

INSTITUT POLAIRE FRANÇAIS *IPEV*
PAUL EMILE VICTOR

IPEV 2010



Rapport d'activité 2010 : Campagnes d'été 2010/2011



L'environnement scientifique évolue sans cesse, avec l'objectif de s'adapter toujours mieux aux nouveaux défis. La science en régions polaires est particulièrement concernée, tant les challenges environnementaux y sont importants. Chaque année vient apporter de nouvelles constatations sur les changements en cours en Antarctique et en Arctique qui motivent de nouveaux projets de recherche et renforcent la nécessité de maintenir un réseau d'observatoires adapté. L'IPEV est un acteur majeur au service de la communauté scientifique nationale et internationale, en donnant accès à de nombreuses bases polaires et subpolaires stratégiques et en organisant des expéditions dans des contrées aux confins de la planète. Le dramatique accident d'hélicoptère survenu cette année rappelle d'ailleurs combien ces expéditions peuvent être difficiles sur le plan technique et logistique.

Faire évoluer la science, c'est aussi voir de nouveaux collègues prendre des responsabilités au sein de l'IPEV, comme ce fut le cas en 2010 avec la nomination d'un nouveau directeur, Yves Frenot, d'une nouvelle directrice-adjointe en charge des programmes scientifiques Christine David-Beausire et le renouvellement de la présidence du conseil scientifique et du conseil d'administration.

Le présent rapport d'activité expose en détail les nombreuses réalisations scientifiques et techniques auxquelles l'ensemble du personnel de l'IPEV et de ses partenaires scientifiques ont été fiers de contribuer.

Eric Brun

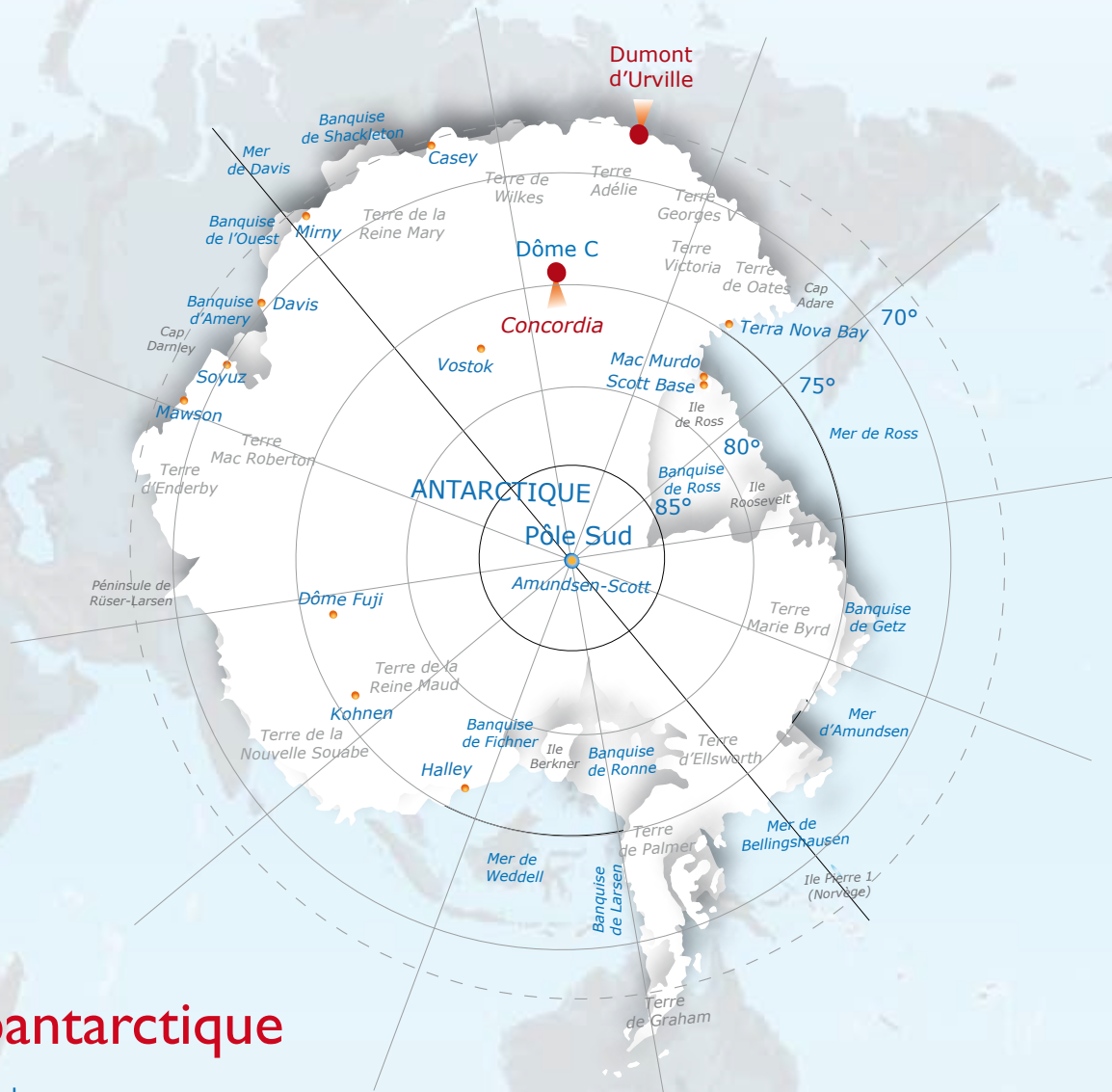
Président du conseil d'administration



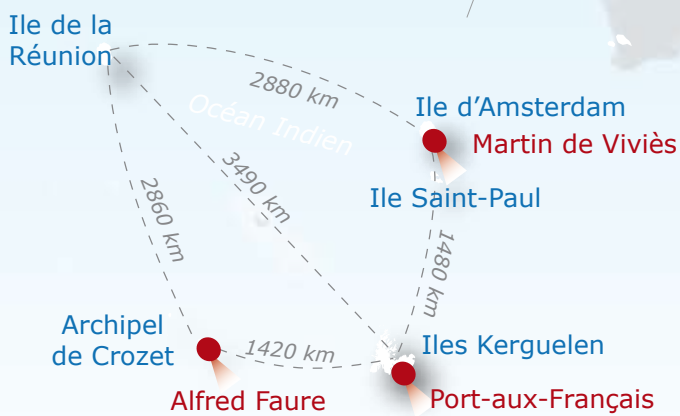
Arctique



Antarctique



Subantarctique





1	Editorial
3	Cartes
7	2010 : l'IPEV en bref, un an sur le terrain
11	Un an en Antarctique <ul style="list-style-type: none"> • La logistique polaire • La science
15	Un an en Arctique
16	Un an dans les îles subantarctiques
19	La science terrestre et côtière
21	Les aérosols dans l'océan Austral : quelles origines et quels impacts sur le climat ?
27	Programme de recherche LEADERPOL : la construction sociale et historique du leadership chez les Inuit du Nunavik
33	Les conséquences économiques et sociales des politiques islandaises de gestion des ressources marines sur les villages littoraux
41	L'observatoire GLACIOCLIM-SAMBA : les variations du bilan de masse de surface comme indicateur du changement climatique
47	Les oiseaux et mammifères marins, sentinelles des changements globaux de l'océan Austral
53	Les observatoires sismologiques austraux
59	Les campagnes océanographiques du Marion Dufresne
60	Focus sur la campagne SMOOTHSEAFLOOR
77	Les chiffres de l'IPEV
83	Annexes
84	Programmes de recherche soutenus et mis en œuvre en 2010
100	Responsables de programmes
102	Sigles







2010 : l'IPEV en bref



Un an sur le terrain

L'Institut polaire français Paul Emile Victor (IPEV) est l'agence nationale de moyens et de compétences au service de la recherche scientifique française en régions polaires. L'organisation globale de la recherche française sous les hautes latitudes, nord ou sud, s'appuie sur les organismes tels que le CNRS, le CEA, l'INRA, le MNHN, les Universités qui font peu de distinction entre les recherches « polaires » et celles menées ailleurs sur le globe. Mais la science à ces latitudes est avant tout une science de terrain. Elle prend place sur des zones hostiles à l'Homme. L'adaptation des moyens de mise en œuvre des programmes y est donc encore amplifiée comparé à d'autres terrains. De fait, une logistique particulière et un savoir-faire indispensables sont déployés par l'organisme opérationnel spécifique qu'est l'IPEV.

L'IPEV a été créé en 1992 avec le statut de groupement d'intérêt public (GIP), constitué de neuf membres : Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche, Ministère des affaires étrangères et européennes, CNRS, CNES, Ifremer, CEA, TAAF et EPF. L'essentiel des moyens financiers provient du Ministère de la recherche alors que le CNRS met à disposition 35 personnels qui, ajoutés aux 15 contractuels de l'institut, constituent l'équipe permanente de l'IPEV. Mais au total, ce sont près de 200 personnes qui travaillent pour l'IPEV au plus fort de l'été austral, en tenant compte des contractuels saisonniers et des volontaires civils à l'aide technique (désormais volontaires du service civique) qui ont en charge le suivi des programmes pendant les hivernages.

L'IPEV a pour objet, dans les régions polaires, de coordonner, soutenir et mettre en œuvre des projets scientifiques et technologiques nationaux et internationaux, de sélectionner et soutenir ces actions, d'organiser et animer des expéditions scientifiques et de participer à la concertation scientifique et logistique internationale sur les régions polaires, en particulier en entretenant des rapports permanents avec ses homologues étrangers à travers les structures dédiées.

Dans le déroulement d'un projet scientifique en régions polaires, les étapes préparatoires (définition des objectifs et des méthodologies, calendrier des opérations) et finales (analyses des données, exploitation des résultats, publications) sont réalisées par les laboratoires. L'IPEV assure le segment intermédiaire, celui de la mise en œuvre sur le terrain : acquisition des données et leur transmission, collecte des échantillons et leur rapatriement. Cela inclut également la prise en charge des personnels des laboratoires devant se rendre sur place, ainsi que celle des opérateurs hivernants.

La réalisation de ces objectifs s'appuie sur des moyens spécifiques, navires et stations de recherche. En ce qui concerne les aspects maritimes, le *Marion Dufresne*, affrété 217 jours par an par l'IPEV, réalise des campagnes océanographiques hauturières sur toutes les mers du globe. *L'Astrolabe*, co-affrété avec les TAAF, assure la desserte antarctique et une courte campagne d'océanographie côtière annuelle en Terre Adélie. Enfin, *La Curieuse* est utilisée pour la logistique scientifique et l'océanographie côtière à Kerguelen. A terre, l'IPEV dispose de six stations de recherche, une dans l'hémisphère nord et cinq dans l'hémisphère sud, la zone d'implantation historique.

En Arctique, à Ny-Ålesund au Svalbard, l'archipel le plus septentrional au monde (79°N), l'IPEV a joint ses moyens logistiques et scientifiques à ceux de l'*Alfred Wegener Institut* (AWI) pour constituer la base franco-allemande AWIPEV.

Les îles australes françaises (Kerguelen, Crozet, Saint-Paul et Amsterdam) abritent des bases scientifiques permanentes, entretenues et gérées par les TAAF ; l'IPEV y assure la mise en œuvre des projets scientifiques et la logistique associée (entretien et ravitaillement des refuges, transport des scientifiques etc.). Ces îles sont des observatoires uniques de l'évolution du climat, de la biodiversité et des écosystèmes.

Dumont d'Urville, en terre Adélie, est la station antarctique française la plus ancienne : ces installations furent mises en place en 1952.

Enfin, la station Concordia, la plus récente, construite conjointement par la France et l'Italie, est depuis 2005 la 3^{ème} station permanente ouverte au cœur du continent antarctique.

Les milieux polaires présentent à la fois une sensibilité particulière au changement climatique et jouent un rôle essentiel dans la régulation du climat à l'échelle de la planète. Ces régions sont susceptibles d'avoir les réponses les plus rapides aux changements globaux, notamment les zones côtières et littorales ou encore la glace de mer. Il en va de même pour les espèces vivantes hautement adaptées de ces régions. Sont ainsi concernées par ces questions émergentes des disciplines aussi variées que la dynamique des glaciers côtiers, les échanges gazeux océan-atmosphère ou atmosphère-cryosphère, la circulation océanique, la dynamique des populations planctoniques, la reproduction et la survie des espèces, la biodiversité. Les régions polaires sont aujourd'hui cruciales pour la détection et la compréhension des changements climatiques et les stations de recherche françaises antarctiques ont un rôle majeur à jouer.

Christine David-Beausire



Un an en Antarctique la logistique polaire

Le département de la logistique et des infrastructures polaires encadre tout particulièrement les activités de l'IPEV en Terre Adélie et à Concordia. Ce travail se déploie sur le continent antarctique et se décline en 4 branches :

- maintenance et développement des stations scientifiques Dumont d'Urville et Concordia,
- organisation opérationnelle et animation des campagnes annuelles (hivernages et campagnes d'été),
- logistique de transport depuis l'Australie,
- alimentation du site du plateau antarctique Concordia par convois terrestres-raids, organisés au départ des stations côtières de Dumont d'Urville / Cap Prud'homme.

Toutes ces activités sont conduites de front. Le département est ainsi :

- un bureau d'études polyvalent travaillant aussi bien dans la construction de bâtiments adaptés aux sites polaires, que dans la réalisation d'ensembles mécaniques
- un service opérationnel encadrant l'activité du terrain, hors programmes scientifiques,
- un service de maintenance organisant l'entretien et le suivi technique de ces stations.

Le département est constitué d'un noyau de 7 agents permanents et polyvalents qui organisent les missions depuis le siège et qui dirigent aussi l'ensemble des personnels contractuels. Le volant de contractuels est composé de 15 à 70 personnes suivant l'époque.



Logistique générale

La saison d'été austral 2010-2011 a été marquée en son début par une avarie de l'hélice droite du navire suivie d'un dramatique accident d'hélicoptère qui a eu des conséquences importantes sur l'organisation de la campagne.

Les conditions météorologiques de cette saison ont été différentes des étés précédents. Le mois de novembre a pâti de conditions médiocres, en revanche le temps a été calme et ensoleillé pratiquement tout décembre jusqu'à mi janvier. Par la suite, janvier a connu une des plus longues périodes de mauvais temps (10 jours) jamais rencontrée. Tous les avions en correspondance avec le retour R2 ont été annulés et le navire a appareillé sans les passagers prévus venant de Concordia ou de *Mario Zuchelli Station*.

Du fait du retard pris en octobre et novembre, seuls deux raids de liaison d'alimentation de Concordia sur les trois habituels ont été conduits. Ces deux raids ont suffi à l'alimentation de la station en carburant, pièces de rechanges et nourriture mais n'ont pas livré une partie des nouveaux équipements.

Navire

Calendrier final

R0	
Début de l'affrètement	20/10
Départ de Hobart	21/10
Arrivée DDU - bord banquise	28/10
Départ DDU - bord banquise	31/10
Retour Hobart	08/11
R1	
Départ de Hobart	09/12
Arrivée DDU	15/12
Départ DDU	18/12
Retour Hobart	26/12
R2	
Départ de Hobart	29/12
Arrivée DDU	03/01
Départ DDU	26/01
Retour Hobart	31/01
R3	
Départ de Hobart	03/02
Arrivée DDU	09/02
Départ DDU	13/02
Retour Hobart	18/02
R4	
Départ de Hobart	21/02
Arrivée DDU	26/02
Départ DDU	01/03
Retour Hobart	06/03
Fin de l'affrètement	07/03

A l'aller, la rotation R0, six personnes de l'*Australian Antarctic Division* ont été déposées à l'île Macquarie. A l'issue de l'avarie et de l'accident, au retour à Hobart, 28 passagers ont été transférés sur Christchurch puis par avion vers Dumont d'Urville via la station américaine *Mc Murdo*. Le dernier groupe est arrivé le 20 novembre.

Entre temps, le navire a été réparé à *Launceston* (nord de la Tasmanie) puis a repris les rotations vers Dumont d'Urville le 9 décembre (se reporter au calendrier ci-dessus).

A la rotation 2, le navire a effectué plusieurs programmes océanographiques entre le 10 janvier et 21 janvier. Au retour, une phase de mauvais temps a nécessité l'annulation pendant plusieurs jours des rapatriements aériens depuis Concordia.

Les rotations 3 et 4 se sont déroulées suivant le calendrier corrigé. La durée totale de l'affrètement a été allongée d'une journée soit 139 jours d'affrètement au lieu de 138.

Données de transport

Au cours de cette saison, l'*Astrolabe* a transporté en tout 162 passagers dans le sens Hobart / Dumont d'Urville et 202 dans le sens retour. Il a livré 1480 T de fret dont 830 T de carburant Diesel.



Raids vers Concordia

En raison de l'annulation du débarquement R0, seuls 2 raids de ravitaillement de Concordia ont été organisés entre le 26 novembre, départ du 1^{er} convoi et le 07 février 2011, retour du dernier.

Raid 1 - n° 44

Pré transfert	26/11
Départ Cap Prud'Homme	02/12
Arrivée Dôme C (DC)	13/12
Départ Dôme C (DC)	16/12
Retour Cap Prud'Homme	24/12
Fuel	110 m ³
Durée de l'aller-retour	22j / dont 2j stop DC

Raid 2 - n° 45

Pré transfert	15/01
Départ Cap Prud'Homme	16/01
Arrivée Dôme C (DC)	26/01
Départ Dôme C (DC)	30/01
Retour Cap Prud'Homme	07/02
Fuel	138 m ³
Durée de l'aller-retour	22j / dont 3j stop DC

Le raid 45 a été le raid le plus lourd jamais organisé. Il a livré 260 T dont 118 T de fuel (142 m³) à Concordia. La masse marchande au départ de la côte, comprenant le carburant aller et retour, était de 375 T (consommation 138 m³). Aucune panne cette année n'a perturbé le déroulement des deux convois.

Trafic des avions

Dumont d'Urville a reçu un total de 17 avions sur le site de D10 (piste sur ski de DDU).

Dumont d'Urville

L'annulation de la rotation R0 a, comme sur le continent, compliqué la saison et indirectement ralenti les travaux car la priorité a de nouveau été donnée aux tâches incompressibles de logistique. Seul le projet de construction du bâtiment de 250 m² prévu pour le stockage des déchets et le futur gymnase a pu suffisamment être avancé.

Travaux à Cap Prudhomme

L'effort a porté cette année sur la finition des caravanes scientifiques, l'entretien des traîneaux et sur des essais d'amortissement du tangage des tracteurs. Les caravanes scientifiques ont été terminées puis testées au cours du raid GLACIOCLIM.



Un an en Antarctique

La science

Le positionnement des bases françaises en régions polaires est un des atouts majeurs de la recherche nationale, tout particulièrement en Antarctique, région parmi les plus isolées du monde et aux conditions extrêmes.

La station franco-italienne Concordia est la plus récente. Elle est l'une des trois bases situées à l'intérieur du continent, sur 3300 m de glace, au Dôme C¹. Outre le fait que sa construction (entre 1999 et 2004), tout autant que son ravitaillement annuel, constituent des défis techniques et humains, ce site privilégié donne accès à des études uniques. La station a été érigée sur le site du forage glaciaire profond "EPICA"², qui a permis de reconstituer plus de 800 000 ans de climat passé et a démontré l'intérêt du site pour les études paléo-climatiques. Les faibles taux d'accumulation en font le lieu idéal d'études du névé, de la neige et de leurs interfaces avec l'atmosphère. L'épaisseur réduite de la couche limite atmosphérique, la densité de l'air faible à cette altitude et cette latitude, la longue nuit polaire, sans pollution lumineuse, donnent accès à des observations en astronomie et astrophysique exceptionnelles depuis le sol.



Dumont d'Urville (DDU), la station côtière française historique est située sur les lieux mêmes de la découverte de la Terre Adélie, en janvier 1840, par Jules Sébastien César Dumont d'Urville, premier homme à avoir foulé l'Antarctique. Le premier hivernage y pris place par accident, en 1952, à la suite de l'incendie de Port Martin, 80 km plus à l'ouest. Dumont d'Urville est une station permanente depuis 1956 et s'est développée à partir de l'année géophysique internationale en 1957-1958. Dès lors, cette base a révélé son énorme potentiel scientifique, toujours d'actualité. A l'époque, dans une zone où les observations étaient rarissimes, proche du pôle magnétique, les mesures de magnétisme, de sismologie et les études des rayonnements cosmiques ont démarré et perdurent toujours.

1- Les deux grandes puissances, USA et URSS à l'époque, avaient implanté respectivement la station Pôle Sud Amundsen-Scott et celle de Vostok au cours de l'Année Géophysique Internationale en 1957.

2- European Project for Ice Coring in Antarctica

Les conditions particulières de l'archipel de Pointe Géologie rendent les lieux propices à la colonisation par les mammifères et oiseaux marins et le suivi de ces espèces a lui aussi débuté très tôt et se poursuit. DDU est l'unique station antarctique proche d'une colonie de manchots empereurs et a ainsi permis à la France d'être à la fois pionnière et toujours en avance dans la connaissance de cette espèce, la seule à se reproduire dans les conditions les plus difficiles du globe au cours de l'hiver polaire. Enfin, DDU reste la seule station européenne côtière sur l'Antarctique de l'est, zone qui répond différemment de la région ouest aux variations climatiques : la péninsule de Palmer et la zone ouest antarctique sont en réalité plutôt atypique si on la compare à la région est du continent. Ainsi, les températures de surface au sol ont augmentés d'environ +1.5°C sur 30 ans, alors qu'elles restent quasi constantes à l'est. La variation de l'élévation de surface affiche une tendance de -25 à -50 cm/an, tandis qu'elle est voisine de 0 cm/an sur le reste du continent. Ou encore, la vitesse du vent au sol y augmente plus rapidement (+1.8 m/s en 50 ans, contre +0,8 à +1.2 m/s à l'est)³.

Chaque année, l'organisation globale de la recherche reste une constante mais chaque saison est bien spécifique. Les projets évoluent en réponse à l'évolution des questions scientifiques, mais aussi à celle de la structuration globale de la recherche française. Ils répondent également aux aléas liés aux conditions particulières de ce continent de glace. Du fait du dramatique accident d'hélicoptère survenu en début de saison 2010-2011, par exemple, la première rotation d'approvisionnement n'a pas atteint son but. Ainsi l'intégralité de la campagne a été remaniée depuis le siège de l'IPEV. Au final, si la plupart des projets ont dû être modifiés, à des degrés divers, peu d'opérations scientifiques ont été complètement annulées. A Concordia, comme à Dumont d'Urville, la priorité a été donnée au maintien des activités des observatoires.



A l'heure actuelle, l'implantation historique à la côte et la continuité des observations, fournissent des séries de mesures sur l'Antarctique parmi les plus longues au monde, tant dans le domaine des sciences de l'univers que pour celui des sciences de la vie. Ainsi, en 2010 à DDU, sur 13 projets en sciences de l'univers, 7 sont des observatoires labellisés de l'INSU⁴, tandis qu'en science de la vie, sur 7 projets, 3 sont inclus dans la

3- Valeurs tirées du rapport de synthèse du GIEC sur le changement climatique (IPCC, 2007)

4- Institut National des Sciences de l'Univers

zone atelier Antarctique de l'INEE⁵. Au total, les projets de type observatoires à long terme représentent plus de 45% des recherches mises en œuvre à Dumont d'Urville. Désormais, 4 des services d'observation (SO) de l'INSU présents à DDU se prolongent à Concordia, améliorant ainsi le maillage de surveillance par des observations à l'intérieur du continent. Trois des SO INSU sont des SOERE⁶, à part entière (GLACIOCLIM) ou pour partie (ICOS-LAGOS et CORIOLIS). Trois autres projets mis en œuvre par l'IPEV disposent d'observations à long terme sans être spécifiquement labellisés. L'IPEV est ainsi un organisme majeur dans la mise en œuvre, le développement et l'extension des activités observatoires qui sont essentielles en régions polaires.

La distribution des projets en Antarctique reste orientée vers les sciences de l'univers, influencée par Concordia avec son environnement sans faune et sans flore.

En 2010, les études en psychologie de l'adaptation humaine font leur retour à DDU avec 2 projets (sur 22 au total). Elles sont présentes à Concordia depuis l'ouverture de la station : l'Agence Spatiale Européenne (ESA) a mené, en 2010, 5 projets



de physiologie et psychologie humaine. Ils utilisent la longue isolation de cette station (9 mois et demi), les conditions de froid intense (jusqu'à -80°C en hiver) et la petite taille du groupe (12 personnes) comme des paramètres de simulation des vols spatiaux habités longue distance (type vol vers Mars). A Concordia, les projets en astronomie et glaciologie sont les plus nombreux : 55%, pour 27% en chimie atmosphérique et 18% en terre interne. Les disciplines océan-atmosphère dominent à la côte : 33% de l'ensemble des projets et 54% des projets sciences de l'univers, pour 15% en glaciologie et 23% en terre interne. En sciences de la vie, les disciplines liées à la biologie marine sont représentées par 4 projets, l'écologie et l'écophysiologie terrestre par 3 projets. L'émergence de questions liées à l'océanographie physique et biologique en Antarctique se traduit par une demande croissante de participation à la campagne océanographique côtière qui prend place durant une quinzaine de jours en janvier à bord de l'Astrolabe. En quelques années, d'un seul projet participant (ICO2TA), cette campagne est passée à 5 projets (ALBION, CETA, KREVEK, REVOLTA et ICO2TA).

5-Institut National de l'Ecologie et l'Environnement

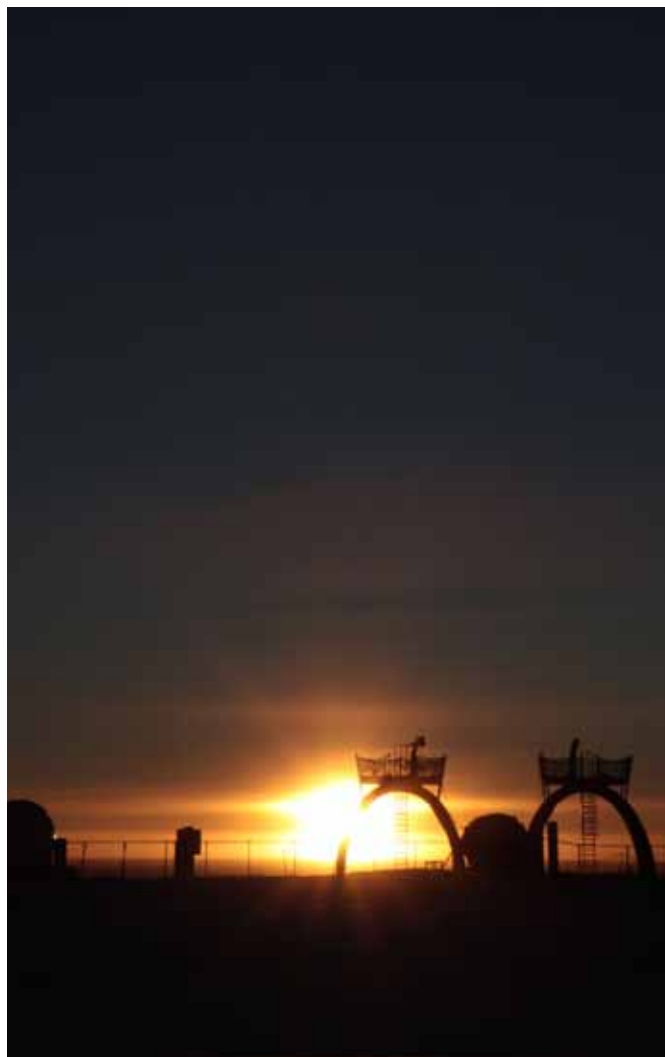
6-Systèmes d'Observation et d'Expérimentation au long terme pour la Recherche en Environnement

Au cours des années récentes, les réformes de restructuration de la recherche ont été nombreuses. Celle qui impacte le plus les activités de l'IPEV est certainement la création de l'Agence nationale de la recherche (ANR). Les projets soutenus par l'ANR sont arrivés en force en Antarctique depuis quelques années : en 2010, ils étaient au nombre de six⁷. Dans le cadre du projet DACOTA par exemple, un radar aéroporté sur DC-8 a établi la topographie basale du glacier de l'Astrolabe (près de DDU). Pour CASE-IPY, cinq sismomètres ont été implantés le long du trajet Concordia-Vostok, grâce à des vols de Twin-Otter dédiés.

Cependant, avant de travailler en Antarctique, il faut d'abord pouvoir y vivre. C'est là le préalable à la mise en place des structures et moyens fondamentaux permettant la réalisation de recherches. La tâche difficile qui consiste à faire de ces lieux hautement hostiles des îlots de société humaine et des stations de recherche de premier plan, nécessite des moyens spécifiques et importants.

C'est ce défi que relève constamment l'IPEV. Tandis que nous tirons aujourd'hui le bilan de la saison 2010-2011, 53 projets sont déjà prêts à être mis en œuvre en Antarctique pour la saison 2011-2012, incluant à Concordia les opérations ANR reportées de la saison précédente. Et déjà la saison suivante se profile, avec les projets qui seront évalués à l'automne.

7-CASE-IPY, Dôme A, VANISH, OPALE, VOLSOL et DACOTA



Un an en Arctique

En Arctique, l'IPEV apporte aux programmes scientifiques un soutien logistique et/ou financier selon leur localisation. En 2010, ce sont 21 programmes qui ont été soutenus par l'IPEV, répartis sur tout le territoire arctique. Parmi ceux-ci, 9 se sont déroulés au Svalbard, généralement à Ny-Ålesund, et ont bénéficié des capacités d'accueil, des moyens humains et logistiques de la station permanente franco-allemande AWIPEV.

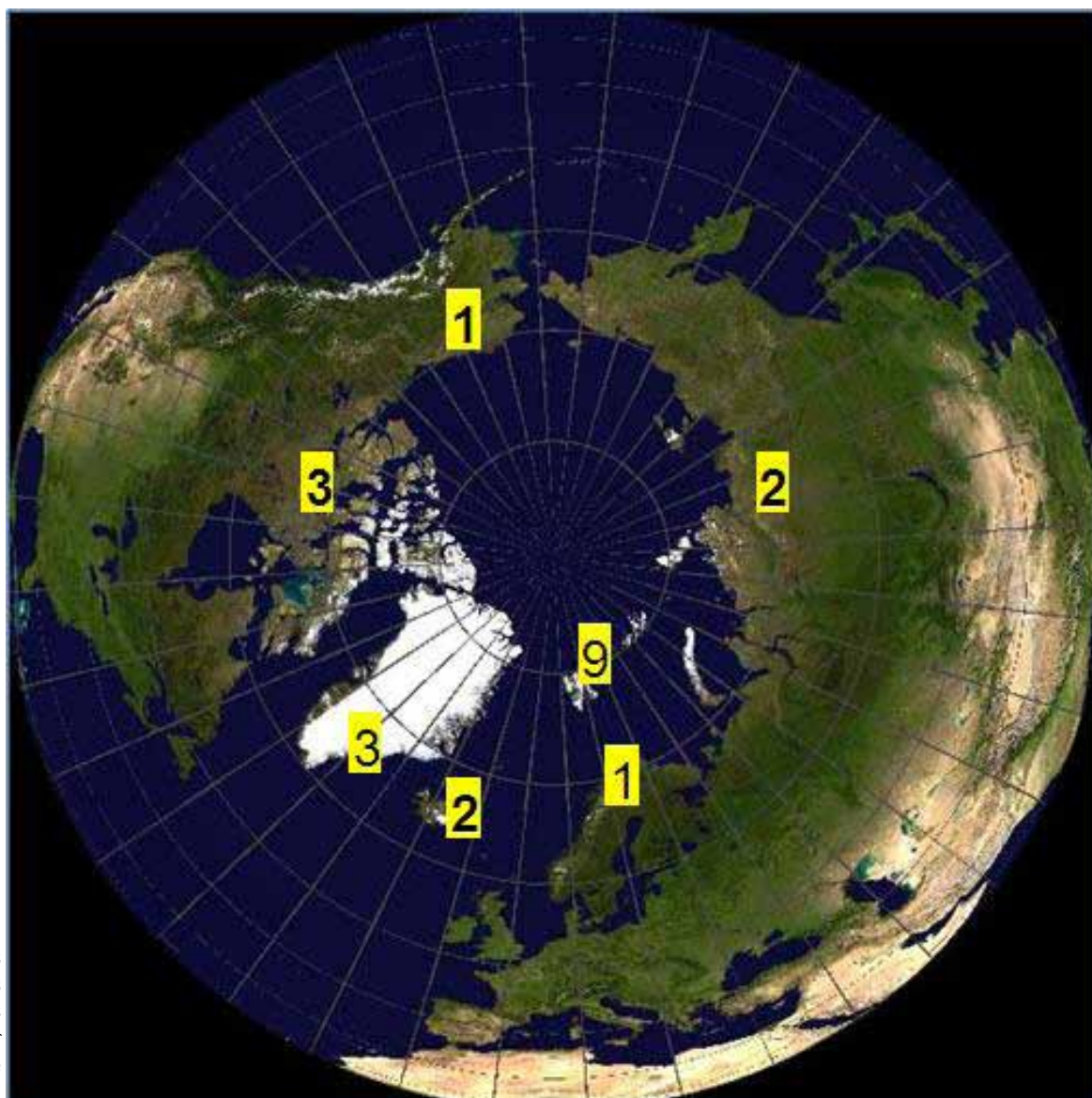
La station de recherche franco-allemande AWIPEV

La station AWIPEV est intégrée au village scientifique international de Ny-Ålesund et son fonctionnement sur place est assuré par une équipe de 3 hivernants (dont un volontaire international en administration (VIA) employé par l'IPEV). Elle peut accueillir jusqu'à une vingtaine de personnes réparties entre le village et la base isolée Jean Corbel située à 5 km de là. La station offre des installations (laboratoires, ateliers, bureaux) et des moyens logistiques adaptés (bateaux, moto-neiges, skis, vélos).

Les points forts de l'année

L'AWIPEV était en charge en 2010 de la coordination de la campagne de terrain du projet européen EPOCA à Ny-Ålesund qui a réuni jusqu'à 38 chercheurs de 12 instituts différents et mis en œuvre des moyens logistiques nautiques conséquents.

La rénovation de la station isolée de Corbel s'est poursuivie en 2010 avec la réhabilitation d'un nouveau bâtiment, l'aménagement d'un atelier et la préparation du support pour la pose de futurs panneaux solaires qui viendront augmenter la puissance électrique disponible. Le confort et l'autonomie de la base en énergie continuent de s'améliorer.



Lieux et nombres des programmes de recherches mis en œuvre par l'IPEV en Arctique

Focus sur le projet EPOCA

Le projet européen Epoca (European Project on Ocean Acidification) a été lancé en juin 2008 avec l'objectif d'étudier les conséquences biologiques, écologiques, biogéochimiques et sociétales de l'acidification des océans. Le consortium d'EPOCA réunit plus de 160 chercheurs de 32 institutions et 10 pays européens (Allemagne, Belgique, France, Grande-Bretagne, Islande, Italie, Norvège, Pays-Bas, Suède et Suisse)

Les conséquences liées à l'utilisation des combustibles fossiles (charbon, pétrole et gaz naturel) en terme de réchauffement climatique n'ont échappé à personne. L'acidification des océans est un autre, et beaucoup moins connu, effet causé par les quelques 79 millions de tonnes de dioxyde de carbone (CO_2) libérées dans l'atmosphère chaque jour, non seulement à cause de la combustion des carburants fossiles mais aussi suite à la déforestation et à la production de ciment. Depuis le début de la révolution industrielle, un tiers du CO_2 a été absorbé par les océans, qui contribuent donc à modérer le réchauffement global. Sans cette faculté, la quantité de CO_2 dans l'atmosphère et ses conséquences sur le climat seraient beaucoup plus importantes que celles qui sont observées et prévues. La dissolution du CO_2 dans l'eau de mer entraîne une diminution du pH et de la concentration d'ions carbonates (CO_3^{2-}).

Les conséquences de ce phénomène ont commencé à être étudiées à partir de la fin des années 1990 et restent méconnues. Parmi les plus probables : la diminution de la croissance des organismes à squelette calcaire (coraux, mollusques, algues...). Le terme "acidification des océans" peut être trompeur. Les océans ne deviendront pas acides (c'est à dire que leur pH ne deviendra pas inférieur à 7), dans un avenir prévisible. L'acidification signifie que le pH des océans baisse. Aujourd'hui, les océans ont un pH de 8.1, donc légèrement basique, soit 0.1 unité plus faible qu'au moment de la révolution industrielle. Une différence de 0.1 unité peut paraître faible, mais l'échelle de pH étant logarithmique, une diminution de 0.1 unité représente une augmentation en concentration d'ions hydrogènes (H^+) de 30 %. Des simulations ont montré que le pH pourrait atteindre 7.8 vers la fin du siècle, une valeur que les écosystèmes marins n'ont pas connu depuis plusieurs millions d'années

Le développement logistique spécifique pour les autres programmes à Ny Alesund

Le soutien logistique se répartit selon les programmes en terme de sécurité (prêt de matériel et entraînement à la protection contre les ours), de moyens terrestres (utilisation des motoneiges, installation de camps), de moyens nautiques (dépôts sur les sites d'études, utilisation des bateaux) et de moyens humains (accompagnement sur le terrain et assistance logistique au quotidien).

Trois nouveaux bateaux sont venus enrichir la flotte de l'AWIPEV : l'un exclusivement dédié aux activités de plongée et les deux autres pour toutes les opérations courantes. Ces bateaux permettent de travailler dans des conditions de confort et de sécurité améliorées.



Concernant le matériel, les perspectives pour 2011 sont le remplacement du véhicule de la station et l'arrivée d'un petit véhicule utilitaire électrique en soutien. Le chantier de rénovation de la base Corbel va se poursuivre avec un chantier d'amélioration du bâtiment de vie.

La mise en œuvre des programmes en Arctique

Nombres de programmes scientifiques se déroulent loin de Ny-Ålesund et hors du Svalbard. Ils bénéficient de ce fait essentiellement d'un appui financier de l'IPEV, mais aussi parfois de la prise en charge du transport, du prêt de matériel (téléphones satellite, camping) et d'un appui humain (logisticien).

Pour le projet SPITZ-P3, à Pyramiden au Svalbard, un appui important a été mis en œuvre pour le transport du matériel et l'organisation logistique du programme depuis Brest, mais aussi sur le terrain (accompagnement d'un logisticien).



Un an dans les îles subantarctiques

Le département des opérations scientifiques et logistiques subantarctique est responsable des ravitaillements et de la maintenance des sites isolés sur chacun des districts de Crozet, Kerguelen, Amsterdam et Saint-Paul. Il est aussi en charge de la mise en place des équipements scientifiques et des projets de recherche, ainsi que des moyens nécessaires à la réalisation des opérations de terrain pour les programmes scientifiques soutenus par l'IPEV.

La campagne d'été s'est tenue entre novembre 2010 et avril 2011. Cette année, 6 permanents de l'IPEV et 3 contractuels sont intervenus sur les districts.

Entretien et rénovation des refuges

Pendant cette campagne d'été, la priorité a été donnée à l'entretien et à la rénovation de certains refuges des sites isolés. Ces infrastructures légères permettent aux programmes scientifiques d'avoir une capacité de prospection importante. Des refuges opérationnels garantissent à la fois la sécurité des équipes, l'accès à une vaste partie des districts, dans les régions éloignées des bases permanentes, et des conditions d'hébergement, parfois rudimentaires mais fonctionnelles, pour les chercheurs sur le terrain.

A l'ouest de l'île de la Possession, sur l'archipel Crozet, un nouveau refuge a été construit sur le site de Lapérouse, venant en remplacement d'une précédente structure vieille de plus de 30 ans, trop petite et qui n'était plus étanche. L'intérêt de ce refuge est double : il se situe à proximité de colonies de manchots et d'otaries visitées régulièrement par les ornithologues et sur un site d'intérêt géologique important. Il offre également la possibilité aux équipes d'écologie terrestre de travailler dans de meilleures conditions sur cette partie ouest de l'île, dépourvue de tout autre refuge.

Certains sites isolés ont été nettoyés et les déchets accumulés parfois pendant plusieurs années ont été évacués. A titre d'exemple, près de 2 tonnes de matériel divers (chantier, bois, combustible, module) ont été retirés cette année de Pointe Basse à Crozet. Cette démarche, amorcée depuis plusieurs années, se poursuivra dans le cadre d'une politique volontariste de protection de l'environnement dans les sites dont l'IPEV a la charge au sein de la réserve naturelle des Terres australes françaises (TAF).

Enfin, grâce à la présence de *La Curieuse* à Kerguelen, un état des lieux des cabanes isolées de la péninsule du Loranchet a été réalisé et des travaux d'entretien sur des refuges non visités depuis 6 ans ont été conduits.

Approvisionnement des refuges

Le dépôt annuel de vivres, carburant et gaz a été effectué pour les refuges de tous les districts appelés à être occupés en campagne d'été ou en hivernage, généralement par hélicoptère. Pour certains sites, du matériel scientifique a également été déposé dans les cabanes.

Soutien aux programmes scientifiques

La gestion et la coordination des moyens nécessaires au bon déroulement des programmes de recherches sur les districts sont les priorités des équipes de l'institut et nécessitent de déployer sur le terrain des équipes en nombre de personnels suffisant et aux compétences multiples.

A Kerguelen, plus de 18 programmes ont été mis en œuvre. La présence de *La Curieuse* pendant 50 jours a assuré aux programmes la réalisation de prospections plus étendues et a permis de mener à bien 5 programmes scientifiques : ECOBIO, SALMEVOL, MAKER, GLACIOCLIM, NIVMER. Ce moyen à la mer a également servi de support pour l'équipe logistique de l'IPEV ainsi que pour les agents de la réserve naturelle des TAF.

Pour le lancement du nouveau programme de glaciologie à Kerguelen, GLACIOCLIM, une équipe logistique de 3 personnes a été déployée durant les 10 premiers jours de la campagne pour mettre en place un refuge à proximité du glacier Ampère, la cabane de la Mortadelle se trouvant aujourd'hui à plus de 2h de marche du front du glacier.

De son côté, la réalisation du programme SALMEVOL a nécessité une grande mobilité des équipes pour effectuer des prélèvements sur une large zone de l'archipel Kerguelen. A cette fin, outre le soutien de l'équipe logistique sur les aspects quotidiens de l'organisation de la campagne, des structures temporaires ont été montées sur le site de Port Elizabeth. Ces structures légères ont été mises en place rapidement au moyen de l'hélicoptère et en veillant à minimiser autant que possible l'impact sur le site d'implantation.



Pour permettre la transmission de données en temps réel à Amsterdam et Saint-Paul pour les programmes SISMOLOGIE (N°133) et MAGNÉTISME (N°139), la mise en réseau de tous les bâtiments qui collectent les données des observatoires (sismomètre et magnétomètre) a été finalisée. Le bâtiment de Pointe Bénédicte est désormais relié à la base par un pont WIFI qui augmente considérablement les possibilités offertes aux programmes et observatoires présents sur ce lieu de suivi de la chimie de l'atmosphère.

Enfin, lors de l'OPI, des travaux à Saint-Paul ont été réalisés : une équipe a démonté la station d'acquisition du marégraphe pour le compte du programme NIVMER ; un soutien a également été donné au programme de sismologie pour l'installation de nouveau matériel sur le site de suivi de Saint-Paul.

L'implantation de structures photovoltaïques

Afin de limiter l'usage des groupes électrogènes sur le terrain et réduire l'impact des activités scientifiques sur les sites isolés, les refuges de la Baie Américaine et de Pointe Basse à Crozet ont été équipés de panneaux photovoltaïques et les installations électriques remises aux normes. Ces refuges sont désormais autonomes en énergie électrique. La sécurité de ces sites s'en trouve accrue par le maintien des communications radio VHF en permanence avec la base Alfred Faure.

Des structures photovoltaïques fixes ont également été mises en place sur 4 refuges à Kerguelen (Ratmanoff, Studer, Mayes et Sourcils noirs) et une structure de panneaux solaires portables pour le camp des glaciologues près du glacier Ampère.

Les sites équipés ainsi que les caractéristiques des installations électriques ont été définis en fonction de la fréquentation des refuges et des besoins des programmes scientifiques. Ainsi, sur le refuge Ratmanoff par exemple, le système électrique de l'ensemble des modules a été refait et une structure de 4 panneaux solaires a été installée sur le toit de la cabane. Un système de panneaux haut rendement d'une capacité de 800 W garantie l'indépendance électrique et permet aux programmes d'avoir une capacité de stockage d'échantillons congelés et une permanence des liaisons radio VHF.

Ces installations photovoltaïques ont été financées et mises en place avec la participation de la réserve naturelle des TAF. Le prochain objectif sera de développer la récupération d'eau de pluie et de source pour améliorer l'approvisionnement des cabanes et faciliter les opérations de manutention. Un nouveau système de purification d'eau par filtration a déjà été testé avec succès.

La construction du nouveau refuge Ampère

Avec le début d'une campagne de glaciologie sur les contreforts du glacier Ampère (massif de Cook à Kerguelen), un nouveau refuge a été implanté plus près de la zone d'activité des glaciologues. Le refuge historique de la Mortadelle est désormais trop éloigné suite au recul du glacier depuis le début des activités sur la zone dans les années 1960. Ce nouveau module a pour vocation de rapprocher les glaciologues de leur terrain d'études et d'offrir une protection aux équipes dans un environnement climatique très rude et rapidement changeant.







La science terrestre et côtière



Les aérosols dans l'océan Austral : quelles origines et quels impacts sur le climat ?

Jean Sciare, Roland Sarda-Estève, Dominique Baisnée, Nicolas Bonnaire, Valérie Gros

Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE), unité mixte CNRS-CEA-UVSQ, Gif/Yvette, France

Michel Legrand, Susanne Preunkert

Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement (LGGE), St Martin d'Hères, France



L'étude des aérosols et de leurs impacts sur notre climat sont des enjeux scientifiques majeurs en relation avec le changement climatique global. De ce point de vue, la place qu'occupent les aérosols naturels en zone marine est centrale puisque les océans couvrent près des trois quart de la surface du globe et concentrent à eux seuls l'essentiel des précipitations de notre planète.

C'est dans ce contexte que l'Institut polaire français soutient depuis près de deux décennies des activités de recherche sur les aérosols marins dans l'océan Austral à travers la mise en place d'observations atmosphériques pérennes permettant aux scientifiques du monde entier d'accéder à des bases de données précieuses permettant d'améliorer nos connaissances sur les aérosols, leurs interactions avec le climat et de mieux contraindre les scénarii de réchauffement climatique futur.

Investigating the role of aerosols on climate has become a major scientific challenge in our global warming atmosphere. Contribution of marine aerosols is particularly important here as oceans cover nearly three-quarters of the earth and concentrate on their own most of the precipitations of our planet. In this context, the *French Polar Institute* has supported nearly two decades of scientific research on marine aerosols in the Southern Ocean through the establishment of long term atmospheric observations. Scientists around the world have access to this unique database which is of great help for improving our understanding of aerosols, their interactions with climate, and to better constrain scenarios of future climate warming.

Contexte et motivations scientifiques

Les aérosols et le climat.

Notre planète fait face aujourd'hui à un réchauffement climatique sans précédent, régi par l'émission d'une grande quantité de composés atmosphériques produits par l'activité humaine. Malgré le rôle avéré des gaz à effet de serre dans ce réchauffement climatique, de fortes incertitudes demeurent quand à l'amplitude de ce réchauffement et sa modulation aux échelles régionales. Ces incertitudes sont notamment dictées par la présence dans l'atmosphère d'aérosols (particules de quelques centaines de nanomètres de diamètre) dont l'impact sur le climat est identifié mais encore mal documenté (Groupement International d'Expert sur le Climat ; IPCC, 2007).

Régionalement, il a été démontré que les aérosols pouvaient avoir un impact climatique très important, induisant un refroidissement de l'atmosphère de plusieurs degrés Celsius, et contrebalançant ainsi le réchauffement induit par les gaz à effet de serre. L'impact des aérosols sur le climat peut ainsi se résumer à deux mécanismes bien distincts :

- une rétrodiffusion des rayons solaires sur les particules induisant un refroidissement de la basse l'atmosphère et de la surface terrestre; on parlera ici de "forçage radiatif direct"
- une contribution aux gouttelettes d'eau des nuages (modification de la couverture nuageuse, temps de vie des nuages ...) induisant là aussi un refroidissement de l'atmosphère; on parlera ici de "forçage radiatif indirect".

L'estimation de ces deux forçages (directs/indirects) est donc un point de passage obligé pour mieux évaluer le rôle des aérosols anthropiques sur le réchauffement climatique.

Dans ce contexte, il conviendra d'estimer précisément la part des aérosols naturels par rapport à celle liée à l'activité humaine. Ce travail est parfois rendu difficile car certains aérosols (comme les sulfates) ont des sources à la fois naturelles et anthropiques. Ce travail va également nécessiter un réseau dense de stations d'observations car les aérosols ont une distribution spatiale très inhomogène (à la différence des gaz à effet de serre qui sont relativement bien mélangés dans l'atmosphère). Enfin, le travail sur les sources naturelles d'aérosols devra être mené sur plusieurs décennies afin d'appréhender au mieux l'impact du changement climatique global sur ces aérosols naturels (modulation de l'intensité de leurs sources et modification de leur cycle de vie).

Les aérosols naturels dans l'Océan Austral.

Les aérosols naturels en zone marine jouent un rôle important sur notre climat puisque les océans couvrent près de 70% de la surface du globe et concentrent à eux seuls près des trois quart des précipitations de notre planète. En outre, ces régions océaniques concentrent à elles seules près de la moitié de la production primaire à l'échelle globale et joueront donc un rôle fondamental dans les interactions entre le climat et les grands cycles biogéochimiques.

On distingue communément les aérosols naturels marins suivant deux grandes classes illustrées dans la figure 1 :

- Une source "primaire" d'aérosols issue de l'action mécanique du vent sur la mer. C'est le cas des sels de mer, mais aussi de certains aérosols organiques, émis avec les sels de mer, et issus de l'activité biologique marine
- Une source "secondaire" d'aérosols soufrés issus de l'oxydation de composés gazeux (comme le sulfure de diméthyle, DMS) qui sont émis par l'activité phytoplanctonique marine.

L'ensemble de ces sources primaires / secondaires auront un impact climatique direct (rétrodiffusion des rayons solaires) et indirect (interactions nuageuses).

L'étude de ces aérosols dans l'océan Austral est motivée d'abord par les conditions climatiques extrêmes qui prévalent dans cette région (fréquence et intensité du vent) et qui font de cet océan la première source atmosphérique de sels de mer à l'échelle du globe.

L'océan Austral se caractérise également par une productivité biologique marine très importante qui fait de cet océan la première source d'aérosols soufrés naturels (issus du DMS). Enfin l'isolement de cet océan, loin des principales sources de pollution anthropique, représente une chance unique de mieux documenter les aérosols marins, la variabilité de leurs sources marines (tendances) et les mécanismes par lesquels ils impactent sur notre climat.

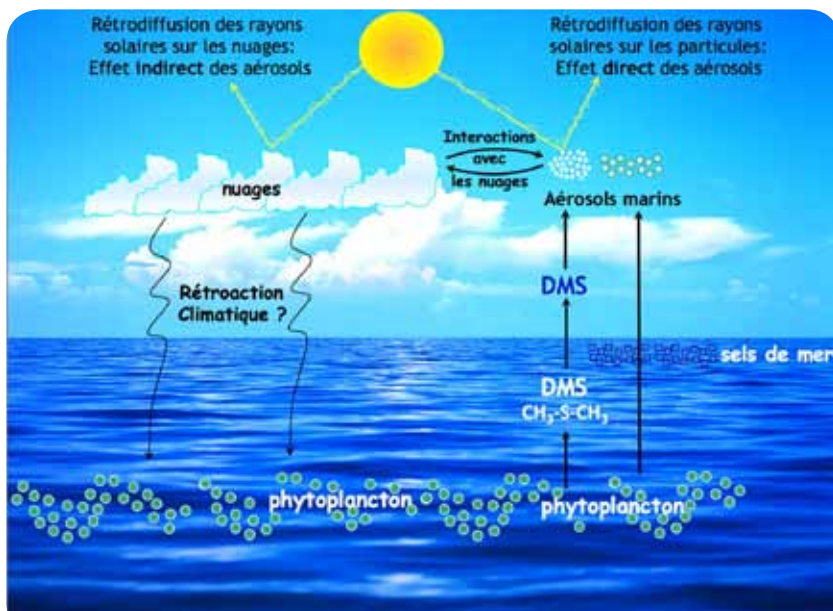


Figure 1 : Les trois sources marines d'aérosols étudiées dans l'océan Austral : les aérosols soufrés (issus de la dégradation atmosphérique DMS), les aérosols organiques (issus de l'activité phytoplanctonique), et les sels de mer. L'impact de ces aérosols sur le climat est direct (rétrodiffusion des rayons lumineux sur les aérosols) et indirect (rétrodiffusion des rayons lumineux sur les nuages). L'hypothèse "CLAW" propose une boucle d'autorégulation du cycle du DMS; elle est illustrée ici sous le terme de "rétroaction climatique".

Résultats marquants

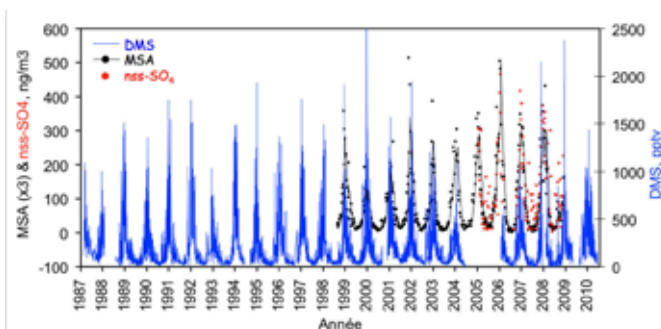
Les aérosols soufrés, 25 ans d'observations dans l'océan Austral.

Le cycle biogéochimique du DMS a suscité et suscite encore aujourd'hui de nombreuses études scientifiques. L'intérêt pour l'étude de ce cycle remonte à plus de 25 ans avec la publication de l'hypothèse "CLAW" (reprenant les initiales des auteurs de Charlson et al., 1987). Cette hypothèse, illustrée dans la figure 1 montre l'impact du DMS (et de ses produits d'oxydation atmosphérique) sur les forçages directs/indirects des aérosols. Cette hypothèse "CLAW" suggère en outre un mécanisme de rétroaction climatique, le refroidissement atmosphérique induit par les nuages impactant sur la productivité marine (phytoplancton) et donc sur les précurseurs marins du DMS (mécanisme d'autorégulation). De nombreuses études sont venues valider depuis certains des mécanismes proposés par l'hypothèse CLAW (essentiellement dans le sens impact du DMS sur le climat). En revanche, il existe encore aujourd'hui certaines zones d'ombre qui concernent notamment le lien direct entre DMS et CCN, ou encore la représentation globale (et la variabilité) des sources marines de DMS.

Les analyses de DMS sont réalisées au laboratoire de chimie du bâtiment de Géophysique (base Martin de Viviers, île Amsterdam).

Les observations menées sur le cycle du DMS dans les Terres Australes et Antarctiques Françaises remontent à 1987 avec la mesure du DMS atmosphérique à l'île Amsterdam. Depuis cette date, les observations sur ce cycle n'ont cessé de s'enrichir comme l'illustre la figure 2 qui présente le suivi dans le temps du DMS gazeux et de ses composés d'oxydation dans les aérosols (MSA et SO_4^{2-}) qui sont les acteurs principaux de l'impact climatique du DMS. La richesse de ces observations ont permis d'améliorer significativement notre compréhension du cycle du DMS (près d'une trentaine de publications scientifiques sur les 20 dernières années).

Ces observations menées de manière quasi ininterrompue depuis bientôt 25 ans représentent aujourd'hui une base de données unique au monde qui nous permet de revisiter régulièrement la question des tendances sur le long terme du DMS dans l'océan Austral et des interactions océan-atmosphère sur ces tendances (Sciare et al., 2000 ; Baboukas et al., 2004). D'autres études ont été initiées à plus hautes latitudes sud (station de Dumont d'Urville en Terre Adélie) sur les aérosols soufrés depuis 1991 et sur le DMS depuis 1999. Ces séries long terme ont fait l'objet d'étude sur la variabilité interannuelle en fonction des conditions de glace de mer. (Preunkert et al., 2007).



Les aérosols organiques marins : une nouvelle source biogénique aux impacts climatiques incertains.

L'étude des aérosols organiques marins n'est pas récente et remonte à plus de 40 ans (Blanchard, 1964). La publication dans la revue *Nature* de travaux menés ces dernières années en Atlantique Nord (O'Dowd et al., 2004) a pourtant modifié notre perception de ces aérosols, puisqu'il est rapporté dans cette étude l'existence d'une importante source (biologique) marine dont les niveaux atmosphériques pourraient directement influencer le nombre de CCN en atmosphère marine (i.e. fortes interactions aérosols-nuages).

Les observations continues que nous avons menées dès 2003 à l'île Amsterdam ont permis de montrer que l'océan Austral était également une source substantielle d'aérosols organiques (Sciare et al., 2009). Ces résultats ouvrent la voie à de nouvelles recherches plus spécifiques sur les caractéristiques de ces aérosols organiques, leur source (biogénique), et leur contribution aux CCN sur la zone Australe.

Une vision intégrée de l'impact climatique des aérosols dans l'océan Austral.

Au tout début des années 2000, plusieurs articles publiés dans les revues *Science* et *Nature* ont alerté la communauté scientifique internationale sur le rôle, jusque-là mésestimé, des aérosols marins dans le système climatique de l'océan Austral (Haywood et al., 2000; Kaufman et al., 2002). Ces résultats ont été obtenus par assimilation/modélisation des rares données satellites obtenues par ciel clair au dessus la zone australe (mesures optiques d'aérosols intégrées dans la colonne atmosphérique).

Afin d'augmenter significativement ces observations, nous avons décidé, en collaboration avec la NASA (Goddard Space Flight Center), d'instrumenter de façon permanente les stations d'Amsterdam (2002) et Crozet (2003) en mesures optiques d'aérosols (réseau international "AERONET", AERosol RObotic NETwork). Ces mesures optiques d'aérosols, plus précises que celles qui sont réalisées par satellite, sont aujourd'hui complétées par des mesures similaires réalisées sur les rotations du *Marion-Dufresne* à l'occasion de ses dessertes dans les îles subantarctiques françaises (réseau international "MAN", Maritime Aerosol Network). Ces données nous donnent une vision intégrée du forçage radiatif direct des aérosols au dessus de nos stations et montrent notamment le rôle central des sels de mer sur la période hivernale.

Les données aérosols collectées sur les réseaux internationaux AERONET et MAN sont très utiles à la communauté scientifique mondiale qui les utilise pour valider les modèles climatiques utilisés par le GIEC pour la simulation du changement climatique.

Figure 2 : Enregistrement des variations interannuelles du DMS atmosphérique et de ses composés d'oxydation dans les aérosols (Acide Méthane Sulfonique, MSA ; et sulfate non marin, nss- SO_4) à l'île Amsterdam.

Vers un réseau d'observation structuré des aérosols dans l'océan Austral

L'océan Austral couvre la majeure partie des moyennes latitudes de l'hémisphère Sud et représente, de ce point de vue, une région du globe largement sous observée en raison d'un nombre très limité de stations de mesures in-situ. La station atmosphérique de l'île Amsterdam (Figures 3 & 4), représente ainsi la seule source d'information disponible sur les aérosols dans un rayon de plus de 3500 km de l'océan Austral (secteur de l'océan Indien), couvrant ainsi par ses observations une zone océanique grande comme deux la fois la superficie de l'Europe.



Figure 3 : Station de mesures atmosphériques de "Pointe Bénédicte" à 2 km à l'ouest de la base Martin de Viviers, île Amsterdam. © Féron A.

Afin de garantir sur le long terme la qualité des mesures effectuées sur nos stations atmosphériques des îles Amsterdam et Crozet, nous avons fait le choix d'intégrer ces observations au réseau international WMO-GAW (*World Meteorological Organization – Global Atmospheric Watch*). Ce rattachement permet à nos observations d'être diffusées sur les bases de données internationales (*World Data Center*) et d'assurer ainsi une plus grande visibilité et valorisation scientifique.

Des audits (sur site ou inter-laboratoires) sont organisés régulièrement pour assurer la qualité des mesures effectuées. Le rattachement de nos observations est également opéré à l'échelle nationale (Service d'Observation de l'INSU et infrastructure de recherche "SOERE" labellisé par l'Alliance nationale de recherche pour l'Environnement, Allenvi) afin d'obtenir des moyens supplémentaires permettant de pérenniser les observations sur le long terme.

Aujourd'hui, ce réseau de surveillance des aérosols dans la zone australe est dans une phase d'extension avec l'intégration en 2006 de la station atmosphérique du Cap (Afrique du Sud) et à partir de 2012 de la station "Piton Maïdo" de la Réunion. La couverture spatiale de ce réseau et sa structuration aux échelles nationales/internationales va permettre de mieux contraindre l'étendue spatiale des fortes anomalies que nous observons sur les cycles saisonniers des aérosols marins naturels dans l'océan Austral.



Figure 4 : Collecte des aérosols marins sur le pylône de la station de "Pointe Bénédicte" à l'île Amsterdam. Les échantillons aérosols sont collectés par filtration et envoyés au LSCE (Gif/Yvette, France) pour l'analyse de leur composition chimique par classes de taille. © Chapuis S.

Conclusions et perspectives

Au cours des deux dernières décennies, la construction d'un réseau d'observation des aérosols dans l'océan Austral s'est faite de façon cohérente et progressive à travers son extension sur de nouvelles stations (Crozet, Afrique du Sud, La Réunion) et l'intégration de nouveaux paramètres atmosphériques dont le suivi s'est avéré pertinent pour mieux décrire les interactions aérosols-climat (mesures optiques intégrées, ...). Ces observations constituent désormais une pièce essentielle du vaste dispositif d'observation que la France a mis en place aux moyennes et hautes latitudes de l'hémisphère Sud pour améliorer nos connaissances sur les interactions entre la composition chimique de notre atmosphère et le climat (programmes IPEV AEROTRACE, CESOA, RAMCES, etc ...).

Aujourd'hui, l'impact climatique des aérosols nous porte vers de nouveaux champs d'étude comme la caractérisation fine des noyaux de condensation nuageux (CCN) et leur lien – établi mais peu compris – avec la productivité marine. L'expertise scientifique cumulée sur l'aérosol marin et la présence française permanente dans l'océan Austral sont des atouts décisifs qui nous permettront de jouer un rôle moteur dans ces nouveaux champs de recherche.



Références

Baboukas, E., J. Sciare, and N. Mihalopoulos, Spatial, Temporal and Interannual variability of methanesulfonate and non-sea-salt sulfate in rainwater in the southern Indian Ocean (Amsterdam, Crozet and Kerguelen Islands), *J. Atmos. Chem.*, 48, 35-37, 2004

Blanchard, D. C. (1964), Sea to air transport of surface active material, *Science*, 146, 396– 397.

Charlson, R. J., Lovelock, J. E., Andreae, M. O. and Warren, S. G. (1987). Oceanic phytoplankton, atmospheric sulphur, cloud albedo and climate. *Nature* 326, 655-661

IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007 (AR4)

Haywood, J. M., V. Ramaswamy, and B. J. Soden, Tropospheric Aerosol Climate Forcing in Clear-Sky Satellite Observations over the Oceans, *science*, 283, 1299-1303, 1999.

Kaufman, Y.J., D. Tanré, and O. Boucher, A satellite view of aerosols in the climate system, *Nature* 419, 215-223, 2002

O'Dowd, C.D., M.C. Facchini, F. Cavalli, D. Ceburnis, M. Mircea, S. Decesari, S. Fuzzi, Y.J. Yoon, and J.P. Putaud, Biogenically-driven organic contribution to marine aerosol, *Nature*, doi:10.1038/nature02959, 2004

Preunkert, S., M. Legrand, B. Jourdain, C. Moulin, S. Belviso, N. Kasamatsu, M. Fukuchi, and T. Hirawake, Interannual variability of dimethylsulfide in air and seawater and its atmospheric oxidation by-products (methanesulfonate and sulfate) at Dumont d'Urville (Coastal Antarctica) (1999-2003), *J. Geophys. Res.*, 112, doi:10.1029/2006JD007585, 2007.

Sciare, J., N. Mihalopoulos, and F. Dentener, Interannual variability of atmospheric dimethylsulfide in the Southern Indian Ocean, *J. Geophys. Res.*, 105, 26,369-26,377, 2000

Sciare, J., O. Favez, K. Oikonomou, R. Sarda-Estève, H. Cachier, and V. Kazan, Long-term observation of carbonaceous aerosols in the Austral Ocean: Evidence of a marine biogenic origin, *J. Geophys. Res.*, 114, D15302, doi:10.1029/2009JD011998, 2009



Programme de recherche LEADERPOL

La construction sociale et historique du leadership chez les Inuit du Nunavik (Arctique québécois)

Caroline Hervé

Centre de recherches historiques (Ecole des hautes études en sciences sociales et CNRS, UMR 8558)
Centre interuniversitaire d'études et de recherches autochtones, Canada
Groupe de recherche "Mutations polaires : Sociétés et environnement"



Ce programme de recherche vise à étudier la transformation des pratiques liées à l'autorité chez les Inuit du Canada au cours du XX^e siècle (et plus particulièrement chez les Inuit du Nunavik, Arctique québécois) et à analyser l'apparition de la figure du leader politique. Il s'agit de comprendre le processus d'institutionnalisation de l'Arctique canadien, la professionnalisation progressive des leaders politiques et leur émergence, en tant qu'acteurs politiques, sur les scènes nationales et internationales.

This research program aims at examining the transformation of authority practices in the Canadian Inuit society during the 20th century (in particular in Nunavik Inuit) and analyzing the emergence of the political leader. The question is 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.

Objectifs et partenariat

La question du leadership chez les Inuit du Canada est en pleine explosion. Si depuis une trentaine d'années, les chercheurs en sciences sociales ont remarqué l'émergence de leaders politiques inuit (Morin 2001 ; Hervé 2005, 2008), on ne peut que constater, aujourd'hui, la place croissante de cette question dans les sphères politiques et sociales. La présence des leaders inuit au niveau international (déclaration des Nations-Unies sur le droit des peuples autochtones, activisme environnemental) et au niveau national (revendications politiques et territoriales) est plus qu'évidente. Les autres peuples autochtones affichent même une certaine admiration devant les leaders inuit qui ont été les premiers à mener à bien un projet de gouvernement autonome au sein du Canada (Gouvernement du Nunavut en 1999, Gouvernement du Nunatsiavut en 2004). C'est cette question que le programme de recherche LEADERPOL entend étudier. Qui sont ces leaders ? D'où viennent-ils ? Quels sont les enjeux historiques et sociaux qui sous-tendent ce phénomène ?

Ce programme s'inscrit dans un nouveau champ de recherches interdisciplinaires dédié à l'étude du leadership et des formes d'autorité aux XIX^e et XX^e siècles en Europe occidentale, en Russie et en Amérique du nord. Il constitue un nouveau développement de plusieurs années de recherches ayant permis d'analyser l'apparition d'une culture multiforme et de nouvelles pratiques du leadership au XX^e siècle : déploiement d'un discours scientifique sur le leadership en psychologie, en anthropologie et en histoire ainsi que dans de nombreux domaines comme la politique, l'économie, l'armée, l'éducation ; création de formations académiques et institutionnelles ; réflexions de praticiens et d'universitaires (Cohen 2001, 2003, 2006, 2007). Ce champ de recherche est aujourd'hui complété par des enquêtes de terrain et des analyses approfondies sur la circulation des théories et des pratiques du leadership à travers les différentes sociétés et dans les différents espaces politiques, qu'ils soient locaux ou transnationaux.

L'Arctique québécois offre, en ce sens, un terrain particulièrement riche pour l'analyse de ces circulations. Un gouvernement régional est en passe d'y être créé faisant suite à de longues négociations politiques qui durent depuis plus d'une trentaine d'années. Dans ce contexte stimulant, la question du leadership est centrale. D'une part, les Inuit eux-mêmes réclament des leaders plus forts et d'autre part, les milieux politiques et scientifiques canadiens s'emparent sérieusement de cette question en multipliant des formations au leadership et les recherches sur le sujet, tout en déployant un discours fortement structuré qui laisse à penser le leadership comme un aspect naturel du développement des sociétés humaines. Il apparaît donc important d'historiciser cette question et de l'ancrer dans un vrai travail d'enquêtes ethnographiques afin d'en éclaircir les mouvements.

Pour cela, le programme LEADERPOL s'est rattaché à un programme de recherche canadien qui a pour but d'analyser les formes du leadership inuit dans l'Arctique canadien : *ARUC Leadership and Governance in Nunavut and Nunavik: Life Stories, Analytical Perspectives and Training*. Financé par le Conseil en recherche et sciences humaines du Canada (CRSH) avec l'appui de plus d'une dizaine d'organismes inuit de l'Arctique canadien, ce programme prévoit la réalisation d'un nombre important d'activités scientifiques (2010-2015) auxquelles nous sommes associés : production de biographies de leaders, organisation d'ateliers de transmission des savoirs et de séminaires de recherche.

Le programme LEADERPOL s'échelonne sur trois années (2009 - 2011) et comporte trois axes de recherche principaux :

- étude des formes d'autorité chez les Inuit du Nunavik au début du XX^e siècle
- étude de la transformation des formes d'autorité durant la sédentarisation (années 1940-1980)
- étude de l'émergence des leaders politiques au Nunavik (années 1980 à aujourd'hui)

A ce jour, deux campagnes ont été menées :

- Ivvujivik durant l'été 2009
- Puvirnituq et Ivvujivik durant l'été 2010
- le dernier terrain est prévu durant l'été 2011

Nous présenterons, tout au long des lignes suivantes, les premiers résultats.



Carte du Nunavik, Arctique québécois.
© Makivik

Etude des formes d'autorité chez les Inuit du Nunavik au début du XX^e siècle

La mission 2009 avait pour objectif d'analyser la nature des relations d'autorité dans l'Arctique québécois durant la première moitié du XX^e siècle.

Trois sous-objectifs avaient été identifiés : une étude des concepts inuit liés à l'autorité ; l'analyse des fonctions des leaders de groupe ; l'étude de la modalité d'accès à la fonction de leader. Si de nombreux entretiens ont été menés sur le terrain avec des leaders locaux et des experts de la culture inuit (aînés, historien local, analyste linguistique), les informations les plus riches ont été tirées de l'« observation-participante » à la vie familiale et aux activités communautaires du village d'Ivvujivik.

Il en ressort que la notion de chef ou de leader telle que nous la connaissons dans notre propre société ne permet pas de comprendre véritablement la nature des formes de pouvoir chez les Inuit. Le terme *angajuqqaq* que nous traduisons hâtivement par "chef" renvoie en fait plus à une fonction ponctuelle qu'à un titre permanent. Il n'existait en effet pas de titre de chef chez les Inuit, mais il y avait des personnes qui jouaient un rôle prépondérant de façon ponctuelle et dans des contextes bien précis. Une analyse situationnelle permet de mettre en évidence le fait que c'est le meilleur chasseur dans un contexte de chasse qui guidera les opérations, les parents dans le contexte familial, le chamane (*angakkuk*) ou le missionnaire dans le contexte de

la relation avec le monde invisible. En fait, ce qui caractérise le mieux ces figures de pouvoir et d'autorité, c'est avant tout leur expérience et leur maîtrise de savoirs particulièrement cruciaux à la survie du groupe : les savoirs cynégétiques, les savoirs liés aux techniques (habitat, couture, armes), aux êtres invisibles, etc.

S'il n'y a pas de titre permanent de chef chez les Inuit, il n'en reste pas moins que l'âge confère une autorité certaine. Dans tous types de relations sociales, les jeunes doivent respecter leurs aînés (*angajuk*), que ce soit dans le cadre de la phratrie, de la famille étendue ou de la communauté. Cette importance accordée à l'âge se vérifie bien dans les relations d'aide et d'entraide. Par exemple, un jeune frère (*nukarsik*) ne peut refuser d'accompagner son frère aîné (*angajutsik*) à la chasse si celui-ci le lui demande. Il sera alors en charge d'opérations bien précises : porter les charges lourdes, aller chercher de l'eau ; tandis que son aîné décidera du lieu de chasse, mènera l'expédition, distribuera le gibier, etc. L'âge confère un respect si fort que le jeune ne peut refuser d'aider son aîné. *Iiliranaqtuq* traduit bien cette idée de respect mêlé de crainte et c'est le terme que les Inuit utilisent pour rendre compte de leur relation avec leurs aînés. On comprend donc bien que les personnes âgées, se situant en haut de la pyramide des âges et donc possédant une expérience de vie et des savoirs cruciaux pour la survie du groupe, sont les personnes les plus craintes et respectées et celles qui détiennent, par extension, le plus d'autorité sur les autres membres du groupe.

Si le titre de chef n'existait pas chez les Inuit et que cette fonction n'était qu'éphémère, de nombreux ethnographes et voyageurs ont cependant révélé la présence de leaders charismatiques dès le début du XX^e siècle (Mary-Rousselière 1980 ; Rasmussen 1994). Nos informateurs nous ont aussi révélé la présence d'*angajuqqaat* importants dans la région du détroit d'Hudson. Nous pensons que certaines fortes personnalités pouvaient effectivement jouer un rôle important et le conserver tout au long de leur vie. Mais plutôt que d'en conclure à la présence de leaders ou de chefs chez les Inuit, comme la plupart des ethnographes l'ont fait jusqu'ici, il apparaît que ces personnalités fortes trouvaient en fait leur légitimité dans une situation bien précise où leur savoir et leur expérience était cruciaux à la survie du groupe.

Etude de la transformation des formes d'autorité durant la sédentarisation (années 1940-1980)

Qu'advient-il de ce type de relations de pouvoir avec l'arrivée et l'installation progressive des *Qallunaat* (étrangers) dans l'Arctique québécois ? Quelques auteurs ont montré que la maîtrise de nouveaux savoirs a bousculé l'organisation du pouvoir chez les Inuit dès le milieu du XX^e siècle (Lantis 1971, Nooter 1976). Nous avons pu vérifier effectivement que la maîtrise de nouveaux savoirs et techniques ont promu à des positions importantes des personnes qui auparavant n'auraient pas été reconnues comme telles. Il est reconnu par ailleurs que les *Qallunaat* (Blancs) arrivant et s'installant dans les nouveaux villages à partir des années cinquante sont regardés par les Inuit comme de nouvelles figures d'autorité. Au terme de la deuxième campagne (été 2010), il apparaît que certains propos doivent être nuancés. Il est vrai que des personnes ont acquis une certaine importance ou ont renforcé leur autorité en maîtrisant de nouveaux savoirs tels que l'anglais, des rudiments de comptabilité et de gestion, etc. Ceux-ci ont alors joué un rôle d'intermédiaire entre leur groupe et les représentants des instances colonisatrices (gouvernement canadien, missionnaires, commerçants). Mais si cette remarque est pertinente en ce qui

concerne la relation avec les Blancs, elle l'est moins lorsque l'on se penche sur les relations familiales et même sur l'organisation locale du pouvoir dans les nouveaux villages. En effet, l'âge reste un facteur prééminent dans l'organisation des relations sociales. Les hommes (et plus rarement les femmes) placés de par leur âge en tête des familles, occupent une fonction centrale dans tout le processus de sédentarisation : ce sont bien souvent eux qui ont pris la décision de sédentariser leur famille. Ils occupent de plus, bien souvent, des fonctions locales importantes puisqu'ils deviennent souvent ministres du culte et occupent une place importante dans les conseils municipaux (*community councils*) créés à partir des années 1960.

Ivujivik, 1960. Les premiers Inuit à se construire une maison personnelle sont souvent les aînés des plus grandes familles.



© Arima E.

D'autre part, contrairement à ce qui est communément admis, tous les *Qallunaat* dépêchés dans l'Arctique ne représentent pas des figures de pouvoir (commerçants au début du XX^e, puis à partir des années 1940 : policiers, juges, instituteurs, agents gouvernementaux). Si les blancs sont regardés avec admiration du fait de leur technologie nouvelle, les Inuit les voient également comme des enfants dès qu'il s'agit de vivre dans la toundra. Quelques informateurs ont témoigné le fait qu'ils n'avaient pas peur de leur professeur ni des infirmiers ou des agents gouvernementaux même si ces derniers représentent l'Etat canadien ou québécois. Quant aux commerçants, aux policiers et aux juges, il semble qu'ils aient engendré un sentiment de peur (*kappianaqtuq*) plutôt qu'un sentiment de crainte/respect (*iliranaqtuq*). Ainsi, il n'y a pas durant cette deuxième moitié du XX^e siècle de déchéance de l'autorité telle que nous l'avons définie précédemment. Si certains nouveaux savoirs deviennent importants dans l'organisation locale et qu'ils sont maîtrisés par des plus jeunes, l'autorité des aînés reste prédominante.



Kangiqsualujuaq, décembre 2010. Formation au leadership pour les jeunes du Nunavik. © Jacobsen M.

Poursuite des recherches

Ces données sur l'organisation du pouvoir dans les groupes inuit au début du XX^e siècle et au cours de la sédentarisation permettent de mieux appréhender ce phénomène d'émergence du leadership inuit dans les années 70. Comment comprendre alors ce passage rapide vers une société où le leadership, apparemment, est fort ? Quelques éléments de réponses apparues au cours de ces enquêtes feront l'objet d'une étude plus systématique lors de la prochaine campagne LEADERPOL (été 2011). Si le leadership inuit est prégnant (visibilité accrue dans les médias, sur les scènes internationales et nationales, multiplications des formations au leadership et apparition d'une série de biographie de leaders inuit) depuis les années 1970 et plus encore ces dernières années, il l'est d'un certain point de vue seulement : le nôtre. Lorsque l'on passe du temps dans les villages du Nunavik, à côtoyer les Inuit dans leurs activités quotidiennes, on réalise en fait qu'ils ne (re)connaissent pas vraiment de "leaders inuit", et que ceux qu'ils pourraient éventuellement considérer comme tels n'en sont pas vraiment. Les Inuit sont nombreux à penser que ceux qui mènent en leur nom les négociations politiques et que nous considérons, nous, comme des leaders, ne sont pas des représentants légitimes mais des pions des gouvernements coloniaux. Lors du référendum d'avril 2011 sur l'acceptation de l'entente finale du gouvernement régional du Nunavik, les Inuit ont voté non, exprimant par là qu'ils ne se sentaient pas bien représentés.

Les relations quotidiennes et locales ne sont en effet pas (encore) imprégnées des pratiques et des discours sur le leadership tels qu'ils apparaissent dans les sociétés occidentales industrialisées au cours du début du XX^e siècle (Cohen 2011). Même, dans certains villages, les responsabilités locales sont parfois fuites (position de maire ou de manager général de la coopérative). Et ceux qui, malgré leur jeune âge, prennent en charge des responsabilités collectives sont parfois tournés en dérision.

Cependant, on voit apparaître depuis quelques années, un discours sur le leadership et les Inuit commencent à réclamer de « vrais leaders », des gens qui, selon leurs termes, défendraient leur culture, leur langue et leur territoire face aux multinationales qui lorgnent les ressources minières de leur région et aux gouvernements canadien et québécois qui se font toujours plus présents.

Conclusion générale

Ainsi, contrairement à ce que de nombreux anthropologues ont affirmé, les Inuit de l'Arctique québécois n'a pas connu de bouleversement radical de leur fonctionnement politique au cours du XX^e siècle. Certes, il y a eu des transformations liées à l'usage de nouvelles technologies et techniques dans le contexte, par exemple, de la chasse ou de la gestion communautaire. Mais, certains éléments qui structuraient les relations d'autorité au début du XX^e siècle sont toujours prégnants (âge, rôle déterminant du savoir, etc). Le leadership inuit doit finalement être compris comme un discours proféré de l'extérieur (par les médias, les observateurs internationaux et nationaux, les agents gouvernementaux qui travaillent auprès des Inuit, etc.) et qui tend, peu à peu, à être repris par les Inuit eux-mêmes, et notamment les jeunes qui réclament des leaders plus forts depuis tout récemment.



Références

COHEN Yves, 2011, 2001, « Les chefs, une question pour l'histoire du XXe siècle », Cités, n° 6, pp. 67-83.

COHEN Yves, 2003, « Une histoire pragmatique de l'autorité : quelques propositions », La Lettre de l'AREHESS, 31 : 24-28.

COHEN Yves, 2006, « Les conceptions de l'autorité s'entrelacent. Le cas de l'Union soviétique dans les années 1930 (catégories des acteurs et catégories des chercheurs) », ethnographiques.org, 10.

<http://www.ethnographiques.org/2006/Cohen.html>.

COHEN Yves, 2007, « The Cult of Number One in an Age of Leaders », Kritika: Explorations in Russian and Eurasian History, 8 (3) : 597-634.

COHEN Yves, 2011, « La montée internationale de la question du chef au début du XXe siècle : situations, identités, psychologies... », dans F. Mispelblom Beyer et P. Tripier (dir.), Diriger, encadrer, commander : différences, points communs, enjeux transversaux. (à paraître)

HERVÉ Caroline, 2005, Transformation des formes de pouvoir et des figures d'autorité chez les Inuit de l'Arctique oriental canadien. Mémoire de DEA, EHESS.

HERVÉ Caroline, 2008, « Changes in Leadership Patterns from the Contact Period to the Establishment of Nunavut and to the future Nunavik government », dans F. Trudel (dir.), Self-Governance in Arctic Societies : Dynamics and Trends. Proceedings of the Fourth IPSSAS Seminar, Kuujuaq, May 22 to June 2, 2006. Québec, Université Laval : 103-111.

LANTIS Margaret, 1972, « Factionalism and Leadership: A Case Study of Nunivak Island », Arctic Anthropology, 9 (1) : 43-65.

MARY-ROUSSELIÈRE Guy, 1980, Qitlarssuaq. L'histoire d'une migration polaire. Montréal, Les Presses de l'Université de Montréal.

MORIN Françoise, 2001, « La construction de nouveaux espaces politiques inuit à l'heure de la mondialisation », Recherches amérindiennes au Québec, 31 (3) : 25-36.

NOOTER, Gert, 1976, Leadership and Headship. Changing Authority Patterns in an East Greenland Hunting Community. Leiden, E. J. Brill.

RASMUSSEN Knud, 1994 (1929), Du Groenland au Pacifique. Deux ans d'intimité avec des tribus d'esquimaux inconnus. Paris, CTHS.



JRC

HRÓLFUR EINARSSON



HR

EN

Les conséquences économiques et sociales des politiques islandaises de gestion des ressources marines sur les villages littoraux : ethnologie de communautés littorales

Emilie Mariat-Roy,

GGH-TERRES (Groupe de géographie et d'histoire des territoires, des ressources, de l'environnement et des sociétés) EHESS/MNHN,



Cuves à bord d'un palangrier. Chaque cuve contient une section de filière comprenant 500 hameçons. Deux hommes embarquent entre 24 et 36 cuves. © Mariat-Roy E.

Dans le cadre du programme scientifique DRISCLA-NORD (Dynamiques, Ressources, Innovations et Stratégies des Communautés Littorales de l'Atlantique Nord), nous avons identifié, analysé et comparé les conséquences techniques, sociales et économiques des politiques islandaises de gestion des ressources marines sur des communautés littorales. Trois objets d'études ont été approfondis : les pratiques de pêche et les pêcheurs, l'organisation socio-économique de communes littorales et les politiques nationales de gestion des ressources marines. Les politiques nationales de restructuration du secteur des pêches ont provoqué une série de ruptures : une individualisation des pratiques, un déclin social, économique et professionnel de la pêche artisanale, une régression des formes de coopérations interprofessionnelles et une fragmentation de l'entre-soi communautaire.

As part of the scientific program DRISCLA-NORD Dynamics, Resources, Innovation, Strategies of Coastal Communities in the North Atlantic Area), we analyzed the technical, social and economic impact caused on coastal communities by Icelandic policies in marine resources management and closely examined three study topics: fishing practices and fishermen, the socioeconomic organization of coastal communities and the national policies for marine resources management. A series of breaches were caused by national policies in restructuring the fishing industry : the individualisation of fishing practices; the social, economic and professional decline of independent fishermen ; the regression of interprofessional cooperation forms, and the fragmentation of an "entre soi" community feeling.

Présentation de la recherche

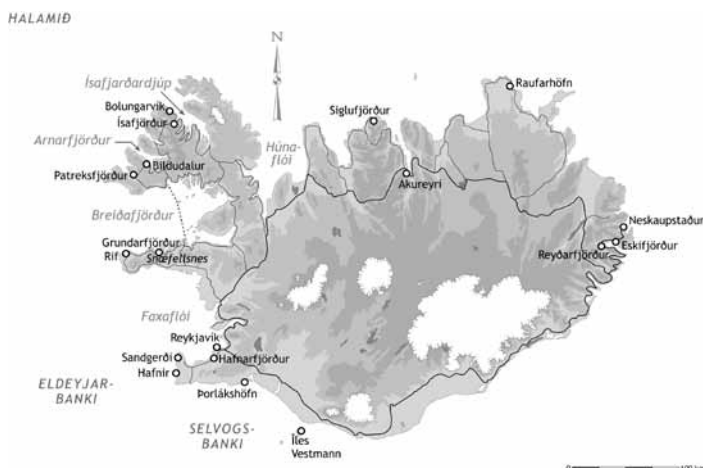
En Islande, les activités de pêche et de transformation jouent un rôle économique¹ central aux échelons national et local. Dans le cadre du programme scientifique DRISCLA-NORD, nous avons observé, analysé et comparé les formes de mobilisation et les stratégies individuelles et collectives de populations littorales face aux politiques nationales de gestion des ressources marines, dont le "système des quotas" est l'un des éléments centraux. L'objectif du programme, dont l'Islande constitue le premier volet, est d'étudier et comparer les modalités d'appropriation des politiques de gestion des ressources marines dans plusieurs pays et régions de l'aire Atlantique-nord.

En Islande, nous avons montré une variabilité des réponses des armateurs et des populations locales à un processus d'individualisation des pratiques de pêche consécutif d'une libéralisation des prix du poisson et de l'instauration, en 1991, de Quotas de pêche transférables (QIT). Nous avons étudié les conséquences de ce processus, d'une part, sur les pratiques de pêche, sur les rapports socio-économiques entre les acteurs locaux de la filière pêche et sur l'organisation globale de la filière pêche, et, d'autre part, sur les représentations que les pêcheurs se font de leur métier, que les autres acteurs villageois se font de la pêche et des pêcheurs et que d'autres groupes se font des activités de pêche car, en Islande, la pêche est l'affaire de tous et de chacun.

Trois objets d'études ont été approfondis : les pratiques de pêche et les pêcheurs⁽¹⁾; l'organisation socio-économique de communes littorales ; les politiques nationales de gestion des ressources marines.

Ce travail s'inscrit dans le champ de l'anthropologie maritime et porte sur les conditions techniques, sociales et symboliques d'appropriation et d'exploitation des ressources marines. Les travaux d'anthropologie maritime ont mis en évidence une spécificité du mode de production halieutique (Geistdoerfer Aliette, 1982) et démontré que les identifications et analyses des modalités techniques d'appropriation (Geistdoerfer Aliette, 1974) et de transformation des ressources marines constituent une base préalable à l'établissement d'une relation entre systèmes techniques et systèmes sociaux.

(1) La pêche représente en 2008 près de 40% des recettes à l'exportation. Les activités de pêches et de transformation occupent, en 2005, 6% de la population mais elles constituent la base de l'économie pour plusieurs communes littorales.



Une méthodologie adaptée à un objet multiparamétrique et changeant

Appliquant la méthode ethnographique et réalisant une enquête de terrain entre 2005 et 2006, nous avons étudié deux communes littorales de façon approfondie⁽²⁾ puis comparé sept ports de pêche⁽³⁾ pour présenter des systèmes techniques et sociaux locaux dans leur unité et leur diversité.

Les politiques de gestion des ressources marines étant un objet multiparamétrique et instable, leur étude exige de travailler dans une logique de système car elles forment un tout dans lequel des aspects biologiques, économiques, juridiques, politiques et sociaux sont mêlés et dans une perspective dynamique et diachronique, compte-tenu de l'instabilité du régime. Entre 1984 et 2004, nous avons relevé plus d'une trentaine d'amendements du gouvernement islandais qui procède à des réajustements permanents en réaction aux réponses des professionnels. Les politiques ayant eu des effets attendus mais aussi inattendus, l'établissement d'une comparaison entre théorie – bien-fondé des mesures – et pratiques – réponses aux législations – s'est imposé pour comprendre l'évolution des juridictions et leur vocation – écologique, économique ou sociale.

Les politiques islandaises de gestions des ressources marines en quelques éléments clés

Qu'est ce qu'un quota de pêche ?

Le quota est un Taux admissible de capture (TAC) individuel attribué à une embarcation munie de licence de pêche. Un armateur détient une portion individuelle fixe du TAC global par espèce, fixé par le ministère des pêches sur la base des recommandations de l'Institut national de recherches marines. Le TAC national varie d'une année sur l'autre en fonction de l'état des stocks. Le pêcheur se retrouve à chaque 1^{er} septembre muni du quota qui le "fera vivre" pendant l'"année de pêche".

Les espèces commercialisées et sous quotas sont principalement le cabillaud, l'églefin, le flétan, le lieu noir, le sébaste, le loup de l'Atlantique, des poissons plats ainsi que des espèces pélagiques – hareng, capelan, poutassou et maquereau, exploitées de fraîche date.

(2) Ces deux communes appartiennent à la région des Fjords du Nord-Ouest ; en 2006, Bolungarvík est peuplée de 905 habitants et Patreksfjörður de 732.

(3) Dans l'Ouest, nous avons séjourné à Grundarfjörður (875 habitants) et à Ríf (137) ; dans l'Est, nous avons séjourné à Neskaupstaður (1400), Eskifjörður (1068) et Reyðarfjörður (2238).

Carte des ports de pêche islandais

Année	Mesures gouvernementales
1984	<ul style="list-style-type: none"> • Instauration de deux régimes de contingentement par (1) quota dit «Système des quotas» et (2) pêche à l'effort dit «Système des jours» • Les petites embarcations ne sont pas sous quota • Il n'y a pas de libre circulation des quotas
1991	<ul style="list-style-type: none"> • Instauration des «Quotas individuels transformables» ou QIT
1995	<ul style="list-style-type: none"> • Instauration des quotas de cabillaud pour les «petites embarcations» (jaugeant moins de six tonnes)
2001	<ul style="list-style-type: none"> • Instauration de quotas sur l'églefin et le loup de l'Atlantique pour les «petites embarcations» (jaugeant moins de douze tonnes)
2004	<ul style="list-style-type: none"> • Création d'un «Grand» et d'un «Petit» système de quotas. Dans le «Petit système», les embarcations jaugeant obligatoirement moins de quinze tonnes sont armées exclusivement à la palangre ou à la mitrailleuse ; dans le «Grand système», il n'y a pas de restriction sur l'engin ou sur le tonnage des embarcations • Création du «supplément à la palangre» : les armateurs qui font préparer leurs lignes manuellement reçoivent une récompense de 3% à 5% de quotas supplémentaires • Abolition du «Système des jours»

Tableau calendrier récapitulatif des mesures gouvernementales

Le calendrier des principales juridictions

En 1984, face au risque d'effondrement des stocks de cabillaud et au problème de surcapacité de la flottille de pêche, le ministère des pêches a instauré deux régimes de contingentement par quota ou dans le système de pêche à l'effort ou "système des jours" ; les petites embarcations ne sont pas sous quota et il n'y a pas de libre circulation des quotas. En 1991, les quotas deviennent divisibles, cessibles et transférables (QIT) pour faciliter les transferts d'une embarcation à l'autre.

L'instauration des QIT a eu trois conséquences majeures : une concentration du capital dans de grosses entreprises de pêche et transformation ; la multiplication de pratiques de location ou d'achats de quotas ; la multiplication par deux des petites embarcations en-dehors du régime.

Les pouvoirs publics ont aussitôt révisé les Lois des pêches – *Stjórn Fiskveiða* – et mis au point des "garde-fous". Des plafonds de quotas par espèce et une "obligation d'exploitation" ont été fixés pour éviter la constitution de monopoles et le développement de pratiques de "métayage maritime". Le gouvernement a créé des "quotas d'aide", pour soutenir les localités ayant perdu beaucoup de quotas.

En 1995 et en 2001, des quotas ont été imposés sur le cabillaud, puis sur l'églefin et le loup de l'Atlantique aux petites embarcations en dehors du système des quotas.

En 2004, pour créer des emplois et freiner l'exode, le gouvernement a relancé une pêche à la palangre ou ligne de fond pratiquée à bord d'embarcations non-automatisées jaugeant moins de quinze tonnes.

Deux régimes techniques et juridiques d'exploitation ont été créés : un "petit système" pour les embarcations jaugeant moins de quinze tonnes et armées exclusivement à la palangre ou à la mitrailleuse⁽⁴⁾ et un "grand système" pour les embarcations jaugeant plus de quinze tonnes. Chaque "système" a ses quotas et les transferts de quotas d'un système à l'autre sont réglementés pour que les grandes compagnies n'absorbent pas les quotas destinées à la petite flottille de pêche côtière. Le "supplément à la palangre" est créé pour relancer l'emploi local : les armateurs qui font préparer leurs lignes manuellement par des boîtiers reçoivent une récompense de 3% à 5% de quota supplémentaire pour la création d'emploi.

En 2004, le gouvernement a aboli le système des jours auquel de nombreuses petites embarcations saisonnières étaient affiliées.

Les résultats de la recherche : identification d'une série de ruptures sociales, économiques, techniques et professionnelles

L'étude et l'analyse des techniques de pêche locales, nous a permis de mettre en évidence une série de phénomènes d'une importance capitale pour notre compréhension de la culture islandaise contemporaine car la technique est l'illustration des réponses que les pêcheurs n'ont cessé de "proposer" pour continuer, individuellement et collectivement, à pratiquer leur métier.

Dans les communes des Fjords de l'Ouest, nous avons identifié des initiatives individuelles et collectives originales, voire inédites. Nous remarquons qu'il y a une variabilité régionale des conséquences des politiques gouvernementales : dans l'est, les pêcheurs artisans à bord de petites embarcations sont les derniers représentants du "grand système" dont les quotas sont rachetés par de grosses sociétés d'armement et de transformation ; dans l'ouest, les pêcheurs à la palangre travaillent à bord d'embarcations automatisées.

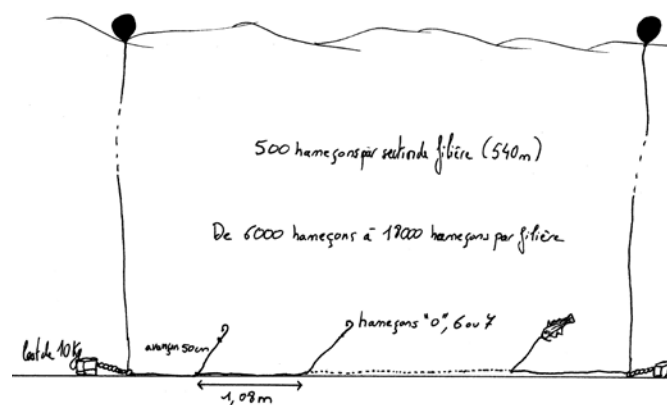


Schéma de palangre de fond

(4) Ligne à hameçons multiples.

Une multiplication des petites embarcations et un retour en force de la pêche à la palangre

Avant les années 1990, la force de frappe d'un port était le chalutier. En 2005, la flottille des petits palangriers non-automatisés a pris la relève dans les localités sinistrées après les fuites de quotas de pêche. "Réinventée", la pêche à la palangre a été réintroduite par orchestration de pouvoirs publics qui ont composée pour elle une partition originale dans le but de lui faire jouer un autre rôle sur une nouvelle scène. Cette relance a été confortée par le transfert d'un nouveau dispositif réputé plus pêchant et sélectif, le "montage scandinave", à bord des embarcations de faible tonnage.

La relance de la pêche à la palangre dans une nouvelle version technique, sociale et économique a retenu notre attention (Mariat-Roy Emilie) car cette pêche a restauré des relations d'interdépendance et de coopération caractéristiques de l'organisation des villages littoraux islandais.

Un processus de recomposition du groupe des pêcheurs artisans

Des sous-groupes caractérisent les professionnels en fonction de leur période d'entrée dans la pêche artisanale : il y a les artisans fils d'artisans et les "nouveaux", qui "se sont acheté du travail" et des quotas pour créer leur armement après avoir été licenciés de leur poste de matelot ou de capitaine. Ces derniers sont les plus endettés.

Ces pêcheurs artisans n'ont pas les mêmes registres de compétences en termes de formations et d'expériences professionnelles, ni les mêmes réseaux socioprofessionnels : chacun, selon ses ressources économiques, techniques et sociales, pêche "à sa manière" et la diversité des régimes d'activités des professionnels est le corollaire d'une diversité du groupe local.

Une série de rupture dans les pratiques de pêche

Une réduction de la mobilité des professionnels; La pêche à la mitrailleuse, qui était l'occasion de vastes migrations estivales, a régressé.

Une mono spécialisation de la pêche : les pêcheurs à bord d'embarcations de faible tonnage capturent les mêmes espèces – églefin, cabillaud – dans les mêmes zones et exercent la pêche à l'aide du même engin pendant une année entière, ce qui est un phénomène sans précédent. Les métiers sont moins variés et les pêcheurs moins polyvalents.

Une individualisation des pratiques de pêche : le quota de pêche qui détermine l'organisation du travail s'amenuise au fil de l'année. Pour "faire durer" leurs quotas et réduire les coûts d'armement, les artisans finissent l'année de pêche seuls, licencient leurs boëtteurs et pêchent à la mitrailleuse à partir du mois de juin.

Les boëtteurs, des travailleurs "réapparus"

La population des boëtteurs avait décliné dans les années 1970-1980 avec le développement de la pêche au chalut et l'automatisation des palangriers. En 2005, cette population doit son existence à une initiative gouvernementale en faveur de la création d'emplois. La boëtte est, pour certains, l'emploi de la dernière chance avant l'émigration. Fait inédit, les femmes sont entrées dans les rangs des boëtteurs.



Les femmes ont fait leur entrée dans les ateliers de boëtte
© Mariat-Roy E.

"Petites mains" de la relance locale, les boëtteurs qui étaient auparavant des hommes payés à la part sont désormais payés à la pièce, à la cuve⁽⁵⁾. La boëtte a favorisé la restauration de relations d'interdépendance mais a aussi favorisé l'instauration de rapports d'exploitation légitimés au nom d'un intérêt général "supérieur".

"Faire communauté" : les stratégies individuelles et collectives de captation et conservation des quotas de pêche

Dans un contexte de régression des formes de coopération interprofessionnelles et de fragmentation de l'entre-soi communautaire, l'identification et l'analyse des modalités d'organisation des activités nous a permis de mettre en évidence les significations sociales et économiques des techniques de pêche et de transformation pour en révéler les enjeux communautaires (Mariat-Roy Emilie).

Dans les villages où le poisson constitue le dénominateur commun de l'ensemble des activités, les pêcheurs ne sont pas les seuls intéressés car, pêcher, c'est certes vivre, mais c'est aussi « faire vivre » en créant des emplois. Aussi, les questions d'accès et d'usage des quotas mobilisent-elles un réseau d'acteurs locaux au-delà du secteur des pêches.

Pour conserver leurs quotas, les pêcheurs artisans s'entraident mais la gestion financière des quotas de pêche exige aussi des compétences spécifiques. Des acteurs dont les compétences sont devenues stratégiques jouent désormais un rôle crucial, tels le banquier et l'expert-comptable, qui ont été des garants de réussite d'opérations de captation, de location et d'achat de quotas de pêche dans le but ultime de "garder" le quota "sur place".

(5) La cuve contient une section de filière comprenant 500 hameçons.

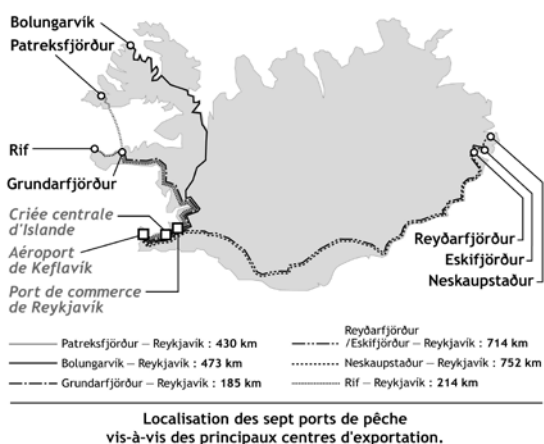
Pêcheur artisan indépendant : un métier en déclin sur les plans social, économique et professionnel

Les pêcheurs artisans doivent faire face à de multiples facteurs d'instabilité environnementaux, économiques et commerciaux.

Le "système" est verrouillé et, comme le disent les pêcheurs, "aujourd'hui, la pêche, soit on naît dedans, soit on l'épouse...". L'impossible reprise des fils à cause du prix du quota de pêche attaché à l'embarcation de leur père entraîne un non-renouvellement de la population des artisans au profit d'entreprises quiritaires d'armement et de transformation.

Les artisans les plus éloignés des centres d'exportations et de la centrale des criées d'Islande, situés dans la partie sud-ouest, sont économiquement les plus désavantagés car tout le poisson vendu sur le marché transite par la zone sud-ouest avant d'être réexpédié.

"L'expérience de pêche" sur la base de laquelle le quota de pêche était attribué et qui était le symbole d'une équité et d'une accessibilité au métier, n'est plus. Désormais, le quota s'achète ou se loue au prix fort, ce qui fait dire à des professionnels que les premiers à entrer dans le système ont été les mieux servis et, qu'aux pionniers, la ressource a été "donnée" tandis que les retardataires ont du "s'acheter du travail". La période historique d'entrée dans la pêche des professionnels a eu un impact déterminant : à mesure que l'étau se resserrait, les conditions devenaient de moins en moins tenables financièrement⁽⁶⁾.



Localisation des ports de pêche par rapport aux sites de vente et d'exportation

Les dispositifs gouvernementaux ont favorisé un processus de non-transmission intergénérationnelle des connaissances ainsi que, faute d'entretien, un appauvrissement des savoirs sur le milieu naturel. De plus en plus seuls, les pêcheurs ont un rapport bouleversé à l'espace maritime. La raréfaction du nombre d'embarcations a fait émerger un ensemble de problèmes relatifs à un entretien des connaissances sur les zones de pêche : "la mer n'est plus la même" et "les connaissances se délitent". Ce recul de l'exercice collectif de la pêche dévoile le paradoxe d'une activité perçue comme individuelle et égoïste alors que le savoir qui concourt à la rendre efficace est une construction collective de chaque jour.

(6) Le quota de cabillaud est passé, en quelques années, de 2,25 à 16,67 euros/kilogramme à la vente.

Conclusion et poursuite de la recherche

Au regard des conditions historiques de développement des industries de pêche et de transformation, les politiques islandaises de gestion des ressources marines constituent un fait social total.

Il a fallu tenir compte des conditions et contextes sociaux, économiques, juridiques et culturels d'exercice de la pêche pour embrasser la totalité de ses facettes et implications et pour comprendre, en définitive, tout ce que, en Islande, pêcher veut dire.

La révision permanente des modalités d'accès aux ressources dans une perspective de meilleure redistribution prouve que, dans ce pays où la pêche a longtemps signifié "progrès", "souveraineté" et "indépendance" et dans lequel les ressources marines sont devenues le "Bien de la Nation", les modalités pratiques d'exercice de la pêche sont l'affaire de tous et renvoient à des questions de justice sociale, d'équité et de mesure. Ainsi, des logiques plurielles régissent et infléchissent les prises de décision des pouvoirs publics et des raisons de la pratique – sociales, économiques et morales – y président.



Ce dessin humoristique illustre bien le problème posé par l'ambiguïté du terme "peuple". Ici, le Premier ministre Jóhanna Sigurðardóttir distribue des parts du gâteau symbolisant les ressources marines, dont chacun réclame son du. Le Premier ministre, méfiant, s'exprime dans ces termes "Attendez donc un peu... Comment puis-je savoir à qui j'ai affaire, c'est-à-dire si vous êtes vraiment le peuple et non pas n'importe quel quidam ?"

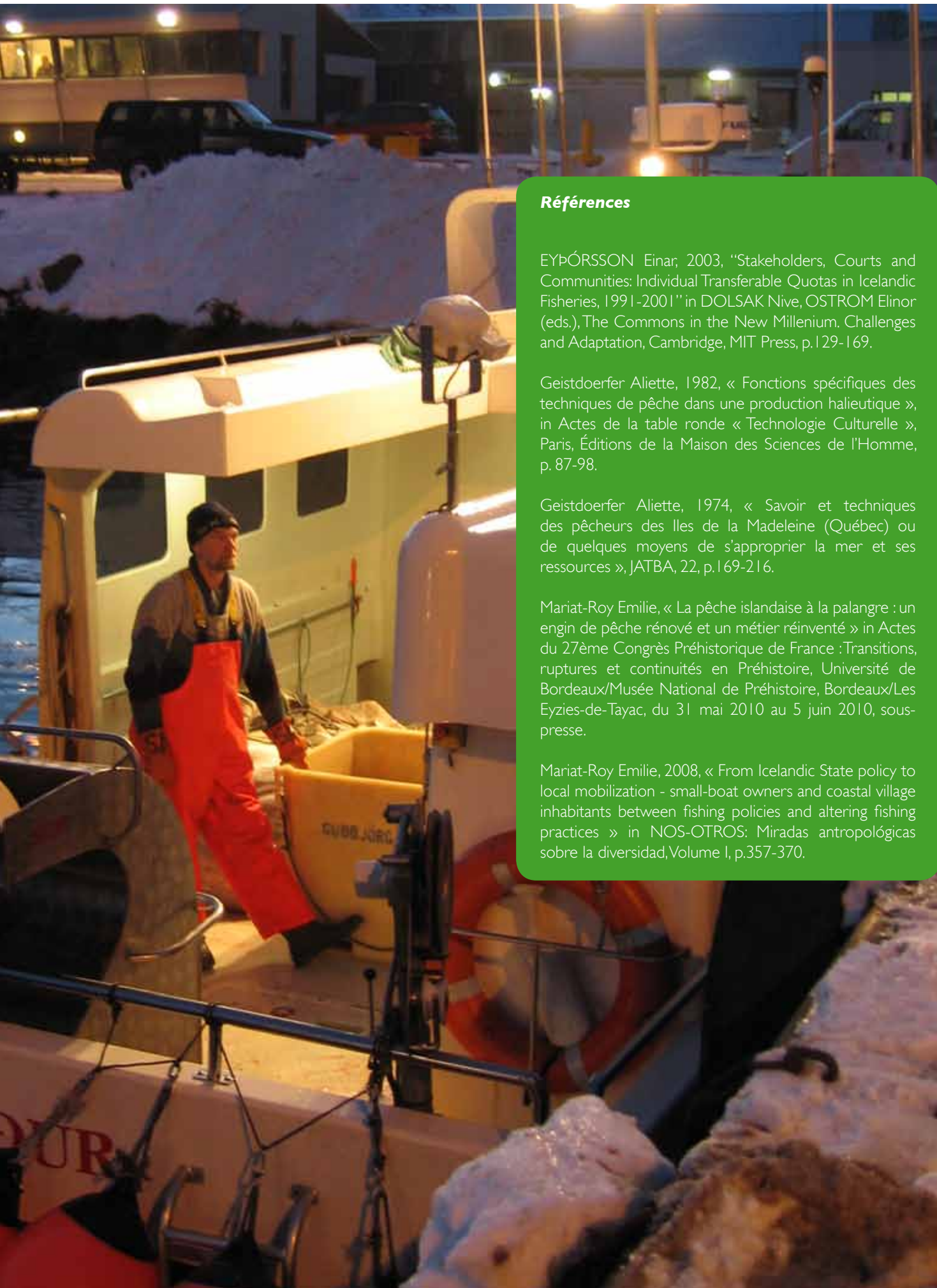
Dans le cadre de DRISCLA-NORD, nous étudions depuis 2010 les conséquences de la crise économique islandaise sur les pratiques de pêche et sur les politiques gouvernementales de gestion des ressources marines. Depuis l'effondrement du système bancaire islandais en 2008, la pêche représente un enjeu économique plus crucial que jamais tandis que le processus de concentration des quotas s'est poursuivi, accroissant les déséquilibres territoriaux, et que les pêcheurs sont, professionnellement, individuellement et collectivement, plus affaiblis que jamais.

Une prochaine réforme de la politique nationale de gestion des ressources marines mobilise l'ensemble des acteurs professionnels, politiques et institutionnels et, au-delà, toute une opinion favorable notamment à une augmentation de la "Taxe sur la Ressource".

Dans un contexte économique et politique critique, tous ces acteurs sont enclins à entamer, chacun selon ses doléances, un nouveau "procès" contre le système des quotas (EYÞÓRSSON Einar, 2003)⁽⁷⁾.

(7) Le système des quotas a déjà été dénoncé devant le tribunal des Droits de l'Homme. L'article d'Einar EYÞÓRSSON (2003) soulève l'aspect juridique du problème posé par les restrictions d'accès au quota de pêche.





Références

EYBÓRSSON Einar, 2003, "Stakeholders, Courts and Communities: Individual Transferable Quotas in Icelandic Fisheries, 1991-2001" in DOLSAK Nive, OSTROM Elinor (eds.), *The Commons in the New Millenium. Challenges and Adaptation*, Cambridge, MIT Press, p. 129-169.

Geistdoerfer Alette, 1982, « Fonctions spécifiques des techniques de pêche dans une production halieutique », in *Actes de la table ronde « Technologie Culturelle »*, Paris, Éditions de la Maison des Sciences de l'Homme, p. 87-98.

Geistdoerfer Alette, 1974, « Savoir et techniques des pêcheurs des Iles de la Madeleine (Québec) ou de quelques moyens de s'appropriier la mer et ses ressources », *JATBA*, 22, p.169-216.

Mariat-Roy Emilie, « La pêche islandaise à la palangre : un engin de pêche rénové et un métier réinventé » in *Actes du 27ème Congrès Préhistorique de France : Transitions, ruptures et continuités en Préhistoire*, Université de Bordeaux/Musée National de Préhistoire, Bordeaux/Les Eyzies-de-Tayac, du 31 mai 2010 au 5 juin 2010, sous-presse.

Mariat-Roy Emilie, 2008, « From Icelandic State policy to local mobilization - small-boat owners and coastal village inhabitants between fishing policies and altering fishing practices » in *NOS-OTROS: Miradas antropológicas sobre la diversidad*, Volume I, p.357-370.



L'observatoire GLACIOCLIM-SAMBA : les variations du bilan de masse de surface comme indicateur du changement climatique

Vincent Favier, Christophe Genthon,
Cécile Agosta

Laboratoire de Glaciologie et de Géophysique de l'Environnement (LGGE), BP 96, 54 rue Molière, 38402 Saint Martin d'Hères.



© Favier V.

Initié en 2004, le programme GLACIOCLIM-SAMBA est le volet Antarctique du SO/SOERE GLACIOCLIM, destiné à détecter, surveiller et comprendre l'évolution du climat et du bilan de masse en milieu glaciaire. Il s'agit d'un réseau pérenne de mesure du bilan de masse de surface dans la région de Cap Prud'homme, le long d'un transect de 156 km à proximité de la route du raid logistique vers Dôme C, et à Concordia. Des instruments météorologiques sont aussi déployés pour analyser les processus physiques d'accumulation et d'ablation.

GLACIOCLIM-SAMBA is the Antarctic component of the GLACIOCLIM SO/SOERE, in order to detect, monitor and understand climate and mass balance variability and change in the glacial environment. The program proposes maintaining the surface mass balance networks at Cap Prud'homme, along a 156 km transect, and at Concordia. Meteorological instruments are also deployed near Cap Prud'homme to understand accumulation and ablation processes.

Comprendre les mécanismes du changement climatique et évaluer son impact sur l'environnement constituent des enjeux scientifiques majeurs pour le 21^{ème} siècle. L'évolution des masses glaciaires dans le monde est l'un des principaux indicateurs naturels sélectionnés par le groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC ou IPCC en anglais) pour situer la variabilité et les tendances climatiques du dernier siècle et en cours [IPCC, 2007]. Le service d'observation (SO/SOERE) GLACIOCLIM a été développé dans l'optique de détecter, surveiller et comprendre l'évolution du climat et des bilans de masse en milieu glaciaire dans différentes régions du globe. Reconnu SO depuis 2006 par l'INSU (Institut National des Sciences de l'Univers), l'OSUG (Observatoire des Sciences de l'Univers de Grenoble), l'IRD (Institut de Recherche pour le Développement) et l'IPEV, et labellisé SOERE par ALLENI en 2010, GLACIOCLIM propose un ensemble de mesures du bilan de masse glaciaire de surface et de la météorologie associée dans les Alpes (milieu glaciaire tempéré), les Andes (milieu glaciaire tropical), et la calotte antarctique (milieu glaciaire polaire).

Soutenu par l'IPEV, le programme GLACIOCLIM-SAMBA (appelé GS dans les figures), constitue le volet Antarctique du SO/SOERE GLACIOCLIM. En raison des volumes de glace représentés, le lien direct entre bilan de masse de la calotte antarctique et élévation du niveau des mers impose de porter une attention particulière sur le lien climat/cryosphère dans cette zone du globe. La plupart des modèles de circulation générale couplés prévoient une augmentation du bilan de masse surface Antarctique sous un climat plus chaud [Krinner et al., 2007; 2008]. Une augmentation de 10% des précipitations antarctiques limiterait l'augmentation du niveau des mers à hauteur de 5 mm décade⁻¹, ce qui est loin d'être négligeable en comparaison des pertes de masses observées en périphérie de la calotte. Pourtant, les données de terrain disponibles sont rares et couvrent généralement des périodes trop courtes pour observer clairement des tendances. Cela est d'autant plus remarquable en zone côtière où la densité des mesures est minimale mais où les principaux changements de bilan de masse de surface (BMS) sont attendus pour le futur [e.g., Krinner et al., 2007, 2008 ; Genthon et al., 2009].

Diminuer les incertitudes sur le BMS en Antarctique passe par la pérennisation de réseaux de mesure sur le terrain. Un tel objectif reste aujourd'hui encore un exercice complexe. Par son soutien du programme GLACIOCLIM-SAMBA depuis 2003, l'IPEV a ainsi permis la mise en place du système de mesure et l'acquisition de 7 années de données à ce jour⁽¹⁾. Dans cet article nous présentons le réseau de mesure en place (section 2) et les principaux résultats déjà obtenus (section 3). La dernière section rappelle les objectifs principaux à long terme de l'observatoire.

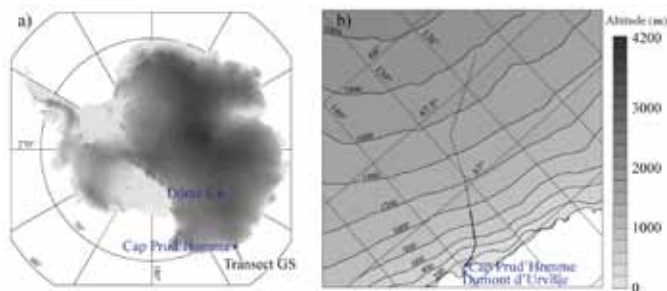


Figure 1 : Carte de situation de l'Antarctique. Les points de la Figure b représentent les balises du transect GLACIOCLIM-SAMBA/ Orientation map of Antarctica. Dots in Figure b represent the GLACIOCLIM-SAMBA stake line to Dome C.

Description du réseau de mesures

Le réseau de mesure de GLACIOCLIM-SAMBA est déployé dans la région de Cap Prud'homme, le long d'un transect de 156 km à proximité de la route du raid logistique vers Dôme C, et à Concordia (figure 1) afin de mesurer et d'analyser le BMS de la calotte en Terre Adélie. Le BMS est le résultat de l'accumulation de neige par les précipitations, à laquelle va se soustraire ou s'ajouter une quantité d'eau importante en raison de processus complémentaires. Le manteau neigeux va ainsi perdre de l'eau en cas de (1) sublimation (passage de la glace à la vapeur), (2) de fonte (3) et d'érosion due au vent. Inversement, les phénomènes opposés de (1) condensation solide, (2) de regel ou (3) de dépôt de neige par le vent (ex. congères), vont provoquer une augmentation du BMS.

Le suivi du BMS est effectué à partir de balises (piquets implantés dans la glace), dont nous mesurons chaque année la hauteur émergeant au-dessus de la glace. Ces relevés sont associés à des mesures de densité de la neige par carottage (figure 2). En effet, en s'accumulant, la neige se tasse et subit d'importantes transformations qui modifient sa densité. Malgré son aspect rudimentaire, cette méthode reste la plus précise pour évaluer le BMS [Eisen et al., 2008] et sert de référence en Antarctique.



Figure 2 : Carottage à proximité d'une balise du réseau GLACIOCLIM-SAMBA / Snow core drilling close to a GLACIOCLIM-SAMBA stake. © Favier V.

(1) www-igge.ujf-grenoble.fr/ServiceObs/SiteWebAntarc/background.html

En zone côtière, deux réseaux de 1 km² sont implantés à 1 km et 5 km de la côte autour des points dits de D1 et D10. Ces réseaux viennent compléter une ligne de 91 balises réparties sur le transect vers Dôme C.

A Dôme C, 3 réseaux de 50 balises ont été implantés. Le premier se trouve à 1 km de la base de Concordia. Les 2 autres réseaux sont situés de façon symétrique, 25 km et au sud et au nord de la base.

L'interprétation des variations d'accumulation demande la connaissance des variations des conditions météorologiques, de façon à évaluer les différents termes du BMS explicités plus haut. GLACIOCLIM-SAMBA assure la mesure de variables météorologiques (température, humidité de l'air, vitesse et direction du vent, et l'ensemble des flux radiatifs) à proximité de la base de Cap Prud'homme, et collabore avec d'autres programmes (projets IPEV-CONCORDIASI et CALVA) au maintien de 8 stations météorologiques automatiques offrant en particulier le suivi en continu de l'accumulation en zone côtière et à Dôme C. Enfin, GLACIOCLIM-SAMBA est l'interlocuteur français du programme d'observation Américain AWS-Project (*Automatic Weather Stations Project*) de l'*Antarctic Meteorological Research Center* (AMRC) qui dispose de 4 stations en Terre Adélie et à Dôme C.



Figure 3 : Mesures radar effectuées sur la glace bleue / Radar measurements in a blue ice area. © Favier V.

Résultats après 6 années de mesures

Les réseaux de GLACIOCLIM-SAMBA permettent de renseigner plusieurs types d'états de surface. Le réseau de D1 est situé dans une zone de glace bleue. Ce nom reflète la couleur de la glace qui affleure en surface (Figure 3). Ces zones sont caractérisées par un bilan de masse de surface négatif (la surface perd un peu de glace d'une année sur l'autre) en raison d'une forte érosion consécutive des effets de chasse neige par le vent, d'une sublimation élevée et, dans certains cas, de l'occurrence de fonte [Genthon et al., 2007 ; Favier et al., 2011]. Ces zones représentent seulement 1% de la surface Antarctique mais sont d'albédo (pouvoir réfléchissant de la surface vis-à-vis du rayonnement solaire) plus faible que la neige, et sont par suite plus chaudes et plus sensibles aux variations du climat que le reste de l'Antarctique. Les balises du réseau de D1 et les modélisations de l'accumulation ont montré que le bilan thermique de ces zones est extrêmement sensible à l'entrée de masses d'air chaud sur le continent qui peuvent provoquer un réchauffement de plusieurs degrés dans la glace.

En été, ces réchauffements sont accompagnés d'une forte fonte de la glace bleue. En contrepartie, ces masses d'air chaud sont généralement associées à des dépressions et accompagnées d'importantes chutes de neige qui ont tendance à compenser une fonte estivale accrue. En cas d'augmentation de la fréquence de ces événements chaud, les modélisations montrent que l'augmentation des précipitations neigeuses devrait l'emporter sur l'augmentation de la fonte. Le bilan futur en zone côtière devrait donc être plus largement positif [Favier et al., 2011].

Pourtant séparé de seulement 5 km avec le site de D1, le site de D10 nous informe sur des processus fortement contrastés, puisqu'on y constate un BMS positif. Ces contrastes sont encore plus marqués à l'échelle du transect de balises de 156 km, sur lequel le BMS peut être fortement positif puis négatif à seulement 1 km de distance. Les analyses démontrent que cette variabilité spatiale n'est pas aléatoire et qu'elle est reproductible d'une année sur l'autre (figure 4, d'après Agosta et al. [2011]). L'existence de données parcellaires de BMS réalisées par l'IPEV sur les 16.5 premiers kilomètres du transect GLACIOCLIM-SAMBA entre 1973 et 1992, nous a permis de constater qu'il n'existe pas de tendance temporelle significative du BMS sur les 40 dernières années (figure 4). En effet, la différence d'accumulation moyenne entre 1973-92 et 2004-2010 est inférieure à 10% [Agosta et al., 2011]. Enfin, ces mesures ont montré que les modèles de circulation régionale et globale reproduisent généralement correctement la variabilité déca-kilométrique du BMS dans la zone de transition côte - plateau [Agosta et al., 2011].

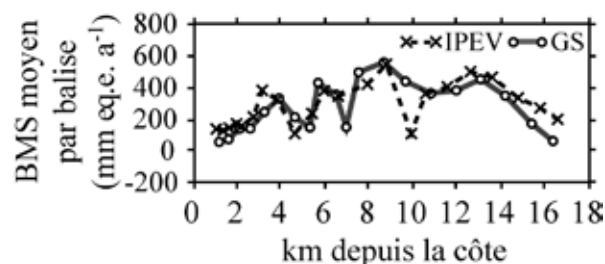


Figure 4 : BMS moyen entre 1.0 et 16.5 km depuis la côte (données GS et IPEV) / Mean SMB values between 1.0 and 16.5 km from the coast (GS and IPEV data are presented).

Au-delà des 156 km du transect GLACIOCLIM-SAMBA, les variations spatiales du BMS sont actuellement analysées jusqu'à Dôme C dans le cadre d'une collaboration avec les programmes ANR-VANISH et IPEV-TASTE IDEA [Verfaillie et al, en cours]. Les analyses sont basées sur le suivi de profils radar (GPR: ground-penetrating radar) réalisés le long de la route du raid. Les mesures radar montrent l'existence de couches réflectrices spatialement continues et supposées isochrones (la neige de la couche a été déposée à la même date). L'âge de certaines couches peut-être retrouvé ponctuellement en effectuant des carottages à proximité des profils radars. Les carottes sont utilisées pour dater certains horizons caractéristiques (par exemple les pics de radioactivité associés aux essais nucléaires à l'air libre, ou bien certaines éruptions volcaniques). En suivant le réflecteur correspondant à la couche d'âge connu, nous pouvons évaluer les variations spatiales de la neige qui s'est accumulée depuis la mise en place de cette couche.

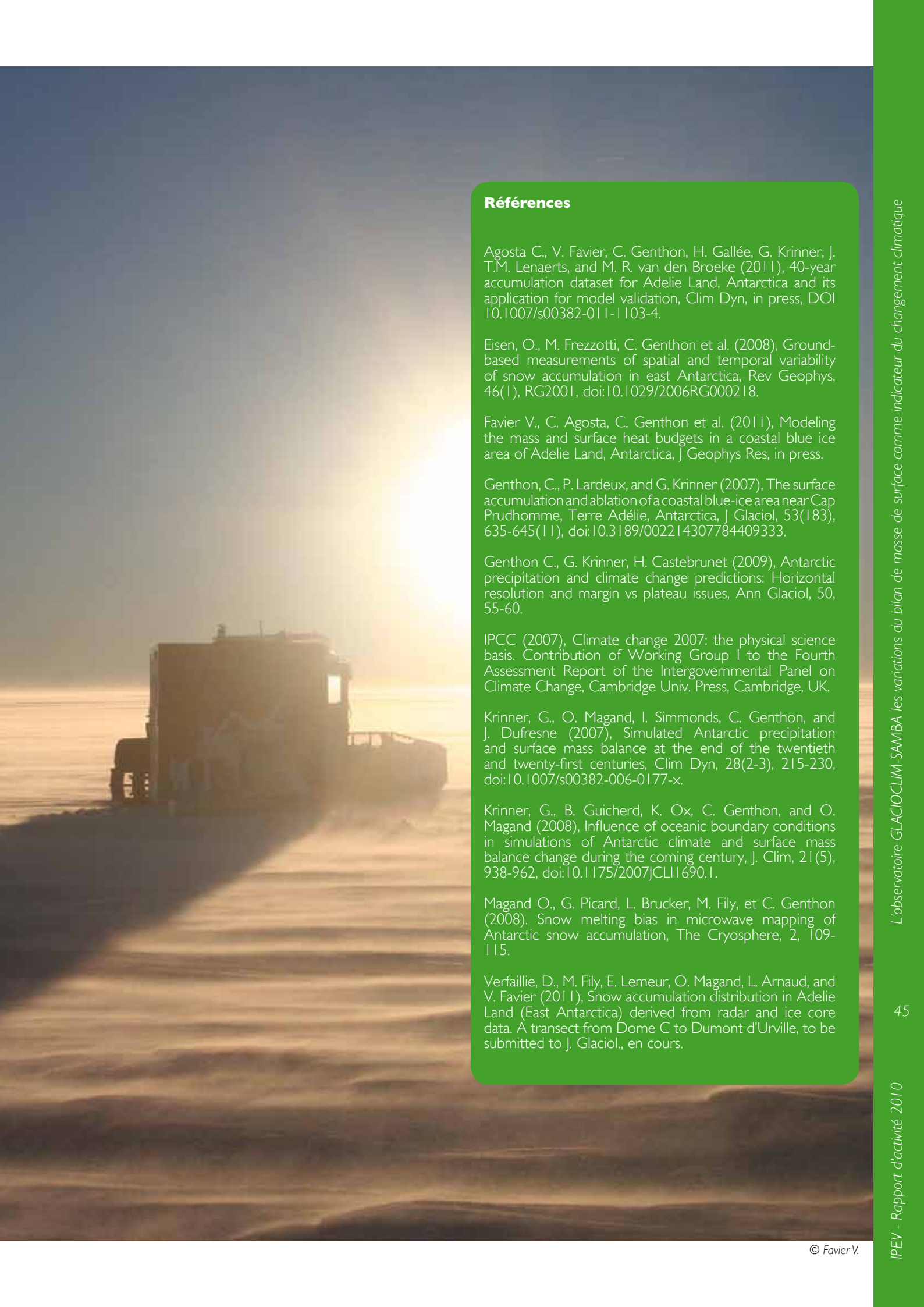
En définitive, GLACIOCLIM-SAMBA offre aujourd'hui une meilleure représentation de la distribution spatiale du BMS en Terre Adélie. Les mesures de terrain réalisées sont indispensables pour évaluer la capacité des modèles à reproduire les valeurs moyennes de BMS. Considérer les mesures de terrain comme une référence en vue de validation des modèles exige une critique rigoureuse des données récoltées. La critique des données doit dépasser le cadre du réseau de GLACIOCLIM-SAMBA et s'étendre à l'échelle de l'Antarctique. A l'initiative des membres de GLACIOCLIM-SAMBA, une telle analyse est actuellement menée pour l'ensemble des données publiées sur l'Antarctique, ce qui répond à l'une des priorités définies par le groupe de travail ISMASS (*Antarctic ice sheet mass balance and sea-level*) du SCAR (*Scientific Committee on Antarctic Research*). Ce chantier avait déjà été initié sur le quartier 90-180° E de l'Antarctique [Magand et al., 2007], permettant de mieux juger des biais ou de la qualité des modèles de climat [Genthon et al., 2009] sur le plateau. Les analyses avaient montré le manque de données en zones côtière et démontré l'intérêt de programmes d'observation de long terme tel que GLACIOCLIM-SAMBA.

Conclusion

Par définition, GLACIOCLIM-SAMBA est un programme d'observation de long terme. Ce programme vise donc à pérenniser des mesures labélisées, donc effectuées selon des protocoles rigoureusement identiques, pour une mise en évidence de tendances en relation avec le changement climatique. Offrir ces données à la communauté scientifique est un critère de base associé à la notion d'observatoire. Ainsi, les données sont disponibles sur internet⁽²⁾ où elles sont mises à jour chaque année, au retour de campagne d'été. Chaque année, notre exercice prioritaire sera de compléter cette base de données et la rendre disponible à la communauté scientifique.

⁽²⁾ www-igge.ujf-grenoble.fr/ServiceObs/SiteWebAntarc/background.html





Références

Agosta C., V. Favier, C. Genthon, H. Gallée, G. Krinner, J. T.M. Lenaerts, and M. R. van den Broeke (2011), 40-year accumulation dataset for Adelie Land, Antarctica and its application for model validation, *Clim Dyn*, in press, DOI 10.1007/s00382-011-1103-4.

Eisen, O., M. Frezzotti, C. Genthon et al. (2008), Ground-based measurements of spatial and temporal variability of snow accumulation in east Antarctica, *Rev Geophys*, 46(1), RG2001, doi:10.1029/2006RG000218.

Favier V., C. Agosta, C. Genthon et al. (2011), Modeling the mass and surface heat budgets in a coastal blue ice area of Adelie Land, Antarctica, *J Geophys Res*, in press.

Genthon, C., P. Lardeux, and G. Krinner (2007), The surface accumulation and ablation of a coastal blue-ice area near Cap Prudhomme, Terre Adélie, Antarctica, *J Glaciol*, 53(183), 635-645(11), doi:10.3189/002214307784409333.

Genthon C., G. Krinner, H. Castebrunet (2009), Antarctic precipitation and climate change predictions: Horizontal resolution and margin vs plateau issues, *Ann Glaciol*, 50, 55-60.

IPCC (2007), *Climate change 2007: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK.

Krinner, G., O. Magand, I. Simmonds, C. Genthon, and J. Dufresne (2007), Simulated Antarctic precipitation and surface mass balance at the end of the twentieth and twenty-first centuries, *Clim Dyn*, 28(2-3), 215-230, doi:10.1007/s00382-006-0177-x.

Krinner, G., B. Guicherd, K. Ox, C. Genthon, and O. Magand (2008), Influence of oceanic boundary conditions in simulations of Antarctic climate and surface mass balance change during the coming century, *J. Clim*, 21(5), 938-962, doi:10.1175/2007JCLI1690.1.

Magand O., G. Picard, L. Brucker, M. Fily, et C. Genthon (2008). Snow melting bias in microwave mapping of Antarctic snow accumulation, *The Cryosphere*, 2, 109-115.

Verfaillie, D., M. Fily, E. Lemeur, O. Magand, L. Arnaud, and V. Favier (2011), Snow accumulation distribution in Adelie Land (East Antarctica) derived from radar and ice core data. A transect from Dome C to Dumont d'Urville, to be submitted to *J. Glaciol.*, en cours.



Les oiseaux et mammifères marins, sentinelles des changements globaux de l'océan Austral

Henri Weimerskirch¹, Christophe Barbraud¹,
Dominique Besson¹, Jean-Benoit Charassin²,
Yves Cherel¹, Karine Delord¹,
Christophe Guinet¹, Stéphanie Jenouvrier^{1,3}

1. Centre d'Etudes Biologiques de Chizé, UPR 1934 du CNRS, 79360 Villiers-en-Bois
2. Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris
3. Woods Hole Institute for Oceanography, USA



Le programme ORNITHO-ECO utilise les oiseaux et mammifères marins comme sentinelles des changements globaux qui affectent les écosystèmes de l'océan Austral. A travers un réseau de 4 observatoires allant de l'Antarctique au milieu subtropical, les populations de 25 espèces d'oiseaux et mammifères marins sont suivies annuellement (depuis 50 ans pour certaines d'entre elles). Les informations individuelles à long terme sont utilisées pour comprendre les processus par lesquels le climat affecte ces espèces et à travers elles les écosystèmes marins, et pour prédire les futurs effets des changements climatiques. Le programme intègre également l'effet des pêcheries afin de proposer des mesures de conservation.

The program uses seabirds and marine mammals as sentinels of global changes in marine ecosystems of the southern ocean. Through a network of 4 observatories, the populations of 25 species of top predators and their distribution at sea are yearly monitored (since 50 years for some of them). The individually-based long term information is used to understand processes through which climate affects top predators and hence marine ecosystems, and to predict future ecosystemic changes. We also investigate seabird-fishery relationships to propose conservation measures.

Objectifs du programme

Il est aujourd'hui clairement établi que nous sommes confrontés à une période de changement rapide du climat qui est en partie le résultat des activités humaines, et que les changements futurs seront encore plus rapides au cours du 21^{ème} siècle. L'augmentation de la température affecte déjà la structure et le fonctionnement des écosystèmes, en particulier les écosystèmes marins polaires. Si les effets du climat sur les populations commencent à être bien établis grâce à la mise en relation de séries à long terme climatiques/océanographiques et biologiques, les mécanismes impliqués restent mal connus, limitant ainsi notre capacité à pouvoir faire des prédictions robustes. La compréhension des processus par lesquels le climat influence les écosystèmes est devenue un enjeu majeur pour les écologistes.

Les oiseaux de mer et les phoques sont des prédateurs qui dépendent entièrement des ressources marines mais viennent à terre pour se reproduire. Ils intègrent les niveaux trophiques inférieurs et sont considérés comme des indicateurs fiables de l'état des écosystèmes. Le suivi de leurs populations, performances de reproduction et de leur survie nous renseignent ainsi sur l'état des milieux marins qu'ils prospectent.

Le programme 109 a 4 objectifs complémentaires :

- maintenir un réseau d'observatoires à long terme sur les oiseaux et mammifères marins, étalé sur un gradient latitudinal allant de l'Antarctique aux eaux subtropicales, et permettant de décrire les changements passés et présents dans la dynamique et la distribution des populations en relation avec la variabilité climatique ;
- comprendre les mécanismes par lesquels la variabilité climatique affecte les processus biologiques ;
- prédire l'impact des changements climatiques futurs sur ces populations et les écosystèmes ;
- participer à la mise en place de mesures de conservation des espèces menacées par les changements globaux.

Au cours des 5 dernières années, notre programme de recherche a produit plus de 100 publications dans des revues internationales sur des sujets couvrant les 4 axes de recherche - observatoire - processus - prédiction - conservation. Le programme a été au cœur de 3 ANR et a impliqué de nombreuses collaborations nationales et internationales. Nous détaillerons ici quelques résultats récents illustrant la complémentarité et l'articulation des 4 axes de notre programme.

Quelques résultats

Démographie

Une activité centrale du programme est le suivi à long terme de 25 espèces d'oiseaux et mammifères marins. Les 4 volontaires (VCAT) du programme réalisent les dénombrements des populations et mènent des études de capture - marquage - recapture permettant l'estimation des paramètres démographiques pour chaque population (nombre de couples, succès de reproduction, fréquence de reproduction, survie, recrutement).

Ces suivis permettent de connaître l'évolution temporelle des populations et d'identifier les causes démographiques des déclin ou des augmentations. Par exemple, la population de manchots empereurs de Terre Adélie, la seule suivie annuellement en Antarctique depuis les années 1950, a chuté de moitié à la fin des

années 1970 en raison d'une diminution de la survie adulte liée à une phase de réchauffement et de diminution de la glace de mer (Barbraud & Weimerskirch 2001). Cette baisse du nombre d'adultes reproducteurs a été observée au même moment sur d'autres colonies de manchots empereurs, conjointement à des phases de rétraction de la glace de mer, ce qui suggère fortement que le déclin est dû à un phénomène climatique non pas local mais régional (Barbraud et al. 2011).

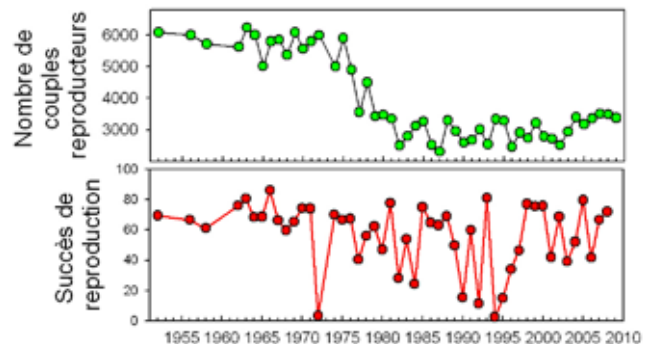


Figure 1 : Variations de la population reproductrice de manchots empereurs de Terre Adélie et de son succès reproducteur (pourcentage d'oeufs pondus donnant un jeune émancipé) au cours des 50 dernières années.

Relations démographie, climat et pêche

Combinés aux données de distribution et de comportement en mer, les suivis démographiques à long terme permettent dans certains cas d'identifier les causes écologiques sous-jacentes aux tendances des populations.

Certains paramètres démographiques de plusieurs espèces sont affectés par les variations océanographiques sur leur zone d'alimentation, via les ressources trophiques. Par exemple, grâce à une collaboration avec nos collègues du *British Antarctic Survey*, nous avons montré que chez l'albatros à sourcils noirs des anomalies chaudes de température de surface de l'eau de mer sur les zones d'hivernage diminuent la survie adulte, particulièrement chez les jeunes individus, et ce dans les populations étudiées à Kerguelen et en Géorgie du Sud (Nevoux et al. 2010). Nos résultats indiquent cependant que, chez plusieurs espèces d'albatros et de pétrels, les variations climatiques affectent principalement les paramètres de reproduction (Rolland et al. 2009).

En revanche, la mortalité accidentelle due aux pêcheries industrielles affecte essentiellement la survie à laquelle le taux de croissance des populations d'espèces longévives comme les oiseaux de mer est extrêmement sensible. Cette mortalité accidentelle explique le déclin de plusieurs espèces que nous étudions. Toutefois, nous avons pu montrer que les effets combinés de la variabilité climatique et de la pêche industrielle peuvent être complexes. Ainsi, la population de Crozet a diminué de près de 37% au cours des 20 dernières années, à la fois à cause de la mortalité accidentelle dans les pêcheries qui affecte les juvéniles et le recrutement dans la population, et de forts événements El Nino qui affectent la survie adulte. Nous avons pu montrer que la pérennité de la population de Crozet ne pourra être assurée que si la mortalité dans les pêcheries est maintenue à un niveau très faible (Barbraud et al. 2008).

Distribution spatiale et zones d'alimentation

Les suivis à long terme ne concernent pas seulement la démographie des populations, mais également la distribution et le comportement en mer des espèces. Ainsi, nous utilisons les transects réguliers du *Marion Dufresne* entre la Réunion et les 3 bases australes ainsi que les campagnes océanographiques pour réaliser des comptages systématiques des oiseaux et mammifères marins. Grâce à ces suivis démarrés à la fin des années 1970, nous avons pu montrer un changement dans les densités et la distribution d'un certain nombre d'espèces d'oiseaux marins, en relation avec les changements climatiques. Par exemple, les grands albatros ont vu la limite nord de leur aire de distribution se déplacer vers le sud au cours des 30 dernières années (Péron et al. 2010).

Une des spécialités de notre équipe est l'utilisation de la télémétrie pour suivre les déplacements des animaux. Au cours des deux dernières décennies, nous nous sommes attachés à essayer de mieux connaître la vie en mer des oiseaux et mammifères marins, qui passent 80 à 95% hors des sites de reproduction. Après une phase descriptive initiale, nos études portent maintenant sur la compréhension des liens entre l'océanographie, la distribution des ressources et la distribution des prédateurs. Nous cherchons à modéliser l'habitat préférentiel de chaque espèce, et comprendre comment la variabilité spatio-temporelle de cet habitat affecte la capacité des individus à obtenir les ressources trophiques.

Au cours des dernières années, nous nous sommes en particulier intéressés à mieux connaître la distribution hivernale des espèces (ANR Biodiversité GLIDES, 2007-2011). Ceci a été possible par l'utilisation de nouvelles technologies, comme par exemple la géolocalisation (GLS) qui permet de reconstituer la distribution des espèces pendant plusieurs années, ou l'utilisation de balises Argos solaires ou équipées de capteurs océanographiques. L'utilisation de GLS de très petite taille et de coût réduit permet de travailler sur des périodes très longues et de grands échantillons, et d'étudier ainsi des différences de distribution entre populations.

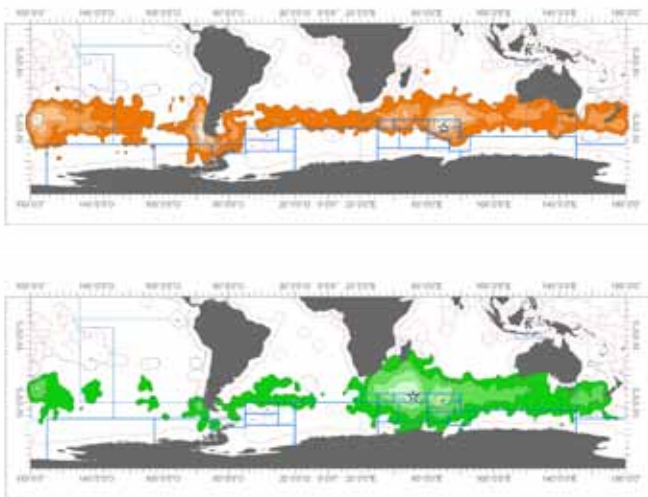


Figure 2 : Distribution pendant la période de non reproduction (année sabbatique) des grands albatros de Crozet (vert) et de Kerguelen (orange), montrant que les oiseaux de Crozet sont essentiellement résidents dans l'Océan Indien, alors que les oiseaux de Kerguelen hivernent dans le Pacifique, en particulier au large du Chili.

Marqueurs chimiques de l'écologie trophique

Nous étudions l'écologie alimentaire des oiseaux et mammifères marins non seulement en utilisant les méthodes directes que sont les appareils électroniques miniaturisés ou l'analyse des contenus stomacaux et fèces mais également à l'aide de méthodes indirectes telles que les lipides et isotopes stables comme marqueurs trophiques.

Les isotopes stables du carbone ($\delta^{13}\text{C}$) et de l'azote ($\delta^{15}\text{N}$) sont utilisés comme indicateurs respectifs de l'habitat d'alimentation et du niveau trophique de nos prédateurs austraux. Ne pouvant obtenir de contenus stomacaux chez certaines espèces, ou en dehors de la reproduction, nous avons pu montrer par exemple grâce aux isotopes stables que les femelles d'éléphants de mer ne se nourrissent pas de calmars comme généralement admis, mais de myctophidés (Cherel et al. 2008), soulignant ainsi leur importance dans l'alimentation de nombreux prédateurs marins austraux (otaries à fourrure, manchots et même certains pétrels).

Nous venons de montrer que l'utilisation de tissus archives nous renseigne sur des stratégies alimentaires à long terme des prédateurs. Une simple vibrisse d'otarie étudiée séquentiellement révèle les cycles migratoires des individus sur plusieurs années consécutives (Cherel et al. 2009) et à travers eux des différences inter-individuelles, sexuelles et spécifiques.

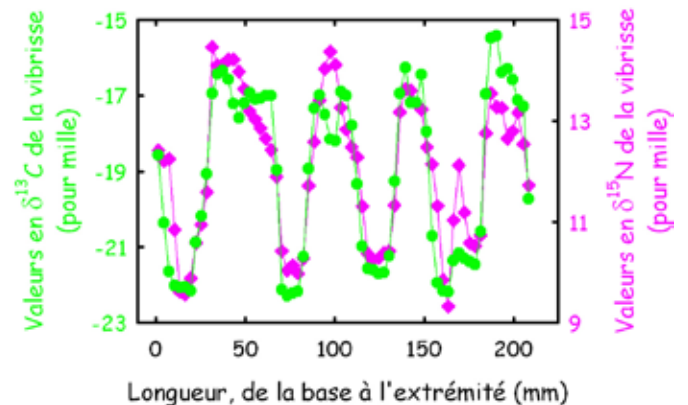


Figure 3 : Signature isotopique séquentielle d'une vibrisse d'un mâle d'otarie antarctique montrant 4 cycles migratoires annuels successifs au cours desquels l'individu s'est déplacé régulièrement du subantarctique à l'Antarctique (valeurs décroissantes de $\delta^{13}\text{C}$), où il s'est nourri en conséquence de proies différentes ($\delta^{15}\text{N}$).



Océanographies physique et biologique et comportement de recherche alimentaire : le cas de l'éléphant de mer austral

En associant étroitement océanographes et écologues, un des objectifs de notre programme est d'évaluer l'influence des conditions océanographiques et de leurs variations au cours du temps sur les performances de pêche des prédateurs marins. Chez l'éléphant de mer, nous mesurons simultanément tout au long de leurs déplacements et plongées d'une part un ensemble de paramètres océanographiques (température, salinité, chlorophylle-a, oxygène dissout ainsi que la lumière) et d'autre part les changements de succès de pêche (par un ensemble de techniques dont l'utilisation d'accéléromètres qui nous renseignent sur les mouvements de mâchoires associés aux tentatives de capture de proies ; Viviant et al. 2009). Ces animaux nous renseignent ainsi sur l'influence des conditions océanographiques sur la distribution de leurs proies.

Dans le cadre de l'ANR-VMC IPSOS-SEAL (2008-2011), ces travaux ont permis de montrer le rôle prépondérant des fronts associés aux structures tourbillonnaires sur le succès local de pêche de ces animaux (Bailleul et al. 2010, Dragon et al. 2010). Les proies des éléphants de mer sont essentiellement composées de myctophidés et nos travaux ont montré l'influence prépondérante de la lumière et de la température sur la distribution verticale de ces poissons mésopélagiques. Plus la lumière est importante, plus la température est élevée, et plus les éléphants de mer plongent profondément pour accéder à leurs proies. La journée, la quantité de lumière disponible dans la colonne d'eau est inversement proportionnelle à la quantité de phytoplancton. Ainsi une diminution de la production en phytoplancton dans l'océan Austral non seulement va influencer la quantité de proies disponible mais aussi leur accessibilité dans la colonne d'eau pour les éléphants de mer.

Ainsi, en utilisant les prédateurs comme plateforme océanographique, non seulement nous collectons une quantité considérable et inégalée de paramètres océanographiques associés à l'océan Austral qui alimente les modèles océan-climat (Charrassin et al. 2008, Roquet et al. sous presse), mais ces informations nous permettent également d'évaluer les conséquences directes et indirectes d'une modification de la productivité de l'océan Austral et de son réchauffement sur l'accessibilité des proies et par conséquent sur le succès de pêche et les performances démographiques des éléphants de mer.

Prédictions

La connaissance de la réponse des populations à la variabilité climatique, ainsi que la meilleure compréhension des mécanismes impliqués dans ces réponses nous permettent de réaliser des prédictions sur les conséquences démographiques du changement climatique. Dans le cadre d'une collaboration avec H. Caswell (*Woods Hole Oceanographic Institute, USA*) et des spécialistes du climat (E. Stroeve du *National Snow and Ice Data Center, USA* et M. Holland du *National Center for Atmospheric Research, USA*) nous avons pu montrer que si la glace de mer diminue et continue d'influencer les taux vitaux des manchots empereurs, la population de Terre Adélie diminuera considérablement d'ici 2100 (Fig. 5).

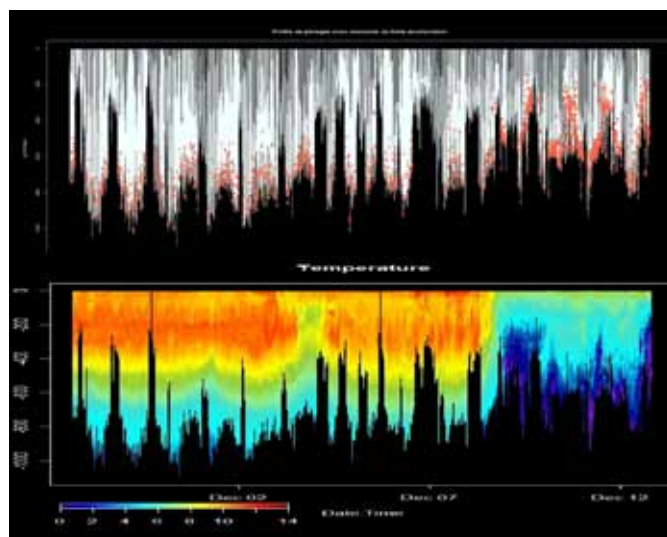


Figure 4 :

Haut : représentation, sur une période de deux semaines, de la profondeur des plongées d'une femelle éléphant de mer et indice instantané de capture de proies (points rouges) évalués au moyen d'accéléromètres.

Bas : température de la colonne d'eau enregistrée par l'éléphant de mer sur la période correspondante. L'animal s'est d'abord nourri plus profondément et essentiellement de jour dans les eaux les plus froides pendant les deux premiers tiers de cette séquence. Par la suite, il a changé de masse d'eau et s'est alimenté dans des eaux plus froides. L'animal pêche moins profondément de jour que de nuit.

Plus généralement, nous avons montré que le changement des conditions de glace de mer affecteront considérablement la population de manchots empereurs, mais peu les populations de pétrels (Jenouvrier et al. 2009 et non publié). En effet, les manchots sont plus sensibles à la variabilité du climat que les pétrels, car ils se reproduisent presque chaque année et la survie des adultes est fortement affectée par les variations de l'environnement. Au contraire, les pétrels peuvent sauter régulièrement des années de reproductions lorsque les conditions climatiques sont défavorables plutôt que de compromettre leur survie en se reproduisant et donc leurs possibilités futures de se reproduire.

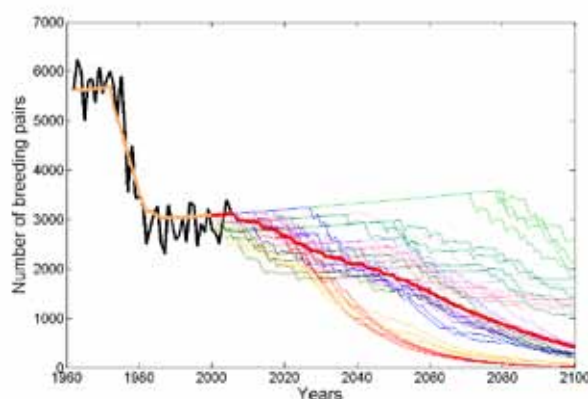


Figure 5 : Modélisation des changements d'effectifs de la population de manchots empereurs au cours du 21^{ème} siècle. La ligne noire épaisse indique le nombre de couples nicheurs observés au cours des 20 dernières années et les lignes colorées les projections de la population de manchots basées sur les projections des anomalies de concentration de glace de mer effectuées selon plusieurs modèles climatiques du GIEC 7 (Jenouvrier et al. 2009).

Conservation

Les suivis à long terme ont permis de montrer que les activités humaines et surtout la pêche industrielle influençaient significativement les populations d'oiseaux de mer, et ce en synergie avec le climat. Plusieurs espèces que nous suivons sont actuellement en danger d'extinction, la plus menacée étant l'albatros d'Amsterdam. Notre groupe a travaillé en étroite collaboration avec de nombreuses institutions internationales et nationales pour fournir les informations nécessaires (recensements de population, tendances, distributions) pour évaluer l'impact du changement global, et en particulier de la pêche, sur les oiseaux marins et les écosystèmes de l'océan Austral. Nous fournissons notamment ces informations et participons aux travaux de la CCAMLR (impact de la pêche à la palangre sur les oiseaux marins, interactions avec les mammifères marins, établissement de zones marines protégées), de l'ACAP (Accord pour la Conservation des Albatros et des Pétrels), de la CTOI (Commission Thonière de l'Océan indien) en lien étroit avec l'administration française (TAAF) et la Réserve Naturelle des TAF.

Nos études télémétriques permettent d'estimer le degré de chevauchement entre les zones utilisées par les populations d'oiseaux menacés et celles des pêcheries palangrières. Par exemple les pétrels à menton blanc, pendant la reproduction, vont se nourrir au large de l'Antarctique, mais également sur le plateau péri-insulaire de Kerguelen, principale zone d'activité de la pêche palangrière à la légine australe. Nous pouvons ainsi estimer les risques d'interaction entre populations d'oiseaux de mer et pêcheries (Fig. 6)

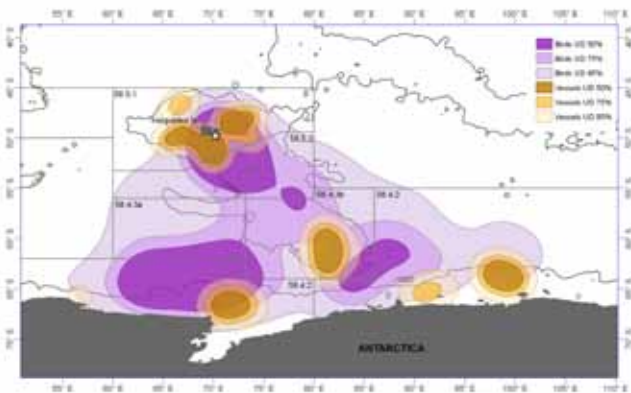


Figure 6 : Carte des chevauchements entre densités de distribution (50, 75 et 95% de probabilité de présence) de pétrels à menton blanc de Kerguelen au cours de l'élevage du poussin en 2006 (violet) et pêche de palangriers à la légine (orange), dans les zones CCAMLR (Delord et al. 2011).

Ce type d'informations est indispensable pour la mise en place de mesures de conservation efficaces. Par exemple, dans le cadre de la CTOI, nous avons montré que la distribution des albatros et pétrels était beaucoup plus en chevauchement avec la zone de pêche thonière que ce qui était auparavant supposé, notamment dans les eaux subtropicales au nord de 30°S, limite au sud de laquelle les palangriers doivent appliquer des mesures pour limiter la mortalité accidentelle des oiseaux. Nous avons proposé avec la délégation française en 2009 une motion déplaçant la limite sud à 25°S. Cette proposition a été acceptée par la CTOI. Cette décision montre clairement l'importance des données obtenues par télémétrie pour la conservation des albatros et pétrels.

Références

- Bailleul F., Cotté C., Guinet C. 2010. Mesoscale eddies as foraging area of a deep-diving predator; the southern elephant sea Marine Ecology Progress Series, 408: 251–264.
- Barbraud C., Gavrilov M., Mizin Y. & Weimerskirch H. 2011. Comparison of emperor penguin declines between Pointe Géologie and Haswell Island over the past 50 years. Antarctic Science DOI:10.1017/S0954102011000356.
- Barbraud C., Marteau C., Ridoux V., Delord K. & Weimerskirch H. 2008. Demographic response of a population of white-chinned petrels *Procellaria aequinoctialis* to climate and longline fishery bycatch. Journal of Applied Ecology 45: 1460-1467.
- Charrassin J.B., Hindell M., Roquet F., Biuw M., Costa D., Boeme L., Park Y.-H., Fedak M., Bailleul F., Bost C.A., Lovell P., Monks F., McMahon C., Field I., Coleman R., Meijers A., Tremblay Y., Meredith M., and Guinet C. 2008. Southern Ocean frontal structure and sea ice formation rates revealed by elephant seals. Proceedings of the National Academy of Sciences 105:11634-11639
- Cherel Y., Kernaléguen L., Richard P., Guinet C. (2009) Whisker isotopic signature depicts migration patterns and multi-year intra- and inter-individual foraging strategies in fur seals. Biology Letters 5:830-832
- Delord K., Cotté C., Péron C., Marteau C., Pruvost P., Gasco N., Duhamel G., Cherel Y. & Weimerskirch H. in press. At sea distribution and diet of an endangered top predator: links of white-chinned petrels with commercial longline fisheries. Endangered Species Research.
- Jenouvrier S., Caswell H., Barbraud C., Holland M., Stroe J. & Weimerskirch H. 2009. Demographic models and IPCC climate projections predict the decline of an emperor penguin population. Proceeding of the National Academy of Science USA 106: 1844-1847.
- Nevoux M., Forcada J., Barbraud C., Croxall J. & Weimerskirch H. 2010. Bet-hedging response to environmental variability, an intra-specific comparison. Ecology 91: 2416-2427.
- Péron C., Authier M., Barbraud C., Delord K., Besson D. & Weimerskirch H. 2010. Inter-decadal changes in at-sea distribution and abundance of subantarctic seabirds along a latitudinal gradient in the Southern Indian Ocean. Global Change Biology 16: 1895-1909.
- Rolland V., Weimerskirch H. & Barbraud C. 2009. Relative influence of fisheries and climate on the demography of four albatross species. Global Change Biology 16: 1910-1922.



Les observatoires sismologiques austraux

Alessia Maggi¹, Armelle Bernard²,
Jean-Yves Thoré²

1. Institut de Physique du Globe de Strasbourg (IPGS, UMR7516), CNRS et Université de Strasbourg
2. Ecole et Observatoire des Sciences de la Terre (EOST, UMS830), CNRS et Université de Strasbourg



Nos connaissances sur les séismes et sur la structure de la terre dérivent de l'analyse d'enregistrements du mouvement du sol en un grand nombre de stations sismologiques. La mise en commun de ces enregistrements permet de caractériser les séismes, et de construire des images de l'intérieur de la terre, dites "images tomographiques". Pour que ces images soient de bonne qualité, la couverture en stations doit être dense et homogène. Dans l'hémisphère Sud, la prépondérance des océans et la difficulté d'accès aux terres émergées entraînent un défaut marqué de couverture. Dans ce contexte, les observatoires sismologiques de Crozet, Kerguelen, Amsterdam et Dumont d'Urville sont d'une importance capitale. Nous donnons ici une description générale de ces observatoires, et un exemple récent de recherche effectuée avec leurs données.

Our understanding of earthquakes and the structure of the Earth derives from the analysis of ground motion recordings from a large number of networked seismic stations. Mutual sharing of these records allows us to characterize earthquakes in detail, and also construct images of the interior of the Earth, called "tomographic images". In order to obtain high quality images, seismic station coverage should be dense and homogeneous. In the Southern hemisphere, the prevalence of oceans and the difficult access to land-masses leads to a deficit in coverage. In this context, the seismological observatories at Crozet, Kerguelen, Amsterdam and Dumont d'Urville are of capital importance. We shall give a general description of these observatories, and a recent example of research carried out with their data.

Un tour des observatoires

L'IPEV soutient activement le fonctionnement de quatre observatoires sismologiques à large-bande, dans les îles Crozet, Kerguelen, Amsterdam et Terre Adélie (Dumont d'Urville), à travers son programme 133 SISMOLOGIE/OBS. Ces observatoires, dont les premiers datent des années soixante, ont été installés et gérés par plusieurs générations de chercheurs et ingénieurs du Service des observatoires sismologiques globaux de l'école et Observatoire des sciences de la terre de Strasbourg (EOST). Les observatoires ont rejoint le réseau sismologique global français GEOSCOPE, géré par l'Institut de Physique du Globe de Paris (IPGP), dès ses débuts en 1982, et sont de ce fait associés à la fédération internationale des réseaux sismologiques (FDSN, *Federation of Digital Seismological Networks*). Ils sont suivis sur place par des Volontaires Civils à l'Aide Technique (VCAT), formés à l'EOST, qui s'occupent également des Observatoires Magnétiques (Programme IPEV 139). Chaque observatoire sismologique est composé d'une cave construite pour minimiser le bruit non-sismique, d'un abri (*shelter*) situé près de la cave, pour abriter les acquisitions sismologiques, et d'un bureau (laboratoire de géophysique) où l'opérateur dépouille les données.

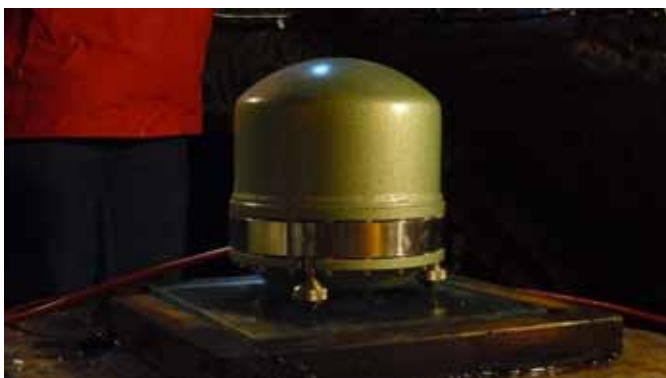


Figure 1 : Le sismomètre STS-2 dans la cave d'Amsterdam.
The STS-2 seismometer in the Amsterdam vault. © Perrin B.

Nos instruments de mesure primaires, les sismomètres, mesurent les trois composantes du mouvement du sol et les traduisent en signaux analogiques continus (figure 1). Les instruments sont à large-bande, ce qui signifie qu'ils sont sensibles au mouvement du sol dans une très large bande de fréquences. Nous utilisons deux types de sismomètres : le STS-1, qui couvre les fréquences de 10Hz à 0.003Hz, (0.2-360 s), et le STS-2, plus simple à mettre en oeuvre et qui couvre les fréquences de 20Hz à 0.008Hz (0.05-120 s). Pour des signaux à plus basse fréquence (plus longue période), la sensibilité des instruments n'est pas nulle mais elle diminue comme le carré de la fréquence. Les signaux analogiques produits par les sismomètres sont numérisés à 1Hz et 20Hz par des acquisitions sismologiques dédiées, qui datent chaque échantillon selon une base de temps synchronisée par GPS, l'exactitude du temps étant fondamentale pour la sismologie. En plus des instruments primaires, nous enregistrons aussi des données de pression atmosphérique et de température, nécessaires pour évaluer et corriger leur influence sur les sismomètres.

Les données de nos observatoires sont particulièrement appréciées pour les études de sismologie longue période, notamment les études d'imagerie sismique (tomographie) et celles des modes propres de la Terre, en raison de leur originalité jointe à leur haute qualité. La longue durée d'enregistrement sur les mêmes sites, rendue possible par le soutien de l'IPEV, nous permet de fournir à ce jour presque 30 ans de données continues de haute qualité.



Figure 2 : L'acquisition Q330 dans l'abris d'Amsterdam. The Q330 system in the shelter at Amsterdam. © Follezour J.

Jusqu'à 2006, les données étaient enregistrées et dépouillées sur place, une copie étant transcrite sur support mobile (cassette magnétique DAT), et envoyée à l'EOST à chaque rotation du navire *Marion Dufresne*. Le séisme de magnitude 9.1 survenu à Sumatra le 26 décembre 2004, et son tsunami dévastateur, ont fortement entrainé le financement par Météo-France (coordinateur français pour le Système d'Alerte aux Tsunamis de l'Océan Indien) de nouvelles acquisitions sismologiques capables de transmettre en temps réel l'ensemble des données via les liens VSAT qui relient les bases sub-antarctiques à la Réunion (figure 2).

Nous avons installé ces acquisitions entre 2006 et 2009, et nous diffusons désormais en temps réel l'ensemble des données sismologiques sub-antarctiques aux centres d'alerte aux tsunamis, ainsi qu'aux centres de données internationaux. La diffusion en temps réel des données de Dumont d'Urville sera également possible, dès qu'une connexion par satellite adéquate sera opérationnelle sur ce site.

Fournir rapidement à la communauté scientifique des données de haute qualité est la mission primaire des observatoires sismologiques. Le contrôle de qualité fait partie intégrante du protocole d'observation, avec des vérifications sur site par les VCAT, à l'EOST par le personnel du Service des observatoires sismologiques globaux, et à GEOSCOPE.

La présence des VCAT sur site nous permet une excellente réactivité en cas de panne. Les VCAT assurent aussi un autre rôle fondamental, en dépouillant systématiquement tous les séismes visibles sur les données. Les temps d'arrivée des différents types d'ondes sismiques d'un même séisme permettent d'estimer la distance entre le séisme et la station d'observation.

En moyenne, nos VCAT repèrent ainsi ~250 séismes par an, dont quelques dizaines non détectés par les autres stations du réseau sismologique global. Les temps d'arrivée déterminés par les VCAT pour tous les séismes sont centralisés et publiés annuellement dans le bulletin de l'ISC (International Seismological Centre), qui collecte les temps d'arrivées relevés dans toutes les stations du réseau sismologique mondial.

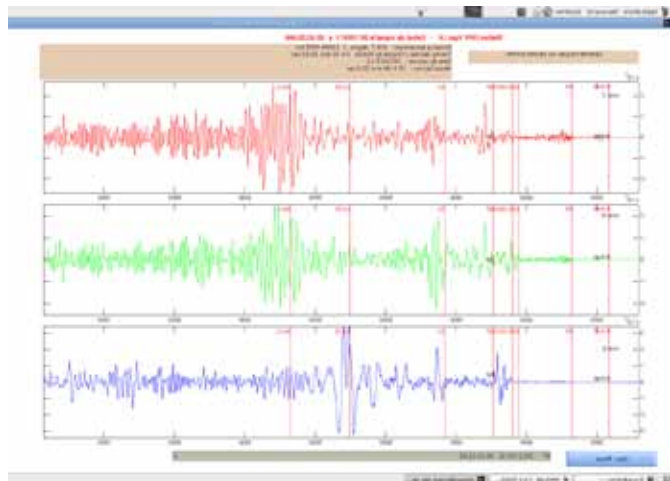


Figure 3 : Capture d'écran du dépouillement du séisme du Japon (M 9.1). Screenshot of phase picking on the M 9.1 Japan earthquake.

La nature saisonnière du signal micro-sismique en Antarctique

Même quand il ne s'agit pas de séismes, les données sismologiques contiennent des informations précieuses. Les spectres des signaux de toutes les stations du monde présentent deux pics dans la bande de périodes de 3 à 20 secondes, nommés pics micro-sismiques primaire (10-20s) et secondaire (3-10s). Ils sont générés par un couplage eau/sol qui transforme une partie de l'énergie de la houle océanique en ondes sismiques. Ils sont généralement plus prononcés pendant l'hiver local (quand les océans proches sont plus agités) que pendant l'été local. Ceci a été démontré pour les stations du réseau GEOSCOPE par Stutzmann et al, (2009). La seule station du réseau pour laquelle cette règle est inversée est Dumont d'Urville, qui présente un signal micro-sismique plus faible en hiver qu'en été. Nous avons depuis étendu cette analyse aux autres stations sismologiques côtières en Antarctique, pour valider le résultat obtenu à DRV, et pour mieux comprendre le mécanisme de cette inversion de tendance (Grob et al, 2011).

Le mécanisme de couplage entre houle océanique et ondes sismiques passe par des variations de pression sur les fonds marins, mais diffère subtilement entre signaux micro-sismiques primaires et secondaires. Les signaux primaires sont générés quand la houle pénètre dans les eaux peu profondes près des côtes et interagit avec les pentes du fond marin. Leur période est similaire à celle de la houle. Les signaux secondaires - plus énergétiques que les primaires - sont générés par ondes stationnaires dans les océans, elles-mêmes générées par la collision entre houles océaniques se propageant en directions inverses, soit près des côtes (la réflexion côtière étant un bon mécanisme de production de houles croisées) soit en eaux profondes. La période de

ces signaux secondaires est la moitié de celle de la houle. Les deux types de signaux micro-sismiques ont une origine majoritairement côtière. Il est donc possible que la formation de la banquise puisse empêcher leur génération pendant l'hiver austral, car l'énergie de la houle est absorbée par déformation locale de la glace flottante, et ne rejoint pas la côte. En présence de banquise il n'y aurait donc ni interaction directe de la houle avec les côtes, ni de réflexion côtière, avec pour conséquence d'inverser la modulation été-hiver observée par Stutzmann et al (2009). Cette hypothèse est étayée par la figure 4, qui montre la variation annuelle de la densité de puissance du signal micro-sismique à la station CASY (située à la base antarctique australienne de Casey), ainsi que quelques images de l'étendue de la banquise. L'énergie présente dans les deux bandes micro-sismiques décroît fortement entre mars (formation de la banquise) et novembre (dislocation de celle-ci).

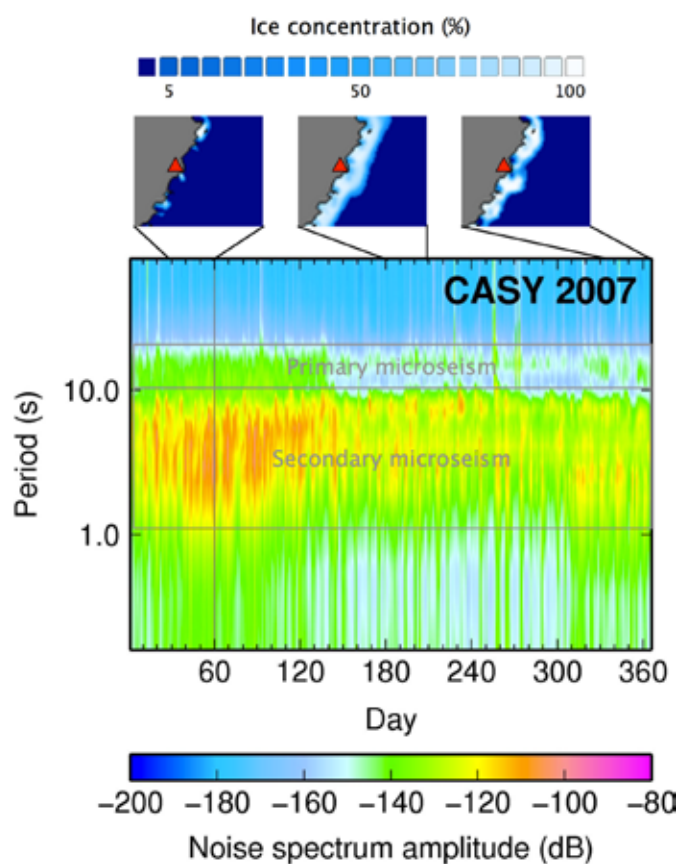


Figure 4 : La variation annuelle de l'énergie du signal micro-sismique à CASY. Annual variation in microseismic energy at CASY.

Les parties les plus longues périodes des deux bandes continuent à être excitées pendant l'hiver local, indiquant pour celles-ci une source plus éloignée des côtes. La variation annuelle est stable avec le temps.

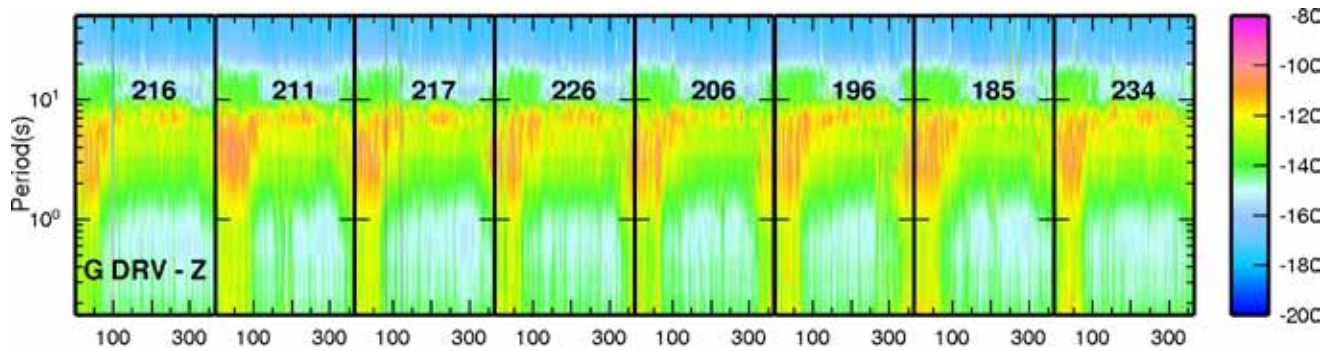


Figure 5 : Variation inter-annuelle à DRV (avec jours de banquise). Inter-annual variations at DRV (with days of ice-floe).

Pour confirmer le rôle de la banquise vis-à-vis du signal micro-sismique, nous avons étendu l'analyse à presque toutes les stations sismologiques permanentes sur les côtes antarctiques sur une dizaine d'années de données, en conjonction avec la concentration de la banquise déduite d'observations par satellite (Grob et al, 2011). Nous trouvons partout une décroissance de l'énergie micro-sismique en présence de banquise (figure 6), même si les énergies moyennes et les durées de la période calme varient d'une station à l'autre. Le signal micro-sismique est systématiquement plus faible aux stations situées à l'intérieur du continent, loin des côtes. Le signal micro-sismique le plus fort, ainsi que la plus courte période calme, sont observés à PMSA (Palmer Station), située au nord de la péninsule antarctique et rarement encerclée par la banquise.

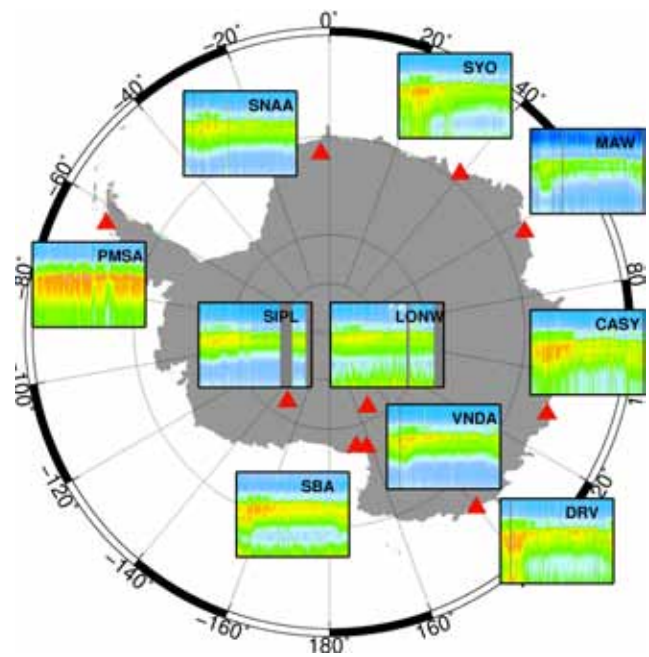


Figure 6 : Variation géographique de l'énergie micro-sismique. Geographical variations of microseismic energy.

L'Antarctique est un laboratoire naturel idéal pour étudier le mécanisme de génération du signal micro-sismique : le continent est entouré par un océan très agité, dont l'interaction avec les côtes est modulée par la présence ou absence de la banquise. L'absence de houle dans les eaux côtières pendant l'hiver austral empêche l'excitation du signal micro-sismique primaire; l'absence de côtes libres pendant la même période empêche la réflexion de la houle océanique, nécessaire à la génération d'une grande partie du signal micro-sismique secondaire. La persistance pendant l'hiver des parties plus longues-périodes des deux types de signaux micro-sismique indique qu'elles sont générées par des sources plus lointaines, très probablement près des côtes des continents voisins, bien qu'on ne puisse pas exclure une source purement océanique pour les signaux secondaires.



Références

M Grob, A Maggi, E Stutzmann, 2011. Observations of the seasonality of the Antarctic microseismic signal, and its association to sea ice variability, *Geophysical Research Letters*, 38, doi: 10.1029/2011GL047525

E Stutzmann, M Schimmel, G Patau, A Maggi, 2009. Global climate imprint on seismic noise, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 10, doi:10.1029/2009GC002619





Les campagnes océanographiques

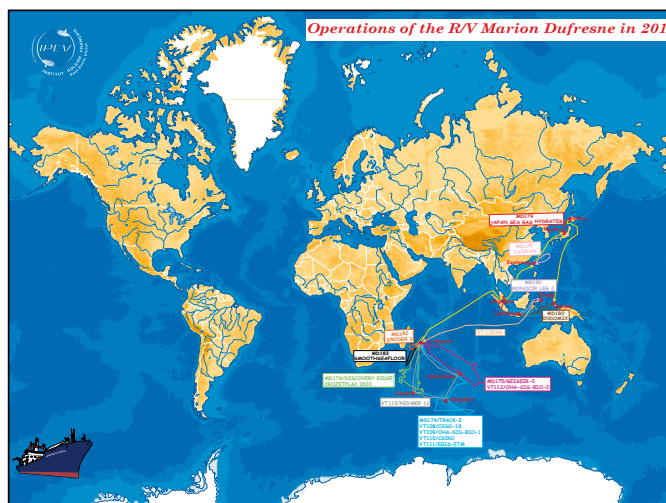
Un an sur le Marion Dufresne océanographie

L'année 2010 marque un retour aux 217 jours d'exploitation du navire par l'IPEV. Le début d'année et son traditionnel voyage en océan austral permet de réaliser les programmes récurrents de type observatoire labellisé, ou intéressants les questions sociétales : évolution du CO², de la circulation océanique...

Le grand voyage de milieu d'année en Asie a inclut l'arrêt technique à Singapour et tenté un contrat de carottage en mer de Chine du Sud, échoué pour faute d'obtention de toutes les autorisations nécessaires, dans un contexte géopolitique tendu.

Les deux points particulièrement remarquables de l'année concernent en 1^{er} lieu le prêt du TOBI (*Towed Ocean Bottom Instrument*) par le *National Oceanography Center Southampton* (NOCS) via l'*Ocean Facilities Exchange Group* (OFEG). L'OFEG n'inclut pas l'Institut polaire ; c'est donc par l'intermédiaire de l'Iframer et, pour la 1^{ère} fois, de l'unité mixte de service Flotte océanographique française nouvellement créée, que cet accord a été possible.

Le 2^{ème} point phare est le développement durant la campagne *Japan Sea Gas Hydrates* par l'équipe d'océanographie de l'IPEV, d'un savoir-faire innovant en terme de carottage dans les hydrates de gaz, défi majeur en géosciences pour les années à venir.



Route du Marion-Dufresne en 2010.

Focus sur la campagne MD183 SMOOTHSEAFLOOR

Départ La Réunion le 02 octobre 2010

Arrivée La Réunion le 02 novembre 2010

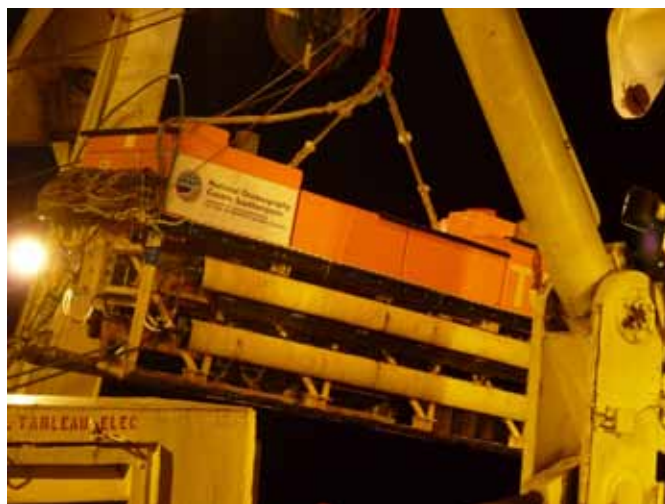
La campagne SMOOTHSEAFLOOR s'est déroulée dans la partie orientale de la dorsale sud-ouest indienne où l'Afrique et l'Antarctique se séparent avec un taux d'accrétion (15 mm/an) parmi les plus lents du système de dorsales océaniques de notre planète. L'objectif phare de cette campagne est de déterminer la géologie (la lithologie, la structuration tectonique, les modalités du magmatisme et de l'altération hydrothermale) d'un nouveau type de plancher océanique "non-volcanique" découvert en 2003 lors d'une campagne précédente¹.

La problématique scientifique

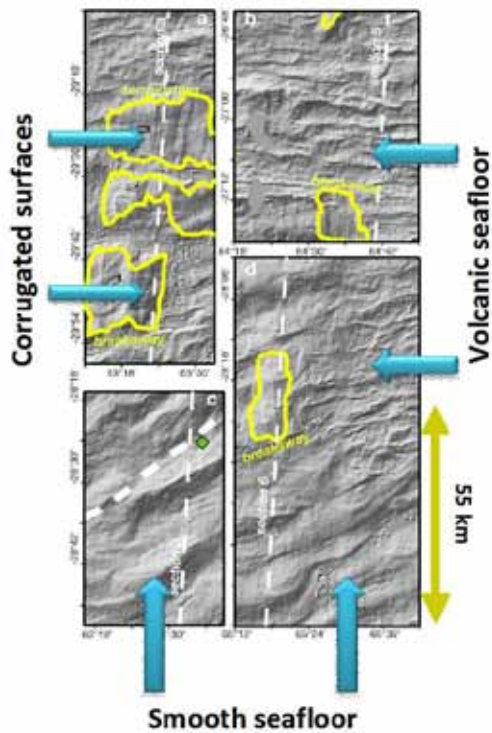
Ce plancher, dit *smooth seafloor*, présente une morphologie très particulière, spécifique des zones pauvres en magma et inconnue sur les dorsales plus rapides. Il ne montre, à la résolution des données bathymétriques de surface, ni édifices volcaniques ni escarpements, ni autres caractéristiques morphologiques qu'une structuration générale en massifs allongés dont la texture est lisse. Des roches mantellaires y sont exhumées par un mécanisme encore très mal compris. Cette découverte va à l'encontre de la vision traditionnelle de toutes les dorsales océaniques comme un système essentiellement volcanique. L'origine de ce nouveau type de plancher océanique fait pour l'instant l'objet de nombreuses questions auxquelles la campagne SMOOTHSEAFLOOR a tenté de répondre.

L'hypothèse de départ est que le plancher océanique de ces domaines dits *smooth* est constitué de roches du manteau altérées (péridotites serpentinisées) avec une proportion, à déterminer, de roches magmatiques intrusives et trop peu de laves pour que se forment des édifices volcaniques visibles à la résolution des données bathymétriques dont les scientifiques disposent.

¹ - Cannat et al., 2009a; Cannat et al., 2008; Cannat et al., 2009b; Cannat et al., 2006; Sauter and Cannat, 2010; Sauter et al., 2008; Sauter et al., 2004



Le TOBI, déployé (de nuit) à l'extérieur du Marion-Dufresne au cours des campagne MD 182 ERODER 3 et SMOOTHSEAFLOOR



Les objectifs

Le 1^{er} objectif était de tester ces hypothèses et de préciser les modes de mise en place et l'abondance des roches magmatiques par l'acquisition de données sonar de haute résolution (qui donneront des images du fond océanique à une échelle décimétrique). L'embarquement du TOBI (voir introduction) a permis d'atteindre cet objectif. Le prélèvement de nouveaux échantillons de roches par dragage et leur analyse à terre, ainsi que la recherche dans la colonne d'eau de marqueurs chimiques de la serpentinisation² du manteau exhumé permettront aussi de répondre à ce premier objectif.

Le 2^{ème} objectif était de mieux comprendre l'origine des anomalies magnétiques qui sont bien marquées à l'aplomb des domaines de *smooth seafloor* malgré l'absence d'une couche volcanique conséquente. En effet, la présence de volcans est généralement la cause invoquée pour expliquer les anomalies magnétiques en domaine océanique. Des profils magnétiques proches du fond doivent permettre une analyse fine de l'enregistrement des anomalies magnétiques, de la distribution des sources magnétiques en profondeur et de la géométrie des transitions de polarité du champ magnétique terrestre.

Le 3^{ème} objectif était d'étudier les flux hydrothermaux et de préciser le contexte géodynamique et les conditions de la serpentinisation du manteau (T° , rapport fluide/roche, etc...). L'étude des échantillons de roches draguées permettra également de comprendre le rapport entre serpentinisation, déformation et magmatisme. Des prélèvements à différentes profondeurs dans la colonne d'eau doivent permettre de quantifier les flux hydrothermaux. La recherche de traceurs de l'hydrothermalisme est réalisée à l'axe de la dorsale. Elle doit conduire à localiser des sites hydrothermaux actifs dans cette région de la dorsale sud-ouest indienne, pour laquelle un seul site fossile est connu.

2 - La serpentinisation est le processus de transformation de certaines roches (notamment, le péridot), qui sous l'effet de l'eau ou de la chaleur, produisent des serpentines (silicate de magnésium hydraté, de couleur verte).

Ce nouveau type de plancher océanique "non-volcanique" se rapproche des formations dites de "transition continent-océan" (TOCs) des marges continentales peu magmatiques. Ce chantier peut donc être étudié également pour certains processus (notamment pour l'origine de la signature magnétique des secteurs où affleurent des roches ultrabasiques³) comme un analogue actuel de ces TOCs⁴.

Les résultats

Après avoir collecté des images TOBI de grande qualité sur plus de 600 miles nautiques et récolté plus de trois tonnes d'échantillons (péridotites, basaltes, gabbros et sédiments) lors de 18 dragages sur les pentes des rides allongées du *smooth seafloor*, quelques éléments de réponses peuvent être apportés quant à la nature du plancher océanique.

Les images enregistrées par le TOBI ne montrent que très peu d'édifices volcaniques. Ces derniers sont essentiellement localisés aux extrémités de rides allongées. La plus grande partie des deux versants de ces rides montre des surfaces, soit très lisses, soit à texture moutonnée, surtout très réfléchissantes (très brillantes sur les images TOBI). Ces pentes très réfléchissantes se rencontrent aussi bien dans la vallée axiale que dans les parties les plus vieilles de la zone d'étude. De nombreuses figures d'érosion (comme des talus d'éboulis, des loupes d'arrachement, etc.) sont observées et montrent l'instabilité de ces pentes.

Les dragages sur les deux versants des rides allongées ont permis de collecter plusieurs centaines de kilogrammes de roches : presque uniquement des péridotites du manteau, plus ou moins altérées (avec des veines de serpentines) et déformées. Certains échantillons de roches sont recouverts d'une croûte de manganèse qui leur donne un aspect arrondi, noir, presque brillant.

Par ailleurs, les premières analyses des échantillons d'eau prélevés par rosette lors de 15 CTD montrent des concentrations anormales en manganèse proches du fond. Ces concentrations pourraient être expliquées par une altération hydrothermale des roches du manteau.

L'une des hypothèses avancées est que la présence d'éboulis de taille centimétrique recouverts de croûtes de manganèse pourrait expliquer la nature très réfléchissante des versants des rides allongées sur les images réalisées par le TOBI. Si aucun plan de faille n'est observé directement (car trop érodé), l'observation répétée de péridotites du manteau dans les dragues rend la présence de failles nécessaire pour que ces roches affleurent sur le plancher océanique. Il reste alors à expliquer la genèse et l'évolution des rides allongées du *smooth seafloor* par des systèmes de failles à vergence opposée. L'analyse détaillée des données (images TOBI, données bathymétriques, anomalies magnétiques, échantillons d'eau et roches draguées) qui sera effectuée à terre visera à proposer un modèle cohérent de mise en place du *smooth seafloor*.

3 - Sauter et al., 2008

4 - Cannat et al., 2009a

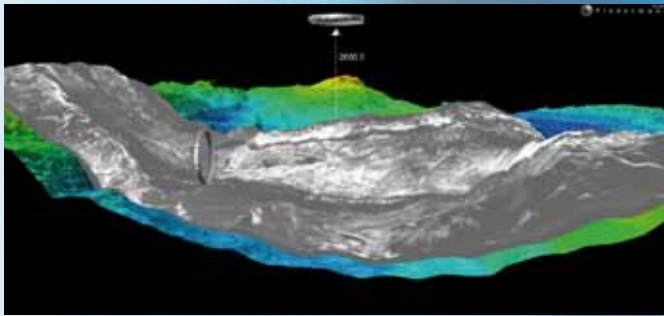


Image en trois dimensions du *smooth seafloor*, réalisée au cours de cette mission.

La campagne SMOOTHSEAFLOOR a bénéficié du soutien de l'ANR, notamment en participant aux coûts de fonctionnement du *Marion Dufresne* liés aux opérations.

Co-chefs de mission

Daniel Sauter
 Institut de Physique du Globe de Strasbourg
 Daniel.Sauter@eost.u-strasbg.fr

Mathilde Cannat
 Institut de Physique du Globe de Paris
 cannat@ipgp.jussieu.fr

Organismes participants

- National Oceanography Centre University of Southampton, England
- Cardiff University, England
- Durham University, Department of Earth Sciences, England
- Ecole Normale Supérieure de Paris, France
- Géoazur, Université de Nice Sophia-Antipolis, France
- UCB, Ecole Normale Supérieure de Lyon, France
- IFREMER, DRO/GM de Plouzané, France
- ISMAR-CNR, Université de Modène, Istituto di scienze Marine, Italie
- Université de Toulouse, Laboratoire d'Études en Géophysique et Océanographie Spatiales, France

Références

Cannat, M., Manatschal, G., Sauter, D., and Péron-Pinvidic, G., 2009a, Assessing the conditions of continental breakup at magma-poor rifted margins: What can we learn from slow spreading mid-ocean ridges?: *Comptes Rendus Geosciences*, v. 341, p. 394-405

Cannat, M., Sauter, D., Bezos, A., Meyzen, C., Humler, E., and Le Rigoleur, M., 2008, Spreading rate, spreading obliquity, and melt supply at the ultraslow spreading Southwest Indian Ridge: *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, v. 9, p. Q04002.

Cannat, M., Sauter, D., Escartin, J., Lavier, L., and Picazo, S., 2009b, Oceanic corrugated surfaces and the strength of the axial lithosphere at slow spreading ridges: *Earth and Planetary Science Letters*, v. 288, p. 174-183.

Cannat, M., Sauter, D., Mendel, V., Ruellan, E., Okino, K., Escartin, J., Combier, V., and Baala, M., 2006, Modes of seafloor generation at a melt-poor ultraslow-spreading ridge: *Gelology*, v. 34, p. 605-608.

Sauter, D., and Cannat, M., 2010, The ultraslow-spreading southwest indian ridge, in Rona, P., Devey, C., Dymont, J., and Murton, B., eds., *Diversity of hydrothermal systems on slow-spreading ocean ridges*, Volume 188: *Geophysical Monograph Series*, AGU, p. in press.

Sauter, D., Cannat, M., and Mendel, V., 2008, Magnetization of 0-26.5 Ma seafloor at the ultraslow spreading Southwest Indian Ridge 61-67°E: *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, v. 9, p. Q04023

Sauter, D., Mendel, V., Rommevaux-Jestin, C., Parson, L.M., Fujimoto, H., Mével, C., Cannat, M., and Tamaki, K., 2004, Focused magmatism versus amagmatic spreading along the ultra-slow spreading Southwest Indian Ridge: Evidence from TOBI side scan sonar imagery: *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, v. 5, p. Q10K09, doi:10.1029/2004GC000738



Les campagnes de l'année

Marion Dufresne-MDI74 TRACK 2

Cette campagne est composée de cinq programmes scientifiques.

Départ le 18 décembre 2009 de La Réunion

Arrivée le 24 janvier 2010 à La Réunion.

La campagne TRACK 2 est le second volet de la mission TRACK réalisée au début de l'année 2009 qui avait permis de quantifier le flux du courant circumpolaire antarctique dans le sud de l'océan Indien. L'analyse des données hydrologiques disponibles autour du plateau de Kerguelen avait notamment démontré la présence d'un courant important passant par le bassin de Fawn, situé au sud-est de l'île de Heard.

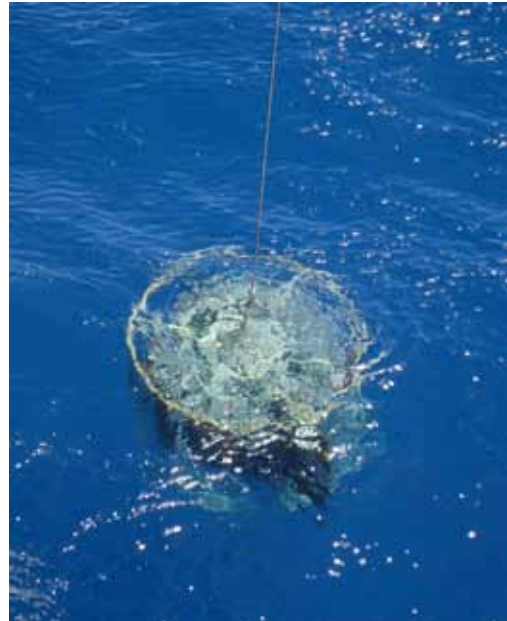


Le plateau de Kerguelen est un obstacle topographique majeur au trajet du courant circumpolaire antarctique (CCA), excepté le passage de *Fawn Through* (56°S, 2650 m) où l'existence d'un courant important a été récemment confirmée à partir d'observations hydrographiques d'éléphants de mer. Cependant, aucune mesure systématique de courant et des paramètres hydrologiques dédiée au *Fawn Through* n'a jusqu'à présent, alors que son rôle privilégié de passage pour le transport des masses d'eau du bassin d'Enderby vers le bassin Australo-Antarctique apparaît de plus en plus évident. Le projet TRACK⁵ est une contribution française aux activités de l'*International Polar Year*. Il a pour objectif général de combler les lacunes de nos connaissances sur la physique et la dynamique de l'océan Austral. En particulier, le programme TRACK se propose :

- de quantifier le transport du courant circumpolaire antarctique traversant le passage de *Fawn Through*
- de déterminer l'échange des masses d'eau circumpolaires entre les bassins de part et d'autre du plateau
- de tester la faisabilité du suivi de la variabilité du transport à l'aide de l'altimétrie satellitaire
- d'identifier le changement climatique dans les masses d'eau profondes antarctiques sur le flanc Est du plateau de Kerguelen.

5 - Dont le responsable est Y-H Park (MNHN/LOCEAN)

En 2010, le second leg de la campagne a été réalisé. Le premier leg, qui s'est déroulé en février-mars 2009 (MDI72), comprenait 60 stations CTD-LADCP et le déploiement de trois lignes de mouillages profondes de courantomètres et capteurs autonomes CTD (microcat) au travers du *Fawn Through*, sous la trace au sol 94 du satellite Jason.



L'objectif prioritaire du second leg était de récupérer ces trois lignes de mouillage dont les données courantométriques vont permettre de caractériser la variabilité du courant et en étudier la dynamique et le forçage. Elles vont, par ailleurs, permettre de documenter la structure verticale du courant, étape indispensable pour parvenir à un suivi de sa variabilité par altimétrie satellitaire et ainsi exploiter 17 ans d'archives altimétriques des missions Topex/Poseidon et Jason.

Cinquante six stations sont réalisées au cours de la campagne TRACK 2. Chaque station est constituée d'un déploiement de la CTD-O (sonde *Conductivity, Temperature, Depth, Oxygen*), carrousel sur lequel sont disposées des bouteilles de prélèvements d'eau de type Niskin pouvant être déclenchées à des profondeurs définies. Les prélèvements d'eau ont été effectués une station sur deux afin d'analyser la salinité et l'oxygène dissous. Toutes les stations sont associées à des mesures de courant à l'aide de courantomètres montés sur le carrousel (LADCP).

Cinq flotteurs de type "PROVOR" sont déployés au sud de l'île Heard. Ces bouées dérivantes exécutent des cycles définis à l'avance. Chaque cycle est composé d'une descente, d'une dérive en immersion pendant une dizaine de jours, d'une descente à immersion maximale puis d'une remontée à la surface. Les données collectées sont alors émises grâce à une balise. Des mesures de conductivité et de température sont réalisées pendant chaque phase d'immersion. Trois flotteurs, lâchés en mode grand fond (300 mètres) sont destinés à traverser le plateau de Kerguelen. Les deux autres flotteurs ont été libérés dans la veine de courant au sud de l'île Heard, à la limite des eaux territoriales australiennes.

Ces lâchers vont permettre de documenter la zone de mélange au sortir du bassin de Fawn et éventuellement le gyre subpolaire⁶ en fonction des trajectoires observées.

6 - Un gyre océanique est un gigantesque tourbillon d'eau formé d'un ensemble de courants marins, provoqué par la force de Coriolis.

Valorisation de transit VT108 - OISO 18

Les objectifs initiaux de la campagne ont été largement atteints, avec l'aide notamment d'une météo favorable. La totalité des instruments mouillés a fonctionné de façon nominale, à l'exception d'une perte de données mineure sur un ADCP. La cohérence des données courantométriques de mouillage et de stations (LADCP) a été vérifiée. Les propriétés de la masse d'eau de fond antarctique (AABW) ne montre pas de modification significative par rapport à l'année précédente, mais il est possible que l'AABW formé l'hiver passé n'ait pas encore été advecté jusqu'aux stations. Les flux volumiques à travers les différentes sections sont proches des estimations de l'année précédente, démontrant une stabilité de la structure barocline. Une différence est notée concernant le transport du courant de bord du gyre subpolaire, sur le flanc Est du plateau, dont l'origine reste à trouver; même si l'ordre de grandeur de la différence n'est pas incompatible avec la variabilité du gyre. Enfin, les transports à différents niveaux du front polaire (Keguelen-passage de *Fawn*, Sud de *Heard*) ont été estimés mais nécessitent d'être interprétés en combinant les données de TRACK 1 et 2.

Chef de mission

Frédéric Vivier
LOCEAN (Laboratoire d'Océanographie et du Climat)
fvi@locean-ipsl.upmc.fr

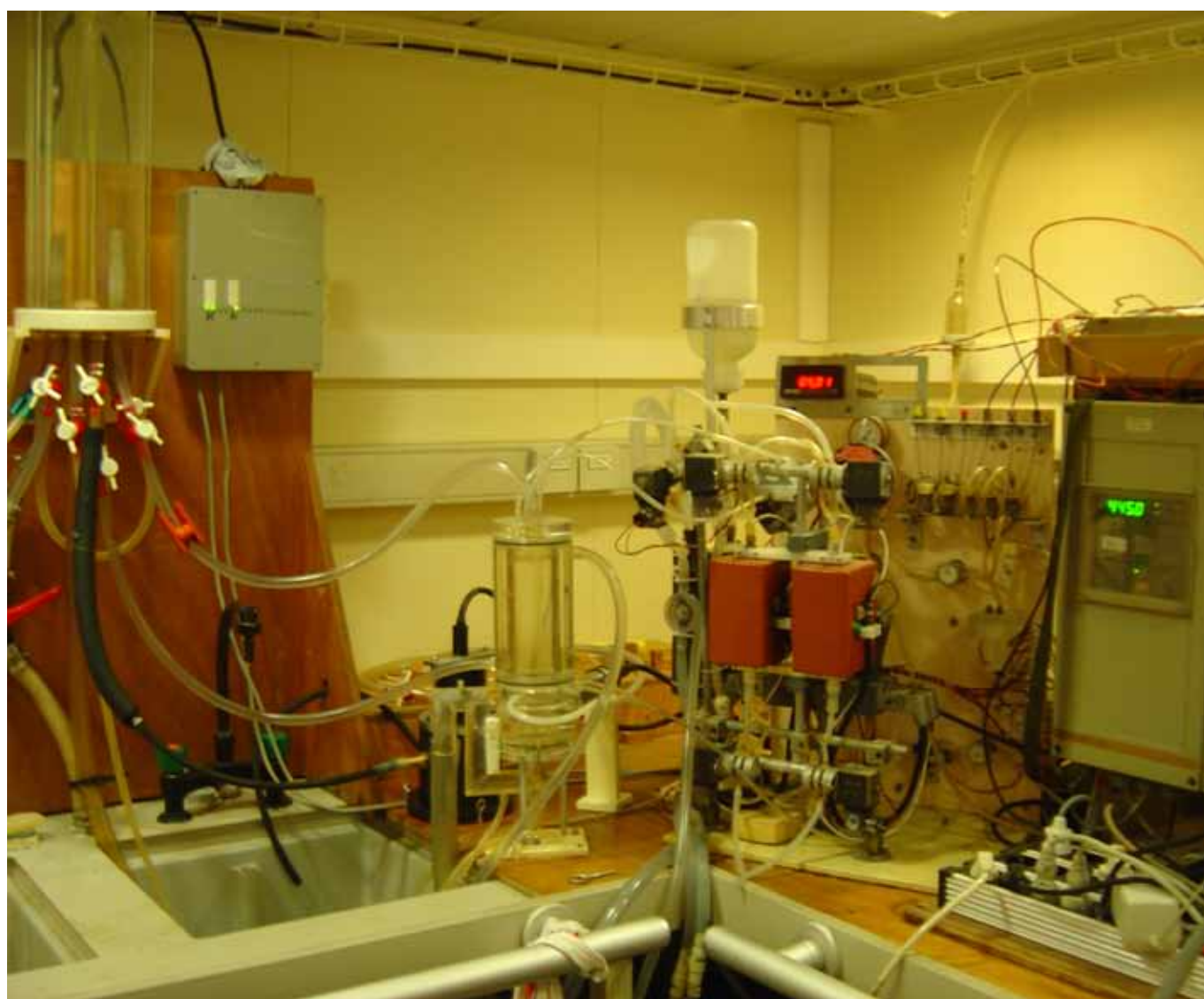
Les campagnes Oiso ont pour objectif l'observation et la compréhension des variations saisonnière, interannuelle et décennale du cycle du carbone océanique, primordiales pour estimer les bilans contemporains de carbone à l'échelle planétaire et valider les modèles climatiques prédictifs (IPCC).

Afin de compléter les observations internationales, le programme Oiso (Océan Indien Service d'Observation, labélisé S.O./INSU en Juillet 97 dans l'ORE CARAUS depuis 2003) vise à maintenir sur une longue durée l'observation des propriétés océaniques et atmosphériques dans l'océan Indien Sud (pCO_2 , DIC, TA, nutritifs, Chl-a, $613CO_2$, etc).

Les stations CTD réalisées visent à réoccuper les sites régulièrement observés pour étudier la variabilité interannuelle des flux air-mer de CO_2 et la distribution du carbone anthropique dans l'océan. Durant ce 18^{ème} programme Oiso, 17 stations ont été réalisées, ainsi que des mesures géochimiques de surface en continu et sur la colonne d'eau, l'échantillonnage atmosphérique et biologique.

Responsable du programme Oiso

Nicolas Metz
CNRS/LOCEAN-IPSL, UMR 7159 - Ocean/IPSL, UPMC,
metzl@ccr.jussieu.fr



Programme OISO 18. Laboratoire à bord du Marion Dufresne © Humblot J-P.

Valorisation de transit VT 109-OHA-SIS-BIO

Observatoire hydroacoustique de la sismicité et de la biodiversité

Ce projet a pour objectif d'installer dans l'océan Indien Austral un réseau d'hydrophones afin de réaliser une surveillance conjointe :

- de l'activité sismique (et magmatique) associée aux trois dorsales de l'océan Indien, dont les taux d'expansion sont contrastés.
- des grands mammifères marins présents dans l'océan Austral (baleine bleue antarctique, baleine bleue pygmée, rorqual commun). Depuis l'interdiction de la pêche baleinière au cours des années 60, très peu d'informations sont disponibles sur l'écologie et l'état des populations quasiment décimées pour certaines espèces étudiées.

La réalisation de ces deux objectifs nécessite des périodes d'observation continues suffisamment longues pour être représentatives de l'activité sismique ou volcanique de ces frontières de plaques et de l'activité saisonnière des mammifères marins. Les ondes acoustiques qui les caractérisent sont dans la même bande de fréquences. Ainsi, les mesures peuvent profiter de la même configuration instrumentale. Les hydrophones sont déployés dans le canal SOFAR, couche d'eau dans laquelle les ondes se déplacent à faible vitesse et avec une faible atténuation sur de très longues distances (supérieures à 1000 kilomètres).

Quatre dispositifs composés d'une antenne de trois hydrophones disposés en triangle équilatéral de 30 kilomètres de côté sont déployés au cours de la mission TRACK 2. La première antenne a été déployée à 320 milles au sud de La Réunion, dans le bassin de Madagascar. Le second site, situé au nord de l'archipel de Crozet, n'était pas cartographié. Une reconnaissance préalable a donc été nécessaire et réalisée à l'aide du sondeur multi-faisceaux qui équipe le navire. Le troisième site est situé à l'ouest de l'archipel Kerguelen. La pose est un succès, mais se déroule par vent assez fort. Le dernier site est positionné au sud ouest de l'île d'Amsterdam. Il est déjà connu et la mise en place du dispositif se passe sans problème, par mer calme et temps ensoleillé.

Responsable du projet OHA-SIS-BIO

Jean-Yves Royer
UMR 6538 "Domaines Océaniques", Institut
Universitaire Européen de la Mer;
jyroyer@univ-brest.fr



Largage de la queue de mouillage : largueur et lest.

Valorisation de transit VT I 10

La troisième valorisation de transit permet la relève de deux lignes de mouillage du *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation* (CSIRO). Ces instruments sont des courantomètres grand fond. Les conditions de mer lors de la récupération de ces lignes sont mauvaises. Cependant, 11 courantomètres sur 12 ont pu être récupérés, tous chargés de données.

Responsable du programme CSIRO

Philip Adams
CSIRO Marine, Hobart TAS 7001, Australia,
phil.adams@csiro.au



VT I 10 : Récupération d'un courantomètre grand fond par mauvais temps.

Valorisation de transit VT III – EGIS ETM

La société Egis-Eau a contracté l'IPEV pour la réalisation d'un levé bathymétrique sur le site d'implantation du futur démonstrateur énergie thermique des mers (ETM) au large de la ville du Port, La Réunion, ainsi que sur le trajet qui relie ce site à la côte.

La société Egis Eau intervient pour le compte de DCNS dans le cadre du projet d'énergie thermique des mers à La Réunion et a en charge notamment les aspects environnementaux et mesures océanographiques *in situ*.

L'objectif final du démonstrateur est de tester la viabilité de l'exploitation de l'énergie thermique à La Réunion. L'idée d'utiliser l'énergie thermique des mers, afin de la transformer en énergie électrique, date de plus d'un siècle.

L'océan reçoit annuellement du soleil une quantité d'énergie équivalente à plus de mille fois la demande mondiale en énergie primaire. Cette énergie est contenue sous forme de chaleur dans la couche d'eau de surface des mers et des océans. Elle est ensuite redistribuée en partie dans l'atmosphère et est à l'origine des vents, des vagues, des nuages et des pluies. Par voie de conséquence, elle est à l'origine du réchauffement des régions polaires et détermine les climats. En chauffant à

sa température d'ébullition un fluide approprié sous sa forme liquide, il se transforme en vapeur. Cette vapeur peut être dirigée vers une turbine couplée à un alternateur qui ensuite aspire le flux créé vers un condenseur où la vapeur se refroidit et redevient liquide. Dans le cas de l'énergie thermique des mers, la chaleur nécessaire à la formation de vapeur est prélevée dans les eaux de surface des régions les plus chaudes de l'océan, tandis que les eaux froides sont pompées au fond de la mer.

Responsable du programme EGIS ETM

Philippe Berthet
EGIS Eau, Centre technique de l'océan Indien,
Ile de La Réunion,
Philippe.berthet@egis.fr

Au cours de la mission générale, un relève de personnel est effectuée sur les îles Crozet et Kerguelen. Deux personnes en difficulté ont été par ailleurs assistées. Leur navire a connu une grave avarie de safran qui a été perdu. Les deux naufragés ont été hébergés à bord du *Marion-Dufresne*, puis transférés sur le navire australien *Ocean Viking* qui suivait alors une route plus favorable à leur rapatriement.



La campagne MDI75-GEISEIR2 (GEOchemical Isotopy of the South East Indian Ridge)

Départ de La Réunion le 26 janvier 2010
Arrivée à La Réunion le 19 février 2010

Les hétérogénéités isotopiques le long des rides médio-océaniques reflètent la dynamique du manteau sous-jacent. Le spectre de près de 500 mesures isotopiques de Plomb, Néodyme, Hafnium et Strontium le long de la ride médio-Atlantique est dominé par des longueurs d'onde significatives de 600 à 5 000 km attribuées au brassage des anciennes lithosphères recyclées par la convection. Nous venons de découvrir que les compositions isotopiques d'Hafnium des MORB (*Mid Ocean Ridge Basalts*) de la ride Sud-Est Indienne (SEIR) laissent apparaître une alternance irrégulière sur près de 3000 km de deux groupes de valeurs, séparés par une lacune bien identifiée. Cette alternance évoque un effet des striations de mélange entre deux types de matériels isotopiquement distincts.

La mission GEISEIR 2 a pour but d'explorer plus avant l'hypothèse selon laquelle les motifs isotopiques si particuliers de la SEIR (*South East Indian Ridge*) révèlent les striations du mélange convectif entre matériel recyclé et matériel ancien. Le pas d'échantillonnage existant (campagnes Boomerang 6 et Westward 10) est trop large (~50 km) pour une analyse rigoureuse des spectres. Il s'agit donc de combler les quelques lacunes existantes entre 82° et 89°E, et échantillonner à nouveau au pas de 10 km entre 89° et 96°E ; et enfin au pas de 5 km entre 96 et 99°E. Les distributions de compositions isotopiques sont ainsi obtenues et permettent de tester l'influence de la densité d'échantillonnage grâce à un nombre de mesures suffisantes pour permettre de décimer localement les données.

Le premier leg du programme GEISEIR a eu lieu en janvier et février 2009. Le second leg consiste à échantillonner la partie située la plus au nord-ouest de la dorsale.

Le 1^{er} février 2010, le *Marion-Dufresne* arrive sur la dorsale sud-est indienne. La zone à échantillonner mesure environ 80 milles nautiques. L'échantillonnage est réalisé grâce à un carottier à cire (*wax core*). Ce dispositif est constitué d'une tête creuse dans laquelle de la cire collante est disposée. Cette tête est surmontée d'un lest en acier de masse proche de 200 kilogrammes. Le système ainsi constitué est projeté sur le fond de la mer à la vitesse de 1,5 mètre par seconde. Des morceaux de roche sont emprisonnés dans la cire et remontés à la surface. L'analyse des éléments majeurs et traces de ces échantillons sera effectuée à terre après broyage. 43 *wax cores* ont été réalisés au cours de la campagne GEISEIR 2. Elles sont complétées par 8 opérations de dragage afin de remonter une quantité de roches plus importante (en moyenne, 300 kilogrammes par drague). Le grand nombre d'opérations menées avec succès a permis d'obtenir un pas d'échantillonnage très petit, de l'ordre de cinq milles nautiques.



Tête du "wax core", de retour sur le pont.
On distingue des petits morceaux de verre noir (silicate fondu) dans la cire (blanche) arrachés au plancher océanique.

Ces opérations sont complétées par des levés continus en bathymétrie, gravimétrie et magnéto-métrie.

Le 31 janvier, un court passage près de l'île d'Amsterdam permet d'embarquer cinq passagers en fin d'hivernage. Le 13 février, le déploiement du dernier réseau d'hydrophones du programme OHA-SIS-BIO (VT 112) est réalisé. Ce sismographe est déployé par beau temps. L'opération est un succès.

Sur le transit retour vers la Réunion, deux dragages sont effectués au large de Sainte Rose, en préparation de la campagne ERODER de fin d'année, visant à aider à la compréhension de la dynamique de transfert de matériaux sur les flancs de l'édifice volcanique jusqu'à la plaine abyssale.



Campagne GEISEIR 2.
Récupération d'une drague ronde bien remplie sur le pont du *Marion Dufresne*.

Chef de mission

Christophe Hemond
UMR Université de Brest / CNRS "Domaines Océaniques", Institut Universitaire Européen de la Mer (I.U.E.M), Plouzané
chhemond@univ-brest.fr

Responsable du projet OHA-SIS-BIO

Jean-Yves Royer
UMR 6538 "Domaines Océaniques", Institut Universitaire Européen de la Mer, (I.U.E.M), Plouzané
jroyer@univ-brest.fr

La campagne MDI76 / CROZETPLAC

Départ La Réunion le 22 février 2010
Arrivée à La Réunion le 15 mars 2010

La convention internationale sur le droit de la mer a été rédigée en 1982. Cet accord stipule la possibilité pour les états côtiers d'étendre les zones sous leur juridiction au delà de la zone économique exclusive. Ces extensions vers la haute mer peuvent être revendiquées sur le plateau continental (fonds marins et sous-sol) adjacent à leurs côtes, à condition de répondre à certains critères de nature géologique, morphologique et géophysique selon l'article 76 de la convention des Nations Unies sur le droit de la mer (*United Nations Convention on the Law of the Sea*). Les dossiers de revendication sont examinés par une commission spécialisée des Nations Unies. Dans les zones retenues, les états côtiers disposent de droits souverains pour l'exploitation des ressources naturelles (ressources minérales et hydrocarbures, espèces vivantes benthiques).

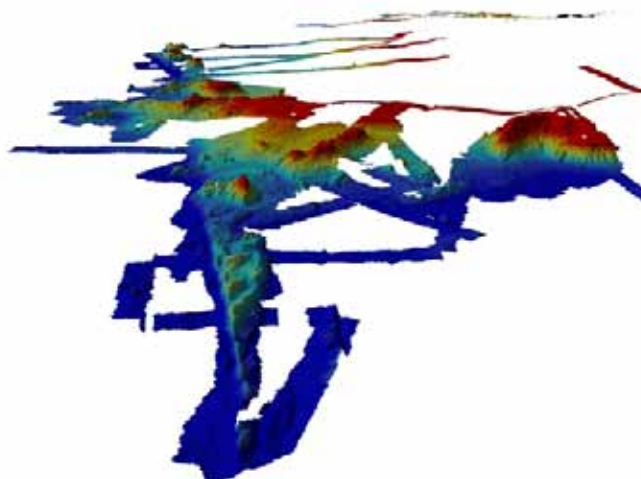
L'Afrique du Sud a affrété le *Marion-Dufresne* dans le passé afin d'effectuer les levés nécessaires à la constitution de leur dossier d'extension. La présence des îles du Prince Edward permet la revendication d'un large territoire maritime. L'Ifremer, porteur de projet EXTRAPLAC, a aussi affrété le *Marion-Dufresne* dans le même but autour de l'archipel Kerguelen.

L'archipel de Crozet est situé entre Kerguelen et les îles du Prince Edward. La "ride de la découverte", *discovery ridge*, est une zone localisée entre ces dernières et Crozet. Sa géologie intéresse à la fois les équipes sud-africaine et française, car elle peut déterminer les extensions territoriales potentielles des deux états. Une demande conjointe de la France et de l'Afrique du Sud va être déposée à l'ONU, qui va s'appuyer sur les résultats de la mission MDI76 CROZETPLAC, et proposer une délimitation communes des zones possibles d'extension des zones exclusives économiques des deux états.

Le discovery ridge est donc cartographié avec précision durant cette mission. Le sondeur multi-faisceaux est mis en œuvre en mode "mixte", pour lequel un cycle sur quatre de l'appareil est remplacé par un signal du sondeur de sédiments à 3,5 KHz. Ce sondeur à basse fréquence fournit des informations de détail sur les sédiments situés sous le fond de la mer, jusqu'à quelques centaines de mètres. La mise en œuvre du sondeur multi-faisceaux a permis la réalisation d'une carte très précise du fond sous-marin, de résolution égale à 200 mètres.

Le magnétomètre fut également utilisé avec succès. Les signaux mesurés sont utilisés pour identifier les caractéristiques physiques des structures et objets qui influencent le champ magnétique terrestre. Les mesures de gravimétrie sont également exploitées.

Le Service hydrographique et océanographique de la marine (SHOM) a participé à cette mission avec des hydrographes embarqués procédant au traitement des données de bathymétrie.



Vue en trois dimensions de données de bathymétrie acquises pour le dossier de projet d'extension de la ZEE française autour de l'archipel des Kerguelen.

Co-chefs de mission

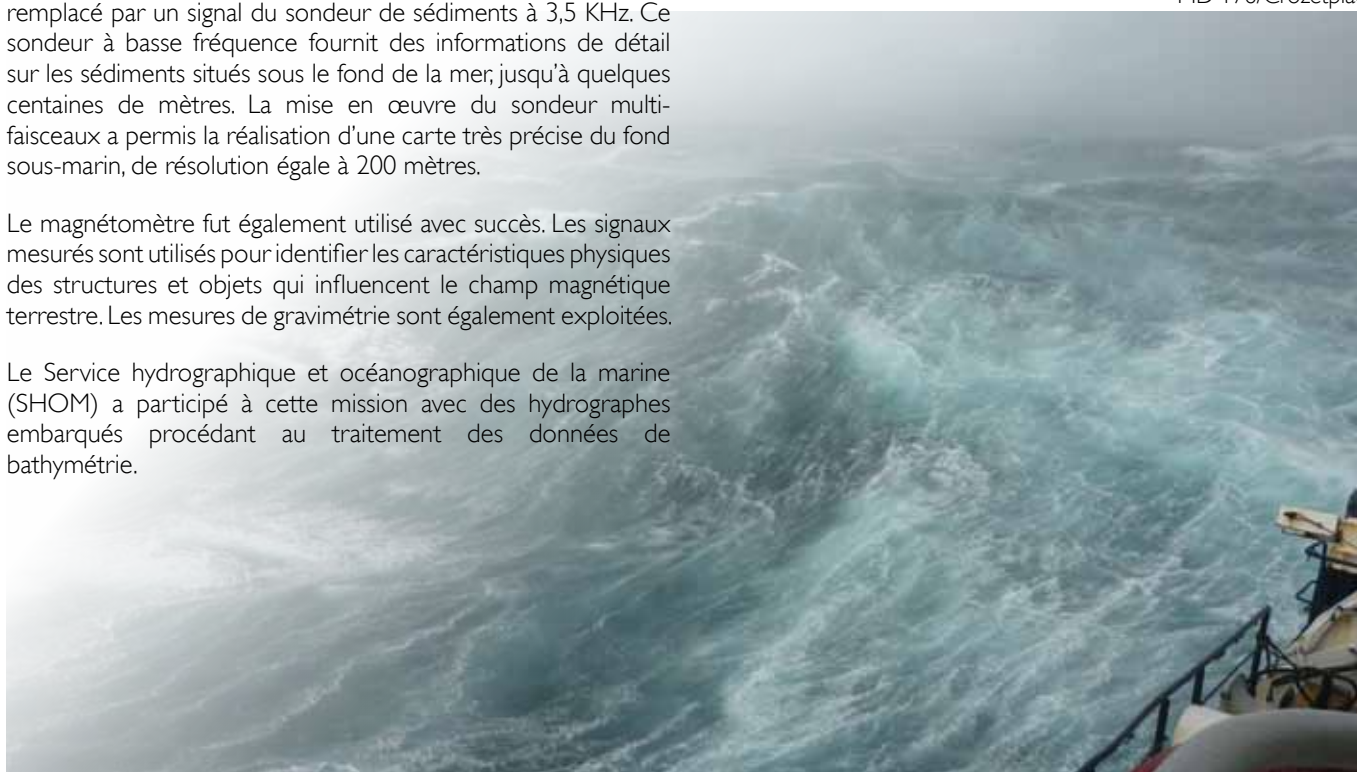
Ian Mac Lachlan
Petroleum Agency SA, Capetown, Republic of South Africa
mclachlai@petroleumagency.com

Walter Roest
IFREMER, DRO/GM, Plouzané
Walter.Roest@ifremer.fr

Responsable du SHOM à bord

Samy Youssef
SHOM, Brest
Samy.youssef@shom.fr

Type de conditions de mer rencontrées au cours de la mission
MD 176/Crozetplac



L'arrêt technique

Du 30 avril au 14 mai 2010 à Singapour

Au cours de l'arrêt technique, le navire est resté à flot et seuls des travaux à bord ont pu être réalisés.

Une nouvelle grue a été installée pour la manutention légère à l'arrière du navire en remplacement de l'ancienne et la grande grue située à l'avant du navire a été révisée. Des nouveaux vérins ont été installés.

En ce qui concerne l'instrumentation, la grande baie située dans la partie centrale du PC scientifique a été entièrement réorganisée. Un nouveau câblage a été entrepris.

En sortie de l'arrêt technique, la première partie de la campagne de carottage MD178 MONOCIR, qui impliquaient des scientifiques français du Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement et du *Tonji University* en Chine, a été annulée, par défaut d'obtention à temps des permis de travaux requis, dans une zone à la géopolitique complexe.



La campagne MD 178 TAIWAN

Départ de Kaoshiung (Taïwan) le 28 mai 2010

Arrivée à Kaoshiung (Taïwan) le 08 juin 2010

La campagne MD 178 Taïwan est un affrètement du *Marion Dufresne* par le *Central Geological Survey* de Taïwan. Il s'agit d'évaluer les ressources et de détecter les zones d'accumulation en hydrates de gaz dans la ZEE taïwanaise.

Les hydrates de gaz naturels ont l'apparence et la consistance de la glace. Ce sont des molécules de gaz (comme le méthane) entourées par un réseau de molécules d'eau disposées en cage. Dans la nature, ils sont stables dans certaines conditions de température et de pression. De très grandes quantités de gaz peuvent être stockées sous forme d'hydrates. Un volume unitaire d'hydrate peut ainsi emmagasiner (ou libérer) 160 volumes de méthane durant sa formation (ou sa décomposition).

La formation et la conservation d'hydrates de gaz dans les sédiments marins exigent des pressions élevées et des températures basses. La zone de stabilité des hydrates s'étend du fond de la mer à une profondeur maximale dans les sédiments qui est dictée principalement par les conditions de température ambiante. Au-delà de cette profondeur, la température est trop élevée. En pratique, les hydrates de gaz sont presque toujours rencontrés dans les 500 premiers mètres sédimentaires sous le fond de la mer.

Les opérations se déroulent dans le bassin Sud-Ouest de l'île de Taïwan. Trente six carottages sont effectués (de type gravité, flux de chaleur, carottier à section carrée et Calypso). Ils permettent de ramener une grande quantité de sédiments, certains échantillons contenant effectivement des hydrates de gaz.

Ces opérations représentent un défi technologique du fait de la nature même des sédiments, de la variation brutale de la cohésion des sédiments et des hydrates de gaz, et de l'instabilité majeure des hydrates. De faibles variations des conditions de température et de pression déclenchent l'instabilité et il est particulièrement difficile de remonter des hydrates sous leur forme *in situ* à bord.

Les objectifs de la mission sont amplement dépassés.

Chef de mission

Yun Shuen Wang
Central Geological Survey MOEA, Taipei, Taïwan
wangys@moeacgs.gov.tw

La campagne MD 179 JAPAN SEA GAS HYDRATE

Départ de Naoetsu (Japon) le 09 juin 2010
Arrivée à Otaru (Japon) le 26 juin 2010

La campagne MD 179 JSGH (*JAPAN SEA GAS HYDRATE*) est un affrètement du *Marion Dufresne* par le groupe "Gas Hydrates" de l'école des sciences de l'Université de Tokyo.

Elle a pour opérations des carottages longs dans des sédiments comportant des hydrates de méthane, ainsi que des mesures de flux de chaleur, dans le bassin de Joetsu (SW Japon) et celui d'Okushiri (NW Japon).



Gros blocs d'hydrates de gaz extraits au cours de la mission
MD179 JAPAN SEA GAZ HYDRATE.

Le bassin de Joetsu, situé sur la marge est de la mer du Japon, est la zone de ce pays la plus intéressante pour l'étude des hydrates de gaz. Des suintements actifs de méthane et des concrétions carbonatées, témoins de la présence d'hydrates de gaz, ont été détectés. Les objectifs de cette mission sont triples :

- Tenter de remonter à la surface des échantillons d'hydrates de gaz à la fois des zones de forte et faible profondeurs afin de retracer l'évolution des gaz immergés
- Obtenir des sédiments d'âge supérieur à 200 millions d'années, afin d'étudier l'impact potentiel des transitions glacial-interglacial sur la stabilité des hydrates de gaz
- Caractériser la lithologie et les propriétés physiques des hydrates de gaz

Trente-cinq carottages sont réalisés en mer du Japon : 13 carottages de type Calypso, 7 carottages de type "Casq", 8 carottages de type "gravité" et 7 mesures (toutes réussies) de flux de chaleur dans le sédiment qui permettent de remonter à la surface un total de 343 mètres de sédiment océanique.

Le sédiment s'avère être dur et collant. Un certain nombre de carottes contiennent effectivement des hydrates de gaz, notamment des hydrates de gaz "profonds" (extraits à une profondeur proche de 30 mètres sous le fond), qui devraient apporter des informations importantes sur la différenciation et le fractionnement des gaz pendant la formation du sédiment marin. Les carottes extraites doivent permettre de remonter environ 200 000 années dans le passé, au vu des couches de cendres témoins détectées à différents niveaux.

Cette campagne a permis de renforcer le savoir-faire développé lors de la campagne précédente en termes de carottage dans les hydrates de gaz. Ce savoir-faire a été vite reconnu par les équipes scientifiques spécialistes des hydrates de gaz participant aux campagnes et a mené à des propositions d'affrètements, l'une d'elle ayant été réalisée en 2011 au Brésil.

Chef de mission

Ryo Matsumoto
Tokyo Faculty of Science, Geological
Institute, Department of Earth and Planetary Science,
Tokyo Japon
ryo@eps.s.u-tokyo.ac.jp



La campagne MD 180 INDOMIX

Départ de Sorong (Indonésie) le 09 juillet 2010
Arrivée à Surabaya (Indonésie) le 19 juillet 2010

Cette campagne s'est déroulée dans l'archipel Indonésien et a commencé par des mesures dans la mer d'Halmahera (130°E, 1°S) et dans la mer de Banda (126°E, 6°S) pour se terminer dans le détroit de Ombai (125°S, 8°S).

Le mélange vertical des eaux est une composante essentielle au maintien de la circulation thermohaline. La grande boucle thermohaline est constituée de la combinaison des principaux courants marins superficiels et profonds de tous les océans. Il s'agit d'un des principaux mécanismes modulateurs du système climatique de la planète. Cette circulation océanique "globale" est la circulation permanente à grande échelle engendrée par des écarts de température et de salinité des masses d'eau.

Dans les régions tropicales, ces remontées d'eaux froides sont susceptibles d'influencer fortement le climat en modifiant la température des eaux de surface. Cette température agit sur l'atmosphère par la formation de nuage et l'intensification des vents.

L'énergie mécanique nécessaire à ce mélange vertical des eaux provient en grande partie du déferlement d'ondes internes qui se propagent à l'intérieur de l'océan, dont la moitié est forcée par la marée de surface. De telles ondes sont générées lorsque les eaux profondes, en mouvement du fait de la marée, rencontrent un relief sous-marin. Elles se propagent alors sur des distances très variées jusqu'à s'atténuer ou déferler si elles deviennent instables. Comme dans le cas d'une vague de surface, le déferlement de ces ondes produit un mélange considérable des eaux à l'interface des deux couches de densités différentes. L'ampleur de ce mélange dépend principalement de l'amplitude et des mécanismes de déferlement de l'onde interne, eux-mêmes fonction de la stratification des eaux et de la latitude. Ces mécanismes de déferlement ainsi que la distribution spatiale très hétérogène des zones de fort mélange, tant sur la verticale que sur l'horizontale, sont encore très mal connus.

La région indonésienne est le théâtre de fortes générations d'ondes internes de marée dont une part significative est vraisemblablement dissipée dans la thermocline. La campagne INDOMIX a pour objectif de mesurer ces ondes et de produire une estimation de leur taux de dissipation.

Les moyens déployés doivent permettre de déterminer la dissipation d'énergie grâce à des mesures de microstructure. Un profileur de microstructure équipé de capteurs à très haute fréquence de température et de cisaillement est utilisé. Le cisaillement se produit lorsque deux masses d'eaux contiguës se propagent en sens inverses. Les résolutions verticales obtenues vont du centimètre au millimètre.

Des mesures classiques d'hydrologie et de courantologie (respectivement profils CTD et LADCP avec une résolution verticale allant de 10 à 1 m) sont utilisées pour caractériser le champ d'ondes internes.

Ces mesures conjointes permettent de relier les propriétés du champ d'ondes internes au niveau de turbulence. Elles sont réalisées en point fixe pendant 24 heures pour couvrir un cycle de marée diurne. Pendant ces stations, des prélèvements d'eau pour mesurer les éléments traces, dont le néodyme, le radium et l'actinium, et l'oxygène, les sels nutritifs et le plancton ont été réalisés. Des "XCTDs", sondes perdables qui permettent de mesurer la température et la salinité dans la colonne d'eau, ont été régulièrement lancées. Finalement, deux fois par jours, des lâchers de ballon sonde ont été effectués. Ils seront utiles aux prévisions météorologiques. Ces données permettront aussi de calculer les flux présents entre l'océan et l'atmosphère, en complément des données classiques de météorologie embarquée.

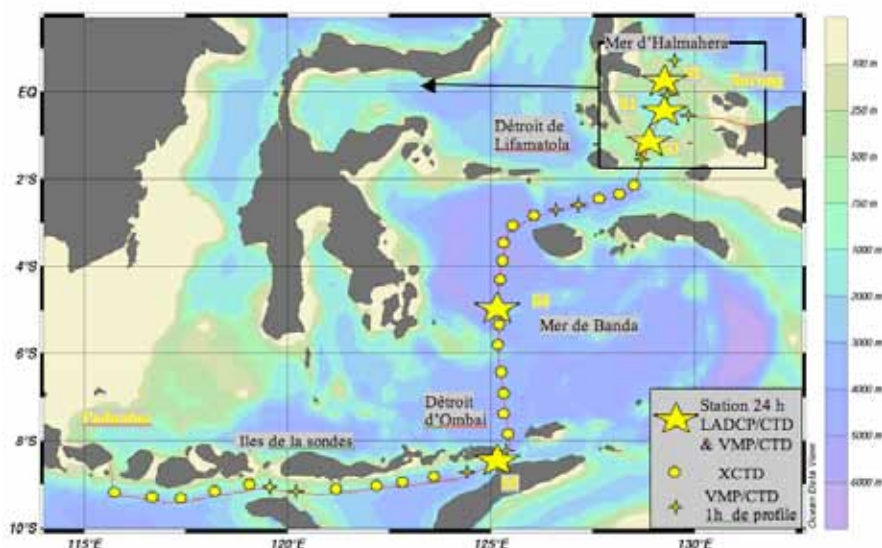
Il faut noter que de grandes difficultés administratives ont été rencontrées pour la réalisation de la campagne malgré l'obtention (difficile, elle aussi) de toutes les autorisations de travaux nécessaires en temps et en heure.

Chef de mission

Ariane Koch Larrouy
LEGOS / OMP, Laboratoire d'Etudes en Géophysique et
Océanographie Spatiales, Toulouse
Ariane.Koch-Larrouy@legos.obs-mip.fr

Autres laboratoires impliqués

- LOCEAN, Université de Jussieu, Paris
- IPB Indonésie, Institut Pertanian Bogor, Java, Indonésie



Trajet de la campagne MD 180 INDOMIX et positions des opérations réalisées.

La campagne MD 181 MONOCIR LEG 2

MONsoon and Oceanic CIRculation

Départ de Surabaya (Indonésie) le 20 juillet 2010
Retour à Bitung (Indonésie) le 30 juillet 2010

La campagne MONOCIR 2 est le second leg de la campagne malheureusement annulée pour faute d'autorisation de travaux au départ de Singapour. Participaient au volet indonésien de cette campagne, le Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (CEA/CNRS/UVSQ) à Gif-sur-Yvette en France et le *Marine Geological Institute* à Bandung en Indonésie accompagnés également de l'Institut de technologie de Bandung, l'Université Tongji de Shanghai et l'Institut de géologie et géophysique de Pékin en Chine. Cette campagne avait pour but de prélever des séries sédimentaires de grandes longueurs pour étudier deux éléments majeurs dans cette région clé :

- Les changements passés de la mousson sud-est asiatique.
- La variabilité de la circulation océanique entre l'océan Pacifique et l'océan Indien.

Les recherches climatiques conduites lors des deux dernières décennies ont montré que le climat a naturellement subi des fluctuations associées aux paramètres orbitaux de la terre, mais également des fluctuations mesurables à des échelles de temps plus courtes de l'ordre de la centaine au millier d'années. D'abord mises en évidence grâce aux carottes de glaces polaires, ces variations rapides ont aussi été observées dans les sédiments marins. L'océan a donc joué un rôle majeur dans ces phénomènes. Toutefois, quelle que soit l'échelle de temps des fluctuations climatiques observées, la question reste encore posée du rôle joué par les régions de basses latitudes. Elles sont, d'une part, le lieu majeur d'échanges de chaleur et d'humidité entre l'océan et l'atmosphère via le phénomène de mousson et, d'autre part, elles sont au cœur des échanges hydrographiques entre différents océans, ce qui est particulièrement vrai pour l'Indonésie. L'importance de ce rôle et la compréhension des mécanismes mis en jeu sont des problèmes critiques à résoudre notamment face aux préoccupations actuelles liées au changement climatique actuel et futur.

La campagne MONOCIR-Leg 2 s'est déroulée dans l'une des régions centrales de la mousson est-asiatique et dans une zone clé de la circulation océanique puisque l'*Indonesian Throughflow* (ITF), reliant l'océan Pacifique à l'océan Indien et traversant l'archipel indonésien, est l'une des composantes majeures de la circulation globale thermohaline.

Une équipe de 16 scientifiques (4 français, 5 indonésiens et 7 chinois) parmi lesquels des chercheurs, techniciens, ingénieurs et étudiants, ont participé à cette campagne très dense. En 9 jours, 8 sites de carottage ont été explorés et un total d'environ 255 mètres de sédiment a été prélevé avec un maximum de 46,1 mètre pour la plus longue carotte. La campagne a débuté à Surabaya et les premiers sites ont été répartis du sud vers le nord du détroit de Makassar, entre les îles de Sulawesi et Bornéo, passage principal de l'ITF. Le navire s'est ensuite dirigé vers l'est pour traverser la mer des Moluques puis contourner l'île d'Halmahera vers le nord pour entrer dans la mer d'Halmahera où trois stations de carottage ont été réalisées à différentes profondeurs. Le port de débarquement a alors été rallié : Bitung, presque à l'extrémité est du bras nord de Sulawesi.

Comme dans toutes les campagnes océanographiques, les carottes, une fois amenées sur le pont par l'équipage, ont été tout d'abord précisément "étiquetées" et sectionnées en tronçons d'un mètre et demi. Ces sections ont ensuite été ouvertes dans le sens de la longueur en deux moitiés pour avoir accès au sédiment. Une moitié a été immédiatement décrite et l'autre a été utilisée pour réaliser des mesures préliminaires non destructrices. Les deux moitiés ont ensuite été emballées pour leur transport jusqu'aux différents laboratoires et leur conservation.



Carottage de type Calypso effectué au cours de la mission MONOCIR leg 2.

Une phase préliminaire des analyses à terre, mais indispensable, consistera à la mise en place du cadre chronologique très précis des séries prélevées. Ensuite, les analyses de laboratoire, comprenant entre autres la reconnaissance par leur squelette carbonaté des différentes espèces de microfaunes, les mesures des isotopes stables du carbone et de l'oxygène et celles de certains éléments traces de ces mêmes micro-coquilles, les propriétés des minéraux magnétiques, la granulométrie du sédiment devraient permettre de répondre au moins en partie aux questions scientifiques principales suivantes :

- quelle a été l'évolution des précipitations sur le continent et les îles et quel est leur impact sur la décharge détritique en mer ?
- quels sont les effets régionaux de la mousson est-asiatique suivant les périodes de temps ?
- quelle est la variabilité passée de la circulation ouest-Pacifique et de sa connexion avec l'océan Indien (*Indonesian Throughflow*) à différentes échelles de temps ?
- quelles ont été les relations entre les bas niveaux marins et les phases de réduction de cette connexion ?
- quelles sont les relations de phase entre les variations de mousson et de circulation de surface et profonde d'une part et les forçages et télé-connexions avec les hautes latitudes d'autre part ?

Les données obtenues seront à terme intégrées dans les modèles de mousson et de circulation.

Les mêmes difficultés administratives ont été rencontrées lors de cette campagne en Indonésie, malgré le long travail préparatoire d'obtention des permis de travaux et visas de recherche.

Le retour du navire vers La Réunion donne lieu à l'essai technique "Lidar" pour tester la pertinence d'un recueil de données photométriques sur le trajet du lever au coucher du soleil. L'analyse du spectre du rayonnement solaire est déduite de cette mesure. Elle permet d'estimer l'impact de la pollution terrestre (fumées et pollution urbaine) sur l'océan Indien. En tout, 195 séries du spectre solaire ont été acquises entre le 31 juillet et le soir du 13 août. Ces données ont été transmises chaque jour à la NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) pour mise à disposition de l'ensemble de la communauté scientifique seulement quelques heures après leur envoi.

Chef de mission

Catherine Kissel
LSCE / IPSL, Gif-sur-Yvette, France
Catherine.Kissel@lsce.ipsl.fr

Autres laboratoires impliqués

- Marine Geological Institute, Bandung, Indonésie
- Institut Teknologi, Bandung, Indonésie
- Tongji University of Shanghai, République Populaire de Chine
- Institut de géologie et géophysique de Pékin, Beijing, République Populaire de Chine

Responsable de l'essai technique Lidar

Yann Courcoux
UMS 3365 – UMR 8105, Saint-Denis, Ile de La Réunion
yann.courcoux@univ-reunion.fr



Ouverture des sections de carottes sédimentaires sur le pont

La campagne MD 182 ERODER 3

Erosion et démantèlement de l'édifice volcanique de La Réunion

Départ de La Réunion le 16 septembre 2010
Retour à La Réunion le 01 octobre 2010

Le projet ERODER a pour objet l'étude des processus de démantèlement des édifices volcaniques. Les rôles respectifs des déstabilisations de flancs, de l'érosion ainsi que la dynamique du transfert de matériaux sur les flancs de l'édifice volcanique jusqu'à la plaine abyssale sont analysés. L'approche adoptée prend en compte de façon simultanée les processus terrestres et marins.

ERODER 3 est la troisième campagne du projet ERODER, qui en compte quatre. La mise en œuvre du sonar latéral tracté TOBI (*Towed Ocean Bottom Instrument*), prêté par le NOCS (voir Focus sur une campagne) dans le cadre de l'OFEG via Ifremer, permet d'acquérir des images de très haute résolution. Ces dernières améliorent les connaissances sur la genèse des grandes avalanches de débris et sur les courants de turbidité. Les processus physiques associés (processus rapide d'érosion, de transport et de dépôt) sont également analysés.

Towed Ocean Bottom Instrument TOBI

Le sonar latéral tracté TOBI est un système développé pour l'investigation du plancher océanique et de ses structures saillantes. Ce système lourd (plus de deux tonnes dans l'air) et très performant peut être immergé jusqu'à une profondeur de 6000 mètres. Il a été développé au NOCS (National Oceanography Centre, Southampton) et utilise une technologie mixte de sonar latéral et de sondeur bathymétrique afin de produire des images du relief sous-marin de haute qualité. Le TOBI est aussi équipé d'un sondeur de sédiments, d'une sonde CTD (Conductivité, Température, Profondeur), d'un magnétomètre à trois composantes spatiales, d'un néphélographe qui mesure la turbidité de l'eau et quelques autres instruments plus spécifiques pour l'évaluation de la biologie et de la chimie de l'eau de mer.

Les levés ont été choisis de façon à obtenir une image à haute résolution des principales structures résultant de ces différents processus. Ces structures ont été identifiées au cours des campagnes précédentes. Pendant les levés, des acquisitions au magnétomètre, au gravimètre et au sondeur de sédiments sont également réalisées.

L'équipe scientifique embarquée est composée de chercheurs et d'ingénieurs de l'Université de Bretagne Occidentale (UBO Brest), de l'Université de La Réunion, de l'Institut de physique du globe de Paris, de l'Université de Pau et de l'Université de Clermont-Ferrand. Quatre ingénieurs anglais du *National Oceanographic Center de Southampton* étaient également présents à bord. Ils sont en charge des opérations de mise en œuvre du TOBI et du traitement des données générées.

Le *Marion-Dufresne* a parcouru 620 milles au cours de cette courte mission. Le départ a été retardé de près de 43 heures en raison de problèmes liés au chargement du treuil du TOBI. Ce retard a été en partie compensé par une extension de la campagne d'une durée de 24 heures. De plus, la vitesse moyenne du navire a été poussée afin d'atteindre les objectifs de la mission.

Les données du sonar TOBI ont permis de couvrir 443 milles nautiques. La qualité des données enregistrées est excellente, au-delà des attentes de l'équipe scientifique. Pour les structures dont les images ont été réalisées, la grande largeur de la fauchée au sol (6 kilomètres environ) présente un intérêt fort. Les images présentent une excellente résolution (pixels de taille égale à 3 mètres), qui permet de bien identifier les structures sédimentaires.

Le premier levé a permis de cartographier les systèmes turbiditiques de Mafate et Saint-Denis, au long d'un tronçon de 98 milles réalisé dans le nord-ouest de l'île. Un second tronçon de 146 milles a permis d'imager le système turbiditique de Salazie, le haut des pentes des façades nord et est du Piton de la Fournaise et les dépôts d'avalanche de débris sur le flanc est de la Fournaise. Le troisième levé a été réalisé au sud de l'île, sur une distance égale à 182 milles. Il a permis de réaliser des images des dépôts chaotiques du flanc sud du Piton de la Fournaise, d'une partie du mont sous-marin "cône Eliane" et d'une portion du système turbiditique de Cilaos. Cependant, ce dernier levé a été largement tronqué, en raison d'une panne du TOBI due à l'étanchéité défectueuse d'un connecteur.

C'est également au cours de cette mission que le nouveau magnétomètre qui équipe le *Marion-Dufresne* est mis en œuvre avec succès. Il s'agit d'un modèle "Sea spy" de la société Marine Magnetics.

Co-chefs de mission

Nathalie Babonneau
UMR 6538 "Domaines océaniques", Institut Universitaire Européen de la Mer, Plouzané, France
nathalie.babonneau@univ-brest.fr

Patrick Bachelery
Laboratoire Géosciences Réunion – IPGF, Saint Denis, Ile de La Réunion
bachel@univ-reunion.fr

Organismes participants

- Institut de Physique du Globe, Paris, France
- Université de Pau et des Pays de l'Adour, Pau, France
- Observatoire de Physique du Globe, Laboratoire Magmas et Volcans, Aubière, France
- National Oceanography, Southampton, England





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 chargée de la mise en œuvre des programmes de recherche scientifique 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 matériels 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*.

www.institut-polaire.fr



Les chiffres de l'IPEV

Représentations dans les instances internationales

Yves Frenot :

Président du Comité pour la protection de l'Environnement Polaire, protocole de Madrid
Délégué français à la Réunion Consultative du Traité sur l'Antarctique (RCTA)
Délégué français au Council of Managers of National Antarctic Programmes (COMNAP)

Patrice Godon :

Délégué français au Council of Managers of National Antarctic Programmes (COMNAP)



Conseil d'administration

Président : Eric Brun

Représentants des organismes membres du Groupement d'Intérêt Public

Ary Bruand	Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche
Véronique Brumeaux	Ministère des Affaires Étrangères
Jean-François Stephan	CNRS
Jean-Yves Perrot	IFREMER
Yves Caristan	CEA
Pascale Ulte-Guerard	CNES
Gérard Le Bars	Météo France
Christian Gaudin	TAAF
Jean-Claude Duplessy	EPF

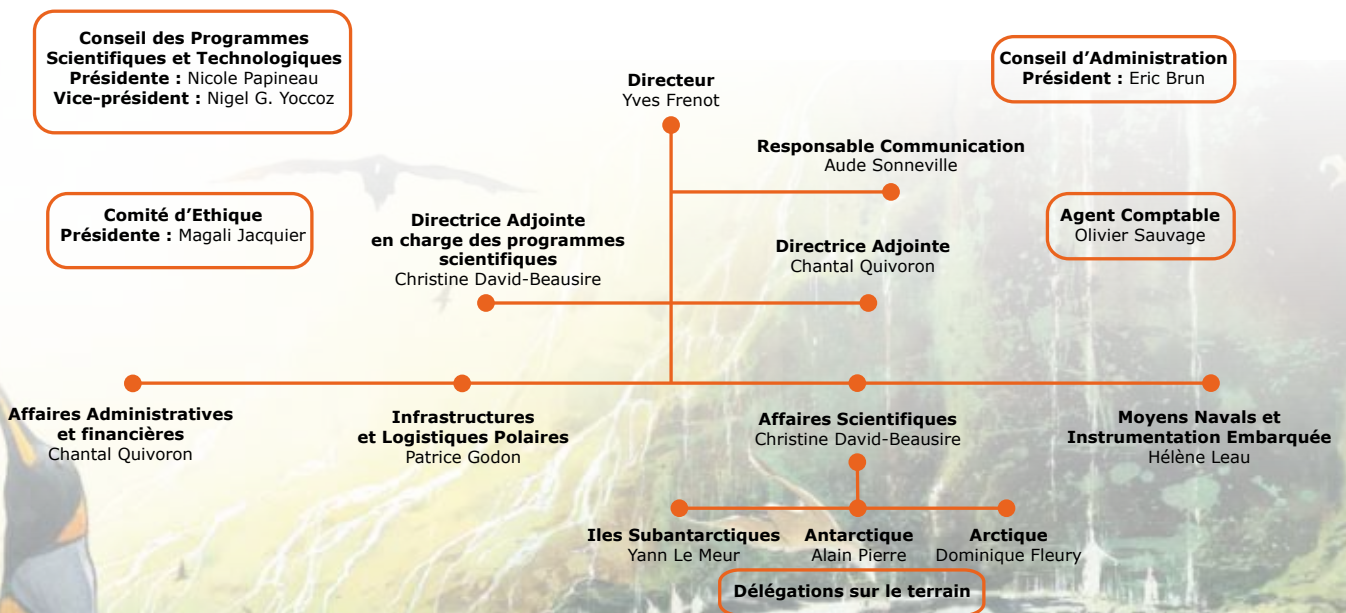
Participants avec voix consultatives

Benoit Debosque	Commissaire du Gouvernement
Jean-Yves Parsseigny	Contrôle général économique et financier
Marie-Pierre Campo	Ministère de l'Outre Mer
Laurence Petitguillaume	Ministère de l'Écologie et du Développement Durable
Stéphanie Brehin	Ministère du Budget
Antje Boetus	Personnalité extérieure

Composition du conseil des programmes scientifiques et technologiques

Franck Bassinot	Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, CEA, Gif-sur-Yvette
Jean-Pierre Brun	Université de Rennes 1, Géosciences, Rennes
Fabienne Casoli	Centre National d'Etudes Spatiales, Paris
Thierry Heulin	Institut de Biologie Environnementale et de Biotechnologie, CNRS, St Paul-lez-Durance
Marie-France Loutre	Université catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve (Belgique)
Roland Neuber	Alfred-Wegener-Institute für Polar - und Meeresforschung, Bremerhaven (Allemagne)
Karine Olu	Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer, Plouzané
Nicole Papineau	Institut Pierre Simon Laplace des sciences de l'environnement, Paris <i>Présidente</i>
Michel Pascal	Ecologie des Invasions Biologiques, INRA, Rennes <i>Président du Comité de l'Environnement polaire, Membre de droit</i>
Frédérique Rémy	Laboratoire d'Etudes en Géophysique et Océanographie Spatiales, CNRS, Toulouse
David Salas y Melia	Groupe d'Etude de l'Atmosphère Météorologique, Météo-France, Toulouse
Michael Stoddart	Institute for Marine and Antarctic Studies, Hobart (Australie)
Jean-Louis Tison	Laboratoire de Glaciologie, Département des Science de la Terre et de l'Environnement, Université libre de Bruxelles (Belgique)
Eric Villenave	Institut des Sciences Moléculaires, CNRS, Bordeaux
Rory P. Wilson	University of Environmental Sustainability, University of Swansea (Royaume-Uni)
Nigel G. Yoccoz	Institute of Biology, Tromsø (Norvège) <i>Vice-président</i>

Organigramme général 2010



Les chiffres de l'année

Budget global 2010

Etat prévisionnel des recettes et dépenses 2010

Budget prévisionnel 2010

28 515 508,94 € TTC Section fonctionnement
5 231 228,38 € TTC Section investissement

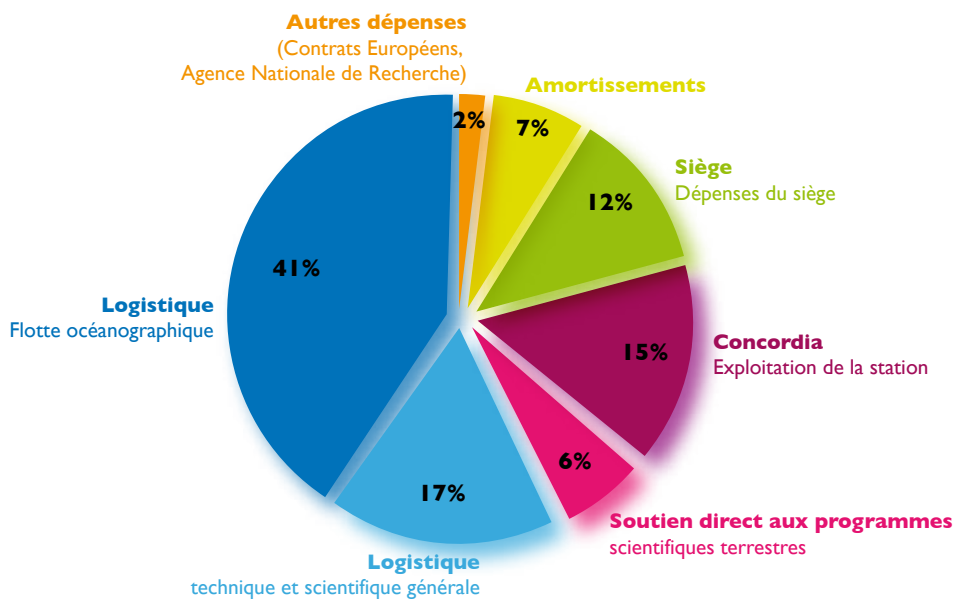
Réalisation budgétaire Section fonctionnement

27 272 470,51 € TTC Dépenses réalisées
27 250 560,95 € TTC Recettes réalisées

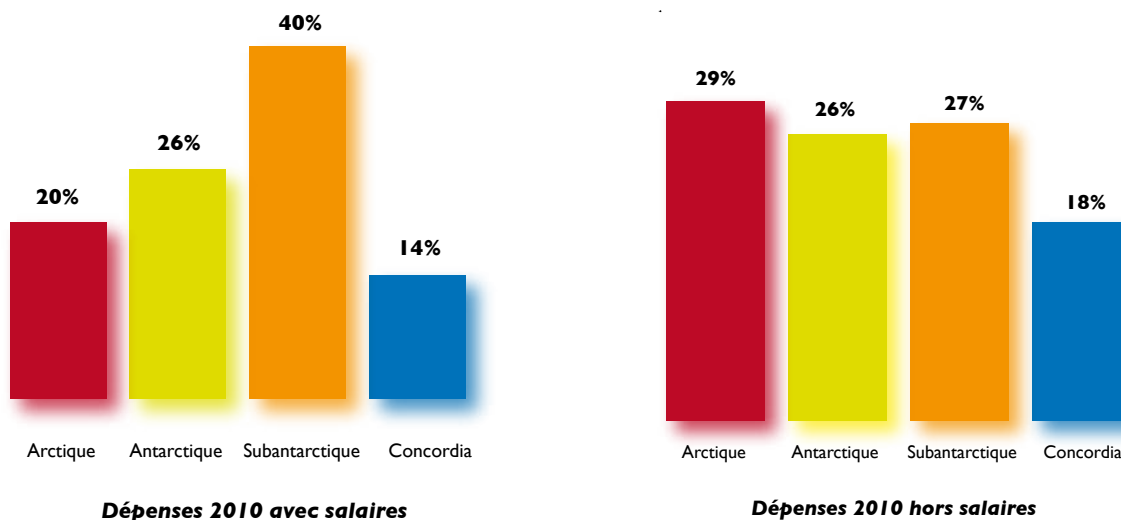
Réalisation budgétaire Section investissement

4 077 362,32 € TTC Dépenses réalisées
2 766 907,60 € TTC Recettes réalisées

Ventilation des dépenses par secteur d'activités pour l'exercice 2010



Répartition du soutien direct aux programmes scientifiques terrestres



Récapitulatif des personnes ayant séjourné dans les bases en 2010 (campagne d'été 2010-2011)

ANTARCTIQUE

	Nombre de personnes	Nombre de jours terrain
Personnel permanent (campagne d'été)	26	788
Personnel contractuel DDU (campagne d'été)	20	898
Personnel contractuel Concordia (campagne d'été)	34	1595
Personnel contractuel DDU (hivernant)	16	2043
Personnel contractuel Concordia (hivernant)	12	1525
Personnel scientifique DDU (campagne d'été)	82	931
Personnel scientifique Concordia (campagne d'été)	44	996
Personnel scientifique DDU (hivernant)	2	29
Personnel scientifique Concordia (hivernant)	8	825
VCAT techniques DDU	15	1922
VCAT scientifiques DDU	25	3580
VI scientifiques Concordia	4	372
Autres (campagne d'été)	24	419
Autres DDU (hivernant)	21	2747
Autres Concordia (hivernant)	12	2240
Total Antarctique	345	20910

SUBANTARCTIQUE

Personnel permanent du siège (campagne d'été)	13	336
Personnel contractuel (campagne d'été)	3	58
Personnel scientifique (campagne d'été)	80	2628
VCAT techniques	5	546
VCAT scientifiques	65	9052
Autres (campagne d'été)	7	202
Total Subantarctique	173	12822

ARCTIQUE

Norvège (Svalbard-AWIPEV)

Personnel permanent du siège (campagne d'été)	6	123
Personnel scientifique (campagne d'été)	51	1120
Volontaire international	2	410
Personnel contractuel scientifique	2	68
Total Norvège	61	1721

Total Arctique	102	3164
-----------------------	------------	-------------







Annexes

ARCTIQUE SCIENCES DE L'HOMME

Dynamiques, Ressources, Innovations et Stratégies des Communautés Littorales de l'Atlantique-nord 446 - DRISCLA-Nord Geistdoerfer Alette

Laboratoire d'Ecoanthropologie et Ethnobiologie - Hommes, natures, sociétés
Muséum d'Histoire Naturelle, Paris
Islande

L'objectif de ce programme de recherche anthropologique est de constituer un savoir sur les modes d'appropriation des politiques nationales de gestion des ressources par des populations de l'Atlantique Nord. Dans un contexte de bouleversements économiques, sociaux, politiques et culturels, nous inventorierons, analyserons et comparerons les stratégies originales des habitants de communautés littorales islandaises et norvégiennes.

Considering economical, social and cultural upheavals which presently affect the North Atlantic area, it seems highly necessary to take account of and analyse resources and strategies of coastal village inhabitants in Iceland and Norway. This comparative ethnological study is part of an anthropological program whose purpose is to develop an understanding for the way coastal populations faces national or regional policies.

Fêter les esprits aujourd'hui en Sibérie septentrionale 1024 - FESTIVETHNO

Vaté Virginie

Groupe Sociétés, Religions, Laïcités CNRS/EPHE, Paris
Iakoutie

Le programme pluriannuel Festivethno analyse les croyances et les rites pratiqués individuellement ou collectivement par les Iakoutes et les autres peuples sibériens de la République Sakha (Iakoutie) au nord-est de la Fédération de Russie. Il a pour but de collecter des informations écrites, orales et visuelles en contexte citadin et extra-citadin et étudie les processus de patrimonialisation de la nature et des rituels qui y sont liés en Sibérie septentrionale. Ce programme prévoit de lier géographie humaine et anthropologie. La recherche est réalisée par Emilie Maj et supervisée par Virginie Vaté.

The pluriannual programme Festivethno analyses the beliefs and rites individually or collectively practiced by the Yakuts and by the other Siberian peoples of the Sakha Republic (Yakutia) north-east of the Russian Federation. It aims to collect written, oral, and visual informations in urban and extra-urban contexts and explore the process of owning nature and the rituals associated with it in Northern Siberia. This program intends to link the approaches of human geography with the prospects of anthropology. The research is carried out by Emilie Maj and supervised by Virginie Vaté.

Adaptation humaine à Verkhoïansk. Des corps gelés aux populations actuelles. 1038 - HUMAD-MAFSO

Crubezy Eric

Laboratoire AMIS - FRE 2960, Toulouse
Sibérie Orientale

Le projet HUMAD-MAFSO porte sur l'histoire du peuplement ainsi que celle de l'adaptation humaine à l'une des zones les plus froides de la planète (monts de Verkhoïansk) où ont coexisté et/ou coexistent, populations autochtones de chasseurs/cueilleurs (Youkaghirs et leurs ancêtres), éleveurs de vaches et de chevaux (Iakoutes déjà présents en 1638), et populations d'origine russe. L'histoire du peuplement sera basée sur la comparaison entre populations anciennes et contemporaines en utilisant les mêmes marqueurs génétiques. L'adaptation sera étudiée sur les bases de la co-évolution homme/milieu en ciblant l'évolution des maladies infectieuses et parasitaires et celle du microbiote. Ces travaux se développeront à partir de la fouille et de l'étude de prélèvements provenant d'une part de tombes gelées, d'autre part de populations contemporaines bien définies. Pour ces dernières, l'accent sera mis sur des maladies émergentes déjà repérées par notre équipe.

The project HUMAD-MAFSO investigates the settlement history and human adaptations to one of the coldest areas of the world, the mountain region of Verkhoïansk, where populations of autochthonous hunter-gathers (Youkaghirs and their ancestors), cow herders and horse breeders (Yakuts already present in 1638) and populations of Russian origin coexisted and/or coexist. The settlement history will be investigated by comparing both modern and ancient populations, by using the same genetic markers. Adaptations will be studied on the basis of the co-evolution between man and the environment, by focusing on the evolution of infectious diseases, parasites and microbes. This research will involve on one hand the excavation and sampling of frozen tombs, and on the other hand, the sampling of modern populations. For the latter, an emphasis will be made on the investigation of infectious diseases, already considered by our team.

Perceptions et représentations (Inuit, Cris, Occidentaux) des paysages dans le projet de parc national Tursujuq 1043 - NUNA

Joliet Fabienne Jeanne

Laboratoire Paysage - Département Paysage, Angers
Nunavik

A l'heure du réchauffement climatique, des revendications et reconnaissances ethniques, du Plan Nord Québécois, le projet de création du Parc National Tursujuq est à l'étude. Le

plus vaste du Nunavik (et du Québec), son périmètre de nature est l'expression de représentations paysagères divergentes, les habitants autochtones (Inuit et Cris) d'une part, les visiteurs occidentaux d'autre part. Ce projet de recherche est focalisé sur l'étude de ces représentations paysagères plurielles, dans le but d'un accompagnement respectueux et inventif du projet de parc en cours.

The Tursujuq National Park Creation Project comes under study at a time when Global Warming, the North Quebec Plan and ethnic claims and recognition are of great concern. This park, the biggest in Nunavik –and even in Quebec – expresses through its perimeter of nature diverging landscape representations: on the one hand, the indigenous people (Inuit and Cree), on the other hand, Western visitors. The research project will focalise on the study of these plural landscape representations, in order to guarantee a respectful and creative accompaniment of the National Park Project.

Transformation des rapports d'autorité et émergence de la figure du leader politique chez les Inuit du Nunavik au XXe siècle. 1135 - LEADERPOL

Cohen Yves

Centre de recherches historiques - EHESS-CNRS, Paris

Arctique québécois

Ce programme de recherche vise à étudier la transformation des pratiques liées à l'autorité chez les Inuit du Canada au cours du XXe siècle (et plus particulièrement chez les Inuit du Nunavik, Arctique québécois) et à analyser l'apparition de la figure du leader politique. Il s'agit de comprendre le processus d'institutionnalisation de l'Arctique canadien, la professionnalisation progressive des leaders politiques et leur émergence, en tant qu'acteurs politiques, sur les scènes nationales et internationales.

This research program aims at examining the transformation of authority practices in the Canadian Inuit society during the 20th century (in particular in Nunavik Inuit) and analyzing the emergence of the political leader. The question is 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.

ARCTIQUE

SCIENCES DE L'UNIVERS

Hydro-Loven-FLOWS 304 - HYDRO-LOVEN-FLOWS

Griselin Madeleine

Université de Franche-Comté - Théma-
CNRS, Besançon

Spitsberg

Le programme Hydro-Loven FLOWS (labellisé IPY #16) vise à quantifier à partir de réseaux de capteurs (en remote et in situ sensing) et de prélèvements les flux liquides et solides d'un hydro-système polaire représentatif des glaciers de type alpin du Spitsberg et d'en suivre la dynamique spatio-temporelle sur quatre ans (2006-2009), pour en comprendre la réactivité aux fluctuations climatiques contemporaines (40 ans). Ce projet consiste à établir une veille environnementale qui permettra d'appréhender différemment les processus et la spatialisation de l'information hydro-climatologique dans un contexte d'accélération du retrait glaciaire au Spitsberg. *The goal of this program (endorsed IPY #16) is to quantify liquid and solid fluxes from a Spitsbergen typical polar hydro-system with a sensor web (both remote and in situ sensing) and water samplings. Space and time dynamics over a four years period (2006-2009) will also be monitored to improve our understanding of the system reactivity to contemporary climatic fluctuations (40 years). This project consists in setting up an environmental watch. This survey will help in apprehending processes differently and to display hydrologic and climatic data spatially in a context of accelerating glacial receding in Spitsbergen.*

Interactions Point Chaud – Rift Océanique – Cryosphère : l'Islande

316 - IPCROCI-2

Villemin Thierry

Université de Savoie Pole Montagne, Le
Bourget du Lac
Islande

L'Islande est un exemple unique d'interaction complexe entre une zone volcanique en déformation active, un panache mantellique et des calottes glaciaires. Parmi ces calottes, le Vatnajökull représente le plus grand glacier d'Europe. Il est le résultat d'un équilibre fragile entre des processus constructeurs (fortes précipitations, altitude élevée...) et des processus destructeurs (fonte basale liée à l'activité volcanique, jökulhlaups et "surge" glaciaire...). C'est cet équilibre que nous souhaitons étudier plus en détail dans le cadre de ce projet, en se concentrant notamment sur les questions suivantes : (1) Le soulèvement actuel observé autour du Vatnajökull est-il uniquement lié à la fonte actuelle de glace? (2) La fonte rapide de la calotte glaciaire du Vatnajökull liée au changement climatique global peut-elle changer les processus volcano-tectoniques du rift? (3) Quelles rétroactions les changements dans l'activité volcanique sont-ils susceptibles d'entraîner? Les méthodes employées seront la géodésie spatiale, la

géologie structurale, la géomorphologie ainsi que la sédimentologie du quaternaire récent. Nous chercherons à qualifier et quantifier les processus actuels. Les données recueillies sur le terrain serviront de base à des modèles géophysiques.

Iceland is a unique example for studying the interaction between a mantle plume, an active oceanic rift (Mid-Atlantic ridge) and icecaps, like Vatnajökull, the largest glacier in Europe. Vatnajökull is undergoing fast volume decrease, which is likely accelerated nowadays, due to global climatic change. Because of its particular location above the axis of the active rift, the Vatnajökull glacier is also subject to major magmatic events. Rapid uplift (> 1 cm/yr) is now observed all around the glacier and could be due to unloading related to accelerated ice melting. The main questions addressed in this research programme are: (1) Is the present day uplift observed around Vatnajökull only due to the ice melting and unloading? (2) How far did the deep-seated phenomena (magmatism and volcanism) that affect the Earth's surface through volcanic eruptions and earthquakes influence the behavior of a major glacier such as the Vatnajökull? Do these changes significantly affect the conclusions that may be drawn from glacier variations in terms of climatic evolution? (3) Did, in turn, the evolution of the glacier exert some control on the tectonic and magmatic evolution underneath, in terms of fissure swarm behavior and dyke injection? (4) What is the impact of disastrous phenomena, as deduced from the past history and inferred from modeling for the future?

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
- Equipe de Dynamique Globale de la Terre,
Strasbourg

Stipstberg, Islande, Antarctique

Le programme de recherche (2007-2010) consiste à effectuer des mesures de gravité absolue à l'aide des deux équipements nationaux en Arctique (Spitzberg, Islande) et en Antarctique. Les objectifs scientifiques sont de déterminer les variations temporelles à long terme de la gravité et d'apporter, en complément des mesures de positionnement précis, des contraintes nouvelles au problème des déglaciations anciennes et actuelles.

The research proposal (2007-2010) is devoted to perform absolute gravity measurements with the two national equipments in the Arctic (Spitzberg, Iceland) and Antarctica. The scientific objectives are to determine long term temporal changes in gravity and to bring, with the help of precise positioning observations, new constraints on the problem of past and present deglaciations.

Bilan de carbone sur l'Atlantique nord, suivi en continu du CO₂, O₂, CH₄, H₂O et de la concentration isotopique de la vapeur d'eau atmosphérique à Ivittuut 439 - GRAAM

Delmotte Marc

Laboratoire des Sciences du Climat et de
L'Environnement (LSCE, CEA-CNRS-UVSQ) -
RAMCES (Réseau Atmosphérique de Mesure
des Composés à Effet de Serre), Gif sur Yvette
Groenland

L'objectif principal de ce programme est double. En premier lieu nous souhaitons mieux contraindre les bilans de carbone dans l'atlantique Nord et mieux comprendre les processus mis en jeu au niveau de l'océan. Pour ce faire nous disposons de deux instruments de suivi en continu de la composition atmosphérique, l'un dédié au CO₂ et l'autre à l'oxygène (rapport O₂/N₂). La mesure conjointe de ces deux gaz nous apporte une information supplémentaire et originale sur la composante océanique du cycle du carbone et est directement exploitable par le travail de modélisation associé. Dans le présent projet nous proposons d'étendre le suivi en continu de la composition atmosphérique au méthane et à la vapeur d'eau via l'installation d'un instrument de nouvelle génération. Dans le contexte actuel d'un fort réchauffement des zones arctiques, de fortes rétroactions pourraient se produire, principalement engendrées par la libération d'hydrates de méthane dans les océans et/ou de la fonte du pergélisol dans cette zone.

Dans un deuxième temps, nous souhaitons profiter de l'opportunité de l'existence de la station et de l'émergence d'une toute nouvelle station de suivi en continu de la composition isotopique de la vapeur d'eau au Groenland, en installant sur site un instrument de mesure en continu. La mise en place d'un tel observatoire ouvre de nouvelles perspectives scientifiques pour l'interprétation des enregistrements issus des forages polaires, mais aussi pour la validation du cycle de l'eau dans des modèles de circulation générale de l'atmosphère.

Dans les deux cas, la localisation du site sur la côte sud du Groenland revêt un intérêt majeur ; cette zone sous influence océanique est particulièrement sensible aux effets du réchauffement climatique et se trouve à la confluence des masses d'air en provenance de l'Amérique du Nord et de l'Europe. Les données issues de cette station seront exploitées conjointement avec plusieurs hiérarchies de modèles de transport atmosphérique et de modèles climatiques.

The main goal of this program is dual.

First, we aim to better constrain the carbon budget in the North Atlantic region and to better understand the ongoing processes particularly in the ocean. To do so, we have installed two continuous monitoring instruments, one dedicated

to CO² and the other to O² (O²/N² ratio). Using both measurements leads to complementary information on the oceanic component of the carbon cycle which can be used directly by modellers. Within the present project we propose to extend the continuous atmospheric monitoring to methane and H²O via the installation of a new generation instrument. Within the present day context of a strong warming of the arctic region, strong feedbacks might occur, mainly driven by ocean methane hydrates release and/or permafrost thaw in the Arctic region.

Second, we would like to take advantage of the existence of the monitoring station and of the recent occurrence of brand new innovative technique to set up the first water vapour isotopic content continuous monitoring in Greenland, by installing on site a continuous monitoring instrument. Such a new monitoring station would opens new scientific perspectives for ice core isotopic record interpretation but also to validate the water cycle within atmospheric general circulation models.

In both case the localisation of Ivittuut station in the southern part of Greenland is of major interest because it is placed on the coast, in the middle of the North Atlantic Ocean, particularly sensitive to the greenhouse warming effects and at the confluence of air masses coming from North America and Europe. With the help of multiple atmospheric transport models and climate models, the data collected will be used for validation and interpretation.

Raids et forages au Groenland NEEM-France 458 - NEEM

Masson-Delmotte Valérie

**Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (IPSL/CEA-CNRS) - Glaces et Continent, Climat et Isotopes Stables (GLACCIOS), Gif sur Yvette
Groenland**

Ce projet représente la contribution française au projet de l'Année Polaire Internationale piloté par Dorthe Dahl Jensen (Université de Copenhague, Danemark) : "La calotte groenlandaise : stabilité, histoire et évolution" ainsi qu'au démarrage du projet de forage profond IPICS (International Partnership for Ice Core Science) NEEM, avec pour objectif d'obtenir enfin une archive de l'Eemien dans un nouveau forage profond au nord-ouest du Groenland : participation aux raids de surface, accès aux échantillons (neige de surface, carottes superficielles), contribution française à la logistique internationale pour le forage profond.

This project represents the French contribution to the International Polar Year project headed by Dorthe Dahl Jensen (Copenhagen University, Denmark) : "The Greenland ice sheet – stability, history and evolution" and the build up of the deep drilling project IPICS (International Partnership for Ice Core Science) NEEM, with the target of recovery of Eemian ice from a new deep drilling in North West Greenland : participation to traverses, access to snow and ice samples (surface and shallow ice cores), French contribution to the international logistics for the deep drilling operation.

Paléontologie, Paléo-environnement, Paléogéographie et géologie du Paléozoïque : les niveaux siliciclastiques terrigènes de type Vieux Grès Rouges s.l. au Spitzberg (archipel du Svalbard, Arctique), durant la période dévonienne et mississippienne 1005 - SPITZ P3

Nel André

Systématique et Evolution Entomologie, MNHN, Paris

Spitzberg

Les relations entre la paléontologie et la géologie. Repérage et échantillonnage des niveaux fossilifère, collecte et identification des fossiles in situ. Détermination des associations fauniques et botaniques dans le Dévonien et le Mississipien, de la lithologie, avec la localisation des niveaux fossilifère : récolte et identification des faunes associées composées principalement de vertébrés (macro-et micro-restes fossiles), des invertébrés marins et continentaux de la flore (palynologie et macro-restes) et des ichnofossiles. Certains restes paléobotaniques échantillonnés dans les niveaux des VGR en 2002-2003 (par Goujet, Roy, Pernegre, Clément & Dupret, CAST 401 Ipev) présentent des types d'atteintes d'insectes (brouillage et autres dégâts). L'alternance de niveaux marins et continentaux à l'intérieur des grès peut-être expliquée par des mouvements tectoniques synsédimentaires comme des glissements gravitaires multi-échelles. Avec une cartographie détaillée en trois dimensions des plis, des failles et des autres éléments de géologie structurale, nous pourrions mieux comprendre le mécanisme d'évolution environnementale des successions fossiles de plantes endommagées par l'activité d'insectes et de paléovertébrés marins. La recherche de détachements de direction N-S parallèles à la Zone de Faille Woodfjorden et aux chevauchements le long de la Zone de faille Billefjorden. Le travail de terrain commencé en 2002 et 2003 sera complété par l'étude des niveaux dévoniens et mississippiens le long de la côte orientale de Dickson Land, dans les vallées Odindalen, Munindalen, Mimerdalen et Tordalen, près du camp de base établi à l'ouest de la ville russe désaffectée Pyramiden.

Palaeontology and geology connections. Sampling of the fossiliferous levels, collect and identification of the fossils in situ. Determination of the faunistic and floristic associations in the Devonian and the Mississippian, of the lithology, with the localisation of fossiliferous levels: collect and identification of the associated faunas mainly composed by vertebrates (macro- and micro-remains), marine and continental invertebrates, of flora (palynology and macro-remains) and ichnofossils. Some palaeobotanic remains sampled inside the ORS levels in 2002-2003 (CAST 401 Ipev) present Insect damage types. The alternation of marine and continental levels inside sandstone can be explained by synsedimentary tectonics movements like gravity

slidings at multi-scale. With a detailed mapping of the three-dimensional folds, faults, and other geologic structural elements, we shall be able to understand the mechanism of palaeoenvironmental evolution of fossil successions of plants with insect damages and marine palaeovertebrates. Research of the detachments N-S striking parallel to the Woodfjorden Fault Zone and thrusts along the Billefjorden Fault Zone. The field work begun in 2002 and 2003 will be completed by the study of the Devonian & Mississippian levels along the eastern coast of Dickson Land, in the valleys Odindalen, Munindalen, Mimerdalen, and Tordalen, near the base camp established to the west of Pyramiden town.

Un instrument automatique pour l'observation des processus dynamiques et thermodynamiques régissant le bilan de masse de glace de mer.

1015 - OPTIMISM

Vivier Frédéric

Université Pierre et Marie Curie, Paris

L'Arctique est le théâtre des manifestations les plus spectaculaires du réchauffement climatique en cours. La glace pluriannuelle décline à un rythme accéléré, dépassant les prévisions les plus pessimistes des modèles de climat. Il y a un réel besoin de mieux documenter les processus d'échange de chaleur et d'eau douce aux interfaces océan-glace-atmosphère pour améliorer leur prise en compte dans les modèles. Ce projet propose de développer et déployer un système automatique, basé sur le flotteur prototype "Ice-T", permettant une mesure en temps réel de l'épaisseur de glace de mer et des flux aux interfaces. Les études cibleront une polynie côtière, zone cruciale de formation de glace et d'eau profonde, ainsi que la banquise pluriannuelle où les données de l'instrument seront en particulier précieuses dans la validation des mesures du satellite Cryosat-2 lancé fin 2009.

The most conspicuous manifestations of the ongoing climate warming are found in the Arctic, where the multiyear ice decline outpaces the most pessimistic climate model predictions. There is a real need to better document heat and fresh water exchange processes at the ocean-ice-atmosphere interfaces to improve their parameterization in models. This project proposes to develop and deploy an automated system, built upon the "Ice-T" buoy prototype, providing real-time measurement of sea-ice thickness and fluxes at the interfaces. Studies will focus on a coastal polynya, a critical region for ice and dense water formation, as well as on the multiyear ice pack, where the data will be particularly relevant for the validation of upcoming CryoSat-2 satellite measurements.

Rayonnement solaire et distinction de phase des nuages Arctiques

1023 - SORPIC

Schwarzenboeck Alfons

Laboratoire de Météorologie Physique, Aubière Svalbard

Nous proposons d'étudier la répartition spatiale de la glace et de l'eau liquide dans les nuages Arctique en phase mixte ainsi que leur impact sur (a) le bilan du rayonnement solaire (forçage radiatif) et (b) la télédétection des propriétés des nuages. Nous estimerons l'effet radiatif tridimensionnel en ce qui concerne d'un coté le forçage radiatif des nuages et de l'autre coté la télédétection des propriétés des nuages. Le projet SORPIC propose une combinaison unique d'instruments aéroportés (avion Polar 5 de l'AWI) pour la caractérisation in situ des propriétés microphysiques et optique des nuages, des propriétés radiatives des nuages sur une large bande spectrale grâce à des moyens de télédétection ainsi que la mise en oeuvre de modèles de transfert radiatifs sophistiqués (1D et 3D). Sur la base de la fermeture des bilans entre les observations et les résultats numériques, l'impact des hétérogénéités spatiales de la phase des nuages sur le forçage radiatif des nuages sera évalué.

We propose to investigate the 2-dimensional distribution of ice and liquid water in Arctic boundary layer mixed-phase clouds and their impact on (a) solar energy budget (cloud forcing) and (b) cloud remote sensing. The three-dimensional radiative effects on cloud radiative forcing and remote sensing of cloud properties will be estimated. For this purpose a combination of airborne (AWI Polar 5 aircraft) cloud microphysical and optical in situ measurements, spectral solar radiation remote sensing measurements, and sophisticated one-dimensional (1D) and three-dimensional (3D) radiative transfer simulations is suggested. The measurements will be conducted during the campaign SORPIC for which funding of 60 flight hours is granted by AWI (Alfred Wegener Institute, Germany). On the basis of closure between measured and modeled radiation the impact of the spatial heterogeneity of cloud phase on cloud radiative forcing and remote sensing will be calculated.

Polarisation de la raie rouge thermosphérique à Svalbard.

1026 - POLARLIS 2

Lilensten Jean

Laboratoire de Planétologie de Grenoble Svalbard

Nous avons réalisé la première observation de la polarisation de la raie rouge thermosphérique à Longyearbyen après une préparation de 5 ans, grâce à un instrument assemblé à Oslo par nos collègues de l'Université d'Oslo et l'Université UNIS à Svalbard. Cette découverte ouvre de nombreuses recherches en environnements spatiaux planétaires. Cependant, le site de Longyearbyen est pollué par la lumière de la ville, que ce soit au fond du fjord Advantalen où nous avons fait notre campagne de test en décembre 2006, ou à KHO où nous avons fait la seconde campagne en décembre 2007. Pour progresser, et notamment être capable d'utiliser

la polarisation comme une observable de l'ionosphère il nous faut à présent un site totalement noir. La base polonaise de Hornsund offre cette opportunité, que n'offre malheureusement pas la base de Ny Alesund. *We performed the first observation of the polarization of the thermospheric red line in Longyearbyen after a preparation of 5 years, thanks to an instrument assembled in Oslo by our colleagues at the University of Oslo and the University UNIS at Svalbard. This discovery opens up many researches in planetary space environments. However, the site of Longyearbyen is polluted by the light of the city, both at the bottom of the fjord Advantalen where we did our test campaign in December 2006, and at KHO where we did in the second campaign in December 2007. To progress, especially to be able to use the polarization as an observable for the ionosphere, we now need a site completely black. The Polish base (Hornsund) offers this opportunity, which is unfortunately not the case in Ny Alesund.*

Etude magnétique de la structure d'impact d'Haughton

1068 - HAUGHTON2010

Rochette Pierre

CEREGE, Aix en Provence

Arctique canadien

Nous proposons, en collaboration avec G. Osinski (Agence Spaciale du Canada), d'étudier l'aimantation rémanente des dolomies Siluriennes du cratère d'Haughton (d'âge 39 Ma) et d'interpréter l'anomalie magnétique déjà identifiée au centre du cratère. Comprendre comment l'aimantation de ces roches à pyrrhotite est modifiée par l'impact nous aidera à interpréter la signature magnétique des cratères sur Mars ou la Lune. *We propose to investigate the remanent magnetization of Silurian dolomite from the Haughton impact structure (aged 39 Ma), and interpret the magnetic anomaly already identified in center of the crater. Understanding how these pyrrhotite bearing rocks change their magnetization under impact will help to interpret magnetic signature of impact on other solar system bodies (e.g. Mars and the Moon). The 2010 field work and subsequent investigations will be in collaboration with G. Osinski.*



ARCTIQUE

SCIENCES DE LA VIE

Hormones et effort parental chez les oiseaux marins arctiques

330 - ORNITHO-ENDOCRINO

Chastel Olivier

Centre d'Etudes Biologiques de Chizé

Svalbard

Le programme ORNITHO-ENDOCRINO se propose d'étudier les mécanismes hormonaux impliqués dans la phénologie de la reproduction (date de ponte) de la mouette tridactyle *Rissa tridactyla* au Spitzberg (Baie du Roi). Nous voulons tester l'influence du stress environnemental sur les fortes variations inter-annuelles de date de ponte observées chez cet oiseau au Spitzberg. L'accent sera mis sur la corticostérone, l'hormone de stress, en raison de son rôle de médiateur entre l'environnement, la physiologie de la reproduction (axe hypothalamo-gonado-hypophysaire) et le comportement.

*The ORNITHO-ENDOCRINO project is proposed to study the endocrine mechanisms involved in the phenology (timing of breeding) of an Arctic breeding seabird, the black-legged kittiwake *Rissa tridactyla* in Kongsfjorden, Svalbard. We want to test the influence of environmental stress on the strong inter-annual variations in laying date and reproductive success observed in this species in Svalbard. Specifically, we will focus on corticosterone, the stress hormone, because of its role in mediating interactions between environment, reproductive physiology (hypothalamic-pituitary-gonadal axis) and behaviour.*

Dynamique des interactions hôte-parasite dans les systèmes spatialisés : dispersion et interactions locales chez les oiseaux marins arctiques.

333 - PARASITO ARCTIQUE

Boulinier Thierry

Département "Biologie des Populations" Montpellier

Svalbard, Océan Pacifique

Le but du programme est de travailler à une meilleure compréhension de la réponse des populations animales à la variabilité de leur environnement. Le modèle d'étude est un système d'interactions hôte-parasite à trois niveaux, impliquant les oiseaux de mer de l'arctique comme hôtes et la tique *Ixodes uriae*, vectrice de la bactérie *Borrelia burgdorferi* sensu lato, agent de la maladie de Lyme. Il s'agit d'étudier l'importance de la variation phénotypique des réponses des hôtes (immunoécologie et comportement) et des processus de coévolution entre la tique vectrice et ses hôtes dans l'écologie et l'évolution de telles interactions. Outre des analyses de laboratoire, l'approche utilisée intègre des expérimentations sur le terrain à des suivis menés dans un contexte spatialisé.

*The aim of this research program is to examine the 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. The role of the variability in host phenotypic responses (immunology and behaviour) and of the coevolution between the hosts and the vector tick for the ecology and evolution of such interactions at different scales will be studied. In addition to laboratory analyses, the approach combines field experiment to the analyses of data recorded in a spatialised context.*

Adaptations des oiseaux marins de l'Arctique aux contraintes environnementales dans le contexte des changements climatiques

388 - ADAACLIM

Grémillet David

Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive Montpellier

Groenland

Les changements climatiques sont susceptibles d'affecter grandement le fonctionnement des écosystèmes marins de l'Arctique. Afin d'évaluer leur impact potentiel, nous étudierons les mergules nains (Alle alle). Ces oiseaux plongeurs de très petite taille (150g) sont les plus abondants (80 millions) de l'Atlantique nord et se nourrissent exclusivement de zooplancton. Ils représentent potentiellement de puissants indicateurs écologiques des réseaux trophiques régionaux. Dans le cadre de ce projet nous étudierons l'écophysiologie hivernale de différentes populations de mergules nains en Atlantique nord. Nous déterminerons leurs zones d'hivernage, leurs voies migratoires et nous estimerons l'impact des changements globaux sur leur survie hivernale.

A clearer understanding of how Arctic marine ecosystems will react to global changes is essential. In order to detect and predict ecological responses to environmental change in these fragile marine systems we will study the little auk (Alle alle), an Arctic diving seabird that feeds on zooplankton. Little auks are among the smallest (150g), yet they are the most abundant (80 million) seabird species in the North Atlantic. They potentially feature powerful ecological indicators of regional food webs. In this project, we will investigate the inter-breeding ecophysiology of different little auk populations across the Arctico define their wintering areas, their migration routes, and to assess the impact of ongoing global changes onto their winter mortality rates.

La communication acoustique chez le morse atlantique.

450 - Communication Morse

Charrier Isabelle

Université Paris Sud, Orsay

Groenland

Le morse est un excellent modèle "mammifère" pour l'étude des systèmes de communication acoustique, notamment au niveau de la reconnaissance mère-jeune et du choix du partenaire sexuel.

Notre but est multiple : décrire les signaux

(aériens et sous-marins) échangés entre la mère et son jeune, décrypter expérimentalement la signature vocale individuelle mère-jeune et étudier le développement du chant du mâle.

Walrus is an excellent mammal model for the study of acoustic communication processes, especially in regard to mother-calf recognition and mate choice. Our goal is multiple : describe acoustic signals (in air and underwater) used between mother and calf, experimentally investigate the mother- young individual vocal signature and study the vocal development of song in males.

Impact de l'acidification des océans sur les organismes benthiques et pélagiques dans l'océan Arctique. I008 - FR-EPOCA

Weinbauer Markus

Laboratoire d'Océanographie de Villefranche

sur Mer

Svalbard

*Ocean acidification (OA), i.e. the phenomenon that the pH in the ocean is decreasing due to the continuous increase in CO₂ in the atmosphere, is considered a major issue in climate change research. The Arctic Ocean is one of the regions, where this problem is likely becoming most prominent, since it will become undersaturated with respect to calcium carbonate as early as 2014. FR-EPOCA will assess the effect of OA on growth and calcification of two major benthic species, the algae *Lithothamnion glaciale* and the bivalve *Serripes groenlandicus* and the dominant pelagic pteropod *Limacina helicina*. In addition, direct and indirect effects on the functioning and carbon processing capacity of the microbial food web will be studied. The obtained results will be crucial for an understanding of the role of OA in global ocean processes.*

Conflits sexuels chez une espèce arctique monogame I162 - SexCoMonArc

Danchin Etienne

Evolution et diversité Biologique (EDB)

Toulouse III

Alaska

This project builds on "Programme 429" to develop new approaches on sexual conflicts in a monogamous panarctic seabird. It involves 7 mostly new subprojects. It will use methods developed before to study the 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 (eg. brood reduction). It further studies proximate mechanisms of reproductive decision to complement our ultimate approaches. It finally keeps on studying topics initiated during the previous project, while bringing new dimensions (eg. the role of the MHC in mate choice, integrating the study of body odors as a phenotypic trait revealing genetic proximity). It involves new collaborations, some with leaders of other IPEV projects.

ANTARCTIQUE - SUBANTARCTIQUE

SCIENCES DE L'UNIVERS

Observatoires Sismologiques Globaux 133 - SISMOLOGIE/OBS

Maggi Alessia

Ecole et Observatoire des Sciences de la
Terre, Strasbourg

Terre Adélie, Crozet, Kerguelen, Amsterdam
- Saint-Paul

L'objectif principal du programme est l'observation à très large bande et à grande dynamique des mouvements du sol aux hautes latitudes de l'hémisphère sud. Les données enregistrées dans ce but sont mises à disposition de la communauté scientifique internationale par différents moyens: WWW, FTP, CDs et depuis peu aussi en temps réel. La continuité, la qualité, la stabilité et l'homogénéité de ces observations sont de première importance pour leur utilité. Nous prévoyons de continuer la consolidation de notre parc matériel, et de mettre en oeuvre sur toutes les stations le transfert des données en temps réel vers Strasbourg et la communauté internationale.

The main purpose of the program is the observation of the ground displacement in the high latitudes of the southern hemisphere, at broadband frequencies and with large dynamic range. The data we record are distributed to the international scientific community through several means: www, ftp, CDs and more recently also in real-time. The continuity, quality, stability and homogeneity of those observations are of the utmost importance for their continued usefulness. We plan to continue the consolidation of our equipment, and to implement real time data transmission for all our stations to Strasbourg and the international community.

Observatoires magnétiques permanents 139 - GEOMAGNETISME

Chambodut Aude

Ecole et Observatoire des Sciences de la
Terre, Strasbourg

Terre Adélie, Crozet, Kerguelen, Amsterdam
- Saint-Paul

Les observatoires magnétiques permanents d'Amsterdam, Crozet, Dumont d'Urville et Kerguelen répondent aux normes et standards Intermagnet (INTERNATIONAL REAL-TIME MAGNETIC OBSERVATORY NETWORK). Le champ magnétique de la Terre y est enregistré en continu avec des taux d'échantillonnage de 1s. Les mesures absolues des composantes du champ magnétique sont également effectuées régulièrement (tous les deux jours) tout au long de l'année. Le traitement des données et leur diffusion auprès des centres mondiaux de données géophysiques (WDC pour le géomagnétisme - World Data Centers) à travers le réseau INTERMAGNET, sont effectuées en temps quasi-réel grâce au récent système d'acquisition intégrant des protocoles d'expéditions journalières. La continuité, la qualité, la stabilité et l'homogénéité de ces observations sont de première importance

pour leur utilisation en continue par l'ensemble de la communauté scientifique. Ces observatoires sont localisés dans des lieux éloignés et isolés qui ne permettent pas d'utiliser pleinement les protocoles habituels des autres observatoires français (protocole du BCMT - Bureau Central du Magnétisme Terrestre - utilisant par exemple : connexion permanente à Internet, personnel permanent, ...) et ont conduit nécessairement à des adaptations logistiques et technologiques. Nous prévoyons de poursuivre la consolidation de notre parc matériel.

The permanent magnetic observatories of Amsterdam, Crozet, Dumont d'Urville and Kerguelen are fulfilling the Intermagnet (INTERNATIONAL REAL-TIME MAGNETIC OBSERVATORY NETWORK) standards. In these observatories, the Earth's magnetic field is continuously recorded with sampling rates of 1s. Absolute measurements of the magnetic field components are also performed regularly (every two days) along the year. The data processing and dissemination, to the world Data Centers (W.D.C. for Geomagnetism) across the Intermagnet network, are quasi real-time thanks to the recent acquisition system integrating daily shipment protocols. The continuity, quality, stability and homogeneity of those observations are of the utmost importance for their continued usefulness for the whole scientific community. The observatories are localized in remote places that do not allow to fully use usual French observatories protocols (BCMT protocol usually used: permanent internet connection, permanent observer, larger site and shelters, ...) and have led necessarily to logistical and technological adaptations. We plan to continue the consolidation of our equipment.

Etude de la stratosphère antarctique et de l'évolution de l'ozone (ozone polaire) 209 - OZONE

David Christine

Université Paris 6, Paris
Terre Adélie, Kerguelen

Pour la période 2007-2010, les objectifs du Programme 209 "Ozone Polaire" s'inscrivent sur deux grands axes. D'une part, la surveillance à long terme dans le cadre du Service d'Observation NDSC/NDACC-France sera poursuivie. D'autre part, l'Année Polaire Internationale va monopoliser la majeure partie de nos ressources sur la période 2007-2010, avec le projet ORACLE-France (sur Dumont d'Urville essentiellement) et le projet ROCK (sur Kerguelen).

For the 2007-2010 period, the objectives of the "Polar Ozone" 209 Program are divided into three main axes: 1. Continuation of long term monitoring (Observing Service NDSC/NDACC-France); 2. Strong participation to the International Polar Year: most of our experimental and human resources will be involved in IPY over the 2007-2010 period. - ORACLE-France project; - ROCK project.

Observation de la composante nucléonique du rayonnement cosmique 227 - RAYCO

Klein Karl-Ludwig

Observatoire de Meudon LESIA, Meudon
Terre Adélie, Kerguelen

Observation de la composante nucléonique du rayonnement cosmique: 1) comme participation française au réseau international des moniteurs à neutrons, 2) pour étudier l'accélération de protons relativiste dans les éruptions solaires, 3) pour améliorer la compréhension de la propagation du rayonnement cosmique dans l'héliosphère, 4) pour fournir les données nécessaires et améliorer les modèles utiles au système Sievert (DGAC - Direction Générale de l'Aviation Civile).

Observation of the nucleonic cosmic ray component : 1) as the French contribution to the international network of neutron monitors, 2) to study relativistic proton acceleration in solar flares, 3) to improve the understanding of cosmic ray propagation in the heliosphere, 4) to provide the data for, and to improve the models used by the Sievert system (DGAC-French Civil Aircraft Authority).

SuperDARN Kerguelen

312 - SUPERDARN KER

Marchaudon Aurélie

Laboratoire de Physique et Chimie de
l'Environnement et de l'Espace, Orléans
Kerguelen

Le programme SuperDARN (Super Dual Auroral Radar Network) de radars cohérents HF fournit des observations continues de la convection du plasma ionosphérique dans les régions de haute latitude : zones aurorales et calotte polaire. Le champ de vue du radar français de Kerguelen est conjugué magnétiquement avec celui du radar anglais d'Hankasalmi situé en Scandinavie, ainsi qu'avec les radars à diffusion incohérente EISCAT et ESR. En développant le réseau dans l'hémisphère Sud, les objectifs centrés sur le thème de la conjugaison magnétique entre hémisphères deviennent accessible. En effet, la nature et les limites de la notion de conjugaison magnétique sont encore très mal connues. De plus, l'ensemble du réseau SuperDARN apporte des mesures complémentaires indispensables aux expériences in situ à bord des sondes spatiales, permettant une meilleure compréhension du système global vent solaire-magnétosphère-ionosphère et de son évolution temporelle.

The SuperDARN network of coherent High-Frequency (HF) radars is dedicated to global observations of the convection of the ionospheric plasma in the high-latitude regions: auroral zones and polar cap. The french SuperDARN Kerguelen radar is conjugate with the english Hankasalmi radar and with the incoherent scatter radars, ESR and EISCAT, all located in Scandinavia. This configuration greatly enhances the capabilities of the whole SuperDARN project on most of the

scientific objectives, but more particularly on those centred on magnetic conjugacy between hemispheres. It will allow to understand the nature and the limits of magnetic conjugacy. Moreover, the SuperDARN network gives also complementary measurements to experiments onboard satellites, bringing a better understanding of the whole solar wind-magnetospher-ionosphere system, particularly its evolution with time.

Glaciologie et études du lac sous-glaciaire de Vostok

355 - GLACIOLAC

Petit Jean Robert

Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement, Saint Martin d'Hères

Vostok

As a National priority programme, Russians plan to restart deep drilling operations at Vostok toward the subglacial lake. Upon their invitation, we will have opportunity i) to access to new accretion ices amplex to investigate the lake content (part of ANR lake Vostok) ii) to collect surface snow around the station and along Russian traverses for geochemistry (part of the ANR Vanish) iii) to monitor (year round) the upper layer temperature needed for remote sensing observations and for snow metamorphosis studies.

Les glaciers, un observatoire du climat, composante Antarctique (ORE/SO)

411 - GLACIOCLIM-SAMBA

Genthon Christophe

Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement, Saint Martin d'Hères

Terre Adélie, Dôme C

Il s'agit du volet Antarctique de l'ORE/SO GLACIOCLIM, destiné à détecter, surveiller et comprendre l'évolution du climat et du bilan de masse en milieu glaciaire. Le programme est construit sur la mise en place et la maintenance d'un réseau de mesure du bilan de masse de surface dans la région de Cap Prud'homme (CP, relevés en été et hiver), le long d'un transect de 150 km (1 relevé/an), et à Concordia (1 relevé/an minimum). Des instruments météorologiques sont également déployés à proximité de CP et des campagnes spéciales d'observation météorologiques et glaciologiques sont organisées.

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 (CP, summer and winter surveys), along a 150 km transept (1 survey/yr), and at Concordia (1 survey/year or more). Meteorological instruments are also be deployed near CP and special meteorological and glaciological observing periods are organized.

Etude du cycle atmosphérique du soufre en relation avec le climat aux moyennes et hautes latitudes Sud

414 - CESOA/ORE

Legrand Michel

Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement, Saint Martin d'Hères

Terre Adélie, Crozet, Amsterdam - Saint-Paul

Le cycle atmosphérique du Soufre aux moyennes et hautes latitudes Sud : variabilité interannuelle des émissions marines de DMS (glace de mer, température de l'océan, chlorophylle de l'océan, variabilité climatique liée à l'ENSO) et réponse future au changement climatique global. Il inclue un suivi du DMS et des aérosols soufrés à DDU, Amsterdam et Crozet, l'étude du DMS dans l'eau de mer collectée lors des rotations de bateaux dans les districts ainsi qu'une étude ciblée sur les oxydants (H_2O_2 , HCHO et O_3) à DDU puis à Amsterdam.

The atmospheric Sulfur cycle at mid and high southern latitudes: interannual variability of marine DMS emissions (sea-ice, ocean temperature, oceanic DMS content, chlorophyll a, short-term climatic event such as ENSO) and future response to global climate change. That includes a year-record study of DMS and sulfur aerosol at DDU, Amsterdam and Crozet, DMS in seawater collected during ship traverses between different stations as well as a study dedicated to atmospheric oxidants (H_2O_2 , HCHO and O_3) at DDU then at Amsterdam.

Observatoire « Aérosols et Traceurs Atmosphériques » dans l'océan Austral

415 - AEROTRACE

Sciare Jean

Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, Gif sur Yvette

Crozet, Amsterdam - Saint-Paul

Le rôle des aérosols troposphériques dans le système climatique de l'océan Austral constitue l'axe de recherche principal de ce programme pour les 4 prochaines années. Ce travail va bénéficier en tout premier lieu de nouveaux jeux de données « Aérosols » mis en place lors du précédent programme AEROTRACE (2002-2006). Ce travail sera complété par l'étude de certains processus comme 1) la quantification du rôle des sels de mer sur le forçage radiatif direct des aérosols au dessus de nos stations ou encore 2) l'étude de la composition chimique de la fraction CCN (Cloud Condensation Nucleus). The role of tropospheric aerosols in the Austral Ocean climatic system will represent the main objective of this program for the next 4 years. This study will include first the results of new aerosol observations which have been setup during the previous AEROTRACE programme. This work will also be completed by process studies such as 1) the quantitative role of sea salt aerosols in the direct radiative forcing of aerosols above our stations, 2) the chemical determination of the CCN (Cloud Condensation Nucleus) fraction with a special attention to organic aerosols of marine origin.

Suivi des gaz à effet de serre à l'île d'Amsterdam 416 - RAMCES-AMS/ORE

Ramonet Michel

Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement - RAMCES, Gif sur Yvette

Amsterdam - Saint-Paul

L'objectif du programme observatoire RAMCES-AMS est le suivi à long terme des gaz à effet de serre CO_2 , CH_4 , N_2O , SF_6 à l'île Amsterdam. Pour une bonne caractérisation des masses d'air nous mesurons également en continu le Radon-222 et les paramètres météorologiques, et par prélèvements hebdomadaires le CO , H_2 et les isotopes stables du CO_2 . Nous proposons d'initier au cours du programme à 4 ans le suivi en continu du rapport O_2/N_2 , afin d'identifier la contribution océanique dans la variabilité interannuelle du CO_2 .

The objective of the RAMCES-AMS program is the long term monitoring of greenhouse gases (CO_2 , CH_4 , N_2O , SF_6). To properly characterize the air masses we are also performing continuous measurements of Radon-222 and meteorological parameters, and weekly air sample to analyze CO , H_2 and CO_2 isotopes. During the term of this 4 years project, we propose to initiate in-situ measurements of O_2/N_2 in order to characterize the oceanic contribution to the CO_2 interannual variability.

Adélie Land Bottom Water and Ice Ocean interactionNs 452 - ALBION

Houssais Marie - Noëlle

Universite Paris 6, Paris

Terre Adélie

Le projet ALBION, initié en 2006 dans le cadre de l'Année Polaire Internationale, vise à documenter la formation de l'eau de Fond de la Terre Adélie, la troisième source de l'eau Antarctique de Fond formée sur le plateau de l'Antarctique de l'Est au large de la Terre Adélie. La répétition régulière chaque été d'un réseau de stations hydrographiques et de carottages sédimentaires, associée à la surveillance en continu de sites clés pour la formation et l'export des eaux denses, doit nous permettre de comprendre la formation et la circulation des eaux sur le plateau, et son impact sur la variabilité de l'export d'eau dense et des processus de sédimentation. ALBION fait partie d'une collaboration franco-australienne avec le CSIRO (Hobart). The ALBION project, launched in 2006, aims at documenting the formation of the Adélie Land Bottom Water, the third source of Antarctic Bottom Water formed on the eastern Antarctic shelf off the George V Land / Adélie Land Coast. Regular summer hydrographic and sediment coring surveys together with continuous monitoring of the key formation and export areas should help understanding the general circulation on the shelf, its link to the sediment dynamics and its impact on the interannual variability of the dense water export. ALBION is part of a French-Australian collaboration between CSIRO (Hobart) and LOCEAN, bearing on data sharing and joint operations at sea.

NIVEau de la MER 688 - NIVMER

Testut Laurent

Laboratoire d'Etudes en Géophysique et Océanographie Spatiales, Toulouse
Terre Adélie, Crozet, Kerguelen, Amsterdam - Saint-Paul

Le programme NIVMER consiste en une opération de maintenance et de suivi des stations marégraphiques du Service d'Observation de niveau de la mer ROSAME - www.legos.obs-mip.fr/fr/observations/rosame/ - sur les quatre sites de Crozet, Kerguelen, St-Paul et Dumont d'Urville. Ce programme vient en accompagnement des programmes de recherche faisant usage des observations des variations du niveau de la mer, dans le secteur péri-antarctique de l'océan Indien : traitement et validation des mesures altimétriques satellitaires, surveillance des tsunamis, suivi du Courant Circumpolaire Antarctique et étude des variations séculaires du niveau de la mer. Ces quatre stations font partie du réseau de surveillance mondial de niveau de la mer GLOSS.

The NIVMER program of the ROSAME tide gauge network - <http://www.legos.obs-mip.fr/en/observations/rosame/> - 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 and validation, Antarctic Circumpolar Current monitoring and secular mean sea level trends. This tide gauges network is part of the GLOSS global network.

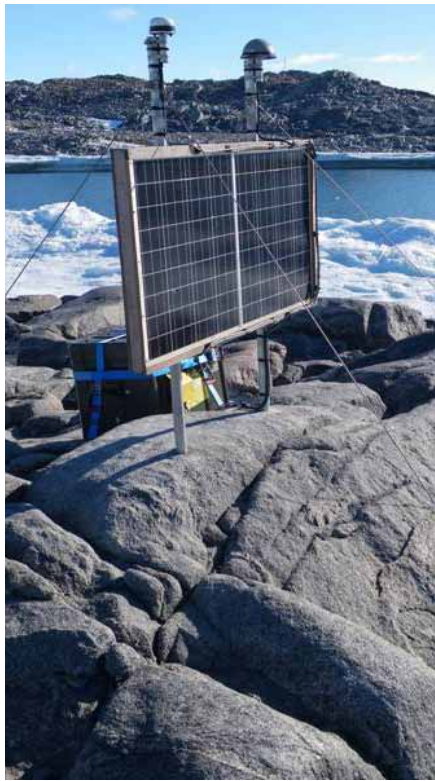
Etudes glaciologiques à Dome Concordia 920 - GLACIOLOGIE

Ritz Catherine

Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement, Saint Martin d'Hères
Concordia

La station permanente de Concordia et sa proximité avec le site de forage EPICA présente un grand intérêt pour les études glaciologiques. Les objectifs scientifiques de ce projet sont : une meilleure interprétation des enregistrements glaciaires avec en particulier la validation de la fonction de transfert air/neige/glace ; l'analyse de carottes devant être prélevées durant les traverses et carottages effectués dans le cadre des programmes IPEV : TASTE-IDEA et EXPLORE. La compréhension de la dynamique glaciaire locale et l'estimation du changement d'épaisseur actuel dans les régions centrales d'Antarctique à partir d'observations de surface (re-mesure du réseau de déformation existant), de modélisation, de télédétection et de mesures innovantes dans le trou de forage. Enfin, Dôme Concordia est un site idéal pour la validation des données satellitaires sur le Plateau Antarctique.

The permanent station at Concordia near the EPICA site is considered of a great interest for glaciological studies. The scientific objectives of this project are: a better interpretation of ice cores with a focus on validation of the transfer functions atmosphere/snow/ice and the analysis at Concordia of ice cores that will be collected during 2010-2011 traverses and ice drilling under



other IPEV programs ; the understanding of local ice flow dynamics and estimation of current thickness change in central part of Antarctica based on surface observation (re-survey of the existing strain network), modeling, remote sensing approaches and innovative measurements in the borehole. Furthermore Dome Concordia is an ideal site for validation of remote sensing measurements over the Antarctic plateau.

Chimie de la Basse Atmosphère Présente et Future en Antarctique Centrale: cycle du soufre (ORE CESOA) 903 - CHIMIE

Legrand Michel
Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement, Saint Martin d'Hères
Concordia

Ce programme concerne la chimie de la basse atmosphère au centre de l'Antarctique afin de (1) documenter l'atmosphère libre des hautes latitudes Sud (en complémentarité aux études menées dans la couche limite marine à DDU, programme 414), (2) comprendre la représentativité spatiale des signaux chimiques de la glace au site de forage profond d'EPICA. Ce programme est naturellement couplé aux études de physique de l'atmosphère. Il se focalise sur les espèces soufrées (DMS, DMSO, SO₂ et aérosols) ainsi que sur les oxydants (O₃, H₂O₂ et HCHO).

His program concerns the chemistry of the lower atmosphere in central Antarctica in view to (1) document the free troposphere at very high southern latitudes (in complement to the studies carried out in the marine boundary layer at DDU), (2) evaluate the spatial representativeness of chemical signals stored in the ice at the EPICA deep drill site. This projet is of course coupled with the study of physic of the atmosphere. It focuses on sulphur species (DMS, DMSO, SO₂ et aerosols) as well as on oxidants (O₃, H₂O₂ et HCHO).

Surveillance à long terme de la colonne stratosphérique d'ozone et de NO₂ depuis la station de Concordia 904 - SAOZ

Pazmino Andrea

Laboratoire Atmosphères, Milieux, Observations Spatiales, Verrières le Buisson
Concordia

Surveillance à long terme de la stratosphère polaire (réseaux NDAAC et WMO) : impact climatique des PSC, tendances de l'ozone, reconstitution de la couche d'ozone ; Validation des instruments satellites : TOMS, GOME, ENVISAT, AURA/OMI, GOME 2

Long-term monitoring of polar stratosphere (NDACC and WMO networks) 905 - MAGNETISME/OBS

Chambodut Aude

Ecole et Observatoire des Sciences de la Terre, Strasbourg
Concordia

Le présent projet scientifique vise au maintien de l'observatoire magnétique permanent de Dôme C. L'observatoire (instruments, systèmes d'acquisition, de visualisation, de sauvegarde, de transmission en temps quasi-réel et observateur dédié aux mesures magnétiques absolues) permet l'obtention de mesures toutes les secondes et de mesures absolues des 3 composantes du champ magnétique de la Terre. L'entretien des installations, le traitement et la valorisation scientifique des données se fait en collaboration avec l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), Rome. L'observatoire suit déjà les recommandations INTERMAGNET (INTERNational Real-time MAGnetic observatory NETWORK) et deviendra, dans un avenir proche, un IMO (INTERMAGNET Magnetic Observatory) à part entière. Les données recueillies seront diffusées aux WDC (World Data Centers) pour être facilement accessible à l'ensemble de la communauté scientifique.

The present scientific project aims at maintaining the permanent magnetic observatory of Dome C. The observatory (instruments, various systems as : acquisition, visualisation, back-up, quasi-real-time transmission and dedicated human observer) allows to perform measurements at one second sampling rate and absolute measurements of the three components of the Earth's magnetic field. The maintenance of facilities, processing and scientific valorization of the data is done in collaboration with Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), Rome. The observatory already follows INTERMAGNET's recommendations (INTERNational Real-time MAGnetic observatory NETWORK) and will become, in a near future, an IMO (INTERMAGNET Magnetic Observatory) in the fullest sense. The collected data will be disseminated to the WDCs (World Data Centers) in order to be easily accessible to the whole scientific community.

Sismologie à Concordia

906 - SISMOLOGIE/OBS

Lévêque Jean-Jacques

Ecole et Observatoire des Sciences de la Terre de Strasbourg

Concordia

Le programme poursuit deux objectifs : l'établissement d'une station sismologique large-bande de type "observatoire" et le déploiement d'une antenne de sismomètres. Les deux aspects du projet doivent contribuer à l'étude de la structure de la Terre et des séismes. La station d'observatoire est destinée à compléter le réseau sismologique mondial dans une région où il existe de vastes lacunes. L'antenne de sismomètres a pour but l'observation de phases sismologiques faiblement énergétiques. Le site de Concordia présente un certain nombre de conditions favorables pour une telle antenne.

The program has two main goals: the set-up and operation 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. The observatory station is intended to supplement the worldwide seismological network in a region where its coverage remains very sparse. The goal of the seismometer array is to observe low-energy seismic waves. The Concordia site benefits from several favorable conditions for deploying such an array.

Astro-Concordia 2010

908 - ASTRO-CONCORDIA 2010

Abe Lyu

Laboratoire H. FIZEAU, Université de Nice Concordia

Ce programme met l'accent sur la préparation de l'arrivée d'un futur complexe astronomique sur le site de la Station Concordia. Hormis les expériences actuellement en fonctionnement (par ex. ASTEP), plusieurs autres projets sont en préparation, dans lesquels notre laboratoire est, ou sera impliqué dans les années qui viennent. Certains de ces projets ont été identifiés dans le cadre des activités du réseau Européen ARENA, qui va rendre publique ses recommandations finales à la fin de cette année 2009. Dans le contexte d'un observatoire astronomique, les activités passées de "qualification de site" vont progressivement évoluer vers des activités nécessaires de «moniteurs de site» permanents. Dans cette période de transition de 4 ans, ces instruments vont continuer à fournir les données essentielles à l'étude des futurs grands instruments (idéalement des télescopes de la classe de 2 mètres). Les "moniteurs de site" commenceront également leur tâche d'accompagnement des instruments à vocation scientifique, tel ASTEP, PAIX et les autres projets à venir (IRAIT,...).

This program is focusing on preparing the establishment of a future astronomical facility at the Concordia Station. Apart from currently existing experiments (e.g. ASTEP), several other projects are in preparation in which our laboratory is already involved, or will be involved in the coming years. Some of these projects have been identified during the networking activity

lead by the European ARENA network, which will deliver its final recommendations by the end of this year 2009. In the context of an astronomical observatory, the previous "site-testing" activity will turn into a mandatory "site-monitoring" permanent activity. During this 4 years transition period, these instrument will keep on providing necessary data and feedback for the study phase of these larger instruments (ultimately 2-meter class telescopes). Site-monitoring will come in support of already existing scientific instruments such as ASTEP, PAIX and other forthcoming experiments (IRAIT,...).

H2O Antarctica Microwave Stratospheric and Tropospheric Radiometers

910 - HAMSTRAD

Ricaud Philippe

Laboratoire d'Aérodynamique, CNRS/Université de Toulouse Concordia

Le programme HAMSTRAD (H2O Antarctica Microwave Stratospheric and Tropospheric Radiometers) se focalise sur l'évolution de la vapeur d'eau dans la stratosphère et la troposphère afin d'évaluer son impact sur l'évolution du climat. Les phénomènes de déshydratation/réhydratation, descente, érosion et séparation finale du vortex seront étudiés dans la stratosphère. Les changements de phase et le cycle diurne de la glace seront analysés dans la troposphère. Les mesures seront comparées au modèle global de chimie-transport MOCAGE. Le projet participera aussi à la validation des instruments spatiaux mesurant H2O troposphérique et stratosphérique. Enfin, HAMSTRAD aidera à valider les analyses aux hautes latitudes de l'hémisphère sud du Centre Européen ECMWF.

The HAMSTRAD (H2O Antarctica Microwave Stratospheric and Tropospheric Radiometers) project is intended to focus on the long-term time evolution of water vapour both in the stratosphere and in the troposphere that can impact on the climate evolution. Stratospheric phenomena of dehydration/rehydration, descent, filamentation and vortex breakup will be studied. Phase change together with ice diurnal cycle will be investigated in the troposphere. These measurements will be compared to the 3D Chemical Transport Model MOCAGE. The project will also participate to the validation of space-borne sensors measuring tropospheric and stratospheric H2O. Finally, HAMSTRAD will help validating Southern Hemisphere high latitudes analyses from the European Centre ECMWF.

Crozet Archipelago Petrological and GEOchemical Survey 1002 -CAPGEOS

Bezous Antoine

Laboratoire de Planétologie et de Géodynamique de Nantes

Crozet

The CAPGEOS (Crozet Archipelago Petrology and GEOchemistry Survey) project focuses on l'île de la Possession that has the longest volcanic activity (~9 Ma to ~present) within the Crozet archipelago. The goal of the proposal at l'île de la Possession is to study in details (1) the building and destruction history of the strato-volcano and (2) the petrological and geochemical evolution of the Crozet hotspot magmatism through time.

Architecture de la lithosphère Est Antarctique - Terre Adélie

1003 - ArLiTA

Bascou Jérôme

Université Jean Monnet, Saint Etienne Terre Adélie

Le projet ArLiTA a pour objectif de caractériser l'architecture et les structures de déformation de la lithosphère néoarchéenne et paléoprotérozoïque en Terre Adélie et George V Land (135 - 145°E). Il combine diverses approches : imagerie à partir de données sismologiques, cartographie systématique des structures par analyse tectonique, pétrophysique (ASM), caractérisation des matériaux et des paléofluides (pétrologie, géochimie) et thermomécanique (thermobarométrie).

The main goal of the ArLiTA project is to characterize the architecture and the deformation structures of the Neoproterozoic and the Paleoproterozoic lithosphere of the Terre Adélie and George Vth Land (East Antarctica: 135 to 145°E). The project integrates various complementary approaches: mapping from seismological data, systematic mapping of the structures by tectonic analysis, petrophysics (textural analyses, Anisotropy of Magnetic Susceptibility (AMS), seismic properties modeling...), characterization of materials and paleofluids (petrology, geochemistry) and thermomechanics (thermobarometry).

Vers l'utilisation des lipides de la banquise pour la paléocéanographie

1010 - ICHELIPIDS

Masse Guillaume

Laboratoire d'Océanographie et du Climat, Paris

Terre Adélie

Ce projet propose l'utilisation de biomarqueurs (HBIs) synthétisés par certaines espèces de microalgues comme indicateurs de la banquise Antarctique. En effet, des études préliminaires ont montré que certains lipides synthétisés spécifiquement par les diatomées de glace sont conservés au sein des sédiments et peuvent être utilisés comme indicateur de la présence de la banquise dans le passé. Ce projet, permettant l'analyse des niveaux de concentration des HBIs au sein de la banquise, leur mise en relation avec les caractéristiques physiques du milieu et les abondances de glace déterminées à partir des données satellitaires permettra de calibrer ce nouvel outil. A terme, l'analyse de séries sédimentaires permettra la reconstruction à très haute résolution des variations historiques de la banquise dans des zones clés de l'Antarctique permettant ainsi d'affiner les modèles de prédiction climatique. *The current project aims to investigate whether some well characterised organic chemicals from microalgae can be used as proxy indicators of current and past sea ice levels in the Antarctic area. This project will consist of performing a calibration of the proxies. Concentrations of selected biomarkers in sea ice and phytoplankton samples collected during*

an entire year will be correlated both with the environmental conditions and sea ice physical properties. The outcomes of this project will then enable reconstructions of past sea ice extents to be performed at unprecedented high resolution.

Evolution du sulfate et du nitrate de l'air et de la neige de Dôme C

1011 - SUNITE DC

Savarino Joël

**Laboratoire de Glaciologie et de Géophysique de l'Environnement, Saint Martin d'Hères
Concordia**

Le programme NITEDC était dédié à l'étude des effets post dépôts du nitrate en utilisant sa composition isotopique en O et N. Pour ce renouvellement, le but de SUNITE DC est de documenter et utiliser les anomalies isotopiques des oxy-anions (sulfate et nitrate) pour contraindre les sources, transformations et transports de ces composés vers les régions polaires où ils sont archivés sur des milliers d'années. Les compositions isotopiques résultent du mode de formation de la matière et portent de fait une information de qualité sur les mécanismes d'oxydation et sur l'identification et l'importance des sources des précurseurs. Cette information peut être reconstituée à partir des carottes de glace et doit permettre d'accéder à l'activité chimique passée de l'atmosphère en lien avec les changements climatiques. Nous proposons de continuer le travail entrepris durant NITEDC, c'est-à-dire le suivi de la composition isotopique du nitrate dans un contexte de reconstitution de la couche d'ozone et d'étendre l'étude au sulfate. Dans ce projet les trois compartiments, air, neige et glace seront étudiés sous des conditions climatiques et météorologiques différents. A notre connaissance, nous sommes le seul groupe à proposer la mesure des isotopes rares 17O et 33S en Antarctique. SUNITE DC profitera du support des ANR VOLSOL, OPALE et d'un réseau européen Marie Curie INTRAMIF. (Suivant les conseils du comité scientifique, le sulfate est maintenant intégré à ce programme, ceci met fin au programme 1012volsol)

NITEDC program was dedicated to the study of the snow nitrate post depositional effects, using its N and O isotope composition. For this renewal project, the goal of SUNITEDC (following the committee advice, sulfate is integrated in this program) is to document and use the isotopic anomaly of oxy-anions (sulfate, nitrate) to constrain the sources, transformations and transports of these compounds to Polar Regions where they are archived for hundreds thousand of years. Isotopic compositions of molecules are the result of their manufactures and thus carry a wealth of information about the oxidative capacity of the atmosphere and the source apportionments of their precursors. The information can be recovered from proxy records such as ice cores and thus open a window on the past chemical activities of the atmosphere. We propose to continue the work undertaken during NITEDC, i.e. follow the isotopic composition of nitrate in the context of the ozone hole recovery and extend it to the study of sulfate. In this project the three compartments: air, snow

and ice will be studied under different climatic and meteorological conditions. To the best of our knowledge, we are the only group using the rare stable isotopes (17O, 33S) in Antarctica. SUNITE DC is co sponsored by the ANR VOLSOL, OPALE and an european network INTRAMIF.

Calibration – validation de modèles météorologiques et climatiques et de restitutions satellitaires, de la côte Antarctique jusqu'au Dôme C

1013 - CALVA

Genthon Christophe

Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement, Saint Martin d'Hères

Terre Adélie, Concordia

Ce projet est conçu pour l'acquisition sur le terrain, en Terre Adélie et au Dôme C, de données 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 satellitaire dans le domaine de l'infrarouge thermique et des micro-ondes passives. Ce projet prend le relais du projet IPY -CONCORDIASI pour l'IR et la modélisation météorologique, et constitue le volet terrain de la partie "Incertitudes sur les processus de bilan de masse de surface" du projet européen FP7 ICE2SEA devant démarrer en 2010.

This project is designed to acquire field data in Adélie Land and at the Dome C to better verify, validate or improve meteorological and climate modelling at the process scale and satellite retrieval (thermal infra-red and passive microwaves) over the Antarctic region. This project takes over the IPY-CONCORDIASI project for the IR and meteorological modeling, and it is the field component of the "Surface mass balance uncertainties" workpackage of the FP7 European project ICE2SEA planned to start in 2010.

Caméra Millimétrique au Sol pour l'Antarctique 1040 - CAMISTIC

Durand Gilles

Département d'Astrophysique, de Physique, Gif sur Yvette

Concordia

Camistic est une caméra dont le but premier est de tester le site de Concordia en infrarouge lointain. Cette caméra, placée sur le télescope italien IRAIT est une étape nécessaire avant d'envisager des projets plus ambitieux de grands télescopes pour les observations au Dôme C des corps froids de l'univers. Le domaine d'astronomie accessible concerne la formation des étoiles et les étapes précoces de l'univers

Camistic is a Sub-millimetre / Thz camera with goal of site testing at Concordia by measuring the transmission and stability of the atmosphere. This camera placed on the 0.8m telescope IRAIT will explore the Thz domain in preparation of sub-millimetre astronomy experiments with larger telescopes at dome C. Astronomy goals are the study of star formation and the early stages of the universe.

Les glaciers, un observatoire du climat, phase exploratoire pour une composante à Kerguelen 1048 - GLACIOCLIM-KESAACO

Favier Vincent

LGGE, Saint Martin D'Hères

Kerguelen

Ce projet de recherche exploratoire à Kerguelen, a pour but la mise en place et le développement d'un réseau de mesures glaciologiques selon les protocoles du Service d'Observation (SO) GLACIOCLIM. GLACIOCLIM est un observatoire français de recherche sur les glaciers, ayant pour objectif le suivi et l'analyse de la variabilité climatique et de son impact sur les bilans de masse dans les régions englacées du globe. Sur l'archipel de Kerguelen (49°S, 69°E, avec une surface englacée de 552 km² en 2001), l'existence d'études paléoclimatiques, océanographiques et météorologiques offre des informations de base importantes pour envisager l'analyse de la variabilité climatique locale. Néanmoins, malgré l'existence de courtes études glaciologiques sur le glacier Ampère de la calotte Cook, la connaissance de la relation glacier-climat reste limitée, et il est actuellement impossible de déterminer précisément les causes du recul dramatique des glaciers cours des 50 dernières années. Analyser le recul de cette calotte est devenu urgent. Afin d'analyser les processus physiques impliqués, ce projet vise au déploiement et au maintien d'un réseau de bilan de masse et de mesures météorologiques sur et en dehors des glaciers de la calotte Cook. Des mesures topographiques, hydrologiques sont aussi prévues afin de calculer le bilan de masse du glacier à l'aide de méthodes indépendantes. Enfin, nous approfondirons la description des paleostades glaciaires à l'aide d'une nouvelle méthode de datation des moraines par lichenométrie.

This proposal is the exploratory step for Kerguelen component of the GLACIOCLIM Observatory. GLACIOCLIM is a French observatory to globally detect, monitor and understand climate and mass balance variability in the glacial environment. In the Kerguelen archipelago (49°S, 69°E, with an ice covered area of 552km² in 2001), there have been few short term glaciological studies on Ampere Glacier (main glacier of Cook icecap). Paleoclimatic reconstructions over the holocene and long term data from oceanographic and meteorological observatories are also available to get information on the climatic variability during the last 50 years. However, even though these data are essential, a study of the climate-glacier relationship is still necessary to describe the main factors that induced the current dramatic retreat of the Cook icecap. Studying Kerguelen ice caps has become urgent, but is also logistically feasible. The current project plans to deploy and maintain a surface mass balance network, and meteorological instruments on and around the glacier according to GLACIOCLIM protocols. Topographic and hydrological measurements are also planned in order to get data for independent computation of the mass balance. Finally, we will go a step further in the description of the past glacier fluctuation history by dating moraines with a new lichenometric approach.

CRACICE 1050 - CRACICE

Legresy Benoît

Laboratoire d'Etudes en Géophysique et
Océanographie Spatiales, Toulouse
Terre Adélie

Il s'agit de suivre l'évolution des glaciers Mertz, Ninnis et Cook. Nous nous concentrons dans un premier temps sur le glacier Mertz pour suivre le vêlage de sa langue de glace. Le suivi se fera par dépôt de balises GPS le long de la langue de glace et autour de la crevasse principale qui menace 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 will use GPS beacons setup along the ice tongue and around the main rift which might free a 70*25km 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

LGGE, Saint Martin d'Hères

Terre Adélie

Dans la continuation des 3 premières années de DACOTA le programme de recherche proposé vise à pérenniser et étoffer l'ensemble des mesures sur le glacier test de l'Astrolabe (Terre Adélie). Ce panel d'observations permet non seulement une bonne caractérisation de la dynamique de ce glacier (rôle majeur des glaciers côtiers sur le bilan de masse d'une grande partie de la calotte) mais s'avère aussi indispensable pour entreprendre et valider un ambitieux travail de modélisation numérique afin de prédire l'évolution future de ces glaciers et son impact sur le niveau des mers.

As an extension to the first 3 years of DACOTA, the proposed program aims at a perennial and extended survey of the test zone of Glacier de l'Astrolabe (Terre Adélie). Not only such a pannel of observations allows for a better characterization of the glacier dynamics (the role of these outlet glaciers on the the overall mass balance of large parts of the ice sheet is crucial) but it also proves necessary for properly running and validating an ice flow model in order to produce realistic forecasts of the future of these glaciers and the consequences on sea level.

Variabilité du courant circumpolaire Antarctique dans la région de Kerguelen 1061 - MAKER

Park Young-Hyang

LOCEAN, Paris

Kerguelen, La Curieuse

Le plateau de Kerguelen est le plus grand plateau sous-marin de l'océan Austral. Il constitue une barrière topographique majeure sur la route du Courant Circumpolaire Antarctique (CCA) qui circule vers l'Est. Dans le contexte du changement climatique, le suivi des variations de la position et de l'intensité du CCA et de la circulation verticale méridienne associée (Meridional Overturning Circulation, MOC) figure parmi les objectifs clés de la

communauté océanographique étudiant l'océan Austral. Localisée à proximité de la zone de forte activité tourbillonnaire située au nord du plateau et associée au puissant Front Subantarctique, et enserrée à l'est de l'archipel par une branche étroite et rapide du Front Polaire, la région à l'est des Iles Kerguelen est un site idéal pour mener un suivi systématique du CCA et des tourbillons associés. Les objectifs principaux du présent projet sont 1) de suivre la variabilité spatiale et temporelle de la structure verticale du Front Polaire et 2) d'estimer les diffusivités verticales et horizontales des tourbillons de la région, qui sont des paramètres essentiels pour déterminer la structure et la force de la circulation verticale méridienne de l'océan Austral (MOC). Pour cela nous proposons non pas d'effectuer des CTD classiques en station le long des sections d'étude, mais d'utiliser des XCTD (CTD jetables) pour réaliser les profils verticaux, ce qui constitue une méthode économique, rapide et sûre pour conduire des opérations à partir d'un petit navire comme *La Curieuse* (les mesures étant réalisées en route et sans la mise à l'eau d'une CTD).

*The Kerguelen Plateau is the largest near-meridional submarine plateau in the Southern Ocean (SO) and constitutes a major topographic barrier for the eastward flowing Antarctic Circumpolar Current (ACC). Under the changing climate of the earth, identification and monitoring of the changes in location and intensity of the ACC and associated MOC (meridional overturning circulation) are among the key objectives of the SO oceanographic community. Located close to the high eddy activity associated with the powerful Subantarctic Front north of the plateau and hugged east of the islands by a swift and narrow branch of the Polar Front (PF), the area east of the Kerguelen Islands provides with an ideal place to conduct systematic observations of the ACC and associated eddies. The main objectives of the present project are thus to 1) monitor the time and space variability of the vertical structure of the PF and 2) estimate the vertical and horizontal eddy diffusivities of the area, which are climatologically critical parameters for determining the structure and strength of the SO-MOC. A cost-effective and safe on board operation is proposed using XCTD (expandable conductivity-temperature-depth) castings from the *La Curieuse*, a near-coast operating small boat at the Kerguelen Islands.*

A la Recherche d'Exoplanètes en Transit depuis l'Antarctique - 1066 - ASTEP

Guillot Tristan

Observatoire de la Côte d'Azur, Nice

Concordia

ASTEP est un programme d'astronomie conçu pour observer en photométrie le ciel du Dôme C. Ses objectifs sont (1) de déterminer précisément la qualité photométrique du site de Concordia; (2) de découvrir et caractériser les exoplanètes en transit devant leur étoile; (3) de préparer des campagnes massives de caractérisation des super-Terres. L'installation et les premières observations avec ASTEP 400 débuteront en 2010-2011. ASTEP permettra l'observation précise de cibles d'opportunité (exoplanètes en transit, microlentilles...etc.) dans l'hémisphère Sud durant les hivers antarctiques, jusque 2014.

Il sera possible de combiner utilement ces observations avec celles d'autres instruments sur le site (par ex. IRAIT).

ASTEP is an astronomy programme designed to monitor photometrically the dome C sky. Its aims are (1) to assess precisely the photometric quality of the Concordia site (2) to discover and characterize exoplanets transiting in front of their stars and (3) to prepare future ambitious campaigns for the characterization of super-Earths. Installation and first observations with ASTEP 400 will start in 2010-2011. ASTEP will allow precise photometric observations of target of opportunities (transiting exoplanets, microlenses...etc.) in the South hemisphere during antarctic winters until 2014. It will be possible to usefully combine the observations with those of other instruments on the site (e.g. IRAIT).

Flux Atmosphérique d'Origine Continentale sur l'Océan Austral 1188 - FLATOCOA

Losno Rémi

Laboratoire Interuniversitaire des Systèmes
Atmosphériques, Créteil

Crozet

Nous désirons connaître la quantité de matière continentale transférée à l'océan Austral par voie atmosphérique et la partie biodisponible. Le flux atmosphérique et la concentration en poussière seront mesurés pendant 2 ans ½ à Kerguelen avec un pas de temps de la semaine. Nous utiliserons un modèle de transport/dépôt pour extrapoler les mesures à la plus vaste zone possible. Appuyés sur l'expérience de la mesure à Kerguelen, nous ajouterons un point à Crozet pour obtenir des informations sur le gradient de flux/concentration. Des mesures de CO concomitantes à plus haute fréquence permettront d'affiner nos interprétations.

We aim to know the amount of continental dust deposited on the South Ocean by the way of the atmosphere, including the bioavailable fraction. The atmospheric flux and the dust concentration will be measured during 2½ years at Kerguelen with an integration time of one week. We will use a transportation/deposit model to extrapolate at a largest scale possible. In addition, we will run another station at Crozet to assess gradient informations. Higher frequency CO measurements will enhance our data set.

ANTARCTIQUE, SUBANTARCTIQUES

SCIENCES DE LA VIE



Oiseaux et mammifères marins sentinelles des changements globaux dans l'océan austral 109 - ORNITHOECO
Weimerskirch Henri

Centre d'Etudes Biologiques de Chizé
Terre Adélie, Crozet, Kerguelen, Amsterdam - Saint-Paul

Le programme utilise les oiseaux et mammifères marins comme indicateurs des changements globaux qui affectent les écosystèmes de l'océan Austral. A travers un réseau de 4 observatoires allant de l'Antarctique au milieu subtropical les populations de 25 espèces de prédateurs supérieurs sont suivies depuis 50 ans. Les informations individuelles à long terme sont utilisées pour comprendre les processus par lesquels le climat affecte les écosystèmes marins et pour faire des prédictions sur les futurs effets des changements climatiques. Le programme intègre également l'effet des pêcheries afin de proposer des mesures de conservation.

The program uses 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. These individually based long term information are used to understand the processes through which climate affect marine ecosystems, and to make predictions on the future changes in these ecosystems, as well as to propose conservation measures to limit the impact of fisheries on some populations.

Adaptations énergétiques aux contraintes nutritionnelles et environnementales chez le manchot royal 119 - ECONERGIE
Groscolas René

Département d'Ecologie, Physiologie et Ethologie, Strasbourg
Crozet

Le programme 2008-2011 a pour objectifs de comprendre les adaptations énergétiques mises en oeuvre à terre par le manchot royal pour faire face aux contraintes nutritionnelles et environnementales rencontrées au cours de son cycle annuel. Les travaux seront réalisés à la fois chez l'adulte en reproduction et chez le poussin au cours de ses différentes phases de croissance. Dans ce dernier cas, nous rechercherons également comment les adaptations énergétiques sont liées au développement musculaire et squelettique.

The 2008-2011 programme aims at understanding how while a shore the king penguin adapts energetically to the nutritional and environmental constraints it has to face through the annual cycle. Studies will be performed both on adults throughout breeding and on chicks throughout growth. In the latter, how energy adaptations are related to muscular and skeletal development will be moreover determined.

Thermorégulation et Énergétique en milieu polaire 131 - ORNITHOTHERMO
Duchamp Claude

Université Claude Bernard Lyon 1, Villeurbanne

Terre Adélie, Crozet

Les oiseaux marins des régions polaires et subantarctiques sont des modèles d'études exceptionnels des processus bioénergétiques essentiels à leur survie. Le décryptage par une approche de physiologie intégrative (de l'animal entier aux gènes) des processus énergétiques adaptatifs mis en jeu à chaque étape clé de leur vie (reproduction, éclosion, émancipation thermique) pourrait révéler des mécanismes ou des molécules, cibles potentielles pour la compréhension de pathologies métaboliques.

Because they have optimized the bioenergetic processes essential for their survival, marine birds from the polar and subantarctic regions are of outstanding interest. 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 (reproduction, hatching, thermal emancipation) could improve our understanding and reveal potential targets for metabolic diseases.

Changements climatiques, actions anthropiques et biodiversité des écosystèmes terrestres subantarctiques 136 - ECOBIO

Lebouvier Marc

Université de Rennes I Station Biologique, Paimpont

Crozet, Kerguelen, Amsterdam - Saint-Paul

Ce programme de recherche est centré sur l'étude de l'impact des changements climatiques et des activités humaines, plus particulièrement les invasions biologiques liées à l'homme, sur la biodiversité des écosystèmes terrestres des îles subantarctiques. Le programme de suivi à long terme que nous menons nous permet de détecter l'arrivée et ensuite la dispersion éventuelle de nouvelles espèces, ainsi que la manière dont la biologie des espèces natives (plantes et invertébrés) est altérée par les changements climatiques et les invasions biologiques. Notre approche multidisciplinaire (des communautés jusqu'à la molécule) permet une meilleure compréhension de la biologie des espèces natives et introduites ainsi que la façon dont elles interagissent avec leur environnement. We will investigate the impact of climate change and human activities (mainly anthropogenically-related biological invasions) on the biodiversity of the subantarctic insular terrestrial ecosystems. Long-term monitoring studies allow us to detect the arrival and possible dispersion of new introduced species, and to determine how native invertebrate and plant life cycles can be affected by both climate change and biological invasions. Our multidisciplinary approach (from ecosystems studies to genetics) should allow a better understanding of the biology of both native and introduced species and the way they are interacting with their environment.

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 137 - ECOPHY

Le Maho Yvon

Département Interactions Physique, Chimie et Vivant, Strasbourg

Terre Adélie, Crozet

Notre objectif est de connaître les limites de la capacité d'adaptation des manchots aux changements climatiques saisonniers et interannuels et à leurs conséquences sur l'abondance et la localisation des ressources marines dont ils dépendent. Pour cela, nous abordons l'étude sous l'angle de la dynamique des populations en suivant par identification automatique de nombreux individus dont l'histoire est parfaitement connue. A cette approche qui nous affranchit du biais des bagues et nous permet d'avoir des animaux témoins non perturbés, sont superposées deux études, à terre et en mer. Dans la colonie, nous chercherons à comprendre par quels mécanismes comportementaux et physiologiques

les manchots économisent leurs réserves corporelles pour assurer le succès de leur reproduction et par quels mécanismes est assurée leur survie lorsque ces réserves sont en voie d'épuisement. En mer, grâce au biologging, nous voulons déterminer les performances alimentaires des oiseaux en fonction de leur expérience et de leur qualité physique (immunocompétence et condition corporelle).

We want to determine the extent to which penguins are able to cope with seasonal and interannual climatic changes and their consequences on the localization and abundance of their marine resources. We thus investigate their population dynamics by automatically tracking many individuals whose history is known. To this approach, which therefore enable us to avoid the bias of flipper banding and as well have control birds which are undisturbed, will be superimposed two studies, ashore in the breeding colony and at sea. In the colony, we aim to understand those behavioural and physiological processes which enable the birds to minimize body fuel utilization while fasting in order to succeed in breeding but still ensure their survival once those fuels are depleted. At sea, with biologging, we want to determine the feeding performance of the birds in relation to their individual experience and fitness, i.e. immunocompetence and body condition.

Déterminants biotiques et abiotiques de la dynamique des populations de chats de la Grande Terre de l'archipel des Kerguelen. 279 - POPCHAT

Pontier Dominique

Université Claude Bernard Lyon 1, Villeurbanne

Kerguelen

L'objectif est de comprendre les différents aspects de l'intégration du chat dans l'écosystème de la Grande Terre. Ceci comprend l'étude des facteurs biotiques (e.g. proies) et abiotiques (climat) fondamentaux qui conditionnent la dynamique des ses populations (densité-dépendance des paramètres démographiques, synchronie entre sites, variabilité du système d'appariement ...), les conséquences de cette variabilité sur la distribution spatiale et temporelle de la diversité génétique, mais aussi l'influence de la prédation du chat sur la dynamique des espèces d'oiseaux marins, en combinant des approches empiriques et théoriques.

The objective is to understand various aspects concerning the integration of cats into the ecosystem of Grande Terre. This includes the study of biotic (e.g., prey) and abiotic (e.g., climate) factors that influence cat population dynamics (e.g., density-dependence of demographic parameters, synchronicity between sites, and variability in their reproductive system), their consequences on the spatial and temporal distribution of genetic diversity, and the consequences of cat predation for the dynamics of seabird species. We combine empirical and theoretical approaches.

Ecologie comportementale des oiseaux marins subantarctiques 354 - ETHOTAAF

Bonadonna Francesco

Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive - Groupe d'Ecologie Comportementale, Montpellier

Crozet, Kerguelen

Interactions between individuals and between organisms and environment pass through cues and clues that modify the behaviour of the receiver. Animals broadcast a wide range of information through calling, colour displays, postures, and odours. In the environment colours, odours, magnetic cues may indicate a source of food, or a direction during a displacement. Our project focalises on signals: a) Olfactory cues (function in individual recognition, mate choice, and orientation in petrels, and albatrosses; function in orientation in penguins). b) Visual cues (function in mate choice and orientation in penguins). c) Acoustic cues (function in mate choice in petrels and orientation in penguins).

Stratégie énergétique des oiseaux plongeurs et variabilité physique et trophique de l'océan Austral. 394 - OISEAUX PLONGEURS

Bost Charles-André

Centre d'Etudes Biologiques de Chizé

Terre Adélie, Crozet, Kerguelen

Stratégies énergétiques en mer de prédateurs s'alimentant par plongée (manchots, cormorans, pétrels) et jouant un rôle majeur dans les réseaux trophiques de l'océan Austral. Etude écophysiological dans les 3 dimensions de l'océan par suivi téléométrique, ceci selon les caractéristiques physiques et biotiques. Quantification énergétique des déplacements alimentaires (étude écophysiological de la plongée). Etude du potentiel bio-indicateur des prédateurs plongeurs vis à vis des conséquences biologiques de la variabilité climatique.

The objectives is to study how some 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 Indian Ocean. Based on the use of state of the art data loggers, the programme will be focused on the at-sea ecology and energetic of key diving pulmonary predators (penguins, cormorans, diving petrels), studied in 3 localities (Crozet and Kerguelen: Polar Frontal Zone) and Adélie Land (Antarctic).

Distribution des cétacés en Terre Adélie 1014 - CETA

Charrassin Jean-Benoît

LOCEAN, Paris

Astrolabe

This project aims at documenting background information on summer presence and relative abundance of cetaceans over the continental shelf off Terre Adélie, Eastern Antarctica. It will constitute one of the rare French contribution to the ongoing assessment of large whales of the Southern Ocean conducted by the International Whaling Commission, as well as to the Regional Non-Lethal Whale Research Partnerships in the Southern Ocean recently proposed by Australia. Two observers will survey relative abundances of

minke, fin, humpback, blue, right and killer whales from onboard R/V l'Astrolabe used as a platform of opportunity. Field work will be conducted during existing oceanographic surveys (ICO2TA, ALBION) conducted annually in January off Dumont D'Urville. Cetacean distribution will be related to the distribution of biotic (zooplankton) and abiotic (hydrographic parameters, sea ice condition and physiography) collected during the cruises. When possible, photo ID and biopsies samples of humpback and blue whales will be collected and compared to existing catalogues from the breeding grounds in order to assess the migratory connection between breeding grounds and feeding areas. After two years we will assess the outcome of the study to decide whether it is worth conducting whale research at this location on a longer term and possibly on a larger scale.

Réponses physiologique et métabolique du krill aux variations de température du milieu 1039 - KREVET

Toullec Jean-Yves

Université Pierre et Marie Curie, Paris

Terre Adélie, Astrolabe

Conséquences physiologiques d'une augmentation de la température potentiellement liée au réchauffement climatique global chez des Crustacés inféodés au milieu polaire antarctique : - Matériel biologique : le krill, *Euphausia superba* et/ou *Euphausia crystallorophias*. - Étude in vivo de l'induction des molécules de stress en fonction de la température. - Évolution moléculaire des protéines de stress de Crustacés en milieu Antarctique : - Protéines de choc thermique (Heat/Cold Shock Proteins (H/CSP)) - Peptides de la famille de la CHH (Crustacean Hyperglycemic Hormone).

Studies of physiological consequences of a possible temperature increase linked to the global warming in Crustaceans from Antarctic ocean. -Biological material: Krill Euphausia superba and/or Euphausia crystallorophias. -Research projects :-In vivo study of the induction of stress molecules as a function of the temperature ; -Molecular evolution of stress proteins in Antarctic medium : thermal shock proteins (Heat/Cold shock proteins, H/CSP), peptides from the CHH (Crustacean Hyperglycemic Hormone) family.

Écologie évolutive de la colonisation des îles Kerguelen par les salmonidés 1041 - SALMEVOL

Labonne Jacques

Département EFPA (Ecologie des milieux Prairiaux, Forestiers et Aquatiques), Saint-Pée sur Nivelle

Kerguelen

Les conditions environnementales actuelles des îles Kerguelens se rapprochent fortement des paysages post-glaciaires que les salmonidés ont colonisé à la suite du Pleistocène. L'expérience à grande échelle générée par l'introduction réussie des salmonidés 60 ans auparavant constitue une formidable opportunité pour la recherche fondamentale en Ecologie Evolutive. En se basant sur une expertise multidisciplinaire (démographie, génétique, comportement) et les données et échantillons

archivés depuis 1954, le projet SALMEVOL se propose de tester des hypothèses relatives à la compréhension des mécanismes impliqués dans l'adaptation à de nouvelles conditions et la colonisation de nouveaux habitats.

The SALMEVOL project focuses on the evolutionary ecology of salmonids, in the specific context of the successful colonization of the Kerguelen Is. The conditions prevailing in the islands mimic the typical post-glacial landscape that salmonids have naturally colonized following the Pleistocene glaciations. The grand-scale experiment created by the successful introduction of salmonids 60 years ago allowed us to test several hypotheses. Based on our multidisciplinary expertise and the availability of archival data starting from 1954 and onward, it has become possible to understand how species may adapt to new conditions and how they are able to colonize new habitats.

Radiations EVOLutives marines en Terre Adélie I 124 - REVOLTA

Lecointre Guillaume

Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris Terre Adélie

La zone de l'Antarctique Est située entre les glaciers du Mertz et de l'Astrolabe, récemment échantillonnée (CEAMARC), présente différents types de biotopes propices à la production de "species flocks". Les archipels constituent des milieux très fragmentés qui pourraient favoriser la spéciation rapide des groupes taxonomiques. Dans ce contexte, l'archipel de Pointe Géologie est choisi comme milieu modèle avec cinq groupes taxonomiques candidats susceptibles de générer des "micro species flocks" (notothenioïdes, crinoïdes, échinoïdes, isopodes, algues) qui seront étudiés à trois échelles taxonomiques et temporelles.

The East Antarctic area situated between the Mertz and Astrolabe ice tongues, recently sampled (CEAMARC), displays a number of different biotopes likely to produce "species flocks". Especially, archipelagos form fragmented habitats that could favour rapid speciation of some taxonomic groups. Pointe Geologie is an archipelago and is chosen as model environment and five taxa that are thought to have produced "micro species flocks" (notothenioids, crinoids, echinoids, isopods, algae) will be studied at three taxonomic and temporal scales.

Observations intégrées de l'Océan Côtier en Terre Adélie I 142 - ICO²TA

Koubbi Philippe

Laboratoire d'Océanographie de Villefranche sur Mer

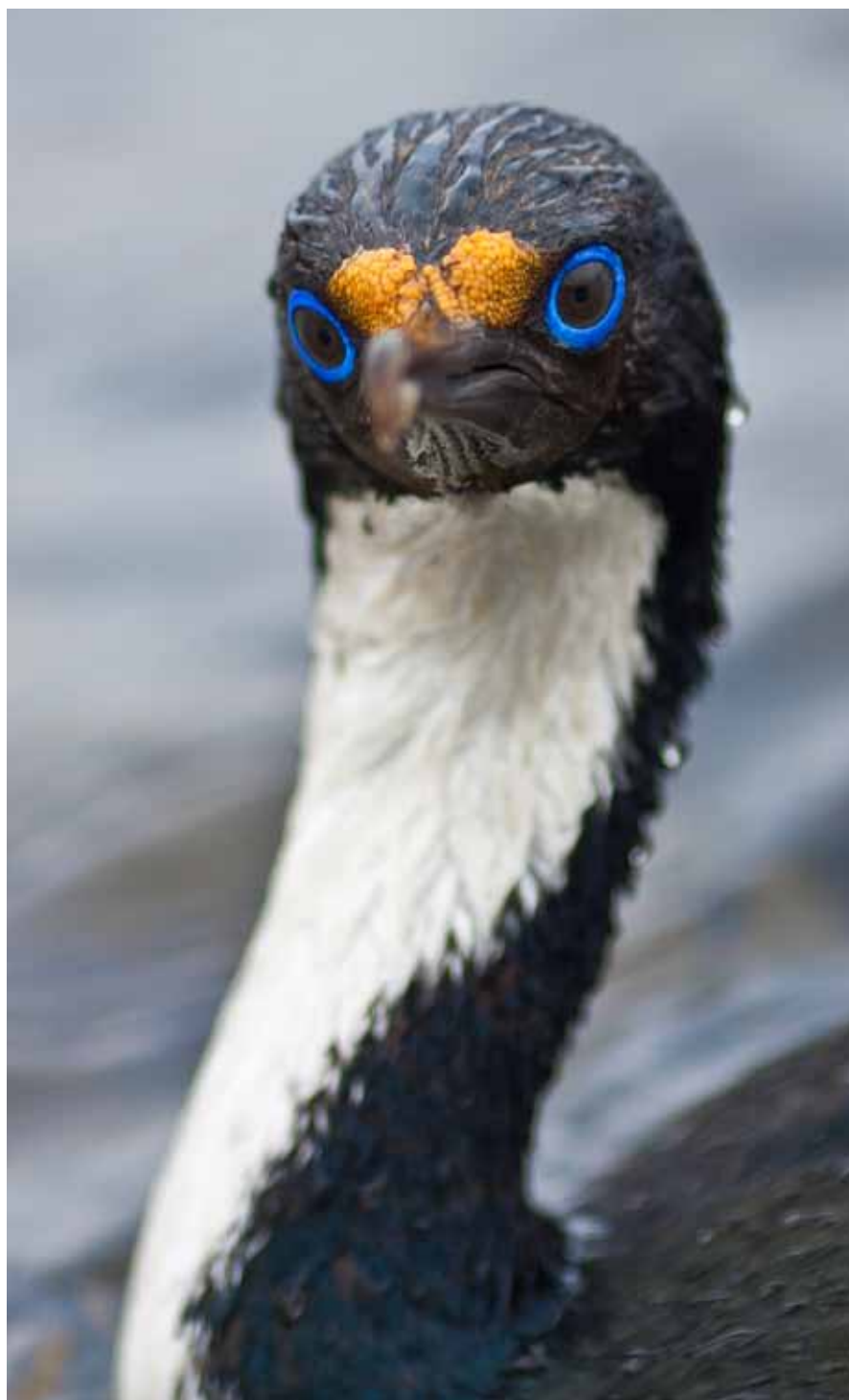
Terre Adélie, Astrolabe

Les observations à long terme dans l'océan Austral sont difficiles à réaliser et les études à mésoéchelles sont plutôt rares. Si les zones dominées par le krill sont bien connues, des études sont nécessaires concernant les réseaux trophiques de la zone néritique. Par une approche multidisciplinaire, le projet a pour objectif d'obtenir des informations sur la composition des communautés marines du plateau continental est-Antarctique en fonction

de la variabilité des facteurs environnementaux incluant la glace de mer. Des espèces ou assemblages clés seront suivis. Pour le milieu pélagique, les études vont se concentrer sur le contrôle de cet écosystème par quelques espèces comme les euphausiacés et le (micro)nekton sur le plancton. Pour le milieu benthique, il est proposé de comprendre comment les communautés indiquent le niveau de perturbation lié au chalutage du fond par les icebergs et comment le benthos et l'ichtyofaune associée réagissent au retrait des glaciers.

Long term synoptic monitoring of polar oceans has always been a challenge and annual mesoscale surveys are rare. If krill dominated areas are quite well known, monitoring is needed to study the trophic web in neritic zone. The motivation of

the project is to gather through a multidisciplinary effort, long-term information on the composition of the marine biota over the Eastern Antarctic continental shelf in relation to environmental variability including seaice variability. Key species or assemblages will be monitored. For the pelagic realm, the study will focus on the control of the pelagic ecosystem by few species of euphausiids and (micro)nekton on plankton. For the benthic realm, it will be proposed to understand how communities indicate the level of perturbation linked to iceberg scouring and how the benthos and demersal fish may react to glacier retreat.



ANTARCTIQUE

PROGRAMMES DE RECHERCHE EN PARTENARIAT AVEC L'ESA

The vulnerability of totally confined subjects is a concern which needs to be considered when planning health care and health monitoring during long-term space flights, manned lunar exploration and potential future "extraterrestrial" settlement. The Concordia Station presents the perfect testing place on Earth for the evaluation of health risks before long-term space flights. The living conditions in Antarctica (hypoxia, confinement and long-term night) can simulate the conditions during future space flights.

It is the reason why ESA established a collaboration with IPEV and PNRA to implement scientific projects at Concordia in relation to these topics. A joint ESA-Steering Committee of Concordia was launched in 2008 and 5 projects were implemented at Concordia during the 2010 winterover.

Concordia microbial dynamics (COMICS)

The aim of this project is to study the ecology of microbial communities in the Concordia Station. The authors investigate the diversity and genetic fluxes among the microflora associated with the human crew and with the confined environment of the Station.

The principal investigators are from Université Catholique de Louvain (UCL), Belgium, Université Libre de Bruxelles (ULB), Belgium, Center for Nuclear Studies (SCK-CEN), Belgium, Technische Universität Berlin (TUB), Germany and Università della Tuscia (UNITUS), Italy.

Influence of physical activity on mental and perceptual motor performance and mood during long-term confinement

The authors of this project would like to find a link between exercise, mood and cognitive performance.

Such link can be very useful for further successful managing of longterm space flights. The principal investigator is Dr. Stefan Schneider, German Sport University Cologne.

Consequences of longterm-Confinement and Hypobaric HypOxia on Immunity in the Antarctic Concordia Environment (CHOICE)

The aims of this study are:

- assessment and understanding of stress-associated immune changes that results from confinement living under moderate hypobaric hypoxia comparable to those possible living situations in future lunar habitats where air pressure and oxygen may be lowered for technical and financial reasons
- work out for the rationale for the development of adequate countermeasures to counterbalance the potential risk of confinement and hypoxia-induced immune and health changes.

The principal investigator is Dr. Alexander Chouker, Ph.D. from Ludwig-Maximilians-University of Munich, Germany in cooperation with departments from Italy, France, Austria and Johnson Space Center, NASA, USA.

Assessment of biomarkers for behavioral adaptation and health during isolated stay in Concordia (BEACON)

The aims of the project are :

- to study effect of stress (confinement) at 3 levels: molecular biology (gene expression in blood and saliva), metabolism (cytokines, hormones, neurotrophins) and clinical evaluation (tests and questionnaires)
- to identify biological changes and assess clinical relevance
- select gene expression as early warning signal
- evaluate gene expression in saliva as non-invasive monitoring.

The principal investigator is Dr. Patrick de Boever from VITO-Toxicology in the cooperation with ISS Department of the Italian National Health Service, Italy, Department of Occupational and Environmental Medicine, Belgium and Governmental Psychiatric Geel, Belgium.

Medical skills maintenance during longterm isolation: performance of management of medical emergencies in remote location using expert systems and training (EMLI – Emergency medicine during longterm isolation)

The aims of the project are:

- to assess medical skill maintenance during longterm missions in isolated environment
- to evaluate knowledge loss
- to work out methodology for preserving skills and knowledge levels

The participants from winterover crew attended a medical course (ALS – training) in University of Mainz before leaving to Antarctica. They were divided in 2 groups and they have been tested in certain intervals regarding practical and theoretical skill levels. They practice their medical skills using a sophisticated model of human body – SimMan Mannequin. The principal investigators are prof. Dr. W. Mann, Dr. Matthias Schäfer and Dr. Julian Graf and from University of Mainz, Germany.





Responsables de programmes

Bascou Jérôme

Université Jean Monnet
jerome.bascou@univ-st-etienne.fr

Bezous Antoine

Laboratoire de Planétologie et de
Géodynamique de Nantes
antoine.bezous@univ-nantes.fr

Bonadonna Francesco

Centre d'Ecologie Fonctionnelle
et Evolutive
francesco.bonadonna@cefe.cnrs.fr

Bost Charles-André

Centre d'Etudes Biologiques de
Chizé
bost@cebc.cnrs.fr

Boulinier Thierry

Centre d'Ecologie Fonctionnelle
et Evolutive - Dpt Biologie des
Populations
thierry.boulinier@cefe.cnrs.fr

Chambodut Aude

Ecole et Observatoire des
Sciences de la Terre
aude@unistra.fr

Charrassin Jean-Benoît

Département Milieux et
Peuplements Aquatiques
jbc@mnhn.fr

Chastel Olivier

Centre d'Etudes Biologiques de
Chizé
chastel@cebc.cnrs.fr

Cohen Yves

Centre de Recherches historiques
yvcohen@ehess.fr

Crubezy Eric

Laboratoire d'Anthropologie
Moléculaire et Imagerie de
Synthèse
crubezy.eric@free.fr

Danchin Etienne

Evolution et diversité Biologique
edanchin@cict.fr

Decamps Greg

Université Victor Segalen Bordeaux 2
- Laboratoire de Psychologie
Santé et Qualité de Vie
greg.decamps@u-bordeaux2.fr

Delmotte Marc

Laboratoire des Sciences du
Climat et de l'Environnement -
RAMCES - CEA Saclay
marc.delmotte@lsce.ipsl.fr

Duchamp Claude

Université Claude Bernard Lyon I
- Labo de Physiologie
claudeduchamp@univ-lyon1.fr

Durand Gilles

DSM-DAPNIA-SPA/CEA Saclay
durandgs@cea.fr

Favier Vincent

Laboratoire de Glaciologie et
Géophysique de l'Environnement
favier@lgge.obs.ujf-grenoble.fr

Fily Michel

Laboratoire de Glaciologie et
Géophysique de l'Environnement
fily@lgge.obs.ujf-grenoble.fr

Geistdoerfer Alette

Centre d'ethno-technologie en
milieux aquatiques / MNHN
Ecoanthropologie et Ethnobiologie
- Hommes, natures, sociétés
alietteg@mnhn.fr

Genthon Christophe

Laboratoire de Glaciologie et
Géophysique de l'Environnement
genthon@lgge.obs.ujf-grenoble.fr

Goutail Florence - Pazmino Andrea

Laboratoire Atmosphères, Milieux,
Observations Spatiales, CNRS
andrea.pazmino@latmos.ipsl.fr

Gremillet David

Centre d'Ecologie Fonctionnelle
et Evolutive - Equipe Ecologie
Spatiale des Populations
david.gremillet@cefe.cnrs.fr

Griselin Madeleinecnsr

UMR 6049 ThéMA, CNRS/
Université de Franche-Comté
madeleine.griselin@univ-fcomte.fr

Groscolas René

Institut Pluridisciplinaire
Hubert Curien - Dpt Ecologie,
Physiologie et Ethologie,
rene.groscolas@c-strasbourg.fr

Guillot Tristan

Cassipée - Observatoire de la
Côte d'Azur
tristan.guillot@oca.eu

Hinderer Jacques

Observatoire gravimétrique de
Strasbourg
jhinderer@eost.u-strasbg.fr

Houssais Marie-Noëlle

Laboratoire d'Océanographie et
du Climat : Expérimentations et
Approches Numériques
mnh@locean-ipsl.upmc.fr

Joliet Fabienne Jeanne

INHP - Agrocampus Centre
d'Angers
fabienne.joliet@agrocampus-ouest.fr

Klein Karl-Ludwig

Laboratoire d'Etudes Spatiales
et Instrumentales pour
l'Astrophysique
ludwig.klein@obspm.fr

Koubbi Philippe

Laboratoire d'Océanographie de
Villefranche
koubbi@obs-vlfr.fr

Labonne Jacques

ECOBIOP - Dpt EFPA - Pôle
d'Hydrobiologie - INRA
labonne@st-pee.inra.fr

Le Maho Yvon

Institut Pluridisciplinaire Hubert
Curien - Dpt Interactions
Physique, Chimie et Vivant
yvon.lemaho@c-strasbourg.fr

Le Meur Emmanuel

Laboratoire de Glaciologie
et Géophysique de
l'Environnement
lemeur@lgge.obs.ujf-grenoble.fr

Lebouvier Marc

Station Biologique de Paimpont
marc.lebouvier@univ-rennes1.fr

Lecoindre Guillaume

CNRS / UPMC / MNHN / IRD /
ENS - Systématique et Evolution
lecoindr@mnhn.fr

Legrand Michel

Laboratoire de Glaciologie et
Géophysique de l'Environnement
legrand@lgge.obs.ujf-grenoble.fr

Legresy Benoît

Laboratoire d'Etudes en
Géophysique et Océanographie
Spatiales
benoit.legresy@cnes.fr

Lévêque Jean-Jacques

Ecole et Observatoire des
Sciences de la Terre
leveque@sismo.u-strasbg.fr

Lilosten Jean

Laboratoire de Planétologie de
Grenoble
jean.lilosten@obs.ujf-grenoble.fr

Losno Rémi

Laboratoire Interuniversitaire des
Systèmes Atmosphériques
losno@lisa.univ-paris12.fr

Lyu Abe

Université de Nice Sophia
Antipolis - Laboratoire H. Fizeau
lyu.abe@unice.fr

Maggi Alessia

Ecole et Observatoire des
Sciences de la Terre
alessia.maggi@unistra.fr

Marchaudon Aurélie

Laboratoire de Physique et Chimie
de l'Environnement/CNRS
aurelie.marchaudon@cnrs-orleans.fr

Masse Guillaume

Laboratoire d'Océanographie et
du Climat : Expérimentations et
Approches Numériques
guillaume.masse@locean-ipsl.upmc.fr

Masson-Delmotte Valérie

Laboratoire des Sciences du
Climat et de l'Environnement
valerie.masson@cea.fr

Nel André

Systématique et évolution,
Entomologie
anel@mnhn.fr

Park Young-Hyang

Dpt Milieux et Peuplements
Aquatiques
yhpark@mnhn.fr

Petit Jean-Robert

Laboratoire de Glaciologie
et Géophysique de
l'Environnement - Paleoclimate
petit@lgge.obs.ujf-grenoble.fr

Pontier Dominique

Ecologie évolutive des
Populations
dpontier@biomserv.univ-lyon1.fr

Ramonet Michel

Laboratoire des Sciences du
Climat et de l'Environnement
michel.ramonet@sce.ipsl.fr

Ricaud Philippe

Laboratoire d'Aérodologie, Ozone
et Précurseurs
philippe.ricaud@aero.obs-mip.fr

Ritz Catherine

Laboratoire de Glaciologie
et Géophysique de
l'Environnement
barnola@lgge.obs.ujf-grenoble.fr

Rochette Pierre

Europole de l'Arbois
rochette@cerege.fr

Savarino Joel

Laboratoire de Glaciologie
et Géophysique de
l'Environnement
jsavarino@lgge.obs.ujf-grenoble.fr

Schwarzenbroeck Alfons

Université Blaise Pascal
Clermont Ferrand 2
a.schwarzenboeck@opgc.univ-
bpclermont.fr

Sciare Jean

Laboratoire des Sciences du
Climat et de l'Environnement
jean.sciare@sce.ipsl.fr

Testut Laurent

Laboratoire d'Etudes en
Géophysique et Océanographie
Spatiales
Laurent.Testut@legos.obs-mip.fr

Toullec Jean-Yves

Génétique de l'Adaptation en
Milieux Extrêmes
jean-yves.toullec@sb-roscoff.fr

Vate Virginie

CNRS / EPHE
virginie.vate@gsrl.cnrs.fr

Villemain Aude

Université de Reims
aude.villemain@univ-reims.fr

Villemin Thierry

Université de Savoie Pole
Montagne - Environnements,
Dynamiques et Territoires de
Montagne
Thierry.Villemin@univ-savoie.fr

Vivier Frédéric

Université Pierre et Marie Curie
fvi@ocean-ipsl.upmc.fr

Weimerskirch Henri

Centre d'Etudes Biologiques de
Chizé
henriw@cebc.cnrs.fr

Weinbauer Markus

Laboratoire d'Océanographie de
Villefranche
wein@obs-vlfr.fr

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
ISEM	Institut des Sciences de l'Évolution
IPGS	Institut de Physique du Globe de Strasbourg
IPHC	Institut Pluridisciplinaire Hubert Curien IPHC
IPSL	Institut Pierre Simon Laplace
IRD	Institut de Recherche pour le Développement
IUEM	Institut Universitaire Européen de la Mer
LATMOS	Laboratoire 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

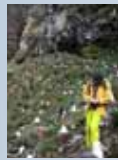
Crédits photos



Le Viavant N.



Le Viavant N.



Aubert M.



Laparie M.



Del A.



Le Meur Y.



Rannou C.



Laparie M.



Del A.



Del A.



Rose X.



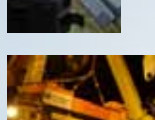
Favier V.



Laparie M.



Perau H.



Ollivier B.



Ruche D.



Laparie M.



Le Viavant N.



Sangiardi P.



Laparie M.



Rannou C.



Perau H.



Ollivier B.



Bourseiller P.



Drapeau S



Océania Productions



Ollivier B.



Mekarnia D.



Océania Productions



Sangiardi P.



Guillot A.



Le Meur E.



Océania Productions



Ollivier B.



Frenot Y.



Amice E.



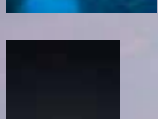
Pierre K.



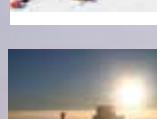
Ollivier B.



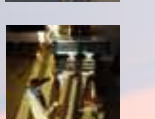
Frenot Y.



Salam A.



Le Meur E.



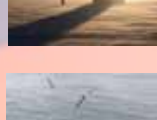
Delbart F.



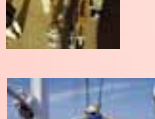
Bourseiller P.



Stephan G.



de Meringo E.



Ollivier B.



Delbart F.



Largouët G.



Coquel A-S.



Gladu Y.



Delbart F.

Illustrations extraites de l'ouvrage : *Voyage aux îles de la désolation*, Emmanuel Lepage ©Futuropolis, 2011

Direction de la publication : Yves Frenot

Département communication de l'Institut polaire français Paul Emile Victor, IPEV

Création graphique : Jean-Paul Humblot

Coordination : Aude Sonnevill

Rédacteurs : Eric Brun, Christine David-Beausire, Patrice Godon, Goulven Largouët, Yann Le Meur, Xavier Morin, Hélène Leau.

Impression : Cloître imprimeur

ISSN : 1246-7375

ISBN : 978-2-910180-66-2

Institut polaire français Paul Emile Victor, IPEV

Technopôle Brest-Iroise, BP 75

29280 Plouzané, France

Tél : 33 (0)2 98 05 65 00 - Fax : 33 (0)2 98 05 65 55

Courriel : infoipev@ipev.fr - Site web : www.institut-polaire.fr

