

01.2000



# ULTIMA PATAGONIA 2000

(CHILI, janvier - février 2000)

Expédition nationale de la Fédération Française de Spéléologie  
sous le haut patronage de M. Jacques Chirac, Président de la République Française



# **Ultima Patagonia 2000**

## **(Chili, janvier-février 2000)**

### **Bilan général de l'expédition**

Equipe Ultima Patagonia 2000

**L'expédition nationale de la Fédération Française de Spéléologie en Patagonie chilienne vient d'inaugurer une nouvelle forme de spéléologie extrême et d'exploration géographique à l'aube de l'an 2000 dans une des dernières terres inconnues du globe. Atteindre ces îles, les explorer, descendre les gouffres, plonger les résurgences, rechercher dans les grottes les restes des anciens Alakalufs, étudier les roches et les paysages karstiques ainsi que la forêt magellanique qui se développe sous l'un des pires climats de la planète, tel a été le "challenge" de cette expédition réalisée en collaboration avec l'Université du Chili (Santiago) et le Service Géologique National du Chili (Sernageomin), et qui a reçu le "Rolex Awards for Entreprise" dans la catégorie exploration (1998) et le soutien de National Geographic (1999).**

### **L'ILE DE MADRE DE DIOS : Un patrimoine naturel unique au monde**

Richard Maire et Jean-François Pernet

Situés à l'extrémité du continent sud-américain, les archipels de la Patagonie chilienne comptent parmi les lieux les plus inhospitaliers et les plus sauvages de la planète. Dans l'île de Madre de Dios (province d'Ultima Esperanza), nous avons exploré les karsts (zones calcaires burinées par le ruissellement et l'infiltration des eaux de pluie) et les gouffres les plus austraux du globe (50-51° lat. S).

Des découvertes remarquables ont été faites en géomorphologie, géologie, spéléologie, environnement forestier et archéologie au sein d'un univers minéral et végétal aussi étrange qu'esthétique. Le monde souterrain, balayé par des crues incessantes, est parcouru par des rivières et des cascades écumantes très difficiles à explorer. Au total, c'est un musée de formes naturelles qui a été révélé à la connaissance des scientifiques et du public, et qui fait réellement de cette terre reculée un des derniers patrimoines naturels de l'humanité jusque là oublié des hommes.

National Geographic, à qui pourtant rien n'échappe, a reconnu qu'il ne connaissait pas cette île karstique d'exception battue en permanence par les tempêtes du Pacifique sud. C'est dire le caractère unique au monde de cette région .

### **Les « glaciers de marbres » : un musée minéral façonné par la pluie et le vent**





Les "glaciers de marbres" de Madre de Dios sont les karst nus les plus spectaculaires du globe, personnages en bas à droite (photo L.H. Fage).





L'île Madre de Dios est formée dans sa partie ouest par d'imposants massifs de calcaires et de marbres du Permo-Carbonifère intensément karstifiés (photo L.H. Fage).



Les roches karstiques blanches, véritables "glaciers de marbres », sont sculptées par les pluies diluviennes en cannelures géantes et formes résiduelles de dissolution profilées dans le sens du vent. Du jamais vu en géomorphologie, comme ces formes en « fusée ». Il s'agit de triangles de marbre fuselés pouvant atteindre 3 à 5 m de long et 10 à 80 cm de haut. Ils se sont formés en quelques millénaires à cause de la pluie, du vent et de blocs de grès. Déposés par les anciens glaciers, les blocs de grès ont été déposés à la surface des marbres et ont joué le rôle d'écran protecteur. Ensuite le vent dominant de nord-ouest a poussé la pluie à l'horizontale. Par dissolution chimique, l'eau de pluie a creusé devant et sur les côtés, mais a respecté la partie arrière située à l'abri en formant progressivement des fusées de marbres alignées dans le sens du vent

## **Les gouffres les plus remarquables des Andes**

(cf. liste des cavités en annexe)

Les gouffres et rivières souterraines explorées sont les plus remarquables par leur dimension et leur esthétique de toute la cordillère des Andes. Au total, c'est 8 500 m de « premières » qui ont été réalisées dans des conditions parfois périlleuses à cause du danger des crues soudaines.

La perte du Futur, profonde de 376 m, est la seconde des Andes en profondeur, mais elle présente une morphologie alpine et un volume beaucoup plus important que la Sima de Milpo (-402 m) située au Pérou. Une autre cavité exceptionnelle, la Perte du Temps, est l'une des plus longues des Andes (plus de 2,6 km de développement pour 200 m de profondeur). Elle est caractérisée par l'enfouissement sous terre, au contact grès-calcaire, d'une rivière pouvant atteindre un débit de plusieurs m<sup>3</sup>/s. L'eau est canalisé dans un canyon souterrain spectaculaire, haut de 20 à 30 m et étroit de 1 m à la base. L'exploration, de haute technicité (mains courantes, pendules), a nécessité l'emploi de 400 à 500 m de cordes pour atteindre 120 m de profondeur.

## **La forêt primaire magellanique : forêt moussue « hors sol » et bonzaï naturels**

Cette forêt originelle, difficilement pénétrable, constitue un joyau naturel et une des rares forêts originelle de la planète. Il s'agit d'une forêt moussue à hêtres primitifs de l'Antarctique (*Nothofagus antarctica*) recouverts par des manchons épais de mousses. Elle peut croître directement sur la roche calcaire et sur un manteau de mousse et d'humus (+ enchevêtrement de troncs morts) pouvant dépasser plusieurs mètres d'épaisseur. On peut la définir comme une forêt hors sol car elle prend sa substance dans l'atmosphère confinée et humide des mousses qui dispense du gaz carbonique tandis que d'autres racines vont chercher les éléments minéraux dans les fissures du marbre. D'autres forêts à *Nothofagus* poussent dans l'eau des marécages et des tourbières. Cette forêt hyperhumide, qui a une parenté proche avec celle des hautes montagnes tropicales (Nouvelle-Guinée, Ruwenzori), abrite des colonies d'oiseaux comme les colibris et des arbrisseaux à fleurs délicates (fuchsias). Dans les endroits abrités, les arbres centenaires croulent sous le poids des mousses. Au contraire, dans les lieux exposés au vent du nord-ouest, les *Nothofagus* ont été miniaturisés par le vent. Ces bonzaï naturels prennent des morphologies remarquables : troncs rampants, croissance en tire bouchon, troncs usés en demi-lune au contact de la roche et phénomène encore jamais vu : un tronc rampant épousant le creux d'une cannelure qu'il a lui-même creusé par dissolution bio-chimique (respiration ou algues).





La forêt moussue à *Nothofagus antarctica* est une forêt "hors sol" qui puise directement sa substance dans l'atmosphère humide et confinée des mousses et dans les fissures du calcaire (photo L.H. Fage).





La forêt moussue à Nothofagus est une forêt primaire qui s'apparente à la forêt moussue de la haute montagne équatoriale de Nouvelle Guinée. Elle constitue un obstacle majeur à l'exploration de l'île Madre de Dios (photo L.H. Fage).



## **Les grottes archéologiques**

C'est la première fois que des sites archéologiques alakalufs, notamment des sépultures, sont découverts dans des grottes karstiques au Chili. Ces faits démontrent que cette région, pourtant si hostile, a été fréquentée et habitée, du moins sur la côte, par les Indiens Alakalufs. L'étude de l'origine de cette population maritime des archipels de Patagonie est d'un grand intérêt anthropologique

## **GEOMORPHOLOGIE ET HYDROLOGIE**

Stéphane Jaillet et Fabien Hobléa

Les « glaciers de marbres » sont des karsts nus où les modalités de l'infiltration, de la circulation de l'eau en surface et sous terre sont à ceux de la haute montagne alpine. Mais dans les archipels patagons, les formes sont exacerbées par surabondance des précipitations pluviales (plus de 7 000 mm/an. En raison du caractère remarquable des sculptures de dissolution (lapiès), actuellement en cours d'élaboration (formes fonctionnelles), et de la nature de l'enfouissement des eaux, nous avons pu étudier certaines modalités de l'écoulement superficiel et souterrain.

### **Géomorphologie karstique**

Une cartographie morphologique de l'île de Madre de Dios a été effectuée à partir de photos aériennes (1/70 000) complétées par les observations de terrain. Cette cartographie (en cours) intègre le positionnement des cavités et émergences repérées et explorées dans la moitié sud de l'île. A plus grande échelle, une étude morphométrique de certaines microformes karstiques remarquables a été entreprise sur le lapiaz nu à proximité et sur le site du micro bassin-versant expérimental du Mont Roberto. Deux microformes ont fait plus particulièrement l'objet d'un protocole de mesures :

- des "champs" de "mini-crêtes" de calcaires profilées par le vent dominant (d'après la série de mesures de dimensions et d'orientations portant sur 130 individus). Une variante intéressante mais plus rare (donc difficilement appréhendable par l'approche statistique) a été observée sous la forme de mini-crêtes en position d'abri derrière des blocs erratiques d'insolubles. En certains sites, la crête protégée a évolué en véritables piédestals comparables à ceux rencontrés sur les karsts alpins anciennement englacés, mais déversés dans le sens du vent, donnant des formes particulièrement insolites qui semblent défier les lois de la pesanteur. Ces indices morphologiques sont particulièrement pertinents pour la mesure de l'ablation karstique depuis la déglaciation ;
- des "escaliers de lapiaz", forme particulière de rigole de lapiaz particulièrement développée dans l'île. Plusieurs paramètres morphométriques ont été mesurés sur la totalité des marches de l'escalier principal drainant le bassin-versant expérimental. Toutes ces mesures sont destinées à des traitements statistiques destinés à mettre en évidence certains caractères morphologiques et leur degré de dépendance vis-à-vis de facteurs tels que la pente, l'orientation, la fracturation et les modalités du ruissellement, notamment en liaison avec les effets du vent. La mise en évidence du





Puits de 70 m sur les "glaciers de marbre" de Madre de Dios, secteur amont de la Perte du Temps.  
Les îlots forestiers de *Nothofagus* sont en situation d'abri dans les dolines rocheuses (photo L.H. Fage)



rôle du vent dans les processus de l'érosion exokarstique, déjà patent pour les "mini-crêtes" de lapiaz, constitue une nouveauté en géomorphologie.

Sur le littoral calcaire, nous avons procédé à des mesures de la hauteur des encoches de corrosion marine, aujourd'hui suspendues à environ 4 m au-dessus du niveau moyen actuel de marée haute. Cette valeur apparaît comme beaucoup plus faible que celle mesurée par l'expédition de 1997 dans l'île de Diegro de Almagro située 200 km plus au sud. Une plongée a permis de repérer une encoche immergée vers - 10 m (Javier Lusaretta).

Dans les cavités explorées, nous avons intégré les relevés et observations morphologiques et sédimentologiques à la réalisation des topographies, ce qui permet de mettre en évidence plusieurs types fonctionnels de cavités, ainsi que des caractères récurrents laissant à penser que la plupart des cavités explorées sont de génération récente. L'étude des sédiments et des spéléothèmes prélevés dans plusieurs cavités devrait permettre de préciser la chronologie et le contexte environnemental de la spéléogenèse. Le réseau de Cueva del Eclipse sur l'île de Guarello témoigne d'un certain polyphasage de la karstogenèse puisque il est recoupé et tronçonné par un canyon de surface. Des prélèvements d'échantillons stériles de fines endokarstiques et de sols injectés dans le karst (réseau de fentes) ont été réalisés à la demande du laboratoire du Professeur J. Colin Murrell, (Département des Sciences biologiques, Warwick University, Coventry, Royaume-Uni) auquel ils seront transmis pour des analyses microbiologiques.

## **L'homme et le karst**

Il peut paraître incongru d'étudier les relations homme / karst dans une île inhabitée. Deux raisons justifient cependant une telle préoccupation :

- la présence d'une exploitation minière sur l'île de Guarello, voisine immédiate de Madre de Dios. En effet, nous avons eu l'opportunité de séjourner plusieurs jours dans cette mine qui exploite le calcaire pur pour les besoins d'une entreprise sidérurgique (Huachipato). Nous avons ainsi pu observer les différentes phases de l'exploitation (extraction par minage dans un cratère bien circonscrit, évacuation par tapis-roulant dans un tunnel jusqu'au quai d'amarrage du minéralier) ainsi que les conditions d'implantation des infrastructures d'hébergement des hommes et du matériel. Nous avons pu nous rendre compte du peu d'impacts paysagers et écologiques que cette mine occasionne grâce à sa conception en cratère, son système d'évacuation par tapis-roulant en tunnel), et l'attention particulière apportée par la direction et le personnel pour respecter du mieux possible l'environnement. La mine dépend du karst pour son alimentation en eau potable, en partie tirée d'un captage dans la Cueva del Eclipse, cavité active dont un tronçon a été barré par un petit barrage en bois permettant la constitution d'un réservoir capté par tuyauterie à environ 800 m des bâtiments miniers. L'exploration plus amont des autres maillons de ce réseau recoupé par l'érosion de surface a permis de retrouver des vestiges d'anciens ouvrages de régulation des débits du cours d'eau capté, aujourd'hui ruinés et non fonctionnels.

- la découverte de nombreux vestiges de fréquentation humaine dans les grottes littorales : grottes-sépultures (squelettes humains, foyers, offrandes funéraires) et grottes-mines (limon à hématite pour les pigments de peinture) pour les Alakalufs, grottes sanctuaires et grottes à explorer pour les pêcheurs chilotes et les personnels miniers de passage (tombes Alakalufs "christianisées", grottes sanctuarisées (avec à la mine de Guarello, une nième "reproduction" de la grotte de Lourdes, sans doute la plus australe de la planète !), batons laissés en signalement du



passage, traces de mains mondmlcheuses sur les parois...) sont autant de témoignages nouveaux de l'ubiquité de certains usages et comportements en relation avec les grottes.

## **Météorologie et hydrologie**

### **Météorologie :**

Les bons contacts entretenus avec la base de Guarello ont permis de récupérer, pour toute la durée de l'expédition (janvier et février 2000), différents paramètres enregistrés à pas de temps horaire : température (intérieure et extérieure), température maximum et minimum extérieure, pression barométrique, humidité intérieure et extérieure, vitesse du vent, vitesse des rafales, direction du vent, température au vent et précipitations. Certains de ces paramètres sont connus pour les années 1998 et 1999.

### **Hydrométrie :**

Afin de suivre les variations de débits et de température des systèmes karstiques, un équipement hydrométrique a été mis en place du 3/02/2000 au 17/02/2000 sur le ruisseau de la « Cueva del Eclipse », situé non loin de la station de Guarello. Il s'agit d'un prototype de Luiropatagraphe (mis au point par REP).

Les enregistrements obtenus seront corrélés aux données météorologiques afin d'étudier les temps de réaction (relation pluie / débit, pluie / température).

### **Physico-chimie :**

Un certain nombre de prélèvements d'eau ont été effectués pour analyser les principaux ions contenus. Ces prélèvements ont été réalisés en différents points des systèmes karstiques (zone d'introduction, zone de transit vertical, zone de transit horizontal, émergence). De nombreuses mesures de conductivités électriques et de températures complètent ces prélèvements.

### **Un bassin expérimental :**

Afin de mieux comprendre les modalités du ruissellement sur lapiaz, une expérience sur un micro-bassin versant expérimental a été mise en place. Il s'agit de la zone de drainage d'une perte, sur karst à nu à rigoles et à escaliers caractéristiques. Les travaux suivants y ont été menés :

- Topographie tridimensionnelle du bassin versant et des ses chenaux principaux. Caractérisation des pentes et de la densité du drainage
- Suivi des précipitations, de la température de l'air et de la vitesse du vent
- Suivi des débits, de la température et de la conductivités de l'eau au droit de la perte
- Prélèvement d'échantillon d'eau régulier
- Réalisation d'un traçage colorimétrique pour le calcul des vitesses de transit de l'eau de l'amont à l'aval du bassin

Le dépouillement et l'interprétation des résultats permettra de montrer l'originalité de la structure et du fonctionnement de cette zone superficielle du karst.

### **Partenaires techniques (prêts de matériel de mesure) :**

Laboratoire de Géographie Physique Appliquée (Université de Bordeaux 3)

Laboratoire de Géographie Physique – CEGUM (Université de Metz)

Laboratoire de Géographie (Université de Savoie)

CNRS – DYMSET – Bordeaux

Commission scientifique Fédération Française de Spéléologie

Comité départemental de Spéléologie de la Savoie

Association scientifique GEO KARST

Association scientifique REP (Recherche et Profondeur)





Puits et sculptures de dissolution (lapias en escalier) sur les marbres au-dessus de la Perte du Temps (photo L.H. Fage).



# BILAN PLONGEE

Michel Philips

Bien que l'expédition ait concentré l'essentiel de ses efforts sur la découverte géographique et sur la recherche et l'exploration de cavités à l'intérieur du, plusieurs plongées souterraines ont permis d'explorer des résurgences noyées situées au niveau de la mer.

## Le siphon Lobos

Ce siphon a été découvert le 31/01/2000 par une équipe partie en Zodiac à la recherche de porches en bord de mer. Sa présence est signalée de façon évidente par une sortie d'eau douce débouchant par une importante rivière dans l'anse située à l'ouest au fond du "seno" Eleuterio. Le jour de la découverte Richard Maire et Jérôme Tainguy mesurent un débit de plusieurs mètres cubes d'une eau non boueuse mais fortement colorée par des particules humiques. L'essentiel de l'eau sort au fond même du lit de la rivière. Un peu plus haut dans le talweg, ils découvrent également une colonie d'otaries au fond de la petite grotte qui sert de trop plein de crue. Cette rencontre nous donne un nom tout trouvé pour le siphon.

Le 03/02/2000, une équipe remonte à nouveau le seno Eleuterio. Grâce à la puissance du hors bord nous parvenons à remonter le courant et à amarrer le Zodiac au milieu de la rivière. Michel Philips est le plongeur de pointe du jour, le débit est aussi fort que lors de la découverte, mais en passant par la plus grosse entrée, dans le lit de la rivière et en s'accrochant au fond, ça doit être pénétrable. De toutes façons, il vaut mieux ne pas aller déranger les otaries dans leur grotte car ces sympathiques pinnipèdes sont parfois agressifs lorsqu'il s'agit de défendre leur petits. Le départ est une diaclase inclinée de moins d'un mètre de large et encombrée de gros bloc, ça racle et ça coince de partout mais ça passe quand même. Au bout d'une vingtaine de mètres, à la profondeur de 6 m, la diaclase s'est un peu élargie et le courant devient maîtrisable. La progression continue en pente douce au dessus du fond de la galerie et des gros bloc qui la jonchent. Au bout de 95 mètres je suis à 39 m de profondeur et en fin de fil dans une galerie de 3 m de large pour 6 de haut. La fin du touret tombe à point car pour aujourd'hui nous nous étions donné -40 comme limite de profondeur compte tenu du matériel emporté et de l'eau à 6 °C. La galerie continue presque à plat, droit dans la direction 350° (comme tout le parcours que je viens d'effectuer), c'est à dire droit vers la perte du lac supérieur.

Deux jours plus tard Javier Lussareta retourne dans le siphon avec l'idée de reconnaître la partie équipée et de poursuivre l'exploration en se limitant à 45 m de profondeur. Le courant a beaucoup diminué, il faut dire que la météo de la veille été particulièrement peu pluvieuse pour la région. Le temps de transfert du réseau est manifestement très court. Cela nous confirme dans notre idée, nous sommes très probablement dans la résurgence de la perte située au dessus. Cette perte au bord d'un grand lac est visible sur les photos aériennes elle est située à 2 ou 3 km de la résurgence. Javier rejoint sans difficultés le terminus et accroche son fil pour continuer. Malheureusement au bout d'une vingtaine de mètres un cran de descente porte la profondeur au delà des 45 m prévus et la galerie semble partir en profondeur. Il rebrousse chemin un peu dépité en ayant posé une quinzaine de mètres de fil.

La plongée suivante ne sera faite que deux semaines plus tard. Entre temps, nous avons parcouru des kilomètres sur terre et sous terre à l'intérieur du massif. Le 19/02/2000, une équipe plongée, film et photo retourne au fond du "seno". Le temps est exceptionnel, grand soleil et surtout absence totale de vent, des conditions que l'on rencontre ici moins d'une fois par an en



moyenne. L'étiage est lui aussi exceptionnel et combiné avec la marée basse il rend difficile l'accès à la rivière du siphon encombrée de troncs submergés. Aujourd'hui j'ai pris plus de matériel que les deux dernières fois : relais de progression, oxygène pour les paliers et surtout gilet chauffant. Je m'enfonce dans la diaclase sans problème, le courant est devenu tout à fait raisonnable. A 115 m, je retrouve le terminus de Javier, quelque mètres plus loin après un cran de descente et une légère remontée, à 44 m de profondeur et 145 m de l'entrée, la galerie change subitement de section. Je passe sous une voûte basse de 1m de haut pour 2 m de large. Derrière, ça continue presque à l'horizontale pour arriver au point bas à -49 m et 160 m de l'entrée. De cet endroit part une galerie inférieure avec un courant qui se dirige vers la sortie. Il doit s'agir d'un des boyaux inférieures visibles dans le lit de la rivière et dans la diaclase d'entrée. Je continue à l'horizontale et bute presque aussitôt sur un paroi. La suite est en haut, en revenant un peu en arrière. Je remonte à la verticale entre de gros bloc qui forment un passage étroit et débouche au dessus de cette trémie dans une vaste salle à 34 m de profondeur et 200 m de l'entrée. Le puits remontant continue vers le haut, mais il est temps de couper le fil et de penser au retour. Au palier je retrouve avec plaisir l'accu du gilet chauffant, en effet le bouchon du "peniflow" s'est cassé et j'ai donc les jambes de la combinaison pleines d'eau glacée. Malgré cela, nous passons 20' à faire des photos avec Carsten puis encore autant avec Jeff pour filmer quelques plans. Le soir même de retour au bateau nous apprenons qu'en raison des ennuis mécaniques que nous subissons depuis plusieurs jours, il nous faut rentrer plus tôt que prévu vers Puerto Natales. L'expé est terminée, le mystère de la suite du siphon Lobos durera donc encore.

### **Siphon Eleuterio**

Deux jours après celle du siphon Lobos, Alan Warild avait découvert une autre sortie d'eau importante dans la branche Est du seno Eleuterio. Une source se jette dans une rivière juste au niveau de l'embouchure de cette dernière dans le fond du seno. Plusieurs passages immergés et émergés constituent autant de fenêtres qui permettent de traverser une paroi de calcaire décollée de la falaise et qui cache une petite salle. Un beau siphon aux eaux claires sort de la roche dans cette salle.

Là encore, nos prospections sur le massif ne nous ont pas permis de revenir sur le site avant le 19/02/2000. Mais ce jour là, au retour de la plongée du siphon Lobos, pressentant la fin du séjour, nous décidons d'aller voir au moins le début de ce siphon d'aspect si sympathique. C'est Alan qui à le plaisir d'y aller. Bien qu'australien, il part avec un bi à l'anglaise, comme quoi le Commonwealth à encore beaucoup d'avenir. Nous l'attendons sur le bord du plan d'eau. Son retour au bout de 20 minutes nous confirme ce que nous pressentions déjà. Ça continue et c'est gros, il a parcouru 85 m avec un point bas à -13 m et s'est arrêté dans une belle galerie de 2 m sur 3 m qui continue. Mais ce sera tout pour aujourd'hui et pour l'expé.

### **Les autres siphons du massif**

L'exploration de cavités à l'intérieur de l'île Madre de Dios nous a permis de découvrir plusieurs autres siphons intéressants. Malheureusement aucun n'a pu être plongé faute de temps et en raison de la logistique nécessaire pour amener le matériel. Le gouffre de la perte N°4 du mont Roberto se termine à -370 sur un siphon qui semble tout à fait abordable. La perte du Temps possède plusieurs siphons ; certains ont été shuntés par des galeries fossile, d'autres sont carrément dangereux (pertes vers l'aval avec un courant violent) et d'autres attendent leur premier plongeur.

Compte tenu de nos contraintes et de nos problèmes de logistique nous n'avons fait qu'effleurer la partie plongée souterraine de l'exploration de Madre de Dios, mais il est désormais établi que de nombreux siphons y attendent leurs explorateurs.



# RECONNAISSANCE BIOLOGIQUE

Pierre Deconinck

Nous avons deux objectifs principaux en biologie : dresser un inventaire de la et étudier sa répartition, ses lieux de vie (biotopes) et ses origines (antarctique ou Amérique du sud). Un intérêt particulier a été porté à la faune des cavernes car aucune espèce n'est connue à ce jour dans ces îles isolées et non explorées. Nous avons trouvé une grande variété d'espèces, mais jamais en abondance en raison de l'hostilité du milieu (pluies et vent). Une fois de plus, la nature montre ses grandes possibilités d'adaptation.

## Méthode

Nous avons récolté des espèces dans une grande variété de milieu : cavité, rivière, lac, tourbière, mousse, forêt, sous les pierres, dans le sable, dans le bois. Le milieu marin, relativement connu, n'a pas été prospecté par manque de temps. Nous avons trouvé la faune à vue, en posant des appâts, en prélevant de la terre ou du sable pour les faire sécher et trier ensuite. Dans un premier temps, l'ensemble des récoltes sera trié par famille (voire genre et espèce) puis distribué pour détermination à des spécialistes du Muséum de Paris, Turin, Genève et de l'Université de Paris 6 (Jussieu), Bordeaux, Lyon. Cette étude de systématique prend du temps ; en effet, quand une famille compte 1000 espèces, il faut pouvoir disposer d'information sur les 1000 pour déterminer l'espèce en question ,surtout si celle-ci est nouvelle.

## Résultats en milieu souterrain

Les arachnides sont les seuls animaux trouvés sous terre. Ces araignées observées dans le milieu souterrain sont de très petites tailles, l'ordre du mm . Leur détermination par des spécialistes permettra de dire s'il s'agit d'un vrai cavernicole (dépigmentation, perte des yeux (critère important)...). Un nombre important de fil d'araignées en tout sens est peut être un signe d'habitat, le début de la colonisation. Ils peuvent leur servir à la récolte de nourriture ?, pour se déplacer ?... Ces éléments renforcent l'espoir d'avoir à faire à des cavernicoles. Il pourrait aussi s'agir d'hôtes occasionnels entraînés sous terre par accident : crues. On peut aussi découvrir qu'ils sont en cours d'adaptation au milieu (les yeux pas totalement disparus). A suivre...

Le peu d'espèce souterraine n'est pas lié à l'absence de milieux propices tel que : argile, sable, eau, terre, bois,... Plusieurs hypothèses sont proposées à cette déficience :

- dernière glaciation récente (15000 à 12000 ans) qui n'a pas laissé assez de temps pour 'féoder' ce milieu ;
- cavités très actives, crues qui emportent tout, vie souterraine impossible ;
- faible densité de faune à l'extérieur ne favorisant pas leur venue sous terre. En effet, la faune souterraine trouve en général ses origines dans la faune extérieure ;

## Résultats en milieu extérieur

Les milieux les plus fertiles se situent dans ou proche de l'eau. En effet les conditions climatiques obligent la faune à se protéger : on la trouve (araignées, myriapode (mille pattes), insectes (coléoptères...), crustacés (cloportes...) réfugiée sous les pierres, dans la mousse, dans



la terre, dans l'eau des tourbières et des lacs... Les arachnides, araignées, acariens, opilions, peuplent largement le milieu extérieur.

Nous avons pu observer deux libellules (bleue, verte et noire.), mais aussi des poissons en rivière, grenouille, sangsues, de nombreuses espèces d'oiseaux (canards, oies, rapace, mouette, colibri, pic vert, etc.), des rats et traces de rongeurs. Il n'existe pas de grands mammifères : vigogne, ours, lapin, renard, loup, puma...

Les escales forcées du bateau ont fait le bonheur de la biologie. Cela permet d'avoir une aire de récolte plus large et de mieux comprendre la répartition géographique.

## BILAN ARCHEOLOGIQUE

Dominique Legoupil

En raison de sa difficulté d'accès, aucune reconnaissance archéologique n'avait jusqu'à présent été effectuée dans l'île Madre de Dios, but de l'expédition Ultima Patagonia 2000. Cette région fait partie du vaste territoire traditionnellement occupé par les nomades marins du centre des archipels de Patagonie, les Alakalufs qui, au début du siècle, parcouraient encore les archipels à bord de frêle canots d'écorce à la recherche de mammifères marins, des oiseaux de mer et des coquillages qui constituaient leur principale nourriture. Ce groupe de chasseurs-cueilleurs est aujourd'hui en voie d'extinction et seule subsiste une poignée d'individus pour la plupart regroupés dans le petit poste de Puerto Eden sur l'île Wellington où nous avons eu l'occasion de les rencontrer lors d'une brève escale (*ph. 1*).

Avant notre visite, on pouvait se demander si l'archipel de Madre de Dios avait réellement été exploité par les Indiens en dépit de sa position marginale sur les bords du Pacifique et de conditions climatiques particulièrement difficiles.

Malgré la brièveté de l'expédition, des traces incontestables de présence indigène (deux sépultures et diverses traces d'habitation) ont été repérées, essentiellement dans les grottes.

### Les découvertes

\* **La Cueva Ayayema** (pos. GPS : 50° 21' 840 de latitude sud et 75° 20' 565 de longitude ouest) où l'on a découvert les premières traces des Indiens, se trouve sur la côte ouest du seno Eleuterio, dans une faille d'accès peu aisé située à 20 m au-dessus du niveau actuel de la mer. Nous l'avons ainsi nommé en référence à un personnage mythique alakaluf souvent lié à la mort.

#### La sépulture

On accède à la grotte par une étroiture qui ouvre sur une très petite salle semi obscure d'où partent deux galeries. Le long de la paroi nord de la salle, coincée sous le plafond très bas on apercevait une mandibule humaine très forte et très concrétionnée et les restes du squelette d'un individu adulte en grande partie recouvert d'éboulis. En raison des mauvaises conditions de conservation (des infiltrations d'eau gouttaient notamment sur certains os) nous avons entrepris une rapide fouille de sauvetage destinée à sauvegarder les principales informations archéologiques de cette sépulture.

La disposition des éléments du squelette montre que le corps n'a pas été simplement déposé ici et recouvert d'éboulis mais qu'il a été l'objet d'un remaniement post-mortem, largement postérieur à la décomposition des chairs et des ligaments. L'ensemble des os était dispersé le long de la paroi et aucune connexion anatomique naturelle n'a pu être observée. La





Éléments de collier en os d'oiseau trouvés sous l'ossuaire (5 squelettes) avec des fragments d'écorces peintes (photo L.H. Fage).



Ces deux coquilles de patelle sont des éléments de collier. A noter l'usure, le trou et les traces d'ocre (photo L.H. Fage).

Éléments de collier découverts dans les sépultures de la grotte de la Cruz.

C'est la première fois que des sites archéologiques alakalufes sont découverts dans des grottes karstiques au Chili



mandibule elle-même se trouvait à deux mètres du crâne qui avait glissé avec plusieurs os (sacrum, fémur, tibia...) dans un recoin très profond correspondant à la faille et obturé par le glissement en oblique de deux grosses dalles.

Il est probable que le corps avait été initialement déposé dans une petite niche située un peu en hauteur où a été retrouvée une phalange. Vu l'exigüité de l'anfractuosité de la roche, il était alors sans doute en position traditionnelle repliée. Il aurait ensuite roulé au bas de la pente après décomposition et peut-être sous l'action d'animaux comme les oiseaux dont nous avons retrouvé de nombreuses traces dans la grotte. Enfin, dans une dernière étape, des éboulis sont venus recouvrir les ossements, apportés curieusement en deux étapes distinctes : tout d'abord les grandes dalles venues obturer le fond de la faille, puis des plaquettes plus petites recouvrant peu à peu le reste des ossements.

Une partie seulement des os a pu être collectée au cours du bref laps de temps dont nous disposions : essentiellement les os dispersés le long de la paroi directement sous les éboulis. Une fouille plus approfondie notamment de la petite couche de sédiment sous-jacente en bord de paroi et du fond de la faille, inaccessible manuellement, pourrait permettre de découvrir le reste des éléments du squelette manquants. Néanmoins le sauvetage effectué a permis d'ores et déjà de collecter les principaux éléments anthropologiques : le crâne, la mandibule et au moins un exemplaire de chacun des os long.

En l'absence d'éléments culturels permettant d'évaluer l'ancienneté de cette sépulture, des analyses C14 seront nécessaires afin d'en connaître la datation. La forte calcification de certains os et en particulier de la mandibule n'est pas nécessairement un signe de grande antiquité ; il peut s'agir d'un phénomène naturel accéléré par les conditions de dépôt dans une grotte calcaire humide. Par contre, on a retrouvé, au-dessus de la couche d'os, un dépôt stratifié d'os de poissons pilés présent un peu partout dans l'entrée de la grotte et qui pourrait correspondre à des rejets de digestion dûs aux oiseaux. Ce dépôt, nécessairement postérieur à la sépulture, témoigne de l'enfouissement déjà ancien des ossements humains.

### La carrière d'extraction d'argile

On a retrouvé plus loin, dans une zone totalement obscure de la galerie principale, des marques d'extraction d'argile. Depuis l'entrée de la grotte, des traces de passage étaient du reste visibles sur le sol ainsi qu'une empreinte de patte de chien. La zone exploitée représentait un cercle d'environ 2m de diamètre correspondant à un petit dépôt sédimentaire naturel résultant sans doute de niveaux d'inondation. On distinguait nettement deux petites cuvettes d'où avait été extraite l'argile ; tout autour une quinzaine de boules façonnées avaient été abandonnées sur place. Il est exclu que les indigènes aient cherché à récolter ce matériau pour façonner des poteries car cette technique est restée inconnue ou en tous cas inutilisée par l'ensemble des Indiens *canoeros* (en canot) des archipels jusqu'à leur extinction. Il est possible par contre qu'il ait servi de liant dans la composition de pâtes colorantes, notamment de colorant rouge à base d'hématite, très largement utilisé par eux à des fins décoratives et peut-être fonctionnelle (manches de harpons, canots d'écorce, pagaies... et éléments de sépultures).

Le lien entre la sépulture et la carrière est très douteux. L'exploitation de l'argile semble plus récente que le dépôt des ossements comme en témoigne l'absence de tout dépôt sédimentaire (notamment de la couche de poissons) sur la zone argileuse. Si les hommes sont venus dans cette grotte tardivement pour chercher de l'argile, ils sont passés nécessairement à côté de la sépulture. N'auraient-ils pas alors participé, volontairement ou involontairement, au glissement des éboulis qui ont recouvert les ossements ?

### **\* La sépulture de la Cueva de la Cruz**

La grotte a été ainsi nommée car une croix de bois visible de l'extérieur était plantée dans un petit muret de pierre bordant la sépulture. La croix (et peut-être l'accumulation de pierres) a



été manifestement surajoutée récemment par des pêcheurs, les seuls à fréquenter occasionnellement la zone.

La grotte est d'un accès plus ouvert et plus facile que la précédente ; elle se trouve à une douzaine de mètres au-dessus-du niveau de la mer, sur la côte sud-ouest du seno Soplador (pos. GPS : 50° 19' 958 de latitude sud et 75° 22' 893 de longitude ouest).

Les ossements se trouvaient à l'entrée de la grotte, en pleine lumière. Ils étaient regroupés en deux ossuaires distants d'environ un mètre disposés sur deux minuscules plateformes en escalier, la plus basse surplombant directement le cône d'éboulis qui descend vers la mer et où avaient roulé quelques os.

Ces os représentent une sépulture collective contenant un minimum de quatre individus dont un adolescent. Ils étaient regroupés en deux tas très mélangés (peut-être même un mélange existait-il entre les deux groupes ce que devrait révéler l'étude anthropologique) ; aucune connexion naturelle n'était décelable et il s'agit encore une fois d'une sépulture résultant d'un remaniement post-décomposition, cette fois clairement intentionnel, qui témoigne pour la première fois de pratiques funéraires secondaires chez les Indiens *canoeros*.

Le relevé des ossements apparents (sans fouille sous-jacente) a été effectué en raison de la menace que représentait la visite récente dont témoignaient la croix et surtout la disparition de tous les crânes, sans doute prélevés comme curiosités. Ce rapide sauvetage nous a permis de constater que les os avaient bien été disposés ici conformément à des pratiques indigènes et qu'ils n'avaient été que peu remaniés par les pêcheurs. Le sédiment des deux zones de dépôt ainsi que quelques blocs rocheux étaient ocrés, pratique mortuaire presque universelle. On a également retrouvé dispersés dans les deux ossuaires des éléments de parure : coquilles de patelles ou de fissurelles (nos "chapeaux chinois") polies, percées et ocrées, perles tubulaires taillées sur os d'oiseaux accompagnées de grandes moules ("cholgás" et "chorros"). Trois fragments de perches en bois étaient tombés dans la pente, devant la grotte, et de nombreux petits fragments de bois et d'écorce, présentant des traces de coloration, montraient qu'une légère structure de bois avait sans doute recouvert la sépulture (peut-être bousculée par les pêcheurs ?). Des pratiques funéraires similaires ont été occasionnellement signalées dans les archipels par des navigateurs ; notamment une mini-hutte recouvrant un corps fut observée par des navigateurs français au XVII<sup>e</sup>s. dans le détroit de Magellan.

Deux autres éléments au caractère rituel très fort marquaient cette sépulture : un foyer sur lequel reposait l'ossuaire amont, et des traces de peintures rupestres ocrées décorant le plafond de la grotte au-dessus des deux dépôts. Ces peintures (quelques lignes et des points), quoique très dégradées, sont pratiquement les premières traces de peintures pariétales découvertes chez les Indiens des archipels à l'exception de légères traces ocrées que nous avons eu l'occasion de découvrir dans un petit abri sous roche proche de Puerto Natales.

Il est difficile de connaître exactement l'âge de cette sépulture, sans doute quelques siècles seulement étant donné l'état de conservation des bois et des écorces. Mais une analyse C14 effectuée prochainement sur les charbons recueillis dans le foyer, devrait permettre de fixer plus précisément cette datation

### **Intérêt anthropologique**

Ces découvertes sont d'un grand intérêt anthropologique pour la connaissance des Indiens des archipels en raison de la rareté des restes humains jusqu'alors découverts dans cette région. La plupart des collections existantes sont très fragmentaires et proviennent de pillages anciens et à l'origine incertaine. Pour la première fois sans doute on dispose d'une collection d'au moins cinq individus appartenant incontestablement au groupe des archipels. Des analyses ADN pourraient présenter un grand intérêt dans la recherche de l'origine de cette population maritime et de ses relations génétiques avec les autres Indiens d'Amérique, sujet souvent controversé. Elles pourraient également permettre de mieux comprendre le fonctionnement des pratiques funéraires



des indigènes de la région de Madre de Dios, notamment en montrant d'éventuelles relations familiales entre les différents individus de la sépulture de la Cruz, et même entre ceux-ci et l'individu découvert dans la grotte d'Ayayema.

En marge de ces découvertes principales, la présence des indigènes était également attestée jusqu'à une époque récente par quelques traces d'occupation telles que des accumulations de déchets alimentaires dans des abris sous roche du seno Azul, des restes d'armatures de huttes en branchages traditionnelles, traces des derniers Alakalufs à avoir fréquenté la zone et enfin une petite cabane en tôle et bois construite sur un îlot en face de la mine de Guarello par le dernier Alakaluf qui vivait ici dans les années 50/60, troquant sa pêche à la mine.

### ***Bibliographie***

EMPERAIRE, J., 1955 - Les nomades de la mer, NRF, Gallimard, 281p.

LEGOUPIL, D., 1998: "Aux confins de l'Amérique australe : les Indiens de Patagonie. *Archéologia*, oct 1998.

## **BILAN MEDICAL**

**(Docteurs Jacques Durand et Yves Prunier)**

L'expédition « Ultima Patagonia » s'est bien déroulée sur le plan médical. En effet si l'on considère le nombre important de participants, soit 34 personnes dont 9 membres d'équipage, et les conditions extrêmes des archipels, nous n'avons pas eu à déplorer de pathologies graves. Il faut une fois de plus souligner l'extrême prudence de la population spéléo d'exploration. En proportion le nombre de soins dispensés est plus important pour des pathologies liées au mode de vie sur une embarcation où l'activité a été intense. En effet nous étions souvent occupés à bord par des travaux inhérents à la manipulation de notre matériel d'expédition. Ainsi, le chargement, le déchargement, le conditionnement de nos différents matériels a été source de coupures sur les mains (parfois avec sutures), de lésions de rappage sur les membres. Dans les mêmes conditions, nous avons été amenés à pratiquer des soins de cette nature sur une partie de l'équipage (mécaniciens, capitaine).

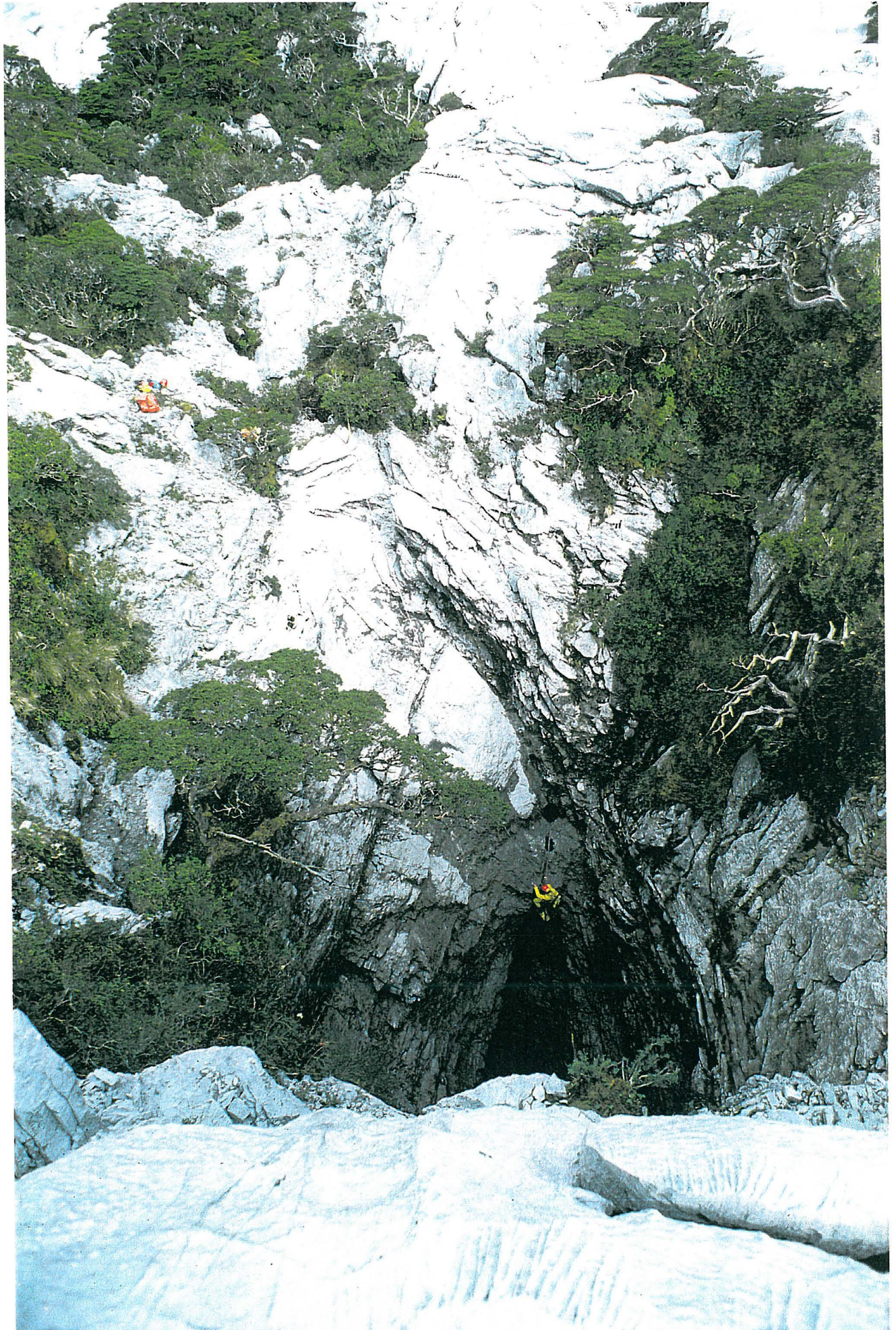
### **Organisation**

L'équipe médicale, composée de deux médecins, a installé l'infirmierie dans sa propre cabine. Nous disposions :

- d'un sac médical de montagne pouvant réaliser des soins de toutes natures à l'exception d'une réanimation cardio-respiratoire longue ;
- d'une trousse de pharmacie de soins courants, en conditionnement fixe ;
- deux petites trousse de soins que l'on répartissait dans les équipes d'exploration (camp avancé et/ou dans les embarcations pneumatiques) ;
- d'une civière du Spéléo Secours Français mise à la disposition des grandes expéditions, plus un ensemble d'attelles d'immobilisation (Ked, Gonflables)

Grâce aux moyens de radiocommunication, une alerte pouvait être transmise dans de bonnes conditions. Le plus souvent, la faible gravité des accidents a permis de différer les soins de quelques heures.





Descente sur corde du Puits de la Luz profond de 100 m. Celui-ci rejoint la partie amont du réseau de la Perte du Temps le plus vaste exploré lors de l'expédition, développement 2,6 km, profondeur 200 m, (photo L.H. Fage).



## **Activité médicale générale**

Nous avons répertorié 50 actes médicaux avec une grande diversité de causes, ce qui traduit une parfaite activité de "médecine générale". Contrairement à ce que l'on pourrait croire la traumatologie n'a pas été la seule de nos occupations. Paradoxalement, l'activité médicale a été monopolisée à terre au début de l'expédition. En effet, l'épidémie de grippe française a poursuivi son œuvre d'abord sur les membres de la pré-expédition (7 personnes), puis sur le bateau, avec 24 à 48 heures d'alitement. Au total près de 60 % des spéléologues ont subi 24 à 48 heures de forts symptômes grippaux, nécessitant des traitements symptomatiques. Autres pathologies infectieuses à signaler : bronchite, laryngite, otite, dermatite axillaire. Signalons quelques troubles digestifs : deux intoxications alimentaires à bord d'Air France et deux gastro-entérites (fruits de mer ?)

Le mal de mer a été traité à une grande majorité des personnes, équipage compris. On peut souligner la grande importance psychologique du phénomène, ce qui a permis à certains l'abstention de tout traitement. A l'opposé, certains se sont couchés durant toute la traversée du golfe de Péñas. Néanmoins, la médication anti-naupathique (contre le mal de mer) fut largement distribuée. L'utilisation de ces médicaments restait libre. Nous disposions en général de deux alternatives médicamenteuses : des dispositifs trans-dermiques à efficacité prolongée sur plusieurs jours, une médication orale dont l'efficacité optimale est d'une journée.

En traumatologie, il faut souligner les multiples petites plaies des mains et membres inférieurs liées à toutes activités, mais pas forcément sur le terrain : tendinites, déchirures musculaires, brûlures (cordage, eau chaude). En dehors du traitement propre, le problème était de faire comprendre aux blessés qu'il était nécessaire de réduire l'activité pour permettre une cicatrisation rapide et de bonne qualité. Mais il est difficile de faire tenir tranquille une personne passionnée dans de telles circonstances. Des souffrances auditives et des troubles du sommeil liés à l'inconfort du bateau (moteurs) se sont autogérés sans l'aide d'aucune thérapie, chacun prenant sur soi. Cependant, malgré l'inconfort de notre vie à bord, en raison de la promiscuité et des nuisances sonores permanentes, nous n'avons pas déploré de désordre de nature psychologique.

## **Accidents en exploration**

En exploration, nous avons eu seulement à regretter deux accidents de gravité moyenne : une brûlure de pied et une contusion traumatique de pied et trois accidents de gravité légère : deux coupures et une élongation musculaire de l'épaule.

La brûlure est survenue au camp avancé de l'expédition, suite au renversement d'eau bouillante vers 23 heures sur un pied seulement habillé de tongs. Cette brûlure du deuxième degré a concerné 3 % de surface corporelle. Devant l'absence de complication infectieuse, l'évacuation du camp n'a pas été immédiate.

La contusion traumatique d'un pied est survenue sous terre lors d'une exploration (Perte du Temps). Un bloc instable s'est détaché d'une prise. Le spéléo a pu sortir par ses propres moyens. L'évacuation vers le bateau au mouillage a été immédiate pour éviter les complications oedémateuses tardives. La descente s'est donc faite sans brancardage, le blessé descendant à son rythme, soit pendant 5 heures au lieu de 2 heures. Les suites de soins ont consisté en une simple limitation de l'activité avec la possibilité de médicaments oraux symptomatiques.



## **Etude psychologique sur l'adaptation en milieu extrême**

Cette étude a été menée à bien par 10 personnes, ce qui est bien étant donné les difficultés de trouver un endroit calme sur le bateau pour répondre à des tests de cet ordre. Les tests ont été communiqués à L'INSERM pour étude. Cela va durer jusqu'à la fin de l'été et nous souhaitons tirer des conclusions intéressantes pour les spéléologues. Un test spécifique à la spéléo sportive est déjà en cours de réflexion.

### **CONCLUSION**

A la suite des reconnaissances de 1995 et 1997, l'expédition Ultima Patagonia 2000 permet de souligner la valeur patrimoniale exceptionnelle des "glaciers de marbres" et des îles karstiques de Patagonie occidentale. Si ce patrimoine paysager et scientifique (archéologie, hydro-morphologie, géologie, biologie, botanique) n'apparaît guère menacé du fait du caractère ponctuel de l'exploitation minière actuelle (Guarello) et du contexte climatique peu propice au tourisme de masse, il convient de sa relative fragilité en raison de son adaptation à des conditions environnementales très drastiques.

Un des objectifs de cette expédition scientifique et sportive était de mettre en évidence des indicateurs de cette valeur patrimoniale et d'en rapporter des témoignages en images (photographies, film) afin qu'elle soit portée à la connaissance des autorités chiliennes, de la communauté scientifique et du grand public. Les équipes scientifique et sportive ont activement collaboré à cette phase des opérations.

#### **Logistique**

Bateau de 34 m + 4 zodiacs. Equipage de 9 personnes. 2 téléphones satellites. 6 jours de bateau ont été nécessaires pour rallier l'île de Madre de Dios depuis le port de Puerto Montt situé plus de 1200 km au nord. Un mois d'exploration.

#### **L'équipe**

Equipe multidisciplinaire de 25 personnes comprenant : une forte équipe de spéléologues de haut niveau (dont 4 étrangers : 1 Australien, 1 Canadien, 2 Espagnols), 3 plongeurs spéléos, 8 scientifiques (3 géologues chiliens, 3 géomorphologues-spéléologues, 1 biologiste-spéléologue, 1 archéologue), 2 médecins, une équipe cinéma (2 cameramen, 1 preneur de son), un photographe (Nat. Geogr.).

#### **Liste des participants**

Jean-François Pernette (chef d'expédition), Richard Maire (responsable scientifique), Dominique Legoupil, Fabien Hobléa, Stéphane Jaillet, Pierre Bergeron, Serge Caillault, Pierre Deconinck, Dr. Jacques Durand, Luc-Henri Fage, Javier Lusaretta, Georges Marbach, Enrique Ogando Lastra, Michel Philips, Dr. Yves Prunier, Jacques Sautereau de Chaffe, Jérôme Tainguy, Bernard Tourte, Alan Warild, Patrick Mauroy, Jean-François , Paul Duhart, Juan Pablo Lacassie, Rodrigo Alejandro Fernandez.

#### **Comité patronage :**



prof. Julia James, Claude Viala, prof. Jean-Noël Salomon, prof. Jean Nicod, prof. Roland Paskoff, prof. Reynaldo Charrier, prof. Arthur N. Palmer, prof. Derek Ford (Ontario), Dr. Jacques Labeyrie,  
Michel Siffre, Nelson Paillou et Haroun Tazieff.

**Prix, sponsors, mécénat, collaboration**

Rolex, National Geographic, Saramite Travaux Publics (Bordeaux), Ministère Jeunesse et Sports, France 2, Europe 1, Petzl, zodiacs Bombard.



# Bilan des explorations souterraines en Patagonie chilienne

ISLAS MADRE DE DIOS (2000), GUARELLO (2000) et DIEGO DE ALMAGRO (1997)

## ISLA MADRE DE DIOS

		minutes	mètres	zéro	Profondeur	Dév. Topo	Dév. NT	Dév. Total
<b>SECTEUR DE SOUBLETTE/MONT ROBERTO</b>								
1 PERTE ROBERTO N°1 perte n°1 du Mont Roberto	S 50°		0	100 000	-20	40		40
	W 75°		0	100 000				
	Z		0					
2 PERTE DES OUBLIS perte n°2 du Mont Roberto	S 50°	18,70	34 627	65 373	-175	465		465
	W 75°	22,71	42 066	57 934				
	Z		440					
3 PERTE ROBERTO N°3 perte n°3 du Mont Roberto	S 50°		0	100 000	-45		120	120
	W 75°		0	100 000				
	Z		0					
4 PERTE DU FUTUR perte n°4 du Mont Roberto	S 50°	18,47	34 203	65 797	-376	760		760
	W 75°	22,65	41 948	58 052				
	Z		460					
5 PERTE DU TEMPS Réseau perte du temps	S 50°	17,75	32 873	67 127	±198	2 150	500	2 650
	W 75°	22,01	40 763	59 237				
	Z		140					
6 POZO DE LA LUZ Réseau perte du temps	S 50°	17,96	33 258	66 742				0
	W 75°	22,37	41 426	58 574				
	Z		200					
7 POZO UNION entrée amont de la perte du temps	S 50°	17,94	33 232	66 768				0
	W 75°	22,34	41 377	58 623				
	Z		200					
8 SUMIDERO COCHINERO	S 50°	ESTIME		66 887	116	196		196
	W 75°	ESTIME		58 997				
	Z		120					
9 SIMA PANTALEON	S 50°	18,43	34 136	65 864	-170	219		219
	W 75°	21,15	39 161	60 839				
	Z		0					
10 POZO SAME sur le lapiaz des amonts de la Perte du Temps	S 50°	ESTIME		66 680	-50		50	50
	W 75°	ESTIME		58 643				
	Z		220					
11 Pozo grande del Lago Desconocido ex P110	S 50°	16,47	30 510	69 490	-110		160	160
	W 75°	22,58	41 818	58 182				
	Z							
<b>VERS SOUBLETTE</b>								
12 PERTE PERDUE (Grande Perte)	S 50°	18,16	33 632	66 368	-50	400		400
	W 75°	21,36	39 559	60 441				
	Z		0					
13 Perte 2 du col de la Perte Perdue	S 50°		0	100 000	-25		40	40
	W 75°		0	100 000				
	Z		420					
<b>BAIE DU PREMIER MOUILLAGE</b>								
14 RESURGENCE PERCHEE La Voie Hispanique	S 50°		0	100 000	10	239		239
	W 75°		0	100 000				
	Z		0					
15 CUEVA MANANA N°1 & 2	S 50°	18,26	18	99 982	70	775		775
	W 75°	75,51	20	99 980				
	Z		145					
16 AYAYEMA	S 50°	21,84	40 448	59 552	7	145		145
	W 75°	20,57	38 086	61 914				
	Z		20					
<b>BAIE DU SECOND MOUILLAGE - SENO SOPLADOR</b>								
17 CUEVA DE LA CRUZ	S 50°	19,96	36 962	63 038	26	198	30	228
	W 75°	22,89	42 398	57 602				
	Z		12					
18 CUEVA PINGUINO	S 50°		0	100 000	20	140		140
	W 75°		0	100 000				
	Z		10	40				



SENO AZUL									
19 CALETA N°1 DU SENO AZUL	S	50°		0	100 000	10		60	60
	W	75°		0	100 000				
	Z			0					
20 CUEVA DU SENO AZUL	S	50°	22,81	42 235	57 765	46	115	10	125
	W	75°	26,50	49 076	50 924				
	Z			10					
21 GRANDE GROTTTE DU SENO AZUL	S	50°	25,69	47 569	52 431	15		80	80
	W	75°	27,18	50 341	49 659				
	Z			10					
22 GROTTTE DE CASSIS	S	50°	20,26	37 523	62 477	10	100	10	110
	W	75°	22,86	42 337	57 663				
	Z			10					
23 GROTTTES DU CRANE DE LOBOS (5)	S	50°	20,67	38 273	61 727	0		250	250
	W	75°	23,89	44 244	55 756				
	Z			0					
24 GROTTTE DE LA PLAGE	S	50°		0	100 000	0		60	60
	W	75°		0	100 000				
	Z			0					
FAÇADE PACIFIQUE									
25 PORCHE DE LA BALEINE	S	50°	17,55	32 495	67 505	18	270		270
	W	75°	27,23	50 437	49 563				
	Z			8					

SENO EULETERIO									
26 CANYON-PERTE DU CONDOR	S	50°	17,79	32 947	67 053	-30		120	120
	W	75°	17,26	31 958	68 042				
	Z			120					
27 RESURGENCE DES LOBOS	S	50°	18,15	33 614	66 386	-49		250	250
	W	75°	17,13	31 725	68 275				
	Z			0					
28 Grand porche des Lobos	S	50°	18,13	33 577	66 423	-25		80	80
	W	75°	16,79	31 095	68 905				
	Z			30					
29 PETIT PORCHE PERCHE	S	50°	20,43	37 836	62 164			4	4
	W	75°	19,83	36 725	63 275				
	Z			15					
30 Surgencia del Fin del Seno (Resurgencia)	S	50°		0	100 000	-13		95	95
	W	75°		0	100 000				
	Z	0°		0					
							<b>6 212</b>	<b>8 131</b>	

ISLA GUARELLO									
31 Grottes de l'Eclipse de Guarello des Rataillons perdus (6 cavités)	S	50°		0	100 000		200		200
	W	75°		0	100 000				
	Z			0					
32 PERTE GLACIAIRE Grande perte glaciaire fossile Ile de Guarello	S	50°		0	100 000	30		80	80
	W	75°		0	100 000				
	Z			50					
							<b>200</b>	<b>280</b>	
TOTAL EXPLORE 2000 :							<b>6 412</b>	<b>8 411</b>	

ISLA DIEGO DE ALMAGRO									
33 RESURGENCE DE L'AVENIR	S	50°		0	100 000	-22	65	140	205
	W	75°		0	100 000				
	Z			0					
34 TROU DES DOCS	S	50°		0	100 000	-70	100		100
	W	75°		0	100 000				
	Z			0					
35 PERTE DU CAMP	S	50°		0	100 000	-40	100		100
	W	75°		0	100 000				
	Z			0					
36 TROU DU CRU	S	50°		0	100 000	-30	60		60
	W	75°		0	100 000				
	Z			0					
37 PERTE DE L'AVENIR	S	50°		0	100 000	-96	589	100	689
	W	75°		0	100 000				
	Z			0					
							<b>914</b>	<b>1 154</b>	

dev. Topo  
**7 326**

dév. Total  
**9 565**