

Estudio de Factibilidad para la Conservación, Protección y Desarrollo
Integral de la Reserva Nacional Torotoro

**Estudio de los recursos espeleológicos de la Reserva
Nacional Torotoro (RNT)**
**Formulación de una propuesta de conservación,
protección y valorización**

Jean Loup GUYOT

Chargé de Recherche ORSTOM
Docteur en Sciences de l'Eau (Université de Montpellier)
Docteur en Géologie-Géochimie (Université de Bordeaux)

Leonildes SOARES MELO FILHO

Mestrado em Geologia, Universidade de Brasília, Brasil



Entrée de la Caverne où pleure le diable (Sapaipaj Huakanon Jusqu)

1. INTRODUCTION

Les résultats présentés sont le produit d'une campagne de terrain menée à Torotoro du 19 au 31 juillet 1997, dans le cadre de l'étude de faisabilité pour la conservation, la protection et le développement intégral de la Réserve Nationale de Torotoro (RNT). Il s'agissait de réaliser un inventaire et une description des ressources spéléologiques et les possibilités de canyoning dans la RNT, puis de faire des propositions pour la conservation, la protection et la valorisation de ces ressources.

Le détail des activités réalisées et les participants sont portés en annexe 1, les résultats des mesures physico-chimiques en annexe 2, de la coloration effectuée à *Umajalanta* en annexe 3, la liste des équipements utilisés en annexe 4, et les références bibliographiques en annexe 5.

2. DIAGNOSTIC : INVENTAIRE ET DESCRIPTION DES PRINCIPALES RESSOURCES SPÉLÉOLOGIQUES

2.1. LE KARST DE TOROTORO

Les phénomènes karstiques (pertes, résurgences, réseaux de drainage souterrains, canyons, dolines, lapiaz) se développent sur les calcaires du Crétacé (formation *Miraflores*) sur l'ensemble de la RNT. Du fait d'une lithologie largement gréseuse, les réseaux souterrains pénétrables, explorés à ce jour, sont ceux qui présentent un écoulement pérenne important, généralement des pertes ou des résurgences, au contact grès-calcaire. Du fait de cette lithologie défavorable, il n'existe que très peu de galeries fossiles abondamment concrétionnées, qui font la richesse des cavernes aménagées de nombreux pays.

Malgré tout, le système karstique *Umajalanta* - *Chiflonkhakha* présente un développement souterrain d'ordre pluri-kilométrique. Les deux cavernes de *Umajalanta* et *Chiflonkhakha*, qui sont les plus grandes de Bolivie, présentent un potentiel touristique intéressant de par leur facilité d'accès, d'aménagement, et de visite. Le karst de Torotoro renferme 5 des 8 principales grottes actuellement reconnues en Bolivie, sans compter les découvertes à venir...

2.2. HISTORIQUE DES EXPLORATIONS SPÉLÉOLOGIQUES DANS LA RNT

Le karst de Torotoro a été porté à la connaissance du monde spéléologique en 1966, quand l'équipe de paléontologues boliviens du professeur Branisa a révélé l'existence de la caverne de *Umajalanta*. Deux spéléologues français présents en Bolivie (Chabert et Meunier, Spéleo Club de Paris) se sont joints à cette expédition et ont ainsi participé à la première exploration de la grotte. La topographie des galeries principales (1600 m) a été levée, puis publiée dans la revue « Grottes et gouffres » du CAF Paris (Chabert, 1967 ; SCP, 1967). La résurgence de *Chili Jusqu* a également été étudiée. Des poissons cavernicoles ont été échantillonnés à cette occasion, puis identifiés comme une nouvelle espèce (*Tricomys chaberti* sp.) par les biologistes du laboratoire souterrain du CNRS de Moulis en Ariège (Durand, 1968).

Vingt ans plus tard, en juin 1987, trois spéléologues français du Groupe Spéleo Bagnols Marcoule - GSBM (Apoteker, Clavel et Guyot) font une reconnaissance sur le massif, lèvent une nouvelle topographie des grandes galeries de *Umajalanta* (1600 m), et repèrent la résurgence de *Chiflonkhakha* (Guyot et Clavel, 1987). En août 1987, une nouvelle équipe (Bulleux, Canonne, Chastand, Guyot, Vega) explore et topographie les résurgences de *Chiflonkhakha* (660 m) et *Wakasanga* (Guyot, 1988). En octobre 1987, quatre spéléologues français (Cohen, Guyot, Labecque et

Marcantoni) continuent l'exploration de *Umajalanta* et relèvent 880 m de nouvelles galeries dans le réseau fossile et la rivière *7 Up* (Marcantoni et al., 1988). En mai et juin 1988, les cinq spéléologues français de l'expédition « Bolivia 1988 » (Kaiser, Kaiser, Pellequer, Susset, Tamisier) explorent de nombreuses cavités sur les flancs calcaires du synclinal de Torotoro, dont le gouffre de *Mira el Gringo*, *Chili Jusqu* et *Chankakhani*. Dans *Umajalanta*, ils découvrent le réseau amont de la rivière *Singani*. Les topographies de ce nouveau réseau (960 m) ainsi que celle de *Chankakhani* (80 m) seront levées par l'expédition française « Inca Sport 88 » du GSBM (Baby, Chaubeau, Guyot, Marcantoni, Perret, Perret). Les principaux résultats de ces deux expéditions seront publiés dans la revue *Spelunca* (Guyot, 1989). En octobre 1988, quatre spéléologues français (Baby, Guyot, Llabarrena et Marcantoni) continuent l'exploration et la topographie des réseaux amont des rivières *Singani* et *7 Up* (410 m) et de l'aval de la rivière *Chuflay* (450 m) après le passage d'une voûte mouillante en apnée (Guyot et al., 1990). En 1989, l'équipe de spéléologues français résidents en Bolivie (Baby, Guyot, Marcantoni) porte le développement de *Umajalanta* à 4600 m, explore et topographie la « caverne où pleure le diable » *Sapaipaj Huakanon Jusqu*, et descend les canyons des rios *Khala Uta* et *Sucu Suma* (Guyot et al., 1989, 1990).

En juillet 1997, dans le cadre de l'étude des ressources spéléologiques de la RNT, la topographie des cavernes de *Umajalanta*, *Chiflonkhakha*, *Chili Jusqu*, *Yurajllustha*, *Sapaipaj Huakanon Jusqu*, *Chankakhani* et *Rodeo* ont été reprises de manière plus détaillée par Leonildes Soares, Vincent et Jean Loup Guyot, accompagnés de Mario Jardin et Ahmed Becerra. Les topographies de *Umajalanta* et *Yurajllustha* n'ont pas pu être terminées, respectivement, par manque de temps et par manque de cordes. Au total, 4750 m de galeries souterraines ont été levées dans 8 cavités. Une coloration a été réalisée dans la rivière *Singani* de *Umajalanta*, qui est ressortie à *Chiflonkhakha* qui n'est pas située dans la même vallée (annexe 3). Il y a donc un phénomène de capture hydrologique lié à l'existence d'une importante fracturation transversale à l'axe des écoulements. Des échantillons d'eau et des mesures physico-chimiques ont été effectués sur 8 cours d'eau de la RNT et dans la grotte de *Umajalanta* (annexe 2).

Les plus longues cavernes de Bolivie

Nom de la caverne	Municipio	Provincia	Departamento	Desenvolv.
1. Caverne de Umajalanta	Torotoro	Charcas	Potosi	4600 m
2. Résurgence de Chiflonkhakha	Torotoro	Charcas	Potosi	720 m
3. Gruta de San Pedro	Sorata	Larecaja	La Paz	510 m
4. Gruta de San Miserato	Santiago	Chiquitos	Santa Cruz	350 m
5. Yurajllustha	Torotoro	Charcas	Potosi	320 m
6. Caverna de los Guacharos	San Rafael	Chapare	Cochabamba	280 m
7. Caverna de Chili Jusqu	Torotoro	Charcas	Potosi	180 m
8. Sapaipaj Huakanon Jusqu	Torotoro	Charcas	Potosi	130 m

Les plus profondes cavernes de Bolivie

Nom de la caverne	Municipio	Provincia	Departamento	Desnivel
1. Caverne de Umajalanta	Torotoro	Charcas	Potosi	- 144 m
2. Yurajllustha	Torotoro	Charcas	Potosi	- 112 m
3. Gruta de San Pedro	Sorata	Larecaja	La Paz	- 49 m
4. Caverna de Chili Jusqu	Torotoro	Charcas	Potosi	+ 37 m
5. Caverna de los Guacharos	San Rafael	Chapare	Cochabamba	+ 35 m
6. Résurgence de Chiflonkhakha	Torotoro	Charcas	Potosi	+ 33 m
7. Gruta de San Miserato	Santiago	Chiquitos	Santa Cruz	+ 28 m
8. Sapaipaj Huakanon Jusqu	Torotoro	Charcas	Potosi	5 m (-3, +2)

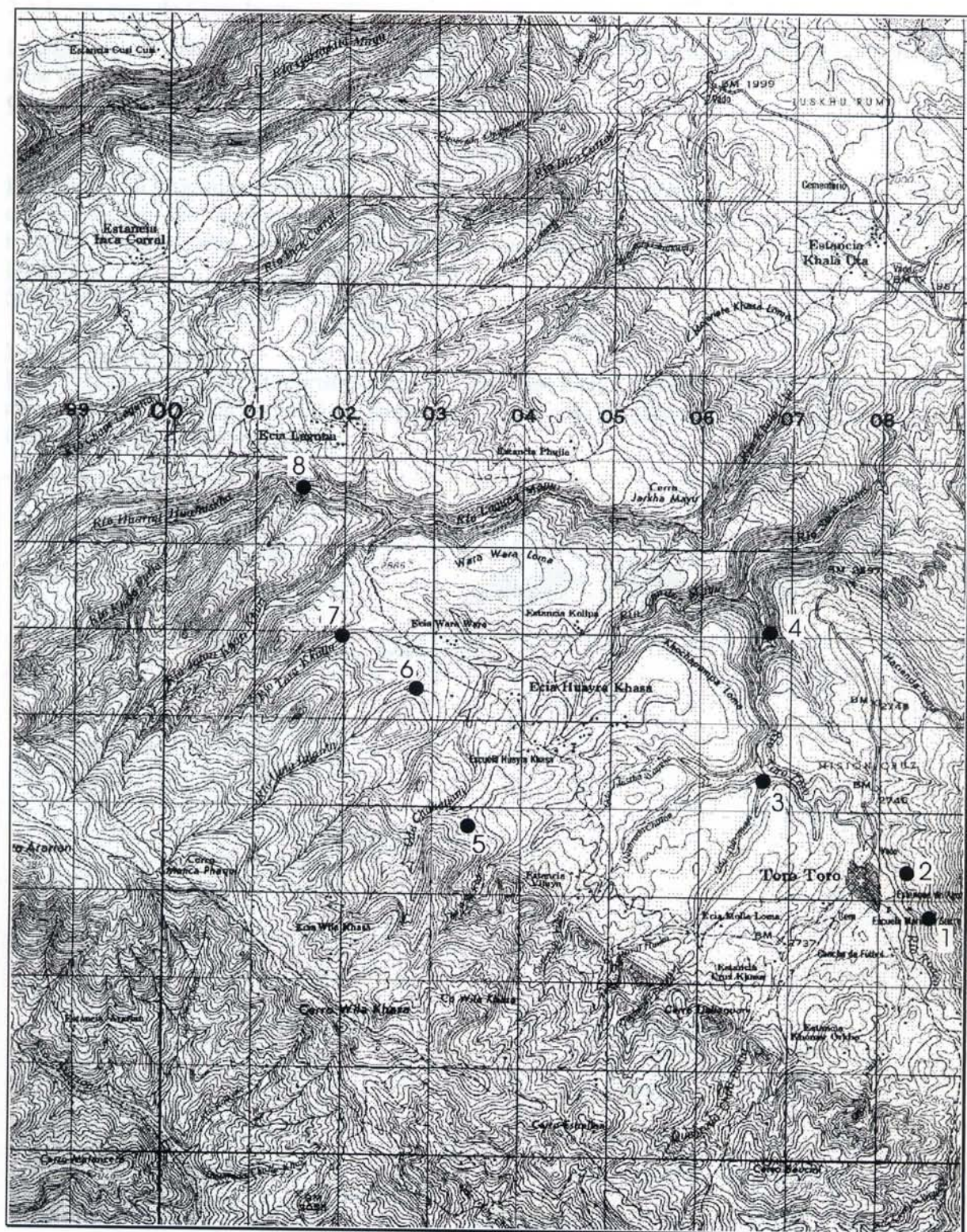


↑ Les affleurements calcaires de la région de *Torotoro*

↓ Le camp de base au col près de *Umajalanta*



3 = Yungllustha, 2 = Umajalanta, 1 = Chusichuni, 4 = Sapajay Huakumun Jirga



Localisation des principales cavernes explorées dans la RNT

1 = Chili Jusqu, 2 = Juchuy Chili Jusqu, 3 = Chiflonkhakha, 4 = Wakasanga
5 = Yurajllustha, 6 = Umajalanta, 7 = Chankakhani, 8 = Sapaipaj Huakanon Jusqu

2.3. INVENTAIRE ET DESCRIPTION DES CAVERNES RÉPERTORIÉES À CE JOUR

2.3.1. Caverne de Chili Jusqu

Localisation : L'entrée de la caverne de *Chili Jusqu* est située à 750 m au Sud-Est de Torotoro, sur le flanc du *Cerro Huayllas Orkho* qui domine le village.

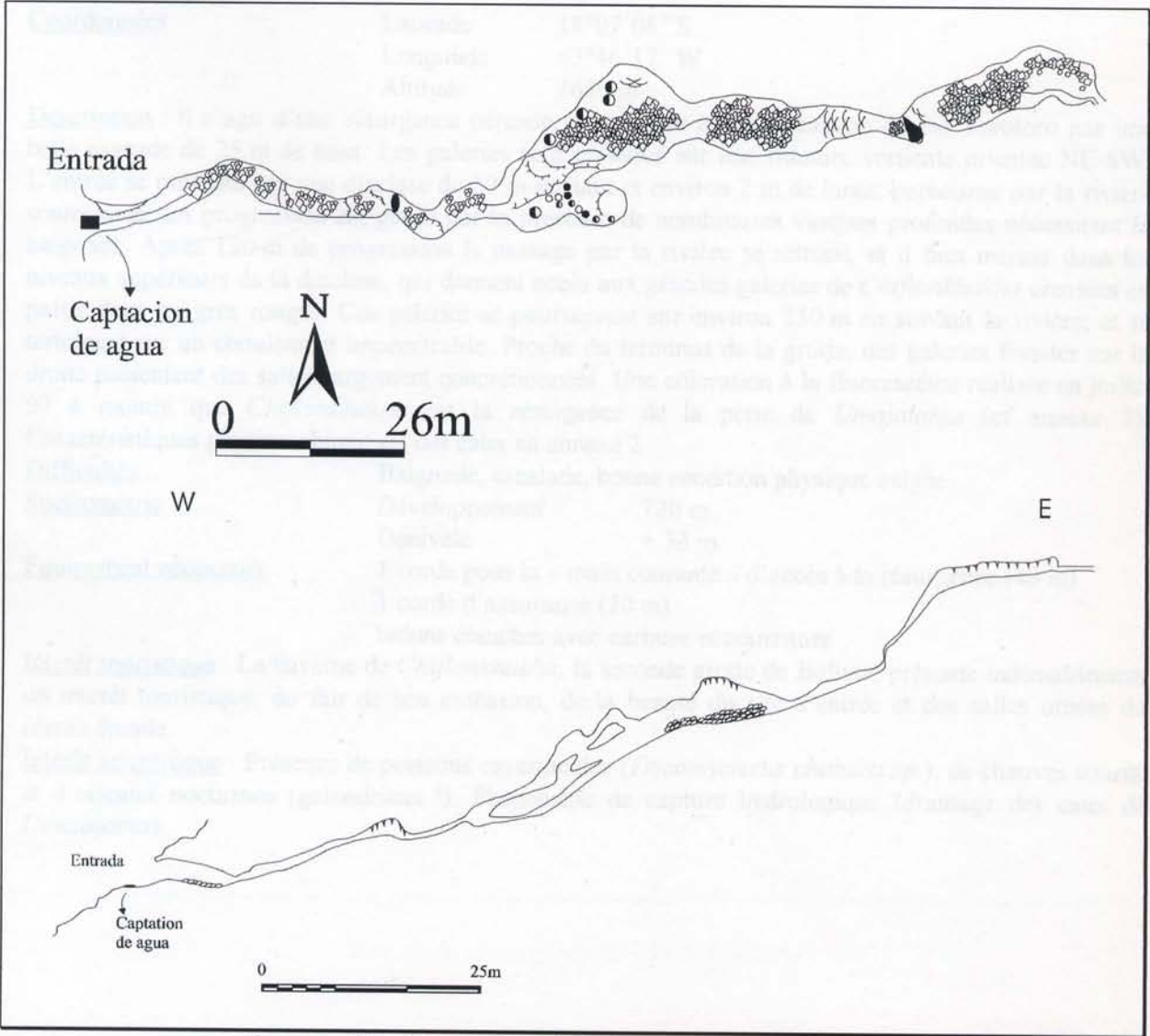
Coordonnées : Latitude 18°08'00''S
 Longitude 65°45'13''W
 Altitude 2879 m

Description : Il s'agit d'une résurgence pérenne, captée pour l'alimentation en eau potable de Torotoro, qui se développe sur une interstrate calcaire. Dans l'ensemble, les galeries parcourues sont étroites et humides. Quelques salles concrétionnées sont observées dans la cavité.

Difficultés : Passages étroits
Spéléométrie : Développement 180 m
 Dénivelé + 37 m

Équipement nécessaire : aucun

Intérêt touristique : L'intérêt touristique de *Chili Jusqu* est limité, du fait de ses faibles dimensions. Par ailleurs, il est fortement conseillé de fermer cette grotte afin de préserver le captage en eau potable (périmètre de protection immédiat).



Topographie (plan et coupe) de la caverne de *Chili Jusqu*

2.3.2. Caverne de Juchuy Chili Jusqu

Localisation : L'entrée de la caverne de *Juchuy Chili Jusqu* est située à 500 m à l'Est de Torotoro, sur le flanc du *Cerro Huayllas Orkho* qui domine le village.

Coordonnées : Latitude 18°07'44''S
 Longitude 65°45'23''W
 Altitude 2784 m

Description : Il s'agit d'une petite résurgence temporaire qui présente un puits inondé.

Difficultés : Aucune

Spéléométrie : Développement 27 m
 Dénivelé - 10 m

Équipement nécessaire : aucun

Intérêt touristique : L'intérêt touristique de *Juchuy Chili Jusqu* est nul.

2.3.3. Résurgence de Chiflonkhakha

Localisation : La résurgence de *Chiflonkhakha* s'ouvre dans le canyon du rio Torotoro à environ 1700 m au Nord-Ouest du village. L'accès se fait soit en suivant le rio (45 mn), soit par le plateau (30 mn).

Coordonnées : Latitude 18°07'08''S
 Longitude 65°46'17''W
 Altitude 2630 m

Description : Il s'agit d'une résurgence pérenne qui s'ouvre en plein canyon du rio Torotoro par une belle cascade de 25 m de haut. Les galeries sont creusées sur une fracture verticale orientée NE-SW. L'entrée se présente par une diaclase de 20 m de haut et environ 2 m de large, parcourue par la rivière souterraine. La progression est gênée par la présence de nombreuses vasques profondes nécessitant la baignade. Après 120 m de progression le passage par la rivière se rétrécit, et il faut monter dans les niveaux supérieurs de la diaclase, qui donnent accès aux grandes galeries de *Chiflonkhakha* creusées en partie dans les grès rouges. Ces galeries se poursuivent sur environ 250 m en suivant la rivière, et se terminent sur un éboulement impénétrable. Proche du terminus de la grotte, des galeries fossiles sur la droite présentent des salles largement concrétionnées. Une coloration à la fluorescéine réalisée en juillet 97 a montré que *Chiflonkhakha* est la résurgence de la perte de *Umajalanta* (cf annexe 3). Caractéristiques physico-chimiques des eaux en annexe 2.

Difficultés : Baignade, escalade, bonne condition physique exigée

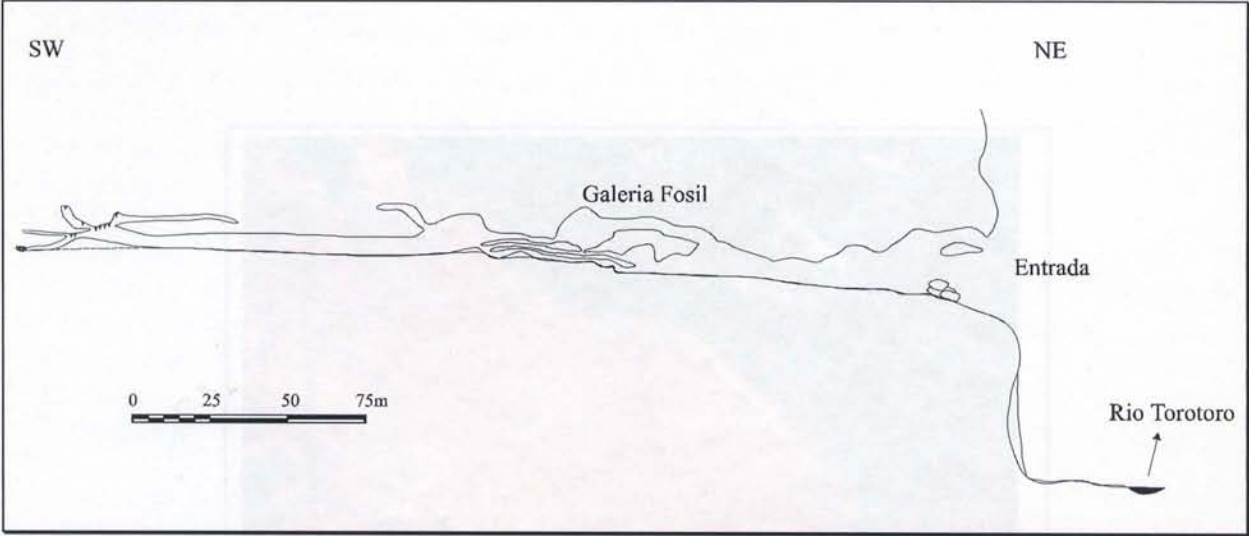
Spéléométrie : Développement 720 m
 Dénivelé + 33 m

Équipement nécessaire : 1 corde pour la « main courante » d'accès à la résurgence (40 m)
 1 corde d'assurance (20 m)
 bidons étanches avec carbure et nourriture

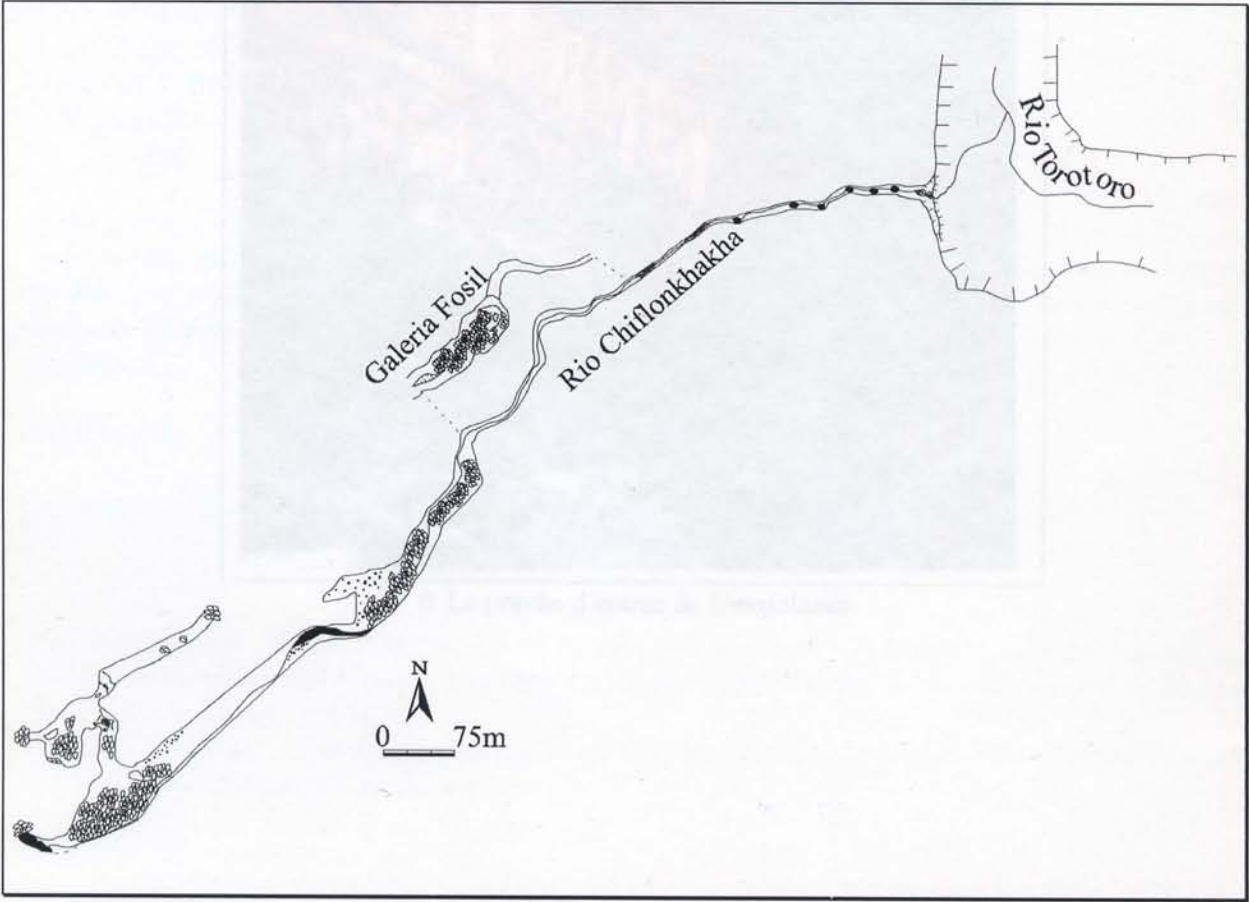
Intérêt touristique : La caverne de *Chiflonkhakha*, la seconde grotte de Bolivie, présente indéniablement un intérêt touristique, du fait de son extension, de la beauté du site d'entrée et des salles ornées du réseau fossile.

Intérêt scientifique : Présence de poissons cavernicoles (*Tricomycerus chaberti* sp.), de chauves souris, et d'oiseaux nocturnes (golondrinas ?). Phénomène de capture hydrologique (drainage des eaux de *Umajalanta*).

Plan de la résurgence de Chiflonkhakha



Coupe de la résurgence de *Chiflonkhakha*



Plan de la résurgence de *Chiflonkhakha*

1.3.4. Réurgence de Watassaga, appelée aussi « El Vergel »

Localisation - La réurgence de Watassaga se situe à environ 700 m au nord-ouest de l'entrée de la grotte, au sud-ouest de l'entrée de la grotte, dans le village de San Juan. L'accès est facilité par un bon sentier qui traverse la zone.

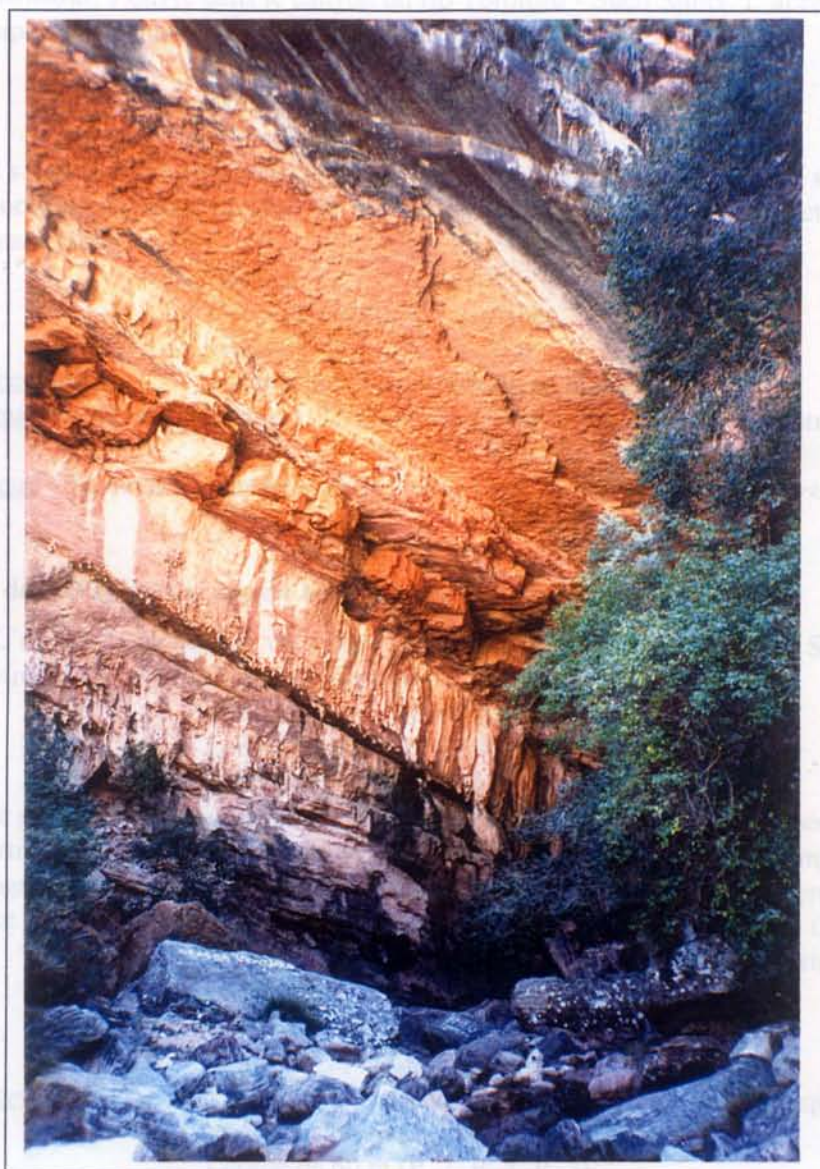
Description - La réurgence de Watassaga est une cascade d'eau qui s'écoule sur une paroi rocheuse. L'écoulement est très rapide et le bruit de l'eau est très fort. La réurgence est très belle et attire beaucoup de visiteurs.

Équipement - Pour accéder à la réurgence, il faut utiliser des chaussures adaptées et un bâton de marche. Il est également recommandé d'utiliser une lampe frontale.

1.3.5. Grotte de Umajalanta
Localisation - La grotte de Umajalanta se situe à environ 100 m au sud-ouest de l'entrée de la grotte, dans le village de San Juan. L'accès est facilité par un bon sentier qui traverse la zone.

Description - La grotte de Umajalanta est une grotte très belle et très grande. Elle est très profonde et très humide. La grotte est très belle et attire beaucoup de visiteurs.

Séquestration - La grotte de Umajalanta est une grotte très belle et très grande. Elle est très profonde et très humide. La grotte est très belle et attire beaucoup de visiteurs.



↑ Le porche d'entrée de *Umajalanta*

Intérêt touristique - L'intérêt touristique de *Umajalanta* est limité à la beauté du site de l'entrée, bien que les amateurs de spéléologie à progression verticale puissent apprécier la belle succession de murs jusqu'à la zone - 60 m.

Intérêt scientifique - Reçoit probablement en profondeur le système « *Umajalanta* - *Chalchicomula* ». L'écoulement s'écoule dans des grès.

2.3.4. Résurgence de Wakasanga, appelée aussi « El Vergel »

Localisation : La résurgence de *Wakasanga* est située à environ 3000 m au Nord-Ouest de Torotoro, et comme *Chiflonkhakha*, s'ouvre dans le canyon du rio Torotoro - Sucu Suma. L'accès est facilité par un bon sentier équipé de 404 marches... (environ 1h de marche)

Coordonnées : Latitude 18°06'16"S
 Longitude 65°46'15"W
 Altitude 2536 m

Description : Il s'agit d'une résurgence pérenne à fort débit, pénétrable uniquement sur une vingtaine de mètres. L'exploration de cette caverne ne pourra se faire qu'en plongée. Caractéristiques physico-chimiques des eaux en annexe 2.

Difficultés : Aucune

Spéléométrie : Développement 20 m
 Dénivelé 0 m

Équipement nécessaire : aucun, sauf si continuation en plongée.

Intérêt touristique : L'intérêt touristique de *Wakasanga* est limité au site de l'entrée (cascade) et au canyon.

Intérêt scientifique : Bassin d'alimentation de la source inconnu. *Cerro Huayllas Orkho* ?

2.3.5. Gouffre de Yurajllustha, appelé aussi « Mira el Gringo »

Localisation : L'entrée de ce gouffre est située sur une dalle de calcaire du flanc Sud du synclinal de Torotoro, à environ 4500 m du village de Torotoro.

Coordonnées : Latitude 18°07'27"S
 Longitude 65°48'09"W
 Altitude 3040 m

Description : Le gouffre de *Yurajllustha* est une perte temporaire entièrement creusée dans les grès, sur une fracture verticale orientée N070. L'entrée du gouffre présente des dimensions impressionnantes, qui se réduisent progressivement au cours de la progression, et deviennent instables en profondeur. Les eaux infiltrées dans ce gouffre rejoignent probablement le drain du système *Umajalanta - Chiflonkhakha*.

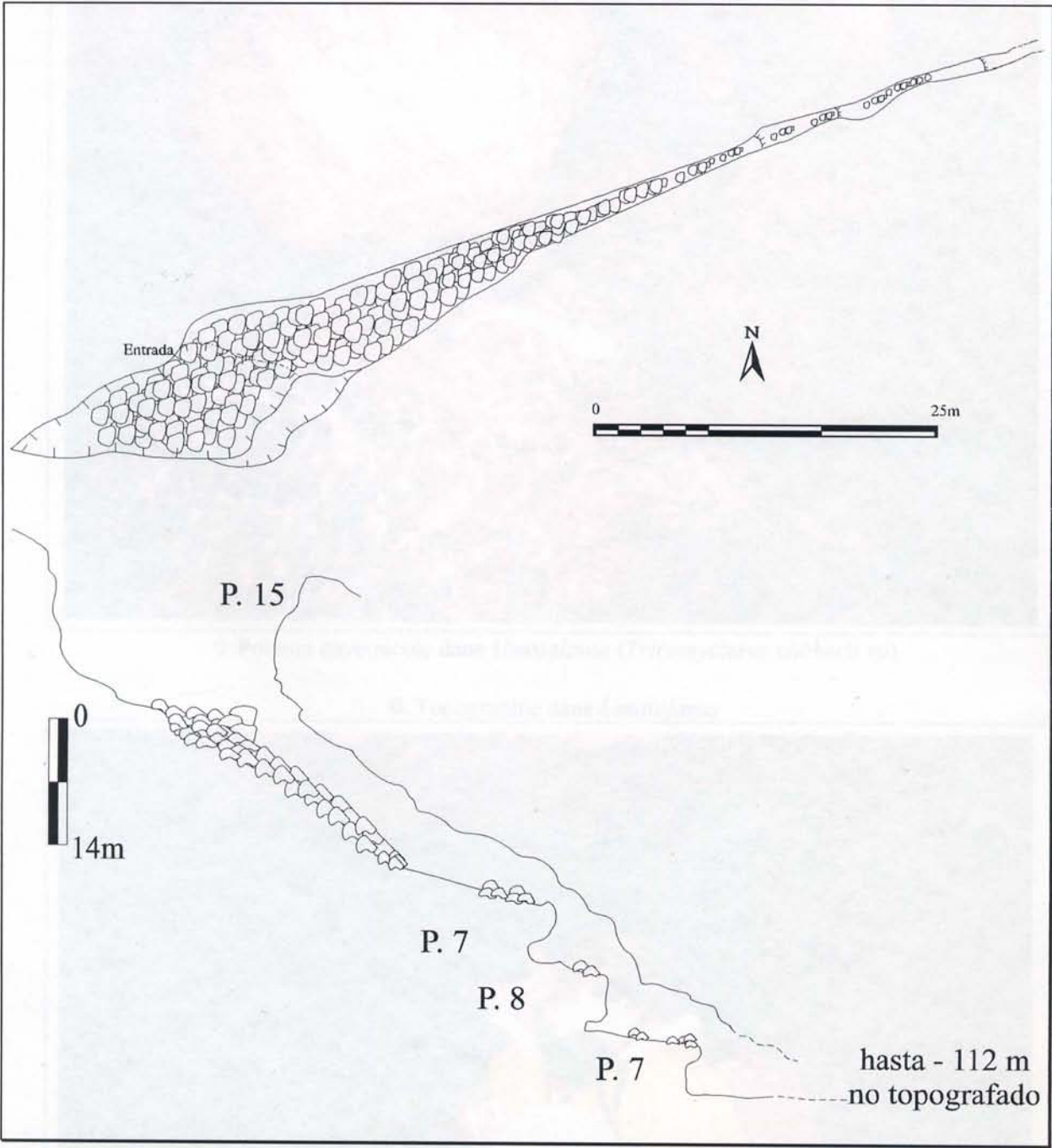
Difficultés : Descente de nombreux puits en rappel. Bonne maîtrise des techniques de spéléologie verticale.

Spéléométrie : Développement 320 m
 Dénivelé - 112 m

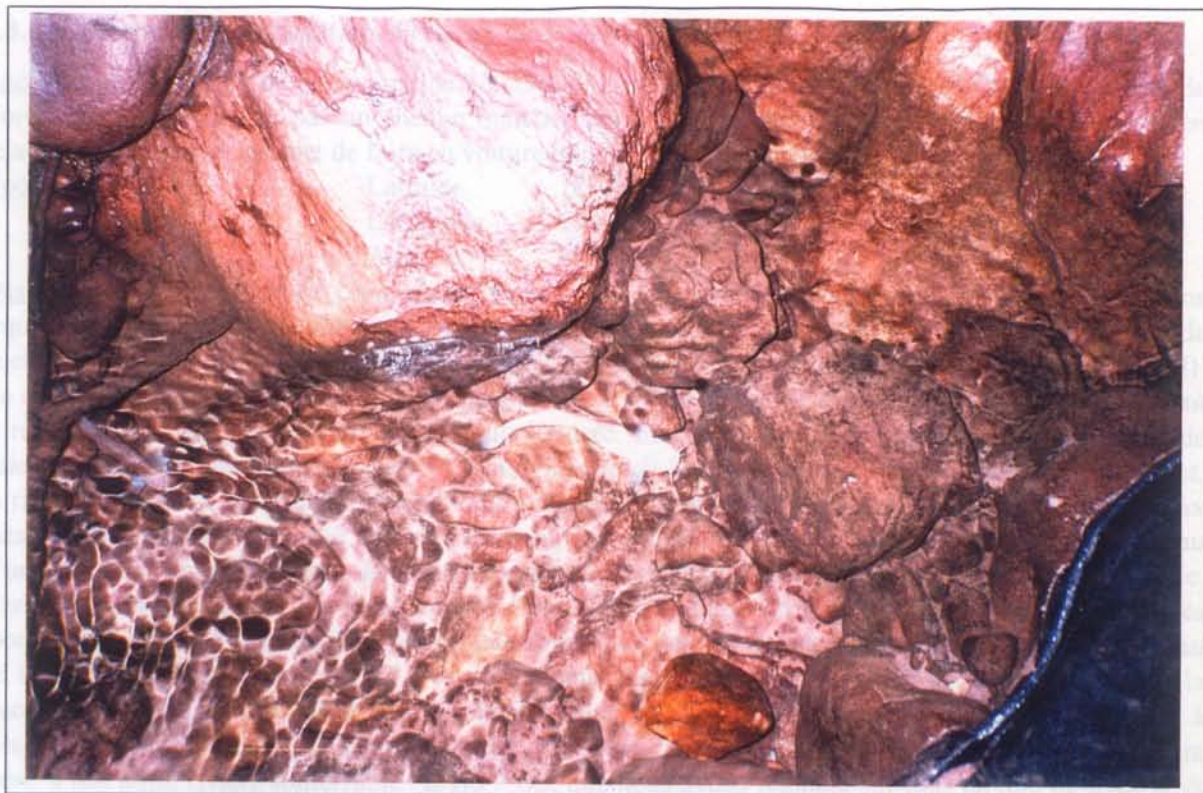
Équipement nécessaire : 6 mousquetons d'équipement avec plaquette (pour spits)
 1 corde de 30 m (P. 15 d'entrée)
 1 corde de 60 m (P. 7, P. 8, P. 7)
 1 corde d'assurance (20 m)

Intérêt touristique : L'intérêt touristique de *Yurajllustha* est limité à la beauté du site de l'entrée, bien que les amateurs de spéléologie à progression verticale puissent apprécier la belle succession de puits menant jusqu'à la cote - 60 m.

Intérêt scientifique : Rejoint probablement en profondeur le système « *Umajalanta - Chiflonkhakha* ». Cavité entièrement creusée dans des grès.



Topographie (plan et coupe) du gouffre de *Yurajllustha*



↑ Poisson cavernicole dans *Umajalanta* (*Tricomycerus chaberti* sp)

↓ Topographie dans *Umajalanta*



2.3.6. Caverne de Umajalanta (« Perte de la rivière » en Aymara)

Localisation : L'entrée de la caverne de *Umajalanta* est située à 5500 m au Nord-Ouest du village de Torotoro, et on y accède par un chemin muletier après une marche d'environ 2 heures. Une piste en relativement bon état, permet de faire en voiture plus de la moitié du chemin.

Coordonnées :

Latitude	18°06'35''S
Longitude	65°48'29''W
Altitude	2800 m

Description : La caverne de *Umajalanta* s'ouvre par un porche impressionnant de 20 x 30 m dans lequel disparaît le rio *Umajalanta*. Il s'agit donc d'une perte pérenne d'une rivière dont le débit varie de quelques litres par seconde en étiage, à plusieurs m³/s lors de la saison des pluies (de novembre à avril). La cavité se développe en interstrates jusqu'à la cote - 120 m (*Lago de la cachuela*) où arrive également le réseau fossile qui suit le cours actif depuis l'entrée. Ensuite, le cours principal emprunte une grande galerie subhorizontale jusqu'à la cote - 140 m (*Galeria de la neblina*) où il reçoit l'apport d'un affluent, la rivière *Singani*. Cet affluent a été remonté sur plus d'un kilomètre de belle rivière, avec de nombreux lacs et cascades. Une remontée de 7 m a été équipée. Le terminus de la rivière *Singani* se fait au niveau d'une immense trémie jonchée de nombreux débris végétaux, attestant de la proximité de la surface. Vers l'aval, la rivière *Chufly* formée du rio *Umajalanta* et du rio *Singani*, est une succession de voûtes mouillantes. Après 450 m de progression très aquatique, dont un passage en apnée, la partie hors d'eau de la galerie devient très étroite, et c'est le terminus malgré un fort courant d'air. Une coloration à la fluorescéine réalisée en juillet 97 a montré que les eaux du collecteur *Chufly* résurgent à *Chiflonkhakha* (cf. annexe 3). Dans la galerie principale, une bifurcation vers la droite à la cote - 135 m mène à une autre rivière souterraine : le rio 7 Up, que nous avons remonté sur plus de 800 m, avec arrêt sur trémie. On trouve dans tous les cours d'eau de la grotte des poissons cavernicoles en abondance. Caractéristiques physico-chimiques des eaux en annexe 2.

Difficultés : Baignade, escalade, bonne condition physique exigée

Spéléométrie : Développement 4600 m

Dénivelé - 144 m

Équipement nécessaire : 2 mousquetons d'équipement avec plaquette (pour spits)

1 corde de 20 m (pour le P. 7 de la remontée de la rivière *Singani*)

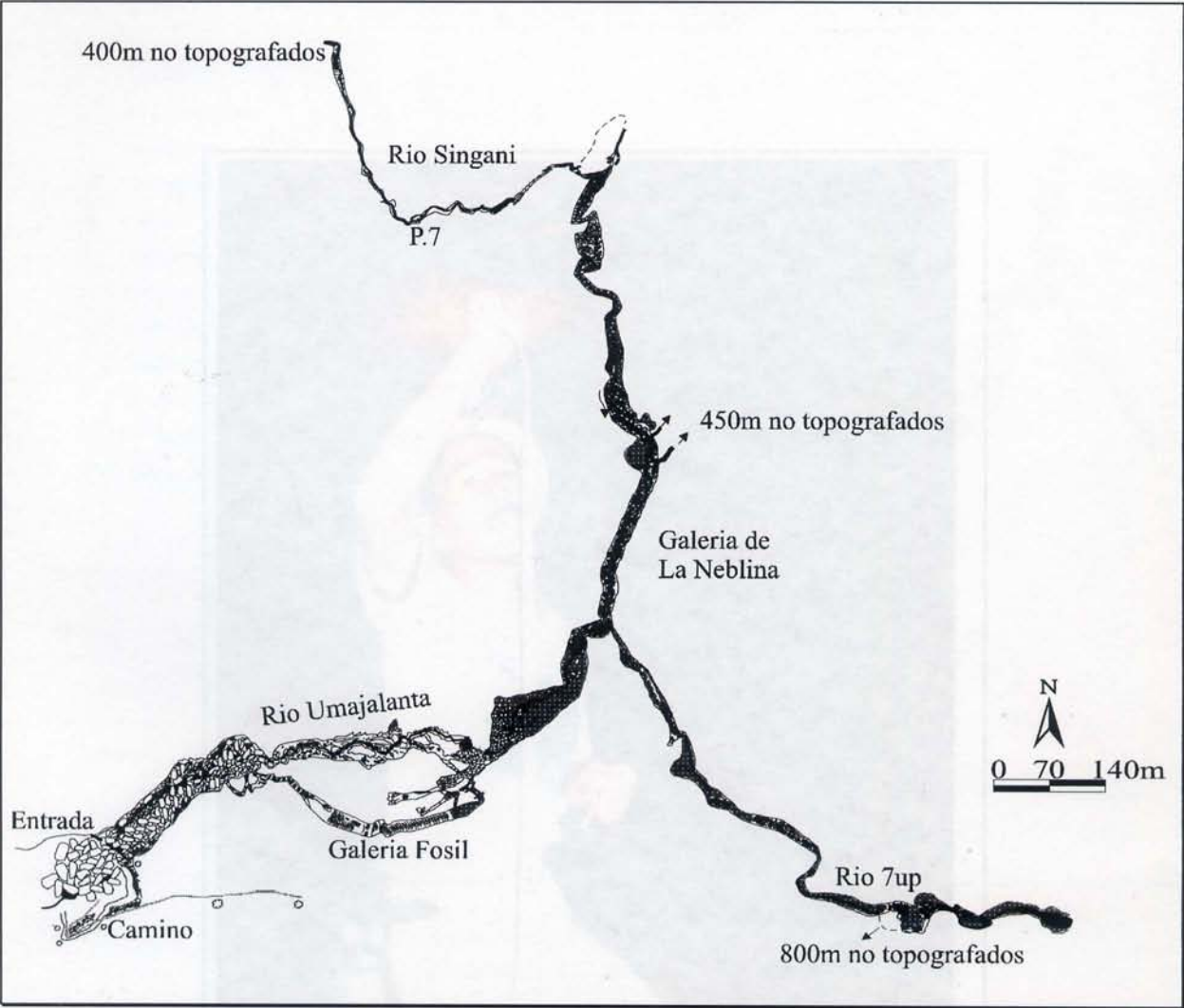
1 corde de 20 m d'assurance

bidons étanches avec carbure et nourriture

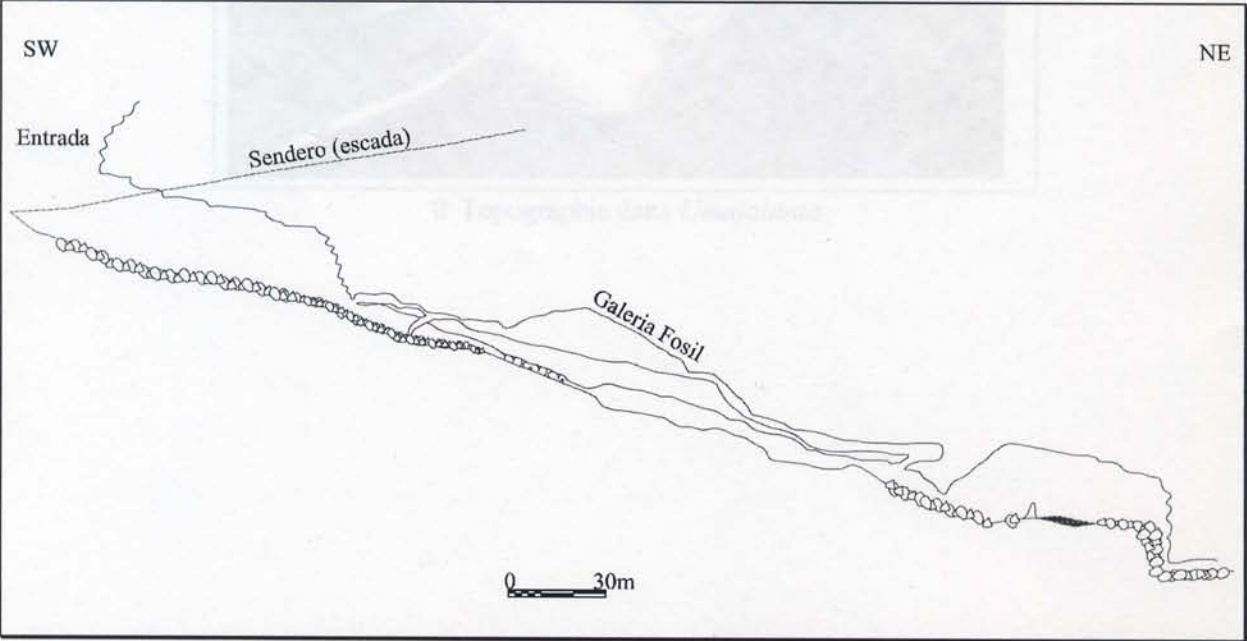
Intérêt touristique : La caverne de *Umajalanta* est la plus longue et la plus profonde de Bolivie, et représente à ce titre un réel intérêt touristique pour le pays, malgré l'absence de galeries richement concrétionnées. La visite actuelle de la grotte (environ 1500 personnes/an) se cantonne presque exclusivement aux galeries fossiles, de l'entrée jusqu'au *lago de la cachuela*. Il s'agit d'un parcours relativement facile, mais ayant subi bien des dommages : graffitis, stalactites brisées... Sous réserve de précautions liées au climat (danger en période de crue), la partie visitable peut être largement augmentée.

Intérêt scientifique : Présence de poissons cavernicoles (*Tricomycerus chaberti* sp). Réseau de drainage bien développé.

Coupe de la caverne de *Umajalanta*, de l'entrée au point 40.



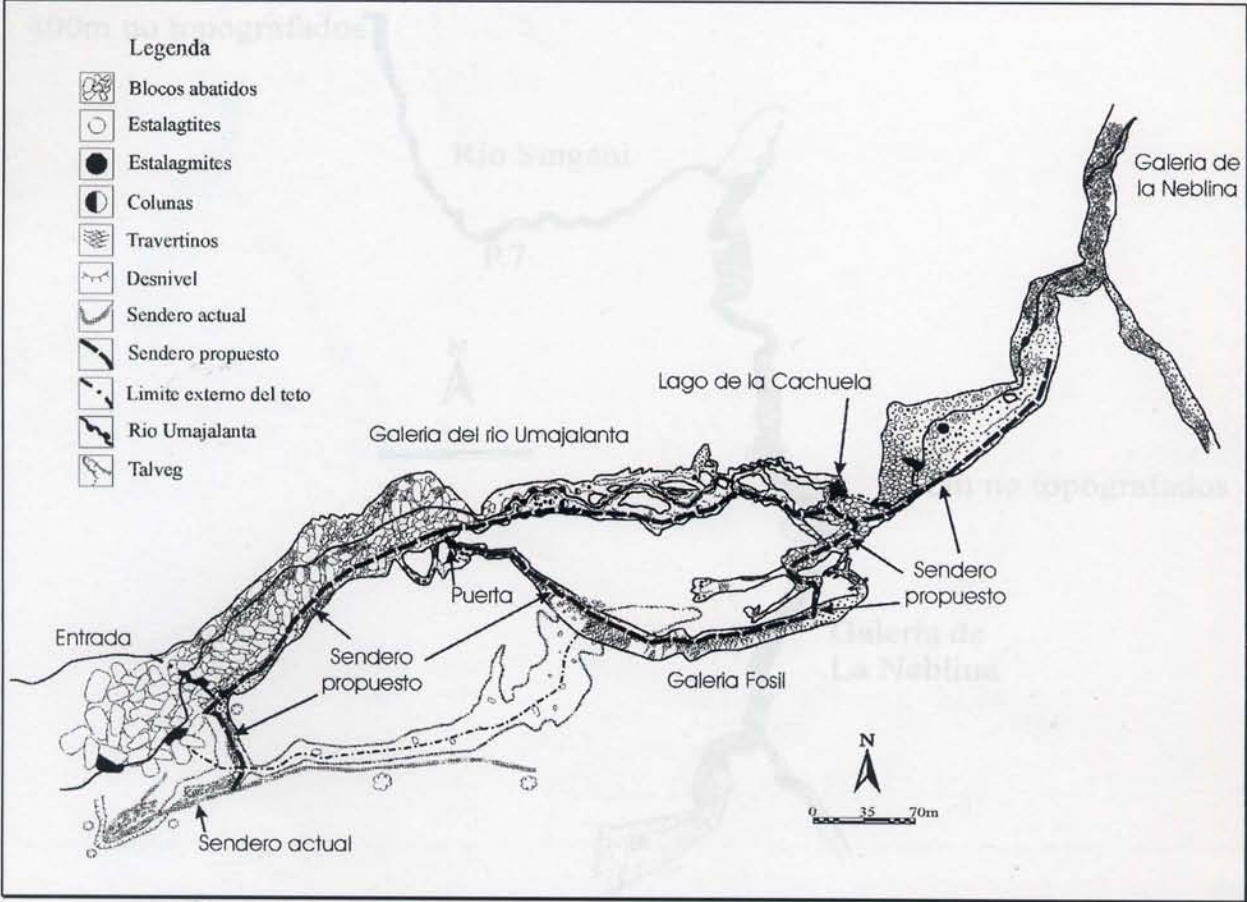
Plan général de la caverne de *Umajalanta*



Coupe de la caverne de *Umajalanta*, de l'entrée au point 40.

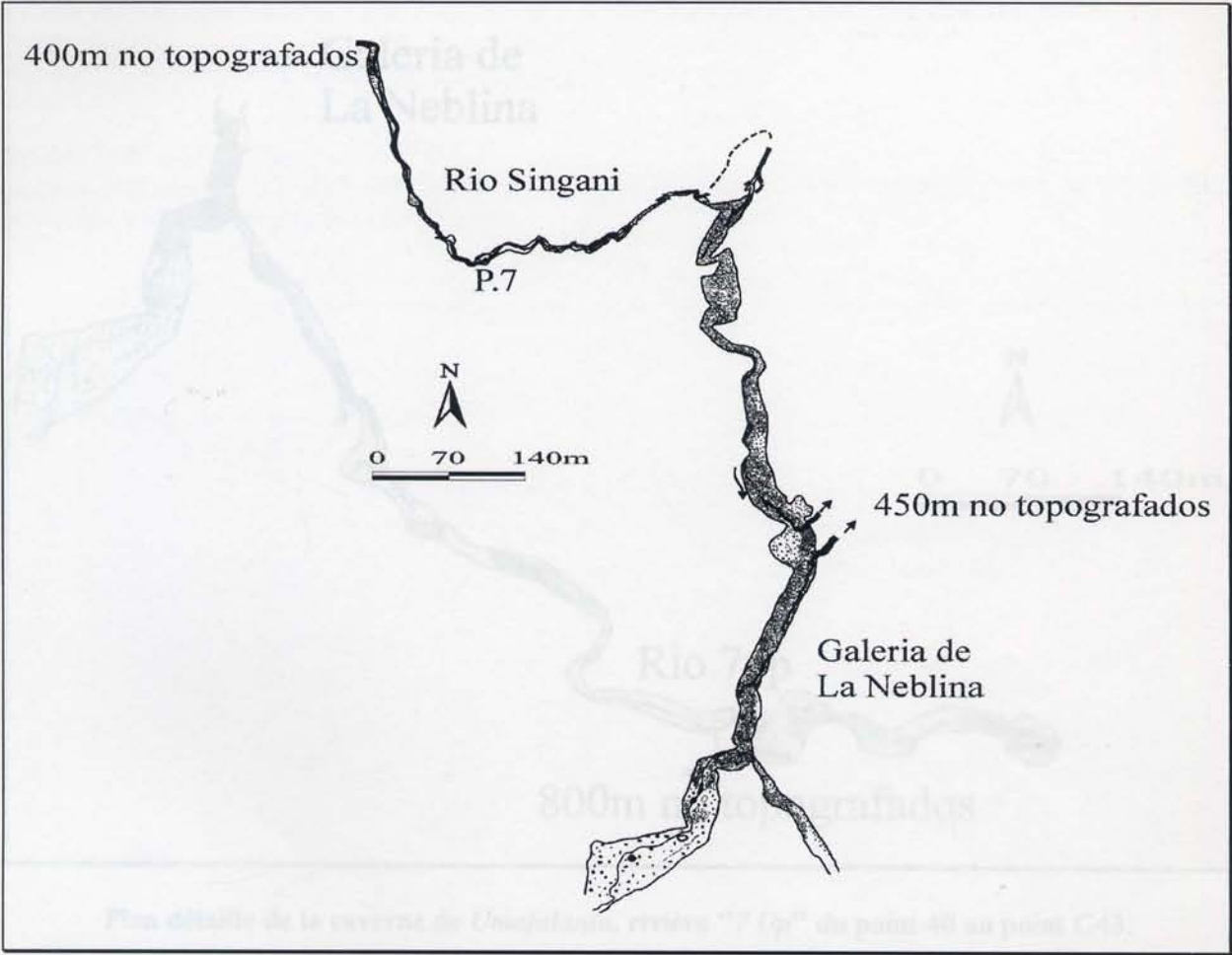


↑ Topographie dans *Umajalanta*

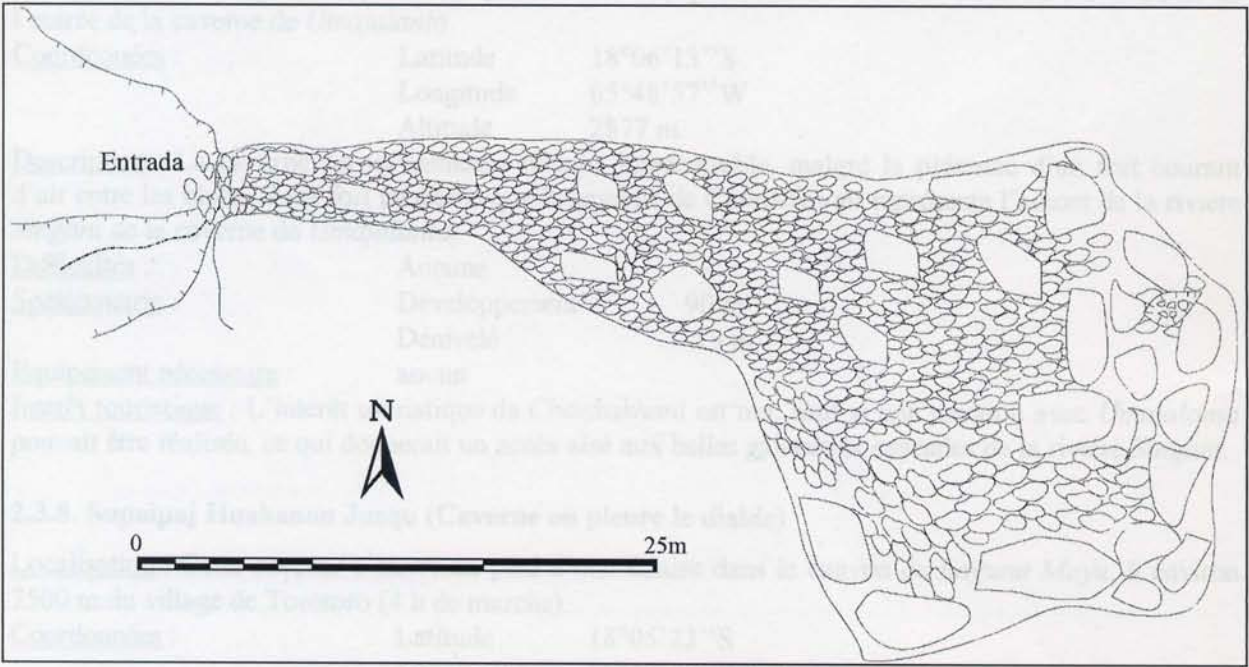


Plan détaillé de la caverne de *Umajalanta*, de l'entrée au point 40 proposition d'aménagement.

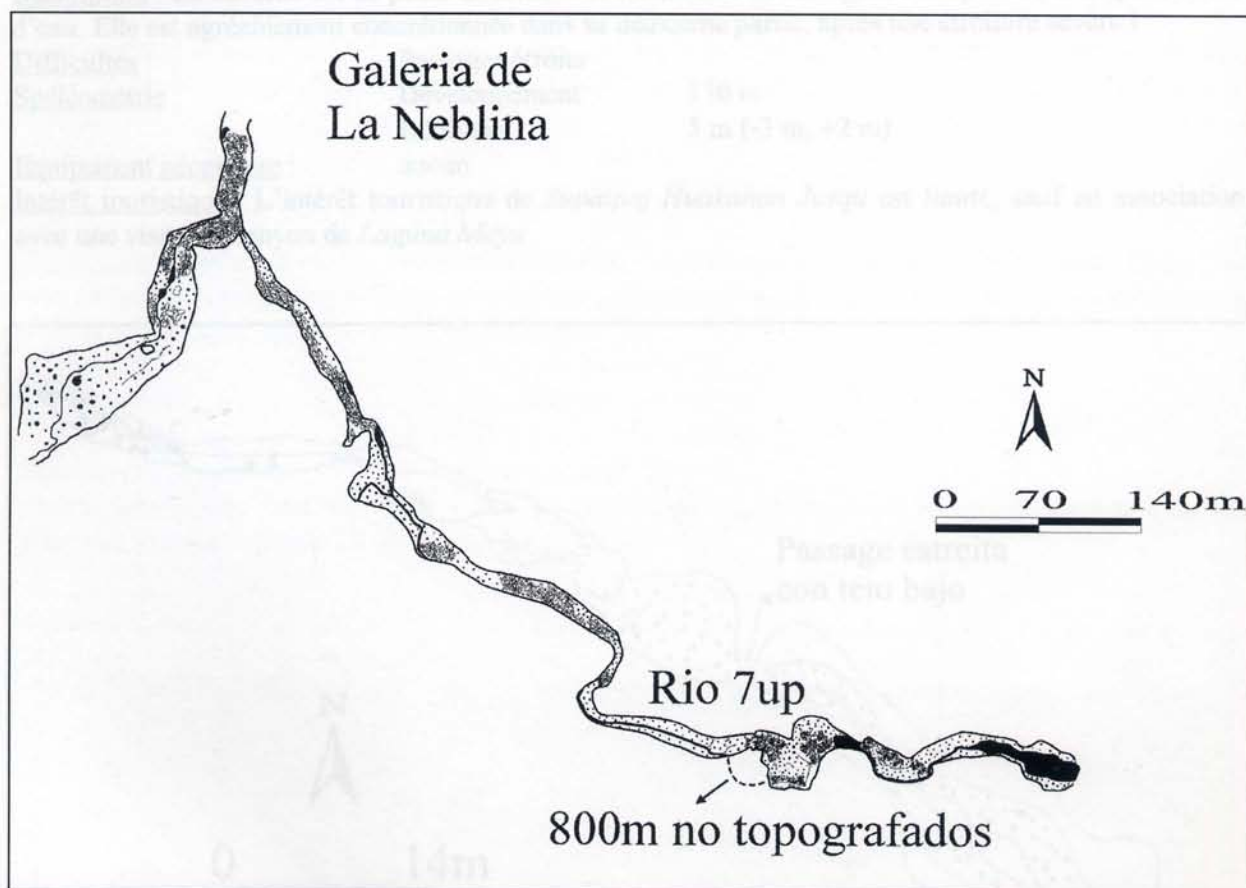




Plan détaillé de la caverne de *Umajalanta*, rivière "Singani" du point 40 au point 130.



Plan de la caverne de *Chankakhani*



Plan détaillé de la caverne de *Umajalanta*, rivière "7 Up" du point 40 au point G43.

2.3.7. Caverne de Chankakhani

Localisation : Il s'agit de la perte du rio *Tara Kholu*, qui s'ouvre à environ 1 km au Nord-Ouest de l'entrée de la caverne de *Umajalanta*.

Coordonnées :

Latitude	18°06'13''S
Longitude	65°48'57''W
Altitude	2877 m

Description : La caverne est un immense éboulis impénétrable, malgré la présence d'un fort courant d'air entre les blocs. Il est fort probable que la caverne de *Chankakhani* représente l'amont de la rivière *Singani* de la caverne de *Umajalanta*.

Difficultés : Aucune

Spéléométrie :

Développement	90 m
Dénivelé	-19 m

Équipement nécessaire : aucun

Intérêt touristique : L'intérêt touristique de *Chankakhani* est nul, sauf si une jonction avec *Umajalanta* pouvait être réalisée, ce qui donnerait un accès aisé aux belles galeries et cascades de la rivière *Singani*.

2.3.8. Supaipaj Huakanon Jusqu (Caverne où pleure le diable)

Localisation : Cette caverne s'ouvre au pied d'une falaise dans le canyon de *Laguna Mayu*, à environ 7500 m du village de Torotoro (4 h de marche).

Coordonnées :

Latitude	18°05'23''S
Longitude	65°49'14''W
Altitude	2772 m

Description : La caverne est de petite dimension et fonctionne en résurgence temporaire d'un petit cours d'eau. Elle est agréablement concrétionnée dans sa deuxième partie, après une étroiture sévère !

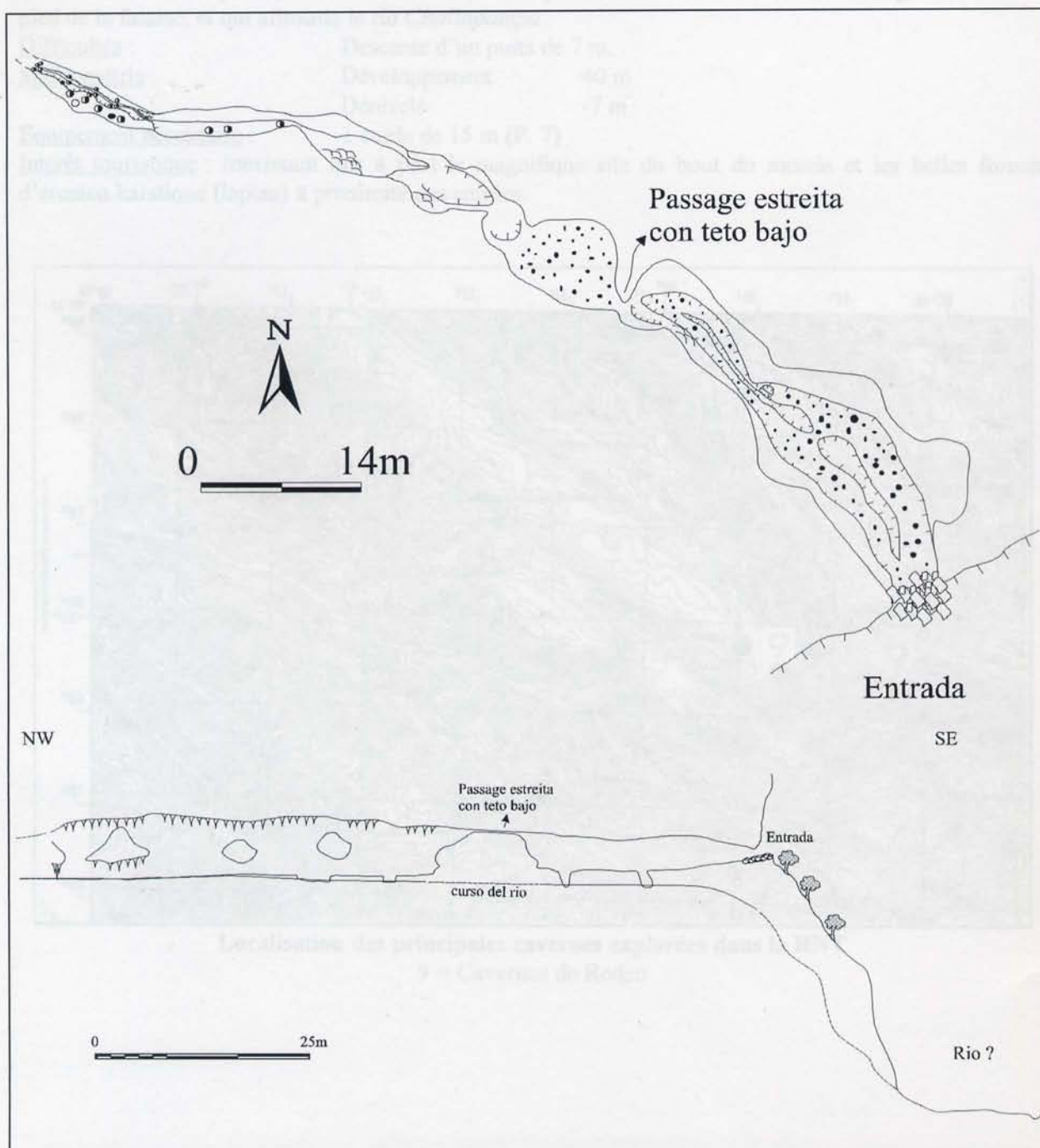
Difficultés : Passages étroits

Spéléométrie : Développement 130 m

Dénivelé 5 m (-3 m, +2 m)

Équipement nécessaire : aucun

Intérêt touristique : L'intérêt touristique de *Supaipaj Huakanon Jusqu* est limité, sauf en association avec une visite du canyon de *Laguna Mayu*.



Topographie (plan et coupe) de la caverne de *Sapaipaj Huakanon Jusqu*

2.3.9. Cavernas de Rodeo

Localisation : Il s'agit de deux petites cavités situées à environ 12 km de Torotoro, vers le Sud-Est, après la *comunidad Rodeo*. L'accès se fait aisément par la piste (1 h de voiture), puis 30 mn de marche.

Coordonnées :

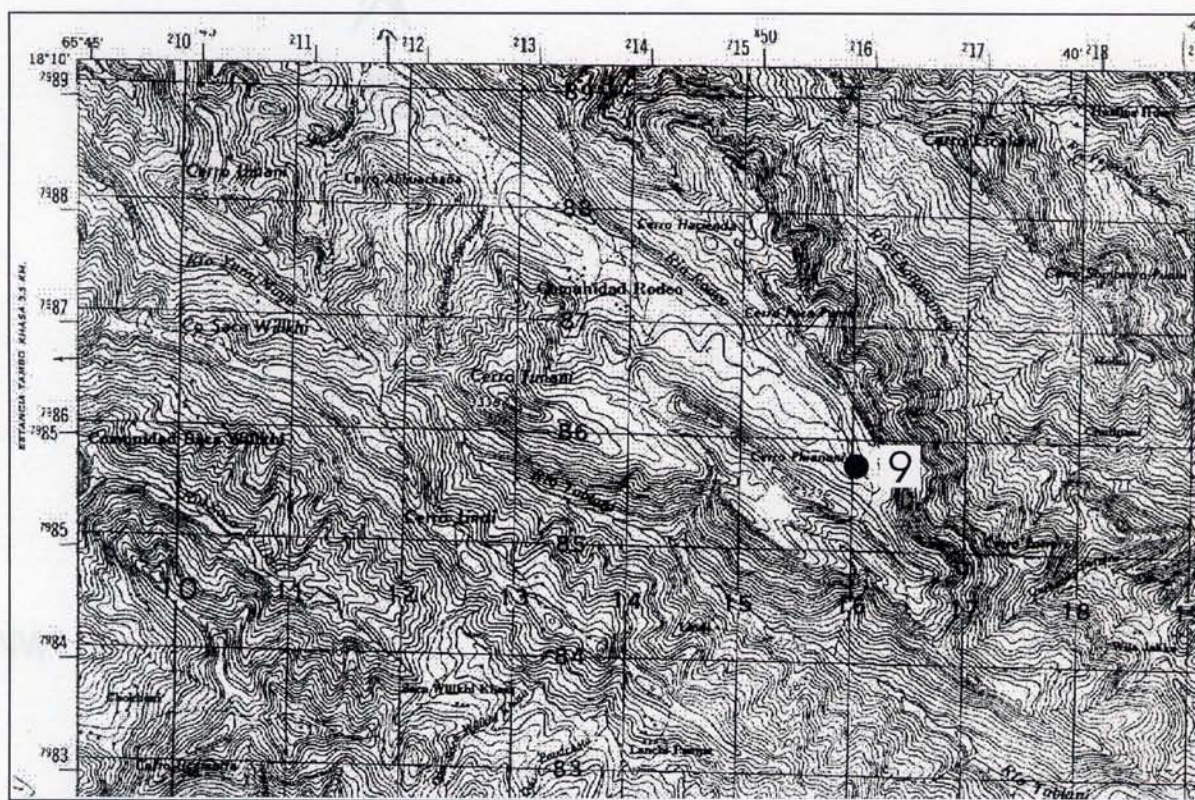
Latitude	18°11'55"S
Longitude	65°41'11"W
Altitude	3083 m

Description : Les deux cavités, de petite dimension, fonctionnent comme pertes temporaires du thalweg issu de la fermeture peri-synclinale. Ces cavités sont probablement connectées à la résurgence située au pied de la falaise, et qui alimente le rio *Challapampa*.

Difficultés : Descente d'un puits de 7 m.
Spéléométrie : Développement 40 m
Dénivelé -7 m

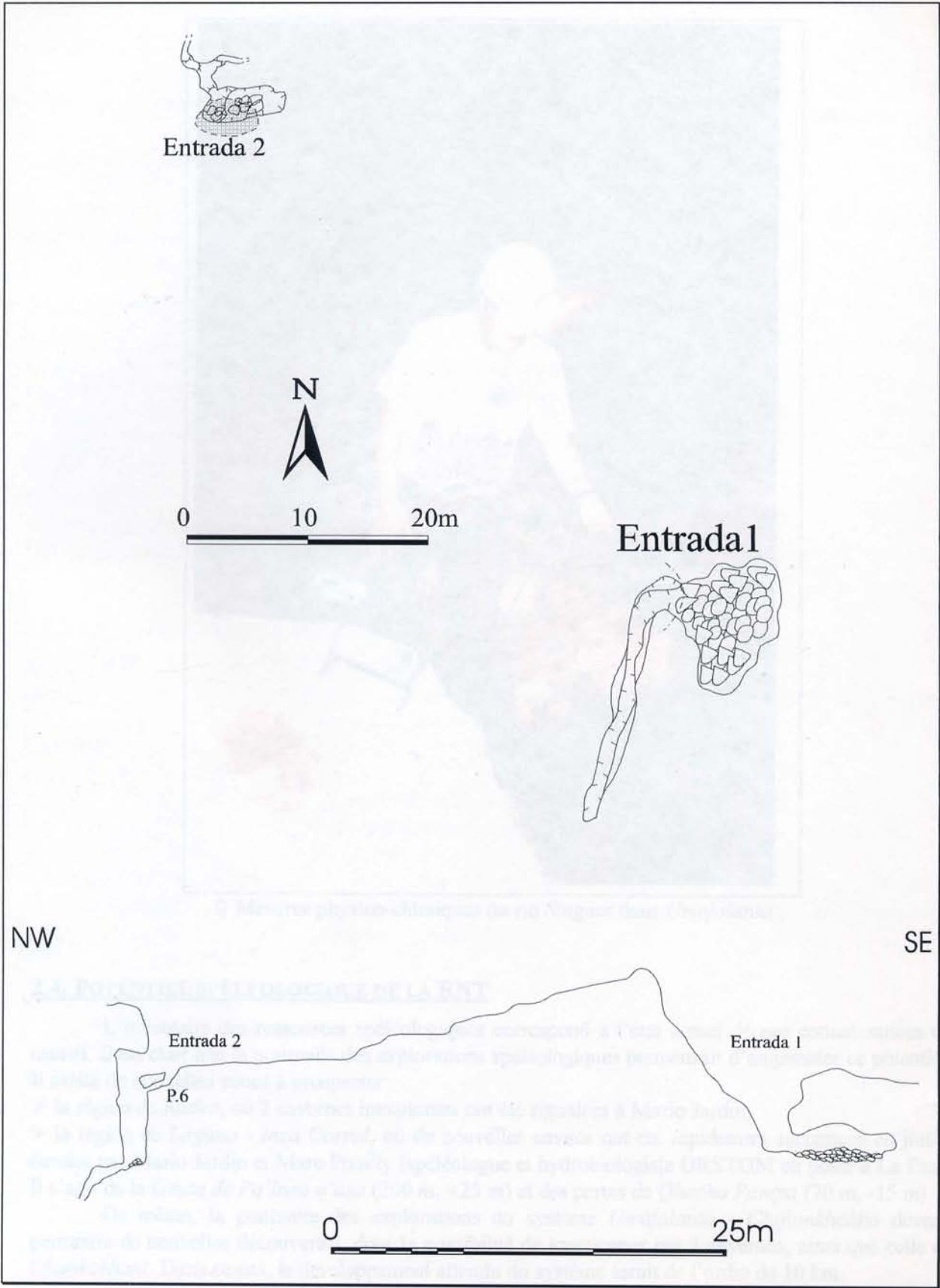
Équipement nécessaire : 1 corde de 15 m (P. 7)

Intérêt touristique : Inexistant mis à part le magnifique site du bout du monde et les belles formes d'érosion karstique (lapiaz) à proximité des entrées.



Localisation des principales cavernes explorées dans la RNT

9 = Cavernas de Rodeo



Topographie (plan et coupe) des cavernes de Rodeo



↑ Mesures physico-chimiques du rio *Singani* dans *Umajalanta*

2.4. POTENTIEL SPÉLÉOLOGIQUE DE LA RNT

L'inventaire des ressources spéleologiques correspond à l'état actuel de nos connaissances du massif. Il est clair que la poursuite des explorations spéleologiques permettrait d'augmenter ce potentiel. Il existe de nouvelles zones à prospecter :

- la région de *Rodeo*, où 2 cavernes inexplorées ont été signalées à Mario Jardin,
- la région de *Laguna - Inca Corral*, où de nouvelles cavités ont été rapidement reconnues en juillet dernier par Mario Jardin et Marc Pouilly (spéléologue et hydrobiologiste ORSTOM en poste à La Paz). Il s'agit de la *Gruta de Pq'Inca q'asa* (200 m, +25 m) et des pertes de *Qhocha Pampa* (70 m, -15 m).

De même, la poursuite des explorations du système *Umajalanta - Chiflonkhakha* devrait permettre de nouvelles découvertes, dont la possibilité de jonctionner ces 2 cavernes, ainsi que celle de *Chankakhani*. Dans ce cas, le développement attendu du système serait de l'ordre de 10 km.

2.5. POTENTIEL EN CANYONING DE LA RNT

En juillet 1989, les canyons de *Torotoro - Sucu Suma* et *Laguna Mayu - Khala Uta* ont été descendus par Baby, Guyot, Marcantoni et Salognon afin de rechercher de nouvelles entrées de cavernes (Guyot et al., 1989). Aucune découverte spéléologique n'a été faite à cette occasion, mais cette expérience a révélée l'énorme potentiel en canyoning de la RNT.

En juillet 1997, le canyon de *Torotoro - Sucu Suma* a été descendu une nouvelle fois, mais avec un groupe de néophytes afin de tester la réaction des clients potentiels. De l'aveu de tous, l'expérience a été fortement appréciée.

Le potentiel en canyoning de la RNT comprend les canyons suivant :

2.5.1. Le canyon de Torotoro - Sucu Suma

<u>Accès :</u>	A Torotoro
<u>Début :</u>	Départ de Torotoro (2700 m) en suivant le rio <i>Rodeo - Torotoro</i>
<u>Fin :</u>	Arrivée au gué de <i>Sucu Suma</i> (1950 m)
<u>Longueur :</u>	8 km
<u>Dénivelé :</u>	750 m
<u>Durée :</u>	1 journée si canyon préalablement équipé
<u>Difficultés :</u>	P. 20, P 6, P 15, P. 25, P.25, P7
<u>Equipement nécessaire :</u>	200 m de corde et 10 anneaux de spits
<u>Intérêt touristique :</u>	Empreintes de dinosaures au départ, peintures rupestres, <i>Chiflonkhakha</i> , <i>Wakasanga</i> , botanique, ornithologie.

2.5.2. Le canyon de Laguna Mayu - Khala Uta

<u>Accès :</u>	Par le sentier qui mène de <i>Torotoro</i> à <i>Laguna</i>
<u>Début :</u>	Départ du sentier au fond du canyon (2650 m)
<u>Fin :</u>	Arrivée au gué de <i>Khala Uta</i> (1980 m)
<u>Longueur :</u>	8 km
<u>Dénivelé :</u>	670 m
<u>Durée :</u>	1/2 journée d'accès au canyon, avec bivouac à l'entrée du canyon 1 journée de descente si canyon préalablement équipé
<u>Difficultés :</u>	P. 10, P 25, P. 20, P.35
<u>Equipement nécessaire :</u>	150 m de corde et 10 anneaux de spits
<u>Intérêt touristique :</u>	Empreintes de dinosaures, paysages, grotte de <i>Sapaipaj Huakanon</i>
<u>Jusqu,</u>	botanique, ornithologie.

2.5.3. Le canyon de Inca Corral

A reconnaître.

2.5.4. Le canyon de Garrapata Mayu

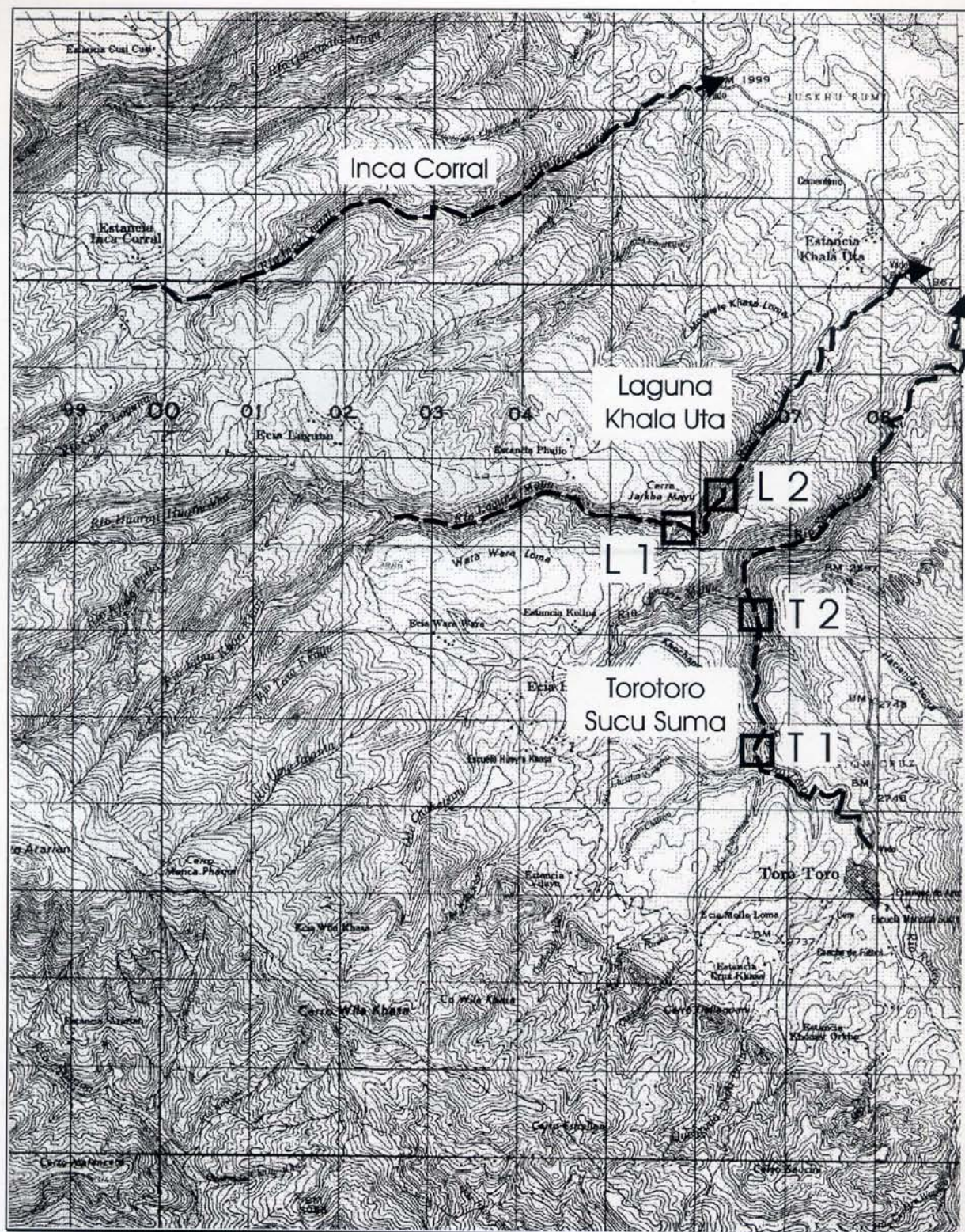
A reconnaître.



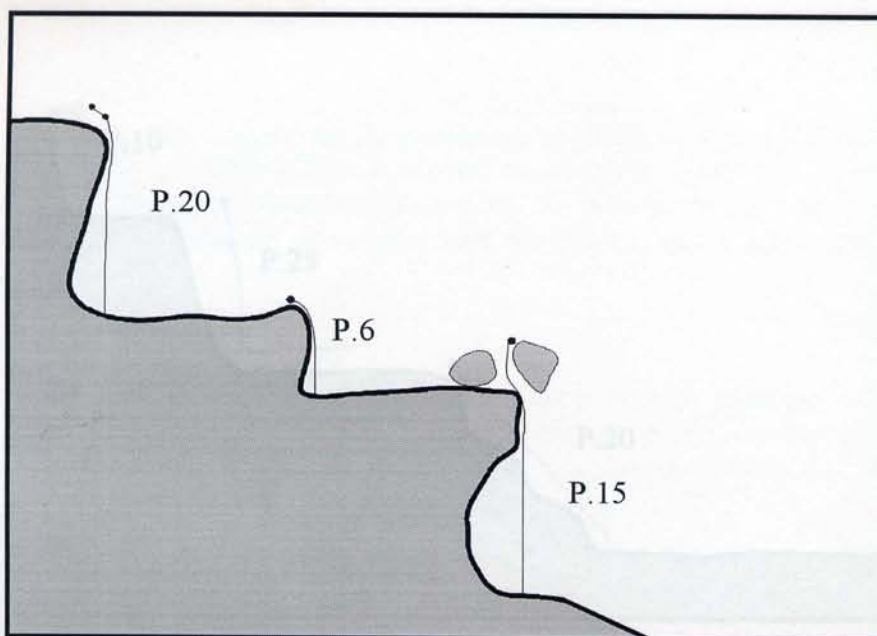
↑ Galerie du rio 7 Up dans *Umajalanta*

↓ Oiseaux nocturnes de *Chiflonkhakha*

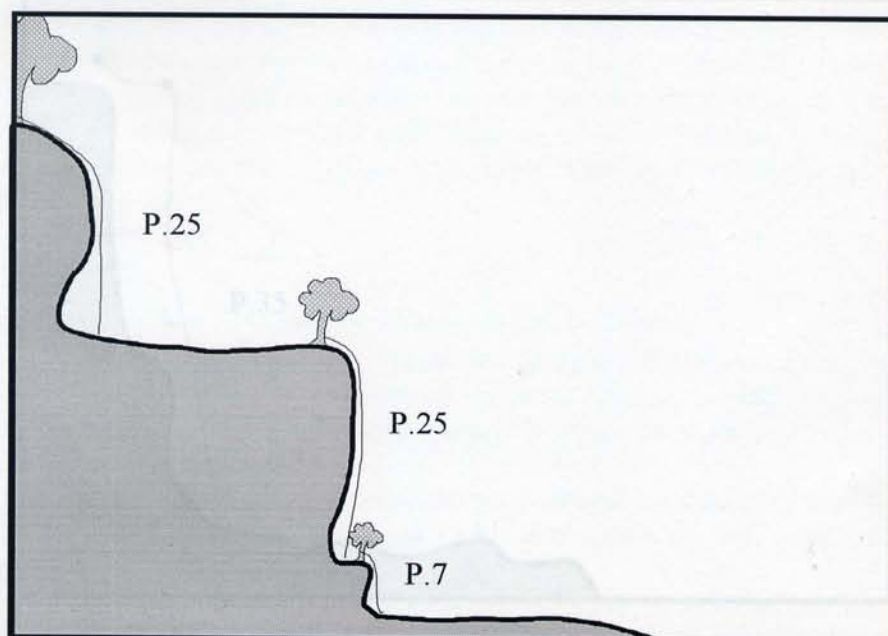




Localisation des principaux canyons de la RNT



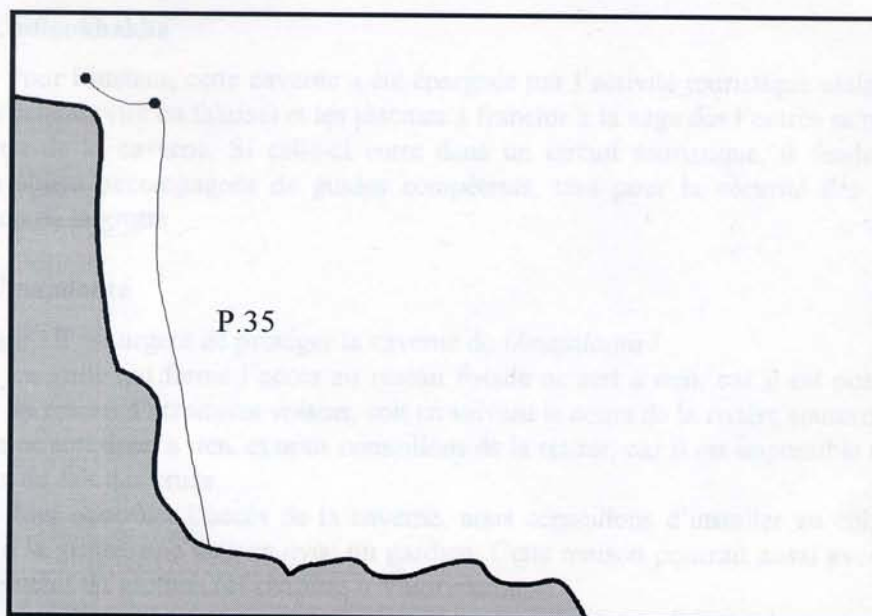
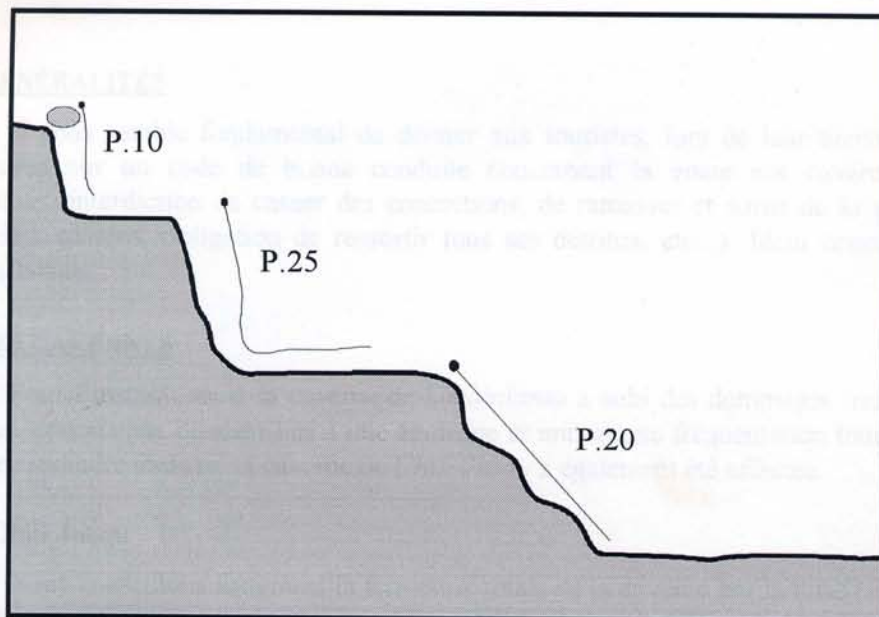
T 1



T 2

Coupe technique des rappels du canyon de Torotoro - Sucu Suma

3. PROPOSITION DE LA SÉQUENCIALISATION ET PROTECTION



Coupe technique des rappels du canyon de Laguna - Khala Uta

3. PROPOSITION DE CONSERVATION ET PROTECTION

3.1. GÉNÉRALITÉS

Il nous semble fondamental de donner aux touristes, lors de leur arrivée dans la RNT, une information sur un code de bonne conduite concernant la visite des cavernes (pas de graffitis, inscriptions, interdiction de casser des concrétions, de ramasser et sortir de la grotte des concrétions même déjà cassées, obligation de ressortir tous ses détritiques, etc...). Idem concernant les canyons et autres activités.

3.2. LES CAVERNES

Pour l'instant, seule la caverne de *Umajalanta* a subi des dommages irréremédiables importants (graffitis, concrétions brisées) liés à une ancienne et importante fréquentation touristique non contrôlée. Dans une moindre mesure, la caverne de *Chili Jusqu* a également été affectée.

3.2.1. Chili Jusqu

Nous conseillons fortement la fermeture totale de la caverne par la mise en place d'une grille afin de protéger le site de captage en eau potable qui alimente le village : périmètre de protection immédiat.

3.2.2. Chiflonkhakha

Pour l'instant, cette caverne a été épargnée par l'activité touristique malgré son intérêt évident. L'accès délicat (vire en falaise) et les piscines à franchir à la nage dès l'entrée semblent suffisant pour la protection de la caverne. Si celle-ci entre dans un circuit touristique, il faudra absolument que les groupes soient accompagnés de guides compétents, tant pour la sécurité des touristes que pour la protection de la grotte.

3.2.3. Umajalanta

Protection : Il est urgent de protéger la caverne de *Umajalanta* !

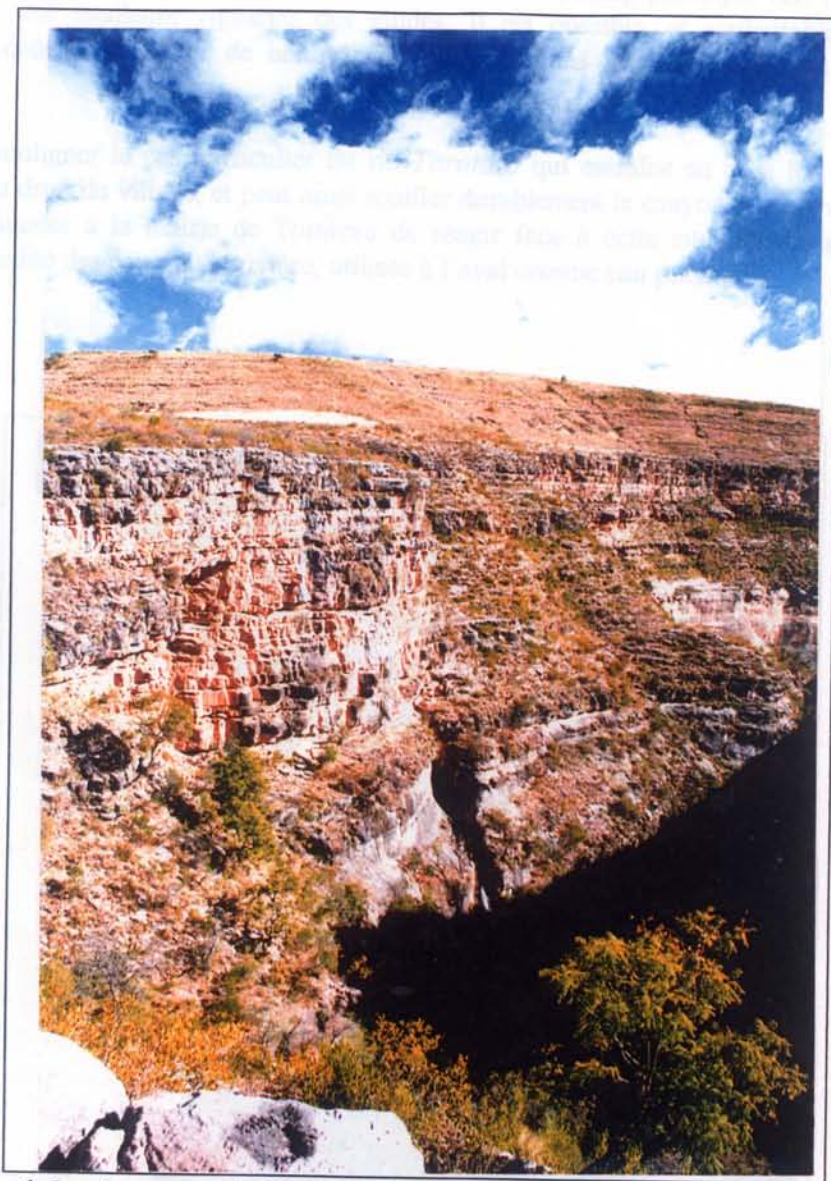
La grille qui ferme l'accès au réseau fossile ne sert à rien, car il est possible de la contourner soit par un réseau d'étoitures voisins, soit en suivant le cours de la rivière souterraine (voir sur le plan). La grille ne sert donc à rien, et nous conseillons de la retirer, car il est impossible de fermer la galerie de la rivière du fait des crues.

Pour contrôler l'accès de la caverne, nous conseillons d'installer au col, au départ du sentier menant à la grotte, une maison avec un gardien. Cette maison pourrait aussi avoir d'autres utilités que l'hébergement du gardien (cf chapitre « Valorisation »).

La visite de la grotte par les touristes ne devra se faire qu'avec un ou plusieurs guides compétents et en utilisant un équipement minimum pour la sécurité des touristes (cf chapitre « Valorisation »).

Tous les détritiques devront être ressortis de la grotte (nourriture, boîtes de conserves, piles usagées...).

Réhabilitation : S'il est impossible de recoller les morceaux de concrétions brisées, il est cependant envisageable de nettoyer les graffitis. De même nous conseillons fermement un bon ramassage des ordures dans la grotte, notamment les piles des lampes électriques qui contaminent gravement les eaux souterraines et peuvent compromettre la pérennité des poissons cavernicoles ainsi que la qualité des eaux de la résurgence de *Chiflonkhakha*.



↑ La résurgence de *Chiflonkhakha* dans le canyon du rio *Torotoro*

3.2.4. Yurajllustha, Chankakhani, Supaipaj Huakanon Jusqu, Rodeo

Ces cavernes sont peu visitées et n'ont pour l'instant subi aucun dommage. Leur visite devra se faire, comme pour les autres cavernes, accompagné d'un guide qui veillera au bon respect du milieu.

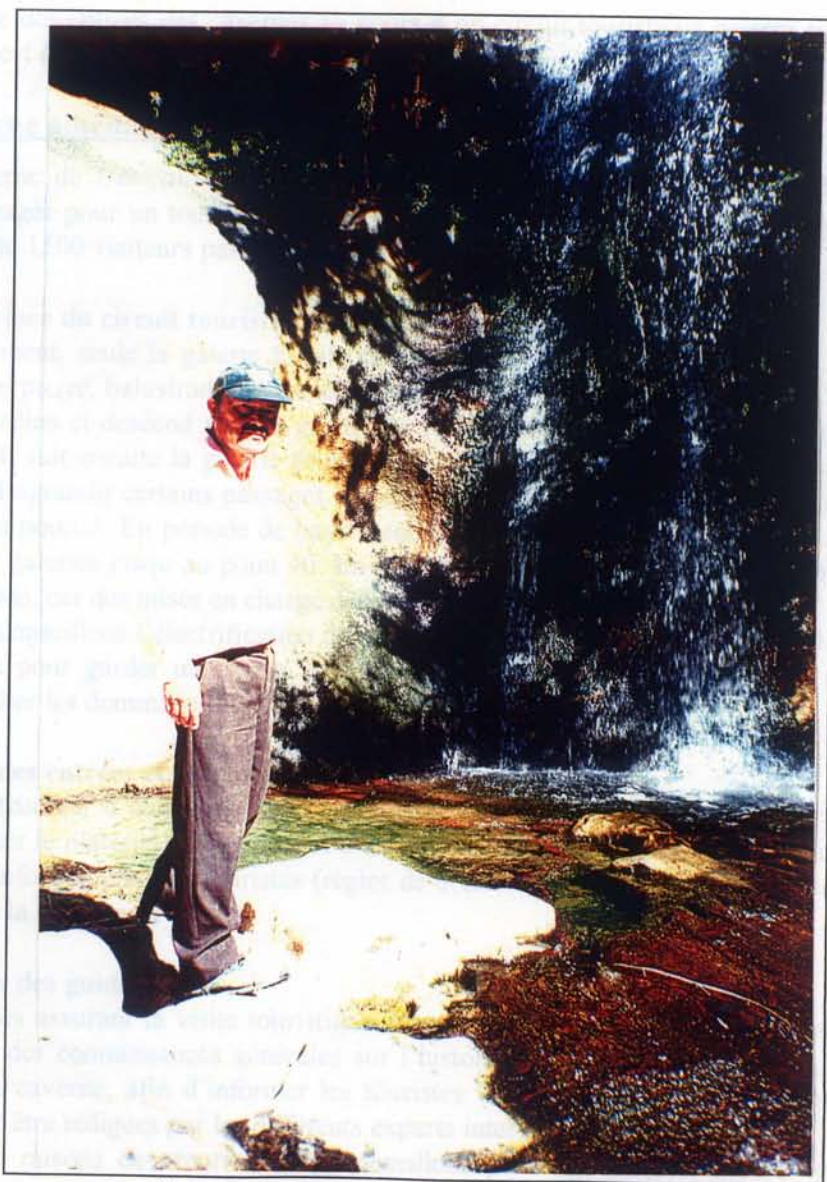
3.3. LES CANYONS

Pour les canyons, il y a deux cas de figures :

- ↳ les zones accessibles par des sentiers (*Chiflonkhakha*, *Wakasanga*, ...) où commencent à apparaître de nombreux graffitis et débris (boîtes de conserves...) liés à la fréquentation touristique mal contrôlée,
- ↳ les zones accessibles uniquement en canyoning qui sont intactes.

Comme pour les grottes, la protection des sites de canyoning passe par une bonne information des touristes et une meilleure vigilance des guides. Il est possible, et souhaitable, d'organiser un ramassage des ordures et tenter de nettoyer les graffitis dans les zones les plus visitées, comme *Wakasanga*.

Il faut souligner le cas particulier du rio *Torotoro* qui entraîne en crue les ordures déposées dans la rivière au droit du village, et peut ainsi souiller durablement le canyon *Torotoro - Sucu Suma*. Il convient de demander à la mairie de Torotoro de réagir face à cette situation désagréable qui nuit fortement à la qualité des eaux de la rivière, utilisée à l'aval comme eau potable !



↑ Sortie de la fluorescéine à *Chiflonkhakha*

4. PROPOSITION DE VALORISATION

4.1. GÉNÉRALITÉS

Les activités de visite touristique des cavernes, de spéléologie et de canyoning (tourisme d'aventure) peuvent être largement valorisées dans la RNT. Il convient cependant de distinguer plusieurs niveaux d'activités :

- ↳ la visite de l'entrée d'une caverne lors d'un circuit touristique : *Umajalanta, Chiflonkhakha, Rodeo, Sapaipaj Huakanon Jusqu, Yurajllustha, Chankakhani*
- ↳ la visite touristique d'une caverne aménagée : *Umajalanta* - première partie
- ↳ la visite sportive d'une caverne : *Umajalanta* - deuxième partie - et *Chiflonkhakha*
- ↳ le canyoning

La visite des entrées des cavernes au cours d'un circuit touristique ne sera pas abordé dans ce rapport (cf rapport de Sylvie Blangy).

4.2. Une caverne aménagée : *Umajalanta*

La caverne de *Umajalanta*, la plus longue et la plus profonde grotte de Bolivie, peut être facilement aménagée pour un tourisme « grand public ». Elle reçoit déjà, sans aménagement ni aucune protection plus de 1500 visiteurs par an (communication orale de Mario Jardin).

4.2.1. Mise en place du circuit touristique (voir figure page 16)

Actuellement, seule la galerie fossile est largement visitée. Nous proposons un aménagement simple (sentier en pierre, balustrades et passerelles aluminium ?) en forme de boucle. Ce circuit débute à la maison du gardien et descend vers la grotte par le raccourci qui débouche sous le porche d'entrée, paroi de droite. Il suit ensuite la galerie principale (rio *Umajalanta*) jusqu'au *Lago de la cachuela*. Il sera nécessaire d'agrandir certains passages. Le retour se fera par le réseau fossile qui rejoint le sentier de la descente au point 3. En période de basses eaux, il sera possible de continuer la visite touristique dans les grandes galeries jusqu'au point 40. En saison des pluies, il ne faudra absolument pas dépasser le lac de la cascade, car des mises en charge des galeries aval ont été observées.

Nous déconseillons l'électrification de ce circuit afin d'éviter des problèmes électriques lors des crues, et surtout pour garder un cachet « aventure » lors des visites. Par ailleurs, un bon éclairage risquerait de révéler les dommages subis (concrétions brisées).

4.2.2. Contrôle des entrées et information aux touristes

La construction d'une « maison de la grotte » au niveau du col, permettrait d'héberger le gardien, de stocker le matériel des guides, et d'assurer un espace convivial où pourraient être exposées et diffusées des informations aux touristes (règles de bonne conduite, règles de sécurité, température de la grotte, plan de la caverne...)

4.2.3. Formation des guides

Les guides assurant la visite touristique devront être formés aux règles de sécurité de base, et devront acquérir des connaissances générales sur l'histoire, la géologie, l'hydrologie, la biologie et la spéléologie de la caverne, afin d'informer les touristes. Pour cela, des fiches d'information pour les guides pourraient être rédigées par les différents experts intervenant sur la RNT.

Pour des raisons de sécurité, nous conseillons pour la visite touristique de la caverne de *Umajalanta*, la présence d'un guide pour 20 touristes maximum.

4.2.4. Equipements pour les visites

Avec un aménagement sommaire sans électricité, nous proposons de fournir à chaque touriste un casque afin d'éviter les chocs avec le plafond des passages bas. Pour l'éclairage, nous suggérons de fournir des lampes à carbure à main : une lampe pour cinq touristes est largement suffisant. Le guide devra donc préparer avant l'entrée du groupe son stock de lampes à carbure, et veiller à ce que le carbure usagé ne soit pas rejeté dans la caverne.

Il faut donc prévoir l'achat de 60 casques (type casque de chantier) et 12 lampes à carbures à main (type lampe de mineur) pour les touristes (2 groupes de 30 personnes sur le circuit en même temps). Pour les guides (4), il faudra prévoir l'achat de 4 casques avec éclairage mixte (carbure et halogène). Voir fiche budgétaire en annexe 6.

4.3. VISITE SPORTIVE DE UMAJALANTA ET CHIFLONKHAKHA

Compte tenu du type de public visitant la RNT (sportif, tourisme d'aventure) et de la morphologie des cavernes, la visite sportive des deux principales cavités (*Umajalanta* et *Chiflonkhakha*) nous semble être un produit particulièrement bien adapté. Pour mener à bien cette activité, il est primordial de bien former un corps de guides à Torotoro, et de leur fournir l'équipement nécessaire pour assurer leur fonction en toute sécurité.

Cette activité ne pourra être réalisée qu'en hiver, lors des basses eaux, compte tenu du danger que représentent les crues.

4.3.1. Formation des guides sportifs

Pour débiter, nous proposons de former 4 guides aux techniques de progression spéléologique (progression verticale sur cordes, progression en milieu aquatique) et aux techniques de secours spéléologique. Cette formation pourrait se faire en deux temps :

- ① Participation d'un guide de Torotoro (Mario Jardin) aux stages de l'Ecole Française de Spéléologie (EFS).
- ② Formation des autres guides de Torotoro par Mario Jardin (guide formateur), sous contrôle d'un moniteur de l'EFS la première année.

4.3.2. Equipement pour les guides

Les guides de spéléo sportive devront être équipés correctement afin de pouvoir mener les groupes de touristes dans de bonnes conditions. La liste du matériel nécessaire est portée en annexe 6.

4.3.3. Equipement des cavernes

Les passages nécessitant l'utilisation de cordes pourraient être équipés en fixe dans ces deux cavernes afin de limiter les pertes de temps lors des visites. Le premier équipement des cavernes sera réalisé sous contrôle du moniteur EFS. Les cordes seront changées régulièrement (tous les ans, suivant la fréquentation) afin d'éviter les ruptures. La liste du matériel nécessaire est portée en annexe 6.

4.3.3. Equipements pour les touristes

Les touristes effectuant la visite sportive des cavernes devront être équipés du matériel nécessaire pour leur confort et leur sécurité. Pour ce genre de visite, un guide ne pourra encadrer qu'un groupe de 6 personnes au maximum. La liste du matériel nécessaire est portée en annexe 6.



⌘ Topographie à Sapaipaj Huakanon Jusqu



4.4. CANYONING

La RNT possède un énorme potentiel en canyoning totalement inexploité. Cette activité sportive de plein air est en plein développement dans les pays européens, où elle obtient un vif succès. La mise en place d'un tel produit dans la RNT attirera sans aucun doute de nombreux touristes attirés par l'aventure dans un environnement naturel remarquable et quasiment vierge. Pour mener à bien cette activité en toute sécurité, il est primordial de bien former un corps de guides à Torotoro, et de leur fournir l'équipement nécessaire.

Cette activité ne pourra être réalisée qu'en hiver, lors des basses eaux, compte tenu du danger que représentent les crues.

4.4.1. Formation et équipement des guides sportifs

La formation des guides sportifs pour le canyoning est la même que pour la spéléologie, ainsi que le matériel utilisé et les techniques employées.

4.4.2. Equipements des canyons

Les cascades nécessitant l'utilisation de cordes dans les canyons pourraient être équipés en fixe afin d'éviter les pertes de temps lors des descentes. Le premier équipement des canyons sera réalisé sous contrôle du moniteur EFS. Les cordes seront installées au début de la saison sèche et retirées avant la saison des pluies. Elles seront changées régulièrement, suivant l'utilisation, afin d'éviter les ruptures. La liste du matériel nécessaire est portée en annexe 6.

Pour débiter cette activité, nous proposons l'équipement des seuls canyons de *Torotoro - Sucu Suma* et de *Laguna - Khala Uta*, les plus proches de Torotoro. Ensuite, suivant l'engouement des touristes pour ce genre de produit, les canyons de *Inca Corral* et de *Garrapata Mayu* pourront être équipés.

4.4.3. Equipements pour les touristes

Les touristes effectuant le canyoning devront être équipés du matériel nécessaire pour leur confort et leur sécurité. Pour ce genre de visite, deux guides (1 devant et 1 derrière) ne pourront encadrer qu'un groupe de 8 personnes au maximum. La liste du matériel nécessaire est portée en annexe 6. Chaque personne devra porter un gilet de sauvetage.

4.5. ORGANISATION D'UN CENTRE DE SECOURS À TOROTORO

4.5.1. Formation des guides aux techniques de secours

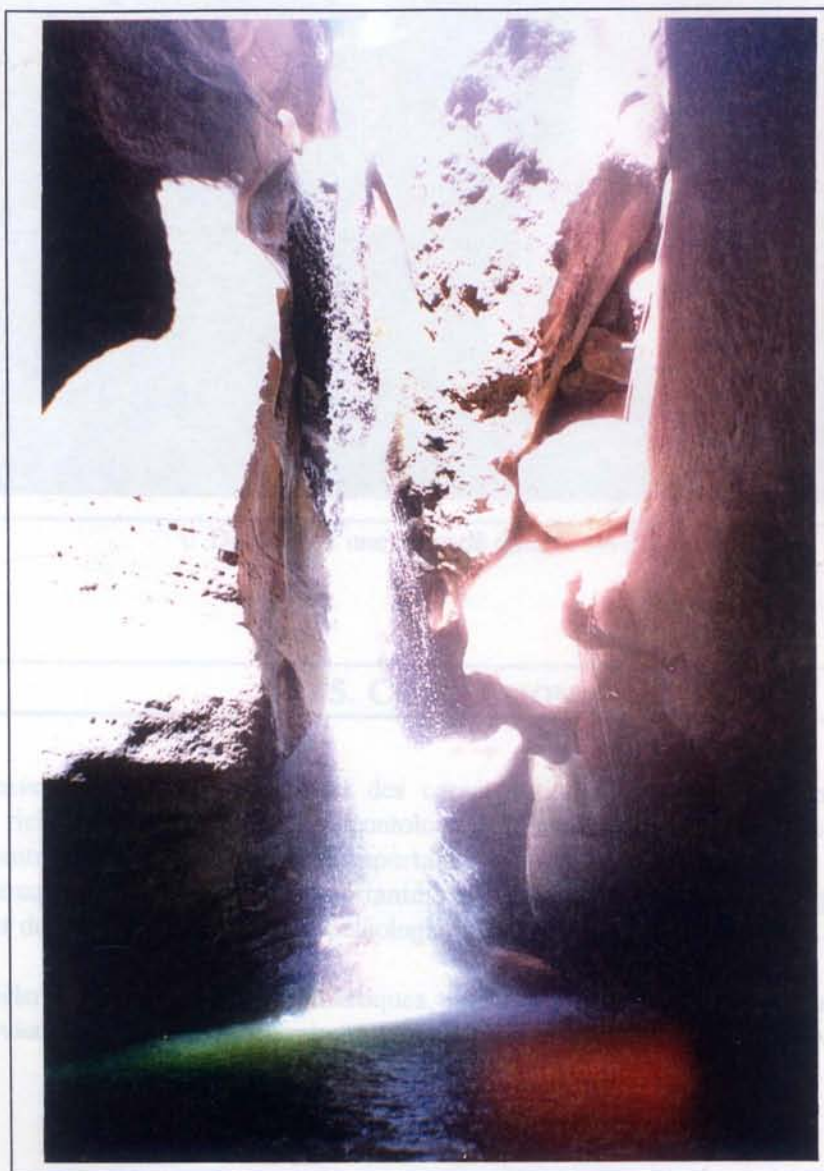
Les guides devront être formés aux techniques de secours de première urgence. Cette formation pourra être acquise auprès du moniteur EFS en ce qui concerne l'évacuation d'un blessé d'une grotte ou d'un canyon. Pour la partie médicale, une formation pourrait être assurée par les médecins de l'hôpital de Torotoro.

4.5.2. Equipements de secours

Le déclenchement d'un secours en caverne ou en canyon nécessite l'emploi d'un matériel spécialisé (civière spéléo, trousse médicale de premiers soins, etc...), qui doit être rapidement disponible. A ce matériel spécialisé, il est toujours utile de rajouter des cordes et amarrages afin de ne pas être obligé de rassembler le matériel éparé dans la RNT et ainsi gagner du temps. Ce matériel, qui ne devra absolument pas être utilisé pour les activités touristiques normales, pourrait être stocké soit à Torotoro (hôpital, mairie, ACT), soit dans la « maison de la grotte ». La liste du matériel nécessaire est portée en annexe 6.

4.5.3. Mise en place d'un système d'évacuation des blessés

Il est impératif de mettre en place avec les autorités de Torotoro et celles de la RNT un plan de sauvetage qui prévoit le stockage des équipements de secours (cf. ci-dessus), le déclenchement des secours (guides à réquisitionner), et l'évacuation du blessé vers l'hôpital de Torotoro ou Cochabamba suivant la gravité des blessures (ambulance, avionette, hélicoptère).



↑ Descente d'une cascade dans le canyon du rio Torotoro

Annexe 1



↑ Descente d'une cascade dans le rio Torotoro

5. CONCLUSION

Les cavernes et les canyons sont des caractéristiques touristiques propres à la RNT, qui associées aux richesses archéologiques, paléontologiques, botaniques et floristiques font de la région de Torotoro un centre touristique de première importance.

L'aménagement de la plus importante caverne de Bolivie pour le grand public, et le développement du tourisme d'aventure (spéléologie et canyoning) seront des pôles d'attraction forts de la RNT.

Parallèlement à ces activités touristiques, la RNT pourrait servir de base pour un centre de recherche bolivien sur le monde souterrain, notamment pour l'étude des poissons cavernicoles.

Annexe 1

Chronogramme & Participants

- 16/07/97 Voyage de Brasilia à La Paz [Jean Loup Guyot, Leonildes Soares & Vincent Guyot]
Réunion avec Pastor SAINZ (CONICOM) et Arturo COCA (BCEOM La Paz)
- 17/07/97 Voyage de La Paz à Cochabamba [Jean Loup Guyot, Leonildes Soares & Vincent Guyot]
Etude de la documentation sur le Parc de Torotoro dans les locaux du CONICOM
- 18/07/97 Achats divers à Cochabamba et poursuite de l'étude documentaire
- 19/07/97 Voyage de Cochabamba à Torotoro
Echantillonnage des rios Garrapato Mayu, Inca Corral, Khala Uta et Sucu Suma
[Ahmed Becerra, Jean Loup Guyot, Leonildes Soares & Vincent Guyot]
- 20/07/97 Topographie de la caverne de Chiflonkhakha
Echantillonnage de la résurgence de Chiflonkhakha
[Ahmed Becerra, Jean Loup Guyot, Leonildes Soares, Mario Jardin, Remy Usquin, Stéphanie Girard & Vincent Guyot]
- 21/07/97 Echantillonnage de la résurgence de Wakasanga
Topographie des cavernes de Juchuy Chili Jusqu et Chili Jusqu
[Ahmed Becerra, Jean Loup Guyot, Leonildes Soares, Mario Jardin, Remy Usquin & Vincent Guyot]
- 22/07/97 Traitement des données topographiques [Jean Loup Guyot]
Installation du campement à Umajalanta
- 23/07/97 Topographie des galeries principales de Umajalanta
[Ahmed Becerra, Andres, Jean Loup Guyot, Leonildes Soares, Mario Jardin & Vincent Guyot]
- 24/07/97 Topographie de la rivière Singani dans Umajalanta
[Ahmed Becerra, Andres, Jean Loup Guyot, Leonildes Soares, Mario Jardin]
- 25/07/97 Topographie du gouffre de Yurajllustha
[Jean Loup Guyot, Leonildes Soares, Mario Jardin & Vincent Guyot]
- 26/07/97 Topographie de la rivière 7Up dans Umajalanta
Echantillonnage du rio Umajalanta
[Ahmed Becerra, Andres, Jean Loup Guyot, Leonildes Soares, Mario Jardin & Vincent Guyot]
- 27/07/97 Topographie des cavernes Sapaipaj Huakanon Jusqu et Chankakhani
[Jean Loup Guyot, Leonildes Soares, Mario Jardin & Vincent Guyot]
Retour à Torotoro
- 28/07/97 Topographie des cavernes de la région de Rodeo
[Jean Loup Guyot, Leonildes Soares, Mario Jardin, Remy Usquin, Sylvie Blangy & Vincent Guyot]

29/07/97	Descente du canyon de Torotoro [Ahmed Becerra, Jean Loup Guyot, Leonildes Soares, Mario Jardin, Remy Usquin, Sylvie Blangy & Vincent Guyot]
30/07/97	Fin de la descente du canyon de Torotoro [Ahmed Becerra, Jean Loup Guyot, Leonildes Soares, Mario Jardin, Remy Usquin, Sylvie Blangy & Vincent Guyot] Traitement des données topographiques [Jean Loup Guyot]
31/07/97	Voyage de Torotoro à Cochabamba [Jean Loup Guyot, Leonildes Soares & Vincent Guyot]
01-03/08/97	Rédaction du rapport au CONICOM à Cochabamba [Jean Loup Guyot & Leonildes Soares]
04/08/97	Voyage de Cochabamba à Brasília [Jean Loup Guyot, Leonildes Soares & Vincent Guyot]

Rio Saca Saca à Saca Saca (*)	19/07/97	17.00	450	19.0	327	8.7
Réouissance de Chiffochabba (*)	20/07/97	9.00	30	17.4	283	8.6
Rio Torotoro au niveau de Wakasanga	21/07/97	10.00	50	14.4	336	8.4
Réouissance de Wakasanga (*)	21/07/97	10.00	50	19.4	337	8.5
Punta del río Chiffochabba (*)	26/07/97	9.00	7	9.4	121	8.1

(*) des échantillons d'eau ont été prélevés, puis filtrés pour analyse géochimique au laboratoire ORSTOM de Brest (France)



Température de l'eau vs. Altitude
Wakasanga se situe sur le gradient moyen, il ne s'agit donc pas d'une source thermique !

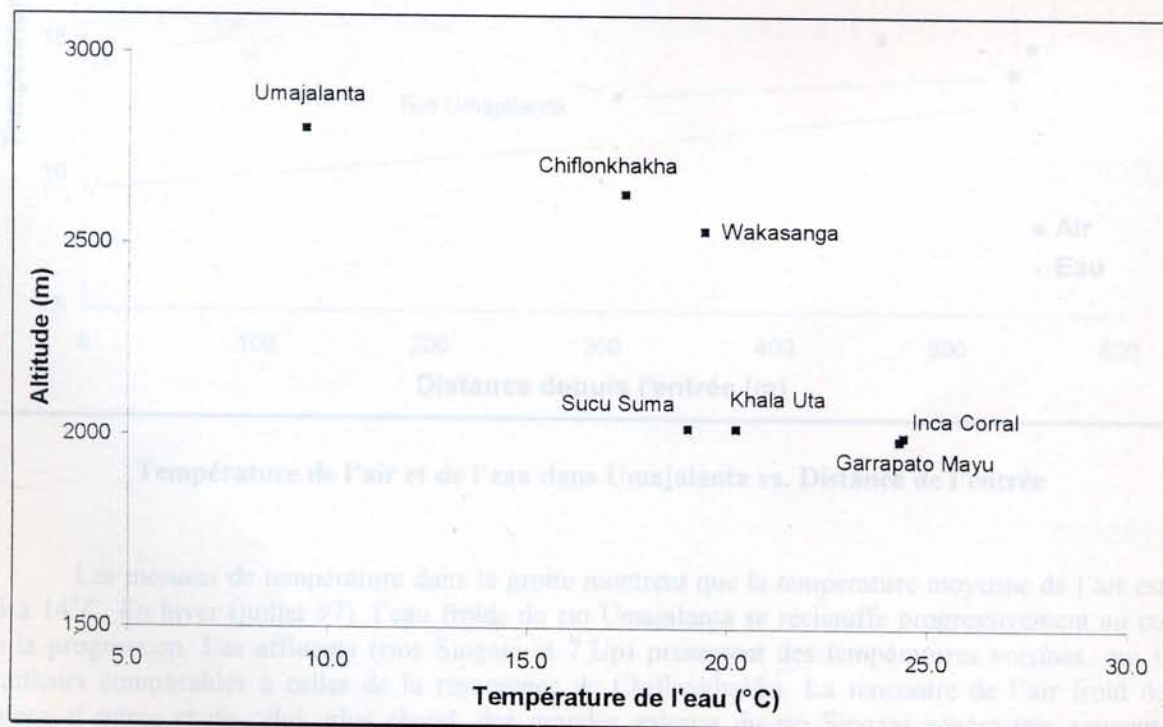
Annexe 2

Mesures Physico-Chimiques

1. Mesures des eaux de surface

Lieu	Date	Heure	Débit estimé (l/s)	Temp. eau (°C)	Cond. (μS/cm)	pH
Rio Garrapato Mayu à Julo Grande (*)	19/07/97	14:30	50	24.3	741	8.3
Rio Inca Corral au gué (*)	19/07/97	15:45	5	24.4	808	8.4
Rio Khala Uta à Khala Uta (*)	19/07/97	16:15	30	20.2	341	8.7
Rio Sucu Suma à Sucu Suma (*)	19/07/97	17:00	100	19.0	327	8.7
Résurgence de Chiflonkhakha (*)	20/07/97	9:00	30	17.4	285	8.6
Rio Torotoro au niveau de Wakasanga	21/07/97	10:00	50	14.4	336	8.4
Résurgence de Wakasanga (*)	21/07/97	10:00	50	19.4	337	8.5
Perte du rio Umajalanta (*)	26/07/97	9:00	3	9.4	121	8.1

(*) : des échantillons d'eau ont été prélevés, puis filtrés, pour analyse géochimique au laboratoire ORSTOM de Bondy (France).

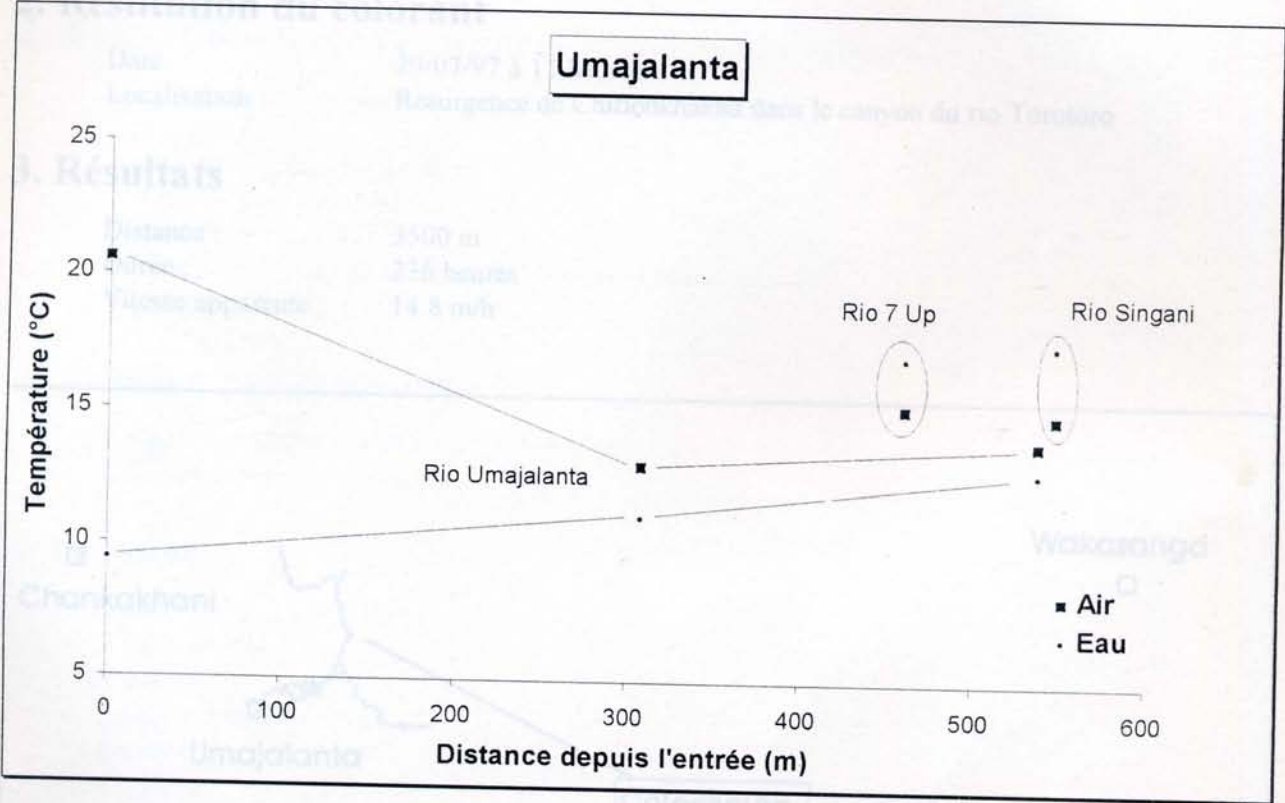


Température de l'eau vs. Altitude

Wakasanga se situe sur le gradient moyen, il ne s'agit donc pas d'une source thermique !

2. Mesures dans la caverne de Umajalanta

Lieu	Date	Heure	Débit (l/s)	Temp. air (°C)	Temp. eau (°C)	Cond. (μS/cm)	pH
Rio Umajalanta - Perte (Pt E19)	26/07/97	9:00	3	20.6	9.4	121	8.1
Rio Umajalanta - Lago (Pt 33)	26/07/97	9:30		13.0	11.1	160	8.3
Rio Umajalanta - Siphon (Pt 45)	26/07/97	10:00		13.9	12.8	163	8.2
Rio Singani - Siphon (Pt 48)	26/07/97	10:30	5	14.9	17.6	216	8.2
Rio 7Up (Pt G12)	26/07/97	11:00	1	15.2	17.1	268	7.7



Température de l'air et de l'eau dans Umajalanta vs. Distance de l'entrée

Les mesures de température dans la grotte montrent que la température moyenne de l'air est de 13 à 14°C. En hiver (juillet 97), l'eau froide du rio Umajalanta se réchauffe progressivement au cours de la progression. Les affluents (rios Singani et 7 Up) présentent des températures voisines, qui sont d'ailleurs comparables à celles de la résurgence de Chiflonkhakha. La rencontre de l'air froid de la galerie d'entrée et de celui, plus chaud, des grandes galeries du rio Singani génère très souvent du brouillard dans la caverne (galerie de la neblina).

Annexe 3

Coloration du rio Singani dans Umajalanta

1. Localisation

1. Injection du colorant

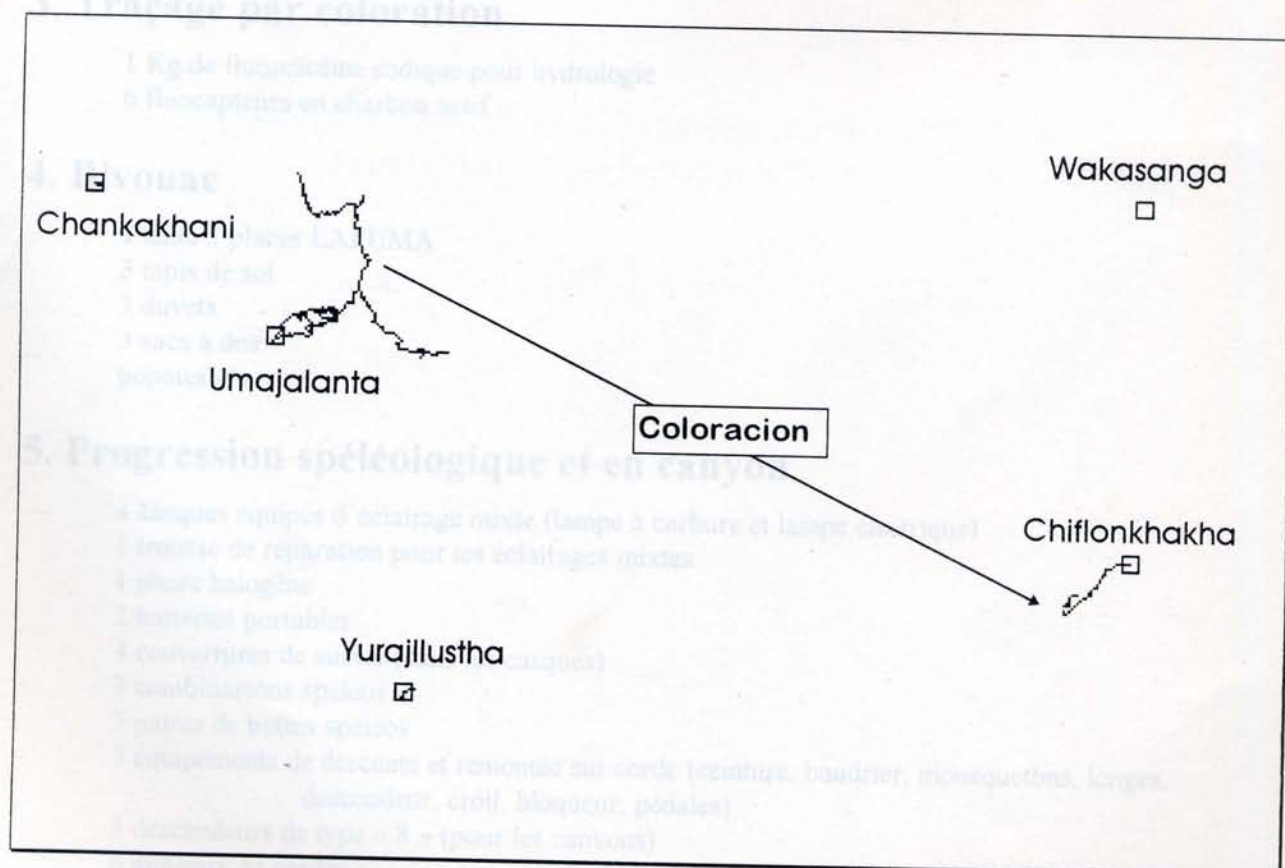
Date : 23/07/97 à 15 heures
 Colorant : 600 g. de fluorescéine
 Localisation : Rio Singani dans Umajalanta (Point 48)

2. Restitution du colorant

Date : 29/07/97 à 11 heures
 Localisation : Résurgence de Chiflonkhakha dans le canyon du rio Torotoro

3. Résultats

Distance : 3500 m
 Durée : 236 heures
 Vitesse apparente : 14.8 m/h



Annexe 4

Liste des équipements utilisés

1. Localisation

- 1 GPS MAGELLAN 2000
- 1 altimètre PRETEL
- 1 stéréoscope pour photos aériennes
- 1 jeu de photos aériennes de la RNT (*)
- cartes topographiques IGM au 1/50 000 de la RNT (*)

2. Echantillonnage et mesures physico-chimiques

- 1 thermo-conductivimètre WTW
- 1 pHmètre WTW
- 1 unité de filtration NALGENE
- 1 pompe à vide manuelle NALGENE
- 10 flacons PVC de 125 ml
- 10 filtres en acétate de cellulose de 0.45µm de porosité
- 1 glacière (*)

3. Traçage par coloration

- 1 Kg de fluorescéine sodique pour hydrologie
- 6 fluocapteurs en charbon actif

4. Bivouac

- 1 tente 3 places LAFUMA
- 3 tapis de sol
- 3 duvets
- 3 sacs à dos
- popotes (*)

5. Progression spéléologique et en canyon

- 4 casques équipés d'éclairage mixte (lampe à carbure et lampe électrique)
- 1 trousse de réparation pour les éclairages mixtes
- 1 phare halogène
- 2 batteries portables
- 4 couvertures de survie (dans les casques)
- 3 combinaisons spéléos
- 3 paires de bottes spéléos
- 3 équipements de descente et remontée sur corde (ceinture, baudrier, mousquetons, longues, descendeur, croll, bloqueur, pédales)
- 3 descendeurs de type « 8 » (pour les canyons)
- 6 anneaux de cordes
- 10 mousquetons d'équipements avec plaquette pour spit
- 10 anneaux pour spit (pour les canyons)
- 1 trousse à spits avec marteau et tamponnoir

- 3 cordes spéléos (80 m, 45 m et 30 m)
- 1 corde d'assurance dynamique (25 m)
- 4 sacs spéléos (kit-bags)
- 4 bidons étanches de 3 litres
- 2 réchauds META avec pastilles d'alcool solidifié
- 2 gourdes
- 2 pots à carbure étanche de 2 litres
- 25 Kg de carbure (*)
- 1 massette de 300 g. (*)

6. Topographie spéléologique

- 1 compas SISTECO
- 1 clinomètre SISTECO
- 1 compas universel CHAIX
- 2 décimètres de 50 m
- 6 tubes de peinture
- 3 carnets topos spéléos TSA

7. Traitement des données topographiques

- 1 notebook TOSHIBA 430CDS
- 1 logiciel de topo spéléo SMAPS
- 1 logiciel de topo spéléo en trois dimensions ON STATION

(*) matériel fourni à Cochabamba par le CONICOM

Tout le reste a été fourni par les experts

Annexe 5

Références bibliographiques

- Chabert J. 1967. Les grottes de Toro-Toro (Bolivie). Grottes et Gouffres, 39 : 25-27.
- Durand J.P. 1968. Etude des poissons récoltés dans la grotte de Umajalanta (Bolivie) : *Tricomyscus chaberti* sp. Annales de Spéléologie, 23(2) : 243-253.
- Guyot J.L. 1988. Bolivie. Spelunca, 31 : 8-9.
- Guyot J.L. 1989. Chuflay 1988. Spelunca, 33 : 10-11.
- Guyot J.L., Clavel C. 1987. Spéléologie dans le département de Potosi (Bolivie). Spelunca, 28 : 9-11.
- Guyot J.L., Baby P., Kaiser C., Marcantoni O., Perret J.F. 1990. Les principales cavités du massif de Torotoro, Andes tropicales de Bolivie. Spelunca, 37 : 25-28.
- Guyot J.L., Baby P., Marcantoni O. 1989. Spéléologie dans les départements de Santa Cruz et de Potosi (Bolivie). Spelunca, 36 : 7.
- Guyot J.L., Baby P., Marcantoni O. 1990. Spéléologie dans les départements de Cochabamba et de Potosi (Bolivie). Spelunca, 37 : 13.
- Marcantoni O., Apoteker A., Guyot J.L. 1988. Las ultimas exploraciones espeleologicas en Bolivia. El potencial turistico de la region de Torotoro, 185-190. In 2do Simposio de la Investigacion Francesa en Bolivia, La Paz, Avril de 1988.
- SCP. 1967. La grotte de Torotoro (Bolivie). Spelunca, 3 : 238.

Annexe 6

Fiche budgétaire

1. Visite touristique de Umajalanta

1.1. Aménagement du circuit	???
1.2. Construction de la maison de Umajalanta	???
1.3. Equipements pour les guides	
⇒ 4 éclairages mixtes complets (carbure et halogène) montés sur casque spéléo	800 \$US
1.3. Equipements pour les touristes	
⇒ 60 casques de chantier	600 \$US
⇒ 12 lampes à carbure à main	300 \$US
1.4. Divers	
⇒ carbure (200 Kg/an)	400 \$US
TOTAL	???

2. Visites sportives de Umajalanta et Chiflonkhakha

2.1. Formation des guides	
⇒ Stage EFS en France de Mario Jardin	A voir
⇒ Formation des guides à Torotoro par moniteur EFS (1 mois à Torotoro)	A voir
2.2. Equipements pour les guides	
⇒ 4 éclairages mixtes complets (carbure et halogène) montés sur casque spéléo	800 \$US
⇒ 4 combinaisons PVC + chaussures	600 \$US
⇒ 4 équipements complets de descente et montée sur cordes	800 \$US
⇒ 4 cordes dynamiques de 25 m	600 \$US
⇒ 2 trousses à spits complètes	300 \$US
⇒ 4 sacs spéléos	300 \$US
⇒ 4 bidons étanches	100 \$US
⇒ 4 équipements de bivouac et de survie	400 \$US
2.3. Equipements pour les cavernes	
⇒ 100 m de corde spéléo	400 \$US
⇒ 50 m de sangle	200 \$US
⇒ 20 mousquetons d'équipements avec plaquettes pour spits	300 \$US
2.4. Equipements pour les touristes	
⇒ 12 éclairages mixtes complets (carbure et halogène) montés sur casque spéléo	2400 \$US
⇒ 12 ceintures spéléos	300 \$US
⇒ 12 longues spéléos	300 \$US
2.5. Divers	
⇒ carbure (100 Kg/an)	200 \$US
TOTAL	???

3. Canyoning

2.3. Equipements pour les canyons

⇒ 300 m de corde spéléo	1200 \$US
⇒ 50 m de sangle	200 \$US
⇒ 50 anneaux pour spits	400 \$US

2.4. Equipements pour les touristes

⇒ 16 équipements complets de descente sur corde	3200 \$US
⇒ 16 casques	800 \$US
⇒ 20 gilets de sauvetage	400 \$US

2.5. Divers

⇒ 10 bouées (chambre à air de camion)	200 \$US
TOTAL	6400 \$US

4. Sauvetage

⇒ 1 civière spéléo	1200 \$US
⇒ 200 m de corde spéléo	800 \$US
⇒ 20 mousquetons d'équipements avec plaquettes pour spits	300 \$US
⇒ 1 trousse à spits complète	150 \$US
⇒ 1 trousse de premiers soins	350 \$US
TOTAL	2800 \$US