurbanne Cedex
duchamp@univ-lyon1.fr

DURAND Gilles

Direction des Sciences de la Matière/
Département d'astrophysique, de physique
des particules, de physique nucléaire
et de l'instrumentation associée, CEA,
Centre d'études de Saclay,
Orme-des-Merisiers, 91191 Gif sur Yvette
gilles.durand@cea.fr

FILY Michel

Laboratoire de Glaciologie et Géophysique
de l'Environnement, 54 rue Molière, BP 96,
38402 Saint Martin d'Hères Cedex
fily@lgge.obs.ujf-grenoble.fr

FOSSAT Eric

Laboratoire universitaire d'astrophysique
de Nice, Université de Nice Sophia-
Antipolis, 2 avenue Valrose,
06108 Nice Cedex 2
eric.fossat@unice.fr

GAUTHIER Emilie

Laboratoire Chrono-Environnement,
16 route de Gray, 25030 Besançon Cedex
Emilie.gauthier@univ-fcomte.fr

GEISTDOERFER Alette

Ecoanthropologie et Ethnobiologie -
Hommes, natures, sociétés,
43 rue Buffon 75005 Paris
alietteg@mnhn.fr

GENTHON Christophe

Laboratoire de glaciologie et géophysique
de l'environnement, BP 96,
38402 St-Martin-d'Hères Cedex
genthon@lgge.obs.ujf-grenoble.fr

GIRAUD-HERAUD Yannick

Astroparticules et Cosmologie,
10 rue Alice Domon et Léonie Duquet,
75205 Paris Cedex 13
ygh@apc.univ-paris7.fr

GOUTAIL Françoise

Atmosphères, Milieux, Observations
Spatiales (LATMOS), Université Pierre
et Marie Curie, 4 Place Jussieu, BP 102,
75252 Paris Cedex
florence.goutail@aerov.jussieu.fr

GREMILLET David

Institut pluridisciplinaire Hubert Curien,
Université de Strasbourg, 23 rue du
Loess, 67037 Strasbourg Cedex 2
david.gremillet@c-strasbourg.fr

GRISELIN Madeleine

Théoriser et modéliser pour aménager,
Université de Franche-Comté Besançon,
32 Rue Megevand, 25030 Besançon Cedex
madeleine.griselin@univ-fcomte.fr

GROSCOLAS René

Institut pluridisciplinaire Hubert Curien,
Université de Strasbourg, 23 rue du
Loess, 67037 Strasbourg Cedex 2
rene.groscolas@c-strasbourg.fr

HEMOND Christophe

Domaines Océaniques Institut Universitaire
Européen de la Mer, Technopôle Brest -
Iroise Place Nicolas Copernic,
29280 Plouzané
chmond@univ-brest.fr

HINDERER Jacques

Institut de Physique du Globe de
Strasbourg 5, rue René Descartes,
67084 Strasbourg Cedex
jacques.hinderer@eost.u-strasbg.fr

HOUSSAIS Marie-Noëlle

Laboratoire d'Océanographie et du
Climat : Expérimentations et Approches
Numériques, Université Paris VI,
4 place Jussieu, 75252 Paris Cedex 05
houssais@locean-ipsl.upmc.fr

HULLÉ Maurice

Biologie des Organismes et des
Populations appliquées à la Protection
des Plantes, 35653 Le Rheu Cedex
Maurice.hulle@rennes.inra.fr

KLEIN Karl-Ludwig

Laboratoire d'études spatiales et d'instrumentation en astrophysique, Observatoire de Meudon, 5 place Jules Janssen, 92190 Meudon
Ludwig.Klein@obspm.fr

KOUBBI Philippe

Laboratoire d'océanographie de Villefranche, Station Zoologique, 181 Chemin du Lazaret, BP 28, 06234 Villefranche sur mer Cedex
koubbi@obs-vlfr.fr

LABONNE Jacques

Ecologie Comportementale et Biologie des Populations de Poissons, Pôle d'Hydrobiologie, Quartier Ibarron, 64310 Saint Pée sur Nivelle
Jacques.Labonne@st-pee.inra.fr

LEBOUVIER Marc

ECOsystèmes, Biodiversité, évolution (ECOBI), Station biologique de Paimpont, 35580 Paimpont
marc.lebouvier@univ-rennes1.fr

LECOINTRE Guillaume

Systématique, adaptation, évolution, 57 rue Cuvier, 75231 PARIS Cedex 05
Lecointr@mnhn.fr

LEGRAND Michel

Laboratoire de glaciologie et géophysique de l'environnement, 54 rue Molière, BP 96, 38402 St-Martin-d'Hères Cedex
mimi@glaciog.ujf-grenoble.fr

LEGRESY Benoît

Laboratoire d'études en géophysique et océanographie spatiales, Observatoire Midi Pyrénées, 14 avenue Edouard Belin, 31400 Toulouse
benoit.legresy@legos.obs-mip.fr

LE MAHO Yvon

Institut pluridisciplinaire Hubert Curien, Université Strasbourg I, 23 rue du Loess, BP 28, 67037 Strasbourg Cedex 2
yvon.lemaho@c-strasbourg.fr

LE MEUR Emmanuel

Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement, 54 rue Molière, BP 96, 38402 St-Martin-d'Hères Cedex
manu@lgge.obs.ujf-grenoble.fr

LE ROMANCIER Marc

Laboratoire de microbiologie des environnements extrêmes, IFREMER, BP 70, 29280, Plouzané
marc.leromancier@univ-brest.fr

LEVEQUE Jean-Jacques

Institut de Physique du Globe, Université de Strasbourg, 5 rue René Descartes, 67084 Strasbourg Cedex
jlleveque@eost.u-strasbg.fr

LOSNO Rémi

Laboratoire inter-universitaire des systèmes atmosphériques, 61 avenue du Général de Gaulle, 94010 Créteil Cedex
remi.losno@lisa.univ-paris12.fr

MAC LACHLAN Ian

Petroleum Agency SA, Tygerpoort House, 7 Mispel Street, Bellville Capetown Republic of South Africa
mclachlai@petroleumagencyrsa.com

MAGGI Alessia

Institut de physique du globe, Université de Strasbourg 1, 5 rue René Descartes, 67084 Strasbourg Cedex
Alessia.Maggi@eost.u-strasbg.fr

MARCHAUDON Aurélie

Laboratoire de Physique et Chimie de l'Environnement, 3A Avenue de la Recherche Scientifique, 45071 Orléans Cedex 2
Aurelie.marchaudon@cnsr-orleans.fr

MASSE Guillaume

Laboratoire d'Océanographie et du Climat : Expérimentations et Approches Numériques, Université Paris VI, 4 place Jussieu, 75252 Paris Cedex 05
guillaume.masse@locean-ipsl.upmc.fr

MASSON-DELMOTTE Valérie

Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement, bât. 12, avenue de la Terrasse, 91198 Gif sur Yvette Cedex
Valerie.Masson@lsce.ipsl.fr

MAYZAUD Patrick

Laboratoire d'océanographie de Villefranche, Station Zoologique, 181 Chemin du Lazaret, BP 28, 06234 Villefranche sur Mer Cedex
patrick.mayzaud@obs-vlfr.fr

MENVIELLE Michel

Laboratoire Atmosphères, Milieux, Observations Spatiales, Quartier des Garennes 11 Boulevard d'Alembert, 78280 Guyancour
Michel.Menvielle@latmos.ipsl.fr

METZL Nicolas

Laboratoire d'Océanographie et du Climat : Expérimentations et Approches Numériques, Université Paris VI, 4 place Jussieu, 75252 Paris Cedex 05
metzl@ccr.jussieu.fr

MOINE Bernard

Laboratoire Magmas et Volcans, 5 rue Kessler, 63038 Clermont-Ferrand Cedex
moineb@univ-st-etienne.fr

PARK Young-Hyang

Laboratoire d'Océanographie et du Climat : Expérimentations et Approches Numériques, Université Paris VI, 4 place Jussieu, 75252 Paris Cedex 05
yhpark@mnhn.fr

PETIT Jean-Robert

Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement, 54 rue Molière, 38402 Saint Martin d'Hères Cedex
Jean-Robert.Petit@lgge.obs.ujf-grenoble.fr

PONTIER Dominique

Université Lyon I, Biométrie et biologie évolutive, 43 boulevard du 11 novembre 1918, 69622 Villeurbanne Cedex
dpontier@biomserv.univ-lyon1.fr

RAMONET Michel

Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement, Ormes-les-Merisiers, Bât 701, 91191 Gif sur Yvette Cedex
ramonet@lsce.saclay.cea.fr

RICAUD Philippe

Laboratoire d'aérodynamique, Observatoire Midi-Pyrénées, 14 Av Edouard Belin, 31400 Toulouse
philippe.ricaud@aero.obs-mip.fr

SAVARINO Joël

Laboratoire de glaciologie et géophysique de l'environnement, 54 rue Molière, BP 96, 38402 St Martin d'Hères
savarino@lgge.obs.ujf-grenoble.fr

SCIARE Jean

Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement, Ormes-des-Merisiers, bât 701, 91191 Gif-sur-Yvette Cedex
sciare@lsce.saclay.cea.fr

SCHWARZENBOECK Alfons

Laboratoire de Météorologie Physique, 24 avenue des Landais 63177 Aubière
a.schwarzenboeck@opgc.univ-bpclermont.fr

TESTUT Laurent

Laboratoire d'études en géophysique et océanographie spatiales, Observatoire Midi Pyrénées, 14 avenue Edouard Belin, 31400 Toulouse
laurent.testut@legos.obs-mip.fr

TOULLEC Jean-Yves

Génétique de l'adaptation en milieux extrêmes, Station biologique de Roscoff, place Georges Teissier, BP 74, 29682 Roscoff Cedex
jean-yves.toullec@sb-roscoff.fr

VATE Virginie

Groupe Sociétés, Religions, Laïcités, rue Pouchet 75849 Paris
Virginie.vate@gssrl.cnr.fr

Villemin Thierry

Environnements, Dynamiques et Territoires de Montagne, Université de Savoie Pole Montagne, 73376 Le Bourget du lac Cedex
thierry.villemin@univ-savoie.fr

Claire WAELBROECK

Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement, bât. 12, avenue de la Terrasse, 91198 Gif sur Yvette Cedex
Claire.Waelbroeck@lsce.ipsl.fr

WEIMERSKIRCH Henri

Centre d'études biologiques de Chizé, BP 14, Villiers en Bois, 79360 Beauvoir sur Niort
henriw@cebc.cnr.fr

WEINBAUER Markus

Laboratoire d'Océanographie de Villefranche, Station zoologique, 181 chemin du Lazaret, 06234 Villefranche-sur-mer.
wein@obs-vlfr.fr



L'INSTITUT POLAIRE FRANÇAIS

Paul-Emile Victor



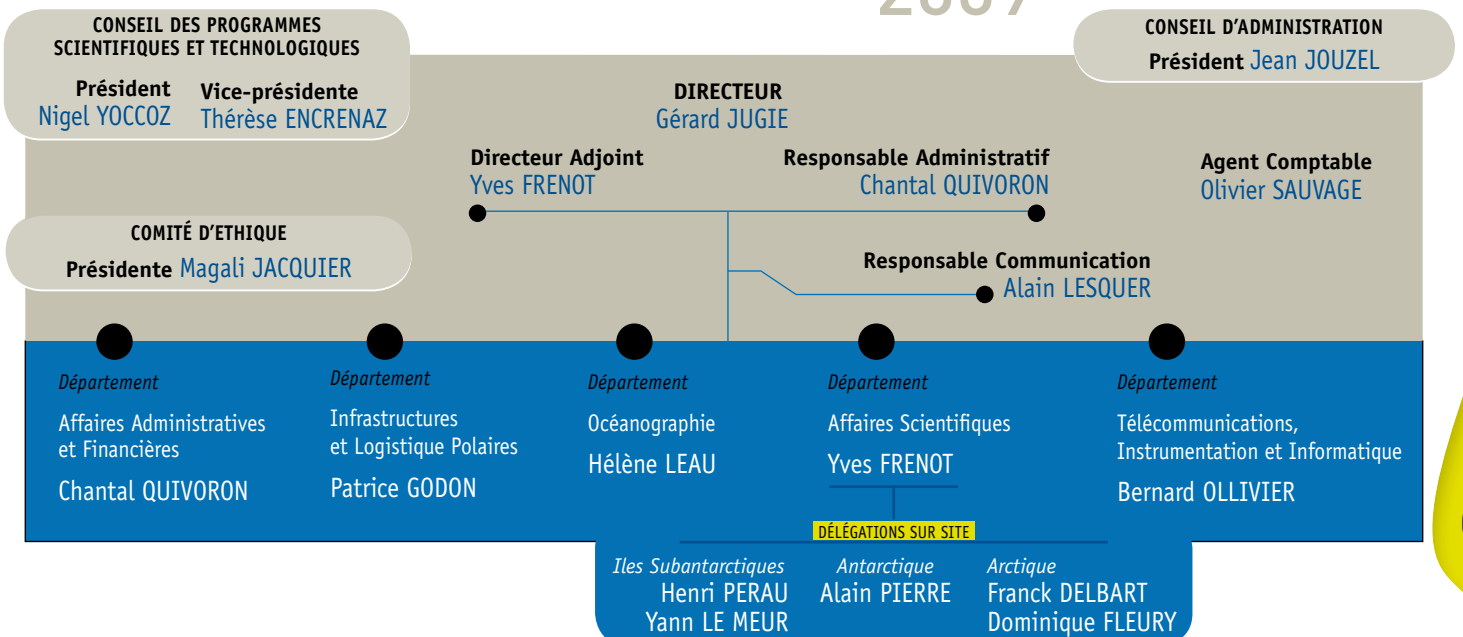
L'Institut polaire français Paul Emile Victor (Ipev) est un Groupement d'Intérêt Public (GIP) constitué par le Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche, le Ministère des affaires étrangères et européennes, le CNRS, l'Ifremer, le CEA, le CNES, Météo France, les TAAF et les EPF.

L'Ipev est l'agence nationale de moyens et de compétences en charge de la mise en œuvre des programmes de recherche académique dans les régions polaires et subpolaires arctique et antarctique.

L'IPEV

- sélectionne, coordonne et soutient des programmes scientifiques et technologiques,
- participe à la concertation scientifique et logistique internationale sur les régions polaires en entretenant des rapports permanents avec ses homologues étrangers,
- met à disposition des infrastructures d'accueil pour les scientifiques, en Antarctique, dans les îles subantarctiques et au Svalbard : construction, gestion et entretien de bases ou bâtiments, acquisition et maintenance d'équipements scientifiques,
- organise les campagnes de terrain : recrutement du personnel scientifique et technique, affrètement de navires pour acheminer personnels et matériel sur les sites, organisation globale des missions de la métropole jusqu'au terrain,
- met en œuvre des campagnes océanographiques au moyen des navires qui lui sont confiés : l'Astrolabe et le Marion Dufresne.

ORGANIGRAMME GÉNÉRAL ANNÉE 2009



REPRÉSENTATION

DANS LES INSTANCES INTERNATIONALES

Gérard JUGIE	<ul style="list-style-type: none">- Représentant français au Council of Managers of National Antarctic Programmes (COMNAP)- Président de l'European Polar Consortium- Membre de l'International Arctic Science Committee (IASC)
Yves FRENOT	<ul style="list-style-type: none">- Vice Président du Comité pour la Protection de l'Environnement (CPE) - Protocole de Madrid- Délégué français à la Réunion Consultative du Traité sur l'Antarctique (RCTA)- Conseiller scientifique permanent de l'European Polar Consortium
Patrice GODON	<ul style="list-style-type: none">- Délégué français au Standing Committee on Antarctic Logistics and Operations (SCALOP)- Représentant français dans les groupes de travail du SCALOP (construction de navires, transport aérien, gestion de l'énergie)

CONSEIL D'ADMINISTRATION

- **Président** : JEAN JOUZEL

Représentants des organismes membres du Groupement d'Intérêt Public

- **Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche** : Jean-François STEPHAN
- **Ministère des affaires étrangères** : Christian THIMONIER
- **CNRS** : Dominique LE QUEAU
- **Ifremer** : Jean-Yves PERROT
- **CEA** : Yves CARISTAN
- **CNES** : Pascale ULTRE-GUERARD
- **Météo-France** : Jean-Pierre MAC VEIGH
- **TAAF** : Rollon MOUCHEL-BLAISOT
- **EPF** : Jean-Claude DUPLESSY

Participants avec voix consultative

- **Ministère de l'Outre-Mer** : Marie-Pierre CAMPO
- **Ministère de l'environnement** : Laurence PETITGUILLAUME
- **Ministère du budget** : Stéphanie VERHAEGHE
- **Commissaire du gouvernement** : Benoît FORET
- **Contrôleur d'état** : Jean-Claude MOREL
- **Personnalité extérieure** : Jean JOUZEL (PRÉSIDENT)
- **Personnalité extérieure** : Jacques DESCUSSE
- **Directeur de l'Ipev** : GÉRARD JUGIE

COMPOSITION DU CONSEIL

DES PROGRAMMES SCIENTIFIQUES ET TECHNOLOGIQUES

Daniel DESBRUYERE	Département Etudes des Ecosystèmes Profonds, IFREMER, Brest
Thérèse ENCRENAZ	Laboratoire d'Etudes Spatiales et d'Instrumentation en Astrophysique, CNES ; Vice-Présidente
Thierry HEULIN	Institut de Biologie Environnementale et Biotechnologie, Saint-Paul lez Durance, CEA
Jeronimo LOPEZ	Department Geologia y Geoquímica, Universidad Autónoma de Madrid (Espagne)
Marie-France LOUTRE	Université Catholique de Louvain, Louvain-la-neuve (Belgique)
Valérie MASSON-DELMOTTE	Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, CEA, Gif-sur-Yvette
Herlé MERCIER	Laboratoire de Physique des Océans, UBO, CNRS, IFREMER, Brest
Jean-Paul MONTAGNER	Institut de Physique du Globe, Paris
Gilles POULET	Laboratoire de Physique et Chimie de l'Environnement et de l'Espace, CNRS, Orléans
David SALAS Y MELIA	Groupe d'Etude de l'Atmosphère Météorologique, Météo-France, Toulouse
Michael STODDART	Institute for Marine and Antarctic Studies, Hobart (Australie)
Jorn THIEDE	Alfred-Wegener-Institute für Polar - und Meeresforschung, Bremerhaven (Allemagne)
Jean-Louis TISON	Laboratoire de Glaciologie, Département des Sciences de la Terre et de l'Environnement, Université libre de Bruxelles (Belgique)
Rory P. WILSON	Institute of Environmental Sustainability, Université de Swansea (Royaume-Uni)
Nigel G. YOCCOZ	Institute of Biology, Tromsø (Norvège) ; Président
Michel PASCAL	Ecologie des Invasions Biologiques, INRA, Rennes Président du Comité de l'Environnement polaire ; Membre de droit

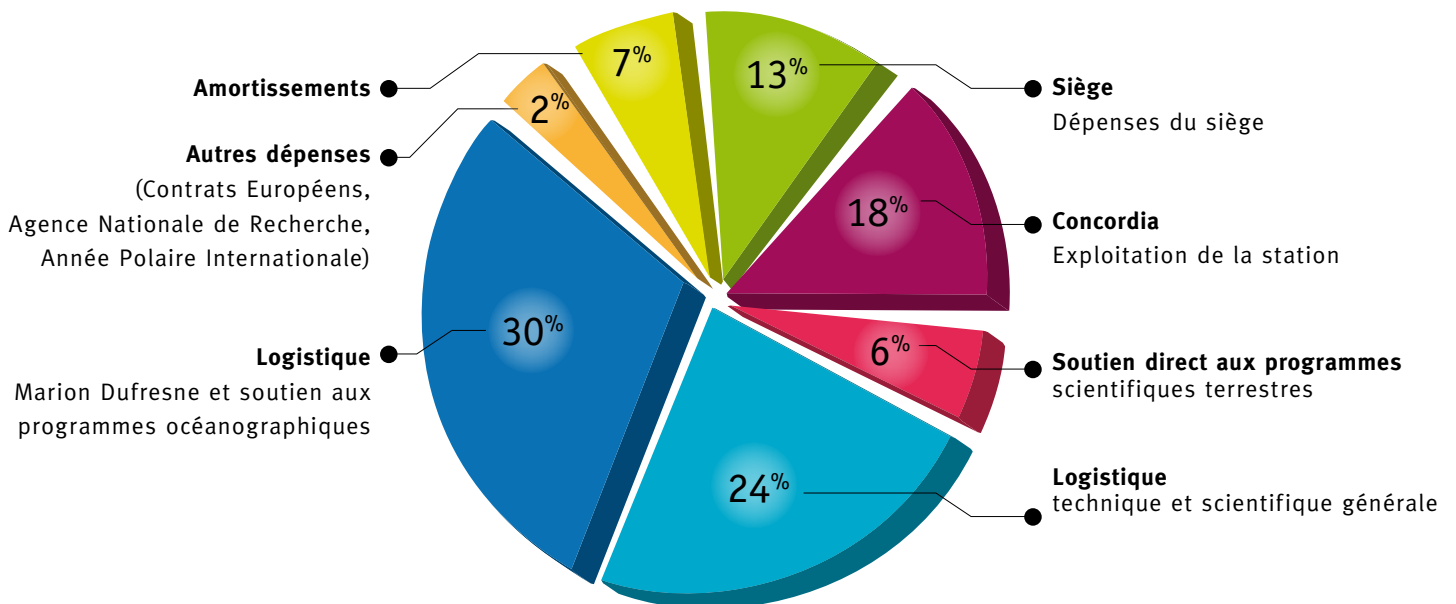
LES CHIFFRES DE L'ANNÉE

BUDGET GLOBAL
2009

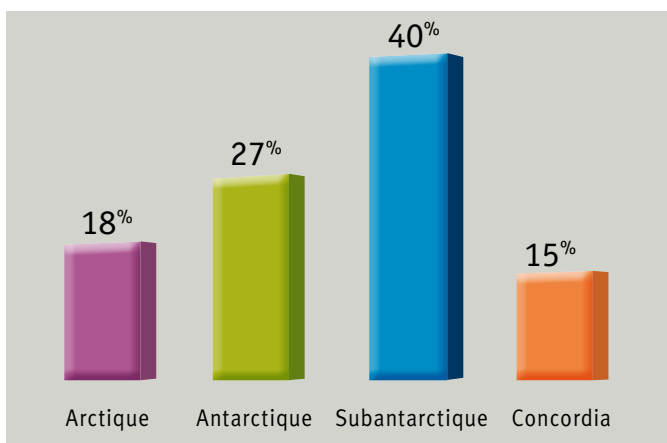
Etat prévisionnel des recettes et dépenses 2009

Budget prévisionnel 2009			
26 015 843.46 € TTC		Section fonctionnement	
5 891 996.17 € TTC		Section investissement	
Réalisation budgétaire section fonctionnement		Réalisation budgétaire section investissement	
24 576 571.85 € TTC		3 427 431.26 € TTC	
Dépenses réalisées		Dépenses réalisées	
25 162 994.33 € TTC		4 420 865.47 € TTC	
Recettes réalisées		Recettes réalisées	

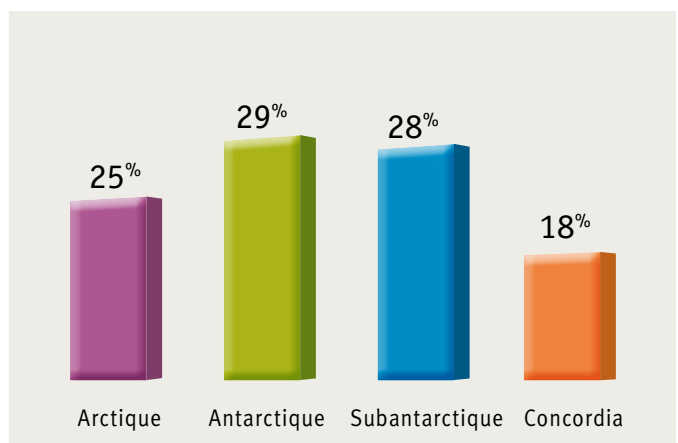
Ventilation des dépenses par secteur d'activités pour l'exercice 2009



Répartition du soutien direct aux programmes scientifiques terrestres



Dépenses 2009 avec salaires



Dépenses 2009 hors salaires

Récapitulatif des personnes ayant séjourné dans les bases en 2009 (campagnes d'été 2009/2010)

ANTARCTIQUE

	Nombre de personnes	Nombre de jours terrain
Personnel permanent (campagne d'été)	21	920
Personnel contractuel DDU (campagne d'été)	26	1 302
Personnel contractuel CONCORDIA (campagne d'été)	37	1 756
Personnel contractuel DDU (hivernant)	16	2 413
Personnel contractuel CONCORDIA (hivernant)	16	2 257
Personnel scientifique DDU (hivernant)	1	365
Personnel scientifique CONCORDIA (hivernant)	3	392
Personnel scientifique DDU (campagne d'été)	74	1 016
Personnel scientifique CONCORDIA (campagne d'été)	56	1 323
Autre personnel scientifique (Vostok, Talos Dôme)	2	54
VCAT techniques DDU	12	1 678
VCAT scientifiques DDU	24	3 298
VI scientifiques CONCORDIA	4	735
Autres (campagne d'été)	18	364
Autres DDU (hivernant)	17	2 665
Autres CONCORDIA (hivernant)	11	1 172
TOTAL ANTARCTIQUE	338	21 710

SUBANTARCTIQUE

Personnel permanent du siège (campagne d'été)	10	294
Personnel contractuel (campagne d'été)	4	51
Personnel scientifique (campagne d'été)	68	2 656
VCAT techniques	5	524
VCAT scientifiques	64	7 975
Autre (campagne d'été)	0	0
TOTAL SUBANTARCTIQUE	151	11 500

ARCTIQUE

Norvège (Svalbard)

Personnel permanent du siège (campagne d'été)	4	128
Personnel scientifique (campagne d'été)	46	1 238
Volontaire international	2	441
Personnel contractuel scientifique	1	34
TOTAL Norvège	53	1 841

Suède

Personnel scientifique (campagne d'été)	1	28
Personnel scientifique CE (financement ANR)	14	305
TOTAL Suède	15	333

Danemark

Personnel scientifique (campagne d'été)	18	473
Personnel contractuel (campagne d'été)	1	25
TOTAL Danemark	19	498

Islande

Personnel scientifique (campagne d'été)	8	100
TOTAL Islande	8	100

Sibérie

Personnel scientifique (campagne d'été)	1	58
TOTAL Sibérie	1	58

États-Unis

Personnel scientifique (campagne d'été)	13	725
TOTAL États-Unis	13	725

Canada

Personnel scientifique (campagne d'été)	1	100
TOTAL Canada	1	100

TOTAL ARCTIQUE	110	3 655
-----------------------	------------	--------------

UNE ANNÉE SUR LE TERRAIN

ANTARCTIQUE

En Terre Adélie, l'Ipev est en charge de la logistique générale de l'Observatoire Dumont d'Urville et de l'activité sur le continent Antarctique. Il doit assurer le transport des personnes et des biens, le ravitaillement, la nourriture et l'hébergement des personnels, le chauffage, la fourniture d'énergie électrique mais aussi la production et la distribution de l'eau potable, la gestion des déchets et l'organisation de leur rapatriement vers l'Australie. Il réalise les travaux d'entretien comme ceux d'équipement et conduit les opérations scientifiques faisant appel aux moyens lourds - navire, hélicoptère, avions et raids sur la calotte glaciaire antarctique.

Rotations de l'Astrolabe

La campagne 2009/10 a commencé le 21 octobre avec le départ du navire d'Hobart pour la première rotation de la saison - Ro. Le navire a touché la banquise le 29 octobre, à 98 km de la station. Les opérations logistiques ont pris fin le 03 novembre. Le navire a ensuite pris la direction du glacier Mertz pour le support des programmes CRACICE (étude du glacier Mertz) et ARLITTA (sismologie) jusqu'au 10 novembre (arrivée à Hobart le 16 novembre).

La rotation R1 est partie d'Hobart le 04 décembre et six jours plus tard, après avoir débarqué l'équipe australienne sur le site de 'Mawson's Hut', le navire a fait route vers Dumont d'Urville. Cependant un reste de banquise persistante et compacte l'a tenu éloigné de la station. Positionné au point le plus

près (une cinquantaine de km), les passagers et le fret indispensable ont pu être débarqués. Le navire est ensuite revenu à Hobart le 29 décembre.

En conséquence, le calendrier de la rotation R2 a été décalé d'une dizaine de jours, l'impact était limité sur les autres rotations ainsi que sur le transport du fret et des carburants décalés sur R3, R4.

Au total, le navire a livré 1650 T de fret dont 800 T de carburant diesel (900 m³) et 150 T de carburant avion. Il a transporté 136 passagers vers la station et 168 en retour vers l'Australie. Dumont d'Urville a reçu sur le site de D10 (site de la piste sur neige des avions légers) au total 20 avions, dont 10 à objet scientifique ou de transit seul et 53 passagers ont été transférés de et vers le continent. A l'instar des années précédentes, trois raids de liaison ont été organisés vers Concordia entre le 20 novembre 2009, départ du premier convoi et le 11 février 2010 retour du dernier. Le 3^{ème} et dernier raid a de nouveau été plus long que la durée moyenne habituelle en raison de 4 jours de mauvais temps survenus au départ du raid et de 3 jours au retour à la côte.



© Karim Agabi

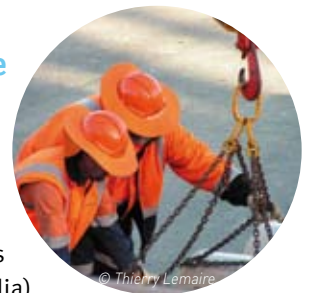
261 personnes françaises et étrangères se sont rendues sur les sites de Dumont d'Urville et de Concordia, ce chiffre comprend aussi bien les hivernants que les visiteurs.

Dumont d'Urville

Malgré un nombre exceptionnel d'heures consacrées à la logistique (transit des déchets et des matériels de Concordia)

les travaux principaux suivants ont pu être conduits durant la campagne :

- Fin des travaux de réaménagement du dortoir été, mise en service de l'extension du bâtiment et des nouvelles chambres.
- Début des travaux de construction du Bt 75. Réalisation d'une tranche de la dalle du hangar avion du Lion.



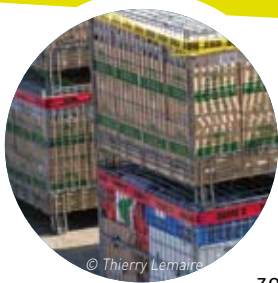
© Thierry Lemaire



© Thierry Lemaire



© Thierry Lemaire



- Remplacement des conduites d'eau sanitaire extérieures.
- Fin des travaux de réhabilitation de la zone de l'île du Lion.

© Thierry Lemaire



En effet, sur une initiative conjointe de l'Ipev et des Taaf et grâce à une participation financière de Véolia, les travaux de réhabilitation de la plate forme du Lion ont été terminés. Les derniers éléments des bâtiments ont été démontés et conditionnés et une grande partie a déjà été extraite de la zone antarctique. Les volumes extraits cette année représentent 86 tonnes de déchets évacués vers l'Australie et 27 vers la France. Au total ce sont 213 tonnes qui ont été rapatriées vers l'Australie et 74 tonnes vers la France. Il reste sur le site environ 85 tonnes de matériaux et d'engins déclassés, tous préparés pour être rechargés sur l'Astrolabe et rapatriés en Australie.

Pour info : les quantités de déchets issus du fonctionnement de Dumont d'Urville rapatriés cette année, ont été de 41 T en Australie et de 12 T en France.

Le voyage scientifique océanographique habituel de janvier au bénéfice des programmes ICOTA, ALBION, s'est déroulé entre le 9 et le 21 janvier. En soutien aux programmes DACOTA et ICECAP, Cap Prudhomme a hébergé 8 personnes supplémentaires du 29 décembre au 08 janvier 2010 et ravitaillé 8 vols d'avion Bassler DC3.

Concordia

La campagne d'été à Concordia a débuté le 17 Novembre avec l'arrivée du premier avion et s'est terminée le



© Claude Delhaye

6 février 2010, date de début du 6^{ème} hivernage comprenant une équipe de 13 personnes.

Les trois raids organisés vers le site de Concordia ont livré 400 T de carburant, de matériels et de produits divers. En raison de difficultés financières, le PNRA, responsable des liaisons

aériennes, n'a pu démarrer la campagne que tardivement, les vols entre stations ont donc été limités. En revanche, 24 passagers ont pu, dans un sens comme dans l'autre, profiter de vols via Casey sur l'Airbus australien de l'Antarctic Division.

Les vols d'avions Twin Otter et Bassler DC3 ont transporté au total 235 passagers entre les stations. L'effectif moyen de la campagne d'été à Concordia comprenait 59 personnes (80 personnes en période de pointe).

Les travaux de cette campagne ont de nouveau porté sur :

- Un très fort soutien à l'installation des programmes scientifiques.
- L'évacuation des déchets issus du forage Epica et de sa construction.
- La poursuite de la construction des laboratoires extérieurs de physique et de glaciologie en zone propre.
- Le montage du local destiné à accueillir l'équipement de traitement des eaux noires.
- Le début de « l'installation en dur » du bâtiment atelier véhicule.



© Yvon Le Gars

SUBANTARCTIQUE

Dans les districts subantarctiques, l'Administration des Terres Australes et Antarctiques Françaises (TAAF) assure la logistique générale des bases (transport de matériel et de personnel, chauffage, électricité, nourriture...). Le rôle de l'Ipev consiste à effectuer l'entretien ou la modification des laboratoires scientifiques, à installer les nouveaux équipements de recherche et à assurer le ravitaillement et la remise en état d'une trentaine de refuges éloignés servant aux différents programmes de recherche. Depuis quelques années, le personnel de l'Ipev développe de plus en plus une activité d'accompagnement des équipes de recherche sur le terrain, particulièrement lorsque ces recherches nécessitent des interventions spécifiques telles que des plongées scientifiques, la conduite de moyens légers de navigation ou encore le développement de structures itinérantes à vocation scientifique.

Crozet

La dépose annuelle des vivres, carburant et gaz a été effectuée par hélicoptère pour les refuges de Pointe Basse, de la Baie Américaine et de Laperouse. Les actions menées lors de cette campagne se sont limitées à de la dépollution des sites, rangement et nettoyage des refuges. De nombreux petits travaux de maintenance courante et d'entretien ont été réalisés.

La pose d'un bardage sur le bâtiment du laboratoire « Sciences de l'Univers » a permis d'augmenter la protection de ses installations.

Soutien au programme :

- **NIVMER** : l'installation d'une éolienne permettant l'alimentation électrique du marégraphe de la baie du Marin s'est déroulée lors de l'OP3 à l'aide de toute l'équipe logistique.



Kerguelen

La dépose annuelle des vivres, carburant et gaz, a été réalisée également par hélicoptère pour les 14 refuges dispersés sur l'île.

En outre le ravitaillement de nombreux sites fut opéré depuis la base de Port aux Français via le chalands, pour les refuges situés sur les îles du golfe du Morbihan ; en tracteur pour les sites de Mornes, Pointe Suzanne et Ratmanoff.

Au cours de la campagne, plusieurs chantiers ont eu lieu sur certains refuges :

- Mortadelle : réparations et nettoyage pour un séjour d'un mois de deux équipes de scientifiques.

- Studer : réfection de l'ensemble de l'installation électrique adaptée à l'implantation de panneaux solaires.

- Mornes : rénovation complète du refuge avec installation de cloisons séparant cuisine et chambre.

- Cap Cotter, Ratmanoff, Australia Nord, Australia Sud, St Malo et Verte : divers travaux de réparations, entretien et nettoyage.

Dans le cadre de l'aménagement des cabanes isolées les plus fréquentées, l'Ipev envisage à court terme, avec le concours des Taaf, le développement de systèmes d'autonomie énergétique et énergie renouvelable ainsi que la mise en place de système de récupération d'eau de pluie avec traitement par filtration.

Soutien aux programmes :

- **HOTVIR** : la particularité (météo très instable) des zones de prélèvements du programme Hotvir à l'est de la péninsule Rallier du Baty a demandé la préparation et l'installation d'un camp de base temporaire.

Le délai pour réaliser les prélèvements d'eau, de vapeur et d'échantillons de sol ne pouvait dépasser le temps de l'escale du Marion Dufresne à Kerguelen. La logistique spécifique déployée à cet effet fut une réussite et de nombreux échantillons furent récupérés.

- **SALMEVOL** : en raison de la grande mobilité des équipes sur une large zone de travaux et de prélèvements à réaliser sur le terrain, des structures temporaires ont été mises en place rapidement par hélicoptère, limitant ainsi au minimum l'impact sur le site de la Norvégienne.

Une opération spécifique dédiée au programme a permis la transplantation de truites d'un écosystème à un autre, de la rivière de La Clarée à celle de Val Travers et réciproquement.



© Logistique-IPEV

La bonne coordination des services des TAAF, de l'hélicoptère, du programme et de l'IPEV a permis d'obtenir des résultats très satisfaisants (taux de pertes estimé à moins de 1%).

Amsterdam - Saint-Paul

La dépose annuelle de vivres, carburant et gaz s'est effectuée par hélicoptère pour les refuges de Saint-Paul, Del Cano et Entrecasteaux.

Le refuge d'Entrecasteaux a, en outre, bénéficié de divers travaux de réparation et de maintenance durant la campagne.

Soutien au programme :

- **HOTVIR**, lors de l'OP3 2009, une équipe de scientifiques est restée sur l'île de Saint Paul pendant la durée du passage du Marion Dufresne à Amsterdam. Au cours de cette mission, l'équipe logistique a mis en place le matériel et l'approvisionnement en nourriture de 7 personnes. Il a été mis à disposition un zodiac pour permettre aux plongeurs de réaliser l'échantillonnage des sources chaudes sous-marines du cratère de l'île.

Les cartes d'acquisition du sismographe de l'île ont également été remplacées.



© Logistique-IPEV



© Logistique-IPEV



© Ronan Larvor



© Nicolas Le Vivant

ARCTIQUE

Les programmes soutenus par l'Ipev en 2009 étaient répartis sur un vaste territoire : Islande, Norvège, Groenland, Alaska, Sibérie, Suède, Canada, Svalbard.

C'est au total 19 programmes dont 8 en Ecologie et Environnement, 7 en Sciences de l'Univers et 4 en Sciences Humaines et Sociales qui ainsi ont pu bénéficier d'un appui financier et/ou logistique de l'Institut.

Parmi ceux-ci, 6 programmes scientifiques ont été mis en œuvre au Svalbard. Deux bases permanentes gérées par l'Ipev sont implantées dans la station internationale de Ny-Alesund.

La base Charles Rabot et la base Jean Corbel située à 5 kilomètres au sud-est, offrent un potentiel d'accueil d'une vingtaine de personnes ainsi qu'un ensemble d'installations (bureaux, laboratoires, ateliers) adapté aux équipes sur le terrain.

En 2003, la mise en commun des moyens de l'Ipev et de l'Alfred Wegener Institut (AWI) a permis d'offrir des capacités d'accueil et de services supplémentaires au sein de la base franco-allemande AWIPEV gérée conjointement par les deux organismes.

Sur la base Jean Corbel, la campagne d'été 2009 (avril à septembre) a permis de poursuivre les travaux de rénovation entrepris l'année précédente.

En effet, en tant que "base propre" indemne de toute pollution, la station se doit d'être autonome sur le plan énergétique d'où l'installation de panneaux solaires et d'une éolienne.

Une équipe de 3 personnes, envoyée par l'Ipev durant plusieurs semaines, composée d'un charpentier, d'un électricien et d'un logisticien a réalisé l'ossature bois destinée à soutenir les panneaux solaires sur deux bâtiments.

En outre, une éolienne à axe horizontal destinée à fournir un complément d'énergie, particulièrement en périodes hivernales, a été érigée sur la plateforme en béton construite lors de la campagne précédente.



© Nicolas Le Vivant

En ce qui concerne les programmes scientifiques, un appui logistique terrestre et nautique important a été déployé en faveur des programmes suivants :

- **HYDRO-LOVEN-FLOWS** : transport de matériel entre la base et le glacier, maintenance des caméras, stations météo et capteurs implantés sur le pourtour du glacier...

- **EPOCA** : plongées scientifiques, prélèvements d'échantillons, carottages à l'aide des moyens nautiques.



© Nicolas Le Vivant



© Isabelle Charrier



SIGLES

ANR	Agence Nationale de la Recherche
AWI	Alfred Wegener Institute
BAS	British Antarctic Survey
CEA	Commissariat à l'Énergie Atomique
CEBC	Centre d'Études Biologiques de Chizé
CEFE	Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive
CEP	Comité Environnement Polaire
CEREGE	Centre Européen de Recherche et d'Enseignement des Géosciences de l'Environnement
CETP	Centre d'études des Environnements Terrestres et Planétaires
CIO	Comité Intergouvernemental Océanographique (UNESCO)
CNES	Centre National d'Études Spatiales
CNRS	Centre National de la Recherche Scientifique
COMNAP	Council of Managers of National Antarctic Programmes
CPE	Comité pour la Protection de l'Environnement (RCTA)
CPST	Conseil des Programmes Scientifiques et Technologiques
CSNSM	Centre de Spectrométrie Nucléaire et de Spectrométrie de Masse
ECOBIO	Ecosystèmes, Biodiversité, Evolution
EPB	European Polar Board
EPF	Expéditions Polaires Françaises
EPRD	Etat Prévisionnel des Recettes et Dépenses
EPICA	European Programme for Ice-Coring in Antarctica
GIP	Groupement d'Intérêt Public
GPS	Global Positioning System
GRIP	Greenland Ice-core Project
IASC	International Arctic Science Committee
IFREMER	Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer
IMAGES	International MARine Global change Study
INSU	Institut National des Sciences de l'Univers et de l'Environnement
ISEM	Institut des Sciences de l'Évolution
LBCM	Laboratoire de Biologie et Chimie Marines
INSU	Institut National des Sciences De l'Univers
IPGS	Institut de Physique du Globe de Strasbourg
IPHC	Institut Pluridisciplinaire Hubert Curien IPHC
IPSL	Institut Pierre Simon Laplace
IRD	Institut de Recherche et Développement
IUEM	Institut Universitaire Européen de la Mer
LATMOS	Atmosphères, Milieux, Observations Spatiales
LBCM	Laboratoire de Biochimie et Chimie Marines
LEGOS	Laboratoire d'Études en Géophysique et Océanographie Spatiales
LEMAR	Laboratoire des Sciences de l'Environnement Marin
LESIA	Laboratoire d'Études Spatiales et d'Instrumentation en Astrophysique
LGGE	Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement
LGRMP	Laboratoire Géodynamique des Rifts et des Marges Passives
LISA	Laboratoire Interuniversitaire des Systèmes Atmosphériques
LOCEAN	Laboratoire d'Océanographie et du Climat : Expérimentations et Approches Numériques
LPCE	Laboratoire de Physique et Chimie de l'Environnement
LPCM	Laboratoire de Physique et Chimie Marines
LSCE	Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement
MESR	Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche
MICIST	Mission de l'information et de la culture scientifiques et techniques du MESR
RCTA	Réunion Consultative du Traité sur l'Antarctique
SCALOP	Standing Committee on Antarctic Logistics and Operations
SCAR	Scientific Committee on Antarctic Research
SMF	Sondeur MultiFaisceaux
SUPERDARN	Super Dual Auroral Radar Network
TAAF	Terres Australes et Antarctiques Françaises
UBO	Université de Bretagne Occidentale

Création Graphique : **Sylvie Malo**
(10/10) - 33 (0)2 98 97 19 75

Coordination : **Annie Cathala**
service communication Ipev

Impression : **Cloître imprimeurs**

ISSN 1246-7375
ISBN 978-2-910180-63-8



Ce document a été imprimé sur du papier PEFC chez un imprimeur (Cloître Imprimeurs) disposant de la chaîne de contrôle PEFC/10-31-1238. Ce label apporte la garantie que le papier provient de forêts gérées durablement. La gestion durable des forêts est une gestion qui se veut économiquement viable, respectueuse de l'environnement et socialement bénéfique. Pour en savoir plus : www.pefc-france



IPEV

Technopôle Brest-Iroise BP75 - 29280 Plouzané - France
Tél : 33(0)2 98 05 65 00 - Fax : 33(0)2 98 05 65 55
e-mail : infoipev@ipev.fr - site : www.institutpolaire.fr

