



expedition spéléologique  
et géographique franco-  
chilienne en Patagonie  
janvier-février 2008



expedición espeleológica  
y geográfica franco-  
chilena en Patagonia  
enero-febrero 2008

# RAPPORT SPÉLÉOLOGIQUE ET SCIENTIFIQUE

**JANVIER 2008 - ENERO 2008**



## Introduction

L'expédition de 2008 est la quatrième que l'association Centre Terre organise sur l'île Madre de Dios. Elle vient après la reconnaissance de 1997 puis les études conduites en 2000 et 2006, et marque une nouvelle étape dans la collaboration entre Centre Terre, plusieurs universités et institutions de recherche chiliennes et françaises, et l'État chilien. Elle survient au moment où ce dernier promulgue le décret de protection officielle de l'île, reconnaissant par là sa haute valeur patrimoniale.

Le programme de l'expédition est chargé. Il ambitionne de poursuivre et d'étendre les recherches antérieures, en exploitant les nombreux résultats déjà obtenus. Une campagne de fouilles franco-chiliennes est ainsi programmée à la grotte du Pacifique, ainsi qu'une cartographie de surface des vestiges paléontologiques de la grotte de la Baleine, dont l'accès terrestre doit être réalisé afin de sécuriser les incursions par le Pacifique.

D'un point de vue spéléologique, l'accent sera mis sur la prospection de secteurs nouveaux, ou à peine entrevus, comme la zone centrale de Madre de Dios, où s'étendent d'immenses zones de lapiaz. La disposition sur 10 jours d'un bateau bimoteur, le Delphin, doit nous ouvrir les portes de la partie nord de l'île, où tout est à faire, ainsi que celles du Barros Luco, dont les étendues calcaires du flanc nord sont à explorer, et où quatre sépultures Alakaluf doivent être étudiées.

Bien entendu, il est prévu de terminer l'exploration de la perte de la Détente, explorée en 2006 jusqu'à la cote -300.

Un programme scientifique copieux est également prévu en karstologie, en biologie, en géologie, en climatologie actuelle et passée. Au total, l'équipe est forte d'une quarantaine de membres, dont plus du tiers est chercheur de profession.

Enfin, deux films, l'un chilien, l'autre français, doivent rendre compte de tous ces travaux.





# I. Logistique et exploration

## 1. Logistique

### 1.1. Les moyens matériels

Afin d'assurer le transfert des moyens matériels d'ULTIMA PATAGONIA 2008, un conteneur d'une contenance de 33 m<sup>3</sup> de charge utile a été expédié depuis la France pour Guarello, camp de base de cette expédition. Les aléas du transport maritime ont malheureusement retardé sa livraison sur place jusqu'au 14 janvier, 4 jours après l'arrivée de l'équipe de janvier sur le terrain, retardant d'autant le démarrage des missions d'exploration.

À Guarello, un hangar de stockage d'une surface de près de 200 m<sup>2</sup> et des engins de levage et de transport motorisés ont été gracieusement mis à disposition de l'expédition par IMOCAP pour le déplacement et le déploiement de ses équipements.

Un matériel varié qui va de quelque 3 000 mètres de cordes avec tout le matériel mécanique correspondant, à une flottille de 5 Zodiacs avec des motorisations de 15 à 70 CV pour les missions les plus engagées vers le front pacifique, ou encore de très nombreuses caisses de matériel scientifique. Au total, 8 tonnes d'équipement technique, scientifique et de sécurité pour répondre aux besoins de deux mois d'expédition.

L'acheminement des équipes depuis le continent, puis leur déplacement vers les lieux d'activité autour de Madre de Dios demande une organisation complexe. Il a fallu en particulier faire acheminer 20 tonnes de gasoil pour le retour des bateaux vers Puerto Natales, mais aussi quelque 2 300 litres d'essence pour les seuls mouvements de nos propres zodiacs.

Le logement des membres de l'expédition s'effectue sur le camp de base de l'exploitation minière. Il est assuré dans les locaux des personnels, grâce à un partenariat établi avec la Compagnie des Aciers du Pacifique au travers de sa filiale IMOPAC. Un soutien de la plus haute importance pour notre équipe, vu les conditions climatiques très difficiles qui prévalent sous ces latitudes.

### 1.2. L'organisation de surface

Le déploiement des équipes s'est effectué sur les îles de Madre de Dios, Tarlton et Guarello, via des sorties à la demi-journée ou à la journée pour des travaux de prospection ou des activités scientifiques. Pour les missions nécessitant plus de 3 heures de marche depuis le camp de base, ou pour des travaux de longue durée, cinq camps avancés ont été installés :

- La Détente (où se situe un gouffre à poursuivre au-delà de la cote -300 m) ;
- La Perte du Temps (où un camp avait déjà été installé en 2000, et qui a permis cette année la localisation et l'exploration

de plusieurs nouveaux gouffres) ;

- Le camp du Lac (qui sert de camp intermédiaire pour les raids par terre vers la grotte de la baleine où se déroulent divers travaux scientifiques) ;

- Le camp du Masque (qui sert à l'exploration d'un mini-complexe souterrain appelé « réseau des Trois Lacs », de plus d'un kilomètre de développement) ;

- La grotte-bivouac située au-dessus de la dépression de l'Albatros (qui permet la prospection du front Ouest de Madre de Dios).

### 1.3. Les risques naturels

Compte tenu des conditions météorologiques, le milieu de surface est l'un des pires terrains que l'on puisse rencontrer lorsqu'il s'agit de s'y déplacer avec des charges. La pluviométrie annuelle est de 9 mètres, ce qui fait de l'archipel l'un des lieux les plus arrosés au monde. La vitesse moyenne des vents sur l'année atteint 70 km/h, avec des rafales qui dépassent les 200 km/h). La grande majorité des terrains est très accidentée, et la roche dentelée par la corrosion. Tous ces facteurs rendent la progression des équipes très lentes. Le couvert forestier est tout aussi difficile ! Ce que nous surnomons « l'enfer vert » est très souvent ici un véritable enchevêtrement d'arbres, de buissons et d'épineux établis sur un sol très souple donc instable, souvent gorgé d'eau.

### 1.4. Le milieu souterrain

La grande majorité de l'équipe étant constituée de spéléologues d'expérience tous issus de la Fédération Française de Spéléologie, la progression dans le milieu souterrain, ne pose qu'un minimum de problèmes. Elle n'est pas dénuée de risques pour autant, le tout premier d'entre eux provenant des crues, très fréquentes en raison de la pluviométrie élevée. La prudence est donc indispensable dès que l'on pénètre sous terre. L'équipe dispose en cas d'accident de moyens de communication souterrains, de matériel médical et d'évacuation ainsi que de grandes compétences techniques en matière de Spéléo Secours. Elle serait parfaitement autonome s'il s'agissait de faire face à ce genre de situation.

### 1.5. L'accès par mer aux grottes du Pacifique

Pour explorer la « côte sauvage » de Madre de Dios située sur le Pacifique, il faut mettre en place un protocole opérationnel afin de négocier au mieux les rivages battus par la grande houle. Les manœuvres effectuées avec le bateau doivent se concevoir et se réaliser avec rigueur et sécurité, d'autant plus qu'elles sont peu coutumières aux spéléologues.

La houle du pacifique Sud n'autorise que très peu de sorties vers les zones que notre équipe explore. C'est donc par temps calme que les raids doivent se réaliser pour espérer atteindre leur objectif. Les équipes pourront alors sauter à l'eau ou se rembarquer sans trop de problèmes, à condition d'être équipées de combinaisons néoprène et de gilets de sauvetage.

Pour l'accès aux rivages escarpés, nous procédons comme suit.

Le bateau s'approche doucement en respectant attentivement les mouvements de l'océan. C'est lors d'une séquence où la houle est calme que les spéléologues sautent à l'eau pour rejoindre le rivage. Puis une corde est lancée vers l'équipe depuis le bateau, sur laquelle est accroché en chapelet le matériel qui est alors tiré par les explorateurs à terre. Pour le retour, le procédé est le même pour ramener les sacs vers le bateau. Pour récupérer les spéléologues, une bouée reliée à un bout est lancée depuis le bateau. Deux personnes au maximum s'y accrochent et sont tractées vers le large, puis récupérées à bord sans qu'il soit nécessaire d'approcher le Zodiac des hauts fonds ou des récifs.

Un autre problème se présente quand il faut débarquer sur une plage. La fréquence et la violence des rouleaux qui déferlent ne permettent pas l'improvisation. Il faut approcher la plage en bateau lors d'un épisode de houle propice qui autorise à la fois aux équipiers de sauter dans la vague et au bateau de reculer vers le large rapidement. Pour rejoindre la plage, certaines règles doivent être respectées. Le spéléologue attend les déferlantes pour se faire pousser par elles vers la plage en accompagnant le mouvement à la nage. La présence d'un sac complique tout. Il doit avoir une flottabilité suffisante et être muni d'une longe. En aucun cas il ne doit être porté à dos, car il risquerait de venir heurter la tête à chaque vague. Au contraire, le sac relié à la main par sa longe est tenu devant soi comme un flotteur. Enfin, le gilet de sauvetage doit évidemment être adapté au poids du porteur et correctement ajusté afin d'éviter de constituer une gêne pour la tête et le champ de vision, ou d'entraver les mouvements. Il faut se laisser porter doucement vers la plage par la vague.

Le port des bottes est à proscrire, ainsi que celui d'une combinaison spéléo, qui, portée sur la néoprène, réduit fortement la mobilité. Le casque spéléo n'est pas recommandé, l'eau entrant entre calotte et coiffe risque de déchirer celle-ci ou de mobiliser désagréablement la tête.

## 2. État de l'exploration spéléologique

### 2.1. La bande de grès et la perte Piquante

Cette perte se situe à environ 190 m d'altitude sur la bande de grès du sud de Madre de Dios. Elle s'ouvre dans une petite doline, elle-même située dans une immense dépression de plus de 100 m de profondeur.

À la base du puits d'entrée (P17), un méandre fossile débute au-dessus d'une margelle tandis que la rivière se jette en dessous dans un passage plus étroit. Le méandre fossile continue sur une dizaine de mètres avant de buter sur un P8 non descendu. En suivant la rivière, on descend un P8 arrosé à la base duquel s'ouvre un second méandre fossile sur la gauche. Ce méandre a été suivi jusqu'à un ressaut non descendu. En continuant la progression le long de la rivière, on rencontre deux autres puits (P9 et P17) avant de reprendre pied dans la rivière en fond de méandre.

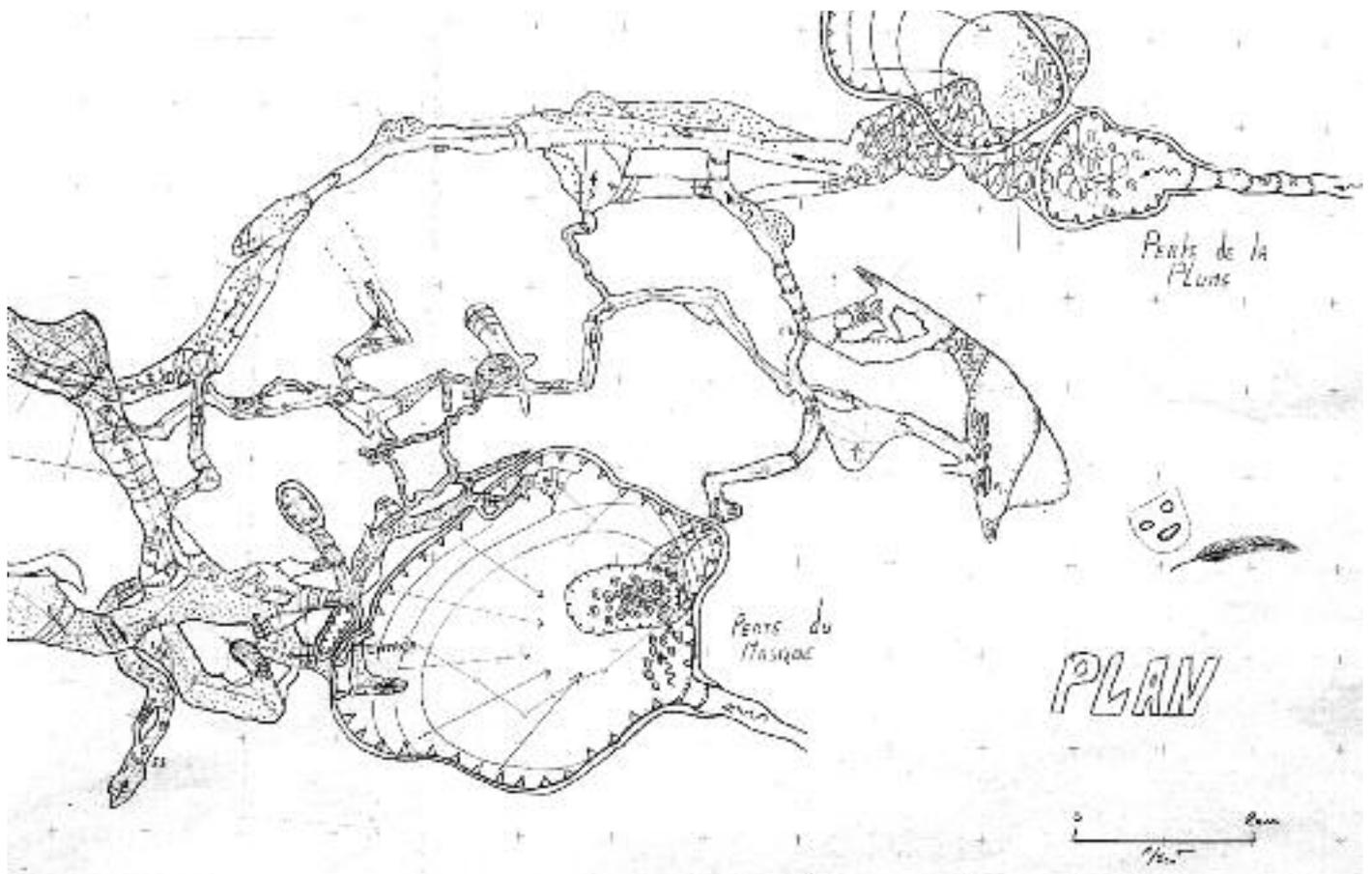
Après une dizaine de mètres, la rivière quitte le méandre dans un passage bas sur la gauche. 50 mètres de méandre supplémentaires conduisent à une courte escalade qui donne accès à une main courante jusqu'à un puits de 19 mètres. À sa base, le méandre reprend et un fossile à son sommet permet d'éviter une partie étroite et glissante. Un P13 redescend dans la rivière qui se poursuit dans le méandre jusqu'au terminus sur une margelle de taille confortable au sommet d'un puits d'une quinzaine de mètres de profondeur. La cote atteinte est de 125 m pour un développé topographié de 328 m.

Les deux fossiles et le fond sont à poursuivre.

### 2.2. Autour du camp de la perte du Temps

Ce secteur tire son nom du mont Soublette (749 m) situé au centre de la partie calcaire de Madre de Dios. Outre de magnifiques lapiaz, il comporte un vaste contact entre les grès et calcaires, offrant les conditions favorables à la formation de pertes importantes. En 2000 y avait été explorée la Perte du Temps, mais la zone restait encore peu prospectée. Il fut donc décidé d'y établir un camp. Un premier camp, à l'emplacement de 2000, y a été organisé du 25 au 29 janvier. De là, plusieurs zones et cavités sont repérées et explorées. Le contact grès-calcaire





entre 200 et 250 m est privilégié, et livre de nombreuses pertes dont certaines sont prometteuses et méritent une exploration plus approfondie. La résurgence principale alimentant le grand lac est atteinte mais bute bien vite sur un magnifique siphon.

C'est lors de cette première prospection du secteur de Soubllette qu'est trouvé l'abri Calafate (voir plus bas la section Archéologie).

Une deuxième équipe se rend à nouveau au camp de la perte du Temps du 1er au 3 février. Malgré la pluie persistante, quatre pertes sont explorées. La grotte de Bob l'Éponge est équipée et topographiée jusqu'à un siphon terminal, à la cote -50 m. Celle de l'Évier est explorée jusqu'à -60 m environ, au niveau d'un puits de 15 m non descendu en raison des risques de crues. La Cueva Là-Bas quant à elle livre de vastes volumes, dont une salle de 30 m sur 50 m avant de buter également sur un siphon grandiose, vers -220 m de profondeur. Une autre cavité découverte au cours de ce camp (la Perte des Dents) est explorée et topographiée jusqu'à -80 m, l'arrêt provisoire se faisant en haut d'un ressaut et devant de multiples galeries fossiles horizontales.

Devant ces résultats, il est décidé de maintenir un camp à la Perte du Temps. Le secteur du Soubllette nous réserve à coup sûr encore de belles surprises. La perte des Dents a été laissée équipée pour y poursuivre l'exploration. D'autres pertes semblables ont été repérées et pointées, mais pas encore descendues. La zone n'est certes pas très haute (entre 200 et 300 m d'altitude), il est fort probable qu'à nouveau nous buterons sur des siphons (les collecteurs sont très probablement noyés), mais de bons développements sont à espérer (la Perte du temps est actuellement la plus longue cavité de l'archipel). À cet égard, la Perte des Dents est très intéressante car nous y atteignons un niveau de conduits horizontaux. De plus, les quelques prospections sur le lapiaz ont permis de découvrir de magnifiques formes de corrosion encore inédites. Deux puits de 60 m environ y ont été repérés et n'ont pas encore été explorés. Enfin, une plongée à la résurgence principale du grand lac est envisageable et pourrait constituer un fort bel objectif.

### 2.3. Le Système des Trois Lacs

L'accès principal à ce réseau, qui draine trois lacs établis sur les grès dans le sud de l'île de Guarello, se fait par la perte du Masque.

Après une désescalade de 2 m, une entrée supérieure de cette perte donne accès à une petite salle concrétionnée suivie d'une galerie fossile de bonnes dimensions (4 m x 3 m en moyenne). C'est à cet endroit qu'un bivouac a été installé, au pied d'une étrange figuration de paroi en forme de masque, qui donne son nom à la grotte. Sur la gauche, une galerie d'environ 100 m s'arrête sur un puits boueux de 40 m plongeant dans un siphon borgne à la cote -66 m. D'importants remplissages encombrant le sol cette galerie, qui présente des surcreusements avec banquettes (forme en trou de serrure de grande dimension) dans certaines parties.

En face de la galerie du bivouac, une galerie en forte pente est constituée d'une succession de toboggans et de ressauts nécessitant la corde. Elle permet l'accès à une rivière vers -60 m.

En aval, un siphon arrête rapidement la progression. À l'amont, l'exploration bute sur une cascade de 12 m.

Au milieu du grand toboggan, un accès permet de rejoindre la rivière au sommet de la cascade de 12 m, par un dédale de petites galeries. 40 m plus en amont du sommet la rivière se divise en deux. L'un des actifs rejoint la perte du Masque, l'autre une seconde perte, celle de la Plume.

Un ensemble labyrinthique de galeries secondaires, dont plusieurs débouchent à l'extérieur, relie les deux pertes. On y remarque des coups de gouge indiquant un creusement dans les deux sens.

L'ensemble des galeries développe environ 1 200 mètres.

### 2.4. Le Plein Cintre et le trou de la Brèche

Afin de repérer l'origine d'une rivière de débit très variable qui tombe en cascade vers le fond du seno Soplador, sur Madre de Dios, une prospection du contact entre calcaire et grès a été effectuée sur le versant W, vers 200 m d'altitude. Elle a révélé un réseau de 550 m de développement environ, constitué de deux

cavités séparées par quelques dizaines de mètres et parcourues par un même ruisseau débitant 2 l/s en étiage. Alimenté par les cannelures du lapiaz sus-jacent, il est soumis à des variations de débit importantes. La cavité inférieure (trou de la Brèche) est un simple tunnel pentu d'une quarantaine de mètres dont l'originalité est d'être creusé dans un chicot bréchique qu'il traverse entièrement. Le sol est encombré d'insolubles (laves, grès) qui saillent également des parois et du plafond.

La grotte du Plein Cintre, de nature plus labyrinthique, est creusée en plein calcaire. Elle s'ouvre par un tunnel de 20 x 10 m entre deux entrées en voûte, dans lequel se branche un conduit ventilé conduisant à une galerie active remontante creusée en méandre. Cette galerie présente des ressauts marqués, dont une cascade de 8 m, et se termine sur un siphon. La cascade se shunte par des galeries supérieures plus basses. Le siphon amont obture le joint d'origine agrandi en trou de serrure. Diverses galeries se recoupant en plusieurs points correspondent aux étapes de creusement de la cavité. Dans les galeries hautes, des dépôts pariétaux en taches de léopard témoignent d'une phase noyée. En plusieurs endroits, des restes de dépôts d'alluvions glaciaires (galets, argiles, sables gréseux) sont en place.

Dans le méandre, un luitrographe a été fixé près d'un seuil pour suivre sur trois ans le débit et la température du ruisseau.

Il conviendrait de poursuivre la prospection du pied de falaise vers le sud sur quelques centaines de mètres encore, de manière à couvrir le fond de la dépression boisée qui s'y trouve et d'où s'échappe un ruisseau.

## 2.5. Le gouffre de la Détente

La perte de la Détente, arrêtée sur rien en 2006 vers la cote -300, a fait l'objet de tentatives dès le début de l'expédition. Malheureusement, après un rééquipement jusqu'à -200, les conditions très pluvieuses ont rapidement mis le réseau en charge et interdirent la poursuite de l'exploration. Il est clair que celle-ci sera l'un des objectifs prioritaires de l'équipe de février.

Nous savons cependant rebondir ! Ainsi en fut-il pour les deux équipes parties pour en découdre avec la Détente. Le gouffre étant impraticable en raison du niveau d'eau, on prospecte alentour et deux nouvelles cavités sont découvertes, explorées et topographiées. Le sens initial du gouffre de la Détente est détourné : ce sera les grottes de la Gâchette et du Barillet. La Gâchette est en fait l'amont de la Détente : un très

beau méandre d'une petite centaine de mètres qui se jette dans le vaste puits d'entrée de la Détente. En remontant le ruisseau qui coule sur les grès et qui alimente ces deux cavités, on arrive à une résurgence dans une falaise calcaire. Ce sera la résurgence du Barillet, bien entendu ! 60 m de jolis conduits jamais bien larges qui se terminent sur divers passages impénétrables. Pas de grandes découvertes donc, mais il aura été intéressant de pouvoir poursuivre le chemin de l'eau des calcaires au grès et des grès au calcaire...

## 2.6. Les cavités de la plage de la Baleine, Madre de Dios

Dans cet immense amphithéâtre naturel battu par les vagues et le vent, nous avons découvert au cours d'une journée de prospection, quelques cavités remarquables par l'intérêt spéléologique qu'elles présentent ou les vestiges qu'elles ont conservés.

La grotte du Bout du Monde, la plus au nord, s'ouvre derrière un éboulis d'une trentaine de mètres de haut. Il s'agit d'une galerie rectiligne, aux dimensions respectables (15 m x 10 m) se terminant sur une escalade non effectuée et une étroiture pénétrable. Cette cavité ne comporte aucuns ossements.

Plus à droite, à 1,50 mètre au-dessus du niveau de la mer, une émergence baptisée Yellow submarine, de débit important (200 à 300 l/s), jette ses eaux presque directement dans la mer, depuis un siphon sans doute pénétrable. Les deux entrées 2 m x 2 m qui l'encadrent ne donnent accès à aucun réseau mais révèlent la présence d'ossements de baleine. En continuant vers sud, au pied des falaises, une succession de grottes plus ou moins protégées par des rochers d'effondrements, constituent une série de corridors occupés par de nombreux ossements posés sur un sol d'argile et de sable humide. L'une d'elles présente à l'entrée des concrétions inclinées vers le jour, puis plus loin, l'empreinte en creux d'un os long de baleine, posé au sol et recouvert d'une couche de calcite.

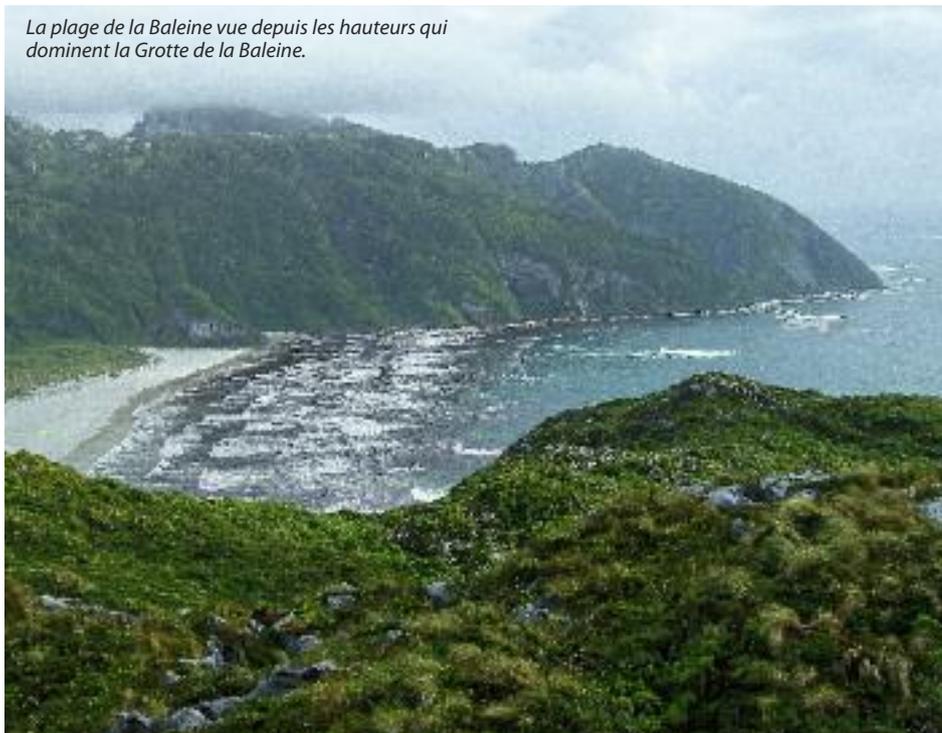
À l'extrémité sud d'une autre grotte, Bahia historica, on observe à l'entrée un ancien habitat humain. Il s'agit d'une construction plus ou moins circulaire montée avec des os de baleine variés, dont des vertèbres et deux grands os plats placés verticalement. Au fond de l'abri, on accède par un passage bas et sablonneux à une salle de taille modeste (8 m x 2 m) sans continuation.

Revenant sur la plage, on peut suivre un cours d'eau qui serpente entre les dunes de sable. On y observe quelques bancs de poissons de petite taille (environ 8 cm). Plus en amont, une végétation arbustive dense nous empêche de poursuivre plus avant. Toutefois deux porches pénétrables sont visibles non loin, dont un est probablement l'origine de la rivière.

À l'extrême sud de la plage, un petit cours d'eau coule nonchalamment sur le sable. Nous apercevons en hauteur dans la falaise, à une centaine de mètres, deux entrées accessibles que nous n'avons pas le temps de visiter. Une autre entrée proche de la plage donne accès à une courte grotte.

L'exploration des émergences et des cavités de la grande plage de la Baleine ne fait que commencer. Plusieurs séances seront nécessaires pour inventorier précisément cet ensemble complexe.

*La plage de la Baleine vue depuis les hauteurs qui dominant la Grotte de la Baleine.*



## II. Études et découvertes scientifiques

Le mois de janvier a été riche en découvertes géologiques, paléontologiques et archéologiques. Des confirmations d'hypothèses antérieures se précisent, tandis que maintes questions se posent sur le décryptage des indices enregistrés notamment dans les cavités littorales.



### 1. Un laboratoire naturel : installation de la station hydro-météorologique de Tarlton et pose de luirographes

Une station de mesure a été installée sur la pointe nord de Tarlton afin de mesurer en continu les différents paramètres hydrologiques et météorologiques qui contrôlent la vitesse de la dissolution sur calcaire nu et l'évolution des cannelures de lapiaz. Rappelons que les cannelures sont des structures de drainage subverticales s'établissant sur les versants calcaires dénudés. Leur profil longitudinal en escalier est caractéristique d'une évolution par érosion régressive. L'étude de leur fonctionnement permet de quantifier finement l'exportation des carbonates à l'échelle d'une surface connue et sur une série d'épisodes limitée. Le protocole mis en place repose sur un équipement électronique de terrain composé des éléments suivants pour l'entrée dans le système :

- Précipitation (en mm)
- Température (en °C)
- Vitesse et direction du vent (en m/s et en °C)
- Pression atmosphérique (en mb)
- Hygrométrie (en %)
- Débit et température dans trois cannelures parallèles indépendantes.

Le but de cette étude est de croiser tous ces résultats pour quantifier au mieux la dissolution des calcaires, la vitesse d'évolution des surfaces lapiazées et la relation fine qui existe entre ces formes et les conditions environnementales qui président à leur édification.

Par ailleurs, cinq luirographes ont été posés sur quatre sites. Le luirographe est une station autonome qui mesure la pression de l'eau (donc sa hauteur) et sa température. Deux de ces stations autonomes pendant 3 ans ont été fixées dans des cannelures de la station météo (sur Tarlton), une dans la grotte du Masque avant le siphon (sur Guarello), une autre dans la résurgence du Plein Cintre et un dernier dans la perte du Kawtcho (sur Madre de Dios). Tous ces sites sont accessibles assez rapidement, entre 10 minutes et 2 heures. Chaque luirographe peut donc être récupéré sur une journée. Un autre intérêt de cette implantation est dans la diversité des sites : une résurgence, un écoulement de surface, un système de lacs et une perte. Les quatre sites doivent présenter une dynamique totalement différente. Enfin la pluviométrie est très importante entraînant des crues violentes à une fréquence élevée. L'étude entreprise permettra de mieux connaître la fréquence des crues, les temps de réponse en fonction des types de site, et le nombre de crues majeures.

## 2. Fait unique, les cavités littorales ont enregistré des niveaux marins sur plusieurs dizaines de mètres de haut

Les côtes calcaires découpées de Madre de Dios présentent des paysages spectaculaires: fjords, hautes falaises, récifs déchiquetés, baies sablonneuses, dunes, grottes marines, ponts naturels, résurgences et encoches marines liées au soulèvement récent de l'île suite à la fonte des glaciers.

Un niveau marin relatif signifie que ce n'est pas le niveau marin qui a varié, mais que c'est l'île elle-même qui s'est soulevée ou s'est abaissée, en fonction de la croissance ou de fonte des glaciers et donc de la variation de leur poids. Des encoches marines dans les calcaires ceinturent les côtes. Elles sont situées entre +5 et +6 m et sont très bien marquées, car ce sont les plus récentes. Les plus anciennes, datant des autres périodes du Quaternaire, ont été détruites par l'érosion glaciaire ultérieure. Pour trouver des indices plus anciens que les encoches littorales, il faut donc examiner les grottes de la zone côtière qui ont la faculté de conserver sédiments, restes osseux de baleines, concrétions et encoches. Le pouvoir enregistreur des grottes se vérifie donc en domaine littoral, sous un jour nouveau.

Située sur la cote ouest de Guarello, à 50 m d'altitude, la grotte de la Moraine présente une entrée monumentale de 40 m de large pour 30 m de haut. Elle a piégé un dépôt morainique épais de plusieurs dizaines de mètres qui date de la dernière glaciation. En effet, dans la petite galerie située au contact de la paroi et du dépôt, une stalagmite active a été datée à la base de 9 600 ans. D'autres prélèvements de concrétions ont été effectués. Mais la découverte majeure de cette année à la grotte de la Moraine est la mise en évidence de trois niveaux d'encoches entre 60 et 65 m d'altitude.

La grotte de la Baleine présente aussi une encoche, mais émoussée, vers +20 m. Au fond de la baie de la Baleine, une seconde encoche large a également été observée vers +30 m dans la grotte du Bout du Monde.



### 3. La grotte de la Baleine : un cimetière marin exceptionnel

Avec une longueur de 180 m pour une largeur de 40 m, la grotte de la Baleine constitue le plus vaste volume karstique reconnu à ce jour sur l'île de Madré de Dios. Outre l'intérêt paléontologique de la cavité, la grotte a enregistré plusieurs niveaux de terrasses marines. Si l'on exclut la terrasse marine actuelle d'entrée située entre 0 et 2 m, quatre niveaux étagés entre 5 et 10 m sont très bien conservés. Ils ont été nivelés au niveau de chantier et à la mire avec une précision infracentimétrique. Le niveau le plus profond est celui qui présente l'accumulation la plus importante d'ossements. Il a fait l'objet d'une cartographie détaillée par carroyage. Du plus récent au plus ancien, ces niveaux de terrasses se présentent ainsi :

– Terrasse +5 m : Il s'agit d'un niveau conservé à +5,7 m. Elle est en continuité avec l'encoche marine supérieure de +5 m. L'examen pétrographique montre 10% de roche plutonique (granodiorite), le reste étant composé surtout de calcaire.

– Terrasse +7 m : C'est le niveau le plus important. Il occupe toute la partie centrale de la cavité. Des ossements parsèment cette terrasse. La pétrographie est identique.

– Terrasse +9 m : C'est le niveau le plus profond dans le volume principal de la cavité. C'est aussi celui qui présente la plus importante accumulation d'ossements. Il a fait l'objet d'une cartographie détaillée sur plus de 1 000 m<sup>2</sup>. La pétrographie est identique.

– Terrasse +10,5 m : Un reste dans la partie nord de la salle témoigne de cet ancien niveau perché. La matrice blanchâtre est plus ou moins pulvérulente (présence de phosphate : ossements altérés, guano ?).

Les ossements de baleine découverts en 2000 et 2006 sont situés sur ces divers niveaux. Ils sont dispersés et non en connexion anatomique. La première interprétation est qu'il s'agit d'échouage de plusieurs individus (6 crânes) lorsque la mer pénétrait dans la grotte il y a plus de 3 200 ans environ (datation radiocarbone sur vertèbre située au fond de la grotte à +9 m). Le va-et-vient des vagues a disloqué les squelettes de sorte que les os sont répartis sur une distance de 150 m, avec une nette prédominance vers le fond.

L'accès à la grotte de la Baleine par voie terrestre (2<sup>e</sup> tentative) a permis de descendre pour la première fois le porche en rive gauche. Après une descente dans la végétation inclinée à 45° sur 100 m de dénivellation, une longue vire a été équipée avec une

Colombien	Zr	Sr	Pb	Zn	Ni	Fe	Mn
A (sables)	31,5	186,7	23,5	57,1	25,0	7792	127,1
	+1,8	+4,6	-2,8	+19,1	+26,2	+188	+4,5
B (terrasse)	93,5	341,3	35,3	88,6	110,3	2144	118,9
	+22,2	+8,9	-1,4	+11,8	+26,8	+1381	+24

Signature chimique comparée de deux échantillons sableux à partir des éléments-traces (en ppm) mesurés par rayons X (analyseur portable Niton). Temps de mesure 240 secondes. A : sables non rythmés situés au fond (+9 m). B : terrasse fluvio-glaciaire de galets du col du lac

main courante sur une distance de 70 m. À l'extrémité de la vire, le balcon s'élargit sur 5 m. On domine le plancher de la grotte de 30 m. On a la surprise de découvrir des os de baleine (vertèbre), certains en connexion anatomique (nageoire), sur cette vire située à la cote +37 m au-dessus du niveau actuel de l'océan. On observe également quelques coquilles de patelles indurées par la calcite. Sous cette vire, de part et d'autre de la galerie, on observe une morphologie semblant attester une érosion marine, avec une encoche visible sur le mur opposé vers la cote +20 m par rapport au niveau de la mer, mais aucune évidence d'une érosion marine vers la cote +37 m.

Au fond, la grotte se poursuit par un ressaut haut de 7 m environ qui donne accès à une galerie de 5 à 10 m de large qui contient des sédiments variés. On observe de bas en haut la séquence suivante : éboulis consolidés scellés par quelques concrétionnements, puis par une terrasse de petits galets (pas de granite), enfin par une série marron rythmée.

L'analyse géochimique des éléments-traces par rayons X (analyseur portable) montre une signature comparable entre les sables non rythmés de +9 m et la matrice sableuse de la terrasse fluvio-glaciaire du col W du lac Soublette (tableau infra).

La coupe de sédiments lités de 1,5 m de haut (coupe de l'Opéra) a été échantillonnée en continu avec des cornières métalliques en U ; elle présente des niveaux marron et noirâtres contenant de la matière organique et de microdébris ligneux, de petits ossements, un petit galet, des taches blanchâtres (os, guano ?). Ces sédiments rythmés scellent des concrétions plus anciennes en choux-fleurs. Une grosse stalagmite érodée (40 cm de diamètre, 40 cm de haut) se situe à proximité. Elle présente une surface corrodée. Hormis les éboulis, ces dépôts sont en relation étroite avec le karst situé à l'aplomb (dépression glacio-karstique de l'Albatros). Un gouffre a été découvert pratiquement à l'aplomb de la partie amont du réseau de la Baleine. Il se situe à l'intersection de la faille N240 de la Baleine et du talweg.

En l'état actuel des connaissances, la grotte de la Baleine est une cavité karstique dont le grand conduit de base a été occupé





Mise en œuvre du sondeur/GPS Map 178 Garmin sur zodiac. Noter sur l'écran, à droite, la vitesse et la trajectoire enregistrée et à gauche la profondeur.

par la mer (4 plages de galets) pendant la période holocène. Les ossements dispersés attestent un va-et-vient des vagues et le rôle de la marée. Si les ossements perchés à +37 m sont du même âge, on ne peut pas faire intervenir un niveau marin si élevé au cours de l'Holocène, ni même une surrection d'une telle ampleur liée au rebond isostatique. Cette découverte donne encore une nouvelle dimension au mystère de ce cimetière marin. Deux hypothèses sont pour l'instant envisageables : un niveau marin relatif encore plus ancien, ou l'effet d'un raz de marée.

## 4. Un relief calcaire unique au monde, autrefois sous le contrôle des glaciers et aujourd'hui du vent et des pluies diluviennes

### 4.1. Dépôts glaciaires et fluvio-glaciaires

Les observations sur les îles Guarello, Tarlton et Madre de Dios (au sud du Barros Luco) montrent que les blocs erratiques déposés par les anciens glaciers sont localisés au maximum vers 400 m d'altitude, sur les grands épaulements d'abrasion glaciaire. Les sommets escarpés du Roberto W et E, de Tarlton, de Soubllette, etc., ont dû fonctionner comme des nunataks, c'est-à-dire comme des sommets non totalement recouverts de glace, d'où leur morphologie découpées par de petits cirques glaciaires.

La langue glaciaire provenant du lac Soubllette est à l'origine de dépôts fluvio-glaciaires situés sur le bord nord du col dominant son extrémité ouest vers 210 m d'altitude. Ce dépôt de galets roulés (calcaires, grès, roches volcaniques, rares granites) résulte d'un écoulement lié à la fonte du glacier (torrent juxta-glaciaire) se dirigeant vers la baie de la Baleine.

Située au-dessus de la grotte de la Baleine, la dépression glacio-karstique de l'Albatros mesure 700 m de long, 500 m de large et 80 m de profondeur. Elle présente une perte impénétrable. Le

fond est couvert par des alluvions fluvio-glaciaires (galets et sables) et une tourbière. Un gouffre s'ouvre sur la faille N240 de la Baleine. Il débute par un puits de 20 à 30 m donnant dans une salle (forte résonance). Cette cavité constitue probablement une ancienne perte, actuellement déconnectée, qui a sans doute alimenté la grotte de la Baleine située en contrebas.

### 4.2. Bathymétrie des vallées glaciaires

Si les paysages de l'archipel de Madre de Dios sont marqués par une intense karstification (dissolution des calcaires, creusement de gouffres), l'essentiel des reliefs est marqué par l'empreinte des glaciers quaternaires. Les senos sont tous des vallées glaciaires profondément surcreusées, ennoyées par la remontée du niveau marin à la fin du dernier maximum glaciaire entre 20 000 et 10 000 ans avant notre ère.

Afin de mieux comprendre cette géographie au temps où les niveaux marins étaient plus bas, il était nécessaire de mesurer précisément la profondeur des senos et d'en dresser une carte la plus fidèle possible. Pour cela nous avons employé un sondeur couplé à un GPS Garmin 178. L'acquisition des points se fait en naviguant à faible vitesse (5 à 6 km/h) et en parcourant les senos par une série d'aller et retour en zigzags. Vu le temps réduit dont nous disposions, nous avons limité notre travail au seno Soplador, au nord du seno Azul et au canal Copihue.

Il est déjà possible d'affirmer que, lors du retrait glaciaire, le seno Soplador et une partie du Copihue devaient constituer deux lacs d'eau douce, perchés une centaine de mètres au-dessus des plus bas niveaux marins du dernier maximum glaciaire. Des traitements informatiques sont en cours pour finaliser une carte bathymétrique fine de ce secteur sud de l'île de Madre de Dios.



La galerie fossile de la grotte du Masque constitue un ancien niveau phréatique noyé perché plus de 60 m au-dessus des écoulements actuels. Cette galerie marque donc un ancien stade de fonctionnement de la cavité lorsque le niveau des écoulements était plus haut.

### 4.3. La grotte du Masque : un site remarquable pour l'étude des réajustements karstiques après la fonte des glaciers

Dans la partie sud de l'Île de Guarello, la grotte du Masque (ou système des trois Lacs) constitue un remarquable site où se mêlent empreinte glaciaire, réajustement karstique et hydrologie actuelle. Exploré au cours des expéditions 2000, 2006 et en partie au cours de l'expédition 2008, le site comprend trois cavités majeures : la grotte de la Moraine, la grotte du Finistère et la grotte du Masque (système des pertes du Masque et de la Plume). La grotte de la Moraine présente un tel intérêt scientifique qu'elle justifie à elle seule un chapitre à part. La grotte du Finistère a été précisément explorée et décrite au cours de l'expédition 2006. La grotte du Masque par contre apporte un éclairage nouveau qui renouvelle la compréhension du site.

Avec un développement topographié de 1 146 m auxquelles s'ajoutent environ 150 m de galeries connexes, la grotte du Masque constitue la plus importante cavité de l'île de Guarello. Cette grotte labyrinthique collecte deux pertes principales : (i) au sud, la perte du Masque, et (ii) 60 m au nord-est, la perte de la Plume. Ces deux pertes drainent les trois lacs établis dans la vaste cuvette gréseuse située au sud de l'île. Le réseau souterrain peut être divisé en trois ensembles :

- en haut, un réseau de galeries sèches de 5 à 6 m de diamètre dont un des conduits se termine sur un puits de 40 m donnant accès à un siphon ;
- en bas, un collecteur dirigé vers l'ouest draine les deux pertes. Il est constitué d'une galerie unique de 2 à 5 mètres de large pour une hauteur variant de 2 à 10 m. La galerie, entrecoupée par une belle cascade, se termine sur un siphon ;
- entre ces deux niveaux séparés par 60 m de dénivellation, on

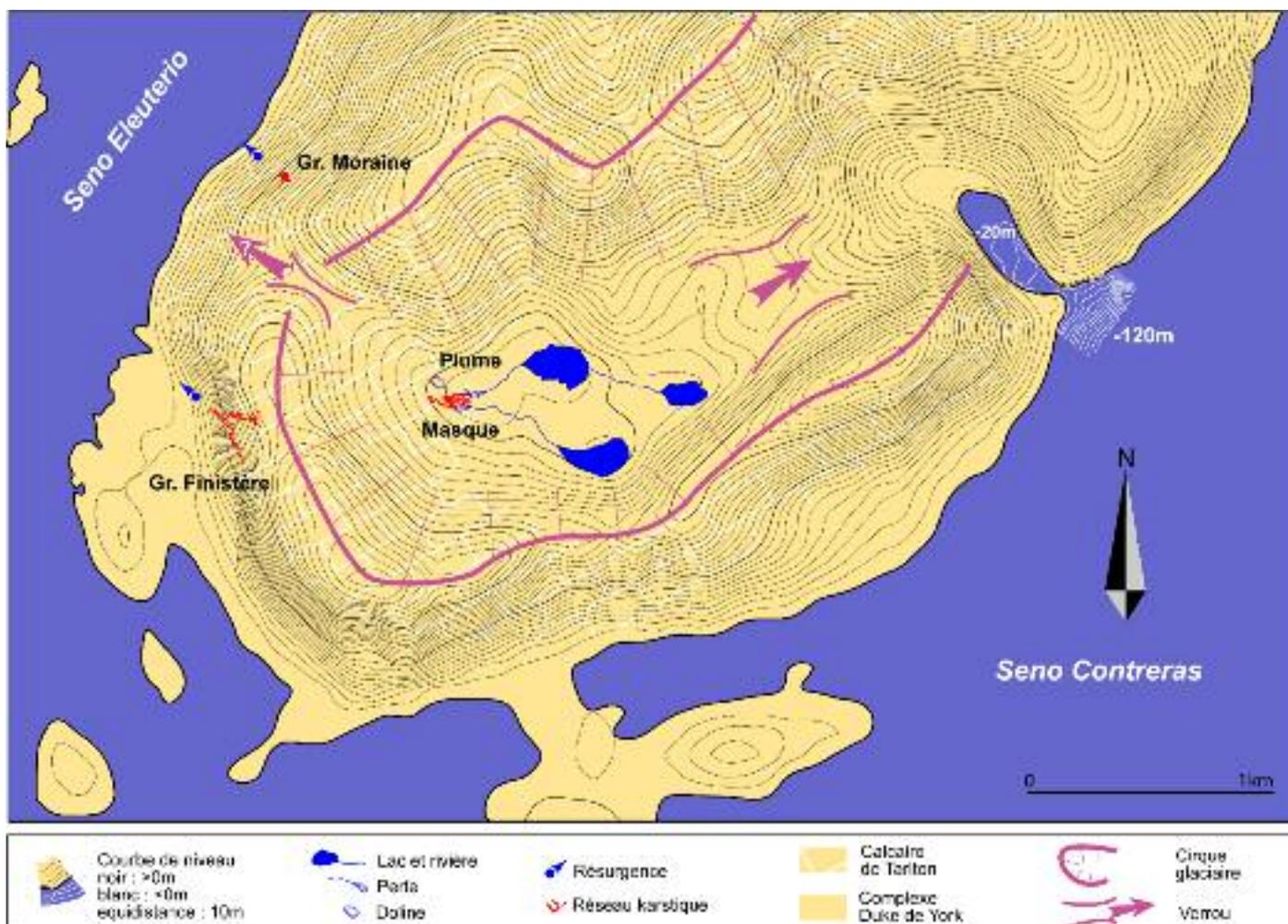
observe une série de galeries de raccordement labyrinthiques formées de toboggans et de petites galeries en pente.

L'étagement des conduits, leur morphologie et la variété des dépôts constituent l'intérêt principal du système du Masque et de la Plume. L'organisation des écoulements actuels, les morphologies pariétales, les dépôts souterrains permettent de décrypter les étapes de mises en place de la cavité.

Il a été possible d'identifier une genèse du réseau souterrain en plusieurs étapes par l'analyse des morphologies de paroi, la reconnaissance des sens de circulation des eaux et l'identification des dépôts souterrains. Les morphologies pariétales (vagues d'érosion) montrent des sens contraires de circulation selon les galeries ou selon la hauteur où l'on se situe dans la galerie. On peut distinguer trois étapes principales :

- Phase 1 : fonctionnement et creusement en régime noyé (conduits syngénétiques) ;
- Phase 2 : fonctionnement et creusement en régime noyé, mais avec sédimentation et donc creusement au niveau de la voûte des galeries (conduits paragénétiques) ;
- Phase 3 : surcreusement général des galeries en écoulement libre par des conduits trépanants et des trous de serrure, avec érosion des remplissages fluvio-glaciaires. C'est le fonctionnement actuel de la cavité. Lors des crues, on observe des mises en charge de 10 m.

Le contexte géomorphologique est constitué par un ensemble de pertes situées dans un ancien cirque glaciaire creusé au contact des grès et du calcaire. Lors de la dernière période glaciaire, la cuvette était remplie de glace qui s'écoulait vers le seno Contreras via le col 150 et l'anse majeure de la bordure orientale de Guarello. Un relevé bathymétrique réalisé dans l'anse orientale (courbes de niveau en blanc sur le schéma) a permis de montrer qu'il n'existait pas de gorge de raccordement surcreu-



*Carte synthétique du système glacio-karstique des Trois Lacs dans la partie sud de l'île de Guarello.*

*La rivière se jette dans la perte de la Plume par une série de cascades entaillant les calcaires.*

sée au droit de cette anse vers le niveau profond du seno Contreras, ce qui signifie qu'il n'y a pas eu d'érosion fluviale du verrou postérieurement à la fonte glaciaire. Ceci s'explique par la capture karstique des eaux de fonte vers l'ouest par le système du Masque et de la Plume.

Le système karstique des Trois Lacs a pu se mettre en place lors du dernier retrait glaciaire par disparition de la glace dans la dépression. On rattache les phases génétiques à des stades glaciaires ou fini-glaciaires, à une époque où de grands glaciers de vallée devaient encore occuper les senos, alors que les glaciers locaux avaient déjà disparu. Il est possible d'envisager une hypothèse originale. Comme la grotte de la Moraine a pu fonctionner comme une perte juxta-glaciaire (infra), il est permis de supposer que la grotte du Masque ait constitué l'exutoire de ce système. Située 30 m en contre-haut de la Moraine, la cavité aurait été alimentée en pression par les écoulements drainés latéralement au glacier Eleuterio. Une telle hypothèse permettrait d'expliquer l'abondance et l'usure des dépôts souterrains allochtones identifiés dans les réseaux souterrains



## 5. Étude morphométrique des lapiés hydroéoliens (comètes de roche)

Les lapiés hydroéoliens de Madre de Dios sont uniques au monde. La forme la plus remarquable est symbolisée par les comètes de roche. Une étude morphométrique de plusieurs champs de comètes de roche est en cours (Tarlton, col de la perte du Temps). Pour chaque couple comète/erratique, on mesure :

- la taille, la forme et la nature du bloc erratique ;
- la présence et la profondeur de l'encoche de turbulence située juste en amont de l'erratique ;
- l'orientation de la comète de roche ;
- les dimensions de la comète de roche (longueur, largeur, hauteur) ;
- l'indice Lc/he (longueur comète/hauteur erratique)

Nom	X	Y	Z	Dir. logs	Dir. comète	P. encoche	Prédominance
Grèce de la Coraïas	3472 859	4 417 151	90 m	279 m	256 °	-35 m	12° 2008
Grèce de Pradha	3472 758	4 418 176	21 m	188 m	-	+21 m (H2O)	12° 2008
Grèce de Pradha	3472 907	4 412 985	90 m	1 142 m	1 203 m	-50 m	12° 2008

*Paramètres à mesurer pour chaque comète de roche*

La formation des comètes de roche obéit aux lois générales de la mécanique des fluides avec notamment, la plupart du temps, la formation d'une encoche basale située juste en avant du bloc erratique à cause de la modification des processus d'écoulement au voisinage d'un obstacle. La direction moyenne des comètes situées près de la station hydro-météo de Tarlton est de secteur ouest (249 à 297°). Ces écarts s'expliquent par l'hétérogénéité des sites.

## 6. Le lac Soubllette : un méga-pluviomètre

Ce grand lac situé entre le pic Soubllette et le mont Roberto mesure 1 050 m de long sur 600 m de large (largeur moyenne de 350 m) Sa superficie est de l'ordre de 37 ha. Sa profondeur n'est pas connue, mais il occupe une dépression glacio-kars-

tique très marquée. Il est alimenté par deux émergences importantes : la résurgence NW du mont Roberto (non pénétrable) et la résurgence siphonnante de l'angle SE du lac (plongeable). En crue, le lac est également alimenté par de nombreuses émergences de cannelures dont le fonctionnement est temporaire. Le débit des deux grandes résurgences est très variable. Il peut passer de 1 à 2 m<sup>3</sup>/s à moins de 50 l/s en quelques heures. Les résurgences de cannelures s'assèchent complètement si la pluie s'arrête. Le niveau du lac varie de 4 m maximum. Les différents niveaux sont marqués sur les plages, mais aussi sur les calcaires par des vasques rouges (algues) dans les cannelures en marche d'escalier (rive sud). Une baisse d'un mètre a été observée en moins d'une semaine, ce qui représente un volume vidangé de 400 000 m<sup>3</sup>, soit presque 1 m<sup>3</sup>/s pendant 5 jours.

Il existe une perte sur la rive sud du lac. Elle se présente sous la forme d'un delta-perte avec une série de conduits étagés sur 4 à 5 m de hauteur. D'autres pertes doivent exister sur la rive nord. Les résurgences du lac, au nombre de trois, ont été découvertes dans l'angle nord de la baie de la Baleine. Le débit d'ensemble était de plusieurs centaines de l/s le premier février.

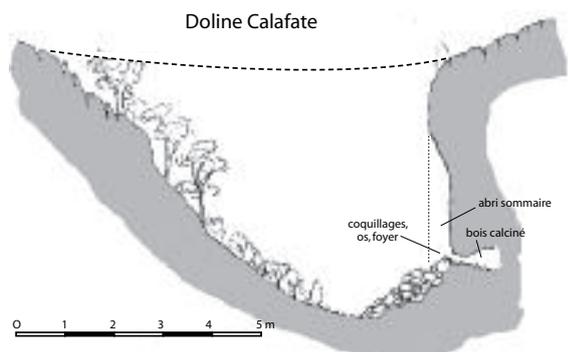
## 7. Archéologie : Nous ne sommes pas les premiers hommes à explorer Madre de Dios !

À quelques jours d'intervalle, trois découvertes apportent un éclairage nouveau sur l'idée que nous nous faisons des premiers « explorateurs » de l'île. Le précurseur fut le navigateur espagnol Sarmiento de Gamboa, à la fin du XVI<sup>e</sup> siècle, à la recherche d'un passage plus au nord que le canal de Magellan qui mènerait facilement du Pacifique vers l'Atlantique. Il explora les canaux Trinidad et Conception qui bordent Madre de Dios au nord et à l'est, repérant les havres naturels, les canaux affluents, et sondant les passages. Il raconte quelques incursions à terre, notamment pour observer les canaux depuis des points élevés. Bien plus tard, à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, le navire anglais « Alert », parti pour une circumnavigation de 4 ans, avec à son bord le médecin Richard Copinger, compléta les observations sur les rivages du canal Trinidad, signalant la présence de roche calcaire karstifiée, et explora une grotte dont le sol était jonché de squelettes humains. Nous savons aussi que des prospections géologiques ont eu lieu dans les années quarante en vue de l'établissement de la mine de calcaire qui s'est réalisé ensuite sur l'île de Guarello<sup>1</sup>. Mais qu'en était-il des populations autochtones ? Les données ethnoarchéologiques dont nous disposons semblaient donner pour impossible toute pénétration humaine profonde dans les montagnes et les forêts difficiles d'accès de Madre de Dios. Les Indiens Alakaluf, ou nomades de la mer, sont décrits comme des populations de petits groupes de chasseurs de mammifères marins. Ils naviguaient en canots d'écorce ou de planches mal équarries, s'installant sur des plages ici et là pour chercher leur nourriture sur les côtes labyrinthiques des canaux de l'archipel. Qu'iraient-ils faire à l'intérieur, dans des lieux aussi inhospitaliers, très peu giboyeux ?

Les expéditions 2000 et 2006 ont réalisé des découvertes archéologiques de premier ordre dans des grottes côtières, prouvant qu'ici comme ailleurs, les hommes ont entretenu des relations particulières avec les cavernes, qui offrent des abris naturels aux hommes et permettent une assez bonne conservation des vestiges archéologiques : citons la sépulture de la grotte Ayayema datée de 4520 ans BP ± 60, la sépulture plus récente de la cueva de la Cruz datée de 250 ans ± 30, et surtout la Grotte du Pacifique, dont les parois sont ornées de 20 dessins au charbon de bois et de 30 peintures à l'ocre, et qui présente un sol recouvert pour moitié d'un amas coquillier, attribuable aux Alakaluf.

### 7.1. Une doline perdue dans le lapiaz avec des vestiges archéologiques

Le 25 janvier 2008, une prospection spéléologique nous a permis de trouver, dans le fond d'une grande doline, des traces de présence humaine, en plein cœur de l'île Madre de Dios. La doline est située exactement sur le chemin que nous avons tracé pour relier le fond du seno Soplador à l'océan Pacifique, à environ deux heures et demie de marche du seno et à plus de cinq



heures du front océanique. Il ne s'agit pas à proprement parler d'une grotte, ni même d'un abri-sous-roche, mais la paroi légèrement en dévers offre un abri sûr contre la pluie et une protection totale contre le vent. Le fond n'est pas plat et ne permet pas l'installation d'un campement confortable.

Sur les éboulis au sol, de nombreux coquillages ont été trouvés, moules et patelles, ainsi que des ossements, vraisemblablement d'oiseaux marins (cormoran ou albatros sans doute). Ces restes sont dispersés sur le sol sans ordre apparent, autour d'un foyer facilement identifiable grâce aux traces de charbon. À l'intérieur d'une petite galerie rocheuse d'une vingtaine de centimètres de haut, d'autres coquillages et un morceau de bois à demi calciné ont été repérés.

L'ensemble de la doline étant particulièrement instable, la découverte de ces vestiges dans la partie supérieure de l'éboulis

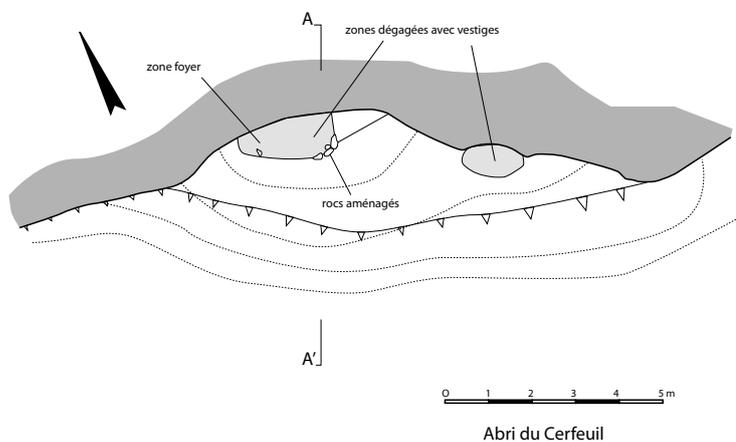


plaide pour une datation relativement récente (moins de 100 ans ?). Des fouilles plus en profondeur pourraient cependant révéler une utilisation plus ancienne de cet abri. Par ailleurs, la présence d'un tison au fond d'une galerie rocheuse si étroite qu'il est impossible d'y établir un foyer, peut laisser penser qu'il a été placé là volontairement, peut-être pour le protéger des intempéries en vue de le réutiliser plus tard. La dépression a été appelée la doline Calafate.

### 7.2. L'abri du Cerfeuil : un abri-sous-roche face au Pacifique

Le 27 janvier 2008, alors qu'une équipe tentait d'ouvrir enfin un accès terrestre vers la Grotte de la Baleine, il nous fut possible d'éviter un maquis dense d'arbres épineux en longeant un pied de falaise orientée ouest-est. Dans un angle de la falaise, nous eûmes la surprise de découvrir, vers 200 m d'altitude, un abri-sous-roche, vaste, plat et sensiblement sec, autant que le climat de Madre de Dios puisse le permettre. Attiré par cet abri, notre œil décela rapidement une zone ovale, dégagée de toute végétation, où affleuraient de nombreux os d'oiseaux, ainsi que quelques patelles. Dix mètres plus loin, une zone plate a été dégagée contre la paroi et des blocs de pierre visiblement aménagés. La surface de deux mètres carrés environ est couverte d'os d'oiseaux, certainement des albatros, et offre encore une mâchoire de ragondin, 5 patelles et deux fragments de moules. L'arrachage des plants de cerfeuil sauvages qui poussent dans le reste de l'abri a montré que la surface entière de l'abri est recouverte d'os. Une observation attentive des vestiges de surface a livré trois tessons de verre, de facture ancienne, l'un en forme de poinçon, les deux autres ayant pu servir de grattoir. L'un d'eux est poli comme s'il avait été trouvé sur une plage, mais il présente des éclats montrant qu'il a servi. Un os long d'albatros<sup>2</sup>, dont une extrémité a été taillée en pointe, présente des petites incisions parallèles, pouvant être des traces de boucherie. Enfin, l'abondance des charbons de bois et un morceau de bois à demi calciné, qui semble avoir été scié, ne laissent aucun doute : des

Os d'albatros avec des traces de boucherie, abri du Cerfeuil.



Vue du site principal.

hommes ont campé ici. La présence du verre, qui doit provenir sans doute de bouteilles ayant dérivé sur la mer et qui ont été ramassées sur la plage (située en bas), limite l'âge de cet abri qui a été appelé abri du Cerfeuil.

### 7.3. Sur la piste des Alakaluf

Si l'on considère la géographie de l'île, avec ses sommets calcaires déchiquetés et coupants, le passage le plus simple pour se rendre sur la plage de la grotte de la Baleine consiste à partir à pied du seno Soplador (où se trouve la cueva de la Cruz avec sa

sépulture de 250 ans), remonter l'ancienne vallée glaciaire dont le fond est formé de grès sédimentaires facilitant la progression, puis franchir un col à 350 m qui donne accès à une vaste dépression dont les eaux se perdent dans le réseau de la Perte du Temps exploré en 2000. De là, on oblique à l'ouest pour franchir un autre col où se mélangent le calcaire et le grès : c'est là que l'on trouve la doline Calafate et ses vestiges. De là, on accède à une autre vallée glaciaire occupée au milieu par un vaste lac au fond d'une dépression glacio-karstique. De là, il faut franchir une série de cols et de dépressions, perdus dans une forêt inextric-



Grotte Bahia historica avec son aménagement d'os de baleine.



cable, dont on s'échappe en longeant la falaise où se trouve l'abri du Cerfeuil. En continuant le pied de falaise on passe le dernier col, et l'on domine une série de falaises descendant vers la plage.

#### 7.4. Grotte aménagée dans la Baie de la Baleine!

Le 1<sup>er</sup> février, dans l'immense amphithéâtre naturel de la baie de la Baleine battu par les vagues et le vent, nous découvrons le chaînon manquant! Au pied des falaises, dans la partie nord, une succession de grottes plus ou moins protégées par des rochers d'effondrement, offre une série de corridors encombrés de nombreux ossements posés sur un sol sableux. Parmi elles, la grotte Bahia historica présente à l'entrée un ancien habitat humain caractérisé par une construction plus ou moins circulaire élaborée à l'aide d'os de baleine divers. Au fond de l'abri, par un passage bas et sablonneux, nous accédons à une petite salle (8 m x 2 m) sans continuation.

#### 7.5. Un chemin naturel très probable

On a donc ici un vrai chemin naturel, balisé en quatre endroits par des grottes et un abri-sous-roche, ayant servi d'abri temporaire à des hommes, vers une plage dont l'accès maritime est problématique, puisqu'ouvert sur le grand Pacifique et ses récifs, en tout cas impossible ou presque aux fragiles canots des Alakaluf, et même aux petits bateaux des pêcheurs chiliotes. Reste donc à comprendre pourquoi des hommes ont eu l'idée apparemment saugrenue de se rendre sur cette plage? La seule raison valable serait d'aller y chasser des lions de mer ou des phoques, principaux gibiers des Alakaluf, qui leur fournissaient nourriture avec la viande des otariés, et protection avec la grasse et les peaux dont ils se vêtaient et recouvraient leurs huttes.

Aurions-nous retrouvé les traces d'un antique chemin de chasse? Ou bien serions-nous en présence d'une chasse plus récente, quand les pêcheurs chiliotes achetaient les peaux d'otaries aux Alakaluf, voire les embauchaient pour les guider vers les lieux de reproduction des jeunes otaries, sur les roqueries en bord de mer? Ou bien encore, plus rocambolesque, des vestiges liés à des naufragés qui auraient trouvé un abri sur la plage et auraient essayé de s'en échapper par voie de terre? En tout cas, la présence des tessons de verre même de facture ancienne, atteste un usage submoderne de cette chasse particulière... Seules des fouilles permettraient de dater la fourchette d'usage des deux sites découverts. Encore une fois, en nous trouvant sur la piste de Alakaluf en mer comme sur terre, on ne peut qu'être admiratif de leur capacité d'adaptation à un environnement hostile.

L'exploration approfondie des grottes de la plage serait également indispensable pour déterminer si ce lieu magnifique et sauvage a servi de lieu de vie habituel à un goupe d'Alakaluf, ou

bien d'abri temporaire, le temps des chasses annuelles lors de la mise bas des jeunes otaries en janvier-février. La visite à Guarello en février de trois Alakaluf, dont l'un est né à Madre de Dios, pourrait permettre d'éclaircir ce mystère si la tradition orale a conservé le souvenir de cette piste de chasse.

#### Notes

1 C'est d'ailleurs cet article publié après l'établissement de la mine de Guarello qui a donné l'idée à Richard Maire de réaliser la première expédition de spéléologie en 1995 à Diego de Almagro et à Madre de Dios.

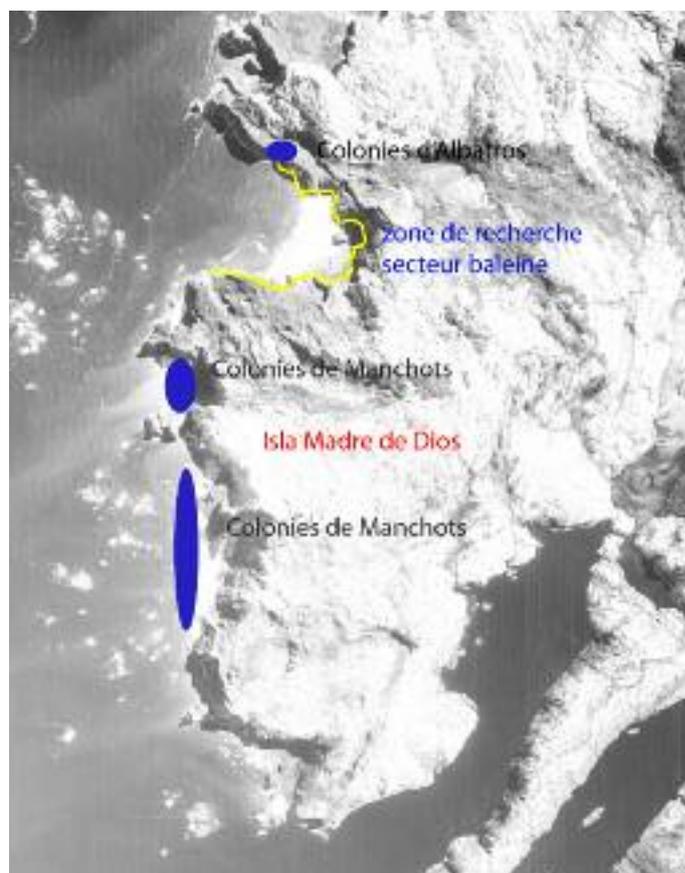
2 L'abondance d'albatros dans la diète s'explique par un étrange phénomène: une gigantesque dépression glacio-karstique en contrebas du col piège les oiseaux qui ont le malheur de dépasser les vents ascendants de la falaise dominant la mer. Nous avons pu observer dans la dépression un albatros perdu, incapable de décoller dans les herbes hautes, ainsi que de nombreux squelettes d'albatros qui ont trouvé là une triste fin.

### 8. Aperçu sur la faune

Les études sur la faune terrestre et aquatique ainsi que les travaux microbiologiques seront effectués en février 2008. Lors du mois de janvier, quelques observations intéressantes ont été faites en termes de localisation. Sur la côte pacifique, en allant à la grotte de la Baleine, plusieurs colonies importantes de manchots ont été observées sur les plages de sable, au fond de plusieurs baies protégées par d'immenses falaises calcaires (carte infra).

Les falaises dominant le porche de 70 m de la Baleine comportent une importante colonie d'albatros avec de nombreux petits. La dépression glacio-karstique située juste à l'ouest de la grotte constitue un piège à albatros (voir note 2 ci-dessus).

Lors de la traversée à pied de Madre de Dios pour rejoindre la grotte de la Baleine, il a été possible d'observer une grande chouette dans la forêt qui domine le lac Soublette à l'ouest. Plusieurs canards (pato vapor) ont été observés sur ce même lac. Des ragondins ont été vus à plusieurs reprises, notamment sur l'île de Guarello. Des petits poissons d'eau douce ont été observés dans le groupe de résurgences situées au fond de la baie de la Baleine (exutoires probables du lac Soublette). Fait plus rare, un poisson-lune de 2 m a été suivi pendant 10 minutes dans la partie nord du seno Eleuterio.



# III. Point médical

## Un milieu naturel qui requiert une extrême vigilance

Le suivi médical de l'expédition a été préparé minutieusement avant le départ de France, en raison de l'absence de médecin dans l'équipe. Du point de vue des moyens humains, une convention d'assistance avait été passée avec le Centre de consultations médicales maritimes national situé à Toulouse, auquel les fiches médicales de tous les participants avaient été remises. D'autre part, une formation aux gestes d'intervention simples (sutures...) avait été dispensée par le SAMU de Toulouse à plusieurs membres de l'expédition.

Sur place, les malades pouvaient consulter un médecin du CCMM directement par téléphone satellite Inmarsat. En janvier, ce dispositif a permis de suivre cinq malades.

D'autre part, la base minière IMOCAP de Guarello avait prévu par sécurité la présence d'un médecin chilien sur place pour la durée de notre séjour. En raison du problème de langue, le dispositif du CCMM lui a été préféré et ce praticien n'a eu à intervenir pour nous que lors des suites de l'accident du 21 janvier.

L'expédition disposait sur place de divers types de pharmacies, constituées selon les préconisations du CCMM. La réserve était stockée à la base de Guarello et deux types de pharmacies mobiles avaient été constitués : une pour les camps avancés, l'autre, plus restreinte, pour chaque équipe sur le terrain. Un matériel pour réaliser des électrocardiogrammes était disponible, mais n'a pas été utilisé. Une civière du Spéléo Secours Français était également stockée sur place.

Le 21 janvier, l'équipe de Centre Terre a connu son premier accident sérieux en quatre expéditions en Patagonie chilienne. Il était dû à une chute de 6 m dans un puits naturel masqué par la végétation, un bloc de roche servant d'appui pour le pied ayant cédé. La victime souffrait de lacérations à la jambe gauche, d'une plaie ouverte à la cuisse, d'une cheville foulée et d'une fracture suspectée à l'humérus droit. Dès le lendemain, l'ensemble des moyens humains et matériels de l'expédition

était mobilisé pour l'opération de secours. Une équipe de secours apportait les médicaments et accessoires nécessaires aux premiers soins et à l'évacuation, tandis que deux équipes de soutien, dont une portant la civière, se mettaient en place sur l'itinéraire. Un traitement avec un antidouleur adapté (Tramadol), une immobilisation de l'avant-bras sur la poitrine, un nettoyage de la plaie et un bandage de la cheville s'avéraient suffisants pour que le blessé, bien entouré, puisse regagner le camp de base par ses propres moyens le 23 au soir. Le blessé était alors pris en charge par le médecin de la base minière (suture, bandage). La radio confirmait la fracture, en montrant en plus une esquille d'os déplacée qui nécessite le rapatriement du blessé lors de la rotation des équipes du début février, pour un traitement chirurgical en France.

La possibilité de la survenue de ce type d'accident est hélas inhérente à la nature du terrain, où les chausse-trapes masquées par la végétation basse et les mousses sont innombrables. La moindre baisse de vigilance y est immédiatement sanctionnée, encore reste-t-il la part de l'imprévisible. D'autres chutes ont également eu lieu, dont une de 4 m, de nouveau à la suite de la rupture d'une prise, mais cette fois-ci sans dommage. L'instabilité des zones d'éboulis en terrain vierge entraîne un autre type de risque, bien réel : un équipier à peine sorti d'une cavité reconnue sur quelques dizaines mètres a vu l'entrée se reboucher définitivement quelques minutes seulement après qu'il en soit ressorti. Il est bien clair que les risques encourus et la grande difficulté de la conduite d'une éventuelle opération de secours exigent de chaque participant de rester en dessous de ses capacités théoriques, et de faire constamment preuve d'une vigilance aiguisée.

Parmi les petites pathologies à caractère traumatique rencontrées en janvier, la majorité était constituée de coupures sur les arêtes de lapiaz, de piqûres occasionnées par les épineux (calafate) et de lésions de dermo-friction dues aux aléas de la progression en terrain accidenté. Des douleurs articulaires (genoux, poignet) ont également été soignées. On a enfin constaté une tendinite demandant un arrêt d'activité de plusieurs jours et quelques désordres digestifs.





Entre un projet et sa réalisation s'interposent évidemment toutes les incertitudes inhérentes à une expédition en zone inconnue, tous les aléas climatiques qui imposent leur loi sous ces latitudes extrêmes, et tous les rebondissements dus aux découvertes fortuites sur le terrain. C'est bien entendu ce qui a encore été constaté en janvier 2008. Ce rapport d'étape n'ambitionne donc que de rendre compte de l'avancement de nos recherches par rapport au projet de départ, des réorientations imposées par les événements survenus, des ouvertures nouvelles découlant de nos trouvailles. Il fait apparaître, par différence, tout ce qui reste à faire pour remplir nos objectifs et tente de dégager les grandes lignes directrices des travaux à réaliser en février.