

17-1988



BATUKARST 88



BATUKARST 88

SOMMAIRE

1 - Introduction.....F.Brouquisse.....

2 - Déroulement.....K.Brouquisse.....

3 - Le réseau de Batu Lubang.....F.Brouquisse.....

4 - La faune souterraine de Batu Lubang..L.Deharveng.....

5 - Médical.....A.Bedos.....

6 - Photographie et reportage.....B.Monville.....
D.Dalger.....

7 - Budget et Renseignements pratiques...D.Dalger.....

8 - Le volcan de Pulau Makian.....F.Brouquisse.....

ANNEXES:

A1 - Topographie et Documentation.....F.B.....

A2 - Jaugeage.....F.B.....

A3 - Liste du matériel.....A.B.,L.D.,F.B....

A4 - Glossaire.....F.B.....

Remerciements.....

1 - INTRODUCTION

F. BROUQUISSE

Quatrième projet de l'APS, BATUKARST 88 concrétise deux ans d'attente après la reconnaissance faite en 86 à Halmahera par trois d'entre nous [1]. A côté de l'exploration spéléologique, les quelques éléments ramenés alors révélaient l'intérêt d'investigations plus approfondies, notamment en biologie, sur le réseau de BATU LUBANG et sa région.

BATU LUBANG, la "pierre trouée": à 5 km à vol d'oiseau de la côte, après trois heures de remontée en pirogue des innombrables méandres de Ake Sagea, on vient buter brusquement sur un impressionnant canyon. C'est là, qu'en pied de falaise résurgent les eaux d'une rivière qui 7 km plus haut dans le massif disparaissent dans "un gouffre énorme près duquel les oiseaux eux-mêmes sont aspirés et disparaissent à jamais"!

Bel objectif que ce réseau où par ailleurs, nous avait-on dit en 86, deux soldats japonais étaient rentrés pendant la guerre et n'étaient (bien sûr) jamais ressortis...

La reconnaissance effectuée en 86 nous avait conduit à penser qu'à moins de disposer de beaucoup de temps, d'argent et de recommandations des hautes autorités indonésiennes - conditions déjà difficiles à remplir séparément - ,seule une équipe réduite et autonome dans laquelle ne devait exister aucune tendance centrifuge, pouvait dans des conditions d'accès peu favorables, tenter d'effectuer un travail correct dans un minimum de temps. Tous ceux qui ont fait cette expérience savent que le risque d'échec est omniprésent, soit à cause de possibles conflits internes, soit en raison du type de relations qui s'instaure avec la population autochtone. Nous avons eu de la chance et pensons être passés sans trop perturber l'environnement social de ces lieux qui nous accueillait.

Un programme et une répartition des tâches assez précise avaient été mis sur pied; l'activité photo-reportage était cette année et pour la première fois à l'APS prise en compte prioritairement.

Notre petite équipe était constituée comme suit:

Anne BEDOS - 30 ans - Infirmière - Biologiste
Karine BROUQUISSE - 14 ans - Scolaire - Chronique du voyage
et photo
François BROUQUISSE - 40 ans - Hydraulicien - Responsable du
projet
Daniel DALGER - 33 ans - Chimiste CNRS - Photo

Batukarst 88

Louis DEHARVENG - 39 ans - Chercheur CNRS - Programme Biologie
Bernard Monville - 34 ans - Employé d'assurance - Photo

L'exploration et la topographie étaient prises en charge par l'ensemble du groupe.

.....

Du 13 juillet au 2 août, nous disposions mathématiquement d'assez de temps pour, à partir de Sulawesi gagner Ternate en avion, atteindre en barcasse la côte ouest d'Halmahera, traverser à pied la péninsule sud-ouest, affréter une pirogue à moteur pour le village côtier de Sagea au fond de la baie de Weda, enfin remonter en pirogue jusqu'à Batu Lubang où un camp fixe pourrait être installé pour une quinzaine de jours, et, revenir à Ujung Pandang à temps pour que les congés payés de certains ne se transforment pas en licenciement anticipé ou mise à la porte du domicile conjugal!

En fait, malgré le soin apporté à la préparation de ce projet, notre meilleure connaissance du milieu qu'aux premiers jours déjà lointains de 85, et une pratique moins rudimentaire de la langue, seuls huit jours à pied d'oeuvre purent être efficacement utilisés: séances photos (3/4 h par photo), levés topo, récoltes, rafistolages des abris mis à mal par les violents orages de fin d'après-midi, palabres et veillées, et... en plein milieu du séjour, obligation administrative de retourner tous se présenter au "Kepala Kecamatan" à 40 km du camp - autant dire la fin prématurée de de "l'expérience" - négociée finalement en déplacement du seul "responsable-interprète" qui en ramènera quelques séquelles plantaires....

Ces quelques jours nous permettaient de porter le réseau à 7.5 km avec 4100 m nouvellement topographiés dans de très grandes galeries (20*20 m) encombrées d'éboulis parfois extrêmement instables. En biologie, d'abondantes récoltes, principalement en faune terrestre, étaient réalisées et plus de 80 espèces collectées dans Batu Lubang. Quelques données complémentaires étaient aussi rassemblées sur la physico-chimie des eaux, le CO₂ du sol et de la cavité, et le jaugeage de la résurgence à 7.5 m³/s.

Bientôt dans l'obligation de quitter les lieux, malgré un bilan insuffisant à nos yeux, nous devons avoir droit à deux événements qui marquent dans la vie du "spéléo en voyage loin de chez lui": le départ sur Ake Sagea en crue dans une pirogue instable (sans balancier) chargée à 1 tonne, et l'éruption volcanique inopinée, à quelques km, d'une île qui, endormie depuis 1890, attendait précisément notre passage....

Un retour non moins mouvementé, sur un avion de la Bouraq Indonesia, dont chaque atterrissage "réussi" était ponctué par un "one more" soulagé de l'hôtesse, concluait cette deuxième reconnaissance sur Halmahera, tandis que l'équipe s'éparpillait, les uns rentrant chez eux, les autres poursuivant sur Maros un séjour déjà bien entamé.

.....

Avant et après notre incursion dans les Moluques, les activités un peu dispersées que nous avons eu sur Sulawesi ont permis:

* la découverte et la topographie d'un nouveau réseau: Gua Tanete représentant très probablement l'aval de Gua Salukkan Kallang, portant ainsi l'extension de ce système à plus de 17 km [2,3].

* la mise en évidence de très hauts niveaux de crue par le relevés de témoins mis en place en 86 dans GSK.

* la descente des premières grandes verticales du karst de Maros (P200-P130 D.Rigal,F.Brouquisse).

* la poursuite de la collecte de données sur les karsts de Sulawesi Selatan.

* la visite avec nos amis indonésiens de l'Université Hasanuddin d'une partie du système de GSK.

.....

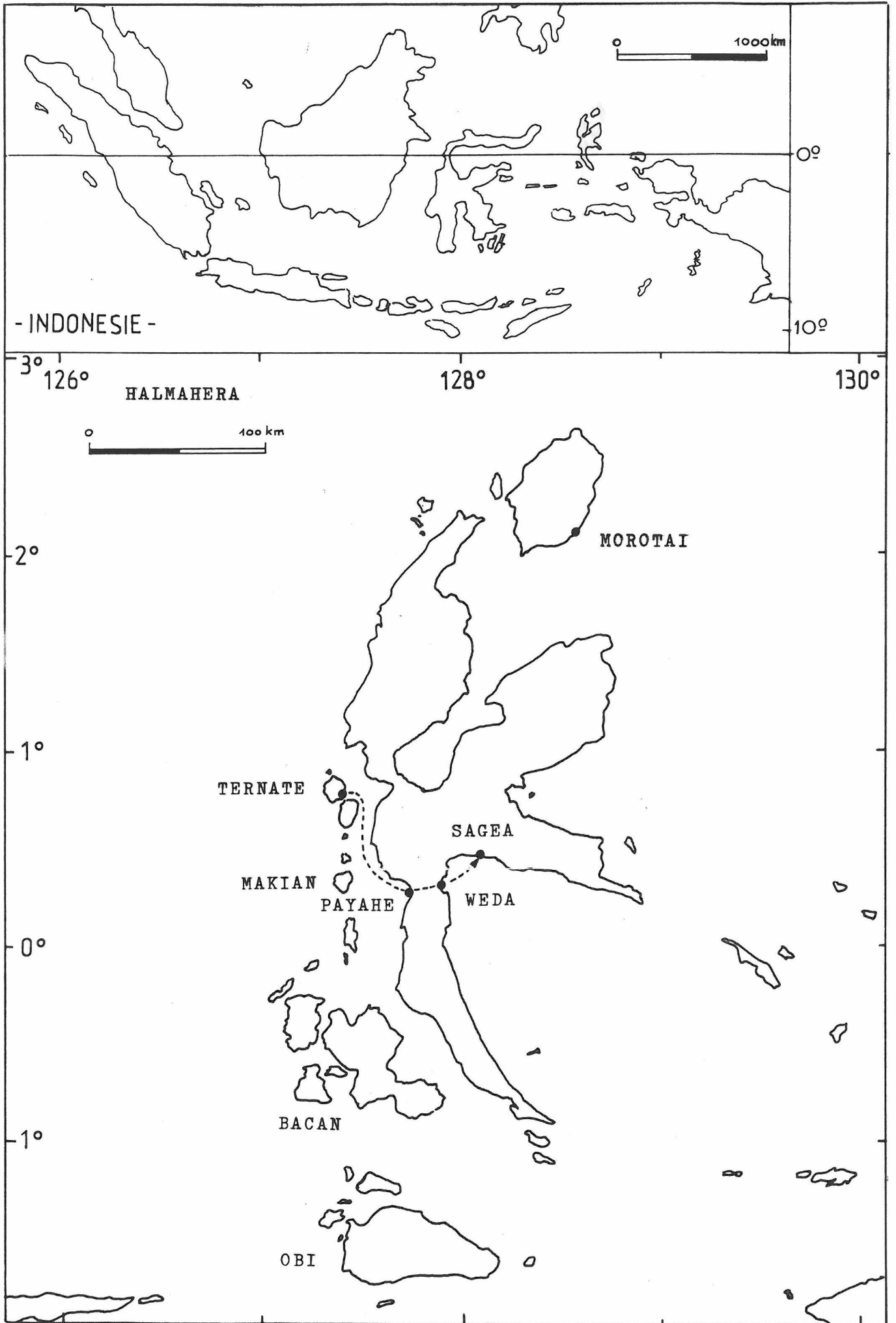
Revenus pour la troisième fois en Indonésie, nous avons retrouvé toujours avec le même plaisir l'accueil chaleureux de nos amis: Hasan Radjali, Ibrahim Yunus, Suleman Djafar, Baharuddin, Nasir, Amir, Siti Mahmud, et surtout de Roland et Erna Barkey qui nous ont reçus, hébergés et aidés et à qui nous devons une partie de nos meilleurs souvenirs. Tandis que certains d'entre nous repartiront dès l'été prochain, pour d'autres, le rapport achevé laissera la place, en 89, à l'exploitation des milliers de diapositives et des 8 heures de film accumulées depuis 85....

.....

[1] Brouquisse F., M. et P. - 1987 - 7 .Le réseau de Batu Lubang (Halmahera) in Expédition Tha -Maros 86 - Association Pyrénéenne de Spéléologie-éd. Toulouse Mai 1987- 177 p.

[2] Expédition Tha -Maros 85 - Rapport spéléologique et scientifique - Association Pyrénéenne de Spéléologie - Mai 1986 - Toulouse -215 p.

[3] Expédition Tha -Maros 86 - Rapport spéléologique et scientifique - Association Pyrénéenne de Spéléologie - Mai 1987 - 177 p.



BATUKARST 88 - HALMAHERA (Moluques du nord)

2 - DEROULEMENT

K.BROUQUISSE

7 juillet: 7h du matin: nous sommes quatre à nous retrouver (BM,DD,FB,KB) à la gare d'Austerlitz et nous nous rendons avec peine, sacs au dos, à la gare du Nord. Arrivés à Bruxelles nous devons prendre l'avion qui a 1h30 de retard...Après 14h de vol et une escale à Abou Dhabi, nous sortons de l'aéroport de Jakarta: 3h pour avoir les billets d'avion pour Sulawesi! Bernard et Daniel embarqueront le lendemain matin de bonne heure. Après une nuit dans un losmen zonard de Jakarta François et Karine se rendent à Bogor pour des démarches administratives et rencontrer des responsables du PHPA (Eaux et Forêts indonésienes). Ces derniers nous ayant fait faux-bond, nous reviendrons bredouilles. Mais nous n'aurons pas tout perdu: visite du Parc botanique de Bogor, un des plus grands du monde, qui renferme plus de 3000 espèces d'arbres équatoriaux.

Le 11 juillet, nous rejoignons à Bantimurung près de Maros BM et DD, et LD et AB arrivés 15 jours avant nous: ils ont découvert de nouveaux réseaux: Gua Tanete.

Mardi 12 juillet: Tandis que LD, AB, DR, LuD et PL partent pour Malawa à une cinquantaine de km au nord-est du karst de Maros, BM, DD, FB et KB vont sur Gua Salukkan Kallang. Après la descente du K4 et la traversée de la galerie Garuda, nous débouchons sur la rivière du 15 aout. Les témoins de crue placés en 86 en amont de la rivière ont été emportés. Nous en déduisons une montée des eaux à la saison des pluies, de plus de 6 mètres! Séance photos; sortie de nuit: un minibus nous prend en stop et nous échappons aux 15 km à pied pour revenir à Bantimurung.

Jeudi 14; Lever à 5h30: départ pour Ternate, à Halmahera, de LD, AB, DD, BM, FB et KB. DR, LuD et PL, sur le meme vol s'arreteront à Palu, 1ère escale, pour reconnaître la région du lac Posso (Sulawesi Tengah). Pendant 6h et 3 escales: Palu, Gorontalo et Manado, nous survolerons la mer tachetée d'atolls, d'immenses étendues de palmiers et des zones montagneuses et boisées? Dès l'arrivée à Ternate nous entamons les démarches et nous renseignons sur les horaires de bateau pour Payahe: pas de départ avant samedi, ce qui nous laissera le temps, vendredi, de visiter la ville.

Samedi 16 juillet: Nous sommes réveillés par le muezzin de la mosquée voisine qui chante. Nous embarquerons au port de Bastiong, faubourg de Ternate, à 5h sur un petit bateau où nous réussissons mal à caser nos sacs entre la chèvre et les cages à poules. Voyage inoubliable sur une mer d'huile où les pêcheurs travaillent dès le lever du jour. Notre boat-people avance parmi les îles volcaniques, leurs villages sur pilotis et les récifs coralliens. A notre arrivée à Payahe, les gens se précipitent, ameutés par les cris des enfants et attirés par la curiosité? Daniel trouve le moyen de se prendre le pied dans une corde d'amarrage et de s'ouvrir le genou à l'arrivée? Puis c'est toute une après-midi de marchandage, d'attente et de patience: en effet trop chargés, nous devons louer des motos ou prendre des porteurs, solution adoptée étant donné le prix exorbitant des motos. Il est trop tard pour partir ce soir pour Weda. Le propriétaire d'une plantation de cocotiers nous offre l'hospitalité. AZB et KB dormiront chez le chef de la police et sa femme car le confort est meilleur!

Dimanche 17 juillet: Nous effectuerons la traversée Payahe-Weda de 25 km en 8h; un porteur nous créera quelques problèmes, abandonnant sa charge en chemin, mais réapparaîtra 1h plus tard avec une moto... Le soleil tape et il est impossible de dénicher une goutte d'eau; il ne nous reste qu'un litre pour quatre sur les dix derniers km. A Weda où tout le monde est déjà au courant de notre arrivée, nous serons hébergés chez Hasan, notre guide de 86.

Lundi 26 juillet: Ubi kayu pour le petit déjeuner (racine au goût de pomme de terre farineuse dont se nourrissent les indonésiens); démarches auprès de la police et de l'armée qui se demandent pourquoi nous revenons une deuxième fois visiter Batu Lubang. Provisions pour 8 jours: marmite, sardines en boîte, riz, lait concentré, café, biscuits, indomies, dans une épicerie tenue comme la plupart des magasins par un chinois. 11h30: temps couvert; nous embarquons sur une pirogue à moteur instable; 2h de traversée, quelques dauphins, et l'arrivée à Sagea, dernier village que nous rencontrerons. Là aussi nous sommes accueillis par une ribambelle de gamins. Tout le monde se dispute pour être devant les objectifs des appareils photo. C'est alors qu'un gamin d'une dizaine d'années, un enfant du chef de village, s'ouvre méchamment la jambe en glissant sur une balustrade en fer. AB et FB tenteront pendant 1h de désinfecter et de suturer les plaies à l'aide de stéristrip, seul matériel que nous avons, entourés de tout le village qui observe "l'opération".

Mardi 19 : Nos 4 guides, 3 de Weda (Hasan, Hoesni et Abderaman) et Ibrahim de Sagea, nous embarquent sur une pirogue. Nous remontons la rivière bordée d'arbres, de cocotiers et de mangrove. Sur la berge, nous croisons un homme en train de raper l'écorce d'un sagoutier. De celle-ci on fait des tablettes de sagou qu'on mange en période de famine. DD et KB écopent à l'aide d'une coque de noix de coco car la pirogue est percée. Après quelques rapides qui nous obligent à descendre pour pousser, nous arrivons à l'emplacement du camp. Les installations de l'expédition 86 ne sont plus que vieilles pourritures. Les guides dégagent la clairière et commencent à construire les abris: bien sûr sans clou ni ficelle, en ligaturant avec des lianes et des écorces souples; toit en feuilles de bananiers.

20 juillet: Réveil à 7h: première sortie à Batu Lubang: la pirogue s'avance dans le silence du grand canyon d'entrée, bientôt troublé par les cris des chauve-souris et des salanganes. Après avoir accosté, nous remontons vers les voutes, 35m plus haut: en nous retournant, nous avons le spectacle magnifique de la rivière verte éclairée par les quelques rayons de soleil qui pénètrent par une fissure de 80m de haut. Le sol est argileux et jonché de gros criquets munis d'antennes d'une quinzaine de cm de long, et d'araignées grandes comme une main. BM, DD, et FB tirent la topo de la nouvelle galerie Kiri, tandis que AB, LD et KB font celle d'un boyau boueux qui rejoint le réseau Kanan. A leur retour au camp, LD et AB installent leurs berlèses: système pour récolter les "petite betes": on verse les échantillons de litière dans un tamis, les insectes finissent par passer entre les mailles, glissent le long d'un entonnoir en sac plastique et tombent dans un tube rempli d'alcool.

21 juillet: 2h du matin: orage: les gouttières mouillent les moustiquaires; nous sortons les couvertures de survie. 9h: nous enfilons nos combinaisons mouillées; poursuite de l'exploration, de la topo, des récoltes, jusqu'au grand puits des Batu Putih? Soirée animée avec chansons traditionnelles indonésiennes et françaises accompagnées par notre batteur "Bernard et ses gamelles".

22 juillet: Ibrahim et Abderaman partent à pied à Sagea pour ramener des vivres. FB fait le report de la topo et des mesures de pCO₂; DD et BM font de la photo en extérieur; AB et LD des récoltes et KB la mise à jour du cahier de bord. Retour de nos deux guides chargés de nouilles, tabac, sagu, ubi kayu, bananes et de 2 poulets qui nous changeront du régime "riz-nouilles-sardines".

Samedi 23: lever 6h30-séance photos-Hasan nous accompagnera jusqu'aux Batu Putih;AB et LD continuent à récolter- Temps toujours pluvieux.

Dimanche 24 juillet:Les guides ont chanté toute la nuit. Poursuite des photos dans Batu Lubang. Au milieu de l'après-midi, alors que nous étudions les prises de vue de l'entrée, nous entendons soudain des chnats et voyons apparaître dans la pénombre,glissant sur l'eau, une pirogue bientôt suivie de deux autres. Etrange et saisissant spectacle que ces chants qui résonnent sous les immenses voutes de la rivière de Batu Lubang. Ce sont des jeunes venus de Sagea et de Weda pour visiter la grotte. De retour au camp, le chef de Sagea est là, porteur d'une mauvaise nouvelle: le chef du district de Weda nous ordonne de venir nous présenter: nous croyons notre expédition terminée. FB réussit à convaincre le chef de Sagea de partir seul avec lui et nos passeports sur Weda.

Lundi 25: François part de bonne heure avec Suleman Djafar qui lui prêtera meme un pantalon pour se présenter convenablement...!Louis et Bernard vont réussir à passer sur le bord de l'effondrement des Batu Putih, sur des blocs de pierres instables qui peuvent céder à tout moment;leurs commentaires à leur retour:"ça continue en plus grand avec d'énormes éboulis"(BM)."C'est craignos"(LD). Premier jour de soleil depuis le début: Daniel sèche ses blessures. Vers 17h FB revient avec des coups de soleil, des ampoules et des sardines! L'entrevue s'est bien passée: il a remis en cadeau un livre de photos sur les Pyrénées au "Kepala Kecamatan Weda"; nous pouvons continuer notre projet.

Mardi 26: BM et FB partent en pointe. A 16h ils ne sont pas encore revenus. A 20h Hasan s'inquiète et veut alerter les habitants de Sagea. Nous nous préparons discrètement sans affoler les guides. Anne et Louis partent à leur recherche. Daniel,Hoesni et Karine attendent à l'entrée en sommeillant,prêts pour répondre à un signal éventuel. A minuit quatre lumières descendent des éboulis? François et Bernard avaine poursuivi la topo jusqu'au bout de la galerie des Craignoulis, fait des mesures d'hydrochimie, commencé à équiper le puits mais pas atteint le fond par manque de temps....

Mercredi 27 juillet: - Jaugeage de la rivière de Batu Lubang;report topo - Le soir il pleut à torrents.Un grand bruit de fait entendre du côté de la rivière;les guides se précipitent dans la nuit,l'eau monte; la liane de la pirogue va craquer. On la hisse sur la terre ferme et on l'attache avec une corde spéléo.

Jeudi 18:L'eau a monté de 1m, mais a baissé; nous remontons la rivière avec peine car le courant est intense. Dernières photos de grands volumes dans la galerie du Becak et découverte de 250m de galeries annexes par LD et FB. En milieu d'après-midi descente du canyon avec Hasan ravi de tester nos canots pneumatiques. Dernières observations, dernières récoltes et préparatifs de départ. En soirée, nouvelle crue...Pourrons-nous descendre la rivière demain?

Vendredi 29 juillet: lever 6h: la rivière bouillonne; nous chargeons la pirogue et embarquons: c'est le départ. La pirogue se heurte aux branchages, manque de se renverser dans les rapides. Les guides ont du mal à la diriger; Hoesni en perd la perche et la casquette. Nous arriverons entiers à Sagea d'où nous gagnons Weda. Là, il va encore falloir marchander: les motos promises à 13h ne sont toujours pas là à 16h, or il faut absolument être à Payahe ce soir. BM et KB partent en avant et atteignent Payahe à 21h en 5h de marche. AB, LD, DD, et FB partiront plus tard après avoir réussi à trouver quatre porteurs plus ou moins désignés par le chef du village. Nous passerons la nuit chez Siti Mahmud, la "mère Tapedur", patronne d'un restaurant.

Samedi 30 juillet: le 2ème groupe arrive à 1h du matin, retardé par FB et DD qui ont les pieds dans un sale état. Lever matinal; la barcasse pour Ternate part à 8h. La veille à Weda, nous avons appris que l'île de Makian, en face de Payahe était entrée en éruption. Tous les habitants ont été évacués, dont une grande partie à Payahe. Le gouvernement interdit toute navigation dans le secteur, mais notre bateau partira quand même malgré le panache de fumée qui surmonte le cratère. Soudain la fumée noircit et des nuées roulent vers la mer. En quelques minutes un immense champignon de 14 km de haut se forme sous nos yeux. Le bateau est à 15 km du volcan, mais la corolle du champignon s'épanouit maintenant au dessus de nos têtes. KB et BM prennent le volcan sous toutes ses phases, FB filme, mais l'atmosphère dans le bateau est tendue. Nous finissons par atteindre Ternate sans raz de marée.

Dimanche 31 juillet: remise en état des hommes et des affaires; confirmation des billets d'avion. Le soir, à l'hôtel, on apprend que M. Krafft, vulcanologue, est là appelé par le gouvernement indonésien pour étudier l'éruption du Makian: nous lui visionnons la bande vidéo.

Lundi 1er août: Retour par la Bouraq Indonesia sur Ujung Pandang; atterrissages agités. A Bantimurung, nous rencontrons un groupe de spéléo

espagnols dont les intentions ne sont pas très claires...

Les jours suivants: Pour les uns, FB et KB, repos forcé chez R. et E. Barkey à Ujung Pandang (R. Barkey est spécialiste de télédétection et dirige un laboratoire de cartographie des formations végétales). Mise au propre des notes de terrain et topos; consultation de photos aériennes à l'université Hasanuddin. Pour les autres, LD et AB, poursuite de la prospection sur le karst de Maros. DD et BM rentrent en France le 3 aout.

Vendredi 5 aout: Prospection sur le secteur de Kapang, descente du puits de Kapa Kapasa par D. Rigal et FB accompagnés de AB; ils passent 6h dans ce P200, François resté 4h sur un relais après avoir envoyé son croll à Didier, coincé 30m plus bas? Didier s'arrêtera à -180m par manque de corde.

Samedi 6 aout: Départ de LD et FB pour le K20: un P130: arrêt à 15m du fond encore par manque de corde sur ce puits estimé à 60m en 86!

Dimanche 7 aout: Sortie à GSK avec Roland Barkey et ses amis de l'Université Hasanuddin: initiation aux techniques de récolte et méthodes d'hydrochimie.

Lundi 8 aout: nettoyage du matériel spéléo-Prises de vue du karst en extérieur par FB, KB, LD et AB.

Mardi 9 aout: consultation photos aériennes: zones karstiques de Sulawesi Tenggara (FB)

FB et KB rentrent le 10 aout tandis que AB et LD resteront jusqu'au 15 après avoir continué l'exploration et la topo de Gua Tanete et complété leur travail biologique.

3 - LE RESEAU DE BATU LUBANG

F. BROUQUISSE

3-1-INTRODUCTION:

Le réseau de Batu Lubang a fait l'objet d'une présentation assez complète dans notre rapport "Tha -Maros 86" [1] et nous engageons donc le lecteur à s'y reporter. A l'exception d'un court résumé nécessaire à la compréhension, nous ne présenterons ici par conséquent que les nouvelles données ramenées de cette deuxième incursion dans la région de Sagea.

Situé au coeur d'Halmahera, à quelques kilomètres de la baie de Weda, Batu Lubang est un système perte-résurgence qui s'est structuré dans un compartiment calcaire décroché et préservé de l'érosion. Un cours d'eau de surface coulant sur des terrains formés de roches ultrabasiques, vient se perdre au contact d'une des failles délimitant ce compartiment: les eaux en résurgent 7 km en aval, en bordure de la plaine côtière, une dizaine de mètres tout juste au dessus du niveau de la mer (Fig 3-1).

Le climat équatorial chaud et très humide apporte plus de 2000 mm de pluie par an dans cette région couverte de forêt primaire presque intacte. Contrairement à ce que nous pensions au vu des diagrammes ombrothermiques de Ternate, sur les secteurs de Weda et Sagea qui ne sont pourtant qu'à 75 km à vol d'oiseau, la saison sèche (ou plutôt la moins humide) est considérée par les autochtones comme s'étendant de janvier à mars, celle des pluies couvrant juillet, août et septembre. Plus précisément les habitants distinguent:

- la mousson du nord (janvier-février)
- la mousson d'ouest (avril-juin)
- la mousson du sud (juillet-août)

Les deux premières sont les plus chaudes .

Situé quelques mètres en contre-haut d'Ake Sagea, le camp est établi au même endroit qu'en 86. Quelques bouts de bois pourris en marquent encore l'emplacement, mais la végétation a repris ses droits et il faudra dégager à nouveau une vaste clairière. C'est de là que chaque jour nous partirons en pirogue remonter les quelques centaines de mètres qui nous séparent des majestueuses voûtes d'entrée de Batu Lubang.

3-2-LES NOUVEAUX RESEAUX:

La partie que nous connaissions depuis 86 était de structure simple:

- 550 m de rivière se terminant sur siphon,

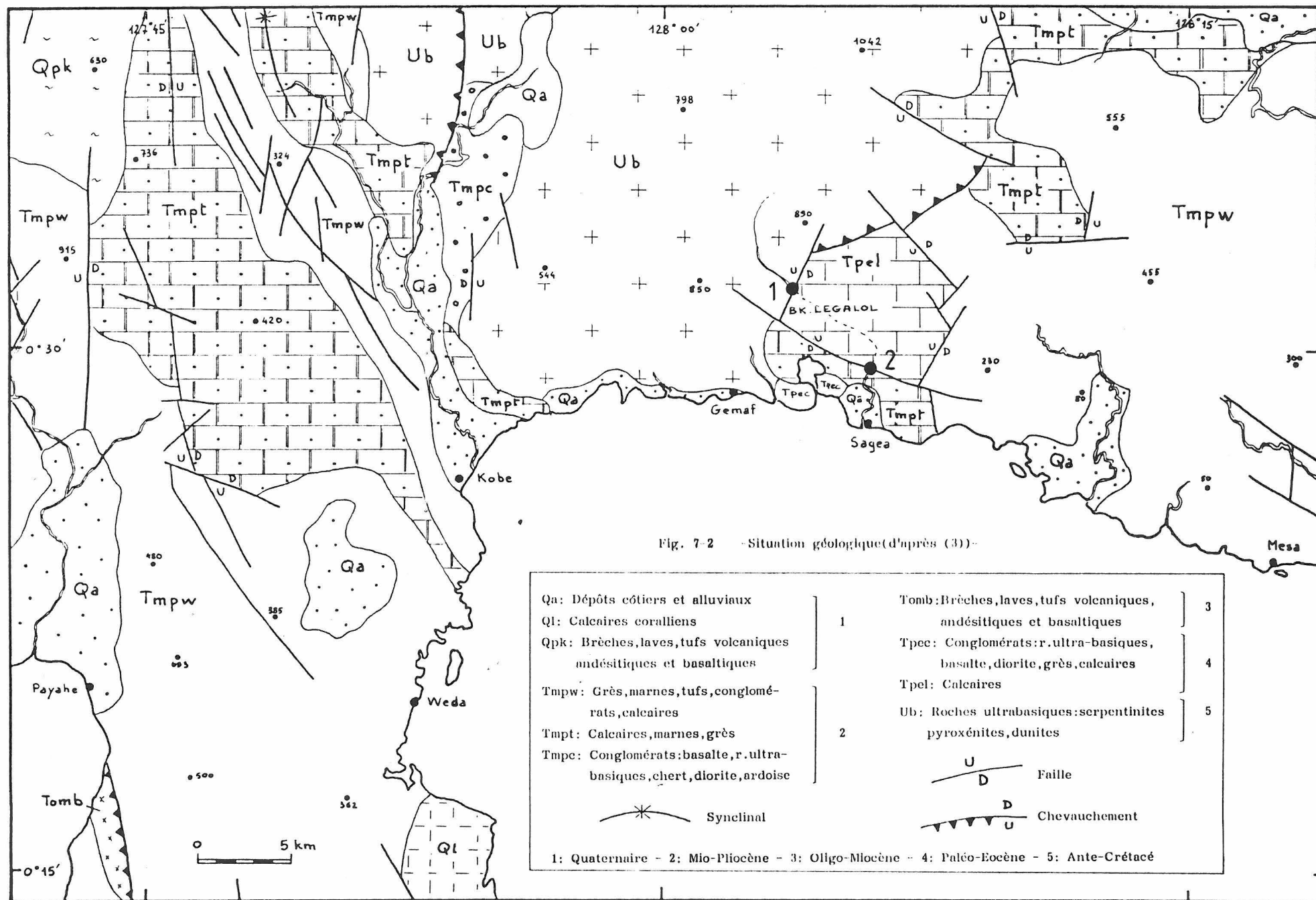
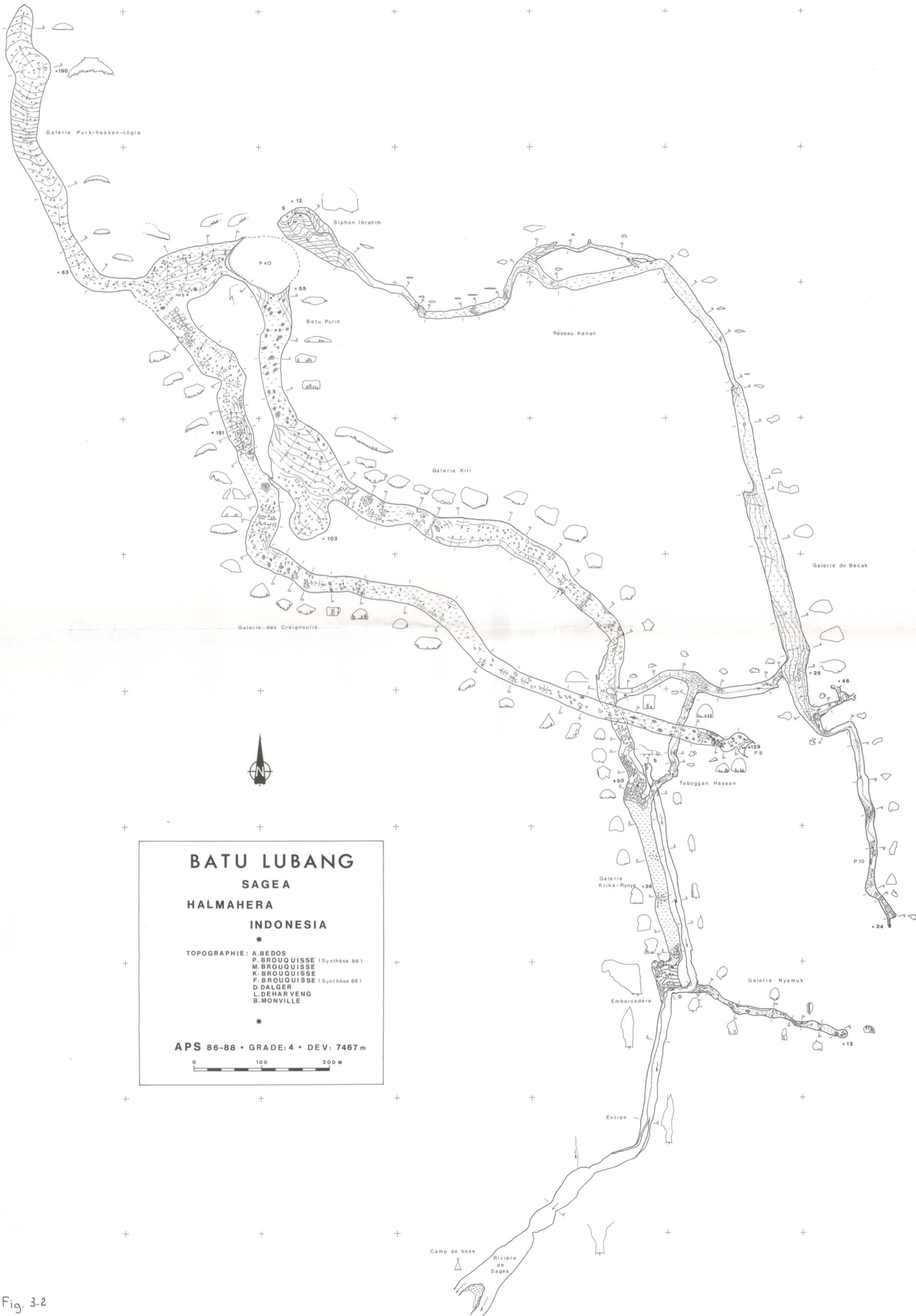


Fig 3-1 - Situation géologique - d'après [2] - 1: perte 2: résurgence -



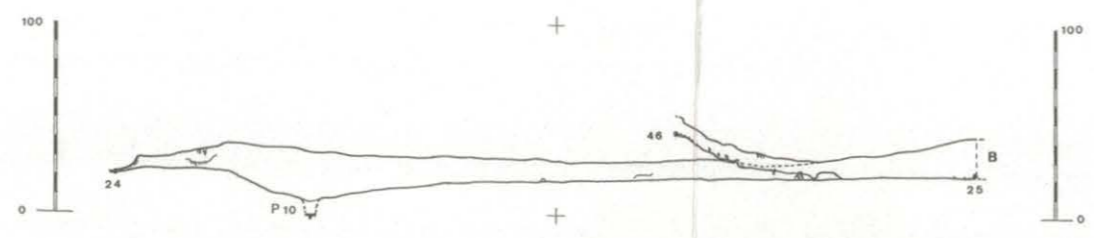
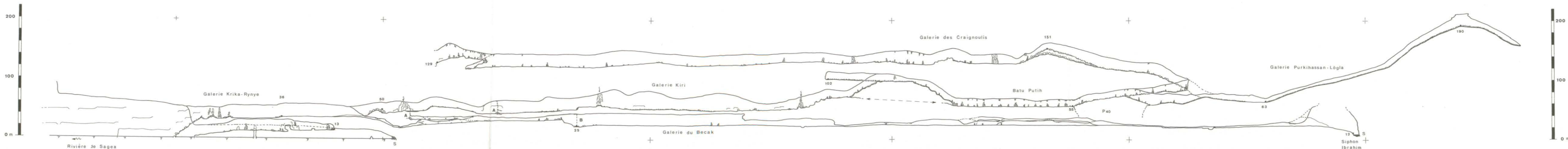
BATU LUBANG
SAGEA
HALMAHERA
INDONESIA

*
 TOPOGRAPHIE: A. BEDOS
 P. BROUQUISSE (Synthèse 86)
 M. BROUQUISSE
 K. BROUQUISSE
 F. BROUQUISSE (Synthèse 88)
 D. DALGER
 L. DEHAR VENG
 B. MONVILLE
 *

APS 86-88 • GRADE: 4 • DEV: 7467 m

0 100 200 m

Fig. 3-2



BATU LUBANG
 Coupe Développée
 Dén: 0 - +190 m

Fig. 3-3

- un niveau supérieur inactif de très grandes galeries.

Nous nous étions arrêtés en particulier en haut d'un grand éboulis dans la galerie Krika-Rynye: c'est là que nous allions poursuivre notre exploration et lever un peu plus de 4 km de topo dont 2,3 km de première.

* Galerie Kiri:

A l'extrémité de la galerie Krika-Rynye, cet éboulis de gros blocs conduit à la "Cabang kiri", c'est-à-dire la "branche de gauche", comme la nomment les indonésiens. Cette galerie - atteignant par endroits une section de 40*30 m, encombrée d'éboulis parfois recalcités en blanc, élargie sur une centaine de mètres en une grande salle remontant au sud-ouest, localement à sol terreux plat, - mène 1,2 km plus loin à un vaste effondrement de 90 m de diamètre, terme ultime de la partie connue. Les 200 derniers mètres constituent les "Batu Putih" (les pierres blanches), somptueux massifs stalagmitiques de calcite pure qui font de cette cavité sans doute l'une des plus belles d'Indonésie. C'est là que sur une colonette blanche, nous trouverons une croix noire tracée à l'argile un certain 22 juillet 1939 par un petit groupe de soldats japonais. Alors que les parois de la galerie d'entrée sont couvertes d'inscriptions des centaines de personnes venues là: autochtones, simples visiteurs, prisonniers de guerre, ce groupe semble être le seul venu s'aventurer jusqu'ici comme nous l'ont confirmé nos guides.

Au delà de l'effondrement estimé à une quarantaine de mètres de profondeur, on accède par une vire peu engageante de blocs fracturés, déversés en écailles vers le vide, à la suite du réseau: un axe amont-aval dont la galerie Kiri représente un cran d'enfoncement et le P40 un gigantesque soutirage ultérieur qui..., mais n'anticipons pas.

Quant à ce P40 nous n'avons, à notre grand regret pas pu le descendre, ayant sous-estimé la difficulté de son équipement et donc pris par le temps. A l'issue d'une pointe effectuée dans la suite du réseau nous pensions n'en faire qu'une bouchée au retour; un malheureux P40; ben voyons!.. En fait 2h30 pour équiper 15 m de vire et descendre 20 m: du rocher pourri recouvert de placages de terre ébouleuse et des morceaux de carapace de calcite de 2 à 5 cm d'épaisseur sur de l'argile, ceux-ci constituant en l'occurrence les zones d'amarrages les plus sûres, à raison de trois trous pour un "bon spit"! Mais nous avons déjà largement dépassé l'heure de retour prévue: 4 heures de retard... Tant pis, pressentant des problèmes diplomatiques, nous laissons tomber et prenons le chemin du retour ventre à terre. Non loin de la sortie des appels: ce sont AB et LD venus à notre rencontre. Ils ont eu toutes les peines du monde à empêcher

Hasan et Ibrahim d'aller lancer l'alerte en pleine nuit à Sagea; ils voulaient revenir avec une quarantaine de personnes nous secourir nous croyant gravement blessés sinon morts! Anne et Louis leur ont fait promettre d'attendre leur retour, aussi Anne repart-elle sans délai avec Bernard, tandis que je reste en arrière avec Louis pour échantillonner une arrivée d'eau en paroi. Arrivés au camp vers 0h30, Hasan qui s'imaginait déjà en prison, nous attendant depuis 18h m'embrasse comme du bon pain, tandis que notre ami Ibrahim rend grâce au ciel...! Deux jours plus tard nous leverons le camp à l'aube sur la rivière en crue sans avoir pu retourner au P40 des Batu Putih....

* Galerie Purkihasan-Löglä:

C'est là que se trouve le plus long éboulis du réseau: continu, régulier, n'en finissant pas, en galerie large et plafond bas il remonte sur 130 m: à son sommet des strates horizontales crénelées, effondrées; puis l'on redescend d'une trentaine de mètres, le plafond s'abaisse inexorablement: des tonnes de rochers obstruent le passage: c'est fini de ce côté là. A noter de beaux fossiles et une largeur de galerie de 65 m à son point culminant!

* Galerie des Craignoulis:

Dans ce qui constitue vraisemblablement l'aval initial de la galerie précédente nous avons progressé d'un peu moins de 1,5 km au milieu d'éboulis entrecoupés de rares zones argileuses moins tourmentées. Dans cette galerie, dont la taille est à l'image du reste du réseau, j'ai rencontré un des éboulis les plus instables de ma vie de spéléo: blocs de calcaire peu compétent pouvant atteindre plusieurs m³, tenant Dieu seul sait comment (et il n'est pas bavard...), dans une gangue de terre friable qui croulait à notre approche avant même que nous y posions les pieds!

Au bout de 1,4 km, la voûte s'abaisse, les éboulis qui là aussi semblent dater de la veille obstruent le passage, mais... Oui, là-haut 15 m au dessus, un balcon stalagmitique que nous parvenons à atteindre au prix d'un pas d'escalade pas vraiment difficile, mais suffisamment exposé pour nous donner à réfléchir, d'autant que nous sommes partis armés du seul topofil ce qui est tout de même léger pour une assurance... les "nouilles" sont restées au P40. Tant pis on tente, ça s'éboule un peu mais ça passe. Cent mètres plus loin, il faut bien se rendre à l'évidence: nous n'irons pas plus loin cette année: un ressaut surplombant de 8-10 m. Au delà "ça continue", voûte à 25 m, fracture rectiligne...

* Shunt galerie Kiri-réseau Kanan:

Un court passage permet l'accès plus aisé au réseau Kiri; celui-ci de taille modeste est parcouru par un mince filet d'eau rendant le sol boueux extrêmement glissant (pour toutes précisions, s'adresser à D. Dalger...!).

* Réseau Kanan:

Dans cette partie topographiée en 86 nous trouverons quelques nouveaux diverticules et galeries annexes: 150 m sont levés en amont, 250 m reconnus en aval. Mais la surprise sera la présence d'eau non loin du terminus 86 dans un passage bas: siphon, et impossible de passer, notamment pour tenter à portée de voix de savoir si P40 et salle du siphon Ibrahim constituent un seul et même énorme ensemble comme le laisse supposer le report topo provisoire effectué au camp. La veille de notre départ, nous y reviendrons sans succès: il faudra remettre ça en hiver, en saison sèche, d'autant plus que... de retour au camp, Ibrahim me reparle de quelque chose déjà entendu en 86, auquel je n'avais pas alors vraiment prêté attention, croyant avoir mal compris: "Le lac, ..oui, au fond de la grande salle, dans la branche de droite, il disparaît en hiver, ...on peut passer, ...derrière il y a 1 km de galeries et l'on arrive au "Pasir Putih", "le sable blanc", "dengan kursi dan meja dari batu", "avec une chaise et une table de pierre"; plus loin ça continue jusqu'au bas d'un grand puits d'où l'on voit le soleil, ..non, on ne peut pas le remonter...". Etrange mystère, alors c'est décidé l'an prochain, ou... plus tard, nous reviendrons, mais en hiver, d'autant plus que "le niveau de la rivière, il baisse aussi, et qu'au delà de son siphon il est peut-être possible de continuer..."

3-3-EQUIPEMENT:

* Bien que l'on puisse atteindre Batu Lubang en pirogue, les canots pneumatiques sont indispensables. En effet en cas de crue la remontée en pirogue est impossible et sans canot le retour à la nage tout à fait problématique, en l'absence de point d'accostage sur plusieurs centaines de mètres, avec un tirant d'eau minimum de 2 m.

* La progression reste horizontale et ne nécessite en général pas de matériel sauf:

- quelques escalades latérales: une corde de 40m dynamique
- le grand effondrement: P40 - 60m de cordes
 - + 15m de vire: 4 spits + AN
 - + 2 spits à -5 et -6m
 - + fractionnement à faire à - 20m (calcite pourrie sur argile)
- l'extrémité de la galerie des Craignoulis: P10

3-4-TOPOGRAPHIE: (Fig 3-2, 3-3 et A1)

En hors-texte, à la fin de l'ouvrage sont présentés le plan et la coupe développée. Aux 3435 m topographiés en 86 par P., M., et F. BROUQUISSE, s'ajoutent cette année 4032 m levés avec compas et clinomètre Suunto et topofil, par l'ensemble de l'équipe.

Les données spéléométriques sont les suivantes:

- * Développement total: 7467 m
- * Dénivelé: + 190 m
- * Extension plane: grand axe/petit axe: 1944/816 m
- * Grade 4

Il faut noter une erreur de 6m en altimétrie qu'il n'a pas été possible de localiser ni de corriger dans les positions relatives de la galerie Kiri et de la galerie du Becak; les cotes de cette dernière pourraient être plus hautes de 6m .

3-5-ELEMENTS DE KARSTOLOGIE:

Bien que guère plus nombreuses qu'en 86, les observations que nous avons faites cette année nous amènent à compléter ou nuancer certains points de notre premier rapport.

3-5-1: Caractères lithologiques et stratigraphiques; remplissages et concrétionnement:

La partie du réseau reconnue en 86 est pratiquement la seule à présenter un remplissage argileux sur sol généralement plat, avec très peu d'éboulis: ce que nous avons pris pour la règle n'est finalement que l'exception. Tout le reste du réseau est en effet presque partout encombré d'éboulis: on a affaire ici à un comblement clastique d'origine autochtone. C'est en observant de près certains secteurs que nous nous sommes rendus compte de la faible tenue mécanique de ces calcaires. En divers endroits, notamment à l'amont de la galerie Purkihasan-Lögla et à l'aval de celle des Craignoulis, les blocs effondrés sont taraudés jusqu'à 1 m de profondeur: ces trous de 5 à 10 cm en surface, de 3 à 4 cm au fond sont visiblement situés à l'aplomb de gouttières. Ces roches ont fourni des échantillons qui une fois ramenés en surface se sont rapidement transformés en une pâte déliquescence; leur hydratation et leur altération à l'humidité ambiante s'est opérée en quelques jours. De structure friable, de texture poreuse et de densité apparente faible, ces blocs forment des éboulis non remaniés et restent anguleux. Le profil dit "d'équilibre" des voûtes semble atteint, mais les plafonds et les parois continuent à s'effondrer. De nombreux secteurs sont décompri-

més et instables, parfois liés à de beaux plans de faille. Dans les secteurs les plus éboulés apparaît en voûte un litage subhorizontal des bancs.

Les remplissages sont constitués à 80% d'éboulis: certains sont calcités; de nombreuses concrétions ont été basculées puis recouvertes de blocs. Là où l'on rencontre de l'argile, celle-ci a donné souvent naissance à des macroformes curieuses: ciselée en vagues et méandres constituant des anastomoses atteignant parfois 80 cm de profondeur.

Le concrétionnement généralement blanc est assez homogène, constitué de massifs stalagmitiques et de quelques coulées dominant des gours. Ça et là, quelques cierges isolés ou par groupes; dans le secteur des Batu Putih, d'une rare beauté, les massifs se sont érigés sur un remplissage argileux parfois craquelé selon un motif polygonal classique à mailles de 5 à 30 cm délimitées par des fissures de 3 à 15 cm de large; le tout est recouvert par endroits d'une pellicule calcitée de quelques mm à 2 cm d'épaisseur. Quelques très beaux cristaux, rhomboédres ou bipyramidés atteignent 4 à 5 cm, tandis que dans certains recoins se cachent des perles de caverne, cristaux roulés ovalisés ou "conicisés" dépassant les 2 cm. Dans la galerie des Craignoulis, des oursins spectaculaires se sont développés là aussi au bord d'un gour argileux. Enfin c'est par dizaines que l'on rencontre au hasard de la progression les squelettes de grandes chauves-souris fossilisés dans la calcite.

3-5-2: Analyse spéléométrique:

Réseau de structure assez simple, Batu Lubang se développe suivant une direction privilégiée de NO/SE. En dehors de quelques secteurs de taille modeste l'essentiel du réseau est constitué de galeries de très grandes dimensions.

* Orientation:

Parmi les différentes méthodes utilisées pour l'analyse fréquentielle des directions de galeries, deux semblent pouvoir être retenues dans le cas présent:

1/ soit travailler directement à partir des données brutes du lever topographique initial: cette méthode n'est valable que si la topo est réalisée dans l'axe des galeries et non de paroi à paroi comme cela se pratique parfois; en effet, dans ce cas, on introduit des déviations systématiques qui font apparaître dans l'histogramme directionnel des pôles fictifs de part et d'autre d'une direction privilégiée réelle, qui elle, n'apparaît pas; utiliser les longueurs planes.

2/ soit, une fois le plan réalisé, retracer le canevas des lignes médianes des galeries et effectuer le traitement

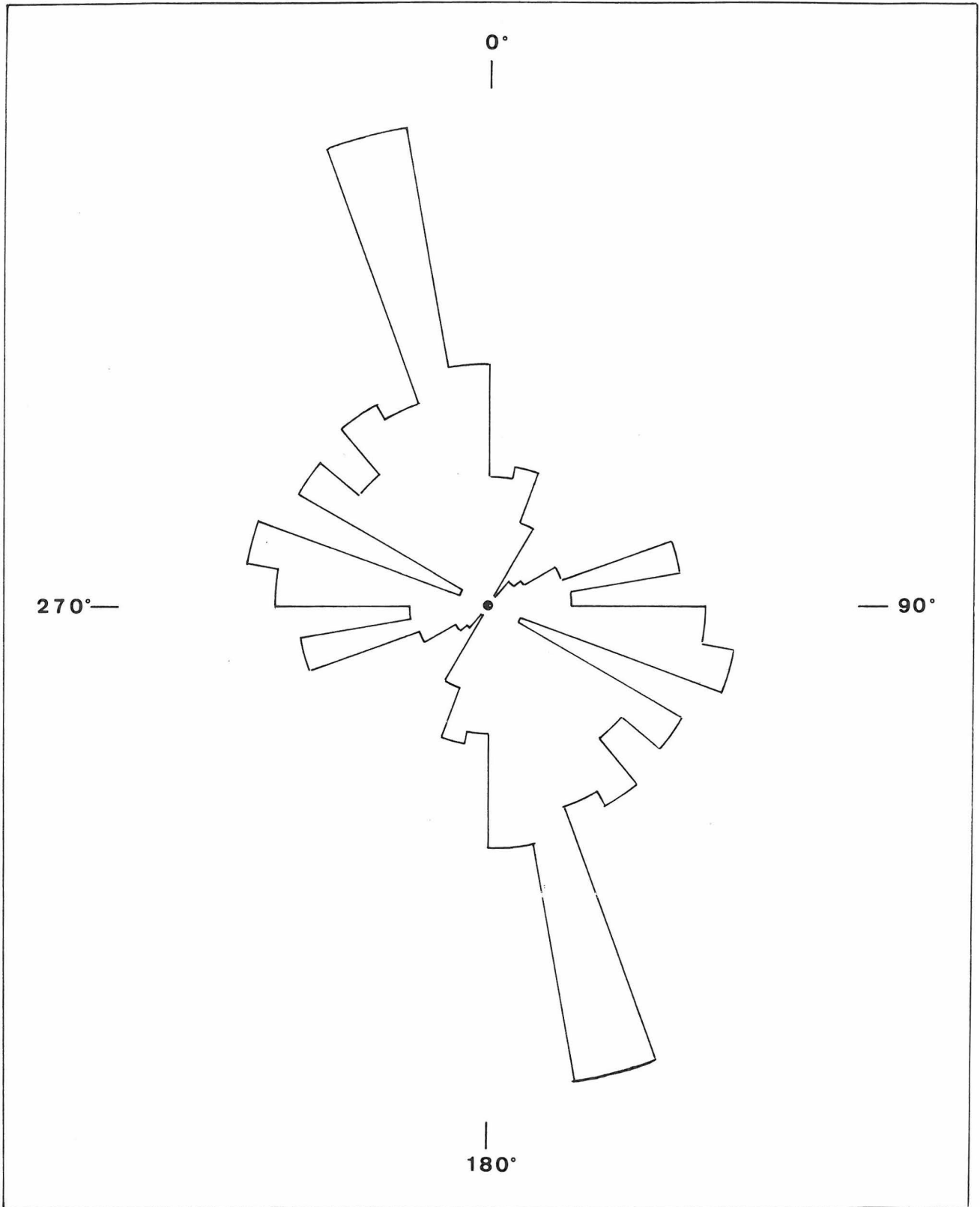


Fig 3.4 - Histogramme directionnel des galeries de Batu Lubang.

sur cette nouvelle "polygonale redressée". L'avantage de cette méthode est de travailler sur des données représentant vraiment l'axe des conduits. Il faut par contre mesurer à nouveau angles et longueurs du nouveau canevas.

C'est cette seconde méthode que nous avons ici adoptée. Ceci dit, lorsqu'on réalise la topographie "dans l'axe", on peut sans marge d'erreur supérieure à celle induite par les variations dans le dessin du "canevas d'après plan", opérer de la même façon une fois éliminés les doublons et données inutilisables.

Nous avons opéré sur 74 tronçons et défini des classes de 10° d'amplitude. L'examen du diagramme montre que (Fig 3-4):

- + Une direction privilégiée se dégage à $160-170^\circ$.
- + $2/3$ des directions se situent dans le 2ème quadrant à $90-180^\circ$, réparties en plusieurs pôles secondaires.

Nous avons procédé également à partir des données brutes topo; on aboutit aux mêmes conclusions. Par contre dans le détail, il n'y a pas obligatoirement recouvrement des pôles secondaires; les incertitudes mentionnées plus haut expliquent cela.

* Dimensions des galeries:

Une procédure analogue peut conduire à évaluer l'importance relative des divers tronçons homogènes de galerie. Ceci dit, si l'analyse précédente peut être assez facilement reliée à la position des exutoires successifs du système et à la fracturation, l'interprétation de la dimension et des formes de conduits est beaucoup plus délicate, ne serait-ce que parce que la présence d'éboullis ou de concrétionnements modifie la section "initiale" des conduits. Les notions d'encombrement et de forme ne doivent pas être dissociées d'une analyse morphologique détaillée, analyse que nous n'avons pu mener. Les résultats ci-après n'ont donc qu'une valeur indicative "d'encombrement":

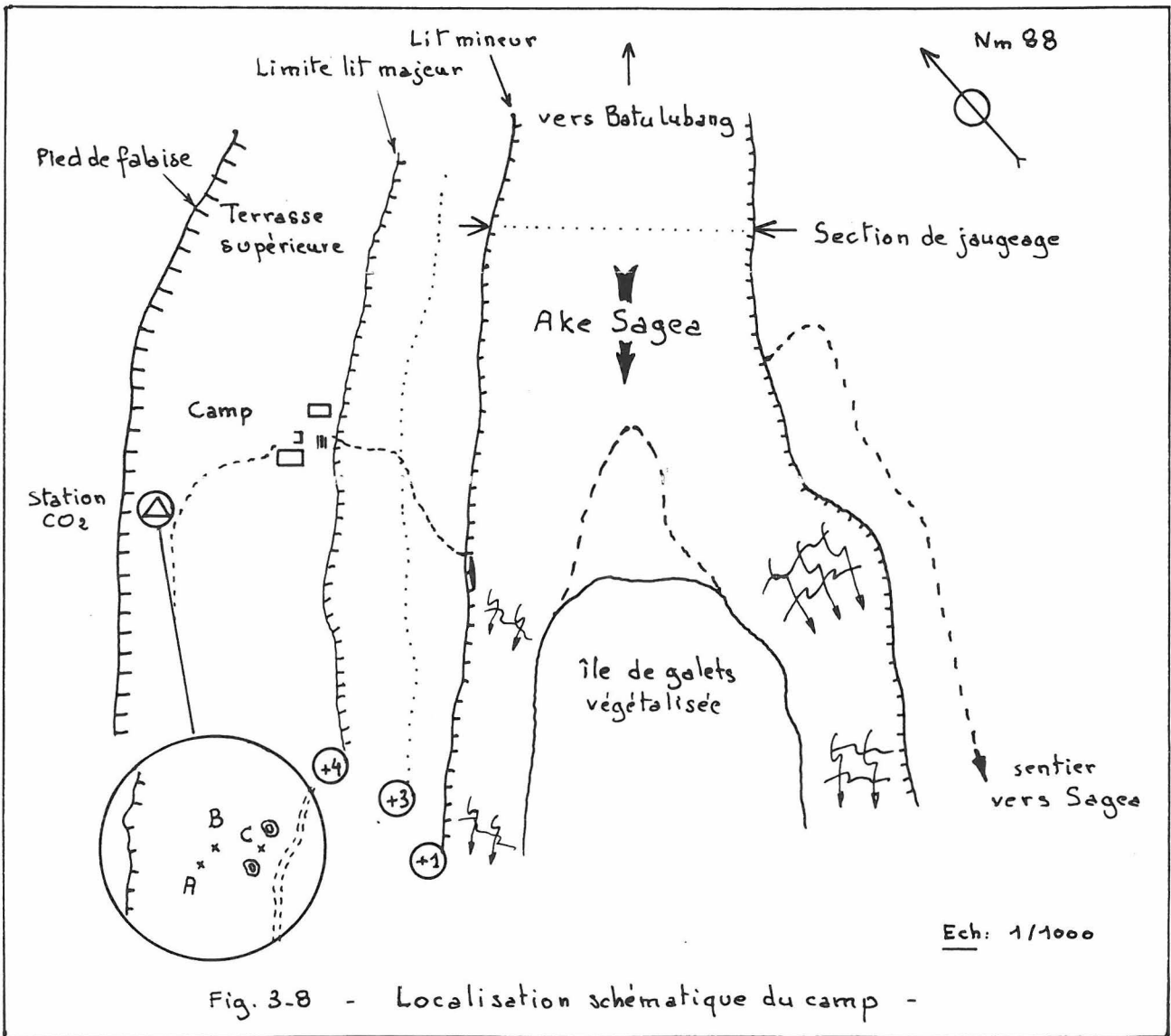
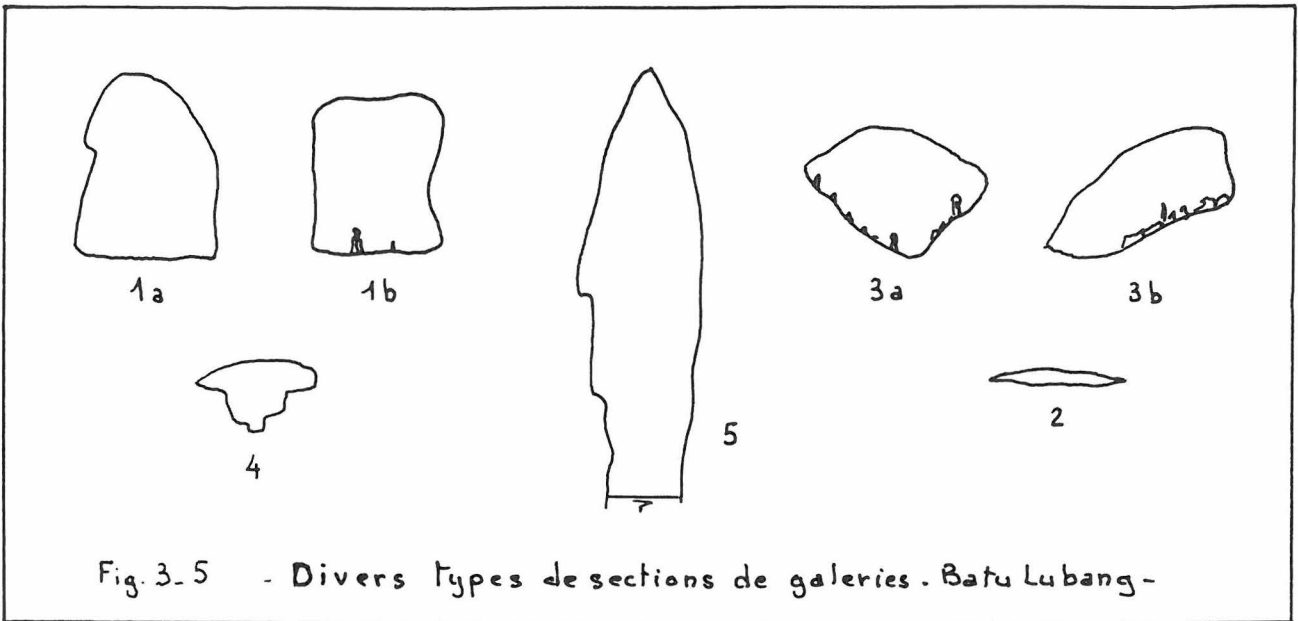
- + Près de 60% du réseau est constitué de galeries d'une largeur $\geq 20\text{m}$; le $1/3$ du réseau a une largeur $\geq 30\text{m}$ et 90% $\geq 10\text{m}$.

- + Concernant les hauteurs, les $2/3$ du réseau ont une voûte à plus de 10m et 40% à plus de 20m .

- + De l'analyse croisée des deux paramètres précédents, il apparaît que près des $2/3$ des conduits ont des dimensions supérieures ou égales à $10 \times 10\text{m}$.

* Formes des galeries (Fig 3-5):

Avec toute la subjectivité qu'il faut reconnaître à une classification morphologique suivant les "formes", nous distinguons pour notre part 5 types princi-



paux de profils en travers:

1/ Galerie nue ou à faible remplissage, à fond plat ou subhorizontal, en général limono-argileux; voûte en ogive ou parfois rectangulaire.

2/ Conduit large surbaissé à plafond bas; remplissage subhorizontal limono-argileux (laminoir).

3/ Galerie asymétrique à flancs d'éboulis de part et d'autre ou d'un seul côté avec point bas latéral parfois argileux.

4/ Conduit de petite taille le plus souvent, rempli de sédiments fins, puis surcreusé en V, laissant des banquettes.

5/ Dans la rivière, galerie très haute à parois marquées de vires déversées étroites.

L'interprétation de ces formes est pour l'instant prématurée.

3-5-3-Schéma d'évolution spéléogénétique:

Comme nous l'avons amorcé plus haut, nous allons nous livrer maintenant à un exercice de style périlleux, celui de la reconstitution du schéma d'évolution qu' imagine tout spéléo, jouant au géomorphologue, pour son réseau. A défaut d'être prouvées, nous nous défendrons en disant que nos suppositions ne sont pas idiotes, et c'est finalement cela qui en fait le charme... (Fig 3-6, 3-7)

Partant du principe qu'avant de couler à son niveau actuel, les eaux d'Ake Sagea se sont frayées un chemin à des niveaux supérieurs, et compte tenu des éléments structuraux et topographiques en notre possession [2], nous pouvons envisager le processus suivant:

* L'ancien réseau hydrographique de surface s'écoulait d'ouest en est et atteignait la mer quelques km à l'est de Sagea. (Ake Selei).

* Abandon progressif de l'écoulement de surface par les eaux d'Ake Sagea et capture au pied des falaises ouest de l'ensellement dominant le réseau au nord-est de la salle Ibrahim.

* Recul de la zone de pertes jusqu'à la limite ouest du compartiment calcaire.

* Sous terre, trois phases successives:

= circulation initiale: Galerie Purkihasan-Lögla -> galerie des Craignoulis: l'exutoire se trouve alors probablement à plus de 100m au dessus du niveau actuel.

= Amorce d'un cran de descente au droit du P40 et constitution d'un axe de drainage parallèle au précédent via la galerie Kiri.

= Soutirage progressif par le gigantesque effondrement du P40 et écoulement par la galerie du Becak, elle même bientôt tributaire de son amont au delà du siphon Ibrahim, puis fonctionnement en trop-plein.

= Niveau actuel: la rivière siphonne non loin de l'entrée; compte tenu de l'altitude probable de la perte 7

km en amont ,un long développement horizontal du drain principal est probable.

On notera que les 4 niveaux de drainage successifs sont superposés et que la position de l'exutoire semble stable depuis longtemps.

3-5-4:Les écoulements dans la cavité:

* Nous avons eu la surprise d'être arrêtés cette année dans le réseau Kanan,à la voûte basse qui siphonnait,150m avant la salle terminale du siphon Ibrahim.Il apparaît donc bien,comme l'atteste d'ailleurs la présence d'enduit de crue en de nombreux endroits ainsi que les dépôts boueux de la grande salle,qu'il y a,lors de fortes précipitations, mise en charge par l'amont et reflux des eaux vers la galerie du Becak.De nouveaux troncs d'arbres semblent avoir été apportés là depuis 1986.

* En dehors des écoulements liés à une circulation au niveau de base, les arrivées d'eau d'infiltration sont assez localisées et finalement peu nombreuses: nous n'en n'avons rencontrées que trois notables,dans la galerie Kiri;l'une peu après le grand éboulis de départ,alimente des gours profonds;la seconde a édifié deux très grandes cascades stalagmitiques blanches d'une quinzaine de mètres de haut;la troisième est à l'origine de gours sur une zone d'éboulis calcités: elle a fait l'objet de prélèvements et de récoltes.

3-6-PHYSICO-CHIMIE:

3-6-1:Hydrogéochimie:

Nous n'avons procédé qu'à deux échantillonnages très ponctuels: l'un dans la rivière au droit du camp,l'autre dans la galerie Kiri,150m avant d'arriver dans la grande salle précédant les Batu Putih.

Les résultats provisoires sont consignés dans le Tableau 3-1.

3-6-2:CO2:

* Quelques mesures isolées de teneur en CO2 de l'air atmosphérique ont été effectuées dans Batu Lubang(Tab. 3-2).Les valeurs sont faibles,de l'ordre de 0,3%,même au voisinage de la voûte siphonnante dans la galerie du Becak.Elles sont probablement à mettre en relation avec la dimension importante des galeries qui favorise l'aération de l'intérieur du massif.

N°	Date	Lieu	t °C	pH	T.A.C.		T.H.		χ μS _{cm⁻¹}	HCO ₃ mg/P	SiO ₂ mg/P	
					°d	°F	°d	°F				
1	23-7-88	Ake Sagea	23°6	7,69	5,1	9,1	6,1	10,8	171	110,8	21,2	
2	26-7-88	Batulubang (cascotelle)	23°4	8,06	7,1	12,6	8,2	14,6	250	154,2	1,65	
3	7-8-88	GSK..S4-	25°3	7,28	7,9	14,0	8,8	15,7	279	171,6	24,0	

Tab. 3.1 - Hydrochimie: résultats analytiques provisoires - (Batukarst 88).

Station	Date	Localisation	Températures °C			pCO ₂ %		Observations
			Air	Eau	Sol	Air	Sol	
BL1	26-7-88	Extrémité aval galerie Craignoulis base éboulis P.T. C3 - 1988	24°4	-	-	0,32	-	
BL2	28-7-88	Galerie Becak entre P.T. H1 et P.T. I1 - (1986)	-	-	-	0,30	-	
BL3	23-7-88	Ake Sagea Face au camp	24°9	23°6	-	-	-	
BL4	26-7-88	Gours sous cas- catelle. P.T. S (1988). Galerie Kiri	23°6	23°4	-	0,25	-	
BL5		Camp-Station mesure pCO ₂ du sol						Mise en place des tubes: 19-7-88
A	22-7-88	"				0,9		
(-30cm)	28-7-88	"				0,5		
B	22-7-88	"				0,9		
(-15cm)	28-7-88	"				0,9		
C	22-7-88	"				1,5		
(-30cm)	28-7-88	"				1,5		
Air ambiant	22-7-88	"				0,4		à 1m au-dessus du sol
"	28-7-88	"				0,5		"
GSK S4	7-8-88	Gua Sulukkan Kallang (Maros)	25°6	25°3		0,5		Mesures de températures: thermomètre à mercure 1/5° P.T. : Point Topo.

Tab 3-2 - Mesures Physiques - (Batu karst 88)

* Une station de mesures a été installée non loin du camp, sur la terrasse alluviale en pied de falaise, à une cinquantaine de mètres de la rivière, dans une zone apparemment hors d'atteinte des grandes crues (Fig 3-8). Le couvert végétal est constitué de forêt primaire avec quelques grands arbres, une strate arbustive peu dense, une strate herbacée pratiquement absente. Les sols de couleur brune dépassent les 30 cm; il ne semble pas y avoir d'horizon humifère bien marqué, et l'on passe d'une litière peu épaisse à un horizon limono-argileux. La pCO₂ du sol est mesurée à l'aide de tubes de réactifs et d'une pompe Draeger, dans des tubes en PVC perforés enfoncés à différentes profondeurs dans le sol. La méthodologie a été décrite par ailleurs [3]; trois tubes ont été mis en place le 19-7-88; deux séries de mesures effectuées les 22 et 28-7-88 (Tab 3-2).

3-6-3: Récapitulatif des mesures physiques:

Le tableau 3-2 synthétise les divers résultats obtenus. Plusieurs remarques doivent être faites à ce sujet:

* Ces quelques mesures sont trop peu nombreuses et ponctuelles: elles ne doivent pas donner matière à extrapolation hâtive.

* Les températures de l'air, de l'eau et du sol oscillent entre 23 et 25°C, sans que l'on puisse interpréter les différences relatives.

* Les pCO₂ rencontrées à l'intérieur de Batu Lubang sont assez faibles comme nous l'avons déjà mentionné; celles du sol sont comprises entre 0,5 et 1,5%, légèrement supérieures à celles de l'air environnant au droit de la station.

3-7-HYDROLOGIE:

* L'approche hydrologique d'un secteur est déjà problématique en hydrologie de surface lorsque aucune donnée n'existe et que l'on dispose seulement de quelques jours sur le terrain; en hydrologie souterraine cela devient quasiment impossible. Nous nous étions néanmoins imposé la contrainte d'emporter un matériel de jaugeage (aimablement prêté par Hydrologic SA de Grenoble), afin de ramener, ne serait-ce qu'une indication ponctuelle du débit de la résurgence d'Ake Sagea.

D'après les documents en notre possession, le bassin versant de la rivière peut être estimé à environ 95 km². Un peu plus de 80 km² correspond à la zone d'alimentation amont constituée de terrains non karstiques présentant un chevelu hydrographique de surface bien développé. Le restant estimé à une quinzaine de km², avec une large marge d'imprécision due à la délimitation réelle du

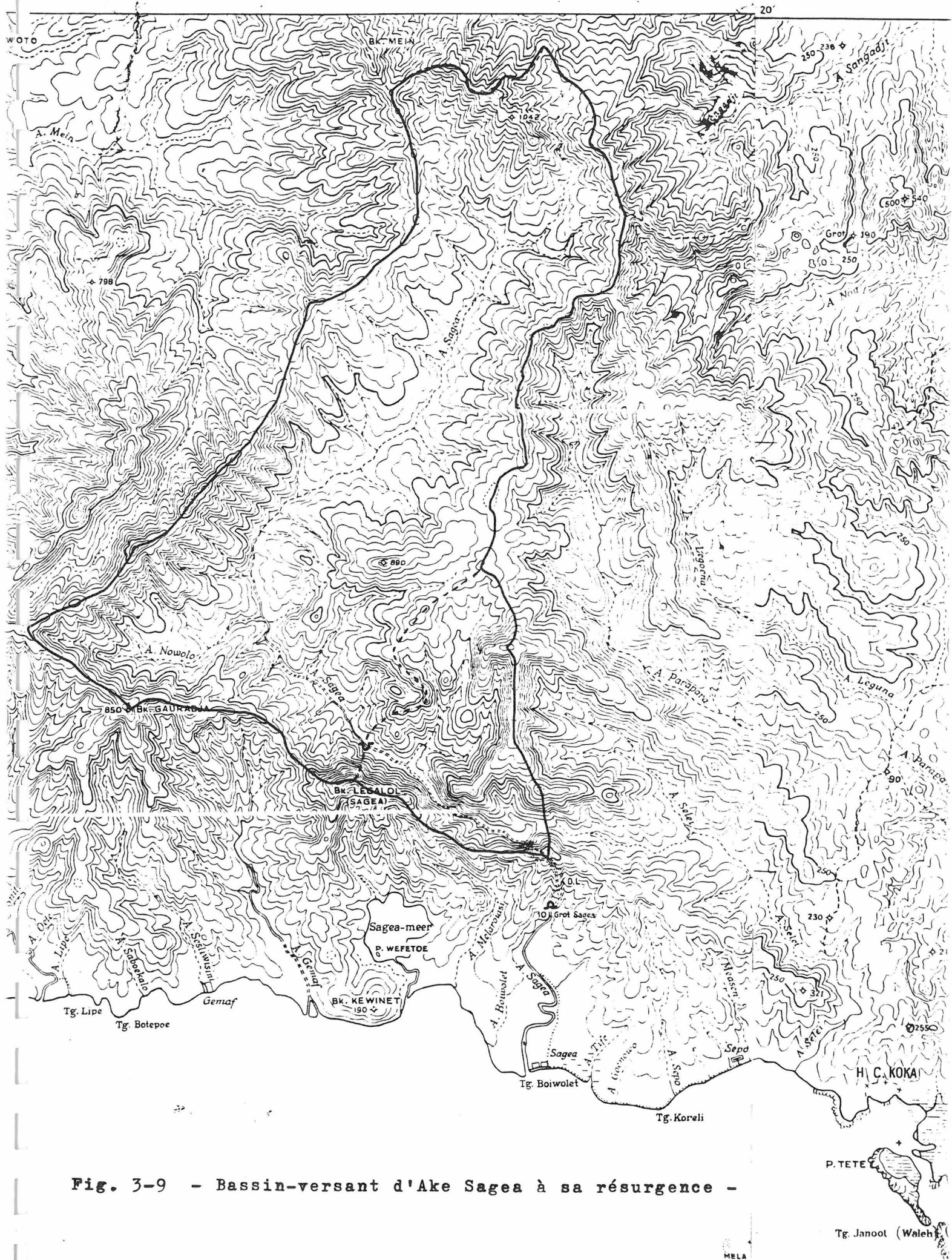


Fig. 3-9 - Bassin-versant d'Ake Sagea à sa résurgence -

bassin-versant hydrogéologique, correspond à la partie du compartiment calcaire supposée drainée par le système de Batu Lubang (Fig 3-9).

* Un seul jaugeage a pu être effectué, quelques heures avant... une forte crue; les éléments quantitatifs d'appréciation du contexte climatologique manquent:

Par rapport à notre court séjour de 86, où la rivière était relativement basse et les averses rares, nous sommes arrivés à Sagea au lendemain d'une importante crue. Pendant tout le séjour le débit est resté qualitativement plus important qu'en 86. Nous avons eu presque chaque fin d'après-midi un orage. L'un d'entre eux, très violent pendant plus de trois heures a provoqué au droit du camp une montée des eaux d'un mètre effaçant les rapides habituels.

Le jaugeage a été réalisé à un moment de basses eaux, la plage de galets étant découverte sur 20 à 30 mètres, sur une section située 50m en amont du camp. Le résultat donne un débit de l'ordre de 7,3 m³/s supérieur à celui que nous avions estimé en 86 avec les eaux un peu plus basses de l'époque (A2).

Au vu de l'importance de la montée des eaux lors de la crue qui a suivi, celle-ci peut être estimée à au moins 35 m³/s. En tout état de cause, les crues exceptionnelles dont nous avons vu les traces (branches et arbres en travers à 2m de haut dans l'le face au camp, traces dans le canyon jusqu'à 4 à 6m selon les endroits, et délimitation de la terrasse du lit majeur) peuvent être évaluées à 130 m³/s et plus. On comprend d'ailleurs la crainte obsessionnelle de nos guides lorsque nous allions sous terre.

3-8-BIOLOGIE:

Des récoltes intensives ont été réalisées dans la plus grande partie de la cavité, malgré le court temps disponible. Elles nous ont donné une vue générale satisfaisante de la riche faune souterraine de Batu Lubang; le détail des résultats est exposé dans le chapitre 4. Par ailleurs une installation sommaire d'appareils de Berlèse près du camp a permis d'extraire, malgré des conditions d'humidité défavorables, la faune de plusieurs échantillons de sols et litières forestières. Ce travail a été complété par des récoltes à vue. L'analyse de ce matériel non cavernicole est actuellement en cours.

3-9-PERSPECTIVES:

Nos guides nous ont signalé deux autres secteurs (l'un confirmé par la carte géologique) où se trouvent des cavités: le premier vers Gane Timur à 4 heures de pirogue à moteur au sud de Weda; le second à l'extrémité est de la baie de Weda, à 6 heures de Sagea. Mais le plus

intéressant reste pour nous de poursuivre l'exploration sur la région de Batu Lubang avec comme objectif notamment d'atteindre la zone de la perte à 6 heures du village de Gemaf, et toujours dans l'aval du réseau l'accès en saison sèche de la suite du siphon Ibrahim. Nos amis indonésiens nous attendent, sans aucun doute intéressés par les sous que nous amènerons, mais avec encore un certain sens de l'accueil que nous avons trop oublié chez nous.

.....

[1] Expédition Tha -Maros 86 - Rapport spéléologique et scientifique - Association Pyrénéenne de Spéléologie - Mai 1987- Toulouse - 177 p.

[2] Brouquisse F., M. et P. - 1987- 7-Le réseau de Batu Lubang (Halmaheira) in [1]- p. 75-84

[3] Deharveng L. et Bedos A. - 1986- 17-Gaz carbonique in Expédition Tha -Maros 85 - Rapport spéléologique et scientifique - Association Pyrénéenne de Spéléologie - Mai 1986- p. 144-152 - Toulouse

.....

4 - LA FAUNE SOUTERRAINE DE BATU LUBANG.

(manuscrit préliminaire, 8 décembre 1988)

L. Deharveng

La faune cavernicole des Moluques est à l'heure actuelle à peu près totalement inconnue, à l'exception des Chiroptères et de quelques macroarthropodes (Amblypyges et Raphidophoridae).

Les cavités les plus proches prospectées par les biospéologues se situent à plus de 1000 km au sud-ouest (karst de Maros à Sulawesi, Deharveng et Leclerc, 1986; Deharveng 1987) ou à 1800 km au sud-est dans les Hautes Terres centrales de Papouasie Nouvelle Guinée (Chapman, 1976). Seules les données de Maros, situé dans un contexte écologique et climatique semblable, peuvent en fait être comparées à nos résultats sur Batu Lubang, la faune souterraine de Papouasie étudiée jusqu'ici étant une faune d'altitude complètement différente.

Matériel et méthodes.

La grotte de Batu Lubang est décrite en détail dans un autre chapitre de ce recueil. Nos recherches faunistiques ont été effectuées dans une grande partie de la cavité, à l'exception des 250 derniers mètres du réseau Kanan (dont un siphon temporaire nous bloquait l'accès), de l'aval de la galerie du Beçak, de la galerie de la rivière en amont de l'embarcadère, de la galerie Nyamuk et de la galerie fossile des Craignoulis.

Partout ailleurs la faune a été plus ou moins activement recherchée; les récoltes à vue étaient effectuées au pinceau (microarthropodes), à la chasse poursuite et à la main (Orthoptères géants, crabes), à l'aide de "tapettes à mouches" (macroarthropodes géants venimeux: araignées, Scolopendres et Scutigères); l'aspirateur n'a jamais été utilisé sous-terre par crainte de l'histoplasmose. Quelques extractions sur appareil de Berlèse ont été effectuées au camp à partir d'échantillons de guano. La faune aquatique a été récoltée à vue (crabes, crevettes géantes), par filtrage des gours, ou au pinceau; l'étude de la partie active de la cavité aurait nécessité des moyens (dragues, filets spéciaux) dont nous ne disposons pas, du fait de la violence du courant et des crues, de la profondeur de l'eau et de l'absence de bons points d'accostage.

Une faune riche.

83 "unités taxonomiques" sont représentées dans nos récoltes. Parmi elles, certaines correspondent à plusieurs espèces distinctes (Acari, Gamasida, Diptera, Psychodidae, Coleoptera, chauve-souris). Compte tenu des limites de la prospection, il est donc vraisemblable que le nombre d'espèces animales présentes dans la grotte de Batu Lubang dépasse la centaine. Ces chiffres sont assez considérables; bien que l'hétérogénéité des données rende difficile les comparaisons, ils sont du même ordre que ce que nous avons pu rencontrer à Maros (Sulawesi)(données inédites).

Cette richesse se retrouve au niveau des lignées représentées: il n'y a pas de lacunes faunistiques majeures telles qu'on en relève généralement dans les faunes insulaires, si ce n'est peut être l'absence des Schizomides (nous en avons récolté dans la forêt, extérieure, mais aucun dans la cavité).

Sur les 83 unités taxonomiques citées, seules 3 ont été identifiées avec certitude au niveau spécifique. Il s'agit d'un Collembole guanobie (*Xenylla yucatana*) à répartition pantropicale, de l'hétéroptère aquatique *Mesovelgia horvathi* et de la teigne guanobie *Tinea porphyrea*. Les autres unités taxonomiques n'ont été identifiées qu'à un niveau supraspécifique soit par manque de spécialiste (Acari, Diptère), soit parce qu'elles représentent de nouvelles espèces ou de nouveaux genres en cours d'étude (Araneae, Bogidiellidae, Isopoda, Diplopoda, Collembola... etc...).

Les guanobies.

La première partie de la grotte de Batu Lubang abrite d'énormes colonies de chauve-souris frugivores; la montée de l'embarcadère se fait parmi de gros blocs recouverts de fientes verdâtres ou noirâtres, gluantes, accompagnés par les petits cris stridents des chiroptères. La galerie Krika-Rynye est également densément peuplée; à la limite des frugivores se trouvent quelques chauves-souris insectivores - du moins leur guano caractéristique, car le plafond de la galerie où elles doivent se trouver est ici à plus de 15m - et dans la zone du toboggan Hassan jusqu'à la "salle à manger", quelques salanganes isolées. La galerie Nyamuk, visitée en 1986, est également très riche en guano. Dans le reste de la cavité, les chauves-souris n'étaient présentes lors de nos explorations que sous la forme d'innombrables ossements, souvent repris par la calcite, jusqu'aux points extrêmes du réseau.

Le guano lui-même est richement peuplé. Les Orthoptères Raphidophoridae géants dominent nettement, avec des densités atteignant couramment 10 exemplaires adultes au m² au sol ou sur les parois. Les autres arthropodes géants de ce milieu sont tous des prédateurs qui se nourrissent sur ces populations d'Orthoptères: Amblypyges (sur les parois), Scolopendres (parmi les blocs) et Crabes (dans ou près des nombreuses flaques qui

parsément le sol terreux de la galerie) sont assez fréquents, mais l'espèce dominante dans cette catégorie est une araignée Heteropodidae de très grosse taille (densité sur parois atteignant souvent 1-2 par m²). Sous les pierres, à la limite écologique entre zones à guano et partie profonde de la cavité, les scorpions (non troglomorphes) ne sont pas rares.

La mésofaune de ce milieu est elle aussi remarquable par son extraordinaire abondance. Sur les rochers recouverts de fientes semi-liquides de chauve-souris frugivores, les Collemboles grouillent littéralement (*Callyntrura* sp. 2 et *Pseudosinella* sp. 2), et les Oniscida du genre *Clavigeroniscus* sont abondants. La guano au sol mêlé à la terre, est très densément peuplé: acari divers, innombrables *Lepidocampa*, Collemboles (*Pseudosinella* sp. 2, *Xenylla yucatanica*, et un *Cryptopygus*, genre tout à fait inattendu ici, *Tineoidea*...).

Comme partout, les espèces guanobies présentent pour la plupart une morphologie comparable à celle des faunes édaphiques de litière: pigment et yeux subsistent en général; on n'observe aucun allongement des appendices ni acquisition de structures sensorielles particulières. Quelques espèces - araignées, Isopodes *Clavigeroniscus*, *Stemmiulidae* - présentent toutefois une nette régression oculaire et pigmentaire. Par ailleurs, la *Pseudosinella* troglomorphe de Batu Lubang appartient à la même lignée que l'espèce guanobie du même genre - une situation retrouvée, en ce qui concerne les Collemboles, dans nombre de cavités tropicales. Il semblerait donc que le passage par un stade guanobie puisse constituer une des voies de l'adaptation des lignées au domaine souterrain profond.

Les troglomorphes

Quinze espèces présentent des adaptations morphologiques à la vie souterraine - dépigmentation plus ou moins complète, régression oculaire souvent totale, allongement des appendices (tab. 1). Ce nombre est probablement un peu sous évalué, certains groupes n'ayant pu être analysés sous cet angle (Gasteropoda, Crabes, Diploures). Les groupes les plus remarquables à cet égard sont les araignées, les isopodes, les diplopodes (à l'étude), les Collemboles et les Nocticolidae. La présence de 3 espèces d'araignées aveugles dans une même cavité est très exceptionnelle (Deeleman, in litt.), d'autant que les Gnaphosidae et les Mygalomorpha concernées sont parmi les premiers représentants troglomorphes connus dans le monde pour ces familles. Les 3 Oniscida rencontrés ont atteint divers degrés d'évolution; Le *Clavigeroniscus*, guanobie caractéristique, a gardé quelques ocelles et une très légère pigmentation alors que le *Leucophiloscia*, absent des milieux à guano, est totalement aveugle et dépigmenté. Quant à la *Pseudosinella* sp.1 (Collemboles), elle correspond à une espèce très évoluée par la longueur de ses appendices; récoltée en deux stations seulement, elle évite les zones à guano où la *Pseudosinella* sp.2, phylétiquement voisine, est présente.

Bien que très insuffisamment échantillonnée, la faune aquatique nous a fourni un remarquable Bogidiellidae, groupe connu depuis peu d'Asie du Sud-Est, et trouvé pour la première fois en Indonésie à Batu Lubang. Un représentant probable de la même famille, récolté dans une grotte du Karst de Maros, n'a pas encore été transmis au spécialiste. Les animaux, trouvés en très peu d'exemplaires malgré d'actives recherches, pourraient appartenir à la faune stygobie de l'épikarst: à Maros comme à Batu Lubang, ils étaient localisés dans les micro-gours d'un massif stalagmitique à l'aplomb d'un gouttage du plafond.

Au total, la faune "troglomorphe" de Batu Lubang est donc assez riche, aussi sinon plus diversifiée que celle rencontrée à Maros (Sulawesi) et représentée par les mêmes groupes zoologiques: araignées, isopodes Oniscida, Collembola, Nocticolidae et sans doute Bogidiellidae. Un lépisme blanc à très larges appendices, observé près du siphon Ibrahim, n'a pu malheureusement être capturé; il constitue peut-être l'élément le plus original de la faune étudiée vis à vis de celle de Maros.

Conclusions

L'étude de la faune souterraine de Batu Lubang a déjà apporté de précieuses informations aux niveaux faunistique, biogéographique et évolutif.

Au niveau faunistique, l'originalité du peuplement se traduit par une large moisson de taxa inédits, comme on pouvait s'y attendre dans ces régions si mal connues. Du point de vue biogéographique, nous sommes à Halmahera sur une zone "charnière" majeure de la planète, entre le domaine austral et le domaine oriental; les éléments manquent encore pour les régions avoisinantes, mais on peut d'ores et déjà souligner de fortes ressemblances avec Sulawesi et même avec la Thaïlande: la faune rencontrée est une faune tropicale classique au niveau des grands groupes. Enfin, au plan évolutif, plusieurs traits marquants méritent d'être soulignés: la richesse faunistique, apparemment non altérée par l'insularité, et la présence de formes troglobies et troglomorphes.

Les recherches futures, outre l'analyse plus détaillée du matériel déjà récolté, seraient à étendre vers l'Indonésie occidentale (Java) et vers les karsts de Nouvelle Guinée afin de disposer enfin d'un véritable transect Australie - Région Orientale.

TABLEAU 1. Faune récoltée à Batu Lubang.

Colonnes: prélèvements; lignes: unités taxonomiques; cellules: nombre d'exemplaires recueillis ou classe d'abondance (\log_2 du nombre d'exemplaires recueillis). Abréviations: b, extraction au berlèse; v, récolte à vue; gua: espèce récoltée dans les zones à guano; tro: espèces présentant des adaptations morphologiques à la vie souterraine.

Certaines espèces ont été seulement observées et aucune valeur d'effectif et d'abondance n'apparaît pour elles dans les cellules.

5 - MEDICAL

Anne BEDOS

Les problèmes rencontrés durant l'expédition à Batu Lubang sont pour la plupart à mettre en relation avec l'humidité excessive et les longues marches.

1. Les plaies

1.1 Plaies aux genoux

A l'arrivée à Halmahera, plaies aux deux genoux par suite d'une chute au débarquement d'un bateau glissant: désinfection à la Bétadine, pansements protecteurs. Grande gêne pour la marche, les traversées de rivière. Cicatrisation longue (2 semaines): les plaies s'ouvrent à chaque flexion, à chaque heurt. Traitement poursuivi par de la pommade cicatrisante (Dermaflon), plaies laissées à l'air dès que possible.

1.2 Plaie à la jambe

Au cours d'une des dernières explorations dans Batu Lubang, choc violent contre un des innombrables rochers de la grotte: désinfection de la plaie à la Bétadine, application tout autour d'une pommade anti-oedémateuse (Carudol), pansement protecteur. Même sorte de handicap que les plaies précédentes. Cicatrisation très longue (1 mois et demi): la plaie se creuse par dessous les croûtes superficielles successives. Traitement poursuivi par antibiothérapie locale (Auréomycine) et orale (Erythrocline).

1.3 Plaie à la cuisse

Dans l'attroupement causé par notre arrivée à Sagea, le fils unique du chef du village glisse du haut d'une clôture métallique, s'ouvrant profondément la cuisse. Administration d'un antalgique fort (Propofan), large désinfection à la Bétadine, rapprochement des bords de la plaie avec du Stéristrip, application de Biogaze et de compresses stériles, le tout fortement maintenu par de l'Elastoplast. Malgré notre insistance pour envoyer le petit blessé chez le médecin le plus proche (à 2 heures de bateau), il semble à notre retour 12 jours plus tard que rien de plus n'ait été fait: la plaie ne s'est pas infectée mais elle ne s'est pas refermée.

2. Les problèmes de pieds

2.1 Une première personne a beaucoup souffert, lors de la marche de 25 km au retour, ses pieds ayant déjà été fragilisés les jours précédents; les chaussettes sèches mises au départ se sont rapidement imbibées d'eau (forte pluie, piste inondée); à mi-parcours, on a mis des pansements de fortune pour essayer de

limiter les frottements sur la peau à vif. A l'arrivée, soins au Cétavlon. Par la suite, le meilleur traitement s'est révélé être le séchage au Mercurochrome.

2.2 Une deuxième personne a vu l'état de ses pieds se dégrader progressivement: la marche pieds nus dans les rapides de la rivière de Batu Lubang, puis la marche sans chaussettes dans des tennis pourris sur un sentier boueux ont été à l'origine d'ampoules énormes qui n'ont pas tardé à laisser la place à des ulcérations; les pansements tout à fait symboliques sont restés inefficaces vu l'incessante activité de l'estropié. Pour franchir les 25 km du retour, celui-ci a tenté de marcher pieds nus; mais après 5 km, il s'est résigné à remettre des chaussures avec de bonnes chaussettes; plus loin dans la montée, on a rembourré un maximum avec des compresses et de l'Elastoplast. Rien n'a pu le soulager. Le lendemain, le spectacle n'est pas beau à voir: pieds doublés de volume, ulcérations transformées en cratères purulents; large désinfection à la Bétadine, application d'Auréomycine, mèches avec de la Biogaze, le tout enveloppé dans des compresses stériles et de l'Elastoplast. Traitement anti-inflammatoire et antibiotique. Le surlendemain, de retour à Sulawesi, vu la dimension de l'oedème, le malade va se faire examiner à l'hôpital d'Ujung Pandang: prescription de corticoïdes.

3. Les problèmes dermatologiques

3.1 La "dermite des prés"

Ce même malade, en convalescence à Ujung Pandang, voit apparaître de grandes plaques rouges d'abord sur les jambes puis sur le reste du corps, accompagnées de vives démangeaisons, auxquelles se surajoutent d'énormes phlyctènes: traitement antihistaminique (Hismanal) et essais de toutes sortes de pommades sans résultat. D'après les spécialistes, ce serait une "dermite des prés".

Une autre personne a présenté simultanément ces plaques rouges et ces démangeaisons, principalement sur les jambes.

Une troisième forme plus atténuée s'est manifestée au retour en France et a cédé au bout de 10 jours d'application de corticoïdes.

3.2 Plantes urticantes

Au camp de Batu Lubang, après contact avec une plante bien connue du coin, un de nos guides a été pris de fortes démangeaisons: traitement - un tube de *Parfenac* par soirée, relais par de la Polaramine.

3.3 Microacariens

Dans les vêtements et les sacs de couchage, nous étions parfois sujets à un autre type de démangeaisons, probablement causées par des microacariens dont nous nous débarrassions par de la poudre anti-parasite Elentol (efficace aussi contre les fourmis).

4. Angines et rhumes

En saison des pluies sous l'Equateur, il arrive que l'on prenne froid: nous avons eu 2 cas d'angines (traitement symptomatique à l'Orpivalone, 1 traitement antibiotique à la Rovamycine).

5. Problèmes digestifs

Quelques diarrhées sans gravité (traitement à l'Ercéfuryl). Quelques cas de constipation, au camp, en raison du régime alimentaire un peu monotone (à base de riz et de poissons - en conserves). Nous buvions l'eau de la rivière (soit bouillie, soit hydroclonazonnée), prélevée de préférence en amont du campement.

6. Dernière minute...

Deux mois et demi après son retour en France, un des participants a présenté un accès de fièvre avec céphalées - inexplicé. Début décembre, nouvelle crise; le médecin note une hépatomégalie et une splénomégalie. Quelques jours après, une troisième crise se déclenche lors d'un passage à Toulouse: une goutte épaisse révèle alors un paludisme à Plasmodium vivax, qui est en cours de traitement après 2 jours d'hospitalisation. Nous avons tous suivi le traitement préventif préconisé par ce même hôpital, à savoir un comprimé de Nivaquine chaque jour pendant le voyage et durant le mois suivant.

* PHOTO et VIDEO *

B. MOUILLÉ
D. JOLFRE

I - PHOTO

Toute l'équipe participa à cette tâche et plus particulièrement K.B, D.D et B.M.

Matériel

- FUJICA HDS 24x36mm "BAROUDEUR";
- ROLLEI 35 SE 24x36mm;
- OLYMPUS OM2 SP 24x36mm:
 - . objectifs: 28mm F2,8 - 50mm doubleur HR7 macro "FOCA";
 - . flashes électroniques: 2 T32 OLYMPUS NG 32;
 - . 1 cellule NISSIN;
 - . 2 cellules de fabrication J.JOLFRE (portée supérieure à 50m) déclenchant les flashes électroniques ou les ampoules M3 (NG 60) ;
 - . 1 flash de fabrication J.JOLFRE pour les ampoules M3;
- CANON AE1 24x36mm:
 - . objectifs: 50mm F1,8 - 135mm F3,5;
 - . bagues allonge macro "PANAGOR";
 - . flash électronique SUNPAK 2600 NG 26.

Emulsions

EKTACHROME 100 ISO - KODACHROME 64 ISO, 200 ISO PRO - KODACOLOR GOLD 100 ISO et 200 - TMAX 100 et 400 Noir et Blanc.

A - Conditions de prise de vues

Les problèmes techniques de prise de vues furent nombreux surtout lors de notre séjour sur l'île d'Halmahera.

Très importante en cette saison des pluies, l'humidité provoque le collage du film sur lui-même. Il en résulte un effort important sur la manivelle de rembobinage. De fait, la feutrine de la bobine force sur la surface sensible du film et provoque des rayures. Ce phénomène fut très marqué sur les films papier (couleur et noir et blanc) beaucoup moins sur les diapositives Ektachrome.

Ces dernières furent développées dans un atelier toulousain très sérieux qui éprouva quelques difficultés à décoller les films. Le résultat aurait été catastrophique si nous avions confié le développement au premier photographe venu (laboratoire automatique "grand public").

* extérieur: équipés d'un matériel léger que nous avons quasiment toujours sur nous, nous avons donc pu saisir toute occasion de faire un cliché. La couverture "photographie extérieure" est donc conséquente.

* sous terre:

Aux problèmes évoqués ci-dessus s'ajoutèrent les mauvais contacts entre les flashes et les cellules photographiques dûs aussi à une oxydation extrêmement rapide ainsi que le manque de "rodage" de l'équipe, pourtant de bonne volonté, d'où un temps passé par photographie assez élevé.

Devant de tels problèmes nous avons eu recours à la technique de la prise de vue en pose B qui supprime en partie les problèmes de contacts (cf Batu Putih) et garantit quelques bons clichés, malheureusement rayés au milieu bien sûr par le laboratoire Kodak de Sevran.

La dimension des salles et galeries est aussi un paramètre qui détermine le

choix de la technique à utiliser. Entre autres, la photographie au "bouchon" est efficace mais longue à mettre en oeuvre.

C'est une technique sûre à condition de posséder un pied photographique et un bouchon d'objectif. Elle consiste à bloquer l'obturateur de l'appareil en position ouverte. C'est donc le bouchon placé sur l'objectif qui en fait office. En progressant dans la galerie, le sujet déclenche son flash (tous les 30m avec des ampoules M3 et 200 iso). Entre chaque tronçon de galerie photographié, replacer le bouchon sur l'objectif pour éviter l'impression du déplacement du sujet. Le photographe doit bien sûr opérer dans l'obscurité pendant les expositions et pour remettre le bouchon (cf galerie du Becak).

Conseils pratiques:

- * recouvrir les contacts des cellules et des flashes d'une substance conductrice qui protège de l'oxydation;
- * bobiner les films soi-même (Ektachrome uniquement) pour choisir le nombre de vues (maximum de 20-24 poses). Attention aux rayures lors du chargement des cartouches;
- * afin de limiter l'ouverture de la boîte plastique jusqu'à la mise en place du film dans le boîtier, avant le départ reporter sur le contenant les caractéristiques du film: nature (Ekta, Kodak ...), couleur ou noir et blanc, sensibilité, nombre de vues;
- * utiliser le film assez rapidement en évitant les films 36 poses (selon l'utilisation);
- * ne pas faire voisiner les films avec des produits chimiques volatils tels que le formol sous peine de les retrouver avec une dominante jaune-vert (L.D).

B - Emulsions utilisées

La forêt tropicale est dense et sombre. La sensibilité de 200 iso est donc toute indiquée pour ce genre d'expédition. Elle donne un peu de marge sur le choix d'un diaphragme pas trop ouvert et permet donc de garantir une bonne profondeur de champ même quand la lumière céleste manque.

Kodachrome 200 ou Ektachrome 200:

ces émulsions offrent un grain très acceptable même en projection sur grand écran. En tout état de cause, quand on effectue 18000km pour faire des photographies, mieux vaut ramener des images avec un peu de grain que des vues à grain fin sous-exposées donc illisibles.

A noter la dominante magenta pour la Kodachrome 200 dans les zones un peu sous-exposées.

Ektachrome 100 iso:

cette émulsion est incomparable, toujours fidèle à la réalité et la plus neutre. Nous l'avons achetée en galette de 30m (712 F TTC) que nous avons bobinée dans le noir absolu. Quelques rayures ont pu être faites lors de cette opération.

Kodachrome 64 iso:

cette émulsion n'est pas recommandée sous terre avec un appareil compact (Baroudeur HDS) équipé d'un flash dont le nombre guide constructeur de 12 pour 100 iso n'est que de 9 pour 64 mais qui offre d'autres possibilités avec les excellentes sensibilités de 200 et 400 (NG 16 et 24). Les émulsions inférieures à 100 iso sont à réserver aux prises de vues macros ou extérieures sous un soleil de "plomb".

Kodacolor gold 100 et 200 iso:

les résultats auraient été excellents sans le problème du collage du film sur lui-même. De bonnes photos sur Ternate et lors de la traversée en bateau Ternate → Payahe.

Noir et blanc Tmax 100 et 400:

utilisé par K.B, le 100 iso n'a pas subi de collage puisque le baroudeur est étanche. Par contre B.M fut confronté à ce problème avec le Tmax 400 dans le Rollei 35 SE. Un film a même cassé.

II - VIDEO

Matériel

- camera CANON VM E2 8mm. Conditionnement: caisse à outils en PVC et rembourée avec de la mousse Karrimat + silicagel;
- cassettes vidéo 8 SONY P5-60MP;
- 4 batteries CANON BP E22;
- 1 chargeur secteur CANON CB E2;
- 1 coupleur CANON BC E3;
- accessoires: filtres UV et polarisant, soufflette et papier optique;
- petit matériel électrique nécessaire pour le branchement au réseau local le cas échéant.

Nous avons eu quelques problèmes d'humidité malgré les précautions prises. Il faut impérativement éviter les projections d'eau sur le bloc commande de la caméra d'où la nécessité d'un "parapluie" pour la prise de vue sous la pluie ou les gouttières en cavité.

Pour une autonomie suffisante il est nécessaire d'avoir plusieurs batteries bien protégées: étanchéité avec un sac plastique et silicagel. En cas de nécessité leur recharge est possible à Payahe et Weda mais pas à Sagea. Prévu pour une heure de fonctionnement, elles ne tournent qu'à 3/4 d'heure au maximum.

Enregistrement

- 1 magnétophone stéréo WM F65 SONY (très léger et pratique);
- cassettes Normal D60 TDK.

Il serait souhaitable de changer le microphone d'origine par un microphone directionnel léger. Par ailleurs les enregistrements obtenus possèdent une dominante dans les aigus qu'il n'est pas possible de filtrer à l'enregistrement qui est automatique.

7 - BUDGET ET RENSEIGNEMENTS PRATIQUES

D. DALGER

7-1: Budget:

Dépenses	Financement
*Transports internationaux: 39000	Apport personnel
*Transports intérieurs: 16200	
*Hébergement-intendance: 7200	
*Guidage et frais collectifs: 6000	
Total: 68400	68400

Ce budget est établi sur la base de un mois pour six personnes

7.2 - Renseignements pratiques:

TAUX DE CHANGE: 1 FF = 220 Rp (aéroport international de Jakarta)
1 FF = 260 Rp (Bank Duta à Ujung Pandang)

TRANSPORTS INTERNATIONAUX

- Train Toulouse ↔ Bruxelles 550 F

Toulouse ↔ Paris 298 F (tarif Joker)
Paris ↔ Quevy 178 F (25% congés payés)
Quevy ↔ Bruxelles 74 F
- Train navette gare de Bruxelles Nord ↔ aéroport de Bruxelles 140 FB (22 FF)
- Avion (Cie Garuda) Bruxelles ↔ Jakarta 5770 F (Nouvelles Frontières) dont 140 F d'assurance annulation, non obligatoire
- Taxes d'aéroport

Bruxelles 50 FF
Jakarta 9000 Rp

TRANSPORTS INTERIEURS

- Avion (Cie Garuda) Jakarta → Ujung Pandang 160500 Rp
- Avion (Cie Merpati) Ujung Pandang → Jakarta 123500 Rp (surcharge 1800 Rp/kg)
- Avion (Cie Bouraq) Ujung Pandang ↔ Ternate 255400 Rp
- Bateau Ternate (Bastion) ↔ Payahe 5000 Rp
- Taxi aéroport d'Ujung Pandang → Bantimurung

1000 Rp (2 personnes)
10000 Rp (6 personnes)
- Taxi Bantimurung → aéroport d'Ujung Pandang 10000 Rp (9 personnes)
- Taxi hôtel → aéroport de Ternate 6000 Rp (6 personnes)

GUIDAGE

- Taxi charter Bantimurung ↔ Ujung Pandang (7 personnes)
 - Taxi charter à Ternate (6 personnes)
- | |
|---------------|
| 20000 Rp/jour |
|---------------|
- Porteur Payahe → Weda 10000 Rp (portage) + 1000-1500 Rp (nourriture et cigarettes)
 - Moto Payahe → Weda 10000 Rp
 - Pirogue charter Weda ↔ Sagea 30000 Rp (3 personnes)

WEDUNG (suite)

- Pirogue charter Weda → Sagea 50000 Rp (6 personnes)
- Pirogue charter Sagea → Weda 40000 Rp (6 personnes)
- Location de la pirogue Sagea ↔ Batu Lubang 5000 Rp/jour
- Salaires des guides 8600 Rp/personne/jour
- Nourriture des guides 1600-1700 Rp/personne/jour

HEBERGEMENT

- Wisma à Bantimurung 6000 Rp la chambre pour 2 personnes
- Hôtel Chrysan à Ternate 15000 Rp la chambre pour 3 personnes + 10% de service, petit déjeuner compris

NOURRITURE

- En ville

[le petit déjeuner 200-300 Rp] 2200-3300 Rp/personne/jour
	le repas 1000-1500 Rp	
- En jungle 1600-1700 Rp/personne/jour

DIVERS

- Visite du parc de Bantimurung 750 Rp
- Carburant à Ternate (7kg) 10000 Rp
- Cassette (Ujung Pandang, Ternate) 2000-2750 Rp
- Timbre pour la France 550 Rp

CONCLUSION: Pour de futurs candidats à une expédition spéléologique d'un mois en Indonésie (Sulawesi et Halmahera) au départ de Toulouse, prévoir un budget minimum de:

Transports Toulouse ↔ Jakarta	6300 F (hors assurance annulation)
Séjour sur place	3600 F (hors souvenirs personnels)

Total	9900 F

A cette somme peuvent s'ajouter des frais tels que sac à dos, kit, chaussures, matériel et pellicules photographiques, passeport, vaccinations...

N.B: Il peut être plus intéressant de partir avec des chèques de voyage en $\$$. En effet cette année, à la Bank Bumi Daya de l'aéroport international de Jakarta:

1 FF = 220 RP] 1 U\$ = 7,60 FF (6 FF en France)
1 U\$ = 1673 Rp	

8 - LE VOLCAN DE PULAU MAKIAN

F.BROUQUISSE

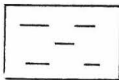
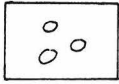
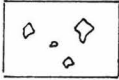
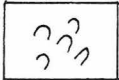
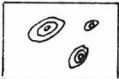
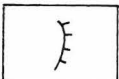
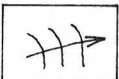
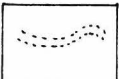
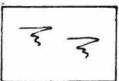
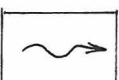
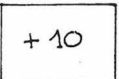
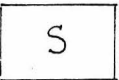
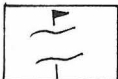
(En cours)

Présentation succincte du volcanisme historique
de Makian à partir de documents indonésiens en cours
de traduction, et éruption de juillet-août 88


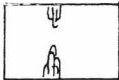

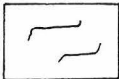
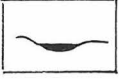
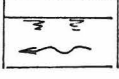
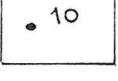
Annexe 1 - TOPOGRAPHIE ET DOCUMENTATION

F. BROUQUISSE

* Légendes des figurés utilisés pour les plans:

	Limon, argile		Galets
	Blocs, éboulis		Gours
	Concrétionnements		Ressauts
	Fleche vers le bas de la pente		Chenal de circulation temporaire
	Eau dormante		Circulation pérenne
	Cote relative à l'entrée: zéro=niveau rivière		
	Siphon		La flèche indique le sens d'observation des sections

* Légende des figurés utilisés pour la coupe développée:

	Arrivée d'eau		Concrétionnement
	Blocs, éboulis		Vire, ressaut
	Eau dormante		Eau courante
	Cote relative à l'entrée: zéro=niveau rivière		

* Matériel emporté sur place:

- > 2 ensembles complets de lever topo:
- 2 compas Suunto
- 2 clinomètres Suunto
- 2 topofils
- 2 topoplasts

6 km de fil
2 marqueurs noirs
50 carrés plastiques de repérage stations (10*10cm)

-> 1 ensemble de report

* Documentation:

Outre la documentation générale nécessaire à un tel voyage, nous avons les documents cartographiques suivants pour Halmahera:

-> cartes topographiques:

1/500000 TPC M12BG
L12CG

1/100000 K0BE -Lembar 100/XVII
G0TOWASI -Lembar 101/XVII

-> carte géologique:

1/250000 Ternate (Maluku Utara)
T.Apandi et D.Sudana - 1980

NB: Une couverture aérienne existe, mais nous ne sommes pas encore parvenus à l'obtenir

Plus généralement on se reportera, en particulier pour la bibliographie à nos publications précédentes:

- Expédition Thai-Maros 85 - Rapport spéléologique et scientifique - Mai 1986 - 215 p. - APS - Toulouse

- Expédition Thai-Maros 86 - Rapport spéléologique et scientifique - Mai 19 87 - 177 p. - APS - Toulouse

- Expéditions Thai 87 Thai 88 -Rapport spéléologique et scientifique - Avril 1988 - 128 p. - APS - Toulouse

- Expéditions de l'APS en Asie du Sud-est - Travaux scientifiques 1 - Mai 1988 - 52 P. - APS - Toulouse

Annexe 2 - JAUGEAGE

F.BROUQUISSE

Tout spéléo rencontrant, lors d'une exploration, une rivière (en fait généralement un ruisseau), est rapidement amené à en donner le débit: "Un pissadou...quelques litres par seconde"; "Non, il y avait du bouillon, au moins 5 m³/s...et en crue j'te dis pas!" (effectivement il vaut mieux pas le dire...). Quand s'y rajoute la prétention d'étudier le site ou le système, le débit devient un paramètre dont la connaissance, ne serait-ce que ponctuelle, s'avère précieuse: encore faut-il ne pas se tromper d'un facteur 10 sur l'ordre de grandeur. Il n'est que de lire certaines publications ou articles pour rencontrer des valeurs parfaitement farfelues données "a visto de nas", surtout lorsqu'il s'agit de rivières "à gros débit" pour lesquelles il faut montrer que l'on a été très fort de s'y attaquer...

Mais arrêtons ici le pamphlet. Il n'est donc peut-être pas inutile de rappeler ici quelques éléments concernant les évaluations de débit, même si cette annexe n'a pour justification initiale que de présenter les résultats du "seul" jaugeage que nous ayons fait...

1/ La position du problème:

* L'évaluation du débit peut se faire de plusieurs façons, mais nécessite toujours à un moment où à un autre des mesures: cela est une évidence, mais qui dit: "mesure", doit penser aussitôt "précision sur la mesure" et donc incertitude sur la valeur du débit. L'important (du moins en première approche) n'est pas tant d'obtenir une valeur précise, que de cerner la marge d'erreur et l'ordre de grandeur; ex: dans une estimation "au flotteur", ne dites pas: "ça fait 460 l/s", mais "il coule entre 300 et 600 l/s".

* Pourquoi mesurer le débit?

- soit pour obtenir une valeur ponctuelle isolée: c'est bien mais limité.
- soit pour établir une loi hauteur-débit et à partir de lectures à une échelle limnimétrique ou d'enregistrements limnigraphiques, restituer l'évolution dans le temps des apports d'un cours d'eau, calculer les volumes écoulés, faire des bilans, etc..., éléments indispensables à toute étude hydrologique ou hydrogéologique, qu'elle soit fondamentale ou à vocation

appliquée pour l'aménagement.

* Les principes:

- on n'enregistre pas des débits, on n'enregistre que des hauteurs d'eau.
- on mesure des vitesses, des tirants d'eau, des sections d'écoulement.
- on calcule des débits.

* Les moyens:

Nous n'aborderons ici que la phase de mesure ponctuelle d'un débit.

- utilisation des formules d'hydraulique.
- jaugeages:
 - / au seau.
 - / au flotteur.
 - / chimique.
 - / au moulinet.

2/ Les modes opératoires:

De façon générale, on aura toujours intérêt à se placer dans un bief le plus homogène possible: écoulement régulier, géométrie constante, etc... En réalité, on sera plus ou moins loin de ces conditions théoriques, d'où incertitudes plus grandes sur les valeurs. Dans tous les cas, on notera tout ce qui peut servir à caler ou interpréter l'observation et la mesure: environnement, topographie de la section, nature du lit et des berges, etc...

* Formule du seuil déversant:

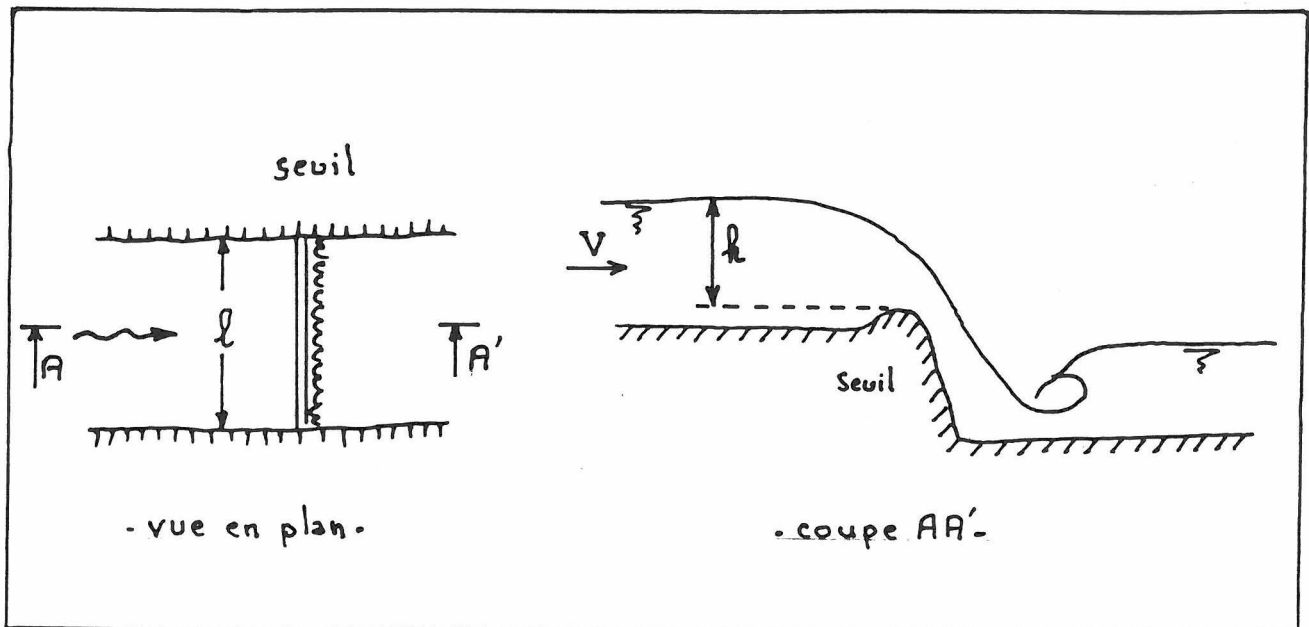
On n'utilisera qu'une formule: $Q = mlH\sqrt{2gH}$
Q: débit en m³/s
m: coefficient de débit du seuil
l: largeur du seuil
H: charge sur le seuil, en m
g; accélération de la pesanteur, en m²/s

En pratique: on prendra: m=0,4 g=10 H=h: hauteur d'eau sur le seuil, mesurée en amont de la lame déversante avant abaissement du niveau d'eau; soit:

$$Q = 1,8 lh\sqrt{h}$$

Cette formule n'est utilisable que pour un seuil déversant lisse, horizontal, rectiligne, perpendiculaire à l'axe d'écoulement: on tâchera de se rapprocher le plus possible de ces conditions.

NB: Si la vitesse de l'eau à l'approche du seuil est importante, on s'éloigne du domaine de validité des approximations faites: vérifier que cette vitesse V en amont du seuil soit telle que $V \ll 4,5\sqrt{h}$, sinon remplacer H par $h + V^2/2g$.



Précision des résultats: entre 5 et 20 % sur le débit. Cette approche peut être utilisée si l'on a la chance de rencontrer un seuil naturel (stalagmitique par exemple), ou si l'on peut en construire un.

* jaugeage au seau:

Pour de petits débits, pincer et localiser l'écoulement et minuter le temps nécessaire à remplir un récipient de volume connu: d'où le débit. Faire plusieurs mesures et prendre la moyenne (valable d'ailleurs pour toute méthode si l'on veut gagner un peu en précision).

* jaugeage au flotteur:

Dans la plupart des cas ce sera le seul procédé qu'aura le spéléo à sa disposition, mais il n'est pas inutile de dire qu'une estimation au flotteur bien faite, surtout si elle résulte de la moyenne de plusieurs essais sur un même bief, et si possible répétée sur un bief voisin (sans affluent ni perte entre les deux biefs dans ce cas!), est une donnée extrêmement utile, à condition d'être faite avec un peu de soin.

-> Choisir un bief homogène et mesurer le temps

mis par un objet flottant (l'idéal est qu'il soit aux 2/3 immergé); bouts de bois, bouteille PVC remplie aux 2/3, flacon, herbes, etc., pour le parcourir: d'où la vitesse de l'écoulement en surface. La vitesse moyenne de l'écoulement dans sa masse étant toujours plus faible, il faudra corriger cette vitesse de surface en la multipliant par un coefficient: c'est là qu'interviennent l'expérience et l'habitude, car ce coefficient dépend beaucoup de la régularité de l'écoulement, de celle du profil en travers du bief, etc... On pourra retenir une valeur de 0,8, sachant que pour un canal on est plutôt à 0,9 et que pour un bief avec des berges encombrées ou un fond avec de grosses irrégularités (blocs) on peut tomber à 0,7.

En résumé: $V = 0,8V_s$

V: vitesse moyenne de l'écoulement en m/s

V_s : vitesse du flotteur en surface en m/s

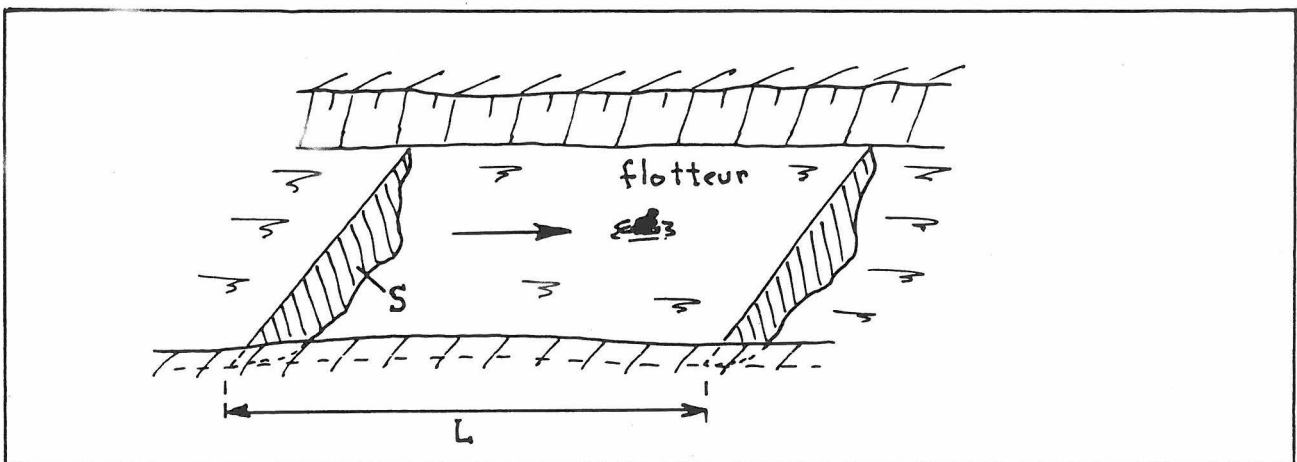
-> Il faut ensuite déterminer la section mouillée, ou section d'écoulement moyenne du bief. Si l'on a un bief de section à peu près rectangulaire, la surface est:

$$S = Bh \quad , \text{avec } B: \text{largeur du bief en m} \\ h: \text{tirant d'eau en m}$$

Dans les autres cas l'évaluer au mieux.

-> Le débit est alors donné par:

$$Q = VS = 0,8V_s S$$



-> Précision: avec un peu d'entraînement et des conditions favorables; moins de 50% d'erreur.

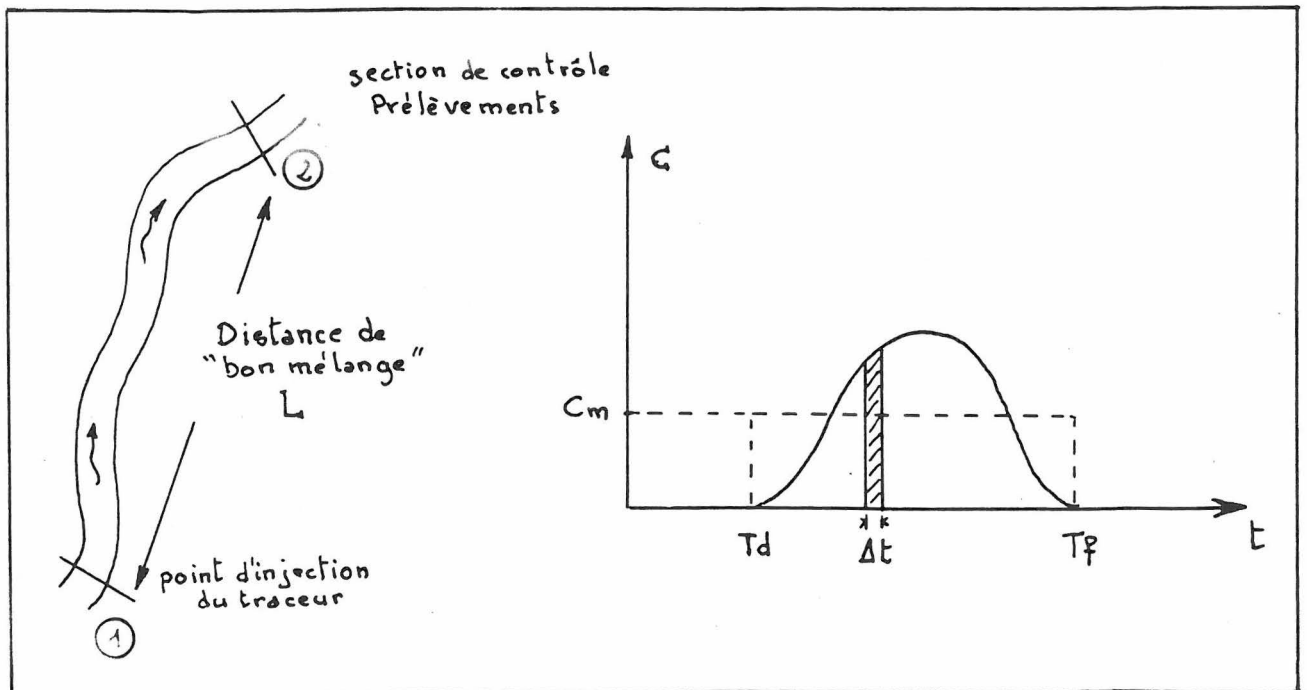
* jaugeage chimique:

C'est une méthode qui demande moins de matériel sur le terrain que pour un jaugeage au moulinet, mais nécessite un traceur, un peu de verrerie et un colorimètre, instruments qu'on trouve plus facilement et à moins cher qu'un moulinet; voir le labo de fac le plus voisin (hydrobiologie, chimie, géologie, etc...). Elle s'utilise de préférence et parfois exclusivement aux autres procédés lorsqu'il est impossible de trouver un bief à peu près régulier, donc notamment pour les torrents.

Par contre, son principe consistant à injecter en un point un certain volume de traceur, et à opérer en aval (à une distance suffisante pour que celui-ci soit bien mélangé) des prélèvements, ce procédé n'est valable que s'il n'existe pas de perte ou d'affluents entre le point d'injection et celui de contrôle.

Deux méthodes sont appliquées; l'une à injection à débit constant, l'autre à injection ponctuelle: c'est cette seconde qui dans la pratique est la plus utilisée.

Principe: on injecte instantanément en un point un volume donné d'un traceur à une concentration connue. On effectue en aval des prélèvements à intervalles de temps réguliers de façon à établir la courbe de concentration du passage du traceur. La masse de traceur injecté et récupéré étant la même (en théorie), et la courbe de restitution du traceur permettant d'évaluer la concentration moyenne au droit de la section de contrôle, on peut en déduire le débit (formule 1)



En (1) ; $m_1 = C_1 V_1$ En (2) ; $m_2 = C_2 V_2$

$$m_2 = \sum_{T_d}^{T_f} C_i Q \Delta t = Q \sum_{T_d}^{T_f} C_i \Delta t$$

$$Q = \frac{C_1 V_1}{\sum C_i \Delta t} \quad (1) \text{ ou } \quad Q = \frac{C_1 V_1}{C_m (T_f - T_d)} \quad (2)$$

C_m : concentration moyenne

Le dosage des prélèvements qui doivent se faire pendant tout le temps de passage du nuage de traceur, se fait par colorimétrie à partir d'une gamme étalon du traceur à différentes concentrations.

Sur le terrain et en l'absence de colorimètre, mais à condition toutefois de pouvoir fabriquer des étalons de concentration connue, on peut procéder par comparaison colorimétrique visuelle. Pour ce faire on constitue un échantillon unique en rassemblant tous les prélèvements réalisés: on obtient ainsi un échantillon de concentration moyenne correspondant au volume d'eau écoulé pendant la durée de l'échantillonnage; connaissant bien sûr le volume et la concentration initiale de traceur injecté on aboutit au débit (formule 2).

Les traceurs utilisables sont la tartrazine et la fluorescéine. Précision: très variable: 10 à 50%

* jaugeage au moulinet:

C'est en quelque sorte la voie royale, mais la plus rarement utilisée en spéléo du fait des contraintes qu'elle représente, de la fragilité et du prix du matériel.

-> Le matériel:

L'appareillage de base est constitué d'une perche à éléments démontables, d'un moulinet et d'un compteur. Le moulinet se compose d'un corps profilé sur lequel est fixée une hélice: l'ensemble peut coulisser sur la perche. Dans le corps du moulinet un contacteur magnétique transmet une impulsion à chaque tour d'hélice à un compteur par l'intermédiaire d'un câble.

-> Mode opératoire:

On choisit une section à écoulement aussi régulier que possible (L'installation d'une "station de jaugeage" nécessite d'autres conditions; stabilité du bief, contrôle aval, etc...).

Le jaugeage se fait par verticales en se

déplaçant le long du profil; sur chacune de ces verticales on effectue des mesures à différentes profondeurs. Pour chaque mesure, on choisit un temps de comptage et l'on enregistre le nombre de tours d'hélice au compteur.

-> Dépouillement:

Les vitesses sont calculées à l'aide de la courbe d'étalonnage de l'hélice, fournie par le constructeur.

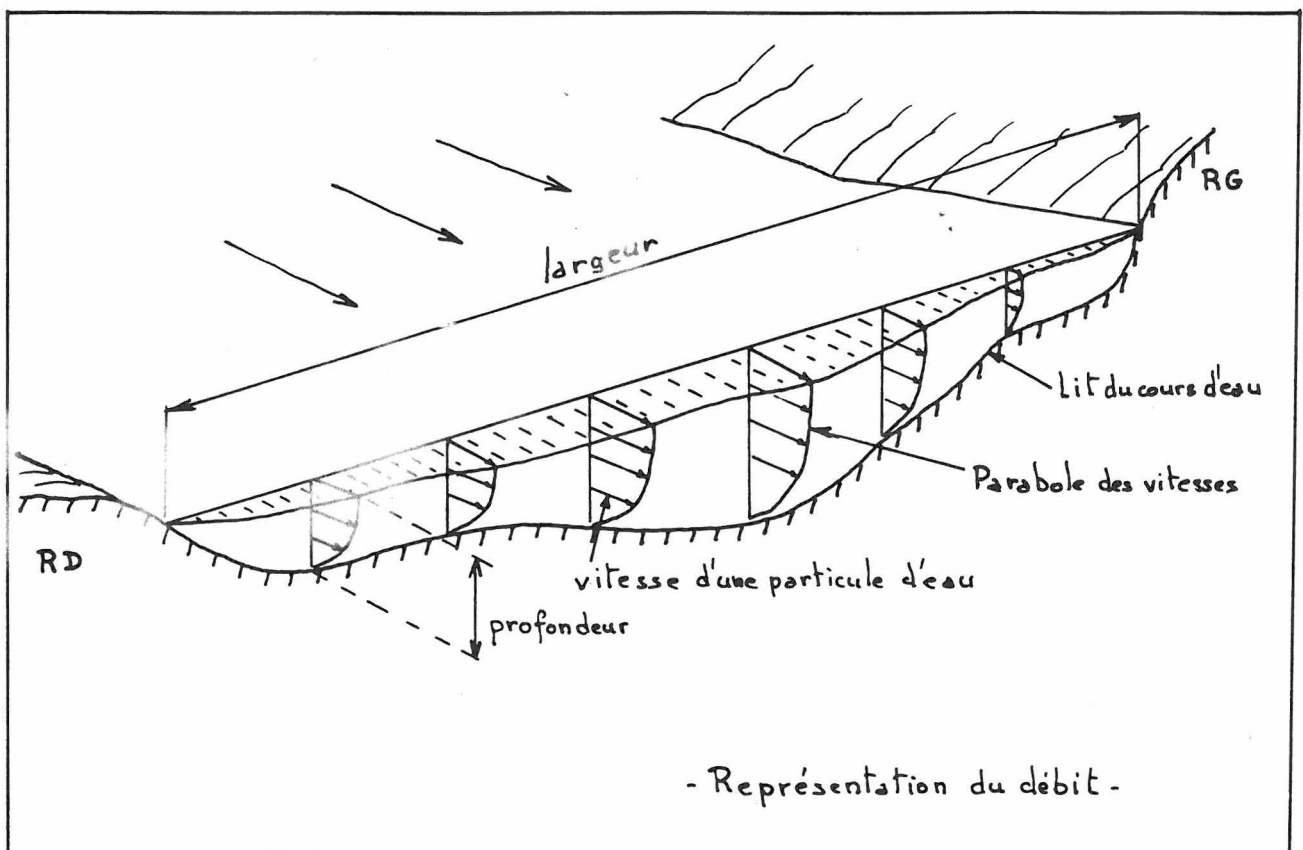
On opère ensuite en deux temps:

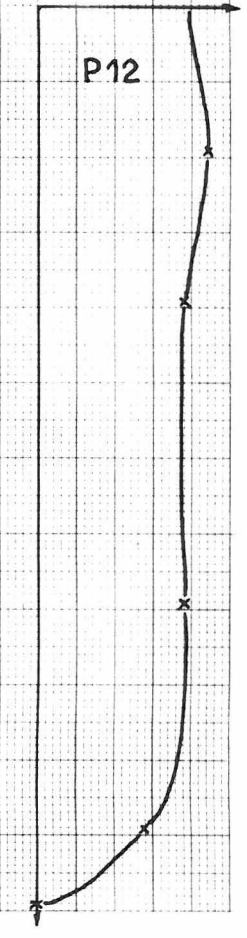
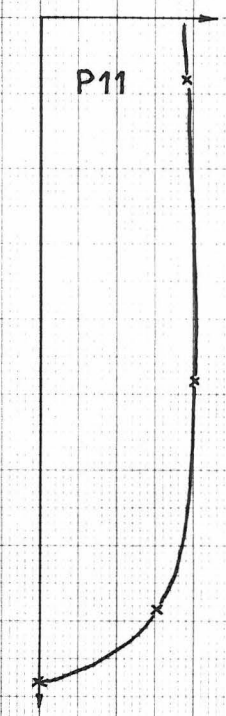
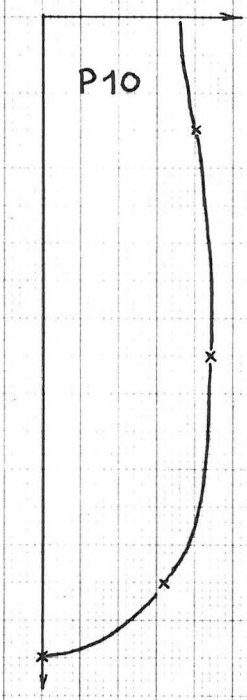
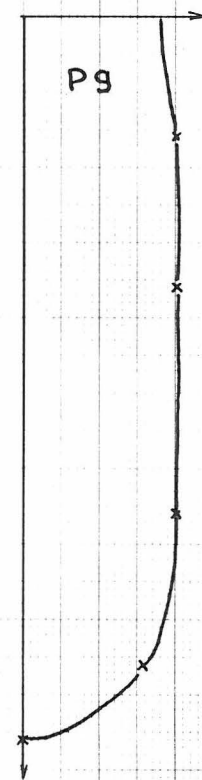
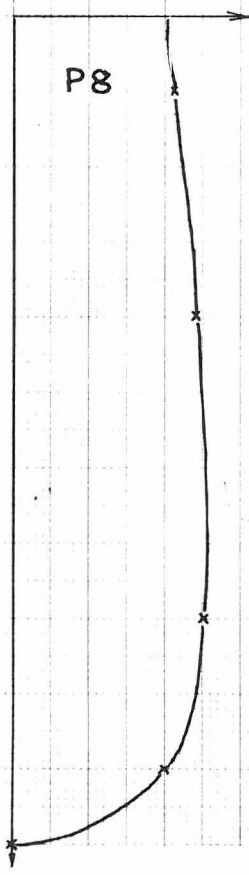
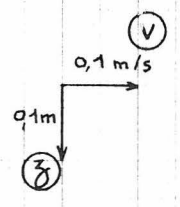
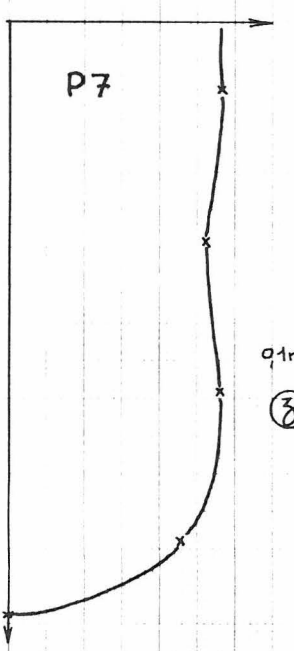
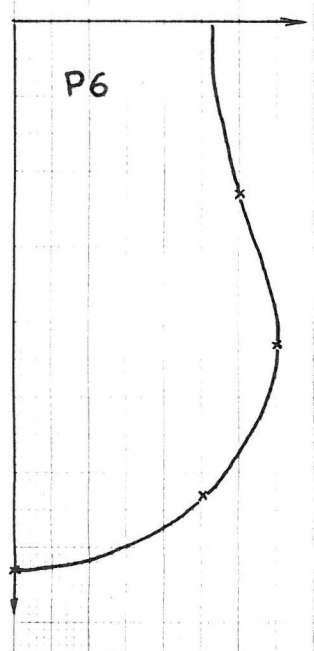
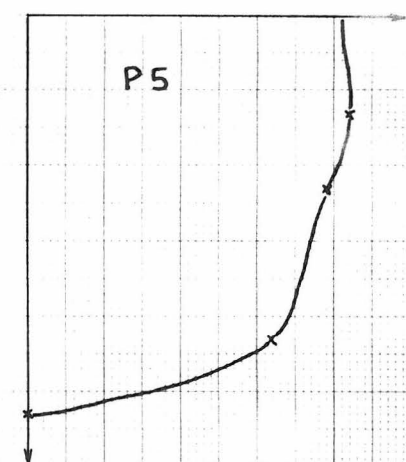
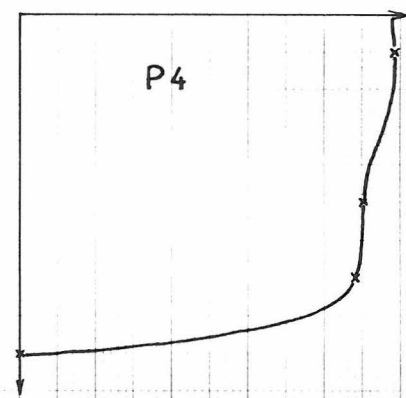
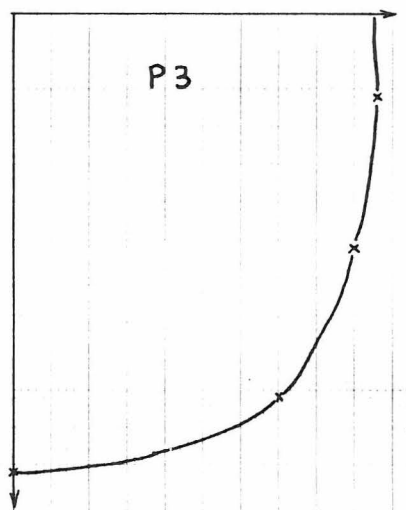
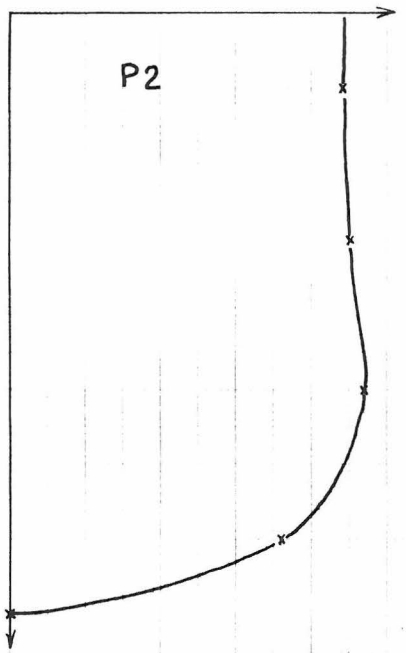
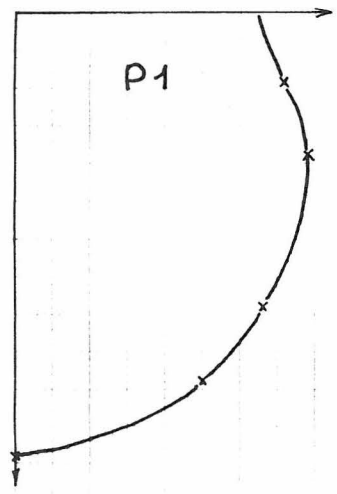
- Tracé des paraboles des vitesses et calcul du débit unitaire (ou surfacique). (Fig A2-1)

- Tracé du profil de débit unitaire et calcul du débit global. (Fig A2-2)

-> Résultats:

Les paramètres habituellement calculés sont donc: Le débit Q , la section mouillée S , la vitesse moyenne $V_m = Q / S$, la vitesse moyenne de surface V_s et le rapport $K = V_m / V_s$ qui peut servir à caler un jaugeage au flotteur, en particulier en crue quand l'utilisation d'un moulinet devient impossible.

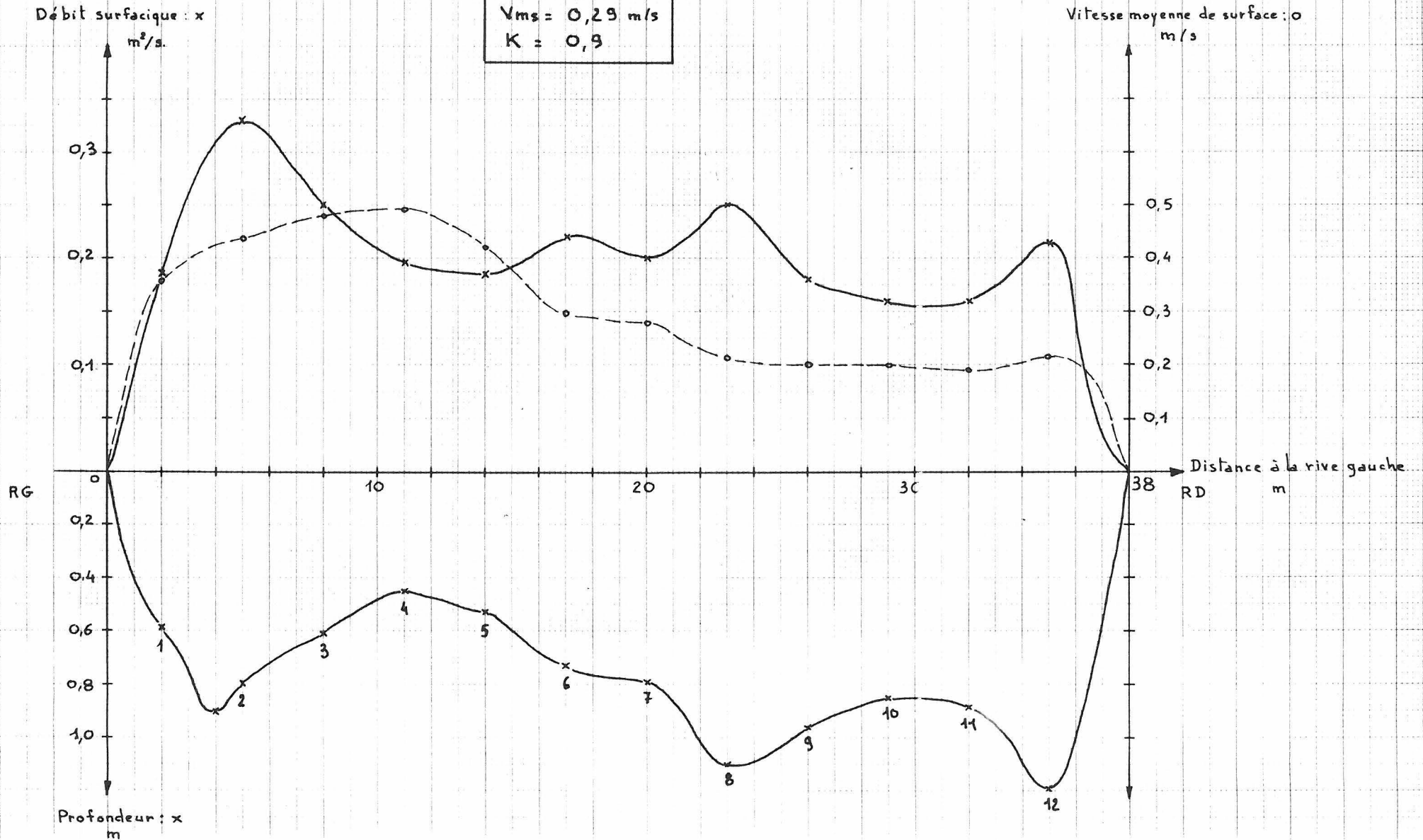




- Paraboles des vitesses -

Jaugeage : Rivière de Sagea = entrée du canyon
27.07.88

$Q = 7,3 \text{ m}^3/\text{s}$
 $S = 28 \text{ m}^2$
 $V_m = 0,26 \text{ m/s}$
 $V_{ms} = 0,29 \text{ m/s}$
 $K = 0,9$



3/ Conclusion:

* Disposer d'un moulinet, c'est très bien, mais c'est rare (et cher).

* Opérer par jaugeage chimique, c'est déjà plus accessible, mais d'utilisation parfois délicate.

* Le flotteur: c'est ce que l'on pourra souvent utiliser; si l'on s'est bâti un référentiel, avec un peu d'habitude on peut tomber à moins de 50% d'erreur.

* Et pour ceux qui, incorrigibles, ne se fieraient qu'à leur "pif", apprendre à l'étalonner:

-> Evaluer spontanément "au pif".

-> Evaluer en appréciant à l'oeil la vitesse et la section d'écoulement.

-> Evaluer en mesurant au flotteur la vitesse et en mesurant la section d'écoulement.

-> Si l'on peut, faire le jaugeage en chimique ou au moulinet.

-> Enfin comparer de proche en proche ses estimations. A condition d'en faire souvent vous arriverez en quelques années à caler vos appréciations, en fonction de la nature du lit, des sédiments, du profil en long etc...

* Enfin, ne pas oublier qu'on peut parfois trouver un seuil naturel, ou en construire un avec quelques blocs, de l'argile lissée, ou des planches, quand les vitesses d'écoulement ne sont pas trop fortes et créer ainsi une chute sur laquelle on appliquera une formule d'hydraulique.

Annexe 3 - LISTE DU MATERIEL

F.BROUQUISSE
L.DEHARVENG
A.BEDOS

Sur Halmahera, nous avons utilisé le matériel suivant:

1/ Matériel individuel:(cf.Biblio)

A la discrétion de chacun, mais en général prévu à 100 gr près étant donné la nécessité du portage! Deux d'entre nous avaient un matériel spéléo complet, les quatre autres seulement pour cavités horizontales.

2/ Matériel spéléo collectif;

- 100 m corde 9 mm
- 40 m corde dynamique 7 mm
- 1 musette + trentaine de spits
- 10 amarrages (plaquettes, anneaux)
- 40 m de sangle
- 3 canots PVC

3/ Matériel de camp collectif:(cf.Biblio)

L'essentiel est acheté ou fabriqué sur place (machètes, gamelles, toiles plastiques, etc...), mais réduit au minimum: cuisson au feu de bois, abris: bois, feuillages, lianes,...

4/ Matériel topographique et documentation:

cf. Annexe 1.

5/ Matériel photographique et reportage:

cf. Chap.6.

6/ Matériel médical:

cf. Chap.5.

7/ Matériel scientifique:

* Biologie:

Thermomètre Quick
1 sonde 30 cm, 1 sonde 15 cm
1 pile recharge 9v
épuisette
1 gastec

2 boites tubes CO2
3 tubes PVC avec bouchons et pinces
120 petits flacons 30 cc
20 flacons 125 cc
10 flacons 250 cc
formol
alcool
1 crayon, 1 gomme
1 ciseau
1 pince fine
1 feutre indélébile
20 petits entonnoirs
20 tamis
scotch gros et petit
1 loupe
3 aspirateurs insectes
2 filtres café
1 bidon 5 litres
1 bidon 10 litres
coton
sacs plastiques

* Physico-chimie:

1 trousse Merck d'analyse TAC-TH
20 flacons PVC 125 cc
1 pHmètre Bioblok + tampons + eau distillée
1 thermomètre à mercure au 1/5° (-10,+60)
1 pompe Draeger
4 boites tubes réactifs
9 tubes PVC rigides 15,30,60 cm + bouchons et pinces

* Hydrologie:

1 micromoulinet
1 perche
1 compteur totalisateur

* Divers:

1 loupe
flacon HCl 10 et 20%
etc...

L'ensemble du matériel emporté de France avoisinait 30 à 40 kg par personne. A ceci il faut ajouter l'alimentation, la plus grande partie du matériel de campement, le carbure et des divers (quincaillerie, alcool,etc...), achetés sur place.

F.BROUQUISSE

Sont ici rassemblés quelques termes indonésiens et techniques utilisés dans ce rapport:

AKE: rivière
BATU: pierre
CABANG: branche , section
DESA: village, commune
KANAN: droit(e)
KAYU: bois
KECAMATAN: arrondissement, district
KEPALA: chef, tête
KIRI: gauche
LEMBAR: feuille
LUBANG; trou
PETA: carte
PULAU: ile
PUTIH: blanc
SAGU: sagou
SELATAN: sud
TENGAH: centre
TENGGARA: sud-est
TIMUR: est
UBI: patate

REMERCIEMENTS

Nous tenons ici à remercier:

Abderaman - Amir - Baharuddin - R. et E. Barkey -
CoGESF/FFS - Mme Deotto(Merck)(Trousses d'analyse) -
Hasan Radjali - Hydrologic SA(Grenoble)(prêt moulinet) -
Hoesni - Ibrahim Yunus - M.Krafft - Maslam Muhamad -
Nasir - Sulemen Djafar - UAP-Toulouse(Assurance
matériel)

ainsi que tous ceux qui, à un titre ou à un autre nous ont
aidé dans ce projet.



- Camp de Batu Lubang -



- Jaugeage d'Ake Sagee -



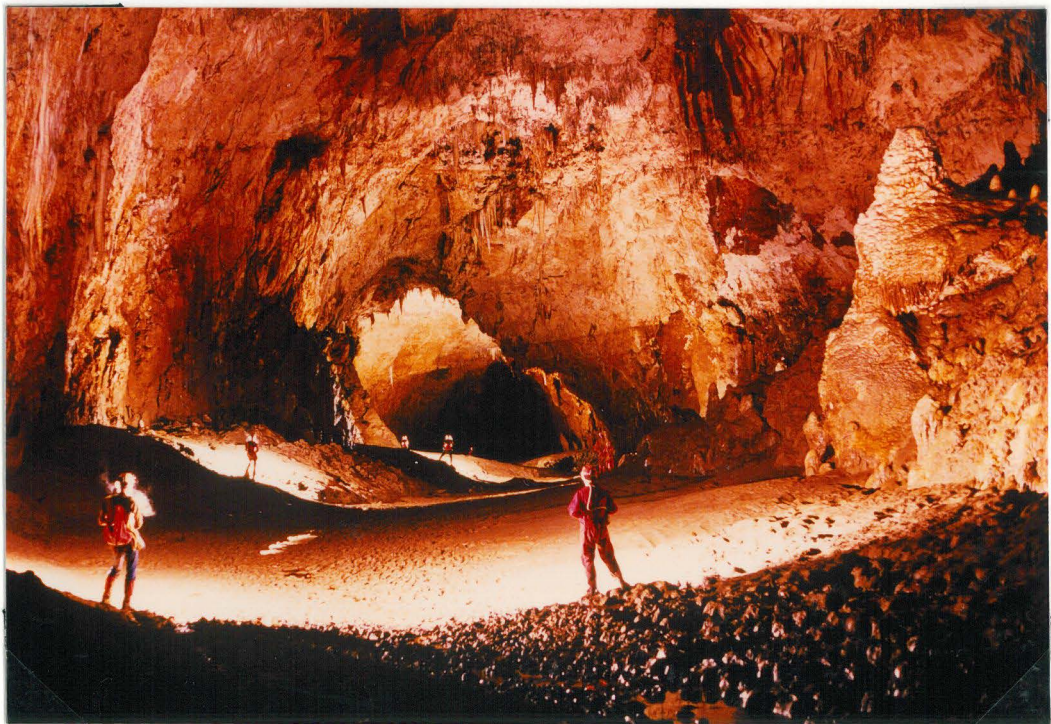
- Camp de Batulubang : Louis et ses berlès -



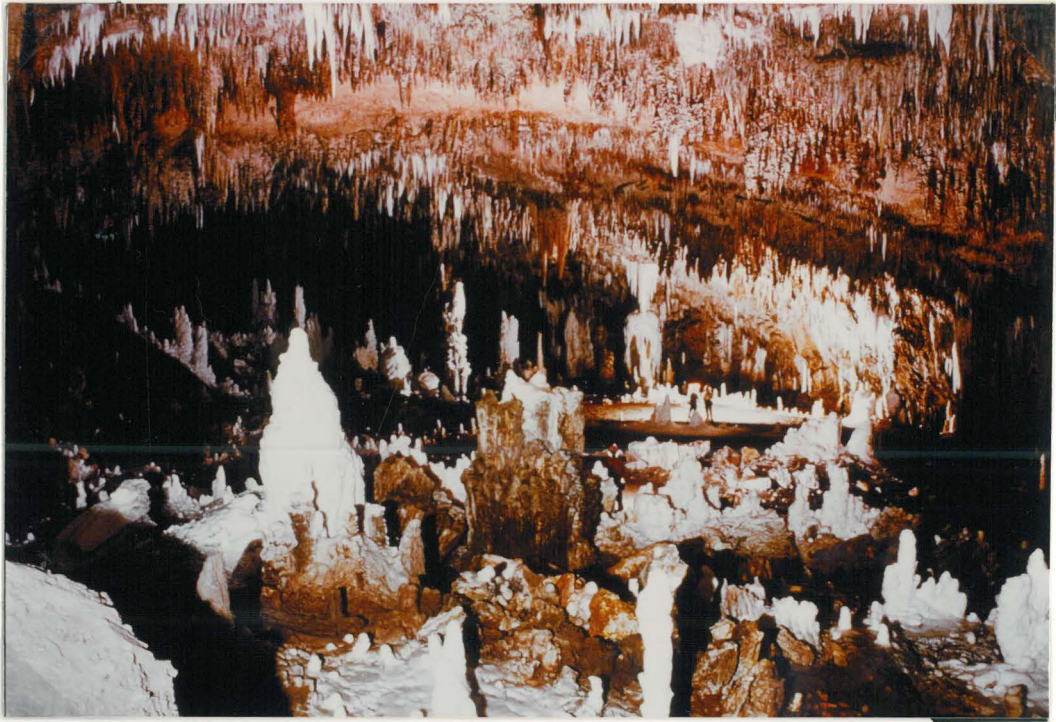
- Analyse des eaux d'Ake Sagea -



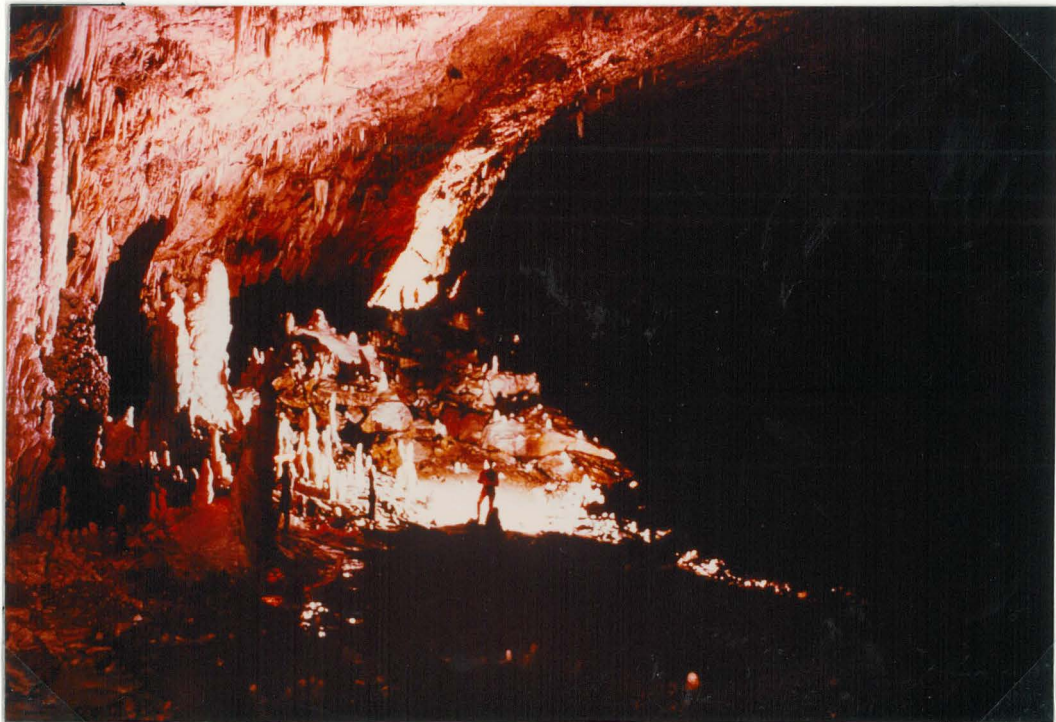
- Entrée de Batu Lubang -



- Galerie du Becak -



- Batu Putih -



- Le P40 des Batu Putih -



- Scolopendre : galerie Krika-Rynye -



- Secteur des Batu Putih : figures de retrait et restes de chauve-souris -



- Cristaux de Calcite -



- Chez Suleman Djafer, chef du village de Sagea -



- Chez Hasan, notre guide-chef, à Weda -



- Eruption du Makian -