

F-BROUQUISSE

14 Cité Foch

65000 - TARBES

62-93-99-69 [D]

62-51-41-12 [T]

Tarbes, le 26-11-89

Reçu le - 1 DEC. 1989

Salut Bernard,

Le Rapport "BATUKARST 88" est enfin sorti, après pas mal de contre temps et de problèmes, notamment au niveau de l'imprimerie et de la quadri; j'ai dû faire complètement refaire la couverture qui avait été tirée de façon lamentable (erreurs et décalages au montage, taches etc...) Le résultat final laisse, du point de vue qualité, à désirer, mais compte tenu du budget serré que nous avons... !

En tout de course, le rapport nous revient en fin 21 et 22000 F; surtout te dire que la direction Co Besj nous a tiré une grosse épine du pied! J'ai par ailleurs, cette année, été seul pour assurer la sortie (en dehors de la rédaction de certains chapitres). Bref, le voilà, je te l'envoie.

Pour l'Indonésie, comme d'habitude, je m'occupe de le ventiler sur organismes ad hoc et personnes concernées, et dans les formes opportunes ou les risques d'interférences diplomatiques et c.à !

Louis Dehorveng (au Dictionnaire Royal) ne devrait en principe pas tarder à t'envoyer le C.R. préliminaire de l'expédition cet été sur Sulawesi.

Pour ma part, n'étant pas parti cet été, je recommence tout pied pour l'été 90, un nouveau projet pour poursuivre le travail sur Haros et aboutir à une première synthèse; je prévois

aussi de repartir sur Halmatene et lui de faire un saut sur  
Fak Fak (Iréou Jaga).

D'ici là j'espère pouvoir sa tir, avant juin 80, la synthèse  
des résultats d'hydrochimie depuis 85, dont je l'aurai parlé  
dans ma lettre du 1-1-89.

Dans un tout en vue ordre d'idée, j'ai eu quelques échecs recueils  
des problèmes qui continuent à se développer dans notre foie:  
pas brillant, mais à force d'éliminer les gens qui veulent tra-  
vailler, sous prétexte qu'ils émettent des critiques, on finit  
par récolter ce que l'on sème' - - - -

A une rencontre ultérieure, à bientôt et  
merci encore pour l'Écôle de la Co Gesf.

Amicalement

V. Baupré



17-1988

# EXPEDITION BATUKARST 88



ASSOCIATION PYRENEENNE DE SPELEOLOGIE

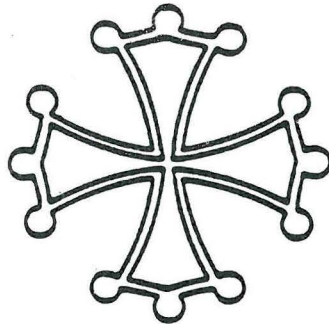
Reçu le - 1 DEC. 1989



# BATUKARST 88

## RAPPORT SPELEOLOGIQUE ET SCIENTIFIQUE

Septembre 1989



## ASSOCIATION PYRENEENNE DE SPELEOLOGIE

(Association loi 1901 à but non lucratif)

103 Rue de la Providence - 31500 - TOULOUSE

FRANCE

## Photos de couverture

Première page: Ph.3.10 - Batu Lubang: galerie du Becak (Ph. B.Monville)

Dernière page: Ph.4.7 - Restes de chauve-souris (Ph. D.Dalger)  
Ph.8.7 - L'éruption du G.Makian (Ph. B.Monville)  
Ph.3.11 - L'entrée de Batu Lubang (Ph. B.Monville)

Imprimerie: Achevé d'imprimer en septembre 1989 sous les presses de:  
IM.A.G.E.S. 5 rue de l'Ayguerote 65000 - Tarbes

Dépôt légal: septembre 1989

ISBN 2-906273-04-X

Directeur de Publication: F.BROUQUISSE  
14 Cité Foch - 65000 - Tarbes

Editeur: APS - 103 Rue de la Providence - 31500 - Toulouse - (France)

# SOMMAIRE

|  |                                   |         |
|--|-----------------------------------|---------|
| 1 - Introduction.....                        | François BROUQUISSE               | 5 - 8   |
| 2 - Déroulement.....                         | Karine BROUQUISSE                 | 9 - 17  |
| 3 - Le réseau de Batu Lubang.....            | François BROUQUISSE               | 19 - 36 |
| 4 - La faune souterraine de Batu Lubang..... | Louis DEHARVENG                   | 37 - 46 |
| 5 - Médical.....                             | Anne BEDOS                        | 47 - 49 |
| 6 - Photographie et reportage.....           | Bernard MONVILLE<br>Daniel DALGER | 51 - 58 |
| 7 - Budget et Renseignements pratiques.....  | Daniel DALGER                     | 61 - 64 |
| 8 - L'éruption du Gunung Makian.....         | François BROUQUISSE               | 65 - 73 |

## ANNEXES

|  |  |         |
|--|--|---------|
| A1 - Topographie et Documentation..... | François BROUQUISSE                    | 75 - 76 |
| A2 - Jaugeage.....                     | François BROUQUISSE                    | 77 - 86 |
| A3 - Liste du matériel.....            | Louis DEHARVENG<br>François BROUQUISSE | 87 - 88 |
| A4 - Glossaire.....                    | François BROUQUISSE                    | 89      |
| Remerciements                          |  | 90      |

\*





# 1. INTRODUCTION

François BROUQUISSE

DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'EQUIPEMENT - SERVICE HYDRAULIQUE

3 RUE LORDAT - 65013 TARBES CEDEX

\*

**Summary** - In 1986, a preliminary field trip on Halmahera island (North Maluku), gave three APS members the opportunity to explore and survey passages in Batu Lubang over a distance of nearly 3,5 km. The karstology and biology data that were then, collected pointed out the potential interest of investigating further this system.

A new tour was organized in July 1988. The remoteness and uneasy accessibility of the area as well as the small amount of time we could avail of resulted in eight days of effective work. The present report is an account of our first results:

\* The Batu Lubang system is more than 7,5 km long. Very large passages (20\*20m) were surveyed over a distance of 4100m. These passages are littered with clastic screens, which are sometimes very unstable.

\* A number of biological samples were collected, mainly specimens of terrestrial fauna, outside and inside caves. Thus more than eighty species were captured in Batu Lubang.

\* Furthermore we obtained physico-chemical data, such as soil and cave CO<sub>2</sub> levels, and hydrology data, such as flow measurements at the Ake Sagea resurgence (7,3 m<sup>3</sup>/s).

Finally we were lucky to witness the eruption of the G.Makian volcano which had been dormant since 1890, and to take some amazing photographs of it.

Besides this main objective, APS resumed its caving activities in the Maros karst (South Sulawesi): over ten new caves were explored and surveyed, such as 5 km in Gua Tanette which is probably downstream from the GSK cave. This system would thus appear to reach a length of 17 km. (This will be described in a later article).

\*

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, deux soldats

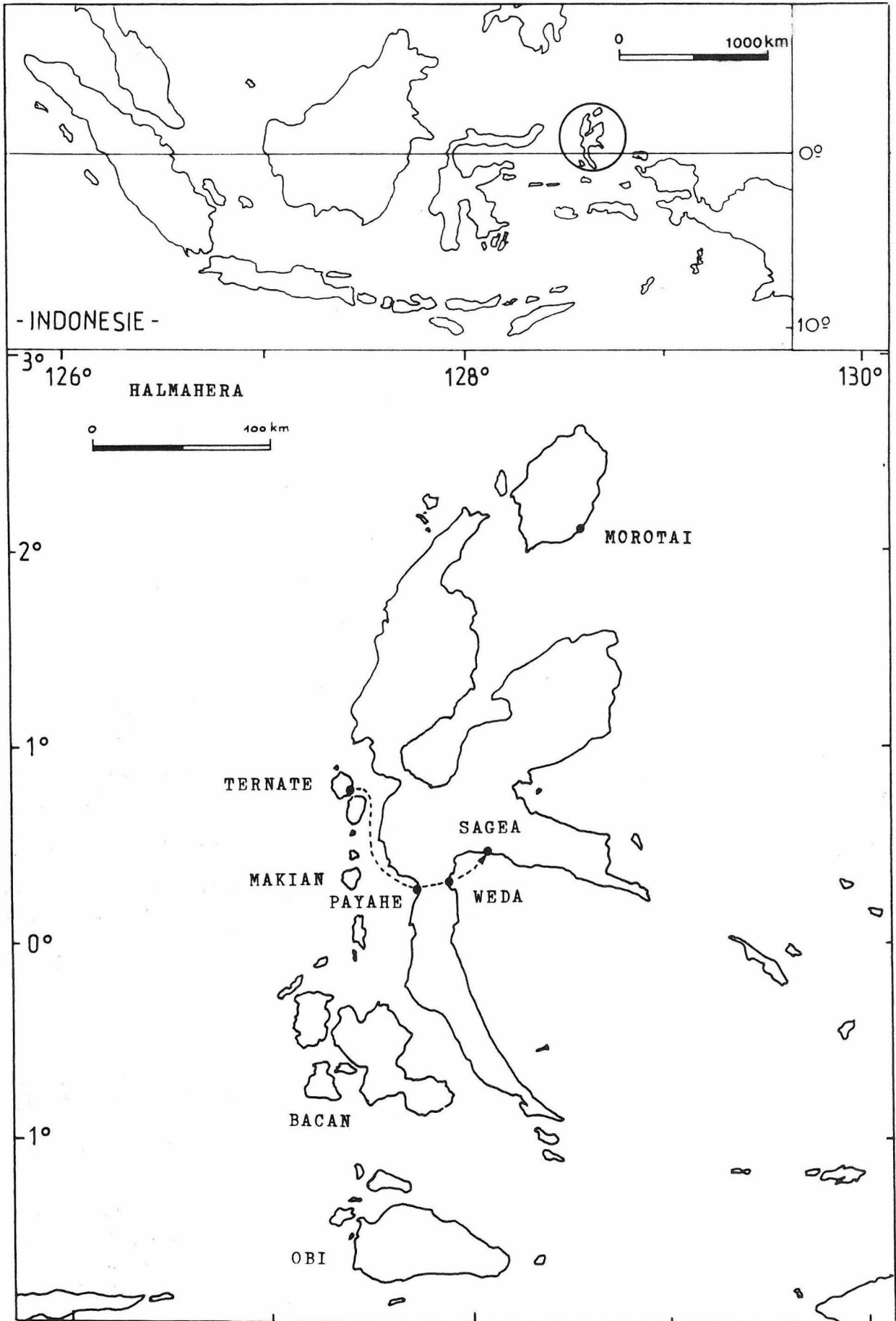


Fig.1-1 - BATUKARST 88 - HALMAHERA ( Moluques du nord) -

japonais étaient rentrés pendant la guerre et n'étaient (bien sûr!) jamais ressortis...

La reconnaissance effectuée en 86 nous avait convaincus 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 de:

Anne BEDOS - 30 ans - Infirmière - Biologiste  
Karine BROUQUISSE - 14 ans - Scolaire - Chronique du voyage et photographie  
François BROUQUISSE - 40 ans - Hydraulicien - Responsable du projet - video  
Daniel DALGER - 33 ans - Chimiste CNRS - Photographie  
Louis DEHARVENG - 39 ans - Chercheur CNRS - Programme Biologie  
Bernard MONVILLE - 34 ans - Employé d'assurances - Photographie

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 Ung 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 "l'expérience". La négociation avec le chef de village de Sagea permettra finalement de limiter l'aller-retour au seul "responsable-interprète" qui en ramènera quelques séquelles plantaires.

Ces quelques jours nous permettaient de porter le réseau à 7.5 km dont 4100m 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 100 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 7.3 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 pour vomir ses cendres....

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 Tanette 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 les relevés de témoins mis en place en 86 dans GSK.

- \* La descente des premières grandes verticales du karst de Maros (P195-P130 D.Rigal, F.Brouquisse).

- \* La poursuite de la collecte de données sur les karsts de Sulawesi.

- \* 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. Nous tenons aussi à remercier particulièrement 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 (3).

(2) Expédition Thaï-Maros 85 - Rapport spéléologique et scientifique - Association Pyrénéenne de Spéléologie - Mai 1986 - Toulouse - 215 p.

(3) Expédition Thaï-Maros 86 - Rapport spéléologique et scientifique - Association Pyrénéenne de Spéléologie - Mai 1987 - 177 p.

\*

## 2 . DEROULEMENT

Karine BROUQUISSE

RESIDENCE BEAU SOLEIL - CHEMIN D'AZEREIX - 65000 TARBES

\*

**Summary** - Six members of APS took part in the Batukarst 88 project. The main objective was to resume the exploration of the Batu Lubang system in Halmahera (North Maluku). After travelling by plane, by boat, on foot and by pirogue, we settled our camp in a forest at the canyon entrance, and stayed there about ten days. We travelled back on the flooding river. We were lucky to witness the first eruption of the Makian volcano since 1890. Besides this trip we stayed a few days in South Sulawesi: we made new observations, especially on flooding and in biology, in the Maros karst, where we have developed caving activities since 1985.

\*

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 indonésiennes). 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.

11 juillet: nous rejoignons à Bantimurung près de Maros BM et DD, et LD et AB arrivés 15 jours avant nous: ils ont découvert un nouveau réseau avec DR, LuD, et PL: 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 août. 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 même vol s'arrêteront 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.

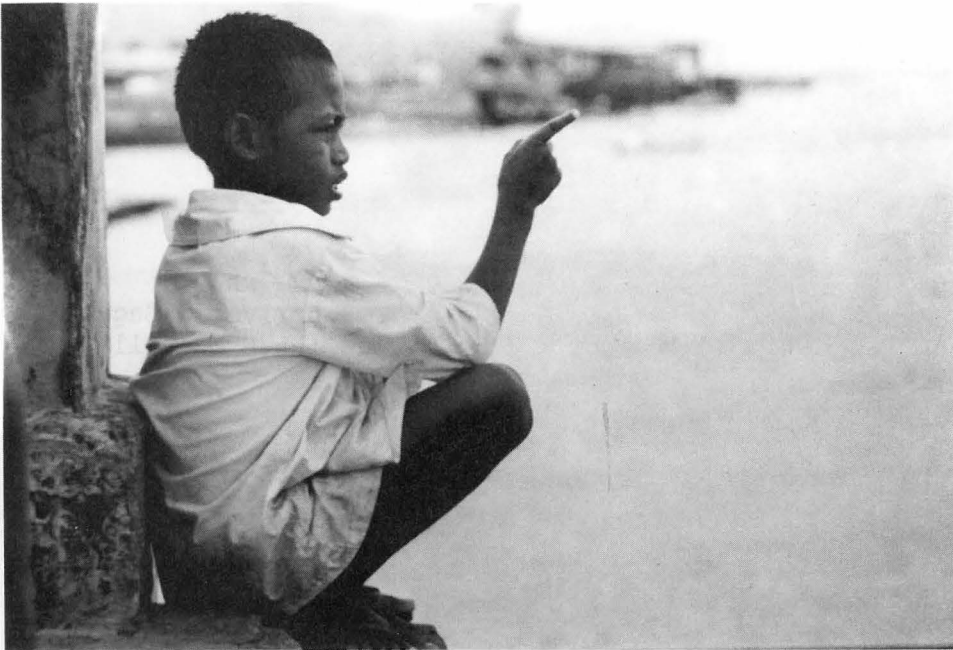
**Samedi 16 juillet:** Nous sommes réveillés par le muezzin de la mosquée voisine qui chante. Nous embarquons au port de Bastiong, faubourg de Ternate, à 5h, sur un petit bateau où nous réussissons mal à caser nos sacs entre la chèvre et les cages à poules. Voyage inoubliable sur une mer d'huile où les 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. AB 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 18 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 enfant d'une dizaine d'années, le fils 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 fermer 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, Husni 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. La rapidité du courant nous oblige à descendre et à pousser l'embarcation; nos pieds dont la corne n'est malheureusement pas aussi dure que celle des indonésiens, s'écorchent sur les galets de la rivière. Nous arrivons enfin 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



Ph.2.1  
Direction...Halmahera  
(Ph.B.Monville)



Ph.2.2  
Payahé  
Un comité d'accueil  
encore jeune...  
(Ph.B.Monville)



Ph.2.3  
Entre Payahé et Weda  
Déboisement  
en forêt primaire  
(Ph.K.Brouquisse)





Ph.2.4  
Arrivée à Sagea  
(Ph.B.Monville)

Ph.2.5  
Remontée d'Ake Sagea  
(Ph.D.Dalger)



Ph.2.6  
Au travail...!  
(Ph.D.Dalger)

voûtes, 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 bêtes": on pose 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 pCO<sub>2</sub>; 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 chants 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 voûtes 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 même 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 18h 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, Husni et Karine attendent à l'entrée en sommeillant, prêts pour répondre à un éventuel signal. A minuit quatre lumières descendent des éboulis. François et Bernard avaient 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 se 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 28:** L'eau a monté de 1m, puis baissé; nous remontons la rivière avec peine car le courant est violent. 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; Husni 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 1 heure 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 18 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:** 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 video.

**Lundi 1er août:** Retour par la Bouraq Indonesia sur Ujung Pandang; atterrissages agités. A Bantimurung, nous rencontrons un groupe de spéléos espagnols dont les intentions ne sont pas très claires...

**Les jours suivants:** Pour les uns, FB et KB, repos forcé chez R.-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 août.

**Vendredi 5 août:** 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 P195, 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.





Ph.2.7  
Palabres  
(Ph.B.Monville)



Ph.2.8  
Veillée franco-  
indonésienne  
(Ph.K.Brouquisse)



Ph.2.9  
Ake Sagea  
(Ph.B.Monville)





Ph.2.10  
Stratégie...  
(Ph.K.Brouquisse)



Ph.2.11  
Retour  
(Ph.B.Monville)



Ph.2.12  
Chez Hasan  
(Ph.B.Monville)

**Samedi 6 août:** 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!

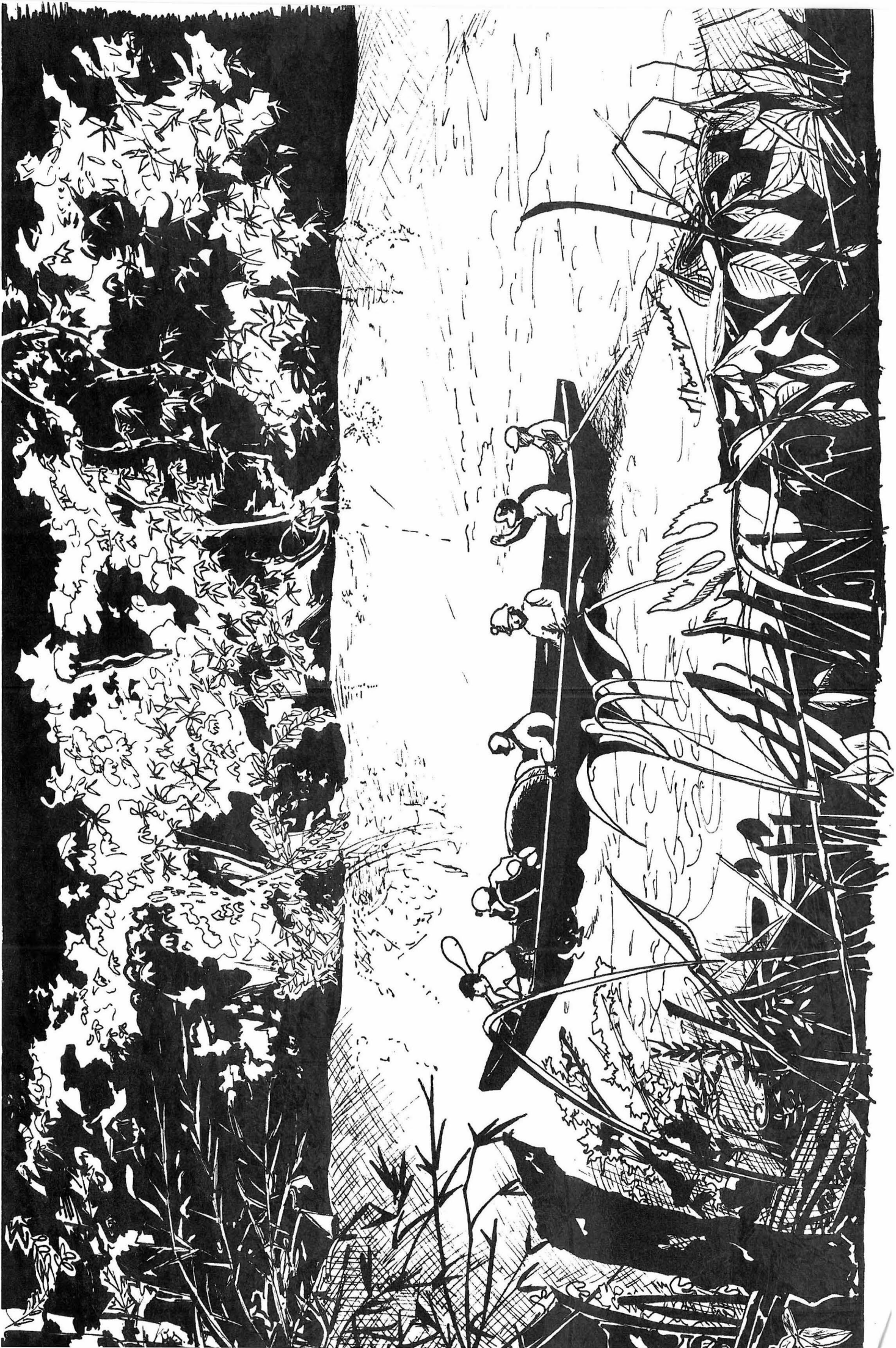
**Dimanche 7 août:** Sortie à GSK avec R. Barkey et ses amis de l'Université Hasanuddin: initiation aux techniques de récolte et méthodes d'hydrochimie.

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

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

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

\*



## 3 . LE RESEAU DE BATU LUBANG

François BROUQUISSE

DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'EQUIPEMENT - SERVICE HYDRAULIQUE  
3 RUE LORDAT - 65013 TARBES CEDEX

\*

**Summary** - The Batu Lubang system was previously described in the "Thai-Maros 86" report. It is a sinkhole-resurgence system located in Halmahera island. A surface stream sinks down at a major fault between ultrabasic rocks and a limestone block. Several kilometers downstream, water flows out of a sump in a majestic canyon. More than seven kilometers were surveyed in this cave. Most passages are bigger than 10\*10m. Some scientific data were collected.

\*

### 3.1. INTRODUCTION

Le réseau de Batu Lubang a fait l'objet d'une présentation assez complète dans notre rapport "Thaï-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 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 de la rivière, 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



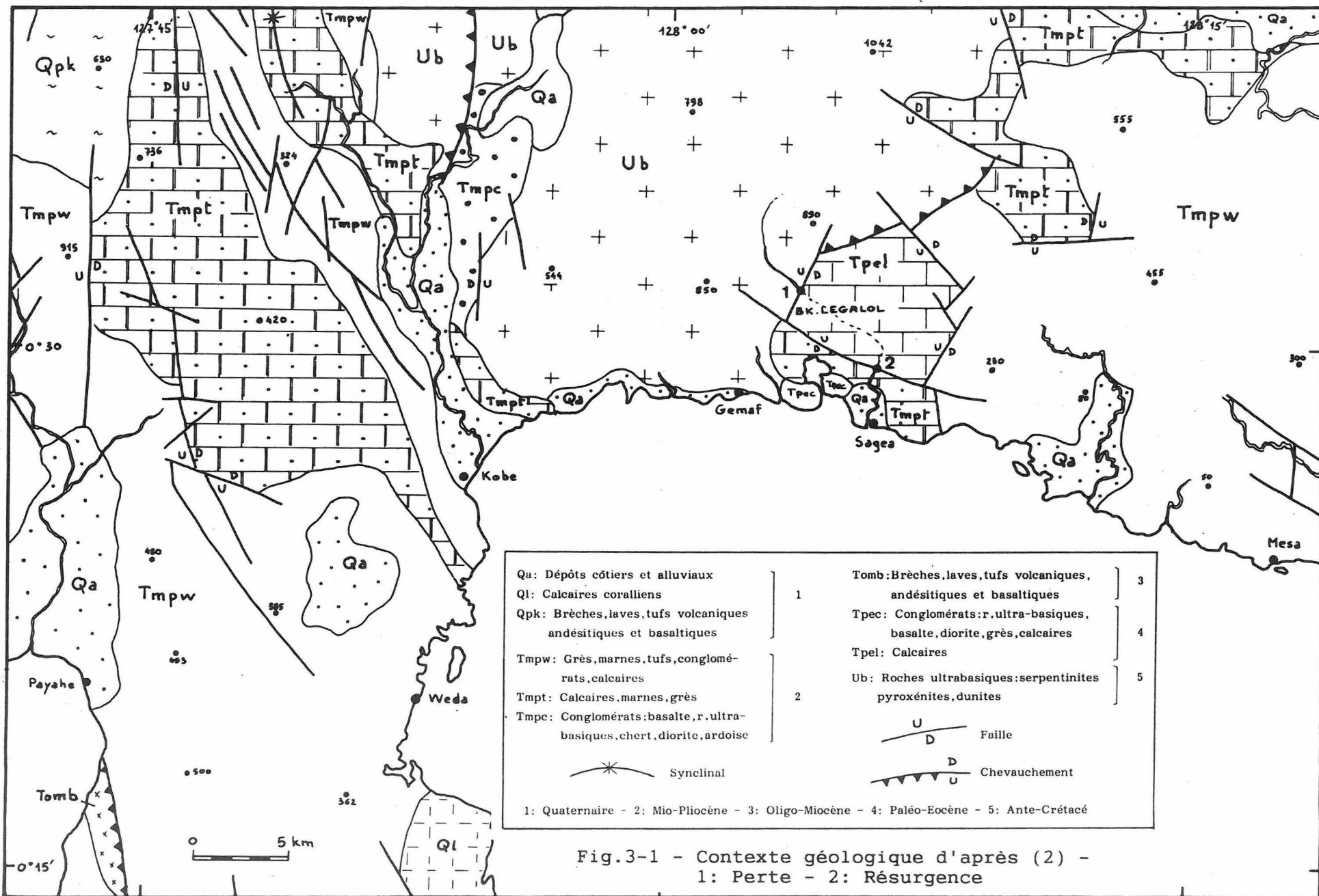


Fig.3-1 - Contexte géologique d'après (2) -  
1: Perte - 2: Résurgence

pirogue remonter les quelques centaines de mètres qui nous séparent des majestueuses voûtes d'entrée de Batu Lubang (Ph.3.1 et 3.11).

### 3.2. LES NOUVEAUX RESEAUX

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

- 550 m de rivière se terminant sur siphon,
- 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.

#### 3.2.1. 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 colonnette blanche, nous trouverons une croix noire tracée à l'argile un certain 22 juillet 1939 par un petit groupe de soldats. 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 en descendre une vingtaine: 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. A 1 km 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 lèverons le camp à

l'aube sur la rivière en crue sans avoir pu retourner au P40 des Batu Putih....

### 3.2.2. Galerie Purkihasan-Lögla

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!

### 3.2.3. 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'ébouilis 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 ébouilis les plus instables de ma vie de spéléo: blocs de calcaire peu compétent pouvant atteindre plusieurs m<sup>3</sup>, 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!

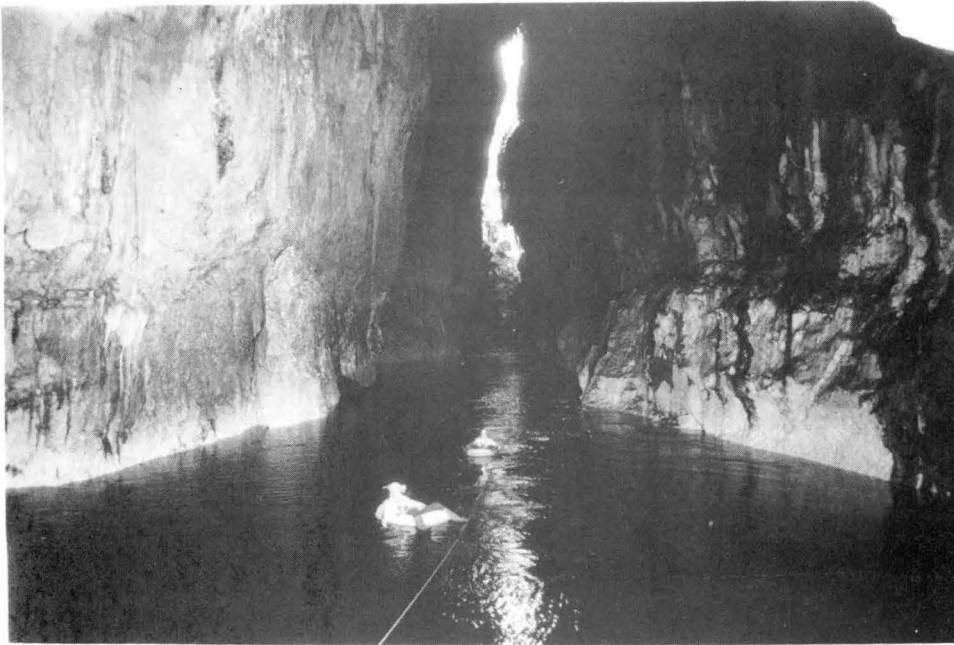
Au bout de 1,4 km, la voûte s'abaisse, les ébouilis qui là aussi semblent dater de la veille obstruent le passage, mais...Oui, là-haut 15 m au dessus, un balcon stalagmitique que nous parvenons à atteindre au prix d'un pas d'escalade pas vraiment difficile, mais suffisamment exposé pour nous donner à 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, arrêtés en haut d'un ressaut surplombant de 8-10 m. Au delà "ça continue", voûte à 25 m, fracture rectiligne...

### 3.2.4. Shunt galerie Kiri-réseau Kanan

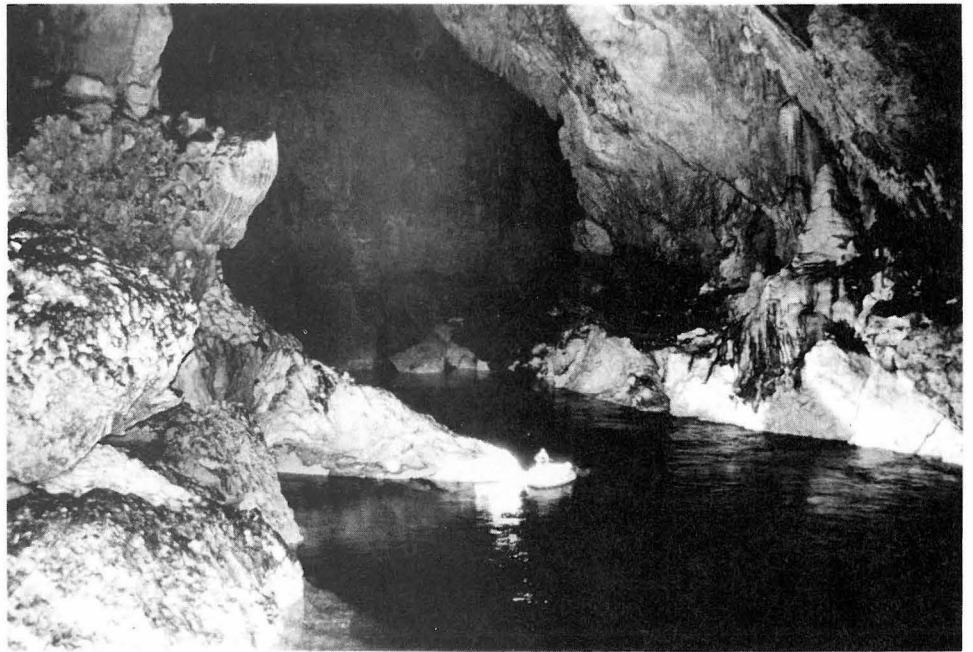
Un court passage permet un accès plus aisé au réseau Kiri; de taille modeste, il est parcouru par un mince filet d'eau rendant le sol boueux extrêmement glissant (pour toutes précisions, s'adresser à D.Dalger..!).

### 3.2.5. Réseau Kanan

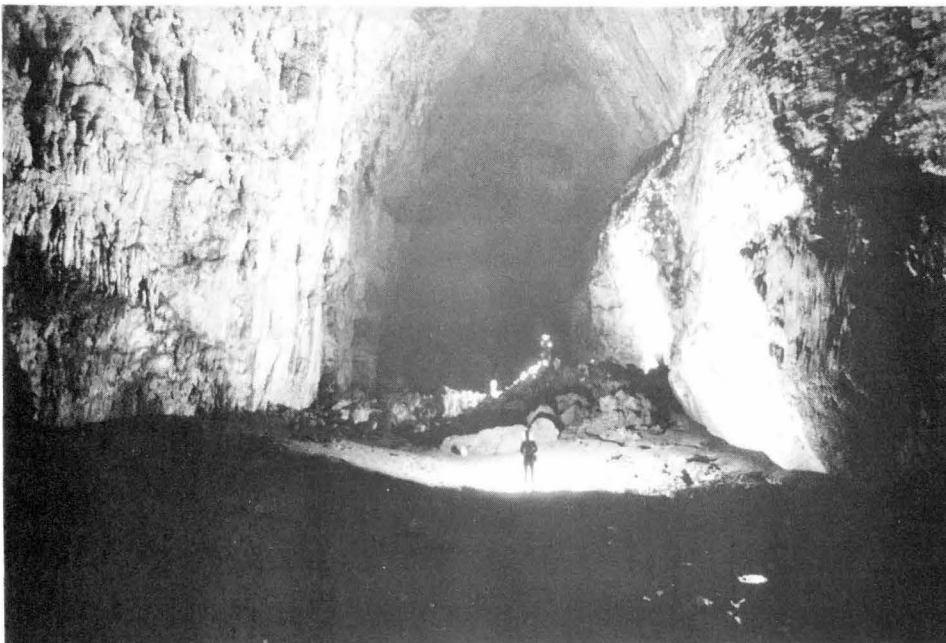
Dans cette partie topographiée en 86 nous trouverons quelques nouveaux diverticules et galeries annexes: 150 m sont levés en amont, 250 m reconnus en aval. Mais la surprise sera la présence d'eau non loin du terminus 86 dans un passage bas: siphon, et impossible de passer, notamment pour tenter à portée 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 galerie 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



Ph.3.1  
Entrée de Batu Lubang  
(Ph.B.Monville)

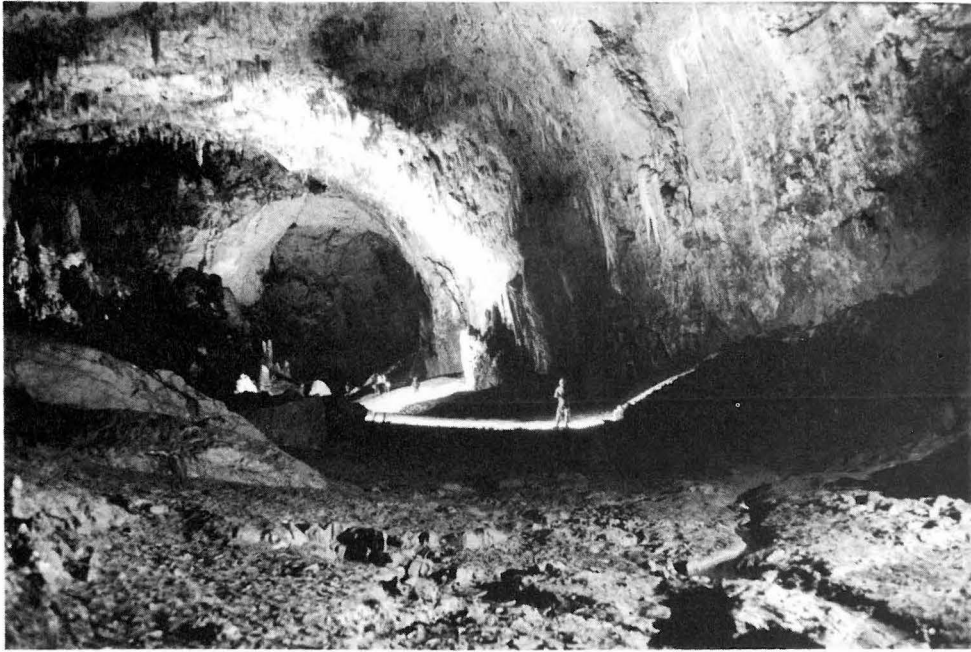


Ph.3.2  
Vers la galerie Nyamuk  
(Ph.B.Monville)



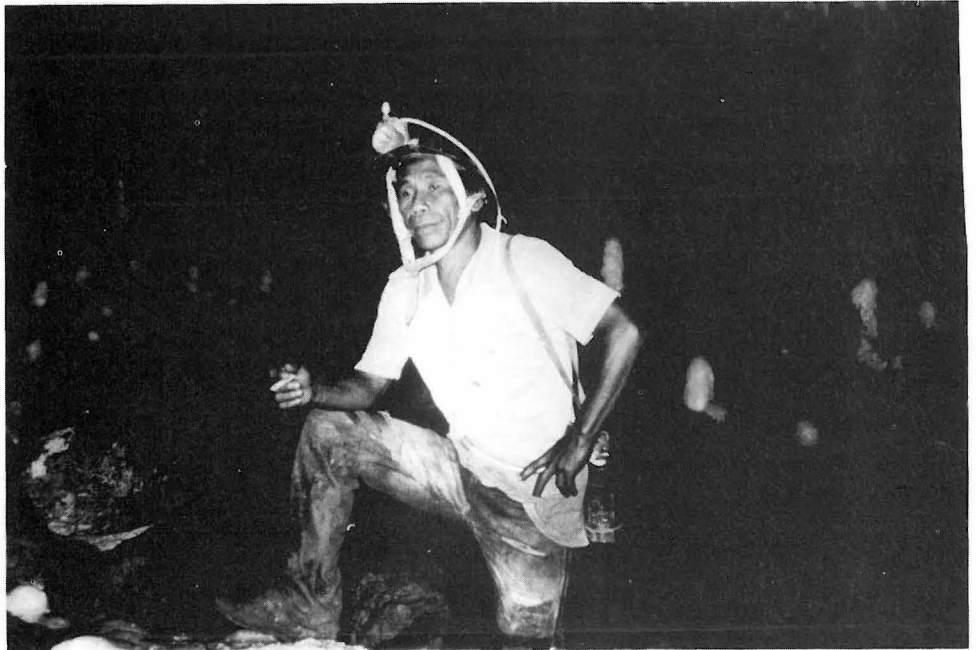
Ph.3.3  
Galerie Kryka-Rynye  
(Ph.B.Monville)





Ph.3.4  
Galerie du Becak  
(Ph.B.Monville)

Ph.3.5  
Hasan aux Batu Putih  
(Ph.D.Dalger)



Ph.3.6  
Physico-chimie  
(Ph.B.Monville)

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 clino 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 .

| Localisation des points caractéristiques par rapport à l'entrée | Distance(m) | Cote(m) |
|---|-------------|---------|
| Embarcadère   | 200         | 0       |
| Siphon terminal   | 570         | 0+      |
| Amont galerie Nyamuk  | 470         | +13     |
| Aval galerie Becak  | 1350        | +24     |
| Siphon Ibrahim  | 2200        | +12     |
| Batu Putih - P40  | 1700        | +55     |
| Sommet galerie Purkihasan-Lögla                                 | 2600        | +190    |
| Extrême aval galerie des Craignoulis                            | 3200        | +129    |

### 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 10cm 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 décomprimés 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 ciselées 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. Eléments d'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;

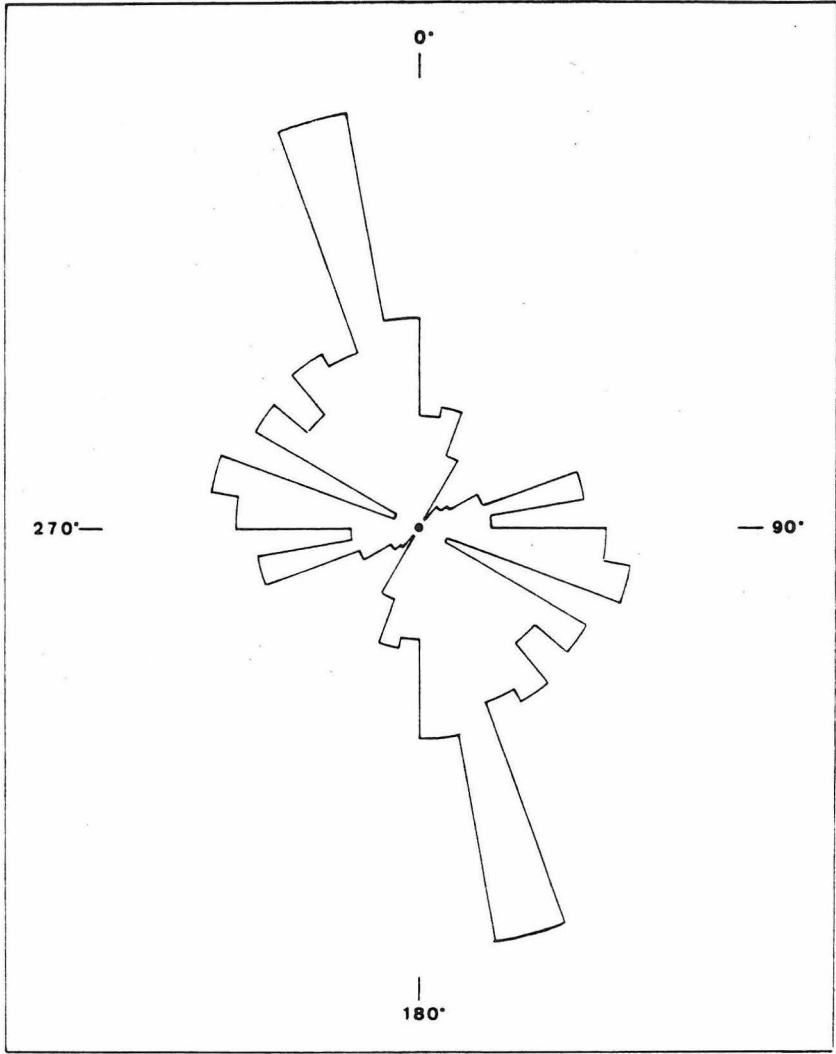


Fig.3-4 - Histogramme directionnel des galeries de Batu Lubang

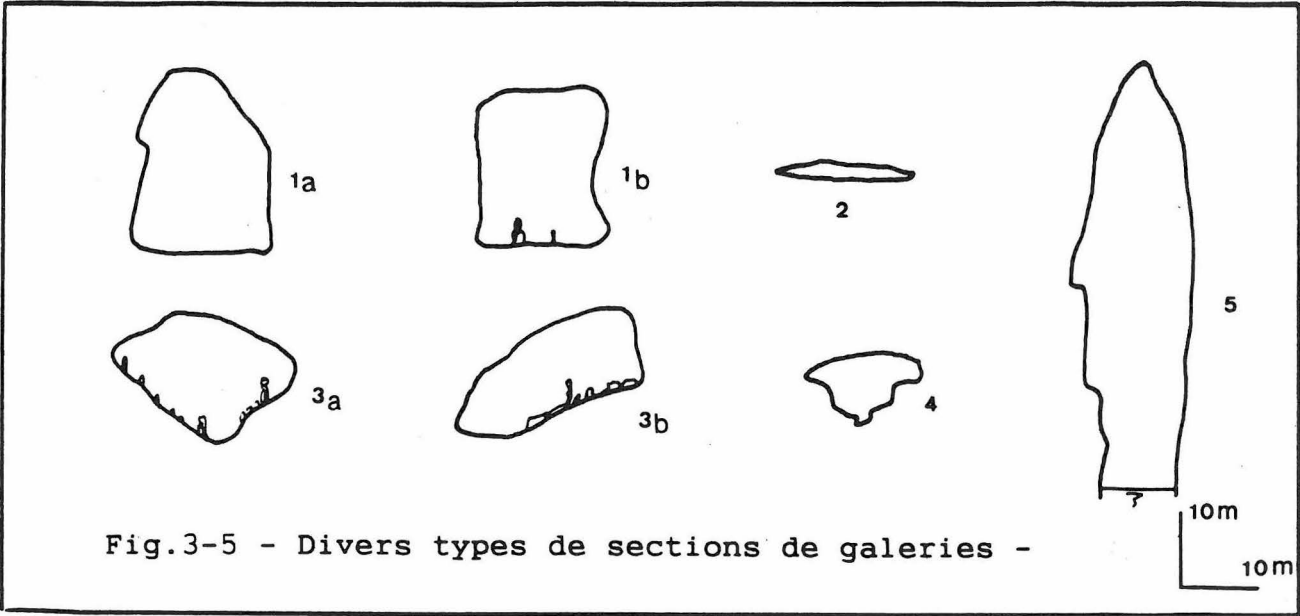


Fig.3-5 - Divers types de sections de galeries -

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'apparaîtra pas; utiliser les longueurs planes.

2/ soit, une fois le plan réalisé, retracer le canevas des lignes médianes des galeries et effectuer le traitement 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  $10^\circ$  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'éboulis 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" (d'autant plus que hauteur et largeur sont estimées et non mesurées).

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

#### \* 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 principaux 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 (laminé).
- 3/ Galerie asymétrique à flancs d'éboulis de part et d'autre ou d'un seul coté avec point bas latéral parfois argileux.



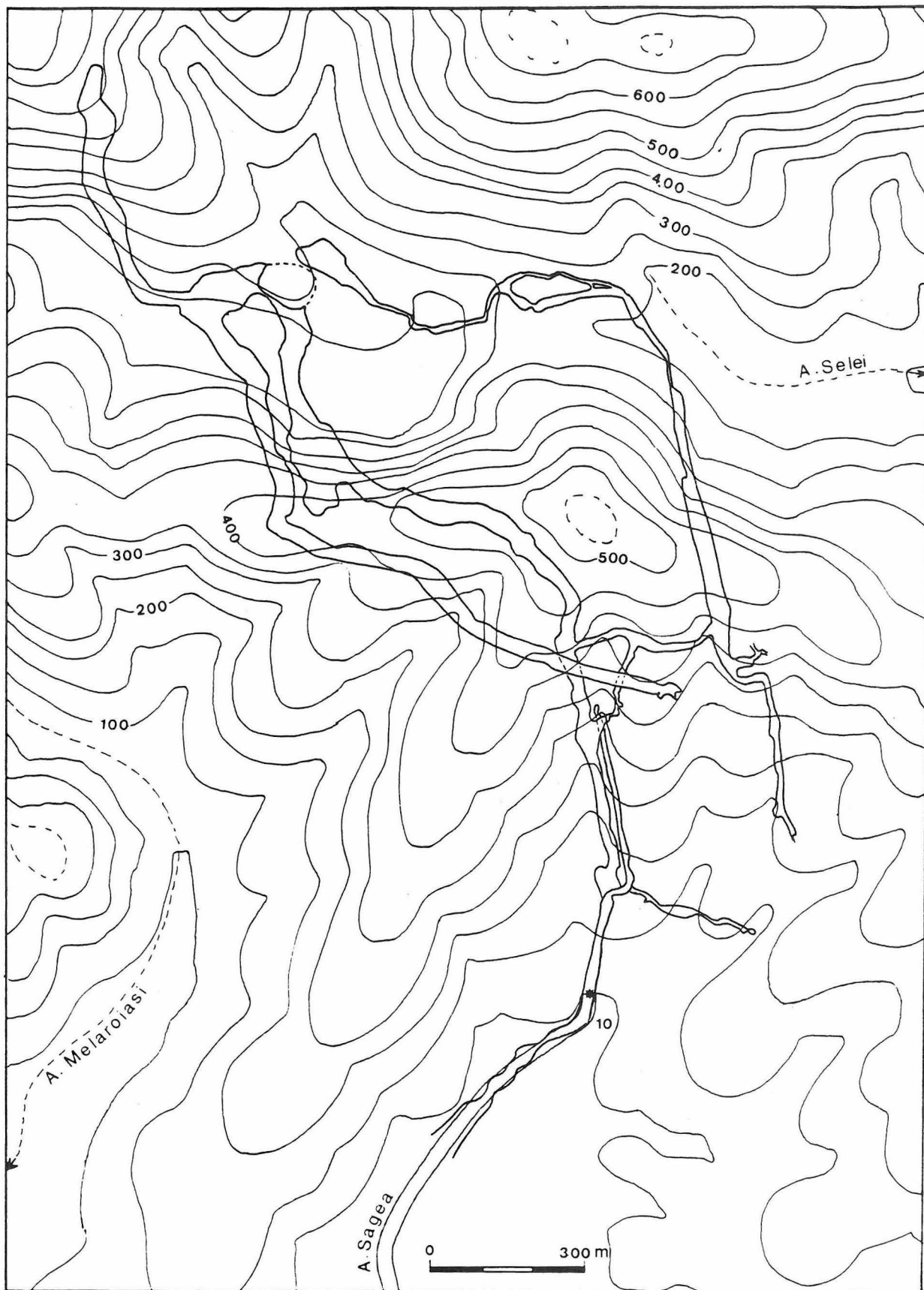


Fig.3-6 - Environnement topographique de Batu Lubang -

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. Morpho-fiction: "un" schéma d'évolution spéléogénétique

Comme nous l'avons amorcé plus haut nous allons nous livrer maintenant à un exercice de style particulièrement périlleux, celui de la reconstitution "du" schéma d'évolution du réseau. A défaut d'être prouvées, nous considérerons que nos suppositions sont plausibles, et c'est finalement cela qui en fait le charme... (Fig 3-6, 3-7). En tout état de cause nous n'irons pas jusqu'à inventer des niveaux de galeries comme certains (tristes truands ou mégalos) inventent des trous pour justifier leur(s) thèse(s)...

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 à l'est de la salle Ibrahim.

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

- \* Sous terre, on peut proposer au moins trois phases successives:

- = circulation initiale: de la Galerie Purkihasan-Löglä vers la 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.

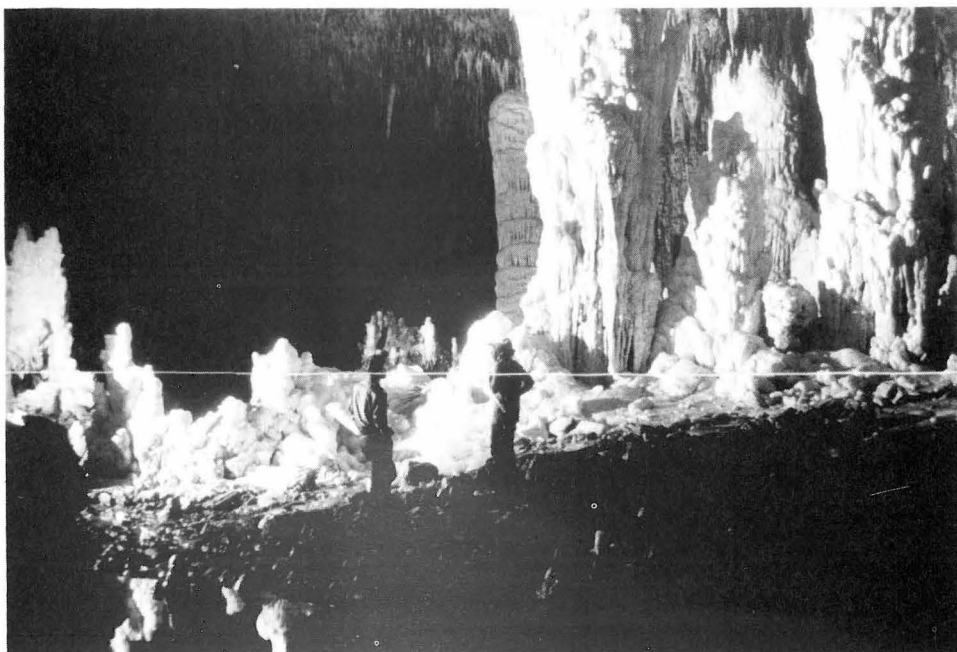
- = Niveau actuel: la rivière siphonne non loin de l'entrée; compte tenu de l'altitude probable de la perte 7 km en amont, un long développement horizontal du drain principal est probable.

On notera que les 4 niveaux de drainage successifs sont plus ou moins superposés et que la position de l'exutoire semble relativement stable.

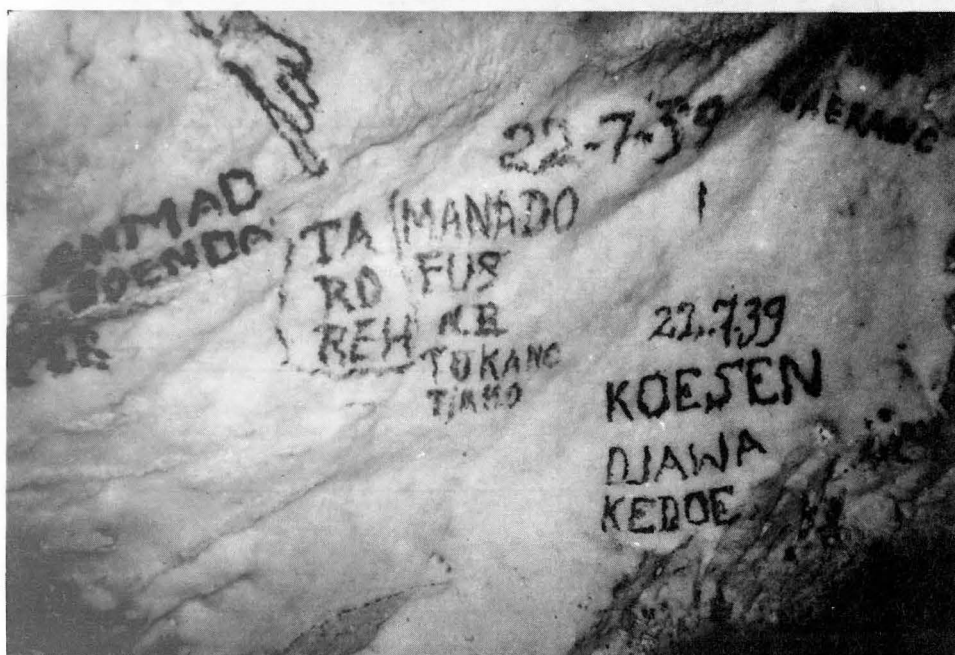
### 3.5.4. Les écoulements dans la cavité

- \* 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;



Ph.3.7  
Batu Putih  
(Ph.B.Monville)



Ph.3.8  
Les traces des  
premiers explorateurs  
(Ph.K.Brouquisse)



Ph.3.9  
Canyon d'Ake Sagea  
(Ph.B.Monville)



| N° | Date   | Lieu            | t °C | pH   | TAC |      | TH  |      | ki<br>µScm <sup>-1</sup> | HCO3<br>mg/l | SiO2<br>mg/l | NO3<br>mg/l | Mg<br>mg/l | Ca<br>mg/l | Na<br>mg/l | K<br>mg/l |
|----|--------|-----------------|------|------|-----|------|-----|------|--------------------------|--------------|--------------|-------------|------------|------------|------------|-----------|
|    |        |                 |      |      | °d  | °f   | °d  | °f   |                          |              |              |             |            |            |            |           |
| 1  | 230788 | Ake Sagea-BL1   | 23°6 | 7,69 | 5,1 | 9,1  | 6,1 | 10,8 | 171                      | 110,8        | 21,2         | 0,070       | 16,5       | 16,3       | 1,40       | 0,8       |
| 2  | 260788 | Batu Lubang-BL2 | 23°4 | 8,06 | 7,1 | 12,6 | 8,2 | 14,6 | 250                      | 154,2        | 1,65         | 0,310       | 0,6        | 57,4       | 1,12       | 0,66      |
| 3  | 070888 | GSK - S4        | 25°3 | 7,28 | 7,9 | 14,0 | 8,8 | 15,7 | 279                      | 171,6        | 24,0         | 0,045       | 6,0        | 52,8       | 4,50       | 2,90      |

Tab. 3-1 - Hydrochimie: résultats analytiques provisoires (Batukarst 88) - (Terrain:F.Brouquisse - Labo:D.Dalger)

| Station        | Date   | Localisation   | Températures °C |      |        | pCO2 % |     | Observations   |
|----------------|--------|--|-----------------|------|--------|--------|-----|--|
|                |        |  | Air             | Eau  | Sol(*) | Air    | Sol |  |
| BL3            | 260788 | Extrémité aval gal.<br>Craignoulis: base<br>éboulis PT.C3 (88) | 24°4            |      |        | 0,32   |     | PT. : Point topo   |
| BL4            | 280788 | Gal.Becak entre<br>PT.H1 et PT.I1 (86)                         |                 |      |        | 0,30   |     | Températures mesurées au thermomètre à<br>mercure au 1/5°C           |
| BL1            | 230788 | Ake Sagea<br>Face au camp                                      | 24°9            | 23°6 |        |        |     |  |
| BL2            | 260788 | Gours cascabelle<br>gal.Kiri PT.S (88)                         | 23°6            | 23°4 |        | 0,25   |     |  |
| BL5            | 190788 | Camp station CO2<br>du sol                                     | 24°<br>(*)      |      |        |        |     | Mise en place des tubes: 190788                                      |
| surface        |        |  |                 |      | 24°5   |        |     | (*) Température mesurée au thermomètre<br>numérique Quick-Novodirect |
| - 10cm         |        |  |                 |      | 24°2   |        |     |  |
| - 30cm         |        |  |                 |      | 24°3   |        |     |  |
| A(-30cm)       | 220788 |  |                 |      |        |        | 0,9 |  |
|                | 280788 |  |                 |      |        |        | 0,5 |  |
| B(-15cm)       | 220788 |  |                 |      |        |        | 0,9 |  |
|                | 280788 |  |                 |      |        |        | 0,9 |  |
| C(-30cm)       | 220788 |  |                 |      |        |        | 1,5 |  |
|                | 280788 |  |                 |      |        |        | 1,5 |  |
| Air<br>ambiant | 220788 |  |                 |      |        | 0,4    |     | A 1 m au dessus du sol   |
|                | 280788 |  |                 |      |        | 0,5    |     | "  |
| GSK<br>S4      | 070888 | Gua Salukkan<br>Kallang (Maros)                                | 25°6            | 25°3 |        | 0,5    |     |  |

Tab. 3-2 - Mesures physiques (Batukarst 88) -

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.

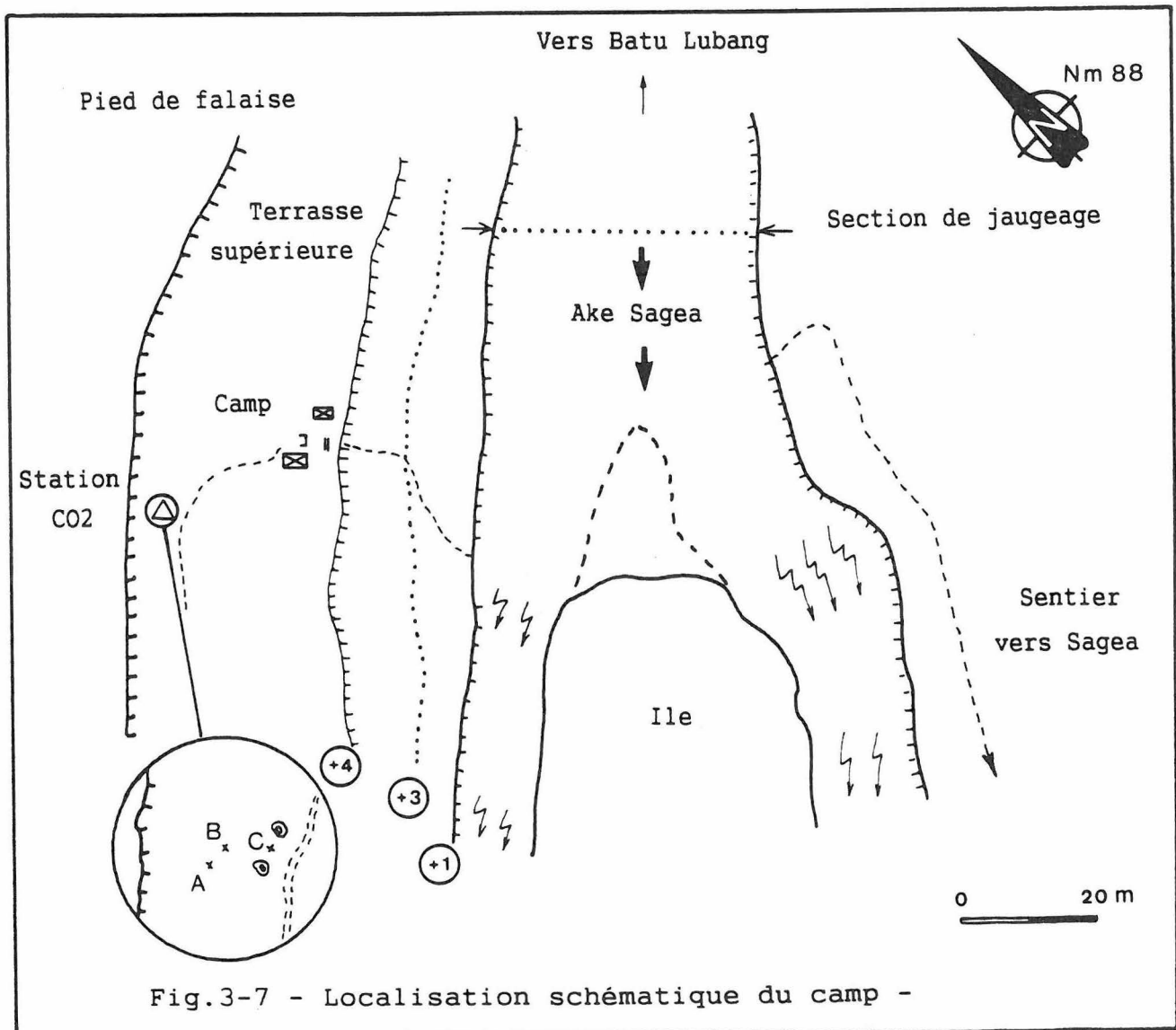
### 3.6. PHYSICO-CHIMIE (Fig 4-1)

#### 3.6.1. Hydrogéochimie

Nous n'avons pu procéder qu'à deux échantillonnages très ponctuels: l'un dans la rivière au droit du camp, l'autre dans la galerie Kiri, au pied d'une cascaille, 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.



\* 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.3-7). 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 pCO<sub>2</sub> 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 pCO<sub>2</sub> 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 impossible. Nous nous étions néanmoins imposés 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 95km<sup>2</sup>. Un peu plus de 80 km<sup>2</sup> 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 km<sup>2</sup>, avec une large marge d'imprécision due à la délimitation réelle du bassin-versant hydrogéologique, correspond à la partie du compartiment calcaire supposée drainée par le système de Batu Lubang (Fig 3-8).

\* 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 grosse crue. Pendant tout le séjour le débit est resté quantitativement 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 de près 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 m<sup>3</sup>/s supérieur à celui que





nous avons 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 m<sup>3</sup>/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'île 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 m<sup>3</sup>/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 (dont 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 Thaï-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 (Halmahera), in (1)- p. 75-84.

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

\*

## 4 . LA FAUNE SOUTERRAINE DE BATU LUBANG

Louis DEHARVENG

UA333 DU CNRS, LABORATOIRE DE ZOOLOGIE, UNIVERSITE PAUL SABATIER, 118 ROUTE DE  
NARBONNE - 31062 TOULOUSE CEDEX

\*

**Summary** - The fauna of Batu Lubang, a large cave of Halmahera (Malukku, Indonesia) is listed and commented. 83 species have been recorded, among which 16 are probably troglobionts and display adaptative morphological characters. On the whole, the fauna is rich and similar to Sulawesi cave fauna; no species of undoubtly austral affinities has been observed.

\*

La faune cavernicole des Moluques est à l'heure actuelle à peu près totalement inconnue en ce qui concerne les microarthropodes, qui renferment la majorité des espèces souterraines.

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.

### 4.1. MATERIEL ET METHODES

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 Becak, de la rivière souterraine 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'histoplasmosse. Des appâts ont été disposés en 2 stations (st.E et st.G). Quelques extractions sur appareil de Berlèse ont été effectuées au camp à partir d'échantillons de guano (Ph.4.1). 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 dont nous ne disposons pas (dragues, filets spéciaux), 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. Au total, 17 relevés de faunes ont pu être réunis lors de notre séjour.

#### 4.2. LES STATIONS DE RECOLTE (Fig 4-1)

Station A - Au niveau de la rivière souterraine.

Station B - Eboulis abrupt de très gros blocs au-dessus de l'Embarcadère. Très humide dans sa partie supérieure; roche couverte des déjections gluantes de chauves-souris frugivores (probablement *Dobsonia crenulata*); terre très riche en M.O. entre les blocs ou dans les creux de rochers. Obscurité incomplète. Pullulation de faune

Station C - Galerie Kryka Rynye. Galerie à sol terreux, avec des blocs éboulés par place. Chauves-souris moins abondantes. Très humide au début (avec nombreuses flaques), plus sec et moins riche en guano en allant vers la station D. Obscurité quasi-complète au début, très vite complète. Faune très dense s'appauvrissant vers la station D.

Station D - Carrefour Kryka-Rynye/toboggan Hassan. Zone à sol terreux avec quelques pierres. Peu de guano. Flaques alimentées par des suintements de la paroi. Faune peu dense.

Stations E et F - Sol argileux ou concrétionné, très humide. Guano de salanganes par places. Appâts (noix de coco) déposés en E.

Station G - Dans la grande galerie Kiri, en pied de paroi. Sol terreux pas très humide. Appâts (noix de coco). Quelques animaux; c'est la seule station qui nous ait fourni, à 2 reprises, un Collembole troglomorphe (*Pseudosinella* sp.1)

Station H - Dôme de gours alimentés par un fort gouttage du plafond. Seule station de Bogidiellidae (à 2 reprises).

Station I - Réseau Kiri après la station G. Enorme galerie, succession d'éboulis et de parties à sol terreux horizontal. Presque azoïque, mais présence ça et là de carapaces de crabes (!) jusqu'aux Batu Putih, et surtout de nombreux squelettes de *Dobsonia* jusqu'au fond de la cavité.

Station J - Débouché dans la galerie du Becak. Débris de bois pourri très humides sur sol argileux.

Station K - Derniers 200m avant le siphon terminal 1989. Zone très humide, argiles, limons et graviers. Gros troncs apportés par des crues. A un endroit, guano de salangane.

#### 4.3. UNE FAUNE RICHE

83 "unités taxonomiques" sont représentées dans nos récoltes. Parmi elles, certaines regroupent en fait 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 élevés; 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 yucatanana*) à répartition pantropicale, de l'hétéroptère aquatique *Mesovelia 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, Diptera), soit parce qu'elles représentent de nouvelles espèces ou de nouveaux genres en cours d'étude (Araneae, Bogidiellidae, Isopoda, Diplopoda, Collembola... etc...).



Ph.4.1  
Louis et ses Berlèses  
(Ph.B.Monville)

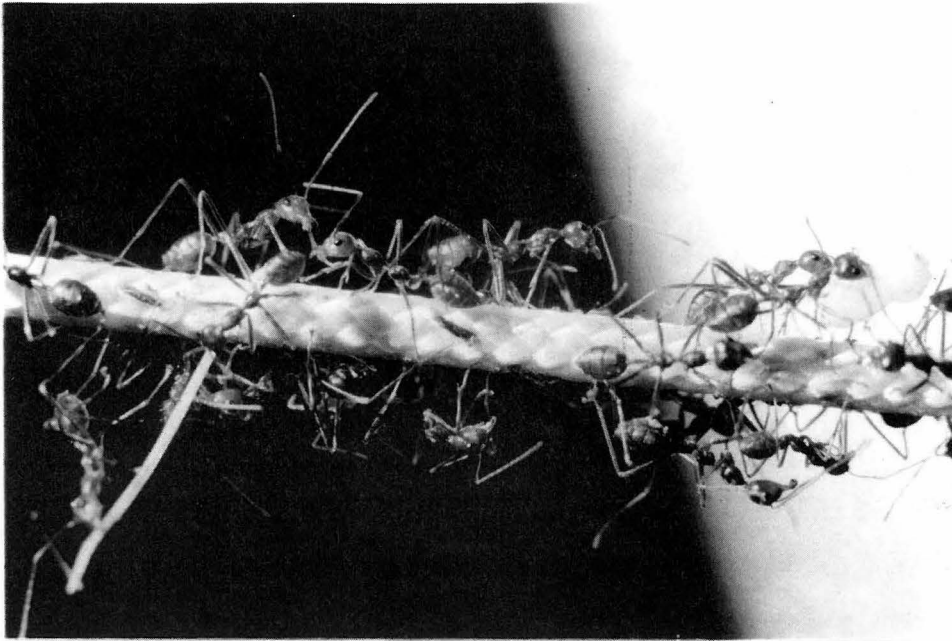


Ph.4.2  
Amblypyge  
(Ph.D.Dalger)

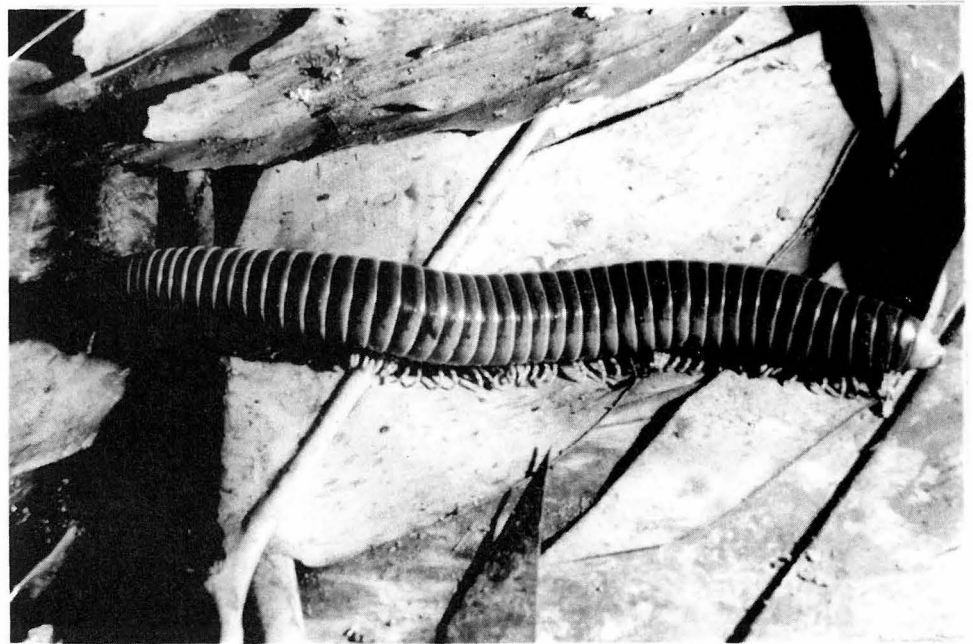


Ph.4.3  
Araignée Heteropodidae  
(Ph.D.Dalger)





Ph.4.4  
Les fourmis colonisent  
notre corde à linge  
(Ph.B.Monville)



Ph.4.5  
Iule (mange couvertures  
de survie et matelas !)  
(Ph.D.Dalger)



Ph.4.6  
Criquet  
(Ph.D.Dalger)

#### 4.4. LES GUANOBIES

La première partie de la grotte de Batu Lubang abrite d'énormes colonies de chauve-souris frugivores, probablement Dobsonia crenulata dont les squelettes sont fréquents dans toute la cavité; la montée de l'embarcadère se fait parmi de gros blocs recouverts de fientes verdâtres ou noirâtres, gluantes. La galerie Krika-Rynye est également densément peuplée; à la limite des colonies de chauves-souris 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; il pourrait s'agir d'Hipposideros bicolor saevus dont nous avons récolté des ossements dans cette zone. Dans la zone du toboggan Hassan jusqu'à la "salle à manger", on rencontre 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 de Dobsonia crenulata, souvent repris par la calcite, jusqu'aux points extrêmes du réseau (Ph.4.7).

Le guano lui-même est richement peuplé. Les Orthoptères Raphidophoridae géants dominent nettement, avec des densités atteignant couramment 10 exemplaires adultes au m<sup>2</sup> 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, Ph.4.2), Scolopendres (parmi les blocs) et Crabes (dans ou près des nombreuses flaques qui parsèment le sol terreux de la galerie Kryka-Rynye) sont assez fréquents, mais l'espèce dominante dans cette catégorie est une araignée Heteropodidae de très grosse taille (Ph.4.3); sa densité sur parois atteint souvent 1 ou 2 par m<sup>2</sup>. 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.

Les microarthropodes de ce milieu sont eux aussi remarquables par leur extraordinaire abondance. Sur les rochers recouverts des fientes semi-liquides de Dobsonia, les Collemboles grouillent littéralement (Callyntrura sp. 2 et Pseudosinella sp. 2), et les Oniscida du genre Clavigeroniscus sont nombreux. La guano au sol, mêlé à la terre, est très densément peuplé: acari divers, innombrables Lepidocampa, Collemboles (Pseudosinella sp. 2, Xenylla yucatanana, 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 troglomorpe de Batu Lubang appartient à la même lignée que l'espèce guanobie du même genre; une telle situation se retrouve, en ce qui concerne les Pseudosinella, les Sinella et les Troglopedetes, dans nombre de cavités tropicales. Il semblerait que le passage par un stade guanobie puisse constituer une des voies de l'adaptation des lignées au domaine souterrain profond.

#### 4.5. 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, guano-bie 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), c'est 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, a été récemment 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.

#### 4.6. CONCLUSIONS

L'étude de la faune de Batu Lubang a permis de réunir les premières informations relatives à la faune souterraine d'Indonésie Orientale.

Au niveau faunistique, l'originalité du peuplement se traduit par une large moisson de taxons inédits, comme on pouvait s'y attendre dans des régions aussi 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: les grands groupes classiques de la faune souterraine tropicale sont représentés. 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'étude plus détaillée du matériel déjà récolté, notamment en parallèle avec les échantillons de l'extérieur non encore analysés, 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. Dans ce cadre, la découverte, à l'occasion de notre passage sur l'île de Ternate, d'un milieu analogue au Milieu Souterrain Superficiel des régions tempérées, mais développés à partir d'éboulis volcaniques, mérite d'être soulignée. En effet, elle permet d'envisager la possibilité de porter les prospections sur les massifs et îles volcaniques dépourvus de terrains karstiques qui sont nombreux en Indonésie.

**Remerciements** - L'identification du matériel a été assurée par les différents spécialistes mentionnés sur le tableau 1; nous les en remercions vivement.

\*

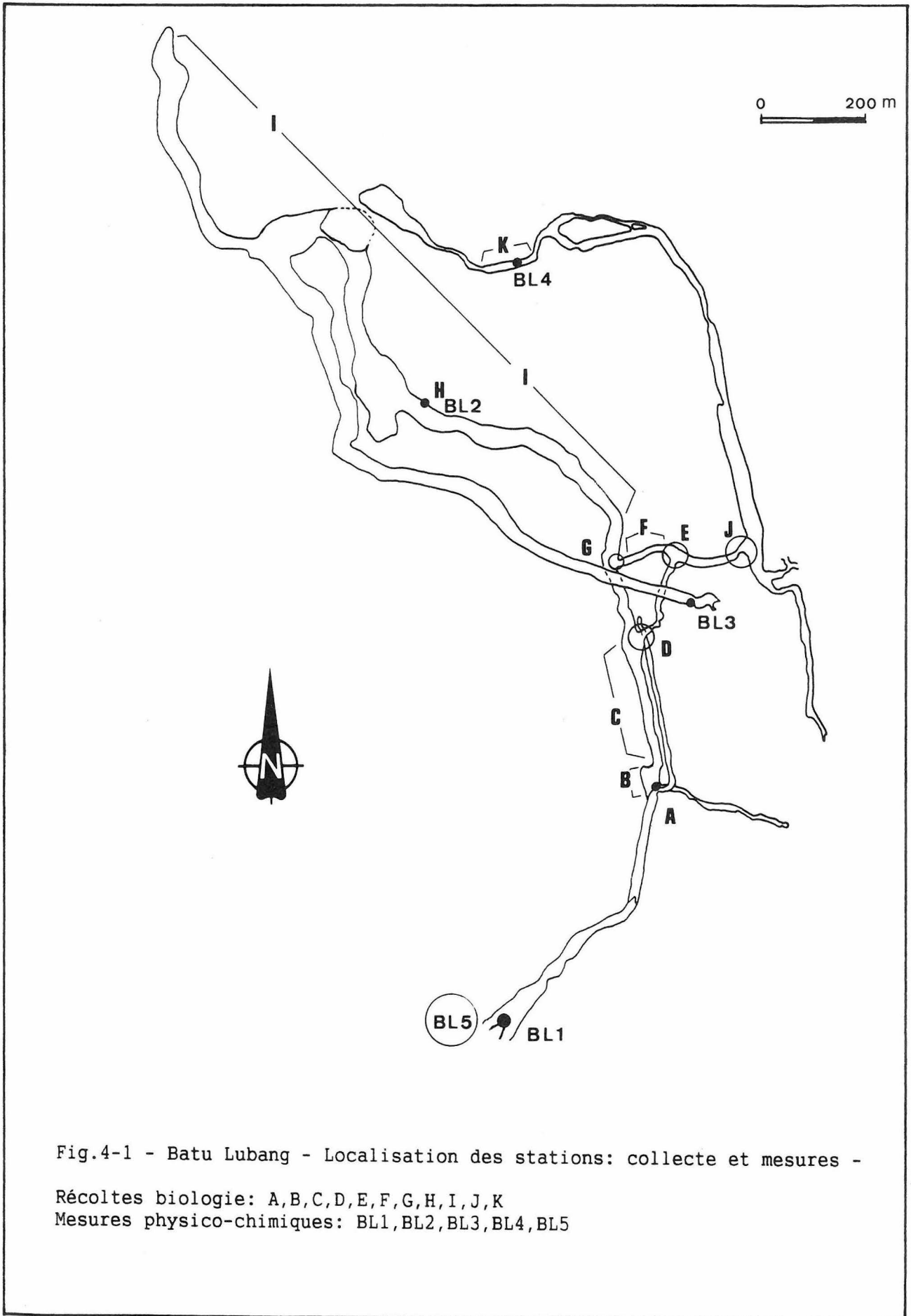


Fig.4-1 - Batu Lubang - Localisation des stations: collecte et mesures -

Récoltes biologie: A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K

Mesures physico-chimiques: BL1,BL2,BL3,BL4,BL5



|                          |    |                          |         | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | Déterminateur |
|--------------------------|----|--------------------------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---------------|
| <b>PROTOZOA</b>          |    |                          |         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
|                          | 1  | Thecamoeba               |         |   | + |   |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
| <b>OLIGOCHAETA</b>       |    |                          |         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
|                          | 2  | Enchytraeidae            |         |   | + |   |   |   |   |   |   |   |   | + |               |
| <b>GASTEROPODA</b>       |    |                          |         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
|                          | 3  | sp                       |         |   |   | + |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
| <b>ARACHNIDA</b>         |    |                          |         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
| <b>Acar i</b>            |    |                          |         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
|                          | 4  | spp                      |         |   | + | + |   |   |   |   |   |   |   | + |               |
|                          | 5  | Gamasida                 |         |   | + | + |   |   | + |   |   |   |   | + |               |
|                          | 6  | Uropoda                  |         |   | + |   |   |   | + |   |   |   |   |   |               |
|                          | 7  | Rhagidiidae              |         |   | + |   |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
|                          | 8  | Trombididiidae sp1       |         |   | + |   |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
|                          | 9  | Trombididiidae sp2       | tro     |   |   |   |   |   | + |   |   | + |   |   |               |
| <b>Araneae</b>           |    |                          |         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
|                          | 10 | Dipluridae sp            |         |   |   | + |   |   |   |   |   |   |   |   | Deeleman      |
|                          | 11 | Gnaphosidae sp           | tro     |   |   |   |   |   | + | + |   |   |   |   | "             |
|                          | 12 | Heteropoda sp            |         |   | + | + |   |   |   |   |   |   |   |   | "             |
|                          | 13 | Mygalomorpha             | tro     |   |   | + |   |   |   |   |   |   |   | + | "             |
|                          | 14 | Salticidae sp            | ext     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | "             |
|                          | 15 | Spermophora sp           | tro     |   |   | + |   |   |   |   |   | + |   |   | "             |
| <b>Pseudoscorpionida</b> |    |                          |         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
|                          | 16 | sp                       |         |   |   | + |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
| <b>Opiliones</b>         |    |                          |         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
|                          | 17 | Dibuninae, n.g.?         | tro     |   | + | + |   |   |   |   |   |   |   |   | Rambla        |
|                          | 18 | Dibunus cf pseudobiantes |         |   |   |   |   |   |   |   |   | + |   |   | "             |
| <b>Amblypygida</b>       |    |                          |         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
|                          | 19 | sp                       | qua     |   |   | + |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
| <b>Scorpionida</b>       |    |                          |         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
|                          | 20 | sp                       | qua     |   |   | + | + |   |   |   |   |   |   |   |               |
| <b>CRUSTACEA</b>         |    |                          |         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
| <b>Crabes</b>            |    |                          |         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
|                          | 21 | n.g.                     |         |   |   | + |   |   |   |   |   |   |   |   | Ng            |
|                          | 22 | Sesarma aff. frontalis   |         |   |   | + |   |   |   |   |   | + | ? |   | "             |
| <b>"Crevette"</b>        |    |                          |         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
|                          | 23 | sp.                      |         |   | + |   |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
| <b>Amphipoda</b>         |    |                          |         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
|                          | 24 | Bogidiellidae            | tro     |   |   |   |   |   |   |   |   | + |   |   | Botosaneanu   |
| <b>Isopoda Oniscida</b>  |    |                          |         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
|                          | 25 | cf Clavigeroniscus       | tro,qua |   | + | + |   |   |   |   |   |   |   |   | Dalens        |
|                          | 26 | cf Leucophiloscia        | tro     |   |   | + |   | + |   |   |   |   |   | + | "             |
|                          | 27 | Armadillidae             | tro     |   |   | + |   |   |   |   |   |   |   |   | "             |
| <b>Copepoda</b>          |    |                          |         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
|                          | 28 | sp                       | qua     |   |   | + |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
| <b>Ostracoda</b>         |    |                          |         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
|                          | 29 | sp                       |         |   |   | + |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
| <b>SYMPHILA</b>          |    |                          |         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
|                          | 30 | Symphyla                 |         |   |   | + |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
| <b>DIPLOPODA</b>         |    |                          |         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
| <b>Polydesmida</b>       |    |                          |         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
|                          | 31 | famille indéterminée     | tro     |   |   |   |   |   |   |   |   |   | + | + | Mauriès       |
|                          | 32 | Pyrgodesmidae (2sp?)     | tro     |   |   | + | + | + | + |   |   |   |   |   | "             |

|  |                        |                              |          | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | Déterminateur |
|--|------------------------|------------------------------|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---------------|
|  | <b>Craspedosomida</b>  |                              |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
|  | 33                     | Metopidothrix                |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | + | Mauriès       |
|  | <b>Stemmiulida</b>     |                              |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
|  | 34                     | sp                           | tro, gua |   |   | + | + |   |   |   |   |   |   |   | Enghoff       |
|  | <b>CHILOPODA</b>       |                              |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
|  | <b>Scolopendriidae</b> |                              |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
|  | 35                     | Ethmostigmus platycephalus   | gua      |   |   | + |   |   |   |   |   |   |   |   | Demange       |
|  | <b>Geophilidae</b>     |                              |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
|  | 36                     | sp                           | gua      |   |   | + | + |   |   |   |   |   |   |   |               |
|  | <b>Scutigeridae</b>    |                              |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
|  | 37                     | sp                           | gua      |   |   | + |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
|  | <b>APTERYGOTA</b>      |                              |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
|  | <b>Diploura</b>        |                              |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
|  | 38                     | Lepidocampa                  | gua      |   | + | + |   |   |   |   |   |   |   |   | Condé         |
|  | <b>Thysanura</b>       |                              |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
|  | 39                     | Machilides                   | gua      |   | + | + |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
|  | 40                     | Lepismatida                  | tro      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | + |               |
|  | <b>Collembola</b>      |                              |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
|  | 41                     | Pseudosinella sp1            | tro      |   |   |   |   |   |   | + |   |   |   |   | Deharveng     |
|  | 42                     | Pseudosinella sp2            | gua      |   |   | + |   |   |   | + |   |   |   | + | "             |
|  | 43                     | cf Callyntrura sp1           |          |   | + |   |   |   |   |   |   |   |   |   | "             |
|  | 44                     | cf Callyntrura sp2           |          |   | + | + |   |   |   |   |   |   |   |   | "             |
|  | 45                     | Ascocyrtus sp                |          |   |   | + |   |   |   |   |   |   |   |   | "             |
|  | 46                     | Acherontiella                | gua      |   | + |   |   |   |   |   |   |   |   |   | "             |
|  | 47                     | Xenylla yucataana            | gua      |   | + | + |   |   |   |   |   |   |   |   | Da Gama       |
|  | 48                     | Pseudachorutes cf longisetus |          |   |   | + |   |   |   |   |   |   |   |   | Deharveng     |
|  | 49                     | Mesaphorura sp               |          |   | + |   |   |   |   |   |   |   |   |   | "             |
|  | 50                     | cf Mesaphorura sp            |          |   |   | + |   |   |   |   |   |   |   |   | "             |
|  | 51                     | Cryptopygus sp               | gua      |   |   | + | + |   |   |   |   |   |   |   | "             |
|  | 52                     | Isotomiella sp1              |          |   |   | + |   |   |   |   |   |   |   |   | "             |
|  | 53                     | Isotomiella sp2              |          |   |   | + |   |   |   |   |   |   |   |   | "             |
|  | 54                     | Neelus sp                    | tro?     |   |   |   | + |   |   |   |   |   |   |   | "             |
|  | <b>PTERYGOTA</b>       |                              |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
|  | <b>Orthoptera</b>      |                              |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
|  | 55                     | Rhaphidophoridae             | gua      |   | + | + | + | + | + | + |   |   |   |   |               |
|  | <b>Dictyoptera</b>     |                              |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
|  | 56                     | Blattes                      | gua      |   |   | + |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
|  | 57                     | Nocticola sp.                | tro      |   |   | + |   |   |   | + |   | + | + |   | Stone         |
|  | <b>Heteroptera</b>     |                              |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
|  | 58                     | Mesovella horvathi           | gua      |   | + |   |   |   |   |   |   |   |   |   | Nieser        |
|  | 59                     | Heteroptera                  |          |   | + | + |   |   |   |   |   |   |   | + |               |
|  | <b>Diptera</b>         |                              |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
|  |                        | larves                       |          |   | + | + |   |   | + |   |   |   |   | + |               |
|  | 60                     | Diptera                      |          |   | + | + |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
|  | 61                     | Diptera ailés (spp)          |          |   | + | + |   |   |   |   |   |   |   | + |               |
|  | 62                     | Psychodidae (spp)            | gua      |   | + | + |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
|  | <b>Hymenoptera</b>     |                              |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
|  | 63                     | Fourmis sp1                  | ?ext     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
|  | 64                     | Fourmis sp2                  | gua      |   |   | + | + |   |   |   |   |   |   |   |               |
|  | 65                     | Fourmis sp3                  |          |   | + |   |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
|  | 66                     | sp                           | ?ext     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
|  | <b>Lepidoptera</b>     |                              |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
|  |                        | Tineoidea (larves)           | gua      |   | + | + | + |   | + |   |   |   |   |   |               |
|  | 67                     | Tineoidea ?genus             | gua      |   |   | + |   |   |   |   |   |   |   |   | Robinson      |
|  | 68                     | Tinea porphyrea              | gua      |   |   | + |   |   |   |   |   |   |   |   | "             |

|                   |           |                             |     | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | Déterminateur |
|-------------------|-----------|-----------------------------|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---------------|
| <b>Coleoptera</b> |           |                             |     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
|                   |           | Coleoptera (larves)         |     |   | + |   |   |   | + |   |   |   |   | + |               |
|                   | <b>69</b> | Coleoptera (spp)            |     |   | + | + |   |   | + |   |   |   |   |   |               |
|                   |           | Carabiques (larves)         |     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | + |               |
|                   | <b>70</b> | Cf Clivina sp (carabique)   |     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | + | Deuve         |
|                   | <b>71</b> | Histeridae                  |     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | + |               |
|                   | <b>72</b> | Hydrophilidae Sphaeridiinae |     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | + | Besuchet      |
|                   | <b>73</b> | Nitidulidae                 |     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | + | "             |
|                   | <b>74</b> | Lathrididae Corticariinae   |     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | + | "             |
|                   | <b>75</b> | Staphylinidae sp1           |     |   |   |   | + |   |   |   |   |   |   |   |               |
|                   | <b>76</b> | Staphylinidae sp2           |     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | + |               |
|                   | <b>77</b> | Pselaphidae Euplectini      |     |   |   | + |   |   |   |   |   |   |   |   | Besuchet      |
|                   | <b>78</b> | Ptilidae Ptiliinae          |     |   | + | + |   |   |   |   |   |   |   |   | "             |
|                   | <b>79</b> | Curculionidae               |     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | + | "             |
|                   | <b>80</b> | Scolytidae                  | ext |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
| <b>CHIROPTERA</b> |           |                             |     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
|                   | <b>81</b> | Dobsonia crenulata          | gua | + | + | + |   |   |   |   |   |   | + |   | De Roguin     |
|                   | <b>82</b> | Hipposideros bicolor saevus | gua |   |   | + |   |   |   |   |   |   |   |   | "             |
| <b>OISEAUX</b>    |           |                             |     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |               |
|                   | <b>83</b> | Salanganes                  | gua |   |   | + |   |   | + |   |   |   |   |   |               |

TABLEAU 4.1 - Faune récoltée à Batu Lubang. Colonnes A à K: stations (cf texte, §2); lignes: unités taxonomiques récoltées; .ext.: espèce probablement de l'extérieur (pollution accidentelle lors de l'extraction?); gua: espèce récoltée dans les zones à guano; tro: espèce présentant des adaptations morphologiques à la vie souterraine.

\*

## 5. MEDICAL

Anne BEDOS

20 RUE DE L'ALLIER, 31200 TOULOUSE

\*

Summary - On the field, most problems result from high humidity and jungle walking. Wounds were long to scar in such conditions. A case of malaria broke out in France.

\*

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.

### 5.1. LES PLAIES

#### 5.1.1. Plaies aux genoux

A l'arrivée à Payahe, 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). Dès que la combinaison spéléo n'est pas indispensable, les plaies sont laissées à l'air (et aux mouches) et séchées au Mercurochrome.

#### 5.1.2. Plaie à la jambe

Au cours d'une des dernières explorations dans Batu Lubang, choc violent contre un des innombrables rochers de la grotte, intense douleur au niveau du tibia: 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).

#### 5.1.3. 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 Weda, 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.



## 5.2. LES PROBLEMES DE PIEDS

Une première personne a beaucoup souffert, lors de la marche de 25 km au retour, ses pieds ayant déjà été fragilisés les jours précédents par les déplacements fréquents dans des chaussures mouillées et sableuses. 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 Baume du Pérou. Par la suite, le meilleur traitement s'est révélé être le séchage au Mercurochrome.

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'était pas beau à voir: pieds doublés de volume, ulcérations transformées en cratères purulents; large désinfection à la Bétadine, application de Staphylomycine, mèches avec de la Biogaze, le tout enveloppé dans des compresses stériles et de l'Elastoplast. Traitement oral par antibiotiques et corticoïdes. Le surlendemain, de retour à Sulawesi, vu la dimension de l'oedème, le malade allait se faire examiner dans une clinique près d'Ujung Pandang: prescription de repos, jambes surélevées; poursuite du traitement. En fait, à une forte réaction inflammatoire, était en train de se rajouter une non moins forte "dermite des prés" qui sera diagnostiquée au retour en France.

## 5.3. LES PROBLEMES DERMATOLOGIQUES

### 5.3.1. La "dermite des prés"

Ce même malade en convalescence à Ujung Pandang, a vu apparaître de grandes plaques rouges d'abord sur les jambes puis sur le reste du corps, accompagnées de vives démangeaisons, auxquelles se sont surajoutées 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". En France, ces troubles ont fini par céder au bout de 10 jours au traitement suivant: bains de pieds au Solubacter, application d'antibiotique (Primyxine) sur les lésions suintantes et de corticoïdes (Nérisone C) sur les lésions sèches.

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 s'est estompée en une dizaine de jours d'application de corticoïdes.

### 5.3.2. Plantes urticantes

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

### 5.3.3. 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).

### 5.4. 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'Oropivalone, 1 traitement antibiotique à la Rovamycine).

### 5.5. PROBLEMES 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.

### 5.6. FATIGUE ET STRESS

Après le camp de Batu Lubang les stress du retour en pirogue sur la rivière en crue puis de l'interminable traversée devant le Makian en éruption ont rendu nécessaire une bonne semaine de repos pour plusieurs d'entre nous et nous ont conduit à annuler le projet initial d'une visite à Fak Fak (Irian Jaya).

### 5.7. PALUDISME

Deux mois et demi après son retour en France un des participants a présenté un accès de fièvre avec céphalées - inexpliqué. Début décembre, nouvelle crise; le médecin note une hépatomégalie et une splénomégalie; 36 heures après, la crise s'aggrave lors d'un passage à Toulouse: hospitalisation en urgence au CHR. Une goutte épaisse révèle alors un paludisme à Plasmodium vivax: Quinimax en perfusion pendant 2 jours, puis traitement oral à la Primaquine pendant 15 jours. Nous avons tous suivi le traitement préventif préconisé par ce même hopital, à savoir un comprimé de Nivaquine chaque jour pendant le voyage et durant le mois suivant.

### 5.8. CONCLUSION

En définitive, pas de problème majeur sur le terrain. Chacun avait apporté sa pharmacie personnelle, qui était complétée par une pharmacie commune comprenant surtout des produits injectables que nous n'avons pas utilisés. Par contre, nous avons fait une grande consommation de pansements et pommades dermatologiques. La crise post-expé de paludisme aura été le plus grave problème et montre la difficulté d'une prévention efficace même en zone à risques théoriquement limités.

\*



Hasan RADJALI  
Husni HASANUDDIN  
Abdurrahman HARUNA



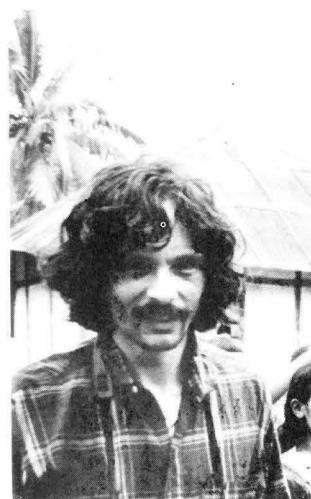
Anne BEDOS



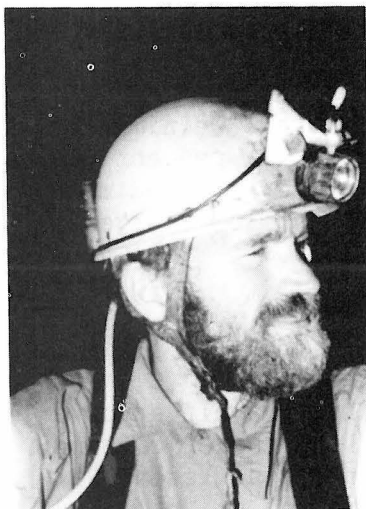
Bernard MONVILLE



Daniel DALGER



Louis DEHARVENG



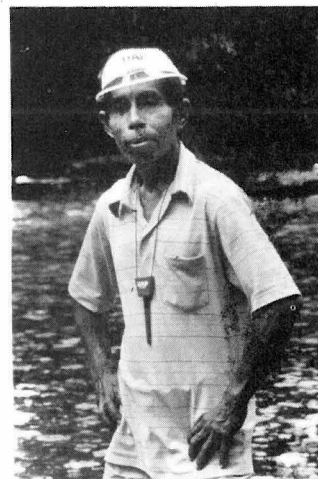
François BROUQUISSE



Suleman DJAFAR



Karine BROUQUISSE



Ibrahim YUNUS

## 6 . PHOTOGRAPHIE ET REPORTAGE

Bernard MONVILLE

Daniel DALGER

MANCIOUX - 31360 SAINT MARTORY

LABORATOIRE D'HYDROBIOLOGIE  
UNIVERSITE PAUL SABATIER  
118 ROUTE DE NARBONNE  
31062, TOULOUSE CEDEX

\*

**Summary** - Two members of our team were in charge of photography, especially wildlife and underground photography. Video 8 was also used. Some problems referring to tropical environment are discussed as well as the characteristics of underground photography.

\*

### 6.1. PHOTOGRAPHIE

Toute l'équipe participa à cette tâche et plus particulièrement KB. DD. et BM.

#### Matériel:

- FUJICA HDS 24x36mm "BAROUDEUR";
- ROLLEI 35 SE 24x36mm;
- OLYMPUS OM2 SP 24x36mm:
  - \* objectifs: 28mm F2,8 - 50mm doubleur HR7 macro "FOCA";
  - \* filtre polarisant indispensable;
  - \* 2 flashes électroniques 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.

#### 6.1.1. 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



négatifs (couleur, noir et blanc), beaucoup moins sur les films Ektachrome. Ces derniers furent développés dans un atelier toulousain très sérieux qui éprouva quand même quelques difficultés à les décoller. 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 pu alors saisir toute occasion de faire un cliché. La couverture "photographique 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 en leur 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, un déclencheur souple 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 film 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 flashes avec un produit conducteur qui les protège de l'oxydation (déoxydant gras "jel tonet Cl 6501");

\* 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 d'éviter 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.).

#### 6.1.2. 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:** la sensibilité "passe-partout"

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:** exclusivement utilisée avec un baroudeur HDS

Cette émulsion n'est pas recommandée sous terre avec un appareil compact équipé d'un flash dont le nombre guide constructeur de 12 pour 100 iso descend à 9 pour 64 iso. Elle trouve très bien son utilité sous terre pour la macro ou en extérieur avec beaucoup de lumière.

Par contre, avec une émulsion de 200 ou 400 iso, l'HDS permet de ramener d'excellents clichés souterrains même quand la photographie n'est pas au "menu" de la journée d'exploration. En effet, son flash intégré (autorisant le déclenchement d'un autre flash au moyen d'une cellule), son système simple de mise au point, son étanchéité et sa focale semi-grand angle sont autant d'atouts qui permettent d'illustrer correctement et rapidement une journée d'exploration. Maintenant cet appareil est remplacé par l'HDM étanche à l'immersion (-2m) et l'HDR étanche aux aspersion.

A noter qu'avec son flash, l'ouverture du diaphragme est asservie à la distance que l'on affiche. Donc à l'infini ( $\infty$ ) F2,8. Il faut éviter par conséquent d'introduire un premier plan proche dans le cadrage car il sera flou et surexposé (plus le diaphragme augmente, plus la profondeur de champ diminue).

**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 dont le système d'ouverture s'est oxydé et coincé. Un film a même cassé.

### 6.1.3. Approche technique

#### 1°) Photographie souterraine:

La principale difficulté réside dans l'éclairage. A titre purement indicatif, voici quelques corrections à apporter, notamment sur le Nombre Guide (NG) des flashes électroniques.

Le photographe spéléologue est tout de suite confronté à cette valeur qui guide son achat (et vide son porte-monnaie). Plus il est important (le NG bien sûr!) plus le flash en principe donnera satisfaction. Mais attention! un autre paramètre ne doit pas rester dans l'ombre: la couverture lumineuse, donnée par le fabricant en "équivalent focale". Ainsi un flash est réputé "couvrir le 35mm", un autre le 28mm. La plupart des flashes de type "Cobra" ne disposent pas d'un réflecteur de dimensions suffisantes pour couvrir le champ des grands angulaires. L'éclairage est homogène avec une focale standard, acceptable avec un 35mm mais en dessous les flashes "oublie" que la photographie a des angles. Des diffuseurs peuvent améliorer le résultat bien que peu pratiques à transporter sous terre. Par contre les flashes torche (METZ - NISSIN) offrent

une couverture excellente et leur NG est confortable (de 45 à 60). Bien sûr prix et poids donnent à réfléchir.

Pour ce qui est des corrections à apporter, il faut savoir que le NG "constructeur" est donné pour une sensibilité de 100 iso et pour des conditions de prises de vues effectuées aux distances moyennes d'utilisation dans un local offrant des qualités de réflectance (murs et plafonds brillants ou blancs et proches), rarement rencontrées sous terre.

La différence entre cette norme constructeur et la valeur pratique est égale à un diaphragme.

Comment corriger?

\* soit afficher, sur le disque calculateur du flash, la sensibilité inférieure à celle du film utilisé (ex. 50 iso au lieu de 100);

\* soit ouvrir d'un diaphragme;

\* soit calculer le NG pratique à l'aide de la formule:

$$\text{NG prat.} = \text{NG const.} \times \sqrt{\frac{\text{sens. iso pour laquelle NG est calculé}}{\text{sens. iso pour laquelle NG est connu}}}$$

Exemple:

soit à chercher le NG pratique d'un flash dont le NG fabricant est de 32 pour 100 iso. Cela revient à le calculer pour 50 iso:

$$32 \times \sqrt{\frac{50}{100}} = 23 \text{ pour } 100 \text{ iso}$$

Sous terre cette correction suffit rarement, en particulier lorsque les parois sont sombres et éloignées. Le sujet est donc illuminé uniquement par l'éclair direct (pas de réflexion). La chute du NG est importante, généralement 2 ouvertures de diaphragme. Il faut donc repartir du NG précédemment corrigé pour 100 iso et le recalculer pour 50 iso ce qui donne le NG en **CHAMP LIBRE**.

Exemples:

$$23 \times \sqrt{\frac{50}{100}} = 16 \text{ pour } 100 \text{ iso}$$

Si en plus l'appareil est chargé avec un film de 50 iso, qu'en est-il?

$$16 \times \sqrt{\frac{50}{100}} = 11 \text{ pour } 50 \text{ iso}$$

Par contre si l'on utilise une émulsion de 400 iso:

$$16 \times \sqrt{\frac{400}{100}} = 32 \text{ pour } 400 \text{ iso}$$

Nous retrouvons là le NG du fabricant non plus pour 100 iso mais pour 400!

Le tableau ci-dessous simplifie les calculs et donne une lecture directe du NG pratique et du NG pratique en champ libre en fonction de la sensibilité du film utilisé.

| SENSIB.<br>ISO                | NOMBRE GUIDE CONSTRUCTEUR |    |    |     |     |   |     |     |     |     |     |     | SENSIB.<br>ISO  |
|-------------------------------|---------------------------|----|----|-----|-----|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|
|                               | 23                        | 28 | 32 | 36  | 40  | 45  | 50  | 55  | 60  | 65  | 70  | 75  |   |
| 25                            | 8                         | 10 | 11 | 12  | 14  | 16  | 17  | 20  | 21  | 23  | 24  | 26  | 64 à 50<br>100 *<br>200 *<br>250<br>320<br>400<br>800<br>1600<br>3200 |
| 64 ou 50                      | 11                        | 14 | 16 | 18  | 20  | 22  | 25  | 27  | 29  | 32  | 34  | 37  |   |
| 100                           | 16                        | 20 | 23 | 25  | 28  | 32  | 35  | 39  | 42  | 46  | 49  | 53  |   |
| 125                           | 18                        | 22 | 25 | 28  | 31  | 35  | 39  | 43  | 46  | 51  | 54  | 58  |   |
| 160                           | 20                        | 25 | 29 | 32  | 35  | 40  | 44  | 47  | 53  | 58  | 62  | 64  |   |
| 200                           | 22                        | 28 | 32 | 35  | 39  | 45  | 49  | 55  | 59  | 64  | 69  | 74  |   |
| 400                           | 32                        | 40 | 46 | 50  | 56  | 64  | 70  | 78  | 88  | 92  | 98  | 106 |   |
| 800                           | 45                        | 56 | 65 | 70  | 78  | 90  | 98  | 109 | 118 | 129 | 138 | 148 |   |
| 1600                          | 64                        | 80 | 92 | 100 | 112 | 128   | 140 | 156 | 176 | 184 | 196 | 212 |   |
| ↑----- Lecture du NG PRATIQUE |                           |    |    |     |     | Lecture du NG PRATIQUE -----↑<br>en CHAMP LIBRE |     |     |     |     |     |     |   |

\* Suite du tableau pour les sensibilités 125 et 160 iso:

| SENSIB.<br>ISO | NG PRATIQUE EN CHAMP LIBRE |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | SENSIB.<br>ISO      |
|----------------|----------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---------------------|
| 64 ou 50       | 11                         | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 25 | 27 | 29 | 32 | 34 | 37 | 100 *<br>125<br>160 |
|                | 12                         | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 28 | 30 | 32 | 35 | 38 | 41 |                     |
|                | 14                         | 18 | 20 | 23 | 25 | 28 | 32 | 34 | 37 | 40 | 43 | 47 |                     |
| 100            | 16                         | 20 | 23 | 25 | 28 | 32 | 35 | 39 | 42 | 46 | 49 | 53 | 200 *               |

Connaissant un peu mieux le vrai NG du flash, il est facile de trouver le diaphragme à utiliser grâce à l'indispensable formule:

$$\text{NG vrai/DIST (flash-sujet)} = \text{DIAPH}$$

Il en découle évidemment:

$$\text{DIST (flash-sujet)} \times \text{DIAPH} = \text{NG nécessaire}$$

$$\text{NG vrai/DIAPH} = \text{DIST (flash-sujet)}$$

Addition de n nombres-guides:

$$\text{NG} = \sqrt{(\text{NG flash 1})^2 + (\text{NG flash 2})^2 + \dots + (\text{NG flash n})^2}$$

2°) Photographie en extérieur:

Il faut souvent apporter des corrections aux paramètres d'exposition donnés par nos appareils photographiques. En effet, le posemètre ou cellule est calibré pour donner une exposition satisfaisante de sujets offrant un





**Payahe**  
(Ph. B. Monville)



**Papillon de Batu Lubang**  
(Ph. D. Dalger)



**Ternate - Pasar sayur**  
(Ph. B. Monville)





**Batu Putih**  
**(Ph. B. Monville)**



**Batu Putih - P40**  
**(Ph. B. Monville)**

coefficient de réflexion moyen de 20% (qui renvoient vers l'appareil 20% de la lumière qui les éclaire). Cette valeur correspond à la moyenne des sujets que rencontre un appareil durant son existence (paysage campagnard, scènes de rues, photographies de famille, etc...). Incorporé ou non, TTL ou non, le posemètre "raisonne" sur cette base de calcul.

Le problème vient de ce que les sujets les plus intéressants par la matière (neige, sable et eau) ou par la lumière (contre-jour) sortent résolument de cette valeur moyenne. Résultat: les posemètres, aussi sophistiqués soient-ils, se "plantent".

Il faut donc intervenir sur l'exposition.

Par exemple, la neige réfléchit 80% de la lumière incidente alors que le posemètre est calibré pour une réflexion moyenne de 20%. La cellule reçoit donc 4 fois plus de lumière que prévu. Elle va "décider" d'un temps d'exposition plus court ou de la fermeture du diaphragme selon l'automatisme utilisé, conduisant ainsi à la sous-exposition générale de l'image. Personnages, arbres se traduisent par des masses noires, la neige est grise.

L'écart est d'environ 2 diaphragmes ou 2 vitesses ou de manière plus générale 2 Indices de Luminance IL. La solution consiste donc à corriger l'exposition en **SUREXPOSITION** d'une valeur de 2IL, différence entre le coefficient de réflexion de la neige et celui du paysage "standard" pour lequel le posemètre est calibré.

Le même raisonnement peut s'appliquer à tous les sujets hors normes (trop ou pas assez réfléchissants) et à tous les sujets perturbateurs (contre-jours, sources de lumière dans le champ...). Il faut donc:

- **SUREXPOSER** avec un sujet trop réfléchissant, une source lumineuse dans le champ ou un reflet;
- **SOUS-EXPOSER** avec un sujet faiblement réfléchissant.

N.B: corriger de +1IL ou de -1IL revient à ouvrir ou fermer le diaphragme d'un cran (ou à diminuer ou augmenter la vitesse). De même, la sensibilité iso est très pratique en raison de sa progression arithmétique: passer de 50 à 100 iso revient aussi à gagner 1IL, autrement dit une vitesse ou un diaphragme.

Quelles corrections apporter? (Chasseur d'Images n° 64 de 1984).

#### Sujets hors normes

\* **Neige:** paysage enneigé et ensoleillé, peu de forêts: +2IL. Ciel couvert: +1 à +1,5IL. Personnages en pied: +1 à +2IL selon la position du soleil (dans le dos ou à contre-jour). Personnages en gros plan: +0,5 à +1IL; éventuellement, déboucher au flash par le système du fill-in.

\* **Sable clair:** pour les personnages, appliquer une correction voisine de celle nécessaire à la neige. Paysage de sable: de +0,5 à +1IL. Correction inutile sur sable gris et humide. Correction inutile lorsque les rochers occupent une partie importante de l'image.

\* **Paysages:** n'appliquer de correction (en surexposition) qu'en présence d'un ciel très lumineux et en fonction de la pondération propre à votre appareil. Il est toutefois préférable de faire appel à un polarisant ou à un dégradé.

\* **Fond noir:** spectacle ou théâtre avec personnages fortement éclairés se découpant sur fond noir: sous-exposer de -0,5 à -1,5IL, selon l'importance du fond par rapport au personnage.



\* **Reproduction de documents:** utiliser la charte de gris 18% de Kodak ou surexposer de +0,5 à +1IL les documents sur fond clair. Sous-exposer de même les documents sur fond sombre.

### Eléments perturbateurs

\* **Contre-jour:** de +1 à +3IL en fonction de l'intensité de la lumière parasite et de la position de la source dans le champ (tenir compte de la pondération de votre propre boîtier). Si possible, éclairer le premier plan au flash sans appliquer de correction.

\* **Reflets et scintillements spéculaires:** de +1 à +2IL selon l'intensité du reflet et sa position dans le champ.

\* **Spectacles et sports en nocturne:** de +0,5 à +1IL lorsque les spots sont cadrés à la partie supérieure du champ. Jusqu'à +2, voire +3IL lorsque des spots puissants sont cadrés au centre du champ.

\* **Scènes nocturnes:** de +0,5 à +1IL pour des réverbères dans le champ.

### REMARQUE:

Bon nombre d'appareils photographiques utilisés par les spéléologues ne possèdent pas de correcteur d'exposition. On peut tout de même intervenir sur cette dernière en modifiant le diaphragme ou la vitesse ou l'affichage de sensibilité quand la prise de vue est un sujet hors normes. Ainsi afficher 50 iso (alors que du 100 est dans l'appareil) revient à ouvrir d'un diaphragme ou à descendre d'une vitesse.

Bien sûr, **NE PAS OUBLIER** de replacer l'affichage de sensibilité sur 100 si la prochaine vue est du type "standard". Sinon elle sera **SUREXPOSEE**.

Certaines affirmations contenues dans ce chapitre sont à reconsidérer avec la nouvelle génération d'appareils photographiques, bourrés d'électronique et dotés d'automatismes et de programmes en tous genres qui permettent de se sortir assez bien des problèmes évoqués plus haut, mais ce genre "d'usine à gaz" n'est pas l'apanage du spéléologue photographe amateur déambulant sous l'équateur.

## 6.2. VIDEO et ENREGISTREMENT

### 6.2.1. Vidéo:

- caméra CANON VM E2 8mm. Conditionnement: caisse à outils en PVC et rembourrée 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 peut-être possible à Payahe et Weda mais pas à Sagea. Prévues pour une heure de fonctionnement, elles ne tournent que 3/4 d'heure au maximum.

Certaines remarques faites pour la photographie sont également valables en vidéo: on sera très fréquemment amené à intervenir sur l'exposition en forêt et entrée de cavités. Dès qu'un quart du champ est occupé par le ciel (beaucoup plus lumineux), il faut surexposer et utiliser la touche de contre-jour. En tout état de cause, les conditions de prise de vue étant rarement "standard", le lecteur se reportera utilement aux ouvrages spécialisés pour une approche plus complète de ces questions.

#### 6.2.2. 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

Daniel DALGER

LABORATOIRE D'HYDROBIOLOGIE - UNIVERSITE PAUL SABATIER  
118 ROUTE DE NARBONNE - 31062 TOULOUSE CEDEX.

\*

Summary - Expedition budget and some practical information about travelling to Halmahera.

\*

BATUKARST 88 n'a bénéficié d'aucune subvention ou aide financière particulière. La quasi-totalité des dépenses a donc été supportée par les participants à cette expédition. En effet seuls les frais de guidage ont été pris en charge par l'APS.

Nous remercions chaleureusement la compagnie UAP d'avoir accepté d'assurer gratuitement notre matériel pour une valeur de 70000 francs.

### 7.1. BUDGET

Etabli sur la base d'un séjour de un mois pour six personnes, ce budget exclut les frais:

- de matériel collectif APS des expéditions précédentes (cordes, moustiquaires, carnets topographiques...);
- de matériel prêté par les membres de l'APS (canots pneumatiques, pompe Draeger, pHmètre, équipement spéléologique);
- personnels tels que chaussures, sac à dos, passeport, vaccinations, matériel vidéo et photographique, pellicules.

| Dépenses (FF)                      | Financement (FF)     |
|------------------------------------|----------------------|
| * Transports internationaux: 39000 | * Apports personnels |
| * Transports intérieurs: 16200     |                      |
| * Hébergement-intendance: 7200     |                      |
| * Guidage-frais collectifs: 6000   |                      |
| Total: 68400                       | 68400                |

Le détail des dépenses est présenté un peu plus loin.

## 7.2. BUDGET POST-EXPEDITION

| Dépenses (FF)  |       | Financement (FF)      |       |
|----------------|-------|-----------------------|-------|
| * Publication  | 18000 | * CoGESF-FFS          | 10000 |
| * Montage      | 3000  | * Fond APS - vente    | 8000  |
| audio - visuel |       | * rapports précédents |       |
| * Film Video   | 5000  | * Apports personnels  | 8000  |
| Total          | 26000 |                       | 26000 |

Nous tenons ici à remercier tout particulièrement la CoGESF - FFS pour son aide qui contribue à la publication de ce nouveau rapport, et dont nous bénéficions pour la quatrième fois.

## 7.3. RENSEIGNEMENTS PRATIQUES

Pour toutes les informations "classiques" (formalités administratives, transports, horaires, hébergement, etc...), le lecteur se reportera aux rapports Thaï-Maros 85 et 86. Nous nous limiterons à l'actualisation des tarifs et à quelques renseignements concernant l'accès à Batu Lubang et notre séjour en brousse.

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)
  - Quévy <---> 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 intérieurs

- Avion (Cie Garuda) Jakarta ---> Ujung Pandang 160500 Rp
- Avion (Cie Merpati) Ujung Pandang ---> Jakarta 123500 Rp (surchage 1800 Rp/kg)
- Avion (Cie Bouraq) Ujung Pandang <---> Ternate 255400 Rp
- Bateau Ternate (Bastion) <---> Payahe 5000 Rp
- Taxi aéroport Ujung Pandang ---> Bantimurung
  - 1000 Rp (2 pers)
  - 10000 Rp (6 pers)
- Taxi Bantimurung ---> aéroport Ujung Pandang 10000 Rp (9 pers)
- Taxi hôtel ---> aéroport de Ternate 6000 Rp (6 pers)

## Guidage

- Taxi charter Bantimurung <---> Ujung Pandang (7 pers): 20000 Rp/j
- Taxi charter à Ternate (6 pers): 20000 Rp/j
- Porteur Payahe ---> Weda 10000 Rp (portage) + 1000-1500 Rp (nourriture et cigarettes)
- Moto Payahe ---> Weda 10000 Rp
- Pirogue charter Weda ---> Sagea 50000 Rp (6 pers)
- Pirogue charter Sagea ---> Weda 40000 Rp (6 pers)
- Location de la pirogue Sagea <---> Batu Lubang 5000 Rp/j
- Salaires des guides 8600 Rp/pers/j
- Nourriture des guides 1600-1700 Rp/pers/j

## Hébergement

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

## Nourriture

- En ville [ le petit déjeuner 200-300 Rp  
le repas 1000-1500 Rp ] -> 2000-3300 Rp/pers/j
- En jungle 1600-1700 Rp/pers/j

## Divers

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

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

|                                   |                                    |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| Transports Toulouse <---> Jakarta | 6400 F (hors assurance annulation) |
| Séjour sur place                  | 4900 F (hors souvenirs personnels) |
|                                   | -----                              |
| Total                             | 11300 F                            |

A cette somme peuvent s'ajouter des frais tels que ceux mentionnés en 7.1.

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

|                  |  |
|------------------|--|
| 1 FF = 220 Rp    | ] -> 1 US\$ = 7,60 FF (6 FF en France) |
| 1 US\$ = 1673 Rp |  |

L'accès à Ternate ne pose aucune difficulté particulière avec les lignes régulières officielles, aériennes et maritimes. On gagne ensuite facilement par



bateau Payahe. Les problèmes apparaissent pour rejoindre Weda distante de 25km de Payahe. L'absence d'une liaison régulière impose le recrutement de porteurs ou la location de motocyclettes avec leurs pilotes. Toutefois, la réfection de la piste au départ de Payahe laisse supposer la mise en service d'une "future ligne".

Le jeu de la concurrence exige une très grande patience car les pourparlers peuvent durer une journée entière. Devant les tarifs prohibitifs des deux roues, nous avons opté pour la marche à pied.

Conseils ou suggestions:

- de jour, départ si possible avant le lever du soleil (6<sup>H</sup>) et arrivée 6 à 7 heures plus tard. Transpiration assurée et aucune possibilité de ravitaillement en eau potable;
- pour les romantiques du clair de lune à Maubeuge, la ballade nocturne est plus agréable avec la fraîcheur;
- s'assurer que tous les porteurs sont aptes à ce type d'efforts pour ne pas se retrouver en surcharge;
- de même que lors des grands prix de Formule 1 la différence réside dans les pneumatiques, l'état des chaussures et des pieds conditionne le plaisir ou le calvaire de la marche pédestre (cf Médical FB et DD). Les pédicures locaux faisant cruellement défaut, il est donc important d'en prendre soin en brousse en évitant notamment les séjours prolongés dans la rivière.

L'installation du camp est assurée par les Indonésiens. Si l'on n'a pas ou plus l'âme d'un scout, leur faire confiance pour la construction d'un abri efficace, d'une table et de bancs avec les matériaux locaux: arbres, bambous, feuilles de palmiers... Ils font aussi office de cuisiniers et de gardiens contre d'éventuelles mauvaises rencontres.

Le ravitaillement est fonction du nombre de participants, de la durée du séjour et de la capacité de la pirogue louée à Sagea. Cependant il n'est pas nécessaire d'en amener la totalité au camp car les Indonésiens s'en chargent très bien eux-mêmes en empruntant avec 1 ou 2 sacs à dos le chemin qui longe la rivière.

Pour améliorer la monotonie de l'ordinaire (riz, pâtes, sardines en boîtes) emporter des aliments déshydratés (soupes, purée...) ou en boîtes (fromages). A Sagea, on trouve oeufs, poulets, biscuits, noix de coco, bananes, papayes, ubicailou, lait concentré (vérifier la date de consommation et laver les boîtes à cause des rats).

Les amoureux de la pêche en rivière peuvent s'adonner à leur loisir dans une eau très limpide (en l'absence de crue) s'ils prévoient le matériel adéquat (fil, hameçons, plombs...).

Enfin **NE PAS** oublier un dictionnaire français-indonésien,..et vice-versa!

\*

## 8 . L'ERUPTION DU GUNUNG MAKIAN

François BROUQUISSE

DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'EQUIPEMENT - SERVICE HYDRAULIQUE  
3 RUE LORDAT - 65013 TARBES CEDEX

\*

**Summary** - The Gunung Makian volcano which has been dormant since 1890, suddenly awoke after some premonitory signs, during the month of July 1988. We were lucky to witness one of its main eruptions. The present report gives a short description of the Makian volcano and its activities since the sixteenth century.

\*

### 8.1. INTRODUCTION

Endormi depuis 1890, le volcan de Pulau Makian s'est brusquement réveillé après 98 ans. Témoins privilégiés, comme plusieurs milliers d'indonésiens, de cette éruption, nous avons eu la chance extraordinaire non seulement de nous trouver là au bon moment mais aussi de pouvoir en ramener quelques documents photographiques saisissants.

### 8.2. PRESENTATION DU GUNUNG MAKIAN

#### 8.2.1. Milieu physique

Parmi les quelques 500 volcans d'Indonésie, 129 sont considérés comme des volcans actifs et un peu moins de 80 ont eu au moins une éruption depuis l'an 1600. Le G.Makian appartient à ce dernier groupe.

Située juste au dessous de l'équateur, à une quinzaine de km de la côte ouest d'Halmahera, Pulau Makian fait partie d'un arc insulaire volcanique (fig.8-1).

Quasiment circulaire, P.Makian a 10 km de diamètre et culmine à 1357 m. Au-dessus de 800 m ses pentes deviennent raides jusqu'à un vaste cratère irrégulier au fond duquel se trouvait, 600m en contrebas, un lac d'eau douce permanent très peu profond, de quelques hectares. Deux profonds thalwegs entaillent l'édifice volcanique jusqu'à la mer, vers l'est et le nord. On notera l'existence d'une source d'eau chaude (41°C) en bordure de la côte près du village de Peleri (fig.8-2).

Les volcans, de cet arc quaternaire édifié à la faveur de la subduction de la plaque océanique de la mer des Moluques, sous la plaque continentale d'Halmahera (fig.8-3), dont deux des plus voisins du G.Makian sont encore actifs (Tidore et Ternate), sont constitués de matériaux récents. Datant de quelques

milliers d'années au plus, des brèches et des laves andésitiques et basaltiques, des tufs et cendres constituent l'essentiel de ces édifices volcaniques. Le G.Sabale, l'un des points culminants de P.Makian a notamment fourni des tufs gris-jaunâtres à gris, de granulométrie moyenne à grossière, contenant localement des ponces et des intercalations de sable sans cohésion. En dehors de très importants dépôts de coulées pyroclastiques, il faut noter un affleurement de matériaux plus anciens: brèches basaltiques, laves et tufs rapportés au Pléistocène (2).

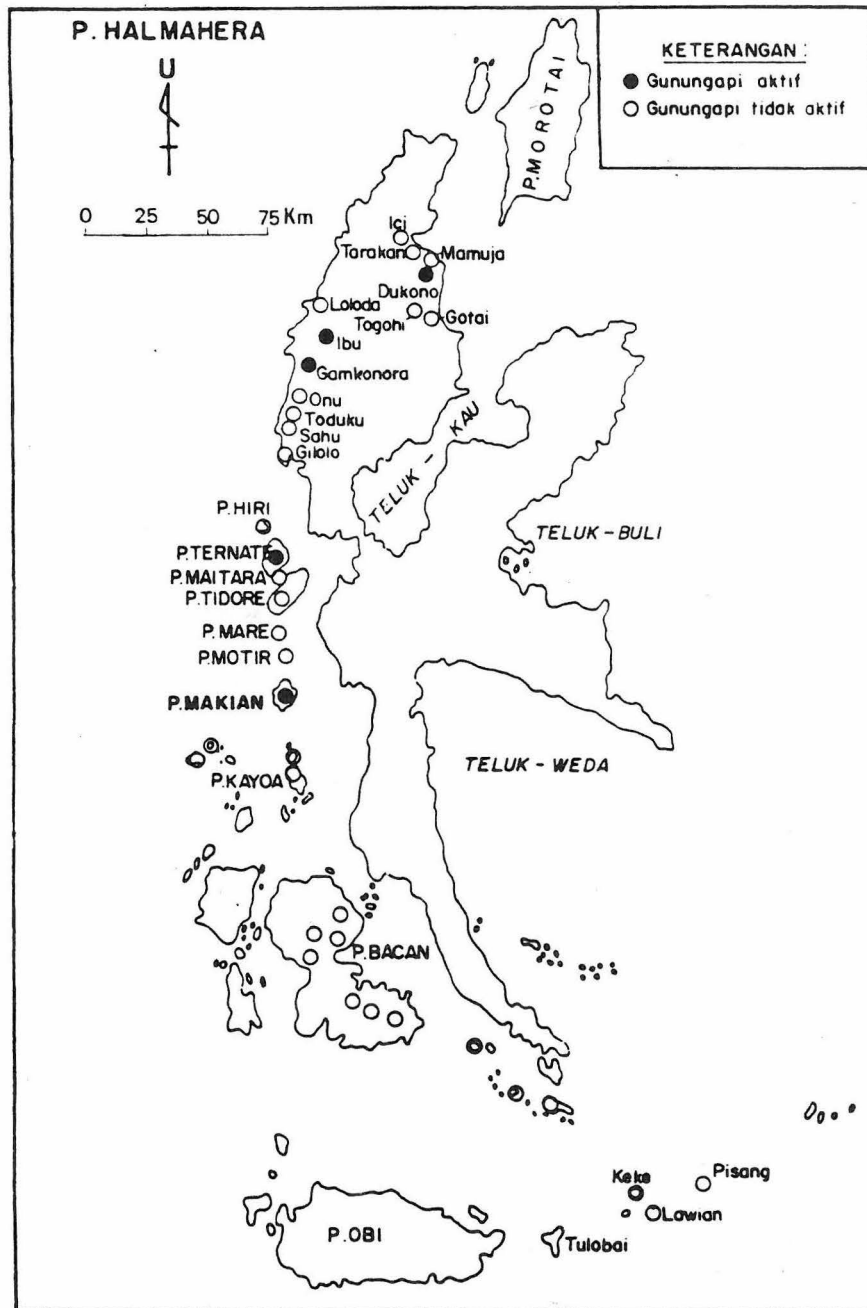


Fig.8-1 -L'arc volcanique des Moluques du Nord - (1)  
 ● Volcan actif      ○ Volcan non actif

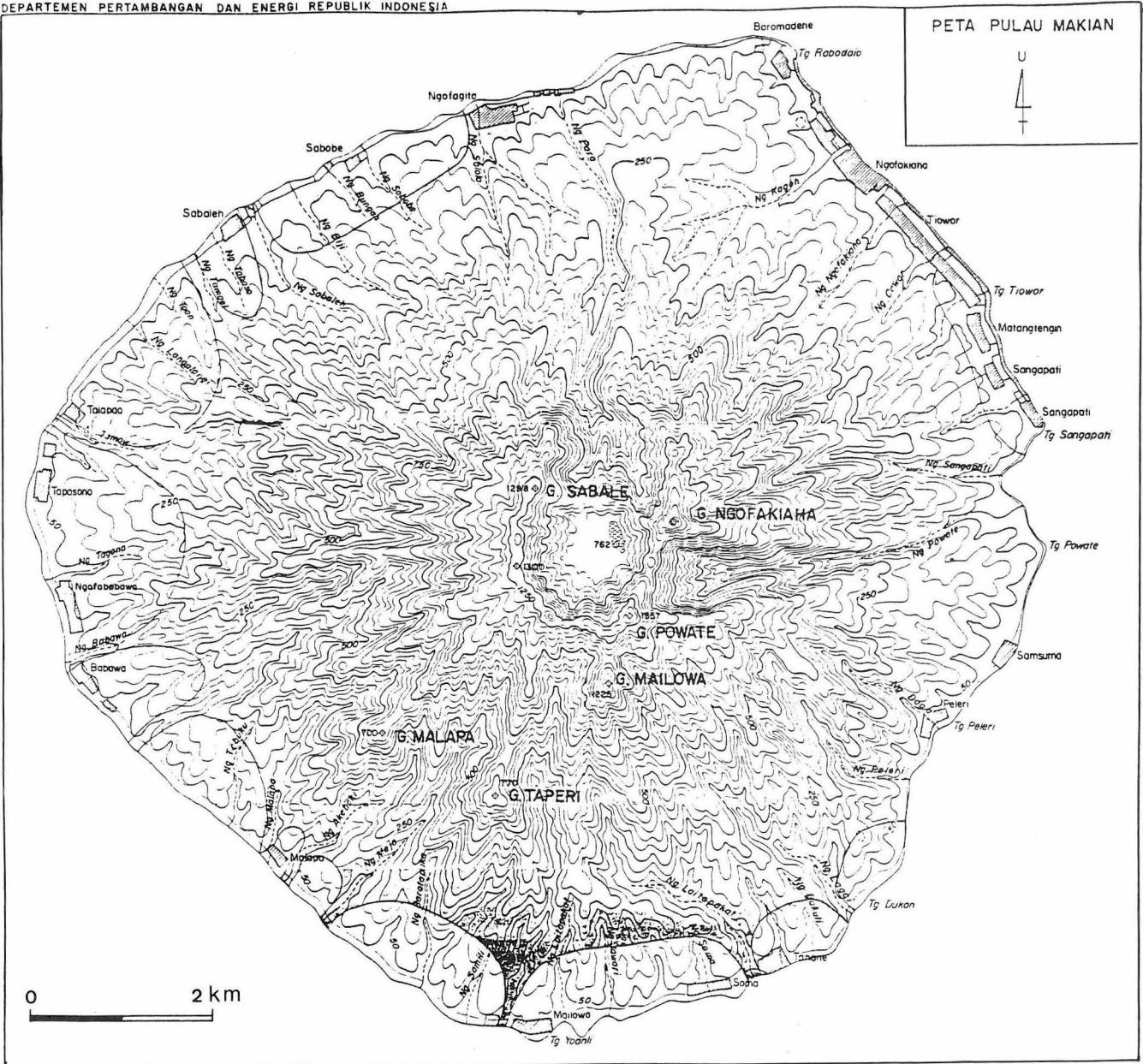


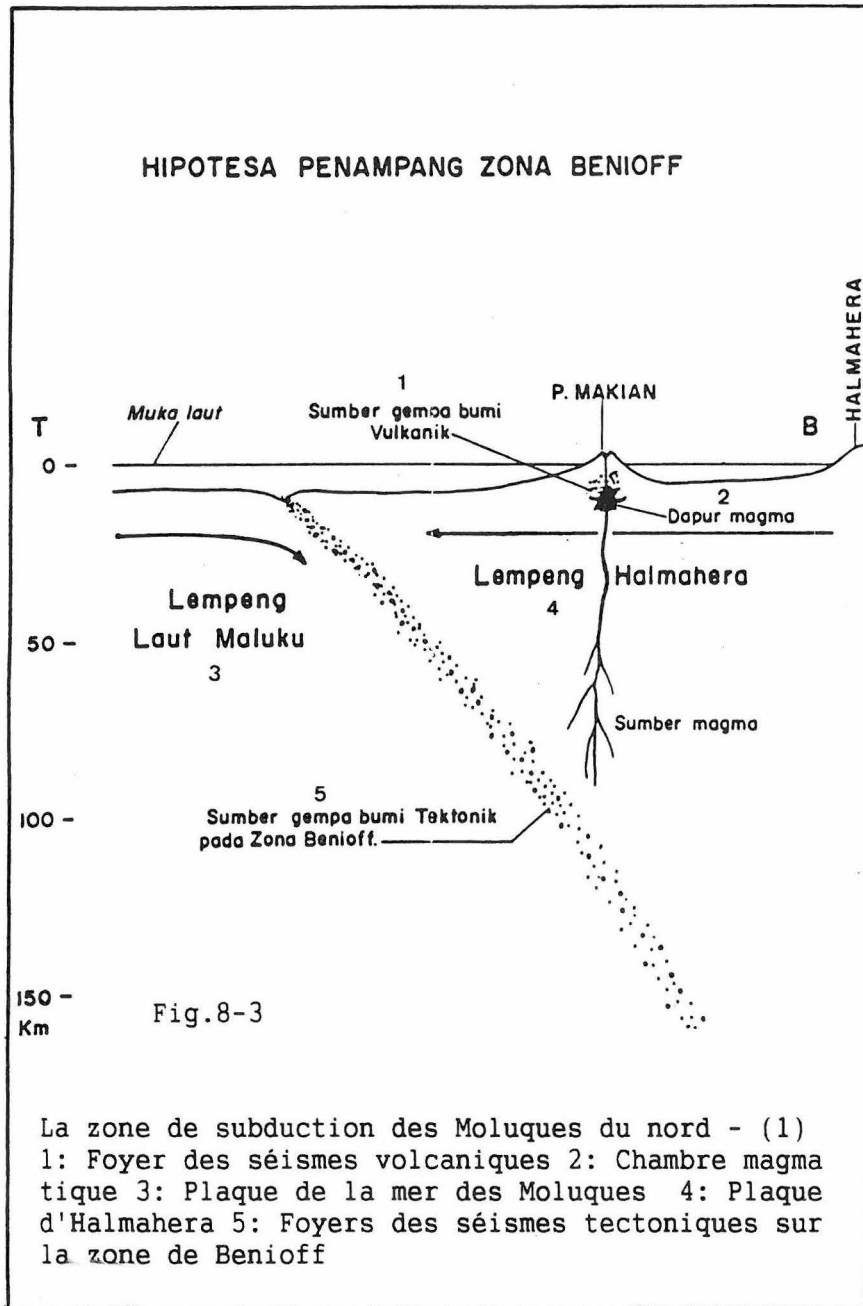
Fig.8-2 - L'île de Makian - (1)

8.2.2. Environnement humain

Au nombre de 17000 en 1973, les habitants de P.Makian n'étaient plus que 11000 en 1985. Le gouvernement indonésien favorise une émigration locale vers Halmahera dont le but est de soustraire les populations aux zones à risques volcaniques importants. Cela ne semble pas aller sans poser quelques problèmes, le danger n'étant pas toujours bien mesuré par les habitants, et l'abandon de terres fertiles difficilement admis. En réalité le refus semble davantage culturel, l'attachement à la terre des ancêtres étant profondément ancré chez les Makianais.

Les principales ressources sont des cultures (plantations de cocotiers et girofliers), la pêche, l'élevage (chèvres), ainsi qu'un petit commerce traditionnel.(1)





### 8.3. HISTORIQUE DE L'ACTIVITE DU GUNUNG MAKIAN

La plus ancienne éruption, de mémoire d'homme date du 16ème siècle. La nouvelle phase d'activité qu'a connue le G.Makian en juillet et août 1988 est la dixième répertoriée. Les descriptions qui nous sont parvenues sont en général assez succinctes et ne permettent guère une caractérisation physique précise du phénomène. La chronologie peut en être établie comme suit:

**1550:** Une éruption se produit avec destructions et pertes dont l'importance n'est pas précisée.

**1646:** Une nouvelle éruption "épouvantable", avec projection de matériaux pyroclastiques et des bombes de grande taille, provoque la panique, la destruction de nombreux villages, et des victimes.

1760-1761: Le 22 septembre, un nouvel épisode fait 2000 à 3000 morts. De nombreux villages sont à nouveau anéantis; 5000 personnes fuient, certaines jusqu'à Ternate, où en plein jour les retombées de cendres sont telles qu'il faut "allumer les chandelles". Quand, au mois d'avril 1761, une nouvelle explosion a lieu, il n'y a plus personne dans l'île qui ne sera à nouveau colonisée que 7 ans plus tard...

1861: C'est le 26 décembre 1861 qu'un grondement prémonitoire en provenance du cratère provoque la fuite de 6000 personnes vers P.Moti et d'autres îles voisines. Du 28 au 31 décembre laves et nuées ardentes sont vomies dans toutes les directions; 15 villages sont complètement ensevelis tandis que l'on dénombre 300 victimes, plus les disparus en mer pendant qu'ils s'enfuyaient.

C'est sur cette éruption que l'on a semble-t-il le plus d'informations:

A Tidore, 75 habitations s'écroulent sous le poids des cendres (l'île de Tidore se trouve pourtant à 30 km de P.Makian).

A Ternate, (à plus de 40 km de P.Makian), on entend tout au long de la nuit du 28 au 29 décembre, les grondements accompagnés de "coups de canon" venant du sud; le 29 décembre, vers 6h30, heure locale, des cendres volcaniques fines commencent à s'abattre, jusque dans l'après-midi du 30 où leur accumulation provoquera la rupture des branches d'arbres.

A Minahasa (Sulawesi nord), à 250 km, sont également perçus les grondements accompagnés de lueurs. Le matin du 30 décembre, commencent des chutes de cendres apportées par le vent, qui se poursuivront pendant 36 heures.

Enfin à Ambon et Banda, à 500 km au sud de P.Makian, on entend le bruit du phénomène les 29 et 30 décembre!

1862: Une petite éruption vraisemblablement de nature phréatique se produit en octobre.

1863: Nouvelle éruption phréatique entre le 25 et le 31 août.

1864: Autre éruption phréatique au mois d'octobre.

1890: C'était la dernière éruption historique jusqu'à cet été. On sait seulement qu'elle eut lieu les 29 et 30 juin et occasionna pertes humaines et destructions de villages. Tandis que les habitants s'enfuirent vers P.Moti, de Ternate on aperçoit les nuages de fumée, des lueurs et des éclairs.

Une surveillance sporadique du cratère est menée en 1952, 1963, 1969 et depuis les années 80. En fait une politique de surveillance effective commence à être mise en place à partir de 1973. Un sismographe est installé à 2 km de Ngofakiaha, complété en 1977 par un nouvel appareil de type électromagnétique. En 1982 est créé sur l'île voisine de Moti une station d'observation permanente équipée elle aussi d'un sismographe électromagnétique. Séismes et tremblements de terres sont enregistrés et les données analysées au Directeurat de Vulcanologie de Bandung.(1)

#### 8.4. CARACTERISTIQUES DU G.MAKIAN

D'après ADJAT SUDRAJAT (1) le volcanisme du G.Makian est principalement de caractère explosif, souvent phréatomagmatique, parfois simplement phréatique, avec des épisodes effusifs. Quant au type éruptif il le rapproche de celui de la Soufrière de St Vincent ou du Vulcano, les coulées pyroclastiques, (surtout les nuées ardentes) étant considérées comme le trait principal des manifestations du G.Makian.

La synthèse éditée en 1986 sur le G.Makian indique que moins d'une dizaine de secousses sismiques tectoniques sont généralement enregistrées chaque mois, mais que l'on dépasse parfois la centaine; par contre les secousses sismiques d'origine volcanique sont plus rares, de 1 à 3 par mois.

Le G.Makian présente des caractères différents de son proche voisin le G.Gamalama, sur l'île de Ternate, 40 km plus au nord, mais se rapproche pour ce qui est du danger éruptif du G.Colo sur P.Una-una, à Sulawesi centre (3,4).

## 8.5. POLITIQUE DE PROTECTION DES POPULATIONS

Les autorités indonésiennes ont essayé de mettre sur pied une politique visant à assurer la protection des biens et des populations. Elle se traduit à deux niveaux:

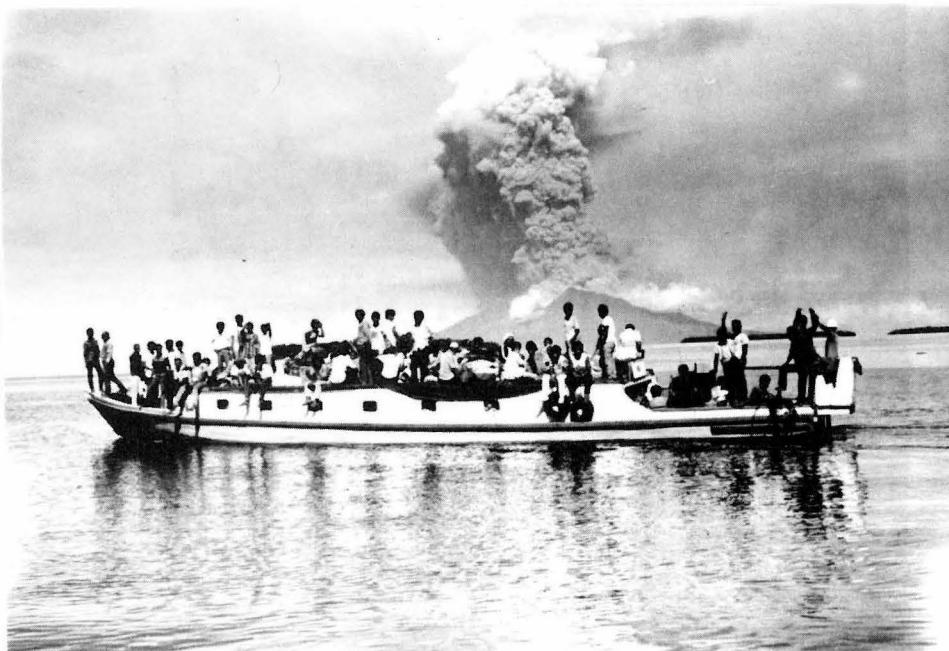
D'une part, dans l'étude et la surveillance du volcanisme du G.Makian et l'élaboration d'une carte de zones de risques volcaniques. La délimitation de ces zones est basée sur un certain nombre de critères, notamment l'extension des coulées pyroclastiques des éruptions anciennes. La surveillance est également orientée sur la détection des signes prémonitoires.

D'autre part, par la politique de limitation des populations dans les zones à risques. Depuis 1975, par contingents successifs, une partie des habitants de Makian a été installée sur la région de Malifut à Halmahera où les "transmigrants" et les jeunes nés depuis leur installation, sont au nombre de 13000, soit un peu plus de 50% de la population originaire de l'île.(1)

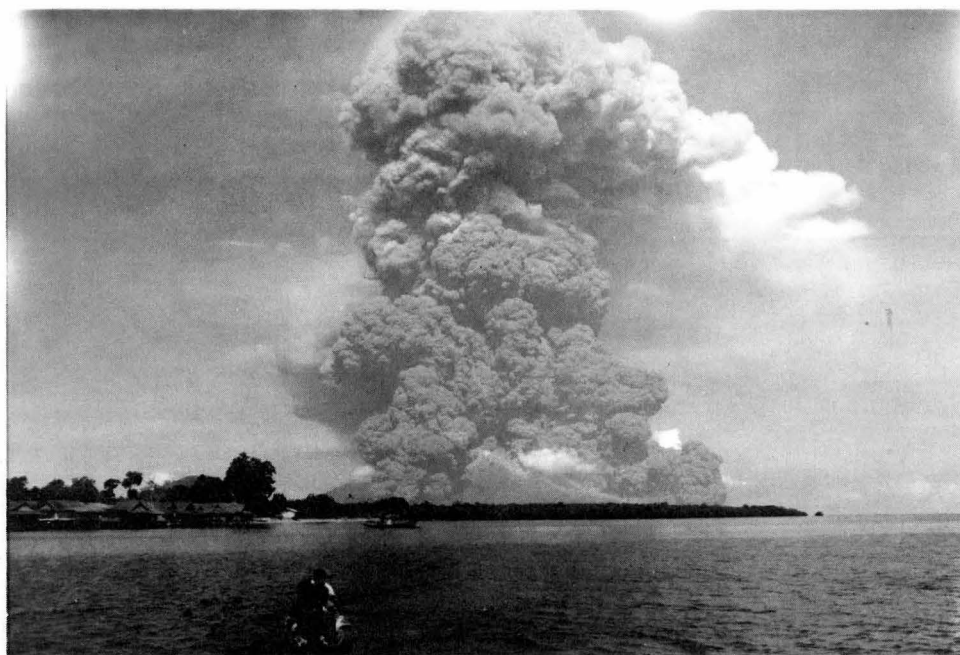
## 8.6. L'ERUPTION DE JUILLET 1988

Sommeillant depuis 98 ans, le G.Makian s'est à nouveau manifesté le 17 juillet avec l'émission de vapeurs blanches puis de panaches de plus en plus chargés de cendres. Cette nouvelle phase d'activité allait se poursuivre et le 29 juillet deux grands nuages de cendres étaient expulsés du G.Makian, montant jusqu'à près de 16 km et atteignant Ternate (5,6). C'est le lendemain le 30 juillet, que de retour de Batu Lubang nous allions assister à une troisième très impressionnante éruption. La veille, arrivant à Weda nous avons appris le réveil du G.Makian; les bruits les plus alarmants y circulaient: nombreuses victimes, plus de bateaux, ... Arrivés à pied, de nuit, sur Payahe, nous avons alors aperçu le panache sortant du Makian, illuminé de temps à autre par des éclairs. Beaucoup d'animation régnait à Payahe qui avait accueilli une partie des Makianais évacués: pas de victimes, mais depuis 13 jours les gens attendaient... Le gouvernement avait apparemment interdit la navigation dans le secteur, mais heureusement pour nous, la liaison Payahe-Ternate continuait à fonctionner.

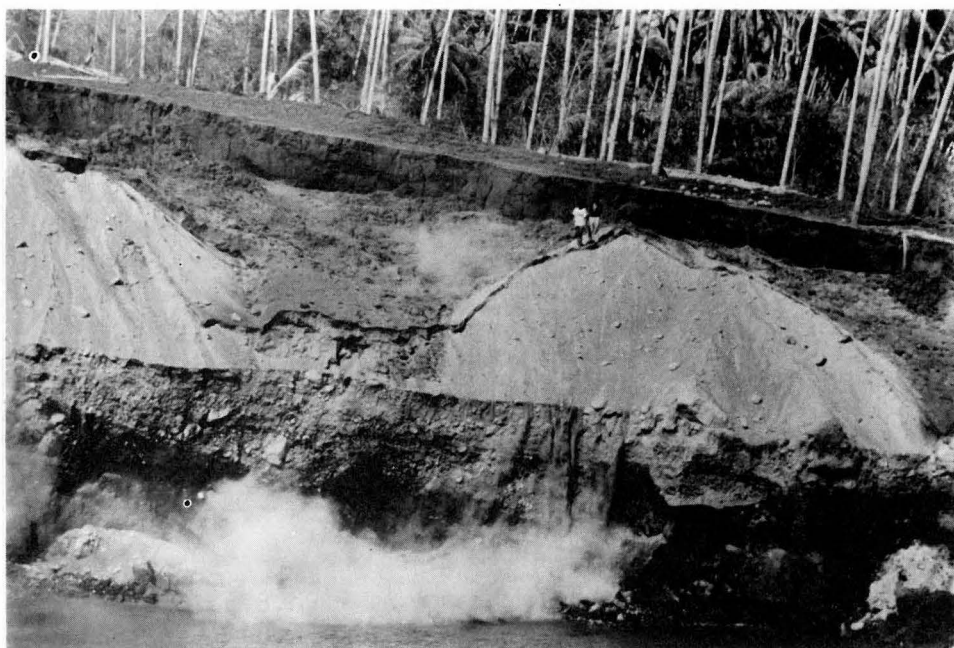
Ce matin du 30 juillet nous embarquons vers 8h30; le Makian fume doucement; une demi-heure plus tard il commence à s'agiter. Tandis que nous nous rapprochons de P.Woda et des îlots voisins d'où s'enfuient en pirogue quelques habitants retardataires, des grondements assourdis accompagnés d'éclairs se font entendre, et brusquement le phénomène s'amplifie: des volutes grises et noires lourdement chargées montent à l'aplomb de Makian et grossissent de minute en minute. En moins d'un quart d'heure un gigantesque panache de cendres, ceinturé vers sa base d'un double nuage blanc de condensation en forme de disque-évoquant de façon saisissante le champignon d'une explosion atomique- s'élève jusqu'à 10000, peut-être 15000 m d'altitude, puis s'épanouit jusqu'à la verticale de notre embarcation: il est 10 h, nous sommes à 18 km de l'île et le



Ph.8.1  
Pulau Makian  
(Ph.K.Brouquisse)



Ph.8.2  
Pulau Woda évacué  
(Ph.K.Brouquisse)

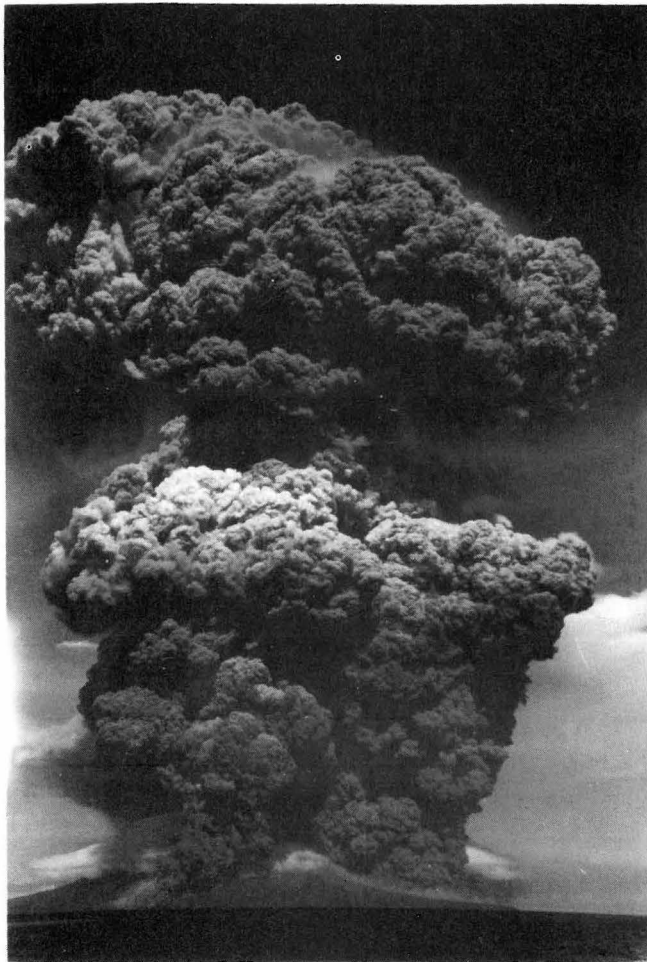


Ph.8.3  
Dépôts de coulée  
Pyroclastique (nuées)  
surmontés de coulées  
de boue (plus foncée)  
- Vallée Para -  
(Ph.K. et M.Krafft)

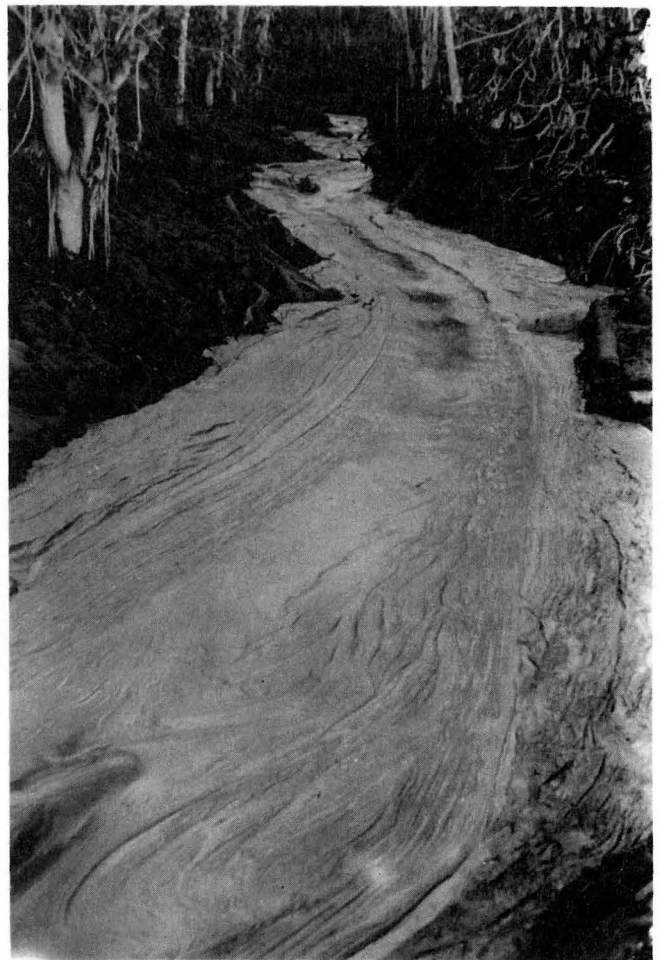




Ph.8.4  
Ouest de l'île: dépôts de cendres; plantations et villages détruits à 100%  
(Ph.K. et M.Krafft)



Ph.8.5  
Eruption du 30 juillet 1988  
(Ph.K.Brouquise)



Ph.8.6  
Coulée de boue (Sabaleh)  
(Ph.K. et M.Krafft)

panache couvre bien une quarantaine de km! Un léger vent du sud pousse les cendres vers P.Moti. Sur Makian on distingue très nettement au nord et à l'est deux grandes nuées ardentes. Tout à l'heure nous les avons vues se former vers le haut, bougeonner quelques instants, puis brusquement, à une vitesse stupéfiante, dévaler les 4 ou 5 km séparant le cratère de la mer: le tout n'a pas duré plus de une à deux minutes, soit une vitesse de propagation de 150 à 300 km/h!

Pendant que nous nous éloignons, le panache commence à se dissiper en altitude. De nouvelles bouffées explosives et noirâtres continuent à se produire tous les 3/4 heure à 1 heure et, tandis que P.Makian disparaît complètement sous les fumées, P.Moti se voile, et sur Mare et Tidore les nuages noircissent des cendres poussées par le vent.

L'activité du G.Makian continuera en décroissant pendant le mois d'août, d'abord par de petites explosions puis par de faibles émissions de vapeurs blanches. Quotidiennement une moyenne de 17 secousses volcaniques et de 7 séismes tectoniques sera enregistrée (4).

Si aucune victime ne sera à déplorer, car les signes précurseurs ont permis l'évacuation de la population, les destructions seront importantes. Le bétail resté sur l'île sera pris au piège des cendres et coulées de boues et une grande partie des villages et plantations détruite. Nuées ardentes et coulées de boue auront emprunté les deux principaux ravins au nord et à l'est du cratère, tandis que les chutes de cendres auront occasionné les dégâts les plus considérables à l'ouest de l'île épargnant cependant certains secteurs à l'est.

## 8.7. BIBLIOGRAPHIE ET DOCUMENTATION

- (1) G.Makian - N°110 - 1986 - Berita Berkala Vulcanologi - Editi khusus - Republik Indonesia - Departemen Pertambangan Dan Energi - Direktorat jenderal geologi dan sumberdaya mineral - Direktorat Vulcanologi - Adjat SUDRAJAT- 37p + 1 carte hors-texte
- (2) Explanatory text of Ternate quadrangle, North Maluku: Geologic map of the Ternate quadrangle, North Maluku - T.APANDI and D.SUDANA - 1980
- (3) Volcans et éruptions - Maurice KRAFFT - Le temps de la découverte - Hachette - 1985 - 93p
- (4) Objectifs volcans - Katia et Maurice KRAFFT - Nathan Image - 1988
- (5) Sean Bulletin - V13 N°8 - August 31, 1988 - p.6 - Makian Volcano
- (6) Kompas - Sabtu 30 juli 1988 - N°32 - Tahunke-24 - Halaman XII - "Kiebessy meletus lagi" - (Quotidien)
- (7) Carte TPC - L12CG - 1/500000

\*

Je tiens ici à remercier tout particulièrement Katia et Maurice Krafft pour l'aide qu'ils m'ont apportée, la documentation volcanologique sur laquelle repose l'essentiel de l'article, la correction du manuscrit et les clichés qu'ils m'ont autorisé à utiliser.

\*

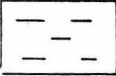

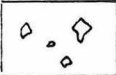
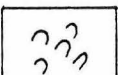

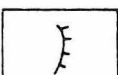

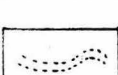
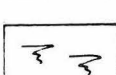
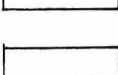
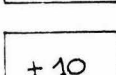
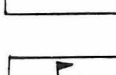
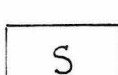


# A1 . TOPOGRAPHIE ET DOCUMENTATION






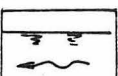
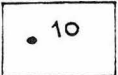
François BROUQUISSE

\*

## 1. Légendes des figurés utilisés pour les plans

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

## 2. Légende des figurés utilisés pour la coupe développée

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

## 3. 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

#### 4. 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 KOBE -Lembar 100/XVII  
GOTOWASI -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 1987 - 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

\*

## A2 . JAUGEAGE

François BROUQUISSE

DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'EQUIPEMENT - SERVICE HYDRAULIQUE  
3 RUE LORDAT - 65013 TARBES CEDEX

\*

Summary - Various waterflow measurements methods are presented, such as pail, float, chemical gauging and watercurrent meter.

\*

### 1. INTRODUCTION

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 m<sup>3</sup>/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...

### 2. LA POSITION DU PROBLEME

#### 2.1. L'évaluation

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 passe entre 300 et 600 l/s".

#### 2.2. 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.

### 2.3. 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.

### 2.4. 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.

## 3. LES MODES OPERATOIRES

### 3.1. Contexte

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...

### 3.1. Formule du seuil déversant

On n'utilisera qu'une formule:  $Q = mlH \sqrt{2gH}$

Q: débit en m<sup>3</sup>/s

m: coefficient de débit du seuil

l: largeur du seuil

H: charge sur le seuil, en m

g: accélération de la pesanteur, en m<sup>2</sup> /s

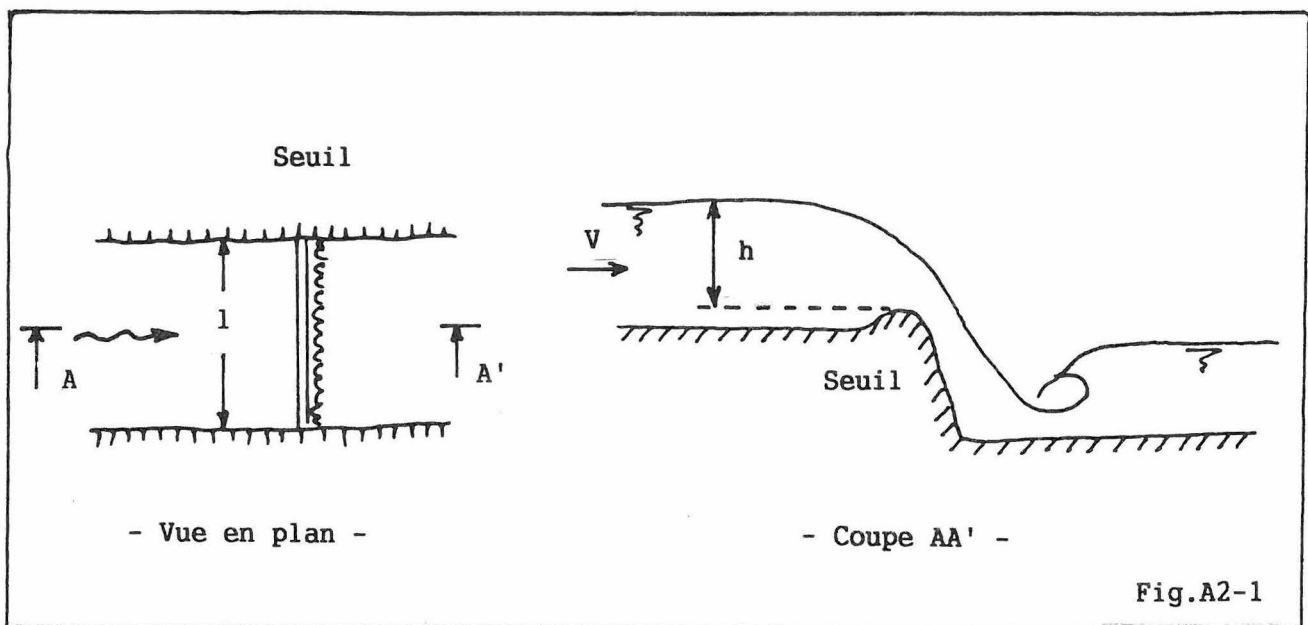
En pratique: on prendra: m = 0,4 g = 10 H = h: hauteur d'eau sur le seuil, mesurée en amont de la lame déversante avant abaissement du niveau d'eau; soit:

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

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 (Fig.A2-1).

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.

### 3.3. 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).

### 3.4. 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 répétés 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 (Fig.A2-2): 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 0,6.

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



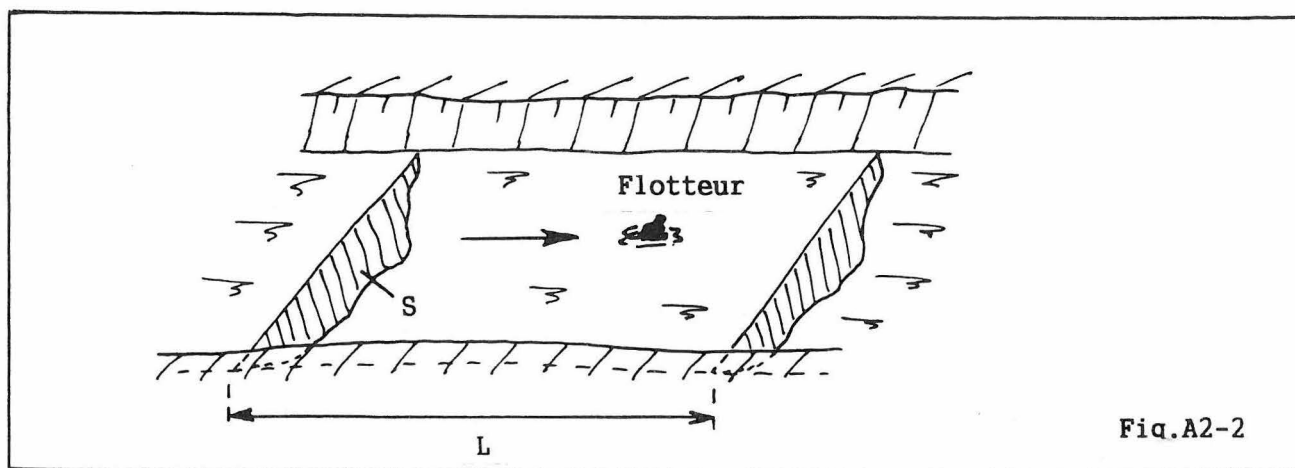
-> Il faut ensuite déterminer la section mouillée, ou section d'écoulement moyenne du bief. Si l'on a un bief de section à peu près rectangulaire, la surface est:

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

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, on peut espérer atteindre moins de 50% d'erreur.

### 3.5. 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 (Fig.A2-3, formule 1)

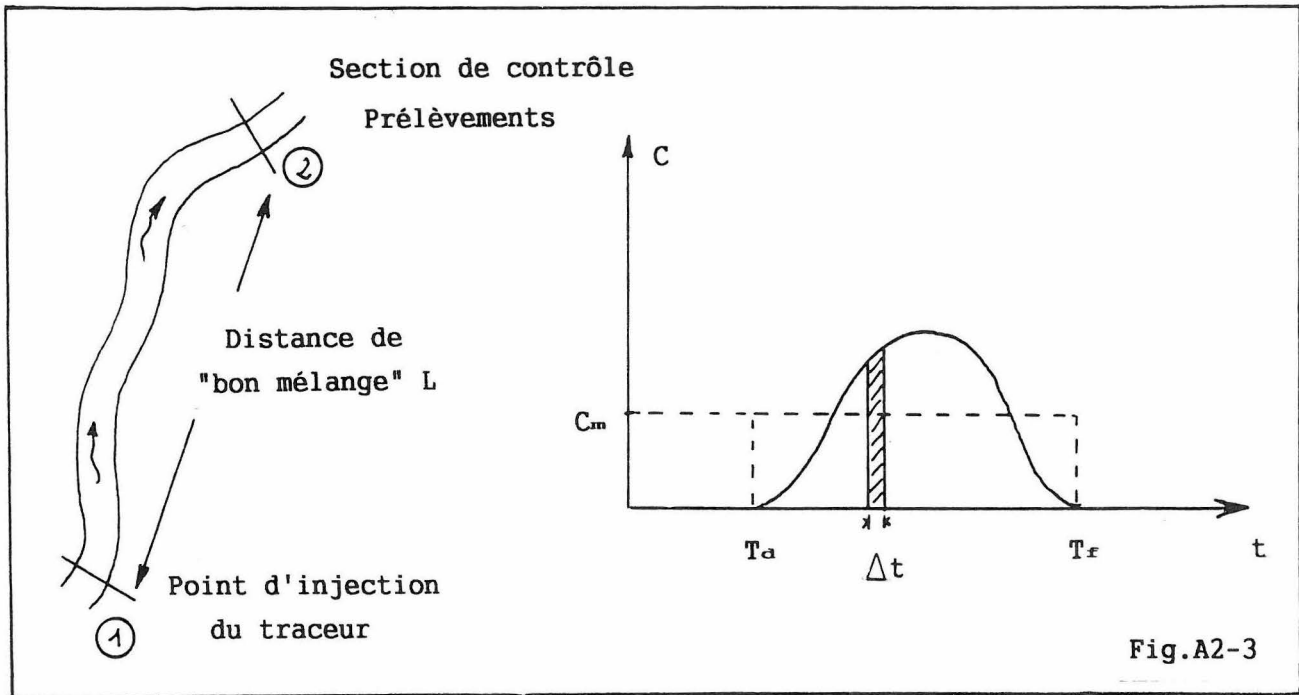


Fig.A2-3

En (1) :  $m_1 = C_1 V_1$

En (2) :  $m_2 = C_2 V_2$

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

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

$C_m$ : 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 30%

### 3.6. 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.

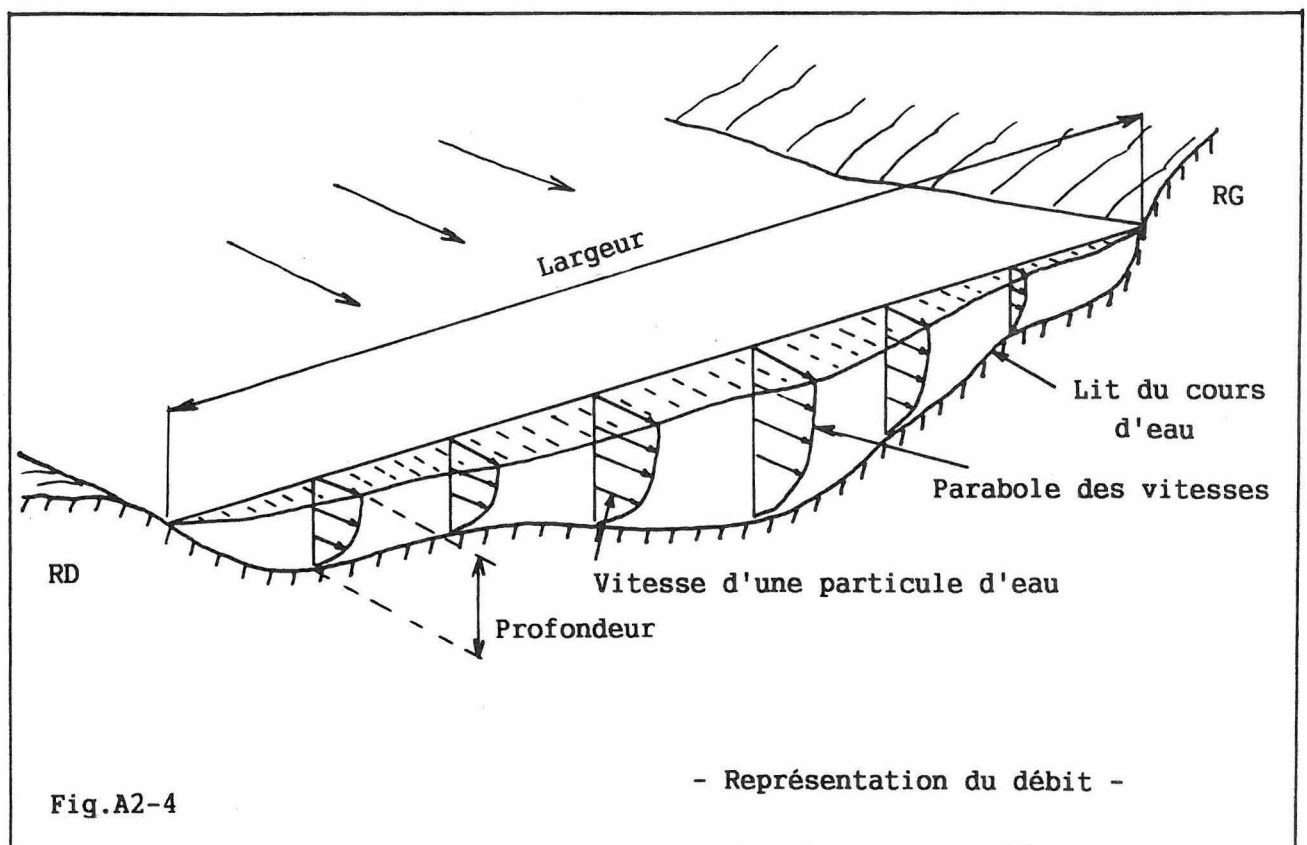
# On opère ensuite en deux temps:

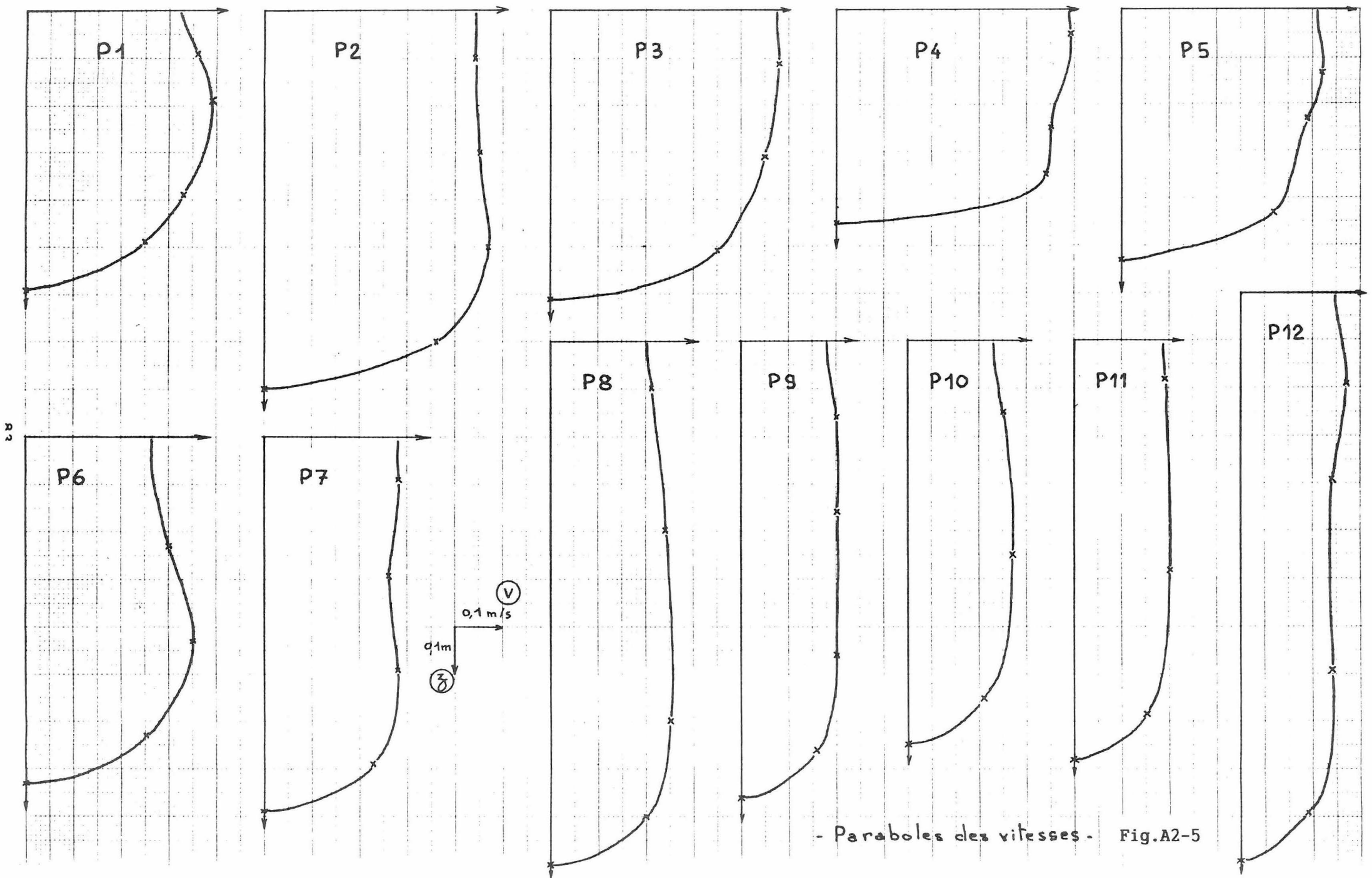
- Tracé des paraboles des vitesses et calcul du débit unitaire (ou surfacique). (Fig A2-1)

- 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 - Fig.A2-5



Jaugeage : Rivière de Sagea = entrée du canyon  
27.07.88

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

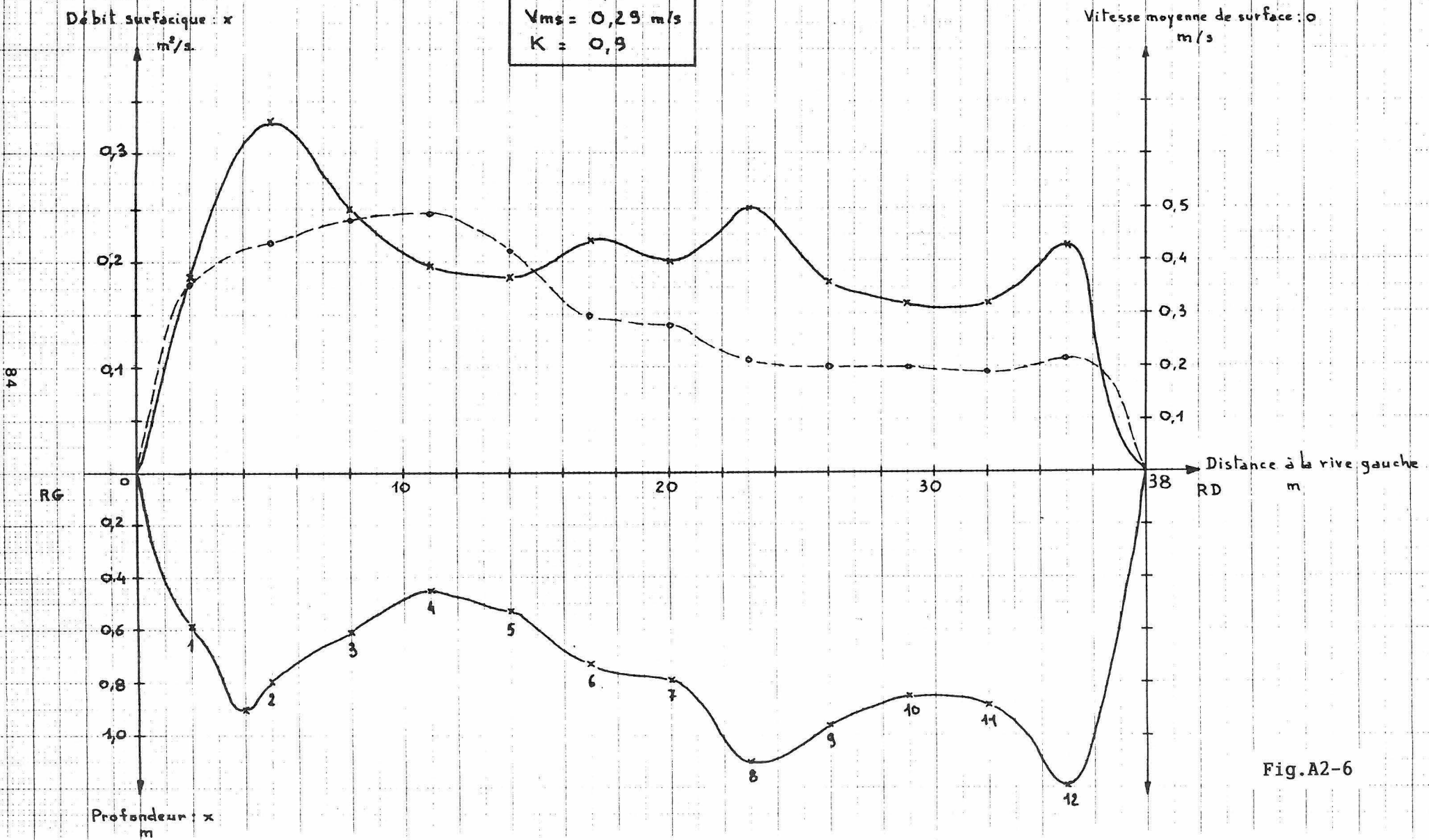


Fig.A2-6

#### 4. CONCLUSION

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

\* Opérer par jaugeage chimique c'est 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.

#### 5. BIBLIOGRAPHIE

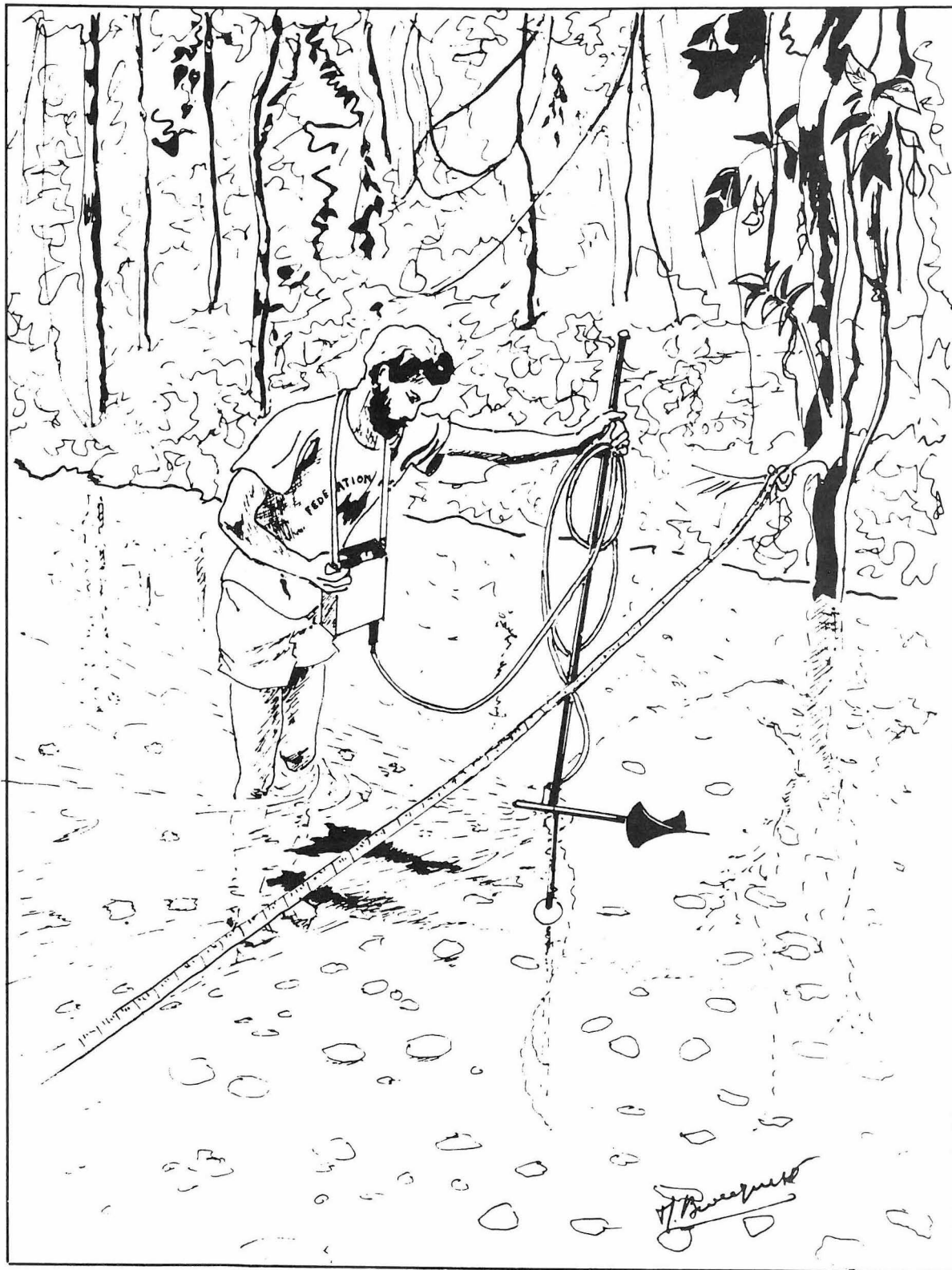
- SPELEO.L N°12 Spécial Karstologie mars 1980 - Bulletin de la Ligue Spéléologique Lorraine.

- ANDRE H. - Hydrométrie pratique des cours d'eau - Paris - Eyrolles (1976)

- ORSTOM - Manuel d'Hydrométrie: 5 Tomes dont:

Tracé de la courbe de tarage et calcul des débits G.JACCON (Tome V - 1986)

\*



## A3 . LISTE DU MATERIEL

François BROUQUISSE, Louis DEHARVENG

\*

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. biblio.

### 7. Matériel scientifique

#### \* Biologie

Thermomètre Quick  
1 sonde 30 cm, 1 sonde 15 cm  
1 pile recharge 9v  
épuisette  
120 petits flacons 30 cc  
20 flacons 125 cc



10 flacons 250 cc  
formol  
alcool  
1 crayon, 1 gomme  
1 ciseaux  
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 boîtes 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 les 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.

\*

## A4 . GLOSSAIRE

François BROUQUISSE

\*

Sont ici rassemblés quelques termes indonésiens utilisés dans ce rapport:

AKE: rivière  
BATU: pierre  
CABANG: branche, section  
DESA: village, commune  
GUNUNG: montagne  
GUNUNGAPI: volcan  
KANAN: droit  
KAYU: bois  
KECAMATAN: arrondissement, district  
KEPALA: chef, tête  
KIRI: gauche  
LAUT: mer  
LEMBAR: feuille  
LUBANG: trou  
PASAR: marché  
PETA: carte  
PULAU: île  
PUTIH: blanc  
SAGU: sagou  
SAYUR: légume  
SELATAN: sud  
TENGAH: centre  
TENGARA: sud-est  
TIMUR: est  
UBI: patate

\*

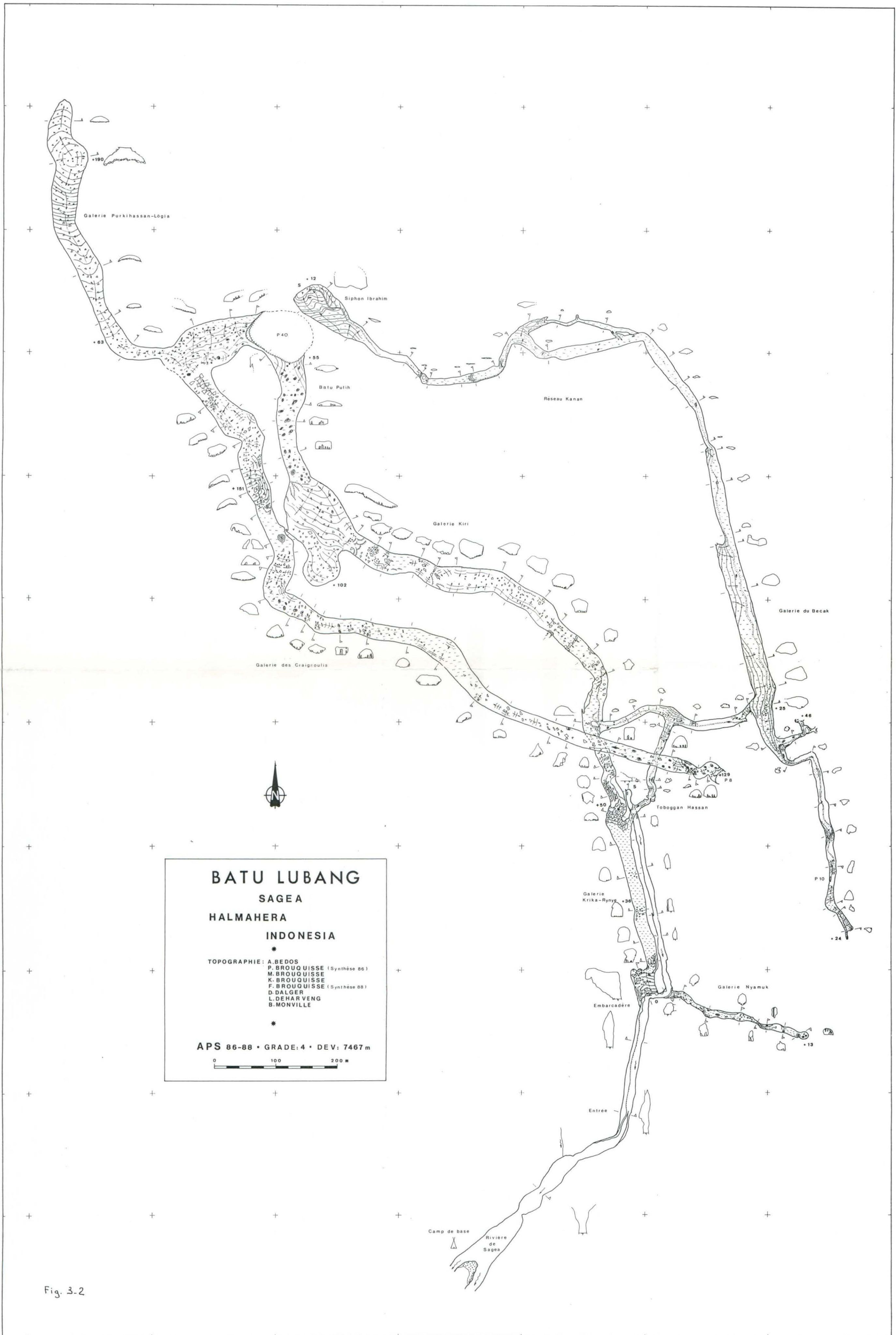
# REMERCIEMENTS

Nous tenons ici à remercier:

Abdurrahman Haruna - Mr Amir - Mr Baharuddin - Roland et Erna Barkey -  
Renaud Brouquisse et Yvan Couée (Résumés anglais) - Madeleine Brouquisse  
(Dessins) - CoGESF/FFS - Mme Deotto (Merck) (Trousses d'analyse) - Hasan  
Radjali - Hydrologic SA (Grenoble) (prêt moulinet) - Husni Hasanuddin - Ibrahim  
Yunus - Katia et Maurice Krafft - Maslan Muhamad - Mr Nasir - Suleman Djafar -  
UAP-Toulouse (Assurance matériel)

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

\*



**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



Fig. 3-2



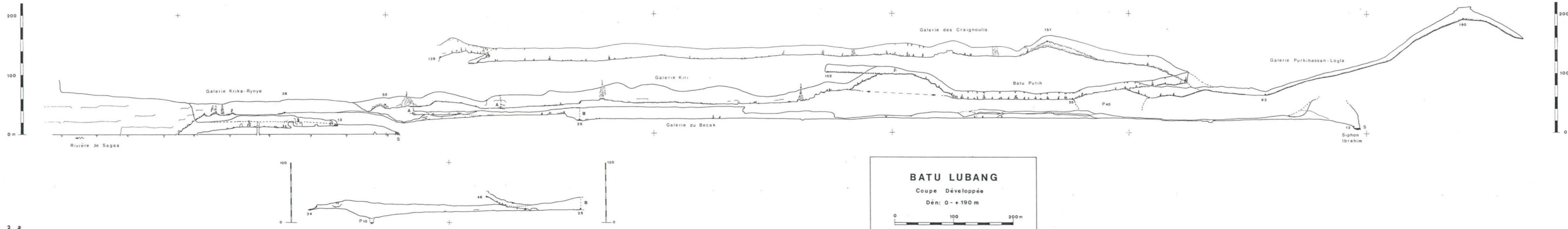
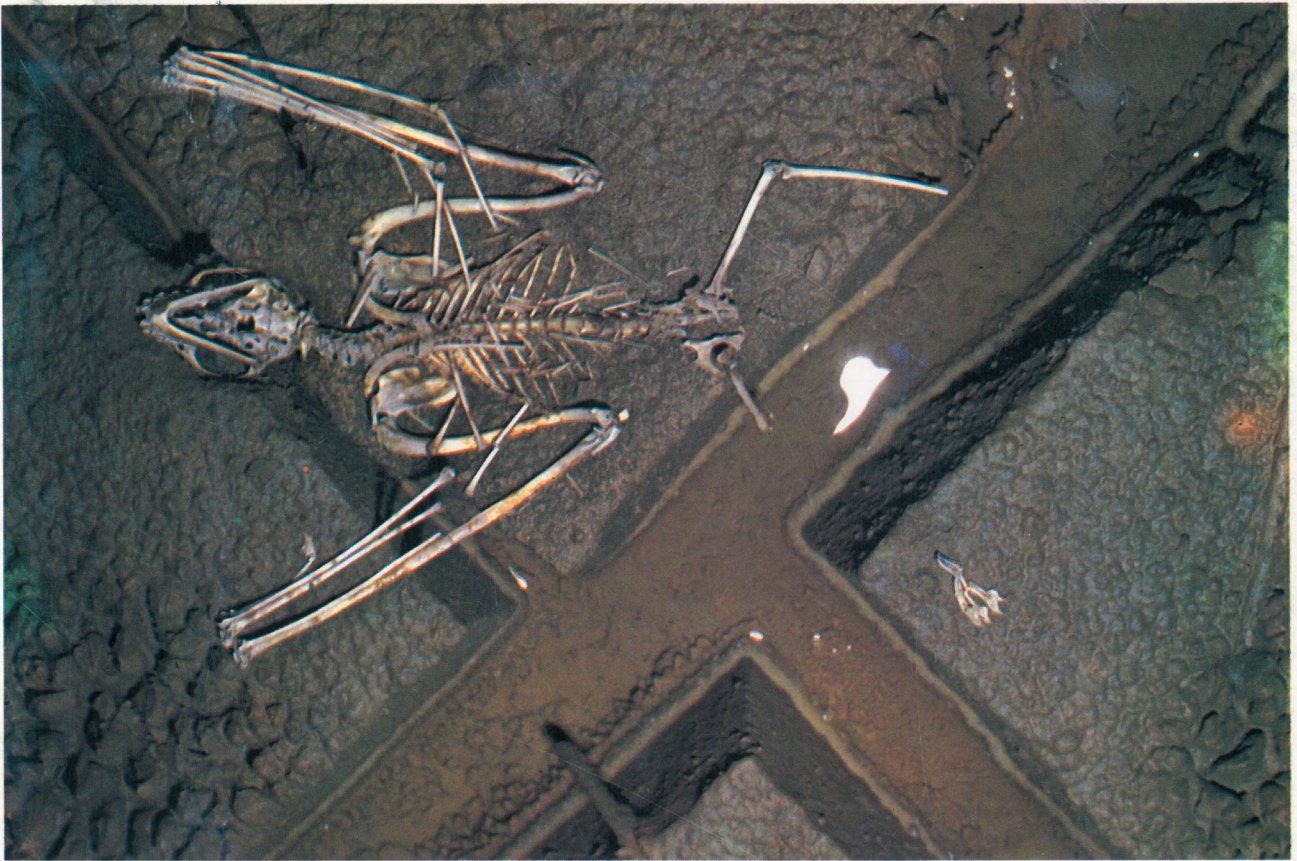


Fig. 3.3





APS 89-1



ISBN 2-906273-04-X