



Projet scientifique UP2021

Coordination scientifique : Richard Maire & Charlotte Honiat

Chef d'expédition : Bernard Tourte

Coordination d'expédition Chili : Natalia Morata

Introduction

Depuis plus de 25 ans, l'Association Centre-terre explore les îles calcaires des archipels de la province Ultima Esperanza à la région de Magallanes, en Patagonie chilienne (Diego de Almagro et Madre de Dios). Par 50° de latitude sud, ce territoire de l'extrême, battu par les vents et les pluies d'un climat subpolaire hyper-humide, est l'objet d'une nouvelle expédition géographique et spéléologique. Étudier cet espace en milieu extrême, vierge de toute présence humaine, représente une opportunité unique à la fois dans le contexte des changements climatiques actuels, mais aussi de la crise socio-environnementale globale du 21^{ème} siècle.

Le projet scientifique UP2021 a pour but d'accroître notre connaissance de cet espace unique — les « glaciers de marbre » — à partir d'une équipe transdisciplinaire mêlant prospection, exploration, recherches de terrain et de laboratoire. A cela s'ajoute une étude de reconnaissance sur les grands glaciers du Hielo Patagonico Sur et notamment sur les cavités intra- et sous-glaciaires indicateurs de la fonte glaciaire accélérée. Ce projet est articulé autour de trois thématiques : les sciences de la Terre, les sciences du Vivant et les sciences de l'Homme. Il est décliné en fiches thématiques portées par des scientifiques présents sur le terrain et poursuivant des analyses en laboratoire en collaboration avec d'autres chercheurs. Ce défi est d'autant plus grand que toute l'équipe est consciente que les archipels inhabités de Patagonie restent cependant connectés à l'ensemble de la planète, en particulier au niveau climatique et océanique. La protection Unesco de ce patrimoine unique est donc une étape indispensable qui doit permettre aussi de montrer, en particulier à travers un film, que l'avenir de la planète passe obligatoirement par un meilleur équilibre Homme-Nature, sans quoi ces recherches resteront vaines.

1. Sciences de la Terre : glaciologie, géologie, géomorphologie et paléoclimatologie

Les îles calcaires de Patagonie appartiennent au prisme d'accrétion de la cordillère des Andes. Ces roches volcano-sédimentaires et métamorphiques sont l'ancienne marge pacifique du paléocontinent Gondwana. Les mouvements tectoniques lors du mésozoïque, puis l'érosion les a mis au jour au contact du batholite patagon (granites). Lors du dernier maximum glaciaire (il y a environ 22.000 ans), le secteur était largement recouvert par la calotte glaciaire. L'agencement des roches est d'une géométrie très complexe, multipliant les contacts entre calcaires perméables et roches imperméables (grès), conditionnant ainsi les pertes et les écoulements souterrains karstiques. Le retrait glaciaire a libéré de profonds fjords (*les seno de Patagonie*), et depuis une très forte érosion de ces calcaires se poursuit, à la fois sous forme de dissolution superficielle, et par karstification en profondeur.

Les travaux envisagés s'intéressent à des échelles de temps diverses :

- Tout d'abord la reprise de la carte géologique de Madre de Dios avec des observations et mesures sur le terrain.
- Préciser l'extension des systèmes karstiques (pertes, résurgences) et explorer-topographier des nouvelles cavités susceptibles de contenir des dépôts karstiques (varves, stalagmites) qui ont enregistré l'évolution de l'environnement.
- Poursuivre l'étude des remplissages d'origine glaciaire et tardiglaciaire reconnus dans plusieurs cavités majeures de Madre de Dios (Réseaux du Jackpot, de Punta Blanca) pour préciser l'histoire l'évolution du karst et du climat.
- Continuer les reconstructions paléoclimatiques à partir de l'étude des stalagmites, avec pour but d'étendre les enregistrements existants au-delà de la dernière période glaciaire. Ce travail sera complété par le prélèvement et l'étude de carottes de tourbe pour les parties les plus récentes des enregistrements.
- Etude et topographie des formes pseudo-karstiques (pertes, cavités dans la glace) et production de modèles surfaciques 3D sur le glacier afin d'observer la dynamique de fluage.



Roches robotées par les glaciers



Un dyke au nord de Madre de Dios, dont la vitesse d'érosion est bien inférieure à celle des calcaires

2. Sciences du Vivant, biologie, écologie et biodiversité

La biologie de Madre de Dios permet d'étudier la diversité et l'adaptation de la faune et de la flore dans un milieu aux conditions climatiques extrêmes ayant connu l'impact direct des glaciations au cours du Quaternaire. Après la dernière glaciation, les écosystèmes ont partiellement subi une « remise à zéro » et la recolonisation de ces habitats n'a pu se faire qu'à l'issue de celle-ci. La biocénose actuelle est donc directement liée à cet héritage ainsi que par un habitat morcelé, des conditions climatiques rudes et un impact anthropique quasi inexistant, celui des indiens Kaweskars ayant été très faible. Son étude est donc d'un intérêt primordial pour mieux comprendre la capacité des espèces à coloniser plus ou moins rapidement des systèmes insulaires vierges, même si les effets des changements globaux ne peuvent être ignorés. Dans ce contexte, plusieurs travaux sont envisagés :

- Relevés botaniques avec constitution d'un herbier, relevés mycologiques et étude des algues marines ;
- Etude de la biodiversité (mollusques, chiroptères, oiseaux, insectes) et leur adaptation à cet espace singulier comme les habitats en falaises (albatros) ;
- Collecte et études de la faune souterraine (siphons, rivières souterraines) ;
- Etude de la biodiversité microbienne dans les grottes, dans les tourbières (sphaignes...).



Jeune chouette dans la forêt magellanique



Observation à la loupe d'une hépatique

3. Sciences de l'Homme : archéologie et pression anthropique

Les différentes expéditions spéléo-karstologiques de Centre-Terre ont permis de mettre en évidence une ancienne occupation de Madre Dios en différents lieux, et cela depuis plus de 4500 ans (sépulture de la cueva Ayayema). L'historique de cette occupation est important car il permet de retracer la place des nomades de la mer (l'éthnie Kaweskar) qui peuplaient l'archipel jusqu'au milieu du XX^{ème} siècle. Vivant de chasse et de cueillette, ce peuple nomadisait dans les archipels de Patagonie et a laissé des traces sous forme d'amas coquilliers, de grottes ornées, de sépultures et d'abris de passages situés parfois à l'intérieur de l'île. A chaque fois, nous avons découvert des témoins de cette occupation humaine, d'où la nécessité de poursuivre la découverte de nouveaux sites. Les travaux envisagés sont donc la poursuite des prospections côtières, le repérage de cavités, la cartographie détaillée des sites découverts et la documentation photographique... Aucune fouille archéologique ne sera entreprise et aucun objet à valeur archéologique ne sera prélevé sans autorisation des autorités chiliennes.

Sur une échelle de temps plus récente, il est important de regarder l'impact global de l'Homme avec par exemple le repérage et l'inventaire de la dérive des pollutions actuelles : objets flottants à la surface de l'océan, débris sur les rivages ou même sur les glaciers, microparticules de plastiques...



Cartographie détaillée d'un site d'occupation Kaweskar

Liste des scientifiques impliqués :

Liste provisoire des scientifiques impliqués dans le projet (les noms avec un * seront présents sur le terrain).

ARAYA Paola*, glaciologie, Magíster en Meteorología y Climatología en el Departamento de Geofísica de la U. de Chile

BREHIER Franck*, docteur, Biologiste, faune milieux aquatiques, (France)

BRUNA Nicolás *, Asistente de investigación en nano y microbiología en Center for Bioinformatics and Integrative Biology (CBIB) – Universidad Andrés Bello

DANTON Phillipe*, botaniste et illustrateur, Correspondant du MNHN, Paris Membre Contributeur du CBN de Brest, Membre de la SBF

DUBRASQUET Héléne, doctorante biologie marine, Universidad Austral de Chile, Instituto de Ciencias Ambientales e Evolutivas

https://www.researchgate.net/profile/Helene_Dubrasquet3

EDWARDS R. Lawrence, professeur, géochimie, datation Uranium/Thorium, University of Minnesota, Minneapolis (USA)

<https://www.esci.umn.edu/people/r-lawrence-edwards>

EVEILLARD-BUCHOUX Marie*, professeur géographie, Université d'Angers (France)

https://www.researchgate.net/profile/Marie_Eveillard-Buchoux

FAGE Luc-Henri, photographe, Felis Production, Apt (France), Analyse des fréquentations humaines

https://www.researchgate.net/profile/Luc_Henri_Fage

FERNANDEZ PARRA Leonardo, Universidad Bernardo O'Higgins

FUENTES Francisco, doctor, Head of Geology Department, Universidad Andrés Bello (Chile),

https://www.researchgate.net/profile/Francisco_Fuentes2

HONIAT Charlotte*, doctorante, géologie, géochimie et paléoclimat, University of Innsbruck (Autriche)

<https://quaternary.uibk.ac.at/People/Staff/Honiat.aspx> ; https://www.researchgate.net/profile/Charlotte_Honiat

HUERTA Catherine*, Universidad Católica de Temuco https://www.researchgate.net/profile/Catherine_Huerta

KOLTAI Gabriella, docteure géologie, quaternaire, paléoclimat, University of Innsbruck (Autriche)

https://www.researchgate.net/profile/Gabriella_Koltai2 ; <https://quaternary.uibk.ac.at/People/Staff/Gabriella-Koltai.aspx>

JAILLET Stéphane, docteur, ing. recherche CNRS, Géomorphologie, karst., cartographie, imagerie 3D, Chambéry (France)

https://www.researchgate.net/profile/Stephane_Jaillet

LABORDE Amandine*, docteure géologie, cartographie, CEREGE, Université Aix-Marseille

LANS Benjamin, docteur, post-doctorant, géomorphologie, cartographie, SIG, Lab. Traces, Toulouse, Bordeaux (France)

https://www.researchgate.net/profile/Benjamin_Lans

LAMOTTE Didier*, archéologue, INRAP https://www.researchgate.net/profile/Didier_Lamotte

LIGNIER Vincent, docteur, sédimentologie, professeur SVT, éducation nationale

MAIRE Richard*, docteur, dir. de recherche CNRS émérite, karstologie, nature, hommes, environnement, Bordeaux (France)

https://www.researchgate.net/profile/Richard_Maire

MALARD Arnaud*, docteur, coll. scientifique, hydrogéologie, Inst. Suisse de Spél. et Karst., La Chaux de Fonds (Suisse)

https://www.researchgate.net/profile/Arnaud_Malard

MOREL Laurent, docteur, maître de conf., instrumentation, mesures en milieux extrêmes, Université Lyon 1 (France)

https://www.researchgate.net/profile/Laurent_Morel2

MULOT Matthieu, docteur, étude microbienne sphère

NEIRA Jaime*, zoologie (mollusques)

OSSA Gonzalo*, zoologie (chéroptères)

RACINE Tanguy*, doctorant, géologie et paléoclimat, University of Innsbruck (Autriche)

https://www.researchgate.net/profile/Tanguy_Racine ; <https://quaternary.uibk.ac.at/People/Staff/Tanguy.aspx>

ROJO MARTEL Diego*, géologie et glaciologie, Universidad Arturo Prat

SPÖTL Christoph, professeur géologie, quaternaire, paléoclimat, University of Innsbruck (Autriche)

<https://quaternary.uibk.ac.at/People/Staff/Christoph-Spotl.aspx>

TREMOULET Joël, Ingénieur hydrologue, hydrologie, hydrogéologie, mesures (France)

ULTIMA PATAGONIA sur research gate: <https://www.researchgate.net/project/ULTIMA-PATAGONIA-exploration-research>