



HAL
open science

Approches complémentaires des interactions hôtes-parasites en zones polaires : de la détection de parasites et agents infectieux à l'étude fonctionnelle, écologique et évolutive de leurs interactions avec les hôtes

Thierry Boulinier, Stéphane Betouille, France Caza, Yves St-Pierre, Jérémy Tornos, Céline Boidin-Wichlacz, Amandine Gamble, Aurélie Tasiemski

► To cite this version:

Thierry Boulinier, Stéphane Betouille, France Caza, Yves St-Pierre, Jérémy Tornos, et al.. Approches complémentaires des interactions hôtes-parasites en zones polaires : de la détection de parasites et agents infectieux à l'étude fonctionnelle, écologique et évolutive de leurs interactions avec les hôtes. IPEV. 2019. hal-04058129

HAL Id: hal-04058129

<https://cnrs.hal.science/hal-04058129v1>

Submitted on 4 Apr 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



INSTITUT
POLAIRE
FRANÇAIS
PAUL-ÉMILE VICTOR

RAPPORT
D'ACTIVITÉ
CAMPAGNE D'ÉTÉ

2018
2019



DIRECTEUR DE LA PUBLICATION :

Jérôme **Chappellaz** — Directeur de l'Institut polaire français

COORDINATION

Aude **Sonneville** — Département communication et médiation scientifique de l'Institut polaire français

CRÉATION GRAPHIQUE

Pascal **Busto** — Gévodan, animal créatif, www.gevodan.com

ISBN 2-910180-83-2



Institut polaire français Paul-Émile Victor
Technopôle Brest-Iroise CS 60 075
29280 Plouzané • France

Tel. +33 (0)2 98 05 65 00

www.institut-polaire.fr

© **photos :**

Alain **Mathieu** : Couverture

Paolo **Verzone** : p. 3, 9, 12, 59, 92, 95, 96, 97, 98, 99, 101,

Vincent **Munier - Wild-Touch** : p. 3, 113, 129,

Laurent **Ballesta - Wild-Touch** : p. 5, 86, 117,

Lucie **Maignan** : p. 8, 16, 18, 19, 20, 21, 25, 33, 37, 41, 44, 49, 51, 53, 133, 136, 137, 138, 141, 142, 145,

Mervyn **Ravitchandirane** : p. 8, 108, 109, 129, 130,

Laetitia **Kernaleguen** : p. 9, 109, 120, 140,

Alain **Mathieu** : p.10-11, 42-43, 127, 131, 132, 134, 139,

Patrice **Bretel** : p. 18, 21, 22, 23, 46, 47, 48, 84, 85,

Miranda **Nieboer** : p. 22, 36,

Armand **Patoir** : p. 26, 28, 29, 72, 80-81, 83, 106, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 118, 119, 120, 122, 123, 126, 128, 135,

Thierry **Boulinier** : p. 55,

Christelle **Guesnon** : p. 66-67, 104,

Rodolphe **Merceron** : p. 68, 88, 89, 94, 100, 102, 103, 105, 107

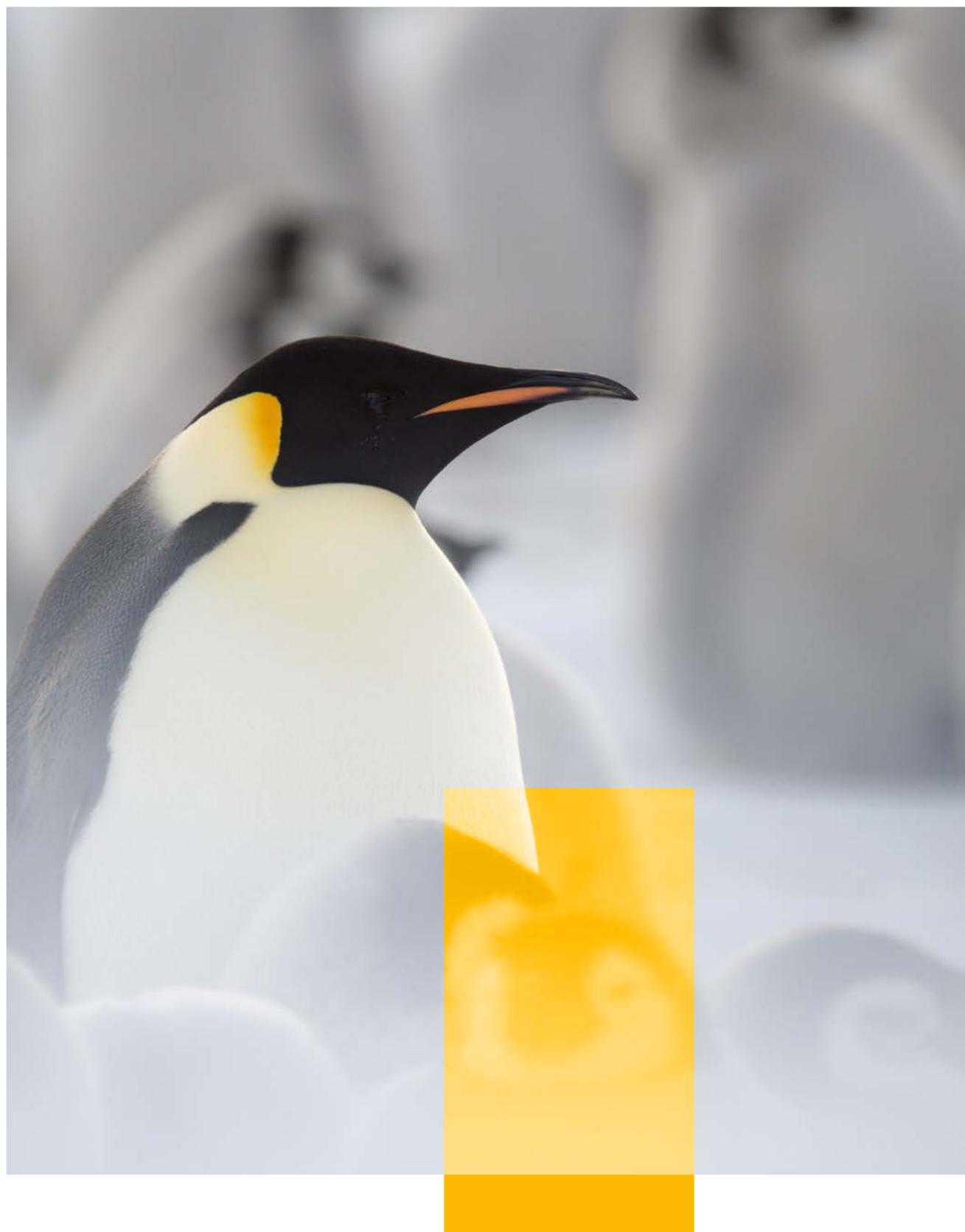
Gwendal **Stephan** : p. 94,

Jérôme **Chappellaz** : p. 125, 140.

© **illustrations :**

Liz **Hascoët** : Couverture, p. 5, 10, 23, 28, 30, 32, 40, 43, 74, 79, 87, 90, 93, 98, 105, 108, 111, 143,

Toutes les photos sans nom d'auteur appartiennent à l'Institut polaire français et ont été réalisées par les équipes de l'Institut polaire français lors de leurs missions.



Édito

2018

Une année bien remplie!

Marie-Hélène Tusseau-VuilleminMinistère de l'enseignement supérieur,
de la recherche et de l'innovation

Après huit années passées à la tête de l'Institut polaire français, Yves Frenot a traversé l'Atlantique pour y prendre les fonctions de Conseiller pour la science et la technologie, à l'ambassade de France aux Etats-Unis. C'est un glaciologue du CNRS, Jérôme Chappellaz, qui lui succède, après avoir expérimenté et exploré les régions polaires avec l'Institut tout au long de sa carrière. Avec lui, l'Institut polaire français continuera d'apporter son appui à la communauté scientifique diverse des domaines des sciences humaines et sociales, des sciences de la vie et des sciences de l'univers, en réalisant des missions techniquement difficiles dans des univers hostiles et dangereux. Ce passage de témoin est l'occasion de saluer le bilan d'Yves Frenot et celui de toute l'équipe de l'Institut polaire, dont l'engagement, le souci de l'excellence et du bien commun sont un motif de fierté pour leur ministère de tutelle.

Un changement de direction est aussi l'occasion d'apporter de nouvelles idées, un nouveau regard sur l'Institut. C'est dans cet esprit que plusieurs démarches ont été lancées, pour l'amélioration et la rationalisation du fonctionnement interne de l'Institut polaire français, ainsi que pour le doter d'une nouvelle réflexion stratégique. Que seront les sciences polaires de demain, de quels moyens auront-elles besoin, pouvons-nous y répondre seuls, ou bien, quels partenariats stratégiques faudra-t-il nous adjoindre ? Voilà quelques-unes des questions auxquelles l'Institut et l'ensemble de la communauté scientifique vont chercher à répondre dans un proche avenir.



Le projet européen H2020 Beyond EPICA est particulièrement emblématique. Comme son nom l'indique, il s'agit d'aller plus loin que les résultats d'EPICA, déjà exceptionnels, en obtenant une séquence stratigraphique continue des conditions climatiques et environnementales remontant à 1,5 millions d'années dans le passé. L'Institut polaire français, le Programme national de recherche en Antarctique italien (PNRA) et le CNRS sont associés dans ce projet pour une durée de 6 ans.

Enfin, l'année 2018 a vu la deuxième mission de soutien à la logistique antarctique conduite avec le nouveau navire ravitailleur l'*Astrolabe*, propriété des TAAF et armé par la Marine Nationale et sous autorité d'emploi de l'Institut polaire durant 120 jours par an. Si l'année 2017/2018 avait validé le comportement du navire, la saison 2018/2019 a confirmé le bon fonctionnement et l'utilité de ce bâtiment. Grâce à une météo favorable, l'*Astrolabe* a permis de ravitailler au plus près les équipes scientifiques, sans déploiement de l'hélicoptère ni avoir recours au transfert sur glace. Le bilan de consommation de ce bâtiment, pour l'instant plus élevé que prévu, reste à analyser afin d'optimiser son fonctionnement dans la logique de durabilité qui caractérise les missions de l'Institut polaire français !

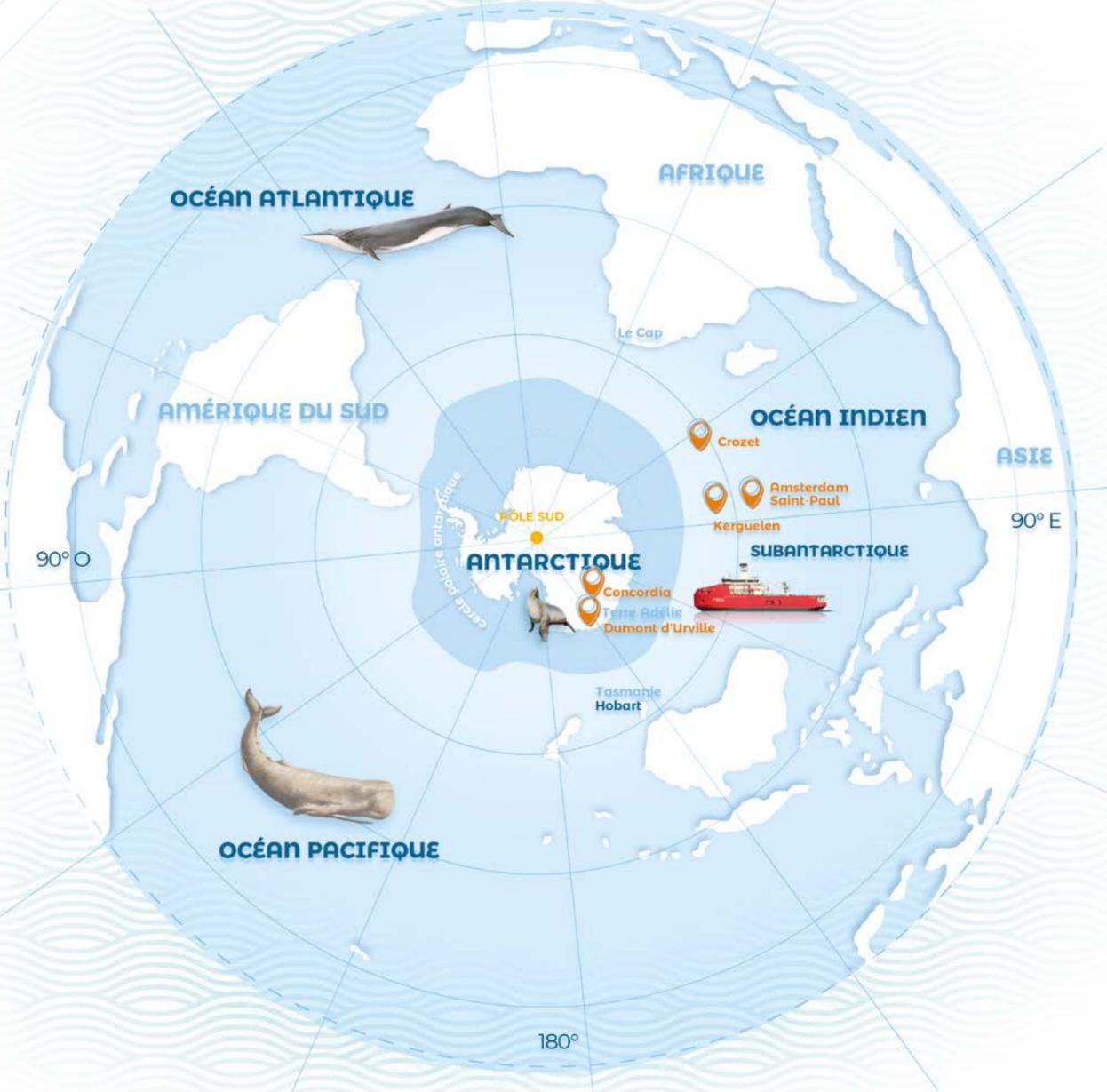
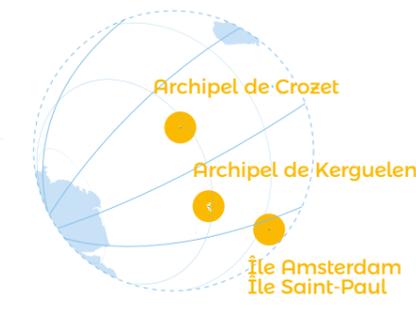
En 2018 pour l'Arctique et lors des campagnes d'été 2018-2019 pour les régions polaires, 75 projets ont été soutenus par l'Institut polaire français, dont 24 en Arctique, 33 en terre Adélie et dans les îles subantarctiques et 18 à Concordia.



Antarctique

Subantarctique

Arctique



Antarctique Subantarctique



Europe
Antarctique



Arctique



10

Une année sur le terrain

Logistique Arctique
p.12

Logistique Antarctique
p.16

Logistique Subantarctique
p.26

Histoire de raids
p.30

SOMMAIRE



80

Partenaires

Les Terres australes et antarctiques françaises
p.82

La Marine nationale
p.84



30

La science

Le projet Beyond Epica
p.44

Les pathogènes en milieu polaire
p.54

66

Informations générales

L'Institut polaire français
p.68

Chiffres
p.74

Communication
p.76



86

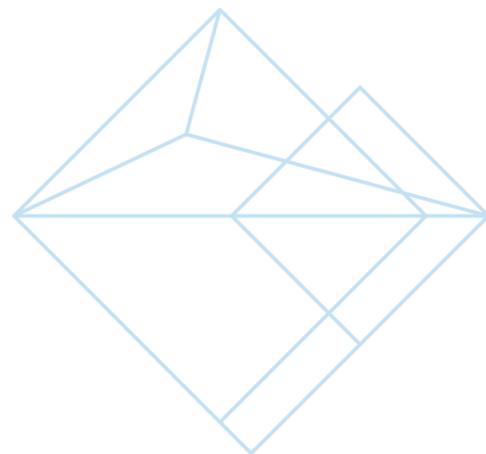
Projets scientifiques

Responsables de projets
p.87

Les projets scientifiques
p.88



une année sur le terrain





Station **AWIPEV** ny-Ålesund

Cette année, 10 projets scientifiques français en biologie marine, ornithologie, glaciologie et physico-chimie de l'atmosphère ont été déployés.

Les gros travaux **de logistique**

Réinstallation de la grue hydraulique du timonier du *Jean Floc'h* après révision à Brest afin de permettre les opérations océanographiques côtières avec ce navire.



Installation d'une table hydraulique dans l'atelier « scooter » et entretien mécanique des motoneiges.

Réinstallation des moteurs hors-bord des embarcations Funyak : Après révision à Brest du moteur 100CV de l'embarcation Funyak 5.4 m, le tableau arrière du navire a aussi été changé. Le moteur 40CV de l'embarcation de 4.5 m a été remplacé par un neuf car l'état de son circuit interne d'essence ne permettait pas une réparation.



Installation d'un système de suivi de position sur les embarcations *Jean Floc'h* et *Luciole* : afin d'améliorer la sécurité des personnes embarquant sur ces bateaux, un système de suivi de position par AIS a été installé. Le Système d'identification automatique est un système d'échanges automatisés de messages entre navires par radio VHF qui permet aux navires et aux systèmes de surveillance de trafic de connaître l'identité, le statut, la position et la route des navires se situant dans la zone de navigation.



L'AIS sur *Jean Floc'h*

Station Corbel

Entretien du système de production d'énergie et remplacement du parc de batterie

En 2018, la station a été ouverte de début avril à fin octobre. En dehors de cette période, elle est difficilement accessible et fonctionne en mode « hivernage ». Au préalable, les circuits d'eau sont vidangés, les aérations condamnées pour éviter les entrées de neige et les volets mis en place. En 2016 et 2017, les batteries du système de production d'énergie sont arrivées en fin de vie et ont fini par geler. Tout le parc a été remplacé en 2018 et l'isolation de la salle de stockage des batteries a été améliorée pour limiter la baisse de température. La capacité en ampère heure (Ah) totale du parc a également été augmentée afin d'améliorer la production globale d'énergie. Le parc est maintenant constitué de 2 blocs de 24 éléments de 2 volts chacun de 1695 Ah et de 90 kg, soit 4320 kg de batteries plomb gel transportés par motoneiges.



Remplacement du parc batterie



Les chambres du bâtiment C ne possédaient pas d'ouverture au sud donc n'étaient jamais réchauffées par le soleil. Des fenêtres très isolées d'environ 1 m² ont été installées pour obtenir un chauffage solaire d'environ 1000W par chambre les jours d'ensoleillement.

L'éolienne AWP 1.6 kW installée en 2007 a cessé de fonctionner pendant l'hiver 2017 et a été remplacée par une plus puissante. Le mât existant a été gardé pour limiter les moyens logistiques à mettre en œuvre et une éolienne (ANTARIS 2.5) a été installée atteignant une puissance nominale de 2500 W.

La nouvelle éolienne en place



Les nouveaux projets scientifiques en Arctique pour 2019-2020

Imob-Ed

Étude des conditions d'accès et de réussite universitaire des étudiants(es) groenlandais(es) en situation de migration hors de l'Arctique.

Alpaca

Étude des processus de formation et de distribution des aérosols provenant de sources locales de pollution dans l'Arctique en hiver et au début du printemps.

Extremevent

Étude de l'évolution de la morphologie de la côte de la péninsule de Reykjanes (sud-ouest de l'Islande) à travers le suivi de dépôts de sommets de falaises dans des zones d'accumulation ciblées, afin de vérifier l'hypothèse selon laquelle le changement climatique augmenterait la fréquence et/ou l'intensité des tempêtes dans les moyennes et hautes latitudes.

PalethnoAK

Fouille d'un site de campement datant d'environ 9600 ans, qui abrite également des traces d'occupation datant de 11 150 ans afin de documenter les activités humaines du Pléistocène/Holocène dans la vallée de la Nenana (Alaska).

HyperGesse

Observation, 22 ans plus tard, du même site d'étude dans l'Arctique canadien pour évaluer l'ampleur et le rôle joué par la forte augmentation de l'abrutissement par les oies et le climat sur le milieu et sa faune.

Icewaveguide

Mise en pratique de nouvelles méthodes de mesure de l'épaisseur, de l'endommagement et de l'élasticité de la banquise arctique, basées sur la propagation d'ondes sismiques à travers la glace.

MPC 2

Collecte et analyse de données sur les nuages bas en phase mixte afin d'étudier l'impact de leurs propriétés microphysiques sur le bilan radiatif à la surface et ainsi mieux comprendre le cycle de vie de ces nuages.

PIM

Implication des plateformes IAOS dans la campagne internationale MOSAIC qui vise à observer les processus atmosphériques et océaniques qui affectent la glace de mer de sa première année de formation jusqu'à son déclin.



Dumont d'Urville

Chaque saison présente ses particularités. La campagne 2017-2018 était marquée par le changement de navire et l'introduction de la Marine Nationale dans l'armement. Les conditions d'exploitation du navire pour les transferts entre Hobart et la station de Dumont d'Urville ont été sensiblement modifiées. Des travaux consécutifs au neufrage du nouvel *L'Astrolabe* ont été nécessaires pour garantir le déroulement de cette saison 2018-2019. Enfin, la préparation de la saison s'est déroulée dans un contexte de changement important au sein de l'Institut polaire avec l'arrivée d'une nouvelle équipe de direction qui a pris ses fonctions le 1^{er} mars 2018.

Les objectifs de cette saison 2018-2019 étaient multiples

- Compléter la reconstitution des stocks de gasoil et anticiper les besoins d'un raid scientifique prévu au départ de Concordia en direction du pôle sud, pour la saison 2019-2020
- Compléter le stock de kérosène et anticiper l'approvisionnement pour les vols scientifiques du projet ICECAP dans le cadre d'un accord avec l'Institut de géosciences de l'environnement (IGE) (projet de l'Agence nationale pour la recherche (ANR))
- Ravitailler les bases en vivres à température contrainte (+4°C et congelées à -20°C) ainsi qu'en vivres sèches, en prévision des hivernages et livrer le nombre nécessaire de repas préparés pour les raids scientifiques et logistiques de la campagne suivante
- Comblent le retard de transfert de matériel restant à Hobart depuis quelques années en raison des problèmes d'accès à la station Dumont d'Urville liés à l'absence de débâcle
- Transporter deux véhicules vers Dumont d'Urville, un véhicule dédié aux transferts sur la glace de mer et un second de type dameuse avec fraise large acquis par les italiens et devant être transféré vers Concordia en début de saison 2019-2020
- Réaliser trois raids de ravitaillement pour anticiper les approvisionnements en vue du raid scientifique East Antarctic International Ice Sheet Traverse (EAIIST) et aussi le transfert de matériel pour des travaux en retard (magasin général entre autres)
- Réaliser un chantier prioritaire pour la station Dumont d'Urville qui consiste à étancher le toit de la centrale de production d'énergie et d'eau douce en souffrance depuis de nombreuses années. Une nouvelle charpente livrée en début de saison et un bardage isolant sont à monter sur la structure actuelle du bâtiment
- Assurer la logistique des activités scientifiques à la côte. La rotation R2 du mois de janvier devait permettre de réaliser des travaux à Port-Martin (géologie et ornithologie) ainsi qu'un passage à Cap Denison pour rechercher du matériel laissé depuis plusieurs années, GPS et marégraphe. A cette occasion une mission d'expertise patrimoniale à Mawson's Hutt au profit de l'Australian Antarctic Division (AAD) a été réalisée ainsi que le démontage d'une station automatique AWS
- Des médias et des chargés de communication sont venus filmer et réaliser des reportages sonores à Dumont d'Urville et Robert Guillard sur le site de Cap Prud'Homme
- La visite de Mme Decorps nouvelle préfète des TAAF, avec le directeur de l'Institut polaire français Jérôme Chappellaz, était programmée sur la rotation R3





D'un point de vue des ressources humaines sur site, en plus des personnels contractuels pour la plupart habitués des campagnes d'été, cette saison est aussi marquée par l'arrivée de Gaëlle Sellin en tant que permanent de l'Institut polaire en assistance à la logistique et en référent pour la coordination scientifique sur les stations Dumont d'Urville et Robert Guillard. Patrice Bretel est intervenu comme chef des opérations pour cette saison. La coordination scientifique a été assurée à Concordia par Doris Thuillier. Anthony Vendé a coordonné les activités de raid et de mécanique sur site. Jean-Gabriel Coll a été en charge des systèmes d'alarme, de la distribution et du réseau électrique. Une expertise approfondie des aménagements des bâtiments a été réalisée sur site par Nathalie Auffret. Les relais techniques et administratifs ont été assurés par le personnel restant au siège de l'Institut polaire. Une grande partie du personnel contractuel récurrent a assuré leurs fonctions de campagnards d'été et quelques nouveaux ont été recrutés cette année (notamment bardeur et bosco).

Les rotations de l'Astrolabe



Les conditions de glace de la saison ont été exceptionnelles avec un pack peu développé et peu dense au droit de la station de Dumont d'Urville se réduisant tout au long de la saison. Les durées de transit maritime ont été très courtes. Le bateau a pu accoster au Lion dès le premier voyage. La débâcle globale localisée au droit de Dumont d'Urville s'est étendue à tous les secteurs adjacents rendant la navigation assez facile, bien que nécessitant de contourner des zones pourtant en eaux libres mais non hydrographiées.

Lors de la rotation R2, l'accès à Port-Martin a été facilité par cette débâcle ainsi que l'accès à Cape Denison. Pourtant, l'accès au Lion pour le nouveau navire L'Astrolabe reste un exercice délicat. L'ajout d'amers pour matérialiser des alignements est une aide efficace mais l'opération reste à risques car la zone d'évitement est réduite ce qui devient critique en cas de vents supérieurs à 20 nœuds. Ainsi, la fenêtre météorologique disponible d'accès au quai du Lion durant la dernière rotation n'a pas permis au bateau d'accoster. Une anticipation détaillée de ce scénario aura cependant permis d'effectuer l'ensemble des transferts par hélicoptère de manière très efficace sur une journée.

Les avions



Basler Chinare, du programme national chinois, équipé pour le projet ICECAP

Les activités aériennes ont débuté tôt en saison avec l'arrivée de 18 passagers dont 3 scientifiques dès le 29 octobre 2018, arrivée précoce nécessaire afin de pouvoir préparer le départ du premier raid sans devoir attendre la première rotation du bateau. En effet, la contrainte du nouveau calendrier avec 120 jours consécutifs de disponibilité, au lieu d'une période de 140 jours, rend difficile la réalisation de trois raids en saison sans faire venir du personnel tôt en avion. Par ailleurs, une bonne anticipation de la préparation mécanique des machines en fin de saison précédente est indispensable. Un transfert de fret et d'un passager vers Concordia a été réalisé le 20 novembre 2018. Ensuite, dans le cadre du projet ICECAP, une série de vols scientifiques à partir de Robert Guillard profitant de la piste de D10 a été réalisée entre le 22 novembre 2018 et le 6 décembre 2018.

Pour les transferts de passagers et de matériel scientifiques 6 vols de Twin Otter ont été réalisés entre Concordia, Mario Zuchelli et Robert Guillard, sur la période du 14 décembre 2018 au 11 janvier 2019.

En fin de saison, 2 vols de Basler ont été réalisés pour transférer du personnel de retour de Concordia et du matériel scientifique. Le vol retour vers Concordia a permis de transporter les dernières vivres fraîches avant le début d'hivernage.

ROTATIONS	HOBART		DUMONT D'URVILLE	
	Arrivée	Départ	Arrivée	Départ
R0	31/10/2018	06/11/2018	13/11/2018	19/11/2018
R1	26/11/2018	03/12/2018	09/12/2018	16/12/2018
R2	21/12/2018	27/12/2018	31/12/2018	11/01/2019
R3	16/01/2019	21/01/2019	27/01/2019	03/02/2019
R4	08/02/2019	12/02/2019	18/02/2019	21/02/2019

09/11/2018 : Passage à Macquarie
27/02 - 01/03 : Arrivée - Restitution Hobart

Le contrat de mise à disposition du bateau d'une durée de 120 jours pour l'ensemble des rotations a été quasiment respecté (121 jours).

Durant la saison, deux hélicoptères ont été chargés sur la première rotation mais grâce aux conditions de glace favorables, une machine a pu être renvoyée dès le premier retour à Hobart avec un mécanicien. Deux pilotes sont restés sur station jusqu'à R3. Le potentiel de vols renforcé par la présence des deux pilotes pour un seul hélicoptère en milieu de saison aura permis de réaliser efficacement des transferts de gasoil de la station Dumont d'Urville vers le continent, la débâcle complète ayant empêché les transferts traditionnels sur glace de mer en début de saison.

Les travaux et activités **sur station**

La saison 2018-2019 a été marquée par la visite lors de la rotation R3 de Mme la Préfète des TAAF Evelyne Decorps et de Jérôme Chappellaz. La visite fut dense à Dumont d'Urville et Robert Guillard et a fourni l'opportunité à Mme la Préfète de visiter Port Martin. Plusieurs thèmes majeurs ont été évoqués à l'issue de cette rencontre sur site dont :

- La problématique de l'hôpital
- Les énergies renouvelables
- La piste du Lion
- Le dossier du garage de Robert Guillard
- Le traitement des eaux
- Le patrimoine avec le site de Port- Martin et la Cabane Marret

Globalement, la saison à la côte a répondu aux objectifs en grande partie grâce aux conditions de glace exceptionnelles qui ont largement facilité les opérations logistiques en exploitant, grâce à une préparation efficace, tout le potentiel du nouveau L'*Astrolabe*.

La météorologie favorable aura aussi permis la réalisation du chantier phare de la saison constitué par la réfection du toit de la centrale de production d'énergie de Dumont d'Urville. La première étape résida dans la préparation des éléments de sécurité périphériques, le décapage et le renfort de nombreuses structures de charpente anciennes extérieures et un travail d'étanchéité, afin de garantir une mise hors eau si le chantier envisagé ne pouvait être achevé. L'équipe de trois bardeurs, un soudeur et le soutien de polyvalents et du personnel de la centrale électrique ont permis une avancée efficace et la fin de chantier a eu lieu en toute fin de saison avec les dernières vérifications d'étanchéité.

Un second chantier encore lié à des problèmes d'étanchéité et de condensation a concerné le bâtiment 75 (stockage, salle de sport et traitement des déchets). La saison estivale prochaine permettra de juger de l'efficacité de l'intervention et la reproduire aux autres bâtiments potentiellement concernés.

Des travaux extérieurs de chaudronnerie ont essentiellement concerné les installations de transfert gasoil. Divers travaux de moindre ampleur mais consommateurs de temps ont été effectués tout au long de la saison, supports de canalisation, réfection de caillebotis, réparation de matériel de chantier, maintenance de containers, poteaux de balisage, mise en place d'amers Enfin un dernier chantier bâtiment en attente depuis plusieurs années a progressé cette année avec le coulage d'une nouvelle section de dalle béton sur le sol du « hangar avion ».

Enfin, deux véhicules ont été livrés, une dameuse adaptée aux transferts sur glace de mer et une dameuse avec cabine destinée à Concordia. Une seconde dameuse destinée à la glace de mer et restée sur site en hiver fut renvoyée à Hobart pour des modifications notamment un ajout de réservoirs supplémentaires.



Transfert de véhicule à l'aide de pontons poussés par le chaland (Sea Truck)



L'aire de stockage de matériel d'Hobart a atteint son niveau minimum de remplissage depuis des années.

1428 m³ de Specific Antarctic Blended (SAB), le gasoil antarctique ont été livrés saturant ainsi les capacités de stockage, 600 tonnes de cargo livrés, 100 tonnes de cargo en retour, dont une machine de raid en réfection et 100 tonnes de déchets de retour vers la France. La préparation et le déroulé de la saison auront permis d'exploiter l'ensemble de ces conditions favorables et surtout le potentiel logistique du nouveau L'*Astrolabe*. Par ailleurs, cette saison aura permis d'ajuster et de roder avec succès les méthodes de travail entre l'Institut et la Marine Nationale.



Travaux sur la station annexe franco-italienne Robert Guillard à Cap Prudhomme

Les raids de Robert Guillard Dumont d'Urville à Concordia

Trois raids logistiques ont été réalisés entre Robert Guillard et Concordia.

Un total de 360 m³ SAB furent livrés à Concordia et 220 tonnes de fret

Il faut souligner l'ajout dans le convoi cette année d'un nouveau container -20°C permettant le retour dans des conditions de stockage améliorées des carottes de glace. Cette nouvelle unité sera très utile pour les projets futurs notamment dans le cadre du projet Beyond EPICA, le forage à 50 km de Concordia sur le site de Little Dome C.



Visite de la Marine sur site au départ du premier raid (log 64/1)

Le raid scientifique récurrent SAMBA s'est déroulé entre le 20 et le 27 décembre 2018. La configuration cette année fut un peu différente avec la mobilisation de moyens plus importants pour pouvoir accueillir deux personnes supplémentaires. Ainsi, au total 5 personnes ont été mobilisées utilisant le module de caravane et une cuve supplémentaire. Le raid s'est déroulé sans encombre.

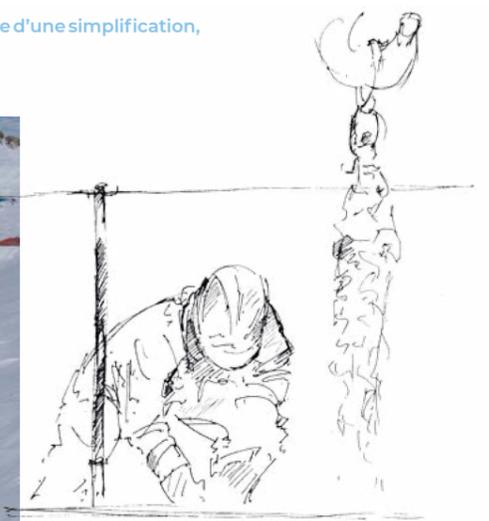
En début de saison, un prestataire australien, partenaire de longue date de l'Institut, est venu sur site pour réaliser un audit à la fois sur le travail sur station mais aussi sur le raid logistique. Ce point de vue extérieur avec une culture anglo-saxonne et une pratique différente, insistant notamment sur de nombreuses procédures est précieux pour prendre du recul sur les habitudes et pratiques courantes du personnel de l'Institut, permanent et contractuel. Suite à la production de son rapport plusieurs points d'améliorations seront travaillés notamment pour améliorer les conditions de travail et de sécurité.

En parallèle des activités logistiques récurrentes, préparation des convois et des machines, gestion des trafics d'avions et gestion des transferts entre Robert Guillard et Dumont d'Urville, plusieurs travaux ont été réalisés sur la station annexe :

- La conduite de gasoil permettant des transferts du point d'arrivée en pied de pente jusqu'aux citernes de stockage sur la base est achevée. Elle permettra de réduire les transports par cuves parfois difficiles en raison de la forte pente
- Le groupe électrogène du module énergie de la caravane science a été changé.
- Montage d'un traineau pour le container 20 pieds -20°C, avec un nouveau groupe froid
- Changement de la porte du garage
- Réalisation d'un chemin de caillebotis entre la station et le magasin général
- Travaux de rangement dans le magasin de stockage en container et préparation en vue d'une réfection du rayonnage qui sera approvisionné la saison prochaine
- Travaux électriques divers et sécurisation de l'installation
- Changement du système de navigation sur les tracteurs de raid en vue d'une simplification, fiabilisation et homogénéisation de la flotte.



Achèvement de la pose et des raccordements sur la conduite de gasoil



Raids

DÉPART Robert Guillard

LOG. 64/1 17/11/2018

LOG. 65/2 19/12/2018

LOG. 66/3 16/01/2019

ARRIVÉE Concordia

LOG. 64/1 29/11/2018

LOG. 65/2 28/12/2018

LOG. 66/3 25/01/2019

DÉPART Concordia

LOG. 64/1 02/12/2018

LOG. 65/2 31/12/2018

LOG. 66/3 28/01/2019

ARRIVÉE Robert Guillard

LOG. 64/1 10/12/2018

LOG. 65/2 07/01/2019

LOG. 66/3 04/02/2019

Raid scientifique

Station franco-italienne **Concordia**

La campagne d'été à Concordia s'est déroulée entre le 7 novembre 2018 et le 12 février 2019. L'effectif moyen a été de 60 personnes avec une occupation supérieure à 65 pendant plus de 2 mois et des périodes à 90. L'exploitation du site a été rendue difficile par ce trop fort taux d'occupation.

La station a été alimentée par 3 raids logistiques qui ont permis un remplissage de l'ensemble des réserves de carburant du site (fuel livré = 360 m³) et l'acheminement de presque la totalité du matériel en attente à Dumont d'Urville et Hobart ces 2 dernières années. L'activité aérienne a été soutenue avec 38 vols consommant au total 31 m³ de kérosène.

Les travaux de maintenance les plus importants ont été effectués comme le nettoyage des cuves de stockage d'eau, la désinfection du réseau d'eau recyclée, le nettoyage des systèmes de cogénération sur les groupes électrogènes, le contrôle de tous les câbles électriques extérieurs, la maintenance sur les portes et les fenêtres de l'ensemble des bâtiments du site... Le déneigement du site, plus important chaque année, nécessite une personne et un véhicule pendant toute la saison.

De nombreux travaux neufs ont aussi été réalisés comme la mise en service d'un système de résines échangeuses d'ion sur la production d'eau recyclée, le remplacement à la centrale électrique du dernier moteur Caterpillar 3306 par un moteur Caterpillar 3406, la mise en service d'un humidificateur sur le réseau de ventilation...

La rénovation du sous-bassement du bâtiment calme a pu être menée à terme. Celle du bâtiment bruyant est reportée à la prochaine campagne d'été.

Les formations pour les hivernants à leur poste de travail et aux groupes d'intervention sécurité ont été menées à leur terme en parallèle d'une charge de travail importante.

Soutien à la science

Les plus fortes mobilisations de l'équipe technique dans le support aux activités scientifiques et nécessitant de nombreux moyens humains et matériels ont été pour les projets suivants :

- SUPERDARN avec comme objectifs la mise en service de la 2^e zone de radar à la fin de la campagne d'été impliquant la finition et mise sur pilotis du shelter, la mise en place de nombreux câbles aériens et sous terrain...
- La construction du futur shelter SISMO
- L'assistance à l'équipe BEOI Subglacior lors des phases de mise en place et retrait du tubage

L'équipe a été beaucoup sollicitée par la mise en place de nombreux programmes italiens et français de moins grandes envergures mais ayant besoin d'assistance diverse notamment dans l'adaptation aux conditions climatiques du site avec la confection de caisses isolées, des déploiements dans des lieux spécifiques ... Le projet technologique de cave souterraine a été mené avec succès. L'enjeu consiste à créer une cavité souterraine stable au moyen d'un ballon gonflé et recouvert de neige. Le projet d'évaluation est toujours en cours et la visite de la cave après l'hivernage donnera de précieuses indications pour sa poursuite.



Positionnement du shelter SUPERDARN sur pilotis

Nouveau shelter SISMO sur pilotis



Les îles subantarctiques

La campagne d'été dans les îles subantarctiques a démarré le 3 novembre 2018 et s'est achevée le 3 avril 2019.

Durant l'OP3, une délégation de l'Unesco, accompagnée de Cédric Marteau, directeur de la réserve naturelle des Taaf, était présente pour évaluer la candidature de

la réserve naturelle nationale des Terres australes françaises au patrimoine mondial de l'Unesco. Jérôme Chappellaz participait également à cette rotation pour la première fois en tant que directeur de l'Institut.

Le calendrier de la campagne a été marqué par un passage, lors de l'OP1, aux îles éparses, qui a réduit le temps d'escale du Marion Dufresne à Crozet et à Kerguelen et donc le déploiement de chantiers sur les sites isolés.

Les 22 projets scientifiques sélectionnés par le CPST ont été réalisés en partie grâce à un fort support de *la Curieuse*, très bien préparée par les équipes du chantier naval de l'océan Indien.

Les équipes de l'Institut ont assuré le ravitaillement des refuges et les chantiers nécessaires. Parmi leurs tâches quotidiennes, ils ont plus particulièrement participé aux projets scientifiques, planifié les missions, diffusé les informations sur les refuges, géré les relations partenaires et formé les hivernants.

Les projets scientifiques requièrent des périodes de séjour de plus en plus longues dans les refuges ce qui implique d'améliorer l'autonomie énergétique, la récupération d'eau, le confort et des ravitaillements plus conséquents.

En 2018, les approvisionnements hélicoptérés ont été réalisés pendant les rotations de novembre et décembre du *Marion Dufresne*.

L'équipe logistique de l'Institut polaire a effectué des ravitaillements en vivres, en énergie et matériel scientifique sur 23 refuges : 17 à Kerguelen, 4 à Crozet et 2 à Amsterdam :

CROZET : La Pérouse, Baie américaine, Pointe basse, Les Moines.

KERGUELEN : Pointe Suzanne, Ratmanoff, Pointe Morne, Val Studer, Baie Charrier, Cap Noir, Cap Cotter, Cataractes, Sourcils noirs, Phonolite, Bossière, Port Elisabeth, La Mouche, Les Deux Frères, Gazelle, Port Couvreur.

AMSTERDAM : Entrecasteaux et Del Cano.

Pour les besoins du projet Cycleleph, le refuge Estacade qui était un site conventionné Taaf a été pris en charge par l'Institut. Entièrement rénové, ce refuge peut désormais abriter 4 personnes sur de longues périodes.



Ravitaillement des refuges et chantiers sur les sites isolés

CROZET

Refuge Baie Américaine :

Réparation des structures du local énergie suite à une détérioration des fermetures pendant l'hiver et changement des huisseries extérieures du refuge.

Refuge Lapérouse :

Réparation sur les volets du refuge, dégradés suite aux tempêtes hivernales.

AMSTERDAM

Refuge d'Entrecasteaux :

Entretien et réparations sur le réseau photovoltaïque.

Sur l'île St Paul,

classée en réserve intégrale, des équipements scientifiques sont présents depuis de nombreuses années pour les projets de suivi du niveau des océans (Nivmer) et des activités sismiques locales. Pour permettre le fonctionnement autonome et la pérennisation de ces mesures à long terme, la mise en œuvre du système photovoltaïque a été finalisée en 2018. Cette dernière étape consistait à connecter l'ensemble des équipements au réseau énergie qui fonctionnait déjà en test depuis une année.



KERGUELEN

Refuge de Gazelle :

Durant l'hiver 2018, le site de Gazelle a subi de lourdes dégradations sur le bardage et le terrassement environnant qui ont été réparés.

Refuge de Val Studer :

Site de recherche historique, depuis les années 1980, sur Kerguelen dans le domaine du suivi des espèces halieutiques, l'ensemble des structures du refuge nécessitait un lourd chantier de rénovation. Dans le cadre de la réduction de l'impact de la présence humaine sur le territoire de la Réserve naturelle des îles australes, 3 structures ont été détruites et évacuées sur les 6 présentes. Le site a été dépollué et les déchets métalliques ont été évacués. Sur les structures récentes, de gros travaux ont notamment permis de remettre en état le système d'énergie photovoltaïque et de réaliser une terrasse en bois entre les modules stockage/cuisine et vie.

Refuge de Pointe Suzanne Haut :

Dans les années 60-70, des bâtiments ont été installés sur la presqu'île de Pointe Suzanne pour le lancement de fusées scientifiques russes. Sur l'ensemble des installations d'origine le seul bâtiment qui a été conservé et qui servait de refuge pour les missions scientifiques, a été entièrement rénové avec un chantier très important.

Refuge de Australia Nord et Cochon :

Les chantiers sur ces refuges ont permis d'améliorer nettement les conditions d'accueil avec des espaces de vie agrandis, confortables pour 3 personnes, la fabrication d'un nouvel espace cuisine/table ou encore l'amélioration de l'étanchéité globale.

Activités

sur la base de
Port aux Français

du bateau *La Curieuse*

Le soutien logistique aux projets scientifiques pendant la campagne d'été reste l'activité principale des équipes de l'Institut : mise à disposition de matériel, informations sur le fonctionnement des refuges, accompagnement aux projets, vacation radio pour courriel vers les laboratoires et localisation de balises, gestion des relations avec les partenaires (Marine nationale, Taaf, Réserve naturelle...), organisation des rotations logistiques du *Marion Dufresne* (gestion du retour des déchets et du matériel des refuges). Des chantiers spécifiques sont également menés pour l'entretien des structures logistiques et scientifiques de la station.

Depuis plusieurs années, le navire de 25 m *La Curieuse* permet non seulement la mise en œuvre de projets scientifiques mais également un déploiement des activités sur l'ensemble du district de Kerguelen et notamment le ravitaillement et l'entretien plus rapide des sites isolés côtiers.

Cette année, *La Curieuse* était présente sur la première période de l'année, du 1^{er} janvier jusqu'au 15 février, puis du 23 novembre jusqu'au 31 décembre 2018 avec pour principales missions :



- Mise en place d'une mission autonome de 18 jours sur le site de St Paul dans le cadre d'un suivi de la recolonisation des espaces par la faune suite à la dératation de l'île à la fin des années 90.
- Mise en œuvre de sondeurs acoustiques dans le cadre d'un partenariat scientifique international sur le suivi du front de colonisation de la truite à Kerguelen.
- Suivi du milieu marin avec le projet Proteker autour de Kerguelen et dans le Golfe du Morbihan.
- Déploiement d'une mission de géologie sur la zone de Rallier du Baty autour du site des Deux Frères.

Les nouveaux projets scientifiques dans les Îles subantarctiques pour 2019-2020

EnviKer

Mise en place d'un outil de caractérisation des changements environnementaux enregistrés dans les îles subantarctiques, basé sur l'observation des amibes à thèques.

Palas 2

Étude des fluctuations climatiques à partir de l'analyse de marqueurs sédimentologiques et géochimiques prélevés dans des lacs du sud et du nord de Kerguelen.

Adelise

Installation d'instruments de mesure sur l'île d'Amsterdam pour étudier, en comparaison avec les résultats obtenus à Dumont d'Urville, la modification des isotopes de l'eau le long de son parcours depuis les régions d'évaporation, dans l'océan indien, jusqu'aux précipitations en Antarctique.

Une courte histoire de raids



Patrice Godon

Responsable de l'activité antarctique jusqu'à 2017 à l'Institut polaire français et arrivé aux EPF en 1979

Le terme raid est utilisé pour qualifier les expéditions sur les calottes polaires. Appliqués au projet de la station scientifique Concordia, ils sont le dernier maillon d'une chaîne de transport vers le Dôme C, le site d'installation de Concordia.

Le premier de ces raids, qui était un raid d'exploration au départ de Dumont d'Urville, Cap Prudhomme, a eu lieu entre novembre et décembre 1993. Ce début de saison 2019 a vu le 67^e raid de transport se terminer avec succès. Les personnels ont toujours su contourner les difficultés survenant au jour le jour. L'organisation du travail entre le terrain et le siège a permis d'éviter la récurrence des problèmes et la progression de la méthode comme la progression technique sont toujours d'actualité. Le raid est aujourd'hui un nouveau champ d'activité construit de toutes pièces.



Données d'origine

Jusqu'au début des années 1990, aucun autre pays, excepté l'URSS qui alimentait Vostok par convoi, n'organisait de convois de transport sur le continent antarctique. L'autre station continentale, la station américaine Pôle Sud, était alimentée par avion. Concordia allait être la troisième station à l'intérieur du continent : les intentions premières étaient de travailler avec une solution de transport de surface, sans pour autant suivre l'exemple soviétique qui utilisait des engins hors d'âge.

L'Institut polaire ne démarrait pas d'une page blanche, car les Expéditions polaires françaises avaient en leur temps acquis une réputation d'excellence dans l'organisation de raids à but scientifique. Le programme de Concordia impliquait de fait un changement de méthodes et d'échelle :

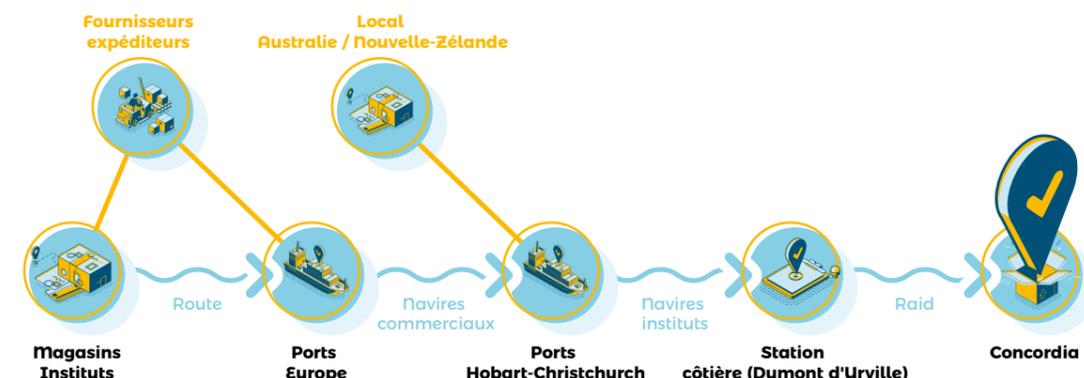
Le projet de station et le projet associé de forage profond EPICA impliquaient le transport initial d'environ 3600 tonnes d'équipements et de carburant.

Le fonctionnement de Concordia seul nécessite le transport annuel d'au moins 400 tonnes.

Rationalisation

Le projet d'un système de transport spécifique entre la station côtière Dumont d'Urville et Dôme C, site de construction de Concordia, impliquait d'être en continuité des chaînes logistiques existantes.

Il fallait devenir le transporteur de l'Antarctique et de manière professionnelle, livrer au-delà de la calotte glaciaire à l'heure, en bon état, au meilleur coût. Atteindre cet objectif a demandé de réétudier en profondeur tous les aspects et toutes les phases du transport.



Première décision

choisir le mode de transport :



Transporter sur la plateforme d'un camion ou bien tracter des remorques

C'est la solution « tracter des charges » qui l'a emportée. Les camions porteurs ayant une taille finie, cette solution a semblé d'emblée plus économique : mutualiser, garder des éléments tractés manipulables, réduire le nombre de moteurs thermiques, augmenter la charge par conducteur etc ...

Définir les étapes de l'étude

Un convoi antarctique se prépare comme un navire :

Les premières étapes ont été l'étude et la conception du matériel puis la mise au point des méthodes. Les deux étant interdépendants.

En Antarctique, les expéditions se déplacent en isolement total pendant des semaines, le raid est seul. Il faut créer sa propre route, penser à sa subsistance ...



- Il faut prévoir l'hébergement du personnel, emporter le carburant, la nourriture et les pièces de rechange, disposer de personnel capable de régler les problèmes techniques et de conduire le convoi, naviguer, retrouver sa route pendant le mauvais temps.
- Le sol est constitué d'un matériau, le névé, n'ayant pas des caractéristiques mécaniques bien définies, il faut prévenir et corriger les déformations, préparer les passages.
- Le personnel doit pouvoir se reposer dans le confort et disposer de bonnes conditions d'hygiène.
- La nourriture doit être adaptée et appétissante.

Le matériel doit être fiable, efficace, sans maintenance lourde :

- Les tracteurs doivent être adaptés au terrain, consommer le moins possible par rapport à l'effort de remorquage fourni, être confortables.
- Les charges doivent être aisées à tracter de façon à utiliser au mieux l'effort de traction. Elles ne doivent déformer le terrain qu'au minimum de façon à limiter les besoins de nivelage de la route suivie.

Premiers voyages

Parti d'un schéma classique associant tracteurs, charges et machines de nivelage, plusieurs matériels à tester avaient été achetés dès 1991 :

- Un tracteur agricole sur chenilles Caterpillar Challenger : ce premier engin de traction était en soi une innovation et présentait des qualités intéressantes par rapport aux boteurs (bulldozers) de la même marque déjà utilisés en traction en convoi scientifique par d'autres opérateurs.
- Deux dameuses de montagne Kassbohrer.
- Des traîneaux des fabricants Otaco et Aalener pour les charges.
- Des traîneaux de conception Institut polaire français pour les charges et pour le carburant.
- Un jeu de caravanes conçues sur des plans de l'Institut et construites par le carrossier Lamberet comprenant une caravane vie destinée aux repas et au repos, et une caravane énergie abritant un générateur électrique, les sanitaires ainsi qu'un atelier et un ensemble de fonte de neige pour l'alimentation en eau de service.

Le premier test grandeur nature a eu lieu fin 1993. Parti avec tout le nouveau matériel, dont les deux dameuses et le tracteur, cette expédition a permis de connaître le terrain sur toute la distance séparant la côte du site et de tester tous les équipements acquis pour le projet. Ce premier convoi vers Concordia a été initiatique, il a été confronté à tous les problèmes : les différentes géométries de terrain et de dureté de surface, la nécessité d'une navigation précise, la fragilité des traîneaux de l'époque, la préparation des véhicules, le traitement de la trace, la complémentarité des dameuses et des tracteurs

Après deux nouveaux raids dédiés à l'exploration du site du Dôme C (recherche du sommet, relevé du socle rocheux, détermination du point du forage profond) et préparés sur le même modèle que le raid de 1993, le premier convoi de transport a eu lieu en janvier-février 1996. Il n'en reste pas de bons souvenirs car le site n'avait été atteint qu'après deux semaines en conduisant 18 hrs par jour en 2 équipes de 9 hrs : la cause à des pannes multiples sur les traîneaux et de difficultés dues au terrain. Le premier convoi de l'été 1996-1997 a connu les mêmes difficultés : le voyage aller a pris trois semaines à lui seul, l'avion a été appelé pour livrer des rechanges pour les dameuses, des axes ont cassé sur les traîneaux ... L'embellie est apparue au second convoi de cette saison avec la possibilité de conserver une route damée et la mise au point de méthodes de traction et de démarrage des attelages permettant de déplacer sans risque d'enlèvement des charges importantes.

Des deux raids de cette campagne, nous sommes enfin passés en 1997-1998 aux trois prévus dans le projet Concordia.

Dans l'ensemble, les gains successifs de fiabilité et d'efficacité (optimisation des matériels porteurs, amélioration de la progression dans le mauvais temps, nivelage etc ...) ont été obtenus par les allers-retours continuels entre les phases d'expérimentation terrain et les phases de réflexion, d'organisation et d'étude. La quantité de pannes issues du matériel remorqué est maintenant des plus faibles, le mauvais temps ne perturbe plus la progression des convois qu'à la marge, la charge nette des attelages est en hausse. Les années aidant, les tracteurs à l'origine du projet ont été remplacés par la nouvelle génération, et si les bénéfices sont évidents, il reste à corriger les défauts propres à tous les nouveaux matériels.



Le matériel

Matériel composant les raids :

4.

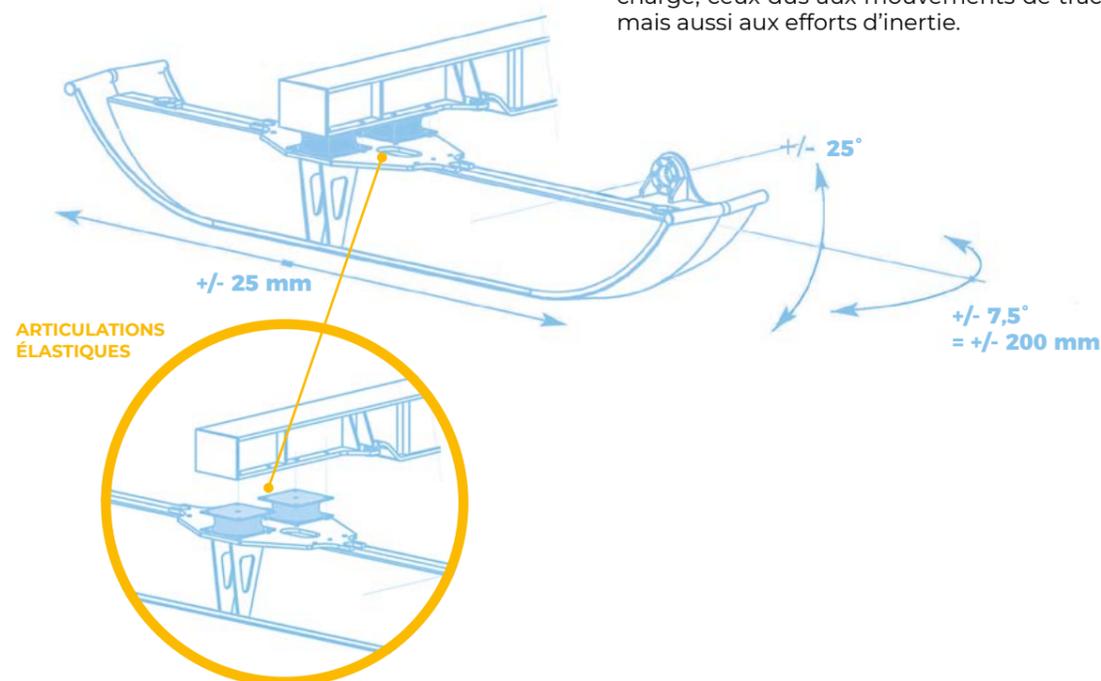
-  Tracteurs et machines de nivelage.
-  Traîneaux de fret.
-  Unités de transport spécialisées : chambre froide, unités chauffées, magasins.
-  Traîneaux carburant convois et site.
-  Caravanes des personnels : habitation et servitude.
-  Accessoires principaux : grues, treuils, projecteurs de mauvais temps.



Innovation technique majeure

Le développement de ce matériel a tout autant été le fruit de solutions calculées et issues de réflexions logiques que d'intuitions mais ce sont souvent ces dernières qui sont à l'origine d'une innovation importante. On constate une part d'aléatoire et de créativité dans la mise au point des équipements.

Une des innovations importantes a été de remplacer, sur les nouveaux traîneaux, des ensembles de liaisons mécaniques dont la maintenance était difficile, par des articulations élastiques ne nécessitant pas d'attentions particulières. Cette innovation est majeure car elle résout un point technique crucial de la conception des traîneaux. En effet, sur ces articulations se concentrent les efforts dus à la charge, ceux dus aux mouvements de traction mais aussi aux efforts d'inertie.



Organisation

Configuration des convois

5.

La qualité et les performances du matériel sont importantes mais la qualité de l'organisation l'est tout autant. La manière d'associer des éléments entre eux, de disposer des charges à l'intérieur d'un attelage et de disposer des attelages dans le convoi sont des savoir-faire issues de la pratique qui apportent de l'efficacité au système.

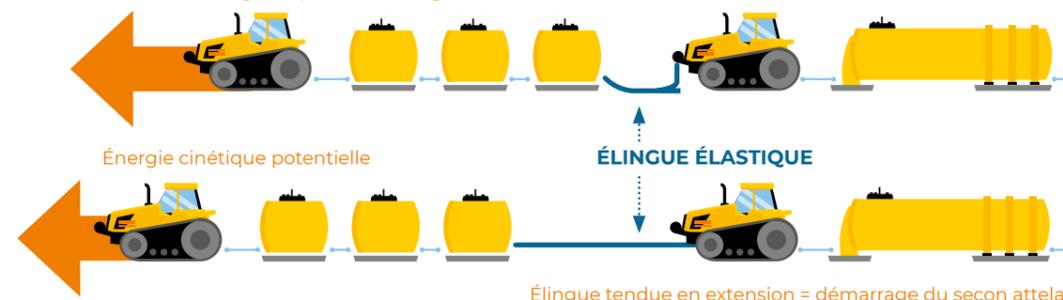
Le but est de tracter le plus possible en phase de croisière et d'utiliser toute la puissance disponible c'est-à-dire de remorquer à la limite du patinage du tracteur. Cet objectif économique n'est pas compatible avec le démarrage de l'attelage qui, dans tous les cas, demande un effort plus important que celui de la croisière. Il est possible de limiter la longueur du train au démarrage sans risque de rester coincé sur le site mais rouler à demi-charge n'est pas l'objectif. Ainsi, même si les skis ne collent pas et ont des formes adéquates, il faudra disposer de méthodes et de systèmes complémentaires pour vaincre l'inertie du train et simplifier les départs.

Les systèmes imaginés par le groupe du projet Concordia sont de deux ordres :

-  La conduite en tandem.
-  La manille largable pour les cas difficiles.

DÉMARRAGE

Démarrage du premier attelage



-  En croisière : mutualisation / conduite en tandem.

Cette méthode de traction est conservée en croisière car l'élingue élastique permet également à l'ensemble de s'affranchir d'un effort de traction supplémentaire qui pourrait être demandé dans certaines situations de terrain, l'élingue élastique jouant alors le rôle de compensateur entre les deux attelages.

Comme le montre l'illustration suivante, un train composé d'un tracteur et de 4 charges de même nature déforme la surface avec une onde correspondant au pas des skis. Fatalement, il arrive le moment où tous sont en montée et le train se retrouve dans une situation analogue à la montée d'une pente équivalente et devra stopper par patinage du tracteur. La conduite deux à deux permet de s'affranchir de cette difficulté. De plus, un mélange de charges de longueurs différentes diminue ce risque en réduisant l'auto creusement.



Following this : it is better to mutualize the traction and to mix different sizes of loads to avoid the resonance for the waves of the snow striking the pitch of the skis

La mutualisation permet de tracter plus de charges que l'attelage solitaire. Dans le même ordre d'idées, il est intéressant de constater qu'un train à trois attelages fonctionne mieux qu'un train à deux. La limite de groupage des attelages étant fixée par le besoin de re-nivelage de la piste après le passage d'un certain nombre de charges.

Le démarrage avec manille largable consiste à atteler, avec cette manille, un tracteur supplémentaire devant un convoi n'ayant pas réussi à décoller grâce à l'aide cinétique inertielle de son partenaire. Le tracteur supplémentaire, attelé à l'aide d'une élingue non élastique, fournit l'effort de traction additionnel exceptionnel demandé au démarrage. Une fois le train lancé, la manille largable est ouverte et le tracteur additionnel est libéré sans stopper l'ensemble secouru.



Circulation du convoi

L'organisation du convoi en ligne dépend de la configuration du terrain rencontrée. La surface du névé est très dure dans la première partie de la route (ou zone côtière - 400km environ) entre Cap Prud'homme et Dôme C. Cette zone durcie est sculptée en **Sastrugi** par les vents de pente ou vent catabatique qui vient renforcer les passages de mauvais temps. Même à l'échelle locale, le vent catabatique existe dès qu'il y a un peu de pente. En regardant le sol, on constate des filets d'air, chargés de neige en suspension, toujours visibles même par très beau temps. Plus loin dans la direction du site de Dôme C, ce vent local s'amenuise au fur et à mesure que la pente diminue, pour devenir pratiquement nul.

Les zones de vent faible déterminent des zones de neige très légère où il est difficile d'obtenir un tassement correct de la surface. Les attelages d'un convoi qui ne circulerait qu'une fois ont intérêt à ne pas se suivre en ligne mais à circuler en parallèle car le manque de densité de la surface dû à l'absence de cohésion des particules de névé, rend très difficile la circulation dans une trace récente.

En revanche le névé, très meuble immédiatement après le passage d'un attelage, durcit après 2 à 3 jours. Il devient alors porteur et les tracteurs bénéficient de ce compactage du sol car leurs chenilles peuvent transmettre un meilleur effort de traction. S'il n'y a aucun bénéfice à circuler dans la même trace en convoi d'exploration (en terrain vierge), c'est donc le contraire qui se produit dès qu'il s'agit de circuler au même endroit. La neige de surface d'une trace utilisée plusieurs fois devient même plus dure que la neige de la zone côtière. Il y a un double bénéfice : les chenilles des tracteurs accrochent plus et les skis des charges sont moins freinés.

Sastrugi
 Irregularité topographique tranchante sur une surface de neige résultant de l'érosion causée par le vent

Organisation du travail

7.

Le travail du personnel du raid se répartit entre les phases de déplacement et les phases d'arrêt. En général, le raid circule 11 heures par jour, de 8h30 jusqu'à 13h30 pour le poste de conduite de la matinée et de 14h30 à 20h30 pour le poste de l'après-midi. La journée de conduite est volontairement déplacée vers la soirée afin de quitter la zone d'escale dans des conditions de température plus clémentes que celles du petit matin.

Généralement, c'est le médecin qui a la charge des repas, et celui de la mi-journée est simplifié. Le soir, le préposé à la préparation met à profit l'heure et demie de maintenance des matériels pour préparer un repas plus complet. Les repas se présentent sous la forme d'une boîte cartonnée comprenant également de la vaisselle jetable (assiettes et verres de carton, couverts en bois). Il est préférable d'utiliser de la vaisselle jetable, qui sera rapatriée vers l'Australie ou la France pour limiter la vaisselle et les rejets d'effluents.

Un raid type, composé de 6 tracteurs et 3 machines de nivelage, accueille 10 personnes dont 4 mécaniciens diesel et engins de traction, 2 mécaniciens dameuses, 1 électronicien, 1 médecin et soit 1 à 2 mécaniciens supplémentaires ou des observateurs ou des scientifiques ayant déposé un projet à réaliser sur le parcours.



Pendant la phase de déplacement, une partie du personnel conduit les tracteurs alors qu'une autre partie conduit les machines de nivelage. La phase arrêt est plus intense, elle permet certes au personnel de se restaurer et de se reposer mais l'arrêt du soir sert également à préparer la journée du lendemain : les machines et les charges sont contrôlées, les pleins de carburant sont effectués.



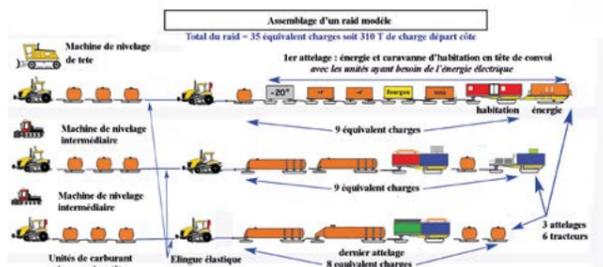
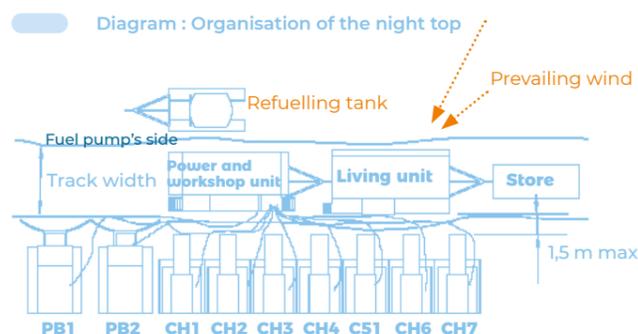
8

Organisation du convoi

Les tracteurs circulent attelés deux par deux. Le premier tracte un maximum de trois à quatre charges, le second un complément pour arriver à l'exploitation complète de l'effort de traction, soit actuellement 12 charges pour un couple.

La vie sur le convoi est centrée sur les unités d'habitation constituées de l'atelier, du magasin, du groupe électrogène qui permet le chauffage des véhicules et de la pompe nécessaire aux transferts de carburant. Le schéma ci-contre présente l'arrêt du soir. Les charges sont arrêtées sur la route tandis que les unités d'habitation sont stoppées en laissant le vent sur leur côté gauche avec un angle, idéalement de 90°. Les véhicules sont garés sous le vent des unités (donc côté droit) et reliés au générateur.

Le radier du châssis porteur est situé à 1,5 mètres du sol laissant le vent passer sous l'unité tout en l'atténuant afin de limiter la formation de congères en cas de mauvais temps, celles-ci étant rejetées en arrière des tracteurs. Un couloir d'environ 1,5 mètres est aussi créé permettant au personnel en cas d'arrêt par visibilité nulle de circuler en sécurité d'une caravane à l'autre.



Le convoi est en général agencé avec 3 attelages et 2 à 3 machines de nivelage

Le convoi circulant en ligne, il est nécessaire de veiller à la vitesse propre de chaque attelage. L'expérience a montré que même avec une bonne estimation des charges, il est compliqué d'organiser un assemblage permettant un déplacement tout à fait synchrone des attelages. De plus, il serait pénalisant d'installer en tête de convoi l'attelage le plus lent. Par ailleurs, dans le même souci d'efficacité, c'est le convoi des unités d'habitation qui doit arriver le premier aux arrêts programmés. Un convoi de matériel ne peut logiquement pas être installé en tête de convoi car si les conditions le permettent et qu'il arrive avec une demi-heure d'avance, le personnel de cet attelage attendrait sans activité l'arrivée des unités d'habitation.

Les unités d'habitation sont ainsi positionnées en tête de convoi. Que ce soit à la pause déjeuner ou à l'arrêt du soir, leur arrivée avancée à l'escale permet ainsi au chargé des repas de préparer le déjeuner et le dîner en temps « masqué ».

La navigation

L'environnement

Les premières expéditions sur le continent naviguaient aux étoiles, dont le soleil, à l'aide d'un théodolite. Cette navigation était complétée par des repères physiques installés à intervalles réguliers. Dans tous les cas, il n'était possible de se déplacer que par beau temps et visibilité parfaite car les balises posées, des tubes métalliques, étaient espacées de 10 km.

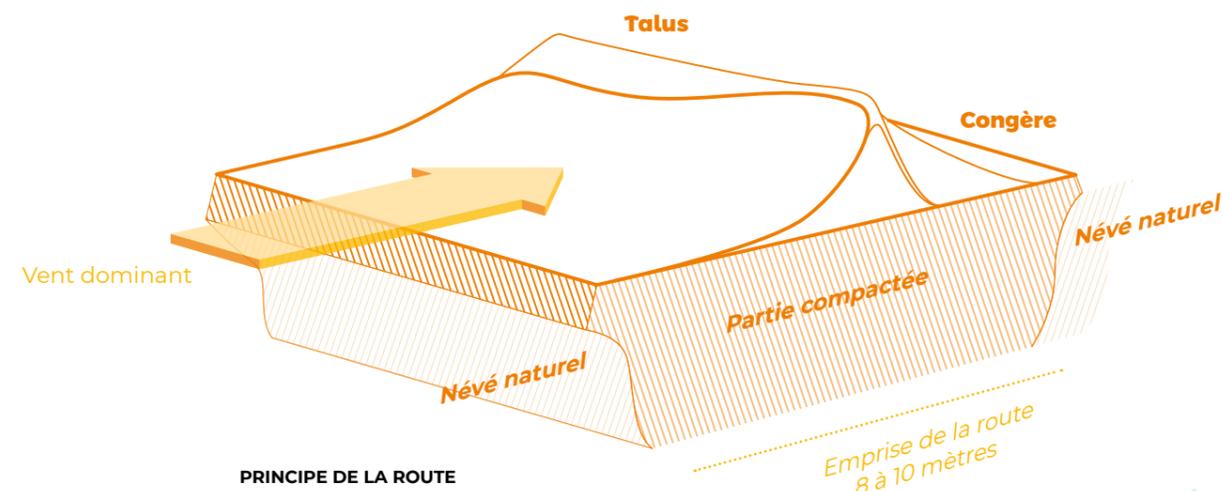
La navigation satellite est arrivée ensuite et a offert un véritable saut technique. Il est certain que sans navigation satellite, la traversée de la zone côtière ne serait pas aussi aisée car elle a permis de s'affranchir des repères physiques.

9

Types de terrain rencontrés

La zone côtière se termine quand l'altitude cesse de croître à environ 400 km de la mer. Ensuite, le plateau et la zone de neige peu dense commencent. À cette distance, on observe moins de neige soufflée mais également moins de précipitations. Cette conjonction permet à la trace laissée d'être retrouvée d'une année sur l'autre. Si le GPS a permis de s'affranchir des repères physiques et de se repérer en temps réel sans trace, on constate qu'un repère physique est pour les conducteurs à la fois rassurant et relaxant. Le repère physique permet à coup sûr de rester sur la route et de profiter de l'effet du compactage. Cette exigence est tellement importante, qu'afin de renforcer la visibilité, les machines de nivelage circulent avec la lame biaisée créant ainsi un véritable talus visible d'une année sur l'autre.

En résumé, dans la zone dite côtière, il est difficile de retrouver la trace d'une année sur l'autre mais la dureté du névé, en raison du vent, permet de garder la traction même si le convoi ne circule pas sur une route ancienne. Dans la zone intérieure, ou plateau, la neige peu dense ne permet pas de travailler correctement aux premiers passages mais la possibilité de retrouver la trace chaque année permet de créer avec le temps une route artificiellement compactée très efficace.



Résumés & conclusions



Matériel de positionnement

Les GPS de navigation utilisés actuellement sont multi-constellations, ils utilisent aussi bien les satellites Navstar, Glonass ou encore Galiléo, et peuvent traiter les informations simultanées de 40 satellites différents. La précision obtenue est d'environ 2 mètres sans correction différentielle. Ces appareils donnent la position et le cap à suivre (le heading). Associés avec une informatique de traitement, il est possible d'enregistrer les positions, de les retrouver et de les localiser sur une carte.

Amélioration de la vision par **white out**

Le white-out est un phénomène lumineux issu de la couleur blanche de la neige. En cas de couverture nuageuse, et de suppression conséquente des ombres portées, la surface (sastrugis, bosses, talus) devient invisible. Il est courant d'entendre dire que la visibilité verticale est nulle alors que l'horizontale est bonne.

L'idée a été de redonner, à l'aide d'un éclairage artificiel, des éléments de relief à la surface. Cependant, pour remettre le sol en évidence, cet éclairage additionnel doit avoir une efficacité supérieure à la lumière naturelle soit plus de 120 000 Lumen. Le modèle de projecteur utilisé (Philips Arena 2 KW / 220 000 Lumen) convient parfaitement pour les tracteurs Challenger. Son efficacité est renforcée par l'utilisation de lunettes filtrantes jaunes retirant les composantes bleues de la lumière naturelle. En revanche, cette solution ne convient pas aux véhicules Kassbohrer de conception trop fragile : le jeu de 4 projecteurs représente une masse de 2 x 100 kg qui ne peut pas être installée sur le toit de la cabine des PB 330 ou 300. Ces projecteurs sont alimentés par un générateur électrique de 15 kw qui de part son volume est également incompatible avec l'organisation de l'engin.

Nouveau matériel de charge

Un nouveau matériel de chargement est actuellement en cours de test : une plateforme portée par un matelas pneumatique. Le matelas appuie sur le sol par l'intermédiaire d'une feuille de polyéthylène de 12 mm d'épaisseur. L'ensemble est d'une pression de contact au sol très faible et permet de porter des charges lourdes qui ne pourraient pas être transportées par un traineau classique à skis.

Par ailleurs, ce traineau est un très bon outil de nivelage et laisse derrière lui une trace parfaitement plate.

Enfin, au-delà des types de tracteurs, des types de traineaux et de l'appareillage, au-delà de tous ces matériels qui dépendent de logiques de conception, le raid fonctionne avec efficacité en raison des astuces techniques suivantes :

L'élingue élastique

permet à deux machines et leurs charges de démarrer malgré l'inertie importante de l'ensemble et le collage au sol des skis. Elle permet aussi de mutualiser l'effort de traction afin que le convoi constitué puisse se déplacer au maximum de charge permis par la limite de patinage des tracteurs.

La manille largable

permet, à l'aide du tracteur d'un autre convoi, de décoller un attelage qui n'aurait pas réussi à démarrer seul, sans casser de matériel et sans être obligé de déteiler et de tout déplacer individuellement. Une fois le convoi à aider en mouvement, la manille d'attelage est ouverte, le tracteur de remorquage est largué laissant le convoi démarré en mouvement.

L'articulation élastique

permet à la liaison ski - essieux (ou traverse) d'être souple et de présenter plusieurs degrés de liberté contrôlée.

En navigation,

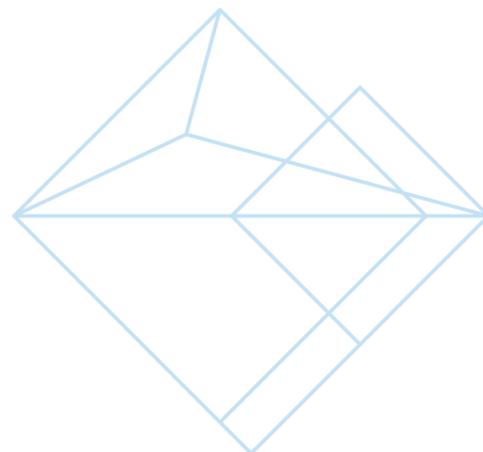
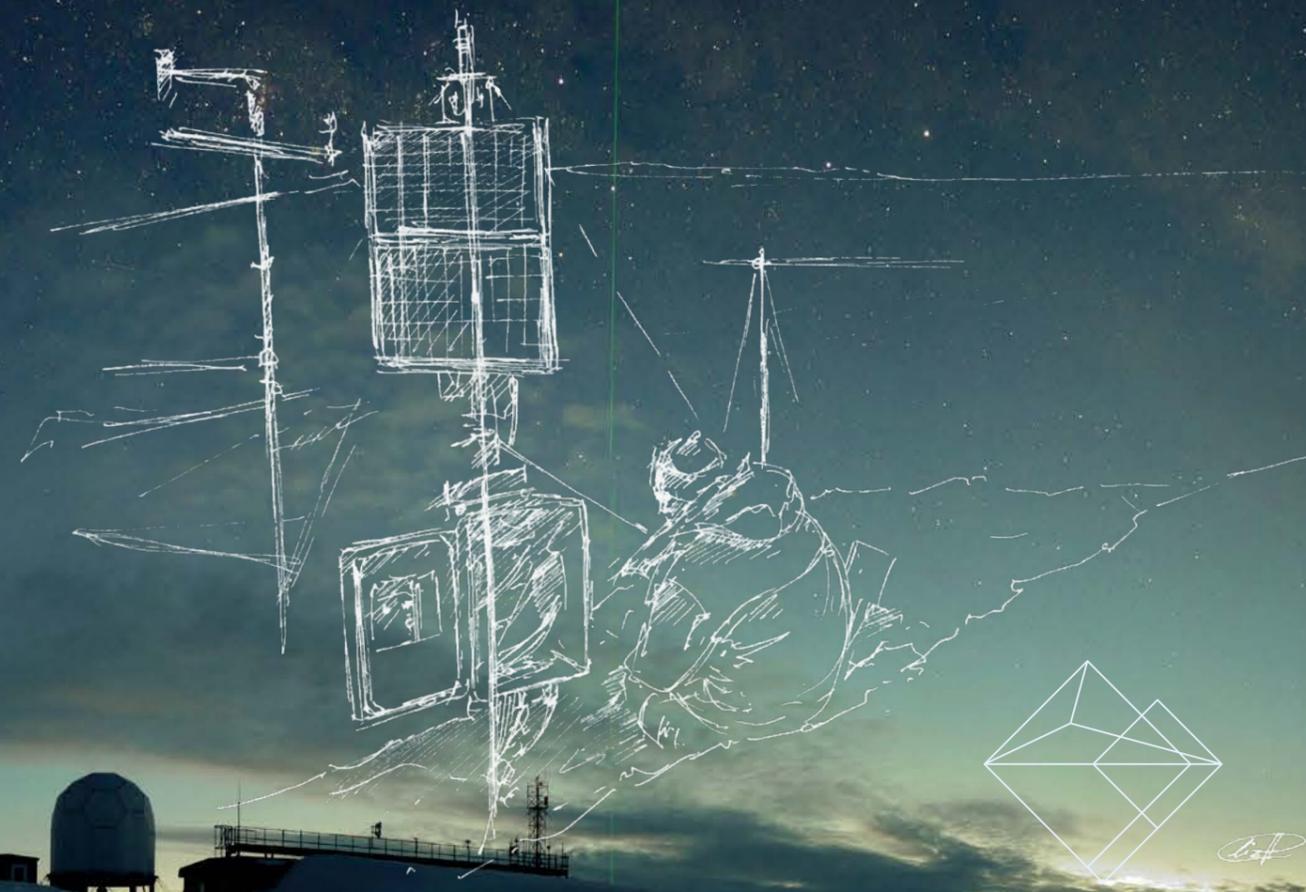
le talus créé en bordure de route est l'élément de balisage physique qui, associé à l'appareillage électronique sophistiqué, permet de circuler avec certitude sur la route compactée de la zone plateau.

En navigation également

l'éclairage additionnel avec un matériel simple (même si l'installation l'est moins) permet aux conducteurs de garder le contact visuel avec le talus et de rester sur la route tout en repoussant la limite de visibilité en dessous de laquelle il n'est plus possible de circuler. Il est nécessaire de signaler que même avec une précision de 2 m, les meilleurs GPS ne permettent pas de rester sur la route compactée avec une visibilité réduite.

10.

la science





Forer de la glace de plus d'1 000 000 d'années

Comprendre les rouages du changement climatique nécessite de se tourner vers le passé, vers les époques où de grands changements climatiques ont eu lieu.

Le Quaternaire, qui couvre les derniers 2.6 millions d'années, est une période particulièrement intéressante car la géographie des continents est la même qu'actuellement et les changements climatiques sont de ce fait plus faciles à interpréter. C'est donc une période clef pour valider les modèles de climat. Le changement

climatique majeur le plus récent est la transition depuis le dernier maximum glaciaire, il y a 21 000 ans, à notre période interglaciaire actuelle, commencée il y a 10 000 ans. Le dernier maximum glaciaire était associé à un niveau des mers 120 m plus bas que l'actuel, à des calottes de glace de plus de 3 km couvrant le nord de l'Amérique du Nord (calotte Laurentide) et de l'Eurasie (calotte Fennoscandienne) et à une température moyenne d'environ 4°C plus basse que l'actuelle, avec de grandes disparités régionales. Les enregistrements issus des sédiments marins nous montrent qu'au cours du Quaternaire, les oscillations entre périodes glaciaires et interglaciaires se sont succédées, avec une amplitude qui a augmenté au fil du temps, les périodes froides étant de plus en plus froides, sans doute liées à une extension des calottes de glace (figure 1).

La périodicité de ces oscillations a aussi augmenté de 40 000 ans à 100 000 ans entre deux périodes interglaciaires. Cependant, le **forçage** principal de cette variabilité aux longues échelles de temps, lié aux paramètres orbitaux de la Terre, ne permet pas encore d'expliquer cette transition vers ces cycles glaciaires-interglaciaires de plus grande durée. Le rôle de la variation de concentration des gaz à effet de serre sur le Quaternaire et de la dynamique des calottes de glace est encore débattu et doit donc être étudié de plus près.

forçage
Un forçage climatique est un paramètre influençant le climat.

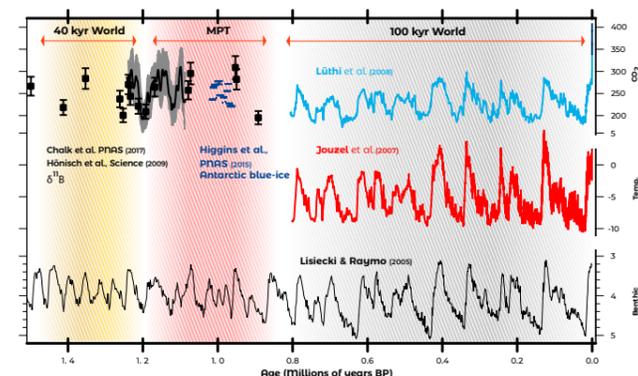
Le projet Beyond EPICA Antarctique

Frédéric Parrenin, Catherine Ritz

Institut des Géosciences de l'Environnement, Grenoble.

Amaëlle Landais

Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, Saclay.



◆ Figure 1 : Etat des connaissances actuelles concernant l'évolution de la concentration atmosphérique du CO₂ (haut), de la variation de la température antarctique (milieu) et du δ¹⁸O des foraminifères benthiques (bas, indicateur des variations du niveau des mers) sur 1,5 million d'années. Figure issue du projet Beyond EPICA (GA n°815384).

GA
ou « Grant Agreement », c'est le numéro sous lequel est enregistré le projet à la commission européenne.

Les archives glaciaires nous renseignent sur des paramètres clés comme la concentration et l'origine des gaz à effet de serre, la température antarctique, l'aridité des continents, la circulation atmosphérique, les éruptions volcaniques, l'activité solaire, etc... Actuellement, elles permettent seulement de remonter aux 800 000 dernières années - le record étant détenu par le forage européen EPICA sur la station franco-italienne Concordia (carotte EPICA Dôme C). Cette période de temps est cependant trop courte pour étudier la longue période de temps pendant laquelle les longs cycles glaciaires – interglaciaires sont apparus, de 1.2 millions d'années à 600 000 ans, appelée Transition du Mi-Pléistocène (TMP). La communauté internationale des carottes de glace s'est donc fixée pour objectif de forer de la glace qui nous permette de reconstruire continûment l'histoire de la composition de l'atmosphère jusqu'à 1,5 million d'années dans le passé.

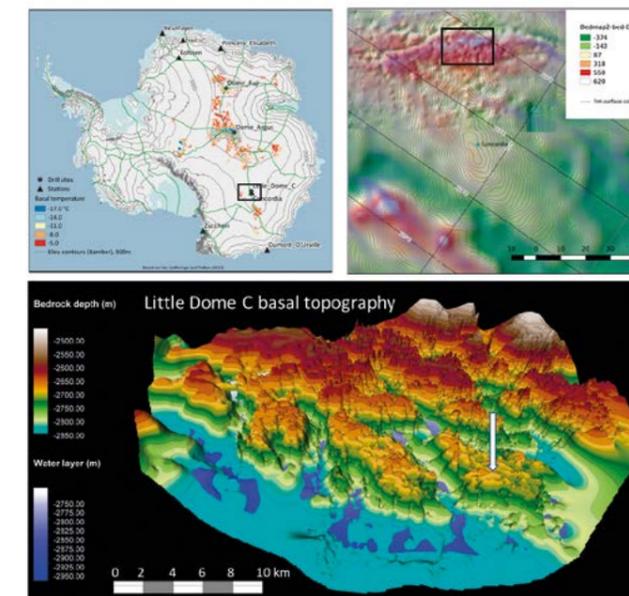


Figure 2

- ◆ Figure 2 : Localisation d'un site potentiel de glace ancienne à « Petit Dôme C ».
- En haut à gauche : Carte de l'Antarctique avec représentés en code couleur des sites où la glace basale n'atteint pas le point de fusion. Le cadre représente la région de Dôme C.
- En haut à droite : Carte de la région de Dôme C avec en code couleur le relief du socle sous glaciaire et en contours la topographie de surface. Le cadre représente la région de « Petit Dôme C », où un relief sous glaciaire crée un dôme secondaire.
- En bas : La région de « Petit Dôme C » avec le socle sous glaciaire en couleurs et en bleu foncé les lacs. Le site sélectionné est marqué par la flèche blanche verticale. Figure issue du projet Beyond EPICA (GA n°815384).

LOCALISATION d'un site potentiel

Tout d'abord, il convient de situer les paramètres généraux de la recherche de glace ancienne. On veut un endroit où l'accumulation annuelle de neige est la plus petite possible, pour couvrir la plus grande période temporelle possible. Cela élimine les calottes du Groenland et de l'Antarctique de l'Ouest et les régions côtières d'Antarctique de l'Est. On veut éviter un endroit où l'**advection** horizontale de glace est trop importante, ce qui serait responsable de perturbations dans les couches les plus profondes, et donc les plus anciennes, de glace. On veut donc se situer à proximité des dômes et lignes de partage en Antarctique l'Est (Figure 2). Concernant l'épaisseur de glace, la première idée qui vient à l'esprit est de forer dans un endroit où l'épaisseur est grande. Mais c'est négliger l'importance de la fusion basale, responsable de l'érosion des couches les plus anciennes. La glace étant un isolant et le socle sous-glaciaire émettant un flux de chaleur (le flux géothermique), plus l'épaisseur est importante, plus le risque de **fusion basale** est important. On cherche donc une épaisseur intermédiaire, pas trop petite pour garder une résolution temporelle acceptable mais pas trop grande non plus, sa valeur exacte dépendant de la valeur du flux géothermique local et de l'accumulation.

advection
transport de la glace par le mouvement du milieu environnant

fusion basale
La fusion basale est la hauteur de glace qui fond à la base de la calotte par unité de temps.

Localiser un site de glace ancienne en Antarctique n'est pas une chose aisée, car les scientifiques ne disposent pas d'observations directes de l'âge de la **glace basale**. Certes, les observations par radar (aéroporté ou au sol) peuvent pénétrer à l'intérieur de la calotte polaire et donner une image des couches internes, appelées **isochrones**. Mais ces couches ne sont pas a priori datées. Dans les régions où un forage profond existe déjà on peut suivre ces couches internes depuis le site de forage existant, où les couches sont datées grâce aux mesures effectuées sur la carotte jusqu'aux sites de forage potentiels. Mais une difficulté vient du fait que les radars actuels ne permettent en général pas de résoudre ces couches internes jusqu'au fond de la calotte, la zone basale restant une zone « aveugle ». D'un autre côté, les données radar permettent d'observer les lacs sous glaciaires, qui sont responsables d'horizons de réflexion importants et plats. L'épaisseur de glace à laquelle ces lacs apparaissent nous renseigne sur l'épaisseur critique, c'est-à-dire l'épaisseur au-delà de laquelle il y a de la fusion à l'interface glace-socle.

Localiser un site de glace ancienne en Antarctique n'est

glace basale
Glace qui se trouve à la base de calotte polaire, au contact du continent qui se trouve sous la glace.

isochrone
Surface d'un âge donné



La modélisation de la relation âge – profondeur et de l'écoulement n'est également pas une chose aisée, car un paramètre essentiel, à savoir le flux géothermique provenant du socle rocheux et qui est responsable de l'érosion des couches les plus anciennes, est très mal connu en Antarctique. Pour reconstruire l'âge de la glace basale sans forer cette glace, il faut donc toujours s'appuyer sur une combinaison modélisation-observation : des exercices de modélisation vont extrapoler les observations sur cette relation âge-profondeur obtenue par les couches internes qui ont pu être datées, dans la partie supérieure de la calotte.

Les scientifiques européens se sont en premier lieu focalisés sur la région de Dôme C (Figure 2) en Antarctique de l'Est. En effet, le forage EPICA situé à cet endroit détient jusqu'à présent le record d'âge, avec 800 000 ans. Ce site avait été choisi parce qu'il se situait à un dôme, mais sans plus d'investigations sur la localisation de la glace ancienne. Il est donc possible que de la glace encore plus ancienne se trouve non loin de Dôme C. De plus, le site a connu de nombreuses campagnes d'observations, ce qui rend les recherches de glace ancienne plus aisées. Enfin, la France et l'Italie possèdent la base logistique Concordia, rendant beaucoup plus aisée une possible nouvelle opération de forage profond.

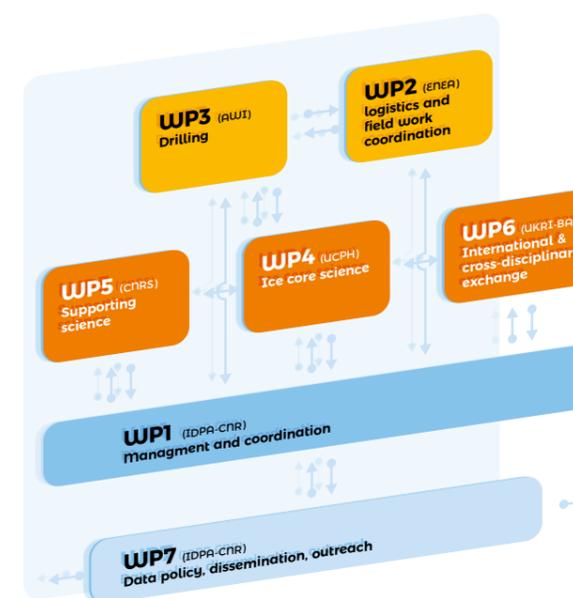
Ces recherches ont été effectuées dans le cadre d'un premier projet Européen appelé *Beyond EPICA Oldest Ice Consolidating and Support Action* (BE-OI CSA). L'Institut polaire français et le CNRS était déjà partenaires de ce projet tout comme l'ENEA en Italie. Les recherches ont pointé vers le site de « Petit Dôme C », un dôme secondaire peu prononcé se situant 40 km au Sud-Ouest de Dôme C, où la surface de la glace est seulement 2 m en dessous de celle de Dôme C. Ce dôme secondaire est vraisemblablement dû à un relief sous glaciaire. Les échos radar ont montré que le relief sous glaciaire se trouvait quasiment dépourvu de lacs. Différents efforts de modélisation ont également montré que l'on pouvait espérer de la glace de plus de 1.5 million d'années dans cette région. Un site a donc été choisi (Figure 2) à un endroit où le socle sous glaciaire est relativement plat, en se situant suffisamment profond tout en étant assez loin des lacs sous-glaciaires pour éviter tout risque de fusion, dans le passé comme à l'actuel.



LE PROJET DE FORAGE EUROPÉEN Beyond EPICA

Une fois le site sélectionné, les scientifiques européens, la plupart issu du projet EPICA, ont monté un projet pour aller forer cette glace ancienne à « Petit Dôme C » et effectuer les premières analyses. Le projet a été soumis à l'automne 2018 à l'appel d'offre européen « *H2020 Research and innovative program* » et accepté au printemps 2019 avec l'accord de financement n°815384. Le projet a démarré le 1^{er} juin 2019 pour une durée de 6 ans. Le consortium est formé d'institutions scientifiques de 10 pays : Italie, Allemagne, Royaume-Uni, France, Hollande, Norvège, Suède, Suisse, Danemark et Belgique.

Trois laboratoires de recherches français sont associés, l'Institut des géosciences de l'environnement, IGE, le Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement, LSCE et le Centre européen de recherche et d'enseignement en géosciences de l'environnement, CEREGE. Ce projet est également composé de deux institutions logistiques : l'ENEA pour l'Italie et l'Institut polaire français pour la France. Le budget européen du projet est de 11 millions d'euros, auxquels viennent s'ajouter des contributions nationales. Le projet est constitué de 7 groupes de travail « Work Packages » (WP) (Figure 3). Le responsable du projet européen est Carlo Barbante (Consiglio Nazionale delle Ricerche, CNR, Italie) alors que le responsable français est Frédéric Parrenin. Frédéric Parrenin est également responsable du WP5 (science support), alors que Jérôme Chappellaz est co-responsable du WP2 (logistique), qu'Olivier Alemany est co-responsable du WP3 (forage) et qu'Amaëlle Landais est co-responsable du WP4 (science sur la carotte). À noter également la forte implication de l'Institut polaire dans le WP2 (logistique). Le groupe de foreurs français (plateforme Centre de carottage et de forage national, C2FN, glaciologie) a aussi un rôle clé dans ce projet grâce à son expertise unique et sa bonne connaissance du terrain et de ses contraintes.



◆ Figure 3 : Structure des Work-Packages du projet. Figure issue du projet Beyond EPICA (GA n°815384).

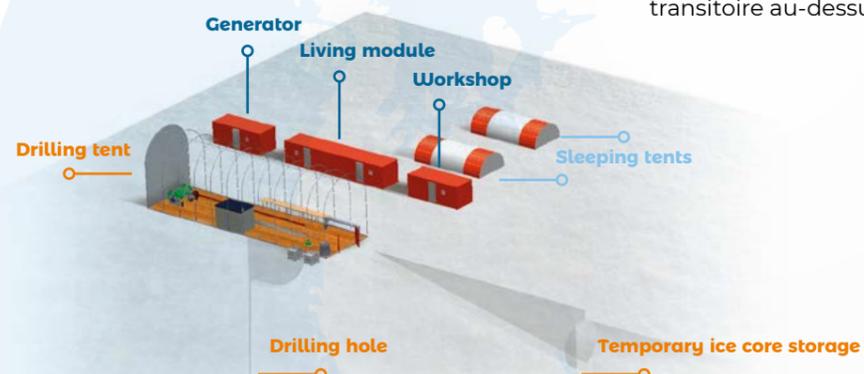
Logistique et le camp à Petit Dôme C

La durée de 6 ans est justifiée par les efforts logistiques extraordinaires qui doivent être accomplis pour installer un camp dans un environnement hostile et éloigné comme le plateau antarctique (température moyenne annuelle -54°C) et pour permettre d'effectuer les premières analyses pour en tirer les précieux enregistrements climatiques qui constituent le but du projet. Les conditions environnementales sur le terrain vont limiter les opérations de forage à environ 60-70 jours par an durant l'été austral. De plus, tout le matériel qui sera utilisé au camp de Petit Dôme C doit être transporté au moins un an en avance sur les stations côtières de Dumont d'Urville ou Mario Zucchelli et ensuite transporté par avions ou véhicules terrestres au lieu de forage. Tout le camp nécessitera un démontage et un nettoyage après la fin des opérations de forage, afin de se conformer aux règles du traité antarctique. Le site final sera sélectionné à la fin de l'année 2019 en se basant sur les dernières mesures de radar de surface effectuées au début de cette saison de terrain.

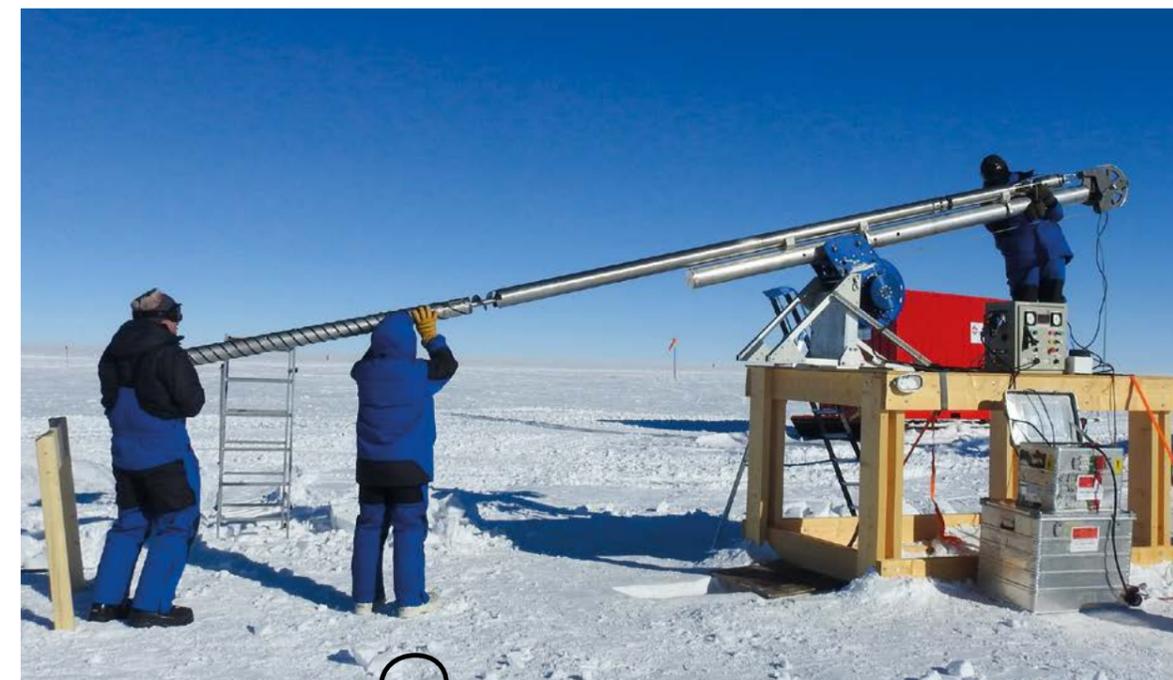
Pour accomplir une telle opération de forage dans l'un des endroits les plus reculés de notre planète, la chaîne logistique à partir de la côte doit être établie. Elle comprend un acheminement par traverse de tout le matériel, du fuel, du fluide de forage, etc. au site de forage, et un acheminement du personnel scientifique

et technique par avion à la station Concordia et ensuite par transport de surface au camp de Petit Dôme C. Un camp de forage mobile sera établi à ce site, et sera capable de faire vivre 12-14 personnes durant 2 mois lors des opérations d'été austral.

Un avantage majeur de Beyond EPICA sera qu'il bénéficiera du support logistique du PNRA (Italie) et de l'Institut polaire (France) dans le cadre des opérations régulières à la station Concordia. Cette station servira de point de jonction central pour les opérations de forage profond dans le camp avancé de Petit Dôme C, et fera tourner les opérations scientifiques sur la glace (découpe, premières mesures et stockage). La capacité à supporter une telle opération de forage à Concordia a déjà été démontrée durant le projet EPICA. Ici la difficulté supplémentaire réside dans le besoin de supporter une opération dans un camp léger situé à 40 km de la station. Les transports par avions et bateaux seront fournis au travers des programmes italiens et français afin d'optimiser le retour des carottes de glace en Europe et de limiter la durée du transport transitoire au-dessus de -50°C .



◆ Figure 4 : Le camp prévu à Petit Dôme C. Figure issue du projet Beyond EPICA (GA n°815384).



Forage & opérations scientifiques

Le forage jusqu'au socle (implémenté dans le WP3) d'une carotte d'environ 2800 m, en incluant le forage et le tubage de la section de névé (les 100 premiers mètres de glace) devrait prendre 4 saisons d'été, en excluant la mise en place du camp et sa fermeture. Dans la dernière saison de forage, un forage répliqué des 300 m les plus profonds sera effectué pour obtenir plus de glace de cette période temporelle cruciale. Finalement, si possible dans le temps du projet Beyond EPICA et si l'absence de fonte basale est confirmée, nous tenterons d'échantillonner le socle/sédiment sous-glaciaire. Comme ce matériel ne sera disponible qu'à la toute fin du projet, l'analyse de ces échantillons ne sera pas effectuée dans le cadre du projet mais dans le cadre d'un projet ultérieur. Après la fin du forage, le camp sera entièrement démonté mais un accès au trou de forage sera maintenu afin d'effectuer d'autres campagnes de mesures dans les années suivantes.

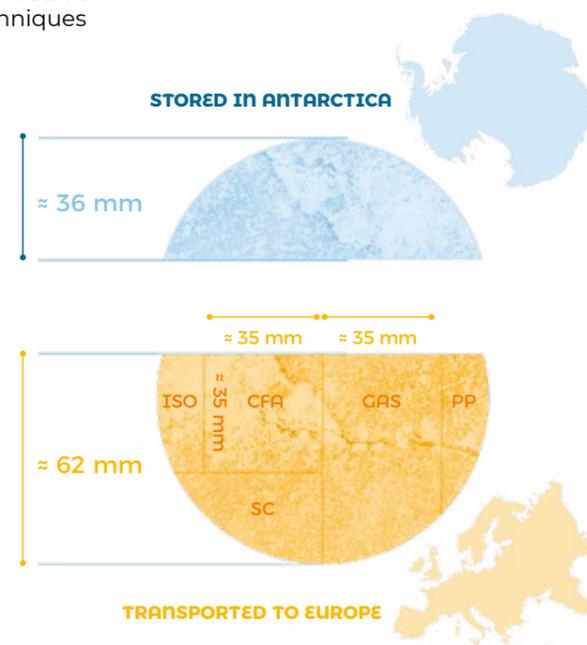


L'équipement déployé consistera en une version mise à jour de la conception qui a permis le succès des deux forages EPICA et des 3 forages au Groenland. Un carottier danois, qui est utilisé pour le forage profond à EGRIP (Groenland), sera amené à Petit Dôme C en 2020 en secours. Cela sécurisera la continuité des opérations de forage en cas de problème sur le premier carottier. Une équipe multinationale de personnel de forage a été entraînée durant les projets récents au Groenland et en Antarctique. Elle se réunit régulièrement pour échanger sur les points techniques à considérer pour ce nouveau défi technique.

Les carottes seront enregistrées et emballées en Antarctique. Cette partie du projet assurera une assignation continue et non ambiguë de la profondeur de chaque tronçon de carotte et nous permettra d'obtenir une première information stratigraphique le long de la carotte, qui sera ensuite datée, c'est-à-dire que nous travaillerons à l'établissement de la relation la plus précise possible entre profondeur et âge le long de la carotte. Le travail sur le terrain inclura aussi la mesure non-destructive du profil diélectrique ainsi qu'un scan visuel digitalisé. Ces mesures seront cruciales pour synchroniser la nouvelle carotte avec celle existante de Dôme C sur les 800 000 dernières années.

La partie principale de la carotte sera coupée en sections d'un mètre et emballées dans des boîtes isolantes. Pour la glace plus jeune que 700 000 ans, une section de la carotte sera transportée en Europe de telle façon que des mesures à haute résolution ou de nouveaux traceurs pas encore explorés sur la glace d'EPICA Dôme C soient effectuées par les différents partenaires. Le reste de la section sera stocké à Dôme C pour des analyses futures. La glace plus vieille que 700 000 ans sera transportée en Europe en utilisant un nouveau système réfrigérant à -50°C pour assurer la meilleure conservation possible du signal gaz. Une archive (environ 30%) de chaque mètre de glace plus vieille que 700 000 ans restera en Antarctique, sur la base Concordia, comme sauvegarde, dans un local de stockage qui sera construit sous la surface afin d'y maintenir une température de -50°C.

◆ Figure 5 : Plan de découpe prévu pour la carotte Beyond EPICA. Figure issue du projet Beyond EPICA (GA n°815384).



Un plan de découpe provisoire pour la carotte est donné Figure 5. Une section sera réservée à l'analyse en flux continu (*Continuous Flow Analysis*, CFA), une section sera consacrée à l'analyse des gaz, une section sera réservée aux propriétés physiques, une section à l'isotope et une dernière section sera attribuée par le Steering Committee du projet.

Remerciements :

Ce projet a récemment reçu un financement de l'union Européenne sous le programme **Horizon 2020 recherche et innovation** avec l'accord de financement n° 815384.



Panorama des recherches et des derniers résultats sur les pathogènes en milieu polaire

Approches complémentaires des interactions hôtes-parasites en zones polaires : de la détection de parasites et agents infectieux à l'étude fonctionnelle, écologique et évolutive de leurs interactions avec les hôtes

- Thierry BOULINIER** — Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive, UMR 5175 CNRS Université Montpellier, Montpellier
thierry.boulinier@cefe.cnrs.fr
- Stéphane BETOUILLE** — UMR-I 02 Stress environnementaux et biosurveillance des milieux aquatiques (SEBIO), Université de REIMS Champagne-Ardenne, Reims
stephane.betouille@univ-reims.fr
- France CAZA** — Centre Armand-Frappier Santé Biotechnologie, INRS Institut Armand-Frappier, Québec, Canada
France.caza@iaf.inrs.ca
- Yves ST PIERRE** — Centre Armand-Frappier Santé Biotechnologie, INRS Institut Armand-Frappier, Québec, Canada
Yves.St-Pierre@iaf.inrs.ca
- Jérémy TORNOS** — Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive, UMR 5175 CNRS Université Montpellier, Montpellier
jeremy.tornos@ceva.com
- Céline BOIDIN-WICHLACZ** — CIIL-Center for infection and Immunity of Lille, Université Lille, CNRS INSERM, CHU Lille, Institut Pasteur de Lille, U1019-UMR9017
- Amandine GAMBLE** — Department of Ecology and Evolutionary Biology, University of California Los Angeles, Los Angeles, Californie, Etats-Unis
Amandine.gamble@gmail.com
- Aurélien TASIEMSKI** — CIIL-Center for infection and Immunity of Lille, Université Lille, CNRS INSERM, CHU Lille, Institut Pasteur de Lille, U1019-UMR9017
aurelie.tasiemski@univ-lille.fr

INTRODUCTION

Même si les zones polaires semblent à première vue peu susceptibles d'héberger une faune parasitaire riche et abondante, les parasites et les **agents infectieux** ne sont pas absents des hautes latitudes, bien au contraire (Figure 1). Ceci est d'autant plus vrai que dans le contexte du changement global, le réchauffement climatique et l'augmentation de la connexion entre les écosystèmes peuvent entraîner des changements rapides des aires de distributions des parasites et de leurs hôtes. Les parasites et agents infectieux ne sont pas nécessairement responsables de maladies détectables au niveau des individus et des populations. Cependant, certains sont responsables d'effets pathogènes aux conséquences potentiellement importantes, notamment vis-à-vis de l'homme lors de **zoonoses**, ou d'espèces menacées, comme c'est le cas du choléra aviaire chez les albatros de l'île d'Amsterdam. Par ailleurs certains des parasites, représentent des vecteurs efficaces de transport d'agents infectieux, comme la tique qui est vectrice de la bactérie de la maladie de Lyme au sein de la population de manchots royaux de Crozet et des populations de guillemots de l'arctique.

Les parasites représentent des objets de choix pour aborder une série de thématiques scientifiques en zones polaires. Les populations de certaines espèces hôtes sont particulièrement fragmentées et sont agrégées en colonies (agrégations de territoires de reproduction) en certains sites favorables, comme les colonies d'oiseaux ou de mammifères marins, ce qui représente une contrainte écologique et évolutive importante pour les parasites : comment

dispenser entre ces groupes d'hôtes qui représentent des ressources abondantes et persistantes dans les zones réoccupées années après années ? Les populations d'hôtes et l'environnement lui-même peuvent constituer des milieux extrêmes et particulièrement hostiles pour la survie et la reproduction des parasites. Dans ce contexte, il est important de comprendre quels mécanismes de survie et de reproduction ont évolué chez les parasites et les hôtes sachant qu'ils vont avoir des conséquences écologiques et épidémiologiques parfois importantes. L'arrivée d'espèces non-indigènes peut représenter des opportunités de colonisation de nouveaux hôtes et affecter le maintien des populations d'agents infectieux, notamment dans des milieux insulaires comme les îles subantarctiques. Le système immunitaire des populations d'hôtes peut avoir évolué en fonction des pressions parasitaires et des conditions écologiques et peut ainsi être utilisé pour caractériser certains des changements des écosystèmes. Ces thèmes sont abordés par plusieurs des programmes développés par l'Institut polaire français.

agents infectieux
organismes capables d'infecter un être vivant (alors appelé hôte) et de provoquer une maladie lorsqu'ils sont pathogènes

zoonose
maladie pouvant être transmise de l'animal à l'homme ou inversement de l'homme à l'animal

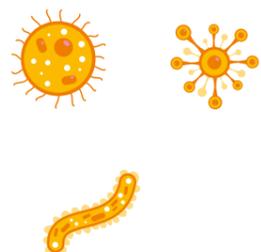


Surveillance et compréhension de la circulation et des effets des parasites et pathogènes chez les oiseaux et mammifères

Une première étape de la plupart des travaux sur les parasites et pathogènes en zones polaires a consisté en une recherche de leur présence et une exploration des caractéristiques de leurs populations. Et lorsque l'on cherche des parasites et pathogènes, on peut en trouver ! (Figure 1 ; Gamble et al. 2020) Des analyses sérologiques (détection d'anticorps) ou de biologie moléculaire (détection d'ADN par PCR) ont par exemple permis de détecter la présence de la bactérie de Lyme *Borrelia burgdorferi sensu lato* dans la plupart des populations d'oiseaux marins et de leur tique *Ixodes uriae* (voir par exemple Schramm et al. 2014 pour la colonie de manchots royaux de la baie du Marin dans l'archipel Crozet). En revanche, la circulation de virus de l'influenza aviaire n'a pas encore été mise en évidence dans les terres australes françaises (Chang et al. 2009, Jaeger et al. 2018). Les caractérisations de populations peuvent ensuite être étudiées sur le plan morphologique ou génétique, comme par exemple pour les tiques associées à différentes espèces hôtes et sur différents sites (Dietrich et al. 2014a, Dupraz et al. 2016).



◆ Figure 1 :
 ▶ (a) Autopsie de terrain d'un poussin de manchot papou trouvé mort sur Kerguelen, en Novembre 2018 ; le manchot se révéla infecté par un herpes virus. (Photo Thierry Boulinier/Augustin Clessin/Amandine Gamble/Jérémy Tornos/ Institut polaire français 1151).
 ▶ (b) Les parasites et pathogènes sont bien présents en zones polaire si on les cherche. Cas d'hyperinfestation d'un pétrel à menton blanc par des tiques *Ixodes kerguelensis* sur Crozet, Décembre 2017. (Photo Thierry Boulinier / Institut polaire français 1151 ; Gamble et al. 2020).
 ▶ (c) Autopsie d'une jeune otarie sur Amsterdam, Août 2019, faisant initialement suspecter une mort par infection tuberculeuse. (Photo Jérémy Dechartre/Augustin Clessin/ Institut polaire français 1151 et 109).

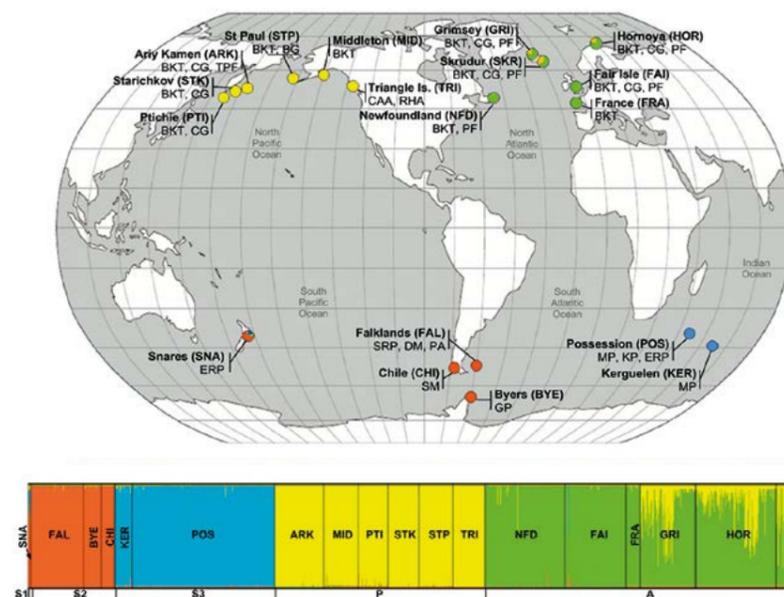


Les travaux menés dans un second temps peuvent nous informer sur les processus écologiques, évolutifs et épidémiologiques en jeu dans les interactions entre populations de parasites et d'hôtes (Figure 2), sachant que ces travaux demandent des plans d'échantillonnage spécifiques, voir des expérimentations sur le terrain afin de déterminer les relations de cause à effet (Dietrich et al. 2014b). En s'appuyant sur une connaissance approfondie de l'écologie des systèmes, les études menées dans les zones polaires dans le cadre de projets de l'Institut polaire ont ainsi permis d'aborder toute une série de questions importantes :

- ▶ Est-ce que les populations de tiques d'oiseaux marins sont spécialisées entre espèces d'hôtes et est-ce qu'elles ont évolué d'une façon récurrente vers une telle spécialisation ? (McCoy et al. 2005)
- ▶ Est-ce que les traits écologiques des populations d'hôtes et de parasites vont affecter la dispersion des parasites à différentes échelles spatiales ? (Boulinier et al. 2016, Kada et al. 2017)
- ▶ Quelles sont les conséquences de la spécialisation d'hôte par des tiques vectrices pour la circulation d'agents infectieux ? (McCoy et al. 2013)
- ▶ Est-ce que la persistance des anticorps transmis au jeune via leur mère a évolué pour protéger les jeunes pendant une part de leur longue présence sur les colonies et est-ce que leur persistance peut être utile pour utiliser un vaccin contre une maladie infectieuse qui tue les jeunes ? (Gasparini et al. 2001, Garnier et al. 2012, Gamble et al. 2019a)
- ▶ Est-ce que les endoparasites sont responsables des cycles d'abondance de populations de lemmings ? (Gilig et al. 2019)
 Une originalité de cette question est qu'elle a été abordée en milieu terrestre (au Groenland) par le projet Interactions Institut polaire français 1036, alors que la plupart des projets concernent des espèces inféodées au milieu marin.

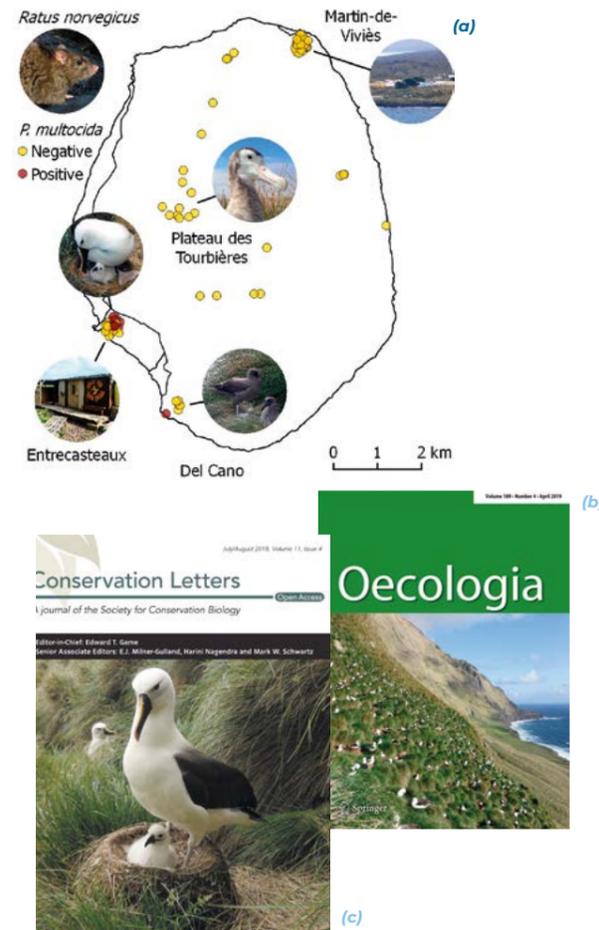


◆ Figure 2 :
 L'étude de la structure génétique des populations de parasites, notamment de parasites vecteurs de bactéries et virus tels que les tiques, a permis d'obtenir des résultats importants sur la spécificité des parasites pour certaines espèces d'hôtes et de déterminer à quelles échelles spatiales les échanges de parasites peuvent avoir lieu (a), entre colonies d'hôtes mais aussi à des échelles géographiques très larges, pour la tique *Ixodes uriae* distribuée aux niveaux des deux pôles (McCoy et al. 2005, Dietrich et al. 2014 ; Projets Parasito-arctique Institut polaire français 333 et Ecophy-Antavia 137).
 ▶ Non-seulement les traits d'histoire de vie des espèces hôtes vont affecter la circulation des tiques, mais aussi celles des différentes espèces de tiques (Kada et al. 2017) (Photo Thierry Boulinier/ Institut polaire français 333).



Les vertébrés marins qui viennent se reproduire à terre sur les côtes et les îles sont exposés à une suite de facteurs de stress environnementaux dont le parasitisme fait partie, avec la prédation, les conditions climatiques délétères, la compétition avec des congénères et la distance aux zones d'alimentation. L'exposition aux parasites, tels que les tiques, peut varier fortement dans l'espace au sein des colonies, ce qui peut être utilisé pour explorer les réponses phénotypiques et génétiques des populations d'hôtes à la pression parasitaire (Gasparini et al. 2001, Mangin et al. 2003, Chambert et al. 2012, Cristofari et al. 2018). Les effets sont parfois difficilement détectables sur les paramètres démographiques mais, dans les terres australes, ces études bénéficient des connaissances fines acquises sur l'écophysologie et le comportement des espèces adaptées à des conditions extrêmes, notamment au plan de leur métabolisme énergétique (Viblanco et al. 2011, Stier et al. 2019). Dans certains cas les effets sont néanmoins très nets, comme dans le cas des mortalités massives et récurrentes de poussins d'albatros sur l'île d'Amsterdam, associées à des infections par l'agent du choléra aviaire (Jaeger et al. 2018, Bourret et al. 2018). Les agents infectieux impliqués sont susceptibles d'avoir été importés et maintenus via des espèces non-indigènes (volailles, rats) et les travaux effectués peuvent alors avoir des implications directes pour la gestion de la biodiversité. Il est notamment étudié dans quelle mesure une stratégie de vaccination des femelles reproductrices d'albatros à bec jaune pourrait être bénéfique via la protection potentiellement assurée par le transfert récurrent d'anticorps maternels (Figure 3, Bourret et al. 2018, Gamble et al. 2019a). Ce type d'approche nécessite de comprendre les facteurs responsables de la fréquence et de la persistance des **épizooties**. Les travaux ont notamment révélé la forte exposition d'une

espèce native, charognarde et prédatrice, le labbe subantarctique, qui représente une excellente sentinelle (Gamble et al. 2019b). Ce type de travaux est en particulier développé dans le cadre de la mise en place d'un observatoire des dynamiques éco-épidémiologiques s'appuyant sur une collaboration entre le projet Ecopath Institut polaire français 1151 (Boulinier et al. 2017), d'autres projets de l'Institut polaire et la Réserve naturelle nationale des terres australes.



◆ **Figure 3 :**
 ▶ (a) Les résultats obtenus récemment sur les rats surmulots montrent qu'ils sont fortement exposés à *Pasteurella multocida* sur le site d'Entrecasteaux, mais pas sur le reste de l'île d'Amsterdam (Institut polaire français 1151, en préparation).
 ▶ Compréhension des dynamiques éco-épidémiologiques et test d'un vaccin contre le choléra aviaire chez l'albatros à bec jaune sur l'île d'Amsterdam menés en partenariat avec le laboratoire Ceva Biovac : les articles publiés dans des revues comme *Oecologia* et *Conservation Letters* (b, c) montrent que les albatros à bec jaune du site d'Entrecasteaux et les labbes subantarctiques sont fortement exposés à la bactérie *Pasteurella multocida*, et qu'une approche vaccinale chez les albatros pourrait ouvrir des perspectives de gestion (Bourret et al. 2018, Gamble et al. 2019a,b).

épizootie

Augmentation rapide de l'incidence d'une maladie affectant une ou plusieurs espèces

Comprendre la sensibilité d'organismes modèles et la vulnérabilité de leurs populations face aux variations des facteurs environnementaux

L'**écotoxicologie** est une science de l'environnement qui étudie le devenir et les effets des substances chimiques principalement issues des activités humaines sur les différents niveaux d'organisation biologique des écosystèmes (des organismes aux communautés en passant par les populations). Les milieux aquatiques des îles Kerguelen constituent un laboratoire naturel pour l'étude des effets éco-toxicologiques liés au changement global. La fonction immunitaire constitue l'une des caractéristiques physiologiques centrales des organismes susceptibles d'être affectés par les polluants chimiques. Dans ce contexte, l'objectif du projet Immunotoxker Institut polaire français 409 (Encadré, page suivante) est de mieux comprendre la sensibilité d'organismes modèles (mytilidae/salmonidae) et la vulnérabilité de leurs populations face aux variations des facteurs environnementaux induites par le changement global. En parallèle, le projet Immunotoxker doit poser les bases pour la mise en place d'un observatoire des risques éco-toxicologiques dans les continuums eaux douces - eaux marines des îles Kerguelen en considérant les réponses du système immunitaire des organismes modèles étudiées à l'aide d'approches **multi-omiques**. Les méthodologies utilisées combinent un échantillonnage de terrain peu invasif de moules et de truites communes via la collecte, et le stockage à sec de biopsies liquides (hémolymphe, sang...) (Caza et al. 2015). Cette approche spécifiquement appliquée sur Kerguelen se révèle particulièrement intéressante car elle supprime largement l'usage de la congélation pour la conservation et le transport des échantillons. Cette approche est parfaitement adaptée pour des analyses en laboratoire de signatures moléculaires basées notamment sur les techniques de séquençage à haut débit (Caza et al. 2019). À long terme, un tel observatoire contribuera à développer des biomarqueurs moléculaires pour de multiples espèces sentinelles qui permettront la surveillance en temps réel de changements dans la santé des écosystèmes aquatiques de Kerguelen.



Ecotoxicologie

Science de l'environnement qui étudie le transfert et les effets des substances chimiques principalement issues des activités humaines, sur les différents niveaux d'organisation biologique des écosystèmes (des organismes aux communautés en passant par les populations).

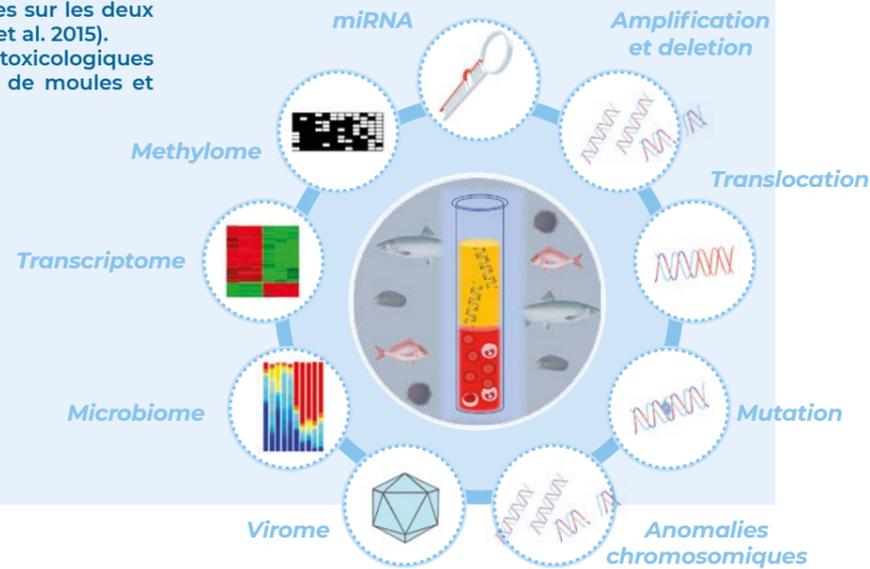
multi-omique

Combinaison d'analyses biologiques permettant de générer de grandes quantités de données sur le génome, l'expression des gènes et leur régulation, les protéines et les métabolites produits.

L'immunotoxicologie

L'immunité est au centre de la physiologie de l'organisme et du maintien de son intégrité. Son rôle va donc bien au-delà de la fonction classique de défense anti-pathogène puisqu'elle intervient dans le développement de l'organisme et dans l'homéostasie tissulaire associée aux grandes fonctions physiologiques (métabolisme, reproduction et fonction nerveuse). Dans les milieux littoraux des Kerguelen, le projet de l'Institut polaire français Immunotoxker s'intéresse à l'étude des interactions entre l'immunité d'organismes aquatiques (moules et salmonidés) et les variables environnementales modulées par le changement global au sein de ces écosystèmes de transition. Aux facteurs écologiques primaires comme la température et la salinité, viennent s'ajouter les contaminants chimiques pour lesquels des effets immunotoxiques sont recherchés. L'approche écosystémique de l'immunité menée sur les organismes aquatiques de Kerguelen est confortée par une interaction forte entre le projet Institut polaire français 1044 et Salmevol Institut polaire français (Figure 4). Parce que ces deux programmes s'intéressent aux dynamiques écologiques dans la zone littorale de Kerguelen (Proteker) en ciblant notamment les populations de salmonidés (Salmevol), ils fournissent des informations (état des populations, traits de vie comportementaux des organismes) qui sont mises en regard des données immunologiques obtenues sur les deux types d'organismes étudiés (Jaffal et al. 2015). Ces observations éco-immunotoxicologiques sont menées sur des populations de moules et

de truites communes échantillonnées dans différents contextes environnementaux propres à l'archipel. Sont ainsi pris en compte les influences de gradients physico-chimiques Nord/Sud et Ouest/Est, ainsi que celles potentiellement imputables à des activités humaines locales. De façon récente et par la prise en compte de méthodologies et techniques issues du domaine biomédical, les observations menées sur ces taxons représentatifs du littoral de Kerguelen mettent en avant des analyses de biomarqueurs moléculaires chez des espèces sentinelles marines à partir de biopsies liquides (hémolymphe, sang, mucus...) conservées à température ambiante. L'échantillonnage et sa bancarisation s'en trouvent ainsi facilités. Les analyses moléculaires multiomiques (transcriptome, génome, virome, microbiome,...) sont complétées par des recherches de polluants chimiques dans les mêmes fluides physiologiques. Le projet Immunotoxker ouvre ainsi la voie à la mise en place d'un programme d'observation sur le long terme en immunécologie fonctionnelle de l'environnement littoral de Kerguelen en l'étendant possiblement à d'autres taxons représentatifs de l'écosystème subantarctique (oiseaux et mammifères) dans une stratégie d'observation commune et en continu.



◆ Figure 4 : Organismes aquatiques étudiés par le projet Immunotoxker Institut polaire français 409. Le programme vise à établir un observatoire des risques écotoxicologiques aux Kerguelen. Les organismes ciblés constituent des espèces modèles largement étudiées à travers le monde, en évaluation des risques écotoxicologiques. Représentatifs des écosystèmes aquatiques de l'archipel, ils prennent en compte la zone de transition eau douce-eau marine de l'écosystème subantarctique, laquelle est particulièrement exposée aux effets du changement global. Les mollusques bivalves filtreurs sont connus pour intégrer les contaminations chimiques et biologiques des eaux. L'intérêt de la truite commune repose quant à lui sur des caractéristiques bio-écologiques particulières et originales associées à cette espèce qui vit indifféremment dans les eaux douces comme dans les eaux marines littorales de l'archipel. Le poisson intègre alors les particularités physico-chimiques présentes dans ces deux types de milieu et notamment des niveaux et types de contaminations chimiques variés (Jaffal et al., 2011). (Photos Yves Saint-Pierre/ Institut polaire français 409 et projet Salmevol Institut polaire français 1041)

Les interactions hôte-parasite pour comprendre les processus invasifs et l'adaptation à l'environnement changeant des espèces subantarctiques

Le succès invasif d'un végétal ou d'un animal peut être associé à différents traits de l'espèce, les plus souvent étudiés étant ses capacités de reproduction ou la compétition avec les espèces locales pour la ressource trophique. L'immunologie, qui est une discipline majoritairement explorée dans les domaines médical ou vétérinaire (donc chez les vertébrés), est un trait moins étudié dans le domaine de l'écologie et actuellement peu exploré dans le succès invasif d'une espèce et/ou dans ses capacités à s'adapter à un habitat changeant. L'immunité est à l'interface de la relation hôte-microbes de tout être vivant : c'est elle qui va permettre de choisir, de sélectionner les microbes « bénéfiques » avec qui il est vital de s'associer (symbiose mutualiste) ou qui va éliminer les microbes « pathogènes » qui ont un impact délétère sur le pronostic vital d'une espèce. L'immunité des organismes est très sensible aux variations environnementales et son étude chez certaines espèces permet d'en faire un bio-indicateur des diverses sources de stress environnemental (changement climatique, impact anthropique) tout en révélant la santé des populations (capacité à lutter contre un pathogène) et leurs capacités d'expansion (cas des espèces invasives). Cette approche d'immunologie écologique est abordée depuis peu par des membres du Centre d'Infection et d'Immunité de l'Institut Pasteur de Lille (CIIL) (A. Tasiemski et C. Wichlacz) invitées à rejoindre les projets Subanteco (Institut polaire français 136, D. Renault) et Proteker (Institut polaire français 1044, T. Saucedo) pour étudier respectivement: un petit coléoptère terrestre dont l'invasion rapide s'est faite au détriment d'insectes endémiques (Figure 5) et des vers marins qui structurent l'écosystème côtier et sont une ressource trophique non négligeable pour les poissons de fond et les oiseaux locaux (Figure 6)



◆ Figure 6 : Suivi de la santé immunitaire (capacité de réponse à une infection par un pathogène) dans le cadre du programme Proteker (Institut polaire français 1044). Prélèvement en plongée et étude au laboratoire des vers marins.

Récemment, il a pu être montré en zone non-polaire chez des espèces invertébrées prélevées in natura (et non issues d'élevage de laboratoire, ce qui peut entraîner un biais) que l'immunité peut être un marqueur très sensible aux variations/changements environnementaux (températures, pollution...) et cela à tous les niveaux de l'organisme : de la cellule, aux gènes en passant par les molécules produites (Papot et al. 2017, Cuvillier et al. 2017, Bruno et al. 2019).

Dans le cadre du projet Subanteco, il est étudié depuis peu en quoi le succès invasif de *Merizodus* mais aussi ses limites (ces insectes à l'heure actuelle ne se propagent pas au-delà d'une frontière que l'on appelle le front de migration) relèvent de l'immunité du coléoptère. Le cortège de microbes associés à l'animal (apportés potentiellement lors de son invasion) sont également étudiés afin de déterminer si l'animal ne constituerait pas un réservoir de bactéries pathogènes pour la faune locale.

Les premiers résultats montrent que les *Merizodus* qui sont en front de migration sont les plus vulnérables aux épidémies microbiennes et donc que l'immunité pourrait être un frein au processus invasif. *Merizodus* semble également être un vecteur d'agents bactériens pathogènes des vertébrés. Dans le cadre du projet Proteker, nos très récentes données sur les vers marins montrent clairement une biodiversité ainsi qu'une santé immunitaire différentielle en fonction des habitats et des sites. L'immunité semble être donc un marqueur de choix pour le suivi sur le long terme des populations de vers dont la perturbation de la biomasse peut affecter tout un écosystème.



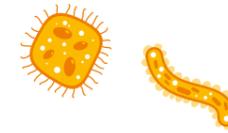
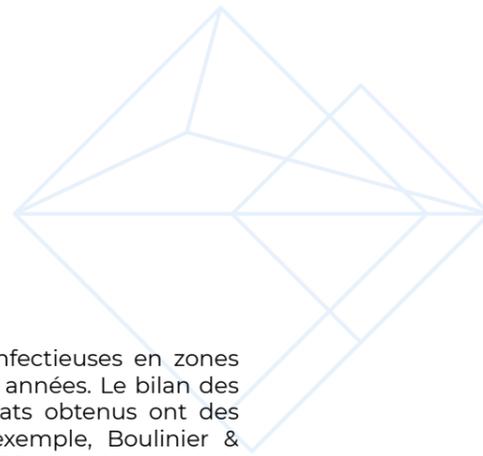
◆ Figure 5 : Etude de l'immunité chez une espèce invasive *Merizodus*. Isolement et caractérisation des bactéries vivant en interactions avec l'insecte dans le cadre d'un volet du projet Subanteco (Photo Aurélie Tasiemski/ Institut polaire français 136).

Perspectives

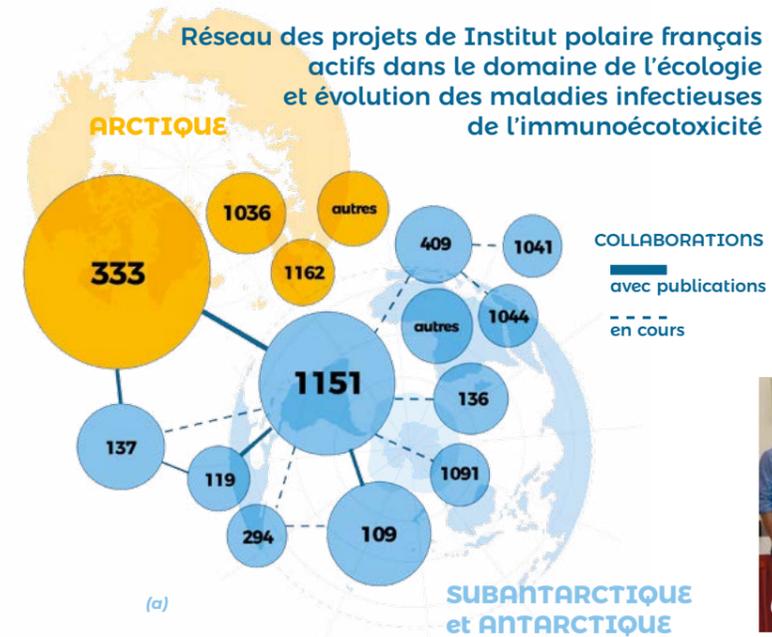
Les connaissances sur l'écologie et l'évolution des maladies infectieuses en zones polaires ont donc fait des avancées significatives ces dernières années. Le bilan des travaux a permis aussi de constater que plusieurs des résultats obtenus ont des implications dépassant les seules zones polaires (voir par exemple, Boulinier & Staszewski 2008, McCoy & Boulanger 2016, Boulinier et al. 2016). Les perspectives de développement dans ce domaine sont importantes dans le contexte du changement global.

Outre la conduite de projets de recherche innovant pour aborder des questions spécifiques sur les interactions hôte-parasite, une approche de surveillance globale des maladies infectieuses dans les écosystèmes polaires peut apporter des informations importantes sur le plan fondamental et appliqué. Un observatoire des dynamiques éco-épidémiologiques chez les populations de vertébrés dans les terres australes est ainsi en train d'être mis en place d'une façon coordonnée entre des projets de l'Institut polaire français, de la Réserve naturelle nationale des terres australes et le programme Sagir de l'Office français de la biodiversité, avec le soutien de l'Observatoire de recherche montpellierain de l'environnement (OSU OREME) (Figure 7) Le même type d'approche pourrait être envisagé chez les invertébrés marins et terrestres.

Un observatoire des risques écotoxicologiques dans les continuums eaux douces-eaux marines des îles Kerguelen est mis en place en parallèle. Les approches développées sont résolument interdisciplinaires et bénéficient de la logistique et de l'expérience acquises via l'implémentation des projets de l'Institut polaire français sur le terrain. Elles doivent s'attacher à pouvoir détecter des émergences de maladies chez les animaux sauvages et des détériorations de l'état écotoxicologique des écosystèmes, mais elles doivent aussi permettre d'acquérir des données permettant une compréhension des processus en jeu. La question des zoonoses doit aussi être abordée, certains agents infectieux pouvant être transmis de l'animal à l'homme, mais aussi inversement. Tout comme dans d'autres domaines du monitoring de la biodiversité, l'optimisation des plans d'échantillonnage en relation avec les questions posées et les moyens d'analyses disponibles doit faire l'objet d'une attention particulière (Yoccoz et al. 2001). Des efforts fait en ce sens ont déjà permis de souligner l'intérêt de combiner des approches transversales et longitudinale dans les plans d'échantillonnages (Gamble et al. 2019c).



D'une façon générale, ces initiatives ont vocation à contribuer aux efforts faits sur le plan international sur ces problématiques, qui ont notamment été discutés lors d'un atelier spécifique coordonné entre l'International Arctic Science Committee (IASC) et le Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR) qui s'est tenu au congrès polaire 2018 à Davos (Figure 8). Parmi les points évoqués, l'importance de documenter les changements associés aux activités humaines en zones polaires et les risques de dispersion d'agents infectieux entre espèces sont apparus primordiaux.



◆ Figure 8 : Les approches transversales utilisées amènent des opportunités intéressantes de collaborations, au niveau national et international :
 ► (a) Représentation du réseau des interactions entre les projets de l'Institut polaire impliqués dans les études sur les parasites et pathogènes (le diamètre des cercles donne une indication du nombre d'articles publiés pendant les 10 dernières années et des travaux en cours sur ces thèmes)
 ► (b) Side meeting 'Polar wildlife – connecting ecology, health and disease issues in a changing world' à Polar 2018 à Davos, ayant regroupé des intervenants soutenus par l'IASC et le SCAR (Photo Fabien Mavrot).



◆ Figure 7 : Mise en place par le projet Ecopath 1151, en coordination avec la Réserve nationale naturelle des terres australes et le réseau SAGIR de l'OFB, d'une surveillance éco-épidémiologique :
 ► (a) Préparation au déploiement de mallettes d'autopsies sur les districts (Photos Thierry Boulinier/ Institut polaire français 1151)
 ► (b) Formation de VSC et campagnards d'été à l'autopsie d'oiseaux sauvages au Laboratoire vétérinaire départemental de l'Hérault à Montpellier
 ► (c) Prise de sang sur un gorfou sauteur (Photo Thierry Boulinier/ Institut polaire français 1151)
 Cette activité inter-projets de l'Institut polaire français rentre dans l'axe 'Interactions' de la Zone atelier antarctique et sub-antarctique (ZATA).

Remerciements

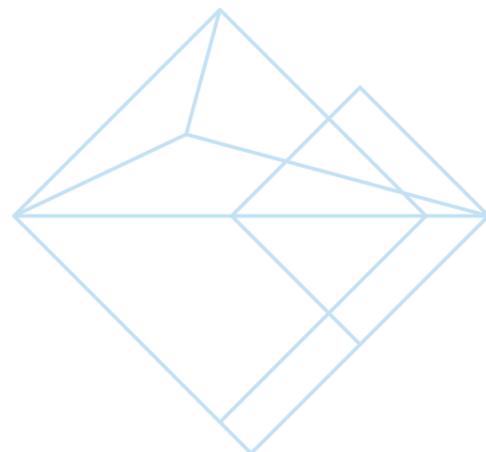
Outre l'Institut polaire français et les contributions de diverses personnes aux travaux de terrain en zones polaires, nous remercions Jacques Labonne et Philippe Gaudin de l'UMR ECOBIOP (INRA, Saint-Pée sur Nivelle), Thomas Saucède de Biogéosciences (UMR 6282, CNRS – Université de Bourgogne Franche Comté), David Renault d'EcoBio (Univ. Rennes 1, CNRS UMR6553), Karen McCoy de MIVEGEC (UMR 5290, CNRS-IRD-Université de Montpellier), Torkild Tveraa de NINA (Tromsø, Norvège), Christophe Barbraud, Karine Delord et Henri Weimerskirch du CEBC (UMR 7372 CNRS – Université La Rochelle), Vincent Viblanc, Jean-Patrice Robin et Céline Lebohec de l'IPHC (CNRS – Université de Strasbourg), Hubert Gantelet et Eric Thibault de Ceva Biovac (Beaucouzé), Muriel Dietrich, Camille Lebarbenchon et Pablo Tortosa de PIMIT (UMR 9192, La Réunion), Audrey Jaeger de l'UMR ENTROPIE (Université La Réunion), Nicolas Keck du Laboratoire vétérinaire départemental de l'Hérault (Montpellier), Karin Lemberger de Vetdiagnostics (Lyon), Anouk Descors de SAGIR (OFB) pour les interactions que nous avons eu sur ces sujets et/ou leur collaboration aux travaux. Le programme Ecopath a bénéficié d'un soutien de l'ANR (EVEMATA), de la Réserve Nationale Naturelle des Terres Australes, du Labex CEMEB, de l'OSU OREME et de la Zone Atelier Antarctique (ZATA).

REFERENCES

- **Boulinier, T. & Staszewski, V. 2008.** Maternal transfer of antibodies: raising immuno-ecology issues. *Trends in Ecology and Evolution* 23: 282-288.
- **Boulinier, T., Kada, S., Ponchon, A., Dupraz, M., Dietrich, M., Gamble, A., Bourret, V., Duriez, O., Bazire, R., Tornos, J., Tveraa, T., Chambert, T., Garnier, R. & McCoy, K.D. 2016.** Migration, prospecting, dispersal? What host movement matters for infectious agent circulation? *Integrative and Comparative Biology* 56: 330-42.
- **Boulinier, T., Gamble, A., Tornos, J. & Garnier, R. 2017.** Institut polaire français ECOPATH 1151 - Circulation d'agents infectieux dans les populations de vertébrés coloniaux des terres australes : surveillance, compréhension et implications pour la gestion. Institut polaire français 2016 : *Rapport d'activité - Campagne 2016-2017 inclure: 52-61.*
- **Bourret, V., Gamble, A., Tornos, J., Jaeger, A., Delord, K., Barbraud, C., Tortosa, P., Kada, K., Thiebot, J.-B., Thibault, E., Gantelet, H., Weimerskirch, H., Garnier, R. & Boulinier T. 2018.** Vaccination protects endangered albatross chicks against avian cholera. *Conservation Letters* 11: e12443.
- **Bruno, R., Maresca, M., Canaan, S., Cavalier, J.F., Mabrouk, K., Boidin-Wichlacz, C., Olleik, H., Zeppilli, D., Brodin, P., Massol, F., Jollivet, D., Jung, S. & Tasiemski, A. 2019.** Worms' antimicrobial peptides. *Marine Drugs* 17: E512.
- **Caza, F., Betoulle, S., Auffret, M., Brousseau, P., Fournier, M. & St-Pierre Y. 2015.** Comparative analysis of hemocyte properties from *Mytilus edulis desolationis* and *Aulacomya ater* in the Kerguelen Islands. *Marine environmental research* 110:174-82.
- **Caza, F., Granger Joly de Boissel, P., Villemur, R., Betoulle, S. & Yves St-Pierre, Y. 2019.** Liquid biopsies for omics-based analysis in sentinel mussels. *Plos One* 14: e0223525
- **Chambert, T., Staszewski, V., Lobato, E., Choquet, R., McCoy, K.D., Tveraa, T. & Boulinier T. 2012.** Exposure of Black-legged Kittiwakes to Lyme disease spirochetes: dynamics of the immune status of adult individuals and effects on their survival. *Journal of Animal Ecology* 81: 986-95.
- **Chang, C.M., Lebarbenchon, C., Gauthier-Clerc, M. & van der Werf, S. 2009.** Molecular surveillance for avian influenza A virus in king penguins (*Aptenodytes patagonicus*). *Polar Biology* 32: 663-665.
- **Cristofari, R., Trucchi, E., Whittington, J.D., Vigetta, S., Gachot-Neveu, H., Stenseth, N.C., Le Maho, Y. & Lebohec, C. 2015.** Heterogeneity as a genetic mixing mechanism in highly philopatric colonial seabirds. *PLoS ONE* 10: e0117981.
- **Cuvillier-Hot, V., Marylène Gaudron, S., Massol, F., Boidin-Wichlacz, C., Pennel, T., Lesven, L., Net, S., Papot, C., Ravaux, J., Vekemans, X., Billon, G. & Tasiemski, A. 2017.** Immune failure reveals vulnerability of populations exposed to pollution in the bioindicator species *Hediste diversicolor*. *Science of The Total Environment* 613-614:1527-1542.
- **Dietrich, M., Kempf, F., Boulinier, T. & McCoy, K.D. 2014a.** Tracing the colonisation and diversification of the worldwide seabird ectoparasite *Ixodes uriae*. *Molecular Ecology* 23: 3292-3305.
- **Dietrich, M., Lobato, E., Boulinier, T. & McCoy, K.D. 2014b.** An experimental test of host specialisation in a ubiquitous polar parasite: a role for adaptation? *Journal of Animal Ecology* 83: 576-587.
- **Dupraz, M., Toty, C., Noël, V., Estrada-Pena, A., Gonzalez-Solis, J., Boulinier, T., Dujardin, J.-P. & McCoy, K.D. 2016.** Linking morphometric and genetic divergence with host use in the tick complex. *Ornithodoros capensis sensu lato*. *Infection, Genetics & Evolution* 46:12-22.
- **Gamble A., Garnier R., Jaeger A., Thibault E., Gantelet H., Tortosa P., Bourret V., Thiebot J.-B., Delord K., Weimerskirch H., Tornos J., Barbraud C. & Boulinier T. 2019a.** Exposure of albatrosses to the avian cholera agent leads to a short-lived immune response: implications for disease surveillance and management. *Oecologia* 189: 939-949.
- **Gamble, A., Bazire, R., Delord, K., Barbraud, C., Jaeger, A., Gantelet, H., Thibault, E., Lebarbenchon, C., Lagadec, E., Tortosa, P., Weimerskirch, H., Thiebot, J.-B., Garnier, R., Tornos, J. & Boulinier, T. 2019b.** Predator and scavenger movements among and within endangered seabird colonies: opportunities for pathogen spread. *Journal of Applied Ecology*, sous presse.
- **Gamble, A., Garnier, R., Chambert, T., Gimenez, O. & Boulinier, T. 2019c.** Next generation serology: integrating cross-sectional and capture-recapture approaches to infer disease dynamics. *Ecology*, sous presse.
- **Gamble A., Weimerskirch H. & Boulinier T. 2020.** Seabirds blinded by ticks. *Frontiers in Ecology and the Environment*, sous presse.
- **Gasparini, J., McCoy, K.D., Haussy, C., Tveraa, T. & Boulinier, T. 2001.** Induced maternal response to the Lyme disease spirochaete *Borrelia burgdorferi sensu lato* in a colonial seabird, the kittiwake *Rissa tridactyla*. *Proceedings of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences* 268: 647-650.
- **Garnier, R., Ramos, R., Staszewski, V., Militão, T., Lobato, E., González-Solis, J. & Boulinier, T. 2012.** Maternal antibody persistence: a neglected life history trait with implications from albatross conservation to comparative immunology. *Proceedings of the Royal Society, London B* 279: 2033-2041.
- **Gilg, O., Bollache, L., Afonso, E., Yannic, G., Schmidt, N.M., Hansen, L.H., Hansen, J., Sittler, B., Lang, J., Meyer, N., Sabard, B., Gilg, V., Lang, A., Lebbar, M., Haukisalmi, V., Henttonen & Moreau, J. 2019.** Are gastrointestinal parasites associated with the cyclic population dynamics of their arctic lemming hosts? *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife* 10: 6-12.
- **Jaffal, A., Givaudan, N., Betoulle, S., Terreau, A., Paris-Palacios, S., Biagianti-Risbourg, S., Beall, E., & Roche, H. 2011.** Polychlorinated biphenyls in freshwater salmonids from the Kerguelen Islands in the Southern Ocean. *Environmental Pollution* 159: 1381-1389.
- **Jaffal, A., Betoulle, S., Biagianti-Risbourg, S., Terreau, A., Sanchez, W. & Paris-Palacios, S. 2015.** Heavy metal contamination and hepatic toxicological responses in brown trout (*Salmo trutta*) from the Kerguelen Islands. *Polar Research* 34: 22784.
- **Jaeger, A., Lebarbenchon, C., Bourret, V., Bastien, M., Lagadec, E., Thiebot, J.-B., Boulinier, T., Delord, K., Barbraud, C., Marteau, C., Dellagi, K., Tortosa, P. & Weimerskirch, H. 2018.** Avian cholera outbreaks threaten seabird species on Amsterdam Island. *PLoS One* 13: e0197291.
- **Kada, S., McCoy, K.D. & Boulinier, T. 2017.** Impact of life stage-dependent dispersal on the colonization dynamics of host patches by ticks and tick-borne infectious agents. *Parasites and Vectors* 10: 375.
- **Lebouvier, M., Laparie, M., Hullé, M., Marais, A., Cozic, Y., Lalouette, Y., Vernon, P., Candresse, T., Frenot, Y. & Renault, D. 2011.** The significance of the sub-Antarctic Kerguelen Islands for the assessment of the vulnerability of native communities to climate change, alien insect invasions and plant viruses. *Biological Invasions* 13:1195-1208.
- **Mangin, S., Gauthier-Clerc, M., Frenot, Y., Gendner, J.-P., Le Maho, Y. 2003.** Ticks *Ixodes uriae* and the breeding performance of a colonial seabird, king penguin *Aptenodytes patagonicus*. *Journal of Avian Biology* 34: 30-34.
- **McCoy, K.D., Chapuis, E., Tirard, C., Boulinier, T., Michalakakis, Y., Le Bohec, C., Le Maho, Y. & Gauthier-Clerc, M. 2005.** Recurrent evolution of host-specialized races in a globally-distributed parasite. *Proceedings of the Royal Society, London B* 272: 2389-2395.
- **McCoy KD, Leger E & Dietrich M (2013)** Host specialization in ticks and transmission of tick-borne diseases: a review. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology* 3: 57
- **McCoy, K.D. & Boulanger, N. 2016.** *Tiques et maladies à tiques : Biologie, écologie évolutive, épidémiologie.* Ouvrage collectif, IRD Editions.
- **Ouisse T., Laparie, M., Lebouvier, M. & Renault, D. 2017.** New insights into the eco-biology of *Merizodus soledadinus*, a predatory carabid beetle invading the subantarctic Kerguelen Islands. *Polar Biology* 40: 2201-2209.
- **Papot, C., Massol, F., Jollivet, D. & Tasiemski, A. 2017.** Antagonistic evolution of an antibiotic and its molecular chaperone: How to maintain a vital ectosymbiosis in a highly fluctuating habitat. *Scientific Reports* 7: 1454.
- **Schramm, F., Gauthier-Clerc, M., Fournier, J.C., McCoy, K.D., Barthel, C., Postic, D., Handrich Y, Le Maho, Y. & Jaulhac, B. 2014.** First detection of *Borrelia burgdorferi sensu lato* DNA in king penguins (*Aptenodytes patagonicus halli*). *Ticks and Tick-Borne Diseases* 5: 939-942.
- **Stier, A., Schull, Q., Bize, P., Lefol, E., Haussmann, M., Rousset, D., Robin, J.P. & Viblanc, V. 2019.** Oxidative stress and mitochondrial responses to stress exposure suggest that king penguins are naturally equipped to resist stress. *Scientific Reports* 9:8545.
- **Viblanc, V.A., Mathien, A., Saraux, C., Viera, V.M. & Groscolas, R. 2011.** It costs to be clean and fit: energetics of comfort behavior in breeding-fasting penguins. *PLoS ONE* 6: e21110.
- **Yoccoz, N.G., Nichols, J.D. & Boulinier, T. 2001.** Monitoring biodiversity in space and time: concepts, methods and designs. *Trends in Ecology and Evolution* 16: 446-453.

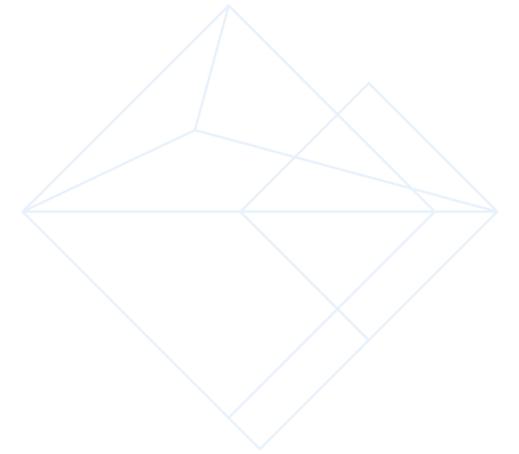


L'Institut polaire français





L'Institut polaire français



L'Institut polaire français Paul-Émile Victor est un organisme public chargé de la mise en œuvre de la recherche française dans les régions polaires.

Parce que l'accès et le séjour dans ces régions sont difficiles, l'Institut polaire déploie des moyens spécifiques et conséquents, des technologies dédiées avancées et emploie les compétences

et connaissances spécifiques de son personnel pour rendre possible une recherche scientifique d'excellence dans ces milieux aux conditions extrêmes.

MISSIONS

Depuis son siège de Brest, l'Institut :



L'Institut polaire français participe à la concertation scientifique, logistique et environnementale à l'échelle internationale et représente souvent la France à cette fin.

Conseil d'administration



Composition CONSEIL SCIENTIFIQUE

PRÉSIDENT CPST

Jean-Daniel **PARIS**
LSCE

VICE-PRÉSIDENT CPST

Lenaïck **MENOT**
Ifremer

MEMBRES NOMMÉS

- Etienne **BERTHIER** — CNRS/OMP/LEGOS
- Matthieu **CHEVALLIER** — Météo-France
- Didier **SWINGEDOUW** — UMR CNRS 5805 EPOC OASU
- Vincent **COUDE DU FORESTO** — Observatoire de Paris - LESIA
- Massimo **FREZZOTTI** — ENEA
- Christèle **GUIVEL** — Laboratoire de Planétologie et Géodynamique
- Roland **NEUBER** — Alfred-Wegener-Institut
- Matthieu **LE CORRE** — UMR 9220 UR CNRS IRD ENTROPIE - Faculté des Sciences et Technologies
- Warwick **VINCENT** — Centre d'Études Nordiques - Dpt de Biologie
- Patricia **GIBERT** — Lab. Biométrie et Biologie Evolutive
- Najat **BHIRY** — Centre d'Études Nordiques - Dpt Géographie
- Virginie **VATE** — CNRS, CEFRES et GSRL
- José Carlos Caetano **XAVIER** — IMARE - Institute of Marine and Environmental Sciences Centre Faculty of Sciences and Technology
- Jean-Philippe **SIBLET** — MNHN

INVITES

- Marie-Noëlle **HOUSSAIS** — INSU
- Sylvain **LAMARE** — INEE
- Stéphanie **VERMEERSCH** — INSHS
- Claude **BACHELARD** — Service médical TAAF/Institut polaire
- Paul **LAFORET** — Service médical TAAF/Institut polaire

De mars 2018 à mars 2019 Représentation dans les instances internationales

Jérôme CHAPPELLAZ	Christine DAVID-BEAUSIRE
<ul style="list-style-type: none"> ► Membre de la délégation française aux réunions du Traité Antarctique (RCTA) et du comité de protection de l'environnement (CPE) ► Délégué français au Council of Managers of National Antarctic Programs (COMNAP) ► Membre titulaire de l'European Polar Board (EPB) ► Représentant de la France au sein du comité des opérateurs scientifiques à Ny-Alesund (NySMAC) ► Représentant de la France au sein du forum des opérateurs de recherche en Arctique (FARO) ► Représentant de la France au sein du comité scientifique international pour l'Arctique (IASC) ► Membre du comité directeur du TGIR Concordia ► Participant au projet européen EU-PolarNet 	<ul style="list-style-type: none"> ► Membre suppléant de l'European Polar Board (EPB) ► Représentant de la France au sein du comité des opérateurs scientifiques à Ny-Alesund (NySMAC) ► Représentant de la France au sein du forum des opérateurs de recherche en Arctique (FARO)
	Patrice BRETEL
	<ul style="list-style-type: none"> ► Délégué français au Council of Managers of National Antarctic Programs (COMNAP)

LA DIRECTION DE L'INSTITUT POLAIRE AU SEIN DE RÉUNIONS INTERNATIONALES

- Beyond Epica-Oldest Ice Steering Committee · Mars 2018
- EU-PolarNet General Assembly à Tallinn · Mars 2018
- Visite officielle de la directrice de l'AWI et du Président de l'Helmholtz à Ny-Alesund · Avril 2018
- EU-PolarNet Retreat à Santpoort-Noord · Mai 2018
- Comité pour la Protection de l'Environnement et Réunion Consultative du Traité sur l'Antarctique à Buenos Aires · Mai 2018
- COMNAP Annual General Meetings and Symposium à Garmisch-Partenkirchen · Juin 2018
- International Arctic Science Committee Council à Davos · Juin 2018
- Forum of Arctic Research Operators (FARO) Meeting à Davos · Juin 2018
- Ny-Alesund Science Managers Committee (NySMAC) à Davos · Juin 2018
- European Polar Board - Plenary Meeting à Davos · Juin 2018
- Steering Committee Concordia à Paris · Juillet 2018
- EU-PolarNet Policy Briefing à Bruxelles · Septembre 2018
- Information meeting on the development of research activities à Ny-Alesund · Septembre 2018
- Second Arctic Science Ministerial Meeting à Berlin · Septembre 2018
- Malta Meeting (Beyond Epica-Oldest Ice) à Göttingen · Septembre 2018
- NySMAC Meeting à Ny-Alesund · Novembre 2018
- EU-PolarNet General Assembly et Symposium à Lisbonne · Mars 2019



ORGANIGRAMME GÉNÉRAL

EN VIGUEUR EN MARS 2019

AGENCE COMPTABILITÉ

Olivier Sauvage
• Agent Comptable
Dominique Prisc (6518)
Assistante comptable

DÉPARTEMENT COMMUNICATION ET MÉDIATION SCIENTIFIQUE

Aude Sonnevile (6505)
• Responsable Communication
Lucie Maignan (7675)
Adjointe
Mathilde Derien (6553)
Assistante

DIRECTION

Jérôme Chappellaz
• Directeur
Christine David-Beausire
• Directrice adjointe

Fanny Keraudy (6501)
Assistante de direction

dirpol@ipev.fr

DÉPARTEMENT OPÉRATIONS SCIENTIFIQUES

Christine David-Beausire
• Directrice scientifique
Catherine Étienne (6557)
Assistante de direction

Arctique
Dominique Fleury (6542)
Responsable
Serge Drapeau (6547)
Adjoint

Subantarctique
Yann Le Meur (6509)
Responsable
Romuald Bellec (6533)
Adjoint

Antarctique
Doris Thuillier (6177)
Responsable
Gaëlle Sellin (6177)
Soutien Dumont d'Urville

scantpol@ipev.fr

DÉPARTEMENT TÉLÉCOMMUNICATIONS, INFORMATIQUE, INSTRUMENTATION

Thierry Hôtelier (6178)
Responsable

Serge Begon (6546)
Stations de recherche
Gilbert Calvez (6508)
Siège

Michel Munoz (6520)
SI Infrapol
Thierry Lemaire (6527)
SI Science

DÉPARTEMENT ADMINISTRATIF ET FINANCIER

Catherine Mocquard
• Directrice administrative et financière
Annie Jaouen (6525)
Accueil

Gestion RH et finances

Martine Godéc (6526)
Responsable
Annie Jaouen (6525)
Siège

Viviane Jean (6522)
Antarctique

Danielle Guégueniat (6511)
Arctique et contrats européens
Nathalie Gélière (6529)
Îles subantarctiques

Ressources humaines
Laurence André-Le-Marec (6524)
Responsable
Sandrine Droumaguet (6576)
Assistante

Logistique et approvisionnement

Isabelle Thépaut (6512)
Responsable

Gaëlle Sellin (7677)
Logistique opérationnelle terrain

Pauline Boucher (6517)
Arctique, Antarctique

Laurence Raffard (6528)
Îles subantarctiques

Annie Jaouen (6525)
Siège

Pool des expéditions
Yann L'herrou (6507)
Responsable

Jean-Yves Vitoux (6559)
Hugo Merouani (6558)

DÉPARTEMENT INFRASTRUCTURES ET LOGISTIQUE POLAIRES

Patrice Bretel
• Directeur technique
Nathalie Auffret (6504)
Assistante

Claire Le Calvez (6176)
Concordia et environnement/déchets

Jean-Gabriel Coll (6178)
Electrotechnique, production et distribution

Serge Drapeau (6547)
Bâtiments, chaudronnerie, conception

Michel Munoz (6520)
Dumont d'Urville et gestion des fluides

Anthony Vendé (6175)
Raids, mécanique véhicules et centrales électriques

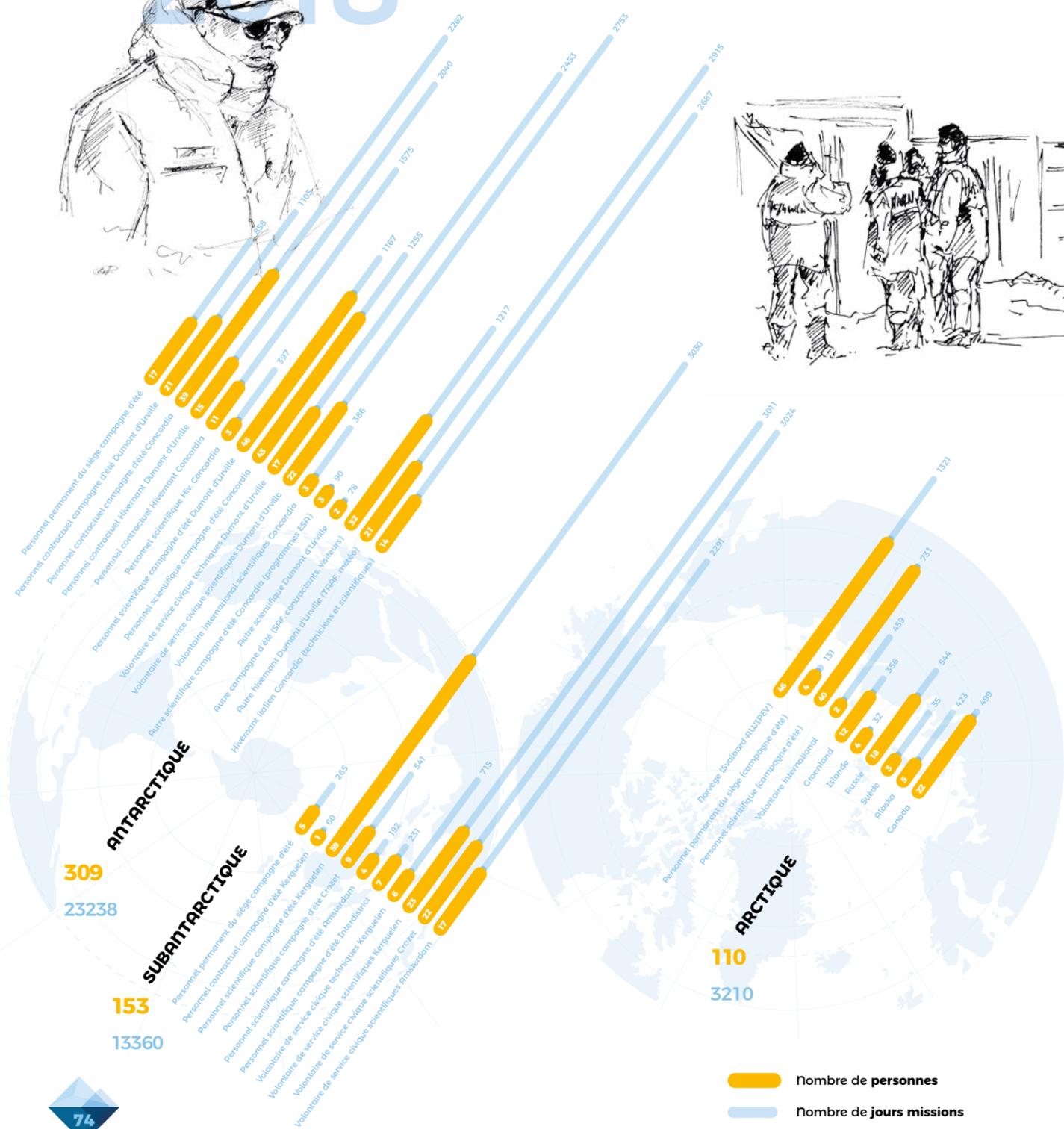
Nathalie Auffret (6504)
Achats techniques et aménagements de bâtiments

infrapol@ipev.fr

Effectifs

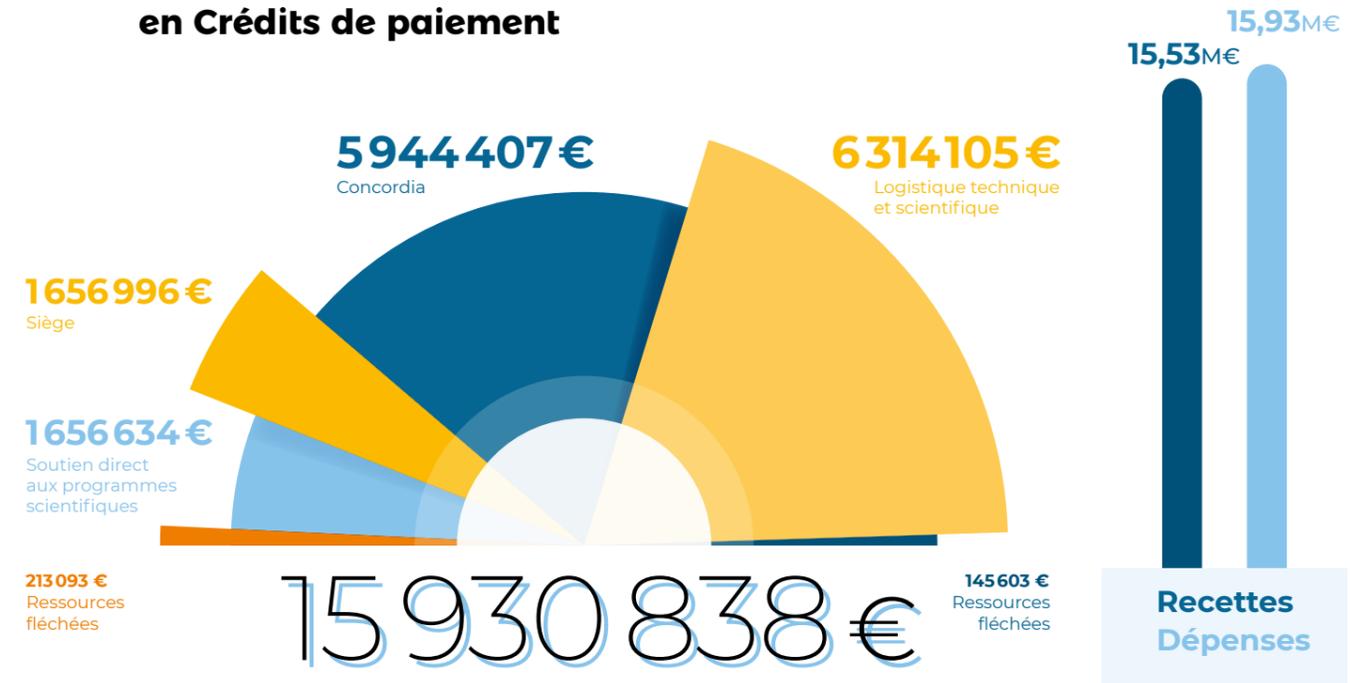
Personnes ayant séjourné dans les stations en

2018

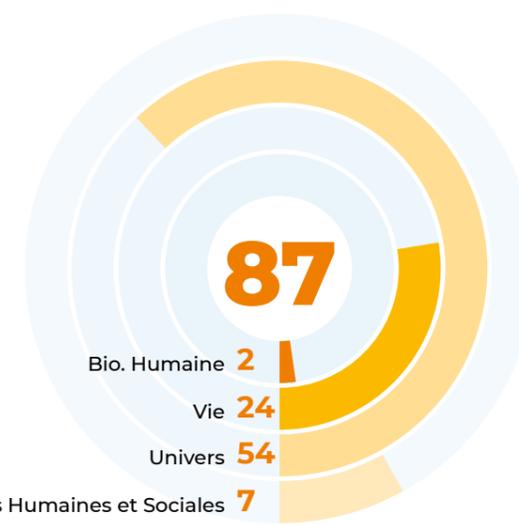


Exécution budgétaire 2018

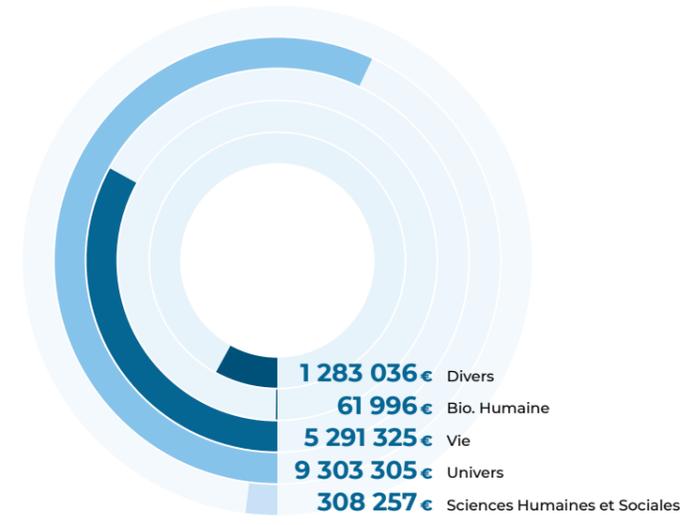
Dépenses par secteur d'activités en Crédits de paiement



Nombre de campagnes mises en œuvre



Soutien aux projets scientifiques



La communication à l'Institut polaire

Les actions de communication ont pour objectif de faire connaître les activités menées par l'Institut dans sa mission d'agence de logistique polaire au service de la science.

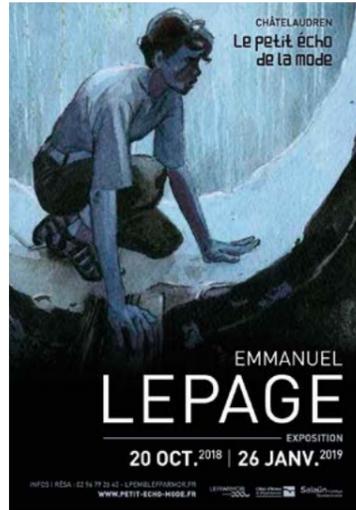
Le personnel interne de l'Institut polaire, les tutelles, les scientifiques, les hivernants et campagnards, recrutés chaque année depuis longtemps, constituent le premier

public à informer. La communication vers cette communauté polaire vise à renforcer les liens entre ces différents acteurs des pôles et insuffler l'envie de transmettre leurs connaissances des missions dans ces milieux extrêmes.

Pour renforcer la visibilité de l'Institut, la communication externe valorise les activités et les moyens proposés auprès des décideurs et des médias. La société civile, et notamment les élèves, sont sensibilisés à travers le développement de liens forts avec les enseignants et les structures pédagogiques, accompagnés d'événements de culture scientifique très fréquents.

En début d'année, une campagne de recrutement présentait, à travers six portraits de femmes ayant exercé sur le terrain polaire, les différents métiers proposés par l'Institut polaire français. Diffusées entre le 15 janvier et le 19 février, ces vidéos ont eu un franc succès :

Une cinquantaine de retombées presses recensées pour les médias papier, audiovisuel et Web avec une dépêche AFP, 1800 candidatures entre janvier et mai 2018 contre 780 pour 2017, en moyenne 3500 lecteurs sur chaque vidéo et plus de 11 000 vues cumulées pour les 6 portraits sur la chaîne Dailymotion de l'Institut.



Ouverture du site Archipôles

www.archipoles.com et www.archives-polaires.fr

Le 15 novembre 2018 s'est ouvert en ligne le premier portail web regroupant les archives polaires des Expéditions polaires françaises (EPF), de l'Institut polaire français et des Terres australes et antarctiques françaises (TAAF). Ce site présente aussi, grâce à une fonction de moissonnage, les archives polaires de la Cinémathèque de Bretagne et Gallica, la bibliothèque numérique de la Bibliothèque nationale de France.

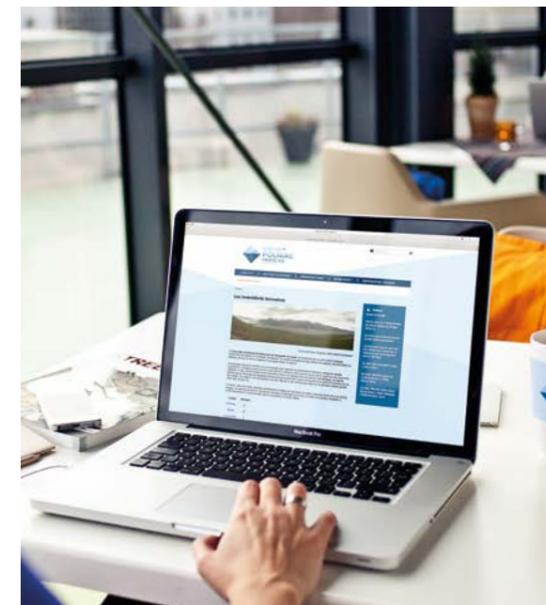
Coordonné et mis en œuvre par le département communication de l'Institut polaire, ce site est le résultat d'un travail commun des EPF, de l'Institut polaire et des TAAF qui ont inventorié, numérisé et valorisé leurs collections sur Archipôles.

Site en construction perpétuelle, Archipôles s'enrichira grâce à la participation de tous les acteurs du monde polaire.

Ouverture d'une encyclopédie polaire en ligne.

<https://insectes.institut-polaire.fr/>

Le 31 mai 2018, l'Institut a ouvert sur son site internet une encyclopédie sur la biodiversité polaire. Construite comme une base de données, elle présente la faune des invertébrés terrestres des îles Kerguelen et Crozet. Pour chaque espèce, l'embranchement, le sous embranchement, la classe, l'ordre et le genre sont réunis dans une « carte d'identité » accompagnée de leurs aires de répartition.



LA CULTURE SCIENTIFIQUE

Chaque année, l'Institut participe à des événements de culture scientifique à travers la France. 2018 a été à nouveau riche de partenariats à destination des élèves et du grand public.

EXPOSITION : **Instants polaires** en partenariat avec la Cinémathèque de Bretagne

En octobre 2018, la Cinémathèque et l'Institut polaire français créent une exposition à l'occasion des journées du patrimoine afin de valoriser le fonds audio-visuels que les Expéditions polaires françaises – missions Paul-Émile Victor ont confié en 2013 à la Cinémathèque de Bretagne. Ces films, tournés entre 1936 et 1976 témoignant des expéditions dans les pôles, ont été traités et numérisés.

Une version itinérante de cette exposition a été réalisée et des événements ont été organisés avec la projection des documentaires « Terre des glaces » de Jean-Jacques Languepin (1948, 29 min) et « Les hommes du phoque », de Samivel (1948, 22 min) suivi des interventions d'un enseignant-chercheur en Anthropologie arctique et du président de l'association *Les peuples de l'eau*, qui ont partagé leurs expériences et leurs connaissances de la vie dans les pôles.



Évènements, prêts d'expositions et de matériels, jumelages hivernants/classes

L'Institut met en place très régulièrement des partenariats sur des expositions. En 2018, un grand nombre d'acteurs culturels a sollicité l'Institut pour participer, animer, prêter et informer le grand public sur les spécificités polaires.



« **PÔLES, FEU LA GLACE** », du 9 septembre 2018 au 18 août 2019 au Museum d'histoire naturelle de Neuchâtel en Suisse.

« **LA TERRE ADÉLIE** », début septembre au réseau des médiathèques Durance-Lubéron-Verdon agglomération dans le cadre d'une programmation culturelle autour du livre « **Comme un tigre par la neige brûlée** » en lice pour le prix littéraire du réseau.

Association « **TERRE AVENIR** » pour le forum climat à Épernay et pour le lancement du plan climat-air-énergie territorial d'Étampes, en octobre 2018 : 920 participants en trois jours et demie, 22 classes, 650 jeunes et 190 visiteurs grand public.

Travail d'Emmanuel Lepage présenté au Petit écho de la mode à Lanvollon, du 20 octobre 2018 au 26 janvier 2019.

« **A LA DÉCOUVERTE DES PÔLES** », à l'abri du marin de Sainte Marine d'octobre 2018 à octobre 2019.

« **MILIEUX EXTRÊMES** », du 27 septembre 2017 au 7 juillet 2018 de l'espace Mendès France à Poitiers : 4000 visiteurs.

Nuit des chercheurs à Océanopolis : 5300 visiteurs.

Terres australes au quotidien, avril 2018 à avril 2019 : 450 classes inscrites, 650 abonnés sur Facebook, 3000 visiteurs uniques sur le site, 50 documents mis à disposition.

Conférence à l'université du temps libre de Lanvollon par un personnel de l'Institut polaire devant une centaine de personnes.

Émission de radio du Museum d'histoire naturelle du Havre pour l'exposition « **LE GÉNIE DE LA NATURE** », interview de Cyprien Verseux, glaciologue à Concordia, et de Chloé Tanton, ornithologue sur Amsterdam.

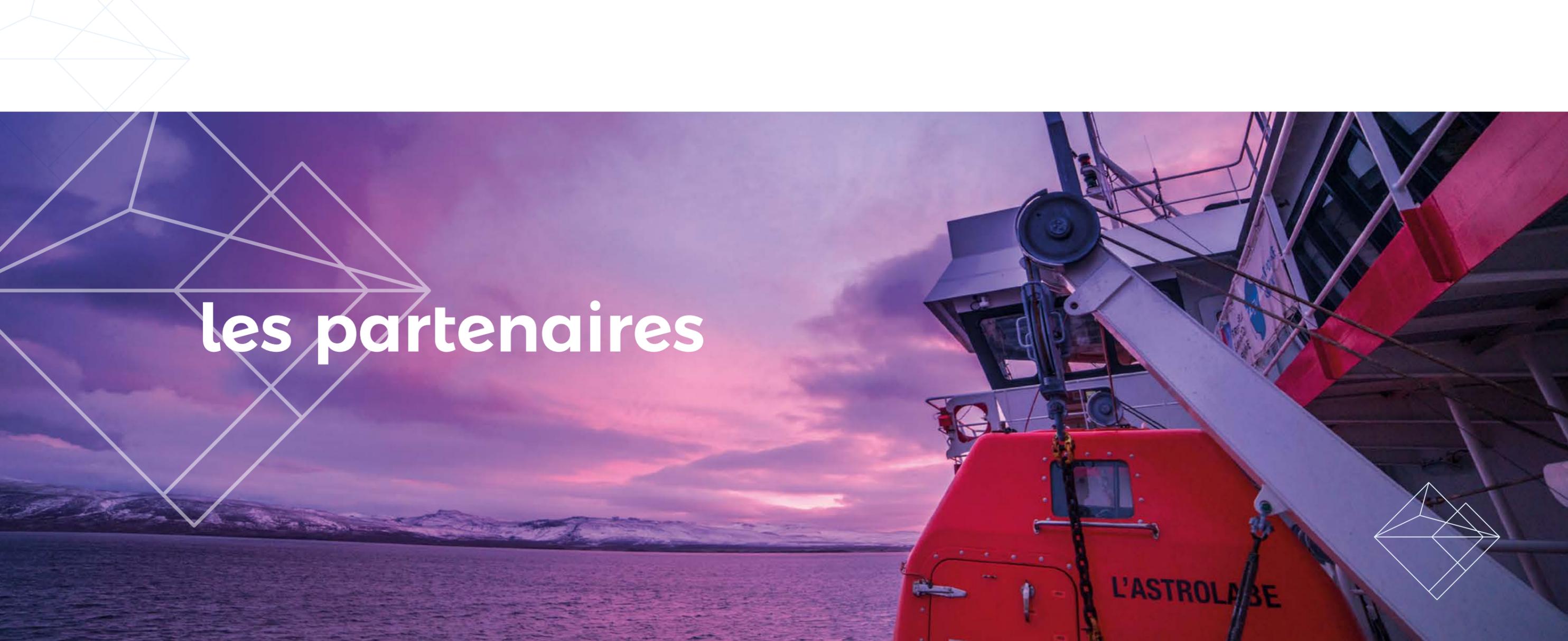
Festival du centre de la Terre : interview de Antoine Rico, électronicien sciences à Kerguelen et Armand Patoire, coordinateur logistique à Kerguelen.

Projet avec deux classes de 13 et 15 ans du collège de Blancey en Suisse et visioconférence avec la station Concordia le 22 mars.

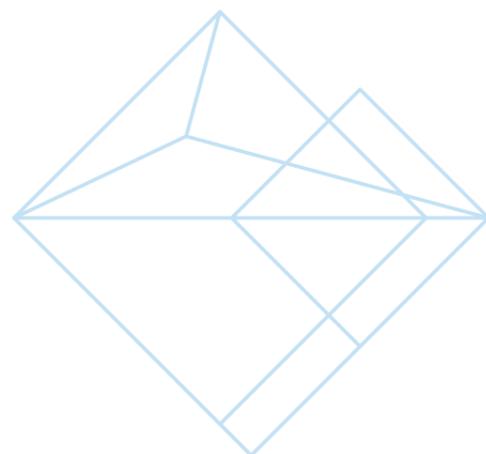
Correspondance de Nathalie Jamot, météorologue à Dumont d'Urville, avec trois classes de cinquième du collège Pierre de Dreux de St Aubin du Cormier et visioconférence le 20 novembre 2018.

Dessin : Lise Hascoët.

L'artiste Lise Hascoët, partie à Dumont d'Urville pendant la campagne, a réalisé le dessin illustrant la campagne 2018-2019



les partenaires



Un partenariat précieux

Evelyne Decorps

Préfète des Terres australes et antarctiques françaises



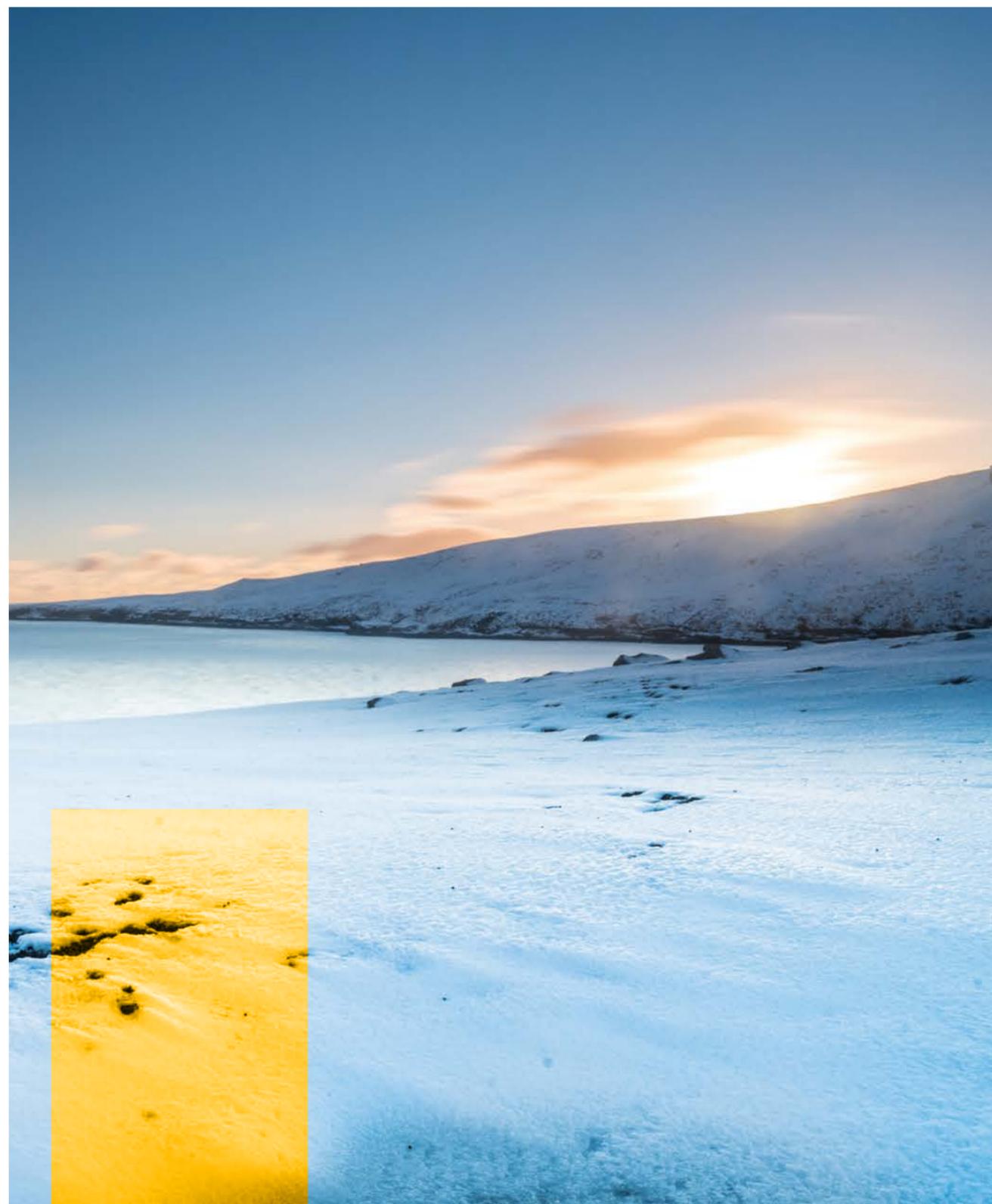
2019 restera l'année où la réserve naturelle des Terres australes françaises, sous l'appellation «Terres et mers australes françaises» est devenue le plus vaste bien jamais inscrit par l'Unesco sur la Liste du patrimoine mondial de l'humanité. Cette inscription salue la biodiversité unique de ces espaces marins et terrestres, leur niveau de conservation et la gestion exemplaire mis en place par les équipes de la collectivité des TAAF depuis plus de 10 ans. Elle constitue également une reconnaissance internationale et unanime du travail mené depuis plusieurs décennies par la communauté scientifique sous la coordination étroite de l'Institut polaire.

Comment toujours mieux préserver l'un des derniers lieux de naturalité de la planète que sont les îles subantarctiques, sans une évolution constante de nos modes de gestion techniques et logistiques, basée sur la connaissance sans cesse améliorée de leurs écosystèmes et de leur interaction avec les problématiques environnementales globales ?

Au delà d'une finalité, cette reconnaissance internationale nous oblige et doit lancer une nouvelle dynamique dans ces territoires de préservation et de recherche. La logistique de nos bases, mais également des sites isolés doit pleinement prendre en compte les nouvelles exigences, parmi lesquelles la biosécurité et le développement durable qui doivent guider notre action commune. La déclinaison du plan de gestion de la réserve, qui a été déposé au niveau international comme la feuille de route des ambitions de la France pour la préservation de ce nouveau Bien inscrit sera intégralement mis en oeuvre. Il convient de trouver la meilleure articulation entre recherche, gestion et préservation.

Voilà le nouveau défi que nous devons relever ensemble !

Dans le cadre des politiques publiques et des accords internationaux inhérents, l'Institut polaire français et les TAAF partagent donc une grande responsabilité pour l'avenir de la planète qui sera léguée aux générations futures : c'est ce qui rend notre partenariat aussi précieux.



Un lien fort autour de l'**Astrolabe**

Amiral Christophe Prazuck
Chef d'état-major de la marine



Depuis la première patrouille du *Redoutable* en 1972, l'importance stratégique de l'Arctique est devenue incontournable pour la marine nationale, tant pour des raisons de portée des armes balistiques qu'en tant que terrain de rencontre entre les forces sous-marines occidentales et soviétiques.

Les souvenirs de Charcot, Paul-Emile Victor ou Shackleton nous rappellent les immenses périls de la navigation polaire : vents, courants, températures extrêmes, glaces dérivantes et banquises mouvantes. On ne s'improvise pas navigateur polaire.

D'ailleurs, de l'autre côté de la planète, les unités de la marine nationale basées à la Réunion qui patrouillent plusieurs mois par an autour des Terres australes et antarctiques françaises (TAAF) de Crozet et Kerguelen connaissent et redoutent elles-aussi les growlers, les vents catabatiques et les bancs de laminaires affleurants.

C'est cette habitude de naviguer régulièrement, depuis plusieurs décennies, dans les zones polaires arctique et antarctique, qui a notamment permis au BSAM *Rhône*, en 2018, d'être le premier bâtiment de combat non-russe depuis 1940 à boucler le passage du nord-est, et sans brise-glaces de surcroît.

Cet exploit n'est pas d'intérêt seulement nautique. Depuis 2015, les régions polaires font l'objet d'un regain d'attention stratégique significatif. D'abord, le retour des « états-puissances » fait des confins de l'Atlantique le théâtre d'une activité sous-marine intense, inconnue depuis la chute du mur de Berlin. Ensuite, le réchauffement climatique pousse les bancs de poissons vers le grand Nord et le grand Sud, et attire les pêcheurs illégaux vers ces zones éloignées et difficiles à contrôler. Enfin, l'ouverture de nouvelles voies de navigation pourrait, dans les décennies à venir, ouvrir de nouveaux théâtres de compétition stratégique.



Savoir naviguer près des pôles est donc un enjeu important pour la marine nationale.

C'est toute la richesse du partenariat tripartite avec l'Institut polaire français et l'administration des TAAF, qui prévoit que, depuis 2017, pour la première fois, la marine nationale mette en œuvre l'*Astrolabe*, brise-glace appartenant aux Terres australes et antarctiques françaises (TAAF), afin d'assurer des missions de ravitaillement au profit de l'Institut polaire français en Antarctique.

Chaque année, durant les quatre mois de l'été austral (de novembre à février), l'*Astrolabe*, commandé et armé par un équipage de la marine nationale et sous autorité d'emploi de l'Institut polaire français, assure ainsi le transport de fret et de personnels scientifiques et techniques depuis la ville d'Hobart, en Tasmanie, au bénéfice des deux stations de recherche gérées par l'Institut polaire français : Dumont d'Urville, située sur la côte, et Concordia, station franco-italienne installée sur le plateau continental à 1100 kilomètres de cette première.

L'*Astrolabe* passe le reste de l'année entre son port-base de la Réunion, où il conduit ses opérations de maintenance et son entraînement, et les TAAF, dans lesquelles il effectue des missions de souveraineté et de police des pêches, au profit de la chaîne de commandement opérationnel des armées, représentée localement par le commandant supérieur des Forces armées en zone sud de l'océan Indien (COMSUP FAZSOI).

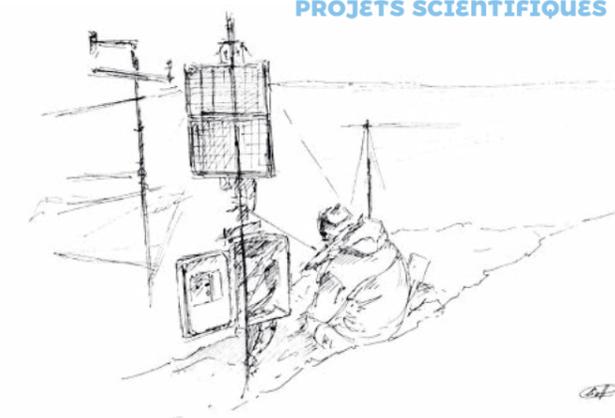
Ce partenariat, d'une grande richesse nautique mais également humaine, permet un partage de connaissances et d'expérience, avec une mutualisation des coûts d'une efficacité remarquable. Il est efficace et exemplaire.

PROJETS scientifiques

88 Soutenus Arctique

Soutenus Antarctique/Subantarctique **108**

142 Projets scientifiques ESA



Responsables de projets

Responsable projet	n° projet	page			
Alemany Olivier	1202	137			
Armbrrecht Gabriele	991102	143			
Baroni Mélanie	1145	133			
Bascou Jérôme	1003	127			
Bernard Eric	1108	104			
Betoulle Stéphane	409	113			
Blangy Sylvie	1208	106			
Bollache Loic	1036	91			
Bonadonna Francesco	354	112			
Bost Charles André	394	113			
Boulinier Thierry	333	89	1151	116	
Chambodut Aude	139	121			
Charrassin Jean-Benoît	1182	117			
Chastel Olivier	330	89			
Crubezy Eric	1038	102			
Decaulne Armelle	1148	105			
Delmotte Marc	416	125			
Domine Florent	1042	96			
Dommergue Aurelien	1028	128			
Dimitri Zigone	133	120			
Duprat Jean	1120	131			
Enck Paul	991308	143			
Favier Vincent	411	124	1048	128	1154 134
Gattuso Jean-Pierre	1141	99			
Gaudin Philippe	1041	114			
Genthon Christophe	1013	127	1143	132	
Gilbert Caroline	1201	118			
Gillet-Chaulet Fabien	1180	99			
Glenn Yannic	1210	93			
Goloub Philippe	1165	135			
Gremillet David	388	90			
Guillot Tristan	1066	130	1179	136	
Hennion Françoise	1116	115			
Houssais Marie-Noëlle	1206	100			
Hubert Guillaume	1112	131			
Jacobi Hans-Werner	1126	97			
Jumelet Julien	209	121			
Klein Karl-Ludwig	227	122			
Larose Catherine	1192	92			
Lavrillier Alexandra	1127	104			
Landais Amaelle	1205	139			
Le Bohec Céline	137	110			
Le Meur Emmanuel	1053	129			
Leclaire Sarah	1162	91			
Legrand Michel	414	124			
Lilensten Jean	1026	96			
Limper Ulrich	991327	144			
Marchaudon Aurelie	312	123			
Marguerie Dominique	1080	103			
Marlin Christelle	1111	97			
Masson-Delmotte Valerie	1134	98			
Messerschmid Ernst	991316	144			
Picard Ghislain	1110	130			
Renault David	136	110			
Ricaud Philippe	910	126			
Robin Jean-Patrice	119	109			
Rogister Yves	337	123			
Ropert-Coudert Yan	1091	115			
Saucède Thomas	1044	114			
Savarino Joël	1169	135	1177	136	
Schneider Jean-Luc	316	94			
Sonke Jeroen	1207	101			
Teste Grégory	1203	138			
Testut Laurent	688	126			
Trousselard Marion	1170	140			
Vivier Frédéric	1015	95			
Weimerskirch Henri	109	109			

Arctique

Sciences du vivant

330

ORNITHO ENDOCRINO

Hormones et effet sur l'effort de reproduction chez les oiseaux marins arctiques

Dans le cadre du programme Ornitho-Endocrin, nous souhaitons étudier les effets des polluants organiques et des métaux lourds sur la réponse hormonale au stress de la mouette tridactyle au Svalbard, une zone très concernée par les polluants. Nous testerons l'influence des polluants sur la réponse adrénocorticale et les hormones de la reproduction. Nous rechercherons les composés organiques (DDT, DDD, DDE, HCB, PCBs, et PBDEs) et métaux lourds (Cd, Hg) connus pour être toxiques. Nous utiliserons des enregistreurs miniaturisés (GLS) afin de décrire l'influence des zones d'hivernages sur la charge en polluants. Enfin nous mesurerons l'impact des interactions entre réponse au stress, hormones et contaminants sur la survie et la reproduction des individus.



Svalbard
ARCTIQUE

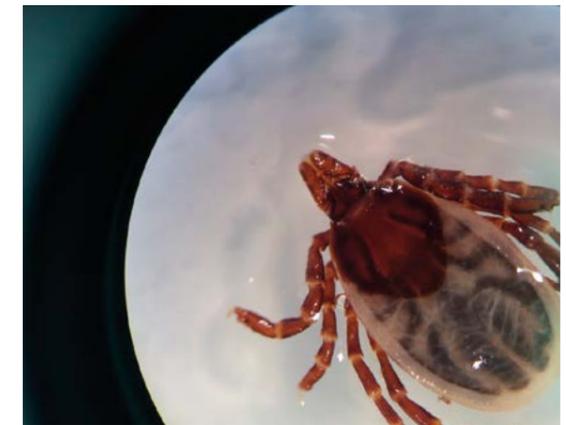
Chastel Olivier
chastel@cebc.cnrs.fr

Ecophysiologie
CEBC, Centre d'Études Biologiques,
Chizé

333

PARASITO ARCTIQUE

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



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.



Norvège
ARCTIQUE

Boulinier Thierry
Thierry.Boulinier@cefe.cnrs.fr

Ecologie
CEFE, Centre d'Écologie Fonctionnelle
et Évolutive, Montpellier

388 **ADA CLIM**

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

Il est essentiel d'aboutir à une meilleure compréhension des processus écologiques en Arctique, alors que cette zone est frappée de plein fouet par les changements globaux. A ce titre, nous étudions l'écophysiologie des mergules nains (Alle alle), les oiseaux marins les plus abondants de l'Arctique et des bioindicateurs avérés de l'impact des changements environnementaux sur les écosystèmes marins à l'échelle de l'Atlantique nord. Par le biais d'un programme d'étude à long terme des mergules nicheurs au Groenland Est (Terre de Liverpool) en place depuis 2005, mais aussi de travaux de biologie expérimentale, de modélisation et de mise en réseau de données à l'échelle de la communauté des oiseaux marins de l'Arctique, nous testons les hypothèses suivantes :

- Les changements environnementaux en cours affectent le statut trophique, l'écologie de la recherche alimentaire, la performance de reproduction, la condition corporelle et la survie multi-annuelle des mergules nains pendant la saison de reproduction.
- Les changements climatiques en cours affectent l'écophysiologie de la migration chez les mergules nains au cours de leur hivernage en Atlantique nord.

▸ L'énergétique du vol et de la plongée conditionne l'écologie fonctionnelle des mergules nains - parmi les plus petits homéothermes plongeurs marins au monde.

▸ Le réchauffement climatique de l'Arctique génère un stress thermique pour les oiseaux marins et diminue leur performance reproductive.

▸ Les contaminants environnementaux impactent l'écophysiologie, le comportement et la performance reproductive des mergules nains, avec des conséquences à long terme pour leurs populations.

▸ La communauté des oiseaux marins de l'Arctique fonctionne comme un réseau naturel de suivi des contaminants historiques et émergents. L'ensemble de nos travaux participent au Circumpolar Biodiversity Monitoring Programme (CBMP) du groupe Conservation of Arctic Flora and Fauna (CAFF) du Conseil de l'Arctique, et correspondent ainsi étroitement aux souhaits des peuples de l'Arctique en matière de recherche environnementale.



Groenland
ARCTIQUE



Gremillet David
david.gremillet@cefe.cnrs.fr



Ecologie
CEFE, Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive, Montpellier

1036 **INTERACTIONS 2**

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

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 dynamiques souvent fortement cycliques sont de plus en plus perturbées par les changements climatiques au Groenland et ailleurs dans l'Arctique. En comparant les différences observées entre différents sites et à différentes échelles géographiques (régionale et circumpolaire), nous serons en mesure de mieux comprendre et évaluer la contribution respective des différents types d'interactions sur le fonctionnement et la dynamique de cette communauté emblématique de l'Arctique. Les résultats attendus dans le cadre de ce renouvellement de programme permettront d'affiner nos prédictions sur les différentes trajectoires que ces écosystèmes suivront à l'avenir en fonctions des divers scénarios climatiques, et les implications de ces évolutions sur la biodiversité arctique en général.



Groenland
ARCTIQUE



Bollache Loic
bollache@u-bourgogne.fr



Ecologie
Laboratoire Chrono-Environnement, Besançon

1162 **SexCoMonArc2**

Conflits sexuels chez une espèce arctique monogame : conflits sexuels lors de l'accouplement, l'éclosion et la réduction de la taille de la nichée

Depuis quelques années, le rôle des bactéries dans l'écologie et l'évolution des animaux suscite un grand intérêt théorique. Néanmoins, bien que les bactéries semblent jouer un rôle fondamental dans la valeur adaptative des individus, la communauté scientifique vient tout juste de découvrir l'ampleur de leur diversité et fonctions. Notre programme SexCoMonArc2 aura ainsi pour objectif principal d'étudier les interactions réciproques entre les oiseaux et les bactéries. En particulier, nous étudierons les mécanismes ultimes et proximaux de plusieurs comportements qui pourraient être des stratégies permettant aux individus de limiter les contaminations bactériennes. Ce projet porte sur une population de mouettes tridactyles nichant en Alaska sur un tour spécialement aménagée pour la capture et le suivi des oiseaux. Nous basant sur des compétences acquises durant les programmes précédents, nous développerons également de nouvelles approches permettant d'étudier les stratégies d'allocation au sexe chez cette espèce.



USA - Alaska (Middleton island)
ARCTIQUE



Leclaire Sarah
sarah.leclaire@univ-tlse3.fr



Ecologie
EDB, Evolution et Diversité Biologique, Toulouse



1192

MICROLIFE

Micro-organismes vivants en Arctique

Le programme pluriannuel MicroLife consiste à estimer le rôle des micro-organismes sur le fonctionnement des écosystèmes dans le contexte des changements globaux. Cet objectif sera atteint en identifiant les apports biotiques et abiotiques dans les écosystèmes terrestres et en déterminant leurs variations temporelles et spatiales. MicroLife mettra l'accent sur les aspects liés à la colonisation microbienne, les modes de sélection liés, l'évolution de la communauté (stabilité et biodiversité). En parallèle, nous examinerons les flux de nutriments et leurs transformations dans la neige et dans les zones critiques de transition (interface air-neige, interface neige-sol, interface neige-glace et l'eau de fonte). Par le programme MicroLife, nous déterminerons l'importance relative des apports externes d'une part, et les transformations à l'intérieur des différents compartiments de l'écosystème d'autre part, afin de mieux comprendre l'activité biologique et son rôle sur les grands cycles biogéochimiques de l'Arctique.



AWIPEV Ny-Ålesund, Svalbard
ARCTIQUE

Larose Catherine
catherine.larose@ec-lyon.fr



Microbiologie
Ecole Centrale de Lyon
Laboratoire Ampère - CNRS

1210

IVORY

A la recherche de la mouette blanche : une espèce sentinelle du changement climatique dans les régions les plus menacées et les plus reculées du Groenland.

Les espèces vivant dans l'Arctique sont confrontées à des changements environnementaux forts. Afin de prédire l'impact de ces changements sur les espèces endémiques de l'Arctique, une meilleure compréhension de leur biologie et de leur écologie est nécessaire. Un nombre limité d'espèces arctiques associées à la glace de mer peut agir comme espèces sentinelles de ces changements globaux, dont les réponses écologiques aux modifications environnementales méritent une attention particulière. C'est le cas de la Mouette ivoire (*Pagophila eburnea*), une espèce qui complète entièrement son cycle de vie dans l'Arctique et qui doit donc directement faire face aux changements profonds qui affectent l'Arctique. Ici, nous nous proposons d'utiliser des approches complémentaires pour étudier les tendances démographiques, les changements d'utilisation de l'espace et la charge en contaminants des espèces arctiques sous l'influence des changements climatiques et autres modifications environnementales (par exemple, une augmentation de l'exposition des oiseaux aux contaminants), avec la Mouette ivoire comme espèce modèle. Nous allons combiner des approches de génomique (séquençage à haut débit) pour déduire la dynamique de la population et la structure génomique de la population, avec le suivi d'animaux équipés de GPS afin d'explorer les mouvements et le choix de l'habitat de la mouette ivoire sur l'ensemble de son aire de distribution. En outre, nous évaluerons les charges en contaminants des mouettes ivoire dans ses derniers bastions de



reproduction au Groenland. Notre approche complémentaire produira des informations biologiques fondamentales pour la conservation de la mouette ivoire dans le contexte du changement climatique et de l'exploitation prévue de ses zones d'alimentation en haute mer.



Groenland
ARCTIQUE

Glenn Yannic
glenn.yannic@univ-smb.fr



Ecologie
Laboratoire d'Ecologie Alpine (LECA)
UMR CNRS 5553
Université Savoie Mont Blanc
UFR Sciences et Montagne
Le Bourget-du-Lac cedex



Sciences de la Terre et de l'Univers

316 IPCROCI-3 JOKER

Interactions Point Chaud Rift Océanique - Cryosphère : l'Islande

Le projet IPCROCI-3 JOKER correspond au renouvellement du programme IPCROCI-2 (2009-2012). Les résultats du précédent projet conduisent à formuler de nouvelles questions scientifiques. Nous envisageons à présent d'étudier plus en détail les impacts des grandes débâcles glaciaires (jökulhlaups) issues de la calotte du Vatnajökull. Nous analyserons les effets morpho-sédimentaires des jökulhlaups dans les grands systèmes fluviaux périphériques du Vatnajökull tout en cherchant à dater les événements majeurs et à comprendre le contrôle structural de leur déclenchement et de leur écoulement.



Islande
ARCTIQUE



Schneider Jean-Luc
j.l.schneider@epoc.u-bordeaux1.fr



Géologie
EPOC, Environnements et Paléoenvironnements
Océaniques et Continentaux

1015

OPTIMISM-bio

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

Le projet Optimism (2009-2013) réunissant un consortium de chercheurs et ingénieurs issus de 5 laboratoires, avait pour objet de documenter l'évolution de l'épaisseur de glace et les processus qui régissent les échanges de chaleur aux interfaces océan-glace-atmosphère par des observations in situ, une étape indispensable pour améliorer les paramétrisations des modèles. Il a permis le développement d'un flotteur autonome (bouée Ice-T et mat météo Bear) dont l'objet est de mesurer l'ensemble des paramètres régissant le bilan thermodynamique de masse de glace (évolution de l'épaisseur de glace, de son contenu thermique et des flux à ses interfaces). La bouée Ice-T a été déployée 4 années consécutives au Pôle Nord, dans le cadre de l'observatoire international NPEO, permettant l'acquisition d'un jeu de données très précieux pour analyser et comprendre l'évolution de la glace au cours du temps et valider les modèles et données satellites. Le projet visait également à documenter et étudier les processus régissant l'activité des polynies, qui, en tant que régions de formation d'eau dense, et donc de « ventilation » de l'océan profond, jouent un rôle essentiel dans la machine climatique. Nous avons ainsi notamment pu collecter une série de mesures ininterrompue de 2 ans au cœur de la polynie du Storfjord, dans l'archipel du Svalbard, qui a suscité l'élaboration d'un programme de campagnes océanographiques multidisciplinaires (Storfjorden Polynya multidisciplinary study ; SteP) avec un consortium international incluant paléocéanographes et biogéochimistes en plus de physiciens. Ce projet Optimism renouvelé, élargi à une communauté scientifique plus vaste (incluant des biogéochimistes des régions polaires), propose de nouveaux développements instrumentaux d'une part, avec notamment la mesure de l'activité



biologique dans et à la base de la glace en plus des paramètres physiques fournis par l'instrument (Ice-T « vert ») ou des mesures de neige par radar millimétrique miniaturisé, autant de développements qui nécessitent des tests de terrain en conditions polaires avant déploiement opérationnel. Il vise, d'autre part, à poursuivre l'acquisition d'observations au Pôle Nord au sein du consortium NPEO, ce qui est particulièrement important dans le contexte d'un Océan Glacial Arctique en transition rapide, mais aussi à collecter des mesures des gaz à effet de serre dans la glace de mer au Storfjord, en lien avec les campagnes STeP.



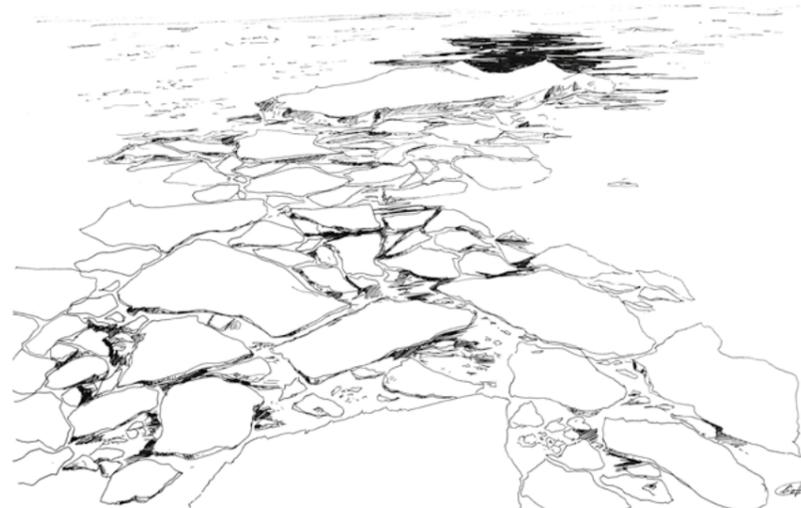
Svalbard
ARCTIQUE



Vivier Frédéric
frederic.vivier@locean-ipsl.upmc.fr



Océanographie
LOCEAN UMR 7159:
Laboratoire d'Océanographie et du Climat :
Expérimentation et Approches Numériques,
Paris



1026 **POLARLIS3**

Polarisation de la raie rouge aurorale thermosphérique au Svalbard

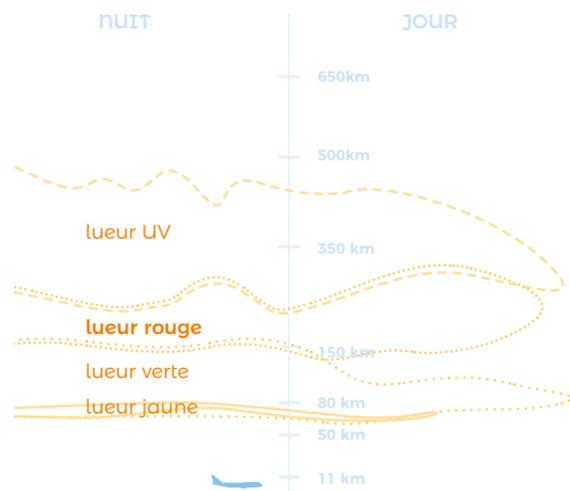
Cette proposition est une extension de la proposition 1026. Après une série de découvertes et un premier hivernage à Ny Ålesund, il est maintenant souhaitable d'effectuer des mesures à long terme de la polarisation de la raie rouge aurorale. Cela signifie au moins sur un 1/2 cycle solaire (environ 6 ans) à partir de la même position d'observation. L'objectif est de relier la polarisation à l'activité solaire pour en faire une nouvelle fenêtre de météo de l'espace sur notre environnement spatial. Nous avons déjà quelques mois de données à Hornsund, et quelques mois depuis Ny-Ålesund. Nous proposons ici de compléter cette série d'observations pendant les 4 prochains hivers à Ny Ålesund.



AWIPEV Ny-Ålesund, Svalbard
ARCTIQUE

Lilensten Jean
jean.lilensten@univ-grenoble-alpes.fr

Sciences ionosphériques
Laboratoire de Planétologie de Grenoble (UMR 5109)
Hautes Atmosphères Planétaires (HAP)



1042 **ESCAPE-Arctic**

Ecosystèmes - neige - climat - rétroactions du pergélisol

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. Ce projet vise à améliorer (1) notre prédiction de l'évolution du régime thermique du pergélisol ; (2) notre compréhension des échanges de carbone entre le pergélisol et l'atmosphère. Pour la première question, l'accent sera mis sur les interactions neige-végétation, et notamment sur les processus physiques induits par la croissance de la végétation et qui modifient la conductivité thermique de la neige, de manière à poursuivre et compléter les avancées permises lors des 4 années précédentes. Pour la deuxième question, l'accent sera d'abord mis sur le site d'Umiujaq, où le sol est pauvre en carbone et où la croissance de la végétation a permis un stockage récent de carbone dans le sol. Ultérieurement, le site de Bylot, plus riche en carbone, sera étudié.



Canada
ARCTIQUE

Domine Florent
florent.domine@takuvik.ulaval.ca

Climatologie
Laboratoire international Takuvik, Laval

1111 **GRAAL**

Eaux souterraines - Rivières - Relation entre la couche active et le bassin versant d'Austre Lovénbreen

Le projet Graal (Groundwater - Rivers - Active-layer relationship in the Austre Lovénbreen catchment - Spistbergen) vise à étudier l'impact des eaux souterraines et de la couche active (au dessus du pergélisol) sur l'hydrologie et la géochimie de rivières à l'exutoire d'un petit bassin versant glaciaire, idéal pour l'hydrologie, près de Ny Ålesund (bassin versant du glacier Austre Lovén, 10,5 km²). Le suivi à long terme des débits (commencé en 2008) permet de discuter de l'impact du changement climatique sur les flux de l'eau vers le fjord. Grâce à un réseau de piézomètres mis en place dans la zone proglaciaire, la direction des échanges eaux souterraines / de la rivière et la dynamique de la nappe libre au dessus du pergélisol peuvent être étudiées. Les caractéristiques géochimiques de l'eau interstitielle de la couche active (2 à 2,5 m de profondeur) et du pergélisol en cours de réchauffement impacte la géochimie des rivières, en particulier en ce qui concerne les flux de carbone et de sulfates.



AWIPEV Ny-Ålesund, Svalbard
ARCTIQUE

Marlin Christelle
christelle.marlin@u-psud.fr

Hydrologie
GEOPS Geosciences Paris-Sud
University Paris-Sud 11

1126 **ARCSNOW**

Interactions sur le long-terme entre la neige et l'atmosphère en Arctique

Les évaluations climatiques reproduisent constamment un réchauffement de la température de surface dans les hautes latitudes supérieures à la moyenne mondiale. Cette Arctic Amplification a été initialement attribuée aux rétroactions liées à l'albédo de la neige / glace, mais le progrès dans la modélisation climatique a révélé plusieurs autres rétroactions qui jouent aussi un rôle. Ceux-ci comprennent les effets dus aux propriétés thermiques de la glace de mer ou des changements dans le transport de l'énergie vers les pôles et les changements associés aux tempêtes, la vapeur d'eau et les nuages. Ces résultats sont principalement basés sur la modélisation du climat, mais leur validation par des observations ainsi que l'évaluation de l'importance relative de ces processus restent difficile et sont encore très controversée. Ce projet vise à étudier le rôle de l'évolution de la neige à long terme et des rétroactions inhérentes liés par exemple aux changements dans la structure de la neige et de l'albédo dans l'Arctique Amplification plus en détail. Les modifications de l'albédo sont au moins en partie liées à la chimie de la neige. Ainsi, un deuxième objectif est lié à une meilleure compréhension des interactions entre l'atmosphère et la neige, le dépôt sec et humides et le recyclage des polluants à l'interface atmosphere/neige.



AWIPEV Ny-Ålesund, Svalbard
ARCTIQUE

Jacobi Hans-Werner
Hans-Werner.Jacobi@univ-grenoble-alpes.fr

Glaciologie
IGE, Institut des Géosciences de l'Environnement, Grenoble

1134 ARCTISO

Observation de la composition isotopique de la vapeur d'eau superficielle à Ny Alesund

Suite à un déploiement d'un instrument effectué avec succès depuis fin juin 2014, le projet Arctiso-2 vise à poursuivre et exploiter 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 de la trajectoire des masses d'air atmosphériques, en relation avec les conditions d'évaporation et la distillation se produisant au cours du transport, elle-même affectée par les processus microphysiques nuageux. Les mesures à Ny-Ålesund s'inscrivent dans le cadre d'études menées sur un ensemble de sites en Atlantique Nord (Bermudes, Islande, Sud et Nord-Ouest du Groenland) et en Arctique (Oural, Sibérie), complétés par des transects (bateaux ACTIV, Danemark-Groenland, et PolarStern). Elles visent à mieux comprendre les processus contrôlant la composition isotopique de la vapeur d'eau, en particulier en bord de glace de mer, d'évaluer la

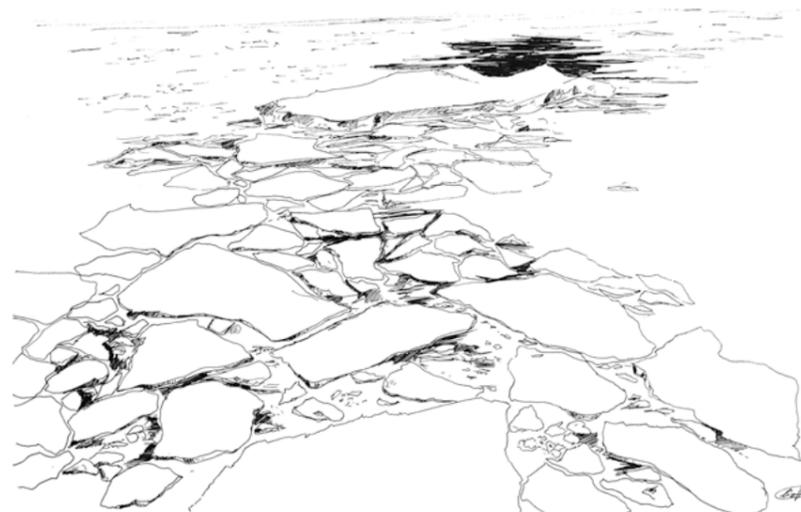
capacité des modèles de circulation atmosphérique à représenter ces processus, en particulier pour l'excès en deutérium. Combinées à l'étude de rétrotrajectoires et de transport d'humidité, ces mesures pourront permettre d'évaluer la fraction d'humidité de provenance locale et la fraction d'humidité transportée à longue distance. Dans le contexte d'une intensification du cycle de l'eau arctique, cette fraction reste une source d'incertitude importante. Enfin, une meilleure compréhension des processus contrôlant la composition isotopique de la vapeur d'eau permettra de mieux tirer parti des enregistrements paléoclimatiques, comme ceux issus des carottes de glace.



AWIPEV Ny-Ålesund, Svalbard
ARCTIQUE

Masson-Delmotte Valerie
valerie.masson@lsce.ipsl.fr

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



1141 AWIPEV-CO2

Suivi de la chimie des carbonates à l'observatoire sous-marin à l'AWIPEV

Le projet AWIPEV-CO2 a pour objectif de débiter une série de mesure de la chimie des carbonates à Ny-Ålesund. Il s'agit de la première série à long-terme de ce type dans l'Arctique. Ces mesures sont indispensables pour estimer la vitesse à laquelle l'Arctique s'acidifie et planifier de nouvelles expériences de perturbation à la suite de celles déjà conduites au sein d'AWIPEV en 2009 et 2010. L'objectif est d'ajouter deux instruments à l'observatoire sous-marin d'AWIPEV pour mesurer la pression partielle en CO2 et alcalinité totale de l'eau de mer. Parallèlement des mesures discrètes hebdomadaires de carbone inorganique dissous et d'alcalinité seront réalisées à des fins de validation et de calibration des capteurs.



AWIPEV Ny-Ålesund, Svalbard
ARCTIQUE

Gattuso Jean-Pierre
gattuso@obs-vlfr.fr

Océanographie
LOV, Laboratoire d'Océanographie, Villefranche-sur-Mer



1180 EGRIP-France

Forage de glace au Groenland : projet EGRIP-France

Ce projet représente la contribution française au projet international de forage profond EGRIP (East Greenland Ice core Project) avec pour objectif de mieux comprendre la dynamique du fleuve de glace du Nord-Est et obtenir une archive climatique de haute résolution des derniers 50.000 ans : accès au site de forage, aux échantillons et participation à la logistique pour le forage profond.



Groenland (EGRIP drilling camp)
ARCTIQUE

Gillet-Chaulet Fabien
fabien.gillet-chaulet@univ-grenoble-alpes.fr

Glaciologie
IGE, Institut des Géosciences de l'Environnement, Grenoble

1206

INTAROS-SVALBARD

Contribuer à un système d'observation ARtIC INTEgrated autour de SVALBARD

L'Arctique a subi lors des deux dernières décennies des changements majeurs, marqués notamment par une réduction de la couverture de glace et une augmentation plus marquée de la température de l'air que dans le reste du globe. Ces changements affectent dès à présent les écosystèmes et pourraient avoir un impact sur la circulation atmosphérique et le climat de l'Europe. La mise en place de systèmes d'observations est donc un enjeu majeur, d'autant plus que les observations sont rares étant donné la difficulté d'accès aux hautes latitudes. Le projet Intaros-Svalbard s'inscrit dans cette optique et a pour objet de renforcer la mise en œuvre de mesures intensives dans la région autour du Svalbard, un des super sites définis dans le projet européen (H2020) Intaros (INTEgrated ARctic Observing System). Cette région est une région clé pour l'équilibre de l'Arctique car elle est un des points d'entrée majeurs de l'eau chaude en provenance de l'Atlantique à l'origine de très fortes interactions de surface entre l'océan, d'une part, et l'atmosphère ou la glace, d'autre part. En tant que zone de transition entre les bio-provinces arctique et atlantique, elle est aussi particulièrement sensible aux effets du changement climatique.

Les objectifs du projet Intaros-Svalbard sont de mieux décrire et comprendre (i) les conditions qui contrôlent la redistribution de la chaleur de la veine d'Eau Atlantique lors de son entrée dans l'océan Arctique, son lien avec la glace de mer et la structure thermohaline de l'océan de surface ; (ii) les interactions entre les vagues et la glace dans les zones côtières à l'ouest du Svalbard en se concentrant sur un des principaux fjords, Kongsfjord, et (iii) la réponse de la biologie et des populations benthiques à l'évolution de la glace de mer et des propriétés des masses d'eau dans ce fjord.



Pour atteindre ces objectifs, le projet s'appuiera sur le déploiement en été de gliders dans le détroit de Fram et au nord du Svalbard. Ces mesures hautes résolution permettront de caractériser la structure tridimensionnelle du courant Atlantique et des tourbillons. Des mouillages au nord du Svalbard fourniront des séries multi-annuelles du courant (vitesse, température, salinité) et de la distribution de la glace de mer, et serviront à analyser le lien entre la glace et la stratification et les échanges entre le plateau et la pente. Dans le Kongsfjord, l'enregistrement des signaux acoustiques ambiants par des hydrophones permettra, en parallèle avec des mesures par accéléromètre de l'activité biologique des bivalves et des paramètres environnementaux, d'analyser cette activité en rapport avec l'environnement et notamment l'évolution de la glace de mer. Les signaux acoustiques permettront par ailleurs de mieux comprendre les interactions entre les vagues et la glace.



AWIPEV Ny Alesund, Svalbard
ARCTIQUE



Houssais Marie-Noëlle
mnh@locean-ipsl.upmc.fr



Océanographie
LOCEAN UMR 7159 : Laboratoire d'Océanographie et du Climat : Expérimentation et Approches Numériques, Université Pierre et Marie Curie, Paris



1207

MESSI

Isotopes stables au mercure dans l'atmosphère arctique

Le mercure, toxine sévère pour la faune et pour l'Homme, intègre les écosystèmes arctiques via les apports atmosphériques, fluviaux et océaniques. Dans le cadre des projets ERC, CAF, et H2020 récents nous avons pu explorer des aspects critiques du cycle du mercure en milieu arctique : nous avons fourni les premiers suivis saisonniers de ce polluant dans les fleuves russes, dans l'intérieur de l'Océan Arctique, et dans la toundra. Ceci a permis de dresser un nouveau bilan du cycle du mercure en Arctique, et le développement d'une nouvelle génération de modèles numériques dans le but de comprendre les effets du réchauffement arctique sur le cycle du mercure. Parmi les zones d'ombres, à la fois non expliquées et mal reproduites par les modèles, l'augmentation brutale des niveaux de mercure atmosphérique pendant l'été arctique est une question ouverte. L'objectif principal du projet MESSI sera de faire des observations inédites sur les signatures isotopiques du mercure atmosphérique, afin de mieux comprendre l'origine des émissions estivales (terrestres, océaniques, banquise?). Dans un deuxième temps nous revisiterons la dynamique saisonnière du mercure réactif (HgII) dans l'atmosphère arctique en intercomparant des nouvelles méthodes de prélèvement à des sites instrumentés. L'ensemble des observations permettra une meilleure paramétrisation des modèles 3D couplés.



AWIPEV Ny-Ålesund, Svalbard
ARCTIQUE



Sonke Jeroen
jeroen.sonke@get.omp.eu



Chimie de l'atmosphère
Laboratoire Geosciences Environnement Toulouse



Sciences de l'Homme et de la Société

1038 HUMAD-MAFSO

Adaptation humaine à Verkhoïansk. Des corps gelés aux populations actuelles

Le programme Humad-Mafso porte sur l'histoire du peuplement de la lakoutie (république sakha, Sibérie orientale) ainsi que celle de l'adaptation à l'une des zones les plus froides de la planète, entre le cercle polaire et l'océan glacial Arctique. Le peuplement iakoute et la coévolution de l'homme et des maladies infectieuses et parasitaires seront analysés via la confrontation des données archéologiques (fouilles de tombes gelées dans un état de conservation exceptionnel), historiques, culturelles et biologiques. L'histoire du peuplement est basée sur la comparaison entre populations anciennes et contemporaines en utilisant les mêmes marqueurs génétiques. Un intérêt particulier est porté à l'ADN ancien, tant celui des sujets que des bactéries et des virus qui peuvent être mis en évidence et leur code génétique séquencé. Les études sur les maladies émergentes déjà repérées par notre équipe seront poursuivies lors de missions épidémiologiques auprès des populations contemporaines bien ciblées. Après l'étude du peuplement de la région de Verkhoïansk (2010-2012), ce nouveau programme poursuit l'étude des implantations iakoutes dans une nouvelle région écologique : les bassins des rivières Indigirka, Kolyma et la région d'Olenek (à l'ouest de la Lena, sous le cercle polaire) et avec de



nouvelles technologies génomiques (séquençage complet d'anciens virus et bactéries). L'ensemble de ces travaux (terrains et laboratoires) se déroule dans une coopération bilatérale France-Russie officialisée dans le Laboratoire international associé "Coévolution hommes-milieux en Sibérie orientale"(COSIE).



AWIPEV Ny-Ålesund, Svalbard
ARCTIQUE

Crubezy Eric
crubezy.eric@free.fr

Anthropo-Biologie
AMIS, Anthropologie Moléculaire
et Imagerie de Synthèse, Toulouse

1080

ENCHAINEC

Changements environnementaux et activité humaine dans le nord-est du Canada (Nunavik et Labrador) au cours du dernier millénaire

Le projet Enchainec est centré sur la vulnérabilité, la résilience et l'adaptation de sociétés humaines nordiques face aux changements globaux. L'actuel réchauffement rapide du climat arctique a déjà entraîné de nombreux changements dans les comportements sociaux, économiques et culturels des populations habitant ces régions et plus de changements sont à venir. Ces changements perturbent le fragile équilibre entre sociétés et environnement. Les populations arctiques doivent faire face à ces challenges et, dans un tel contexte, observer et étudier les événements du passé donnent l'opportunité d'explorer les relations complexes entre climat, écologie et sociétés humaines, qui peuvent aider à proposer des scénarios d'évolution selon certaines prévisions. Le cadre chronologique de ce projet couvre le dernier millénaire, une période assez bien documentée. La région d'étude concerne le nord-est du Canada (Nunavik et Labrador-Nunatsiavut). Il y a environ 1000 ans cal. AD, des chasseurs cueilleurs-pêcheurs vivaient sur les côtes du Nunavik et du Labrador. Dans ces secteurs d'étude, notre but est de documenter 1000 ans d'interactions entre les Thule/Inuit (Dorset pro parte) et leur environnement à travers une approche interdisciplinaire exploitant toute une variété d'archives sédimentaires. L'exploitation des archives pédo-sédimentaires (dépôts lacustres et tourbeux, cryosols, sols anthropisés) et les analyses multiproxies paléoenvironnementales renseigneront sur l'évolution paysagère et sur la part prise par les forçages climatiques et anthropiques sur les processus écologiques. Les sites archéologiques et plus spécifiquement les sols archéologiques, les écofacts et artefacts trouvés en leur sein livreront de précieuses informations sur la nature de ces interactions. En parallèle quand cela sera possible, une approche en géographie culturelle sera conduite selon des interviews semi-dirigés pour enquêter sur la mémoire humaine des aînés, la perception et les perspectives en matière de changements environnementaux et sociaux.



Plusieurs modes de diffusion des connaissances acquises par Enchainec-Canada sont identifiés et adaptés aux diverses audiences et partenaires : académiques (communications dans colloques, et articles dans revues internationales), communautés et autorités locales. C'est une priorité pour nous de disséminer les résultats de nos travaux sur le terrain et en laboratoire auprès d'un public non-spécialiste, tout particulièrement en direction de la jeunesse vivant dans les communautés Inuit, selon un site web interactif et une page Facebook.



Nunavik et Labrador
ARCTIQUE

Marguerie Dominique
dominique.marguerie@univ-rennes1.fr



Sciences sociales
UMR 6553 ECOBIO (Paysaclim)
Université de Rennes 1, Rennes

1108 PRISM

Observations du pergélisol et de la couverture neigeuse dans le bassin du glacier Austre Lovén (Svalbard)

Le projet Prism s'inscrit à la fois dans une démarche d'innovation instrumentale par l'utilisation de drones et de scanner laser, et dans une démarche de suivi et d'observation à long terme d'un petit bassin glaciaire situé au Svalbard. Les apports combinés des drones et de la photogrammétrie d'une part, et de la technologie lidar d'autre part, permettent d'appréhender à des résolutions spatiales fines des processus parfois très variables tels que le manteau neigeux, les marges glacées présentes en zone morainique, les modifications de la morphologie de surface des zones en pergélisol, et le glacier lui-même. Ces dynamiques spatiales jouent un rôle important dans le fonctionnement physique et hydrologique des glaciers polaires. Dans sa dimension observatoire cette fois, les mesures récurrentes effectuées dans le bassin de l'Austre Lovénbreen seront maintenues et offriront ainsi une continuité dans les mesures de bilan de masse et de température de surface qui viendront s'ajouter au corpus déjà existant.



AWIPEV Ny-Ålesund, Corbel, Svalbard
ARCTIQUE

Bernard Eric
eric.bernard@univ-fcomte.fr

Géographie
THEMA, Théoriser et Modéliser pour Aménager, Besançon

1127 BRISK's

Projet d'observatoire "comblant les connaissances autochtones et scientifiques sur le changement global dans l'Arctique : l'adaptation et la vulnérabilité de la société et l'environnement"

Basé sur des études de cas 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.



Russie, Suède
ARCTIQUE

Lavrillier Alexandra
alexandra.lavrillier@uvsq.fr

Anthropologie
CEARC, Cultures, Environnement, Arctique, Représentations, Climat, Versailles-St-Quentin



1148 DESIGN

Géodynamiques de pente et leur activité sur le long terme (Nunavik, Canada)

Plusieurs villages et parcs de Nunavik (nord du Québec, Canada) sont situés à proximité de hauts reliefs dont les versants enregistrent de fréquents mouvements gravitaires. La documentation de la mise en place des modèles créés, leur dynamique et les risques que l'aléa fait peser sur une population locale en constante croissance et des touristes de plus en plus nombreux au sein des parcs est requise. Le premier objectif du projet DeSIGN vise à améliorer la connaissance des géodynamiques de pente et leur activité sur le long terme, le moyen et le court terme dans un contexte de réchauffement climatique. Le second objectif est la caractérisation de l'aléa et des situations de vulnérabilité, afin d'être en mesure de définir et de quantifier le risque que représentent les aléas gravitaires. Pour atteindre ces objectifs, nous privilégions une méthodologie fondée à la fois sur des travaux de terrain en géomorphologie et stratigraphie et sur des analyses en laboratoire (datations, sédimentologie, dendrochronologie).



Canada
ARCTIQUE

Decaulne Armelle
armelle.decaulne@univ-nantes.fr

Géomorphologie
LETG, Littoral, Environnement, Géomatique, Télédétection - CNRS



1208

BOAZU

Projet de recherche sur les impacts cumulatifs des changements environnementaux et sociaux sur l'élevage des rennes et l'avenir des jeunes Sâmes

Les éleveurs de rennes sont confrontés à de nombreux défis comprenant les changements climatiques (printemps tardifs et étés froids), un taux important de prédation, et un accès de plus en plus restreint à la terre en grande partie liés à des projets de développement comme les mines, les barrages hydroélectriques, et le tourisme. Au vu de ces préoccupations concernant leur avenir, les éleveurs Saamis souhaitent mieux comprendre comment les effets cumulés de ces changements affectent l'élevage de rennes, l'économie, les styles de vie, le territoire, la culture et la langue Saami.

Quand les jeunes Saamis finissent l'école secondaire, il leur faut faire des choix en tenant compte de ce que le futur leur réserve. Est ce que le meilleur choix est d'aller à la mine ou dans l'industrie touristique, ou vaut il mieux combiner l'élevage de rennes avec d'autres métiers ?

Pour répondre à ces défis, un premier projet préliminaire a été esquissé en juillet 2017 à travers plusieurs ateliers de travail sur le camp de marquage des rennes de Arasluokta. Ce projet qui vise à explorer les options et les scénarios du futur, sera entièrement conduit par les membres du Sameby et les élèves de l'école Saami de Jokkmok, travaillant de concert avec une équipe de chercheurs issus des universités de Suède, Norvège, Finlande et France. L'école Saami (primaire et adulte) ainsi que les universitaires vont travailler ensemble pour développer un programme de recherche action participatif, interdisciplinaire, intégré, collaboratif qui



visé à explorer les défis, les priorités et à développer un plan d'action. Cette approche permettra de mutualiser les expertises locales et les connaissances scientifiques afin de mieux connaître l'amplitude des changements, d'analyser leurs impacts et de développer des scénarios du futur. Les Saamis de Sapmi souhaitent construire une vue d'ensemble des changements qui ont lieu plutôt que de traiter une seule question de recherche à la fois.



Suède
ARCTIQUE



Blangy Sylvie
sylvie.blangy@cefe.cnrs.fr



Sciences sociales
CEFE, Centre d'Ecologie Fonctionnelle
et Evolutive. Montpellier





Antarctique Subantarctique

Sciences du vivant

PROJETS scientifiques Soutenus



109

ORNITHOECO

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

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



Dumont d'Urville, Crozet, Kerguelen, Amsterdam St-Paul
ANTARCTIQUE, SUBANTARCTIQUE

Weimerskirch Henri
henriw@cebc.cnrs.fr

Ecologie
CEBC, Centre d'Etudes Biologiques, Chizé

119

ECONERGIE

Contraintes liées au cycle de vie à terre des manchots : adaptations énergétiques et compromis évolutifs

Notre programme de recherche Econergie 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. Pour répondre à nos questions nous réalisons des études intégrant l'animal et son environnement au sens large.



Crozet
SUBANTARCTIQUE

Robin Jean-Patrice
jean-patrice.robin@iphc.cnrs.fr

Ecophysiologie
IPHC, Institut Pluridisciplinaire Hubert Curien, Strasbourg

136 **SUBANTECO**

Changements climatiques, actions anthropiques et biodiversité des écosystèmes terrestres subantarctiques

Les îles subantarctiques sont géographiquement isolées des continents et constituent les seuls habitats terrestres présents à ces latitudes. Notre connaissance de la biodiversité subantarctique et de l'écologie des espèces est encore incomplète, alors que l'environnement subit des modifications liées aux changements climatiques et aux invasions biologiques. L'évaluation de la sensibilité et de la vulnérabilité des organismes et des écosystèmes aux changements climatiques et aux invasions biologiques doit être menée, afin de prévoir au mieux les évolutions possibles de la biodiversité subantarctique. Les insectes et plantes exotiques peuvent par ailleurs représenter des éléments clés modulant la nature des communautés et leur diversité fonctionnelle. Les modifications des communautés de plantes peuvent notamment affecter les réseaux d'interactions multi-trophiques, avec des effets significatifs sur les animaux terrestres en termes d'abondance, de diversité taxonomique et fonctionnelle. Dans ce projet, nous étudions les variations spatio-temporelles de la biodiversité subantarctique, les processus d'invasions biologiques, les effets des variations environnementales sur l'écologie et la physiologie des espèces, ainsi que la perception de la biodiversité dans un contexte non marchand.



Kerguelen, Crozet, Amsterdam St-Paul
SUBANTARCTIQUE



Renault David
david.renault@univ-rennes1.fr



Ecologie terrestre
ECOBIO, Ecosystèmes, Biodiversité, Evolution, Rennes



137 **ECOPHY**

Stratégies alimentaire et mécanismes d'adaptation comportementale et physiologique des manchots face à la variabilité climatique : limites et impacts sur la dynamique des populations

L'objectif est d'évaluer les capacités d'adaptation des manchots royaux, Adélie et empereurs aux changements globaux à travers l'étude des mécanismes fonctionnels et des processus microévolutifs. Notre exceptionnelle base de données sans le biais du baguage va nous 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). Nous étudierons 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, nous mènerons une analyse prospective des tendances démographiques des populations en fonction des scénarios climatiques.



Kerguelen, Crozet, Amsterdam St-Paul
SUBANTARCTIQUE, ANTARCTIQUE



Le Bohec Céline
celine.lebohec@iphc.cnrs.fr



Ecologie
IPHC, Institut Pluridisciplinaire Hubert Curien, Strasbourg



354 ETHOTAAF

Ecologie comportementale des oiseaux marins subantarctiques

Les individus sont programmés pour survivre, se reproduire et optimiser leur fitness. Pour accomplir ces tâches, leur comportement se modifie en réponse aux interactions avec leurs congénères, avec d'autres organismes et avec les éléments de leur environnement. Le comportement est ainsi la ligne de base de toutes les activités des animaux et devrait être continuellement ajusté à l'environnement qui entoure l'individu. Notre projet, centré sur le comportement animal et l'écologie sensorielle, vise à étudier les différents facteurs agissant sur le comportement des oiseaux de mer. Parmi ces facteurs, les signaux provenant d'autres individus apportent d'importantes informations pour la communication. Nous nous intéresserons particulièrement aux signaux impliqués dans le processus de choix du partenaire. Chez les pétrels, ce processus comportemental passe par des signaux acoustiques et olfactifs donnant des informations sur des avantages directs ou indirects (respectivement) qu'un partenaire potentiel peut apporter à la descendance. Mais les signaux provenant d'autres individus peuvent également influencer sur le comportement des animaux sans qu'une communication réelle entre individus soit impliquée. Cela pourrait être le cas pour les manchots royaux, chez lesquels l'orientation au sein d'une colonie pourrait se faire en



s'aidant du paysage acoustique formé par tous les appels des manchots au sein d'une colonie. Dans ce cas, ce qui est utilisé n'est pas l'information qui passe entre deux individus, mais le bruit constant que tous les chants forment dans l'environnement. Pour tester cette hypothèse nous étudierons comment ce paysage acoustique est formé et s'il est effectivement utilisé pour s'orienter. Toutefois, l'orientation et le positionnement dans, et de, la colonie peut également être influencé par des signaux liés à la présence de prédateurs ou à d'autres éléments de l'environnement (vagues, température, pluie, inondations, etc.). La structuration de la colonie reflètera la façon dont les individus réagissent à l'ensemble de ces informations. Comprendre les mécanismes de formation et de la dynamique de ces colonies, permettra de mieux comprendre la structuration de son paysage sonore et être, de ce fait, un élément déterminant pour comprendre les mouvements individuels dans ces environnements surpeuplés.



Kerguelen
SUBANTARCTIQUE

Bonadonna Francesco
francesco.bonadonna@cefe.cnrs.fr

Ecologie
CEFE, Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive, Montpellier



394 OISEAUX PLONGEURS

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

L'objectif du programme Oiseaux Plongeurs 394 est d'étudier les stratégies alimentaires et énergétiques d'oiseaux marins s'alimentant par plongée (manchots, cormorans, pétrels) jouant un rôle clé dans les chaînes alimentaires de l'océan austral. Une approche pluridisciplinaire basée sur le "bio-logging" est menée 1) sur le plan des déplacements en mer dans les 3 dimensions (plongée) et des relations avec l'environnement océanique et des habitats marins prioritaires pour les colonies; 2) de l'énergétique des déplacements en mer; enfin 3) sur le potentiel bio-indicateur des prédateurs plongeurs vis-à-vis de la disponibilité des ressources et des conséquences biologiques des changements climatiques sur les écosystèmes marins.



Kerguelen, Crozet,
Amsterdam St-Paul
SUBANTARCTIQUE

Bost Charles André
bost@cebc.cnrs.fr

Ecophysiologie
CEBC, Centre d'Etudes Biologiques,
Chizé

409 IMMUNOTOXKER

Ecotoxicologie et immunotoxicologie des organismes aquatiques aux Iles 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'organismes modèles (mytilidae/salmonidae) et la vulnérabilité de leurs populations face aux variations des facteurs environnementaux induites par le changement global ;
- ▮ De mettre en place un observatoire des risques écotoxicologiques dans les continuums eaux douces-eaux marines des îles Kerguelen.



Kerguelen
SUBANTARCTIQUE

Betoulle Stéphane
stephane.betoulle@univ-reims.fr

Ecotoxicologie
UMR-I02 SEBIO Stress Environnementaux et Biosurveillance des milieux aquatiques, Reims



1041 SALMEVOL

Ecologie évolutive de la colonisation des Iles Kerguelen par les salmonidés.

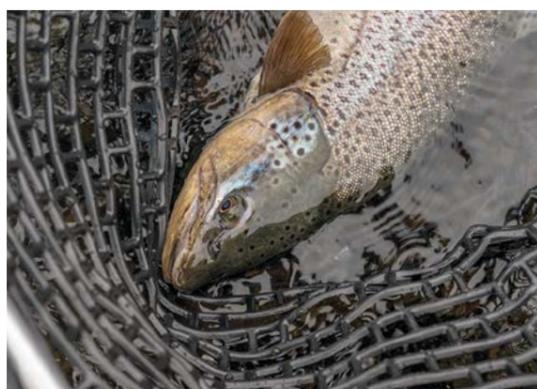
Les recherches réalisées dans le projet Salmevol portent sur l'écologie évolutive des salmonidés, dans le contexte particulier de la réussite de la colonisation des Îles Kerguelen par certaines des espèces qui y ont été introduites il y a 60 ans. La truite est la seule espèce qui ait réussi à coloniser la quasi-totalité des bassins versants de la moitié Est de l'île. L'expérience à grande échelle qui a été initiée par ces introductions est d'un intérêt majeur, dans un contexte de réchauffement global et de recul très rapide des glaciers dans cette région subantarctique. Les formidables bases de données et d'échantillons recueillies de 1954 à nos jours, associées à notre expertise multidisciplinaire, nous permettent d'explorer quelques-unes des grandes questions portant sur le succès des invasions biologiques, l'évolution et l'adaptation des espèces et leurs relations avec les changements rapides de leur environnement.



Kerguelen
SUBANTARCTIQUE

Gaudin Philippe
gaudin@st-pee.inra.fr

Ecologie aquatique
ECOBIO.P. Ecologie comportementale et Biologie des Populations de Poissons, St-Pée sur Nivelle



1044 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

Le projet Proteker est un programme pilote qui a pour objectif de constituer une ligne de base pour le suivi et l'évaluation des changements climatiques attendus sur les écosystèmes marins côtiers de Kerguelen. Dans toutes les mers du monde, ces écosystèmes, généralement riches d'une forte biodiversité, sont particulièrement impactés par les changements environnementaux. Les écosystèmes marins côtiers de Kerguelen ont été relativement peu étudiés et sont encore mal connus et inventoriés de nos jours. Le projet Proteker doit permettre l'inventaire et les suivis écologique et génétique de ces écosystèmes et a aussi pour ambition finale de fournir des critères scientifiques pour les politiques de protection et de conservation des environnements côtiers de Kerguelen. La première phase du projet (2011-2014) a permis de réunir toutes les anciennes données disponibles et de sélectionner et instrumenter des stations de référence pour la mise en œuvre d'une seconde phase opérationnelle. Cette seconde phase consistera en une approche pluridisciplinaire qui intégrera l'étude de tous les niveaux de la biodiversité, des espèces aux communautés, par l'analyse des paramètres abiotiques de l'environnement, la cartographie d'habitats, la génétique des populations, la génomique, les analyses d'écologie fonctionnelle et macro-écologiques (modèles de niche). Les résultats attendus devront permettre de produire des modèles de distribution de la biodiversité marine côtières à Kerguelen et de sensibilité aux changements environnementaux attendus.



Kerguelen, Crozet
SUBANTARCTIQUE

Saucède Thomas
thomas.saucede@u-bourgogne.fr

Ecologie marine
Laboratoire Biogéosciences, Dijon



1091 L'AMMER

Les manchots Adélie, bioplateformes de l'environnement marin

Ce programme s'inscrit dans la lignée des efforts internationaux visant à établir un suivi au long terme des performances de reproduction et de prospection alimentaire en mer d'espèces éco-indicatrices des changements environnementaux afin 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 i) la disponibilité des ressources marines et ii) 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, CCMALR) et seront comparées avec celles de manchots d'autres régions de l'Antarctique en collaboration avec les équipes de recherche australiennes et japonaises. Dans la lignée des recommandations faites par les institutions susnommées, une attention particulière sera portée à l'étude de l'impact des activités humaines sur les performances de manchots grâce à des suivis écophysologiques et comportementaux.



Dumont D'Urville
ANTARCTIQUE

Ropert-Coudert Yan
yan.ropert-coudert@cebc.cnrs.fr

Ecophysologie
CEBC, Centre d'Etudes Biologiques, Chizé

1116 PlantEvol

La biodiversité végétale dans les Iles Subantarctiques : évolution, passée et future, dans les environnements changeants.

Le changement climatique actuel en région subantarctique a déjà un impact marqué sur les environnements de ces îles. Dans un objectif de conservation, il nous faut très fortement améliorer notre connaissance de la biologie des espèces végétales uniques de cette région afin d'évaluer leur potentiel à répondre au long terme à ces changements. Notre programme combinera des études macro- et microévolutives pour examiner les origines et l'évolution des plantes et des flores subantarctiques ainsi que le potentiel des espèces contemporaines à s'adapter aux changements climatiques actuels et futurs. Nous proposons une recherche interdisciplinaire impliquant la phylogénie, la transcriptomique, la cytogénétique et des analyses de la variation des traits le long de gradients abiotiques et biotiques. Cette approche combinée inédite permettra une compréhension fine de la capacité d'un changement de l'environnement à façonner la diversité végétale à travers une gamme d'échelles temporelles et géographiques.



Kerguelen
SUBANTARCTIQUE

Hennion Françoise
francoise.hennion@univ-rennes1.fr

Phytoécologie
ECOBIO, Ecosystèmes, Biodiversité, Evolution, Rennes

1151 ECOPATH

Circulation des tiques infectieuses directement transmises dans les populations de vertébrés coloniales subantarctiques et antarctiques : surveillance, compréhension et implication de gestion

La description et la compréhension des facteurs qui affectent la circulation d'agents infectieux dans les populations animales sont importantes d'un point de vue fondamental, mais aussi appliqué. Les populations de vertébrés sauvages vivant dans les zones polaires de l'hémisphère sud sont de plus en plus sujettes à des menaces dues à des maladies infectieuses, en plus d'autres menaces environnementales, et il est primordial de disposer de données de base sur l'état éco-épidémiologique de ces systèmes et de comprendre leurs dynamiques. Les populations de vertébrés se reproduisant en colonies sont particulièrement importantes à étudier dans ce contexte car elles peuvent subir des épisodes de mortalités pouvant atteindre des centaines voire des milliers d'individus, et elles sont distribuées en unités discrètes au sein et entre lesquelles la transmission d'agents infectieux peut être affectée par différents processus complexes. Dans ce projet, nous nous proposons d'explorer comment les processus de dispersion à grande échelle et les interactions locales entre hôtes et parasites peuvent affecter la circulation d'agents infectieux et ses conséquences possibles. Afin de faire cela, nous combinerons des analyses de laboratoires sur des échantillons prélevés sur le terrain dans le cadre de suivi à long-terme et/ou dans un contexte spatialisé, la conduite d'expérimentations de terrain et le développement de modèles. Des techniques de biologie moléculaires modernes et des loggers seront notamment utilisés. Pour l'acquisition de données et d'échantillons, le programme reposera en partie sur les programmes de l'Institut polaire déjà en place dans des sites clés.



Le travail sera conduit en coordination avec la Réserve Naturelle des Terres Australes et Antarctiques. Un axe spécifique sera développé sur les tiques et agents infectieux transmis par les tiques; un autre axe concernera les agents infectieux transmis d'une façon directe entre individus et potentiellement responsables d'épidémies, tel que l'agent du choléra aviaire. Enfin, un axe se focalisera sur l'optimisation de la mise en place de programme de surveillance et de gestion.



Amsterdam St-Paul
SUBANTARCTIQUE



Boulinier Thierry
thierry.boulinier@cefe.cnrs.fr



Ecologie
CEFE, Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive,
Montpellier

1182 ASSET

Les phoques antarctiques dans l'environnement de la glace de mer



Les zones englacées sont particulièrement sensibles au réchauffement global (IPCC 2013), et il est nécessaire de déterminer comment les prédateurs de la banquise utilisent leur environnement physique et biologique pour comprendre et prédire leur réponse au changement climatique dans les différentes régions antarctiques. Les événements brutaux comme le vâlage de grands icebergs fournissent le cadre idéal d'expériences naturelles pour étudier les conséquences de

modifications d'habitat sur l'écologie des prédateurs marins. De plus, les modèles climatiques prédisent l'augmentation de la fréquence des vâlages en réponse au réchauffement global, et il devient opportun d'étudier leurs conséquences sur l'océanographie et les écosystèmes de la banquise. Nous proposons de tirer parti de l'occasion unique offerte par le récent vâlage du glacier du Mertz (2010), qui a bouleversé les conditions de glace et la circulation en terre Adélie, pour en étudier les conséquences sur l'écologie en mer des phoques de Weddell, pour lesquels nous disposons déjà d'une série d'observation pré-vâlage (2006-2009). En utilisant des profils verticaux de T/S/Fluo et d'accélérométrie collectés par les phoques en hiver, nous allons relier leur comportement de recherche alimentaire aux conditions hydrographiques avant et après le vâlage du Mertz, et étudier l'impact de cet événement sur les interactions glaces/océan et production primaire et sur les performances alimentaires des phoques de Weddell. Nous comptons aussi compléter notre série temporelle sur l'écologie en mer pendant l'été (après la reproduction) pendant laquelle la fonte des glaces stimule la production primaire. Enfin, nous comptons développer et tester pendant la période de reproduction de nouveaux capteurs embarqués par les phoques et collectant des paramètres clés mais largement sous échantillonnés de la banquise, tels que son épaisseur et sa biomasse d'algues de glace.



Terre Adélie
ANTARCTIQUE



Charrassin Jean-Benoît
jbclod@locean-ipsl.upmc.fr



Ecologie marine
LOCEAN UMR 7159: Laboratoire d'Océanographie et du Climat : Expérimentation et Approches Numériques - Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris

1201

CYCLELEPH

Influence de la personnalité sur les ajustements bio-énergétiques et comportementaux des éléphants de mer en réponse aux variations des conditions environnementales au cours des phases terrestres et marines de leur cycle annuel



Les changements climatiques et environnementaux influencent la dynamique et la structure des écosystèmes marins, affectant la distribution et l'abondance des espèces marines. Les éléphants de mer austraux (*Mirounga leonina*) peuvent être particulièrement affectés par cette variabilité spatiale et temporelle, ceux-ci alternant des périodes de recherche alimentaire en mer avec des périodes de jeûne à terre. Différentes stratégies de recherche alimentaire peuvent influencer l'efficacité de recherche alimentaire et de plongée, celle-ci étant la clé de leur succès de reproduction et de mue à terre. Ce travail vise 1) à lier les conditions environnementales et les contraintes énergétiques d'un prédateur marin au cours de son cycle de vie, alternant périodes à terre et en mer, 2) à déterminer si les stratégies individuelles en lien avec les traits de personnalité pourraient

influencer le succès de chasse, la vitesse de mue et de manière ultime l'énergétique et la fitness des individus, et 3) à étendre le jeu de données environnementales et de comportement des éléphants de mer avec le programme SO-MEMO. En liant l'étude de paramètres proximaux (stratégies physiologiques, comportementales et énergétiques des individus) et ultimes (succès de chasse, succès reproducteur, vitesse de mue), ce projet permettra de mieux comprendre comment les stress environnementaux tels que le réchauffement des océans peut influencer la dépense énergétique, l'énergie ingérée et ainsi la balance énergétique de ce prédateur marin plongeant à d'importantes profondeurs, et comment les traits de personnalité individuels peuvent déterminer les adaptations des populations.



Kerguelen
SUBANTARCTIQUE



Gilbert Caroline
cgilbert@vet-alfort.fr



Ecologie
Laboratoire Mecadev, UMR 7179,
CNRS/mnhn // ENVA, Maisons-Alfort



Sciences de la Terre et de l'Univers

133 SISMOLOGIE/OBS

Observatoires Sismologiques Globaux

L'objectif principal du programme Sismologie/Obs est l'observation à très large bande et à grande dynamique des mouvements du sol, avec un fort accent sur les hautes latitudes de l'hémisphère sud, toujours insuffisamment échantillonnées malgré les améliorations des dernières années. Les données enregistrées et validées (contrôle de qualité) sont mises gratuitement à disposition de la communauté scientifique internationale en temps réel et/ou différé. Nos données contribuent tout autant aux études tomographiques globales et régionales, qu'aux études de sismicité ou de bruit microsismique. Les données en temps-réel des stations sub-antarctiques sont utilisées pour l'alerte aux tsunamis dans l'océan indien, pour laquelle elles sont précieuses. Nos objectifs sont de maintenir ou améliorer la qualité des données, améliorer la robustesse des chaînes d'enregistrement et de distribution des données, et d'améliorer leur valorisation nationale et internationale.



Kerguelen, Crozet, Amsterdam St-Paul, Dumont d'Urville, Concordia
SUBANTARCTIQUE, ANTARCTIQUE



Dimitri Zigone
zigone@unistra.fr



Sismologie
EOST, Ecole et Observatoire des Sciences de la Terre, Strasbourg



139

GEOMAGNETIC OBS

Observatoires magnétiques permanents

Les 5 observatoires magnétiques permanents d'Amsterdam, Crozet, Dôme C / Concordia, Dumont d'Urville et Kerguelen répondent aux normes et standards Intermagnet (International Real-time Magnetic Observatory Network (1)). Le champ magnétique de la Terre y est enregistré en continu avec des taux d'échantillonnage de 1 seconde. Les mesures absolues des composantes du champ magnétique sont également effectuées journalièrement tout au long de l'année. Le traitement des données et leur diffusion auprès des centres mondiaux de données géophysiques (World Data Centers (WDC) pour le géomagnétisme) 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 Bureau Central du Magnétisme Terrestre (BCMT) (2), utilisant par exemple : connexion permanente à Internet, personnel permanent ...) et ont conduit nécessairement à des adaptations logistiques et technologiques. Nous prévoyons : (i) de poursuivre la consolidation de notre parc matériel, (ii) et d'établir, en collaboration avec l'Institut polaire français, la mise en place de transmission temps-réel des données.



Kerguelen, Crozet, Amsterdam St-Paul, Dumont d'Urville, Concordia
SUBANTARCTIQUE, ANTARCTIQUE



Chambodut Aude
aude.chambodut@unistra.fr



Géophysique
EOST, Ecole et Observatoire des Sciences de la Terre, Strasbourg

1- www.intermagnet.org
2- www.bcmt.fr

209

NDACC-Antarctica

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

Les objectifs du programme NDACC Antarctique consistent en la surveillance à long terme et des études de processus et climatologiques sur les populations de particules (aérosols, nuages stratosphériques polaires - PSC) et la composition chimique (incluant l'ozone stratosphérique) de la haute troposphère / basse stratosphère. La thématique globale est celle de la chimie de l'ozone et de sa destruction, dans le contexte d'un climat en évolution. Les conséquences au sol en termes de rayonnement UV-B ainsi que les interactions ozone-climat, particulièrement concernant l'impact de l'augmentation des gaz à effet de serre sont également considérées. Un ensemble d'instruments dédiés à la mesure d'occurrence des nuages et la caractérisation de leurs propriétés physiques, ainsi qu'à la mesure d'ozone et des paramètres impliqués dans son équilibre chimique sont actuellement en place dans les stations françaises de Dumont d'Urville et de Kerguelen. Ces instruments sont : spectromètre UV-visible, détecteur UV-B large bande, radiosondages ozone par ballons et mesure lidar (rayleigh/mie/raman). Les variables observées sont : concentration d'ozone en colonne totale et profils, profils d'aérosols et de nuages, température, dioxyde d'azote et UV-B erythémal. Ce programme d'observations fait partie, au niveau français, du Service d'Observation NDACC-France.



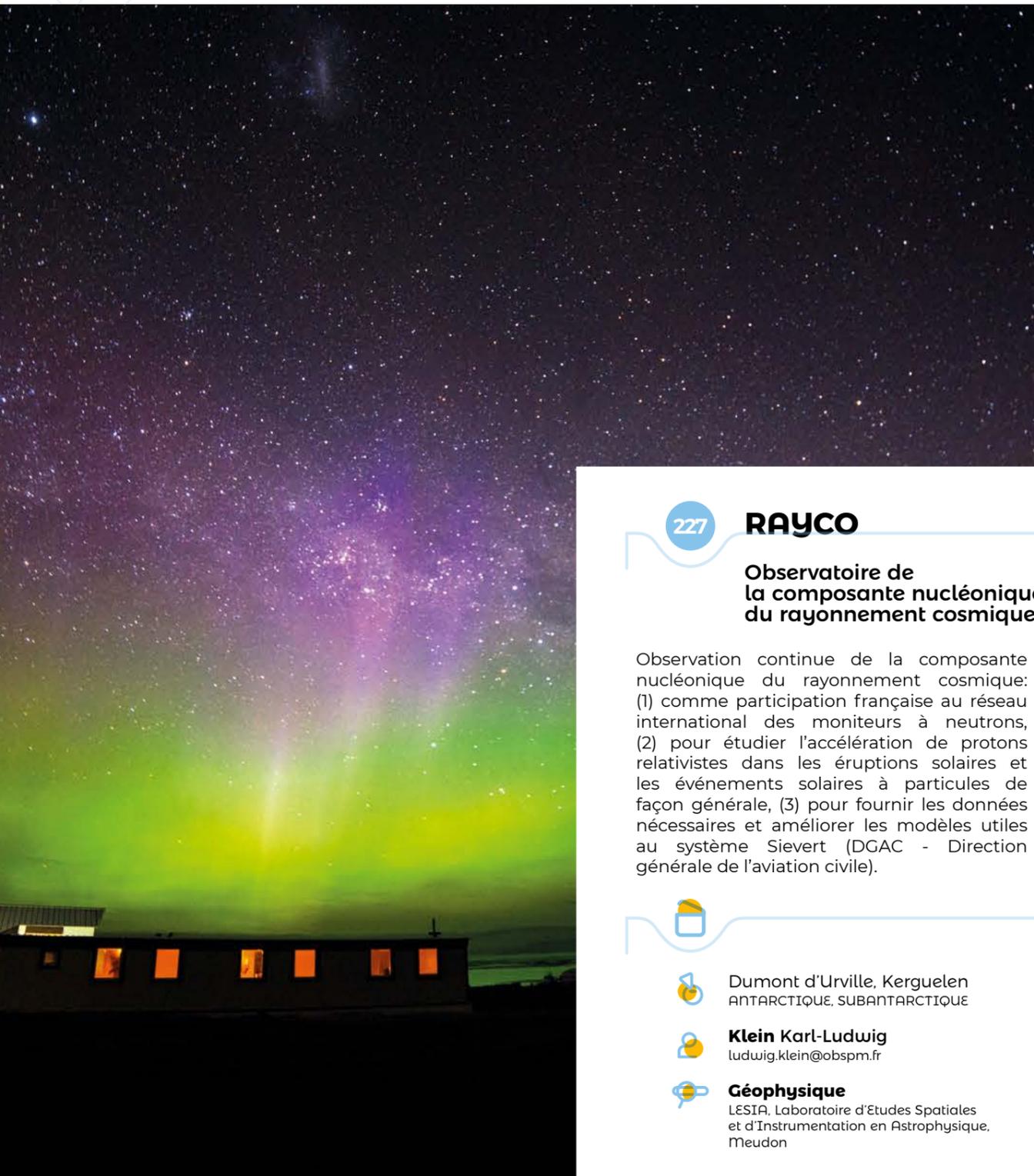
Dumont d'Urville, Concordia, Kerguelen
ANTARCTIQUE, SUBANTARCTIQUE



Jumelet Julien
Julien.Jumelet@latmos.ipsl.fr



Sciences de l'Atmosphère
LATMOS, Laboratoire Atmosphères, Milieux, Observations Spatiales, Paris



227

RAYCO

Observatoire de la composante nucléonique du rayonnement cosmique.

Observation continue de la composante nucléonique du rayonnement cosmique: (1) comme participation française au réseau international des moniteurs à neutrons, (2) pour étudier l'accélération de protons relativistes dans les éruptions solaires et les événements solaires à particules de façon générale, (3) pour fournir les données nécessaires et améliorer les modèles utiles au système Sievert (DGAC - Direction générale de l'aviation civile).



Dumont d'Urville, Kerguelen
ANTARCTIQUE, SUBANTARCTIQUE



Klein Karl-Ludwig
ludwig.klein@obsprm.fr



Géophysique
LESIA, Laboratoire d'Etudes Spatiales
et d'Instrumentation en Astrophysique,
Meudon



312

SUPERDARN KER

Superdarn KER

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 des deux hémisphères. La France possède le radar de Kerguelen situé dans l'hémisphère Sud et conjugué magnétiquement avec le radar anglais d'Hankasalmi situé en Scandinavie, ainsi qu'avec les radars à diffusion incohérente EISCAT et ESR. Avec le développement du réseau de l'hémisphère Sud (comme Kerguelen), les objectifs centrés sur le thème de la conjugaison magnétique entre hémisphères, dont la nature est encore très mal connue, deviennent accessibles. 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.



Kerguelen
SUBANTARCTIQUE



Marchaudon Aurelie
aurelie.marchaudon@irap.omp.eu



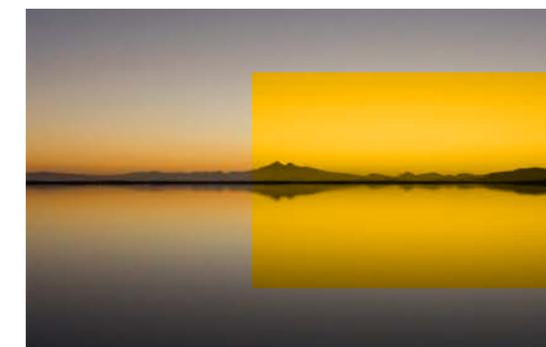
Sciences magnétosphérique
IRAP, Institut de Recherche en Astronomie
et Planétologie, Toulouse

337

GRAVITE

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

L'observation des variations pluri-annuelles de la gravité dans les régions polaires et sub-antarctiques grâce à la répétition de mesures terrestres de gravité absolue est essentielle pour contraindre les variations des masses de glace terrestres et le rebond post-glaciaire. Nous proposons de répéter les campagnes gravimétriques suivantes. En Arctique, des mesures seront faites à la station de Ny-Alesund, au Spitzberg, en 2017 et 2020, les précédentes mesures ayant été effectuées en 2001, 2004, 2007, 2010, 2012 et 2014. Dans l'hémisphère Sud, des mesures seront effectuées sur la station Dumont d'Urville en Antarctique en 2018 (précédentes mesures en 2000 et 2006), et sur les stations des îles sub-antarctiques de Crozet, Kerguelen et Nouvelle-Amsterdam en 2019 (précédentes mesures en 2001, 2003 et 2005).



Dumont d'Urville
SUBANTARCTIQUE



Rogister Yves
Yves.Rogister@unistra.fr



Géophysique
Ecole et Observatoire des Sciences de la Terre
- University of Strasbourg

411 GLACIOCLIM -SAMBA

Les glaciers,
un observatoire du climat,
composante Antarctique
(Terre Adélie)

Ce projet constitue le renouvellement du programme Glacioclim Samba initié en 2004 qui est le volet Antarctique du SO/ORE Glacioclim, destiné à détecter, surveiller et comprendre l'évolution du climat et du bilan de masse en milieu glaciaire. Il s'agit d'assurer la pérennité de réseaux de mesure du bilan de masse de surface dans la région de Cap Prud'homme (relevés en été et hiver), le long d'un transect de 156 km (1 relevé/an), et à Concordia (1 relevé/an minimum), et le maintien des instruments météorologiques déployés à proximité de Cap Prud'homme. Des campagnes spéciales d'observations météorologiques et glaciologiques seront organisées afin de préciser les processus physiques d'accumulation et d'ablation.



Dumont d'Urville, Concordia
ANTARCTIQUE

Favier Vincent
vincent.favier@univ-grenoble-alpes.fr

Glaciologie
IGÉ, Institut des Géosciences
de l'Environnement, Grenoble

414 CÉSOA

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

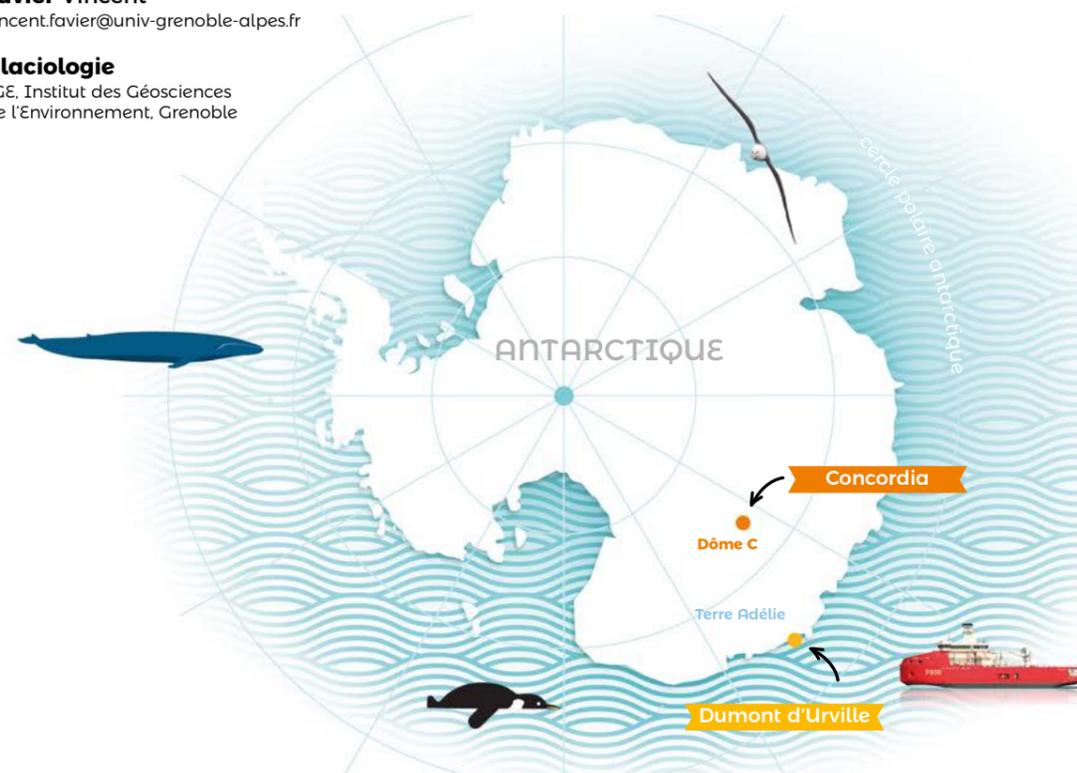
Le cycle atmosphérique du Soufre aux moyennes et hautes latitudes Sud : variabilité interannuelle des émissions marines de DMS (glace de mer, température de l'océan, chlorophylle de l'océan, variabilité climatique liée à l'ENSO) et réponse future au changement climatique global. Le programme réalise un suivi du DMS et des aérosols soufrés à DDU, Amsterdam et Dôme C, ainsi que l'étude du DMS dans l'eau de mer collectée occasionnellement lors des rotations de bateaux dans les districts.



Dumont d'Urville, Concordia
ANTARCTIQUE, SUBANTARCTIQUE

Legrand Michel
michel.legrand@univ-grenoble-alpes.fr

Chimie de l'atmosphère
IGÉ, Institut des Géosciences
de l'Environnement, Grenoble



416 SNO-AMS/ICOS-France

Evolution des concentrations
des gaz à effet de serre à
l'Ile d'Amsterdam

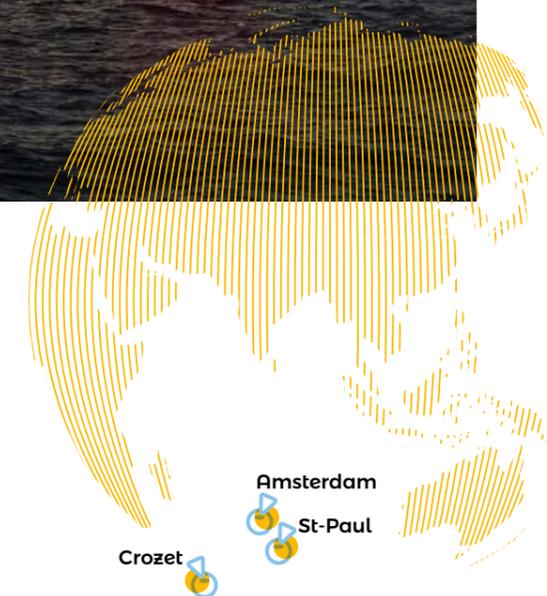
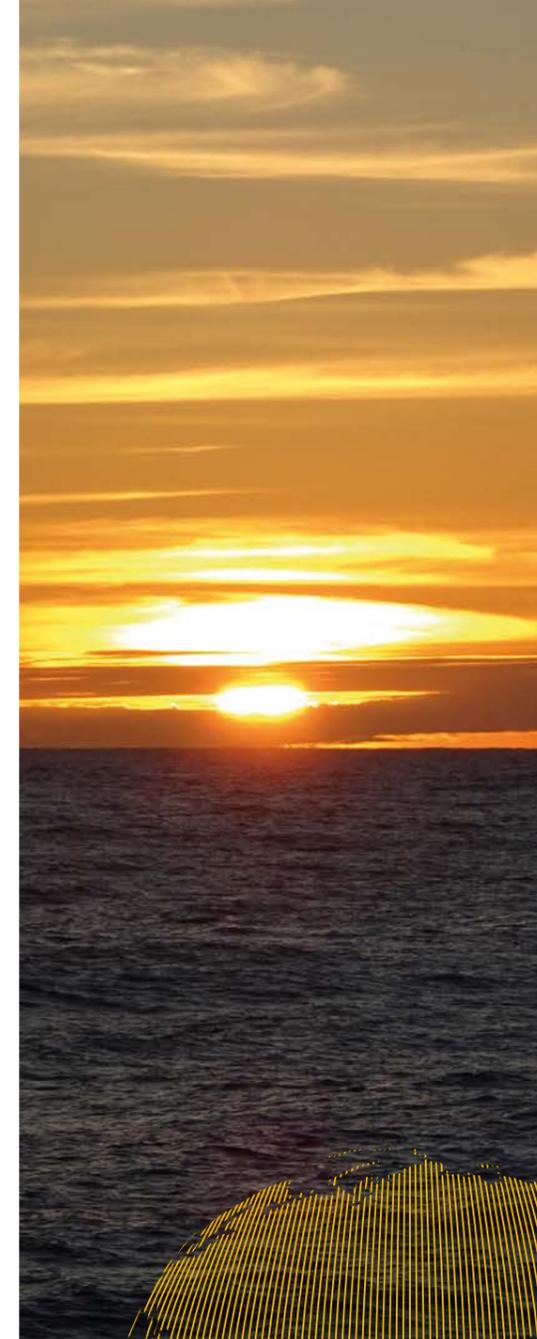
Le programme de mesure des gaz à effet de serre (GES) sur l'île Amsterdam a pour but de contribuer au suivi à long terme de l'atmosphère dans le cadre du Service National d'Observation ICOS-France et du réseau international Global Atmospheric Watch (GAW) de l'Organisation météorologique mondiale. L'île Amsterdam constitue un site de référence pour l'atmosphère (site propre), les mesures qui y sont conduites permettent en particulier de mieux quantifier le rôle de l'océan austral en tant que puits de carbone et de mieux comprendre les mécanismes associés. Le site permet également de tracer le transport des émissions d'Afrique Australe le cas échéant. En plus des mesures en continu de CO₂, CH₄, et des prélèvements flacons hebdomadaires (CO, H₂, N₂O, isotopes du CO₂) conduites depuis plusieurs années, nous proposons d'adjoindre les mesures continues de CO et N₂O et de reprendre celles de O₃ durant les 4 prochaines années. Les mesures de Radon-222 et des paramètres météorologiques qui permettent de bien caractériser l'origine des masses d'air seront poursuivies. Afin de parfaire la caractérisation du puits de carbone de l'océan austral nous envisageons également le déploiement d'un analyseur continu et haute précision de l'oxygène atmosphérique.



Amsterdam St-Paul, Crozet
SUBANTARCTIQUE

Delmotte Marc
marc.delmotte@lsce.ipsl.fr

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



688

NIVMER

Niveau de la Mer

Le programme Nivmer consiste au suivi, au développement et à la maintenance des stations marégraphiques du réseau ROSAME de l'observatoire Sonel (SO-INSU) dans le cadre scientifique du programme international de suivi du niveau de la mer GLOSS. Ce programme vient aussi en accompagnement de programmes de recherche et de surveillance, nationaux et internationaux, 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, études des variations séculaires du niveau de la mer, ...). Les quatre sites d'intervention du programme Nivmer (Crozet, Kerguelen, St-Paul et Dumont d'Urville) sont la contribution française dans ce secteur au réseau mondial de surveillance du niveau de la mer GLOSS.



Dumont d'Urville, Kerguelen, Crozet, Amsterdam St-Paul
ANTARCTIQUE, SUBANTARCTIQUE



Testut Laurent
laurent.testut@legos.obs-mip.fr



Océanographie
LEGOS, Laboratoire d'Etudes en Géophysique et Océanographie Spatiales, Toulouse

910

HAMSTRAD

Mesures radiomètres des micro-ondes de vapeur d'eau stratosphérique et troposphérique en Antarctique

Le radiomètre Hamstrad est un instrument micro-onde original dédié à la détection de 1) la raie d'oxygène à 60 GHz pour mesurer le profil de température troposphérique, et 2) la raie de vapeur d'eau à 183 GHz pour obtenir la vapeur d'eau troposphérique (profil et eau précipitable). Il a été installé au Dôme C en 2009 et fonctionne en mode nominal depuis 2010. L'objectif initial du projet Hamstrad était de mesurer les tendances des profils de vapeur d'eau et de température depuis la partie inférieure de la troposphère jusqu'à la partie inférieure de la stratosphère et leurs liens avec le changement climatique. Couplé à d'autres instruments fonctionnant au Dôme C (p. ex. un Lidar aérosol), le projet Hamstrad vise également à étudier la genèse des nuages épais et des poussières de diamant (particules de glace) au-dessus de la station Dome C en utilisant les informations issues des mesures (in situ et télédétection à la station, satellites) et des analyses météorologiques de différents paramètres : température, vapeur d'eau, glace, précipitation, AOD, rayonnement, particules, etc. À ce jour, le projet a produit 12 articles de rang A.



Concordia
ANTARCTIQUE



Ricaud Philippe
philippe.ricaud@meteo.fr



Sciences de l'Atmosphère
CNRM, Centre National de Recherches Météorologiques, Toulouse



1003

ARLITA

Architecture de la lithosphère de l'Est de l'Antarctique - Terre Adélie

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



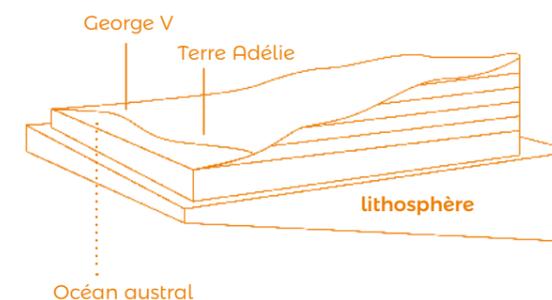
Terre Adélie
ANTARCTIQUE



Bascou Jérôme
jerome.bascou@univ-st-etienne.fr



Géologie
UMR6524 - Magmas et Volcans - Equipe Transferts Lithosphériques, St Etienne



PROJETS : en cours > renouvellement >

1013

CALVA

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

Calva s'attache à obtenir sur le terrain, en terre Adélie et à Dôme C, des observations suivies et actuellement manquantes pour mieux évaluer et améliorer les modèles météorologiques et les modèles de climat sur la région Antarctique, ainsi que les approches de télédétection de la précipitation. En terre Adélie, Calva s'intéresse en particulier aux précipitations, aux couches limites atmosphériques extrêmement dynamiques (vents catabatiques), et à la neige soufflée. À Dôme C, Calva s'intéresse aussi à la couche limite, extrême en termes de température et d'inversion et aux précipitations. Ce sont des éléments encore mal connus, et mal ou pour certains (neige soufflée) pas représentés dans les modèles mis en oeuvre pour les prévisions climatiques de type GIEC. Les données obtenues visent donc à améliorer la qualité de ces prévisions, en particulier du bilan de masse de surface de la calotte et son impact sur le niveau global des mers.



Dumont d'Urville, Concordia
ANTARCTIQUE



Genthon Christophe
christophe.genthon@cnrs.fr



Sciences de l'Atmosphère
Laboratoire de météorologie dynamique (LMD) Sorbonne Université, Paris

1028 GMOstral

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

GMOstral découle d'une initiative lancée par le programme européen Global Mercury Observation System (GMOS) qui coordonne un réseau planétaire d'observations du mercure atmosphérique. Les données collectées sur la cyber-infrastructure permettent de mettre en oeuvre 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 avons mis en place 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. Après 4 années d'efforts et de mesure, nous proposons de poursuivre sur deux sites les mesures atmosphériques et dans les précipitations (AMS et DMC) afin de :

- Fournir des données de grande fiabilité, accessibles à la communauté, dans un cadre international (convention internationale dite de Minamata) et d'un réseau mondial de mesure du mercure.

- Obtenir des plus grandes séries de données (8 ans) afin de travailler sur les saisonnalités des sources et des réactions, et documenter les tendances à moyens termes. En filigrane, nous devons pouvoir évaluer si les réglementations internationales vont mener à une décroissance des niveaux atmosphériques ou est-ce que ces tendances seraient masquées par des émissions ou ré-émissions naturelles (océans, feux de biomasse).

- Améliorer nos connaissances sur le transport et les mécanismes réactionnels en utilisant le modèle global de chimie transport GEOSchem 3D.



Concordia, Amsterdam
ANTARCTIQUE, SUBANTARCTIQUE

Dommergue Aurelien
aurelien.dommergue@univ-grenoble-alpes.fr

Sciences de l'environnement
IGE, Institut des Géosciences de l'Environnement, Grenoble

1048 KESAACO

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

Le projet de recherche exploratoire à Kerguelen, Kesaaco (2009-2014) avait pour but la mise en place et le développement d'un réseau de mesures glaciologiques sur l'archipel de Kerguelen (49°S, 69°E), l'installation de stations météorologiques autonomes (sur les sites de la Mortadelle, de Port Christmas, Sourcils Noirs, Cap Cotter et du Lac d'Armor), ainsi que le prélèvement d'échantillons de roches sur des blocs erratiques et sur des dépôts morainiques. Le présent projet vise à compléter ces mesures, à organiser la décharge des stations météorologiques et le démantèlement des appareils à proximité de la cabane de la Mortadelle. La réalisation de mesures radar et au GPS différentiel en surface du glacier Ampère sera effectuée, ainsi que la réalisation d'un nouvel échantillonnage de blocs erratiques et moraines. Les mesures prévues entrent aussi dans le cadre du projet LEFE GlacePreker (financé pour la période 2016-2019). Ce volet du projet 1048 permettra de boucler les campagnes de mesures glaciologiques à Kerguelen.



Kerguelen
SUBANTARCTIQUE

Favier Vincent
vincent.favier@univ-grenoble-alpes.fr

Glaciologie
IGE, Institut des Géosciences de l'Environnement, Grenoble

1053 DACOTA

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

Afin de mesurer et mieux comprendre la dynamique des glaciers émissaires de l'Antarctique de l'Est, la zone atelier du glacier de l'Astrolabe a été sélectionnée. Elle contribue aux données de l'observatoire fédérateur CRYOBS-CLIM (7) dont le but est de mieux cerner la relation entre les changements environnementaux (plus spécifiquement ceux du climat) et l'évolution résultante des glaciers et calottes. Cette relation opère à deux niveaux principaux : (i) les changements climatiques génèrent des changements dans le bilan de masse en surface, lequel impacte indirectement sur l'environnement et (ii) ces mêmes changements climatiques constituent la condition principale dans l'évolution des masses glaciaires.

Si le premier volet est essentiellement traité par l'observatoire Glacioclim (Programme IPEV 411), le présent programme quant à lui s'intéresse à ces changements dynamiques induits par le bilan de masse en surface et aussi, dans une moindre mesure, par certaines variables climatiques directes (essentiellement la température) et apparaît ainsi très complémentaire du programme Glacioclim.

Parce que dans son cheminement à la mer, plus de 80 % de la glace continentale antarctique transite par les glaciers émissaires de l'Est, comprendre le fonctionnement et être capable de modéliser le comportement présent et futur de ces glaciers est fondamental dans le cadre de l'étude du niveau des mers. L'approche présentée ici est double en proposant dans un premier temps un suivi exhaustif du glacier école afin de saisir les particularités de la dynamique des glaciers émissaires marins et alimenter les modèles d'écoulement correspondants. Les résultats qui s'en suivront seront ensuite



dans un second temps appliqués à la modélisation plus large échelle des glaciers de l'ensemble du secteur de Wilkes - Terre Adélie, dont la contribution au niveau des mers est majeure et doit être mieux contrainte. Le gros des activités de terrain proposées dans le cadre du présent programme concerne le premier volet de suivi intensif du glacier de l'Astrolabe. Pour ce qui est du second volet, il est réalisé en collaboration avec l'Université du Texas sous la forme de campagnes géophysiques aéroportées. Les mesures correspondantes permettent de caractériser l'environnement des gros glaciers émissaires (topographies de surface et du fond rocheux, délimitation des zones respectivement flottantes et posées..) afin de pouvoir modéliser le comportement futur de l'ensemble de la zone concernée.



Dumont D'Urville
ANTARCTIQUE

Le Meur Emmanuel
emmanuel.lemeur@univ-grenoble-alpes.fr

Glaciologie
IGE, Institut des Géosciences de l'Environnement, Grenoble

1- <https://cryobsclim.osug.fr/>

1066

ASTEP+

Télescope photométrique SouThErn de l'Antarctique

Le nombre d'exoplanètes détectées augmente régulièrement. La plupart de ces détections nécessitent un suivi afin d'être confirmées. Le suivi au sol de candidats exoplanètes sera encore plus pertinent avec l'explosion du nombre de candidats exoplanètes qui seront détectées par les futures missions spatiales TESS et JWST. Dans ce domaine, le potentiel d'un télescope robotique de petite taille (30 à 80 cm) a été démontré par TRAPPIST au Chili avec la caractérisation de plus de 90 exoplanètes. De même, les résultats obtenus concernant la caractérisation des oscillations delta Scuti de l'étoile beta Pictoris nous ont permis de démontrer que des observations photométriques d'excellente qualité peuvent être menés en mode automatique depuis Concordia.

Nous proposons de poursuivre les observations avec ASTEP en 2019 et au-delà. Le cœur du projet ASTEP+ ne requiert que du travail de maintenance pour maintenir la monture, le télescope et les systèmes de support opérationnels et fiables. Des ajustements mineurs sont proposés pour améliorer la résolution spatiale et pour un contrôle plus complet de l'instrument. ASTEP+ fonctionnera en coordination avec TRAPPIST. Il permettra d'observer les transits des planètes détectées par vitesse radiale, de caractériser des systèmes planétaires et plus généralement des objets à fort impact scientifique. ASTEP+ sera également dédié au suivi photométrique des candidats planètes détectés par le satellite TESS.



Concordia
ANTARCTIQUE

Guillot Tristan
tristan.guillot@oca.eu

Astronomie
Observatoire de la Côte d'Azur,
Nice



1110

NIVOLOGIE

Etude de l'évolution des propriétés de la neige dans le changement climatique en Antarctique

Le programme Nivo porte sur l'évolution de la neige à la surface aux échelles de temps horaires à inter-annuelles et vise à comprendre le rôle de la neige dans le système climatique. La neige en surface échange de l'énergie, de la quantité de mouvement, de la vapeur d'eau (comprenant différents isotopes stables de l'eau) avec l'atmosphère ce qui induit des rétroactions impliquant de nombreux processus (radiatif, aérodynamique, turbulent, op...). Afin de comprendre et paramétrer ces processus et rétroactions dans les modèles de neige et de climat, le programme Nivo met en œuvre un ensemble d'instruments automatiques et assure la collection de mesures manuelles permettant de caractériser la neige à la surface et jusqu'à quelques dizaines de mètres de profondeur. L'objectif pour les quatre prochaines années est d'étudier la variabilité inter-annuelle de la taille des grains de neige, de la masse volumique, l'albédo, la température et la composition isotopique ; de comprendre l'évolution de la rugosité de surface ; et de faire des progrès sur les lois de métamorphisme à basse température. Enfin, un dernier objectif est de fournir des informations sur la microstructure de la neige et les propriétés électromagnétiques de la glace nécessaire à l'analyse des données de télédétection, ce qui permet ensuite d'exploiter les observations satellite pour surveiller l'évolution de la neige au delà de Dôme C.



Concordia
ANTARCTIQUE

Picard Ghislain
ghislain.picard@ujf-grenoble.fr



//
IGÉ, Institut des Géosciences
de l'Environnement, Grenoble

1112

CHINSTRAP

Etude du spectre de rayonnement continu de neutrons haute altitude en Antarctique

Le projet Chinstrap vise à installer et à exploiter scientifiquement un spectromètre à neutrons étendus 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 Pico dos Dias 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 de coupler leurs analyses à celles issues d'autres sites de mesures.

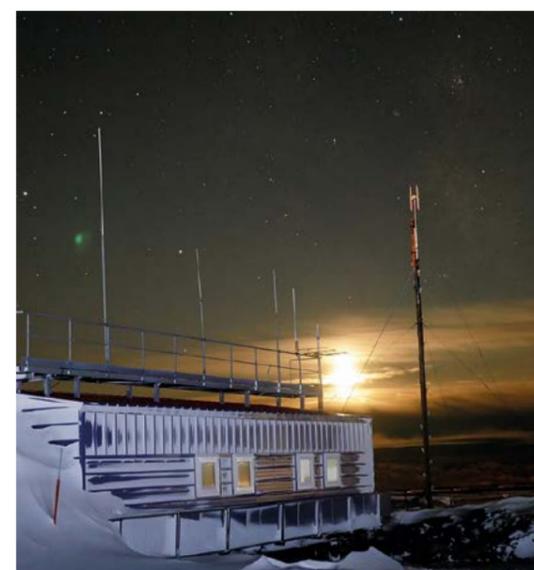


Concordia
ANTARCTIQUE

Hubert Guillaume
guillaume.hubert@onera.fr



Géophysique
ONERA, Office National d'Etudes
de Recherches Aérospatiales, Toulouse



1120

MICROMETEORITES

Micrométéorites à Concordia

Le but du projet proposé est une meilleure compréhension de la naissance du système solaire et de son évolution primitive durant les quelques dizaines de millions d'années qui ont suivi l'effondrement gravitationnel de notre protoétoile. Une large partie des contraintes que nous possédons sur cette époque reculée repose sur l'analyse chimique et isotopique des petits corps non-différenciés : les astéroïdes et les comètes. Le but de ce projet est de rechercher des poussières interplanétaires (des micrométéorites) dans les couches de neige proches de la surface à proximité de la station Concordia. Lors des campagnes de collectes précédentes nous avons découvert un nouveau type de poussières interplanétaires : les micrométéorites antarctiques ultra-carbonées (UCAMMs) ayant très probablement une origine cométaire (Duprat et al. Science 2010). Ces particules sont rares (~ 1% des particules extraterrestres) et d'une importance cruciale pour comprendre le contexte et les premières étapes de formation du système solaire. Elles auraient également pu jouer un rôle important dans l'apport de molécules prébiotiques sur la Terre primitive. Dôme C présente des avantages uniques pour leur collecte, rendant la collection Concordia unique au niveau international. Nous proposons un programme pour réunir une large collection comprenant statistiquement un nombre significatif d'UCAMMs (environ 50). Cette collection de micrométéorites nous permettra également de préciser la valeur du flux sur Terre qui reste fortement débattue et offre une opportunité de recherche de nouveaux types de poussières interplanétaires.



Concordia
ANTARCTIQUE

Duprat Jean
jean.duprat@csnsm.in2p3.fr



Physique Spatiale
CSNSM, Centre de Sciences Nucléaires
et de Sciences de la Matière, Orsay

1143

APRES3

Précipitations Antarctique : télédétection à partir de la surface et de l'Espace

La région antarctique reste Terra Incognita dans les bases de données mondiales pour ce qui concerne la précipitation. La 1^{ère} climatologie qui ne repose pas sur des résultats de modèles vient d'être publiée (2014). Elle est obtenue par télédétection spatiale radar. Le projet vise le déploiement d'une ou deux campagnes d'été à la station Dumont d'Urville pour l'étude de la variabilité et de la microphysique des précipitations antarctiques en région côtière, ainsi qu'à la calibration et la validation de ces données. Les radars météorologiques de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, des lidars de détection des hydrométéores (suisses et italiens), et le profilage vertical de 70 m du programme Calva seront mis en œuvre pour ces campagnes de mesures. Il sera particulièrement intéressant d'opérer les radars en surface au moment du passage du satellite, de façon à croiser directement les informations obtenues au sol et dans l'espace.



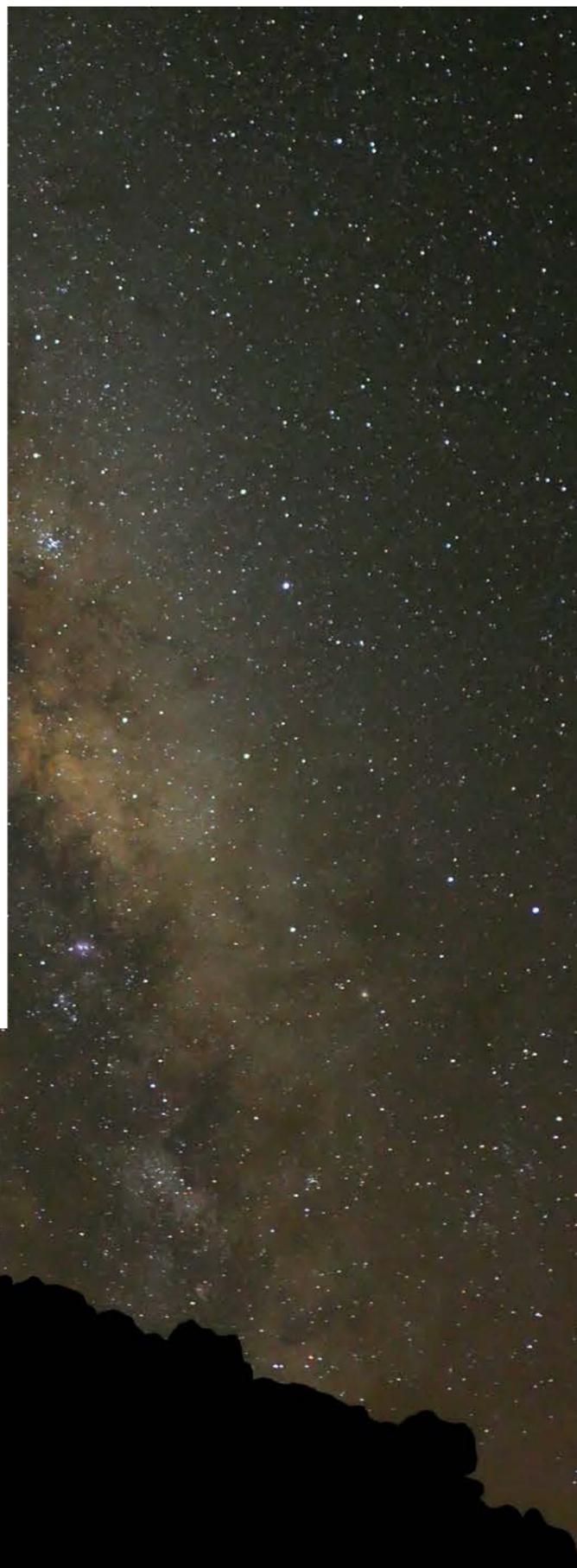
Dumont D'Urville
ANTARCTIQUE



Genthon Christophe
christophe.genthon@cnsr.fr



Météorologie
Laboratoire de météorologie dynamique
(LMD) Sorbonne Université, Paris



1145

SolarIce

Étude du forçage solaire sur l'holocène à partir d'un nouveau forage glaciaire à Dôme C

Le forçage solaire est l'un des principaux forçages climatiques naturels avec les gaz à effet de serre, l'insolation ou le forçage volcanique. Au cours du dernier millénaire, les minima d'activité solaire coïncident souvent avec des périodes d'activité volcanique intense rendant ambiguë l'attribution des variations climatiques à l'un ou à l'autre (IPCC, 2013). Ceci ne devrait pas être le cas pour les millénaires précédents. Les informations recueillies sur la variation du forçage solaire dans le passé et jusqu'à aujourd'hui, peuvent être utilisées dans les modèles climatiques et ainsi permettre de mieux contraindre la part du changement climatique actuel d'origine naturelle et celle d'origine anthropique. Il existe différents indicateurs de l'activité solaire tels que les valeurs d'irradiance mesurées par satellite depuis 30 ans ou les taches solaires observées à la surface du Soleil depuis le début du 17^e siècle mais pour les époques plus lointaines, seuls les isotopes cosmogéniques tels que le béryllium-10 (¹⁰Be), peuvent fournir des indications sur l'activité solaire passée. L'objectif de ce projet est de proposer une nouvelle reconstruction de l'activité solaire au cours de l'Holocène, notre interglaciaire actuel.

Cette reconstruction sera basée sur un enregistrement de ¹⁰Be à haute résolution à partir d'une nouvelle carotte de glace de 350m forée sur le site de Concordia-Dôme C. Pour que cet enregistrement devienne une référence, nous mettrons en œuvre une nouvelle approche basée sur l'étude croisée de nombreux indicateurs enregistrés dans la glace et examinés à une résolution temporelle rarement atteinte par le passé. De nombreuses données seront collectées sur les variations de concentrations en gaz traces (monoxyde de carbone, méthane), les variations de température locale, les sources d'humidités, le forçage volcanique, la fréquence des feux de biomasse, les sources de poussières ou l'origine des masses d'air qui atteignent la base de Concordia-Dôme C. Les équipes expertes dans chacun de ces domaines interviendront dans ce projet grâce à la mise en place d'une collaboration franco-italienne impliquant trois laboratoires français, le CEREGE, le LGGE et le LSCE, et quatre instituts de recherche italiens (Trieste, Milan,

Venise, Rome). Ce projet contribuera aux priorités du consortium IPICS (past 2kr), Antarctique 2k (PAGES 2K) et pourrait apporter des éléments de réponses à deux des six questions scientifiques récemment soulevées par le Comité Scientifique de Recherches en Antarctique (SCAR) (question 1 : définir la portée globale de l'atmosphère de l'Antarctique et de l'océan Austral et la question 3 : révéler l'histoire de l'Antarctique). Le projet SolarIce se déroulera sur deux saisons. Le forage de 350m est prévu pendant la saison 2015/2016. La carotte de glace serait placée au repos pendant un an dans les glaciers de Concordia-Dôme C. La découpe des échantillons pour les différentes équipes impliquées sera faite sur place pendant la saison 2016/2017 et les caisses d'échantillons seront rapatriées en 2017.



Concordia
ANTARCTIQUE



Baroni Mélanie
baroni@cerege.fr



Paléoclimatologie
CEREGE, Centre Européen de Recherche
et d'Enseignement de Géosciences
de l'Environnement, Aix-en-Provence

1154 ASUMA-ITASE

Amélioration de la précision des bilans de masse de surface de l'Antarctique - International Trans-Antarctic Scientific Expedition

Le projet Asuma-Itase, vise à définir les besoins et les demandes de soutien logistique dans le cadre du projet ANR-ASUMA (financé pour 2014-2018). Dans ce projet, nous avons proposé de réduire l'incertitude autour de la valeur du bilan de masse de surface (BMS) intégré à l'échelle de l'Antarctique, en comblant le manque d'information disponible sur sa distribution spatiale et sur les processus qui en sont à l'origine dans la zone de transition entre la côte et le plateau central, où de grandes variations de BMS sont observées sur de courtes distances. Pour ce faire, nous avons proposé de a) prélever des carottes de névé qui seront datés par méthode radiochimique, puis analysées avec précision dans le cadre d'études isotopiques et chimiques (aérosols), b) d'interpoler les données de BMS précédemment citées en les analysant à l'aide de mesures obtenues avec un radar de surface (GPR) et en utilisant l'information satellitaire (par ex., les micro-ondes), c) d'effectuer des mesures originales de BMS et des caractéristiques de la neige de surface sur le terrain afin de relier les données de surfaces aux données satellitaires. Le projet Asuma-Itase définit les besoins logistiques pour la réalisation de trois campagnes de terrain au cours des étés austraux successifs. Une traverse de grande envergure est prévue pour l'été 2016-17. La demande de soutien logistique reliée à cette traverse constitue la demande principale de ce projet. Elle sera précisée dans la réponse à l'appel d'offre pour la campagne de 2016-17. En raison de la distance à parcourir lors de cette traverse, les moyens logistiques propres à la réalisation de traverses scientifiques (tracteurs et caravanes) acquis dans le cadre de l'ANR Vanish et de l'Equipex Climcor seront utilisés. La demande concernera également le transport des échantillons de névé et de glace recueillies sur le terrain pour leur acheminement à Dôme C ou en France. Deux petites campagnes expérimentales sont aussi prévues dans les 50 premiers kilomètres depuis la côte en 2015-16 et en 2017-18 afin d'étudier les zones de fonte.



Dumont D'Urville
ANTARCTIQUE



Favier Vincent
vincent.favier@univ-grenoble-alpes.fr



Glaciologie
IGE, Institut des Géosciences de l'Environnement, Grenoble

1165 AERONET

Surveillance des aérosols à l'aide d'un photomètre solaire à l'île d'Amsterdam

Ce projet vise à maintenir les mesures Aeronet sur l'île d'Amsterdam. Ces mesures fournissent des propriétés optiques et microphysiques des aérosols dans la colonne atmosphérique. Très peu de stations "nettes" sont actuellement en exploitation dans le réseau Aeronet. Les observations initiées depuis 2002 sur l'île d'Amsterdam représentent donc une composante importante d'Aeronet et se poursuivront dans le futur.

La plupart des travaux sur le site concernent l'installation (une fois par an) et la surveillance (maintenance, données) des mesures fournies par un climatiseur au sol CIMEL. Les données sont partagées et accessibles au public en temps quasi réel dans la base de données Aeronet. Ce projet a déjà été géré par le programme Aerotracer (415) dirigé par Jean Sciare (LSCE).



Amsterdam St-Paul
SUBANTARCTIQUE



Goloub Philippe
philippe.goloub@univ-lille1.fr



Sciences de l'Atmosphère
LOA, Laboratoire d'Optique Atmosphérique, Villeneuve d'Ascq

1169 EAIIST

Traverse Internationale du plateau de l'Est de l'Antarctique

Des scientifiques Italiens, Américains et Français unissent leurs connaissances et savoir-faire pour étudier l'intérieur du plateau Antarctique entre les stations Concordia (75°S, 123° E) et la station américaine de Pôle Sud (90°). Les objectifs scientifiques du projet EAIIST sont d'étudier les zones englacées du continent Antarctique dans ces parties les plus arides. Ces zones largement inexploitées et méconnues offrent des caractéristiques morphologiques uniques et extraordinaires : présence de méga-dunes, de surfaces vitrées de glace, de fissures, structures probablement analogues à la période glaciaire sur les sites de forage profonds comme Dôme C ou Vostok. Un consortium de chercheurs des trois nations, Italie, France, Etats-Unis, s'est construit autour de l'idée d'explorer et d'étudier les dimensions géophysiques (physique de la neige, bilan de masse, densité, température, sismicité, etc.), géochimiques (impuretés, aérosols, transfert air-neige, isotopes de l'eau, etc.) et météorologiques (station météo automatiques, dynamique atmosphérique) de ces régions les plus inhospitalières, reculées et méconnues de la planète au moyen d'une traverse scientifique terrestre et autonome.



Concordia
ANTARCTIQUE



Savarino Joël
joel.savarino@univ-grenoble-alpes.fr



Glaciologie
IGE, Institut des Géosciences de l'Environnement, Grenoble

1177 CAPOXI 35-75

Capacité oxydante de l'atmosphère 35-75 °S

Le projet Capoxi 35-75 vise à documenter la capacité oxydante de l'hémisphère Sud selon un gradient Nord-Sud, s'étalant de l'île d'Amsterdam (37°S) à la station Concordia (75°S) en passant par la station côtière Dumont d'Urville (67°S). Ce programme s'attachera à résoudre plusieurs incohérences observées ces dernières années sur les sites Antarctique. S'il est bien admis aujourd'hui que le fort pouvoir oxydant en été de l'atmosphère des régions centrales de l'Antarctique trouve son origine dans l'émission d'oxydes d'azote par le manteau neigeux, il est en revanche difficile de réconcilier nos connaissances actuelles de la chimie de l'atmosphère et les mécanismes d'oxydation observés sur le terrain. Cette méconnaissance du fonctionnement de l'atmosphère polaire limite singulièrement notre capacité d'interprétation de l'information contenue dans les carottes de glace. Il est proposé dans ce programme de revisiter plusieurs sites expérimentaux pour résoudre les hiatus observés. Pour ce faire, nous nous appuyons sur les moyens logistiques uniques de l'institut polaire français. Par la gestion de stations scientifiques couvrant les latitudes 37° S à 75° S, l'Institut offre la possibilité d'étudier la capacité oxydante de l'atmosphère dans des environnements très contrastés permettant une mise en relief plus aisée des interactions entre les espèces réactives de l'atmosphère. Le projet se focalisera sur la chimie des espèces réactives azotées et halogénées en lien avec le bilan chimique de l'ozone. Pour atteindre les objectifs fixés, plusieurs collaborations internationales seront tissées au cours du programme, permettant l'accès au dosage d'espèces chimiques et à la modélisation chimique.



Concordia
ANTARCTIQUE



Savarino Joël
joel.savarino@univ-grenoble-alpes.fr



Chimie de l'atmosphère
IGE, Institut des Géosciences de l'Environnement, Grenoble

1179 Beta Pic

Caractérisation de l'étoile Beta Pic depuis Concordia

L'étoile BETA Pic est célèbre : c'est la première étoile pour laquelle on a pu imager un disque protoplanétaire en 1984. C'est aussi autour de cette étoile que l'on a déduit pour la première fois la présence "d'exocomètes". En 2008, une planète a été découverte à environ 8 au de son étoile (à peu près la distance de Saturne au Soleil). L'étude de cette planète, Beta Pic b, et du disque de poussière autour de l'étoile, est une source d'information unique pour comprendre ces systèmes très jeunes et la formation des planètes. Comme en 1981, la planète va repasser devant son étoile entre avril 2017 et janvier 2018. Cette opportunité ne se reproduira pas avant 18 ou 36 années. La détection d'un transit (la planète passant exactement devant l'étoile) serait une révolution dans le domaine car elle permettrait pour la première fois d'avoir toutes les caractéristiques physiques d'une exoplanète. Elle permettrait aussi d'observer des anneaux, un disque autour de l'étoile et/ou des lunes, ce qui n'a encore jamais été fait! Or, entre avril et septembre 2017, seuls les télescopes en Antarctique sont bien placés pour observer BETA Pic.



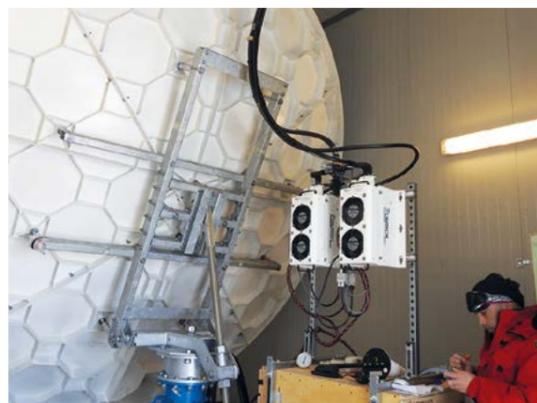
Concordia
ANTARCTIQUE



Guillot Tristan
tristan.guillot@oca.eu



Astronomie
Laboratoire J.L. Lagrange / Observatoire de la Côte d'Azur, Nice



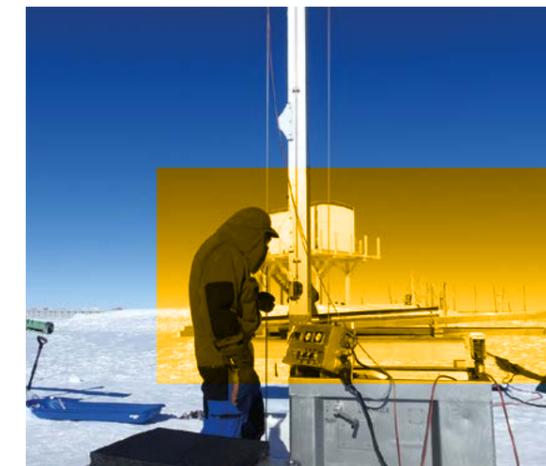
1202 Beyond Epica

Oldest Ice

Beyond Epica est un projet européen H2020 (Coordination and Support Action, l'Institut polaire français, le PNRA et le CNRS en sont des partenaires officiels) visant à localiser en Antarctique des sites optimaux où une opération de forage profond pourrait être conduite durant la décennie 2020. L'objectif est d'obtenir une séquence stratigraphique continue des conditions climatiques et environnementales remontant à 1,5 millions d'années dans le passé, recouvrant ainsi la transition climatique du mi-Pléistocène lorsque le rythme des cycles glaciaire-interglaciaires a basculé d'une périodicité de 40000 à 100000 ans. La question fondamentale derrière cet objectif concerne le rôle joué par les gaz à effet de serre dans ce changement climatique majeur.

Du côté français et italien, ce travail de reconnaissance de site pour Beyond Epica prend place dans le secteur de Concordia. En 2016/2017, le site de "Little Dome C", situé environ 40 km à l'ouest de Concordia le long de la ligne de partage d'écoulement en direction de Vostok, a vu la conduite de profils radar, des premières mesures avec un radar de phase, du positionnement GPS ainsi que les premiers tests du système anglais de forage rapide RAID. A Concordia même, les premiers tests de la sonde de reconnaissance très innovante SUBGLACIOR étaient réalisés. EN 2017/2018, une deuxième saison de tests de SUBGLACIOR sera conduite (si la logistique le permet), ainsi qu'un deuxième déploiement de RAID, des mesures GPS et des mesures de radar de phase à Little Dome C.

La composante Beyond Epica faisant l'objet du projet soumis ici comprend les activités prévues pour les saisons 2018/2019 et 2019/2020 : le déploiement de la sonde SUBGLACIOR au site optimal défini à Little



Dome C durant la saison 2017/2018, ainsi que des mesures additionnelles de déformation et le premier déploiement sur le terrain de l'instrument suisse de reconnaissance rapide RADIX. En 2019/2020, le projet verra soit la répétition des activités sus-listés, ou bien le début de la construction du camp temporaire en anticipation de la future opération de forage profond. En complément, nous anticipons de tester de nouveaux outils de log (notamment un logger sonique) dans le trou de forage EPICA à Concordia durant ces deux saisons de terrain, avant leur déploiement dans les trous de forage de reconnaissance Beyond Epica à Little Dome C.

Le projet de l'Institut polaire Beyond Epica représente donc la majeure partie de la déclinaison française et italienne (+ une partie de la contribution suisse) du projet européen Beyond Epica. Pour les saisons de terrain 2016/2017 et 2017/2018, elles étaient intégrées dans deux projets : SUBGLACIOR-1119 et GLACIOLOGIE-CONCORDIA-902. À la demande de l'Institut et pour un suivi plus aisé par le CPST, les deux saisons suivantes ont vu la fusion des deux projets (pour 902, une partie seulement) dans un seul projet, dénommé Beyond Epica.



Concordia
ANTARCTIQUE



Alemanly Olivier
olivier.alemany@univ-grenoble-alpes.fr



Glaciologie
IGE, Institut des Géosciences de l'Environnement, Grenoble



1203 ARCHIVE EPICA

Gestion de la carotte de glace EPICA-DC entreposée à Concordia

La carotte de glace EPICA, forée à Dome C et longue de 3260 m, permet de retracer le climat sur les derniers 800 000 ans et il s'agit donc d'une archive particulièrement précieuse. Un quart de la carotte de glace (sur toute la longueur) a été conservé sur place, dans une cave où la température moyenne annuelle est de -55°C. La raison de ce stockage sur place est en effet de garder cette glace à très basse température comme requis par certaines mesures. Le reste de la carotte soit a été distribuée aux divers partenaires d'EPICA, soit est conservée dans des chambres froides à -25°C, près de Grenoble. L'objectif de ce projet concerne le management de l'archive restée à Concordia. Il s'agit :

- De répondre aux demandes d'échantillonnage venant de divers groupes nationaux ou internationaux (une fois avalisées par le Steering Committee d'EPICA)
- De finir le changement de caisses dans lesquelles sont stockées les carottes (si ce n'est pas fini en 2017-2018)
- De préparer le cahier des charges de la future cave EPICA, en tenant compte des interactions avec le projet de cave "ice memory".

Ce projet propose donc un service pour la communauté des carottes de glace plutôt qu'un programme scientifique en lui-même.



 Concordia
ANTARCTIQUE

 **Teste Grégory**
gregory.teste@univ-grenoble-alpes.fr

 **Glaciologie**
IGÉ, Institut des Géosciences
de l'Environnement, Grenoble

1205 ADELISE

Mieux contraindre l'origine de l'accumulation en surface et l'évolution climatique récente en terre Adélie via l'apport des isotopes de l'eau

Quantifier les flux de neige et de vapeur d'eau à la surface de l'Antarctique ainsi que les liens avec les variations climatiques constitue un enjeu majeur pour les projections climatiques et l'évolution de l'organisation du cycle hydrologique dans cette région. Cependant, de larges incertitudes subsistent. D'une part, la quantité de précipitation neigeuse est difficile à estimer à cause de l'influence du vent, ce phénomène étant particulièrement important dans les régions côtières à cause des forts vents catabatiques. D'autre part, il est très difficile d'estimer la part des échanges directs avec l'atmosphère (sublimation/condensation) à cause de la dynamique mal connue de la couche limite (présence de neige soufflée, de sursaturation, impact de la turbulence...). Enfin, les variations climatiques sur les dernières dizaines à centaines d'années sont souvent mal documentées à cause du manque d'instrumentation dans cette région.

La mesure des isotopes de l'eau sur des carottes courtes de neige ou de glace en Antarctique est actuellement un des meilleurs outils pour reconstruire la variabilité climatique (température, accumulation) en l'absence de mesures instrumentales. En effet, à cause de l'appauvrissement en isotopes lourds des masses d'eau lors de la distillation des basses vers les hautes latitudes, il est possible de lier les variations de températures saisonnières et interannuelles aux variations de composition isotopique. Cependant, la composition isotopique de la neige est sensible à de nombreux autres effets lors de la formation et déposition de la neige (effet de fractionnement cinétique, ré-évaporation) ainsi qu'après sa déposition (diffusion, sublimation et dépôt de givre). Si ces effets rendent plus complexe l'interprétation directe des isotopes de l'eau en termes de variations de température du passé, ils permettent aussi d'obtenir d'autres informations sur les conditions de déposition de la neige et les flux de vapeur d'eau à la surface des calottes de glace.

Dans le cadre de ce projet, nous proposons d'effectuer des mesures isotopiques à la fois dans la vapeur d'eau, dans les précipitations, dans la neige soufflée et dans la neige



de surface sur la station de Dumont d'Urville avec un suivi continu en été et en hiver. Les mesures isotopiques compléteront les mesures effectuées sur les instruments LIDAR, RADAR et pluviomètre en place sur cette station pour mieux caractériser les processus et flux liés au cycle de l'eau sur toute la colonne atmosphérique et à l'interface neige - vapeur atmosphérique. Les mesures isotopiques seront combinées à des mesures chimiques obtenues sur le long terme dans le cadre du programme CESOA (et de sa suite à partir de 2020) pour comprendre la signature des arrivées d'air marin ainsi que l'influence de la glace de mer et permettront d'interpréter plus finement les enregistrements chimiques et isotopiques des carottes de glace et neige courtes issues du récent projet ASUMA en Terre Adélie. Finalement, le déploiement d'un système parallèle de mesures isotopiques de surface à la station Antarctique de Dôme C à la même période permettra d'estimer la fonction de transfert isotopique entre la côte et le plateau Est Antarctique et une meilleure interprétation des profils isotopiques de la carotte profonde de Dôme C.

Enfin, ce projet intégrera une part importante de modélisation grâce au modèle atmosphérique régional MAR déjà largement appliqué pour la terre Adélie et pour lequel l'implémentation des isotopes de l'eau est en cours.



 Concordia
ANTARCTIQUE

 **Landais Amaëlle**
amaelle.landais@lscce.ipsl.fr

 **Climatologie**
Laboratoire des Sciences du Climat
et de l'Environnement CE Saclay,
Gif sur Yvette

Sciences de l'Homme et de la Société

1170 ERISI

Etude sur l'évolution de la relation entre les individus et leur étroite spatialité au cours d'un séjour dans un environnement extrême et inhabituel et/ou isolé et confiné dans la perspective d'une prise en compte du stress adaptatif

Le protocole d'évaluation de la perception sensorielle ERISI, 2^e année, volet PerSens, vise à étudier les modifications de perception sensorielles éventuelles qu'ont à connaître les personnels en mission/séjour de longue durée en environnements extrêmes & inhabituels (EUE – ex. : stations antarctiques/subantarctiques – jusque 14 mois sur le terrain) ou isolés & confinés (ICE – ex. : sous-marine de la Marine nationale – embarqués de 70 à 90 jours).

Si, dans la littérature scientifique, il existe des pistes qui indiquent que les sens, considérés indépendamment les uns des autres, sont éprouvés par de telles expériences, aucune recherche holistique n'a pour le moment permis de mesurer quel est réellement l'impact d'un séjour de longue durée en ICE/EUE sur la perception sensorielle des individus et, par voie de conséquence, l'impact de ces éventuelles modifications de perception sur leur moral, leur niveau de stress et/ou leur performance.

Cette étude s'attachera à l'évaluation des perceptions (1) visuelle, (2) olfactive, (3) gustative, (4) tactile, (5) auditive des individus ainsi qu'à l'évaluation de leur proprioception et prise en compte de leur schéma corporel, sur un schéma d'investigation « en début », « au cours », « à la fin » de mission/séjour.



Dumont D'Urville, raid, Kerguelen
ANTARCTIQUE, SUBANTARCTIQUE



Trousselard Marion
marion.trousselard@gmail.com



Neuroscience
IRBA, Institut de recherche biomédicale
des Armées, Bretagne-sur-Orge

PROJETS scientifiques

ESA

Agence spatiale Européenne

991102 BONE HEALTH

Impact d'un séjour prolongé en Antarctique sur la santé osseuse

On sait qu'une perte osseuse peut survenir lors d'un séjour prolongé en Antarctique. On suppose que cela résulte de modifications du métabolisme de la vitamine D dues à une faible exposition au soleil et à des modifications ultérieures du métabolisme osseux. Cependant, un certain nombre de facteurs importants pour le métabolisme osseux n'ont pas encore été pris en compte dans les travaux en Antarctique. Par exemple, une personne est-elle moins physiquement active pendant un séjour prolongé en Antarctique ? Une détérioration de la fonction neuromusculaire se produit-elle ? Existe-t-il d'autres modifications du statut du métabolisme hormonal et énergétique pouvant avoir une incidence sur le métabolisme osseux ? Comblant cette lacune dans nos connaissances élargira non seulement notre compréhension de la physiologie osseuse, mais constituera également une étape cruciale dans la mise au point de contre-mesures visant à contre-carrer les effets négatifs d'un séjour prolongé en Antarctique.

 Concordia
ANTARCTIQUE

 **Armbrecht Gabriele**
gabi.armbrecht@charite.de

 **Médecine, Psychologie,
Physiologie humaine**
Charité, University of Berlin,
Campus Benjamin Franklin,
Germany

991308 ICELAND

Changements immunitaires et microbiologiques dans des environnements où la diversité antigénique est limitée

Le microbiote commensal dépend fortement de l'environnement et de l'immunosurveillance. D'autre part, le système immunitaire est constamment mis à rude épreuve par le microbiote commensal qui maintient sa forme physique et, éventuellement, son statut basal de bas niveau inflammatoire. Le projet ICELAND étudiera l'effet d'un séjour prolongé dans un environnement avec une diversité limitée d'antigènes sur l'immunité cognitive humaine et le microbiote intestinal. Comme pour les voyages spatiaux à long terme, un séjour prolongé dans un environnement confiné (exposition aux antigènes restreinte, nettoyage excessif) tel que la station antarctique Concordia pourrait avoir des effets sur la santé du microbiote intestinal des volontaires et sur leur état immunitaire basal pendant le confinement, ce qui pourrait entraîner des pannes permanentes de la mémoire immunitaire. Nous proposons d'évaluer ces effets au cours de deux saisons successives et de les comparer à des personnes vivant dans un environnement naturel très diversifié avec des échanges et des communications réguliers avec une grande population. S'il est confirmé, un séjour prolongé dans un environnement confiné et ses conséquences potentielles sur la santé peuvent être évités par une stratégie nutritionnelle, par exemple une supplémentation en probiotiques. Ceci pourrait être testé dans une étape ultérieure au cours des prochaines saisons. Cette étude apportera également des informations précieuses sur l'effet des conditions environnementales sur la santé de la population avec une stratégie de prévention possible des troubles immunitaires associés à la climatisation, à l'alimentation industrielle et à la surpropreté de l'environnement telle qu'observée dans les pays industrialisés.

 Concordia
ANTARCTIQUE

 **Enck Paul**
paul.enck@uni-tuebingen.de

 **Médecine, Psychologie,
Physiologie humaine**
University of Tuebingen,
Germany



991316 SIMSKILL

Utilisation d'un simulateur de vol spatial pour des enquêtes sur le maintien des compétences de pilotage dans un isolement de longue durée

Comme l'indique le récent rapport Theseus, on a jusqu'à présent sous-estimé le maintien des compétences pour des tâches qui sont rarement exécutées et qui sont pourtant essentielles au succès des missions spatiales ou même à la survie des astronautes. Cependant, il n'existe pas de théorie de prédiction adéquate et validée sur la façon dont ces compétences se dégradent avec le temps, sans parler des contre-mesures pour la diminution. L'expérience SMISKILL aborde le problème en mesurant la performance dans un environnement écologiquement valide et avec un ensemble de tâches englobant sa nature multimodale. Un simulateur d'engin spatial muni d'un outil d'enregistrement des données et d'évaluation du rendement doit être installé à l'intérieur de la station Concordia. En mesurant la performance pendant le séjour hivernal et en comparant les résultats avec ceux d'un groupe de référence non isolé, le taux de dégradation de la "demi-vie" des compétences de pilotage typiquement requises sera réduit à néant. La moitié des participants s'entraîneront régulièrement pendant l'hiver, donnant des renseignements supplémentaires pour savoir si la formation sur simulateur est une contre-mesure valide ou non. Tous les sujets participants seront formés à la tâche avant la première mesure ; la complexité et le réalisme du pilotage ont été mis en balance avec les limites analogiques de la recherche à Concordia. Les résultats devraient contribuer directement au développement des missions et des systèmes spatiaux en cours, en particulier en ce qui concerne le comportement et les performances de l'homme, et se traduiront par des domaines plus profanes.

 Concordia
ANTARCTIQUE

 Messerschmid Ernst
messerschmid@irs.uni-stuttgart.de

 Médecine, Psychologie,
Physiologie humaine
University of Stuttgart,
Germany

991327 EFIA

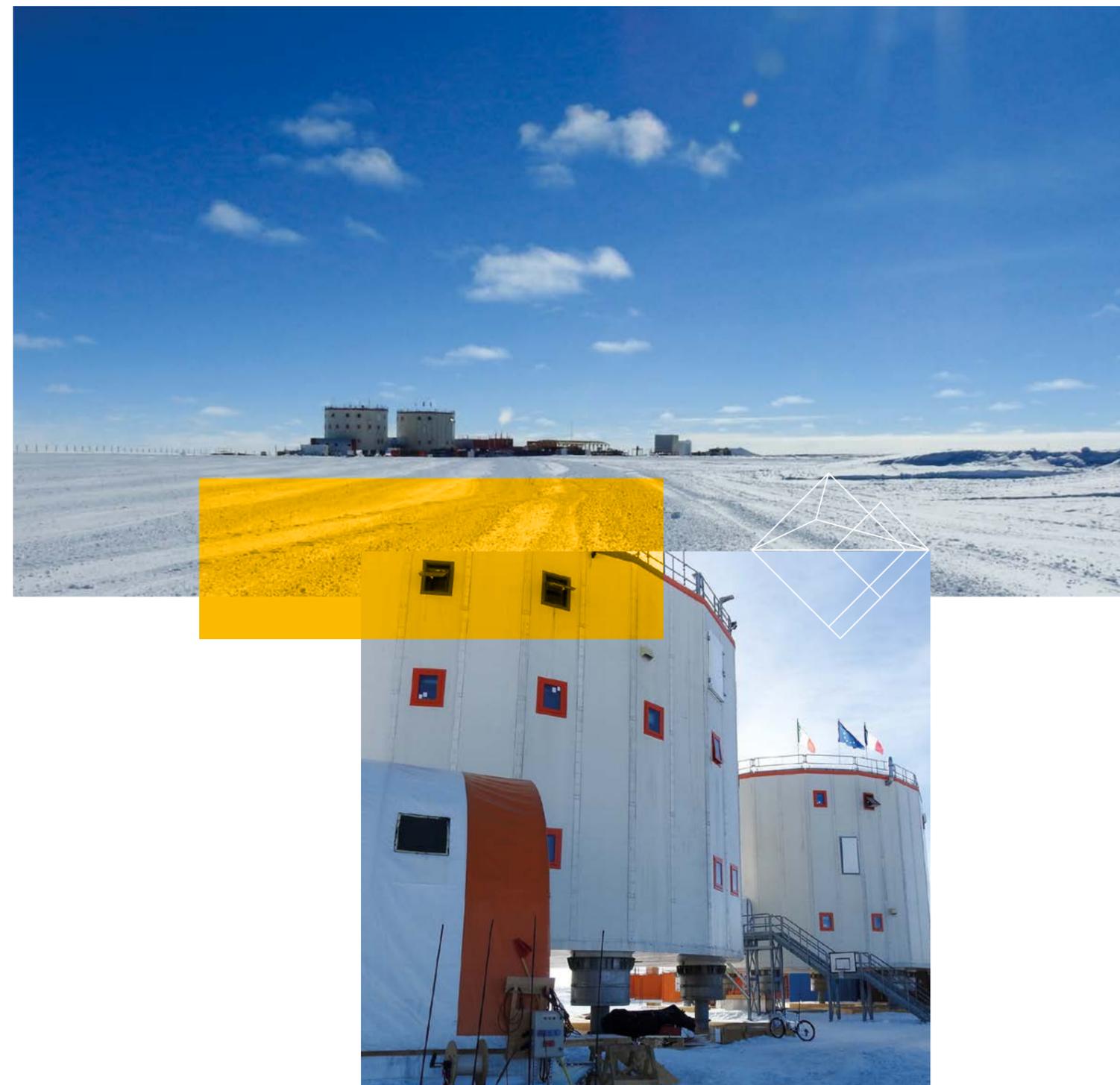
Apprendre de l'Antarctique pour les soins médicaux avancés sur Terre et dans l'espace : Effets de l'hypoxie hypobarique et de l'hiver antarctique - Confinement sur les interactions de la barrière vasculaire, de l'appareil cardio-pulmonaire et de l'organisme.

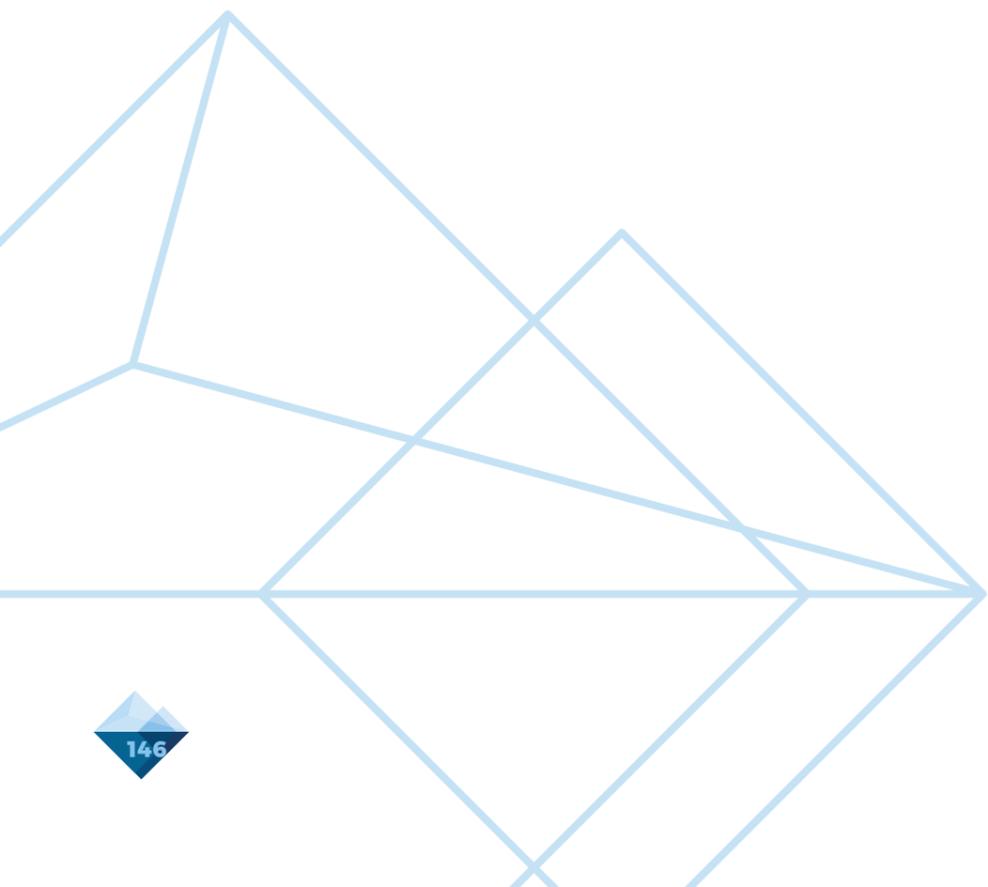
Pour résumer notre projet, nous sommes très intéressés à former un nouveau concept d'interactions entre les vaisseaux humains et les fluides dans 1) les vols spatiaux, 2) l'adaptation en haute altitude et 3) les soins médicaux avancés. Nous émettons l'hypothèse d'un mécanisme commun basé sur la décomposition du glycocalyx des cellules endothéliales vasculaires par hypoxie, surcharge liquidienne et inflammation, entraînant la formation d'œdème chez l'homme dans toutes ces conditions. La dégradation endothéliale du glycocalyx par la maladie est caractérisée par la triade : perméabilité microvasculaire accrue (œdème), albuminurie et libération de fragments de glycocalyx dans le sang. Pour découvrir cette triade chez les habitants de Concordia, nous prévoyons d'utiliser des techniques de régénération par gaz inerte et de bio-impédance, ainsi que des analyses biochimiques d'urine et de sang.

 Concordia
ANTARCTIQUE

 LIMPER Ulrich
ulrich.limper@dlr.de

 Médecine, Psychologie,
Physiologie humaine
Institute of Aerospace Medicine, Cologne,
Germany







www.institut-polaire.fr

Technopôle Brest-Iroise CS 60 075
29280 Plouzané • France

retrouvez-nous sur



Institut polaire français Paul-Émile Victor