



Fédération française de spéléologie



C.R.E.I.

Commission relations
et expéditions internationales



Chixoy 2008 – Expédition spéléologique

Guatemala, Alta Verapaz

**Connaissance des ressources en eau ;
spéléologie et protection de l'environnement (CRESPE)
Vence (Alpes-Maritimes)**

Sommaire

Résumé / Abstract / Resumen	2
Les karsts du Chixoy, Guatemala. Objectifs et résultats	3
Généralités	3
Repères de coûts	7
Objectifs de l'expédition.....	7
Le karst de la boucle du Chixoy.....	9
Résultats spéléologiques	12
Journal de l'expédition	13
Description des cavités explorées	21
Siguan Romeo & Julieta	21
Siguan del Oso	21
Siguan de Cuatro Perros	22
Siguan del Tap	23
Cueva del Cerro del Abrasado	23
Cueva de las Escaleras	25
Siguan	25
Nacimiento de Horna	26
Nacimientos del rio Chixoy	26
Cueva del Cedral	28
Cueva de Tunabaj	29
Tables	33
Références bibliographiques	33
Participants et contacts.....	34
Table des figures	35

Photographie de couverture : le fond de la gorge du Chixoy. Les versants peu pentus sont parcourus de sentiers descendant au fond de la gorge. Les eaux turquoise sont dues aux conditions d'étiage et au gypse en suspension (photo. Ph. Audra)

Rapport réalisé par Ph. Audra, CRESPE, mai 2008

Traduction espagnole : Joaquin Gines Gracia

Résumé / Abstract / Resumen

Nom de l'expédition : Chixoy 2008 (n° parrainage CREI 16/2008)

Pays : Guatemala
Région : Chixoy, Alta Verapaz
Responsable : AUDRA Philippe, 2712 route J. Natale, 06510 CARROS, audra@unice.fr
Club spéléo : Connaissance des ressources en eau ; spéléologie et protection de l'environnement (CRESPE), Vence (Alpes-Maritimes)
Participants : AUDRA Philippe, BROCARD Gilles
Dates : du 10 au 25 février 2008

Résumé

Dans le cadre d'un projet de recherche des Universités de Lausanne et de Nice sur la faille transformante du Polochic et ses conséquences géomorphologiques (captures hydrographique, accélération du creusement des canyons, sismicité, risques naturels...), nous avons recherché des cavités horizontales fossiles, en rapport avec d'anciens niveaux de base, et qui contiendraient des sédiments pouvant être datés. La région à l'ouest de Cobán (Alta Verapaz) est constituée de plateaux karstiques étagés entre 1500 et 2300 m, entaillés par le canyon du rio Chixoy, profond de 1000 à 1500 m, pouvant recéler des porches accédant aux niveaux de grottes horizontales recherchées. Malheureusement, nous n'avons trouvé que des cavités mineures, décrites dans ce rapport, mais qui n'apportent pas les informations souhaitées pour notre projet de recherche. Cet échec provient essentiellement de la nature des calcaires bréchiques, donnant des versants pentus couverts d'éboulis et de végétation (photo. de couv.) qui masquent les éventuelles ouvertures de grottes. D'autre part, la reconnaissance préalable auprès des communautés indiennes n'avait pas permis de réunir des informations suffisamment précises.

Abstract

We went to Guatemala in the frame of a research project conducted by the Universities of Lausanne and Nice. The project aims at quantify the interplay of a transform fault (Polochic F.) with surface processes (hydrographic captures, acceleration of canyon incision, seismicity, natural hazards). We were looking for dry horizontal caves, correlated to ancient base levels that would host datable sediments. The area west to Cobán (Alta Verapaz) is characterized by karst plateaus typically standing 1500 to 2300 m in elevation. They are interrupted by the 1000 to 1500m-deep canyon of the Chixoy River, a valley that is expected to expose the entrances of horizontal dry cave levels. Unfortunately, only minor caves were found. These caves, described in the report, do not provide any information bearing on our research project. Horizontal cave entrances are likely buried under pervasive scree and vegetation cover, the development of which is greatly favored by the brecciated nature of the limestones. Preliminary investigations were also rendered difficult by native communities that did not allow us to gather accurate information.

Resumen

En el marco de un proyecto de investigación de las Universidades de Lausana y de Niza sobre la falla transformante de Polochic y sus consecuencias geomorfológicas (capturas hidrográficas, aceleración de la excavación de los cañones, frecuencia de seísmos, riesgos naturales...), se ha procedido a la búsqueda de cavidades horizontales fósiles, en relación con antiguos niveles de base, que pudiesen contener sedimentos susceptibles de ser datados. La región al oeste de Cobán (Alta Verapaz) está constituida por mesetas kársticas escalonadas entre 1500 y 2300 m, cortadas por el cañón del río Chixoy cuya profundidad es de 1000 a 1500 m, pudiendo contener entradas que diesen acceso a los niveles de cuevas horizontales buscadas. Desgraciadamente, se han encontrado tan sólo cavidades menores, descritas en este informe, pero que no aportan las informaciones deseadas. Este fracaso proviene esencialmente de la naturaleza de las calizas brechadas, que originan laderas inclinadas cubiertas de desprendimientos y vegetación (foto de la cubierta) que enmascaran las eventuales aberturas de cuevas. Por otra parte, el reconocimiento previo por parte de las comunidades indias no ha permitido reunir informaciones suficientemente precisas.

Les karsts du Chixoy, Guatemala

Objectifs et résultats

Généralités

Le Guatemala est un petit pays (100 000 km²), peuplé de 14 M d'habitants. C'est le plus septentrional de l'Amérique centrale, bordé au nord par le Mexique, et à l'est par Belize, le Honduras, et le Salvador. Il est riverain de l'Océan pacifique à l'ouest, et du Golfe caraïbe à l'est (fig. 1).

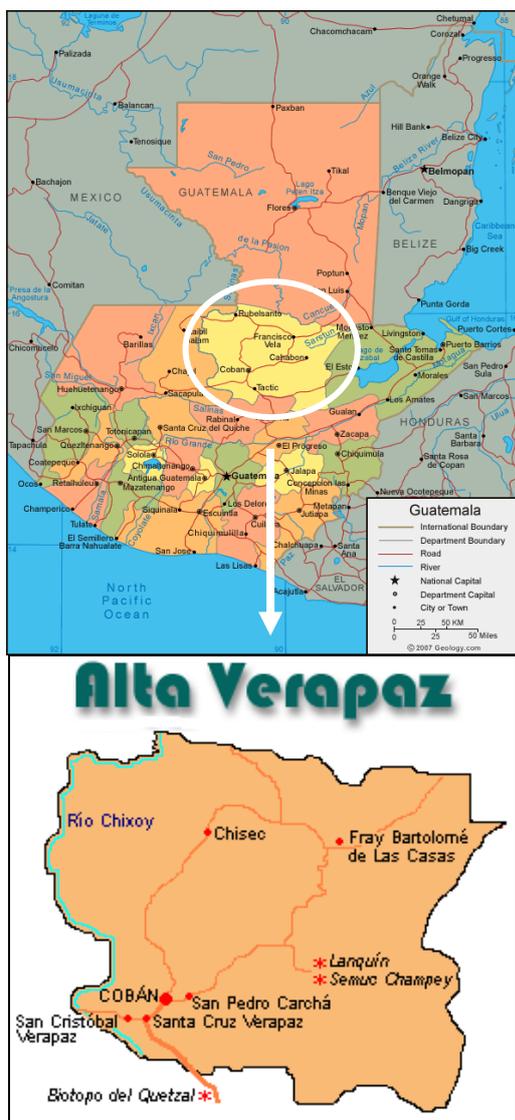


Figure 1 – Carte administrative du Guatemala
 [http://geology.com]
Administrative map of Guatemala
Mapa administrativo de Guatemala

Relief

Deux types de relief partagent le pays, sierras au sud correspondant à l'ossature de l'Amérique centrale, et bas plateau du Petén au nord (fig. 2). Les structures, orientées ouest-est, se décomposent en trois ensembles de sierras séparés de grandes vallées alignées sur les failles transformantes. Du sud au nord, se succèdent :

- un piémont de 50 km de largeur assure la transition entre le Pacifique et les sierras ;
- sierras volcaniques côté Pacifique (au sud), elles portent les plus hauts sommets (4 211 m au Tajumulco) ;
- vallée du rio Motagua ;
- sierras principalement métamorphiques ; d'ouest en est : sierras Madre, de Chuacús, de las Minas ;
- vallées du Chixoy et du Polochic ;
- sierras sédimentaires plissées, essentiellement calcaire, au nord. D'ouest en est : cordillera de los Cuchumatanes, sierra de Chamá, de Santa Cruz. L'altitude des plis s'amortit vers le Petén au nord, et vers l'est. Les crêtes sont fréquemment au-dessus de 2000 m d'altitude ; elles culminent à 3836 m aux Altos de Cuchumatanes, vaste plateau calcaire au-dessus de 3000 m d'altitude, proche de la frontière mexicaine.

La moitié nord, dans le Petén, est un bas plateau calcaire, couvert de forêts et de marécages, sillonné de fleuves ; il appartient au même ensemble structural que la péninsule voisine du Yucatan mexicain.

Climat

À cette latitude (15° N), le climat est tropical, avec une saison humide de mai à octobre. Les vents du nord-est arrosent préférentiellement la côte caraïbe et les sierras calcaires au vent, avec des précipitations annuelles plus de 2 m, atteignant parfois plus de 6 m sur les versants exposés. Corrélativement, le versant pacifique reçoit moins de 1000 mm, et les grandes vallées en position d'abri (Motagua) ayant un climat semi-aride, reçoivent parfois moins de 200 mm. En montagne, les températures sont fraîches la nuit (15 °C), mais agréables en journée ; il peut geler la nuit sur les Altos de Cuchumatanes, tandis que le Petén est réputé pour sa moiteur.

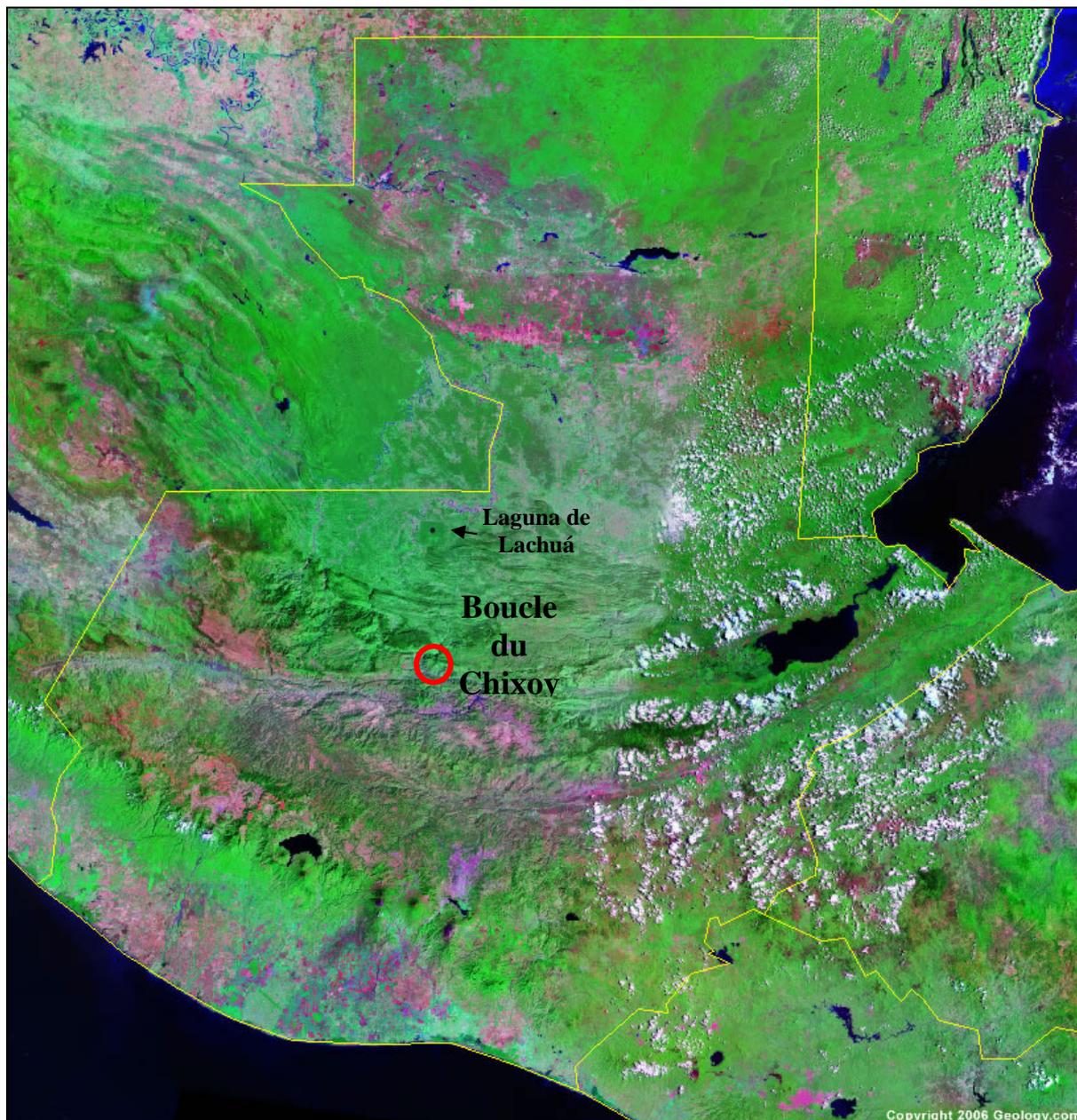


Figure 2 – Image satellite du Guatemala, avec localisation de la zone d'étude [http://geology.com].

Satellite image of Guatemala, with location of the studied area

Imagen de satélite de Guatemala, con la localización de la zona de estudio

Population, économie, transports, et vie quotidienne

Les Guatémaltèques se partagent entre les populations hispaniques, localisées principalement dans les plaines et les grandes villes, et les Indiens. Ceux-ci constituent la majorité des habitants des montagnes, qui leur ont servi de refuge lors des massacres subis au cours de l'histoire, et encore récemment. Comme bien souvent, ces communautés autochtones sont caractérisées par une multitude de cultures cloisonnées en partie en

fonction des reliefs. Parmi la vingtaine de langues autochtones, les plus parlées sont le quiché, le mam, le cakchiquel, et le kekchi [www.wikipedia.org].

Le Guatemala est un pays pauvre, dont les ressources sont limitées aux productions de la terre : café, sucre, et pétrole dans le Petén. Néanmoins, l'économie moderne pénètre rapidement : la plupart des biens de consommation sont disponibles sur les marchés et le téléphone portable est utilisé jusque dans les montagnes les

plus reculées. Il s'ensuit un déséquilibre, d'abord globalement d'un point de vue macro-économique, et ensuite individuellement par l'attraction du miroir de la société moderne. La culture traditionnelle, toujours vivace avec les costumes, la nourriture rustique à base de maïs, et l'agriculture en forêt, se mêle aux symboles les plus clinquants de la société moderne.



Figure 3 – Les spéléos locaux s'équipent avec le matériel local (photo. Ph. Audra)
Local cavers equip with local gear
Espeleólogos del país equipándose con el material local

Par conséquent, on peut trouver pratiquement tout dans les supermarchés locaux, qui ne diffèrent en rien des nôtres, c'est le Village planétaire... Si le matériel spéléo spécifique est probablement introuvable, on peut néanmoins se procurer n'importe où le matériel de « base » pour les reconnaissances : cordes, mousquetons, casques de chantier, frontales à LED puissantes...

Les grands axes routiers sont de qualité correcte, quoique souvent encombrés, et des pistes de qualité « très variable » desservent les zones les plus éloignées. Le pays est réputé pour sa violence, mais il faut relativiser. Les grandes villes sont effectivement dangereuses avec leurs lots d'assassinats quotidiens, et il vaut mieux éviter de rouler la nuit à cause des agressions pouvant être

fatales. Néanmoins, certaines régions, comme l'Alta Verapaz sont plus tranquilles, les campagnes paisibles, et l'on ne prend guère de risque en suivant les recommandations usuelles, au même titre que pour les précautions relatives à la santé.



Figure 4 – La cuisine locale de Doña Juana à Pamuc Hotel (photo. Ph. Audra)
Doña Juana's native style cuisine, Pamuc Hotel
La cocina local de Doña Juana en el Hotel Pamuc



Figure 5 – La « grande route » entre Cobán et Uspatan en cours d'aménagement (photo. Ph. Audra)
The « highway » between Cobán and Uspatan, under construction...
La « gran carretera » entre Cobán y Uspatan en curso de acondicionamiento

Relations avec les populations indiennes

Une expédition dans ce pays n'a rien de commun avec l'Europe, et les relations avec les Indiens nécessitent des précautions, un peu d'expérience, du bon sens, et le respect *a priori* d'autrui.

Deux rumeurs « pourrissent » les relations : les **compagnies minières**, suite à un lobbying d'ONG, sont très mal vues des Indiens, qui les considèrent comme pilliers de leurs richesses. Tout ce qui est considéré comme mineur (il suffit pour cela de porter un casque avec une lampe et de s'intéresser aux cailloux, suivez mon regard...) est considéré comme suspect, voire indésirable. Leur sentiment se manifeste au mieux par une hostilité signifiée par un avis d'expulsion immédiate, jusqu'à des violences pouvant être extrêmes... L'autre rumeur concerne les **voleurs d'enfants** : il vaut mieux éviter de photographier des gamins, au risque de finir en pièces, comme ce fut le cas d'un touriste japonais.

Hormis de rares grottes touristiques répertoriées, les **cavités sont en forêt**, ou tout au moins dans des jardins et zones cultivées qui ressemblent de toute façon à de la jungle pour nous autres Européens... La coopération des Indiens est donc nécessaire.



Figure 6 – En suivant notre guide sur le plateau de Pamuc (photo. Ph. Audra)

Following our guide on Pamuc plateau

Siguiendo a nuestro guía sobre la meseta de Pamuc

Le référentiel mythologique mental et religieux est hérité de la **culture maya**. Et si la religion chrétienne s'est surimposée, les pratiques traditionnelles ne relèvent pas du folklore. Toutes les grottes, accessibles ou pas, sont utilisées pour les cérémonies mayas depuis des siècles. Les feux et bougies des autels ont couvert d'une épaisse couche de suie des salles immenses.

Mélangée à la boue et au guano de chauves-souris, le résultat est parfois sinistre. Contrairement aux Chrétiens qui localisent les esprits dans le ciel et les enfers sous terre, les divinités mayas et tout le monde des esprits résident sous terre. Pour résumer, la frontière entre le réel et l'imaginaire est parfois floue : nous avons fréquemment été confrontés à des descriptions détaillées de « grandes galeries » où « l'on marchait pendant des heures », « qui traversaient la montagne ». Une fois sur place, la cavité « avait disparue », elle « s'était rebouchée » ; pourtant, notre guide « connaissait bien celui qui était allé », ou « l'avait parcourue plusieurs fois quand il était jeune ». S'il s'agit parfois d'une stratégie pour « promener des gringos » sans leur montrer les grottes existantes (effectivement, après avoir *bartassé* une journée entière en jungle sans succès, on ne revient pas !), plus rarement d'un moyen de ne pas perdre la face quand le guide ne retrouve pas la grotte (mais en général ils connaissent très bien leur territoire), c'est souvent la marque de cette frontière ténue entre monde réel et monde imaginaire. Chez nous, quel catholique pratiquant n'a-t-il pas invoqué Dieu en levant le nez au ciel, ou quel quidam ne vous a-t-il pas assuré « qu'il y a des lacs sous la montagne » ou que telle source est alimentée par le lac Léman, le tout avec une conviction qu'on serait bien en peine d'essayer d'ébranler ?



Figure 7 – Pause à l'abri d'un surplomb après une longue marche sous la pluie en attendant « le guide qui connaît la grotte » (photo. Ph. Audra)

Taking shelter under overhanging cliff for a break after a long descent under heavy rain, waiting for « the guide who knows the cave »

Pausa al amparo de un abrigo tras una larga marcha bajo la lluvia, esperando « al guía que conoce la cueva »

Tout cela pour dire que nous ne portons pas de jugement sur le comportement et la structure mentale des Indiens, attitudes qui sont aussi respectables que les nôtres, mais qu'il vaut mieux le savoir avant, afin de ne pas se faire balader, au prix parfois de marches épuisantes (fig. 7).

L'usage de la propriété est également différent de chez nous ou des régions urbanisées, où l'on distingue clairement (à nos yeux) domaine privé et domaine public ouvert à tous (voirie, magasins, sentiers...). Dans les montagnes, un espace régi par une communauté indienne est entièrement sous son autorité, au moins dans les faits, si ce n'est *de jure*. Autrement dit, le passage sur une piste, un sentier, est soumis à l'accord de la communauté, au même titre que l'entrée dans un jardin privé ou une maison ! Il n'existe pas d'espace « libre de droit de passage »...



Figure 8 – Prospection dans les plantations de cardamome (photo. G. Brocard)
Cave prospect in cardamom fields
Prospección de cavidades en las plantaciones de cardamomo

En conséquence, toute reconnaissance passe préalablement par des contacts avec les communautés, des discussions (longues...), et des séances sur le terrain, sachant que les guides et leur acceptation sont indispensables. Diplomatie, patience, et empathie sont les clefs de négociations réussies. De toute façon, il n'y a pas d'autres possibilités !

Repères de coûts

- Chambre d'hôtel : 5 Euro
- Repas : 7-12 Euro / j
- ⇒ Max 12-15 Euro / j, (standing bon confort), et c'est souvent moins cher...
- Location 4x4 : env. 60 Euro / j
- 1 € = 11 Quetzal

Objectifs de l'expédition

Cette expédition a eu lieu dans le cadre d'un projet plus vaste de l'Université de Lausanne, dirigé par G. Brocard. Ce projet concerne la tectonique et la géomorphologie liées à l'activité de la faille du Chixoy-Polochic : sismicité actuelle et passée, surrection des massifs et creusement corrélatif des vallées, évolution et réorganisation des vallées en fonction du coulissage latéral de la faille par captures de bassins versants. Ces changements se traduisent par des captures de cours d'eau, des inversions de sens d'écoulement, des abandons de vallées, ou au contraire par des accélérations du creusement des canyons suite à l'augmentation brutale du débit ou du gradient topographique.

Les investigations s'appuient sur des témoins sédimentaires (alluvions anciennes), morphologiques (traces de paléo-vallées), que l'on essaye de dater par diverses méthodes.

Dans le cadre de cette problématique, le karst – et les cavités – amènent des informations importantes, principalement par les paléo-cavités (les grottes fossiles horizontales...) qui matérialisent les niveaux d'écoulement des rivières souterraines, et également des rivières de surface, de l'époque donnée. Par ailleurs, les sédiments souterrains renseignent sur la provenance et les caractéristiques de ces écoulements, et peuvent être datés. Dans ce projet, les cavités sont donc utilisées comme marqueurs de l'évolution géomorphologique et jalons chronologiques, au même titre que les autres indices de surfaces (terrasses alluviales...).

Il nous incombait donc de trouver des niveaux de galeries fossiles perchées. Cette approche excluait les émergences de fond de canyon, les émergences suspendues sur une couche imperméable locale, et les gouffres verticaux du plateau. Pour ces derniers, il aurait fallu en explorer un grand nombre pouvant finalement conduire à des galeries fossiles en profondeur, ce qui n'était pas compatible avec une reconnaissance d'une dizaine de jours. Afin d'obtenir rapidement des résultats, nous nous sommes orientés vers les versants des canyons, où doivent s'ouvrir les porches des anciens conduits abandonnés ; par ailleurs, s'agissant d'anciens collecteurs, on peut imaginer trouver des porches de grandes tailles aisément repérables.

Le rio Chixoy suit la faille décrochante du Chixoy-Polochic grossièrement dans le tronçon entre Cobán et Uspántan, avant de traverser en gorges successives les chaînons calcaires s'abaissant progressivement vers les plaines. Nous avons donc orienté nos recherches dans « la boucle du Chixoy », hors du tracé de la faille pour s'affranchir des dislocations tectoniques, et à l'aval immédiat de la faille même, pour obtenir les informations les plus précises possibles.

Le karst de la boucle du Chixoy

Au niveau de San Cristóbal Verapaz, le **rio Chixoy** arrivant de la sierra de las Minas au sud fait un angle droit pour emprunter vers l'ouest le couloir de la faille du Chixoy-Polochic sur environ 25 km (fig. 9). Puis il bascule à nouveau vers le nord en deux grandes boucles traversant en canyon les reliefs de la sierra los Cuchumatanes en rive gauche (2227 m au dessus de Tiritibol) et de la sierra de Panpacche en rive droite (2220 m dans la partie centrale). Il reçoit ensuite en rive droite le rio Quixal, alimenté principalement par l'émergence de Pampur (fig. 18), puis le rio Sachichá, qui reçoit l'autre seconde grande émergence, Sacmoc (fig. 19).

Le **plateau en rive droite du Chixoy et à l'ouest de Cobán** est constitué d'une succession de marches s'abaissant vers le nord :

- la crête de la sierra de Panpacche, entre 2000 et 2200 m, s'étend en une lanière allongée au sommet plan ;
- le plateau proprement dit, d'une altitude moyenne de 1500 m, légèrement incliné vers le nord, mais très accidenté dans le détail, avec de profondes vallées sèches, des dolines immenses, une topographie en buttes et dépression extrêmement contrastée dans la partie est ;
- un replat vers 700 m d'altitude à La Providencia ;
- un versant nord descendant rapidement vers le rio Sasichaj.

Plus au nord, au-delà de la zone d'investigation, le relief s'abaisse graduellement en une série d'ondulations aux sommets plans, séparées de bassins drainés, d'altitudes décroissantes (fig. 9, 27).

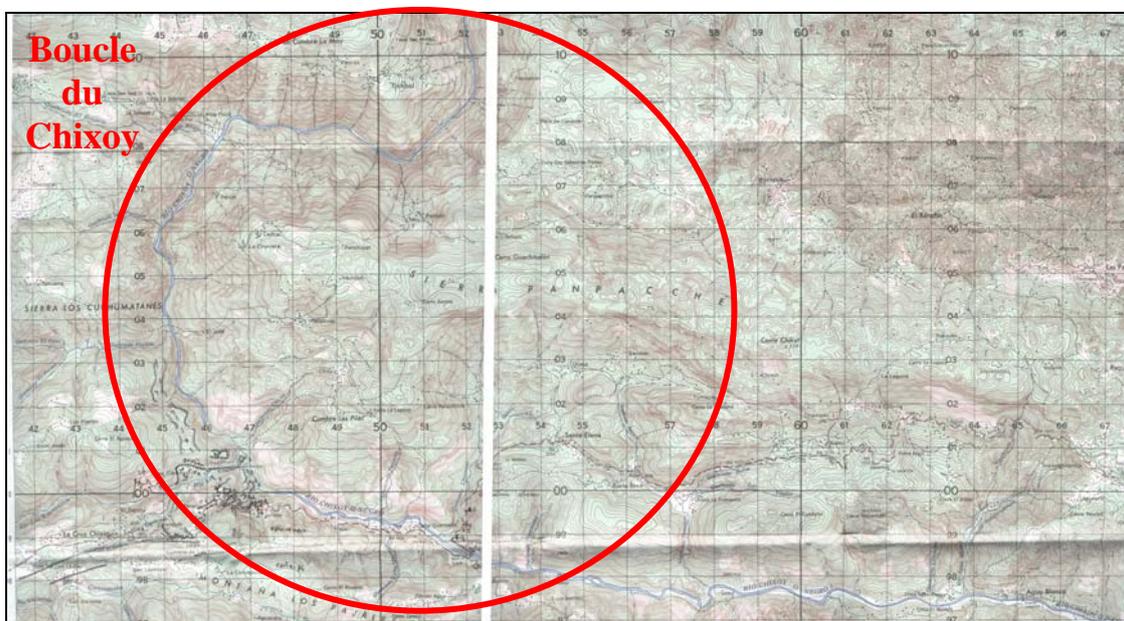


Figure 10 – Agrandissement de la zone d'étude (carte au 1 / 50 000)

Enlargement of the studied area (map at 1 / 50 000)

Ampliación de la zona de estudio (mapa a 1/50 000)

La **structure géologique** correspond à une puissante dalle de calcaire inclinée vers le nord, dans le détail accidentée de nombreux plis et failles est-ouest (fig. 45). Au sommet les calcaires lités crétacés, puis des niveaux d'argiles et d'évaporites, et à la base les calcaires permians, constituent l'ossature du massif. Ces calcaires ne sont que rarement massifs, ce sont généralement des brèches sédimentaires. Les deux niveaux calcaires sont séparés par un écran clastique (Todos Santos),

d'épaisseur variable et disloqué par la fracturation. L'ensemble repose sur le socle qui n'affleure pas.

Par ailleurs, des formations superficielles d'épaisseur variable se manifestent sous la forme de placages d'altérites dans les dépressions, sur les replats, et sur certains versants ; il s'agit pour l'essentiel d'argiles rouges provenant de l'altération des horizons de Todos Santos, ou des projections de l'éruption d'Atitlan (84 000 BP) qui ont enfouis le relief sous des dizaines voir centaines de mètres d'épaisseur de ponces.

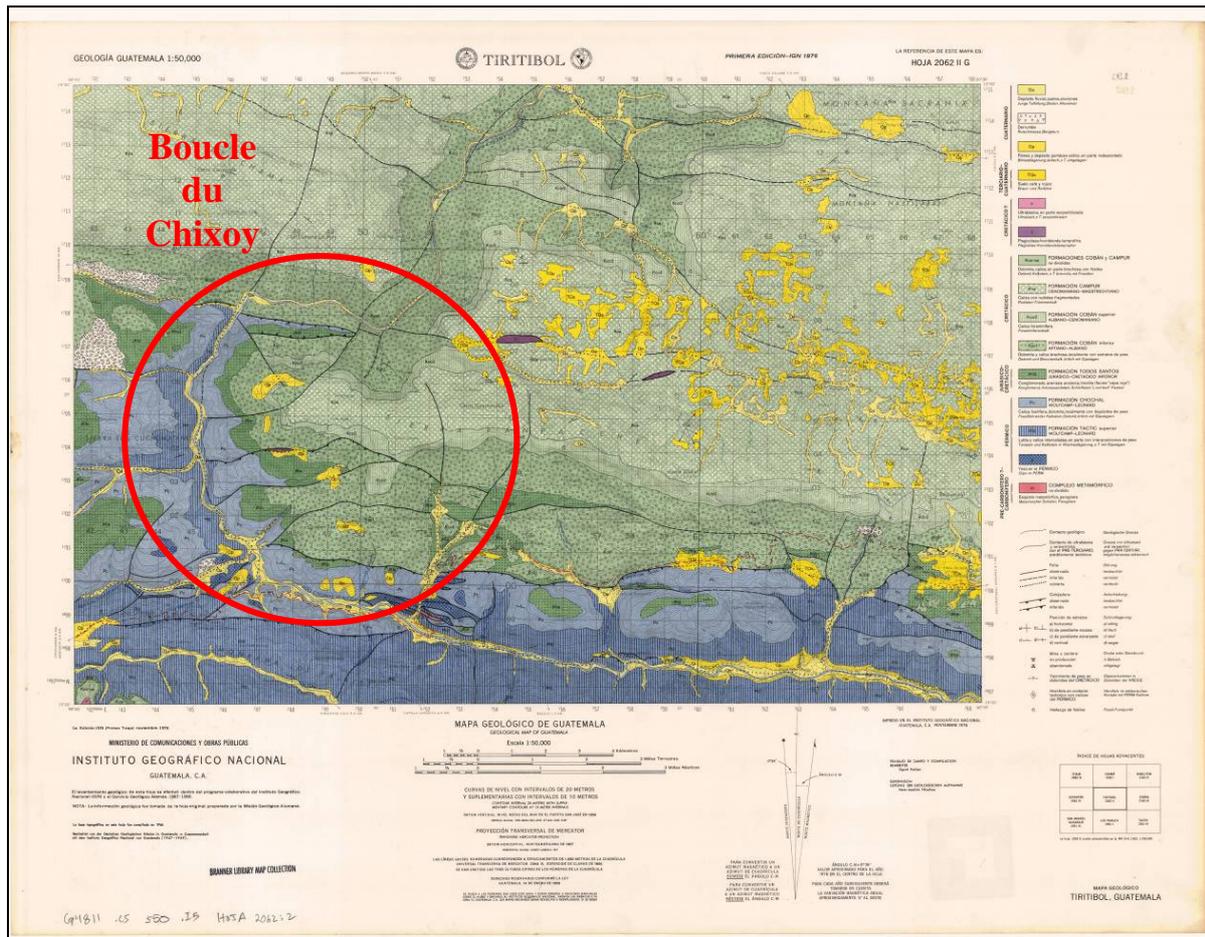


Figure 11 – Carte géologique au 1 / 50 000 (Tiritibol)
Geological map at 1 / 50 000 (Tiritibol)
Mapa geológico a 1/50 000 (Tiritibol)

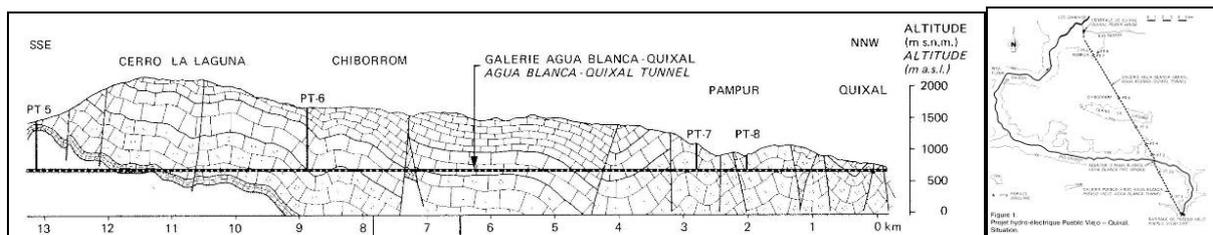


Figure 12 – Coupe géologique le long du tunnel alimentant la centrale de Quixal (tracé à droite).
Lithologie (de la base au plateau) : évaporites (blanc), calcaire bréchiés permien, calcaires lités crétacés [TRIPET 1977].
Geological cross-section along Quixal power station feeding tunnel (delineated to the right). Lithology (from bottom to top): evaporites (white), Permian brecciated limestone, Cretaceous bedded limestone
Corte geológico a lo largo del túnel que alimenta la central de Quixal (trazado a la derecha). Litología (de la base a la meseta): evaporitas (blanco), caliza brechada pérmica, caliza tableada cretácica

Les **infrastructures hydroélectriques du Chixoy**, s'étendent de la retenue amont de Pueblo Viejo au sud, jusqu'à la centrale de Quixal au nord, traversent ce karst par une galerie d'aménée. Les

travaux de percement du tunnel ont permis de connaître la structure profonde du massif (fig. 12), et de confirmer la présence de karst par des venues d'eau localement abondantes.

Du point de vue **morphologique**, on distingue (fig. 9) :

- des niveaux de **surfaces emboîtées et / ou décalées par faille** : troncature de la crête de Panpacche à 2200 m (fig. 12) ; plateau principal basculé de 1500 m au pied de Panpacche à 1200 m au-dessus de La Providencia ; d'autres surfaces d'altitude décroissante et tronquant les sommets des anticlinaux sont visibles jusqu'à l'enneiement des reliefs vers le Petén (fig. 9, 27). En premier abord, il est difficile de faire la part entre des décalages tectoniques d'une même surface, et des emboitements successifs de surfaces d'âge décroissant ;
- des topographies de **karst à buttes et dépressions** (fig. 12) ; elles sont extrêmement contrastées vers l'est en se rapprochant de Cobán, sans qu'il soit possible de leur attribuer une cause lithologique (ou autre) ;
- dans le détail, des **dépressions gigantesques** (*Finca Sanimtacá* entre Cobán et l'émergence de Sacmoc, longue de 1,5 km pour 650 m de profondeur, fig. 13), un **méga-puits d'effondrement** d'une centaine de mètres de profondeur dans le versant à l'ouest de Sacmoc, des **vallées sèches** correspondant à d'anciens passages du réseau hydrographique (paléo-Cahabon sud-nord entre Cobán, Sanimtacá, et Sacmoc).

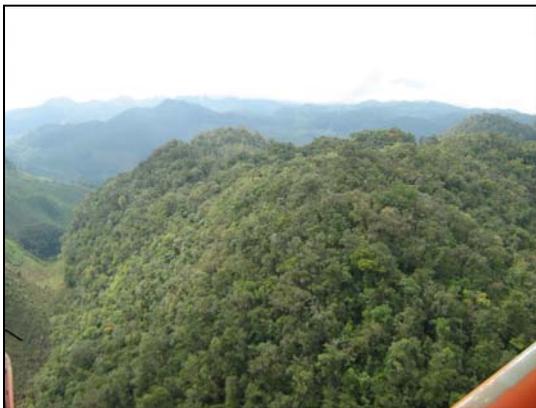


Figure 13 – Vue aérienne des karsts à buttes, surface karstifiée de la sierra Pampacche en arrière-plan (photo. Ph. Audra)

Aerial view of karst cones, with Sierra Pampacche in the background, an old karstified perched surface

Vista aérea del karst de colinas cónicas, mostrando la antigua superficie karstificada de la sierra Pampacche en un segundo plano



Figure 14 – Vue aérienne de la dépression gigantesque de la Finca Sanimtacá (L = 1,5 km, prof. = 650 m) (photo. Ph. Audra)

Aerial view of the huge Finca Sanimtacá depression (L = 1.5 km ; depth = 650 m)

Vista aérea de la gigantesca depresión de la Finca Sanimtacá (L = 1,5 km, prof. = 650 m)

L'hydrogéologie, bien étudiée lors de la construction de la centrale de Quixal, reste néanmoins incertaine dans le détail, particulièrement pour les limites de bassins versant, du fait de l'épaisseur et de la continuité des calcaires. En s'appuyant sur la carte de TRIPET (fig. 45), on constate que les deux principales émergences, Pampur et Sacmoc, sont logiquement au nord en bordure des principales vallées, respectivement de Quixal et de la Sasichaj (fig. 9). Leur débit est de quelques m³/s chacune. D'autres émergences sont présentes dans le canyon du Chixoy, avec des débits d'un ordre de grandeur inférieur. Enfin, sur le plateau, des sources et émergences apparaissent localement le long des affleurements de Todos Santos ; leurs débits semblent ne pas excéder quelques dizaines de L/s.

À l'occasion du survol de la zone, au lendemain d'un orage conséquent, nous avons constaté que les deux principales émergences étaient en crue, avec des débits de 10-20 m³/s chacune, alors que les émergences du Chixoy ne semblaient pas (vues d'avion) affectées par cette crue. Même si l'on peut mettre cette différence sur le compte d'un orage localisé, il semble néanmoins que les deux principales émergences soient alimentées par des pertes, avec un transfert très rapide.

Enfin, ces deux émergences sont perchées à plusieurs dizaines de mètres de hauteur (fig. 18, 19), traduisant le retard de la karstification par rapport à l'enfoncement des vallées. Ceci est un symptôme de surrection très rapide, caractéristique des régions de tectonique active (Papouasie, Turquie...).

Résultats spéléologiques

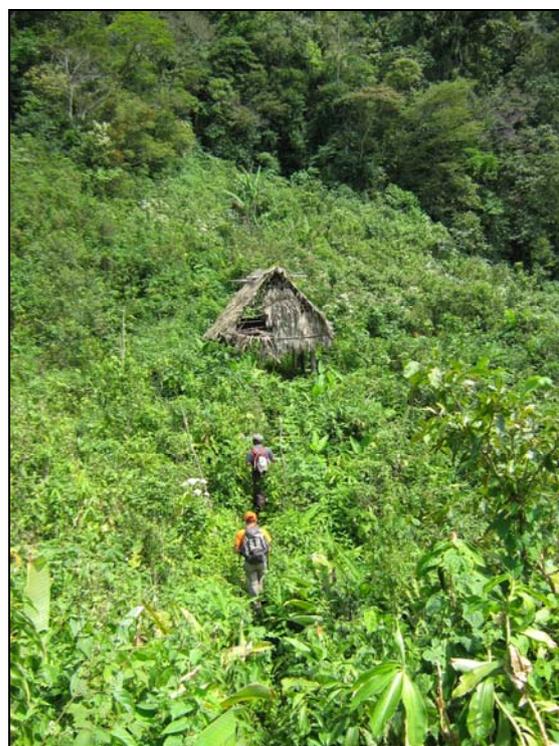
Le détail des cavités explorées est présenté par la suite.

Aucune cavité notable n'a été découverte en une bonne dizaine de jours de terrain. Si nous avons appris beaucoup sur cette région, cet échec relatif du point de vue spéléologique s'explique par trois raisons principales :

- le **choix de se limiter principalement aux gorges**, en rapport avec les objectifs scientifiques du projet, nous a éloignés du plateau, où les gouffres abondent relativement ; néanmoins, nous savons qu'ils sont très fréquemment bouchés à faible profondeur [DREUX & COURBON 1976], et que, sauf coup de chance, la grande découverte ne viendra que d'un long travail de prospection. De même, les deux émergences s'achèvent rapidement sur siphon, et il faudra sans doute attendre l'invention de plongeur-torpilles pour remonter les courants violents...
- la **nature bréchiq ue des calcaires**, accentuée par la fracturation intense à proximité de la faille, les rend vulnérables au processus d'érosion (écroulements, glissements...), qui sont dopés par les séismes et les précipitations considérables. Et à la place d'un canyon entaillé entre des parois verticales auquel on pourrait s'attendre, le Chixoy s'écoule dans une vallée, certes encaissée de plus de 1000 m, mais entre des versants en V inclinés à 45° (fig. 37, 40). Dans ce contexte, le versant est nappé de formations principalement ébouleuses, recouvertes de végétation. Les barres verticales sont rares, et exemptes de tout porche. Une seule des cavités que nous avons visitées est réellement karstique (Tap), et encore ne s'agit-il que d'un petit puits récent sur une fracture rapidement impénétrable. La seconde cavité est une fracture de détente (Abrasado), et les deux dernières sont des vides dans des formations superficielles (Escaleras, Cedral). Nous ne pouvons pas prétendre avoir tout vu, loin de là, mais le terrain est objectivement difficile et peu propice !
- enfin, nous avons pâti de **reconnaissance préliminaires insuffisantes** ; nos collaborateurs étudiants en géologie de Cobán, chargés de cette mission, se sont souvent contentés de renseignements oraux mentionnant « une grande grotte qui traverse la montagne », et n'ont pas

effectué les longues descentes (et remontées) dans le canyon, où ils auraient constaté l'inexistence de ces cavités. Cela nous aurait peut-être permis de faire un meilleur tri, et d'axer nos efforts vers des objectifs plus ciblés. Ce handicap devrait être atténué, nos collaborateurs guatémaltèques ayant été depuis mieux formés à nos objectifs et aux méthodes d'investigation de terrain.

Nous espérons que de nouvelles recherches auprès des populations indiennes, validées par un repérage effectif des entrées, permettront de réunir suffisamment d'objectifs concrets pour justifier d'une nouvelle expédition.



Journal de l'expédition (fév. 2008)

Dimanche 10

Vol Nice (8h) – Paris – Houston - Guatemala (19 h)
Nuit chez Byron MOTA

Lundi 11

Guatemala City...
Réunion Manuel MOTA, Coordinadora Nacional para la Reduccion de Desastres (CONRED)

Mardi 12

Guatemala City...
Réunion CONRED, rencontre avec le nouveau Directeur exécutif, très attentif à nos travaux.
Route Guatemala City => Coban
Obsidiennes sortie ville, intercalée dans les ponces de l'explosion de la caldeira d'Atitlan vers 84 000 ans BP.
Visite **cueva Chicoy**, sur la route, au niveau de la source du rio Cahabon, en rive droite de la vallée sèche, à l'emplacement de la ligne de ligne partage (indiquée par un panneau). Galerie pentue d'effondrement, couverte de suie par les rites mayas permanents. Aucune indication génétique visible.



Figure 16 – Guichet à l'entrée de la cueva Chicoy (Photo. Ph. Audra)
Ticket booth at the entrance of Cueva Chicoy
Ventanilla a la entrada de la cueva Chicoy

Mercredi 13

Matin : échantillonnage paléomagnétisme des terrasses du Cahabon à l'ouest de Cobán. Repérage de la zone de pertes alimentée par les soutirages de la nappe du Cahabon, formant une vaste dépression allongée au contact entre alluvions et plateau calcaire (fig. 9). Série de pertes colmatées ou impénétrables. Elles sont probablement drainées vers l'émergence de Sacmoc.

Après-midi : visite de cavités vers San Pedro Carcha, à l'est de Cobán :

- Une **petite grotte** recoupée par une carrière. Galerie triangulaire sous strate, débourrée du remplissage argileux (rougeâtre au sommet), soutirage. Nombreuses chauves-souris. Émergence vauclusienne de l'autre côté du piton.
- Après pont, sur la route n° 5 vers Lanquin, entrée marquée « **gruta** » ; simple salle de quelques mètres de diamètre.



Figure 17 – Prospection en terrain vierge... (Photo. Ph. Audra)
Cave investigation on virgin land ...
Prospección en terreno virgen

Jeudi 14

Réunion CONRED le matin

Survol du rio Chixoy à midi : les versant du canyon sont à 45°, entièrement végétalisés. Pas de cavités repérées. Par contre, l'orage d'hier a mis en crue les émergences le long du rio Sasichaj, alors que le rio Chixoy reste à l'étiage. Les deux émergences principales du massif (**Pampur** et **Sacmoc**) crachent des débits énormes, entre 5 et 20 m³/s (estimations vues d'avion...)

Rdv étudiants après-midi, puis départ vers Pamuc le soir

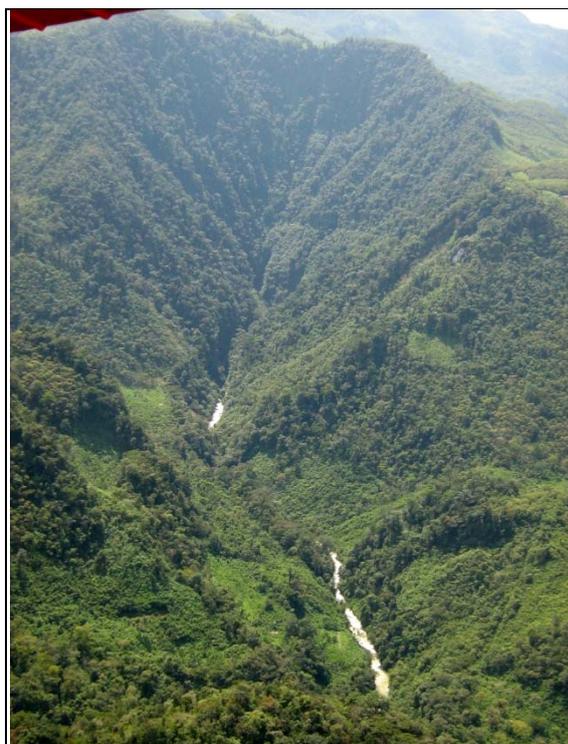


Figure 18 – Vue aérienne de la source de Pampur, explorée en 1976 par les Français [DREUX & COURBON 1976] (Photo. Ph. Audra)

Aerial view of the pampur spring, explored in 1976 by a French team [DREUX & COURBON 1976]

Vista aérea de la fuente de Pampur, explorada en 1976 por los Franceses.

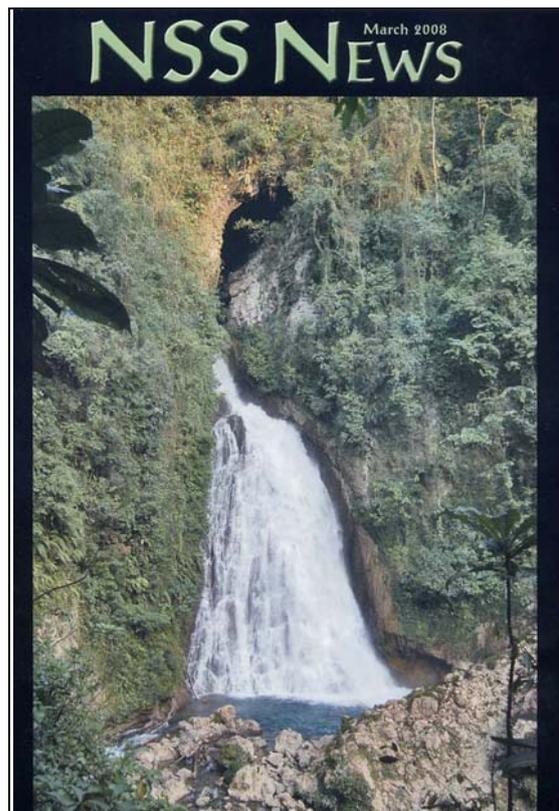


Figure 19 – Cueva Sacmoc, émergence du rio Sasichaj, atteinte en 2007 par les Américains [COLL. 2008]

Cueva Sacmoc, exurgence of Sasichaj River, reached in 2007 by Americans [COLL. 2008]

Cueva Sacmoc, nacimiento del río Sasichaj, alcanzada en 2007 por los Americanos [COLL. 2008]

Vendredi 15

Cavités verticales autour de Pamuc (PhA + GB + Axel Gutierrez + 2 personnes de la CONRED), guidés par les villageois Don Juan, Sebastian, & Marco, puis sur le versant du canyon :

- **siguan Romeo & Julieta** (-50, descente d'un P 30) ;
- **siguan de Cuatro Perros** (P 20) ;
- **siguan del Oso** (P 12) ;
- **siguan del Tap** (P 20)



Figure 20 – Descente dans le siguan del Tap (photo. (A. Gutierrez))
Rappelling into siguan del Tap
 Descendiendo al siguan del Tap

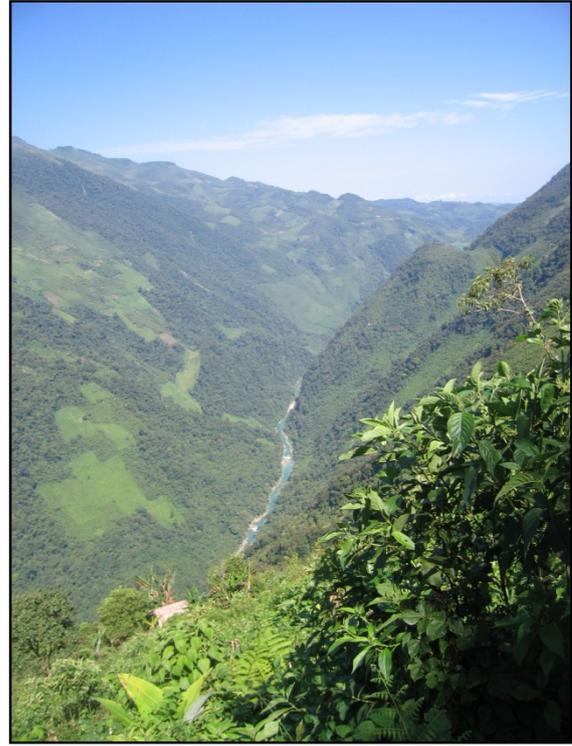


Figure 21 – Canyon du rio Chixoy, vu du sommet du versant. Au fond, rive droite, la butte qui a donné son nom à la grotte du Cerro del Abrasado (Photo. G. Brocard)
Rio Chixoy Canyon, as viewed from its ledge. In the background, to the right, the knob that gave its name to Cueva del Cerro de la Abrasado
 Cañón del río Chixoy, visto desde la cumbre de la vertiente. En segundo plano, a la derecha, el pequeño cerro que dio su nombre a la cueva del Cerro del Abrasado

Samedi 16

Descente dans le canyon (PhA + GB), guidés par Don Juan, son fils Giorgio, et Sebastian.

- **Cueva del Cerro del Abrasado** : fracture de décompression.
- **Cueva de las Escaleras** : vide entre les blocs aménagé en point d'eau par les mayas.

Au-dessus de la route, dans les plantations de café :

- **Siguan** : petit gouffre d'effondrement non descendu.
- **Nacimiento de Horna** : grotte-source captée

Dimanche 17

Descente dans le rio Chixoy, en passant par la communauté de San Sebastian. Nous obtenons l'autorisation seulement d'aller au rio, pas de visiter la grotte maya. Descente par un sentier maya empierré, milliers de marches calcaires glissantes, puis sentier plus « normal » en dessous des jardins. Terrasse fluviale indurée à environ +30. Repérage des **Nacimientos du rio Chixoy**.



Figure 22 - Remontée le long du rio Chixoy
(Photo. G. Brocard)
Walking upstream along the Chixoy river
Remontando el río Chixoy

Remontée en hypoglycémie et déshydratation, gasp, sortie du canyon à la nuit, puis 1 h à se geler pendant un palabre au village, pour apprendre qu'ils ne sont pas contents qu'on soit descendus au rio ! Ils exigent qu'on les prévienne 5 jours à l'avance, pour qu'ils puissent convoquer l'ensemble de la communauté, afin de rendre leur décision.

Lundi 18

Retour à San Cristobal pour récupérer Clausen Gonzalez (étudiant en géologie), transfert à la Navidad par la route en travaux pour contacts sur place.

Mardi 19



Figure 23 – Sentier en remontant de la cueva del Cedral
(Photo. Ph. Audra)
Walking trail up, back from El Cedral Cave
Remontando el sendero de la cueva del Cedral

Journée à la Navidad avec Clausen. Fissures sans intérêt 900 m d'altitude sous le village, au pied d'une barre. Puis traversée vers le SE pour voir la **cueva del Cedral**. Guidés par Mario et un autre villageois.

Mercredi 20

Accompagnés de Salvador, employé de la commune d'Uspantan
Matinée sur le glissement d'Uspantan à Cotoxac, l'avalanche de blocs...
Après-midi par la piste allant de Chicaman à Tiritibol (rive gauche du Chixoy), topographie de la **cueva de Tunabaj**, à Las Pacayas

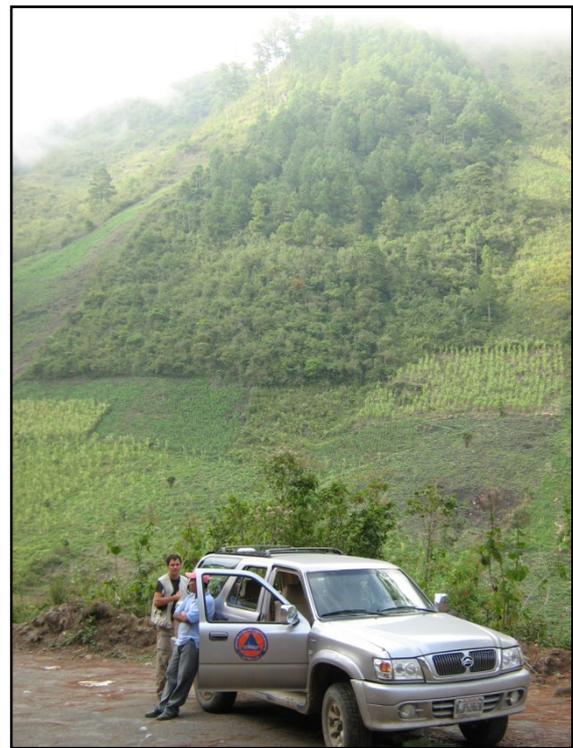


Figure 24 – En prospection vers Las Pacayas
(Photo. Ph. Audra)
Looking for caves around Las Pacayas
Prospección de cavidades alrededor de Las Pacayas

Jeudi 21

Retour sur Coban. Visite touristique de la **cueva del Rey Marcos**, à l'est de Coban, vers San Juan Chamelco. Cavité ré-ouverte par désobstruction en 1999, à partir d'un petit trou soufflant entre les blocs au dessus de la résurgence. Site aménagé avec goût, topo levé par les Américains sur 1 km (Nancy Pistole, Mat Oliphant...). 1 km de réseau constitué par le cours principal de la rivière (quelques dizaines de L/s à l'étiage), avec quelques passages supérieurs. Entrée par un trop-plein, bon courant d'air frais (25 °C env.). Alternance de passages en rivière, de chaos, et de zones concrétionnées.

Un terrassement maya, avec quelques céramiques et un autel. La zone de concrétions au terminus touristique a été systématiquement détruite par les mayas : toutes les stalagmites jusqu'à 20 cm de diamètre ont été rompues à la base, posées sur le côté, ou ont roulé vers le bas. Sur les bases, repousse de stalagmites de 10 cm de haut, dont les lamines permettrait sans doute de dater le passage maya. Sédiments sableux issus des ponces, couverts d'argile de décantation.

Conférence en soirée au Département de géologie, au Centre Universitaire du NO (Coban) de l'Université San Carlos, sur la spéléogénèse et les modelés de paroi



Figure 25 – Cueva del Rey Marcos, vestiges mayas. De gauche à droite : autel ; céramiques ; cimetière de concrections brisées ; repousses de stalagmites après le passage des Mayas (Photo. Ph. Audra)
Mayan relics in Cueva del Rey Marcos. From left to right: altar; ceramics; graveyard of broken speleothems; re-growth of stalagmites after Mayan damages.

Cueva del Rey Marcos, vestigios mayas. De izquierda a derecha: altar; cerámicas; cementerio de estalagmitas rotas; reanudación del crecimiento de las estalagmitas después de la intervención de los Mayas.

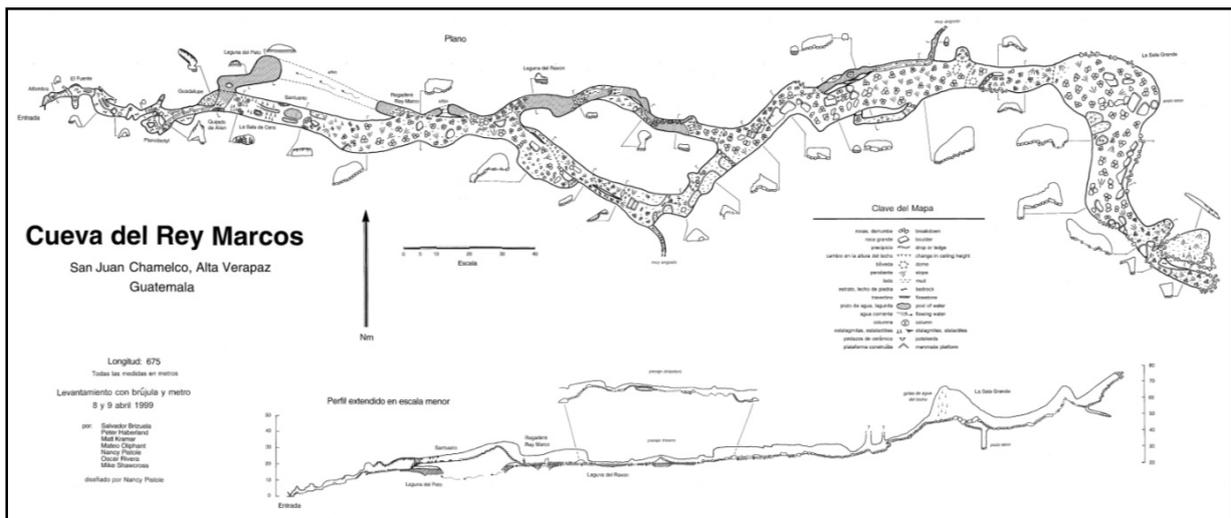
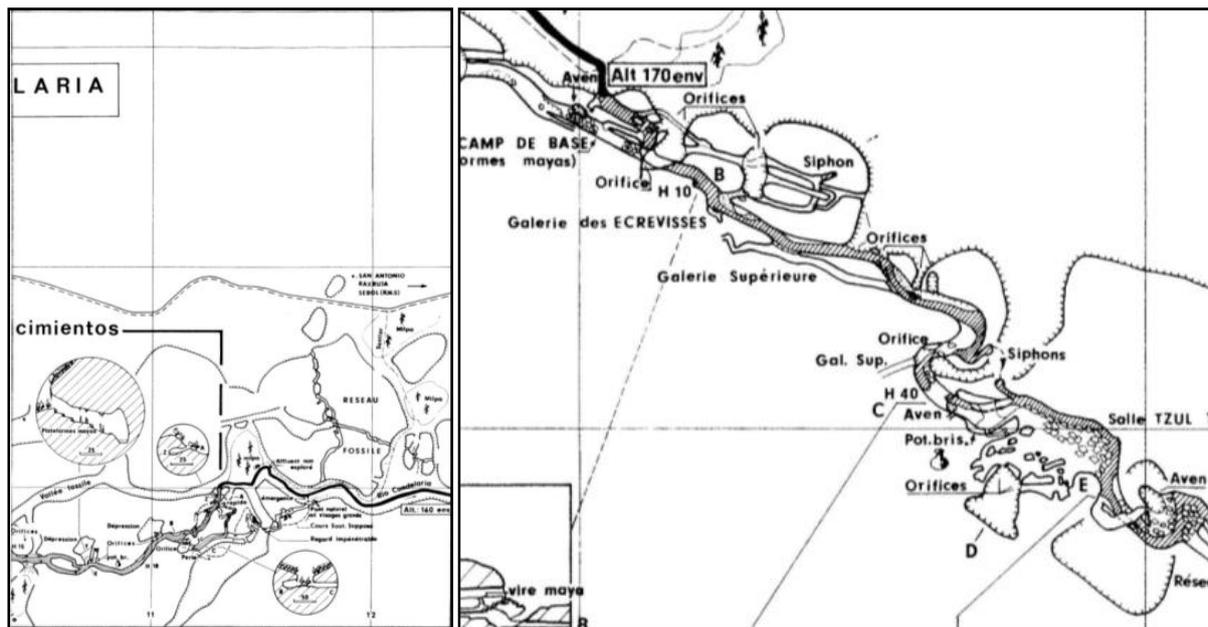
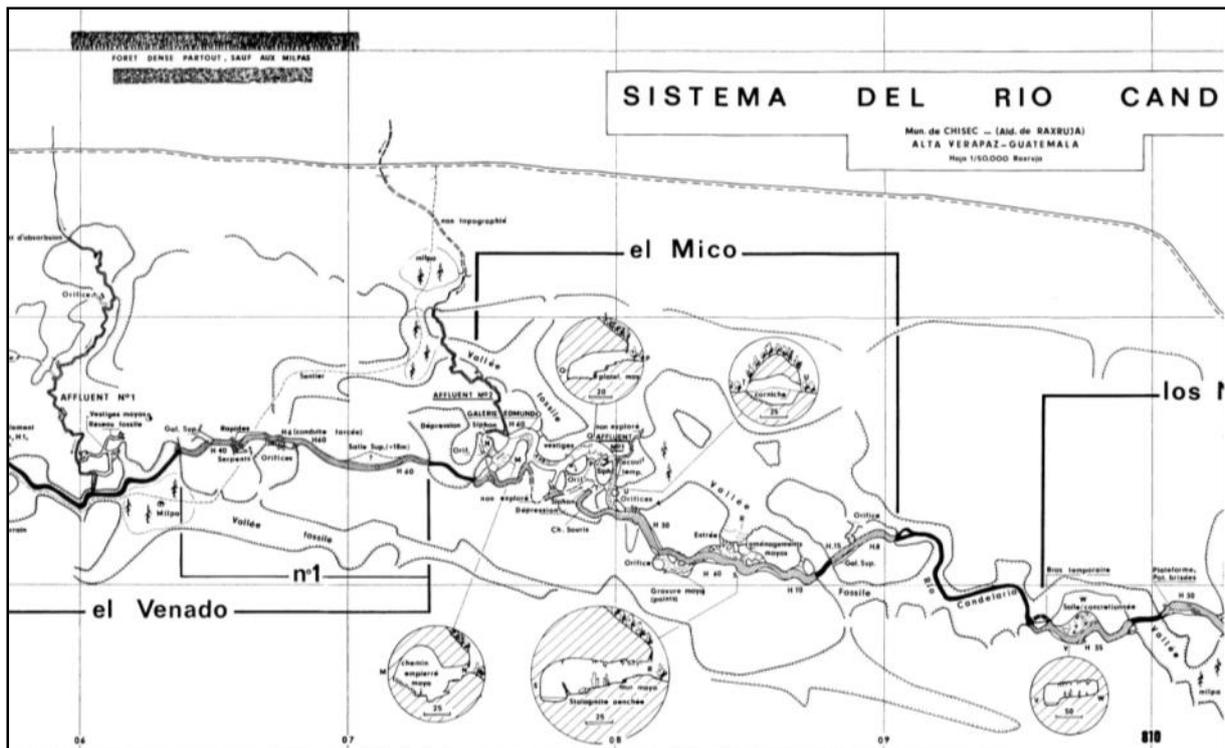


Figure 26 – Topographie de la cueva del Rey Marcos [comm. N. PISTOLE & M. OLIPHANT]
Cueva del Rey Marcos survey - Topographia de la cueva del Rey Marcos



<< Figure 29 – Entrée touristique du réseau de Candelaria par la perte (Photo. Ph. Audra)
Touristic entrance to the Candelaria is by the upper sinkhole
 Entrada turística de la red de Candelaria, que se efectúa a través del sumidero

Samedi 23

Retour Guatemala City

Montée au Pacaya dans l'après-midi. Le cratère sommital fume et crache de petites bombes ; observation des coulées laviques sur la meseta. Un **petit tube de lave** de 10 m de long...

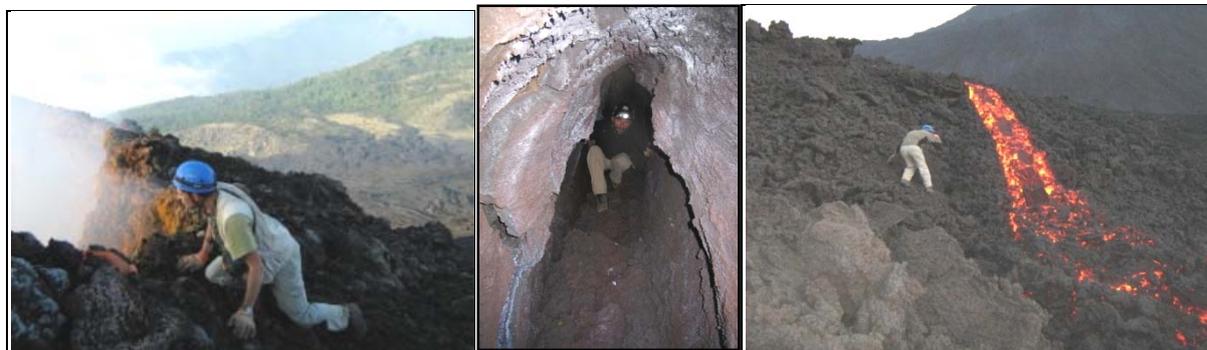


Figure 30 – Le volcan du Pacaya, au dessus de Guatemala Ciudad. De gauche à droite : le cratère au sommet du cône (photo. Ph. Audra) ; tube de lave (photo. G. Brocard) ; épanchement de lave sur la mesa au pied du cône (photo. Ph. Audra)

Pacaya Volcano, looming above Guatemala City. From left to right: summit crater; lava tube; lava flow

El volcán Pacaya, encima de la Ciudad de Guatemala. De izquierda a derecha: el cráter; un tubo de lava; colada de lava al pie del cono volcánico

Dimanche 24

Vol retour

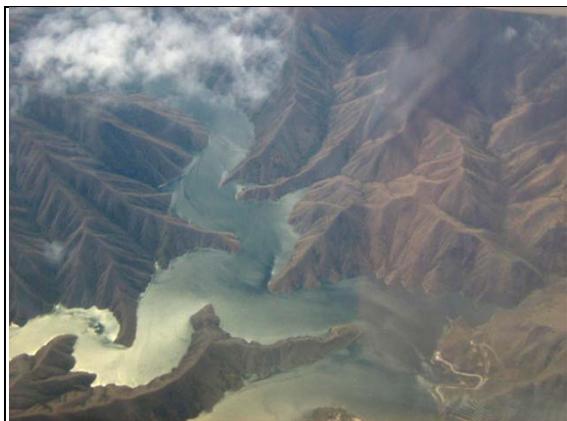


Figure 31 – La retenue du rio Chixoy, vue d'avion (Photo. Ph. Audra)

Rio Chixoy reservoir as seen during commercial flight

Vista aérea de la presa del río Chixoy



Figure 32 – La laguna de Lachuá en bordure du Chixoy à proximité des plaines du Petén ; une mégadoline hypogène aux eaux sulfuriques, 3 km de diamètre, - 222 m (Photo. Ph. Audra)

Laguna de Lachuá, next the Chixoy River where it reaches the Petén lowlands. A 3 km wide and 222m-deep hypogenic sinkhole with sulfidic water.

Laguna de Lachuá en las inmediaciones de Chixoy, cerca de las planicies de Petén. Una megadolina hipogénica con aguas sulfurosas de 3 km de diámetro y 222 m de profundidad

Lundi 25

Arrivée Nice 15 h

Description des cavités explorées

NB : *Siguan* signifie « gouffre » en poqomchi'

Siguan Romeo & Julieta

Dénomination

Du nom du propriétaire du terrain, Romeo

Localisation

UTM 15 – 755 252 – 1 710 270 – env. 1 184
Communauté de Pamuc – San Cristóbal Verapaz -
Alta Verapaz

À Pamuc, dans la descente le long de la piste menant de San Cristobal à la centrale de Quixal. Un sentier partant à droite (dans le sens de la descente), passe à côté du trou. Guide indispensable.

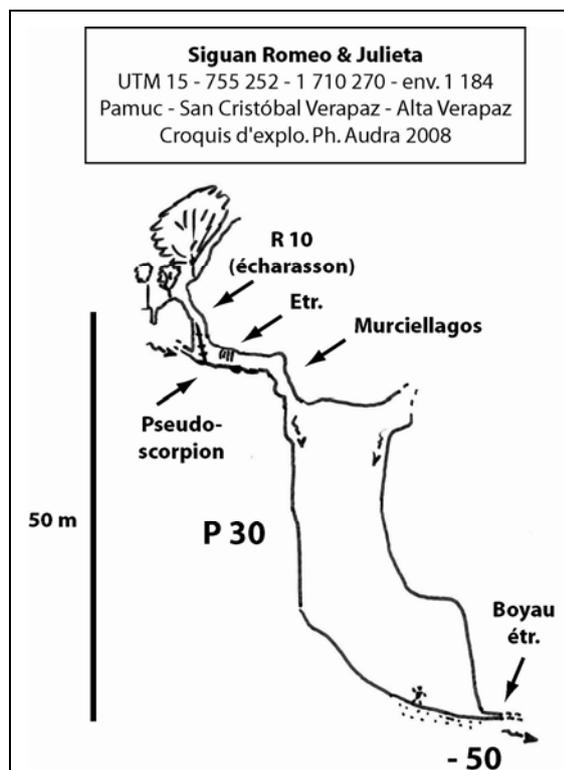


Figure 33 – Coupe du siguan Romeo & Julieta
Siguan Romeo & Julieta, profile view
Alzado del siguan Romeo & Julieta

Description

Fissure étroite donnant sur un court méandre, avec arrivée d'eau (pénétrable) à l'amont. L'actif se jette dans un beau P30 terminé par une salle en coupole

de grande dimension, avec une arrivée en face. L'actif se perd dans un conduit pénétrable, de toute petite taille. Pas de courant d'air, traces de mise en charge.

Observations (sédiments, faune, vestiges...)

Pseudo-scorpions à la base du ressaut d'entrée, 1 chauve-souris au sommet du P30

Plancher de cailloutis anguleux suspendu avant P30.

Exploration

Cavité connue par les villageois jusqu'au sommet du P30, utilisée pour l'eau en période de sécheresse. 15 février 2008 : descente du P30 (Ph. Audra, G. Brocard)

Remarque

Une autre grotte (« descendante, puis remontante, terminée par un puits ») se trouve avant au bord du sentier (mais proprio absent...).

Siguan del Oso

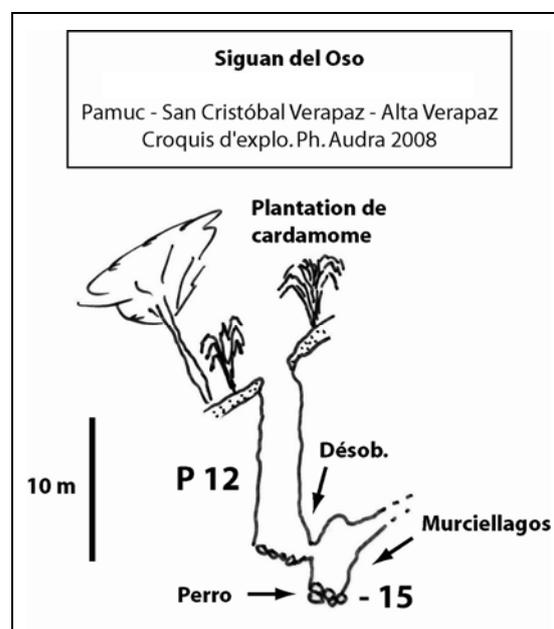


Figure 34 – Coupe du siguan del Oso
Siguan del Oso, profile view
Alzado del siguan del Oso

Dénomination

Du nom du chien qui y est tombé

Localisation

Communauté de Pamuc – San Cristóbal Verapaz - Alta Verapaz

À Pamuc, dans la descente le long de la piste menant de San Cristobal à la centrale de Quixal. Un sentier partant à droite (dans le sens de la descente), descend en pente forte. Puits au milieu des plantations de cardamome. Guide indispensable.

Description

Gouffre ouvert dans les altérites, sur le versant d'une dépression. P12, suivi d'une étroiture désobstruée dans les brèches, donnant sur une petite salle.

Observations (sédiments, faune, vestiges...)

Une chauve-souris

Exploration

15 février 2008 : descente (Ph. Audra)



Figure 35 – Variété d'arum géant dans les plantations de cardamome, à proximité du siguan del Oso (photo. Ph. Audra)

Giant arum in a cardamome plantation, close to Siguan del Oso

Variación de arum gigante en las plantaciones de cardamomo, cerca del siguan del Oso

Siguan de Cuatro Perros

Dénomination

Quatre squelettes de chiens retrouvés au fond

Localisation

UTM 15 – 754 908 – 1 710 757 – 1 192 m

Communauté de Pamuc – San Cristóbal Verapaz - Alta Verapaz

À Pamuc, dans la descente le long de la piste menant de San Cristobal à la centrale de Quixal. Un sentier partant à droite (dans le sens de la descente), descend en pente forte. Puits au milieu des plantations. Guide indispensable.

Description

Beau P20, sans suite.

Observations (sédiments, faune, vestiges...)

Exploration

15 février 2008 : descente (Ph. Audra)

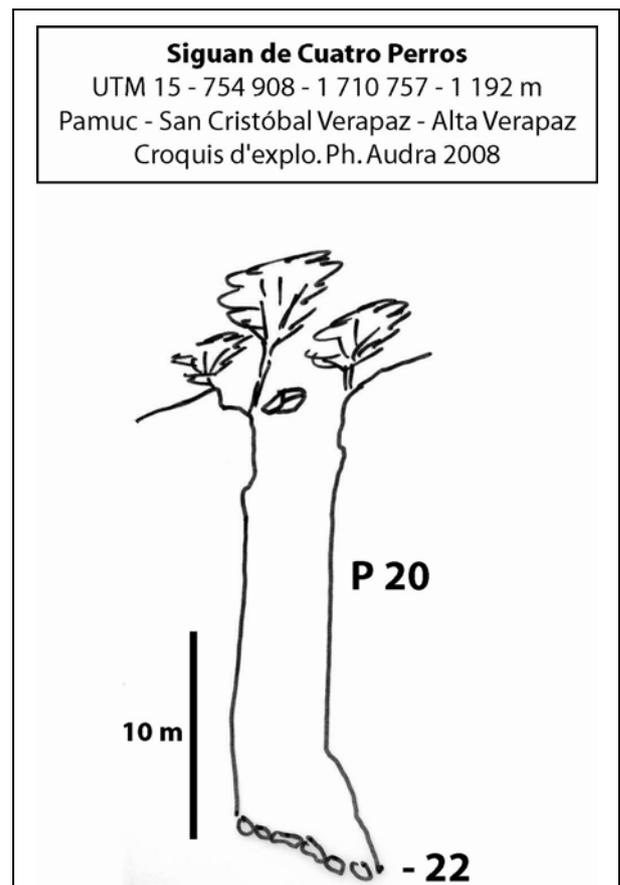


Figure 36 – Coupe du siguan de Cuatro Perros

Siguan de Cuatro Perros, profile view

Alzado del siguan de Cuatro Perros

Remarque

Les villageois disent qu'il existe tout un alignement de puits dans le prolongement

Siguan del Tap, ou Los Pinos

Dénomination

Du nom du pseudoscorpion en Pocomchi

Localisation

UTM 15 – 753 696 – 1 719 558 – 1 341 m
Communauté de Pamuc – San Cristóbal Verapaz - Alta Verapaz
Dans le versant du canyon du Chixoy, environ 200 m sous le sommet. Dans un bois de pins, près de jardins. Guide indispensable.

Description

Gouffre de 20 m sur faille. Une étroiture serait à désobstruer pour accéder à la suite (et sans doute fin).

Observations (sédiments, faune, vestiges...)

Dolichopodes au fond.

Exploration

15 février 2008 : descente du P20 (Ph. Audra, G. Brocard)



Figure 37 – En descendant vers le siguan del Tap ; 1000 m plus bas, le rio Chixoy, dans le secteur des nacimientos (photo. Ph. Audra)

On the way down to Siguan del Tap; one can see 1000 m downhill the Rio Chixoy, in the area of the Nacimientos

Descendiendo hacia el siguan del Tap ; 1000 m más abajo, el río Chixoy, en el sector de los Nacimientos

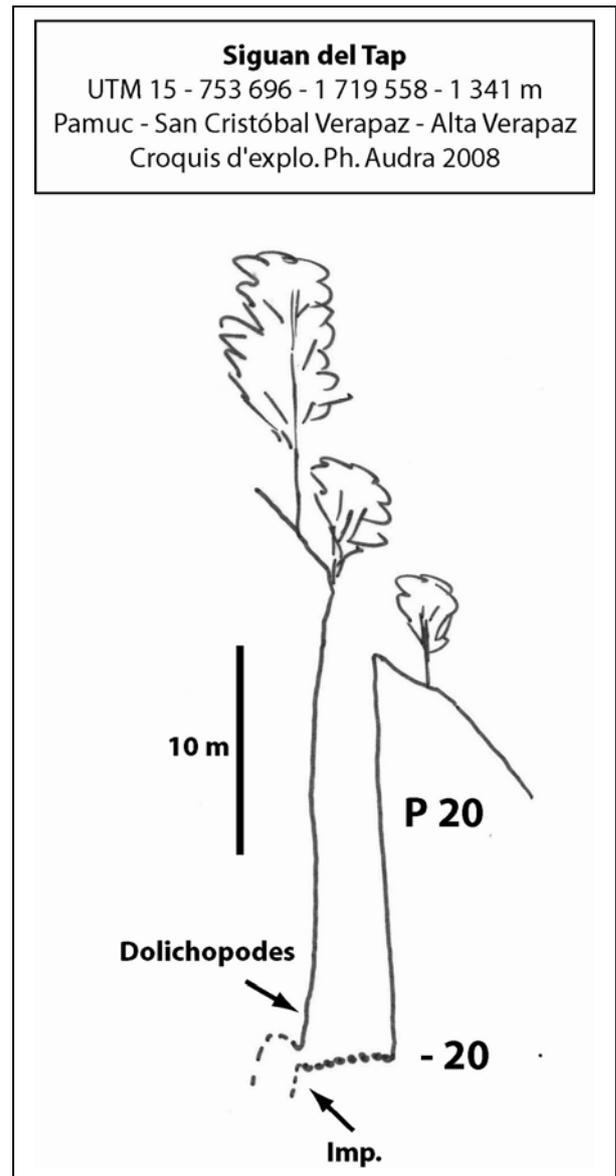


Figure 38 – Coupe du siguan del Tap
Siguan del Tap, profile view
Alzado del siguan del Tap

Cueva del Cerro del Abrasado

Dénomination

Du nom du mamelon en promontoire au-dessus du canyon

Localisation

UTM 15 – 752 412 – 1 710 658 – 755 m
Communauté de Pamuc – San Cristóbal Verapaz - Alta Verapaz
De Pamuc, descente dans le canyon, jusqu'à 300 m au dessus du rio 50 (à 380 m) ; la grotte s'ouvre sur le flanc de piton avançant sur la gorge, dans un

secteur escarpé et densément boisé, sans sentier.

Guide indispensable, localisation connue de Juan Delacruz Juc

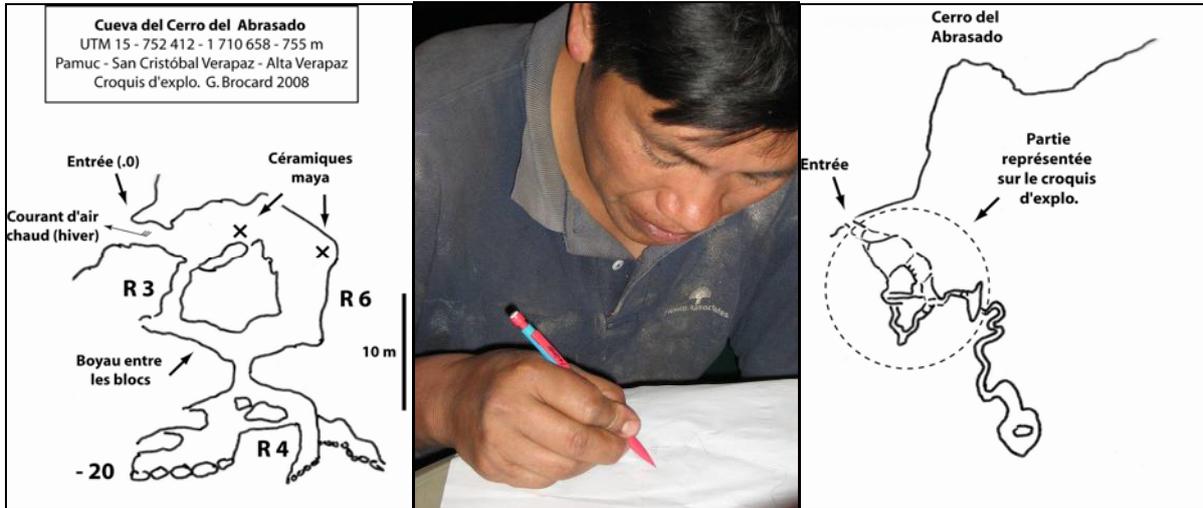


Figure 39 – Cueva del Cerro del Abrasado. Gauche : coupe ; centre : Juan dessinant la coupe de sa grotte (photo. Ph. Audra) ; droite : la coupe selon Juan.

Cueva del Cerro del Abrasado. Left: profile view; center : Juan sketching his cave; right : cave profile view according to Juan.

Cueva del Cerro del Abrasado. Izquierda: alzado ; centro: Juan dibujando el alzado de su cueva; derecha: el alzado según Juan



Figure 40 – Cueva del Cerro del Abrasado (photos. Ph. Audra). Gauche : anse de jarres, probablement destinées à stocker l'eau de percolation ; droite : localisation approximative de la cueva

Cueva del Cerro del Abrasado. Left: broken earthenware jar handles, probably used to store drip water; right: approximate location of the cueva

Cueva del Cerro del Abrasado. Izquierda: asa de tinajas, probablemente destinadas a almacenar el agua de percolación; derecha: localización aproximada de la cueva

Description

C'est une fracture de décompression à deux entrées, soufflant un courant d'air chaud, venant du bas. Après la salle d'entrée, descente d'une vingtaine de mètres entre les blocs coincés entre les deux épontes.

Observations (sédiments, faune, vestiges...)

Dans la salle d'entrée, anses de jarre et fragments de céramique fine ancienne.

Exploration

Connue de longue date, utilisée pour les cérémonies maya.

Visite le 16 février 2008 (Ph. Audra, G. Brocard ; guidés par Juan, son fils Giorgio, et Sebastian)

Remarque

Juan dit qu'il serait descendu encore plus bas, jusqu'à « de l'eau ».

Cueva de las Escaleras

Dénomination

Blocs sommairement appareillés par les Mayas, pour faire un escalier

Localisation

UTM 15 – 752 884 – 1 710 940 – 982 m
Communauté de Pamuc – San Cristóbal Verapaz - Alta Verapaz
Au dessus du sentier horizontal. Guide indispensable.

Description

Vide entre les blocs de calcaire.

Observations (sédiments, faune, vestiges...)

3 blocs disposés en marches facilitent la descente, un fragment de céramique fine ancienne. La grotte devait être utilisée comme point d'eau

Exploration

Connue de longue date (vestiges mayas)
Visite le 16 février 2008 (Ph. Audra, G. Brocard ; guidés par Juan, son fils Giorgio, et Sebastian)



Figure 41 – Cueva de las Escaleras. Escalier de blocs maya destiné à faciliter l'accès au fond du vide ménagé entre les rochers, où était sans doute collectée l'eau des suintements (photo. Ph. Audra)

Cueva de las Escaleras. Stairs made by Mayas with blocks to access a void between huge boulders, where water was probably collected into the ceramics.

Cueva de las Escaleras. Escalera maya de bloques dispuestos entre los peñascos, destinada a facilitar el acceso al fondo del vacío seguramente para recolectar las aguas de infiltración

Siguan

Localisation

UTM 15 – 753 984 – 1 711 136 – 1 227 m
Communauté de Pamuc – San Cristóbal Verapaz - Alta Verapaz

Au-dessus de la piste, dans les plantations de café, gouffre d'effondrement de 1 m de diamètre ouvert sur le flanc d'une dépression. Non descendu.

Description

La salle située quelques mètres en-dessous semble bouchée.

Exploration

Repéré le 16 février 2008 (Ph. Audra, G. Brocard ; guidés par Juan, son fils Giorgio, et Sebastian)

Remarque

Un autre gouffre existerait plus haut (non retrouvé)

Nacimiento de Horna (Ras bāl hā Pan hórna)

Dénomination

= grotte du Four

Localisation

UTM 15 – 757 813 – 1 707 335 – 1 479 m

Communauté de Pamuc – San Cristóbal Verapaz - Alta Verapaz

Sur la route en allant de Pamuc à San Cristobal, premier embranchement carrossable à gauche, jusqu'au terminus. La grotte et au bout de la dépression, suivre le tuyau...

Description

10 m au-dessus de la source, porche correspondant à un niveau perché. Un passage bas mène dans une galerie (l = 3 x h = 6), avec de belles formes de dissolution. 2 soutirages impénétrables ; 2 regards percent le plafond de la galerie, qui est bouchée à l'amont. Une reconnaissance en surface n'a pas permis de retrouver la suite de la galerie.

Exploration

Visite le 16 février 2008 (Ph. Audra, G. Brocard ; guidés par Juan, son fils Giorgio, et Sebastian)

Remarque

Grotte-source captée par la communauté de Pamuc Débit d'une dizaine de l/s, température 19 °C.

À l'aval de la source, le ruisseau se perd après 50 m dans une fissure pénétrable. Rive gauche une petite source. Cette émergence perchée est probablement liée à l'écran marneux de Todos Santos.

D'après le « caporal » d'une finca locale, il n'y aurait que des gouffres sur le plateau, aucune grotte, tout au moins dans le secteur qu'il connaît bien.

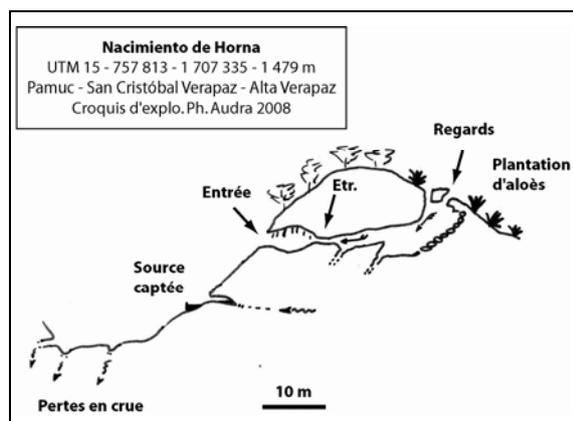


Figure 42 – Coupe de la naissance de Horna.
Nacimiento de Horna, profile view
Alzado del nacimiento de Horna

Nacimientos del río Chixoy

Localisation

Communauté de San Sebastian – San Cristóbal Verapaz - Alta Verapaz

À partir de la piste de Quixal, un sentier large mène à San Sebastian. De là, un sentier pavé – et donc glissant – descend au fond du canyon. Les sources sont quelques mètres au dessus de la rivière. Guide indispensable.



Figure 43 – Vue aérienne des naissances 1 del río Chixoy (photo. Ph. Audra)
Air view of the Nacimientos 1 del río Chixoy
Vista aérea del nacimiento 1 del río Chixoy

Description

- Nacimiento 1 del río Chixoy
UTM 15 – 751636 – 1 708 912 – 400 m environ
Le sentier y amène directement. Plusieurs griffons étalés sur une trentaine de mètres, débit d'étiage env. 2 m³/s. L'eau sort au travers d'un éboulis très compact.



Figure 44 – Nacimientos del rio Chixoy. De gauche à droite : nacimiento 1, nacimiento 2, petite source en aval des nacimientos 3 (photo. Ph. Audra)
Nacimientos del Rio Chixoy. From left to right: nacimiento 1, nacimiento 2, small spring downstream of nacimientos 3
 Nacimientos del río Chixoy. De izquierda a derecha: nacimiento 1, nacimiento 2, pequeña fuente aguas abajo del nacimiento 3

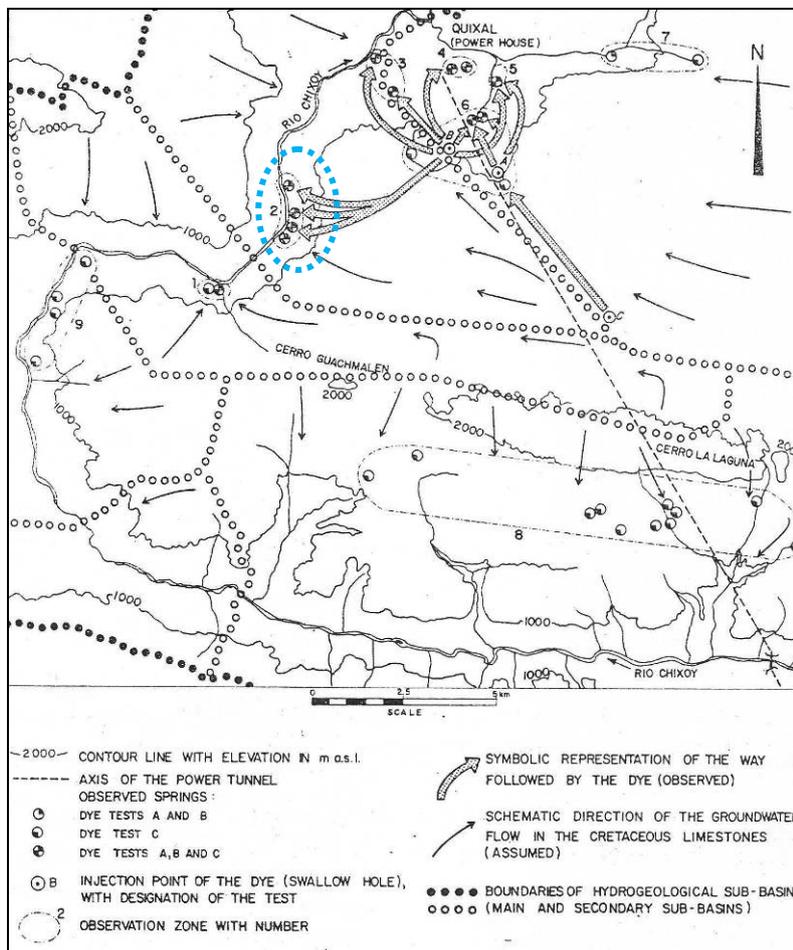


Figure 45 – Nacimientos del rio Chixoy. Localisation des émergences surveillées lors des opérations de traçage de 1975. Ces études ont été réalisées par l'INDE, préalablement au creusement du tunnel de dérivation de la centrale de Quixal. Les émergences sont repérées par le n° 2 [TRIPET 1977].

Nacimientos del rio Chixoy. Localización de las emergencias observadas durante las operaciones de trazado de 1975. Estos estudios fueron realizados por la INDE, previamente a la excavación del túnel de derivación de la central de Quixal. Los Nacimientos son señalados con el n° 2 [TRIPET 1977].

Nacimientos del río Chixoy. Localización de las emergencias observadas durante las operaciones de trazado de 1975. Estos estudios fueron realizados por la INDE, previamente a la excavación del túnel de derivación de la central de Quixal. Los Nacimientos son señalados con el n° 2 [TRIPET 1977].

- Nacimiento 2 del rio Chixoy
Plusieurs sources en rive droite, quelques centaines de mètres en amont de la précédente, équipées de déversoir par l'INDE. Débit faibles (max qq dizaines de l/s)

- Nacimiento 3 del rio Chixoy
UTM 15 – 750724 – 1 707855 – 424 m
En amont d'un barrage de bloc formant un long lac. Une première petite source vers le déversoir, une seconde plus importante 20 m en aval du talweg du rio descendant du plateau. Déversoir INDE. Débit env. 1-2 m³/s. La source s'ouvre dans le calcaire. Petit conduits en tube se terminant rapidement sur siphons.

Exploration

Sources connues, visibles d'avion, aménagées par l'INDE

17 février 2008 : repérage (Ph. Audra, G. Brocard, guidés par Juan et un villageois de San Sebastian)

Cueva del Cedral

Localisation

UTM 15 – 745 599 – 1 705 296 – 700 m
Communauté de El Cedral – San Cristóbal Verapaz - Alta Verapaz
Du Cedral, descendre par des sentiers vers le fond du canyon... Guide indispensable.

Description

Située dans un éboulis régularisé. Effondrement 10 x 30 m sur un vide, accessible à l'amont par un porche de 5 x 15 m. Une salle de 20 m de diamètre est prolongée sur la droite par un conduit de 25 m de long dégagé dans un banc moins cimenté de l'éboulis. Deux petites concrétions blanches. Les ruissellements en profondeur dans l'éboulis (paléotalweg fossilisé ?) ont créé un vide sous-jacent qui s'est effondré.

Observations (sédiments, faune, vestiges...)

Chauves-souris

Exploration

Grotte connue
19 février 2008 : repérage (Ph. Audra, G. Brocard, Clausen, guidés par Mario et un autre villageois du Cedral)

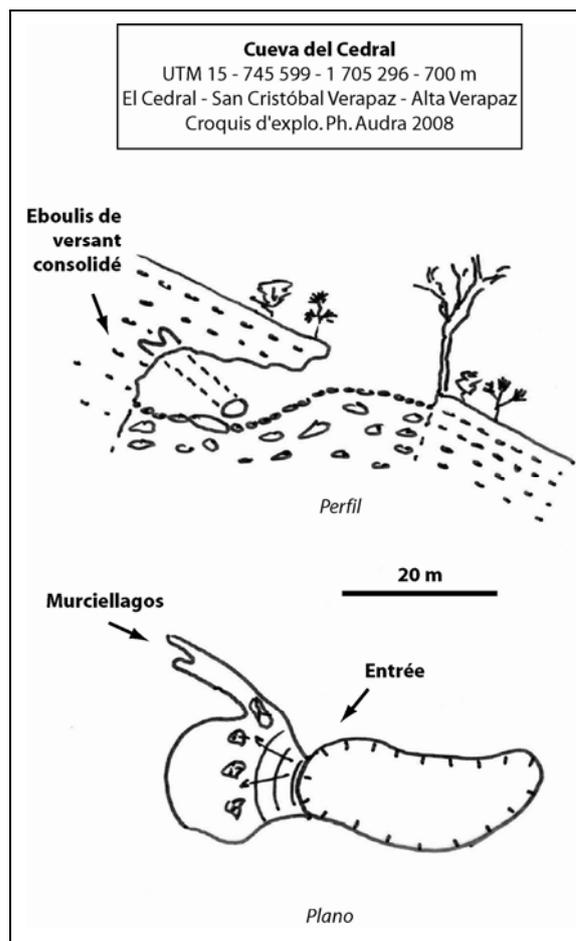


Figure 46 – Coupe et plan schématiques de la cueva del Cedral

Cueva del Cedral: diagrammatic plan and profile view

Cueva del Cedral: plano y alzado esquemáticos



Figure 47 – Localisation approximative de la cueva del Cedral (photo. Ph. Audra)

Rough location of the Cueva del Cedral

Localización aproximada de la cueva del Cedral



Figure 48 – Cueva del Cedral, grotte d’effondrement dans les brèches de versant (photos. Ph. Audra)
Cueva del Cedral, a cave that originates in scree deposits foundering.
Cueva del Cedral, cueva de hundimiento en las brechas de la vertiente

Cueva de Tunabaj

Dénomination

En langue Uspantec (poche linguistique d’Azèques repoussés par les Conquistadors), *Tuna* désigne « la grotte », et *baj* « la pierre », soit « la grotte dans la roche ».

Localisation

UTM 15 – 740 400 – 1 706 750 – 1420 m (calculées d’après la carte)

Hameau de Las Pacayas – Uspantan - Quiche

Au-dessus de la piste allant de Chicaman à Tiritibol (rive gauche du Chixoy). En descendant la piste, environ 500 m en aval de Las Pacayas, rive gauche. La grotte se distingue, au sommet d’un pré, 50 m de dénivelé au dessus de la piste.

Description

Profondeur : 17 m (-10 m / + 7 m) ; développement plan : 40 m

Galerie descendante large et courte, terminée à -10 sur un colmatage. Une galerie latérale à gauche. Nombreuses stalactites en piliers, deux grosses colonnes.

La plupart des grosses concrétions sont d’une génération ancienne, profilées par une reprise d’écoulement. Les formes asymétriques de corrosion des concrétions montrent un courant provenant de la galerie gauche (ouest) vers le fond

(nord). Pas de sédiments détritiques associés à ces écoulements.

L’évolution visible montre 4 phases :

- Élaboration du conduit, sans doute en direction du nord, par une perte du vallon de Las Pacayas (?)
- Assèchement et concrétionnement
- Reprise de l’écoulement vers le nord, corrosion des concrétions
- Ouverture du porche, injection de l’éboulis dans l’entrée.

Cette grotte pourrait dépendre de perte du vallon de Las Pacayas, et la reprise d’écoulement d’une remontée du niveau de base...

Observations (sédiments, faune, vestiges...)

Chauves-souris.

Un autel de cérémonies mayas. La grotte est entièrement couverte de suie provenant des feux (dont de pneus) des cérémonies.

Exploration

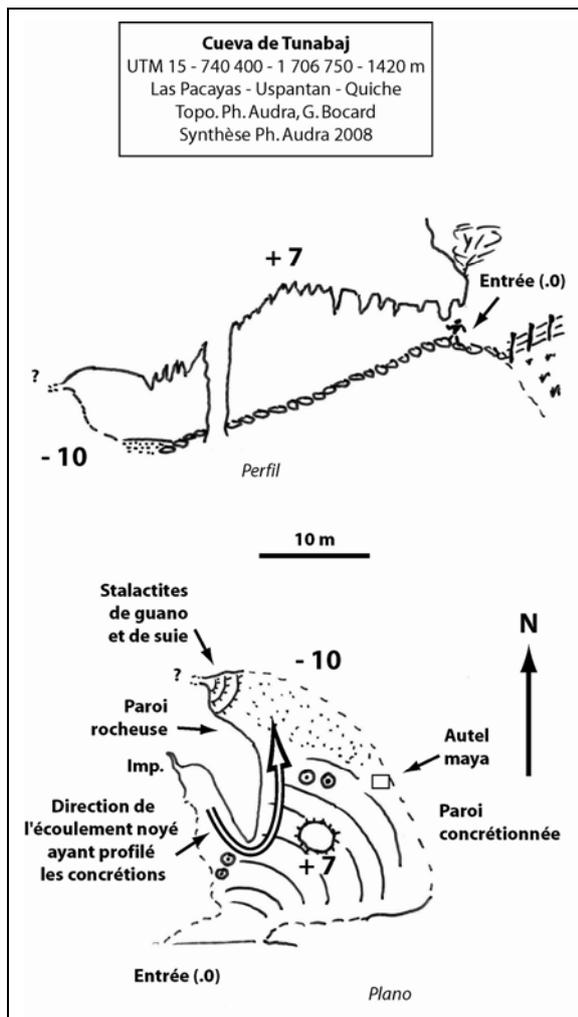
20 février 2008 : repérage et levé topographique (Ph. Audra, G. Brocard, accompagnés de Salvador, employé de la commune d’Uspantan)

Remarque

La municipalité d’Uspantan avait émis le souhait d’ouvrir la grotte au tourisme ; nous ne les avons pas incités sur cette voie...



Figure 49 – Cueva de Tunabaj (photos. Ph. Audra)



<< Figure 50 – Topographie de la cueva de Tunabaj
Cueva de Tunabaj, plan view and extended profile view
 Cueva de Tunabaj, plano y perfil extendido

Cavité	Communauté	Municipalité	Coordonnées (UTM 15)	Prof. (m)	Dév. (m)	Observations
Siguan Romeo & Julieta	Pamuc	San Cristóbal Verapaz	755 252 – 1 710 270 – env. 1 184	-50		Gouffre R10, P30
Siguan del Oso	Pamuc	San Cristóbal Verapaz		-15		Gouffre P12
Siguan de Cuatro Perros	Pamuc	San Cristóbal Verapaz	754 908 – 1 710 757 – 1 192	-22		Gouffre P20
Siguan del Tap	Pamuc	San Cristóbal Verapaz	753 696 – 1 719 558 – 1 341	-20		Gouffre P20
Cueva del Cerro del Abrasado	Pamuc	San Cristóbal Verapaz	752 412 – 1 710 658 – 755	-20		Fente de décollement Poteries maya
Cueva de las Escaleras	Pamuc	San Cristóbal Verapaz	752 884 – 1 710 940 – 982	-3		Vide entre blocs Escalier et tessons mayas
Siguan	Pamuc	San Cristóbal Verapaz	753 984 – 1 711 136 – 1 227	-10 ?		Non descendu
Nacimiento de Horna	Pamuc	San Cristóbal Verapaz	757 813 – 1 707 335 – 1 479	+/- 15	≈ 50 m	Source sur Todos Santos
Nacimiento 1 del rio Chixoy	San Sebastian	San Cristóbal Verapaz	751636 – 1 708 912 – 400	-	-	Source impénétrable ≈ 2 m ³ /s
Nacimiento 2 del rio Chixoy	San Sebastian	San Cristóbal Verapaz		-	-	Source impénétrable qq dizaines de l/s
Nacimiento 3 del rio Chixoy	San Sebastian	San Cristóbal Verapaz	750724 – 1 707855 – 424	-	10 m ?	Source impénétrable ≈ 1-2 m ³ /s
Cueva del Cedral	El Cedral	San Cristóbal Verapaz	745 599 – 1 705 296 – 700	≈ -10	≈ 50 m	Dans brèches de versant
Cueva de Tunabaj	Las Pacayas	Uspantan	740 400 – 1 706 750 – 1420	17 m (-10 / + 7)	40 m	Paléodrain réactivé et colmaté

Figure 51 – Synthèse spéléométrique des cavités explorées

Speleometry synthesis of the surveyed caves

Espeleometría de las cuevas exploradas

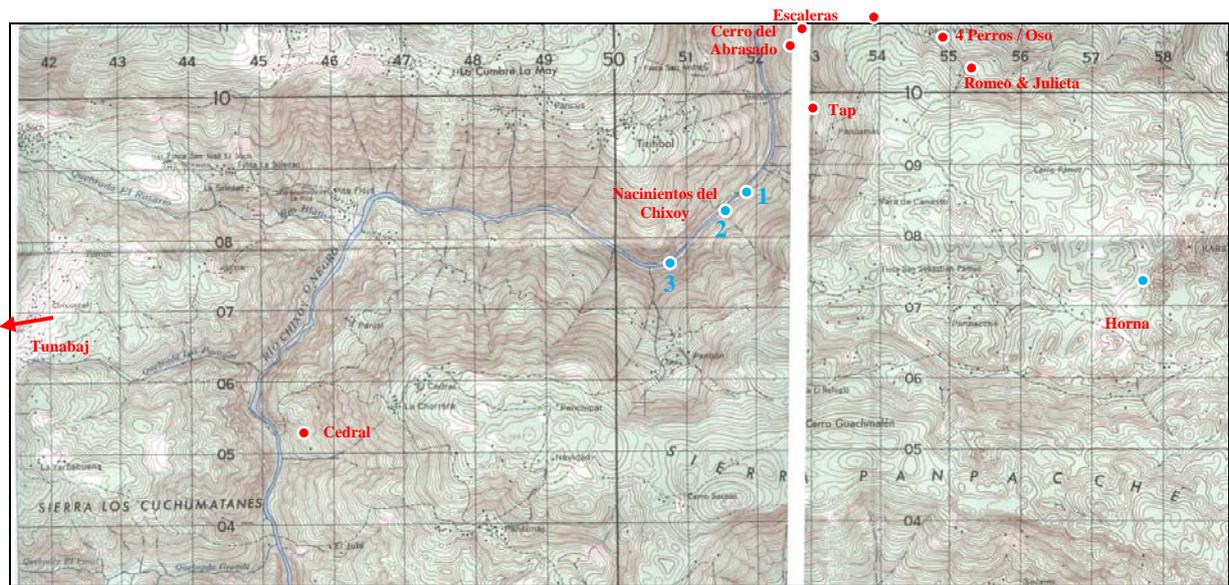


Figure 52 – Localisation des cavités explorées sur la carte au 1 / 50 000
Location of the surveyed caves on the 1/ 50 000 map
Localización de las cavidades exploradas sobre el mapa a 1/50 000

Références bibliographiques

La **bibliographie spéléo** sur le Guatemala est relativement abondante, accessible par le BBS, avec des références particulièrement des États-Unis, du Canada, et Françaises. Néanmoins, nombre de références traitent d'aspects archéologiques dans le Petén, et le secteur du Chixoy est relativement peu couvert. Trois références sont particulièrement utiles :

- Le *Spelunca* « Spécial Guatemala » [DREUX & COURBON 1976], qui outre les aspects généraux, présente également les travaux qui ont été réalisés à l'occasion de l'étude préliminaire au creusement de la galerie d'amenée de Quixal ;
- Les différents articles de J.-P. TRIPET [1976, 1977, 1985], qui a réalisé les études hydrologiques en rapport avec la centrale de Quixal (coupe géologique);
- Un article récent dans *NSS News*, avec la topographie de Sacmoc, l'émergence principale du massif [COLL. 2008].

Les **cartes géologiques** ne sont malheureusement plus disponibles, le service géologique ayant été supprimé... Nous avons néanmoins bénéficié de tirages numériques en haute résolution, qui avaient été réalisés par un géologue de l'institution, qui a sauvé ce patrimoine avant sa disparition. Nous tenons les CD à disposition de toute demande... Néanmoins, ces cartes géologiques, réalisées initialement à partir de rien dans des terrains difficiles, sont souvent approximatives dans le détail.

Les **cartes topographiques** au 50 000^e sont aisément accessibles, auprès de l'Institut géographique national (IGN !). Souvent pas à jour, et même à l'heure de l'information numérique sur Google Earth et autres, ces cartes restent souvent les meilleurs instruments d'orientation sur le terrain.

Les recherches bibliographiques montrent qu'aucune cavité majeure n'a été trouvée dans le secteur du Chixoy ; elles se limitent aux deux grosses émergences (Pampur et Sacmoc), à quelques gouffres parmi les innombrables existants probablement dans les karsts à buttes du plateau, et rien sur les versants du canyon.

Références

ANDERSON T., BURKART B., CLEMONS R. E., BOHNENBERGER O. & BLOUNT D. N. 1973 - Geology of the Western Altos Cuchumatanes, Northwestern Guatemala. *Geological Society of America Bulletin*, Vol. 84, n° 3, p. 805-826

COLL. 2008 - Caving in Guatemala. *NSS News*, vol. 66, n° 3 (special issue), 30 p. National Speleological Society, Huntsville.

DREUX D. & COURBON P. 1976 - Guatemala. *Spelunca*, suppl. n° 3, 40 p.

ENJALBERT H. 1967 - Les montages calcaires du Mexique et du Guatemala. *Annales de géographie*, n° 413, Société de géographie, Armand Colin, Paris

TRIPET J.-P. 1976 - Étude de la perméabilité et de la porosité de formations calcaire karstifiées (Alta Verapaz, Guatemala). *Annales scientifiques de l'Université de Besançon, Géologie*, 3^e série, f. 25 (2^e Colloque d'hydrologie en pays calcaire, Besançon), p. 411-421.

TRIPET J.-P. 1977 - Dye tests in remote areas. Application to the karst of Alta Verapaz, Guatemala. *3rd Symposium on water tracing (3. SUWT), Ljubljana-Bled 1976*, p. 299-307. Institute for Karst research, Postojna.

TRIPET J.-P. 1985 - Prévision hydrogéologique pour une galerie d'amenée en charge en roches carbonatées (Pueblo Viejo, Guatemala). *Wasser, Energie, Luft*, vol. 5-6, p. 117-122. Motor Columbus, Baden (Suisse)

WALPER J. L. 1960 - Geology of Coban-Purulha area, Alta Verapaz, Guatemala *Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists*, vol. 44, n° 8, p. 1273-1315

Participants et contacts

Participants

BROCARD Gilles [resp. mission scientifique]
Institut de Géologie et Paléontologie (IGP)
Département des Géosciences – Anthropole
Université de Lausanne (UNIL)
1015 LAUSANNE
SWITZERLAND
Tél : (+41) 21 692 4352
Fax: (+41) 21 692 4305
Gilles.Brocard@unil.ch

AUDRA Philippe [responsable mission spéléo]
Polytech'Nice - Sophia Antipolis
Université de Nice - Sophia Antipolis
1645, route des Lucioles
06410 BIOT
FRANCE
Office : 33 + (0)4 92 38 85 50
Mobile: 33 + (0)6 79 65 42 44
Fax: 33 + (0)4 92 38 85 02
audra@unice.fr

Contacts

GUTIERREZ Axel [géologue minier, Coban]
cobanero_a@yahoo.es

MOTA Byron [géologue cimenterie, Guatemala]
bmota@cempro.com

MOTA Manuel [Geologo, Jefe Dep. de analisis de riesgo]
Coordinadora Nacional para la Reduccion de Desastres (CONRED)
Avenida Hincapié 21-72, Zona 13, Guatemala 01013
mmota@conred.org

MALDONATO LUTOMIRSKY Alejandro
[Secretario ejecutivo]
Coordinadora Nacional para la Reduccion de Desastres (CONRED)
Avenida Hincapié 21-72, Zona 13, Guatemala 01013
amaldonado@conred.org

DELACRUZ JUC Juan [“Hôtel” de Pamuc]
pamuc@hotmail.com

UNGER David [Webdesigner, spéléo allemand habitant à Coban]
proeco@itelgua.com

DREUX Daniel [gérant Candelaria]
501 78612203 (n° HS...)
reservaciones@cuevasdecandelaria.com

Table des figures

Couverture

Photographie de couverture : le fond de la gorge du Chixoy

Les karsts du Chixoy, Guatemala. Objectifs et résultats

Figure 1 – Carte administrative du Guatemala	3
Figure 2 – Image satellite du Guatemala, avec localisation de la zone d'étude	4
Figure 3 – Les spéléos locaux s'équipent avec le matériel local.....	5
Figure 4 – La cuisine locale de Dona Juana à Pamuc Hotel.....	5
Figure 5 – La « grande route » entre Cobán et Uspatan en cours d'aménagement	5
Figure 6 – En suivant notre guide sur le plateau de Pamuc	6
Figure 7 – Pause à l'abri d'un surplomb après une longue marche sous la pluie	6
Figure 8 – Prospection dans les plantations de cardamome	7
Figure 9 – Localisation de la zone d'étude, et des principaux phénomènes karstiques	8
Figure 10 – Agrandissement de la zone d'étude (carte au 1 / 50 000)	9
Figure 11 – Carte géologique au 1 / 50 000 (Tiritibol)	10
Figure 12 – Coupe géologique le long du tunnel alimentant la centrale de Quixal.....	10
Figure 13 – Vue aérienne des karsts à buttes, sierra Pampacche en arrière-plan	11
Figure 14 – Vue aérienne de la dépression gigantesque de la <i>Finca Sanimtacá</i>	11
Figure 15 – En remontant du fond du canyon du Chixoy. Grenier à maïs dans les clairières cultivées.....	12

Journal de l'expédition

Figure 16 – Guichet à l'entrée de la cueva Chicoy	13
Figure 17 – Prospection en terrain vierge	13
Figure 18 – Vue aérienne de la source de Pampur, explorée en 1976 par les Français	14
Figure 19 – Cueva Sacmoc, émergence du rio Sasichaj, atteinte en 2007 par les Américains	14
Figure 20 – Descente dans le siguan del Tap	15
Figure 21 – Canyon du rio Chixoy, vu du sommet du versant.....	15
Figure 22 - Remontée le long du rio Chixoy	16
Figure 23 – Sentier en remontant de la cueva del Cedral	16
Figure 24 – En prospection vers Las Pacayas	16
Figure 25 – Cueva del Rey Marcos, vestiges mayas	17
Figure 26 – Topographie de la cueva del Rey Marcos	17

Figure 27 – Le réseau de Candelaria longe une bordure de poljé sur une dizaine de kilomètres	18
Figure 28 – Topographie du réseau de Candelaria, exploré sur 20 km par les Français	18-19
Figure 29 – Entrée touristique du réseau de Candelaria par la perte	19
Figure 30 – Le volcan du Pacaya, au dessus de Guatemala Ciudad.....	20
Figure 31 – La retenue du rio Chixoy, vue d’avion	20
Figure 32 – La laguna de Lachuá ; une mégadoline aux eaux sulfuriques, 3 km de diamètre, - 222 m.....	20

Description des cavités explorées

Figure 33 – Coupe du siguan Romeo & Julieta.....	21
Figure 34 – Coupe du siguan del Oso	21
Figure 35 – Variété d’arum géant dans les plantations de cardamome, à proximité du siguan del Oso	22
Figure 36 – Coupe du siguan de Cuatro Perros.....	22
Figure 37 – En descendant vers le siguan del Tap ; 1000 m plus bas, le rio Chixoy	23
Figure 38 – Coupe du siguan del Tap	23
Figure 39 – Cueva del Cerro del Abrasado. Coupes.	24
Figure 40 – Cueva del Cerro del Abrasado. Anse de jarres. Localisation approximative de la cueva	24
Figure 41 – Cueva de las Escaleras. Escalier de blocs maya.	25
Figure 42 – Coupe de la nacimiento de Horna.....	26
Figure 43 – Vue aérienne des nacimientos 1 del rio Chixoy.....	26
Figure 44 – Nacimientos del rio Chixoy	27
Figure 45 – Nacimientos del rio Chixoy. Localisation des émergences.....	27
Figure 46 – Coupe et plan schématiques de la cueva del Cedral	28
Figure 47 – Localisation approximative de la cueva del Cedral	28
Figure 48 – Cueva del Cedral, grotte d’effondrement dans les brèches de versant.....	29
Figure 49 – Cueva de Tunabaj	30
Figure 50 – Topographie de la cueva de Tunabaj	30
Figure 51 – Synthèse spéléométrique des cavités explorées	31
Figure 52 – Localisation des cavités explorées sur la carte au 1 / 50 000.....	32