

**SUPPLEMENT A
L'ECHO DES VULCAINS N°50**

**LA SPELEOLOGIE
DANS L'HIMALAYA**

Bruno DUCLUZAUX

A Stève BEURET et Pascal SCHENKER,
spéléologues suisses,
morts en montagne le 12 décembre 1992.

SOMMAIRE

I PRESENTATION

- 1/ INTRODUCTION
- 2/ GEOLOGIE
- 3/ CLIMAT

II HISTORIQUE DES EXPLORATIONS

- 1/ LES EXPLORATION AUTOCHTONES
- 2/ LES EXPEDITIONS ETRANGERES

III NEPAL 92

- 1/ LE KARST HAUT HIMALAYEN THORUNG LA / MUKTINATH
- 2/ LA REGION DES ANNAPURNA
- 3/ LE DISTRICT DE TANAHUN
- 4/ LA GROTTTE DE DHURKOT
- 5/ CHAMARE GUPHA
- 6/ L'EXTREME OUEST DU NEPAL
- 7/ LA REGION DE KATHMANDOU

IV HIMALAYA 92

- 1/ INTRODUCTION
- 2/ DESCRIPTION PAR REGION
- 3/ PRATIQUE
- 4/ CONCLUSION

V DESCRIPTION PAR ETAT

- 1/ AFGHANISTAN
- 2/ PAKISTAN
- 3/ JAMMU ET CACHEMIRE
- 4/ HIMACHAL PRADESH
- 5/ UTTAR PRADESH
- 6/ NEPAL
- 7/ DARJEELING-SIKKIM
- 8/ BHOUTAN
- 9/ ARUNACHAL PRADESH
- 10/ BIRMANIE
- 11/ TIBET
- 12/ XINJIANG
- 13/ TADZIKSKAJA

VI ORGANISATION D'UNE EXPEDITION DANS L'HIMALAYA

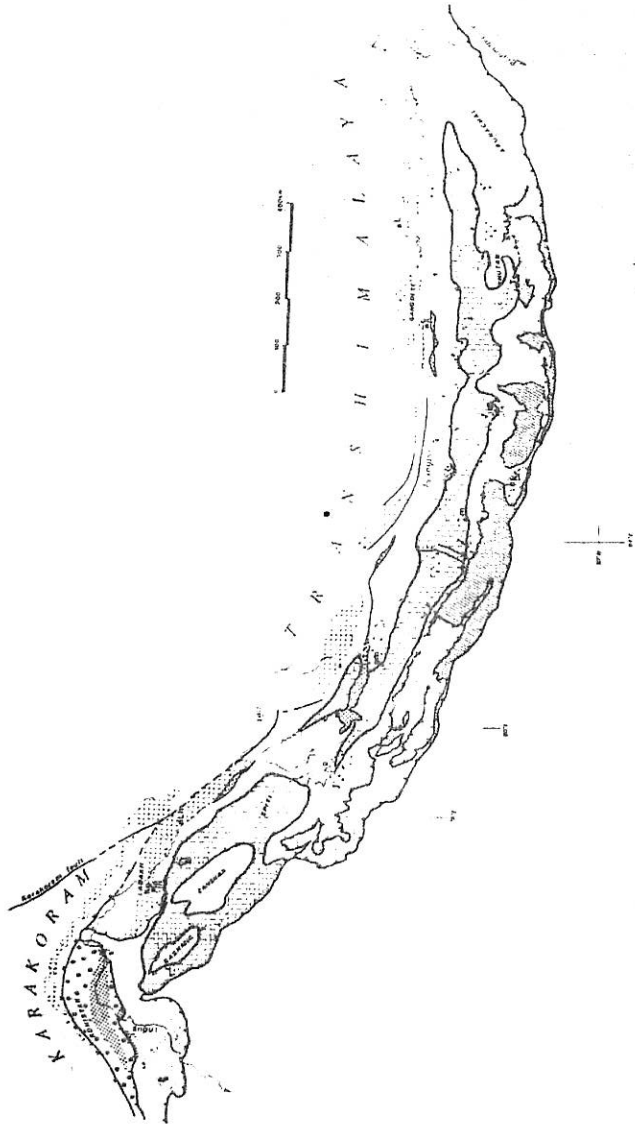
VII LES KARSTS HIMALAYENS

- 1/ LEUR FORMATION
- 2/ LES EXURGENCES DE L'HIMALAYA
- 3/ LES DIRECTIONS DE GALERIES

VIII CONCLUSION

IX BIBLIOGRAPHIE

ANNEXE : COMPTE RENDU JOURNALIER NEPAL 92



 : séries sédimentaires tibétaines (calcaire Ordovicien à Crétacé)
 : bas Himalaya (calcaire Précambrien à Cambrien)

CARTE DE L'HIMALAYA AVEC LES DEUX ZONES CONTENANT DU CALCAIRE

(d'après P. LE FORT, 1988)

e : Everest, gm : Guria M, K : Kathmandou, Kg : Kargil, L : Lhasa,
 Lh : Leh, m : Manaslu, p : Peshawar, T : Thimpu, X : Xigazé.

I PRESENTATION

1/ INTRODUCTION

La chaîne de l'Himalaya forme un ensemble montagneux de 2500 km de long. Elle contient les quatorze sommets de plus de 8000 m de la planète.

La zone étudiée ici est l'Himalaya au sens large, incluant, le Karakoram, l'Hindu Kush, le Xinjiang et le Tibet. Cette

région possède toutes les montagnes d'altitude supérieure à 7000 m. Plus de la moitié des "Huit Mille" sont calcaires. Les surfaces carbonatées sont très étendues (peut-être un million de km²). Le potentiel de découvertes spéléologiques de l'Himalaya est donc considérable.

2/ GEOLOGIE

La formation de l'Himalaya est expliquée par la théorie de la dérive des continents.

Vers -300 millions d'années (Ma), les terres émergées qui formaient un seul et même continent, la Pangée, se séparent en deux ; la Laurasia au nord, le Gondwana au sud. Au milieu se forme un océan : la Téthys. A l'emplacement des futures montagnes, des sédiments en partie calcaires se déposent : les séries tibétaines ou du haut Himalaya.

Aux environs de -100 Ma, un morceau du Gondwana, l'Inde, se détache et monte en direction de l'Asie. La gigantesque collision a lieu vers -50 Ma et donne naissance à la plus haute chaîne de montagne du monde.

La surrection de l'Himalaya se fait en plusieurs phases par l'intermédiaire de grands chevauchements vers le sud. En dessous, le continent indien continue de s'enfoncer sous le Tibet. Entre -30 et -15 Ma, le chevauchement central (MCT) forme la haute chaîne de l'Himalaya. Depuis 10 Ma, le chevauchement bordier (MBT) soulève les Siwaliks, le Mahabharat Lekh et bien sûr toujours la haute chaîne de l'Himalaya.

Du sud au nord, les différentes unités géologiques de l'Himalaya sont :

- * la plaine du Gange remplie d'une considérable épaisseur de sédiments apportés par les rivières.
- * le sub Himalaya, appelé aussi Siwalik (ou Churia Lekh, Leik veut dire chaîne de montagne en népalais). Ces montagnes sont formées de grès et de conglomérats. Il n'y a pas de calcaire.
- * le bas Himalaya comprend le Mahabharat Lekh au Népal. On y trouve des formations sédimentaires, métamorphiques et granitiques. Les calcaires et les dolomies sont présents sur de grandes étendues. Au Népal central, ils ont été datés du Cambrien inférieur.
- * le haut Himalaya comprend la dalle du Tibet et les séries tibétaines. La plupart des plus hauts sommets de la planète appartiennent à ce domaine.
La dalle du Tibet est constituée de roches métamorphiques plus ou moins calcaires.

Les séries tibétaines ou du haut Himalaya sont des roches sédimentaires dans lesquelles plusieurs couches de calcaires karstifiables sont présentes, par exemple, dans la région des Annapurna (Népal) :

- les calcaires de Larjung (ou de Mutsog ou formation jaune des Annapurna)
- les calcaires des Nilgiri (Ordovicien)
- les calcaires du Carbonifère
- les calcaires du Lias.

Actuellement il n'y a pas de karst connu dans les calcaires du Silurien, du Dévonien, du Trias et de l'Aptien.

* le Tibet

Avant l'Inde, il y avait déjà eu un microcontinent "le sud Tibet" qui était entré en collision avec l'Asie vers -200 Ma. Les chaînes de montagnes créées alors sont aujourd'hui érodées.

Le soulèvement récent des hauts plateaux est dû à l'enfoncement de l'Inde sous le Tibet.

Pour une description détaillée de la formation de l'Himalaya, voir l'article de G. MASCLE dans La Recherche, n° 217, janvier 1990.

3/ CLIMAT

Depuis les forêts tropicales du Terai aux montagnes du Tibet, l'Himalaya a une grande diversité de climats.

La saison "sèche" est en principe l'hiver. Cependant il peut pleuvoir ou neiger en toute saison. En hiver, les épais brouillards des vallées ont parfois du mal à se dissiper.

Au Népal, la mousson débute début juin et cesse début octobre. Pendant cette période, les rivières (et donc les résurgences) sont en crue. Leur débit peut atteindre 50 à 100 fois le débit d'étiage. La mousson dépasse la haute chaîne de l'Himalaya mais ne s'étend pas au nord.

Les plus fortes précipitations au monde ont été mesurées en bordure de l'Himalaya (plus de 10 000 mm par an).

II HISTORIQUE DES EXPLORATIONS

1/ LES EXPLORATIONS AUTOCHTONES

Les grottes de l'Himalaya ont d'abord été découvertes par les premiers habitants de ces régions. Les aryens arrivent dans le nord de l'Inde entre -2500 et -1500 av. J.C. Ils découvrent les majestueuses montagnes de l'Himalaya qui sont alors considérées comme les résidences des dieux. Des lieux de pèlerinage se développent dans les hautes vallées permettant ainsi de s'approcher le plus possible des dieux.

Au Pakistan, les sculptures aryennes de la grotte de Ghalagai auraient été datées de -1700 av. J. C. Les Vedas sont rédigés vers -1000 av. J. C. La grotte de Vaishnu Devi au Cachemire y est mentionnée. Plus tard est écrit le Mahabharata, texte sacré hindou. De nombreuses cavernes de l'Himalaya y sont citées.

Poussés par les invasions, les paysans ont défriché petit à petit les montagnes. Selon les habitants, c'est à ce moment que sont découvertes la plupart des grottes de l'Himalaya. Les cavernes deviennent des lieux sacrés, résidences des dieux. Chaque concrétion, chaque forme de corrosion est associée à un dieu. Les grottes deviennent des lieux de pèlerinage.

L'audace des explorateurs est presque sans limite. Ils descendent sans corde des puits de plusieurs dizaines de mètres et font des escalades acrobatiques. Cela a été démontré par des vestiges archéologiques trouvés dans des endroits difficiles d'accès. Cependant on retrouve toujours la notion de point limite à ne pas dépasser : "si l'on descend plus profond, on ne peut plus remonter". Le passage au delà du point limite devient tabou. Les cavités sont aménagées pour la visite, des troncs d'arbres sont placés dans les puits, des marches sont creusées, le passage du point limite est obstrué (sûrement pour protéger les jeunes explorateurs un peu téméraires).

Les autochtones continuent encore aujourd'hui de découvrir (ou redécouvrir) des grottes : en 1989, Jambawoti Gupha ; en 1992, Chamare Gupha.

L'Himalaya est à la rencontre de trois grandes religions et l'on constate qu'elles ont toutes un intérêt particulier pour les cavernes (très éloigné de la grotte = enfer des sociétés occidentales). Au Pakistan, des saints islamiques ont habité et médité dans des grottes. Cependant c'est surtout la religion bouddhiste qui apprécie les cavernes comme lieu de méditation. Dans tout l'Himalaya, il y a énormément de grottes "de Padmasambhava". Il s'agit d'un saint mythique originaire du Cachemire qui a introduit le bouddhisme au Tibet (VIII siècle). Il est aussi connu sous le nom de Guru Rimpoche.

Nous voyons ici la différence essentielle avec l'Europe. Dans toute la culture occidentale, Dieu "habite" au dessus des nuages. Depuis les grecs, les grottes sont assimilées à l'enfer. Lorsqu'une chapelle est construite à l'entrée d'une grotte, il s'agit plus d'exorciser ces infernales ténèbres que de sanctifier la grotte (GAUCHON, 1992). En France, on vous indiquera volontiers l'emplacement d'une cavité : "c'est votre problème si vous voulez aller flirter avec les démons".

Par contre, en Inde, les dieux habitent dans les grottes. En tant qu'étranger (vous êtes alors un être pollué et impur), vous n'avez rien à faire dans une grotte. De plus les habitants ont peur que vous ne respectiez pas leur religion. Cela explique toute la difficulté de la prospection dans l'Himalaya.

Cependant ce grand intérêt des habitants de l'Himalaya pour leurs grottes a un avantage. Dès qu'ils ont compris votre passion pour la spéléologie, ils deviennent de véritables amis et vous donnent toutes les informations que vous voulez.

2/ LES EXPEDITIONS ETRANGERES

Pour les occidentaux, la spéléologie dans l'Himalaya commence bien. Dès 1890, Gheadow et Osmaston visitent Moila Swallet, gouffre de 47 m de profondeur.

De 1930 à 1950, Audrey Glennie explore les autres gouffres de la région de Chakrata. Les principaux résultats sont publiés par Glennie et Leakey entre 1950 et 1959.

On peut remarquer l'absence de description de grottes karstiques dans les récits des voyageurs. Ces personnes, qui n'étaient pas directement intéressées par les grottes, ont été victimes de la réticence des habitants à faire visiter leurs grottes aux étrangers.

1969

Craven essaie de se rendre à Chakrata. La période est mal choisie ; les guerres avec le Pakistan se succèdent. La région est déclarée zone militaire interdite. Il prospecte autour de Dehra Dun.

Une mission du CRNS étudie la géomorphologie de la région de Pokhara et de Kusma. Elle décrit un pseudokarst développé dans des conglomérats calcaires plus ou moins cimentés (lapiaz, rivières souterraines, résurgences).

1970

Deux expéditions anglaises sont organisées dans l'Himalaya. Elles partent avec l'espoir de pulvériser le record du monde de profondeur.

1°) "The British Speleological Expedition to the Himalaya 1970" de John Conway part en bus à impériale avec trois tonnes de matériel. Onze spéléologues prospectent dans l'état d'Himachal Pradesh. Paralysée par son matériel, l'expédition garde le même camp de base pendant six mois. Une dizaine de petites grottes sont topographiées. Sur le chemin de retour, par - 30° en Turquie, l'équipe doit abandonner son bus et son matériel suite à des ennuis mécaniques.

2°) "The British Karst Research Expedition to the Himalaya" de Tony Waltham part avec quatre tonnes de matériel dans un ancien camion de pompier. Ils prospectent le Cachemire en Inde, la vallée de la Kali Gandaki au Népal, sans trouver de cavités importantes. Ils se rabattent sur des grottes non karstiques près de Pokhara. Là aussi, il est facile de comprendre que leurs quatre tonnes de matériel les a empêchés de prospecter de manière efficace.

Ces deux grosses expéditions sont présentées par leurs membres comme des échecs. Ils n'ont pas trouvé grand chose, ils en déduisent que l'Himalaya n'est pratiquement pas karstifié et qu'il n'y a rien d'intéressant pour les

spéléologues. Cela va décourager pour longtemps les suivants d'organiser de réelles expéditions de prospection dans l'Himalaya.

1974

Munthe trouve une petite grotte non karstique dans l'est du Népal (gneiss). Son expédition reconnaît rapidement les grottes des gorges de Chobhar, près de Kathmandou.

1975

Une expédition de S. C. Aubenais doit abandonner son objectif : le lac de Tilicho. Elle se rabat sur la région de l'Everest. Aucune découverte n'est faite.

1976

Une expédition anglaise prospecte trois semaines au Pakistan sans trouver de cavités. Elle topographie ensuite une petite grotte près de Mussoorie en Inde ; puis se rend au Népal où elle se limite aux cavités déjà connues : Pokhara et les gorges de Chobhar.

1982

D. Gebauer retopographie toutes les grottes de Pokhara.

1983

Expédition-prospection des spéléologues dromois au Ladack. Sans documents géologiques pour savoir où sont les zones calcaires, elle ne trouve rien.

1985

Une expédition polonaise topographie des cavités pseudo-karstiques près de Kusma (Népal).

"Himalaya 1985", expédition tchécoslovaque

Comme les expéditions précédentes, elle visite les grottes de Pokhara et de Chobkar. Elle réussit la jonction entre deux grottes ; Chakra Tirtha atteint 1250 m de développement et devient le premier réseau karstique du Népal en longueur et en profondeur. Les membres de l'expédition font le trekking du tour des Annapurna, mais ils ne trouvent rien.

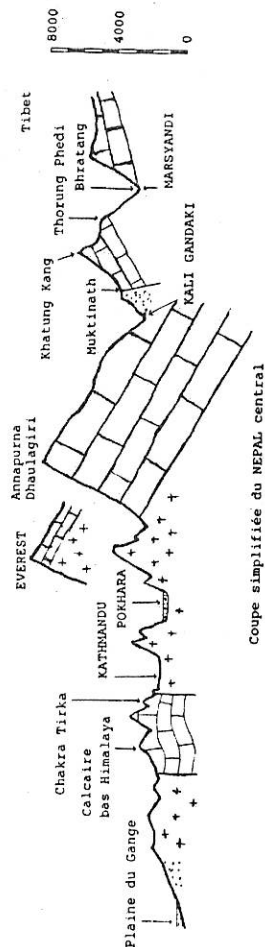
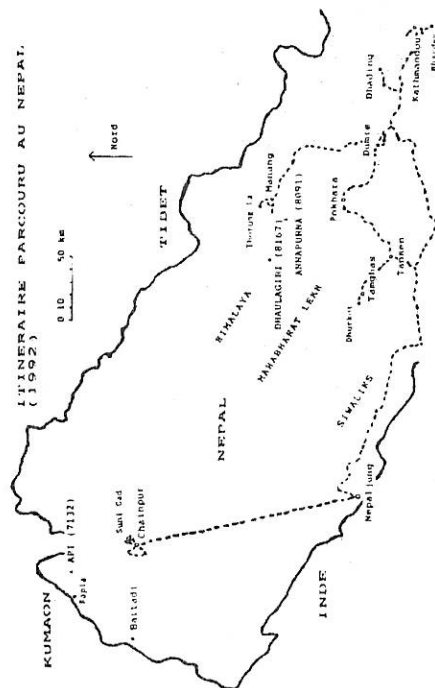
1987

Une expédition italienne trouve des zones intéressantes dans le nord du Cachemire.

1990

T. Waltham prospecte de nouveau la région de Muktinath - Thorung La, les vallées de la Marsyandi et de la Kali Gandaki. Il observe des cannelures sur du calcaire dolomitique vers 5000 m d'altitude, mais pas de grottes karstiques. Il en déduit qu'il n'y a pas de cavités pénétrables dans la région des Annapurna (Cave Science, 1991).

EN 1990, IL N'Y A QUE DEUX CAVITES KARSTIQUES DE PLUS DE 100 M DE DEVELOPPEMENT DANS L'HIMALAYA !



III NEPAL 92

Participants : Bruno DUCLUZAU, Pascal SCHENKER
16 octobre au 30 novembre 1992

1/ LE KARST HAUT HIMALAYEN THORUNG LA / MUKTINATH

(zone 08 GANDAKI, district de Manang et zone 06 DHAULAGIRI, district de Mustang)

1.1 PRESENTATION

A 5350 m d'altitude, nous avons découvert le premier karst haut himalayen : une dizaine de gouffres fossiles et une belle conduite forcée. Cette découverte est importante car jusqu'à maintenant la plupart des spéléologues ayant publié sur l'Himalaya pensaient qu'il ne pouvait pas exister de tel karst.

L'idée de prospecter cette zone m'est venue, bien sûr, en lisant le livre de Maurice HERZOG "Annapurna, premier 8000". Il parle d'énormes massifs calcaires dans la région des Annapurna. J'ai ensuite étudié les rapports des expéditions géologiques françaises (CNRS). Ils confirmaient tous le potentiel de la région.

Pendant plus de cinq ans, je n'ai pu que rêver en regardant des livres de montagne. En mars 1991, j'ai eu l'occasion de partir avec Nouvelles Frontières faire le trekking du tour des Annapurna.

Les magnifiques falaises calcaires de Thorung Phedi m'ont fait rêver un instant. Malheureusement il y avait trop de neige en altitude pour prospecter et la seule source se trouve à Muktinath, très loin des plateaux du Thorung La.

Il me faudra alors plus d'un an pour comprendre que la résurgence karstique de Muktinath provient des calcaires de Thorung Phedi. Je suis maintenant certain qu'il y a des gouffres à découvrir, ceci bien que plusieurs expéditions spéléologiques aient prospecté la zone sans rien trouver.

Il faut aller voir sur place. C'est le principal objectif de "l'expédition NEPAL 92". Je pars avec Pascal SCHENKER du Spéléo Club des Préalpes Fribourgeoises (Suisse). Stève BEURET est intéressé, mais il ne peut pas venir.

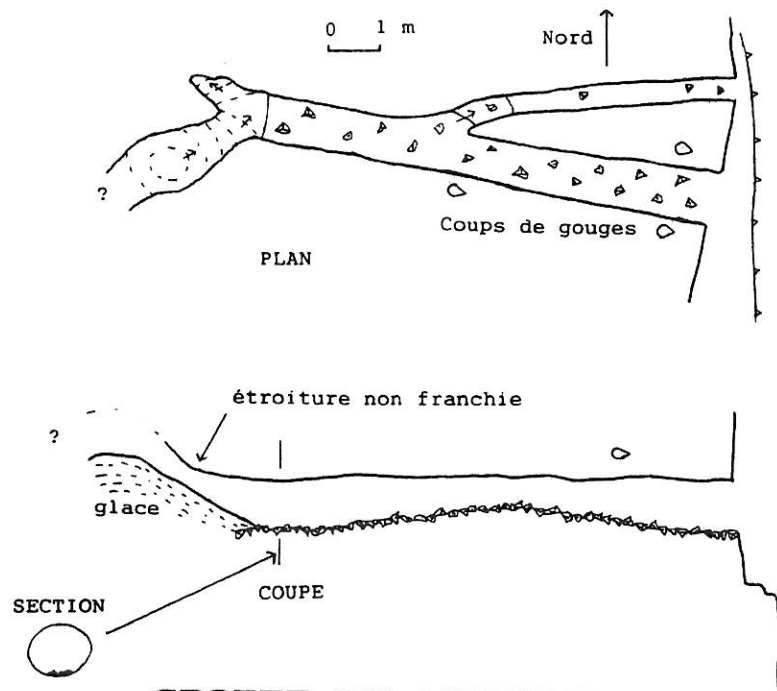
1.2 LES CAVITES

La zone la plus intéressante (A) se situe entre 5250 et 5350 m d'altitude, à proximité d'un glacier descendant de la face nord du massif du Khatung Kang (6488 m, "neige raide").

carte ACAP $x = 83^{\circ} 56,69'$ $y = 28^{\circ} 47,03'$

Photos satellites $x = 787,4$ (km) $y = 3187,6$

Au Népal, la déclinaison magnétique était nulle en 1980 :
nord magnétique = nord géographique



GROTTE DU THORUNG LA (A7)

NEPAL

ALTITUDE = 5340 mètres

787,4/3187,6

La grotte du Thorung La (A7; alt. 5340 m) se trouve près du sommet d'une falaise de 60 m de haut. Il s'agit d'une belle conduite forcée de 1 m de diamètre et de 10 m de long. Les coups de gouges indiquent un écoulement de l'intérieur vers l'extérieur (direction N 110°). Le sol est recouvert par des éboulis sur 8 m, puis au fond par de la glace de regel. L'étréouiture terminale n'a pas été franchie. D'autres entrées de grottes (non numérotées) sont visibles plus bas dans la falaise.

Le gouffre A6 se situe sur une faille de direction N 180° à quelques dizaines de mètres du glacier (alt. 5350 m). A côté d'un beau gouffre fossile obstrué à -5 m par des éboulis, une entrée est à désobstruer (blocs, P 8).

A8 : gouffre (P > 5 m), entrée à désobstruer, 10 m au dessus de la grotte du Thorung La.

A9 : plusieurs belles entrées de gouffres situées au dessus du gouffre A6. Au dessus de la grotte le pendage est de 20° vers le nord (N 105° N 22°; N 120° N 20°).

Au pied de la falaise, en aval du glacier, le lapiaz est presque entièrement recouvert par des blocs de moraine. Le gouffre A4 s'ouvre, à 5240 m d'altitude, sur une faille de direction N 210°. Un puits de 1,5 * 0,5 m est obstrué à - 1 m par de la neige et des éboulis.

A 5260 m, une cavité obstruée (A5) a les parois entièrement recouvertes de gros cristaux de calcite (plusieurs cm de longueur).

Aucun écoulement ne sort à l'aval du glacier. Des pertes sous-glaciaires absorbent toutes les eaux de fonte.

Le dernier vallon entre la zone précédente (A) et la crête du Thorung La n'a pas été prospecté. Cependant il semble également karstifié : entrées de grottes sur les flancs, lapiaz au fond, aucun écoulement à la base du glacier (donc pertes sous-glaciaires en amont).

Sous l'antécime O-NO du Khatung Kang, entre 5800 et 6000 m d'altitude, plusieurs beaux porches sont visibles. Dans le même banc calcaire que les cavités précédentes, ils pourraient appartenir au même réseau. L'accès semble facile (piolet-crampons pour traverser le glacier).

La deuxième zone (B) se situe au dessus des grandes falaises de Thorung Phedi

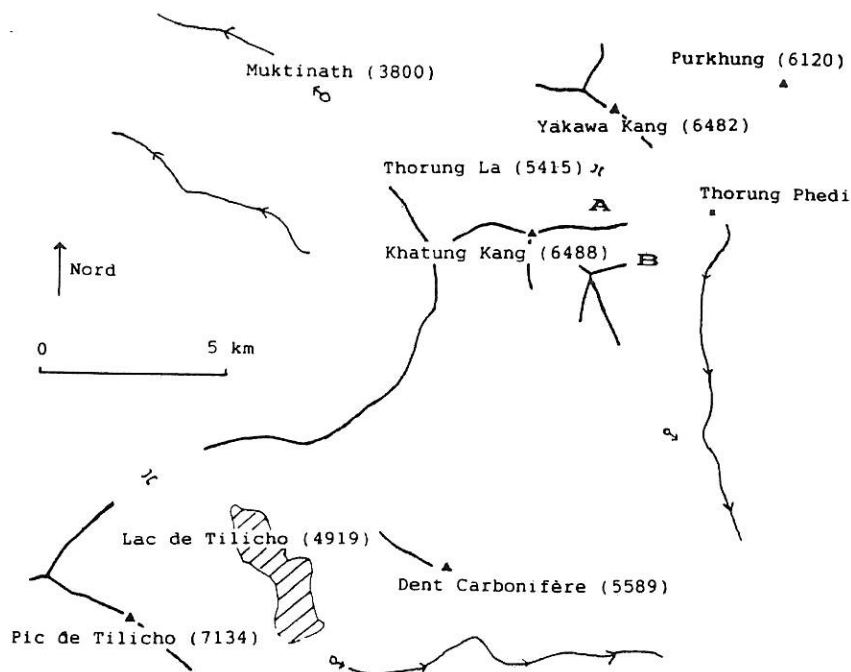
carte ACAP $x = 83^{\circ} 57,84'$ $y = 28^{\circ} 46,28'$

B1 : trois gouffres, alt. 5120 m, sur diaclase N 210°, P3 au maximum, origine décollement et karstification.

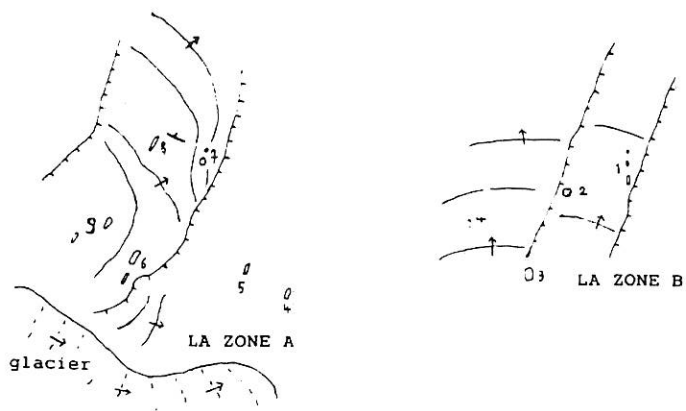
B2 : entonnoir dans éboulis, alt. 5140 m.

B3 : gouffre, alt. 5170 m, sur diaclase N 220°, entrée 8 x 3 m, obstrué par éboulis et neige à - 5 m.

B4 : gouffre, alt. 5210 m, sur diaclase N 270°, obstrué par neige à - 1 m.



LA REGION DE THORUNG LA - TILICHO
(situation des zones A et B)



Les gouffres de la zone B sont jeunes. Ils appartiennent sans doute à un karst en formation. L'eau agrandit petit à petit les diaclases tectoniques. Une source se trouve à la base des falaises.

Entre les zones A et B, sur le côté gauche d'un glacier, on trouve une deuxième cavité remplie de cristaux de calcite (origine hydrothermale ?).

Autour du refuge de Thorung Phedi, de nombreux porches sont visibles dans les falaises calcaires.

Dans le canyon au dessus du refuge, j'avais repéré plusieurs porches (karstiques ?) en mars 1991 ($x = 83^{\circ} 58,54'$; $y = 28^{\circ} 47,16'$; $z = 4700$ m). Nous n'avons pas pu les atteindre à cause de la glace. Des crampons sont indispensables pour remonter le canyon (avis aux amateurs de cascades de glace ou de "ruisseauning").

1.3 Aspects scientifiques et hypothèses

Les précipitations au fond de la vallée de la Kali Gandaki sont faibles (400 mm par an à Jomosom). C'était l'une des raisons avancées par les spéléologues pour expliquer l'absence de karst dans cette région. Cependant le fait le plus important est que les précipitations augmentent avec l'altitude. Nous avons assisté à un phénomène climatique assez impressionnant. En pleine saison sèche, alors que le ciel était clair ailleurs, il s'est formé un nuage de condensation au dessus du Khatung Kang et de la neige est tombée en fin d'après midi.

Toutes les cavités s'ouvrent dans les calcaires du Lias (Jurassique inférieur), appartenant aux séries tibétaines du haut Himalaya. Pour une description précise de ces calcaires et de la géologie de la région, voir BORDET 1971, 1975.

Un synclinal de calcaire liasique descend du col de Thorung La vers Muktinath. A ce niveau, une faille avec un fort rejet fait disparaître les calcaires.

A partir des pertes sous-glaciaires de la face nord du Khatung Kang, l'eau suit donc le pendage vers le nord, puis est drainée dans le flanc sud du synclinal. La grande faille de Muktinath oblige l'eau à remonter, d'où la localisation de la résurgence.

Muktinath (3800 m d'altitude, mul : source en népalais) est considéré comme un lieu saint tant par les bouddhistes que par les hindous. En tibétain, c'est le "Lieu des Cent Sources" ou Chumik Gyatsa.

La source principale de Muktinath sort de fissures de quelques centimètres de large dans les calcaires dolomitiques du Lias. Il n'y a pas de courant d'air, les fissures doivent siphonner rapidement. Le débit est faible à l'étiage : quelques dizaines de l/s, mais semble important en crue. Une partie de l'eau est captée pour alimenter 108 bouches de bronze réparties autour d'un temple en pagode. Les pèlerins viennent s'y faire doucher durant une grande fête au début du mois de novembre.

Une autre source, située à l'intérieur d'un gomba (temple) tibétain, dégage des gaz de pétrole qui alimentent une flamme perpétuelle. Le débit de l'eau n'atteint pas un l/s. Ce gaz provient des schistes bitumineux du Malm (COLCHEN, 1986).

La résurgence se trouve dans la vallée de la Kali Gandaki (district de Mustang), alors que son alimentation provient du plateau au dessus de Thorung Phedi (district de Manang). Nous avons donc la capture d'une partie du bassin versant de la Marsyandi au profit de la Kali Gandaki. Entre les gouffres et la source, nous avons une distance de 8 km pour une dénivellation de 1550 m. Le potentiel hydrologique théorique du massif est au moins de 2680 m.

Les formes de surface sont très diverses : du lapiaz à cannelures dans le calcaire pur au lapiaz à piquots dans la dolomie.

L'âge de ce karst est difficile à préciser. Il est postérieur à la mise en place des roches, c'est à dire à la fin du chevauchement central : 15 millions d'années.

S'il est d'origine purement glaciaire, les entrées de l'eau dans le système karstique se trouvaient sous la zone de fonte d'un glacier. L'altitude de cette zone est variable en fonction :

- de la surrection de la chaîne : les glaciers fondaient à "une altitude plus haute" autrefois.
- des glaciations et des interglaciaires.

Si la karstification ne dépasse pas 5600 m, le réseau peut s'être formé entièrement pendant une période interglaciaire du quaternaire.

Si les porches à 6000 m sont karstiques, le système doit être beaucoup plus ancien.

Dans la première hypothèse voici comment peut être envisagée la genèse de ce karst. Pendant une période interglaciaire du quaternaire, les eaux de fonte estivale du glacier ont creusé ce réseau. L'alternance crue de fonte pendant la journée - décrue la nuit peut former un système karstique rapidement. L'eau emprunte d'abord des diaclases tectoniques. Des rétrécissements forment des zones noyées temporaires pendant les crues. Les conduits semblent être creusés en régime noyé.

Ensuite une ou plusieurs glaciations ont abaissé la surface topographique. Des galeries autrefois profondes, comme la conduite forcée, débouchent aujourd'hui en pleine falaise. Cependant le karst est toujours fonctionnel. De nouveaux gouffres sous-glaciaires absorbent les eaux de fonte. Comme dans les Alpes, l'effet principal des glaciations est de remodeler la surface topographique et donc de modifier les points d'entrée de l'eau dans le système karstique. En haute montagne, aucun creusement karstique ne peut être actif pendant une glaciation (car la glace fond à trop basse altitude).

Située derrière la chaîne de l'Himalaya, cette région présente toutes les caractéristiques du Tibet : climat, géologie... (et même population, langue). Ce type de karst peut aussi être appelé karst tibétain.

Les sources de Muktinath sont l'un des lieux hindous les plus sacrés. Pour les explorer à Thorung La, il faut faire attention (relations avec les habitants, coloration). Un "no shoes" à 5000 m d'altitude serait catastrophique.

Les altitudes ont été mesurées à l'altimètre étalonné au refuge principal de Thorung Phedi à 4460 m.

1.4 Conclusion

L'étude scientifique d'un tel karst serait intéressante. Actuellement les scientifiques ont peu de données sur les glaciations himalayennes. Les remplissages et le concrétionnement éventuel du réseau donneront des indications. Il sera peut-être aussi possible de préciser le soulèvement de l'Himalaya.

Toutes les conditions favorables étaient réunies pour que les spéléologues trouvent rapidement le karst de Thorung La :

- la résurgence de Muktinath était connue depuis des milliers d'années
- la région a été étudiée de manière approfondie par des géologues de tous pays
- au moins trois lourdes expéditions spéléologiques ont prospecté au dessus de Muktinath
- certains porches sont visibles et se trouvent à quelques centaines de mètres du sentier le plus fréquenté de l'Himalaya : le tour des Annapurna.

Ceci nous montre les obstacles à la découverte de cavités au dessus de 5000 m d'altitude.

L'existence de nombreux autres karsts haut-himalayens est certaine dans l'Himalaya (au sens large incluant le Karakoram, l'Hindu Kush et le Tibet). Cependant des conditions d'accès plus difficiles qu'à Thorung La retarderont leurs découvertes. Le gouffre le plus profond du monde se trouve sans doute dans l'Himalaya.

2/ REGION DES ANNAPURNA

Les zones karstiques sont décrites suivant la géologie en commençant par le calcaire le plus récent : Lias 1) à 4), Carbonifère 5) à 6), Ordovicien 7) à 9).

1/ Trois glaciers descendent de la face sud du Khatung Kang. Leurs zones de fonte reposent entièrement sur les calcaires du Lias. Il pourrait donc exister un karst équivalent à celui du Thorung La.

Dans la vallée de la "crête liasique", une émergence a été découverte au pied d'une barre calcaire : 2*10 l/s, sous éboulis, présence d'algues vertes (donc source karstique).

Carte ACAP : $x = 83^{\circ} 57,77'$ $y = 28^{\circ} 43,66'$ $z = 4100$ m
Photos satellites $x = 789,5$ $y = 3181,3$

Par analogie au système du Thorung La, une autre résurgence est possible au niveau de la grande faille de Muktinath dans la vallée de Panda (ou Nupra) Kholā (alt. 3500 m, Kali Gandaki).

2/ Il serait aussi intéressant de prospecter le versant ouest du Khatung Kang (district de Mustang). Il est possible de monter à 6000 m sans rencontrer de neige.

3/ Le plateau entre le Yakawa Kang (6482 m, "bonnet blanc") et le Purkhung (6120 m) possède plusieurs glaciers et est formé de calcaire (Lias, alt. 5000 m).

4/ A l'ouest de la Kali Gandaki, la montagne de Dangar (5726 m) est constituée par deux synclinaux accolés de calcaire liasique. Cette région s'appelle le Dolpo et présente des conditions climatiques équivalentes à celles du Thorung La. A 8 km à l'est de Jomosom, il y aurait une grotte près du col de Dangar Dzong (4200 m).

5/ Une bande de calcaire carbonifère passe au nord du lac de Tilicho. Des grottes sont connues, elles servaient autrefois d'abris aux porteurs qui passaient le col. Arrivés trop tard dans la journée près du lac, nous n'avons pas pu les visiter.

Les eaux du lac semblent traverser la moraine. Une résurgence est visible dans la vallée de Khangsar Khola.

6/ La face nord de la "dent carbonifère" (5589 m) est intéressante. Des porches et un lapiaz sont visibles. Les calcaires carbonifères sont massifs et très diaclasés (BORDET, 1975). Là aussi malgré deux tentatives (mars 1991, novembre 1992), nous n'avons pas réussi à atteindre cette zone.

7/ Au dessus de Pisang, dans la face nord de l'Annapurna IV (7525 m), nous avons repéré une perte à la jumelle. Un ruisseau coule sur les schistes du Silurien, puis disparaît dans les calcaires de Nilgiri (Ordovicien).

Carte ACAP : $x = 84^{\circ} 7,23'$ $y = 28^{\circ} 36,62'$ $z = 4600$ m.

8/ Cette formation de Nilgiri possède les plus beaux calcaires du massif des Annapurna.

Plusieurs porches sont visibles en face sud du Pisang Peak (6092 m), mais ce sont sans doute de simples abris sous roche.

Toute la face nord de l'Annapurna I (8091 m) est formée d'une couche de calcaire épaisse de plusieurs centaines de mètres. Le pendage vers le nord est de 30° environ et le dénivelé de 4000 m. Des photos prises par les alpinistes montrent ce beau calcaire bleuté. Il sera très difficile de savoir s'il y a un karst.

Espérons que la future spéléologie dans l'Himalaya sera moins meurtrière que l'ascension de l'Annapurna : actuellement pour 74 alpinistes ayant atteint le sommet de l'Annapurna, 44 sont morts.

9/ La pointe de Tukche (6975 m) et bien sûr les trois pics de Nilgiri (6942 m) sont constitués par des calcaires de Nilgiri.

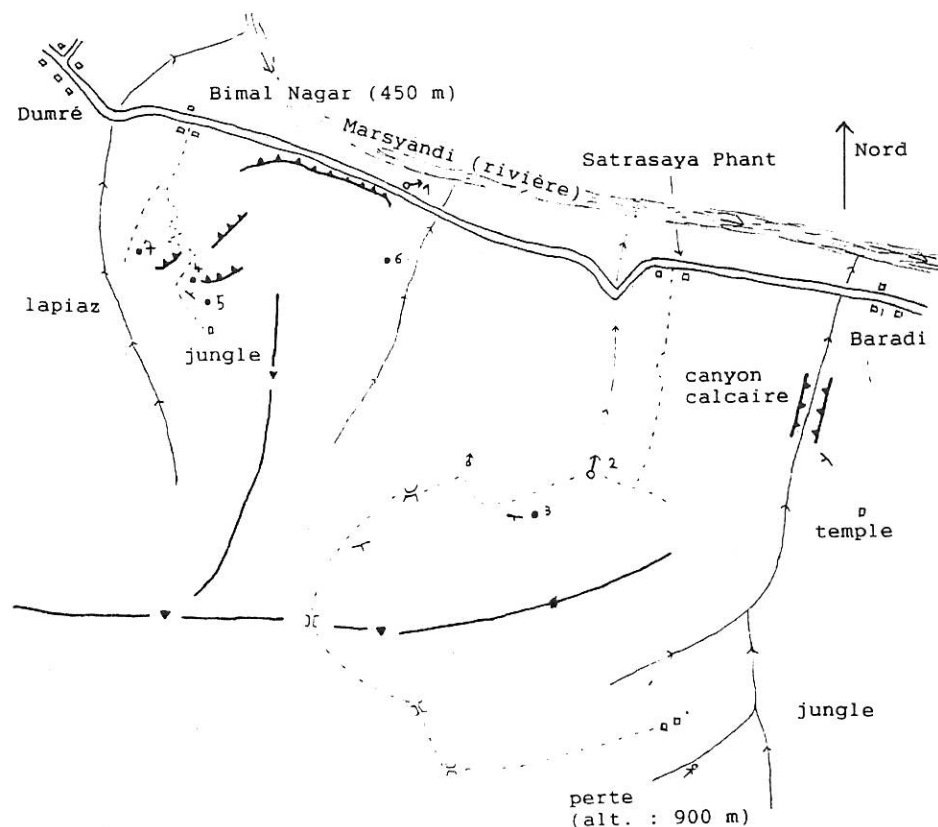
10/ Les calcaires de Larjung (ou formation jaune des Annapurna) sont épais d'environ 2000 m. Il s'agit d'une alternance de lits calcaires, schisteux et gréseux, de patine jaune. Il existe aussi d'importants bancs de calcaire massif.

Dans la vallée de la Marsyandi, près de Bhratang, une source karstique est située au pied d'un de ces bancs calcaires ($x = 84^{\circ} 12,27'$; $y = 28^{\circ} 34,1'$; $z = 2810$ m). Le débit d'étiage est de 50 l/s environ. Son maximum doit pouvoir atteindre plusieurs centaines de l/s. La température de l'eau est de 11,8°C.

Une escalade de trois mètres au dessus de la source permet d'atteindre un porche. A la suite d'une désobstruction, une diaclase tectonique (direction 322° - 302°) a été explorée sur 18 m, arrêt sur siphon impénétrable (-6 m).

Au dessus une vaste forêt monte jusqu'à 3700 m. Le sommet du massif est à 4670 m. La prospection de cette zone serait intéressante. En novembre 1992, nous sommes montés jusque vers 3000 m au dessus de la source sans rien trouver.

En rive droite de la Marsyandi, plusieurs petites sources sont visibles dans les calcaires de Larjung.



CROQUIS DE SITUATION DES CAVITES DE LA REGION DE DUMRE

- 1 : Tatopani
- 2 : Andhi Mul
- 3 : Andhi Gupha
- 4 : Jambowoti Gupha (inf.)
- 5 : Jambowoti Gupha (sup.)
- 6 : Patal Duwari
- 7 : Parewa Dhant