

INSTITUT POLAIRE FRANÇAIS

PAUL-ÉMILE VICTOR



Rapport d'activité 2014
Campagnes d'été 2014 - 2015





EDITORIAL



Tant en Arctique qu'en Antarctique, les régions polaires sont associées à des enjeux scientifiques majeurs. Tout d'abord, les recherches des dernières décennies ont montré qu'elles sont au cœur du changement climatique qui touche l'ensemble de la planète. Les écosystèmes y sont fortement modifiés. L'augmentation de la température de l'air et de l'océan y est plus forte qu'ailleurs, le pergélisol se réchauffe, le volume des glaciers et de la banquise diminue et la biodiversité est menacée. Les archives glaciaires sont aussi essentielles pour documenter et comprendre l'évolution passée du climat. Les régions polaires sont aussi propices à d'autres recherches fondamentales dans des domaines tels que l'astronomie par exemple, qui bénéficie de conditions particulièrement favorables sur le haut plateau antarctique.

La France est reconnue internationalement pour l'implication de ses chercheurs dans les régions polaires. Cette reconnaissance est aujourd'hui fortement liée à l'existence du Groupement d'intérêt public « Institut polaire français Paul-Emile Victor » (IPEV) qui depuis plus de 20 ans donne à la communauté nationale les moyens de conduire les recherches dans ces régions difficiles d'accès. La spécificité de la structuration française alliant l'IPEV, en tant qu'agence de moyens et de compétences, et les opérateurs de recherche, a permis en particulier d'acquérir de longues séries temporelles d'observations qui sont d'une grande richesse et source de progrès scientifiques tant dans le domaine des sciences de l'univers que dans celui des sciences du vivant.

Le Comité des programmes scientifiques et technique (CPST) de l'IPEV a pour rôle d'évaluer les propositions de recherche soumises annuellement à l'IPEV. Cette évaluation est conduite dans un esprit constructif avec pour seuls critères de sélection la qualité scientifique et technique des projets et la compétence des équipes qui les mènent. Dans le contexte complexe du panorama français et européen de financement des équipes de recherche nationales, nous sommes particulièrement attentifs à la cohérence de nos recommandations avec la politique scientifique nationale et les avis des différents comités intervenant pour évaluer les programmes.

Herlé Mercier

Président du Conseil des programmes scientifiques et technologique





SOMMAIRE



Les campagnes sur le terrain	p.9
Spécial anniversaire, les 20 ans du <i>Marion Dufresne</i>	p. 17
La science terrestre soutenue par l'IPEV	p. 35
Les programmes de recherche	p. 47
Les chiffres	p. 79



LA LOGISTIQUE



Les campagnes sur le terrain



LA LOGISTIQUE DE L'IPEV en ANTARCTIQUE



Depuis 2011, les difficultés posées par la non débâcle de la glace de mer ont obligé à revoir tout le processus opérationnel du début de campagne. Cette année, un vol d'avion type Basler et l'Astrolabe, ont été utilisés conjointement pour amener les équipes techniques du raid et de Dumont d'Urville en avance, afin d'être prêt dès le début novembre octobre à débarquer du carburant. Des matériels spécialisés ont été acquis en vue d'un débarquement sur la banquise, première pour les équipes de l'institut.

Fin octobre, le navire est arrivé à 76 km de la station. La banquise a été sondée et le débarquement via la glace de mer a été décidé. Les opérations se sont terminées le 18 novembre avec la fin du transfert de fuel (305 m³). Au début décembre, la glace de mer s'est fracturée plusieurs fois mais il restait environ 35 km à l'arrivée de l'Astrolabe. Diverses intempéries, tempête et pack dense, ont retardé le retour du bateau à Hobart début janvier. Cette année, la campagne océanographique de janvier n'a pas eu lieu. R3 et R4 ont connu les mêmes difficultés avec des débarquements et des transferts entièrement par hélicoptères. L'hivernage a commencé le 13 mars et la campagne d'été s'est terminée le 19 à Hobart avec 15 jours de retard sur le calendrier.

Pour des raisons économiques et pour répondre au plus près aux besoins de la station, seuls 2 raids de transport ont été organisés vers Concordia pour son approvisionnement. L'activité à Cap Prudhomme a été soutenue même sans chantier de grande ampleur.

Dumont d'Urville

ADumont d'Urville, en plus des travaux de maintenance habituels, la seconde chaufferie collective allant de la centrale électrique (cogénération) au bâtiment télécom a été mise en service, l'habillage du laboratoire n°2 a été terminée et la conduite de pompage d'eau de mer a été dégagée.





Concordia

A Concordia, la campagne d'été s'est bien déroulée et aucune indisponibilité imprévue d'avion n'a eu lieu. Elle s'est terminée début février 2015 avec le rapatriement des 12 techniciens vers Dumont d'Urville. L'hivernage a commencé le 8 février avec le départ du dernier avion de ravitaillement. Il n'y a pas eu de travaux d'étés de grande envergure. Cependant, le gros œuvre de l'atelier chaudronnerie a été terminé et les locaux mis en chauffe. Un réseau de capteurs solaires thermique a été installé pour aider à la production d'eau sanitaire du logement d'été. Enfin plusieurs shelter de mesures dont les installations ont été regroupées dans les laboratoires dernièrement installés ont été démontés et désaffectés.



LA LOGISTIQUE DE L'IPEV en ARCTIQUE



Base AWIPEV - Ny Alesund

Amélioration du bateau côtier Jean Floch

En 2013, un nouveau bateau a été mis en service afin de répondre aux besoins des chercheurs qui effectuent des mesures océanographiques dans le fjord devant Ny Alesund. En 2014, nous avons complété l'électronique du bord par un sondeur moyen fond (400 m) afin de pouvoir avoir une mesure de la bathymétrie à tous les endroits du fjord.

Soutien aux programmes scientifiques

Nous avons apporté cette année notre soutien logistique à 12 programmes scientifiques français en biologie marine, ornithologie, glaciologie et physico-chimie de l'atmosphère.

Dans le cadre d'un projet Franco-Allemand 'MoundROV' d'étude des fonds marins, l'Ipev a mis œuvre son robot sous marin filoguidé. Des profils du fond du fjord jusqu'à 300 m de profondeur ont ainsi été effectués.

Base Corbel

Entretien et amélioration

Cette année, la base a été ouverte de mi-avril à mi-octobre. En dehors de ces dates les bâtiments sont placés en mode 'hivernage'. C'est-à-dire que le personnel n'est plus autorisé à y séjourner. Seule l'installation électrique est opérationnelle afin d'alimenter les équipements scientifiques. Les circuits d'eau sont vidangés, les aérations condamnées pour éviter les entrées de neiges et les volets mis en place. En octobre, nous avons réaménagé et rénové la zone de stockage afin de gagner encore de la place.



Figure 1 - le navire cotier de l'AWIPEV



Figure 2 - Le robot sous marin de l'Ipev aux svalbard



Figure 3 - l'embarcation "Sabrind"

LA LOGISTIQUE DE L'IPEV dans les ILES SUBANTARCTIQUES



La campagne d'été scientifique 2014-2015 dans les Îles Subantarctiques a été raccourcie en raison de l'entrée en jouvence du Marion Dufresne. Le début de l'hivernage a donc commencé exceptionnellement en janvier. Pour cette raison, la concentration de l'activité scientifique et technique s'est faite sur la période novembre-janvier.

Cette campagne écourtée a conditionné l'activité logistique et l'appui aux 29 programmes qui ont été déployés. Plusieurs chantiers techniques ont eu lieu:

- La dépose et mise en place de deux nouvelles cabanes conçues et réalisées en partenariat avec le lycée de L'Elorn de Landerneau sur les sites de Gazelle et Baie Charrier;
- Un chantier de rénovation du site de Pointe Suzanne permettant l'étude des colonies d'éléphants de mer et d'otaries.



Pendant les rotations OP3 (novembre) et OP4 (décembre), l'activité logistique a été axée comme chaque année sur l'approvisionnement des sites isolés, soit une vingtaine de refuges. Ces approvisionnements permettent de déposer des quantités de vivres et de gaz pour l'année, le matériel d'entretien et de réparation ainsi que le matériel scientifique.

Sur l'île Amsterdam, lors des rotations du Marion Dufresne, plusieurs équipes scientifiques ont été directement déposées sur leurs sites d'étude comme les équipes PALATIO et PARAD sur les hauteurs de l'île pour des études de paléoclimatologie. Quant à l'équipe du programme PALAS elle a été débarquée à proximité du lac d'Armor à Kerguelen avec une logistique relativement lourde pour des études impliquant des carottages sédimentaires lacustre.





A Kerguelen, les programmes PROTEKER, MAKER, RENKER, SUBANTECO, PALAS ont bénéficié du support de *La Curieuse* (bateau scientifique) pour mener à bien leurs missions d'océanographie côtière et pour les débarquements sur l'ensemble de l'archipel, ce qui a ouvert à tous ces programmes un rayon d'action important pour mener à bien leurs études.

Plusieurs des programmes scientifiques IPEV réalisés à Crozet, Kerguelen et Amsterdam, ont été menés en concertation avec la Réserve Naturelle des Terres Australes françaises avec, pour certains d'entre eux, le soutien direct d'agents de la Réserve.



OCEANOGRAPHIE



Spécial anniversaire
Les 20 ans du *Marion Dufresne*



20 ans du navire océanographique Marion Dufresne : Les travaux de jouvence

Le 15 mars dernier, le navire océanographique et ravitailleur Marion Dufresne est entré en chantier à DAMEN situé à Dunkerque pour y subir des travaux de jouvence. Ceux-ci se sont terminés début juillet et ont été suivis d'essais à la mer, pour une remise en service le 1^{er} septembre 2015 à la Réunion.

Les travaux portent sur deux postes : "coque et machines" et "équipements et appareils scientifiques". La maîtrise d'ouvrage a été déléguée à la compagnie maritime d'affrètement CMA-CGM mais l'IPEV est assistant maître d'ouvrage des actions concernant les actions scientifiques. L'équipe projet est composée d'un chef de projet (Hélène LEAU) qui coordonne quatre groupes de travail :

- Equipements scientifiques
- Appareils scientifiques
- Locaux scientifiques
- Informatique

Cette équipe projet est en collaboration avec un groupe de travail représentatif des différentes communautés scientifiques utilisatrices du navire.

Dans le cadre du Plan d'évolution de la flotte océanographique française, l'IPEV a obtenu 13 millions d'euros du Commissariat général à l'investissement, via les "Investissements d'avenir" pour la modernisation des équipements et appareils scientifiques.



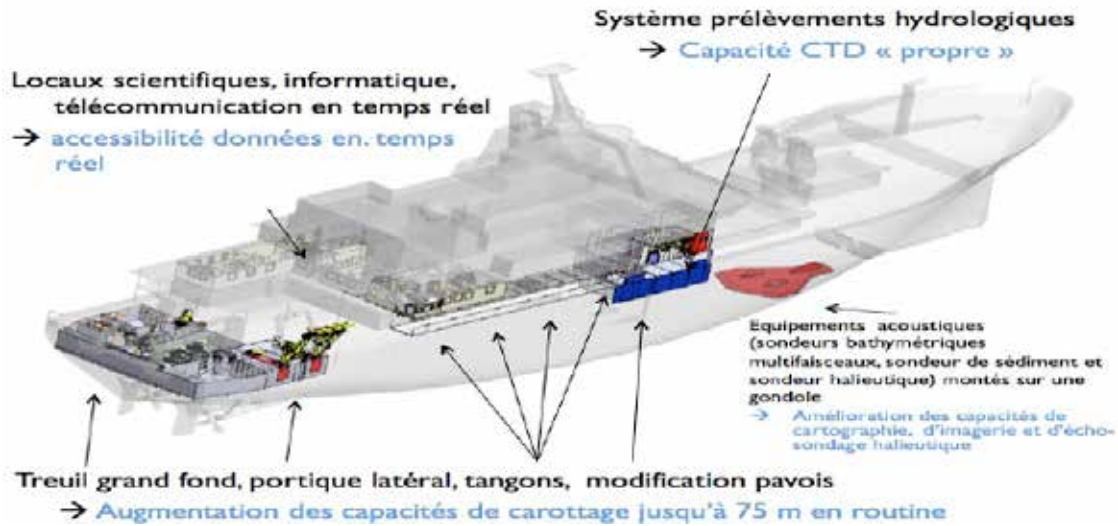
Ces fonds sont gérés par le projet EquipEX CLIMCOR-Marion Dufresne¹ porté par le CNRS-INSU au nom du Centre de carottage et de forage national. Le second investisseur, les TAAF, a emprunté la somme de 10 millions d'euros en mai 2014 auprès de l'Agence française du développement pour la modernisation du navire.

Les capacités de cartographie et d'imagerie du navire ont été fortement augmentées avec le remplacement du sondeur bathymétrique multifaisceaux grand fond, équipement majeur du navire mais également du sondeur de sédiment. Un sondeur bathymétrique multifaisceaux moyen fond, un sondeur halieutique nouvelle génération et de nouveaux courantomètre de coque à effet doppler ont aussi été intégrés dans une "gondole", appendice de 12 m de long soudé sous la coque (voir illustration). Le navire est ainsi équipé à la pointe de la technologie pour tous travaux de géosciences marines et, ouvert à la recherche sur la biologie et la biodiversité.

L'ensemble du système de carottage a été adapté aux nouvelles capacités du cabestan installé en 2014, dans le but de réaliser des carottages sédimentaires de 75 m de long.

¹ Projet d'Equipements d'Excellence porté par le programme "Investissement d'avenir" de l'Agence nationale de la recherche et qui a pour champ scientifique les "Sciences du système Terre-Ecologie-Environnement".





Cet ensemble comprend le remplacement des tangons de la coursière extérieure, ainsi que du portique latéral et la création d'une ouverture du pavois.

L'ensemble de prélèvement hydrographique est complètement changé et permettra désormais de réaliser des opérations de CTD "propre", c'est-à-dire non contaminé par des éléments métalliques, les chemins de câble étant réalisés en composé synthétique. La technologie de double cabestan a été aussi utilisée sur le treuil permettant le déploiement de câbles spéciaux. Enfin, un local a été créé pour permettre l'échantillonnage de la CTD à couvert.

Tous les locaux scientifiques ont été rénovés, climatisation comprise. Un local sera créé dans le PC science qui héberge les baies informatiques. Autre transformation majeure, l'installation d'un système de télécommunication permettant de répondre aux besoins de réception de données scientifiques en temps pseudo-réel avec un VSAT.

En ce qui concerne la jouvence de la plateforme maritime, le navire lui-même, ont été remplacés les systèmes de supervision et d'automatisation, de commande et de puissance de la propulsion électrique, entre autres. A noter le changement de carburant, du fuel lourd au diesel marine, plus respectueux de l'environnement. Tous les éléments de motorisation ont été visités complètement, les appareils de communication et de navigation ont été modernisés.

Ces travaux permettent au navire océanographique Marion Dufresne d'offrir une plateforme scientifique multidisciplinaire aux différentes communautés utilisatrices, pour la réalisation de campagnes de recherche d'excellence pendant au moins les 15 années à venir.



Une campagne phare du *Marion Dufresne* Le Service d'observations OISO

Nouvelles informations sur le puit de carbone océanique et l'acidification des océans.

Claire Lo Monaco et Nicolas Metzl

⁽¹⁾ Sorbonne Universités (UPMC, Univ Paris 06), CNRS, IRD, MNHN, LOCEAN/IPSL Laboratory, 4 Place Jussieu, 75252, Paris, France

Contacts : claire.lomonaco@locean-ipsl.upmc.fr, nicolas.metzl@locean-ipsl.upmc.fr

Infos : <http://caraus.ipsl.jussieu.fr/oiso-accueil.html>

Résumé :

L'océan absorbe actuellement environ un quart du CO₂ émis par les activités humaines, ralentissant ainsi la rapide augmentation de CO₂ dans l'atmosphère, et limitant les répercussions sur le climat. L'océan jouera-t-il toujours ce rôle de régulateur climatique dans les prochaines décennies ? Pour répondre, il est primordial de bien comprendre les mécanismes naturels ou anthropiques qui influencent le puits de CO₂ océanique en s'appuyant sur un réseau d'observations à long-terme. Le Service d'Observation OISO (Océan indien service d'observation), conduit à bord du *Marion-Dufresne* depuis 1998, complète le réseau international dans l'océan Indien austral. Ces observations révèlent des variations significatives des flux air-mer de CO₂ en réponse à la variabilité du climat et permettent d'évaluer l'invasion de CO₂ anthropique dans l'océan et l'impact sur la chimie des carbonates. Maintenir ces observations, pour suivre l'évolution lente (ou peut être rapide) des paramètres du CO₂ océanique, permettra de mieux en comprendre les causes et d'évaluer les impacts sur le bilan de carbone planétaire, les écosystèmes et les ressources marines.

Abstract :

The ocean currently absorbs about one quarter of the CO₂ released by human activities, thus reducing the rapid increase in atmospheric CO₂, and limiting the consequences on climate. Will the ocean continue to act as a climate regulator in the next decades? To answer, it is essential to achieve a good understanding of both natural and anthropogenic processes that impact on the ocean CO₂ sink, by relying on the global network of long-term observations. The OISO (Océan Indien Service d'Observation) observing program, conducted onboard Marion Dufresne since 1998, complements the international network in the Southern Indian Ocean. These observations reveal significant variations in air-sea CO₂ fluxes in response to climate variability, and allow to evaluate the invasion of anthropogenic CO₂ in the ocean and the impact on carbonate chemistry. Pursuing the monitoring of the slow (or maybe rapid) evolution of the oceanic CO₂ system, will allow to better understand the causes, and to evaluate consequences for the global carbon budget, ecosystems and marine resources.

• L'océan ralentit l'augmentation de CO₂ dans l'atmosphère.

L'augmentation de plus en plus rapide des concentrations de gaz carbonique (CO₂) dans l'atmosphère, qui résulte principalement de l'utilisation des combustibles fossiles, a pour conséquence de renforcer l'effet de serre, ce qui se traduit par un réchauffement global et un dérèglement perceptible du système climatique planétaire¹. Les émissions de CO₂ anthropique ne vont pas en diminuant, bien au contraire. Elles se sont fortement accélérées sur la dernière décennie, passant d'environ 8 PgC/an en 2005 à 10,8 PgC/an en 2013². Cette évolution est proche du pire scénario d'émission retenu par le GIEC. Une grande partie du CO₂ anthropique ne reste pas dans l'atmosphère. Environ la moitié se retrouve piégée dans les océans et les surfaces continentales. Contrairement à l'enveloppe atmosphérique, ces deux réservoirs présentent des distributions de CO₂ extrêmement variables dans le temps et dans l'espace, liées à la diversité et variabilité des processus physiques, biologiques, chimiques et thermodynamiques qui régissent le cycle du carbone. La complexité des couplages entre ces processus augmente encore l'incertitude quant à l'évolution

des flux de CO₂ dans le contexte d'un dérèglement climatique et de bouleversement chimique, voire biologique.

La synthèse des observations de CO₂ océanique, à l'échelle internationale, a permis d'évaluer que l'océan a absorbé pas moins de 150 PgC sur les 535 PgC injectés par les activités humaines depuis la révolution industrielle. C'est une bonne nouvelle (pour le climat) car sans ce puits océanique, la concentration de CO₂ dans l'atmosphère serait passée de 280 ppm (avant la révolution industrielle) à 475 ppm aujourd'hui, alors que l'on mesure actuellement 400 ppm. L'océan global absorbe donc une part non négligeable (environ un quart) des rejets de CO₂ anthropique. Le flux net de CO₂ dans l'océan (estimé à 2,9±0,5 PgC/an en 2013) est le résultat d'une mosaïque de régions puits, où l'océan absorbe du CO₂, et de régions sources, où l'océan dégage du CO₂ (Figure 1). Ces régions évoluent naturellement au fil des saisons, et d'une année sur l'autre en lien avec la variabilité du climat (comme les événements El Niño et La Niña). Comprendre ces variations naturelles est une étape essentielle pour mieux détecter la composante anthropique et son évolution, et nécessite de maintenir sur le long terme un large réseau d'observations. C'est dans ce contexte que le programme OISO a été mis en place à bord du *Marion Dufresne* en 1998, afin de compléter la composante océanique du réseau international dans l'océan

¹ Rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, GIEC, 2013.

² Le Quééré et al., 2015, <http://www.globalcarbonproject.org>.

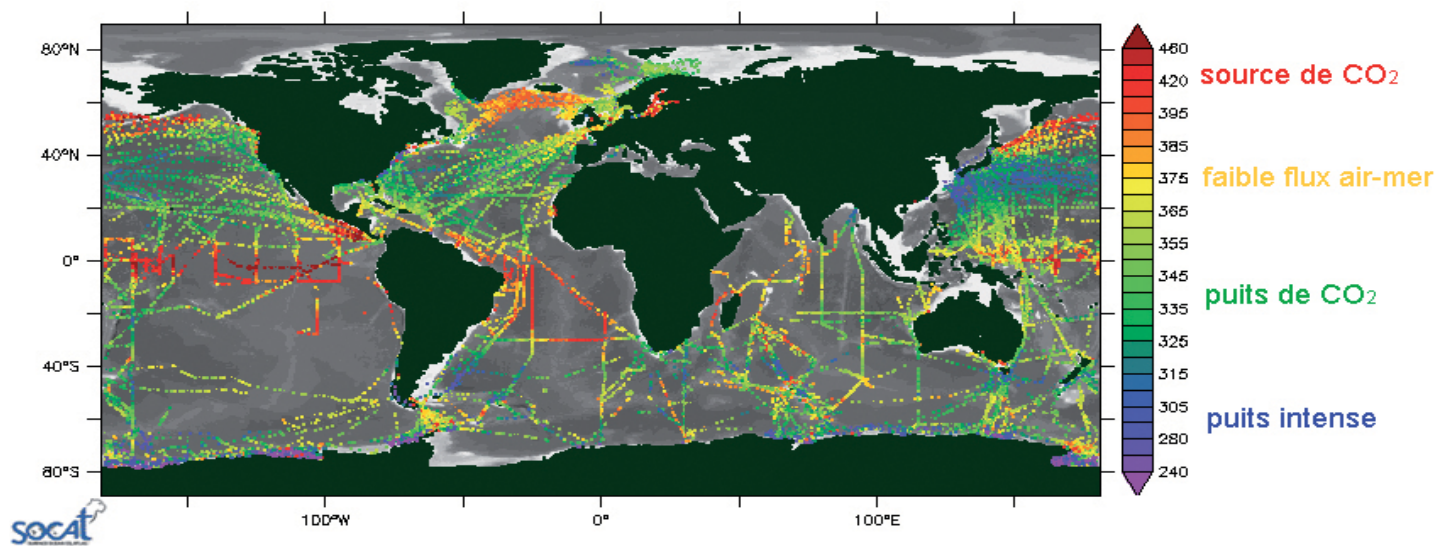


Figure 1 : Observations de CO₂ dans l'océan global (années 1990-2007, saison Déc-Jan-Fév) rassemblées dans la base internationale SOCAT (Bakker et al., 2014 ; www.socat.info).

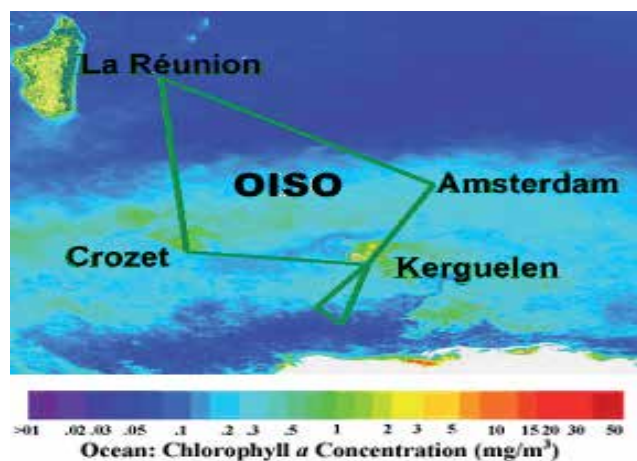
CO₂ observations in the global ocean (period 1990-2007, season Dec-Jan-Feb) synthesized in the international Surface Ocean CO₂ Atlas (SOCAT, Bakker et al., 2014; www.socat.info).

indien austral (Figure 1). Les observations OISO regroupent une variété de paramètres hydrologiques et biogéochimiques qui renseignent sur la variabilité du flux de CO₂ à l'interface air-mer, sur l'accumulation de CO₂ anthropique dans l'océan, et sur le phénomène d'acidification, une autre conséquence peu réjouissante des rejets de CO₂ anthropique. Au-delà des études régionales, ces données sont intégrées dans des bases internationales, notamment SOCAT³ et GLODAP⁴ qui sont utilisées pour évaluer les bilans de carbone planétaire⁵ et valider les modèles océaniques et climatiques.

• Variations des flux air-mer de CO₂

L'océan austral (au sud de 30°S) constitue un des puits majeurs de CO₂ en absorbant environ 1 PgC/an. Les observations collectées au cours des campagnes OISO couvrent des zones très contrastées de l'océan indien austral (Figure 2). Entre La Réunion (21°S) et le front Subtropical (~30°S), les eaux de surface contiennent généralement peu d'éléments nutritifs et sont donc pauvres en chlorophylle tout au long de l'année. Dans ces conditions, le cycle saisonnier du flux air-mer de CO₂ est essentiellement contrôlé par la variation des températures des eaux de surface entre l'hiver et l'été.

En hiver, les faibles températures font baisser la pression partielle de CO₂ (pCO₂) dans l'eau à des niveaux plus faibles



que la pCO₂ atmosphérique, ce qui induit un flux de CO₂ vers l'océan. Le réchauffement des eaux de surface au printemps tend à augmenter la pCO₂ océanique au-delà du niveau atmosphérique, induisant un flux de CO₂ vers l'atmosphère durant l'été (Figure 3). Plus au sud, dans la région frontale qui s'étend entre 35°S et 50°S, les eaux Subantarctiques soutiennent une activité biologique quasi-permanente. Cette région, où le CO₂ océanique est en permanence sous-saturé (Figure 3), joue un rôle majeur dans le pompage de CO₂ atmosphérique. Au contraire de la zone frontale, les eaux froides Antarctiques, situées au sud du Front Polaire (~50°S), ne constituent qu'un faible puits de CO₂ atmosphérique. Ceci s'explique par la remontée d'eaux profondes (riches en CO₂) au niveau de la divergence Antarctique (~60°S), couplée à une faible activité photosynthétique (celle-ci étant limitée par la disponibilité en lumière et en éléments nutritifs comme le fer). Cela maintient une pCO₂ élevée dans les eaux de surface, proche de la valeur atmosphérique en été comme en hiver (Figure 3). Une exception notable existe dans la région de Kerguelen, où chaque année, un important développement phytoplanctonique s'étend sur une zone de plusieurs milliers de km² très probablement stimulé par des apports de fer dissous issu du large plateau sous-marin, comme révélé par le programme KEOPS⁶. Dans toute la zone enrichie naturellement en fer, on observe une absorption importante de CO₂ atmosphérique de novembre à mars. Ce puits de CO₂, exceptionnel à ces latitudes, est toutefois limité en intensité et dans sa durée, soit par l'épuisement du stock d'éléments nutritifs au cours de la saison de croissance du phytoplancton si l'océan reste stratifié, soit par une augmentation de CO₂ dans les eaux de surface par mélange avec des eaux de subsurface, notamment lors de fortes tempêtes assez courantes dans cette région des cinquantièmes hurlants.

Figure 2 : Trajet des campagnes OISO superposé sur un image satellite de la concentration en chlorophylle pendant l'été austral

OISO cruise track overlaid on a satellite image of chlorophyll concentration during austral summer

3 (Surface ocean carbon atlas, www.socat.info)

4 (Global ocean analysis project, cdiac.oceans.gov/glodap).

5 (Le Quéré et al., 2015 ; http://www.globalcarbonproject.org)

6 KEOPS (Kerguelen ocean and plateau compared study, campagnes menées en 2005 et 2011 à bord du Marion-Dufresne, Blain et al., 2007; Lo Monaco et al., 2014).

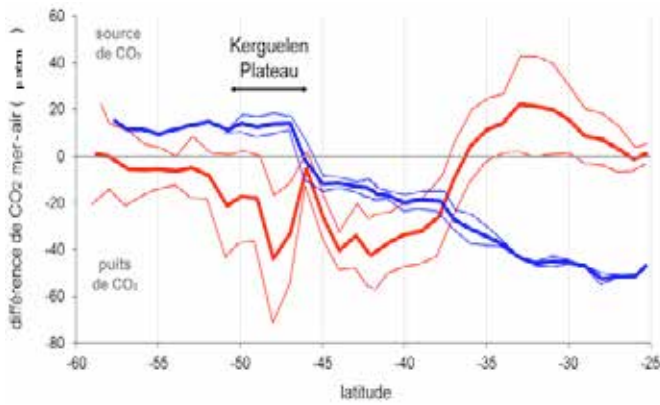


Figure 3 : Distribution Nord-Sud du gradient de CO₂ (mer – air, en µatm) en été (en rouge) et en hiver (en bleu). Les traits épais indiquent la moyenne des données OISO, les traits fins donnent et l'écart-type.

North-South distribution of CO₂ gradient (sea – air, in µatm) during summer (in red) and during winter (in blue). Thick lines indicate the mean of all OISO data, and thin lines show the standard deviation.

La régularité des campagnes OISO a ainsi permis de mieux décrire les variations saisonnières du puits de CO₂ dans l'océan indien sud (Figure 3), mais aussi d'observer, certaines années, des modifications du pompage de CO₂ atmosphérique liées à des anomalies climatiques majeures, tels les évènements de 1997/1998 et 2010/2011 associés à de fortes anomalies de température et de production primaire, ou encore la diminution brutale de la salinité des eaux de surface Antarctiques (observée en 2012) qui résulterait d'une importante fonte de la glace de mer (révélée par l'analyse de la composition isotopique δ¹⁸O de l'eau). L'observation de ces variations qui miment parfois les scénarii futurs (réchauffement, réponse de l'activité biologique, variation des glaces de mer) et leurs interprétations proposent de nouveaux tests de sensibilité pour les modèles climatiques⁷.

• Accumulation de CO₂ anthropique et acidification des océans

Le maintien des observations sur une longue durée permet aussi de détecter l'évolution du puits de CO₂ océanique sur l'échelle décennale, en réponse à l'augmentation des concentrations de CO₂ atmosphérique et au dérèglement climatique. Ainsi, nous avons pu évaluer les tendances de CO₂ dans les eaux de surface de l'océan indien austral sur la période 1991-2007 (Figure 4),⁸. Sur l'ensemble de la zone, l'augmentation du CO₂ océanique est proche, parfois plus rapide que dans l'atmosphère. Cela conduit à une stabilisation, voire une réduction du pompage de CO₂ atmosphérique, notamment aux hautes latitudes dans les eaux Antarctiques. Ce résultat, basé sur l'observation, valide certains modèles qui suggèrent que la diminution du puits de CO₂ océanique dans les années 90 serait expliquée par le renforcement des vents dominants dans les hautes latitudes, en réponse à l'augmentation de l'effet de serre et la diminution de l'ozone stratosphérique⁹. De plus, l'accroissement du CO₂ océanique, de l'ordre de 1,5 à 2 µatm/an, conduit à une diminution rapide du pH des eaux, d'environ 0,03 à 0,04 depuis 20 ans (Figure 5). A l'échelle globale, il est estimé que le pH en surface a diminué d'environ 0,1 depuis la période pré-industrielle. Poursuivre l'observation de ce phénomène d'acidification est essentiel pour mieux prédire l'impact sur les écosystèmes marins,

⁷ (Lenton et al., 2009)

⁸(Metzl, 2009)

⁹ (Le Quéré et al., 2007).

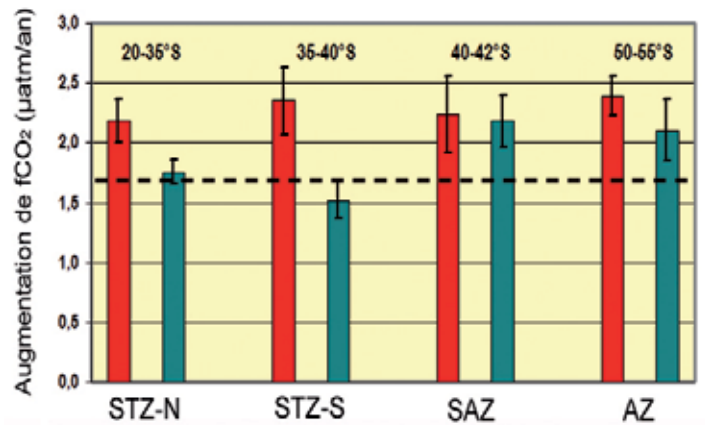


Figure 4 : Accroissement de CO₂ observé dans les eaux de surface sur la période 1991-2007 en été (en rouge) et en hiver (en bleu) dans différentes régions de l'Océan Indien Austral : la zone Subtropicale nord (STZ-N) et sud (STZ-S), la zone Subantarctique (SAZ) et la zone Antarctique (AZ). L'accroissement de CO₂ atmosphérique sur cette même période, de 1,7 µatm/an, est indiqué par le trait pointillé.

Annual growth rate of CO₂ observed in surface waters over the period 1991-2007 during summer (in red) and during winter (in blue) in different regions of the Southern Indian Ocean: the northern (STZ-N) and southern (STZ-S) Subtropical zone, the Subantarctic zone (SAZ) and the Antarctic zone (AZ). The annual growth rate of atmospheric CO₂ over the same period (1,7 µatm/an) is indicated with the dotted line.

notamment pour les organismes calcifiants comme les ptéropotes ou les coccolithophoridés¹⁰

Une fois accumulé en surface, le CO₂ absorbé par l'océan peut être isolé de l'atmosphère dans des régions clés, notamment aux moyennes et hautes latitudes où la formation d'eaux denses renforce l'export de CO₂ sous la couche de mélange océanique. Les observations acquises dans l'Océan Indien Austral montrent ainsi une augmentation importante du carbone inorganique dissous (CO₂ total) jusqu'à des profondeurs de 800m au nord du Front Polaire (Figure 6). Ce signal est essentiellement attribué à la subduction des eaux modales qui exportent le CO₂ anthropique accumulé en surface dans les eaux ventilées de l'Océan Austral.

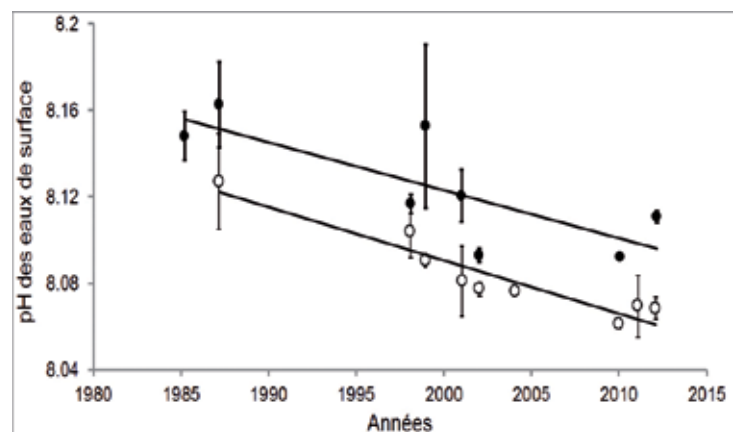


Figure 5 : Diminution du pH des eaux de surface au cours du temps observée dans la zone Antarctique (points blancs) et dans la zone Subantarctique (points noirs) de l'Océan Indien.

Decrease of surface seawater pH with time observed in the Antarctic zone (white dots) and Subantarctic zone (black dots) in the Indian Ocean.

¹⁰ (Beaufort et al., 2011)

• Poursuivre les observations et collaborations

Les observations OISO, qui permettent de suivre l'évolution des paramètres océaniques du CO₂ au cours du temps jusque dans les eaux profondes, ont confirmé le rôle important de l'océan dans l'absorption et la séquestration de CO₂ anthropique. Ce rôle dans le futur sera déterminant pour le climat planétaire, soit en qualité de régulateur, si l'océan continue à piéger le CO₂ en excès, soit, ce qui est moins réjouissant, en qualité d'amplificateur, si les mécanismes de rétroactions réduisent la capacité de l'océan à absorber le CO₂ atmosphérique. Alors que ce dernier scénario a été observé dans l'océan austral sur la période 1990-2005, de récentes analyses, basées sur une nouvelle synthèse de données internationales (incluant les observations OISO), suggèrent que ce puits de carbone aurait augmenté depuis le début des années 2000¹¹, un signal dont l'origine reste à expliquer, et qui pourrait accélérer le phénomène d'acidification. Ces résultats renforcent l'importance de maintenir les séries d'observations océaniques à long-terme pour, d'une part, mieux expliquer l'évolution du bilan de carbone planétaire et du climat dans les années récentes et, d'autre part, améliorer et valider les modèles utilisés pour prédire le climat et les changements globaux futurs. Depuis 1998, le Suivi d'Observation OISO a participé à de nombreux projets collaboratifs, sur des questions diverses, allant de l'étude des courants océaniques à la répartition des oiseaux marins. Depuis 2012, une étude détaillée de la distribution des foraminifères planctoniques et de leur rôle dans la pompe biologique de CO₂ est ainsi menée en collaboration avec des experts du LPG/BIAF (Angers) et du Muséum National d'Histoire Naturelle (Paris). Le projet KEOPS a également apporté de nombreuses informations sur le fonctionnement des écosystèmes dans les eaux fertilisées en fer par le plateau de Kerguelen et l'impact sur les cycles biogéochimiques. Ces travaux collaboratifs seront maintenus dans l'avenir, notamment dans le cadre des nouveaux projets français et américains SOCLIM¹² et SOCCOM¹³ qui ont pour objectif de mieux comprendre le rôle de l'océan austral dans le climat global. Au niveau international, le Suivi d'Observation OISO est intégré dans le système d'observation de l'océan austral¹⁴ et poursuivra à alimenter les bases de données internationales (CDIAC, SOCAT, GLODAP, CCHDO) dans le cadre des programmes internationaux SOLAS/IMBER et CLIVAR.

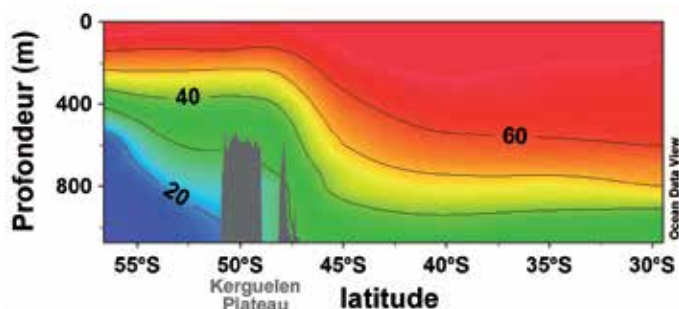


Figure 6 : Accumulation de CO₂ anthropique dans les 1000m premiers mètres de l'Océan Indien Austral. Les concentrations de CO₂ anthropique (en µmol/kg) sont dérivées de mesures acquises dans la colonne d'eau pendant la campagne OISO22 (février/mars 2013).

Accumulation of anthropogenic CO₂ in the top 1000m of the Southern Indian Ocean. Anthropogenic CO₂ concentrations (in µmol/kg) are derived from water column measurements collected during the OISO22 cruise (February/March 2013).

¹¹ Landschutzer, et al. Science, 2015 et <http://www.insu.cnrs.fr/node/5434>

¹² Southern ocean and climate, <http://sodlim.com>

¹³ Southern Ocean Carbon and Climate Observations and Modelling, <http://socc.com.princeton.edu/>,

¹⁴ (<http://www.soos.aq>)

• Remerciements

Depuis 1998, le S.O. OISO bénéficie d'un soutien important de l'Institut National des Sciences de l'Univers et de l'Institut polaire français Paul-Emile Victor. Nous remercions chaleureusement toutes les personnes au sein de ces instituts qui nous ont apporté une aide précieuse pour la préparation et la réalisation des campagnes en mer. Nos remerciements vont également aux commandants du Marion Dufresne et à ses équipages, qui ont grandement contribué à la réussite des campagnes OISO, sans oublier les nombreux étudiants, techniciens, ingénieurs et chercheurs dont le travail, à bord comme à terre, a permis l'acquisition de données de qualité. Le S.O. OISO est également soutenu par l'Observatoire des Sciences de l'Univers Ecce-Terra (Université Paris 6), par le programme national SOERE/Great-Gases et le programme Européen FP7/Carbochange

Références bibliographiques

- Bakker, D. C. E., et al., 2007. An update to the Surface Ocean CO₂ Atlas (SOCAT version 2), Earth Syst. Sci. Data, 6, 69-90, doi:10.5194/essd-6-69-2014, 2014.
- Beaufort, L., I. Probert, T. de Garidel-Thoron, E.M. Bendif, D. Ruiz-Pino, N. Metzl, C. Goyet, N. Buchet, P. Coupel, M. Grelaud, B. Rost, R.E.M. Rickaby and C. de Vargas, 2011. Sensitivity of coccolithophores to carbonate chemistry and ocean acidification. Nature, doi:10.1038/nature10295.
- Blain, S., et al., 2007. Effect of natural iron fertilisation on carbon sequestration in the Southern Ocean. Nature, 446(7139), 1070-1075.
- GIEC (IPCC), 2013. Working Group I, Climate Change 2013: The Physical Science Basis. <http://www.climatechange2013.org>.
- Landschutzer, P., N. Gruber, F. A. Haumann, C. Rodenbeck, D. C.E. Bakker, S. van Heuven, M. Hoppema, N. Metzl, C. Sweeney, T. Takahashi, B. Tilbrook, and R. Wanninkhof, 2015. The Reinvigoration of the Southern Ocean Carbon Sink. Science, Vol. 349 no. 6253 pp. 1221-1224, DOI:10.1126/science.aab2620.
- Le Quéré, C., C. Rödenbeck, E. T. Buitenhuis, T. J. Conway, R. Langenfelds, A. Gomez, C. Labuschagne, M. Ramonet, T. Nakazawa, N. Metzl, N. Gillett and M. Heimann. 2007. Saturation of the Southern ocean CO₂ sink due to recent climate change. Science 316, 1735, doi: 10.1126/science.1136188.
- Le Quéré, C., et al., 2015. Global carbon budget 2014, Earth Syst. Sci. Data, 7, 47-85, doi:10.5194/essd-7-47-2015.
- Lenton, A., F. Codron, L. Bopp, N. Metzl, P. Cadule, A. Tagliabue and J. Le Sommer, 2009. Stratospheric ozone depletion reduces ocean carbon uptake and enhances ocean acidification. Geophys. Res. Lett., 36, L12606.
- Lo Monaco, C., N. Metzl, F. D'Ovidio, J. Lloret, C. Ridame, 2014. Rapid establishment of the CO₂ sink associated with Kerguelen's bloom observed during the KEOPS2/OISO20 cruise. Biogeosciences Discuss., 11, 17543-17578.
- Metzl, N., 2009. Decadal increase of oceanic carbon dioxide in the Southern Indian Ocean surface waters (1991-2007). Deep-Sea Res II, doi:10.1016/j.dsr2.2008.12.007.



Bilan des activités à bord du navire de recherche océanographique le *Marion Dufresne* au cours de l'année 2014

Introduction :

L'année 2014 a permis de réaliser des programmes scientifiques malgré le gros handicap de fonctionnement erratique du sondeur bathymétrique multifaisceaux endommagé lors de l'échouage de novembre 2012 à Crozet.

Le créneau de milieu d'année a été mis à profit pour la réalisation des travaux d'amélioration des performances du treuil grand fond SIAMOIS qui permettront, à terme, d'augmenter la longueur des carottages sédimentaires ainsi que d'optimiser les opérations en termes de qualité de données, de fiabilité et de sécurisation des opérations. Ces travaux ont été réalisés dans le cadre du projet EquipEX CLIMCOR du programme « Investissement d'Avenir » dont ils représentent les actions du work package CLIMCOR-Océan.

Lors de l'arrêt technique, des travaux ont aussi été menés afin de finaliser et valider l'accueil des équipements de Sismique MultiTrace, engins nationaux, qui ont ensuite été utilisés lors de la campagne MD 199/SISMO-SMOOTH dans l'océan Indien.

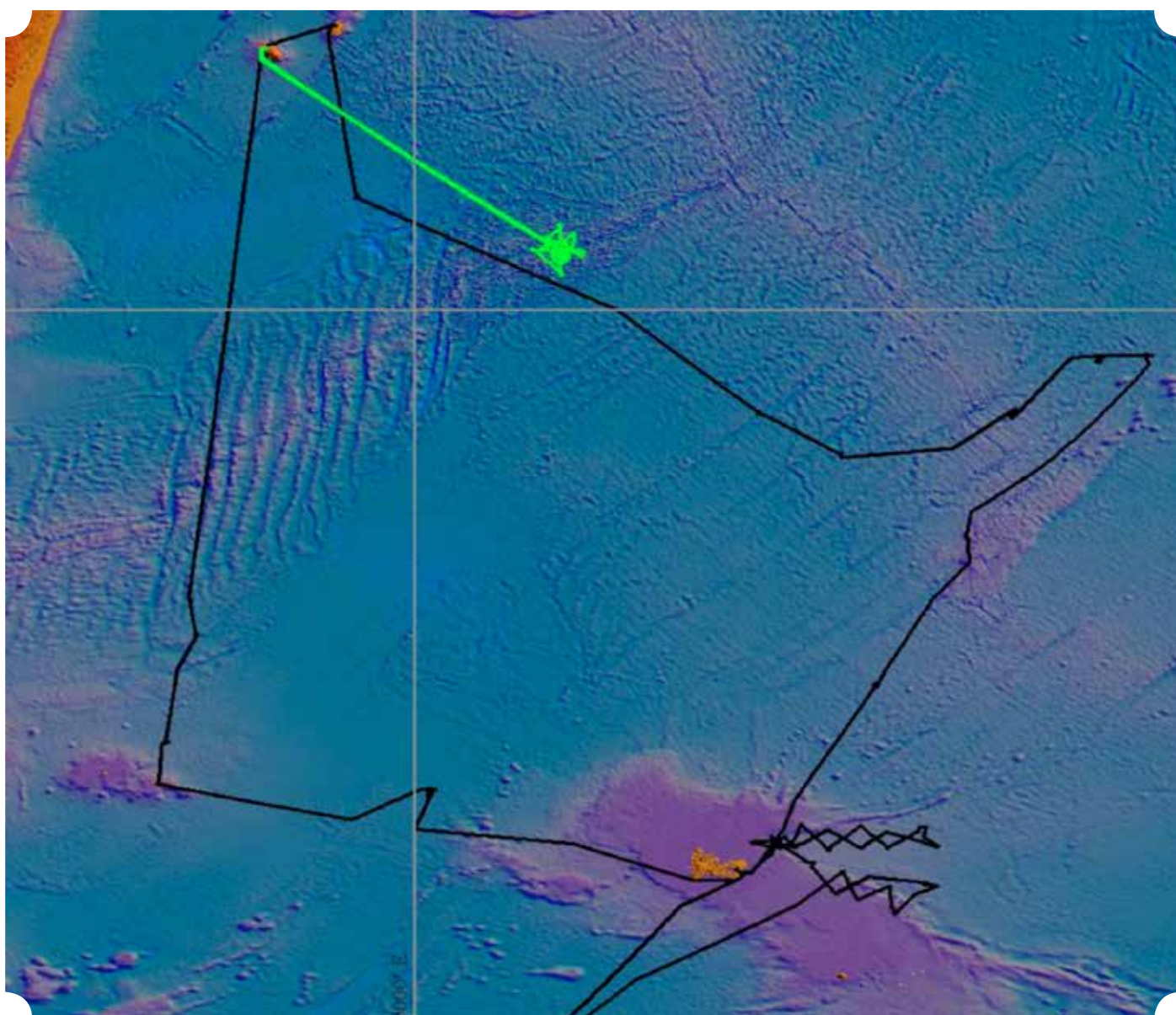


Figure 1: Route du Marion-Dufresne en 2014.

En noir : Campagne 197_MYCT.

En rouge : Campagne 198_NOOS.

En vert : Campagne 199_SMOO.

I. La campagne MDI97 / MYCTO

**Trajet du 07 janvier 2014 au 17 février 2015.
Départ et arrivée à La Réunion.**

Le programme MYCTO avait consisté, jusqu'à présent, en mesures acoustiques en route lors de transits valorisés. La nouveauté de cette campagne dédiée est l'ajout d'une série de chalutages à l'est de Kerguelen afin d'évaluer le stock de poissons-lanternes. Comme souvent lors des campagnes de début d'année dans l'océan austral, plusieurs programmes sont associés.

L'objectif du projet MYCTO-3D-MAP dont la campagne fait partie est d'étudier les poissons-lanternes (famille des Myctophidae). Ce sont des petits poissons lumineux qui constituent la principale ressource alimentaire de poissons méso-pélagiques dans tous les océans du globe. Leur biomasse considérable et leur haute qualité nutritionnelle en font des cibles privilégiées pour le développement de nouvelles pêches industrielles. Les myctophidés jouent un rôle pivot au sein des réseaux trophiques pélagiques, entre le zooplancton et les prédateurs supérieurs, tels que les calmars, poissons, oiseaux et mammifères marins. Malgré leur importance écologique, peu d'informations sont disponibles sur leur distribution et leur biologie de base. Ce paradoxe, lié à leur probable exploitation future, souligne l'urgence de collecter des informations sur leur distribution et biomasse en relation avec les conditions océanographiques. L'océan Austral est celui où les myctophidés dominent le plus l'ichtyofaune mésopélagique et, corrélativement, celui qui abrite leurs prédateurs les plus conséquents. Un exemple représentatif est celui du sud de l'océan Indien qui abrite d'importantes populations d'oiseaux et de pinnipèdes se nourrissant largement aux dépens de ces poissons.

Le projet interdisciplinaire MyctO-3D-MAP fédère les compétences d'écologistes, d'océanographes et de modélisateurs pour étudier la distribution en 3 dimensions des espèces dominantes de myctophidés de l'océan Austral, ainsi que les caractéristiques physiques et biologiques de leurs habitats à différentes échelles spatiotemporelles. Le projet se déroule suivant trois étapes successives : la première est descriptive, déterminer la distribution horizontale et verticale des myctophidés, la seconde est explicative, définir leurs habitats préférentiels et la troisième est prédictive, comment réagiront-ils aux variations environnementales et quelles en seront les conséquences pour leurs prédateurs?.

Le projet est également structuré autour de quatre approches méthodologiques complémentaires :

1) Le "bio-logging" par l'utilisation de deux prédateurs de myctophidés (le manchot royal et l'éléphant de mer austral) comme plateformes océanographiques enregistrant les paramètres physiques et biologiques de l'environnement. Les animaux sont équipés de capteurs électroniques de nouvelle génération permettant de mesurer leurs prises alimentaires instantanées et les caractéristiques des milieux prospectés en plongée (température, salinité,

O₂, Chl a, bioluminescence). Ces projets font l'objet de campagnes du projet IPEV 109, évalué par le CPST.

2) Des campagnes océanographiques, dont une dans les zones prospectées en quasi-simultané par les prédateurs (est de Kerguelen) doit permettre de quantifier la distribution et la biomasse de myctophidés par échosondage, le travail étant complété par des chalutages pélagiques. Les autres campagnes utilisent les transits dans le sud de l'océan Indien pour étudier les mêmes paramètres à de plus grandes échelles (gradient latitudinal et variations saisonnières).

3) Les habitats des myctophidés sont caractérisés à l'aide des paramètres océanographiques collectés par les prédateurs, les XCTD (campagnes à la mer) et les satellites avec une attention spéciale aux structures (fronts, bords de plateau et tourbillons océaniques) qui a priori contrôlent leur distribution.

4) La modélisation : La distribution en 3D des myctophidés sera reconstruite à l'aide d'un modèle géostatistique utilisant les données des tâches précédentes. Les sorties de ce modèle permettront de tester un autre modèle basé sur les transferts d'énergie, le but étant de prédire les changements d'habitats et de biomasses des myctophidés en réponse aux changements environnementaux. Enfin, un dernier modèle, individu-centré, permettra d'en étudier les conséquences sur le comportement des prédateurs eux-mêmes. Le projet MyctO-3D-MAP est basé sur une approche innovante qui n'a pas d'équivalent aux niveaux national et international.



Figure 2 : Exemple d'un poisson de type myctophidé pêché au cours de la mission MYCTO. Il s'agit d'un spécimen de *Electrona Antarctica*. Crédit photo: Guy Duhamel©.

La mission MD197 / MYCTO, réalisée à bord du Marion-Dufresne, permet de répondre aux besoins exprimés dans l'approche n°2.

Le sondage réalisé de façon continue a permis de quantifier la distribution et la biomasse de myctophidés dans l'océan Indien, tout au long de la route du navire.

Des traits de filets pélagiques sont réalisés pour la distinction, la description et le comptage précis des espèces, 9 chalutages de nuit ont pu être menés à bien et six traits de chalutage supplémentaires ont été réalisés de jour, ce qui a permis de valider par prélèvement biologique les couches d'organismes détectées de jour par échosondage.

Le chalut méso-pélagique est constitué d'une fune, de déflecteurs localisés de part et d'autre du filet, dont la longueur est égale à 12,6 mètres. L'ouverture du filet est égale à 8,40 mètres (largeur).

En tout, 43 traits de chalutage pélagique ont été réalisés entre 25 et 600 mètres de profondeur en zone océanique. 39 autres chalutages ont été menés dans la zone «Mycto», à l'est de Kerguelen. Enfin, deux chalutages ont eu lieu au nord de Crozet, un dans une zone septentrionale (56°S) et un dernier dans les eaux subtropicales.

Afin d'enregistrer les caractéristiques physiques des masses d'eaux pour lesquelles les chalutages ont été réalisés, une CTD du même type que celle qui équipe les éléphants de mer a accompagné le chalut à chacune de ses immersions. Un dispositif permettait également de connaître en temps réel l'immersion exacte du chalut.

Les spécimens trouvés dans le chalut appartiennent pour la plupart aux familles des micronectons (myctophidés et autres poissons mésopélagiques) et macro-zooplankton (euphausiacés, amphipodes, chaetognathes, salpes). Environ 400 prélèvements d'échantillonnage tissulaire (isotopie stable) ont été réalisés.

Un total de 75 spécimens appartenant à 8 espèces de myctophidés a été testé en luminométrie, afin d'évaluer sa bioluminescence. Des photographies de luminescence ont été réalisées. Des échantillons de tissus ont été fixés pour analyse histologique tandis que d'autres échantillons ont été congelés à -80°C pour analyse biochimique. La capacité de

détection de la luminescence d'une sonde MK9 a également été évaluée. Il peut être noté que d'autres espèces pélagiques de poissons, céphalopodes, annélides, cténaires et cnidaires ont été également observés et testés en bioluminescence.

I - Le programme OISO (VT136)

La mission comporte des prélèvements et mesures hydrologiques pour le service d'observation OISO (Océan Indien service d'observation). Le service d'observation OISO a pour objectif d'étudier la variabilité spatiale et temporelle des flux de CO₂ entre l'air et la mer. L'invasion du CO₂ anthropique dans les océans Subtropical, Subantarctique et Austral est également évaluée. Les observations ainsi acquises à bord du Marion-Dufresne depuis 1998 sont complémentaires des mesures réalisées dans d'autres secteurs océaniques par des partenaires français et étrangers. Ces évaluations sont primordiales pour évaluer les bilans de carbone à l'échelle planétaire dans le cadre du protocole de Kyoto. Elles permettent également de paramétrer puis de valider les modèles climatiques prédictifs (cadre GIEC).

La campagne VT136-OISO23 a pour objectif de répéter les mesures de CO₂ et les paramètres associés le long du trajet logistique du Marion-Dufresne. Outre les mesures de surface en continu (température, salinité, oxygène dissous, carbone, alcalinité, fluorescence, pression partielle de CO₂) qui permettent d'évaluer le flux air-mer, des mesures ont été acquises dans la colonne d'eau à 17 stations OISO réparties sur le trajet du Marion-Dufresne entre 56°S et La Réunion, ainsi qu'à une station KEOPS dans le bloom situé au sud de Kerguelen. En plus des mesures de surface en continu, des échantillons ont été récoltés sur la plupart des stations pour le projet EXPLAIN dont l'objectif est de relier la diversité phyto-planctonique à l'exportation de carbone. Le programme OISO a ainsi pu être réalisé en totalité au cours de ce premier trimestre de 2014.

En outre, des foraminifères planctoniques ont été récoltés à l'aide d'un filet instrumenté afin d'évaluer leur rôle dans

Figure 3 : Chalut en position de pêche (Crédit photo : Guy Duhamel©).



la pompe biologique de CO₂ (projet SOforCO₂) pour la plupart des stations (16 stations sur 17). Les données récoltées permettent de suivre l'invasion de CO₂ anthropique dans l'océan et d'évaluer l'impact de la variabilité climatique sur la distribution du CO₂ afin de prédire l'évolution du puits de CO₂ atmosphérique et l'acidification des eaux. 89 échantillons ont ainsi été récoltés, soit environ 1100 foraminifères vivants. Leur contenu en protéines a été mesuré à bord à l'aide d'un nano-spectrophotomètre. Le poids et les paramètres morphologiques de ces individus seront mesurés à l'Université d'Angers. Ces données viendront compléter celles obtenues au cours des campagnes OISO21 et OISO22. La relation entre taille et biomasse des foraminifères collectés dans l'océan Indien pourra alors être appliquée à l'étude d'une carotte de sédiment prélevée au cours de la mission MD189 / INDIEN SUD.

Enfin, des prélèvements journaliers ont été réalisés pour la détermination des pigments photosynthétiques dans les eaux de surface, ceci afin de valider et améliorer les algorithmes de détection des espèces phytoplanctoniques dominantes par satellite (programme Physat, Université de Lille).

II - Le programme MDCPR (VT137)

Le *Continuous Plankton Recorder* (CPR) est utilisé depuis de nombreuses années dans plusieurs océans. Il a été utilisé pour la première fois dans la zone subantarctique autour des archipels de Crozet, Kerguelen, Saint-Paul et Amsterdam lors de la mission MD193 / LOGIPEV en février et mars 2013. La mission MD197/ MYCTO est la deuxième mission du programme MDCPR à bord du Marion-Dufresne.

Cet appareil, totalement mécanique, a été tracté à l'arrière du Marion-Dufresne. Il permet de collecter du plancton à diverses profondeurs, en le piégeant entre deux bandes de soie et en le conservant dans du formol. Au cours de cette deuxième campagne, de précieux échantillons ont pu être collectés au cours de 27 séquences de prélèvement. Le total de ces levés couvre 3186 milles nautiques. 616 échantillons, correspondant chacun à 5 milles nautiques, ont été conditionnés à bord du Marion-Dufresne. Cependant, 146 d'entre eux sont considérés comme étant mauvais en raison du mauvais déroulement de la soie de collecte dans le mécanisme interne du CPR.

Un prétraitement du zooplancton a été effectué à bord afin d'étudier les foraminifères, les euphausiacés et les amphipodes, ainsi que les groupes majeurs de zooplancton hors copépodes. En effet, les copépodes sont les plus nombreux des échantillons, mais ils ne peuvent pas être étudiés à bord en raison des mouvements du navire.

Le plancton ne se répartit pas de façon homogène dans l'océan. Il y a alternance de zones riches, de zones dominées par différentes espèces de crustacés planctoniques et de zones pauvres. L'abondance ne dépend pas seulement de la géographie et des masses d'eaux mais aussi de l'heure de la capture puisque le plancton est plus abondant la nuit lors de sa remontée

en surface pour se nourrir.

Le CPR est utilisé depuis plusieurs années dans l'océan Austral et fait l'objet d'un programme international du Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR), le Southern Ocean CPR (SO-CPR). La zone étudiée est essentielle en raison de ses caractéristiques hydrologiques liées au resserrement des fronts subtropicaux et subantarctiques et à la proximité de la branche nord du front polaire Antarctique. Par ailleurs, elle est importante pour de nombreux oiseaux se nourrissant de plancton.

Les prélèvements planctoniques à large échelle réalisés permettront d'acquérir des connaissances relatives aux îles Crozet, Saint-Paul et Amsterdam où les prélèvements planctoniques sont rares ou inexistantes. Les analyses en laboratoire permettront de cartographier les cortèges d'espèces observées. Ces résultats pourront être couplés aux observations de deux autres programmes présents lors de la mission MD197 : OISO et MYCTO. Enfin, le programme MDCPR permettra au fur et à mesure des années d'étudier les changements à long terme du compartiment planctonique et d'aider à la régionalisation pélagique de cette zone.

III - Le programme OHA-SIS-BIO 6 (VT135)

Le projet lié à ce volet 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 continue 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 (entre 500 et 1300 mètres de profondeur, selon la latitude), couche d'eau dans laquelle les ondes se déplacent à faible vitesse et presque sans atténuation sur de très longues distances (supérieures à 1000 kilomètres). Sur certains sites, une antenne de trois hydrophones disposés en triangle équilatéral de 30 kilomètres de côté est déployée afin de permettre la triangulation.

Au cours de la mission MD197 / MYCTO, l'objectif est de récupérer sept mouillages équipés d'hydrophones autonomes, immergés dans la colonne d'eau, puis d'en

redéployer huit. Les mouillages, maintenant répartis sur six sites, au-dessus de fonds compris entre 2300 et 5200 mètres de profondeur, sont constitués d'un lest, d'un largueur acoustique, d'une ligne de plusieurs kilomètres de longueur et d'une bouée immergée dans laquelle l'hydrophone est logé. Tous les sons dont les fréquences sont comprises entre 0 et 120 Hz sont enregistrés (échantillonnage à 240 Hz).

Tous les instruments ont été récupérés avec succès et six sur sept ont bien fonctionné depuis leur mise à l'eau en février-mars 2013. Cela représente environ 260 Go de données acoustiques à exploiter. Leur examen préliminaire montre qu'elles sont riches en informations sur la présence saisonnière de plusieurs espèces de grandes baleines, sur l'activité sismique et volcanique de la région et sur le bruit très basse fréquence lié à l'état de mer.

Tous les hydrophones ont été reconditionnés et redéployés pour une nouvelle période de 12 à 18 mois. Le triplet installé entre Crozet et Kerguelen (site WKER) a été redéployé entre Kerguelen et Amsterdam (site SWAMS). Un nouveau site est occupé au centre du réseau, au sud de la dorsale sud-est indienne (site SSEIR).

Sur les transits entre Amsterdam et le site SSEIR, des données magnétiques et bathymétriques (acquises à l'aide du sondeur multi-faisceaux) ont été enregistrées afin de compléter l'information sur l'âge des fonds océaniques dans ces régions peu fréquentées.

IV - Le programme MAKER (VT129)

Le programme MAKER est un programme pluriannuel d'observations hydrographiques à l'est des îles Kerguelen évalué par le CPST et mis en œuvre par La Curieuse. Du fait de la pertinence du couplage de ces observations avec le programme MYCTO, elles ont été effectuées cette année sur le Marion Dufresne.

Ces observations sont réalisées à l'aide de sondages de type XCTD (sondes perdables pour la mesure de la température et de la salinité dans la colonne d'eau). Les objectifs principaux du présent projet sont :

- Suivre la variabilité spatiale et temporelle de la structure verticale du Front polaire.
- 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.

Les sections choisies ont été ajustées de manière à optimiser la résolution spatiale de la région frontale située à l'est de Kerguelen. En effet, de nombreuses observations hydrologiques et de courants ont été réalisées récemment dans cette zone (campagne MD 188 KEOPS 2, programmes MAKER réalisés en 2011, 2012 et 2013).

Les profils ont été réalisés de façon homogène sur l'ensemble de la zone d'étude. Les premiers résultats obtenus pour les sections de température, salinité et densité montrent une bonne qualité de l'ensemble des données recueillies.

Chef de projet et de mission et responsable du programme MYCTO :

Yves CHEREL

Centre d'Études Biologiques de Chize (CEBC)

Responsable du programme OISO :

Claire LO MONACO

CNRS/LOCEAN-IPSL

UMR 7159

Responsable du projet OHA-SIS-BIO :

Jean-Yves ROYER

UMR 6538 « Domaines Océaniques ».

Institut Universitaire Européen de la Mer.

Responsable du projet MDCPR :

Philippe KOUBBI

Université Pierre et Marie Curie

Observatoire Océanologique de Banyuls

Laboratoire d'Océanographie de Villefranche (LOV)

UMR 7093

Station biologique

Responsable du projet MAKER :

Young-Hyang PARK

LOCEAN (Laboratoire d'Océanographie et du Climat:

Expérimentation et Approches Numériques) / DMPA.



2. La mission MD198 / NAUSINOOS

Trajet du 25 au 28 février 2014.
Départ et arrivée à La Réunion.

Cette mission d'essai s'est déroulée au large du Port à la Réunion afin de tester le système de carottage lourd Calypso IV. Cette version de carottier est une évolution du carottier classique Calypso II réalisée à l'IPEV en collaboration avec la DT-INSU dans le cadre du C2FN.

Le progrès attendu de ce nouveau carottier est un déclenchement automatique à la descente. Pour cela, un altimètre est monté sur le lest du carottier. Cet altimètre mesure la distance entre le carottier et le fond de la mer. Il compare cette distance à une consigne qui lui a été fixée par les opérateurs avant mise à l'eau. Lorsque la distance mesurée est égale à la consigne, un dispositif de largage du carottier est automatiquement activé. Il est également possible d'activer ce dispositif de façon non automatique depuis le pont du Marion-Dufresne en cas de non-fonctionnement du système.

Le protocole opératoire prévoit une marge d'attente à 20 mètres du fond. Une commande acoustique est alors expédiée depuis le navire. Cette commande arme le système. A partir de ce moment, l'altimètre se met en marche et enregistre les données relatives à la descente. Simultanément, le système envoie des signaux acoustiques vers la surface afin de confirmer qu'il est opérationnel. Quelques instants après le déclenchement, l'altimètre est stoppé. Le carottier est ensuite extrait de façon classique.

L'avantage de cette solution est une mise à l'eau beaucoup plus aisée, rapide et sécurisée que celle du Calypso II classique. La procédure de mise à bord est également simplifiée, ainsi que la procédure d'armement du carottier (pas d'utilisation d'un messenger mécanique, connaissance de la consigne).

Le site choisi est celui de la carotte MD11-3348, profond de 800 mètres. L'objectif est de réaliser autant d'opérations de carottage possible, afin de qualifier ce nouveau système. Après une préparation globale qui a permis de valider et de modifier certains éléments, cinq opérations de carottage ont été menées.

Plusieurs essais ont pu être réalisés, avec des taux de succès variés. Le système électronique de détection du fond et d'armement électronique, évolution majeure de la nouvelle génération de carottier, a fonctionné correctement. Les problèmes rencontrés ont été de nature mécaniques. La conception de la nouvelle version de carottier a donc pu être validée, mais nécessite maintenant d'être reproduite. Plusieurs pistes d'amélioration ont été remarquées.

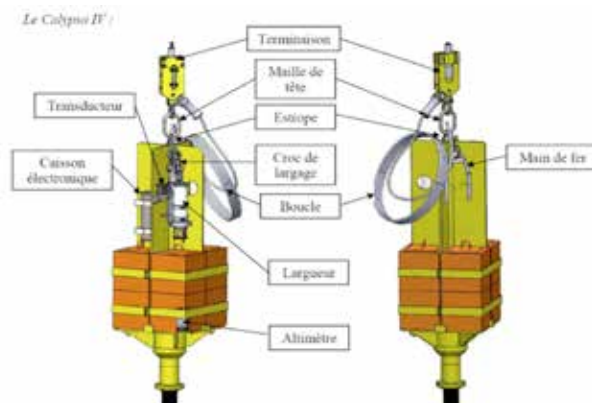


Figure 4 : Le lest instrumenté du nouveau carottier Calypso IV.

Malgré les difficultés rencontrées la mission MD 198 / NAUSINOOS a donné des résultats très intéressants. Le système fonctionne globalement. Il faut à l'avenir développer une solution moins chère, plus sécurisée et portable d'un carottier à l'autre, car ne nécessitant pas de porte-lest spécial.

Responsable de la campagne MD198 / NAUSINOOS :

Yvan REAUD
C2FN - Ocean
INSU/CNRS Division Technique
IPEV Département Océanographie

3. L'arrêt technique à Dunkerque

Du 21 mai au 22 juillet 2014.

Le projet EquipEX CLIMCOR (paleoCLIMatic CORing – Carottages paléoclimatique : Haute Résolution et Innovations) réunit trois communautés scientifiques qui ont en commun l'objectif de comprendre et décrire les changements passés environnementaux et climatiques, mais requièrent des technologies spécifiques adaptées au milieu étudié. Les projets EquipEX font partie du programme "Investissement d'Avenir" du CGI, Commissariat Général à l'Investissement, et ont fait l'objet d'appels d'offres nationaux gérés par l'ANR.

Le projet CLIMCOR est porté par le CNRS au nom du C2FN (Centre de Carottage et de Forage National) et a pour objectif de se doter de nouveaux moyens d'étude des archives climatiques de telle façon à disposer de données à haute résolution des enregistrements des variations du climat, en particulier au cours des derniers millénaires, dans les sédiments marins, les sédiments continentaux et les glaces. Le projet repose sur la construction de trois nouveaux carottiers qui

permettront d'améliorer à la fois la qualité des échantillons recueillis et par conséquent les moyens d'étude des variations du climat à des pas de temps extrêmement fins, ainsi que la capacité à remonter dans le temps.

Dans le cadre de l'Equipex CLIMCOR, le work package « CLIMCOR-Océan » (IPEV, DT-INSU, EPOC) travaille depuis deux ans sur la refonte du système de carottage intégré au Marion Dufresne : le treuil hadal "Siamois" et le câble de carottage qui l'équipe.

Le treuil, de technologie vieillissante et présentant les symptômes de fatigue après presque 20 années d'usage, a subi des modifications majeures pour atteindre de plus fortes charges de traction (passage de 30 tonnes de CMU à 45 tonnes), de façon plus fiable et avec des interfaces plus moderne. Ainsi son "mono" cabestan a été changé pour un "bi" cabestan à bandes adapté à la nouvelle CMU, ses armoires électriques et son système de commande ont été modernisés à l'aide des plus récentes technologies, et les éléments environnants ont été modifiés, tout comme l'ensemble du local dans lequel il loge.

Un câble plus robuste et plus raide était nécessaire pour répondre aux nouvelles contraintes des carottages géants, et après de nombreux tests sur des prototypes divers (fibres peu connues, composites, etc.), le choix s'est porté sur un câble textile non-gainé en fibre Dyneema, tressé en «tresse de tresses» et de diamètre 37 mm. Sa résistance à la rupture est de 90 tonnes, et sa raideur augmentée de 2 fois et demi par rapport aux aramides précédemment en usage. Le constructeur du nouveau cabestan est l'entreprise KLEY France et le fabricant du câble est l'entreprise COUSIN-Trestec. Ces deux entreprises ont obtenu le marché à la suite d'appels d'offres publics gérés par l'IPEV.

Le chantier de grande ampleur s'est déroulé sur quatre mois, dont 6 semaines de préparation en navigation entre la Réunion et la France, 2 mois en chantier à Dunkerque puis des tests en mer dans le Golfe de Gascogne. Le pont arrière du navire a été découpé et ouvert pour permettre les travaux de chaudronnerie et de mécanique à réaliser sur ces éléments de treuil de près de 30 tonnes.



Figure 5 : Le nouveau treuil du Marion-Dufresne lors de la recette en usine

Le reste des appareils et équipements utilisés dans la chaîne d'opération de carottage devra être modifié pour s'adapter à l'augmentation de CMU à 45 tonnes. Ces travaux sont inclus dans le projet de jouvence à mi-vie du navire et comprennent, notamment, le renouvellement du portique de carottage et des tangons de débordement.

Responsables du work package CLIMCOR-Océan :

Hélène LEAU – IPEV Océanographie
et
Yvan REAUD
C2FN - Ocean
INSU/CNRS Division Technique
IPEV Département Océanographie



4. La valorisation de transit VT 139/MYCTO lors de l'OP2014/2

Trajet du 19 août au 18 septembre 2014.

Départ et arrivée à La Reunion.

De retour à La Réunion, le Marion-Dufresne part pour un ravitaillement des Terres Australes au cours du mois de septembre OP2/2014. Au cours de cette rotation, des mesures en continu de la population halieutique sont réalisées par une équipe de l'IRD : Il s'agit de la valorisation de transit VT 139 MYCTO, associée du projet ANR MYCTO-3D-MAP, qui a fait l'objet d'une campagne dédiée en début d'année (MD197/MYCTO)

Le but est d'évaluer la distribution et les habitats des poissons lanternes (myctophidés) de l'océan Austral par utilisation du sondeur halieutique EK60 aux fréquences 38 et 120 KHz .

Chef de mission :

Nolwenn BEHAGLE

Institut de Recherche pour le Développement (IRD)

Laboratoire des Sciences de l'Environnement Marin

5. La campagne MD199 / SISMO-SMOOTH

Trajet du 18 septembre au 1 novembre 2014.

Départ et arrivée à La Reunion.

La campagne MD199 / SISMO-SMOOTH est centrée sur l'étude de la région est de la dorsale Sud-Ouest Indienne (SWIR), à l'aide de méthodes sismiques actives et passives (réfraction, réflexion, sismicité et compliance). Cette région du monde a été identifiée lors de précédentes campagnes comme une zone très particulière où l'activité volcanique est faible et où les roches du manteau peuvent affleurer. Elle se présente donc comme un laboratoire naturel pour caractériser la signature sismique d'une lithosphère océanique composée de péridotites à taux de serpentinitisation variable c'est-à-dire de roches du manteau plus ou moins altérées. Cette caractérisation sera transposable à d'autres régions de dorsales comme à certaines marges continentales où la présence de péridotites serpentinitisées dans la lithosphère supérieure est soupçonnée mais pas avérée.

Le second objectif de cette campagne est de réaliser des images des failles dont le jeu a pu exhumé des roches du manteau à l'axe de la dorsale et la distribution des zones les plus serpentinitisées (altérées) en relation avec cette tectonique.

Une période de mobilisation de 7 jours et de 10 personnels Génavir a permis d'installer les équipements de sismique multi-trace (SMT) à bord du Marion Dufresne. La SMT, très encombrante, complexe et couteuse, fait partie des équipements sismiques de l'Ifremer est opérée par Génavir. De nombreux travaux d'intégration avaient été réalisés précédemment pendant l'Arrêt Technique 2014 pour autoriser cette mobilisation. L'installation avait aussi été validée par le Bureau Veritas et fait du navire Marion Dufresne un porteur officiel des équipements de SMT.

Suite à cette longue période de mobilisation, le navire a appareillé le 26 septembre 2014. La campagne s'achève le 1er novembre de la même année. Les moyens utilisés sont la flûte sismique multi-traces et la source sismique. 38 stations sismologiques de fond de mer (OBS), dont 20 fournies par un laboratoire canadien, 10 prêtées par un laboratoire de Taiwan et 8 du parc INSU-IPGP, permettent 56 déploiements sur une zone de 80 km².

Dès l'arrivée sur zone du Marion-Dufresne, le 28 septembre, les OBS (Ocean Bottom Seismometers) sont déployés et l'acquisition des profils de sismique réflexion 2D et 2,5D commence.

Plus de 2700 kilomètres de profils de sismique réflexion et réfraction sont acquis. Des données de bonne qualité sont par ailleurs recueillies sur 33 des 38 OBS déployés. Le traitement préliminaire effectué à bord montre des indications prometteuses, en particulier :

- Que la croûte sismique est très fine et constituée d'une première couche de quelques centaines de mètres à très faible vitesse sismique, surmontant un domaine de vitesses élevées passant plus ou moins graduellement à des vitesses typiques du manteau non altéré.
- Que la croûte sismique inférieure et le manteau sous-jacent montrent de nombreux réflecteurs, dont l'origine, failles, injections magmatiques ou contraste des degrés de serpentinitisation, reste à étudier. Certains de ces réflecteurs pourraient être situés à des profondeurs significatives (plus de 6 kilomètres).

Ci-dessous : les trois types d'OBS Ocean Bottom Seismometer déployés pendant la campagne

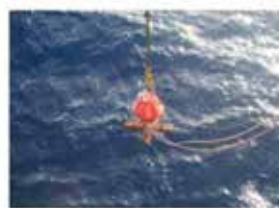




Figure 6 : Source SMT sur plage arrière

Chef de mission :

Sylvie LEROY
 Institut des Sciences de la Terre de Paris
 Université Pierre et Marie Curie

Chef de projet :

Mathilde CANNAT
 Institut de Physique du Globe de Paris

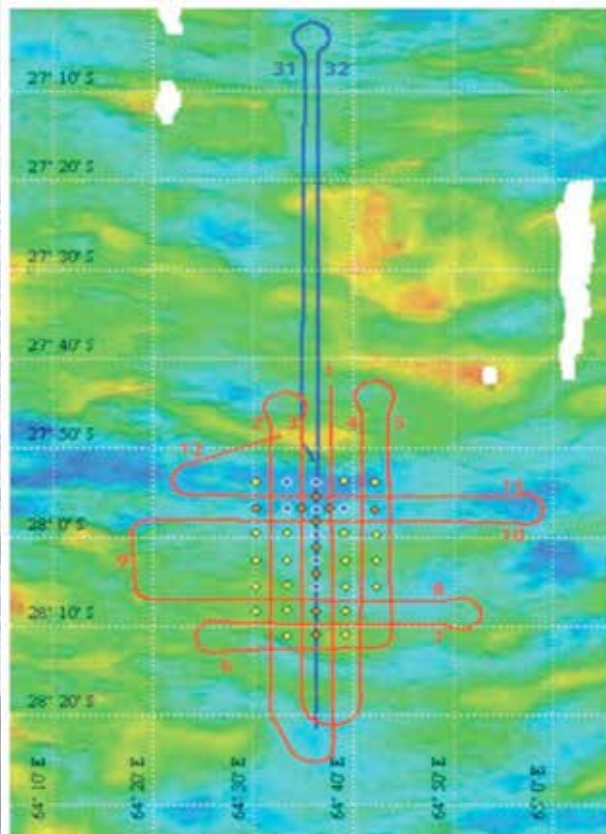


Figure 7 : Carte bathymétrique de la zone, montrant les profils de sismique réflexion, ainsi que la localisation des OBS pour la première configuration de sismique réfraction.

6. La valorisation de transit VT140 ESSIAM

Trajet du 02 au 05 novembre 2014.

Départ et arrivée à La Reunion.

Les essais en mer du nouveau treuil Siamois n'avaient pas pu être terminés lors du transit retour du chantier de Dunkerque, faute de temps. Ils sont donc organisés à la suite de la mission MD199 / SISMO-SMOOTH.

De nombreux tests ont été menés pendant les transits et les temps à quai et une journée a été passée sur la zone prévue avec le porte-lest à l'eau (tests en mer). Malheureusement, les tests en plein charge (à la mer) ont dû être interrompus du fait du mauvais fonctionnement du touret portant le câble océanographique (défaut d'alignement du moto-réducteur). Ces tourets n'ont pas été changés pendant le projet. Ils devront subir une révision complète lors de l'arrêt technique 2015 avant que le nouveau treuil SIAMOIS puisse être utilisé.

Ce problème est indépendant des travaux de l'EquipEX CLIMCOR-Océan, qui portent sur le cabestan.

Responsables du work package CLIMCOR-Océan :

Hélène LEAU – IPEV Océanographie

et

Yvan REAUD

C2FN - Ocean

INSU/CNRS Division Technique

IPEV Département Océanographie

LA SCIENCE



La science terrestre soutenue par l'IPEV



Trois sites pour l'observation du mercure atmosphérique dans l'hémisphère sud

Aurélien Dommergue⁽¹⁾, Olivier Magand⁽²⁾, Hélène Angot⁽³⁾, Manuel Barret⁽⁴⁾, Boris Bouillard⁽⁵⁾, Erwan Coz⁽⁵⁾, Matthieu Ledreau⁽⁵⁾, Alice Croguennoc⁽⁵⁾, Vincent Lucaire⁽⁵⁾, Jeoffrey Chastaing⁽⁵⁾, Joyce Marais⁽⁵⁾, Nicolas Joly⁽⁵⁾, Nicolas Coillard⁽⁶⁾, Nicolas Vogel⁽⁶⁾, Bruno Jourdain⁽⁶⁾, Daphné Buiron⁽⁶⁾, Benjamin Laulier⁽⁶⁾, Julien Guilhermet⁽⁶⁾, Alban Thollot⁽⁶⁾, Sépanta Aguado⁽⁶⁾, Stéphane Oros⁽⁶⁾, Guillaume Dufresnes⁽⁶⁾, Sébastien Aubin⁽⁷⁾, Albane Barbero⁽⁷⁾, Cécile Lenormant⁽⁷⁾, Roxanne Jacob⁽⁷⁾.

⁽¹⁾ Maître de conférences à l'Université Joseph Fourier, Laboratoire de glaciologie et géophysique de l'environnement (LGGE)

⁽²⁾ Ingénieur CNRS, Laboratoire de glaciologie et géophysique de l'environnement (LGGE)

⁽³⁾ Doctorante au Laboratoire de glaciologie et géophysique de l'environnement (LGGE)

⁽⁴⁾ Postdoc à l'Université Joseph Fourier, Laboratoire de glaciologie et géophysique de l'environnement (LGGE)

⁽⁵⁾ tous les hivernants d'Amsterdam qui ont contribué et contribuent à l'obtention des mesures

⁽⁶⁾ tous les hivernants de Dumont d'Urville qui ont contribué et contribuent à l'obtention des mesures

⁽⁷⁾ tous les hivernants de Concordia qui ont contribué et contribuent à l'obtention des mesures

Résumé :

GMOSTral découle d'une initiative lancée par le programme européen Global Mercury Observation System (GMOS) dont le but premier est de coordonner un réseau planétaire d'observations du mercure atmosphérique. Les données permettront de mettre en œuvre et valider les modèles atmosphériques régionaux et mondiaux dans l'optique de motiver et orienter les futures réglementations concernant ce polluant global. Dans ce cadre, nous proposons la mise en place de trois stations de mesures en régions sub-antarctique et antarctique afin de documenter et surveiller les variations atmosphériques du mercure dans les régions reculées de l'hémisphère sud et de travailler sur la réactivité très mal connue de ce contaminant.

Abstract :

GMOSTral is initiated by a European project GMOS (Global Mercury Observation System), which aims at developing a coordinated global observation system for the global pollutant, atmospheric mercury (Hg). This will then provide high quality data for the validation and application of regional and global scale atmospheric models, to give a firm basis for future policy development and implementation. In this context we propose to implement three Hg monitoring stations in sub-Antarctic and Antarctic sites in order to document and monitor the atmospheric Hg trends in remote places of the southern hemisphere and to study the almost unknown reactivity of Hg in those regions.

• Introduction

L'intoxication massive par le méthylmercure à Minamata (Japon) dans les années 50 a propulsé sur l'avant-scène la problématique de la pollution par le mercure (Hg), qui demeure aujourd'hui encore une préoccupation environnementale majeure. L'exposition des êtres vivants au mercure existe également dans des zones reculées loin des sources industrielles et l'on peut fréquemment y détecter des concentrations élevées dans les espèces vivantes telles que poissons, oiseaux, mammifères y compris les êtres humains. La contamination de ces environnements s'explique en partie par le fait que le mercure y est véhiculé sous sa forme gazeuse élémentaire via l'atmosphère et par sa faculté à se bioconcentrer et se bioamplifier le long des chaînes alimentaires. En raison de sa forte présence dans l'environnement, de sa forte toxicité et de l'exposition des populations, le mercure est un composé sous étroite surveillance. Pour preuve, la signature toute récente (19 janvier 2013) d'un traité international (la convention de Minamata) visant à protéger la santé des écosystèmes et de l'Homme par des mesures de contrôle et réduction de l'utilisation du mercure.

• Etat de l'art

Le mercure atmosphérique.

Il existe à la fois des sources naturelles (dégazage des sols et des océans, volcanisme) et des sources anthropiques (orpaillage, combustion de charbon, de déchets, métallurgie et activités minières) qui transfèrent le mercure stocké dans les grands réservoirs que sont les sols ou l'océan de surface vers le réservoir transitoire atmosphérique. Contrairement aux autres métaux associés bien souvent à des particules atmosphériques, Hg existe principalement dans l'atmosphère sous sa forme élémentaire gazeuse Hg(0). Des mécanismes d'oxydation aux cinétiques et aux intermédiaires réactionnels partiellement connus faisant intervenir les radicaux hydroxyles OH, l'ozone O₃ et des radicaux halogénés Br/BrO convertissent Hg(0) en espèces divalentes (gazeuses ou particulaires) plus solubles et plus réactives. Avec les cinétiques connues, le temps de demi-vie chimique de Hg(0) dans la troposphère est d'environ 1 an lui permettant d'être transporté sur une grande partie de la planète.

Vers la formation d'espèces contaminantes.

Une fois oxydé en espèces divalentes, Hg est déposé sur les surfaces environnementales où il peut être converti en composés organo-métalliques comme le méthylemercure. Cette dernière forme, extrêmement toxique, se bioaccumule et se bioamplifie dans les chaînes alimentaires aquatiques. Le mercure étant déposé sous forme inorganique, des transformations biotiques à l'intérieur des écosystèmes sont nécessaires afin de produire ces formes organométalliques.

Une compréhension partielle du réservoir atmosphérique.

Les émissions anthropiques actuelles (environ 2000 tonnes par an)² représentent 30% du mercure introduit vers l'atmosphère, 10% serait d'origine naturelle, les 60% restant proviendraient du mercure émis depuis le début de l'ère industrielle, déposé puis remobilisé vers l'atmosphère. Toute future réglementation ne pourra donc agir que sur cette fraction de 30%. Les émissions anthropiques ont probablement conduit à un doublement ou triplement des niveaux en mercure présents dans l'environnement depuis le début de l'ère industrielle. Ces estimations restent cependant peu précises en raison de notre connaissance approximative du réservoir atmosphérique. En effet, les premières mesures atmosphériques de Hg(0) datent des années 70 et l'on ne trouve des données fiables et continues que depuis les années 90. Il en résulte parfois des interprétations et des conclusions contradictoires quant aux tendances d'évolution du réservoir atmosphérique. Le dernier rapport de l'UNEP sur le mercure pointe ce manque de données à l'échelle mondiale, ce qui limite la portée des scénarii et les prévisions sur l'évolution du cycle du mercure et de la contamination des écosystèmes en réponse aux émissions anthropiques.

- **Des programmes d'observation pour améliorer notre connaissance du réservoir atmosphérique et nos capacités de prévision**

Vers un cadre international d'observations.

Si des moyens détournés permettent de reconstruire les tendances atmosphériques passées (archives sédimentaires ou glaciaires), l'approche la plus directe passe par des observations de mercure atmosphérique et des dépôts dans les précipitations. Ces mesures sont rares et spatialement très hétérogènes. Des actions régionales ou continentales (réseau nord-américain Atmospheric Mercury Network) permettent de combler les manques en partie. Les données restent cependant limitées, particulièrement dans les zones les plus reculées du globe, et il n'existe pas d'initiatives coordonnées. Aussi le programme européen Global Mercury Observation System) GMOS (FP7), qui comprend 24 partenaires, a été mis en place en 2010 afin de contribuer: à la création, à l'échelle de la planète, d'un réseau d'observation du mercure dans l'air et les précipitations, à la mise à disposition de la société civile d'une vaste base de données et d'outils de modélisation pour améliorer la prévision de la réactivité, du transport et des dépôts de cet élément toxique. Ces outils de surveillance et de prévision, ainsi que les connaissances scientifiques qu'ils permettent d'acquérir, sont destinés à aider les gouvernements à élaborer des réglementations sur les émissions de mercure. C'est ainsi que GMOS a collaboré à la mise en place du traité international sur le mercure signé en janvier 2013 et actuellement en attente de ratification par la France.

GMOstral et les observations dans l'hémisphère sud.

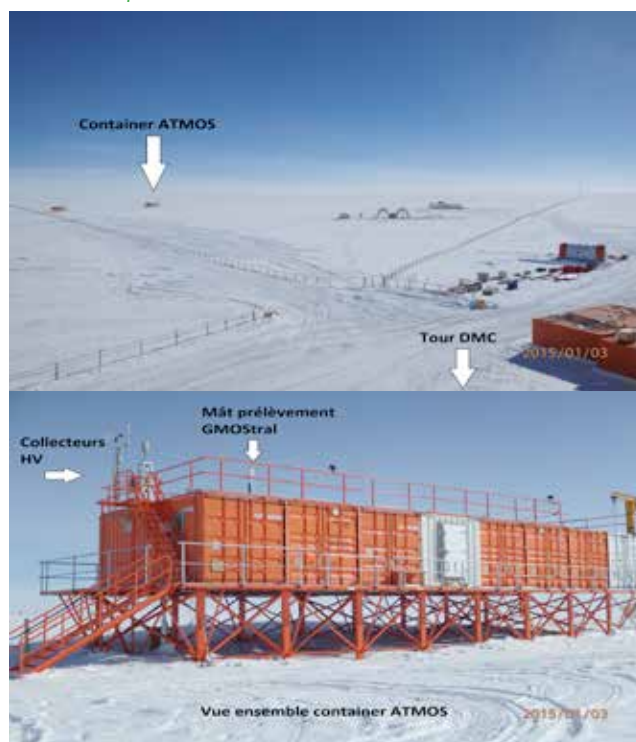
Dans ce contexte et grâce au soutien de l'IPEV à travers le programme GMOstral 1028 débuté en 2011, nous avons mis en place trois sites de mesures (Ile Amsterdam, Dumont d'Urville et Dôme C) afin de documenter et surveiller les variations atmosphériques du mercure dans les

régions reculées de l'hémisphère sud et de travailler sur la réactivité très mal connue en Antarctique. Ces mesures sont également soutenues par GMOS (FP7), le programme LEFE SAMOA (CNRS/INSU) et ont bénéficié du soutien du labex OSUG@2020.

Nous avons instrumenté les trois sites avec des analyseurs Tekran 2537 qui utilisent des techniques d'amalgamation sur piège en or et analyse par spectrométrie de fluorescence atomique. Ces instruments permettent d'obtenir des mesures de mercure élémentaire gazeux en continu toutes les 5 minutes à très bas niveau (seuil de détection d'environ 0.1 ng/m³). L'instrument est régulièrement calibré par une source interne et une vérification par injections de vapeurs de mercure est effectuée périodiquement. Les mesures sont effectuées et traitées dans le cadre de protocoles de qualité unifiés au sein de GMOS. Sur l'Ile Amsterdam, nous disposons d'instruments plus complets permettant également de déterminer les concentrations des espèces divalentes gazeuses ou particulières (Tekran 1130 et 1135), ainsi que d'un collecteur de pluie dédié au mercure. Les trois sites ont été instrumentés début 2012 et sont opérés en continu depuis.



Vue d'une partie des instruments en extérieur et de leur maintenance par les hivernants sur place.



Localisation des sites de prélèvement à Dome C.

² UNEP Global Mercury assessment 2013

• Ile d'Amsterdam comme site de surveillance du mercure dans l'hémisphère sud

Jusqu'à présent, les scientifiques ignoraient presque tout des concentrations et du comportement du mercure dans ces régions, car les études étaient pour la plupart effectuées à bord de navires, ce qui ne permettait pas d'obtenir des données de qualité ou d'étudier les variations saisonnières de ce polluant. L'île Amsterdam, un rocher perdu en plein secteur sud de l'Océan Indien, à 5000 km de l'Afrique et 3000 km de l'Australie, se révèle être l'endroit idéal pour capter un signal peu influencé par les émissions humaines de mercure et documenter sa réactivité au-dessus des océans. Sur cette île en effet, seules quelques masses d'air arrivant d'Afrique, et contenant des résidus de feux de biomasse, viennent timidement et rarement perturber le signal mesuré.

Nous montrons³ que les niveaux moyens en mercure élémentaire gazeux sont de $1.03 \pm 0.08 \text{ ng/m}^3$ ($n=10285$, valeurs 2012-2013). Ces niveaux sont 30 à 40% inférieurs aux valeurs mesurées dans l'hémisphère nord. Les valeurs en espèces divalentes sont aux limites instrumentales et sont en moyennes de 0.34 pg/m^3 pour le mercure divalent gazeux [intervalle: $0.28\text{--}4.07 \text{ pg/m}^3$] et de 0.67 pg/m^3 pour le mercure divalent particulaire [intervalle: $0.28\text{--}12.67 \text{ pg/m}^3$]. Une réactivité faible dans cette couche limite marine est donc mesurée contrairement à ce qui est observé dans l'Océan Atlantique ou représenté dans certains modèles.

Grâce aux observations conjointes de radon (programme 416), nous observons des apports sporadiques en mercure élémentaire et particulaire provenant de feux de biomasse du continent Africain.

Nos mesures sont maintenant utilisées par des modèles de chimie-transport tels que GEOS-Chem 3D et ont été intégrées dans un exercice de comparaison avec la série de donnée du Cap en Afrique du Sud^{4,5}.

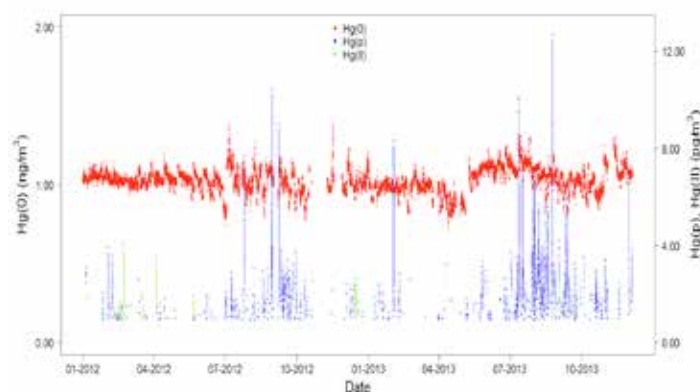


Figure 1 : Concentrations atmosphériques (moyennes horaires) en mercure élémentaire gazeux (en rouge, axe de gauche) et concentrations en mercure divalent particulaire (en bleu, axe de droite), et en mercure divalent gazeux (en vert, à droite) mesurées sur l'île Amsterdam pendant les deux premières années du programme.⁶

³ Angot, H., Barret, M., Magand, O., Ramonet, M., and Dommergue, A.: A 2-year record of atmospheric mercury species at a background Southern Hemisphere station on Amsterdam Island, *Atmos. Chem. Phys.*, 14, 11461-11473, 10.5194/acp-14-11461-2014, 2014.

⁴ Slemr, F., Angot, H., Dommergue, A., Magand, O., Barret, M., Weigelt, A., Ebinghaus, R., Brunke, E. G., Pfaffhuber, K. A., Edwards, G., Howard, D., Powell, J., Keywood, M., and Wang, F.: Comparison of mercury concentrations measured at several sites in the Southern Hemisphere, *Atmos. Chem. Phys.*, 15, 3125-3133, 10.5194/acp-15-3125-2015, 2015.

⁵ Song, S., Selin, N. E., Soerensen, A. L., Angot, H., Artz, R., Brooks, S., Brunke, E. G., Conley, G., Dommergue, A., Ebinghaus, R., Holsen, T. M., Jaffe, D. A., Kang, S., Kelley, P., Luke, W. T., Magand, O., Marumoto, K., Pfaffhuber, K. A., Ren, X., Sheu, G. R., Slemr, F., Warneke, T., Weigelt, A., Weiss-Penzias, P., Wip, D. C., and Zhang, Q.: Top-down constraints on atmospheric mercury emissions and implications for global biogeochemical cycling, *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, 15, 5269-5325, 10.5194/acpd-15-5269-2015, 2015.

⁶ Données publiées dans Angot, H., Barret, M., Magand, O., Ramonet, M., and Dommergue, A.: A 2-year record of atmospheric mercury species at a background Southern Hemisphere station on Amsterdam Island, *Atmos. Chem. Phys.*, 14, 11461-11473, 10.5194/acp-14-11461-2014, 2014.

• L'Antarctique : un lieu de réactivité inédit pour le mercure

Nous avons lancé en 2012 des mesures continues en mercure gazeux à la fois sur la côte à DDU et sur le plateau à Dôme C. Nous avons dû faire face à de nombreux problèmes techniques mais au final nous produisons le premier enregistrement annuel en mercure atmosphérique sur le plateau antarctique. En 2013, nous avons eu l'opportunité de travailler conjointement avec le programme SUNITE DC⁷ et l'Université du Colorado à Boulder⁸ afin d'effectuer des mesures à différentes hauteurs au-dessus et en-dessous de la surface du manteau neigeux permettant d'étudier plus en détail son rôle sur la chimie réactive.

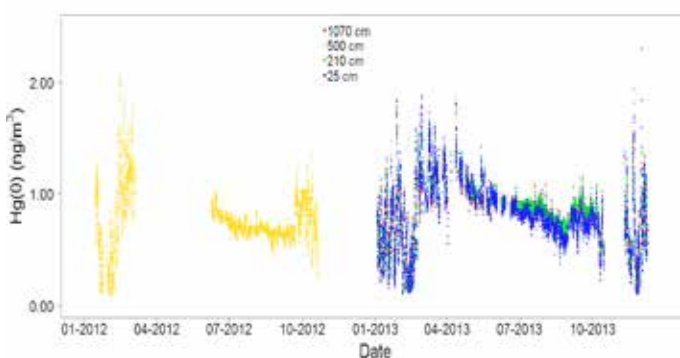


Figure 2: Mesures de mercure élémentaire gazeux à Concordia en 2012 et 2013 à différentes hauteurs au-dessus du manteau neigeux (1070 cm, 210 cm et 25 cm).⁹

Et si, en l'absence de photochimie, le mercure n'était pas aussi stable qu'on le pensait ?

Le début de l'hiver à Dôme C (au mois de juin) est marqué par des concentrations proches de celles mesurées sur l'île Amsterdam aux alentours de 1 ng/m^3 . Au cours de cette saison caractérisée par l'absence de soleil, les concentrations décroissent régulièrement, pour arriver à la fin de l'hiver à une diminution d'environ 20% du réservoir atmosphérique. Cette même pente est retrouvée en 2012 et 2013. Qu'arrive-t-il au mercure atmosphérique ? Ce phénomène inédit est difficile à expliquer mais serait dû à la réaction d'oxydation lente entre le mercure et l'ozone sur le plateau, suivi d'un dépôt des produits de réaction dans la neige. En revanche, cette observation est un mécanisme à rajouter dans les modèles de réactivité du mercure utilisée pour simuler le transport et les dépôts. Ces modèles ont tendance à aujourd'hui trop simplifier les schémas d'oxydation.

La réactivité du mercure en été et l'apparition de nouveaux processus.

L'arrivée du soleil sur le plateau nous apporte son lot de surprises avec la mise en place d'un régime d'alternance de basses et hautes concentrations en mercure gazeux. Jusqu'alors des faibles concentrations en mercure gazeux dans les régions polaires étaient attribuées au phénomène appelé *Mercury Depletion Events* mis en évidence pour la première fois en Arctique au printemps puis sur la base de Neumayer en Antarctique. Cette réactivité fait intervenir des espèces halogénées réactives et détruit également l'ozone. Ce mécanisme ne fonctionne pas à Dôme C et l'ozone

⁷ J.Savarino

⁸ D.Helmig

⁹ Les mesures de 2013 sont effectuées conjointement avec le programme SUNITE DC (J.Savarino) et l'Université du Colorado à Boulder (D.Helmig)

augmente généralement alors que le mercure diminue! Ces basses concentrations en mercure peuvent durer plusieurs semaines. C'est que nous observons en janvier 2012 et février 2013 alors que les masses d'air stagnent sur le plateau. Nous pensons que le plateau fournit une suite d'oxydants qui s'accumulent pendant ces semaines, oxydants non identifiés à ce jour.

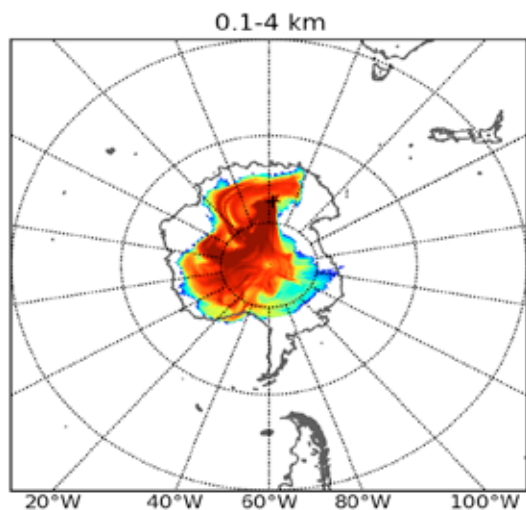


Figure 3: Simulations Flexpart (travail de Boris Quennehen) montrant l'origine des masses d'air arrivant à Concordia pendant les périodes de réactivité intense du mercure. Cette figure, ainsi que les données de vapeur d'eau collectées dans le cadre du programme HAMSTRAD (P. Ricaud) démontrent la stagnation de ces masses d'air sur le plateau antarctique lors de ces événements jamais observés auparavant.

Ces phénomènes d'oxydations conduisent à du dépôt de mercure sur la neige mais ce dernier est rapidement ré-émis vers l'atmosphère par photoréduction. Ce flux sortant accompagné d'une élévation de la couche limite et donc de plus de turbulences conduit aux plus fortes concentrations souvent observées en milieu de journée.

Vers un export côtier.

Les mesures obtenues à la station Dumont d'Urville montrent que les phénomènes observés à Dôme C sont en partie exportés vers la côte du fait du transport par les vents catabatiques. Les données qui sont en cours d'analyse approfondie montrent l'existence de la décroissance hivernale telle que vue à Dôme C avec une ampleur moindre toutefois. Le plateau antarctique aurait donc une incidence dépassant les 1000 km sur le temps de vie du mercure atmosphérique.

Pendant l'été, nous observons de fréquentes oscillations des niveaux ambiants où il apparaît que les basses concentrations proviennent de l'export de masses d'air appauvries en mercure sur le plateau. Les plus fortes concentrations observées en milieu de journée semblent provenir de l'océan et sont apportées par les vents anabatiques.

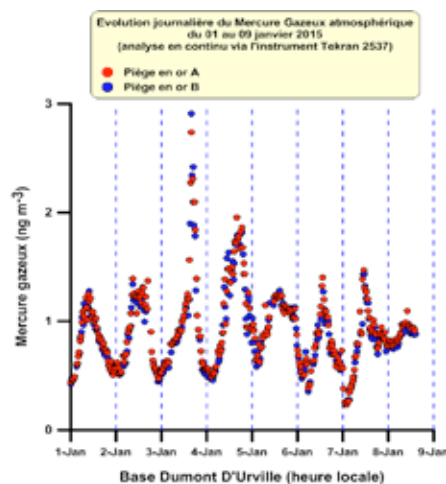


Figure 4: Extrait des mesures de mercure gazeux à DDU montrant les oscillations quotidiennes des concentrations atmosphériques pendant l'été (mois de janvier sur cette figure), à la fois influencées par les émissions marines pendant la journée et un transport de masses d'air appauvries en mercure pendant la nuit et venant des hautes altitudes du plateau.

• Conclusions générales

Le programme GMOstral et le cadre de programmes associés ont permis d'obtenir un jeu de données uniques et de lancer les observations continues du mercure atmosphérique dans l'hémisphère sud. En particulier, les données collectées en Antarctique montrent l'importance double de ce continent dans notre compréhension du cycle du Hg. Des phénomènes inédits y sont observés montrant nos limites actuelles de compréhension des processus atmosphériques et donc de leur représentation dans les modèles atmosphériques. D'autre part, les phénomènes décrits en Antarctique jouent un rôle à plus grande échelle et au-delà du cercle polaire austral, phénomènes qui devront être décrits dans les futurs modèles.

L'île Amsterdam se révèle être un point crucial permettant de travailler sur un bruit de fond du signal de l'hémisphère sud. Sans nul doute, ce site sera un point de validation pour les modèles mais aussi un lieu permettant de surveiller les longues tendances et l'efficacité des réglementations à venir de la convention internationale de Minamata.

Aussi, nous devons maintenir un effort d'observations de ce composé que ce soit pour des notions fondamentales ou bien dans des perspectives de surveillance de la qualité de nos écosystèmes.

Territoires et Sociétés Inuit par les Inuit eux-mêmes (Canada arctique)

Fabienne Joliet ⁽¹⁾, Véronique Antomarchi ⁽²⁾, Béatrice Collignon ⁽³⁾

⁽¹⁾ Agrocampus-Ouest, UMR ESO Cnrs 6590, Labo Imaginaire du Nord (UQAM), GDR Mutations polaires 3062

⁽²⁾ Université Paris Descartes, Laboratoire CERLOM (INALCO), CANTHEL (Paris Descartes), GDR Mutations Polaires 3062

⁽³⁾ Université Bordeaux-Montaigne, UMR ADESS Cnrs 5185, GDR Mutations polaires 3062

Résumé :

Ce programme de recherche NUNA est consacré aux représentations que les Inuit se font eux-mêmes de leurs territoires, à la marge de celles des Occidentaux qui gouvernent l'administration arctique internationale. A partir de corpus iconographiques, les images inuit permettent de porter à la connaissance leurs propres regards, corrélés à leurs pratiques du territoire inuit, et donc d'ajuster les décisions prises de l'extérieur en matière d'espace protégé (parcs nationaux), d'aménagement et de développement durable.

Abstract :

This research program is devoted to the own way Inuit perceive their territories, in a different way western stakeholders administrate arctic territories. Based on iconographic corpus, these inuit pictures allow to know better the autochthonous own gaze, associated to land uses, and so to think different the decisions made from the outside in terms of protected areas (national parks), planning and sustainable development.

• Introduction

Les Inuit ne sont plus aujourd'hui une curiosité ethnographique, mais des acteurs arctiques concernés par les enjeux nationaux et internationaux contemporains qui touchent leurs territoires: le réchauffement climatique, les revendications politiques et économiques, l'exploitation des ressources naturelles, la création de parcs nationaux. Or, pour diverses raisons dont la force de l'inertie, l'image de l'Arctique reste profondément marquée par des représentations des territoires et des sociétés autochtones produites par les Occidentaux et figées dans le temps. Les représentations que produisent les Inuit sont en revanche méconnues, voire ignorées, des Occidentaux. Or, "les peuples autochtones sont engagés depuis les années 1970 dans des processus complexes d'affirmation identitaire et culturelle, des luttes pour la reconnaissance et des stratégies de mise en valeur du patrimoine". Cette affirmation des Inuit comme acteurs politiques incontournables dans toute initiative touchant à leurs territoires rend nécessaire une meilleure connaissance de leurs propres représentations du milieu arctique, qu'ils appréhendent d'abord comme leur milieu de vie. Cette connaissance doit permettre, pour le moins, une meilleure compréhension de leurs points de vue sur les interventions touchant leurs territoires. Elle pourrait également permettre, plus avant, une mutualisation des savoirs arctiques produits par les scientifiques d'une part, les habitants de l'autre.

Le projet de création du parc national Tursujuq au Nunavik (Canada) en 2008 est à l'origine du programme de recherche "Imagibilité inuit". Il s'agissait au départ d'enquêter sur la perception que les autochtones (Inuit, Cris) avaient du projet (Fig. 1). Le programme s'est ensuite étendu à d'autres communautés du Nunavik et des Territoires du Nord Ouest et s'est orienté vers l'étude des représentations que les Inuit produisent à propos de leur territoire et de leurs mobilités contemporaines.



Figure 1 : Discussion autour de l'image inuit avec le réalisateur Zacharias Kunuk (auteur de Atanarjuat) lors d'un tournage à Kuujuarapik, juillet 2012. (F. Joliet).

• **Problématique & collaborations :
quelles représentations du territoire
vécu par les Inuit eux-mêmes ?**

La problématique initiale interroge les perceptions autochtones (Inuit, Cris) du territoire, des paysages emblématiques qui ont motivés la création du parc national Tursujuq au Nunavik. L'étape fondatrice du programme NUNA couvre la période du pré-projet soumis en 2008 à son ouverture en 2014 : du stade des audiences publiques (au moment où les populations locales Inuit et Cries sont consultées pour le premier scénario) au stade d'ouverture du parc avec la construction de son centre d'interprétation en 2015.

Ce projet à vocation de protection et de mise en valeur du territoire est le second au Nunavik. Il succède au premier parc national du Nunavik, celui des Pingualuit (communauté de Kangiqsujuaq) sur le détroit d'Hudson. Il est en revanche le plus vaste de tout le Québec par sa superficie, couvrant plus de 15 000 km², implanté sur la cote est de la baie d'Hudson au niveau du 55^{ème} parallèle. Les cuestas du Golfe de Richmond, le double impact météoritique du Lac-à-L'Eau-Claire et les chutes de la rivière Nastapoka constituent les principaux paysages d'intérêt remarquables identifiés pour les visiteurs, mais aussi fréquentés par les habitants des communautés inuit d'Umiujaq et de Kuujjuarapik, ainsi que la communauté crie de Whapmagoostui.

La problématique réside donc dans la discordance de perception des paysages selon les habitants autochtones et les visiteurs occidentaux : "The Arctic is not a wilderness or a frontier. It is our home. It is our homeland"² et donc dans la caractérisation des relations inuit au territoire (représentations et pratiques).

Dès 2011, cette problématique s'est élargie aux visions du territoire Inuit et de la mobilité inuit contemporaine, en d'autres termes, "How Inuit Inuit-ize the world ?" (Collignon in Joliet et al, 2012). Cette perspective élargie à de nouveaux territoires inuit s'appuie sur les communautés de Kangiqsujuaq au Nunavik (62^e parallèle, Détroit d'Hudson) et de Ulukhaktok dans les Territoires du Nord Ouest.

Le contexte de la recherche s'inscrit dans le mouvement de développement de parcs nationaux en Arctique, dont la vocation touristique est à l'origine d'icônes, comme l'œil de cristal des Pingualuit qui engendre une imagerie décalée de la réalité autochtone. Lors de l'aménagement du centre de transmission du parc national des Pingualuit, qui précède le parc Tursujuq, les audiences publiques ont fait apparaître que : "La photographie apparaît indéniablement comme une ressource essentielle aux yeux des Inuit du Nunavik pour illustrer leur histoire, pour raconter la vie de leur communauté"³ Cette recherche s'inscrit donc dans le déploiement des représentations imagées comme levier de compréhension du territoire Inuit du point de vue Inuit.

Les objectifs visent à dresser une matrice d'indicateurs socio-culturels et à porter à la connaissance les représentations inuit. Ils consistent également à protéger le patrimoine

2 Sheila Watt-Cloutier "The Inuit Right to Culture Based on Ice and Snow" (in Duvicq, 2015 : 338).

3 Antomarchi, 2014, p.147.

photographique produit par les Inuit.

Les partenaires associés à cette problématique sont au premier chef les Inuit des communautés étudiées, les institutions Inuit canadiennes (Avataq, Parcs Nunavik pour le Québec), ainsi que les chercheurs universitaires canadiens (CEN, INRS, Laboratoire international d'études multidisciplinaires comparées des représentations du Nord, UQAM).

• **Méthode & expérimentations : entrer
par l'image inuit**

Pour interroger les représentations Inuit et leurs constructions sous-jacentes, différentes méthodes ont été couplées dans le but de permettre des recoupements d'informations.

En premier lieu, toute analyse des représentations (iconographiques et verbales) a été combinée à celle des pratiques sociales du territoire selon une démarche participative des habitants volontaires.

En second lieu, ont été croisés le langage non verbal de l'image et le langage verbal des entretiens (l'anglais n'étant ni la langue maternelle des Inuit ni des chercheuses françaises) "langage et image sont absolument solidaires"⁴ :

- L'image (photographie et dessin d'enfants, Fig 2) comme support d'analyse visuelle et 'embrayeuse de narration. Les corpus iconographiques inuit ont été collectés à partir de la méthode du "native image making" (concours photographiques, Fig 3) ; albums de famille ; murs de réseaux sociaux ; corpus de photographes inuit),

Figure 2: Atelier de dessins d'enfants, "le paysage que je préfère, où j'aime aller", on ferme les yeux pour faire venir l'image mentale avant de dessiner, école primaire Asimautaq, Kuujjuarapik, mars 2012. (F. Joliet)



4 (Didi-Hubermann 2003 : 39)



Différents corpus d'images et leurs mots associés ont été ainsi rassemblés : 3 corpus issus des concours photographiques "mon paysage préféré" menés à Umiujaq, Kuujuarapik et Whapmagoostui, 2 corpus dessin d'enfants "mon paysage préféré" dans les écoles d'Umiujaq et de Kuujuarapik, 1 corpus photographique issu des albums de famille à Kangiqsujuaq, et enfin 1 corpus rassemblé dans la communauté de Ulukhaktok.

- Les entretiens avec les auteurs ont permis l'interprétation inuit du contenu des photographies soumises par les habitants et la localisation cartographique de leurs préférences,
- Des démarches participatives⁵: la modalité de l'observation participante des chercheuses ainsi que réciproquement, la participation des habitants Inuit (échantillon spontané et échantillon désigné), partage et restitution (feed back Fig.4, exposition Fig.5, CD, livre, agrandissements photographiques).
- Le parcours des terrains avec les habitants : identification du territoire et interprétation autochtone de leurs pratiques et usages, à corréliser avec leurs représentations mentales.



Figure 4: Feed back du concours photographique à l'école Kiluutaq d'Umiujaq, février 2012 (F. Joliet).

Figure 5: Exposition "Regards des habitants de Kangiqsujuaq sur leurs photos de famille (1960-2012)" au centre d'interprétation de Kangiqsujuaq, écoliers de l'école primaire Arsiniaq, février 2014, (F. Joliet).

⁵ Joliet, Blouin, 2012 ; Chanteloup, Joliet, 2014



• Résultats : une "inuitude" des territoires ?

En termes de résultats, qui sont dans une phase d'approfondissement, cette recherche permet de dégager un certain nombre de pistes :

Sur le plan de la sensibilité paysagère inuit, elle s'inscrit comme une des modalités de leurs relations au territoire et à la nature. Différentes autres modalités apparaissent. Celles qui, bien sûr, viennent conforter la relation pourvoyeuse et nourricière traditionnelle des Inuit à leurs terres, ainsi que l'accréditation de l'hypothèse initiale d'une sensibilité esthétique à l'œuvre dans une sensibilité paysagère.

Pour ce qui est de la modalité paysagère inuit, l'analyse qualitative des motifs paysagers privilégiés par les habitants dans les clichés révèle que ce sont uniquement les scènes de nature qui font paysage. A contrario, les villages ne font pas "paysage", n'étant jamais représentés. Toutefois, on remarque que les activités anthropiques figurent dans les images de paysage, comme les campements, les bateaux, les quatre-roues ou les séchoirs à poissons, ce qui atteste d'une vision socialisée de la nature. D'un côté, on observe un attachement particulier aux forces de la nature, où l'échelle monumentale et la temporalité géologique des éléments du milieu apparaissent comme une expression de l'identité inuit ancestrale, telles que la grandeur des falaises du lac Guillaume-Delisle et des chutes de la Nastapoka. De l'autre côté, on constate une temporalité fugitive. Le goût pour les mouvements dans le paysage, celui de la lumière (arc-en-ciel, couchers de soleil) et de l'eau (miroir ou vive), des états de la neige, de la météorologie (nuages) et des saisons (végétation) attestent également d'une identification personnelle et collective aux changements perpétuels qui régissent et mettent en scène leur univers de vie quotidien.

Ces résultats mettent en perspective la notion d'espace protégé par le biais de l'exemple des parcs nationaux, qui pourront en retour alimenter la réflexion relative à d'autres aménagements en projet sur le territoire inuit, tels que le développement des infrastructures et des villages, l'exploitation des ressources minières ; ces résultats sont également une base pour envisager les autres modalités inuit à la nature, au territoire.

Sur le plan de ce que cela renvoie de la société inuit en tant que telle, dans la manière dont elle s'inscrit dans son territoire, on voit nettement apparaître l'importance de la dimension communautaire attestée par la dominance de la famille et des campements dans les clichés issus des albums de famille.

La grande majorité des photos choisies par les habitants font en effet référence à la famille. Le deuxième thème le plus présent est celui du campement, de la vie à l'extérieur. Certains habitants ne proposent même que des photos prises à l'extérieur. Le troisième thème représenté est l'école, les scènes de vie quotidienne, des intérieurs de maison au sein du village. Le quatrième thème abordé, de façon plus minoritaire, est celui de la religion (un voyage à Jérusalem est évoqué par deux photos, la fête de Noël, la rencontre du Pape Jean-Paul II).

Les photographies préférées par les visiteurs de l'exposition de ce corpus privilégient les éléments d'une certaine modernité : l'obtention du diplôme pour accéder à des

emplois valorisés, ce qui constitue un rêve pour un public majoritairement scolaire, le voyage lointain (pèlerinage à Jérusalem), le métissage à travers la tendresse d'une grand-mère et de sa petite fille (moitié Inuk, moitié noire).

Enfin, ce qui nous conduit à la mobilité, l'expérience menée à Ulukhaktok montre que la mobilité sortante des habitants s'articule autour du pivot des meetings politiques, des hospitalisations, de la scolarisation secondaire, des compétitions sportives, des visites à la famille et de la promotion de la culture inuit (chants et danses au tambour, expositions d'estampes, exposition-vente d'objets et vêtements en peaux et fourrures, pièces uniques cousues main) (Fig 6).



Figure 5 : La mobilité aérienne, des aînées en kamik au départ de Ulukhaktok (B. Collignon).

Outre l'analyse, cette recherche a permis de favoriser la transmission de la mémoire dans une perspective transgénérationnelle :

- l'archivage de clichés d'habitants à l'Institut culturel Avataq à Montréal ;
- la publication d'un ouvrage consacré aux représentations photographiques des habitants de la communauté d'Umiujaq (Joliet 2012) ;
- une exposition des photographies des albums de famille des habitants de Kangiqsujuaq en février 2014 au centre d'interprétation à destination des scolaires ;
- deux diaporamas (paysage) des habitants de Kujjuarapik, Umiujaq, Wapmagoostui
- la création d'un matériel pédagogique (jeu de photos de l'expo) pour l'école de Kangiqsujuaq et mise en place d'ateliers paysage de dessins d'enfants.

• Conclusion & perspectives

Plusieurs habitants des communautés consultées pour cette recherche ont émis le souhait de développer ce projet à une plus grande échelle, afin d'obtenir une matrice de représentations inuit plus exhaustive. A cela s'ajoute la reconnaissance de ce patrimoine vernaculaire par différentes instances, tels les centres de transmission des parcs nationaux par exemple, car "faire entrer la part d'immatériel de la photographie au musée aurait le mérite d'associer pleinement les habitants à la construction de l'histoire de leur communauté, tout en l'inscrivant dans le moment présent, selon leur propre regard" ¹. Cela permettrait aussi de s'écarter d'une vision souvent nostalgique et emplie de stéréotypes parfois adaptés au désir des touristes, en majorité occidentaux.

BIBLIOGRAPHIE relative au projet

- Antomarchi V., Joliet F., 2015. Quelle présence du froid dans la culture et la photographie Inuit ?, Chartier D. et Borm J. (Dir), *Le Froid Le froid*. Production, adaptation, représentations, effets, Presses Universitaires du Québec, à paraître.
- Antomarchi V., 2014 « Regards des habitants de Kangiqsujuaq sur leurs albums de photographies de famille (1960-2012) : quelle prise en compte muséographique ? in *Anthropologie et Sociétés*, université Laval « Vues de l'Autre, voix de l'objet : matérialiser l'immatériel dans les musées », dir. Jérôme Laurent, vol. 38, 3 pp. 137-154.
- Antomarchi V., 2010 « La création du parc National des Pingualuit au Nunavik (Nord Québec), une promotion touristique révélatrice de divergences d'opinions » in Laslaz L., Gauchon C., Duval-Massaloux M. et Héritier S. (coord.), *Espaces protégés, acceptation sociale et conflits environnementaux*, Cahiers de Géographie, n°10, collection EDYTEM, pp. 101-112.
- Didi-Huberman G ; 2003 *Images malgré tout*, Paris Les éditions de Minuit
- Duvicq, N., « Les écrits du Nunavik depuis 1959 : problématique et contexte d'émergence d'une littérature inuit », thèse de doctorat, Université du Québec à Montréal (UQAM), soutenue le 1er avril 2015.
- Jérôme L. (dir), 2014, « Vues de l'autre, voix de l'objet : matérialiser l'immatériel dans les musées », *Anthropologie et Sociétés* (2014, 383)
- Joliet F., 2015, *A l'envers du Grand Blanc, le sens inuit du paysage*, Projets de Paysages, sous presse.
- Joliet F., 2013, *Ceux qui regardent font le paysage. Les Inuit d'Umiujaq et le parc national Tursujuq*, Téoros, Gouvernance des parcs au Nunavik, Vol 31, n°1 : 49-60.
- Joliet F., Blouin C., 2012, *La participation photographique des Inuit dans le développement touristique du parc national Tursujuq (Nunavik)* *Inuit Studies / Etudes Inuit*, vol. 36(2), pp 99-123.
- Joliet F. 2012, *Umiujaq, regards inuit sur le paysage*, Montréal, PUQ, 151 p.
- Joliet F. 2010, *Un paysage du Grand Nord à partager ? Le « donné à voir » du Parc Tursujuq*, dans J. G. Petit J.G., P.Aatami, T. Pitwabano (Dir) *Le Nunavik, gouvernance, culture, société*. Rennes, PUR, pp 197-211.

COMMUNICATIONS citées (non publiées)

- Joliet F., Collignon B., Antomarchi V., 2012, *Learning from Inuit self-imaging family, familiar and unfamiliar landscapes* Research notes, communication à la XVIIIe Inuit Studies Conference, Washington DC, 24-28 octobre.
- Chanteloup L., Joliet F., 2014, *Vers un apprentissage mutuel, comparaison d'expériences de co-constructions de savoirs*, XIXe conférence internationale Inuit, Québec, octobre.



Programmes de recherche



Programmes de recherche terrestre soutenus et mis en œuvre en 2014

Responsables de programmes



Programmes de recherche soutenus et mis en œuvre en 2014

Arctique : sciences de l'homme

1038 - HUMAD-MAFSO

Adaptation humaine à Verkhoïansk. Des corps gelés aux populations actuelles

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.

Human-Environment coevolution in Indigirka: frozen graves in present-day autochthonous populations.

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.

1043 - NUNA

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

JOLIET Fabienne Jeanne
Laboratoire Paysage, Angers
Nunavik

Ce programme de recherche NUNA est consacré aux représentations que les Inuit se font eux-mêmes de leurs territoires, à la marge de celles des Occidentaux qui gouvernent l'administration arctique internationale. A partir de corpus iconographiques, les images inuit permettent de porter à la connaissance leurs propres regards, corrélés à leurs pratiques du territoire inuit, et donc d'ajuster les décisions prises de l'extérieur en matière d'espace protégé (parcs nationaux), d'aménagement et de développement durable.

Inuit self imaginability: Landscape, places, family, how inuit-izing the world ?

This research program is devoted to the own way Inuit perceive their territories, in a different way western stakeholders administrate arctic territories. Based on iconographic corpus, these inuit pictures allow to know better the autochthonous own gaze, associated to land uses, and so to think different the decisions made from the outside in terms of protected areas (national parks), planning and sustainable development.

1080 - LOTECHAIN

Long Term Environmental Changes and Human Activities in Nunavik

MARGUERIE Dominique
Laboratoire Archéosciences, Université de Rennes 1, Rennes
North eastern Canada

Le Nunavik, vaste territoire occupant l'Arctique québécois (Canada oriental), constitue un des observatoires uniques pour le suivi des relations hommes-milieus passées et présentes en milieu polaire. L'étude de ces relations est devenue cruciale dans le contexte actuel de variabilité climatique. Le Plan Nord mis en place récemment par le gouvernement québécois (<http://plannord.gouv.qc.ca/mots/index.asp>) s'intéresse à cette thématique. C'est aussi l'occasion pour nous de mener, de concert avec nos partenaires canadiens, une recherche pluridisciplinaire dans le cadre du projet LOTECHAIN. Ce projet vise donc à étudier divers écosystèmes, des sites et zones d'habitat anciens (archéologiques) et des biodiversités passées. Ces travaux sont menés dans le but de dresser un "état des lieux" des milieux holocènes et de mesurer l'effet des variations climatiques passées et actuelles et de l'action humaine sur les milieux naturels sous régime périglaciaire.

Nunavik, a vast territory in Arctic Quebec (eastern Canada), is a unique observatory for the monitoring of past and present human-environment relations in a polar milieu. The study of these relations has become crucial in the current climatic context of variability. This topic is of particular interest to the Northern Plan recently set up by the government of Quebec (<http://plannord.gouv.qc.ca/mots/index.asp>). It is also an opportunity for us to conduct multi-field research with our Canadian partners within the LOTECHAIN project. The purpose of the project is to study various ecosystems, old sites and settlement zones (archeological), and past biodiversities. These studies are undertaken with the aim of drawing up an "inventory and status" of Holocene environments and of measuring the effect of past and present climatic variations and human action on natural environments in a periglacial climate.

1121 - DOLIDHI

Construction of a Dolgan past and contemporary identity dynamics in the Russian Arctic: historical and anthropological approach

LAMBERT Jean-Luc
Groupe Sociétés, Religions, Laïcités, CNRS, UMR 8582, Paris
Russie

Le programme DOLIDHI se déroulera sur quatre ans. Il est basé sur une problématique anthropologique et historique qui interroge les représentations de soi et du passé des Dolganes, un peuple sibérien établi dans le Haut-Arctique (presqu'île du Taïmyr) à l'histoire particulièrement complexe. Plusieurs longues missions seront effectuées sur le terrain afin de collecter des données par observation participante et par entretiens. Après l'étude des données antérieures aux années 1930 (Mémoire de M2), je souhaite à présent travailler sur les périodes soviétique et postsoviétique. Mon objectif est ainsi de comprendre le rapport au passé, à soi et aux autres dans la durée, dans cette société polaire délaissée par la recherche occidentale. Ce programme s'articule autour de plusieurs axes complémentaires concernant notamment les missions orthodoxes et protestantes, les fêtes collectives au Taïmyr, le système dolgane de rites et de représentations. Face à une possible recréation de l'identité par les autochtones eux-mêmes et une éventuelle réinvention d'un passé en contexte postsoviétique, je cherche à comprendre ce que signifie "être dolgane". Cette recherche sera supervisée par Jean-Luc Lambert.

The DOLIDHI program will take place over four years. It is based on anthropological and historical issues about the past of Dolgans and the representation of them. The Dolgans are a Siberian people established in Upper-Arctic (peninsula of Taimyr) whose history is particularly complex. Several long missions will be carried out on the field in order to collect data by mean of interviews and participant observation. After having analysed the data prior to the 1930s (Master dissertation), I would like to study now the Soviet and post-Soviet periods. Thus, my aim is to understand the relation to the past, to oneself and to the others on the long-term within this polar society abandoned by western research. The DOLIDHI program is also based on several complementary axes, especially about Orthodox and Protestant missions, collective celebrations in the peninsula of Taimyr, Dolgan's system of rituals and representations. In view of a possible identity's recreation by autochthonous people themselves or a reinvention of their past in a post-Soviet context, I try to understand what "be dolgane" means. This research will be supervised by Jean-Luc Lambert.

1127 - BRISK's OBS

Observatories of the project "BRidging Indigenous and Scientific Knowledge about global change in the Arctic: adaptation, and vulnerability of society & environment"

LAVRILLIER Alexandra
Université de Versailles Saint Quentin en Yvelines, Guyancourt
Norvège, Suède, Russie

Le projet a pour objectif d'étudier l'impact des changements globaux (climat, couverture végétal, couverture de neige, glace, société, économie) sur les éleveurs de rennes en Laponie (Norvégienne et Suédoise) et en Sibérie (Yakoutie, Amour, Kamchatka, République Touva). BRISK développe des méthodologies innovantes permettant la coproduction des savoirs. Il s'agit de faire un état des lieux des méthodes et des observations scientifiques et autochtones des changements globaux. BRISK a choisi plusieurs niveaux de juxtaposition et de comparaison. D'une part, il examine dans différents contextes (cohérents cependant), des relations étroites de l'humain et son environnement par la comparaison de différents élevages de rennes en Eurasie. D'autre part, il compare les notions de "météo extrême", du point de vue climatologique et autochtones. De plus, afin d'associer savoirs autochtones et savoirs scientifiques dans l'observation des changements globaux (climatiques, environnementaux, industriels, sociaux), des observatoires communautaires sont conçues collectivement entre les scientifiques (SHS et SciEnv) et les autochtones.

The aim is to install and monitor observatories of global changes (weather, vegetal cover, snow cover, ice, society and economy) among the reindeer herders in Lapland (Norway, Sweden) and Siberia (Yakoutia, Amour, Kamchatka, Tuva Republic) BRISK develops innovative methodologies that facilitates knowledge co-production. It documents the state of the art with respect to scientific and indigenous methods and observations of global change. BRISK juxtaposes and makes comparisons at several levels. Firstly, it examines in different but nonetheless coherent contexts, the intimate relationship between people and their environments through the comparison of two types of reindeer herding in Eurasia. Secondly, it considers the notion of extreme meteorological events from the differing viewpoints of climate scientists and indigenous peoples. Thirdly, in order to bring together indigenous and scientific knowledge for the observation of global change (climatic, environmental, industrial, social), community-based observing systems are jointly conceived by scientists (natural and social) and indigenous peoples. The BRISK's OBS project requires funding from IPEV in order to install and follow the process of these 5 transdisciplinary observatories (3 sites in Siberia, Russia, 1 in Norway and 1 in Sweden).

1193 - TUKTU

Impact de l'extraction minière sur les écosystèmes, les troupeaux de caribou et les styles de vie Inuit à Qamani'tuaq au Nunavut : collaborations de recherche triangulaires pour des scénarios de changements alternatifs

BLANGY Sylvie
UMR 5175, CEFE (Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive), Montpellier
Nord Canada, Nunavut, Baker Lake

TUKTU 2 project is based on the findings of TUKTU 1 and is developed at the request of the Baker Lake Inuit workshop participants. We will study the cumulative impacts of the two mines (gold and uranium), develop future scenarios, indicators of sustainability, strategies that preserve caribou livelihood while improving local population well-being. Negotiation tools, guidelines, fair and equitable partnerships will be explored with the mines. We will summarize and make accessible the EIA (Environmental Impact Information). Small scale community based and led research projects, comparative studies between arctic communities addressing local concerns and unanswered questions will be developed. Mines will be offered to join the community research projects and join forces with the community to look at future options. Collaborations will be developed with the OHMI Nunavik (Observatoire Homme Milieu) located in the community of Kangiqsujuaq north of Québec. The 2 studies conducted in TUKTU 1 will be widely disseminated and will serve as a foundation for TUKTU2.

Mining impacts and sustainability in Qamani'tuaq, Nunavut. Developing strategies and models for an equitable partnership.

TUKTU 2 est construit sur les résultats de TUKTU 1 et à la demande des partenaires de Baker Lake. Nous étudierons les impacts cumulatifs des 2 mines (or et uranium), développerons des scénarios d'avenir; des indicateurs de durabilité, des stratégies qui visent à préserver les styles de vie caribou tout en améliorant le bien être de la population locale. Des outils de négociation, lignes directrices, conditions équitables de partenariat seront explorés avec les mines. Nous synthétiserons, compléterons et rendront accessibles les informations des Etudes d'Impact Environnementales (EIA) des mines. Nous co-construirons des projets de recherche visant à répondre aux questions urgentes laissées sans réponses par les EIA et à renforcer les collaborations entre communautés arctiques sous la forme d'études comparatives. Le projet sera basé sur un renforcement des capacités de recherche locale, des collaborations étroites en cours avec des universités canadiennes et sous la forme d'ateliers participatifs, de formation à la recherche et de projets co construits et menés de concert. Les mines seront associées graduellement à cette approche et invités à nous rejoindre. Le projet se fera en étroite collaboration avec l'OHMI Nunavik en cours d'implantation sur la communauté de Kangiqsujuaq au Nord Québec. Les 2 études menées pendant TUKTU 1 seront largement diffusée et serviront de fondation à Tuktu 2.

337 - GRAVITE

Variation de gravité et mouvement vertical dans les régions polaires- Apport aux problèmes du rebond post-glaciaire et de la déglaciation actuelle

REGISTER Yves

UMR 7516 Institut de Physique du Globe de Strasbourg, Strasbourg

Ny-Ålesund, Svalbard

Les mesures de gravité absolue sont nécessaires pour établir des modèles du géoïde. Les mesures répétées sont complémentaires des mesures de positionnement précis pour contraindre les variations des masses de glace dans les régions polaires et le rebond post-glaciaire. Nous proposons de commencer ou de répéter des mesures de gravité dans les régions polaires. En Arctique, des mesures seront faites à la station de Ny-Ålesund, au Spitzberg, en 2012 et 2014. En Antarctique, ces mesures seront effectuées aux stations O'Higgins, Palmer et Rothera dans la Péninsule Antarctique en 2013 et aux stations McMurdo, Scott, Mario Zucchelli et Dumont d'Urville en 2015.

La campagne Arctique 2014 consistera à effectuer une mesure de gravité absolue sur la base AWIPEV de Ny-Ålesund, au Spitzberg, en mai-juin, au moyen d'un gravimètre FG5. Le but de la mesure, qui sera la sixième effectuée sur cette base par le groupe de gravimétrie de l'IPGS après celles de 2000, 2004, 2007, 2010 et 2012, est de poursuivre l'observation des variations de gravité dues au rebond post-glaciaire et à la fonte actuelle des glaces.

Gravity variation and vertical motion in polar regions - Constraints on post-glacial rebound and present-day ice melting

Absolute gravity measurements are necessary to build models of the geoid. Repeat measurements are complementary to precise positioning measurements in providing tools to constrain both the ice-mass variations over the polar regions and the post-glacial rebound. We propose to initiate or repeat absolute gravity observations in the polar regions. In the Arctic, measurements will be performed at the Ny-Ålesund Station, Svalbard, in 2012 and 2014. In Antarctica, measurements will be performed at the O'Higgins, Palmer and Rothera Stations in the Antarctic Peninsula in 2013 and at the McMurdo Station, Scott Base, Mario Zucchelli Station in the Ross Sea Embayment and Dumont d'Urville Station in Terre Adélie in 2015. The 2014 Arctic campaign of the GRAVITE program 337 will consist in making absolute gravity measurements at the AWIPEV station in Ny-Ålesund, Svalbard, in late June or early July. The duration of the observation on site will be one week. The equipment, made up of an FG5 absolute gravimeter and a Scintrex CG5 relative gravimeter, weighs 500 kg. A researcher and an engineer from the gravimetry group at IPGS will participate in the operations. It will be the sixth measurement made by the team at the station since 2000. The goal is to continue the observation of the gravity variation caused by the post-glacial rebound and present-day icemelting. Please see also Sections 2 and 3 of the paper included in the file uploaded in the «Scientific objectives, interests and hypotheses» section in the «Scientific Information» of the full proposal.

439 - GRAAM

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, Groenland

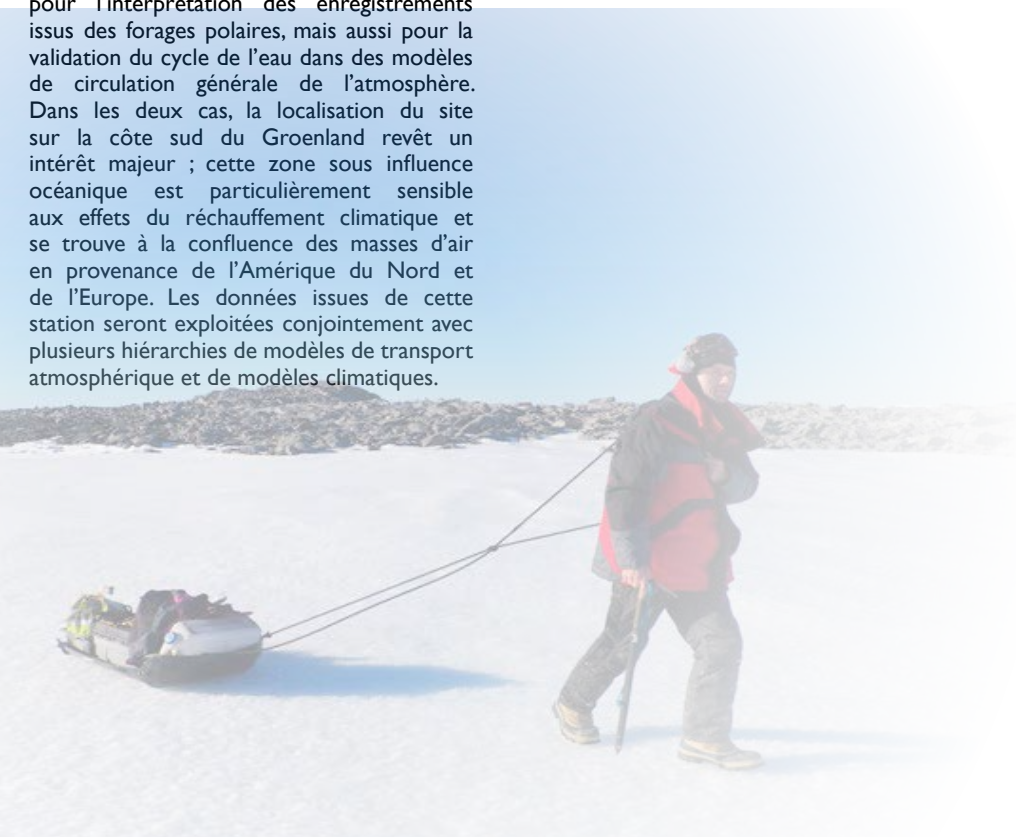
DELMOTTE Marc

Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE, CEA, CNRS, UVSQ), 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 technique innovante pour établir la première 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.

Carbon budget study over North Atlantic, Greenland continuous atmospheric CO₂, O₂, CH₄, H₂O and water vapour isotopic content monitoring at Ivittuut

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.



1026 - POLARIS 2

Polarisation de la raie rouge thermosphérique à Svalbard.

LILENSTEN Jean

Hautes Atmosphères Planétaires, UMR 5109 Laboratoire de Planétologie de Grenoble
Svalbard

Nous avons découvert la polarisation de la raie rouge thermosphérique à Longyearbyen après une préparation de 5 ans, grâce à un instrument original appelé SPP. Cependant, les sites de Longyearbyen et de Ny Alesund sont optiquement pollués. Or, en raison de la configuration magnétique et des caractéristiques ionosphériques, l'archipel de Svalbard présente des caractéristiques privilégiées pour ces observations. Grâce au financement de l'IPEV en 2010, nous avons pu installer SPP à la base polonaise de Hornsund pour un hivernage en site totalement noir d'où un article a été publié en 2013. Il a marché plusieurs semaines avant de tomber en panne. En 2011, nous avons fait une nouvelle demande à l'IPEV pour continuer ce programme, mais nous avons dû le suspendre car l'instrument ne pouvait pas être rapatrié et réparé à temps (et nous n'avons donc pas été financé). Depuis, nous avons réparé cet instrument, et construit un nouvel instrument plus puissant appelé Premier Cru. Cette demande reprend les grandes lignes de la demande abandonnée en 2011, car nous sommes maintenant mûrs pour un hivernage complet de SPP à Hornsund en hiver 2014/2015, tandis que Premier Cru fera des observations sporadiques en parallèle depuis des sites plus accessibles en Laponie et à Longyearbyen.

POLARisation of the thermospheric Red Line In Svalbard

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. However, the site of Longyearbyen and Ny Alesund are optically polluted. Because of the magnetic configuration and ionospheric conditions, Svalbard presents the best characteristics for these observations. Thanks to an IPEV funding in 2010, we could install SPP at the Polish base (Hornsund) for wintering in a totally dark site. From this campaign, an article was published in 2013. SPP worked several weeks before breaking down. In 2011, we made a new request to the IPEV to continue this program, but we had to suspend our application (and were therefore not funded) because the instrument could not be repatriated and repaired in time. Since then, we have repaired the instrument, and built a new more powerful instrument called Premier Cru. This application follows the outline of the abandoned application in 2011, as we are now ready for a full winter of SPP at Hornsund (winter 2014/2015), while Premier Cru will perform sporadic observations in parallel from the most accessible sites in Lapland and in Longyearbyen.

1030 - CLIMSLIP-NyA

Climate impacts of short-lived pollutants and methane in the Arctic

JACOBI Hans-Werner

Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement, Saint Martin d'Hères
Ny-Ålesund, Svalbard

Les polluants de courte durée contribuent à l'amplification régionale du réchauffement global dans l'Arctique. Dans le projet CLIMSLIP-NyA nous examinerons deux aspects importants des polluants de courte durée dans l'Arctique. Nous étudierons comment le carbone suie dans l'atmosphère et dans la neige contribuent à l'augmentation de l'absorption du rayonnement solaire dans l'atmosphère et dans la neige. Nous étudierons également les interactions aérosol-nuage par la caractérisation simultanée des propriétés microphysiques et optiques des nuages et des aérosols. Les expériences sur le terrain incluent des observations des concentrations de carbone suie dans l'atmosphère pendant le printemps et la détermination des concentrations de carbone suie dans la neige utilisant un single particle soot photometer. Ces observations contribueront à une meilleure quantification du comportement du carbone suie et son dépôt dans la neige pendant la période du printemps arctique. Dans le cadre, de l'étude de l'interaction aérosol-nuages, des mesures continues (3 mois) des propriétés des nuages couplées à celles des aérosols seront réalisées à la station de mesures du Mont Zeppelin à partir de l'instrumentation du LaMP (CPI, Néphélomètre Polaire, FSSP/sonde Nevzorov). Ces observations permettront d'étudier le lien entre la composition des aérosols (IN, CCN...) et les propriétés microphysiques et optiques des nuages pendant la période de transition Hiver-Printemps en arctique. En conclusion, les résultats seront exploités par l'intermédiaire d'études de modélisation afin de déterminer l'impact des processus climat-appropriés sur les changements régionaux de l'Arctique.



Short-lived pollutants contribute to the regional amplification of global warming in the Arctic. In the project CLIMSLIP-NyA we will examine two important aspects of short-lived pollutants in the Arctic. We will study how black carbon in the atmosphere and in the snow contribute to an enhanced absorption of solar radiation in the atmosphere and in the snow. The aerosol-cloud interactions will be also investigated by the simultaneous characterization of the microphysical and optical properties of clouds and aerosols. The field experiments include observations of black carbon concentrations in the atmosphere in springtime and the determination of black carbon concentrations in the snow using a single particle soot photometer. The observations will contribute to a better quantification of the behavior of black carbon in springtime in the Arctic and its deposition to the snowpack.

Three months of continuous measurements of cloud and aerosol properties will be performed at Mount Zeppelin station using the LAMP instrumentation (CPI, Polar Nephelometer, FSSP/Nevzorov probes). These observations will allow us to study the link between the aerosols properties and composition (IN, CCN...) and the microphysical and optical properties of clouds during the Winter-Spring transition period in the Arctic.

Finally, the results will be exploited in modeling studies to determine the impact of climate-relevant processes on regional changes in the Arctic..

1042 - ESCAPE Arctic

Ecosystems - Snow - ClimAte - Permafrost feedbacks

DOMINE Florent

UMI Takuvit, Québec, Canada
Canada

Le pergélisol affecte 20% des surfaces terrestres de l'hémisphère Nord. Sa fonte causée par le réchauffement global pourrait libérer des dizaines de Pg de carbone sous forme de CO₂ et CH₄ dans l'atmosphère, représentant une rétroaction positive majeure au réchauffement climatique. La fonte du pergélisol impacte aussi les communautés nordiques et le développement de l'Arctique. La neige est un acteur majeur dans le bilan énergétique du pergélisol car elle agit comme une couche isolante qui limite le refroidissement hivernal du sol. La conductivité thermique de la neige est très dépendante du type de couvert végétal et du climat, de sorte qu'il existe des rétroactions fortes entre végétation, climat, neige et pergélisol. Le but de ce projet est de mesurer en continu la conductivité thermique de la neige et de la couche superficielle du sol sur différents sites nordiques afin de fournir les données pour quantifier ces rétroactions dans des modèles de neige et de surfaces continentales.

Permafrost covers over 20% of land masses in the Northern hemisphere. Its thawing due to global warming could release tens of Pg of carbon in the form of CO₂ and CH₄ to the atmosphere, representing a major positive feedback to warming. Permafrost thawing also impacts Northern communities and on the development of the Arctic. The snow cover is a major factor in the energy budget of permafrost, because it acts as an insulating layer that limits winter ground cooling. The thermal conductivity of the snow is highly dependent on climate and vegetation, so that there exists strong feedbacks between vegetation, snow, climate and permafrost. The purpose of this project is to perform continuous measurements of the thermal conductivity of the snow and the surface soil layer at different Nordic sites to provide data to quantify these feedbacks using snow and land surface models.

I108 - PRISM

Permafrost Rock Ice and Snow Monitoring in the Austre Loven glacier basin (Svalbard).

TOLLE Florian

Université de Franche-Comté, THEMA UMR 6049 CNRS, Besançon

Ny-Ålesund, Svalbard

Le projet PRISM a pour objectif principal l'étude des versants en milieu polaire. Plus précisément, il s'agit de décrire, de comprendre et de modéliser les aspects spatiaux des dynamiques de pentes dans les bassins glaciaires. Ces dynamiques spatiales jouent un rôle important dans le fonctionnement physique et hydrologique des glaciers polaires. La morphologie des versants varie selon la fonte du pergélisol, l'épaisseur de la couverture neigeuse, et les contraintes glaciaires. La combinaison de ces facteurs est génératrice de processus qui sont encore mal connus. La quantification des processus à l'œuvre nécessite l'acquisition de données précises à des résolutions spatiales et temporelles fines. Les techniques de scanner laser terrestre (Terrestrial Laser Scanner ou TLS) peuvent permettre une appréhension fine des dynamiques observables. Ces données, couplées à des relevés hydrologiques mettront en lumière le rôle joué par les versants dans les hydrosystèmes polaires.

Studying slopes in polar environments is the main focus of the PRISM project. This project specifically aims at understanding, monitoring, and modeling the spatial dimension of slope dynamics in glacier basins. These dynamics do have a key role in the physical and hydrological behavior of polar glaciers. Slopes are impacted by permafrost melting, snow cover and glacier constraints. The combination of these factors leads to processes that are far from well documented. To quantify precisely the processes occurring in slopes requires data both spatially and temporally precise enough. Terrestrial Laser Scanning (TLS) techniques do seem to allow for fine grain observations at adapted time steps. Together with hydrological monitoring, these data will show the influence of slopes on polar hydrosystems.

I111 - GRAAL

Groundwater – Rivers - Active-layer relationship in the AustreLovenbreen catchment (Western Spitsbergen, Svalbard)

MARLIN Christelle

IDES Interactions et dynamique dans les Environnements de Surface, Epinay sur Orge Ny-Ålesund, Svalbard

Le projet GRAAL concerne l'étude de l'impact de la fonte du pergélisol et de l'augmentation du volume d'eau souterraine sur les flux de solutés et d'eau de surface à l'exutoire d'un bassin versant englacé de l'Arctique sur la côte ouest du Spitsberg dans un contexte de réchauffement climatique. L'étude se base sur le bassin versant de l'Austrelovenbre (79° N). Dans ce contexte, le couplage de plusieurs approches est nécessaire pour décomposer les écoulements et séparer les sources d'eau : géochimie élémentaire et isotopique, géophysique (GPR), hydrologie et hydrogéologie (incluant une modélisation thermo-mécanique du glacier et de sa zone frontale). L'implantation de profils de piézomètres équipés de sondes thermiques (jusqu'à 4 m de profondeur) et de capteurs de pression (suivi piézométrique de la nappe supra-permafrost) à des distances croissantes des cours d'eau permet de quantifier les échanges nappe-rivière.

The GRAAL project concerns the study of the impact of melting permafrost and of groundwater on the surface water discharge of a glacierized catchment in the Arctic on the west coast of Spitsbergen in the context of global warming. The study is based on the catchment area of the Austrelovenbre (79° N). In this environment, the coupling of several approaches is necessary to identify the water origin, in particular that of groundwater: elemental and isotopic geochemistry, geophysics (GPR), hydrology and hydrogeology (including thermo-mechanical modeling of glacier and its proglacial moraine). The implantation of piezometer lines equipped with thermal sensors (up to 4 m deep) and pressure sensors (monitoring the supra-permafrost groundwater) at increasing distance from the rivers allow to quantify the groundwater – surface water exchanges.

I125 - RACEPAC-LaMP

Radiation-Aerosol-Cloud ExPeriment in the Arctic Circle : contribution of the Laboratoire de Météorologie Physique SELLEGRI Karine

Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand II, CNRS Laboratoire de météorologie physique LaMP, Aubière Canada

Dans les régions arctiques, les nuages en phase mixte jouent un rôle important sur le bilan radiatif à la surface. Néanmoins, la quantification précise de leur forçage radiatif reste encore problématique et a été identifiée comme une source majeure d'incertitudes dans les modèles de climat. Le projet RACEPAC-LaMP s'inscrit dans ce cadre et vise à améliorer nos connaissances sur les processus microphysiques nuageux en arctique ainsi que leur interaction avec le rayonnement. Ce projet correspond à la contribution française au programme international RACEPAC (Radiation-Aerosol-

Cloud ExPeriment in the Arctic Circle) coordonné par l'AWI en collaboration avec des laboratoires de recherche allemand (LIM, KIT, MPIC, FZJ). Le LaMP se propose d'étudier la répartition spatiale de l'eau liquide et de la glace dans les nuages arctiques de couche limite en phase mixte ainsi que son impact sur la télédétection spatiale. La campagne de mesures aéroportée qui se déroulera au printemps 2014 (Avril-Mai) au large d'Inuvik (Canada) contribuera à améliorer significativement nos connaissances sur la physique des nuages par rapport aux campagnes précédemment effectuées en Arctique (ASTAR, POLARCAT, SORPIC, VERDI...). En effet, pour la première fois, les deux avions de recherche de l'AWI (Polar-5 et Polar-6) seront impliqués dans le projet. Le Polar-5 sera équipé d'instruments de télédétection tandis que le Polar-6 disposera de sondes in situ de dernière génération. Ce dispositif expérimental permettra d'effectuer simultanément des mesures des propriétés physiques au-dessus (par télédétection) et au sein (in situ) des systèmes nuageux. Ces conditions optimales seront maintenues sur de longues périodes de vol nous permettant de disposer d'un jeu de données sans précédent pour étudier les interactions entre les propriétés microphysiques, optiques et radiatives des nuages arctiques. In the Arctic, cloud radiation feedback and, in particular, cloud microphysical processes are still poorly understood and inadequately represented in numerical models. Within the RACEPAC-LaMP project we will investigate the spatial distribution of ice and liquid water in mixed phase boundary layer clouds and its impact on remote sensing. The experimental design of the RACEPAC (Radiation-Aerosol-Cloud ExPeriment in the Arctic Circle) field campaign planned in collaboration with the AWI and other German research groups (LIM, KIT, MPIC, FZJ) for spring 2014 (April-May) will be a major improvement over prior campaigns (ASTAR, POLARCAT, SORPIC, VERDI). Both AWI polar research aircrafts (Polar-5 & Polar-6) flying at the same speed will be involved. Whereas the Polar-5 aircraft will be equipped with state of the art remote sensing instrumentations, improved in situ probes will be mounted on Polar-6, allowing simultaneous measurements above (remote sensing) and inside (in situ) the cloud. These closure conditions will be maintained over extended flight periods and will provide us with an unprecedented data set to study the interaction between the cloud microphysical, optical and radiative properties.



1132 - ESCOFAR

Etude des Sources Continentales dans un Fjord

KERHERVE Philippe

Université de Perpignan, CEFREM UMR CNRS 5110, Perpignan

Ny-Ålesund, Svalbard

Le réchauffement climatique, particulièrement marqué en Arctique, se manifeste notamment par la fonte des glaciers et des pergélisols et donc, par une augmentation des apports à l'océan en eau douce et matériels associés. De nombreuses études ont déjà démontré l'importance de ces apports continentiels par les grands fleuves arctiques mais peu d'études se sont focalisées sur les apports par les glaciers côtiers. Ce projet ESCOFAR a pour objectif de quantifier les flux de matières particulaires et de carbone déversés par plusieurs glaciers du fjord Kongsfjorden (Spitzberg, Svalbard) en période estivale. Le traçage géochimique de plusieurs panaches de glaciers devrait nous permettre de suivre la diffusion de cette source continentale à l'intérieur d'un fjord et d'estimer sa contribution à la sédimentation le long du fjord. En combinant ces données avec l'étude écologique de la faune benthique du fjord, nous devrions être en mesure de cerner la réponse de cet écosystème face à l'augmentation supposée des apports de matériel particulaire d'origine continentale, plus pauvre en terme de matière organique que le matériel particulaire marin.

ARctique Study of continental sources in an Arctic fjord

One of the major consequence of the global warming, particularly marked in the Arctic, is the melting of glaciers and permafrost-affected soils and thus, the increasing inputs of freshwaters and associated materials into the ocean. Several studies have shown the importance of these continental inputs by the large arctic rivers but few investigations have been focused on the inputs by tidal glaciers. This ESCOFAR project aims to quantify the total and carbon mass flux discharged by several tidal glaciers of the Kongsfjorden (Spitsbergen, Svalbard) during the summer period. The geochemical traceability of meltwater plumes should allow us to follow the dispersion of this continental source along the fjord. By combining these results with the ecological study of the benthic fauna from the fjord, we should be able to estimate the response of this ecosystem to the assumed increase of continental particle inputs, less organic-rich material than the marine autochthonous material.

1134 - ARCTISO

Monitoring surface water vapour isotopic composition at Ny-Ålesund

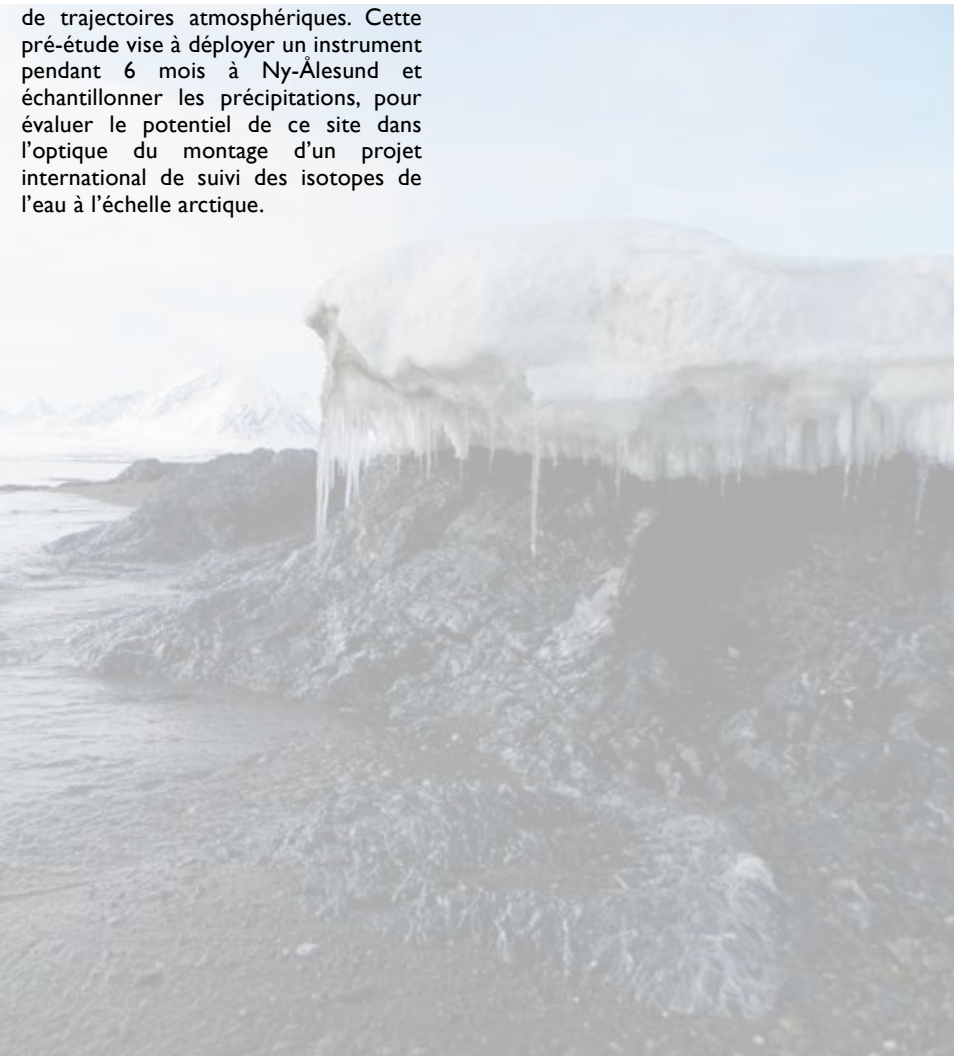
MASSON-DELMOTTE Valérie

Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE, CEA, CNRS, UVSQ), Gif sur Yvette

Ny-Ålesund, Svalbard

Le projet ARCTISO vise à évaluer le potentiel lié à la mesure de la composition isotopique de la précipitation et de la vapeur d'eau en surface à Ny-Ålesund (Svalbard). La composition isotopique de la vapeur d'eau reflète l'histoire des trajectoires de la vapeur d'eau, en relation avec les conditions d'évaporation (zones sources) et la distillation se produisant lors du transport, elle-même affectée par les processus microphysiques nuageux. Plusieurs études récentes (Groenland, Sibérie) ont suggéré une signature isotopique spécifique (excès en deutérium élevé) de la vapeur d'eau formée en bordure de glace de mer arctique. Cette signature semble mal représentée dans les modèles de circulation générale atmosphérique. Mieux comprendre ces processus peut être critique pour l'exploitation des signaux paléoclimatiques (e.g. carottes de glace) et pour évaluer la fraction d'humidité locale et d'humidité transportée à longue distance contribuant à l'augmentation des rétroactions du cycle de l'eau arctique. Par sa position, le site du Svalbard donne accès à des masses d'air arctiques où ce signal peut être étudié, en combinant des mesures continues in situ à des calculs de trajectoires atmosphériques. Cette pré-étude vise à déployer un instrument pendant 6 mois à Ny-Ålesund et échantillonner les précipitations, pour évaluer le potentiel de ce site dans l'optique du montage d'un projet international de suivi des isotopes de l'eau à l'échelle arctique.

The ARCTISO project aims at assessing the potential outcomes associated with continuous measurements of the precipitation and surface water vapour isotopic composition at Ny-Ålesund (Svalbard). The isotopic composition of water vapour reflects the history of air mass trajectories, in relationship with evaporation conditions (moisture source areas) and distillation along atmospheric transport, itself affected by cloud microphysical processes. Several recent studies (Greenland, Siberia) have suggested a specific isotopic fingerprint (high deuterium excess) of water vapour formed at the Arctic sea ice margin. This fingerprint seems poorly simulated in atmospheric general circulation models. A better understanding of these processes is critical for paleoclimate reconstructions (e.g. from ice cores) and to quantify the fraction of local moisture versus the long distance moisture in the increase of feedbacks associated with the Arctic water cycle. Through its geographical position, Svalbard gives access to Arctic air masses where this fingerprint will be investigated by combining in situ continuous data with atmospheric circulation calculations. This pre-survey aims to deploy an instrument at Ny-Ålesund during 6 months, and sample the precipitation, in order to assess the potential of this site in the overall aim of establishing an international project coordinating the monitoring of water stable isotopes in the Arctic vapour and precipitation.



330 - ORNITHO-ENDOCRINO

Hormones et effort parental chez les oiseaux marins arctiques

CHASTEL Olivier

Centre d'Etudes Biologiques de Chizé, Villiers en Bois

Ny-Ålesund, 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 interannuelles 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-gonadotrophysaire) et le comportement.

Hormones and reproductive effort in arctic seabirds

*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.*

333 - PARASITO ARCTIQUE :

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

BOULINIER Thierry

Département "Biologie des Populations"

Montpellier

Ny-Ålesund, Svalbard

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.

Host-parasite interactions in space: dispersal and local interactions in arctic seabirds.

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

388 - ADACLIM

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

GREMILLET David

CEFE, Centre d'Ecologie Fonctionnelle et

Évolutive, 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.

Responses of Arctic marine birds to environmental constraints in the context of climate change

*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 indicator so regional food webs. In this project, we will investigate the inter-breeding ecophysiology of different little auk populations across the Arctic to define their wintering areas, their migration routes, and to assess the impact of on going global changes onto their winter mortality rates.*

399 - CHIMERPOL III

Dynamique de l'écosystème de la neige en zone Polaire

VOGEL Timothy

Laboratoire Ampère, Génomique

microbienne environnementale, Ecully

Ny-Ålesund, Svalbard

Le programme pluriannuel CHIMERPOL III vise à comprendre les interactions entre les composantes microbiologiques et chimiques du manteau neigeux Arctique. Les relations et interconnexions de ces deux composantes seront examinées à travers des études de terrain et des expériences en laboratoire. Ce programme se focalisera aussi sur les effets du mercure sur les communautés microbiennes et leur participation au cycle du mercure polaire. Afin de déterminer la structure des communautés microbiologiques et leur évolution, divers environnements neigeux, tel que des sites côtiers, de la glace de mer et des glaciers, seront étudiés. En parallèle, une caractérisation détaillée de la chimie de ces environnements sera effectuée pour permettre la mise en évidence de nouveaux mécanismes de méthylation et de transfert du mercure vers d'autres écosystèmes lors de la fonte de la neige.

Dynamics of the snow ecosystem in Polar Regions

The multiannual CHIMERPOL III program consists of understanding the interactions between snow microorganisms and snowpack chemistry in the Arctic. How these components are connected and interrelated will be examined through both field and laboratory experiments. This program will also focus on the effects of mercury on microbial communities as well as the microbial participation in the mercury cycle in the Arctic. Different types of snow environments, such as coastal sites, sea-ice and glaciers, will be studied throughout the duration of the program to determine microorganism community structure and evolution. Detailed chemical characterization of these environments will also be undertaken to determine mechanisms of mercury methylation and the transfer of mercury towards ecosystems at snow melt.

1036 - INTERACTIONS

Impacts directs et indirects des différentes interactions parasite-prédateur-proie sur la dynamique cyclique d'une communauté de vertébrés terrestres arctiques soumise à des changements climatiques

BOLLACHE Loïc

Laboratoire Biogéosciences, CNRS, UMR 5561, Dijon

Groenland

Les lemmings et leurs prédateurs sont les éléments les plus structurants des communautés de vertébrés terrestres arctiques : leurs densités et dynamiques sont (directement et indirectement) à la fois impactées et déterminantes pour les dynamiques de population des autres vertébrés. Aujourd'hui, les principales interactions prédateur-proie responsables de ces fortes dynamiques cycliques sont du plus en plus perturbées par les changements climatiques au Groenland.

Directs and indirect impacts of different parasite-predator-prey interactions on the cyclic dynamics of an Arctic terrestrial vertebrate community facing climate changes

Lemmings and their predators are deeply structuring the terrestrial vertebrate communities in the Arctic. Their local densities and dynamics are, directly and indirectly, both impacted by and impacting the population dynamics of most other vertebrate species. But today, the main predator-prey interaction leading to their high-amplitude cyclic population dynamics are increasingly disturbed by climate-driven changes in NE Greenland.

1039 - KREKET

Réponses physiologique et métabolique du krill aux variations de température du milieu

TOULLEC Jean-Yves

UMR UPMC-CNRS 7144, Station

Biologique, Roscoff

Ny-Ålesund, Svalbard

Conséquences physiologiques d'une augmentation de la température potentiellement liée au réchauffement climatique global chez les Euphausiacés inféodés à l'océan polaire arctique.

- Matériel biologique : *Thysanoessa inermis* et/ou *T. rashii* -
- Objectifs de recherche : Etude de l'induction des molécules de stress en fonction de la température. Analyse comparative des transcriptomes (entre espèces arctiques et entre espèces originaires des deux pôles). Analyse différentielle des capacités de réponse au stress thermique.

Krill REsponses to Variations in Environmental Temperature

Physiological consequences of a possible temperature increase linked to global warming in Euphausiids from Arctic ocean.

- Biological material: *Thysanoessa inermis* and/or *T. rashii*
- Research objectives: Induction studies of stress molecules as a function of temperature Comparative analysis of transcriptomes (between Arctic species and between Arctic and Antarctic species) Differential analysis of response abilities

1092 - ECOTAB

Effect of Climate change On The Arctic Benthos

FLYE-SAINTE-MARIE Jonathan
IUEM, LEMAR UMR 6539, Plouzané
Ny-Ålesund, Svalbard

Il est généralement admis aujourd'hui que les effets du changement climatique sont exacerbés en Arctique. Ces changements vont avoir des répercussions sur le fonctionnement des écosystèmes et sur le cycle du carbone. La réponse des organismes benthiques à ces changements est cependant inconnue. L'objectif de ce projet est d'étudier comment le benthos arctique sera affecté par des changements biologiques (sources de nourriture) et environnementaux dus aux changements climatiques. Ce projet combine des données existantes, de nouvelles données ainsi qu'une nouvelle approche expérimentale pour tester les divers scénarios de nourriture (ex: nourriture de bonne/pauvre qualité nutritive) et de paramètres environnementaux (pH, salinité, température). Ces résultats permettront de mieux comprendre l'état actuel de l'écosystème côtier Arctique, et de prédire la réponse benthique aux divers scénarios de changements de l'écosystème soumis à une réduction de la couverture de glace à cause du réchauffement climatique.

It is now generally admitted that effects of climate change are enhanced in polar areas. Those changes will have repercussions on the entire ecosystem functioning and carbon cycling, although it is yet unclear how benthic organisms will respond to those changes in food sources and environmental conditions. The overarching goal of this study is to investigate how climate-induced changes in biological (food sources) and environmental conditions (temperature, pH, salinity), will impact the Arctic benthos. This project combine existing data, new field data, and a new experimental approach which will test various scenarios of food (i.e. high food quality, low food quality) and pH, salinity, temperature (perturbation experiments) therefore improving understanding of present state Arctic coastal ecosystem function, and prediction of possible feedback scenarios of the ecosystem to changes in a less ice-rich Arctic due to climate warming.



133 - SISMOLOGIE/OBS

Observatoires Sismologiques Globaux

MAGGI Alessia

Ecole et Observatoire des Sciences de la Terre, UMS 830, UMR 7516, 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.

Global Seismological Observatory

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.



139 - GEOMAGNETISME

Observatoires magnétiques permanents

CHAMBODUT Aude

Ecole et Observatoire des Sciences de la Terre, Service des observatoires magnétiques 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 Realtime 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.

Four permanent magnetic observatories

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 realtime 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.

209 - NDACC-Antarctica

Suivi à long-terme de l'UTLS et de l'ozone stratosphérique, interactions stratosphère-climat : composante antarctique du réseau NDACC-France

JUMELET Julien

LATMOS - IPSL - UMR8190, Paris

Terre Adélie, Concordia, Kerguelen

Le programme 209 "NDACC-Antarctica" constitue la composante antarctique (et sub-antarctique) du Service d'Observation NDACC-France. Ce dernier représente la contribution française au réseau international NDACC (Network for Detection of Atmospheric Composition Changes). Ce réseau a pour vocation le suivi de la composition chimique de la haute troposphère-basse stratosphère (HTBS), afin de détecter les tendances et la variabilité, ainsi que les interactions climatiques. Ces travaux contribuent à alimenter les processus de décision dans le cadre du Protocole de Montréal. Les objectifs du programme 209 "NDACC Antarctica" se déclinent en deux axes :

- La poursuite des activités de surveillance à long terme de la HTBS antarctique dans le cadre du Service d'Observation NDACC-France;
- Des études de processus nécessaires à la compréhension des mécanismes en jeu. Pour la période 2011-2015, ces études porteront sur la microphysique des phases condensées présentes dans la HTBS et sur la dynamique des masses d'air polaires à des fins d'amélioration de la modélisation des interactions chimie-climat.

Le programme se déploie sur trois sites : Dumont d'Urville (site principal), Kerguelen et Concordia.

Long-term UTLS and stratospheric ozone monitoring, stratosphere-climate interactions: NDACC-France Antarctic contribution

Program 209 "NDACC-Antarctica" is the Antarctic (and sub-Antarctic) component of the NDACC-France Observing Service, which is the French contribution to the international NDACC (Network for Detection of Atmospheric Composition Changes). This network aims to the monitoring of Upper Troposphere-Low Stratosphere (UTLS) chemical composition, in order to detect trends and variability, as well as climatic interactions. NDACC contributes to feed decision processes in the frame of the Montréal Protocol. The objectives of the "NDACC Antarctica" 209 program are divided into two main axes:

- Long-term monitoring of the Antarctic UTLS in the frame of the Observing Service NDACC-France;
- Process studies required to understand the ongoing mechanisms. For the 2011-2015 period, this type of studies will concern the microphysics of condensed phases present in the UTLS and the polar air mass dynamics to improve global modelling of the ozone-climate interactions.

The program is implemented on three sites: Dumont d'Urville (main site), Kerguelen and Concordia.

227 - RAYCO

Observation de la composante nucléonique du rayonnement cosmique

KLEIN Karl-Ludwig
Observatoire de Meudon LESIA, Meudon
Terre Adélie, Kerguelen

Observation de la composante nucléonique du rayonnement cosmique :

- comme participation française au réseau international des moniteurs à neutrons,
- pour étudier l'accélération de protons relativiste dans les éruptions solaires,
- pour améliorer la compréhension de la propagation du rayonnement cosmique dans l'héliosphère,
- 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:

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

312 - SUPERDARN KER

SuperDARN Kerguelen

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 accessibles. 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.

SuperDARN Kerguelen

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-magnetosphere-ionosphere system, particularly its evolution with time.

411 - GLACIOCLIM-SAMBA

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

FAVIER Vincent
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.

The glaciers, an observatory of climate, Antarctic component

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 transect (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.



414 - CESOA/ORE

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

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.

Atmospheric Sulfur Cycle in relation with climate at mid and high Southern latitudes

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 yearrecord 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.

415 - AEROTRACE

Observatoire "Aérosols et Traceurs Atmosphériques" dans l'océan Austral

SCIARE Jean

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

Crozet, Amsterdam-Saint-Paul

Le programme AEROTRACE vise à mieux documenter le rôle des espèces atmosphériques à courtes durées de vie (gaz et aérosols) dans l'océan Austral. Des observations pluriannuelles des propriétés des aérosols sont réalisées sur 3 stations de mesures (Ile Amsterdam, Ile de Crozet, Le Cap (Afrique du Sud)) afin de mieux contraindre la variabilité spatiale et temporelle des sources principales d'aérosols et de mieux caractériser leur contribution régionale au climat de l'océan Austral.

**« Aerosols and Atmospheric tracers »
Observatory in the austral Ocean**

The main objective of this program is to better document the role of reactive (short-lived) atmospheric species (gases and aerosols) in the Austral Ocean. Long term observations of aerosol properties are performed at 3 monitoring stations (Amsterdam Island, Crozet Island, Cape Point) for that purpose in order to better document spatial and temporal variability of aerosol sources and better characterize their contribution to the radiative forcing of aerosols in the Austral Ocean.

416 - RAMCES-AMS/ORE

Suivi des gaz à effet de serre à l'Ile d'Amsterdam

DELMOTTE Marc

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'Ile 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 quatre ans le suivi en continu du rapport O_2/N_2 , afin d'identifier la contribution océanique dans la variabilité interannuelle du CO_2 .

Greenhouse gas monitoring at Amsterdam island

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 four 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.

688 - NIVMER

NIVeau de la MER

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, Saint-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.

902 - GLACIOLOGIE CONCORDIA

Etudes glaciologiques à Dome Concordia

RITZ Catherine

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

Concordia

Obtenir un enregistrement glaciaire de 1.5 Million d'années retraçant l'évolution du climat et des gaz à effet de serre est un des objectifs majeur de la communauté l'enregistrements glaciaires, coordonnées dans IPICS International Partnerships in Ice Core Science). On s'accorde à estimer que cette «Plus vieille glace» pourrait être trouvée sur le plateau de l'Antarctique de l'Est. La région autour de la station permanente de Concordia (Antarctique de l'Est) fait partie des quelques zones possibles. Le but de ce projet est d'améliorer notre capacité à détecter les régions où la glace peut être très vieille. L'approche est basée sur l'association de différentes observations et de la modélisation thermo-mécanique de l'écoulement de glace. Cette combinaison aidera à : tester notre capacité à prédire l'état thermique de l'interface entre la glace et le socle et de déduire le flux géothermique ; valider les modèles d'écoulement de la glace ; déterminer des caractéristiques mal connues comme les propriétés mécaniques de la glace dans ces régions très froides et lentes. Les nouvelles observations prévues sont essentiellement des mesures radar et dans le trou de forage.

Nous tirerons parti également des informations obtenues dans l'enregistrement glaciaire d'EPICA. En raison de ce lien avec la carotte EPICA ce projet inclut aussi des échantillonnages de l'archive laissée à Concordia ainsi qu'un réaménagement de la cave de stockage.

Glaciological studies at Dome Concordia

Recovering a 1.5 million years record of climate and greenhouse gases from Antarctica is a major objective of the ice core community (associated in IPICS, International Partnerships in Ice Core Science) and there is an agreement that such Oldest Ice could be found in the plateau area of the East Antarctic Ice Sheet. The region around the permanent station of Concordia (East Antarctica) is among the few spots possible. The aim of this project is to improve our ability to detect regions where ice could be very old. The approach is based on the association of various types of observations and ice flow/thermal modelling. This combination will help to: test our ability to predict the thermal type of ice-bed interface and infer geothermal heat flux ; validate ice flow models; determine badly known characteristics such as the mechanical properties of ice in these very cold and slow regions. The new observations planned are essentially radar measurements and borehole logging.

We will also take advantage of information obtained in the EPICA ice core. Because of this link with the EPICA ice core, this project also involves sampling of the EPICA archive left at Concordia and some management of the ice core storage.

903 - CHIMIE

Chimie de la basse atmosphère présente et future en Antarctique Centrale : cycle du soufre (ORE CESOA)

LEGRAND Michel

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

Concordia

Le programme 903 s'attache à comprendre et caractériser la composition chimique de l'atmosphère du haut plateau antarctique, à la station Concordia, et son évolution future. Pour cela, un suivi long terme de l'ozone et de gaz acides est proposé, avec un double objectif : 1. suivre l'influence sur l'ozone et plus généralement la capacité oxydante dans la couche limite de l'évolution en cours des niveaux d'ozone stratosphérique. 2. Renforcer notre compréhension actuelle de la capacité oxydante très spécifique du haut plateau antarctique par le suivi des gaz acides liés, pour certains, à une photochimie très active du manteau neigeux.

Chemistry of the Lower Atmosphere over Central Antarctica.

The program 903 is aimed to characterize and understand the chemical composition and future evolution of the lower boundary layer on the high Antarctic plateau at Concordia Station. Long term monitoring of ozone and other acidic trace gases is proposed with focus on two specific axes: 1. Evolution of ozone ground level and, more generally, of the atmosphere oxidative capacity in response to future recovery of the stratospheric ozone. 2. Improve our actual understanding of the specific oxidative capacity of the high Antarctic plateau by the monitoring of acidic gases since some of them are linked to intense photochemical processes above and within the snowpack.

905 - MAGNETISME/OBS

Long-term monitoring of polar stratosphere (NDACC and WMO networks)

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 trois 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 accessibles 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-realtime 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.

906 - SISMOLOGIE/OBS

Sismologie à Concordia

LEVEQUE 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.

Seismology at Concordia

The program has two main goals: the set-up and operation of a broad-band station "observatorylike" 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.

910 - HAMSTRAD

H₂O Antarctica Microwave Stratospheric and Tropospheric Radiometers

RICAUD Philippe

Laboratoire d'Aérodynamique, CNRS, Université de Toulouse

Concordia

Le programme HAMSTRAD 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 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.



1011 - SUNITE DC

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

SAVARINO Joël

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

Le programme SUNITE DC poursuivra les objectifs fixés lors du précédent programme, c'est-à-dire de documenter et d'utiliser les anomalies isotopiques des oxy-anions (sulfate et nitrate) dans un contexte attendu de reconstitution de la couche d'ozone pour contraindre les sources, transformations et transports de ces composés vers les régions polaires où ils sont archivés sur des milliers d'années. Toutefois, les méthodes et les approches de terrain évolueront vers des activités plus orientées vers le suivi de paramètres sur le long terme que sur des campagnes d'étude intensive comme cela a pu se produire par le passé. Les activités scientifiques se concentreront sur le suivi des compositions isotopiques de l'aérosol complété par des collectes régulières de neige de surface. Ce travail "sentinelle" a le double objectif de permettre une comparaison des séries isotopiques obtenues avec l'évolution de la couche d'ozone mais aussi d'assurer le maintien des prélèvements dans le cas où un événement majeure se produirait (éruption volcanique de type Pinatubo, événement protonique solaire, rayonnement cosmique, etc). Il n'est cependant pas impossible qu'au cours de ce programme le besoin d'une activité accrue l'été sur le terrain ressurgisse (par ex. dès 2013/14 pour conclure la collaboration NSF/IPEV).

Sulfate and Nitrate Evolution in Dôme C air and snow

For this renewal, the SUNITE DC will follow the same scientific objectives fixed during the previous program, i.e. document and use of the sulfate and nitrate stable isotopes in the context of an anticipated ozone hole recovering to put new constraints on the sources, transformations and transports of these species into polar regions where there are archived in ice for hundred thousand of years. However, the methodologies and approaches will evolve toward monitoring activities instead of intensive summer campaigns. The scientific activities will concentrate on the monitoring of the aerosol and surface snow isotope composition year-round with the double objectives of allowing the comparison of long isotope series with the recovering and dynamic of the stratospheric ozone and to secure continuous monitoring in case a major event will occur (e.g. major volcanic eruption, solar proton event, major ENSO etc.) .

1013 - CALVA

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

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 satellitaires 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.

Calibration - validation of meteorological and climate models and satellite retrieval, Antarctic coast to Dôme C

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.

1028 - GMOstral

Réseau mondial d'observation du mercure : terres australes et antarctiques

DOMMERGUE Aurélien

Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement, Saint Martin d'Hères
Amsterdam-Saint-Paul, Terre Adélie, Concordia

GMOstral découle d'une initiative lancée par le programme européen GMOS (Global Mercury Observation System) dont le but premier est de coordonner un réseau planétaire d'observations du mercure atmosphérique. Les données permettront de mettre en œuvre et valider les modèles atmosphériques régionaux et mondiaux dans l'optique de motiver et orienter les futures réglementations concernant ce polluant global. Dans ce cadre, nous proposons la mise en place de trois stations de mesures en régions sub-antarctique et antarctique afin de documenter et surveiller les variations atmosphériques du mercure dans les régions reculées de l'hémisphère sud, et de travailler sur la réactivité très mal connue, les cycles, les dépôts et la ré-émission en Antarctique.

Global Mercury Observation system in austral and antarctic lands

The GMOstral is initiated by a European project GMOS (Global Mercury Observation System), which aims at developing a coordinated global observation system for the global pollutant, atmospheric mercury (Hg). This will then provide high quality data for the validation and application of regional and global scale atmospheric models, to give a firm basis for future policy development and implementation. In this context we propose to implement three Hg monitoring stations in sub-Antarctic and Antarctic sites in order to document and monitor the atmospheric Hg trends in remote places of the southern hemisphere and to study the almost unknown reactivity of Hg in those regions, in particular diurnal cycling, deposition, and reemission trends in Antarctica.

1040 - CAMISTIC

Caméra Millimétrique au Sol pour l'Antarctique

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.

Ground Thz Camera for Antarctic

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 submillimetre astronomy experiments with larger telescopes at Dome C. Astronomy goals are the study of star formation and the early stages of the universe.



1048 - GLACIOCLIM-KESAACO

Les glaciers, un observatoire du climat, phase exploratoire pour une composante à Kerguelen

FAVIER Vincent

Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement, 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.

The glaciers, an observatory of climate, exploratory step for Kerguelen component

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.

1053 - DACOTA

Dynamique des glaciers côtiers et rôle sur le bilan de masse global de l'Antarctique, zone atelier du glacier de l'Astrolabe

LE MEUR Emmanuel

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

Dans la continuation des trois 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.

Dynamics of coastal outlet glaciers and implications on the overall mass balance of the East Antarctic ice sheet

As an extension to the first three 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 panel 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.

1061 - MAKER

Variabilité du courant circumpolaire Antarctique dans la région de Kerguelen

PARK Young-Hyang

Département Milieux et Peuplements Aquatiques, LOCEAN, UMR 7159, 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 clefs 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

- de suivre la variabilité spatiale et temporelle de la structure verticale du Front Polaire
- 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).

Monitoring of ACC variability in the Kerguelen region

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

- monitor the time and space variability of the vertical structure of the PF
- estimate the vertical and horizontal eddy diffusivities of the area, which are climatologically critical parameters for determining the structure and strength of the SOMOC.



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.

1065 - PaLaTIO

A Palaeoclimate Latitudinal Transect in the Indian Ocean

MICHEL Elisabeth
Laboratoire des sciences du climat et de l'Environnement, Gif Sur Yvette
Kerguelen, Amsterdam

Il a été proposé que les événements climatiques d'échelle centennale à millénaire qui se sont produits depuis le dernier maximum glaciaire soient le produit de changements de la circulation océanique et des changements du transport de chaleur qui en résulte, ou de réorganisation rapide de la circulation atmosphérique. Par ce projet nous voulons reconstruire les changements climatiques du secteur indien de l'océan austral avec une échelle de temps précise, l'océan austral étant le lieu de connexion de l'océan profond avec l'atmosphère. Pour cela, nous voulons prélever et étudier avec une approche pluri-disciplinaire les séquences de tourbe aux îles Kerguelen et Amsterdam et les combiner, grâce à une échelle de temps tephrostratigraphique commune, aux enregistrements océaniques haute résolution pour produire des enregistrements robustes des paramètres climatiques.

A Palaeoclimate Latitudinal Transect in the Indian Ocean

In the Southern Ocean (SO) – a key player in global oceanic and atmospheric circulation - intermediate and bottom waters form, and wind driven upwelling connects the deeper ocean with the atmosphere. The centennial to millennial scale climate changes that occurred since the last glacial maximum (LGM) may have been the result of ocean circulation changes, with associated modification of ocean heat transport, and/or of rapid atmospheric circulation changes. We aim to document the climate history and circulation changes during the Last termination and the Holocene, along a latitudinal transect in the Indian Ocean sector of the SO. Well-dated terrestrial records from Îles Kerguelen and Île Amsterdam will be combined with marine high resolution records from the south Indian Ocean. A precise time scale will be created for these multi-proxy records, using volcanic events and ¹⁴C dating in order to construct a common marine-terrestrial chronology. The integration of terrestrial multi-proxy records and marine records will result in qualitative as well as quantitative reconstructions of environmental and climatic parameters, such as temperature, precipitation and wind intensity, as well as oceanic and atmospheric circulation changes.

1094 - PALAS

PAleoclimate from LAke Sediments on Kerguelen Archipelago

SABATIER Pierre
Laboratoire EDYTEM - UMR 5204 du CNRS, Université de Savoie, Le Bourget du Lac
Kerguelen

Ce projet est proposé conjointement par EDYTEM (Université de Savoie) et le département des Science de la Terre de l'Université de Bergen. Les objectifs principaux sont de réaliser plusieurs séquences sédimentaires holocènes à partir de lacs localisés dans le Nord et le Sud de l'île de Kerguelen dans le but de reconstituer à haute résolution et en continu les fluctuations climatiques passées à l'aide de marqueurs sédimentologiques et géochimiques. Cette proposition est complémentaire à un projet en cours à l'Université de Bergen, où des sites similaires dans l'hémisphère Nord ainsi qu'en Géorgie du Sud et dans le sud de l'océan Atlantique sont étudiés avec les mêmes méthodes. Dans le cadre de ce projet focalisé sur les Kerguelen nous souhaitons mettre en place deux approches complémentaires :

- dans le lac d'Armor, dépourvu de glacier dans son bassin versant, à l'aide des flux érosifs nous reconstituerons les variations hydrologique en liens avec les précipitations ;
- dans des lacs possédant un glacier dans le bassin versant (région des lacs Guynemer et Aphrodite), l'identification des flux érosifs permettra de reconstituer les fluctuations glaciaires. A l'aide de ces deux enregistrements nous souhaitons à terme appréhender les déplacements ou les changements d'intensité des vents d'Ouest au cours de l'Holocène. Ces approches seront aussi complétées par une reconstitution des aérosols marins à l'aide de la géochimie élémentaire.

PAleoclimate from LAke Sediments on Kerguelen Archipelago

This project is a joint proposal of EDYTEM (CNRS, université de Savoie) and the Department of Earth science, University of Bergen. The objective of this project is to perform at least Holocene-long sediment cores from Kerguelen lakes in order to do high resolution continuous reconstructing of past climate fluctuations with sedimentological and geochemical proxies. The proposal is connected to an ongoing project at University of Bergen where similar sites in Northern Hemisphere will be investigated with the same methods together with sites at South Georgia in the southern Atlantic Ocean. In this proposal focused on Kerguelen Archipelago, two complementary approaches will be applied:

- in Lake Armor, a lake with no glacier in its catchment area, erosion fluxes will be used to reconstruct past precipitation patterns;
 - in lakes with a glacier in their catchment area (Lake Guynemer area and Lake Aphrodite area), erosion fluxes will be used to reconstruct past glacier fluctuations. In a second time, this two records will be associated to reconstruct the past shift or changes in intensity of the Southern Westerly Wind. Finally, those approaches will be completed by Holocene sea-salt aerosols reconstructions from element geochemistry.
-

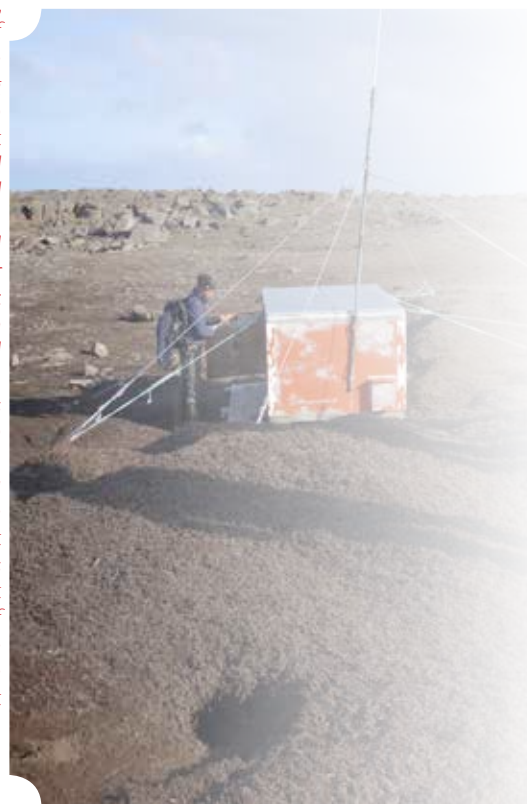
1096 - PAIX & EXPLORER

Photometer Antarctic eXtinction & EXoplanets, PuLsatiOn & high REsolution spectRoscopy

CHADID Merieme
Université de Nice, Observatoire Côte d'Azur, CNRS, Nice
Concordia

Notre demande vise à faire changer le statut du photomètre PAIX, qui était dans le programme Astro-Concordia (caractérisation du site de Dôme C), pour le faire passer dans un statut nouveau purement astrophysique et à impulser un nouvel instrument, EXPLORER, un spectrographe à haute résolution. Le photomètre PAIX utilise au maximum les potentialités du Dôme C, en suivant, en continu sur 150 "jours", la courbe de lumière d'étoiles pulsantes, permettant d'atteindre une résolution en fréquence que seuls deux satellites sont capable d'atteindre: CoRoT et Kepler. PAIX nous a déjà permis plusieurs publications de rang A. Le spectrographe EXPLORER est un projet instrumental nouveau qui permettra de tirer partie de la continuité des observations lié à une excellente transparence du ciel que seul le Dôme C peut offrir.

Our proposal aims are focused on to modify the current PAIX photometer status from Astro-Concordia program (Site characterization) to a new and purely astrophysical status and to perform and install a new instrument, a high resolution spectrograph EXPLORER PAIX photometer takes benefit from the most striking Dome C properties where long and continuous time-series observations are possible during 150 "days", allowing unprecedented frequency resolution which have been only attained by space mission such as CoRoT or Kepler. Several rank A publications have been issued thanks to PAIX. EXPLORER spectrograph is a new instrumental program which will also take benefit of continuous and uninterrupted observations linked to excellent transparency skies which can be found only at Dome C.



1098 - SAWfPHY-Concordia

Innovative measurements of water vapour in the boundary layer at Concordia

HERTZOG Albert
Laboratoire de météorologie dynamique,
Palaiseau
Concordia

Le programme SAWfPHY-Concordia vise à effectuer des mesures innovantes d'humidité atmosphérique à la station polaire Concordia pendant l'hiver. Ces mesures utiliseront le nouvel hygromètre à ondes acoustiques de surface, nommé SAWfPHY, actuellement développé au LMD dans le cadre du projet ballon Stratéole Phase 2. Les mesures effectuées à Concordia permettront d'une part de tester les nouvelles évolutions de l'hygromètre dans des conditions proches des conditions stratosphériques, et seront d'autre part utilisées pour caractériser l'humidité de surface sur le plateau Antarctique, ainsi que les gradients d'humidité dans la couche limite polaire.

The SAWfPHY-Concordia project is aimed at making new measurements of atmospheric moisture at the Concordia polar station during winter. These measurements will use the new surface acoustic wave SAWfPHY hygrometer, currently developed at LMD in the frame of the Stratéole Phase 2 balloon project. The observations collected at Concordia will serve on the one hand to validate the recent developments of the hygrometer in conditions close to those encountered in the stratosphere, and will be used on the other hand to characterize surface moisture on the Antarctic Plateau, as well as humidity gradient in the polar boundary layer.

1110 - NIVOLOGIE

Snow properties evolution in a changing climate in Antarctica

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

Les interactions entre la neige présente à la surface et l'atmosphère sont très fortes et sont responsables de boucles de rétroaction importantes du système climatique, particulièrement dans les régions enneigées comme en Antarctique. Le projet NIVO a pour objectif de mieux quantifier ces interactions et d'améliorer leur prévision par les modèles d'évolution de la neige. Pour cela, le projet va mettre en œuvre des instruments automatiques et conduire des mesures manuelles permettant de suivre l'évolution des propriétés physiques la neige aux stations Concordia et Cap Prudhomme en Antarctique de l'Est. Ces observations liées à la thermique, le bilan radiatif ou l'état de surface, permettront de mieux comprendre l'évolution du manteau neigeux, de calibrer les observations réalisées par les satellites et de valider les modèles d'évolution de la neige pour in fine proposer des améliorations. Sur le terrain, NIVO propose de déployer et calibrer des nouveaux instruments développés dans le cadre de l'ANR "MONItoring SNOW in a changing climate" (spectre de propriétés optiques de la neige, profile de taille de grain, ...). Il reprend aussi la gestion d'instruments opérationnels depuis plusieurs années à Concordia (température de la neige, photographie de surface, ...), et contribuera à la caractérisation des variations spatiales de la neige autour des stations ou sur des traverses pour comprendre la représentativité des mesures d'évolution ponctuelles acquises par les instruments.

The interactions between the snow on the surface and the atmosphere are very strong and are responsible for important feedback loops in the climate system, especially in snow-cover areas like in Antarctica. NIVO project aims to better quantify these interactions and improve their prediction by physically-based snow evolution models. For this, the project will implement automated instruments and conduct manual measurements to monitor the evolution of snow physical properties at Concordia and Cap Prudhomme stations in East Antarctica. These observations related to thermal variables, the radiation balance or the surface state, will allow to better understand the evolution of the snowpack, to calibrate the observations acquired by satellites and validate snow evolution models to, in fine, suggest improvements. In the field, NIVO will deploy and calibrate new instruments developed in the framework of the ANR "MONItoring SNOW in a changing climate" (spectrum of snow optical properties, snow grain size profile, ...). It will also manage the instruments in operation for several years at Concordia (snow temperature, surface photography ...), and will contribute to the characterization of the spatial variations around the stations and on traverse to understand the representativeness of point measurements provided by the instruments.

1112 - CHINSTRAP

Continuous High-altitude Investigation of Neutron Spectra for Terrestrial Radiation Antarctic Project

HUBERT Guillaume
ONERA DESP, Toulouse
Concordia

Le Projet CHINSTRAP vise à installer et à exploiter scientifiquement un spectromètre à neutrons étendu au domaine des hautes énergies à la station Concordia en Antarctique. Les caractéristiques uniques du site (haute altitude et proximité du pôle géomagnétique) permettent des mesures à long terme dédiées à l'étude de la dynamique de l'environnement radiatif naturel atmosphérique pour des applications de Météorologie Spatiale en complétant des mesures déjà effectuées au Pic du Midi et au Brésil au niveau de l'Anomalie Atlantique Sud. Le projet comprend deux phases : la première consiste à installer et à rendre opérationnel le spectromètre neutron HERMEIS dans la station, la seconde consiste à rapatrier les données puis à coupler leurs analyses à celles issues d'autres sites de mesures. Le caractère multi-sites de cette thématique (projets CHINSTRAP, DAARES) vise comprendre l'impact des singularités magnétiques (SAA, pôle) sur la dynamique du spectre des neutrons atmosphériques.

The CHINSTRAP project aims at installing a high-energy extended neutron spectrometer at the Concordia station in Antarctica. The particularities of this location are unique (high altitude and proximity to the geomagnetic pole) and allow long-term measurements dedicated to the study of the atmospheric natural radiative environment dynamics for Space Weather applications. These data will complete the ones already obtained at the Pic du Midi in France and in Brazil near the South Atlantic Anomaly. The project includes two phases: the first consists in installing and operating the HERMEIS in the station, the second consists in investigating the data then in combining their analyzes to those from other measurement sites. The multi-sites measurements (CHINSTRAP and DAARES projects) aim to understand the impact of terrestrial magnetic singularities (SAA pole) on atmospheric neutron spectrum dynamics.



1119 - SUBGLACIOR

in-Situ probing of Glacier Ice for a better understanding of the Orbital Response of climate

CHAPPELLAZ Jérôme

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

Le projet IPEV SUBGLACIOR est le pendant "logistique terrain" des projets suivants déjà financés scientifiquement :

- le projet européen ERC Advanced Grant ICE&LASERS 2012-2017 (porteur J. Chappellaz),
- le projet ANR "Blanc" SUBGLACIOR 2012-2016 (porteur O. Alemany),
- le soutien en mécénat de la Fondation BNP Paribas SUBGLACIOR 2011-2013, (porteur J. Chappellaz)
- un des volets techniques du projet Equipex CLIMCOR (porteur D.D. Rousseau, INSU/C2FN).

Ces projets (ou volet) conjoints visent à construire une sonde révolutionnaire qui mesurera en fonction de la profondeur au sein même du glacier et en temps réel la composition isotopique de l'eau (signal climatique) et la concentration en gaz à effet de serre (méthane, voire gaz carbonique - sous réserve de maîtriser les effets de solubilité -), le tout sans ramener de carottes de glace à la surface. A terme, la sonde permettra de valider rapidement le choix d'un site antarctique pour une nouvelle opération de forage international type EPICA pour étudier le lien climat / gaz à effet de serre lors de la transition climatique du milieu du Pléistocène, il y a un million d'années. De plus la sonde obtiendra - en une seule saison de terrain - les premiers enregistrements essentiels sur cette période de temps. Le projet IPEV SUBGLACIOR consiste dans un premier temps à tester à Concordia en 2013-2014 et 2014-2015 des choix techniques relatifs à certains éléments de la sonde au coeur des quatre projets sus-cités. L'année 2015-2016 est ensuite dédiée à l'implémentation de la sonde à Concordia même pour mesures sur toute l'épaisseur du glacier, jusqu'à 3260 m de profondeur, et valider la méthode par rapport au forage EPICA déjà réalisé et analysé. La dernière année 2016-2017 visera à implémenter la sonde sur un site du plateau antarctique accessible depuis Concordia et pré-sélectionné par le comité "oldest ice" de l'International Partnerships in Ice Core Sciences (IPICS).

The IPEV SUBGLACIOR project makes the logistical counterpart of the following scientific projects already funded :

- the European ERC Advanced grant project ICE&LASERS 2012-2017 (coordinator : J. Chappellaz),
- the French ANR "Blanc" project SUBGLACIOR 2012-2016 (coordinator : O. Alemany),
- the sponsoring of the BNP Paribas foundation SUBGLACIOR 2011-2013, (coordinator : J. Chappellaz),
- one of the components of the Equipex project CLIMCOR (coordinator : D.D. Rousseau, INSU/C2FN).

These joint projects (or component) aim at building a revolutionary probe to measure as a function of depth, inside the glacier and in real time, the water isotopic composition (climatic signal) and the concentration of greenhouse gases (methane, and eventually carbon dioxide - provided that we handle solubility effects -), without bringing an ice core at the surface. Ultimately, the probe will allow us to rapidly test the pertinence of an Antarctic site for a new deep drilling operation, similar to EPICA, to study the link between climate and greenhouse gases through the main climatic transition of the mid-Pleistocene one million years ago. In addition, the probe will already obtain - within a single field season - the first and most important signals over this period of time. The IPEV SUBGLACIOR project will include in a first step two test campaigns in 2013-2014 and 2014-2015, to evaluate some technical choices currently envisaged for specific components of this probe. In 2015-2016, the full probe will be implemented at Concordia to measure the depth profile of water isotopes and greenhouse gas down to 3260 m of depth, and thus to validate the method against the results already obtained with the EPICA Dome C deep drilling. The last year of the project, 2016-2017, will be dedicated to the implementation of the SUBGLACIOR probe at a site of the East Antarctic plateau which can easily be reached from Concordia. The site will have been pre-selected by the "oldest ice" committee of the International Partnerships in Ice Core Sciences (IPICS).

1133 - PARAD

Peat bog Records of Atmospheric Dust fluxes - Holocene paleoclimatic and palaeoenvironmental implications in sub-Antarctic Islands

DE VLEESCHOUWER François

EcoLab / Campus Ensat, Castanet-Tolosan
Amsterdam, Saint Paul

Bien que les tourbières ont été abondamment utilisées pour étudier les pollutions atmosphériques, peu d'attention a été portée sur les signatures pré-anthropique, spécialement dans l'Hémisphère Sud. Pourtant, elles sont importantes pour :

- mieux comprendre les différentes sources de particules atmosphérique durant l'Holocène et au delà,
- mieux comprendre les interactions poussières-climat-environnement. Les objectifs principaux de PARAD sont de fournir un enregistrement haute résolution des poussières atmosphériques naturelles en utilisant un panel d'outils géochimiques et isotopiques sur des sondages de tourbe de l'île d'Amsterdam afin de mieux comprendre le lien entre paléopoussières et paléoclimats. Au delà de ces objectifs principaux, PARAD fera le lien entre les géochimistes en tourbière, les paléoécologistes et paléoclimatologues (voir liens étroits entre PARAD et PaLaTIO dans le projet complet).

Although peat bogs have been abundantly used to monitor past atmospheric pollution, less attention has been given to pre-anthropogenic signals, especially in the Southern Hemisphere. Yet they are important to 1/ better understand the different particle sources during the Holocene and beyond, and 2/ to tackle the linkage between atmospheric dust loads and climate change. The main objectives of PARAD are therefore:

- to provide high-resolution continuous records of natural atmospheric dust using the elemental and isotopic signature of peat cores in Sub-Antarctic Islands, and
- to assess the linkage between dust inputs and climate. Besides its main objectives, PARAD will bridge the gap between peat geochemists, paleoecologists and palaeoclimatologists (see the tight bond between PARAD and IPEV project PaLaTIO in the full project) and will feed three topics fitting well EcoLab and OMP topics:
 - global change and adaptation of living organisms,
 - land use and environmental changes (e.g. erosion), and
 - human impact on biodiversity.





109 - ORNITHOECO

Oiseaux et mammifères marins sentinelles des changements globaux dans l'océan austral

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 quatre 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.

Seabirds and marine mammals as sentinels of global changes in the Southern Ocean

The program uses seabirds and marine mammals as indicators of global changes in the marine ecosystems of the southern ocean. Through a network of four 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.

119 - ECONERGIE

Adaptations énergétiques aux contraintes nutritionnelles et environnementales chez le manchot royal

ROBIN Jean-Patrice
Département d'Ecologie, Physiologie et Ethologie, Strasbourg
Crozet

Ce programme de recherche est consacré à l'étude des adaptations physiologiques et énergétiques, mais aussi aux compromis évolutifs qui sont associées à la biologie si particulière des manchots royaux (*Aptenodytes patagonicus*, poussins et adultes) durant leur vie à terre. Celle-ci est caractérisée par une période de croissance exceptionnellement longue interrompue par un jeûne hivernal partiel chez les poussins, et par un long jeûne total chez les adultes pendant leur cycle reproducteur ou la mue.

Ashore living strategies of penguins: physiological mechanisms and evolutionary trade-offs

*This research program is devoted to the study of the physiological, energetic and evolutive aspects of the so-particular adaptations exhibited by adults and king penguin chicks (*Aptenodytes patagonicus*) to their ashore living stages. These are characterized either in chicks by their extraordinary long growth period and the irregular feeding rates during the winter or in adults by their long-term fast during reproduction or molting.*

131 - PHYSIONERGIE

Energetic challenges in penguins :
Physiological, Bioenergetics and
Molecular Adjustments

ROUSSEL Damien
Université Claude Bernard, Laboratoire
d'Ecologie des Hydrosystèmes Naturels et
Anthropisés, CNRS, UMR 5023 , Lyon
Crozet

Ce programme de recherche cherche à décrypter les mécanismes moléculaires et cellulaires impliqués dans les ajustements physiologiques et énergétiques développés par les manchots royaux et Adélie (poussins, juvéniles, adultes) pour surmonter les défis énergétiques associés à leur biologie si particulière. Une croissance rapide ou un jeûne prolongé dans un environnement froid; un jeûne total pendant la mue; le passage de la vie terrestre à la vie marine et le maintien d'un signal visuel honnête constituent en effet des coûts et des contraintes énergétiques majeures pour un endotherme.

*This research program is devoted to the study of the physiological, bioenergetics and molecular adjustments that sub-Antarctic and Antarctic penguin chicks and juveniles (*Aptenodytes patagonicus* and *Pygoscelis adeliae*) develop to overcome energetic challenges imposed by their ashore and sea living stages. These challenges are characterized by short growth period in cold environment, long-term fast during winter or moulting, the passage from shore to marine life to reach nutritional emancipation, the production of visual cues as an indicator to partners of individuals «quality» on vital aspects of organismic function. Penguin is an extraordinary model to study on the same specie several bioenergetics trade-off between expansive energy consuming processes (endurance, thermoregulation, protein synthesis, ornamental colors) and limited environmental resources (oxygen during dives, nutriment while fasting during winter or molt, carotenoids).*

136 - SUBANTECO

Changements climatiques, actions anthropiques et biodiversité des écosystèmes terrestres subantarctiques

RENAULT David
Université de Rennes 1, Observatoire de
Rennes OSUR, CNRS, UMR 6553 ECOBIO,
Rennes
Crozet, Kerguelen

Au niveau de la ceinture latitudinale entre 45 et 54 ° S, l'océan Austral comporte un certain nombre d'îles, presque toutes d'origine volcanique. Ces îles subantarctiques, géographiquement isolées des continents, se caractérisent par la présence d'une faible biodiversité de plantes et d'invertébrés, dont la redondance fonctionnelle apparaît très réduite voire absente dans le cas de certains taxons et/ou groupes trophiques. Dans ce projet, nous proposons de poursuivre nos recherches portant sur la biodiversité terrestre (faune et flore) dans les îles subantarctiques françaises, en prenant également en compte les facteurs environnementaux qui régissent la répartition géographique des espèces animales et végétales. Nous étudierons les compromis existant entre les différents traits biologiques lors d'épisodes de dispersion chez les organismes invertébrés, avec une attention particulière sur l'allocation des besoins vers les traits liés à la reproduction versus ceux liés à la dispersion. Enfin, sur la base de nos travaux précédents, nous poursuivrons les recherches portant sur les interactions entre les espèces natives et introduites et sur les effets des changements climatiques sur les espèces natives des îles subantarctiques.

Subantarctic biodiversity, effects of climate change and biological invasions on terrestrial biota

Within the latitudinal belt 45-54°S, the Southern Ocean contains a number of dots of land, almost all of which are volcanic in origin. These subantarctic islands are remote, and host low plant and invertebrate diversities. These fascinating islands are characterized by impoverished terrestrial ecosystems with highly reduced or absent functional redundancy. In the present project, we propose to continue our comprehensive study of the terrestrial biodiversity (fauna and flora) in the French subantarctic islands and the environmental factors shaping the geographical repartition of the species. The dispersal-related trade-offs in invertebrate species and the cost-driven trade-off between reproduction and dispersion in invertebrate species will be considered. In addition, based on our previous work, we will address the interactions between alien and native species and study the effects of climate change on the original subantarctic biotas.



137 - ECOPHY

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

BLANC Stephane

Departement Ecologie, Physiologie et Ethologie, Strasbourg
Terre Adélie, Crozet

L'objectif est d'évaluer les capacités d'adaptation des manchots aux changements globaux à travers l'étude des mécanismes fonctionnels et des processus microévolutifs. L'exceptionnelle base de données sans le biais du baguage va permettre d'étudier les liens entre la variabilité environnementale (climatique et trophique) et la survie, la phénologie et les performances reproductrices et de recherche alimentaire des différentes cohortes de manchots, selon leur âge, leur statut, leur expérience ou d'autres traits phénotypiques (morphologiques, physiologiques et comportementaux ; traits dont la plasticité et l'héritabilité seront étudiées). Ce programme étudie aussi la structuration spatiale des colonies en fonction des différentes contraintes (parasitisme, prédation, conditions météorologiques locales, etc.) grâce à des robots et des caméras, ainsi que la structuration, la diversité et les flux génétiques entre les colonies et archipels. Enfin, il est mené une analyse prospective des tendances démographiques des populations en fonction des scénarios climatiques.

Adaptive strategies and population dynamics of penguins under environmental constraints

The objective is to evaluate the capacity of populations of penguins to adapt to global changes through the study of functional mechanisms and microevolutionary processes. The unique database, without the biasing effects of flipper bands, will allow us to study the impacts of environmental variability (climatic and trophic) on survival, the phenology of reproductive performance, and the foraging patterns of different penguin cohorts, accounting for their age, status, experience, and other phenotypic traits (morphological, physiological, and behavioural; traits whose plasticity and heritability will be considered). This program will also study the spatial structuration of colonies and the function of different constraints (parasitism, predation, meteorological conditions, location, etc.) with the use of robotic buggies and automated camera systems, as well as the structuration, the diversity, and the genetic variability between colonies within and between archipelagos. Finally, it's will conduct a prospective analysis of the populations changes based on climate scenarios.

279 - POPCHAT

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

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 Kerguelen. Ceci comprend l'étude des facteurs biotiques (e.g. proies) et abiotiques (climat) fondamentaux qui conditionnent la dynamique des 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.

Assessing the anatomy of predator-prey relationships to manage reliably cat populations in the ecosystem of Kerguelen

The objective is to understand various aspects concerning the integration of cats into the ecosystem of Kerguelen. This includes the study of biotic (e.g., prey) and abiotic (e.g., climate) factors that influence cat population dynamics (e.g., densitydependence 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.

354 - ETHOTAAF

Ecologie comportementale des oiseaux marins subantarctiques

BONADONNA Francesco

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

Depuis toujours l'homme a observé les animaux car sa survie dépendait de la connaissance de leur comportement. Aujourd'hui, l'étude comportementale d'espèces protégées aide les conservacionnistes à réduire les dégâts involontaires causés aux espèces ainsi qu'à limiter la perte de temps et d'argent due à la mise en œuvre de plans de conservation mal adaptés. Notre projet ETHOTAAF se propose d'étudier les signaux et les indices qui arrivent à un individu receveur et qui en modifient le comportement, les premiers (signaux) provenant d'autres individus dans le cadre de la formation des couples (sélection sexuelle), les deuxièmes (indices) provenant de l'environnement dans le cadre de la navigation. Nous nous proposons d'étudier essentiellement les pétrels nichant sous terre dans des terriers et les manchots royaux, en abordant séparément ou en synergie différentes modalités sensorielles (olfaction, audition, vision). L'originalité de notre projet réside dans le fait que les modalités sensorielles impliquées dans la perception des signaux et indices externes sont souvent les mêmes et leur étude dans un contexte (par exemple la sélection sexuelle) suggère la solution originale utilisée par une espèce donnée dans l'autre contexte (par exemple la navigation) et vice-versa.

Behavioural ecology of subantarctic birds

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:

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

394 - OISEAUX PLONGEURS

Stratégie énergétique des oiseaux plongeurs et variabilité physique et trophique de l'océan Austral

BOST Charles-André
Centre d'Etudes Biologiques de Chizé
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 écophysiologique dans les trois dimensions de l'océan par suivi télémétrique, ceci selon les caractéristiques physiques et biotiques. Quantification énergétique des déplacements alimentaires (étude écophysiologique de la plongée). Etude du potentiel bio-indicateur des prédateurs plongeurs vis à vis des conséquences biologiques de la variabilité climatique.

Foraging Ecology and Energetic of Southern Diving Predators in Relation to Climatic Variability

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 atsea ecology and energetic of key diving pulmonary predators (penguins, cormorans, diving petrels), studied in three localities (Crozet and Kerguelen: Polar Frontal Zone) and Adelie Land (Antarctic).



409 - IMMUNOTOXKER

Aquatic ecotoxicology and immunotoxicology of aquatic organisms in Kerguelen Islands

BETOULLE Stéphane
Université de Reims - Interactions Animal-Environment, Reims
Kerguelen

Les milieux aquatiques des îles Kerguelen constituent un laboratoire naturel pour l'étude des effets éco-toxicologiques liés au Changement Global. Dans ce contexte, notre objectif est :

- de mieux comprendre la sensibilité d'espèces modèles (mytilidae/salmonidae) et leur vulnérabilité vis-à-vis d'agents stressants ciblés, par une approche associant observation de terrain et experimentation ;
- de fournir à la communauté scientifique et aux gestionnaires de l'environnement une boîte à outils pour évaluer les effets biologiques sur la vie marine et en eau douce de l'action combinée des principaux agents stressants anthropogéniques des environnements aquatiques, la pollution et les changements climatiques.

Le projet sera focalisé sur le continuum eau douce / environnement marin.

Aquatic ecotoxicology and immunotoxicology of aquatic organisms in Kerguelen islands

Subantarctic hydrosystems of kerguelen Islands constitute a natural field laboratory to study the eco-toxicological effects related to global change. In this context, our objective is :

- *to better understand the sensitivity of model species (mytilidae/salmonidae), and their vulnerability to targeted stressors by an approach combining observation and experimentation;*
- *to provide to the scientific community and environmental managers a toolkit for assessing biological effects on marine and freshwater life of the combined action of the main anthropogenic stressors of aquatic environments, pollution and climatic changes.*

The project will focus on the continuum freshwater to marine environment.



1037 - HEnergES

Bénéfices énergétiques de l'agrégation des éléphants de mer austraux au cours de leur mue

GILBERT Caroline
EnvA - Ecole nationale Vétérinaire d'Alfort,
Maisons-Alfort
Kerguelen

Les éléphants de mer austraux (*Mirounga leonina*) sont confrontés à des périodes contrastées en terme de balance énergétique. Ils alternent en effet des périodes de recherche alimentaire en mer, pendant lesquelles ils restaurent leurs réserves énergétiques, avec des périodes de jeûne à terre, sur la colonie où ils viennent se reproduire ou muer. Lors de la mue, une phase coûteuse en énergie, les éléphants de mer sont observés en groupes, les individus étant plus ou moins agrégés densément selon les conditions climatiques locales. Le comportement de thermorégulation sociale est une stratégie d'économie d'énergie largement utilisée dans le monde animal, par les oiseaux comme les mammifères confrontés à de fortes dépenses énergétiques. Cependant, ce comportement et les bénéfices associés n'ont encore jamais été étudiés chez les éléphants de mer. Nous supposons que les adaptations comportementales et physiologiques liées aux agrégations plus ou moins denses des éléphants de mer au cours de leur mue pourraient être influencées par leur condition corporelle ainsi que les contraintes climatiques. Les agrégations pourraient ainsi permettre aux individus de minimiser le temps passé à terre à jeûner, nécessaire au renouvellement de leur peau et fourrure lors de leur mue. Plus précisément, nos principaux objectifs sont de déterminer comment se comportent les éléphants de mer pendant la mue (regroupement, posture, sites d'échouage, déplacements, etc.) et de déterminer comment ils font face à ce stress énergétique (la composition corporelle, température corporelle) en fonction des conditions climatiques environnementales. Cette étude nous permettra ainsi de mieux comprendre comment et à quel point les organismes sont capables de s'adapter face à un environnement changeant dans le contexte des changements climatiques actuels.



Huddling Energetics of moulting Elephant Seals

Southern elephant seals (*Mirounga leonina*) are faced with contrasting periods in terms of energy requirements. They alternate foraging periods at sea, where they feed to replenish their body fuels, and periods on land where they fast and complete their breeding cycle and moult. The moult is an energetically costly phase of their lifecycle during which Southern elephant seals aggregate or huddle more or less closely depending on local climate. Huddling is a powerful energy saving strategy widely used by mammals and birds facing high energetic demands. However, huddling behaviour and its energetics in Southern elephant seals have not yet been extensively studied. This project therefore focuses on this energy saving strategy used by Southern elephant seals during their moult on land. We hypothesize that behavioural and physiological adaptations linked to huddling during the moult, may be influenced by the organism's body condition and the environmental constraints while fasting. Huddling would thus allow individuals to minimise the time and energy required to complete the necessary replacement of skin and hair. Our main objectives are to determine how Southern elephant seals behave during the moulting period (huddling, posture, haul-out sites and changes of location), and how they cope with the energy demands of the moult (body composition, core, and skin temperature) according to weather conditions. Since the climate of the Antarctic and sub-Antarctic regions is changing, this study will help us to understand how and to what extent organisms are able to cope behaviourally and physiologically with critical periods in their lifecycle in relation to changes in environmental conditions.

I044 - PROTEKER

Impact du changement global sur le benthos et les habitats marins des Iles Kerguelen. Établissement d'une ligne de base pour le suivi écologique et génétique, la protection et la conservation

FERAL Jean-Pierre
UMR 6540 - DIMAR, Marseille
Kerguelen, La Curieuse

Dans le contexte actuel de changements climatiques, des variations du niveau marin et de la biodiversité, en particulier benthique, (disparition d'espèces, changements d'aires de répartition, remplacements, espèces "exotiques" et envahissantes) affecteront les îles australes, particulièrement en milieu côtier. Les sites explorés au cours de campagnes hauturières ou en plongée autour de Kerguelen, ayant donné lieu à des récoltes et des travaux de recherche seront revisités au cours de nouvelles campagnes de La Curieuse. Les observations et le dépouillement de ces récoltes seront comparées avec ceux effectués depuis les années 70. Toutes les données, anciennes et nouvelles, seront saisies dans des bases existantes ou compatibles, associées à un SIG. Certaines espèces dont la structure génétique est connue seront choisies pour un suivi génétique et la détermination de zones sensibles. L'ensemble apportera les bases scientifiques à la détermination de zones à protéger (lieu, surface et distances optimum entre les zones) et à gérer.

Effects of global change on the marine benthos and habitats in Kerguelen Islands. Establishment of a base line for ecological and genetic monitoring, protection and conservation.

In the current context of climate changes, variations of the sea level and of marine biodiversity [particularly benthic], (extinction, shifts, replacements, "exotic" and invading species) will affect the Southern Islands, particularly in coastal waters. Sites explored during past ocean cruises or by diving around Kerguelen, having given place to collections and research tasks, will be revisited during cruises of "La Curieuse". The observations and the examination of these new collections will be compared with those carried out since the Seventies. All the data, old and new, will be captured in existing or compatible databases associated with a GIS. Certain species of which the genetic structure is known will be selected for a genetic monitoring and the determination of sensitive areas. The whole will bring the scientific bases to the determination of zones to be protected (site, area and optimum distances between the protected zones) and managed.

I081 - RENKER

Les rennes des Iles Kerguelen : distribution, dynamique et impacts sur les écosystèmes

LOISON Anne
Alpine Ecology Laboratory (LECA),
Le Bourget du Lac
Kerguelen

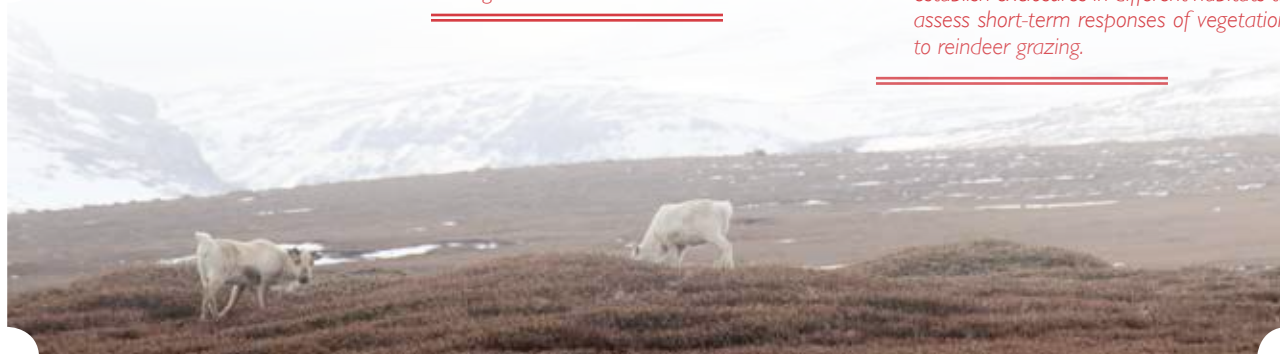
Notre projet a pour objectifs d'estimer l'impact des rennes introduits aux îles Kerguelen sur les écosystèmes afin d'évaluer différentes politiques de gestion. Nous

- estimerons la distribution et l'utilisation de l'habitat des rennes aux Iles Kerguelen en combinant des comptages de crottes et des comptages par hélicoptère,
- mesurerons des indices démographiques simples tels que rapport faons/femelle et âge des individus trouvés morts pour comparer cette population à celle de Géorgie du Sud, également sans prédateurs,
- évaluerons si ces indices peuvent être validés en suivant des individus marqués,
- estimerons la diversité des plantes et leur biomasse et relier celles-ci à l'utilisation de l'habitat par les rennes et la présence d'autres herbivores en utilisant une approche utilisée dans les écosystèmes subarctiques-alpins,
- mettrons en place des exclos dans différents habitats pour estimer la réponse à court terme de la végétation à l'abrutissement par le renne.

Reindeer on Kerguelen Islands: distribution, dynamics and impacts on ecosystems

Our project aims to assess ecosystem effects of reindeer on Kerguelen in order to evaluate different management policies. We will

- estimate the distribution and habitat use of reindeer on Ile Kerguelen using a combination of faeces counts and helicopter transects,
- collect simple demographic indices such as calves/females ratio and age of carcasses to compare this predator-free population to e.g. South Georgia,
- assess if these indices can be validated using marked individuals,
- estimate plant composition and biomass and relate it to reindeer habitat use and presence of other herbivores using an approach developed in subarctic-alpine ecosystems,
- establish exclosures in different habitats to assess short-term responses of vegetation to reindeer grazing.



1091 - l'AMMER

Les manchots Adélie bioplateformes de l'environnement marin

ROPERT-COUDERT Yan

Departement Ecologie, Physiologie et Ethologie, Strasbourg

Terre Adélie

Ce programme s'inscrit dans la lignée des efforts internationaux visant à établir un suivi au long terme des performances de prospection alimentaire en mer d'espèces éco-indicatrices des changements environnementaux et de relier ces performances aux caractéristiques physiques du milieu. Les données consisteront à localiser des zones d'alimentation préférentielles des manchots Adélie de Dumont d'Urville et à quantifier leur effort de pêche en fonction de

- la disponibilité des ressources marines
- leurs aptitudes à la pêche qui dépendent de la qualité individuelle.

En partenariat avec le WWF, ces données s'intégreront dans les grands programmes internationaux de bio-régionalisation (Census of Antarctic Marine Life, SCAR) et seront comparées avec celles de manchots d'autres régions de l'Antarctique en collaboration avec les équipes de recherche australiennes et japonaises. L'originalité du programme l'AMMER résidera non seulement dans le fait qu'il représentera le premier observatoire français dédié au suivi des performances alimentaire d'un prédateur supérieur polaire, mais aussi dans la prise en compte des caractéristiques individuelles dans l'évaluation de ces performances. A ce sujet, le programme fera appel aux techniques d'investigations les plus récentes en écophysiologie, incluant les analyses fractales, les mesures hormonales (corticotérostérone et prolactin) et des indices génétiques du statut d'un individu (raccourcissement des télomères).

Adelie penguins as Monitor of the Marine Environment

This program proposal proceeds from the recent international efforts towards long-term monitoring of at-sea foraging performances of key species serving as eco-indicators of environmental changes. Here, foraging success of these species are linked to physical parameters of their environment and to resource availability. The data collected will consist in identifying the preferred foraging zones of Adélie penguins in Dumont d'Urville, Adélie Land and quantifying the hunting effort according to

- the availability of their main prey,
- their own ability to find and capture prey, which depends on their individual quality.

In partnership with the WWF, these data will be included in the databases of international programs of eco-regionalization (Census of Antarctic Marine Life, SCAR). Comparisons with Adélie penguins' performance in other regions of the East Antarctic sector will be conducted, in collaboration with colleagues from Australian and Japanese polar institutes. The originality of the proposal is two-fold:

- l'AMMER could represent the first French observatory dedicated to the monitoring of at-sea foraging performances of a polar top predator;
- it does not only consist in a simple monitoring but will also try and determine what in the foraging performances proceed from the intrinsic characteristics of the individuals monitored, using cutting-edge approaches (hormonal measurement, rate of telomere loss and fractal analyses).

1102 - POLARIS

Adaptive polymorphism, climate warming, and resilience of Antarctic annelid species

HOURDEZ Stéphane

Station Biologique de Roscoff, UMR7144

Equipe Génétique de l'Adaptation aux Milieux Extrêmes, Roscoff

Terre Adélie

Le programme de recherche a pour but de comprendre l'effet de températures très stables sur le processus de sélection et son effet sur le polymorphisme adaptatif intrapopulationnel. Il sera développé sur trois campagnes à Dumont d'Urville. La première année, nous échantillonnerons des populations de deux groupes d'espèces proches pour deux familles d'annélides (total de quatre espèces) et évaluerons le niveau de polymorphisme de chaque espèce. La seconde et troisième année seront dédiées à une approche expérimentale qui permettra de déterminer si certains allèles (ou niveau de polymorphisme) sont associés à une meilleure survie d'une espèce au réchauffement : la TL50 sera déterminée, comparée, et les génotypes déterminés pour les animaux de part et d'autre de la TL50. Des expériences similaires seront menées sur des espèces proches de celles de l'Antarctique mais dans une zone tempérée (Roscoff) pour une comparaison avec un régime fluctuant de températures.

Le génotypage reposera sur une approche RAD-Tag : des amorces marquées pour chaque individu seront utilisées pour amplifier les ADNc (ou l'ADN génomique si les introns sont courts) et les fragments marqués résultant seront séquencés par 454. Le régime de sélection sera déterminé pour chaque gène étudié par des approches de coalescence et les tests sous-jacents utilisés en génétique des populations (Tajima, HKA, MK).

The research program is aimed at understanding the effect of very stable temperatures on the selection process and its effect on the resulting intra-population adaptive polymorphism. It will be developed over three campaigns at Dumont d'Urville. The first year, we will sample populations of two sets of closely related species for two different families of polychaetes (total of four species) and evaluate the level of polymorphism for each. The second and third year will be dedicated to an experimental approach that will determine whether some alleles (or levels of polymorphism) are associated with better survival of a species to warming: TL50 will be determined, compared, and genotypes determined for the animals on either side of the TL50. Similar experiments will be carried out on populations of species close to the Antarctic ones in a temperate area (Roscoff) for comparison with a fluctuating regime of temperatures.

Genotyping will use a RAD-Tag approach: primers tagged for each individual specimen will be used to amplify the cDNA (or genomic DNA if introns are short) and the resulting tagged fragments will be used for 454 pyrosequencing. The selection regime will be evaluated for each studied gene using coalescence approaches and the underlying tests (Tajima, HKA, MK) used in population genetics.



1124 - REVOLTA

Ressources Ecologiques et Valorisation par un Observatoire à Long terme en Terre Adélie

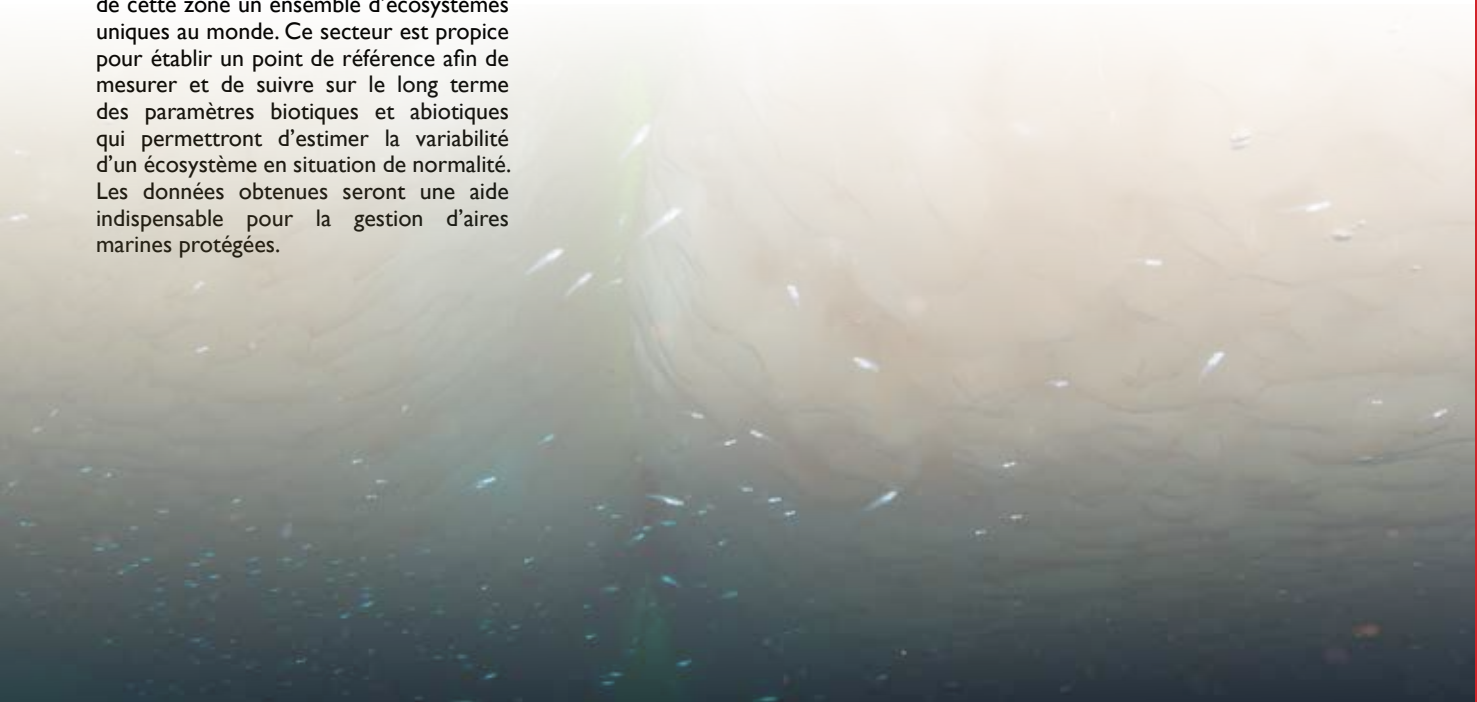
ELEAUME Marc

Muséum National d'Histoire Naturelle, UMR 7208 BOREA (Biologie des Organismes et Ecosystèmes Aquatiques), MNHN, CNRS, IRD, PARIS VI, Paris
Terre Adélie

L'Océan Austral a une influence majeure sur la circulation océanique globale et sur le climat de notre planète. Cet océan se caractérise par une faune unique dominée par les organismes filtreurs, abondante et diversifiée. Cette faune présente un fort taux d'endémisme lié à l'isolement du plateau continental antarctique, ses courants de surface circum-antarctiques, et le gigantesque glacier couvrant le continent, le plus grand réservoir d'eau douce au monde jouant localement un rôle tampon thermique, le tout mis en place depuis environ 40 millions d'années. Les retraits et avancées du glacier, répétés lors des récentes glaciations, ont conduit dans certains groupes à des différenciations rapides accompagnées d'adaptations morphologiques ou physiologiques particulières. Certains organismes, notamment les poissons téléostéens, poïkilothermes et non iso-osmotiques à l'eau de mer, ont développé des caractéristiques physiologiques adaptées aux conditions extrêmes, notamment leurs fameuses glycoprotéines anti-gel dans le sang. À cause du rôle prépondérant de régulateur climatique de l'océan Austral, les changements climatiques en Antarctique auront une forte influence non seulement sur le climat mondial mais auront également un impact direct sur la résilience de la faune aux perturbations. La zone Est Antarctique est peu affectée par les effets des changements globaux et les effets anthropiques. La biodiversité de la faune de cette région est exceptionnellement élevée par comparaison à la faune arctique et les assemblages fauniques décrits font de cette zone un ensemble d'écosystèmes uniques au monde. Ce secteur est propice pour établir un point de référence afin de mesurer et de suivre sur le long terme des paramètres biotiques et abiotiques qui permettront d'estimer la variabilité d'un écosystème en situation de normalité. Les données obtenues seront une aide indispensable pour la gestion d'aires marines protégées.

Ecological Ressources and valorisation using an Long Term Observatory in Terre Adélie

The Southern Ocean has a major influence on the ocean dynamics and climate worldwide. The Southern Ocean is characterised by its unique macrofauna dominated by abundant, diversified filtering organisms. Endemicity is very high due to the shelf isolation, circum-antarctic surface currents and thick ice coverage which onsets must have occurred some 40 mya. Recent past repeated ice advances and retreats promoted rapid speciations in some benthic groups, along with morphological adaptations. Some groups, like the poikilotherm, not iso-osmotic to seawater teleosts, developed in Antarctica physiological adaptations like antifreeze glycoproteins in their blood and gut. Climatic changes in Antarctica will likely have a strong effect of the climate worldwide because of the regulatory role of the Southern Ocean. But it will surely have a role in benthic faunal changes because many species are presently stenotherm. For the moment Eastern antarctica is poorly affected by climate change and human activities. Biodiversity is exceptionally high there comparing with arctic benthic fauna and the faunal assemblages described to date make this area a really unique patchwork of ecosystems. This area is therefore appropriate to establish a spot of reference to measure the biotic and abiotic parameters on the long run, which will allow to measure the structure and variability of an ecosystem in « normal » situations. The data that will be obtained will be of great importance for managing protected marine areas.



1113 - FOLLOW UP

Longitudinal follow-up of winterover teams and their relatives

WAWRZYNIAK Michel

Université de Picardie, Centre de Recherche en Psychologie, Amiens
Terre Adélie

L'objectif de la recherche proposée est d'améliorer la compréhension des phénomènes psychologiques individuels et collectifs rencontrés par les hivernants et leurs proches lors de missions polaires de longue durée, et au retour chez soi une fois la mission terminée. Cette étude psychologique consiste en un suivi longitudinal de groupes d'hivernants de Terre Adélie amenés à vivre et travailler ensemble dans la station polaire Dumont d'Urville pour plus d'une année, mais aussi de leurs proches : conjoints, enfants ou parents. Ces cohortes seraient suivies en parallèle, depuis la préparation de la mission avant le départ, et jusque après le retour chez soi des hivernants. Des entretiens individuels et collectifs seraient utilisés pour explorer les pratiques, les représentations et les émotions de ces personnes, qui font l'expérience inhabituelle d'une séparation volontaire de longue durée, thème peu étudié dans le contexte polaire, tout comme dans la plupart des environnements extrêmes. Outre les missions polaires, une telle recherche pourrait porter ses fruits dans d'autres contextes, notamment les missions spatiales et sous-marines de longue durée, impliquant un éloignement similaire des proches et de l'environnement habituel.

The objective of the proposed study is to refine the understanding of individual and collective psychological phenomena occurring during long duration polar missions, and reunion after the mission has ended. This psychological study consists in a longitudinal follow-up of winterover teams -working and living together in Adélie Land, at the scientific outpost of Dumont d'Urville- but also of their relatives: partners, children, or parents. These cohorts would be followed in parallel from the preparation of the mission before departure, and until after the homecoming period. Individual and group interviews as well as questionnaires would be used to explore the practices, representations and emotions of those individuals, who experience an unusual voluntary separation, a topic seldom studied in the polar context, as in most extreme environments. Beyond polar missions, such research could bear fruit in other contexts, including long-duration space missions and submarine patrols, which involve a similar remoteness from relatives and from the usual environment.

1117 - SICKVEST

Seasickness on L'Astrolabe : Characterization and evaluation of pharmacological countermeasures during turnaround missions.

BESNARD Stéphane
Université Hospital de Caen, INSERM U 1075, Caen
Terre Adélie sur l'Astrolabe

Environ 80% des personnes embarquées lors des missions de rotation du bateau L'Astrolabe souffre d'un syndrome de mal des transports avec parfois un risque de déshydratation très important. Notre unité spécialisée dans l'étude fondamentale du système vestibulaire (oreille interne), organe sensoriel à la base du conflit visuo-vestibulaire induisant ce syndrome, assure également le support médical des vols paraboliques (vol reproduisant l'apesanteur) où ce syndrome est également fortement présent. L'Astrolabe étant par voie de conséquence un stimulus fort et reproductible dans le déclenchement du mal de mer, notre objectif est de caractériser les critères déclencheurs les plus importants (profil psychologique, types de mouvement du bateau) et de comparer quatre protocoles de traitement du mal des transports (un protocole par an) avec une évaluation et un suivi médical lors de chaque rotation de L'Astrolabe. Ce travail sera réalisé en collaboration entre l'INSERM U 1075 (France) et le laboratoire de recherche militaire VIPER (Ecole Royale Militaire, Belgique) spécialisé dans les environnements extrêmes..

Motion sickness is present in about 80% of the passengers during missions onboard the Astrolabe with sometimes a very significant risk of dehydration. Our unit specializes in the fundamental study of the vestibular system (inner ear), the sensory organ responsible of visual-vestibular conflict inducing this syndrome, and also provides medical support in parabolic flights (flight reproducing weightlessness) where this syndrome is also strongly present. Since the Astrolabe is a strong and reproducible stimulus triggering seasickness, we would like to characterize the strongest component of the elicitation of motion sickness (psychological component, types of boat movements) and to test 4 protocols of treatment of motion sickness with medical supervision (1 protocol per year), during turnaround missions of the Astrolabe. This work will be conducted in collaboration with the unit INSERM U 1075 (France) and the military research laboratory VIPER (Royal Military Academy, Belgium) specialized in extreme environments.

1128 - TiCTaL

Time-constrained transmission and learning during turnover in Terre Adélie

VILLEMEN Aude
CNAM, Paris
Dumont d'Urville

La relève de poste à la Base Dumont d'Urville constitue un moment de transition incontournable pour le bon fonctionnement de la base. Cette relève présente plusieurs spécificités au regard des relèves d'autres domaines étudiés en ergonomie (hôpital, industrie). Une des caractéristiques majeures est que cette relève qui s'effectue sous contrainte de temps est essentiellement formative. Le programme vise à comprendre les conditions permettant d'optimiser la phase de relève de poste de sorte qu'elle permette l'apprentissage et le développement de nouvelles compétences via la transmission de l'expérience de l'hivernant sortant.

The way in which the personnel shift at the Dumont d'Urville base is conducted is critical for an effective and safe functioning of the base. This transition phase has several distinctive features as compared to other situations studied in ergonomics (e.g. hospital, industry). A major feature is that the turnover, which is performed under severe time constraints, is essentially formative. The program aims to understand the conditions for optimizing the personnel shift so that it allows the new personnel to learn and develop new skills during the transmission of experience of the past personnel.







This year, ESA-sponsored medical doctor Beth Healey monitored five experiments that are helping to prepare for long-duration missions to explore our Solar System. Living in Concordia is similar in many ways to living in space, where crew are cut off from the world without normal sunlight and live in reduced pressure – Concordia station lies 3200 m above sea level.



Doctor Beth Healey

The 'Content analysis and acoustic analysis crew talks and video diaries' (CAPA) experiment is a continuation of previous year's Coala experiment that aims to assess moods by interpreting video diaries. Knowing how someone feels is important for mission controllers and experiments. However, ask someone how they feel and they will never reply objectively. Presently, the best way of judging someone's state of mind is through lengthy questionnaires, but these are time-consuming and cumbersome. It would be better to have a computer offer objective assessments of how people are feeling. A more efficient way to assess mood would be to look at external signs. This experiment will analyse speech patterns such as tone of voice, intonation, use of grammar and speed of speech. Crewmembers will regularly record a video diary of their life in Concordia as well as narrate a paragraph from a fairy tale. By looking at changes in the way they talk into the camera and comparing these

with results from standard questionnaires, researchers hope to develop software that can analyse speech automatically.

Confinement and isolation on blood pressure regulation in Antarctica (CIBA)

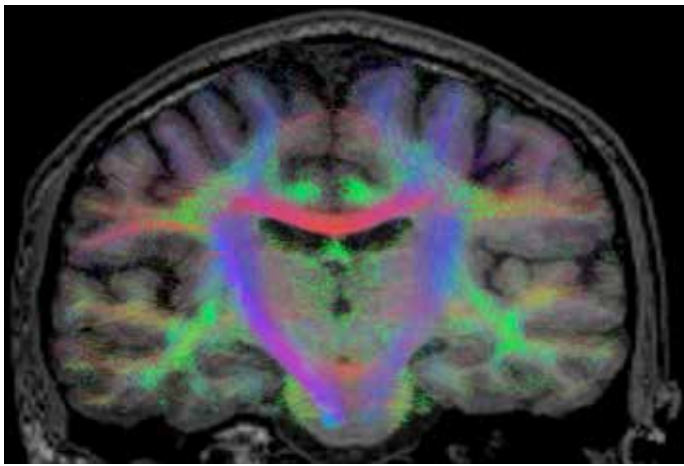
Future outposts on Mars or the Moon will likely be designed to have lower air pressure than we are accustomed to at sea level. The walls need not be as thick, there is less risk of fire and it makes exiting the lunar base simpler. Aside from there being normal gravity at Concordia, the Antarctic base resembles living in space in terms of extreme isolation and low air pressure. This experiment will look at the subjects' blood pressure during their stay at the base-at-the-end-of-the-world. Scientists expect that it will increase during the harsh winter months, but little is known about how these conditions influence the cardiovascular system. To investigate, subjects at Concordia will have their blood pressure checked every morning in three 35-day sessions for the

effects of *Confinement and Isolation on Blood pressure regulation in Antarctica (CIBA)* experiment. In addition, they will have their blood pressure monitored continuously for 24 hours on some days. Urine samples will be stored to get a complete view of what is affecting blood pressure

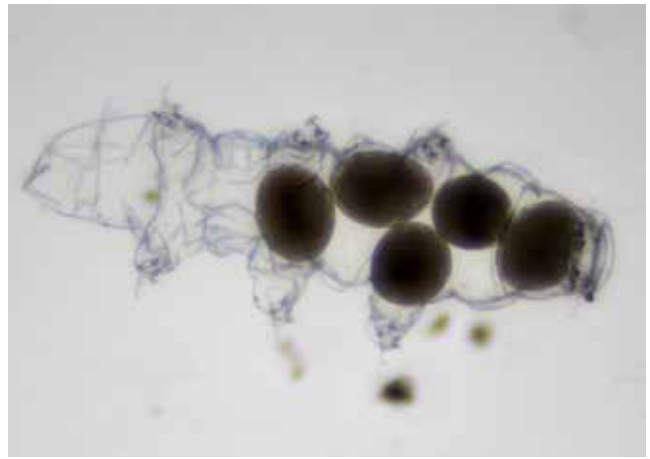
Does isolation change your brain?

This experiment, formally called 'Crew Cohesion Dynamics and related Neurostructural, Cognitive, and Physiologic Changes During a one-year Antarctic Winter-Over Mission' sets out to test whether spending a year at Concordia physically changes connections in the brain. Brain scans will be performed before and after a winter in Concordia. The experiment is part of a larger coordinated investigation into charting changes in brain and behaviour in extreme conditions. The experiment includes location sensors that will record how people interact during their stay, their heart rate, their sleep rhythms, their mood and will test cognitive skills





brain scan



Tardigrade

with short computer games. Elements of this experiment were done during the Mars500 520-day isolation study and by astronauts on the International Space Station. The experiment will give a complete view of how isolation, extreme environments and closed quarters can influence the human brain.

Seeing in the dark

At Concordia the crew spend four months without sunlight and researchers on the **Eye and Sleep** experiment want to know if this changes the sensitivity of their eyes and if it affects sleep. Studies have already shown that office-workers' eyes react less quickly to light compared to people who work outside. People who live in areas with little sunlight during the winter months are more likely to have midwinter insomnia and other sleeping problems. Subjects will have their eyes scanned with a pupillometer on a weekly basis after sitting in 10 minutes of darkness and 10 minutes with the lights on to see how the pupil reacts to the changing light. The readings will be compared with activity recordings and light recordings from a watch worn continuously by the crew. This experiment will offer a better understanding of people who live in low light, including astronauts, insomniacs, night-shift workers and people with eye problems.

Searching for extremophiles

Concordia is situated on one of the most barren places on Earth. At an altitude of 3200 m with temperatures as low as -80°C and less humidity than in the Sahara, life has a hard time surviving. Keeping a research base crewed and running is a logistical feat in itself.

Could life have adapted to live in these conditions? The BacFinder experiment is set to find out by taking samples from around and near Concordia and cultivating them in the laboratory. Samples will be taken from potential habitats where life could gain a foothold in the white desert. The BacFinder team are looking for bacteria, fungi and viral colonies that could have adapted to the cold, either having arrived at Concordia on their own or travelled inadvertently with crewmembers. ESA has a long history of finding strange life that can survive in the most barren places. Tardigrades and lichen that ESA experiments took into space without protection have survived and continued to live on Earth. In 2012, astronauts on ESA's underground training course found a whole new species of woodlice in a cave in Sardinia, Italy. We can learn a lot from organisms that can survive in extreme conditions and mission designers consider using them for our purposes in future space travel.



Responsables de programmes

BESNARD Stéphane

Université de Caen
besnard-s@phycog.org

BETOULLE Stéphane

Université de Reims
stephane.betoulle@univ-reims.fr

BLANC Stéphane

Institut Pluridisciplinaire Hubert Curien -
Département Ecologie, Physiologie et
Ethologie
stephane.blanc@phc.cnrs.fr

BLANGY Sylvie

CNRS / UMR 5175
sblangy@gmail.com

BONADONNA Francesco

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

BOLLACHE Loïc

Laboratoire Biogéosciences - UMR / CNRS
5561
bollache@u-bourgogne.fr

BOST Charles-André

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

BOULINIER Thierry

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

CHADID Merieme

Université de Nice
chadid@unice.fr

CHAMBODUT Aude

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

CHAPPELLAZ Jérôme

Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de
l'Environnement
jerome@ggge.obs.ujf-grenoble.fr

CHASTEL Olivier

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

CRUBEZY Eric

Laboratoire AMIS / FRE 2960
crubezy.eric@free.fr

DELMOTTE Marc

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

DE VLEECHOUWER François

EcoLab - Laboratoire Ecologie Fonctionnelle et
Environnement
francois.devleeschouwer@ensat.fr

DOMINE Florent

Unité Mixte Internationale Takuvik
florent.domine@takuvik.ulaval.ca

DOMMERGUE Aurélien

Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de
l'Environnement
dommergue@ggge.obs.ujf-grenoble.fr

DURAND Gilles

Département d'Astrophysique et de Physique
CEA
durandgs@cea.fr

ELEAUME Marc

UMR 7208 / BOREA / MNHN / CNRS /
IRD / PARIS VI
eleaume@mnhn.fr

FAVIER Vincent

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

FERAL Jean-Pierre

UMR 6540 / DIMAR
jean-pierre.feral@univmed.fr

FLYE-SAINTE-MARIE Jonathan

Laboratoire des Sciences de l'Environnement
Marin, IUEM
jonathan.flye@univ-brest.fr

GENTHON Christophe

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

GILBERT Caroline

IPHC / UMR 7178 / CNRS / UdS
caroline.gilbert@scbiol.uhp-nancy.fr

GREMILLET David

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

HERTZOG Albert

Laboratoire de météorologie dynamique,
Ecole Polytechnique
albert.hertzog@lmd.polytechnique.fr

HOUREZ Stéphane

Génétique de l'Adaptation en Milieux
Extrêmes
hourdez@sb-roscoff.fr

HUBERT Guillaume

ONERA DESP
guillaume.hubert@onera.fr

JACOBI Hans-Werner

Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de
l'Environnement
jacobi@ggge.obs.ujf-grenoble.fr

JOLIET Fabienne Jeanne

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

JUMELET Julien

LATMOS / IPSL / UMR 8190
Julien.Jumelet@atmos.ipsl.fr

KLEIN Karl-Ludwig

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

KERHERVE Philippe

CEFREM UMR CNRS 5110, Université de
Perpignan
kerherve@univ-perp.fr

LE MEUR Emmanuel

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

LAMBERT Jean-Luc

GSRL-CNRS, UMR 8582
jeanluc.lambert@ymail.com

LAVRILLIER Alexandra

Laboratoire CEARC, Université de Versailles, Saint Quentin en Yvelines
alexandra.lavrillier@uvsq.fr

LEGRAND Michel

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

LEVEQUE Jean-Jacques

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

LILENSTEN Jean

Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement
jean.lilosten@obs.ujf-grenoble.fr

LOISON Anne

Alpine Ecology Laboratory (LECA)
anne.loison@univ-savoie.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

MARGUERIE Dominique

Laboratoire Archéosciences, Université de Rennes I
dominique.marguerie@univ-rennes1.fr

MARLIN Christelle

UMR IDES 8148 CNRS / Université Paris-Sud II
christelle.marlin@u-psud.fr

MASSON-DELMOTTE Valérie

Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (CEA-CNRS-UVSQ)
Institut Pierre Simon Laplace
valerie.masson@lsce.ipsl.fr

MICHEL Elisabeth

Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement / IPSL
elisabeth.michel@lsce.ipsl.fr

PARK Young-Hyang

Département Milieux et Peuplements Aquatiques
yhpark@mnhn.fr

PICARD Ghislain

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

PONTIER Dominique

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

RENAULT David

UMR CNRS 6553 / ECOBIO
david.renault@univ-rennes1.fr

RICAUD Philippe

Laboratoire d'Aérodynamique / Ozone et Précurseurs
philippe.ricaud@aero.obs-mip.fr

RITZ Catherine

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

ROBIN Jean-Patrice

Département d'Ecologie, Physiologie et Ethologie
jean-patrice.robin@c-strasbourg.fr

ROGISTER Yves

UMR 7516 Institut de Physique du Globe de Strasbourg
Yves.Rogister@unistra.fr

ROPERT-COUDERT Yan

Département d'Ecologie, Physiologie et Ethologie
yan.robert-coudert@iphc.cnrs.fr

ROUSSEL Damien

Laboratoire d'Ecologie des Hydrosystèmes Naturels et Anthropisés
drousseau@univ-lyon1.fr

SABATIER Pierre

Environnements, Dynamiques et Territoires de la Montagne (EDYTEM), Université de Savoie
pierre.sabatier@univ-savoie.fr

SAVARINO Joël

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

SCIARE Jean

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

SELLEGRI Karine

Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand II, CNRS Laboratoire de météorologie physique LAMP
K.Sellegri@opgc.univ-bpclermont.fr

TESTUT Laurent

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

TOLLE Florian

Université de Franche-Comté
florian.tolle@univ-fcomte.fr

TOULLEC Jean-Yves

UMR UPMC-CNRS 7144, Station Biologique de Roscoff
jean-yves.toullec@sb-roscoff.fr

VILLEMMAIN Aude

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

VOGEL Timothy

CNRS / UMR 5005
tvogel@ec-lyon.fr

WAWRZYNIAK Michel

Université de Picardie / Centre de Recherche en Psychologie
michel.wawrzyniak@u-picardie.fr

WEIMERSKIRCH Henri

Centre d'Etudes Biologiques de Chizé
henriw@ceb

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'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche, le Ministère des affaires étrangères et du développement international, 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 nationaux et internationaux,
- organise et anime des expéditions scientifiques,
- met en place et assure le fonctionnement d'observatoires de recherche,
- participe à la concertation scientifique et logistique internationale sur les régions polaires,
- gère les moyens nécessaires à ses activités, notamment les infrastructures offertes aux scientifiques,
- entretient des liens étroits avec les organismes partenaires et les autres agences de moyens,
- réalise des campagnes océanographiques au moyen des navires qui lui sont confiés.



www.institut-polaire.fr

REPRÉSENTATION DANS LES INSTANCES INTERNATIONALES

Yves FRENOT :

Délégué français au Comité pour la Protection de l'Environnement, (CPE / Protocole de Madrid)
Délégué français à la Réunion Consultative du Traité sur l'Antarctique (RCTA)
Délégué français et Vice-président au Council of Managers of National Antarctic Programs (COMNAP)
Membre du bureau exécutif de l'European Polar Board (EPB)

Patrice GODON :

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

PARTICIPATION AUX RÉUNIONS EUROPÉENNES OU INTERNATIONALES

Meeting for Polar Cooperation Call à Berlin (Janvier 2014)
International Arctic Science Committee Council à Helsinki (Avril 2014)
European Polar Board - Plenary Meeting à Helsinki et à La Haye (Avril & Décembre 2014)
Comité pour la Protection de l'Environnement et Réunion Consultative du Traité sur l'Antarctique à Brasilia (Avril / Mai 2014)
Steering Committee Concordia à Rome (Mai 2014)
Third and fourth SIOS Policy Board (Svalbard Integrated Earth Observing System) à Oslo (Mai & Novembre 2014) EU-Polar-Net writing team meeting à Cambridge (Juin 2014)
Signature de l'accord avec le gouvernement tasmanien à Hobart (Août 2014)
COMNAP Symposium «Success Through International Co-operation» à Auckland (Août 2014)
COMNAP Annual General Meeting à Christchurch (Août 2014)
European Polar Board - Executive Committee Meeting à La Haye (Septembre 2014)
COMNAP Executive Committee meeting à Tachikawa, Japon (Octobre 2014)
Arctic Circle à Reykjavik (Octobre / Novembre 2014)

CONSEIL D'ADMINISTRATION

Président :

Eric BRUN

Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie

Représentants des organismes membres du Groupement d'Intérêt Public

Elisabeth VERGES
Pascal LE DEUNFF
Pascale DELECLUSE
François JACQ
Gabriele FIONI
Pascale ULTRE-GUERARD
Gérard LE BARS
Cécile POZZO DI BORGO
Jean-Claude DUPLESSY

Ministère de l'Éducation Nationale, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Ministère des Affaires Étrangères et du Développement International
CNRS
IFREMER
CEA
CNES
Météo France
TAAF
EPF

Participants avec voix consultatives

Benoit DEBOSQUE
Malika MOHA/ Ronald GOURLAY
Marie-Pierre CAMPO
Stéphanie BELNA
Damien COUSTAING

Commissaire du Gouvernement
Contrôle général économique et financier
Ministère de l'Outre Mer
Ministère de l'Écologie et du Développement Durable et de l'Energie
Ministère du Budget

COMPOSITION DU CONSEIL DES PROGRAMMES SCIENTIFIQUES & TECHNOLOGIQUES 2014 - 2017

Président :

Herlé MERCIER Laboratoire de Physique des Océans, IFREMER, CNRS, Plouzané

Vice-président :

Jean-Louis MARTIN Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive, Montpellier

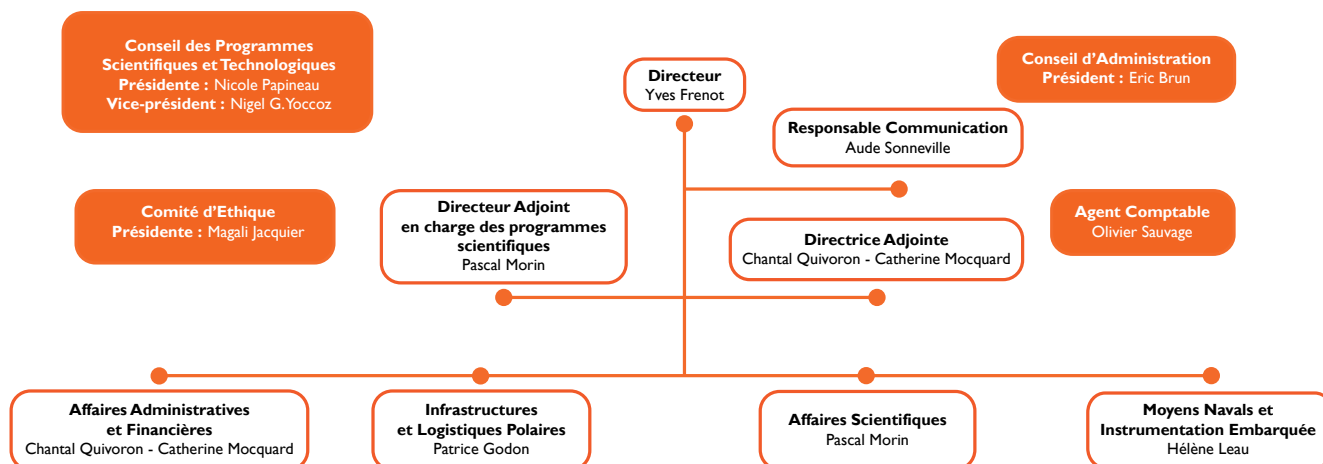
Membres nommés :

Carlo BARBANTE	Institute for the Dynamics of Environmental - Processes CNR (Italie)
Franck BASSINOT	Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, CNRS/CEA/UVSQ, Gif sur Yvette
Dominique BERTEAUX	Chaire de recherche du Canada en biodiversité nordique, Université du Québec, Rimouski
Fabienne CASOLI	Responsable des Programmes Etude et Exploration de l'Univers, CNES, Paris
Gail FONDAHL	University of Northern British Columbia (Canada)
Jérôme GAILLARDET	Institut de Physique du Globe, Paris
Maia MARCIA	Laboratoire Domaines Océaniques, Institut Universitaire Européen de la Mer, Plouzané
Lenaick MENOT	Laboratoire Environnement Profond, IFREMER, Plouzané
Samuel MORIN	Centre d'études de la neige, Météo-France, Saint-Martin d'Hères
Roland NEUBER	Alfred-Wegener-Institut, Potsdam (Allemagne)
Nicole PAPINEAU	Institut Pierre Simon Laplace des sciences de l'environnement, Paris
Frédérique REMY	Laboratoire d'Etudes en Géophysique et Océanographie Spatiales, CNES, Toulouse
José Carlos XAVIER	Marine and Environmental Sciences Centre, University of Coimbra (Portugal)

Président du Comité de l'Environnement polaire, Membre de droit :

Henri WEIMERSKIRCH Centre d'Etudes Biologiques de Chizé, Villiers en Bois

ORGANIGRAMME GÉNÉRAL 2014



LES CHIFFRES DE L'ANNEE

BUDGET GLOBAL 2014

ETAT PRÉVISIONNEL DES RECETTES ET DES DÉPENSES 2014

Budget prévisionnel 2014

28 945 996,43 € TTC Section fonctionnement
 4 835 614,64 € TTC Section investissement

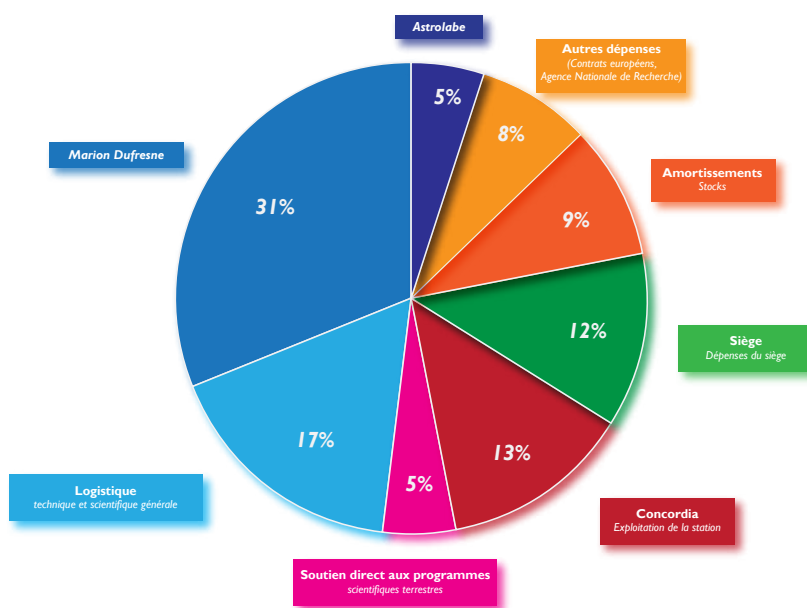
Réalisation budgétaire Section fonctionnement

28 022 790,01 € TTC Dépenses réalisées
 28 610 824,67 € TTC Recettes réalisées

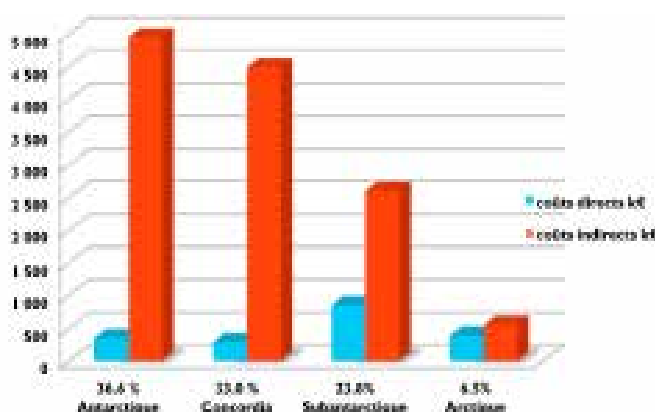
Réalisation budgétaire Section investissement

4 084 184,82 € TTC Dépenses réalisées
 4 123 682,00 € TTC Recettes réalisées

VENTILATION DES DÉPENSES PAR SECTEUR D'ACTIVITÉS POUR L'EXERCICE 2014



VENTILATION DU SOUTIEN DIRECT DES PROGRAMMES SCIENTIFIQUES TERRESTRES



Ventilations du soutien aux programmes scientifiques terrestres (2014)

RÉCAPITULATION DES PERSONNES AYANT SÉJOURNÉ DANS LES BASES EN 2014

ANTARCTIQUE

	Nombre de personnes	Nombre de jours terrain
Personnel permanent du siège (campagne d'été ou hivernage)	20	943
Personnel contractuel DDU (campagne d'été)	20	862
Personnel contractuel Concordia (campagne d'été)	30	1610
Personnel contractuel DDU (hivernant)	12	1853
Personnel contractuel Concordia (hivernant)	12	1611
VSC techniques DDU	16	2367
Personnel scientifique DDU (campagne d'été)	68	2248
Personnel scientifique Concordia (campagne d'été)	37	1037
Personnel scientifique Concordia (hivernant)	6	443
VSC scientifiques DDU	22	2946
Volontaire international scientifiques Concordia	4	759
Autres (campagne d'été: visiteurs, personnels hélicoptère)	28	1111
Autres DDU (hivernant: TAAF, Météo France)	21	2794
Autres Concordia (hivernant: Italiens)	12	2163
Autres scientifiques (Tangaora, base Casey)	2	35
Total Antarctique	310	22 782

SUBANTARCTIQUE

Personnel permanent du siège (campagne d'été)	5	206
Personnel contractuel (campagne d'été)	1	36
VSC techniques	6	602
Personnel scientifique (campagne d'été)	93	3126
VSC scientifiques	64	8279
Autres (campagne d'été: étudiant stagiaire)	1	30
Total Subantarctique	170	12 279

ARCTIQUE

<i>Norvège (Svalbard-AWIPEV)</i>	49	1287
Personnel permanent du siège (campagne d'été)	5	65
Personnel scientifique (campagne d'été)	41	796
Volontaire international	2	411
Personnel contractuel	1	15
<i>Danemark / Groenland</i>	14	446
<i>Russie</i>	12	454
<i>Canada</i>	28	411
<i>Alaska</i>	2	18
Total Arctique	105	2 616

SIGLES



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

Crédits photos



Romuald Bellec



Philippe Apelt



Anne Cécile Dragon



Florian Orgeret



Anne Catherine Klein



Philippe Apelt



Philippe Apelt



Nicolas Le Viavant



Thibaut Vergoz



Thibaut Vergoz



Claire Garrigue



Thibaut Vergoz



Thibaut Vergoz



Emmanuel Le Meur



Thibaut Vergoz



Dominique Fleury



Goulven Largouët



Rudolf Kendmann



Dominique Fleury



Céline Clement



Goulven Largouët



Gwendal Stephan



Gildas Lemonnier



Pierre Chartier



Serge Begon



Pierre Chartier



Thierry Boulmier



Serge Begon



André Tellen



Serge Begon



Olivier Sauvage



Anne Catherine Klein



Alexis Haudebault



Gwendal Stephan



Pierre Sangiardi



Pierre Sangiardi



Pierre Sangiardi



Remco Bohle Fotografie



Pierre Sangiardi



Serge Begon



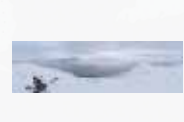
Gildas Lemonnier



Serge Begon



Thibaut Vergoz



Goulven Largouët



Antoine Guillot



Dominique Fleury



Dominique Fleury



Dominique Fleury



Xavier Fain



Yann Le Meur



Philippe Apelt



Thibaut Vergoz



Thibaut Vergoz



Fabien Egal



Florian Orgeret



Gregory Teste



Thibaut Vergoz



Henri Perau



Florian Orgeret



Pierre Chartier



Fabien Egal



Nina Marchand



Thibaut Vergoz



Florian Orgeret



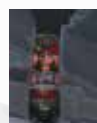
Pierre Blevin



Edouardo Daforo



Gaetan Quere



Katell Pierre



Mathieu Laparier



Gregory Tran



Anne MathildeThierry



Alain Del



Nicolas Le Viavant



Henri Perau



Thibaut Vergoz



Thibaut Vergoz



Alex Salam



Sébastien Aubin



Thibaut Vergoz



Directeur de la publication : Yves Frenot

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

Création graphique : Jean-Paul Humblot, Lénais Le Coz

Coordination : Aude Sonneville

Rédacteurs : Dominique Fleury, Patrice Godon, Hélène Leau, Yann Le Meur, Xavier Morin, Herlé Mercier, Jennifer Ngo-Anh, Aude Sonneville.

Impression : Calligraphy

ISSN : 1766-5523

ISBN : 978-2-910180-73-5

3^{ème} trimestre 2015

INSTITUT POLAIRE FRANÇAIS

PAUL-EMILE VICTOR

Technopôle Brest-Iroise
CS 60075
29280 Plouzané
France

Tél + 33 (0)2 98 05 65 00
Fax + 33 (0)2 98 05 65 55
Courriel : communication-ipev@ipev.fr
www.institut-polaire.fr

