

**Association Pyrénéenne
de Spéléologie**

103 rue de la Providence - 31500 TOULOUSE

EXPÉDITION SPÉLÉOLOGIQUE FRANÇAISE
CÉLÈBES - MOLUQUES - NOUVELLE GUINÉE

1985 - 1986

Adresser la correspondance à :

F. BROUQUISSE
32 rue R. Peyres
65000 TARBES

24 mai 1987,

Cher collègue,

Suite à l'envoi que t'a fait Louis Deharveng il y a quelques mois du rapport "Thaï-Maros 85", je te fais parvenir ci-joint le nouveau concernant l'expé de l'été 86: "Expédition Thaï-Maros 86"

Pourras-tu pour le prochain SPELUNCA en faire l'analyse et la présentation pour la rubrique "Lu pour vous"

Réf. : Disponible à : APS 103 rue de la Providence 31500 TOULOUSE
Prix: 115^F,00 (franco de port) Chèque à l'ordre de : A.P.S.

Couverture couleur- 177 pages - 41 photos NB - 43 fig.

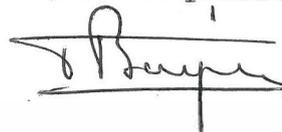
25 tab. - 2 topo hors-texte

(Ce rapport vient en complément à "Thaï-Maros 85" : 215 p -
88 photos NB - 117 Fig - 4 Topos hors-texte Prix: 155^F,00)

Si tu vas au congrès de St Emilion, tu verras JP Besson et L. Maffre qui pourront en principe te fournir toute précision supplémentaire, sinon envoie-moi un mot.

Bien amicalement,

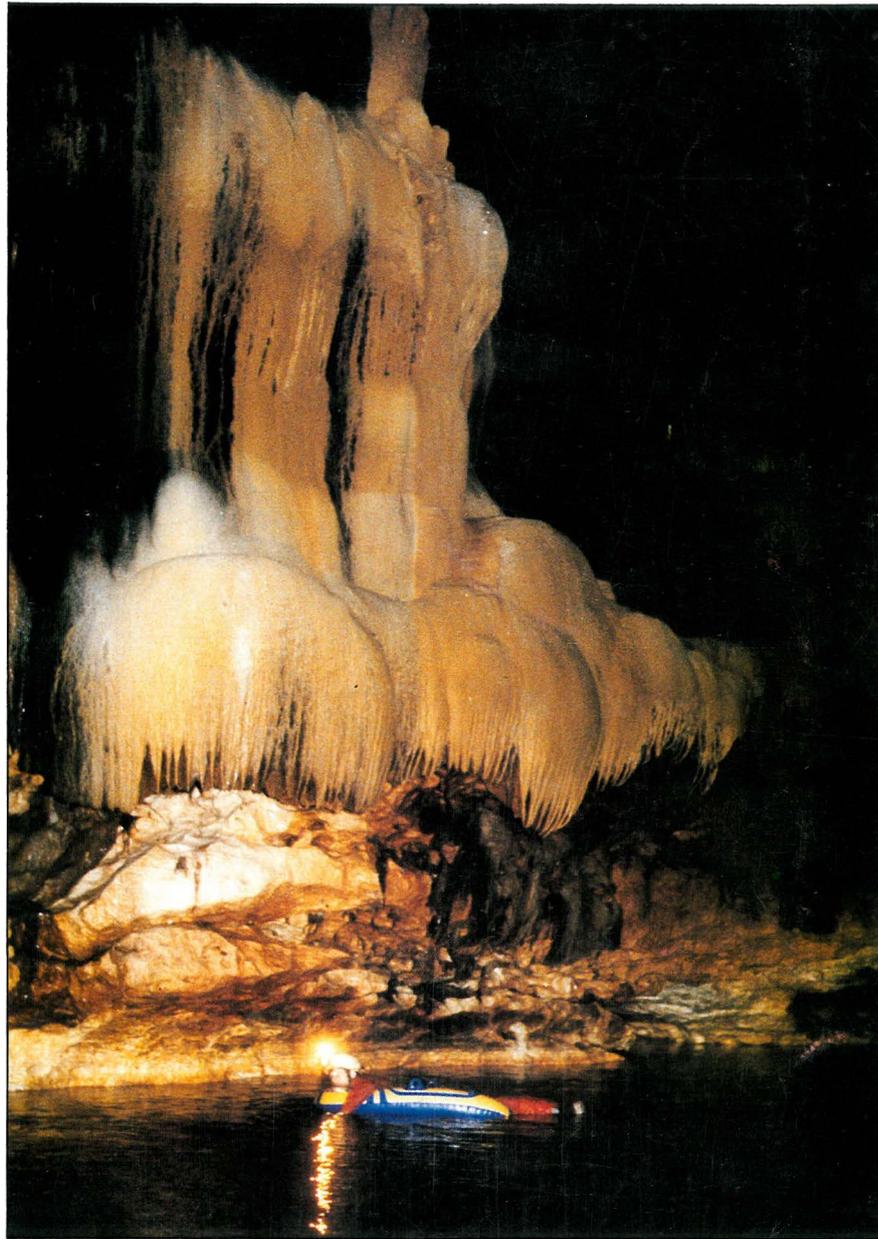
pour l'APS, F. Brouquisse



K. 1981

EXPÉDITION THAÏ-MAROS 86

F.F.S. BIBLIOTHEQUE
Arrivée le
396 87
Classement <i>Thaï-Maros</i>



ASSOCIATION PYRÉNÉENNE DE SPÉLÉOLOGIE

6-1986

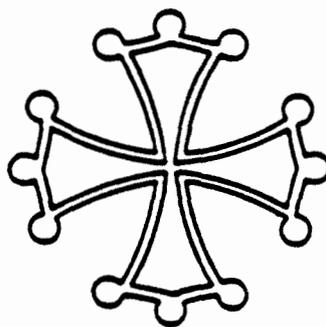
EXPEDITION THAI-MAROS 86

F.F.S. BIBLIOTHEQUE
Arrivée le
3 9 6 8 7
Classement <i>Thaïlande</i>

RAPPORT SPELEOLOGIQUE ET SCIENTIFIQUE

Mai 1987

F.F.S. - Analyse B.B.S.
26 / 1987
Faite par



Expédition organisée par l'Association Pyrénéenne de Spéléologie,
avec l'aide du Conseil Régional Midi-Pyrénées
et de la Fédération Française de Spéléologie.

ASSOCIATION PYRENEENNE DE SPELEOLOGIE

103, rue de la Providence - 31500 - TOULOUSE

FRANCE

Association Loi de 1901 à but non lucratif.

PHOTOS DE COUVERTURE

Première page : Gua Salukkan Kallang, rivière du 15 août
(Maros, Sulawesi)

Dernière page : femme et enfant Lisu, Sop Pong (Mae Hong
Son, Thaïlande)



Imprimerie : COREP, 21 rue Vigerie - 31300 TOULOUSE

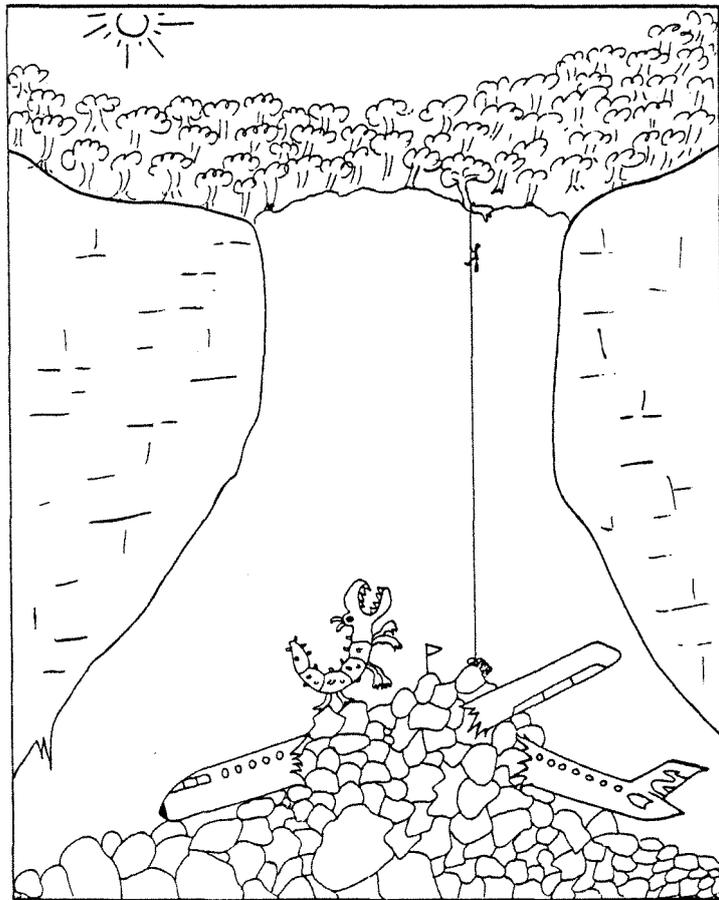
Dépôt légal : mai 1987

ISBN 2-906273-01-5

Editeur : A.P.S., 103 rue de la Providence, 31500 TOULOUSE

SOMMAIRE

Embrouille dans la jungle	
Lucienne Deharveng, Didier Rigal.....	p. 5
1-Introduction	
François Brouquisse, Louis Deharveng.....	p. 7
2-Déroulement de l'expédition	
Anne Bedos, Michèle Brouquisse.....	p. 13
3-Catalogue des cavités nouvellement visitées par l'A.P.S. en Thaïlande	
Renaud Brouquisse.....	p. 25
4-Résultats spéléologiques Thaïlande	
Renaud Brouquisse.....	p. 28
5-Catalogue des cavités nouvellement visitées par l'A.P.S. Sulawesi et Moluques	
Didier Rigal.....	p. 43
6-Résultats spéléologiques Sulawesi	
François Brouquisse, Didier Rigal.....	p. 47
7-Le réseau de Batulubang (Halmahera)	
François, Michèle et Patrick Brouquisse.....	p. 75
8-Hydrogéochimie	
François Brouquisse, Daniel Dalger.....	p. 85
9-Nouvelles données sur le gaz carbonique des sols et des cavités de Thaïlande et de Sulawesi	
Louis Deharveng.....	p. 97
10-Programme zoologique : bilan général et principaux résultats	
Louis Deharveng.....	p.111
11-Le système karstique du Doi Chiang Dao (Thaïlande). Peuplements aquatiques souterrains, répartition, relations entre le milieu karstique et le sous-écoulement de l'exutoire	
Janine Gibert.....	p.117
12-Données préliminaires sur les Isopodes terrestres récoltés dans les grottes de Sulawesi et des Moluques	
Henri Dalens.....	p.129
13-Collemboles cavernicoles et édaphiques de Sulawesi et des Moluques	
Louis Deharveng.....	p.133
14-Note sur la faune pisciaire souterraine des Célèbes et de Thaïlande	
Jacques Géry.....	p.143
15-Observations archéologiques dans quelques cavités des karsts de Maros et de Malawa (Sulawesi)	
Philippe Leclerc.....	p.147
16-Rapport médical	
Anne Bedos.....	p.155
17-Sulawesi et Halmahera : renseignements pratiques	
Patrick et Michèle Brouquisse.....	p.161
18-Essai provisoire de bibliographie spéléologique sur les Célèbes	
Jean-Pierre Besson.....	p.165
Remerciements.....	p.177



EMBROUILLE DANS LA JUNGLE

Embrouille dans la jungle

"Petite histoire où l'on s'aperçoit qu'au sud de la ligne magique, l'imagination dérape parfois vers le délire....."

Bantimurung, lundi matin 7heures

C'est toujours pénible de se lever tôt, mais ce matin est celui d'un grand jour. Les sacs sont déjà prêts: 300m de cordes, nourriture pour deux jours, matériel de bivouac. Le soleil, lui, nous laissera une ou deux heures de répit avant de nous accabler de sa chaleur moite. Nous partons vers le "Grand trou du Tanette", c'est ainsi que l'appellent les membres de la tribu bugis de Kappang. On raconte même qu'un terrain de football y logerait à l'aise et personne n'a jamais entrevu le fond de ce trou noir.

Les premiers pas sont difficiles, nous sommes surchargés derrière un guide qui progresse à l'aise, pieds nus, dans la forêt inextricable: regarder partout, éviter le serpent qui se faufile, la branche épineuse, le caillou glissant, la flaque boueuse. Heureusement le soleil reste absent, masqué par un immense treillis de feuilles et lianes entrelacées. Voilà bientôt deux heures que la petite caravane s'est mise en route. Depuis le départ le panorama se limite aux jambes du guide, couvertes de sangsues, et quelquefois au prochain arbre dans lequel nous percevons un grand bruissement: singe, oiseau ou... fauve? Nous décidons de nous arrêter sous un rocher qui forme arche naturelle afin de manger un peu et surtout de boire. Les moustiques nous assaillent, mais nous en avons l'habitude, aguerris depuis de nombreuses années à la forêt tropicale. Nous traversons ensuite une zone où les arbres sont moins serrés et le sol une accumulation de blocs instables, déchiquetés et acérés comme des rasoirs.

Vers trois heures de l'après-midi, le guide s'écrit: "Tidak jauh!", on approche, le pas devient plus mesuré, une légère émotion s'empare de nous. Le fruit de tous nos rêves est à portée de main. La jungle se fait moins bruyante comme par respect pour ce seigneur des abîmes. Une brume légère, frappée des rayons du soleil, s'élève doucement. Quelques pas prudents puis c'est le noir absolu, le gouffre avec un grand G. A l'émotion succède l'excitation. La voie de descente est vite trouvée, là, sous ce gigantesque tronc, le rocher semble plus sain. Le plus téméraire d'entre nous se charge de l'équiper. Deux cents mètres de corde sont lancés dans le puits, cent mètres restent en réserve dans le kit-bag. Voilà, c'est parti pour la grande descente. A moins deux cents c'est le noeud, toujours la pénombre à peine percée par le faisceau de la lampe frontale: il faut rajouter une corde supplémentaire. A moins deux cent quatre-vingt, plein vide et toujours plein noir, le silence aussi.

"Enfin j'aperçois un bloc énorme,heureusement ma cordelette de secours est là et je peux l'atteindre:à moins trois cent dix mètres,je touche le fond du gouffre,en fait le sommet de ce qui semble être une gigantesque salle.Le cri que je pousse me revient en triple écho.Puis brusquement,c'est la stupeur:une énorme carlingue d'avion,déchiquetée,s'étale parmi les blocs comme des maisons.On s'en approche par une difficile progression dans le dédale des rochers.L'accident est récent,un peu partout des cadavres rendent l'atmosphère insoutenable.....il me semble entendre un gémissement?En fait c'est plutôt quelqu'un qui fredonne une chansonnette.Et cet air,cet air me dit quelque chose.Soudain voilà l'homme:les cheveux longs,moustache fine,le regard sombre,plutôt maigre,un pinceau et un tube de plastique rempli de liquide dans une main,dans l'autre une torche jaune.Ça pue l'alcool,qu'est-ce que c'est que cette embrouille?Et puis l'horrible jaillit dans mon esprit,bien sûr,c'est le sinistre docteur Deharveng,devenu fou;il chante la Marseillaise,mais encore une fois il me devance!Quels machiavéliques desseins l'ont conduit à entraîner des centaines de personnes vers la mort au fond de cet abîme?A-t-il détourné l'Airbus qui le conduisait vers Jakarta? Soudain,un grand fracas:un énorme animal,sans doute reliquat des derniers grands Dinosaures surgit.Il a six pattes,il est rouge et se propulse par bonds très secs grâce à sa grande queue:un probable Collebole troglodetes,rouge de colère,à chromosomes hyper-géants.Je m'écarte vivement,mais le monstre a déjà choisi sa proie.Le docteur dément brandit son pinceau comme une arme dérisoire,il a ouvert son tube.La lutte est inégale:rapidement,dans un bruit d'évier qui se vide,l'animal engloutit son festin du jour.Une fois encore,la justice divine a frappé:le savant fou a été dévoré par sa passion malsaine.

Très vite je plante le petit drapeau A.P.S. sur un bloc bien en vue, je mets en route le retardateur et immortalise ma victoire.Les trois cents mètres de puits sont avalés en quelques minutes,je suis galvanisé par la disparition de mon adversaire de toujours .Après un bon riz-œuf-oignon bien fumant nous rentrons rapidement pour ne pas rater le film du dimanche soir."

Wisma Bantimurung,le 8 Août 1986
œuvre collective,l'ennemi juré du docteur
(D.R.)et la sœur du docteur(Lu.D.)



★Le grand gouffre évoqué nous a effectivement été décrit par des habitants de Kappang.Lors de notre prochain séjour nous espérons pouvoir découvrir au fond une rivière à défaut d'un monstre antédiluvien !

1. INTRODUCTION

François BROUQUISSE
Direction Départementale
de l'Équipement
3, rue Lordat
65013 TARBES Cedex

Louis DEHARVENG
Laboratoire d'Écobiologie
des Arthropodes édaphiques
UA 333 du C.N.R.S.
Université Paul Sabatier
118, route de Narbonne
31062 TOULOUSE Cedex

Summary: this paper is a complement to the main report "Thai-Maros 85". It lays a preliminary state of the work the APS carried out from June to August 86 in Thailand and in Indonesia.

With regard to speleological results, 28 new caves have been checked and more than 14 km surveyed. Concerning scientific program, two scopes are to be faced:

- In biology a large work of sampling complete the results we got last year, in the fields of faunistic, biogeography and speciation in tropical edaphic and subterranean environment.

- In relation to karstology, some new data are set out, referring to CO₂, water chemistry, hydrology and hydrogeology in the areas of Kanchanaburi, Phangnga, Nam Lang in Thailand, Bantimurung Sagea in Indonesia.

1-1 - CADRE

Le rapport que nous publions aujourd'hui a une double signification. D'une part il rassemble en une première partie les résultats du travail réalisé de juin à août 86 en Thaïlande puis en Indonésie (Fig.1-1).

D'autre part il représente la conclusion (provisoire?) de l'ambitieux projet, lancé par l'APS en janvier 83, qui allait permettre à une vingtaine d'entre nous de découvrir et d'étudier les karsts tropicaux du Sud-Est asiatique.

Nous ne reviendrons pas ici sur la genèse de ce projet et les résultats obtenus pendant l'été 85: ceux-ci ont fait l'objet d'un rapport détaillé, "Thai-Maros 85", auquel on se reportera utilement [1].

Nous rappellerons simplement les perspectives que nous en dégagions et suivant lesquelles s'est donc déroulée la dernière phase de notre projet:

- Bien que bénéficiant d'un cadre minimum, les participants ont été amenés à intervenir de façon beaucoup plus autonome que l'an dernier, aussi cette expédition légère a-t-elle été davantage marquée par les centres d'intérêt et l'investissement individuel de chacun.

- Le travail en commun avec l'Université de Chiang Mai s'est

poursuivie ainsi que la collaboration avec plusieurs chercheurs anglo-saxons.

- Aux Célèbes, a pu être mené à bien un premier programme de mesures et prélèvements dans le karst de Maros, ainsi qu'une reconnaissance dans les Moluques.

Cette expédition qui s'est déroulée en deux temps a regroupé 12 membres de l'AFS et 3 membres associés.

1-2 - LISTE DES PARTICIPANTS (Tab.1-1)

Participants	Profession	Age	Charge dans l'expédition	Lieu de séjour
BEDOS Anne	Biologie-Infirmière Toulouse	28	Biologie (Terrestres) Medical	Thaïlande-Sulawesi
BOUGUENEC Véronique	Etudiante Hydrobio. Toulouse	26	Biologie (Aquatiques)	Thaïlande
BROUQUISSE François	Hydrogéologue Toulouse	38	Co-responsable de l'expédition Karstologie physique	Sulawesi-Halmahera
BROUQUISSE Michèle	Secrétaire médicale Grenoble	32	Médical Topographie	Sulawesi-Halmahera
BROUQUISSE Patrick	Technicien mécanique Grenoble	33	Photo Topographie	Sulawesi-Halmahera
BROUQUISSE Renaud	Biologie végétale Grenoble	26	Photo Topographie	Thaïlande-Sulawesi
DALGER Daniel	Technicien chimiste Toulouse	31	Hydrochimie Photo	Thaïlande
DEHARVENG Louis	Chercheur CNRS Toulouse	37	Co-responsable de l'expédition Programme Biologie	Thaïlande-Sulawesi
DEHARVENG Lucienne	Institutrice Grenoble	28	Géologie	Sulawesi
LECLERC Philippe	Informaticien INSERM Paris	32	Biologie(Terrestres)	Thaïlande-Sulawesi
MARY Jean-Pierre	Hydrogéologue Montpellier	26	Hydrogéologie	Sulawesi
RIGAL Didier	Hydrogéologue Grenoble	26	Hydrogéologie	Sulawesi
MrBAHARUDDIN	PPA Officer - Parcs Nationaux - Maros			Sulawesi
DrPAITON Leksawasdi	Chercheur en Biologie-Assistant Université de Chiang Mai			Thaïlande
DrSTONE Fred	Biospéologue-Chercheur Université de Hilo (Hawai)			Thaïlande

1-3 - RESULTATS THAÏLANDE (Tab.1-2)

Une équipe de six membres dont quatre biologistes a poursuivi au mois de juin le travail réalisé l'été dernier, et prospecté de nouveaux secteurs, notamment dans les régions de Mae Sai, Kanchanaburi et Mae Hong Son (Fig.1-1).

- Les résultats portent principalement sur la biologie: récoltes d'arthropodes et capture de poissons cavernicoles. Parallèlement une campagne de mesure des teneurs en CO₂ en cavité et dans les sols a été menée: elle confirme l'extension des "grottes à CO₂" dans les secteurs de Kanchanaburi et Mae Hong Son. Une vingtaine de sites ont été

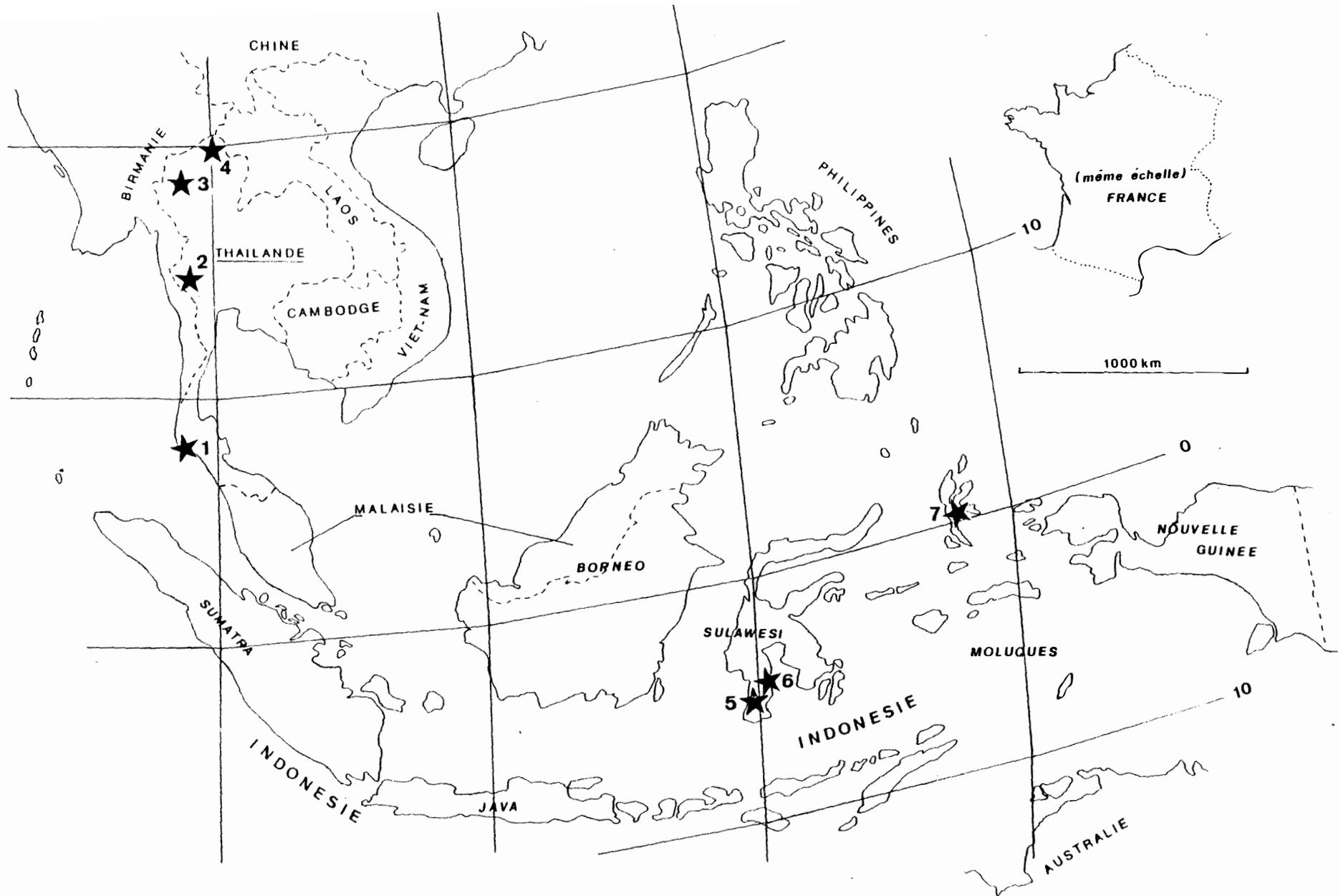


Fig. 1.1. - Asie du sud-est : Régions visitées par l'expédition Thai-Maros 86

1 : Phangnga ; 2 : Kanchanaburi ; 3 : Mae Hong Son ; 4 : Mae Sai ; 5 : Maros ; 6 : Malawa-Bone ; 7 : Halmahera

échantillonnés en hydrochimie permettant ainsi de compléter la première base de données dont nous disposons depuis l'été 85.

- Sur le plan de l'exploration, une dizaine de cavités, dont sept rivières souterraines ont été reconnues, et plus de 4,5 km topographiés.

- Enfin nous serions incomplets si nous ne remercions pas ici le Dr.L.Paitoon de l'université de Chiang Mai, dont l'aide nous a été particulièrement précieuse, et F.Stone avec qui nous avons collaboré dans le nord de la Thaïlande.

Régions	Topographié (m)	Nouvellement exploré(m)	Nombre de cavités
Phangnga	-	> 130	3
Kanchanaburi	1658	1958	4
Mae Hong Son	1716	1950	2
Mae Sai	1230	1230	2
Total	4604	>5268	11

Tab.1-2 - Résultats spéléologiques Thaïlande 86 -

1-4 - RESULTATS INDONESIE (Tab.1-3)

La seconde partie de cette expédition regroupant 10 personnes s'est déroulée d'abord à Sulawesi dans la région de Maros puis à Halmahera dans les Moluques du nord (Fig.1-1).

- Dans la région de Maros, le système de Gua Salukkan Kallang (GSK) passe de 8 à plus de 12 km et devient le plus grand réseau connu à ce jour en Indonésie. L'amont du grand collecteur découvert en août 85 a été remonté jusqu'au siphon terminal après 2 km de navigation non-stop en canot. Parallèlement la poursuite de la prospection permettait la découverte de 15 nouvelles cavités.

- Une reconnaissance de deux secteurs situés à une cinquantaine de km au nord-est de Maros, a apporté d'alléchantes informations:

* Dans la région de Malawa, où terrains volcaniques et calcaires sont étroitement imbriqués, le potentiel spéléologique semble important et l'intérêt géologique certain (rivière avec eaux tièdes et sources hydrothermales).

* Dans la zone de Bone, l'on est en présence d'un immense plateau calcaire de basse altitude entaillé de profonds canyons. Le secteur nord-ouest présente une très belle morphologie de karst à coupoles. Le potentiel de cette région est indéterminé mais de nombreuses cavités existent. L'une d'elles, Gua Mampu, s'est révélée être sur le plan biologique un site de premier ordre.

- Trois d'entre nous ont effectué une reconnaissance (cf.Chap.7) à Halmahera: dans l'impressionnant réseau de Batu Lubang, 3,4 km ont été topographiés. Situé en pleine jungle dans un secteur assez isolé son potentiel pourrait dépasser celui de Gua Salukkan Kallang.

- Nous avons pu cette année réaliser une partie du programme scientifique initialement prévu pour 85 en collaboration avec le LBN, mais annulé en raison des problèmes administratifs [1].

* Des récoltes ont été effectuées en extérieur et sous terre, fournissant de nombreuses espèces nouvelles d'arthropodes dont une crevette cavernicole aveugle dans GSK. Nous ramenons également les premières données concernant les cavernicoles sur les Moluques du nord.

* En karstologie, des jaugeages sous terre et aux exurgences ont permis d'évaluer une série de débits entre 120 et 1300 l/s; un traçage a été couronné de succès et une dizaine de sites échantillonnés en chimie des eaux. Les premières analyses permettent de préciser les limites du bassin d'alimentation du système GSK et de mettre en évidence plus au nord un autre très important système contigu mais probablement indépendant.

- Sur le plan médical quelques sérieux problèmes de santé ont perturbé sur Maros le programme que nous nous étions fixé, et nous avons évité de justesse le rapatriement sanitaire de certains d'entre nous...!

- Enfin cette brève présentation serait incomplète si nous ne mentionnions l'accueil chaleureux qui nous a été réservé sur le terrain. Nous tenons ici à remercier tout particulièrement notre ami Mr. Baharuddin, responsable du Parc National de Bantimurung, auquel nous devons une large part de la réussite de ce projet.

Régions	Topographié (m)	Exploré (m)	Nombre de cavités
Sulawesi:			
GSK	3747	4000	1
Autres cavités	2316	2500	15
Halmahera:			
Batu Lubang	3461	3500	1
Total	9524	10000	17

Tab.1-3 - Résultats spéléologiques Indonésie 86 -

1-5 - PERSPECTIVES

Au terme de ce projet, une conclusion s'impose: l'important travail réalisé dans le cadre de l'APS, pendant ces deux années, constituera désormais un matériau de référence pour la poursuite de l'étude des karsts en Asie du sud-est. Outre l'acquisition pure et simple de données concernant des zones où celles-ci sont inexistantes ou embryonnaires, l'exploitation et la comparaison avec les études analogues sur d'autres régions du monde, permet de mieux préciser l'articulation des divers paramètres intervenant dans la karstogénèse. Du point de vue biologique, les matériaux récoltés en cours d'analyse pour la plus grande partie, ont déjà apporté des résultats de très grand intérêt dans les domaines de la Faunistique, de la Biogéographie, de la Spéciation et de l'organisation des communautés animales en milieu tropical édaphique et souterrain. L'interaction des multiples facteurs du milieu karstique ne fait que confirmer si besoin était, l'intérêt et l'évidente nécessité d'une étude aussi intégrée que possible.

Les matériaux rassemblés devraient maintenant permettre la publication de deux monographies sur les systèmes, pouvant servir de référence, de Tham Chiang Dao en Thaïlande et de Gua Salukkan Kallang à Sulawesi.

Souhaitons que ce travail qui n'est somme toute qu'une modeste contribution au regard de la recherche, constitue un jalon et soit poursuivi. Sans doute était-il nécessaire de montrer, du moins chez nous, qu'une cohabitation était possible et même fructueuse entre la spéléologie d'exploration et la spéléologie scientifique.

D'ores et déjà, pour certains d'entre nous c'est déjà le regard tourné vers l'été 87...ou 88. Les objectifs ne manquent pas, les relations de

collaboration et les amitiés tissées à Chiang Mai, Chiang Dao, Bantimurung ou Sagea nous y poussent....Rendez-vous en 87!

1-6 - BIBLIOGRAPHIE

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



2. DÉROULEMENT DE L'EXPÉDITION

Anne BEDOS
20, rue de l'Allier
31200 TOULOUSE

Michèle BROUQUISSE
7, rue François Coppée
38000 GRENOBLE

Summary : fifteen people took part in the 1986 expedition. Three areas were explored for caving and scientific purposes. We spent one month in Thailand and about forty days in South Sulawesi (Indonesia). A short trip was made to Halmahera (Moluccas, Indonesia).

2.1. - THAÏLANDE (A. Bedos)

Le 4 juin, Véronique et Daniel partent pour Bangkok. Là, ils ont à régler les formalités administratives avec le National Research Council dans le cadre du programme scientifique pour lequel nous avons obtenu les autorisations. C'est sous bonne escorte qu'ils vont à la recherche de cartes manquantes - dans un camion militaire .

Une fois Louis arrivé (le 7), ils mettent le cap sur le Sud, plus précisément sur Phuket chez Boulbet qui nous avait indiqué quelques grottes des environs de Phangnga, dont certaines avaient été explorées dès 1985. Celui-ci rentre justement de voyage le 8 au soir. En l'attendant, petite sortie dans la forêt voisine et sur la plage pour faire les premiers prélèvements d'aquatiques - ce qui vaut à Daniel de n'avoir déjà plus les pieds en état de marche.

Après avoir obtenu de Boulbet tous les renseignements désirés, ils se rendent à Phangnga (le 9) où ils ont pour mission de remettre au gouverneur une enveloppe du NRC. Un chauffeur de taxi un peu trop lent n'apprécie pas d'être abandonné en cours de route et les poursuit armé d'une barre de fer. Ils ne doivent leur salut qu'à un autre chauffeur qui les mène à un petit hôtel chinois à la sortie de la ville, où ils s'installent pour la semaine.

En compagnie de Mat (cf photo), dont ils louent le taxi à la journée, ils sillonnent la région à la recherche des grottes explorées par l'équipe de Thaï 85 pour les mesures hydro et les récoltes d'aquatiques essentiellement; dans Tham Pong Chang, c'est un serpent qui vient se laisser prendre dans le filet à benthos .

Grâce à Mat, 5 nouvelles grottes sont découvertes, dont deux résurgences importantes : tham Phet et tham Nam Tok. Dans cette dernière, Daniel, bon nageur, se propose pour aller en reconnaissance ; mais que se passe-t-il, il n'avance plus ? Les jambes entravées par son pantalon, il réussit à s'agripper à la paroi tandis que des petits poissons lui tiraillent les poils.....Il faudra revenir en 87 avec des canots dans cette cavité prometteuse.

Après un pénible voyage en bus, retour à Bangkok chez Jean-François Séché, à temps pour accueillir Anne, Philippe et Renaud qui les rejoignent le 14.

Le 15, toute l'équipe prend le train pour la rivière Kwai, via Kanchanaburi ; nous passerons une semaine près de Nam Tok, logés dans deux bungalows.

Le principal objectif est de trouver Tham Sai Yok Noi, grotte explorée quelques mois plus tôt par l'équipe de J.M.Osterman (G3S Dordogne) qui nous avait indiqué la présence de poissons cavernicoles et de gaz carbonique. Le soir même, c'est chose faite ; la grotte est conforme à la description, avec en prime un serpent lové au dessus du passage. Le long de la rivière souterraine, l'atmosphère est plutôt malsaine. On y reviendra le surlendemain. Juste le temps d'attraper une douzaine de poissons, d'explorer une centaine de mètres supplémentaires et on rentre. Le serpent est toujours là...

Le sol de la forêt avoisinante et la résurgence nous occupent de nombreuses heures à mesurer, à prélever ou encore à nous rafraîchir, malgré les moustiques.

Le deuxième jour, une pirogue à moteur nous emmène en remontant la rivière Kwai, jusqu'à Tham Rawa, grotte fossile de grandes dimensions, riche en faune.

Comme les alentours immédiats de Nam Tok ne paraissent pas très prometteurs nous tentons une incursion jusqu'au Parc d'Erawan où un guide est susceptible de nous montrer une grotte protégée car servant de réserve d'eau. C'est effectivement sous surveillance que nous explorons (et topographions) Tham Nam sur près de 1 Km avec arrêt sur une belle cascade à remonter. Les poissons sont nombreux mais interdiction d'y toucher...

Le 20, retour à Bangkok et le soir même, départ pour Chiang Mai toujours en bus.

Là-bas, Louis Gabaude nous installe dans une guest house de ses amis, où nous prenons un peu de bon temps ; certains apprécient d'aller flâner au night market ; d'autres visitent l'université avec Paitoon, professeur de biologie.

Avec ce dernier, nous réalisons toute une série de prélèvements au Doi Pui et le jour suivant au Doi Inthanon. A la première station, Daniel, encore à la traîne, nous perd de vue et continue son chemin imperturbablement, sans se rendre compte que nous avons obliqué en contre-bas ; 4 Km plus loin, une cascade l'incite à faire halte ; il s'étonne enfin que nous ayons pu continuer si loin...on le retrouvera après de longues recherches, en train d'échantillonner.

Le 24 et 25, nous partons dans l'extrême Nord près de Mae Sai, à la recherche d'une grotte de 8 km qui ressortirait de l'autre côté de la frontière birmane ; mais nous ne trouvons que deux grottes qui ne dépassent guère le demi-kilomètre ; peut-être avons-nous manqué le fameux passage..

Le 26, à notre équipe de 6 se joignent Paitoon et Fred Stone, professeur à l'université d'Hawaï, pour une semaine dans la région de Mae Hong Son. A peine installés chez Mr John à Ban Tham près de Sop Pong, nous allons à la nuit tombante visiter Tham Lot, très richement peuplée, tant et si bien que nous

ramenons avec nous des dizaines de petites punaises dont les démangeaisons se font sentir jusqu'au matin...

Le lendemain, c'est le gaz carbonique que nous devons affronter à Tham Hud; certains ne résistent pas longtemps à des taux de 5% et ressortent précipitamment respirer le bon air de dehors ; mais ils ont du mal à récupérer et on s'apercevra que dans le fond de la doline, le CO2 est presque aussi abondant que dans la grotte. Il n'y a plus d'eau à l'intérieur et les poissons cavernicoles repérés l'année précédente sont malheureusement absents.

De retour à Sop Pong, nous sommes hébergés par les bonzes. Après son intoxication au gaz carbonique de la veille, Fred semble être pris par la dengue qui le neutralise momentanément.

Le 29, une première équipe traverse au pas de course Tham Pha Mon, 3 Km de progression aquatique, à la recherche de l'origine de la rivière dans la vallée sèche en amont - sans grand résultat - La deuxième équipe, après avoir récolté dans le premier affluent, tente aussi la traversée et choisit de revenir par la forêt : retour difficile à la tombée de la nuit.

Le lendemain, nous retournons en bus à Mae Hong Son. Après une visite aux poissons de Tham Pla, on explore Tham Nam Ru Hoa Koa, belle grotte de plus d'un Km qui fait le régal de Fred par sa richesse en Nocticolidae. Au retour Paitoon rate la sortie et découvre par la même occasion la partie active du réseau dans laquelle il s'est bel et bien perdu. On y retournera le lendemain matin avant de prendre l'avion pour Chiang Mai.

Louis ayant oublié son kit au bord de la route le premier soir, on repart de nuit à sa recherche. Arrivés sur place, rien...jusqu'à ce que des villageois finissent par nous aborder : c'est un pêcheur de grenouilles qui l'a récupéré et qui réclame une somme fabuleuse en échange ; on réussira à marchander et à "racheter" le sac pour une rançon modique grâce à l'intervention de Paitoon comme interprète.

Le 2 juillet, nous revoilà à Bangkok, après une nuit dans un bus plus délabré que de coutume...

Le 3 , départ de Anne, Louis, Philippe et Renaud pour l'Indonésie.

Le 4 , départ de Véronique et Daniel pour l'Europe.

2.2. - SULAWESI (M. Brouquisse)

Le 3 juillet : arrivée à Jakarta de Anne, Philippe, Renaud et Louis. Celui-ci est fouillé minutieusement par un douanier curieux, il finit par avouer le but de son voyage et le douanier lui souhaite "bonne chasse".

Il faut dire que nous arrivons toujours sans autorisation du LIPI, ou du moins sans savoir que nous les avons reçues - à retardement ! Une journée passée chez Claude Mouret n'est pas trop longue pour récupérer et pour chercher les billets d'avion pour Ujung Pandang. Le soir, François arrive de France avec les toutes dernières nouvelles.

Le 5 au matin, vol à destination d'Ujung Pandang, où l'Airbus atterrit en catastrophe, avec des dizaines de voitures de pompiers prêtes à intervenir. Quelle n'est pas notre surprise de trouver notre ami Baharuddin. Il est venu nous attendre à chaque avion depuis quelques jours. Il nous conduit à l'hôtel de Bantimurung, situé à une quarantaine de kilomètres de la capitale.

Dès le lendemain matin, son taxi est chartérisé pour aller échantillonner au Mont Lompobatang, le plus haut volcan du sud de l'île.

Le 7, un lundi, on court d'une université à l'autre pour obtenir des autorisations locales avec Baharuddin comme intermédiaire. A l'autre bout d'Ujung Pandang, celui-ci nous présente à Greg Henderson, un canadien occupé à rédiger un livre sur l'Ecologie de Sulawesi : échange d'informations, et rendez-vous sur le terrain pour la semaine suivante.

Durant cette première semaine, Louis et Anne prospectent intensivement dans les environs de Bantimurung sans trouver de cavités dignes d'intérêt spéléologique ; par contre une faune abondante et de nombreux échantillons de sols sont récoltés ; ils seront installés sur Berlèse sur la terrasse de Greg, ce qui occasionnera plusieurs visites éclairs à Ujung Pandang.

Pendant ce temps, Philippe récolte inlassablement dans les grottes explorées en 1985 ; il ne retrouvera pas le scorpion aveugle de Matampa, mais une riche faune d'arachnides.

François et Renaud vont bivouaquer deux fois de suite dans Gua Salukkan Kallang.

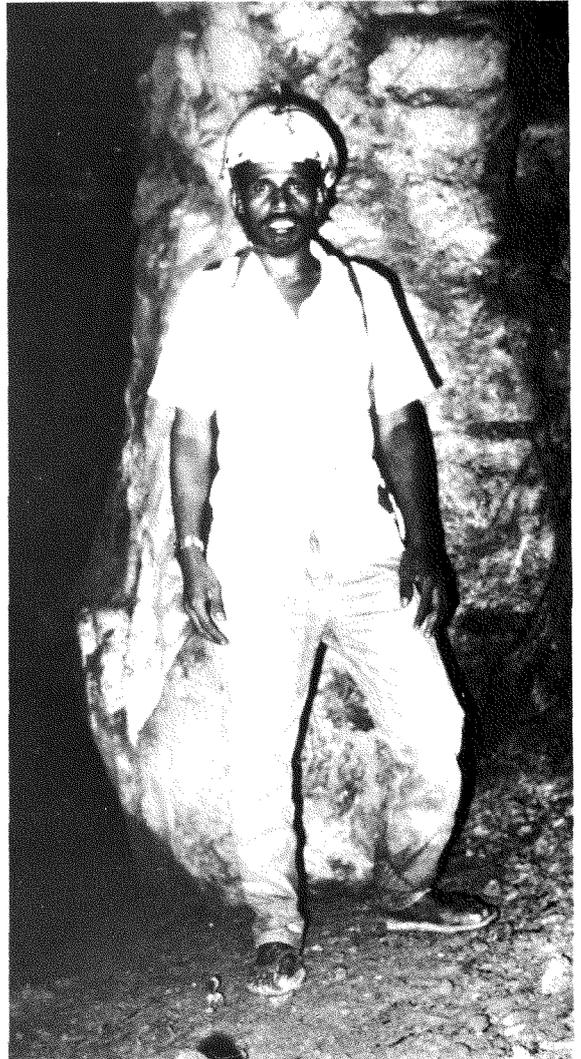
- le 9 et le 10 : ils jonctionnent le K3 avec la galerie Garuda et ils trouvent l'entrée du puits des Salanganes, le K4 ;
- le 11 et le 12 : ils attaquent l'amont jusqu'aux rapides et ajoutent 1100m de topographie.

Le 12 au soir, arrivent Lucienne, Didier, Jean-Pierre, Michèle, Patrick; nous serons 10 pendant quelques jours.

Le premier jour, les nouveaux arrivants font la connaissance du pays : Patrick, Renaud, Jean-Pierre, Michèle, passent la matinée du 13 à faire des photos de la région, puis rejoignent François à la rivière de Bantimurung en amont de la cascade, afin de faire des jaugeages et de la chimie sous les yeux d'une bonne centaine d'indonésiens intrigués. Pendant plusieurs journées nous prospectons en surface sur la zone de Gua Salukkan Kallang, afin de trouver d'éventuelles entrées.



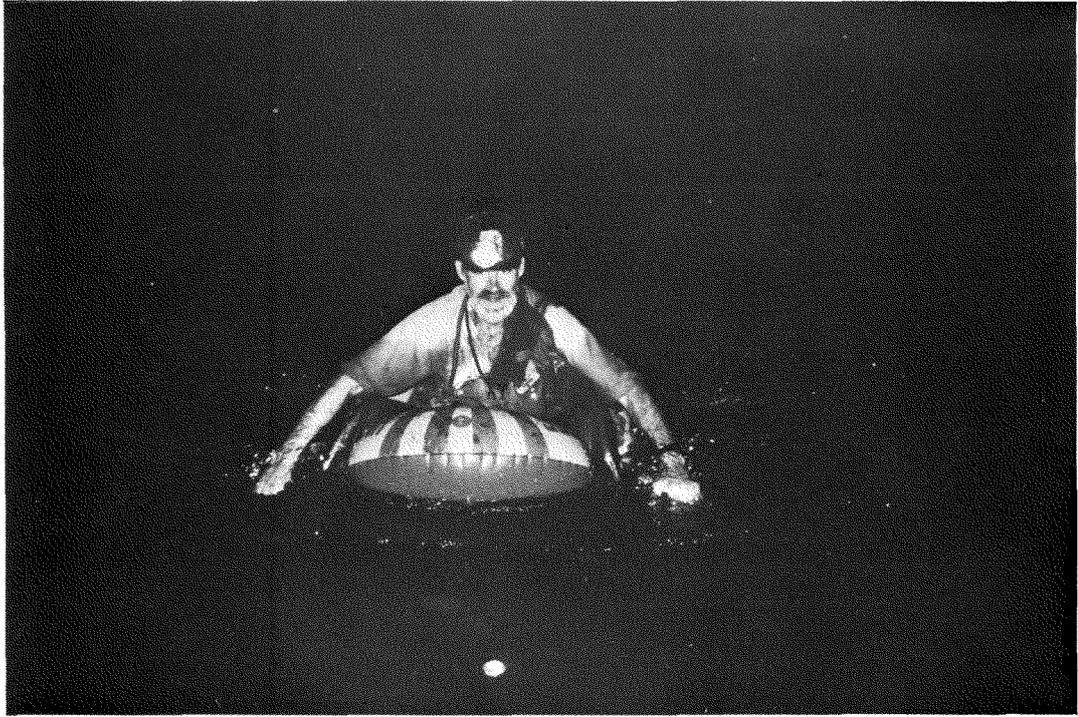
Ph. 2.1. - Cascade et lambeau de forêt primaire au Mt Lompobatang (Sulawesi).



Ph. 2.2. - Mat ,notre guide à Phangnga (Thaïlande).



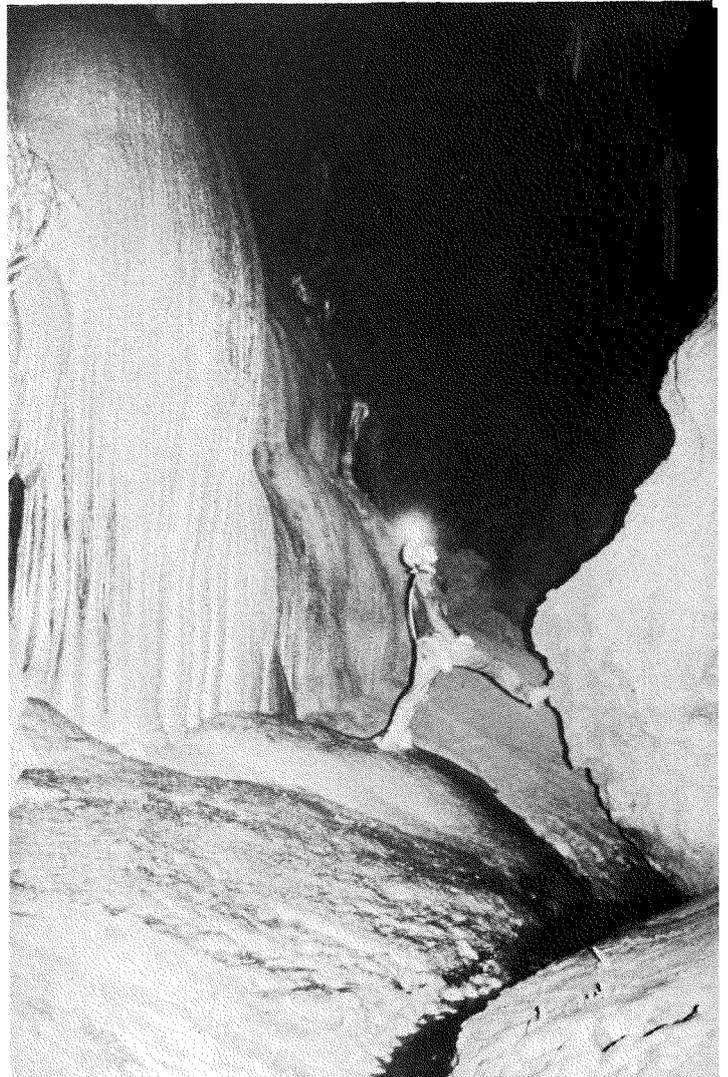
Ph. 2.3. - Dans la jungle de la Nam Lang (Thaïlande).



Ph. 2.4. - Tham Lot ,canotage sur la Nam lang souterraine (Thaïlande).



Ph. 2.5. - En prospection .Karst de Bantimurung (Sulawesi).



Ph. 2.6. - Recherche dans le réseau amont de Gua Salukkan Kallang (Sulawesi).

Philippe et Didier découvrent sur la route de Leang Leang 2 résurgences impénétrables et Gua Sampeang 1. Ils font quelques découvertes archéologiques.

Anne et Louis s'occupent toujours des berlèses chez Greg, qui viendra le 14, visiter Gua Salukkan Kallang avec toute l'équipe. Nous en profiterons pour récolter et pour faire des mesures au grand collecteur. Didier, Lucienne et Jean-Pierre restent sous terre pour topographier l'affluent Merdeka.

Le 15, nous partons à 4 (François, Renaud, Patrick et Michèle) faire une pointe à Gua Salukkan Kallang dans la rivière du 15 Août. Nous prévoyons le bivouac et très chargés nous descendons encore une fois le puits des Salanganes au bas duquel nous laissons le gros du matériel. Nous rejoignons rapidement les canots de la partie navigable. Cette rivière est extraordinaire, très large, sous une voûte entre 20 et 30 m de haut, bordée de concrétions magnifiques, méduses de calcite et autres draperies diaphanes. Toutefois, la navigation se révèle délicate à cause des rochers acérés qui affleurent en surface (nous crevons un canot). Au bout de 2 heures nous faisons une halte "gastronomique" (boîte de singe sur gâteaux secs sucrés..quelle orgie !) sur une petite plage au débouché de l'affluent du ptérodactyle.

Peu après, nous arrivons aux premiers rapides où nous abandonnons les canots et après une courte escalade, nous prenons pied dans la partie supérieure amont de la rivière : 200 m de progression dans de longs méandres encombrés d'innombrables galets lisses et noirs de basalte nous conduisent à un premier lac siphon. Quelques mètres en aval du lac, une étroiture nous permet de déboucher par une trémie stabilisée à un niveau supérieur, dans une série de grandes salles au sol très sableux. Après quelques hésitations, où nous tournons en rond, François découvre la suite derrière une grande pente sableuse. Ça continue ! Nous nous engageons dans une galerie importante parcourue par un ruisseau. Là, la fatigue commence à se faire sentir et nous arrêtons la topo, sous une grande arche naturelle. 1000 m de plus depuis l'affluent du ptérodactyle. Les autres reviendront demain pour continuer cette galerie qui promet un développement intéressant.

En ce qui nous concerne 4 heures de marche et de canots nous attendent pour rejoindre le bivouac des salanganes, où nous nous endormirons lourdement, contents du résultat (il est 4 heures du matin). Un seul drap nous suffit pour dormir étant donnée la température très clémente qui règne sous terre : 25°.

Pendant ce temps Didier et Jean-Pierre font une séance de prise de vue dans la rivière des prismes.

Louis, Anne, Philippe prospectent du côté de Bone. Ils découvrent un grand effondrement au fond duquel coule une rivière très froide à très fort courant (Louis s'en souviendra !). Il faudra y retourner.

A notre retour, conseil de guerre chez "Bibi" notre restaurateur de prédilection à Bantimurung où nous faisons le compte-rendu de nos dernières découvertes de l'amont de Gua Salukkan Kallang. C'est Didier, Jean-Pierre, Lucienne qui dès le lendemain fonceront pleins d'espoir et rejoindront en quelques heures de progression rapide, l'arche naturelle que nous avons laissée la veille... Hélas ! 250m plus loin, ils butent sur un siphon : c'en est fini de ce côté. Heureusement l'endroit est très beau, des gours s'étalent un peu partout et dans l'un d'eux, bien caché, ils ont la surprise de découvrir des perles des cavernes de taille vraiment

peu commune. Le retour est très rapide, grâce à la méthode de canotage éprouvée par Jean-Pierre : à plat ventre, à moitié immergé dans l'eau (à 25°C, déconseillé par contre dans les cavités alpines) et les 1800m de rivière profonde sont avalés en à peine une heure cette fois, sans crevaison!

Le 17, Didier et Lucienne partent topographier Gua Sampeang 1 tandis que Anne et Philippe vont prospecter 2 petites grottes à Lompo.

Puis nous faisons de nombreuses prospections : Towakkalak Meer, vers le K2, le K3, la région de Pangea. Mais après des heures pénibles à cause de la chaleur humide et de l'inextricable végétation (il faudra ramper plusieurs heures sous les arbustes, machette à la main), on ne découvre que de vastes puits ou grottes, se terminant très rapidement, se bouchant à quelques dizaines de mètres. C'est décevant.

Louis, atteint de leptospirose, doit rentrer prématurément en France. Malgré tout, le moral reste bon. Nous continuons les chimies, les jaugeages, posons des fluocapteurs à la source du réservoir et à l'émergence de Gua Baharuddin, pendant que François et Patrick partent au siphon extrême aval de Gua Salukkan Kallang déverser la fluo.

Peu à peu, les troupes s'amenuisent; Renaud, Philippe, Anne et Louis sont retournés en France.

François, Patrick et Michèle embarquent pour Halmahera. Restent à Bantimurung Didier, Lucienne et Jean-Pierre.

Le 25, ils découvrent une très grande salle (100 X 25 m), la plus belle de Gua Salukkan Kallang, baptisée Bebek en l'honneur du canard qu'ils.... devaient manger le soir au restaurant (ce fut finalement un poulet). Le 27, la fluorescéine injectée dans Gua Salukkan Kallang réapparaît à la cascade de Bantimurung sous le regard ébahi des centaines de pique-niqueurs venus comme tous les dimanches profiter de ce site agréable. Heureusement

Jean-Pierre, Lucienne et Didier sont absents, en prospection . Le lendemain, ils apprendront que même la police a été mobilisée pour l'enquête sur "l'eau verte". Sur les conseils de Baharuddin, qui a beaucoup apprécié, du rouge devrait être injecté l'année prochaine !!

Le 28, les trois même, reconnaissent les pertes présumées alimenter Gua Salukkan Kallang. Ça ne passe pas pour l'instant, mais le site est impressionnant : amas inextricable de branches et troncs d'arbres.

Le 29, exploration de Gua Astaga ! (ça alors en indonésien), grande grotte fossile s'ouvrant dans la gorge près du K2.

Puis jusqu'au 4 août, l'équipe réduite à sa plus simple expression (le troisième laron Jean-Pierre est tombé malade) explore plusieurs cavités dans le secteur de Samanggi principalement, dont la belle rivière de S30 remontée sur 300 m, qui traverse à l'air libre une doline. Jean-Pierre enfin rétabli (une piqûre verte dans la fesse droite, une rouge dans la gauche et hop!), ils partent ensuite vers d'autres aventures sur les volcans de Java : Semeru, Bromo, Merapi.

2.3.-HALMAHERA (M. Brouquisse)

Situées à l'extrême Nord de l'Indonésie, les Moluques, petit chapelet d'îles volcaniques dont la principale est Halmahera, présentent la particularité, à l'exception de Ternate, d'être très peu ou pas visitées par les touristes et d'avoir conservé une culture originale et intacte. Toutes ces îles sont couvertes de forêts denses et peuplées de races d'oiseaux d'une grande variété. Les communications se font soit en pirogue ou bateau le long des côtes, soit par des sentiers à travers la jungle épaisse et humide. Nous passerons un peu moins de 3 semaines (François, Patrick et Michèle) à Halmahera, pour rejoindre la rivière de Sagea qui sort de terre quelques 5 km avant de se jeter dans la mer.

Partis d'Ujung Pandang le samedi 26 juillet, nous passons 3 jours à bord de l'UMSINI, énorme paquebot de 1500 personnes. Nous voyageons en classe 4, ce qui est largement suffisant, et ce qui nous permet de prendre de nombreux contacts avec des indonésiens d'îles différentes. Tous sont prêts à nous accueillir chez eux. Nous faisons escale à Manado chez l'un d'eux qui nous offre l'hospitalité pendant 12 heures.

Puis nous arrivons le 29 à Ternate, dans une ambiance polynésienne; tout y est : musique, chants, cris de joies, chaleur, eau d'une transparence incroyable avec des poissons dignes de nos plus beaux aquariums. Accueillis par un ami de Baharuddin dans un hôtel, luxueux par rapport à ceux que nous avons occupés auparavant, nous faisons un séjour plus long que prévu à Ternate, à cause d'un départ manqué pour Payahe (du côté horaire, les indonésiens ne sont pas très rigoureux !!). Ce retard nous permet de gravir le Gunung GAMALAMA, volcan haut de 1700 m, et que l'on atteint par un chemin très raide et parallèle à la pente. Les volcans ayant la triste habitude de vivre la tête dans les nuages, le point de vue y est très limité, et la température très basse (nous regrettons bien les pulls et les pantalons !).

François fait quand même quelques prélèvements de feuilles mortes pour les berlèses.

Le 1^o août, enfin, nous embarquons pour Payahe, sur un petit bateau à moteur. Nous avons 6 heures de voyage, assis sur le pont à 1 m de l'eau, battus par les embruns. L'ambiance est très sympa, nous voyageons parmi les gens, les noix de coco, les cages à poules, les pousses de bambous, accompagnés des accents langoureux de OMDDESSA, groupe de chanteurs en vogue.

Nous avons choisi notre itinéraire sur la carte et avec les indications plus ou moins précises que nous avons pu glaner auprès des habitants du coin. Pahaye est situé sur la côte ouest d'Halmahera au fond d'une grande baie à l'endroit le plus étroit de la branche sud de l'île.

De là, part une piste en pleine jungle qui devrait nous conduire à Weda sur la côte Est.

Arrivée à Payahe, débarquement dans l'eau, sac à dos sur la tête et bien sûr accueillis par le village entier. Après le repas, (la bouche en feu), nous prenons la piste pour Weda. Nous partons légers soit disant!! (25 kg en moyenne) et faisons 25 km à travers la jungle. Arrivés de nuit

à Weda, après 7 heures de marche rendue éprouvante par la chaleur et l'humidité, nous sommes accueillis par les différents chefs du village. Que de formalités !! passeports épluchés, interrogatoires sans fin : d'où l'on vient ? où l'on va ? Mais enfin leur hospitalité est impressionnante. On nous propose le thé, les patates douces frites, douches, repos. Tout cela offert avec une gentillesse qui nous fait bien vite oublier les pieds, le dos et toutes ces tracasseries administratives. Nous obtenons pour le lendemain la permission de poursuivre notre périple vers Sagea. (qui se situe à 2 heures de navigation à travers la baie au Nord Est de Weda).

Nous charterisons une pirogue à moteur en compagnie de trois indonésiens qui, nous l'apprenons plus tard, nous sont imposés comme guides par les autorités locales pour notre "sécurité". Ils trouvent curieux de voir trois étrangers débarquer chez eux pour le seul plaisir d'aller photographier une grotte. Nous devons par la suite les mettre au courant de tous nos faits et gestes, si nous voulons continuer à topographier Batulubang.

Nous ne nous sentons pas très en sécurité dans cette pirogue étroite et longue, lourdement chargée dont les bords ne sont qu'à 10 cm de l'eau. Un aileron de requin et un peu d'imagination suffisent à rendre l'ambiance tendue.

Même accueil à Sagea, où notre arrivée ne passe pas inaperçue; même attente...le chef du village nous invite à passer la nuit chez lui, car il est trop tard pour envisager de partir dès ce soir dans la jungle. Il est évident que notre arrivée provoque beaucoup de remue-ménage, cette région n'avait pas vu d'étrangers depuis le départ des hollandais il y a 40 ans. Que venions-nous faire ici ? Quelle idée de descendre sous terre ? et surtout de dormir dans la jungle !

Après avoir fait les derniers ravitaillements pour nos guides et pour nous, nous embarquons dans une pirogue à balanciers en bambou. L'équilibre nous semble précaire mais il n'en est rien.

2 heures de remontée sur la rivière large de 10 m, nous longeons des berges couvertes de forêts de cocotiers, bananiers, palmiers, un paysage de rêves!!

Le camp de base est installé à 500 m de l'entrée de Batulubang. Nos guides dégagent en 20 mn une clairière afin d'installer la tente, et de construire 2 abris qui nous permettent de nous protéger de la pluie torrentielle qui s'abat généralement en fin de journée. Enfin, nous pouvons partir découvrir ce qui nous a conduits jusqu'ici.

De là pendant 4 jours, nous allons explorer le réseau de Batulubang qui semble extraordinaire dès les premiers pas. Nous remontons la rivière qui se resserre en canyon puis nous pénétrons dans la cavité qui débute par un immense porche dont la voûte se perd à 80 m de haut et remontons jusqu'à "l'embarcadère". Là, nos guides commencent à montrer des signes d'inquiétude et nous font comprendre que plus loin, c'est dangereux, et que nous devons faire demi-tour. Une discussion très serrée s'engage entre François et nos guides, et au bout d'une heure, François fait le forcing, leur dit que nous allons rentrer en France très mécontents et, inquiets et nerveux, nos guides acceptent de nous laisser explorer la cavité.

Ce premier jour, nous topographions, à trois, quelques centaines de mètres dans le grand réseau fossile. Grandes galeries immenses dans lesquelles la progression est rapide. La zone d'entrée révèle une fréquentation humaine assez importante, au vu des nombreuses inscriptions au noir de fumée sur les parois. Beaucoup de criquets et d'araignées énormes ainsi que des scolopendres de 25 cm de long qui se faufilent entre nos pattes... Plus loin c'est l'inconnu total. Le lendemain, Patrick et Michèle font la topographie de la rivière qui après un parcours d'environ 600 m sous terre se termine par un lac siphon. Les canots sont indispensables ainsi qu'un foulard sur la bouche et le nez à cause des nuages de moucherons qui nous enveloppent. Nouvelle topographie d'une petite galerie fossile, à droite de la rivière, qui se termine sur un remplissage au bout de 300m (la galerie Nyamuk).

Retour au campement où François nous attend en soignant ses pieds à coups de Cétavlon et où il a passé une partie de la journée à discuter avec nos guides et à leur expliquer ce qu'on fait, pourquoi on le fait, pourquoi on aime ça, qu'on en bave mais qu'on est content quand même et que si ma tente en avait, on aurait pas fait de cabane bambou!...

Début d'une longue soirée tous ensemble, où nous nous faisons goûter mutuellement nos cuisines nationales, abordons les sujets métaphysiques les plus profonds, le tout en indonésien bien sûr avec forces mimiques et grimaces. Lorsque François leur explique les problèmes de mesures de température de l'eau, l'un de nos guides demande s'il s'agit de degré "Celsius" ! Etonnante question de la part d'un homme à moitié nu avec un pagne et une machette à la main, sûrement plus à l'aise à courir dans la jungle que dans un bouquin de physique...

Et pourtant, ils connaissent plus de choses que nous aurions pensé! Oh! noble étranger au regard clair et à la peau blanche, ravale ta supériorité surfaite, prends la dimension de ton humilité et arrête de la ramener avec ta science.

La soirée se termine par une "chasse au cerf" - rusa en indonésien dans le texte- à laquelle 2 de nos guides nous invitent. Souples et silencieux, armés d'une lance, ils s'enfoncent dans la nuit le long de la rivière. Nous essayons de les suivre maladroitement, mais nous nous sentons comme des éléphants dans un magasin de porcelaines (de Chine). Nous pataugeons là où ils se coulent, nous dérapons et trébuchons où ils se glissent, et pour finir point de cerf, mais une bonne poignée d'écrevisses que notre jeune guide attrape dans l'eau avec une habilité extraordinaire. Grillées sur leur feu de camp, ce sera là un merveilleux souvenir de campagne, un de plus... Puis un cachet d'halcion nous permet de sombrer dans les bras de la Morphée locale, malgré la chaleur étouffante qui règne dans notre tente.

Le lendemain, nous attaquons enfin le gros morceau : le grand réseau fossile dans lequel nous avons fait une brève incursion le premier jour. Des galeries immenses partent dans tous les sens. Au hasard nous choisissons tantôt à droite et tantôt à gauche. Nous ferons une visée de 260 m (record battu; après dépouillement, nous nous sommes aperçus qu'elle pouvait en faire 500!). Nous poursuivons cette galerie sur près de 1700 m jusqu'à une grande salle de 120 m de long, 50 m de large, sur 40 m de haut, au fond de laquelle nous butons sur un lac siphon.

Quelques collectes de collemboles et autres bestioles rampantes et galopantes, quelques mesures de chimie de l'eau et nous rebroussons chemin. (nous avons rendez-vous avec nos guides à 5 heures tapantes!)

Le dernier jour , François et Patrick repartent topographier la galerie Nyamuk rapidement terminée par un remplissage. Ils profitent du retour pour faire une chasse épique au scolopendre (qu'ils ramèneront quand même au péril de leur vie). Pendant ce temps, le camp est démonté. C'est le moment du retour.

Nous avons fini par le plus beau ! Faute de temps nous aurons laissé derrière nous, au moins deux très grosses galeries inexplorées et un potentiel énorme.

Dès le lendemain matin, après quelques photos et prises de vue, nous plions bagages et redescendons en pirogue cette magnifique rivière de Batulubang.

En quelques jours de voyage, nous rejoindrons les Célèbes, via Sagea, Weda Payahe, Ternate, puis Ujung Pandang et Bantimurung où nous récupérons chez M. Baharuddin notre matériel.

Deux jours de tourisme au pays Toraja à Rantepao (quel contraste avec Halmahera !!). Nous visitons Lemo, Londa, Palawa et Saddang. Ces 2 derniers villages sont très décevants par leur côté touristique.

Retour à Bantimurung où nous faisons le K20, un dernier puits que hélas nous ne pouvons pas descendre entièrement car nous n'avons plus assez de corde. Arrêt sur rien, plein vide, bout de corde!

Nous sommes le 19 août, c'est le retour.

Nous retrouvons Didier, Lucienne, Jean-Pierre en bon état à Jakarta.

Le 20, nous sommes à Bruxelles. C'est fini!

3. CATALOGUE DES CAVITÉS NOUVELLEMENT VISITÉES PAR L'APS EN THAÏLANDE

Renaud BROUQUISSE
9, avenue Rhin et Danube
38100 GRENOBLE

Summary : this inventory supplements the 1985 one. It contains 12 new caves in the Phangnga, Kanchanaburi, Chiang Rai and Mae Hong Son areas.

Ce catalogue est le complément de celui réalisé en 1985. 12 cavités nouvellement explorées en 1986 y sont répertoriées.

Signification des colonnes

3 : T.= Tham (grotte) , B.= Ban (village) , Nam Ru = source

4 à 11 : Coordonnées , kilométriques pour les cartes au 1:50 000 , en degrés, minutes, centièmes pour les cartes au 1:250 000. L'altitude est évaluée d'après la carte, l'équidistance des courbes est de 100 m au 1:250 000, de 20 m au 1:50 000.

Pour la légende complète, se reporter au chapitre 5 , catalogue Indonésie.

Bibliographie

BESSION J.P., 1986-3. Catalogue Thaïlande - In Expédition Thaï-Maros 85 : 17-22, éd. A.P.S. Toulouse.

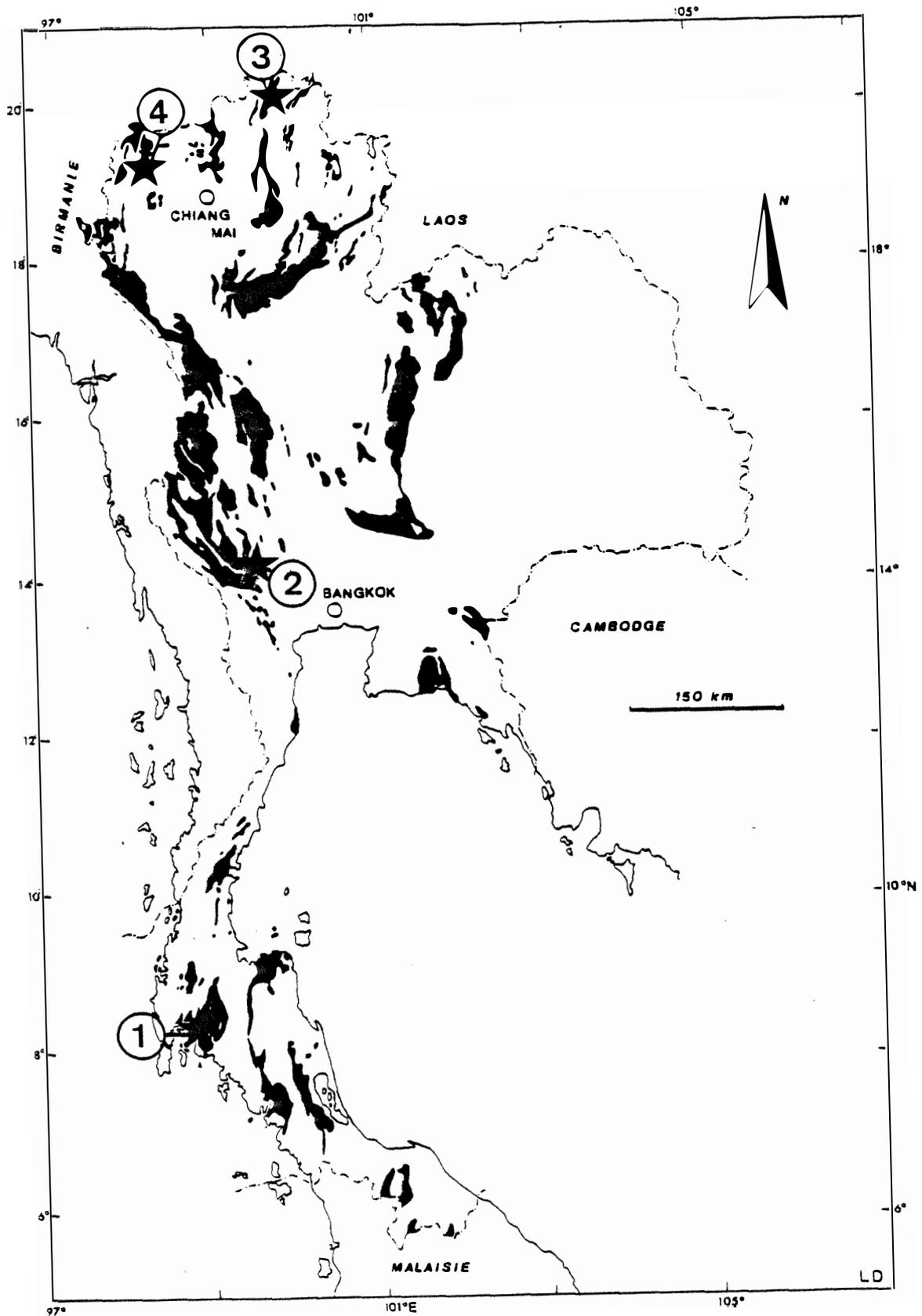


Fig. 3.1. -Régions calcaires de Thaïlande, d'après la carte "Mineral Resources of Thailand", 1977. Zones prospectées 1: Phangnga, 2: Kanchanaburi, 3: Mae Sai, 4: Mae Hong Son .

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
CODE	SYMB	TOPONYMIE	ACCES			COORDONNEES					SPELEOMETRIE				PRELEVEMENTS-OBSERVATIONS										
			Lieu-dit	Km	Dir.	±	Long.	Lat.	Alt.	±	DEV.		Dén.	0	INTERIEUR								EXT.		
											Tot.	Topo.			Ø	Aq	T	Gu	Os	G	Pe	Pa	B	Pc	
Carte ND 47-14 1:250 000 -Changwat Phangnga																									
PHA17	■	T. Nam Tok	Phangnga	6	SSW	0'2	98°30'00	8°28'70	40	15	>50														
PHA18	■	T. Phet	"	12	NE	1'	98°35'00	8°32'00	60	30	>30			10											
PHA19	∩	T. Pung	"	1,5	SW	0'1	98°33'00	8°28'20	20	10	50														
Carte ND 47-7 1:250 000 -Changwat Kanchanaburi																									
KA3	■	T. Sai Yok Noi	Nam Tok	3	NNW	0'2	99°04'00	14°15'00	300	20	>300			30											
KA4	∩	T. Rawa	"	15	NW	0'2	99°00'00	14°17'30	120	30		458		10											
KA5	∩	T. Bol Thasao	"	0,5	N	0'2	99°05'00	14°14'00	200	30	>100	100		48											
KA6	■	T. Nam	Erawan Park			0'3	99°80'00	15°75'00	350	50	>1100	1100													
Carte "Geological Map of Northern Thailand n°2" 1:250 000 -Changwat Chiang Rai																									
MS1	∩	T. Big cave	Mae Sai	10	S	0'5	99°52'30	20°24'00	400	20	>700	700													
MS2	∩	T. Kou Khan	"	15	S	0'5	99°52'00	20°19'30	400	30		530		10											
Carte 46-48 II 1:250 000 -Doi Phak Kut																									
NAL22	■	T. Nam Hu	B.T.Lot North	0,5	N	0'1	425,2	2164,9	640	10	>150	150		10											
Carte NE 47-2 1:250 000 -Changwat Mae Hong Son																									
HS2	■	T. Nam Ru Hua Koa	Mae Hong Son	17	N	0'1	97°59'25	19°25'30	300	30	>1800	1566		10											
HS3	●	T. Plaa	"	17	N	0'1	97°59'25	19°25'50	300	30															

Tab. 3.1. Catalogue Thaïlande 1986

4. RÉSULTATS SPÉLÉOLOGIQUES THAÏLANDE

*Renaud BROUQUISSE
9, avenue Rhin et Danube
38100 GRENOBLE*

Summary : in Kanchanaburi, Mae Hong Son and Mae Sai karsts, 4600m of galleries were surveyed. Two of the caves are over 1000 m long.

Les quatre régions karstiques parcourues cette année sont des reprises de l'expédition Thaï 85, il s'agit (figure 3-1) des régions de Phangnga, de Kanchanaburi, celle de Mae Sai et enfin celle de Mae Hong Son et Sop Pong.

L'esprit de l'expédition était de constituer une équipe légère et relativement mobile - de façon à pouvoir s'adapter et profiter des opportunités qui se présenteraient. En revanche, le sacrifice d'un certain nombre de matériels spéléologiques lourds au profit de la légèreté, et le petit nombre de spéléologues confirmés dans le groupe, ne permettaient pas d'envisager des explorations d'envergure. La suite nous prouvera que le choix était bon et à aucun moment nous n'avons été réellement stoppés par les difficultés spéléologiques rencontrées.

Pour chacun des paragraphes suivants, le lecteur est invité à consulter le chapitre correspondant au karst décrit dans le rapport de l'expédition Thaï-Maros 85.

4.1. - KARST DE PHANGNGA

Situé à proximité du site (célèbre) de Phuket, la région de Phangnga est riche en cavités de toutes sortes. Trois cavités ont été visitées cette année mais aucune topographie précise n'a été levée. La nature aquatique de la plupart des grottes de la région recommande l'utilisation d'un canot pneumatique (qui manquait cette année); en revanche, l'utilisation du pantalon Kway ne garantit pas, dans les rivières, une étanchéité parfaite et ne saurait être efficace que soutenu par une ceinture.

Tham Nam Tok (=grotte de la cascade)

Cette grotte est située à l'est de Phangnga et s'ouvre en une belle résurgence (débit supérieur à 100 litres par seconde). Le niveau d'eau a été artificiellement surélevé par la construction d'un barrage juste devant l'entrée. Un bateau serait nécessaire pour poursuivre l'exploration menée sur une cinquantaine de mètres.

Tham Phet

Au nord-est de Phangnga, Tham Phet est située à l'arrière du massif calcaire. Comme pour Tham Nam Tok, il s'agit d'une résurgence dont le niveau est surélevé par un petit barrage construit à des fins d'irrigation des champs voisins. Le débit est de 5 à 10 litres par seconde. Explorée sur une trentaine de mètres Tham Phet s'avère être très aquatique et parcourue par un fort courant d'air.

Tham Pung

Juste à côté de Phangnga, Tham Pung constitue une petite grotte sanctuaire qui s'ouvre au niveau d'une "résurgence marécage". Son développement total est d'une cinquantaine de mètres.

4.2. - KARST DE KANCHANABURI

Suite à une visite éclair de Laurent l'année précédente, le karst de Kanchanaburi s'avérait (et s'avère toujours) particulièrement prometteur quant aux possibilités de trouver des réseaux importants; surtout à partir des hauts plateaux où nombre de rivières résurgent de nulle part pour se perdre quelques kilomètres après nulle part. Mais pour se consacrer à de telles prospections il faut davantage qu'une semaine. Nous avons donc rayonné à partir de Nam Tok (terminus du train qui part de Bangkok via Kanchanaburi) pour visiter des grottes connues des autochtones et proches des villages ou des voies de communication.

Tham Sai Yok Noi = Tham Nam Tok (=grotte de la cascade)

En guise de hors d'oeuvre, nous partons à la recherche de Tham Sai Yok Noi découverte en 86 par l'expédition du G3S. A un kilomètre au nord de Nam Tok vient de la droite de la route un ruisseau (cascade) que l'on remonte sur deux ou trois cents mètres avant de déboucher en rive gauche sur une route forestière qui remonte la vallée d'abord vers l'Est puis vers le Nord. Lorsque la route forestière s'oriente au Nord, le ruisseau résurge de la falaise sans que l'on puisse pénétrer la résurgence. Au bout de 2 Km, lorsque le chemin bourbeux longe la falaise (à main gauche) il faut passer en sous-bois et redescendre vers le Sud en suivant le rocher (sur 150 m) jusqu'à arriver à l'entrée de la grotte (un peu en hauteur et caractérisée par une racine qui la coupe de haut en bas).

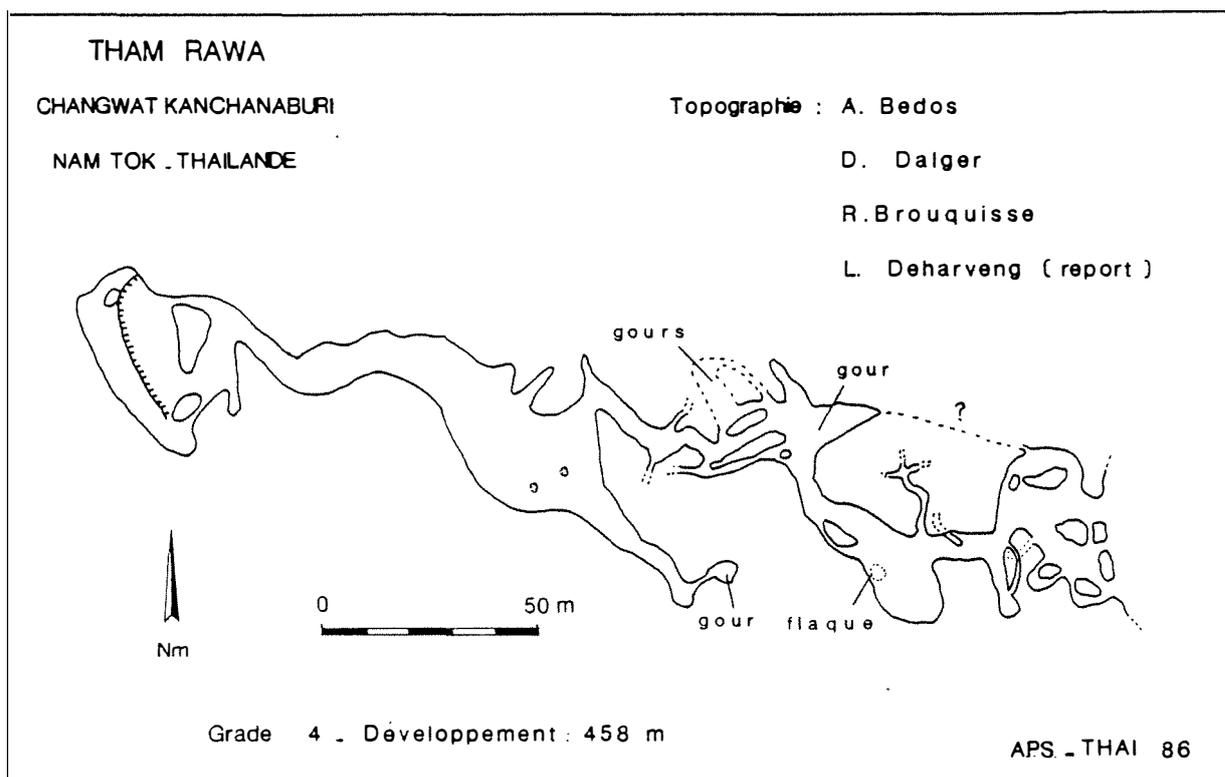
La grotte descend en une série de petites rampes jusqu'à une salle (h=10 m L=25m l=10 m), puis la descente se poursuit sous des blocs stables

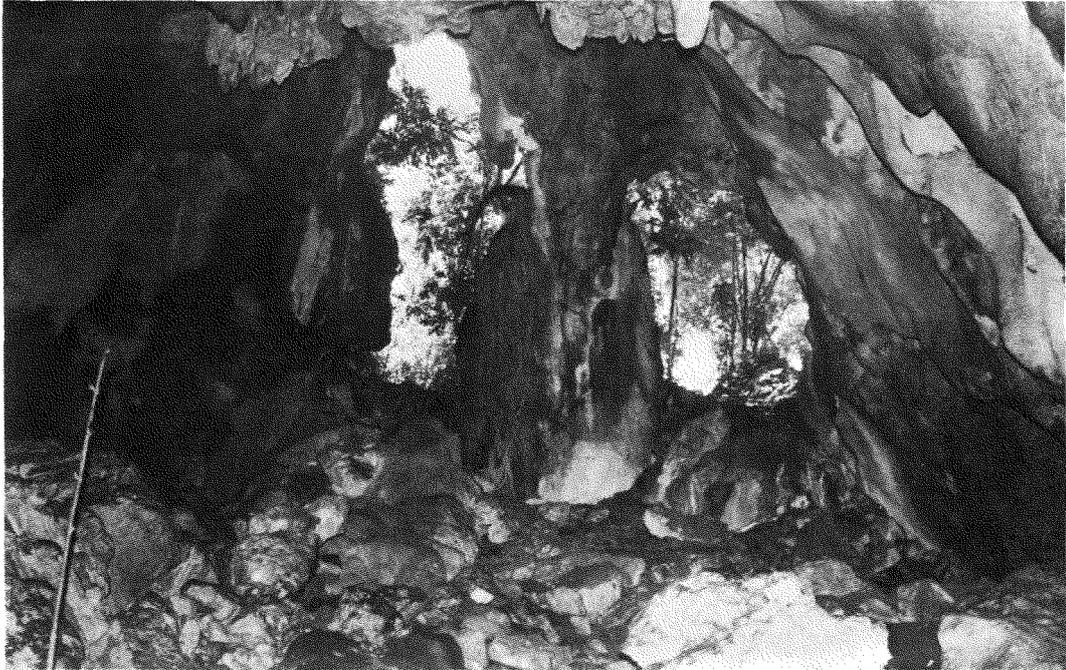
et par un cheminement labyrinthique. A 30 m sous la surface, la progression rapide et euphorique est brutalement stoppée par un serpent "énorme" collé je ne sais comment au plafond du boyau... Prenant mon courage à deux mains je me jetais hors d'atteinte du monstre qui, troublé dans son sommeil, ouvrit un oeil, m'examina rapidement, ne me classa pas dans la catégorie comestible et continua son attente patiente...de casse-croûte volant.

La situation resta bloquée jusqu'à ce que l'on découvrit un second passage qui permettait l'accès à une rivière souterraine. Cette rivière, point ultime de la topographie réalisée par le G3S, se caractérise par deux choses : une abondance de poissons dépigmentés et une forte teneur en gaz carbonique (5%). Cela nous permit une pêche miraculeuse de 12 poissons de 2 types qui malheureusement crevèrent tous dans les 3 jours qui suivirent leur capture ; en revanche la présence de CO2 ne nous permit pas autre chose qu'une rapide exploration amont et aval de la rivière, celle-ci étant tout à fait praticable à pied (et avec des bouteilles de plongée pour des durées supérieures à 30 minutes). La présence de CO2 ne nous empêcha pas néanmoins de réaliser un certain nombre de relevés et de mesures physico-chimiques.

Tham Rawa (Ph. 4.2.)

La visite de Tham Rawa commence par une remontée sur 4 Km de la rivière Kwai (célèbre par le roman et le film du même nom) à partir du "Kwai river village" (sorte de centre club Méditerranée pour touristes étrangers argentés, où le

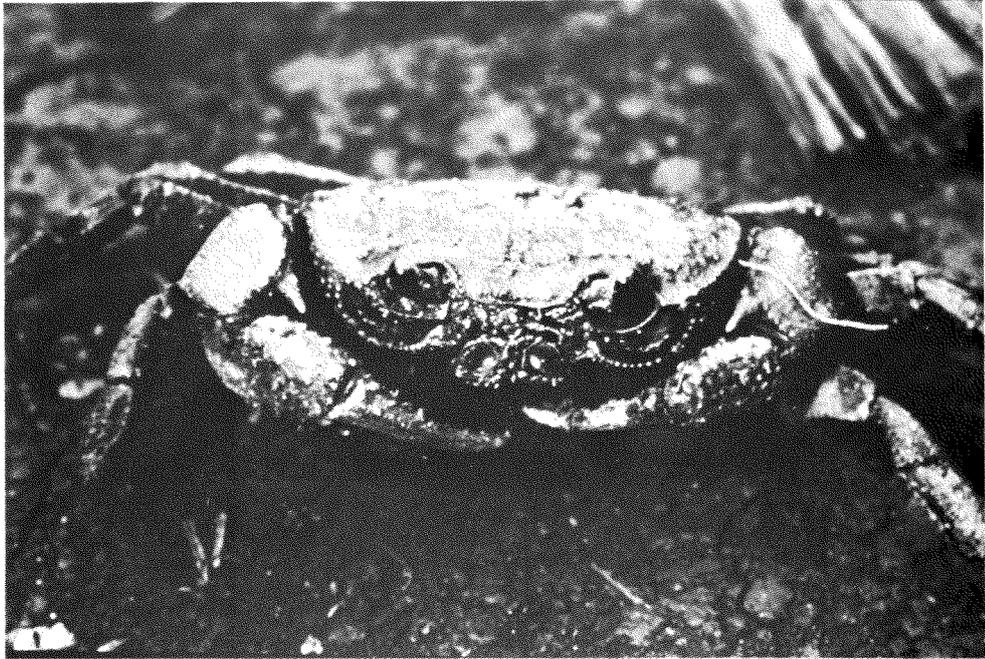




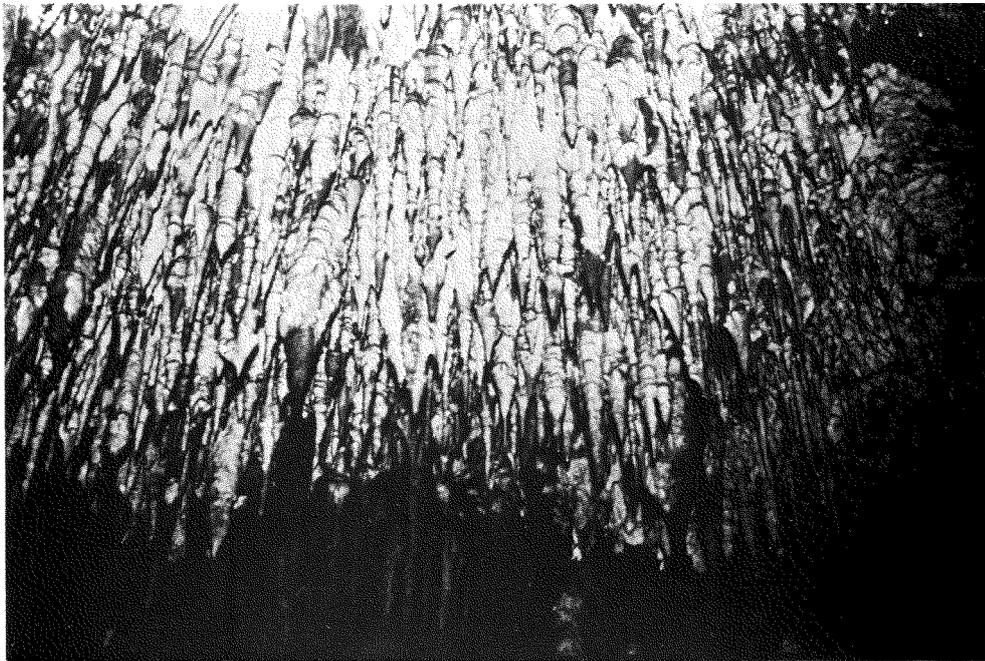
Ph. 4.1. - Tham Bol Thasao ,double porche d'entrée.



Ph. 4.2. - Bambous sur le chemin de tham Rawa.



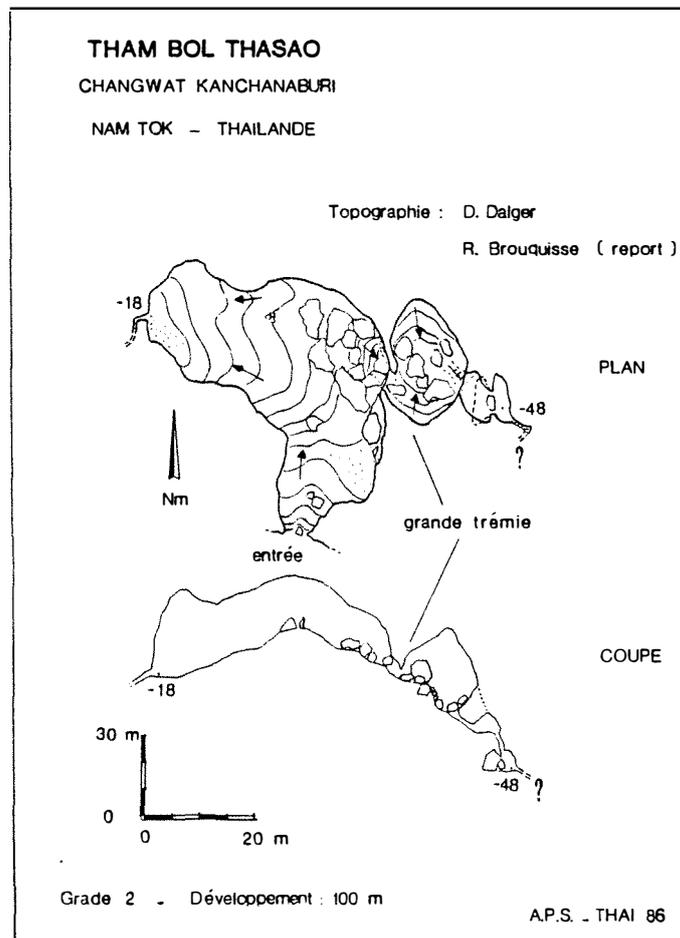
Ph. 4.3. - Le prisonnier de tham Hud (crabe d'eau douce)



Ph. 4.4. - Plafond de stalagmites à tham Kou Khan.

coût de la vie est multiplié par 5 par rapport à celui que l'on trouve à Nam Tok). Après un quart d'heure- vingt minutes de navigation pendant lesquelles nous ne vîmes ni cadavres de prisonniers anglais ni crocodile, la barque à moteur accosta à un embarcadère en rive droite. Il n'y avait plus qu'à marcher pendant un quart d'heure pour atteindre l'objectif. Tham Rawa est une grotte sanctuaire à laquelle on accède par un escalier en ciment coulé au milieu d'une magnifique forêt de bambous. L'entrée constituée de plusieurs ouvertures donne sur une salle à colonnes, décorée çà et là de bouquets de fleurs et d'offrandes diverses, offertes par les fidèles de passage. Après une petite échelle, la galerie s'élargit en dévoilant des salles multi-plans à colonnades, stalagmites, gours, murs, ouvertures, etc... un décor de rêve pour un roman policier souterrain et une bonne séance de photos. Pendant que les uns prospectent les collemboles géants, les autres traquent l'amblypyge carnivore, les derniers guettent les crocolions cavernicoles. Bref, chacun s'affaire et j'en profite pour sortir mon matériel tout neuf de photos : trépied, flash, déclencheur souple et tout le tintouin... 3/4 d'heure pour chiader les angles, les "ne bougez plus" et les "garde la tête sous l'eau pendant que je règle la distance". Résultat une pellicule et demie de super-photos....complètement noires. Avions-nous attisé la colère du bouddha en violant impunément son sanctuaire ?

A noter dans Tham Rawa, d'importants dépôts de guano dans la grande salle ainsi que la présence de gaz carbonique.



Tham Bol Thasao (probablement "Tham Buddha 2" du G3S.) (Ph. 4.1.)

A 500m au Nord de Nam Tok se dresse un piton rocheux au centre duquel une grotte sert de lieu de prières et de méditation à un moine bouddhiste. La visite rapide de la grotte ne montre aucun prolongement intéressant, mais en revanche en remontant la falaise vers la gauche, à 150 m s'ouvre un porche caché par la forêt, qui donne sur une grande salle d'environ 50 m de long sur 30 de large. Quelques marches creusées dans la glaise et quelques objets d'usage courant indiquent que la cavité sert à la méditation silencieuse de religieux bouddhistes. En s'avançant dans la grotte, la salle tourne à gauche pour aboutir à un banc de sable glaiseux qui constitue peut-être une mare pendant la saison des pluies.

Sur la droite part en pente raide une grande trémie formant trois chambres successives de plus en plus petites. L'abondance des dépôts de guano rend la progression parfois délicate. La trémie se termine vers - 48 m par un boyau étroit qui manifestement continue vers le centre du piton, rejoignant peut-être un boyau de la première grotte.

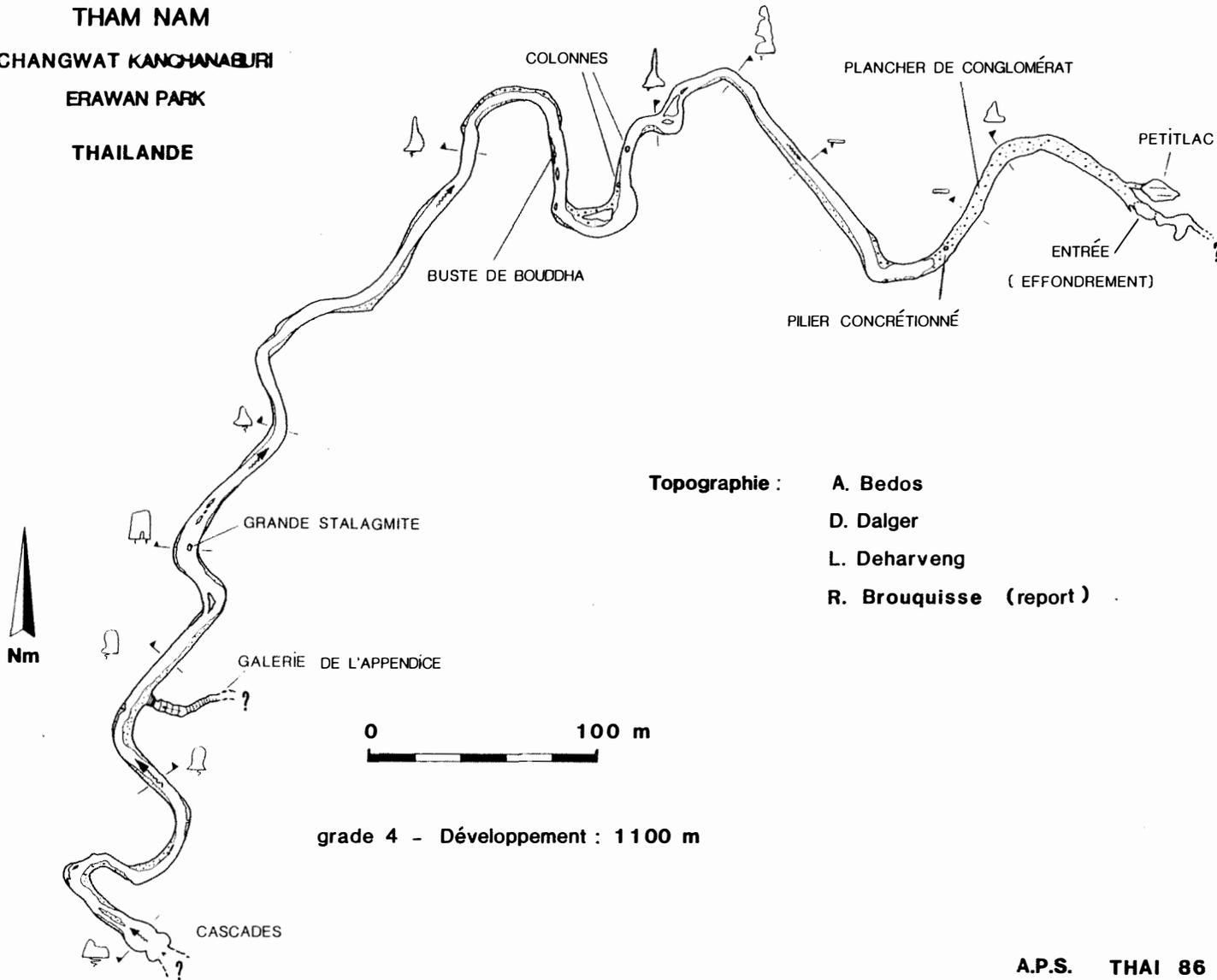
Tham Nam

A mi-chemin entre Kanchanaburi et Nam Tok part une vallée qui remonte au Nord vers le parc national d'Erawan. Ce parc, avons-nous appris dans l'avion qui nous menait à Bangkok, possède 2 grottes dont une, Tham Nam, ne se visite pas. Un contact pris auprès de l'un des gardes du parc auquel nous apportons un courrier de sa mère, nous permet d'avoir un second contact auprès d'un de ses collègues "habilité" à nous faire visiter Tham Nam.

Comme son nom l'indique (Nam = l'eau), cette grotte est parcourue sur toute sa longueur par une rivière souterraine qui rémerge à 200m des maisons du parc. Les autochtones boivent cette eau, et par ailleurs nous apprenons que la rivière est peuplée de poissons blancs (ah! ah! intéressant...) considérés comme sacrés et donc intouchables (oh!...) La visite se fera en compagnie de nos guides qui rigolent franchement en nous voyant nous équiper...eux dont le matériel de choc consiste en une paire de tongues et une vieille lampe tempête.

L'entrée se fait par un effondrement de la voûte de la galerie 50 m en amont de la résurgence. Après 100 m de progression sur un plancher de conglomérat nous arrivons à la rivière large de 2 à 5 m. Nous remontons ainsi la galerie sur 1100 m pour buter finalement sur 2 cascades contiguës à 4-5 m de hauteur ; leur passage nécessiterait des canots et des échelles rigides, mais le manque de temps et la présence de nos guides ne nous permettent de toute façon pas d'envisager la chose (la remontée des cascades promettait pourtant de belles choses). Au retour, les "bio" partent en avant pour étudier la faune et faire quelques récoltes pendant que les autres entreprennent la topographie de la rivière, ce qui ne manque pas d'étonner et d'amuser les thaïlandais. Une fois de plus, toutes les photos seront loupées...et nous ne parviendrons pas à attraper de poissons dépigmentés; peu importe la rivière était belle.

THAM NAM
CHANGWAT KANCHANABURI
ERAWAN PARK
THAILANDE



Topographie :
A. Bedos
D. Dalger
L. Deharveng
R. Brouquisse (report)

grade 4 - Développement : 1100 m

A.P.S. THAI 86

4.3. - KARST DE MAE SAI

A l'extrême Nord de la Thaïlande, à quelques kilomètres de la frontière avec la Birmanie et le Laos, se dresse un petit karst qui jaillit de la plaine comme une muraille de château fort. D'un côté il donne sur la vallée qui relie Mae Sai à Chiang Raï, de l'autre il domine la Birmanie. Totalement inexploré, ce karst semble recéler un important potentiel spéléologique. Aux dires des habitants de Mae Sai, il compte l'une des plus grandes grottes de Thaïlande qui fait, paraît-il, 8 Km et débouche sur l'autre côté du karst ; cette grotte, tham Nam Cham, fut rebaptisée Big Cave pour attirer le touriste, nous ne pouvions faire autrement qu'y aller.

Tham Big Cave (Tham Nam Cham)

Bien que nous ayons du mal à imaginer que cette grotte passe sous la frontière, nous sommes alléchés par la perspective d'un réseau développé.

Le porche d'entrée de Tham Big Cave est en effet impressionnant avec ses 80 m de long sur 40 m de large. Pendant que les "bio" ouvrent la route nous suivons en tirant la topographie. La galerie semble suivre le lit à sec d'une rivière souterraine intermittente. La direction générale est d'abord Nord-Ouest puis après 200 m s'oriente au Sud-Ouest. Dans un premier temps, sitôt le grand porche passé, nous circulons à flanc de grands éboulis, traces d'un effondrement du plafond ; celui-ci est composé de brèches et de conglomérats tachetés de roches noires. Puis la galerie continue, se rétrécissant progressivement sur un sol nivelé de sable et d'argile. Après 350 m de progression nous retombons sur le lit à sec de la rivière. A ce moment nous voyons revenir les "bio". Pas la moindre trace de "pseudo" ou de "schizomide", de plus en fait de 8 km la galerie s'arrête à 300 m de là dans une grande salle encombrée de blocs et sans continuation visible.

Nous poussons donc la topographie jusqu'à la salle en question. D'une longueur d'environ 100m, elle part au sud-ouest pour se couder au nord-ouest à mi-longueur. Le lit de la rivière encombré d'énormes blocs, se faufile dans un chaos pour se perdre sous un effondrement en bout de salle. A force de fouiner pour trouver la continuation, Daniel déniche sous un amas labyrinthique de blocs, une petite fontaine de quelques mètres de diamètre, à l'eau transparente et "fraîche" (environ 26°C) mais siphonnant à travers un sol sableux.

"Quid est" de nos 8 km, notre rivière souterraine et nos contrebandiers? Nous n'en savons rien, mais le fils du chinois a promis de nous montrer le chemin et de nous accompagner l'année prochaine. A suivre donc.

Tham Kou Khan (= T. Ku Khan) (Ph. 4.4.)

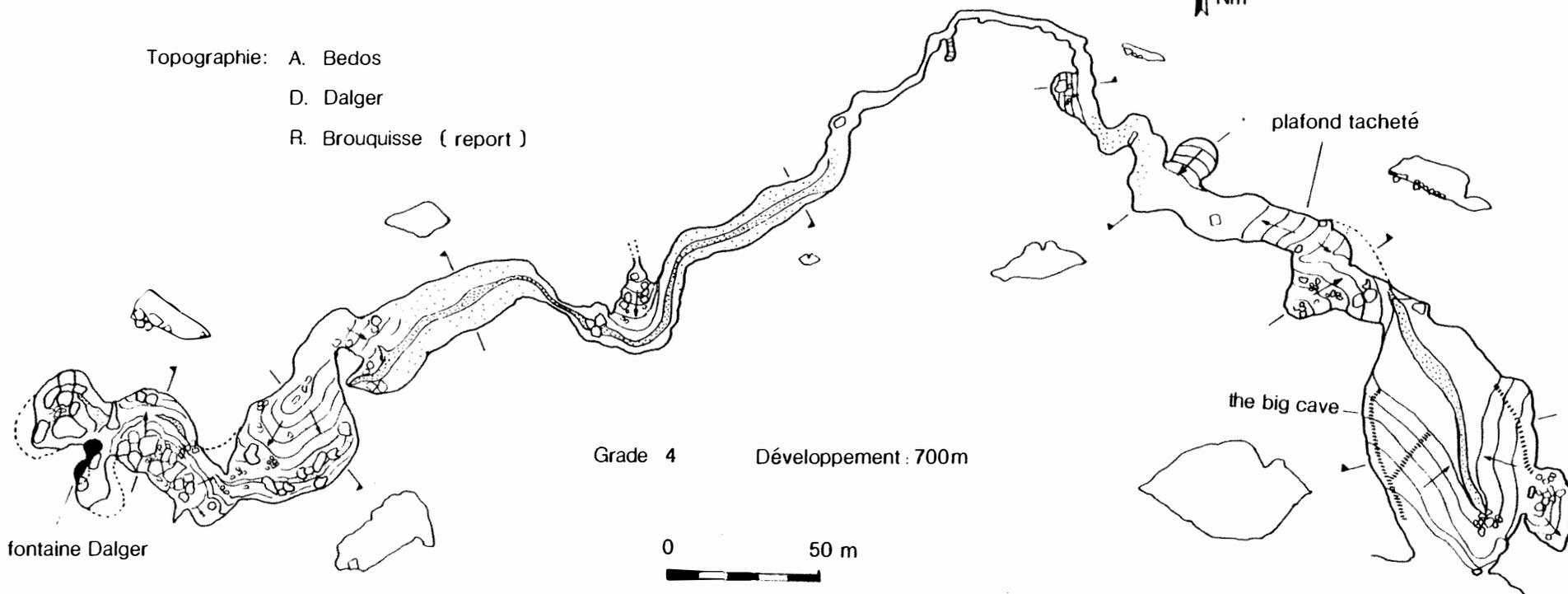
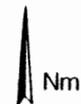
A 15 km au Sud de Mae Sai, sur la route de Chiang Rai, part en angle droit une route rectiligne qui mène en 2 km au pied du karst au milieu d'un parc abritant une communauté de moines bouddhistes. Il s'y trouve paraît-il une grotte avec rivière souterraine se prolongeant sur plusieurs centaines de mètres. Malgré une recherche détaillée du site, nous ne trouvons qu'une résurgence impénétrable à fort débit et un départ de galerie

THAM BIG CAVE

CHANGWAT CHIANG RAI - THAILANDE

APS - THAI 86

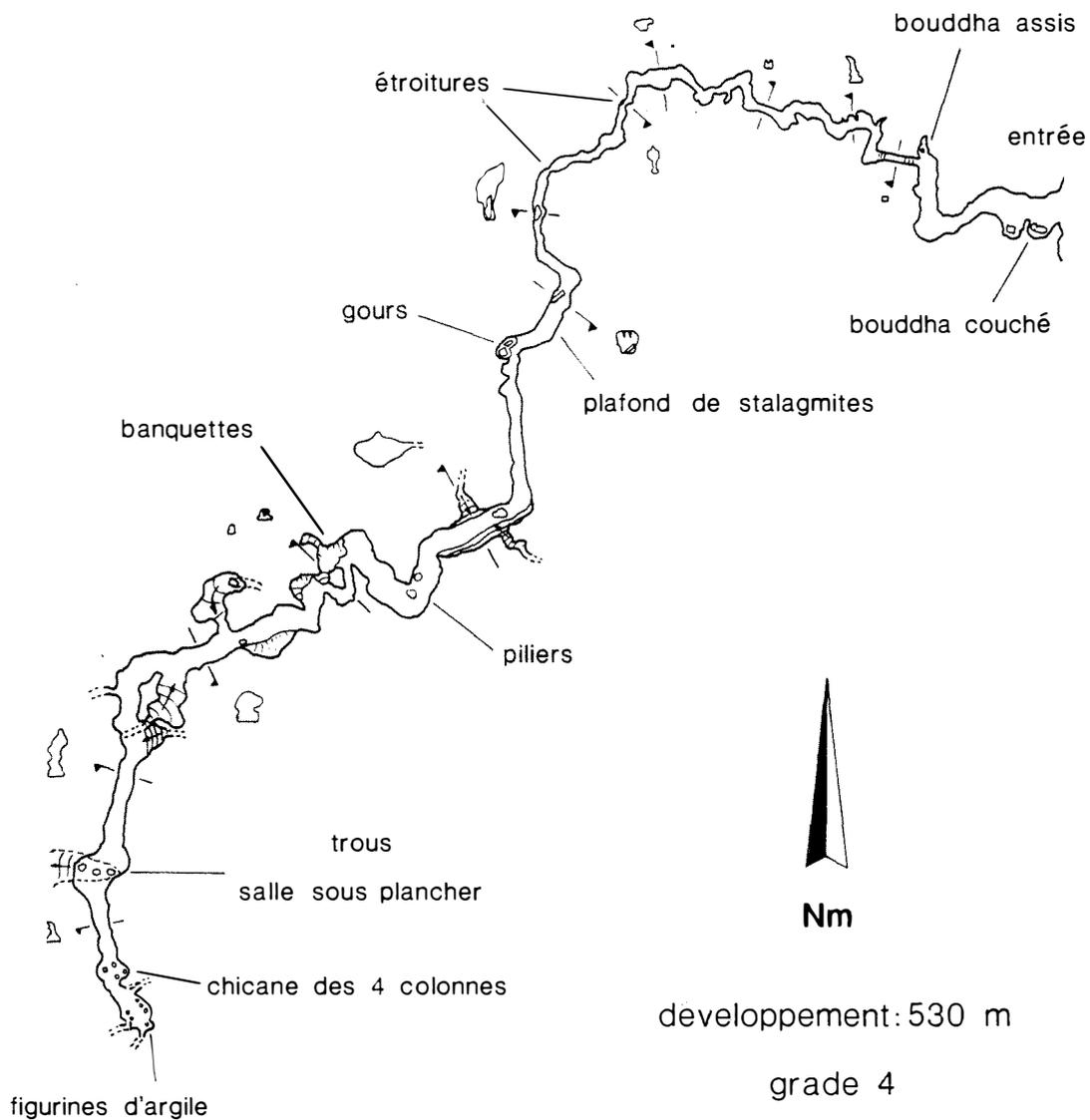
Topographie: A. Bedos
D. Dalger
R. Brouquise (report)



THAM KOU KHAN

CHANGWAT CHIANG RAI

THAÏLANDE



figurines d'argile

developpement: 530 m

grade 4

0 50 m

Topographie : A. Bedos
D. Dalger
R. Brouquisse (report)

A.P.S. THAI 86

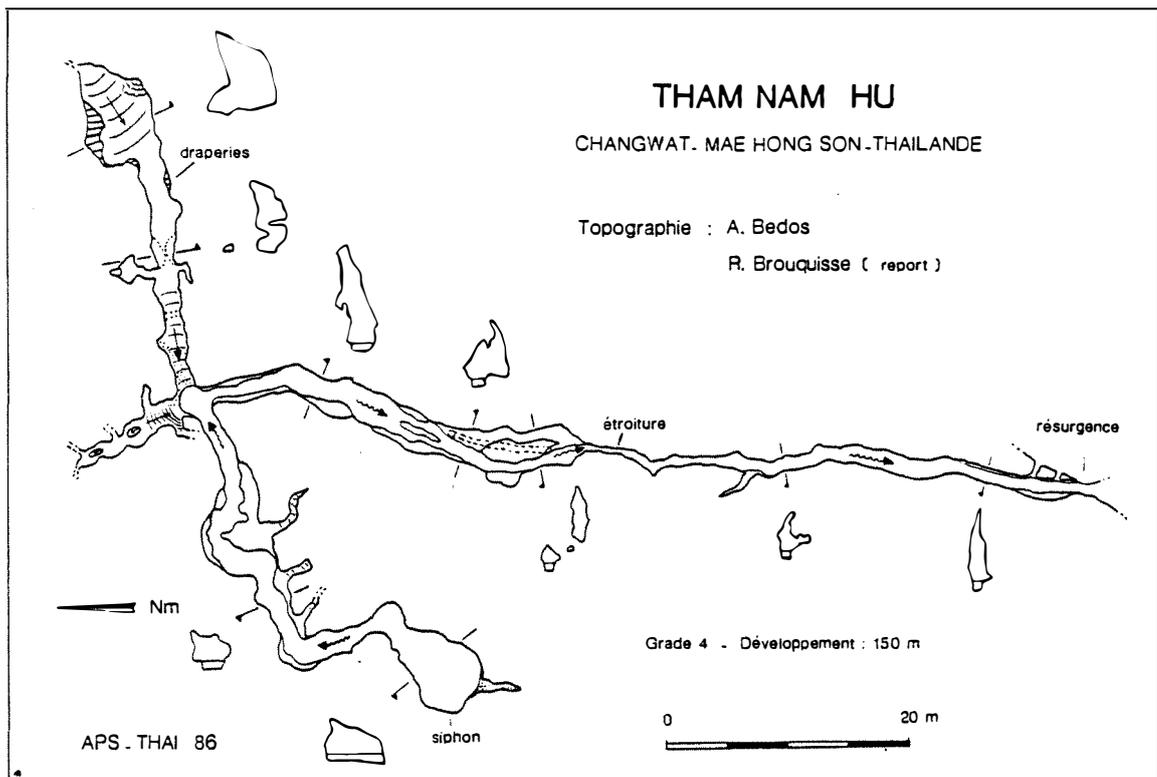
sèche sous un porche abritant un bouddha couché. Il s'agit de la grotte de Tham Kou Khan.

Au bout de 40 m, la galerie semble se terminer sur un buste de boudha assis, lorsque à ras de terre à gauche, nous apercevons un tunnel étroit (0,5 X 0,5 m), marqué de quelques marches taillées dans la glaise, donnant accès au reste du réseau. La suite se révèle vite être un boyau assez tortueux dont la largeur varie entre 0,3 et 4 m sur les 150 premiers mètres. En revanche, le plafond est souvent assez haut (> 5-6m) montrant de place en place des diaclases qui s'insinuent en direction du plateau. Puis sans dépasser 8-9 m de large, la galerie s'ouvre pour nous donner quelques spectacles au fur et à mesure de notre progression (colonnes, plafond de stalagmites, gours suspendus, banquettes de calcite). Si la galerie principale reste horizontale, plusieurs boyaux partent latéralement çà et là vers le haut ou le bas et généralement assez vite comblés par de la glaise. Au bout de 530 m le réseau bute sur un cul-de-sac d'où partent 2 chatières difficiles à passer et semble -t-il sans continuation intéressante. A ce point, les autochtones ont façonné des figurines d'argile représentant des bouddhas, des chédis et des animaux locaux (singes, serpents, éléphants), sans doute attendent-ils dans le noir perpétuel la venue méditative de quelque moine en quête de solitude ou la visite d'un spéléologue paumé ne sachant plus où est la sortie. 50 m avant la fin, un panneau "DANGER" indique la présence de 3 trous dans le plancher, donnant quelques mètres plus bas sur une salle, laquelle renifle à plein nez le gaz carbonique. Nous n'avons donc pas exploré cette salle.

Le réseau est totalement fossile, sans trace d'eau intermittente. Cependant à mi-chemin se trouvent 2 gours qui peuvent selon les envies, servir de fontaine pour se désaltérer ou faire office de vivarium aquatique pour biologistes en chasse.

4.4. - KARST DE LA REGION DE MAE HONG SON -SOP PONG (Ph. 4.3.)

A une demi -heure d'avion de Chiang Mai, la ville de Mae Hong Son est située au coeur des montagnes du Nord Ouest à quelques 10-15 km de la frontière avec la Birmanie. L'objectif essentiel de notre saut de puce dans cette région était de remonter vers le karst de la Nam Lang et d'y prospecter en vue de ramener le maximum d'échantillons de faune cavernicole en compagnie de Fred Stone et Paitoon. De Mae Hong Son nous avons donc pris la route de Sop Pong pour continuer ensuite en direction de la Guest House de "Mister John", un australien charmé par le pays et qui y a pris femme et maison. A partir de ce petit paradis terrestre où les randonneurs et les baba-cools ne manquent pas de mettre leurs doigts de pied en éventail doucement balancés dans un hamac, sur des accords de Super Tramp, nous avons repris la direction de Tham Lot. Les uns braquant leur appareil photo sur les autres en train de coincer le copépoïde et le collembole entre deux poils de pinceau...chacun y trouve son compte. Le lendemain nous partons à la redécouverte de Tham Plaa qui pour la circonstance et après informations prises auprès des autochtones s'appellera désormais "Tham Hud" ce qui signifie littéralement : "la grotte qui donne la nausée, le mal de tête, de ventre, à l'air malsain et oppressant, et qui fait qu'on est très très mal en sortant...si on a la chance d'en sortir". Bref ! Présentement Tham Plaa Hud est située au fond d'une doline à la végétation luxuriante



et la rivière est à sec.

Nous avons donc enfilé notre matériel en vue de récolter et de poursuivre la topographie déjà effectuée par Didier et Laurent l'année précédente. Nous voulions Austerlitz, ce fut Waterloo ; au bout de 3/4 d'heure tout le monde était dehors le ventre crispé, l'estomac demandait pardon, les boyaux tricotaient des napperons, le visage blafard virait alternativement du blanc laiteux au vert bilieux. La retraite battue au rythme des nausées, vomissements et des maux de têtes au carré, nous permit néanmoins de ramener un prisonnier...un crabe d'eau douce qui essayait de nous prendre à revers mais qui succomba sous le nombre. "Tham Hud ! Tham Hud ! morne trou !" La teneur mesurée en CO2 ne dépassant pas 5%, il est possible que d'autres gaz toxiques d'origine organique soient présents dans la grotte. Bilan : topo = 0. Récolte : un crabe... Face à ce deuxième échec, il ne nous reste plus qu'un atout maître à sortir pour vaincre nos fantasmes gazeux : envoyer Jean-Pierre pour forcer le passage.. Jean-Pierre ? le seul d'entre nous convaincu de l'origine "psychologique" des malaises.(sic !)

Nous ne quitterons pas l'Eden de Mister John sans avoir exploré et topographié un petit boyau de 150 m dont le niveau en eau était artificiellement surélevé par un petit barrage d'irrigation ("Tham Nam Hu ou un amour de petit boyau").

De retour à Sop Pong nous faisons une halte de 2 jours afin d'essayer de trouver une continuation amont à la rivière qui parcourt Tham Pha Mon. Malheureusement celle-ci réurgence de façon impénétrable 200 m avant la perte. L'exploration des environs n'a rien donné si ce ne sont une faille comblée par une trémie d'enfer du type "si tu renverses un caillou tout s'effondre" (cette trémie se continue sans doute en direction du petit bras de galerie de Tham Pha Mon qui part vers le Nord-Nord Ouest près de la cascade de 7 m) et

THAM NAM RU HUA KOA

CHANGWAT MAE HONG SON
THAILANDE

Topographie: A. Bedos
D. Dalger
L. Deharveng (report)

Développement:
1216 m grade 4
330 m grade 3
250 m grade 1
(Actif, non représenté)

Salle des pseudos

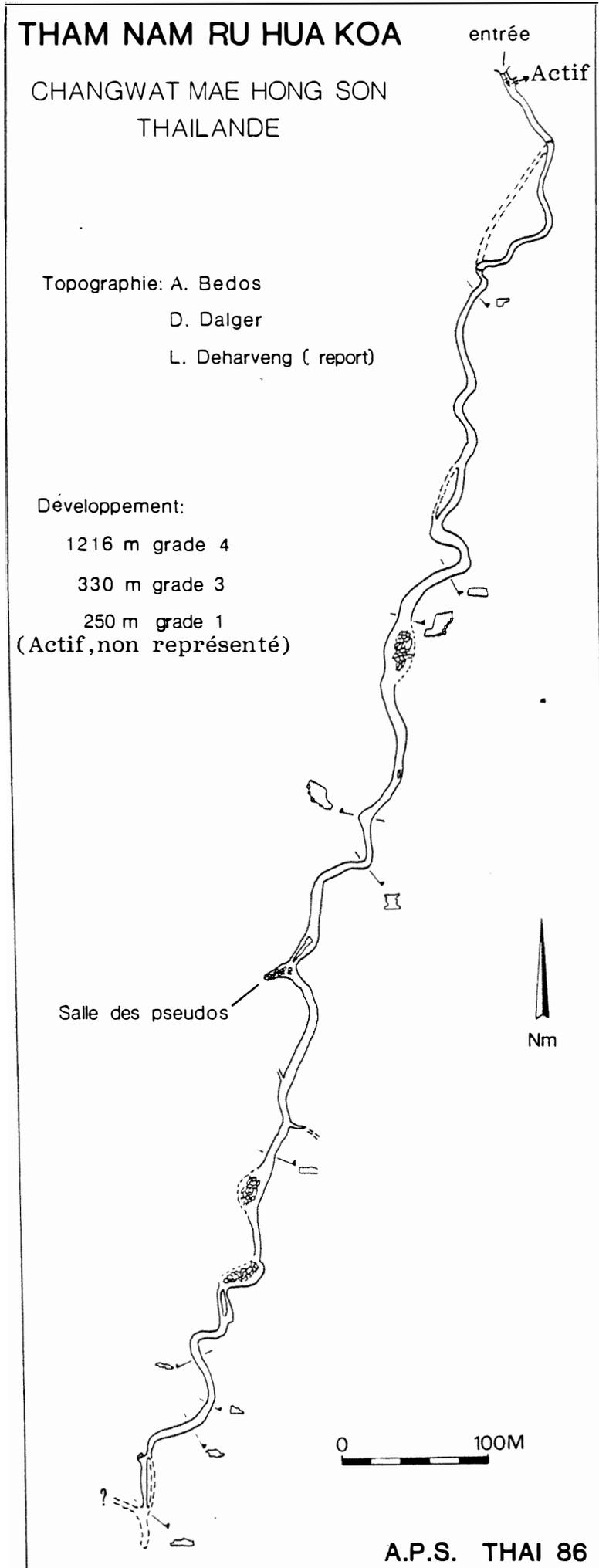
entrée

Actif

Nm

0 100M

A.P.S. THAI 86



une source, en fond de doline, donnant naissance à deux ruisseaux coulant en directions opposées.

Tham Nam Ru Hua Koa (= Tham Nam Ru Hoa Koa) (=T. Kaeng Khao, Hamilton et al., in Auct. var. , 1986: caves of north-west Thailand)

De retour à Mae Hong Son, un collègue de Paitoon nous signale une grotte intéressante à 15-20 km de là, justement en bordure de la route que nous venons de prendre. Pendant qu'une partie de l'équipe profite des charmes discrets du petit hôtel que nous venons d'investir, les autres, "les durs de durs", "ceux kinanonjamézacet" se lancent alors en piste. Ah ! l'ivresse de découvrir des grottes inexplorées et de se vautrer frénétiquement dans la topographie d'une "première". La fièvre s'empare alors des explorateurs qui en deux coups de cuillère à pot se lancent à l'assaut des galeries. Le temps manque bien sûr et le groupe fait demi-tour à regret, mais, coup de théâtre lorsque l'un de nous, à court de lumière, cherche la sortie à tâtons..Le résultat ne surprendra personne...il se casse la gueule dans les règles de l'art et vient atterrir-ou plutôt "aruissir"-à quatre pattes dans une petite rivière : c'est ainsi que nous avons découvert le réseau actif de Tham Nam Ru Hua Koa.

L'aventure s'arrêterait ici, si Paitoon, le nouveau converti et passionné de spéléologie ne demandait à Louis à quelle heure on réattaque le lendemain. "Debout, prêts à 6 heures !" lance Louis en guise de boutade avant de tomber lourdement dans les bras de Morphée. A peine vient-il de s'endormir qu'il est réveillé par quelqu'un qui frappe à la porte...Il est 6 heures et...non ! ce n'est pas vrai !... Paitoon est là, impeccable, prêt à partir, le sourire aux lèvres et avec une mine de renseignements intéressants qu'il vient de glâner sur la grotte...soupir de désespoir endormi...les boules de Louis s'allongent, s'allongent lentement, pendulent lourdement à droite, puis à gauche, puis à droite et se résorbent peu à peu pour se renicher délicatement dans leur logement "Bon ! allez, on y va !" Il faut bien assumer ses blagues, surtout lorsqu'elles ne sont pas comprises.

Cela permettra d'établir une topographie de la grande première de Tham Nam Ru Hua Koa sur 1500 m. La direction générale de la grotte est NNE-SSW. Au fait, j'ai oui-dire que des australiens avaient trainé leurs guêtres dans les parages de Tham Nam Ru Hua Koa et qu'ils avaient topographié une autre première de 1500 m en mai 1986. Sans doute est-elle différente puisque leur grotte s'appelle Tham Kaeng Khao, mais il s'y trouve pourtant des ressemblances étonnantes.....A défaut d'une belle première, nous nous contenterons des collemboles récoltés, mal réveillés au pied du lit.

Bibliographie

Auct. var. , 1986-Caves of north-west Thailand-Report of the Australian Speleological Expeditions, 1983-86-J. Dunkley et J. Brush éd., Sydney-62pp
Expédition Thaïlande 86 du G3S (Périgueux)-Jean-Michel Ostermann, comm. pers.

Jean-Michel Ostermann, 1987-Expédition Thaïlande 86-Spelunca n°23 (juillet-septembre 1986) :25

Expédition Thaï-Maros 85-1986-Association Pyrénéenne de Spéléologie éd., Toulouse-215pp

5. CATALOGUE DES CAVITÉS NOUVELLEMENT VISITÉES PAR L'APS SULAWESI ET MOLUQUES

Didier RIGAL
17, rue Pasteur
38400 SAINT-MARTIN D'HÈRES

Summary : this inventory supplements the 1985 one. It contains 22 new caves, sinks and springs, most of them situated in the Maros karst.

Ce catalogue est le complément de celui réalisé en 1985. Il comporte 22 phénomènes karstiques nouvellement recensés en 1986 et 4 compléments concernant des cavités explorées en 1985.

Signification des colonnes

1 : Code d'identification, utilisé dans les descriptions du rapport.

2 : Symboles BRGM (Symb.) définissant le type d'entrée, l'hydrologie de l'entrée et de l'intérieur (cf. Signes spéléologiques conventionnels. U.I.S. 1978)

3 : Toponymie : le nom adopté est -soit le nom local (transcription à peu près phonétique), -soit à défaut un nom que nous avons attribué à la cavité, si possible d'un lieu-dit proche, en adoptant l'orthographe de la carte topographique au 1/50 000 (dans ce cas nom placé entre guillemets). Sce = source S = sungai (rivière)

4 : Nom du village ou du lieu-dit le plus proche indiqué sur la carte au 1/50 000 ou 1/250 000.

5 : Distance à la cavité en km depuis la sortie du village.

6 : Direction depuis le lieu-dit ou le village.

7 à 11 : Coordonnées, données en degrés, minutes, centièmes. Le méridien de référence pour la longitude est celui de Jakarta, sauf en ce qui concerne le karst du pays Toraja (coordonnées internationales de la carte au 1/250 000). L'altitude (10) est évaluée d'après la carte. Sur les coupures au 1/50 000 l'équidistance des courbes est en principe de 25 m. Les colonnes 7 et 11 (±) indiquent respectivement la précision des coordonnées et de l'altitude.

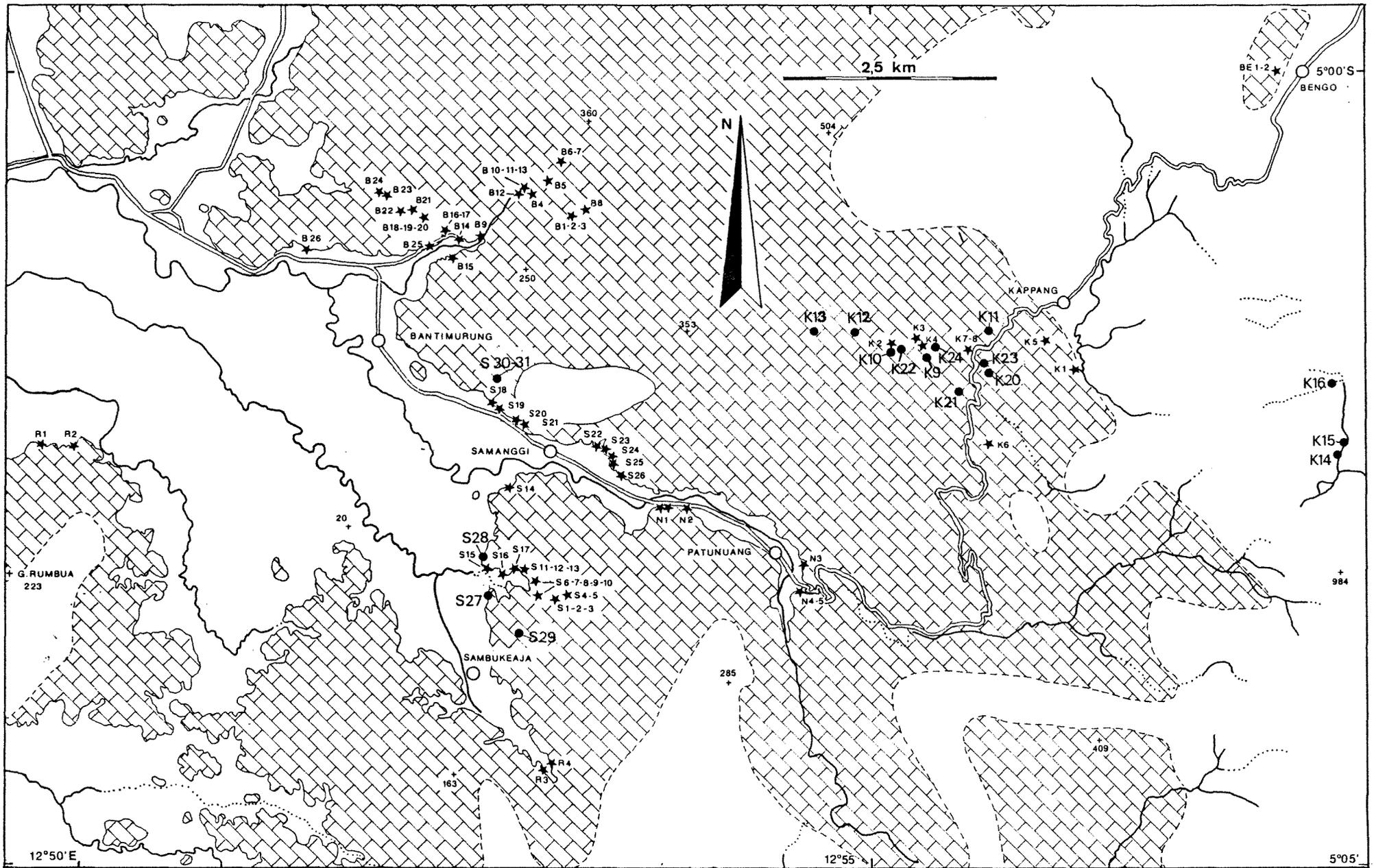


Fig. 5.1. -Secteur de Bantimurung-Kappang. Localisation des phénomènes karstiques.
 (Les numéros sont ceux du catalogue ; les découvertes 86 sont signalées par des caractères plus grands.)

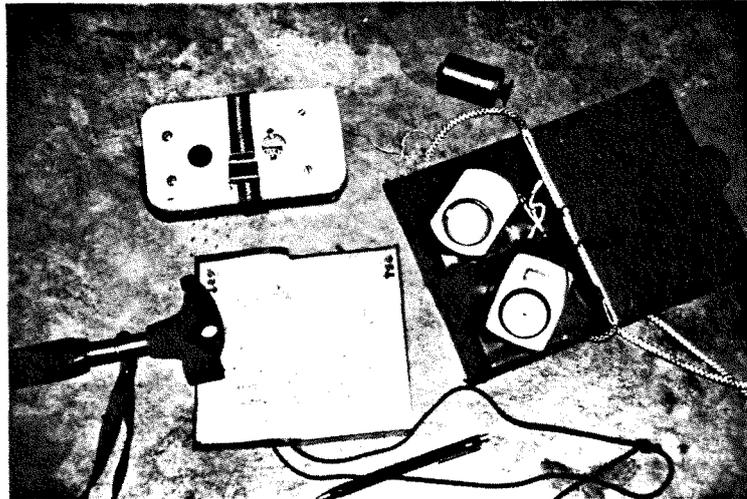
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
CODE	SYMB	TOPONYMIE	ACCES			COORDONNEES					SPELEOMETRIE			PRELEVEMENTS-OBSERVATIONS											
			Lieu-dit	Km	Dir.	+	Long.	Lat.	Alt.	+	DEV.		Dén.	0	INTERIEUR							EXT.			
											Tot.	Topo.			Ø	Aq	T	Gu	Os	G	Pe	Pa	B	Pc	
KARST DE MAROS																									
B14	●	"Sce du réservoir"	Bantimurung	1,5	NE	0'05	12°52'40	5°01'05	20	5															
B15	■	"Gua baharuddin"	"	1,3	NE	0'05	12°52'35	5°01'20	20	5		137	+20	4											
B24	V	"	"	1,7	N	0'05	12°51'90	5°00'75	50	30		10	-9	2											
K1	▩	Gua salukkan kallang	Kappang	0,8	S	0'05	12°56'30	5°01'90	260	10	>12463	12263	+21,-184	4											
K9	∩	"	"	1,7	WSW	0'1	12°55'40	5°01'80	180	20		150	150	4											
K10	∩	"	"	2,1	WSW	0'1	12°55'10	5°01'75	180	20	>80	80		1											
K11	●	"Sce du chemin"	"	1,0	WSW	0'05	12°55'80	5°01'60	240	20															
K12	V	"	"	2,5	W	0'15	12°54'90	5°01'60	100	40			20	-10	1										
K13	∩	"Grotte Broukiss"	"	3	W	0'15	12°54'60	5°01'60	100	40	90	84	-11	4											
K14	O	Perte 1 S.Callang	"	3,7	E	0'05	12°58'00	5°02'27	420	10															
K15	V	Perte 2 "	"	3,7	E	0'05	12°58'03	5°02'35	420	10		25	-10	4											
K16	⊙	Perte 3 "	"	3,3	ESE	0'1	12°57'95	5°01'95	420	10															
K20	V	"	"	1,2	SW	0'03	12°55'76	5°01'88	290	5	>160	60	>-75	4											
K21	▩	"	"	1,7	SW	0'05	12°55'55	5°02'00	230	20	>280	244	-33,+12	4											
K22	∩	"Gua Astaga!"	"	1,9	W	0'1	12°55'20	5°01'70	180	20	300	289	-19,+25	4											
K23	V	"	"	1,2	SW	0'03	12°55'73	5°01'86	290	10			-10												
K24	V	"	"	1,5	WSW	0'1	12°55'45	5°01'70	170	20		18	-18	2											
L1	∩	"Gua Sampeang 1"	Lealleang	1	SSW	0'05	12°51'43	4°59'60	20	5	>460	442	+28	4											
L2	▩	"Gua Panampu"	"	4	NNW	0'2	12°50'60	4°57'60	20	10	>100	100		4											
S27	∩	"Gua babi"	Samanggi	1,8	SSW	0'05	12°52'55	5°03'30	25	5		154	+17	4											
S28	∩	Gua Leangparea	"	1,5	SSW	0'05	12°52'50	5°03'05	60	10		275	-21	4											
S29	V	Gua Nuna majaI	"	2,1	S	0'1	12°52'75	5°03'50	60	25		90	-7	4											
S30	■	"	"	0,5	NNW	0'1	12°52'60	5°02'00	100	25	285	285	+2	4											
S31	●	"	"	0,5	NNW	0'1	12°52'60	5°02'00	100	25															
KARST DU PAYS TORADJA																									
TI1	●	Sce de Tilanga	Makale	9	NNE	0'25	119°53'5	3°03'0	950	50															
KARST D'HALMAHERA																									
BL1	■	Batu lubang	Sagea	3,5	N	0'05	21°17'55	0°29'40	10	1	>3500	3461	+50	4											

Tab. 5.1. Catalogue Indonésie 1986

- 12 : Développement total: tout ce qui a été reconnu, incluant la partie topographiée. Le signe > signale une continuation visible.
- 13 : Développement topographié.
- 14 : Dénivellation par rapport à l'entrée choisie comme référence.
- 15 : Degré de précision de la topo. (cf. Signes spéléologiques conventionnels UIS 1978).
- 16 : photos
- 17 : Aq : prélèvement de faune aquatique
- 18 : T : prélèvement de faune terrestre
- 19 : Gu : prélèvement de guano
- 20 : Os : ossements
- 21 : G : échantillons et observations de géologie et sédimentologie.
- 22 : Pe : physico-chimie eau
- 23 : Pa : physico-chimie air
- 24 : B : biologie, extérieur de la cavité (abords)
- 25 : Pc : physico- chimie, extérieur de la cavité (abords)

Bibliographie

BESSION J.P., 1986-8. Catalogue indonésie-In Expédition Thaï-Maros 85 : 63-67, éd. A.P.S. Toulouse.



6. RÉSULTATS SPÉLÉOLOGIQUES SULAWESI

François BROUQUISSE
Direction Départementale
de l'Équipement
3, rue Lordat
65013 TARBES Cedex

Didier RIGAL
17, rue Pasteur
38400 SAINT-MARTIN D'HÈRES

Summary : Gua Salukkan Kallang (cave of the Maros karst) is, after the 1986 exploration, over 12000m long. Almost 20 caves have been explored in the same karst, in Bantimurung, Samanggi, and Kappang areas. Further north-east, the Malawa and Bone karsts were also visited.

6.1. -INTRODUCTION

Les résultats obtenus en août 1985 dans la prospection du karst de Maros et la découverte de plus de 8 km dans Gua Salukkan Kallang, traçaient la voie à suivre: nos efforts ont porté sur trois points:

- la poursuite de l'exploration de G.S.K.
- la prospection des secteurs de Bantimurung et Kappang
- la réalisation d'un volet scientifique avec principalement de l'hydrochimie, de l'hydrologie et de la biologie

Par ailleurs une courte reconnaissance a été effectuée dans les secteurs de Malawa et Bone.

6.2. -LE RESEAU DE GUA SALUKKAN KALLANG

6.2.1. -Introduction

G.S.K., principal objectif spéléologique de "Maros 86", a vu se succéder une dizaine d'équipes en trois semaines au mois de juillet.

6.2.1.1. -Résultats spéléologiques

*Dès le début nous avons effectué la jonction du K3 avec G.S.K. , repéré et équipé le puits des Salanganes, disposant du même coup de l'accès le plus commode et le plus direct à la rivière du 15 août. Le réseau gagnait ainsi 650 m de plus.

*Trois pointes successives dans l'amont de la rivière du 15 août allaient livrer 2,5 km de cheminement en tête du réseau, portant à 1,8 km le tronçon de navigation non-stop en canot.

*Dans le réseau Mandala 550 m de nouveaux affluents ont été topographiés.

*Enfin, dans les réseaux fossiles d'entrée, la branche du Poulailler a donné accès à la superbe salle Bebek et à un niveau inférieur rejoignant à quelques mètres près le réseau Mandala.

Le développement total du réseau est ainsi porté à plus de 12 km faisant de G.S.K le 1° d'Indonésie.

6.2.1.2. -Résultats scientifiques

Une partie du travail de mesures et de récolte a porté sur G.S.K. Il se résume en une trentaine de prélèvements de faune, 5 sites d'étude en hydrochimie, une dizaine de stations où ont été mesurés des paramètres physiques (température de l'air, de l'eau, hygrométrie, pCO₂), 3 sections de jaugeage et un point d'injection de traceur.

L'ensemble des éléments rassemblés dans ce chapitre viennent en complément de l'étude présentée dans le rapport "Thaï-Maros 85"[1]

6.2.2. -Cadre géologique

Des prospections, parfois épiques, ont permis de cerner d'un peu plus près les rapports possibles entre karst, terrains volcaniques et massifs de roches éruptives. La reconnaissance des pertes de S.Gallang semble confirmer l'hypothèse d'une alimentation partielle de l'extrême amont de G.S.K. par ses eaux, via un compartiment effondré, sous-jacent au chaïnon volcanique à l'est de la faille de Kappang (fig.6-1)

On a là en effet un système de plusieurs pertes au niveau d'une zone à bancs calcaires interstratifiés avec du volcanique.

6.2.3. -Description

6.2.3.1. -Jonction K3-G.S.K.

Cette jonction s'est effectuée par une galerie basse dont un laminoir très bas de 90 m, avec fort courant d'air, limoneux et très humide, probablement noyé en saison des pluies.

6.2.3.2. -L'amont de la rivière du 15 août

C'est une des plus belles parties du réseau; on remonte sur près de 2 km en canot la rivière dont la section ne descend jamais au dessous de 10 par 10 m, à parois plongeant verticalement dans l'eau, parfois avec des banquettes inaccessibles, et très peu de points d'accostage entre l'embarcadère et la zone des rapides que l'on entend 400 m avant d'y arriver.

Quelques très belles méduses blanches jalonnent le parcours, ainsi que deux élargissements en rive gauche d'où sortent de petits affluents: l'un d'eux provient d'un puits remontant concrétionné non escaladé. 250 m avant les rapides et en rive droite l'affluent du Ptérodactyle présente un fort remplissage argilo-limoneux sur 150 m avant de siphonner.

Au delà des rapides, on suit la rivière au fond de grandes salles-méandres, encombrées de blocs de basalte effondrés là en éboulis. Au de-

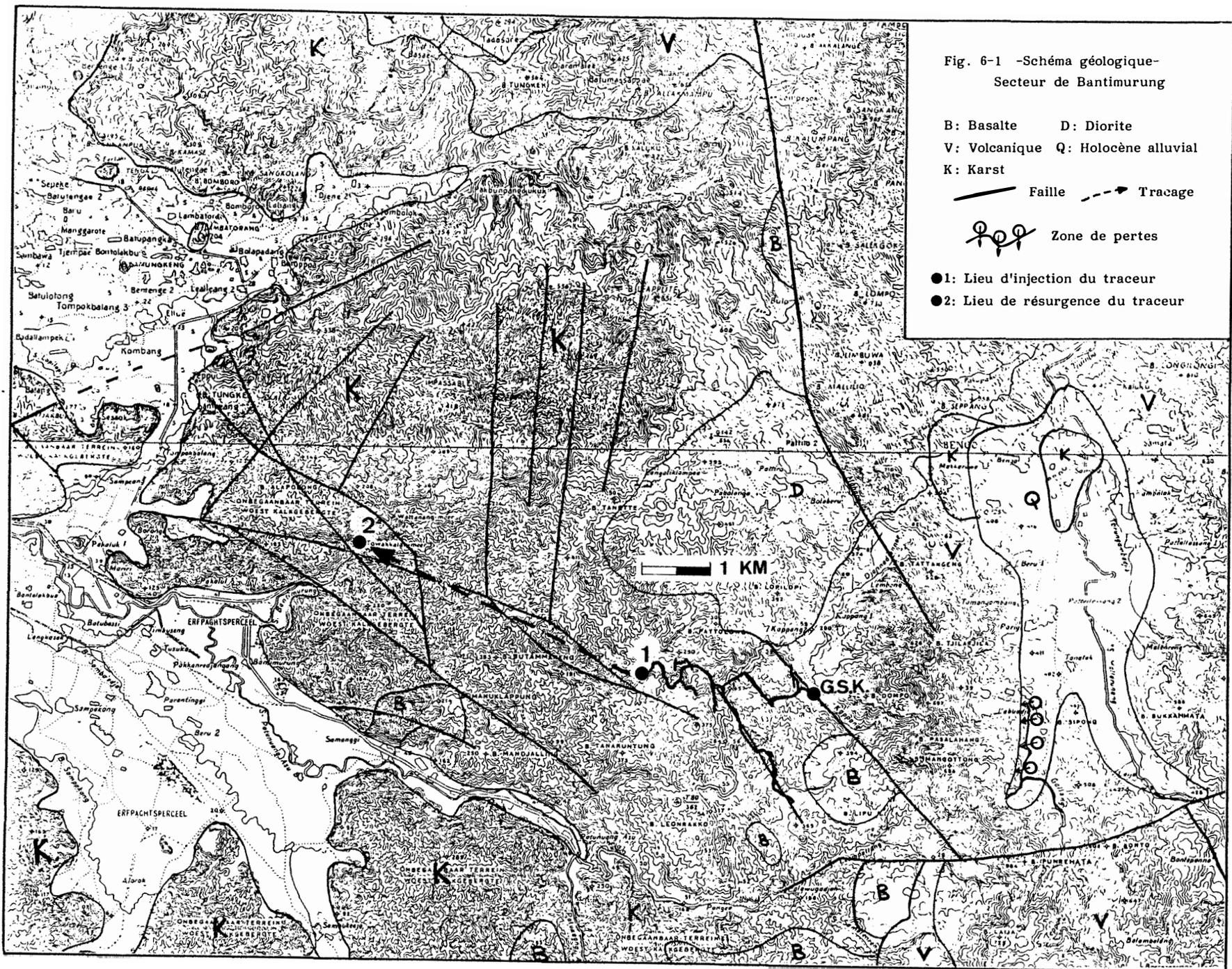


Fig. 6-1 -Schéma géologique-
Secteur de Bantimurung

B: Basalte D: Diorite
V: Volcanique Q: Holocène alluvial
K: Karst

———— Faille - - - - - Tracage

⊙⊙⊙ Zone de pertes

●1: Lieu d'injection du traceur
●2: Lieu de résurgence du traceur

là du lac-siphon terminal qui marque la fin de l'actif accessible de la rivière du 15 août, un boyau donne accès à de nouvelles galeries fossiles puis à ce qui a dû antérieurement constituer un ancien amont de la rivière, à structure identique: cette galerie, siège d'un écoulement très faible sans rapport avec le débit actuel de la rivière du 15 août, se termine par plongement de la voûte sur un petit siphon secondaire. On est ici au point extrême amont du réseau et à près de 5 km du siphon terminal aval.

6.2.3.3. -Les nouveaux affluents du réseau Mandala

Un premier affluent débouche en rive gauche de l'actif principal du réseau, quelques dizaines de mètres avant son confluent avec la rivière des prismes. C'est un boyau d'une centaine de mètres qui remonte sous la salle Baharuddin (arrêt sur étroiture).

L'affluent Merdeka, entrevu en 1985, est accessible par une branche fossile du réseau Mandala. Après franchissement d'une étroiture, cent mètres de galerie assez étroite sont parcourus jusqu'au siphon aval. En amont un autre siphon nous barre la route.

Enfin une courte escalade dans la salle du P20 a livré 350 m de découvertes dans l'affluent Bagus. La galerie est quelquefois bien concrétionnée, spacieuse par endroit (5 par 5 m). Nous butons en amont sur des passages trop étroits.

Les débits sont très faibles dans chacun des cours d'eau rencontrés lors de notre visite (ordre de grandeur 0,1 l/s).

6.2.3.4. -Branche du poulailler: la salle Bebek

Après équipement d'une belle coulée, nous découvrons le grand vide entrevu en 1985 : c'est une salle magnifique, tapissée de gours secs (100 par 25 m). Dans la galerie qui suit, nous progressons souvent dans l'eau. Le conduit n'est cependant pas actif lors de notre visite. Un petit étage supérieur se termine au bord d'un puits étroit estimé à 6 m, non descendu. Le report topo indique que nous sommes à cet endroit au dessus du réseau Mandala.

6.2.4. -Equipement

LOCALISATION	OBSTACLE	CORDE	AMARRAGE	OBSERVATIONS
K4 (puits des salanganes)	P10 R10	20	1 spit + A.N. 1 A.N.(-10)	R10: désescalade
Réseau du poulailler Accès à la salle Bebek	P9 P18	45	1 A.N.+ spit 1 A.N.(-10)	P18 à rééquiper

Tab. 6.1. -Fiche d'équipement

L'utilisation de canots est indispensable pour l'amont de la rivière du 15 août (ne pas oublier rustines et colle !!, les rochers à fleur d'eau ou les bords étant parfois très tranchants).

6.2.5. -Topographie (fig.6.2 en hors-texte à la fin de l'ouvrage)

Effectuée cette année lors de 6 sorties par F.B., M.B., P.B., R.B., Lu.D., J.P.M., D.R., les relevés portent sur 3747 m. Avec les 440 m du K3, les nouvelles données spéléométriques s'établissent comme suit

LOCALISATION DES POINTS CARACTERISTIQUES	Par rapport à l'entrée K1	
	Cote(m)	Distance(m)
Siphon terminal amont-rivière du 15 août	-141	4050
Extrême amont : siphon	-126	4700
K3 : bas du P25	-142	-
K3 : lac-siphon aval	-148	-
Affluent Bagus : point bas	-47	2000
Affluent Merdeka	-113	1650
Réseau Bebek : P6 terminal	-63	900

Tab. 6.2. -Repérage topographique



Ph. 6.1. - A l'assaut du K20 ! (Système de G.S.K.)

*Développement total : 12263 m

*Dénivellé : -184 m ; +21 m

*Extension plane : grand axe/petit axe : 2950/1600 m

*Grade 4

6.2.6. -Karstologie

Sous cette rubrique sont rassemblés des éléments d'ordre géologique, hydrologique et physicochimique.

6.2.6.1. -Géologie

Les observations effectuées dans l'amont de la rivière du 15 août confirment une stratigraphie horizontale ou faiblement inclinée. Dans la zone des rapides, où celle-ci est bien visible, on rencontre des bancs décimétriques noirs, marneux, en feuillets interstratifiés dans le calcaire, mis en relief par la rivière. Plus en amont, au voisinage du point topo K, on retrouve un banc marneux épais d'un mètre, présentant des cupules décimétriques.

Des remplissages importants limono-sableux et limono-argileux se rencontrent dans les grands méandres fossiles de l'amont de la rivière du 15 août, ainsi que localement des éboulements de blocs de basalte, non ou peu remaniés et non transportés par les eaux. C'est dans le petit affluent en rive droite de ces mêmes salles que l'on rencontre un très beau sill de basalte : il constitue le sol de la galerie, en conformité avec le pendage des bancs calcaires avoisinant ici 20 à 30°.

Concernant la nature pétrographique des basaltes, un premier examen des lames minces effectuées sur les échantillons ramenés en 85 conduit à penser que l'on a affaire à des roches de type basaltique pouvant appartenir à une même lignée [Pr. Monchoux-Laboratoire de minéralogie-U.P.S.Toulouse]

-basaltes à olivines riches en ferromagnésiens représentant le pôle le moins différencié

-basalte alcalin plus différencié, riche en feldspath, à phénocristaux d'orthose.

Quant aux calcaires, les échantillons provenant des bancs décimétriques de la base du K2 présentent des nummulitidés du genre *Operculina* et *Heterostegina* [Pr. J. Rey et T. Péliissié -laboratoire de géologie sédimentaire et de paléontologie -U.P.S.Toulouse]. Ces éléments de détermination sont en accord avec ceux mentionnés par la notice de la coupure géologique au 1/250 000 couvrant le territoire de G.S.K.

La comparaison des données topographiques et géologiques montre que toute la partie amont de la rivière du 15 août suit une faille majeure, à N140, soulignée en surface par une vallée sèche (fig.6.1).

6.2.6.2. -Les écoulements et le régime hydrologique

L'exploration, de nouvelles observations et des éléments d'enquête auprès de la population nous ont permis de préciser et de confirmer plusieurs hypothèses émises dans notre précédent rapport.

*Données climatologiques :

Nous avons pu obtenir, grâce à Mr Baharuddin (P.P.A.), la pluviométrie mensuelle de janvier 1984 à juin 1986, aux deux stations de Batubassi (Bantimurung) et Camba. Ces deux sites encadrant bien le massif, peuvent être considérés comme représentatifs des précipitations sur le secteur de G.S.K. Du tableau 6.3. il ressort clairement les énormes quantités d'eau qui transitent sous terre en saison des pluies.

		Pluviométrie mensuelle/nombre de jours de pluie												
		JV	FV	MA	AV	MAI	JN	JLT	AT	SP	OCT	NOV	DEC	TOTAL
Camba	84	166	236	193	144	105	143	94	20	203	-	165	368	1837
		17	17	14	14	19	15	11	4	9		14	21	155
	85	252	1029	308	152	217	80	192	10	5	74	367	150	2836
		17	14	19	11	15	9	14	3	1	5	16	11	135
	86	741	231	325	232	150	142							1821
		25	22	15	13	7	12							94

		JV	FV	MA	AV	MAI	JN	JLT	AT	SP	OCT	NOV	DEC	TOTAL
Batubassi	84	531	617	500	455	315	68	28	2	336	168	317	643	3980
		22	24	18	21	18	5	4	1	10	6	13	23	165
	85	418	317	585	235	405	51	88	18	2	117	453	365	3054
		20	18	17	16	18	7	7	3	1	6	18	16	147
	86	1067	467	626	248	22	177							2607
		24	19	20	10	3	9							85

Tab. 6.3. -Données climatologiques : 1984-1986
Stations de Camba et Batubassi (Bantimurung)

*Eléments d'enquête :

En amont de la grande cascade de Bantimurung, les traces de crue dans le tronçon des gorges dépassent les 3 m. Concernant plus particulièrement l'hiver 86, des inondations catastrophiques se sont produites sur la région de Maros, emportant de nombreux ponts, coupant les communications entre Maros et Ujung Pandang. La route de Bantimurung a été elle-même sous 1 mètre d'eau pendant plusieurs semaines. Au barrage de Batubassi, d'où part le canal d'irrigation de la plaine voisine, l'eau arrivait à 1 m du parapet suspendu, ce qui donne une section d'écoulement de 20 m par 4, soit 80 m² : à noter qu'en été rien ne coule, tout le débit étant capté pour l'irrigation.

Enfin, cet hiver, l'entrée principale de G.S.K., K1, disparaissait sous 7 à 10 m d'eau, le porche entièrement noyé par la rivière Djannadjannae (d'après descriptions des villageois). L'entrée en a d'ailleurs été complètement modifiée : là où l'été dernier il fallait se mettre à plat ventre et passer la chatière sableuse encombrée de branchages, puis progresser courbé sur 25 m dans le sable jusqu'à un ressaut, il n'y a maintenant plus rien et l'on circule debout. Le ressaut a été emporté et les 100 m de remplissage sableux également, laissant la place à des dépôts limoneux.

*Observations :

L'observation des traces de crues en divers points du réseau permet de se faire une idée plus précise des mises en charge possibles et des dispositions à prendre en cas d'organisation de visites de type "touristique".

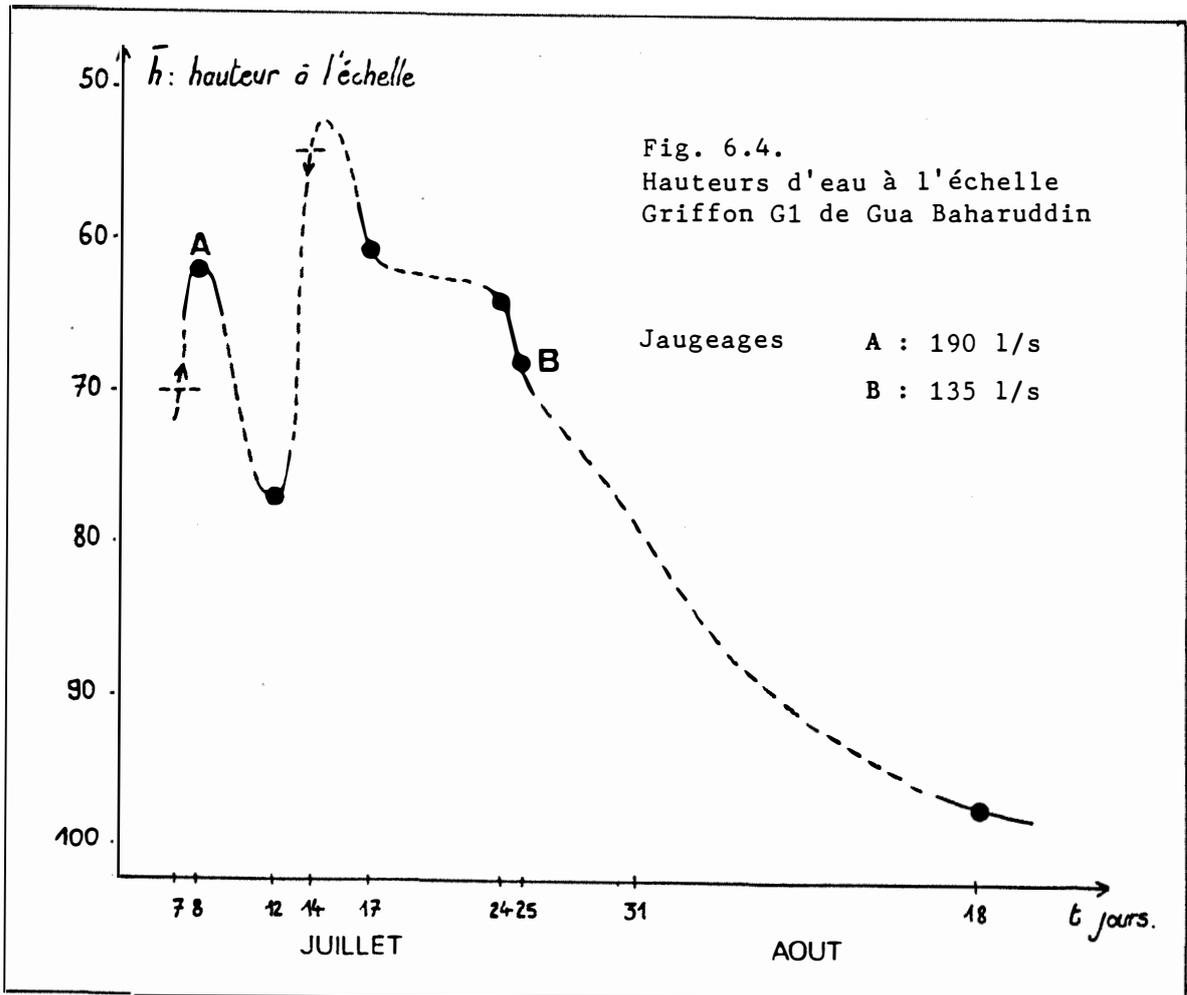
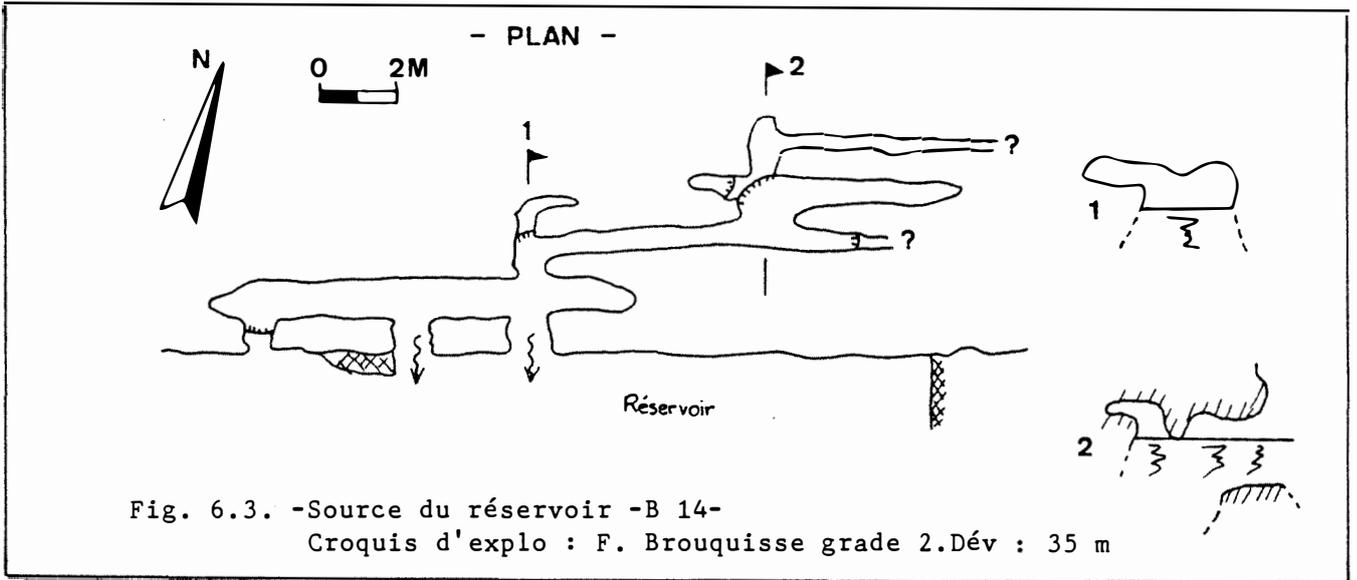
Des témoins de crue ont été placés au point topo terminal 85 dans l'amont de la rivière du 15 août, étagés tous les mètres de 0 (niveau d'étiage lors de nos visites) à +6 m.

LOCALISATION	CARACTERISTIQUES	COTE PAR RAPPORT AU SOL
Terminus topo 1985 amont rivière du 15 août. Banquettes limono-sableuses en rive gauche.	-Traces de pas effacées -Liserés de crues sur paroi en rive gauche	+3 m
Rivière du 15 août. Embranchement amont de la galerie Garuda	-Débris de crues en voûte dans des coupoles	+3 à 4 m
Siphon des dykes 1 ^{er} aval: rivière du 15 août	-Débris plaqués en plafond.	+3 m
Rivière du 15 août: grande salle méandre en aval du débouché aval de la galerie Garuda	-Fil topo: brindilles accrochées.	+5 à 6 m
Rivière du 15 août méandre fossile latéral entre la vasque du dyke et le siphon terminal R. Gauche	-Fil topo recouvert de sable près du point haut.	+6 à 7 m
Rivière des prismes, aval de la station A.	-Débris et branches plaqués en parois	+1,5 à 2 m
Rivière des prismes. Passage bas avant les goulets.	-Débris plaqués en voûte	+3 m
Rivière des prismes. Zone des goulets	-Débris laisse de crue en passage fossile supérieur	+6 à 8 m

Tab. 6.4. -Niveaux de crue

Il faut noter que la galerie Garuda n'est jamais noyée, même s'il y a trace, en de nombreux endroits, d'écoulements localisés liés aux infiltrations.

La présence de troncs d'arbre de dimensions encore respectables dans le 2^{ème} aval laisse supposer que ceux-ci ont pu franchir le 1^{er} siphon de la rivière du 15 août. Gorgés d'eau ils peuvent effectivement être passés entre deux eaux. Ceci laisse à penser que la communication entre les deux siphons doit être relativement aisée et que la mise en charge sur plusieurs mètres en amont peut se traduire en aval par un relèvement notable lui aussi du niveau d'eau. En effet on ne peut guère expliquer autrement les traces observées à 5 ou 6 m de haut en aval du débouché de la galerie Garuda.



En conclusion on peut supposer qu'en saison des pluies plusieurs sections du réseau sont susceptibles de se mettre en charge :

- L'entrée K1
- Le passage bas en amont du P8 d'accès à la salle Baharuddin
- Peut-être une partie de la salle Baharuddin elle même, l'orifice de vidange que constitue le P18 n'étant pas très grand
- La zone des goulets avant le confluent de la rivière des prismes et celle du 15 août

Dans la rivière du 15 août, le niveau général semble pouvoir monter de 3 à 4 m sur toute la portion entre les rapides et le 1er siphon aval. Dans la portion aval, une remontée au moins équivalente doit se produire, et au-delà du K2, il y a ennoyage du siphon terminal et remontée du plan d'eau au moins jusqu'au seuil de la vasque du dyke. (Ph. 6.4.)

En tout état de cause, il serait instructif de descendre en saison des pluies au niveau de l'actif par le K2 et le K4, très bien placés pour un contrôle du régime de la rivière du 15 août.

L'exploration de l'amont a également permis de confirmer l'hypothèse émise sur la structure de l'écoulement : absence de galets, écoulement lent en aval des rapides et dépôts limoneux, le siphon amont terminal présente un épais dépôt. Les apports latéraux dans cette zone restent faibles et c'est d'au-delà du siphon que vient l'alimentation, liée sans doute pour partie aux pertes de la rivière Gallang (cf 6.3.1). Le gradient moyen entre cette zone et l'amont connu du réseau est de l'ordre de 8% (dénivellé de 280 m pour 3,3 km à vol d'oiseau).

*Jaugeages et coloration :

-Dans le cadre de l'estimation des débits d'étiage, 8 jaugeages ont été effectués dont 3 sous terre (tab.6.5.). Le débit faible de la rivière des prismes est à mettre en relation avec la faiblesse des réserves

LIEU	DATE	DEBIT (l/s)	METHODE
Rivière des prismes - A	22-7-86	2	Moulinet Seau
Rivière du 15 août 1 ^{er} aval - B	22-7-86	590	Moulinet
Rivière du 15 août 2 ^{ème} aval - C	23-7-86	625	Moulinet
Rivière de Bantimurung - D	13-7-86	670	Moulinet
"	24-7-86	535	Moulinet
Source du réservoir - E	25-7-86	1340	Moulinet
Gua Baharuddin griffon principal - F	8-7-86	190	Moulinet
"	25-7-86	135	Moulinet

Tab. 6.5. -Résultats des jaugeages : secteur de Bantimurung

et une alimentation provenant probablement du sous-écoulement extérieur de la rivière Djannadjannae. Les deux jaugeages effectués sur la rivière du 15 août indiquent un débit de l'ordre de 600 l/s, confirmant l'estimation de 400 l/s faite l'an passé plus tard en saison sèche (Ph. 6.8.)

La comparaison avec les deux autres jaugeages réalisés à l'extérieur sur la rivière de Bantimurung, 700 m en aval de Towakkalak Meer, conduit à penser que les apports latéraux sont négligeables entre le siphon terminal aval de G.S.K. et la résurgence.

-Une coloration a été réalisée le 23-7-86 à 16h30 par l'injection de 4,5 kg de fluorescéine dans le siphon terminal. Le front du nuage est arrivé à la grande cascade de Bantimurung le 27-7-86 vers 9h. Compte tenu du temps nécessaire à parcourir les 700 m séparant la résurgence de Towakkalak Meer de la cascade, on peut estimer la vitesse de passage moyenne comprise entre 50 et 60 mètres/heure pour une distance à vol d'oiseau de 4,5 km et un dénivelé de 40 m, soit une pente moyenne de 0,9%.

Des fluocapteurs avaient été placés sur 3 exutoires : Towakkalak Meer, source du Réservoir et Gua Baharuddin. La coloration est sortie, très visible pendant plus d'une journée à Towakkalak Meer. Par contre rien n'est apparu aux deux autres sources, les fluocapteurs de Gua Baharuddin se sont avérés négatifs. Par enquête, il semble qu'aucune autre source du secteur n'a présenté de coloration. Il n'y a donc apparemment de diffluence ou de soutirages ni sur l'axe du drain principal, ni sur le trajet extérieur.

Les résultats de ce traçage sont extrêmement intéressants; liés aux éléments tirés de l'hydrogéochimie, ils permettent de considérer l'indépendance des 3 systèmes contigus de G.S.K., de la source du Réservoir et de Gua Baharuddin. En réalité, beaucoup reste à faire pour préciser dans le détail l'organisation et la hiérarchisation des écoulements, notamment la contribution des pertes de la rivière Gallang à l'est du secteur. Plusieurs petits systèmes indépendants semblent également exister dans les secteurs de Samangi et Pangea.

6.2.6.3. -Physico-chimie

Diverses opérations ont été effectuées. Elles ont porté sur :

- l'analyse des eaux de 4 sites, un dans la rivière des prismes, trois dans la rivière du 15 août
- la mesure de températures (air, eau), l'hygrométrie, la pCO₂

(Concernant la chimie, on se reportera au chapitre 8)

Des résultats consignés dans le tableau 6.6, on tirera les premières remarques suivantes concernant G.S.K. :

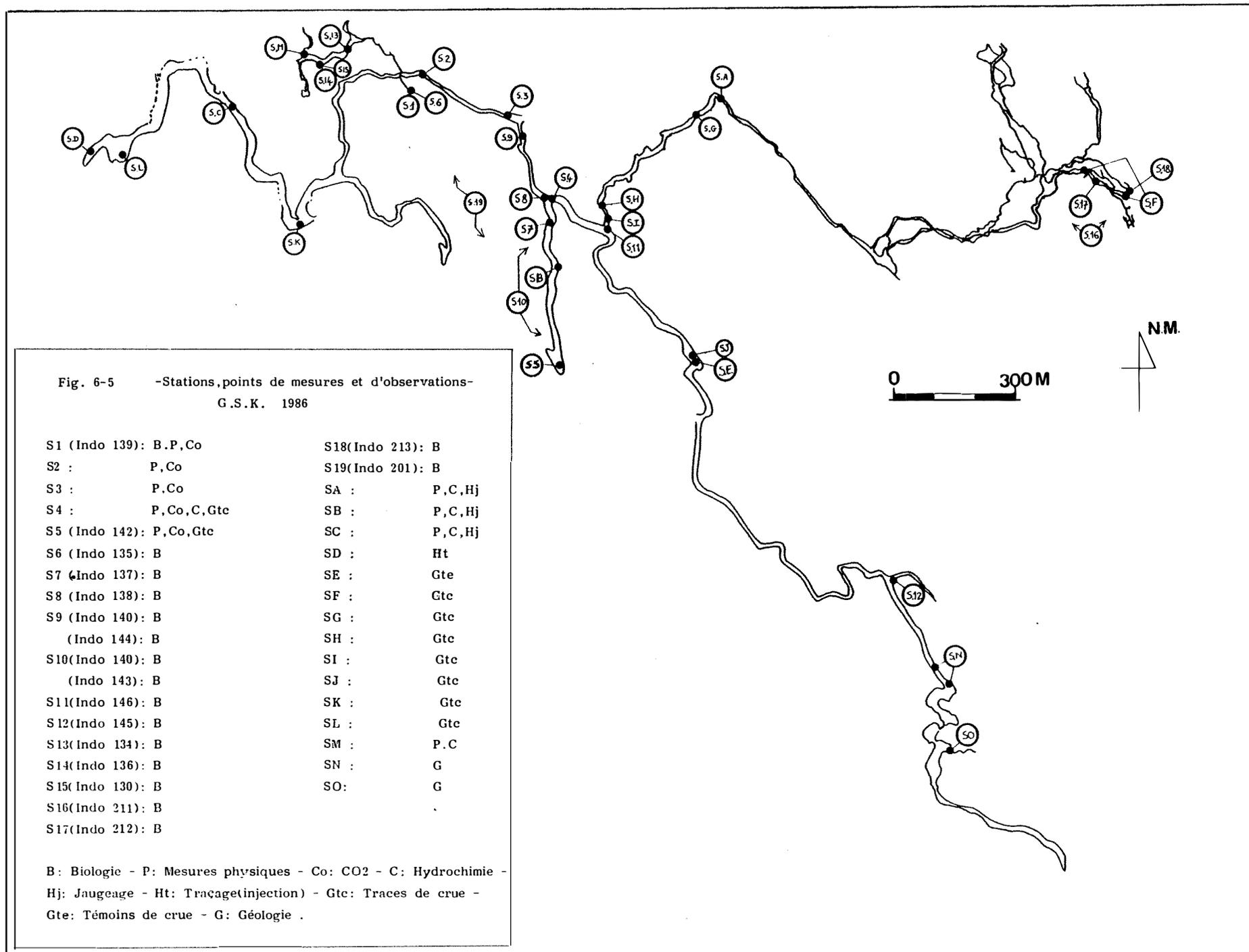
- hygrométrie relative voisine de 100% pour une température moyenne de l'ordre de 24°5
- pCO₂ relativement faible, inférieure à 1%. Il faut noter à ce sujet que le type de karst de Maros s'apparenterait plutôt à celui de Phangga : morphologie en tourelles, sols peu épais, teneurs faibles en CO₂.

6.2.7. -Biologie (L. Deharveng)

Vingt sept prélèvements ont été réalisés dans Gua Salukkan Kallang. Quinze d'entre eux concernent la faune terrestre et douze la faune aquatique. L'identification des nombreuses espèces recueillies est actuellement en cours.

STATION	ALT. m	DATE	OBSERVATIONS	TEMPERATURE		HYGROMETRIE %	pCO2 %
				Eau°C	Air°C		
GSK-K3	112	9-7-86		24°6	24°5	-	-
GSK-K4 S1	147	14-7-86	extérieur10h	-	23°8	-	-
"	"		extérieur17h		25°0	98,5	0,7
"	"		pCO2 mesurées en extérieur:-dans l'air à 2m: 0,7% -dans le sol: 1,4%(-15 cm) 0,9%(-15 cm) 1%(-25 cm) -dans la litière: 0,6%				
"	"	22-7-86 10h30	pCO2 mesurées en extérieur:-dans l'air à 2m: 0.7% -dans le sol: 1,4%(-15 cm) 1%(-15 cm) 0,9%(-25 cm) -dans la litière: 0,7% température du sol: 23°1				
GSK S2	130	14-7-86	galerie Garuda Pt. Q2	-	26°6	93	0,6
GSK S3	128	"	" Pt. J2	-	25°6	100	0,8
GSK S4	114	"	Confluent 15 aout- Garuda Pt. L/A2	25°0	25°2	99	0,85
GSK S5	110	"	1 ^{er} siphon aval	-	26°7	95	1,1
GSK St A	130	22-7-86	Rivière des prismes Pt. X	23°9	24°2	-	-
GSK St B	112	"	Rivière du 15 aout Pt. R	25°	25°2	-	-
GSK St C	89	23-7-86	Rivière du 15 aout PtA5	24°9	24°3	-	-
Towakkalak Meer	36	13-7-86	Extérieur	25°0	24°6	-	-
Rivière de Bantimurung	10	7-7-86	Face à gua Baharuddin	25°2		-	-
Gua Baharuddin	13	7-7-86	Intérieur	26°0	25°2	-	-
Gua Baharuddin griffon G1	10	7-7-86	Extérieur	26°0	25°6	-	-
"	"	8-7-86	"	26°	-	-	-
"	"	12-7-86	"	26°	-	-	-
"	"	17-7-86	"	26°	26°1	-	-
"	"	25-7-86	"	25°9	27°	-	-
"	"	18-8-86	"	25°6	22°3	-	-
Source du réservoir	13	18-7-86	"	25°4	-	-	-
"	"	25-7-86	"	25°3	24°2	-	-
Lompobatang	1500	6-7-86	Ruisseau	17°5	-	-	-
Sce de Tilanga	950	16-8-86	Toradja	21°0	-	-	-
Batulubang rivière	5	4-8-86	Halmahera extérieur	24°2	-	-	-
Batulubang mégagalerie	30	5-8-86	Cavité	23°3	24°1	-	-

Tab. 6.6. Mesures physiques



La faune terrestre est abondante et diversifiée sur les rives de la rivière principale, du fait des grandes quantités de débris organiques. Cette faune comprend une proportion assez importante d'éléments épigés (en particulier de nombreux collemboles et des coléoptères), entraînés vraisemblablement lors des crues de début d'année. Les "cavernicoles" dont l'inféodation au milieu souterrain est cependant loin d'être établie pour le karst de Maros-étaient dominants à l'époque de nos récoltes (juillet-août) : amblypyges, schizomides, araignées, blattes (Nocticolidae), diplopodes, isopodes, collemboles et orthoptères. Dès qu'on s'élève dans les galeries fossiles ou sur les banquettes perchées au dessus de la rivière, la faune s'appauvrit, en l'absence de sources de nourriture; nous n'avons pas trouvé en particulier de zones à guano et de population importante de chauves-souris ou salanganes, sauf en quelques points des réseaux fossiles non prospectés du point de vue biologique.

La faune aquatique est de la même manière constituée d'espèces allochtones et de cavernicoles probables. Les premières sont représentées notamment par d'assez nombreuses anguilles et poissons-chats bien pigmentés et oculés. Les crabes, assez fréquents sont peut-être des cavernicoles peu évolués. L'espèce la plus intéressante est une crevette aveugle (en cours d'étude) localisée dans quelques gours de la galerie Garuda et dans certains petits affluents (présente également dans d'autre ruisseaux souterrains du karst de Maros). Cette forme, la première de ce type récoltée en Indonésie pourrait représenter l'élément le plus caractéristique de la faune aquatique souterraine du karst de Maros.

6.2.8. -Perspectives

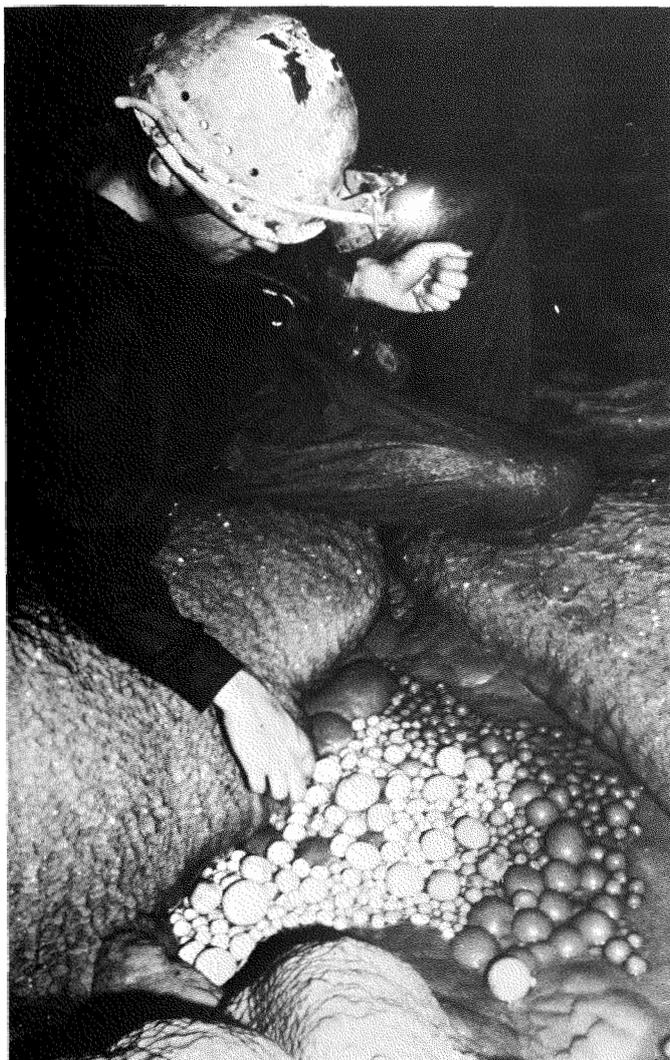
On peut considérer sur le plan spéléo que les suites les plus évidentes de G.S.Kallang ont été vues; il reste cependant à terminer :

- les réseaux fossiles de l'entrée principale K1
- de petits affluents en amont de la rivière du 15 août
- la faille du puits des salanganes

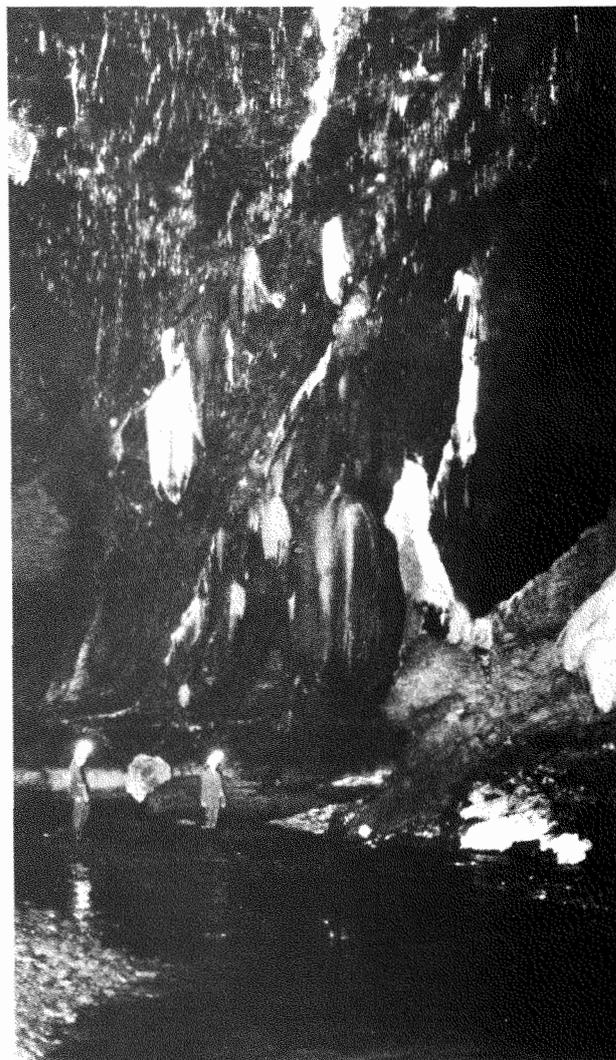
Mais surtout il faut reprendre la prospection en surface dans les deux zones suivantes ; d'une part à l'extrême amont et dans le secteur des pertes de la sungai Gallang, d'autre part en aval entre le K2 et Wattanang Meer. Existente également de nombreuses cavités qui nous ont été signalées par le P.P.A. (*). On peut espérer ainsi largement augmenter le kilométrage exploré au titre du système G.S.Kallang.

Sur le plan scientifique, la relative facilité d'accès de ce réseau, la qualité des levés topo, la bonne connaissance que nous en avons maintenant et sa situation privilégiée dans une zone de parc national protégé, font de G.S.Kallang certainement l'un des réseaux d'Indonésie les plus intéressants pour une étude intégrée.

(*) P.P.A. : c'est l'équivalent de l'O.N.F. en France



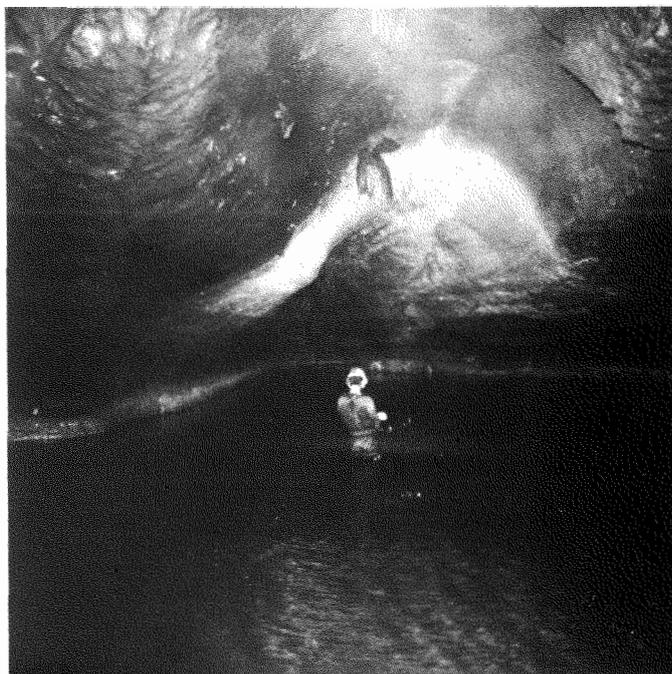
Ph. 6.2. - Perles des cavernes. G.S.K.



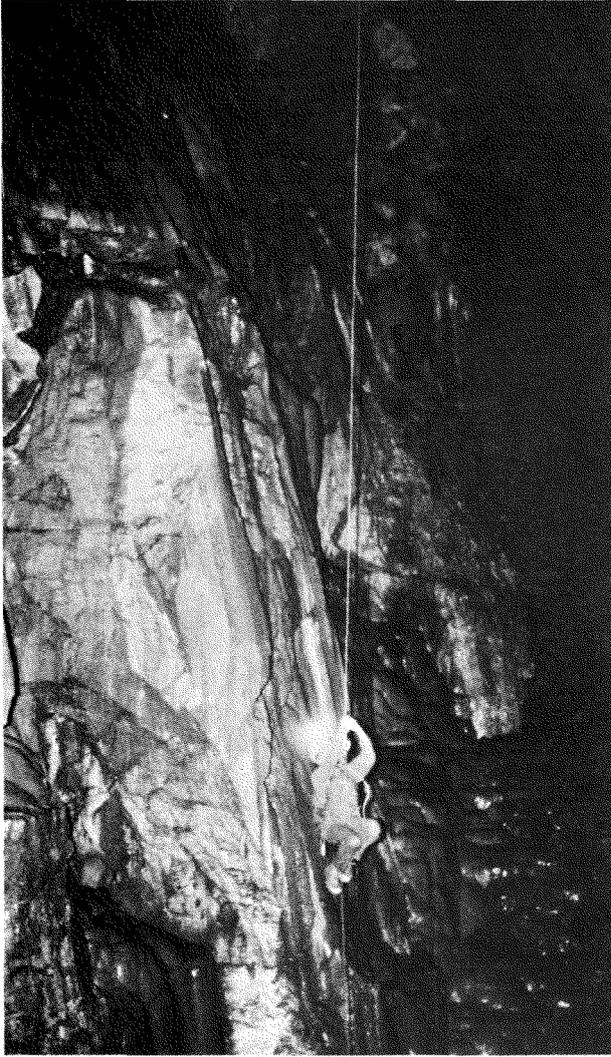
Ph. 6.3. - Rivière du 15 août. G.S.K.



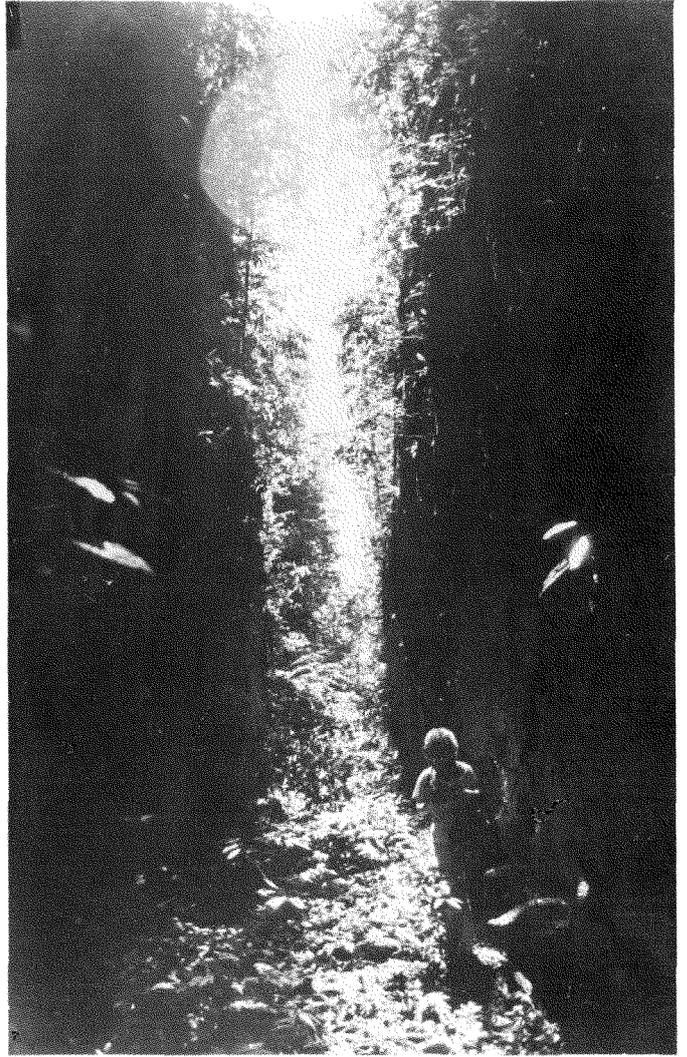
Ph. 6.4. - Vasque et cascade du dyke. G.S.K.



Ph. 6.5. - Siphon aval à -184 m. G.S.K.



Ph. 6.6. - P20 du réseau Mandala.
G.S.K.



Ph. 6.7. - Corridor du K20.



Ph. 6.8. - Démontage du moulinet.

6.3. -LES AUTRES CAVITES DU SECTEUR DE MAROS

6.3.1. -Pertes de la sungai Gallang : K14,K15,K16.

Une étude cartographique nous a conduits vers cette rivière qui se perd à 420 m d'altitude dans une zone proche de la bordure du karst proprement dit, en amont du réseau de Gua Salukkan Kallang (fig. 6.1.). Une première perte (K14) où transite un débit estimé visuellement à plusieurs dizaines de l/s est rencontrée en descendant le cours d'eau, sans qu'il soit possible de localiser d'autres pertes plus en amont (mesures de débit nécessaires).

Dans le lit du cours d'eau, à sec en aval lors de notre visite, nous explorons K15 (fig. 6.6.) , petite perte rapidement impénétrable. Le lit de la rivière, toujours assez large (5 m), bute enfin sur un amas impressionnant de troncs et branchages (K16). L'ensemble se développe dans des calcaires très fossilifères interstratifiés dans des formations volcaniques (formation de Camba).

Un lien de ces pertes avec le réseau de G.S.K. reste à prouver par une coloration. Le débit encore important en amont de la rivière du 15 août (situé d'après nos reports près de la bordure du karst), laisse en effet supposer l'existence d'une alimentation allochtone.

Perspectives : un nettoyage de la perte K16 permettrait peut-être d'entrevoir un passage pénétrable, mais quel travail de romain!

6.3.2. -Zone d'alimentation de Gua Salukkan Kallang

K9 (fig 6.7.) Grotte fossile, s'ouvre sur le flanc sud du vallon menant au K2. Le conduit est sub-horizontale. Le concrétionnement bouche entièrement la galerie au bout de 150 m.

K10 (fig. 6.8.) Grotte fossile située juste au dessus du K2. Une traversée de 50 m mène dans un petit cirque extérieur. Au dessus on pénètre dans une première salle de 15 m de diamètre. Un passage étroit parcouru par un fort courant d'air mène dans la deuxième salle, plus grande où un puits reste à descendre.

Cavité à revoir donc. Dév. estimé >80 m. Croquis L. Deharveng.

K11 Petite source située à 1 mn à droite, au début du chemin descendant vers le K2. Au contact calcaire-sill de basalte. Un petit tunnel de 8 m environ a été creusé par les villageois. Débit inférieur à 1 l/s lors de notre passage.

K12 Deux puits (-10 m) bouchés situés au fond d'une dépression, 400 m à l'ouest du K2 dans le prolongement du vallon.

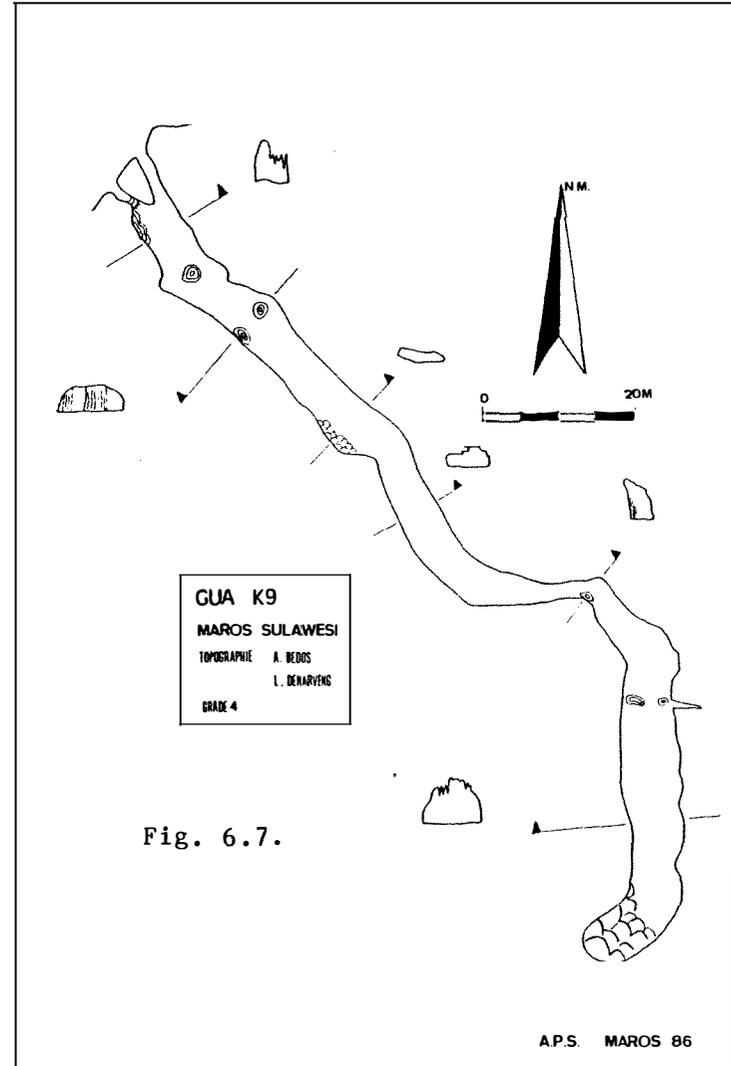
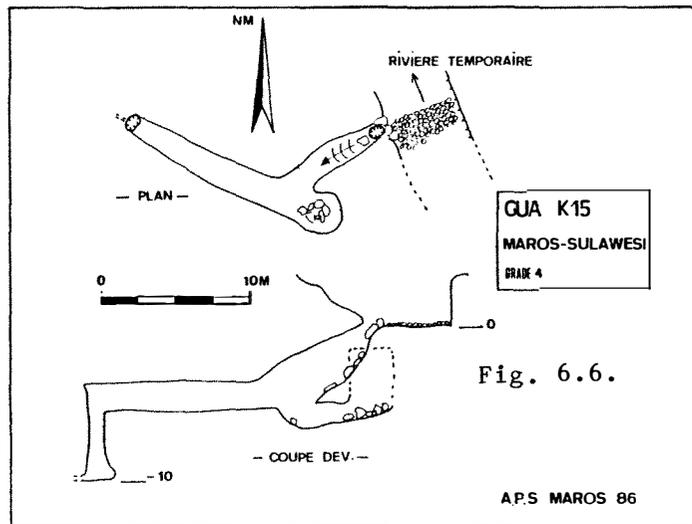
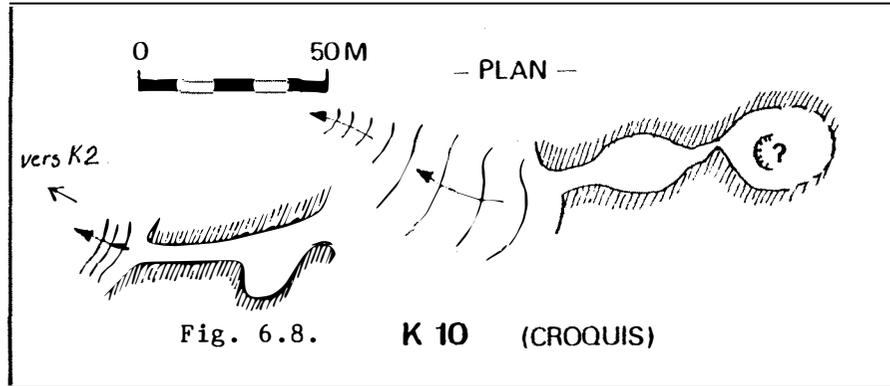
K13 (Grotte Broukiss, fig. 6.9) Grande salle, fossile, située environ 1 km à l'ouest du K2 en bordure d'une profonde dépression. La désescalade d'un petit ressaut (5 m), est nécessaire pour atteindre le porche d'entrée.

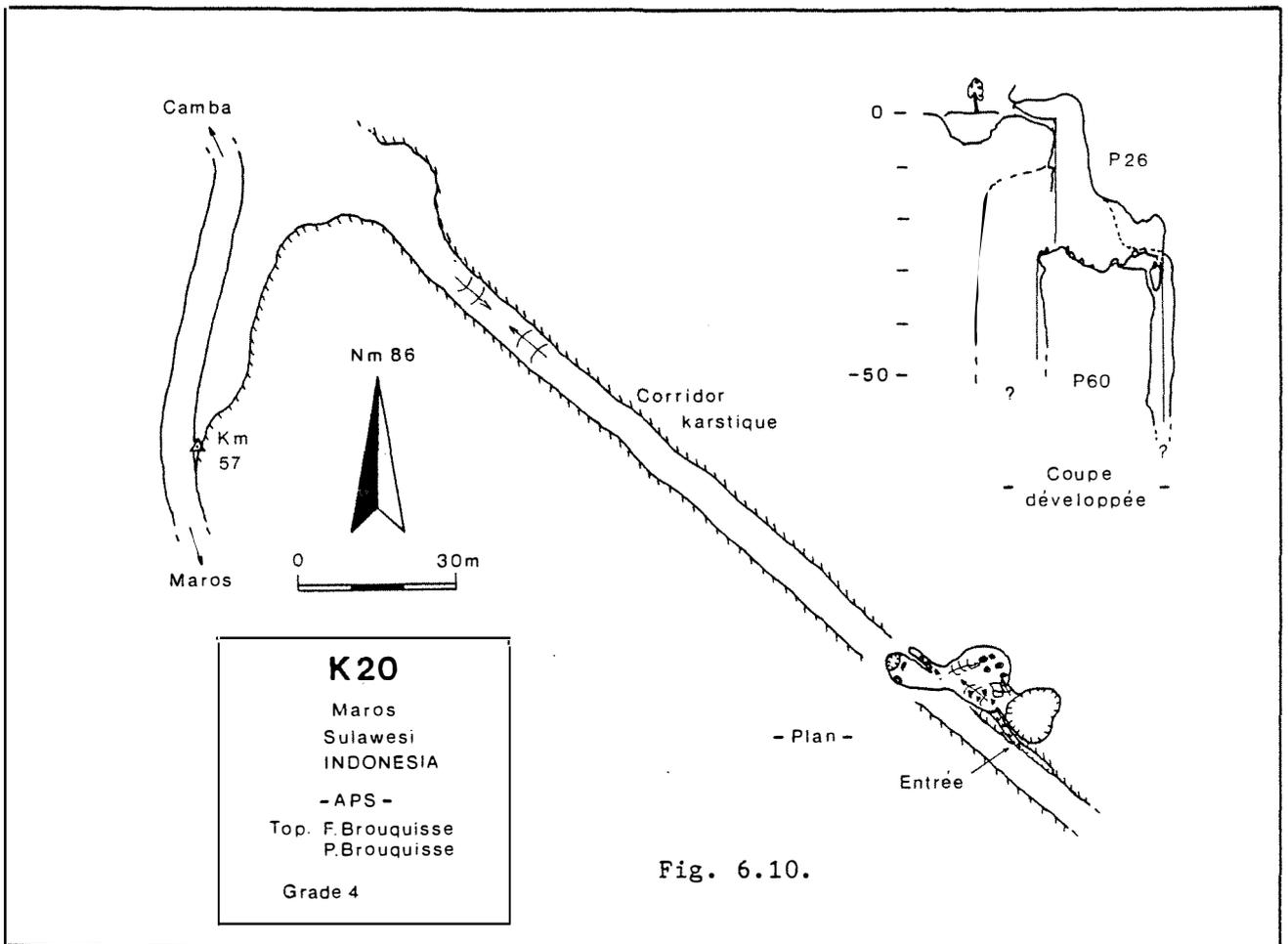
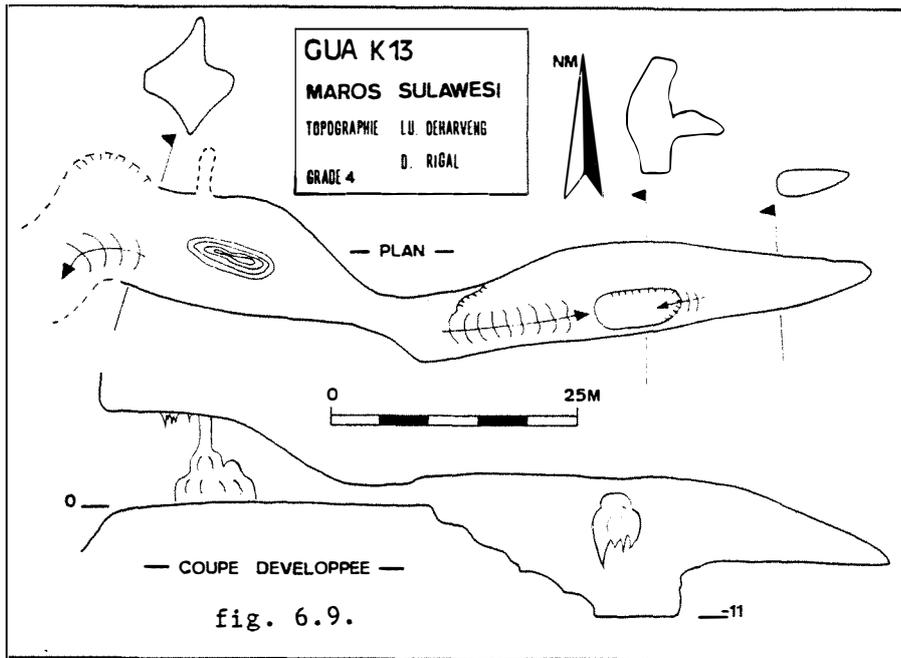
Spéléométrie : développement 84 m.

K20

Accès : Situé à 160 m au sud-est (110°) du point kilométrique 57 sur la route de Maros à Camba, à l'extrémité d'un corridor (Ph. 6.7.).

Description : Le K20 se développe suivant l'axe du corridor sus-jacent. Un puits de 26 m donne sur une salle déclinée avec quelques blocs





d'éboulis. Dans le haut de celle-ci, un grand puits (10 par 15 m), non descendu, supérieur à 60 m. En contrebas un autre puits (2 par 3) reconnu jusqu'à -35 m, a lui aussi une profondeur supérieure à 60 m (Ph. 6.1.) .A signaler dans un renforcement de la salle des stalagmites musicales et 2 cierges cassés puis ressoudés en oblique, preuve d'une néotectonique active.

Topographie: F. et P. Brouquisse. Développement total: >160 m
Topographié : 60 m
Dénivellé : >75 m

Perspectives: peut constituer un regard très prometteur sur G.S.K.
Descendre les deux puits.

K21 (fig. 6.11) Cavité située une centaine de mètres en contrebas de la route de Samanggi vers Kappang (km 56,5). Une partie fonctionne comme perte, en témoignent les nombreuses traces d'écoulement rencontrées. La galerie, de belles dimensions (10 par 10 souvent), mène jusqu'à un boyau colmaté par la boue à la cote -35 m. Un départ reste à atteindre par la traversée d'une coulée. L'autre réseau n'a été que partiellement reconnu : trois puits n'ont pas été descendus, l'équipement de l'un d'eux est nécessaire pour poursuivre dans la galerie rencontrée (à noter à cet endroit, des sensations de chaleur, une flamme jaune, pouvant être rapprochées pour la première fois à Maros, avec la présence de CO₂ ?).

Topographie : M. Brouquisse, Lu. Deharveng, J.P. Mary, D. Rigal.
Spéléométrie : développement topographié 244 m, dénivelé -35, +12 m.

K22 (Gua Astaga!) (fig. 6.12.) Le grand porche d'entrée domine une dépression proche de celle du K2, sur le flanc sud du vallon. Cette belle grotte fossile débute par une grande galerie au sol recouvert d'une épaisse couche de limon argileux, coupé de profondes rigoles. A l'extrémité de la branche ouest un méandre très étroit serait à revoir.

Topographie : J.P. Mary, Lu. Deharveng.
Spéléométrie : développement topographié 289 m, dénivelé -20, +12 m.

K23 Puits sondé de 10 m environ, situé en bordure au début du corridor qui mène au K20. A explorer.

K24 Puits bouché de 18 m, situé au fond du vallon du K2, environ 500 m avant celui-ci en venant depuis la route.

6.3.3. -Secteur Samanggi-Sambukeaja

S28 Gua Leang parea (fig. 6.13.) S'ouvre en hauteur à flanc de falaise, accessible depuis la route avant d'arriver à Samanggi en cheminant dans les rizières. Une galerie fossile traverse jusqu'à un toboggan donnant sur l'extérieur. Une grande diaclase parallèle atteinte par un court méandre s'ouvre aussi aux deux extrémités sur l'extérieur.

Topographie : Lu. Deharveng, D. Rigal.
Spéléométrie : développement topographié 275 m, dénivelé -22 m.

S27 (Gua Babi) (fig. 6.14) Grotte située au pied de la falaise, au sud de S28, après une reculée dans le karst. La galerie fossile, bien concrétionnée, est colmatée par une coulée de calcite. Sous l'entrée un petit boyau étroit a été parcouru sur quelques mètres.

Topographie : Lu. Deharveng, D. Rigal.
Spéléométrie : développement topographié 154 m, dénivelé +17 m.

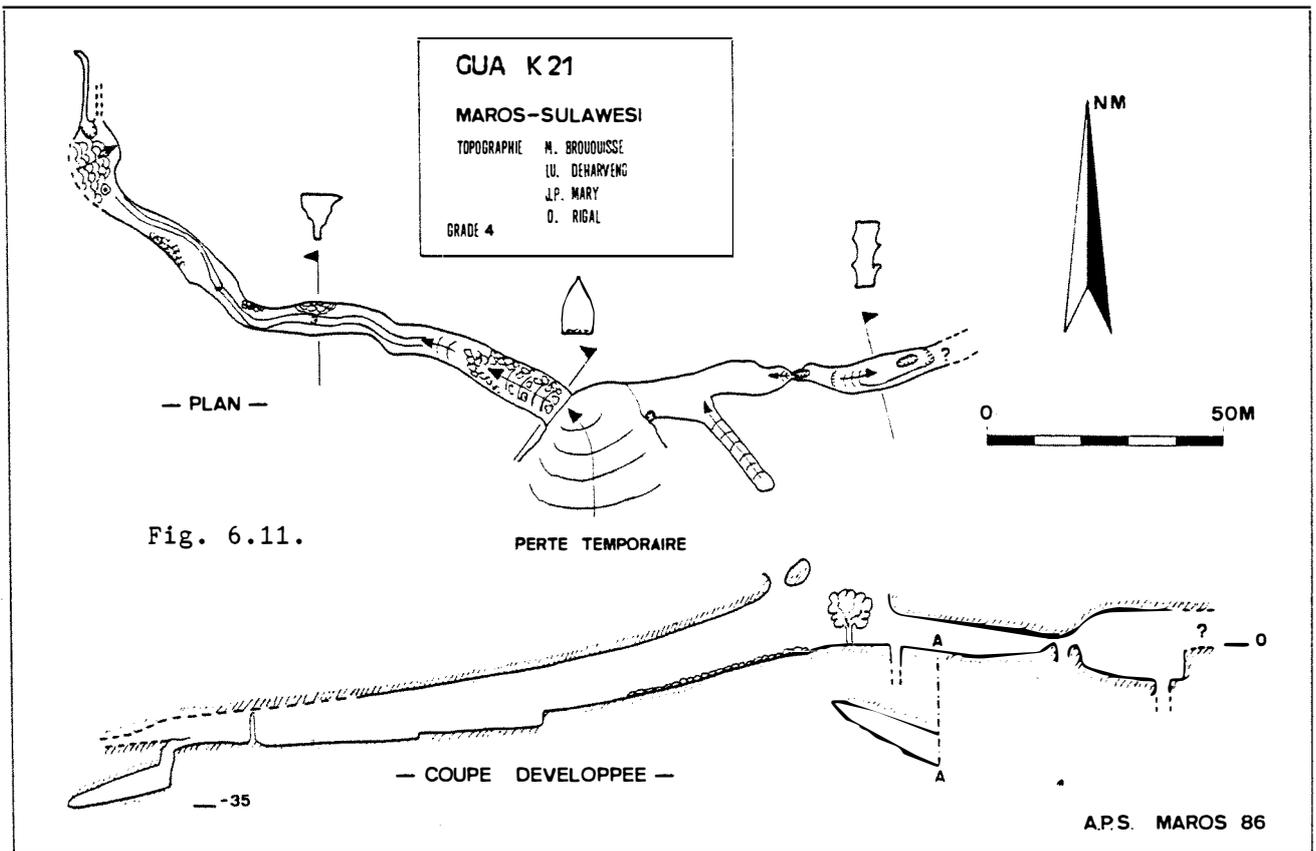


Fig. 6.11.

PERTE TEMPORAIRE

A.P.S. MAROS 86

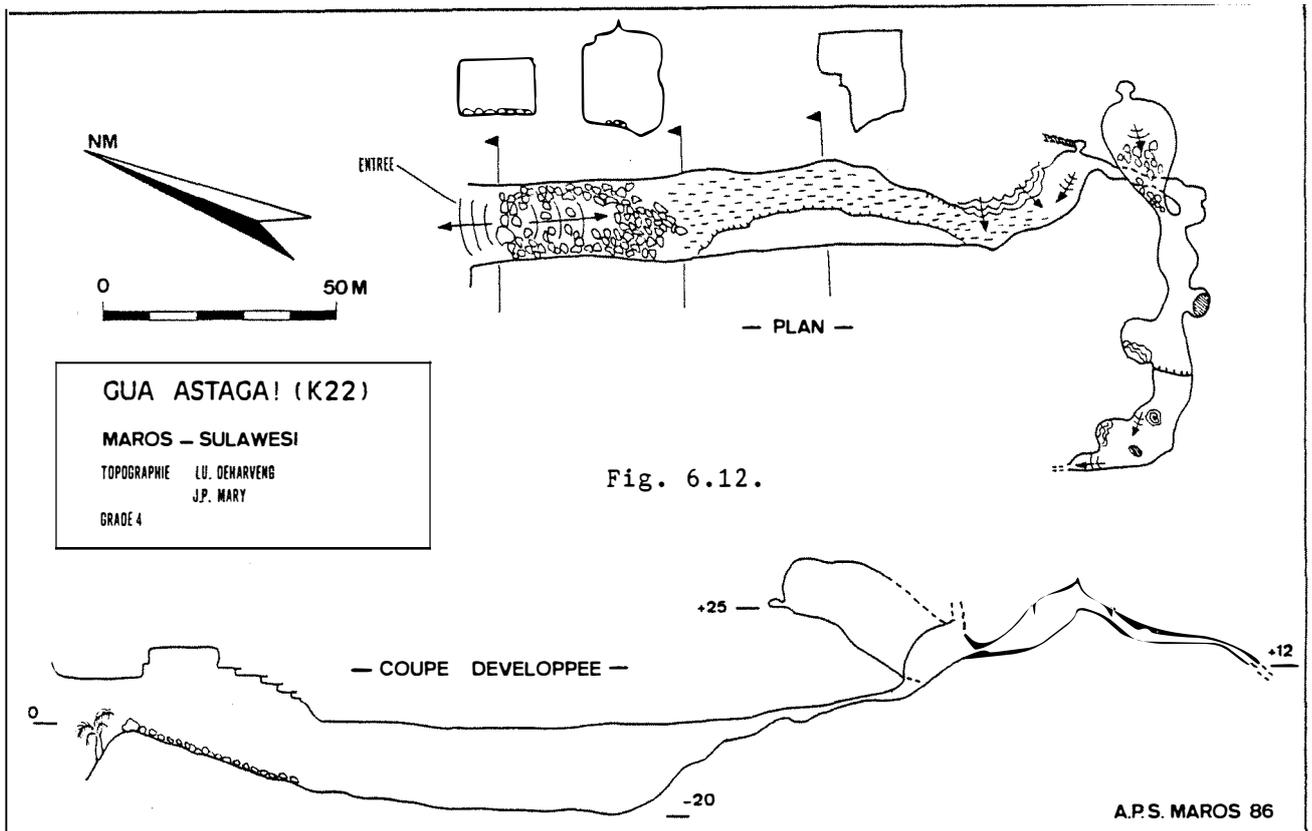
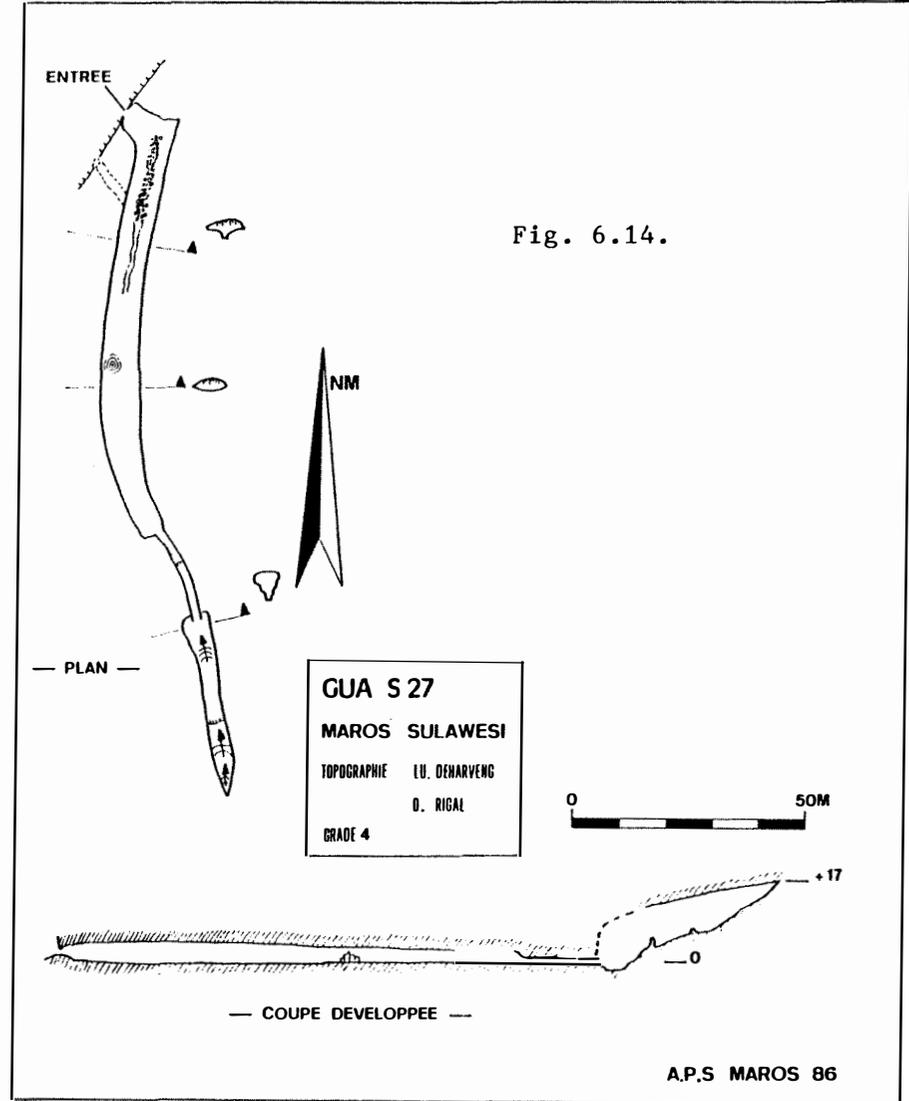
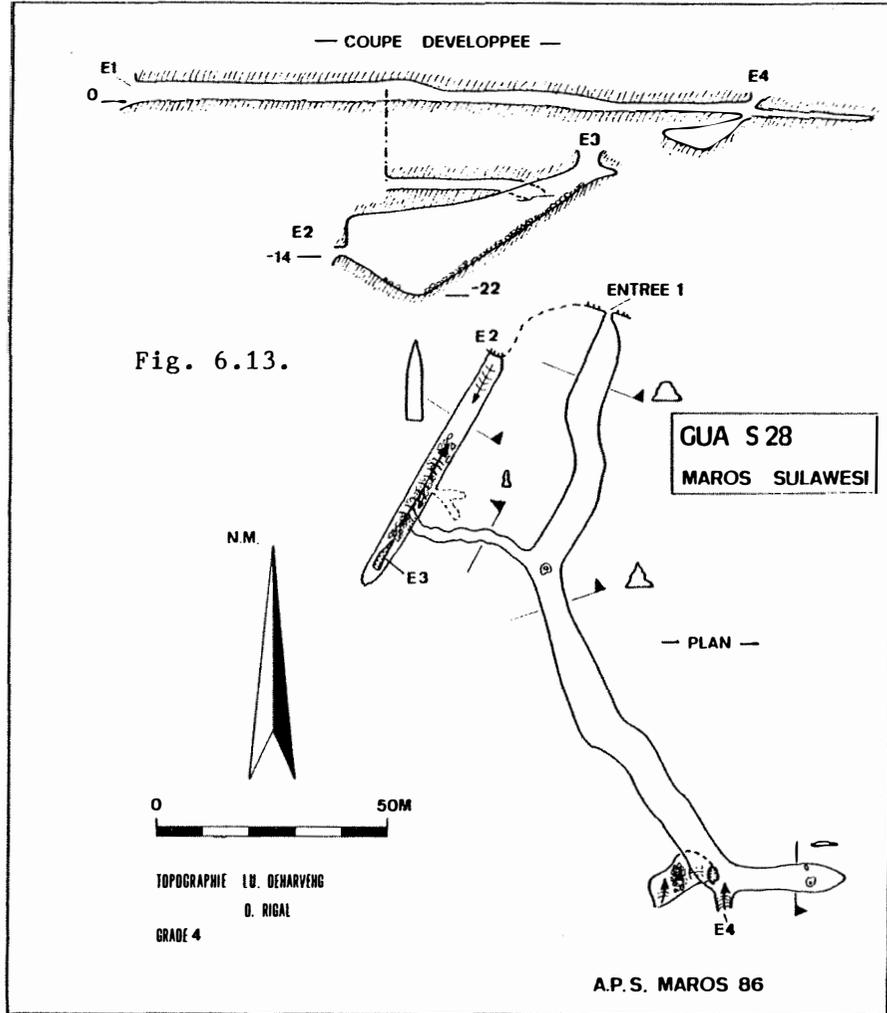


Fig. 6.12.

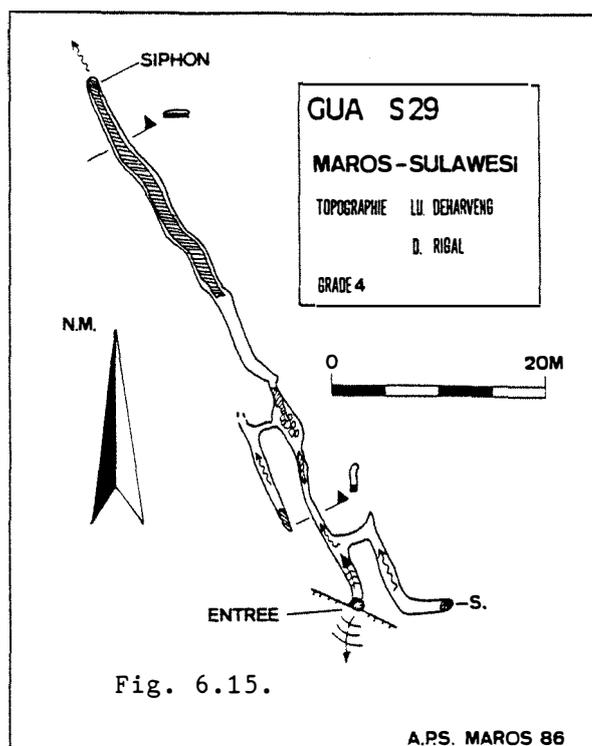
A.P.S. MAROS 86



S29 Gua Nuna majai (fig. 6.15.) Un petit sentier débute au pied de la falaise, au sud de S27. Après un quart d'heure environ de montée raide on redescend dans une dépression cultivée. Le puits d'entrée s'ouvre en bordure. Un petit rappel nous mène dans un ruisselet. Des siphons barrent la progression en amont et en aval. Galerie souvent étroite ou basse.

Topographie : Lu. Deharveng, D. Rigal.

Spéléométrie : développement 90 m.



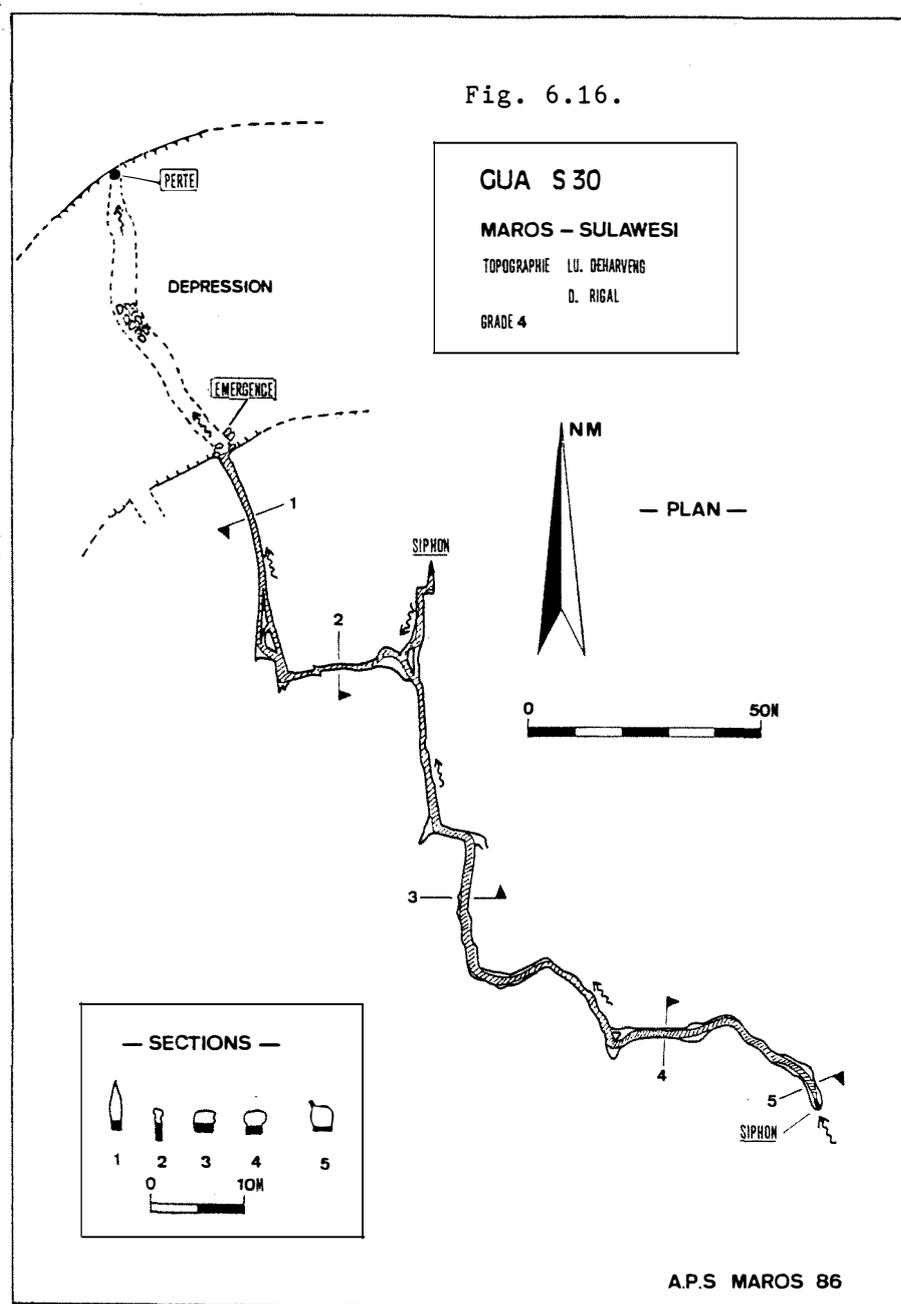
S 30-31 (fig. 6.16.)

On accède à une dépression par un court sentier dans la falaise au nord de la route avant Samanggi. Un cours d'eau traverse cette dépression à fond plat (débit estimé à 20 l/s visuellement lors de notre passage). La perte, S31, est impénétrable. L'émergence, S30, se remonte sur près de 300 m. Quelques passages profonds sont parcourus à la nage. Au dessus du siphon terminal s'ouvre une petite cheminée parcourue par des chauves-souris. Une grotte-abri est située près de l'émergence. Une petite ouverture en falaise est visible au dessus de la perte.

Le débit relativement important de ce cours d'eau suggère un lien avec l'émergence de Gua Baharuddin en rive gauche du vallon de Bantimurung. Une coloration est donc souhaitable pour confirmer le trajet de cette circulation.

Topographie : Lu. Deharveng, D. Rigal.

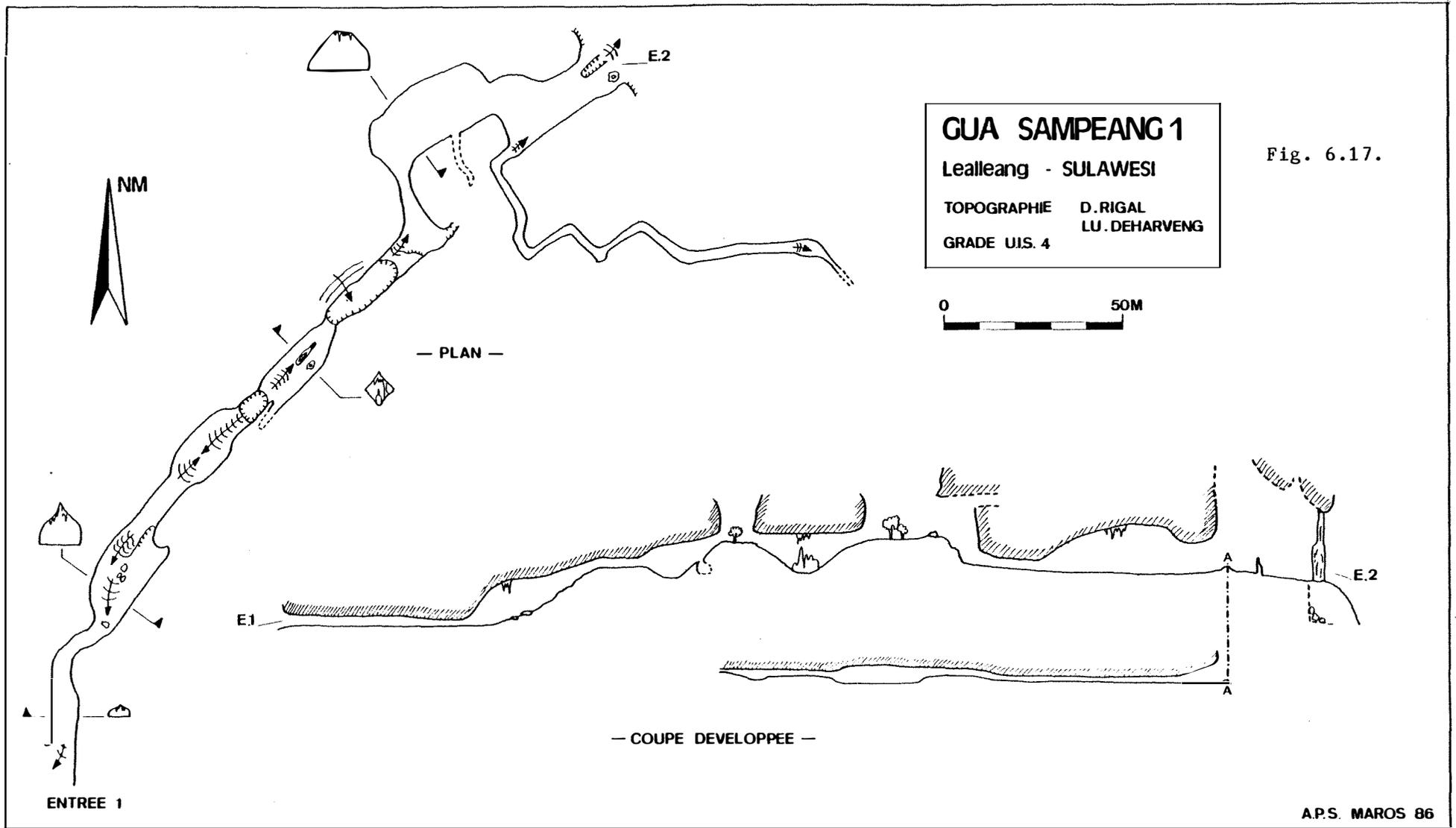
Spéléométrie : développement 285 m.



6.3.4. -Secteur de Lealleang

L1 (Gua Sampeang 1) (fig. 6.17.) L'entrée est facilement accessible depuis la route qui mène à Lealleang par une courte traversée des rizières vers l'est. La cavité, fossile, se présente comme une succession de grandes salles séparées en deux endroits par des regards sur l'extérieur. Dans la dernière salle, une petite galerie serpente jusqu'à des passages étroits, sans courant d'air, peu engageants. Un étage supérieur existe peut-être sur la dernière partie (départs entrevus). Après 300 m de parcours la grotte débouche sur l'extérieur. A noter la présence de poteries dans une pente terreuse de la deuxième salle.

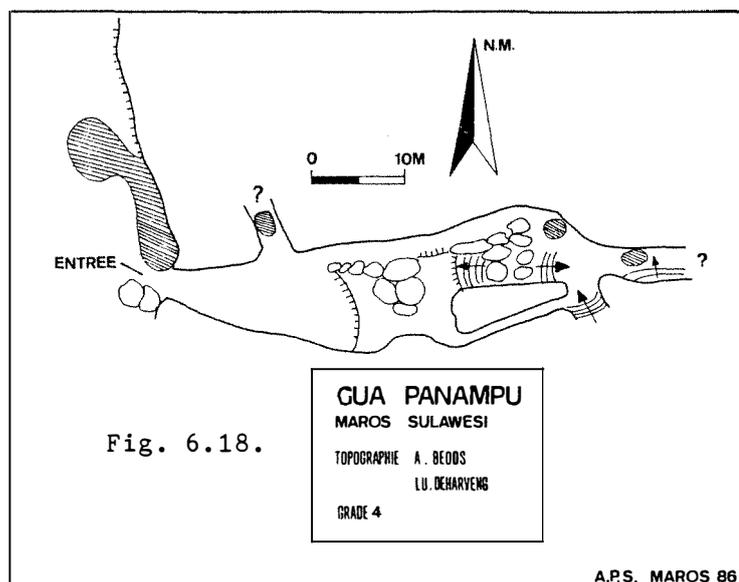
Topographie : Lu. Deharveng, D. Rigal.
 Spéléométrie : développement 442 m.



L2 (Gua panampu) (fig. 6.18) Cette petite grotte s'ouvre au pied des falaises situées au nord de la route qui relie Lealleang à Panampu, quelques centaines de mètres à droite après le pont d'entrée du village. C'est une émergence temporaire. Une continuation semble probable par une courte escalade sur une paroi instable.

Topographie : A. Bedos, Lu. Deharveng.

Spéléométrie : développement 100m.



6.3.5. -Secteur de Bantimurung

B14 (source du Réservoir) La construction d'un bassin a relevé le niveau de l'eau dans cette source et seul le haut d'un boyau latéral à la falaise est accessible sur une quinzaine de mètres. L'exutoire, constitué de plusieurs griffons s'amorçant en fonction du niveau dans le bassin, débitait environ 1300 l/s (jaugeage effectué le 25/7/86 sur les deux griffons actifs ce jour-là). (fig. 6.4.)

Le chimisme de l'eau légèrement différent de celui de la rivière de Bantimurung, l'absence de coloration suite au traçage dans G.S.K. et le fort débit, conduisent à penser que la source du réservoir serait l'exutoire d'un système drainant la zone nord du massif, en rive droite de la rivière de Bantimurung.

B15 (émergence de Gua Baharuddin) A l'étiage, un seul griffon (G1) semble assurer l'écoulement vers la rivière de Bantimurung à une dizaine de mètres du point de sortie, par une profonde canolle, au pied de la falaise. Le débit est modeste, compris entre 100 et 200 l/s. En saison des pluies, plusieurs autres griffons s'amorcent le long de la berge sur une cinquantaine de mètres.

Outre deux jaugeages, quelques lectures à l'échelle ont été effectuées ainsi qu'un échantillonnage en chimie portant sur 6 prélèvements. Mais les faibles variations des paramètres physico-chimiques et l'irrégularité des observations du débit ne permettent pas d'aller bien loin dans la caractérisation de ce système. La zone drainée serait constituée par les collines et pitons au nord de Samanggi.

Il faut noter que ce sont les eaux les plus chaudes rencontrées sur le secteur, 26°C le 8/7/86. Un mois plus tard, le tarissement est sensible et la baisse de température (4/10) ainsi qu'une turbidité beaucoup plus faible sont à relier à la part prépondérante des réserves par rapport à l'infiltration dans l'écoulement. (fig. 6.4., tab. 6.5. et 6.6.).

6.4. -SECTEURS DE MALAWA ET BONE

*Malawa

Une prospection sommaire du secteur a été réalisée le 15 juillet 86 par l'équipe Baharuddin, Bedos, Louis Deharveng, Leclerc. La zone karstique se développe dans les calcaires de Tonasa (éocène-miocène), comme à Maros. Depuis la route de Bone, une piste assez difficile nous mène quelques kilomètres avant Malawa. A ce niveau, exploration de Gua Mangana, ensemble de cavités peu profondes développées dans un petit affleurement calcaire. Aucun intérêt spéléologique, mais grand intérêt archéologique (poteries) et faunistique. De là, vingt minutes de marche permettent d'atteindre Malawa où des gens se proposent pour nous guider aux sources chaudes, environ 1 km plus loin. Dans des formations non calcaires, plusieurs griffons débitent quelques dizaines de l/s d'eau chaude. Le karst débute un peu plus loin et recèle apparemment de nombreuses cavités. Nous en avons visité trois intéressantes du point de vue spéléo. Deux sont parcourues par un ruisseau d'eau tiède (même réseau?). La troisième est un petit gouffre donnant sur un puissant cours d'eau (froide!), de débit évalué à 1 m³/s, qu'il n'a pas été possible de remonter (courant trop fort et eau profonde); une grosse source au niveau de la rivière constitue probablement l'exsurgence de cette circulation. Une vaste grotte fossile existerait enfin à quelques kilomètres de là. En l'absence de carte détaillée (carte utilisée: géologique au 1/250 000), il n'a pas été possible de préciser la localisation des cavités explorées, mais le potentiel spéléologique du secteur semble intéressant.

*Bone

Le karst de Bone a été rapidement parcouru par la même équipe les 16 et 17 juillet. Il s'agit d'un grand plateau de calcaires pliocènes dont le rebord occidental, s'élevant à plus de 300 m, présente une belle morphologie de karst à coupoles. Plus à l'est ne subsiste qu'une plaine très cultivée où les manifestations karstiques externes sont rares.

La prospection réalisée nous a permis de reconnaître deux cavités. L'une, Gua Mampu, est une grotte curieuse, fossile subhorizontale, située en haut d'une colline, avec de nombreuses entrées (explo non terminée; une topographie partielle a été levée par Greg Henderson). La seconde grotte, Gua Lompo, est un petit méandre fossile d'environ 50 m entre Bone et Tacipi. Une petite source d'eau claire existe à proximité. D'autres grottes nous ont été signalées; sans doute la prospection des profondes gorges qui entaillent le plateau permettra-t-elle de se faire une idée sur les possibilités spéléologiques de ce karst étonnant.

6.5. -PAYS TORAJA

Lors d'un court passage nous avons reconnu la source vaclusienne de Tilanga, près du village de Lemo, à mi-chemin entre Makale et Rantepao. C'est une grande vasque d'eau claire (15 par 100 m) au pied du chaînon calcaire qui la domine à l'est. En contrebas, une grande dépression nord-sud, occupée par des rizières, se développe suivant l'orientation régionale. Les eaux sont canalisées pour l'irrigation (débit de l'ordre de 10 l/s). Leurs caractéristiques chimiques les rapprochent de celles du karst de Bantimurung (cf. chapitre 8).

6.6. -BIBLIOGRAPHIE ET DOCUMENTS

[1] Expédition Thaï-Maros 85-1986-Association Pyrénéenne de Spéléologie éd., Toulouse-215pp



7. LE RÉSEAU DE BATULUBANG (HALMAHERA)

François BROUQUISSE
Direction Départementale
de l'Équipement
3, rue Lordat
65013 TARBES Cedex

Michèle et Patrick BROUQUISSE
7, rue François Coppée
38000 GRENOBLE

Summary : a short reconnaissance has been carried out in the karst resurgence of Batulubang near Sagea, in Halmahera. More than 3.5km were surveyed. Hydrogeological setting, as well as underground fauna are highly interesting.

7.1. -INTRODUCTION

La reconnaissance des zones karstiques d'Halmahera figurait dans notre projet initial de 1983. Nous avons repéré sur carte la très grosse perte de la rivière de Sagea, et sa résurgence non loin de la mer, dans un secteur géologiquement favorable à la présence d'un karst, en bordure de la baie de Weda. Ce n'est que cette année que ce projet a pu être réalisé par trois d'entre nous du 27 juillet au 13 août.

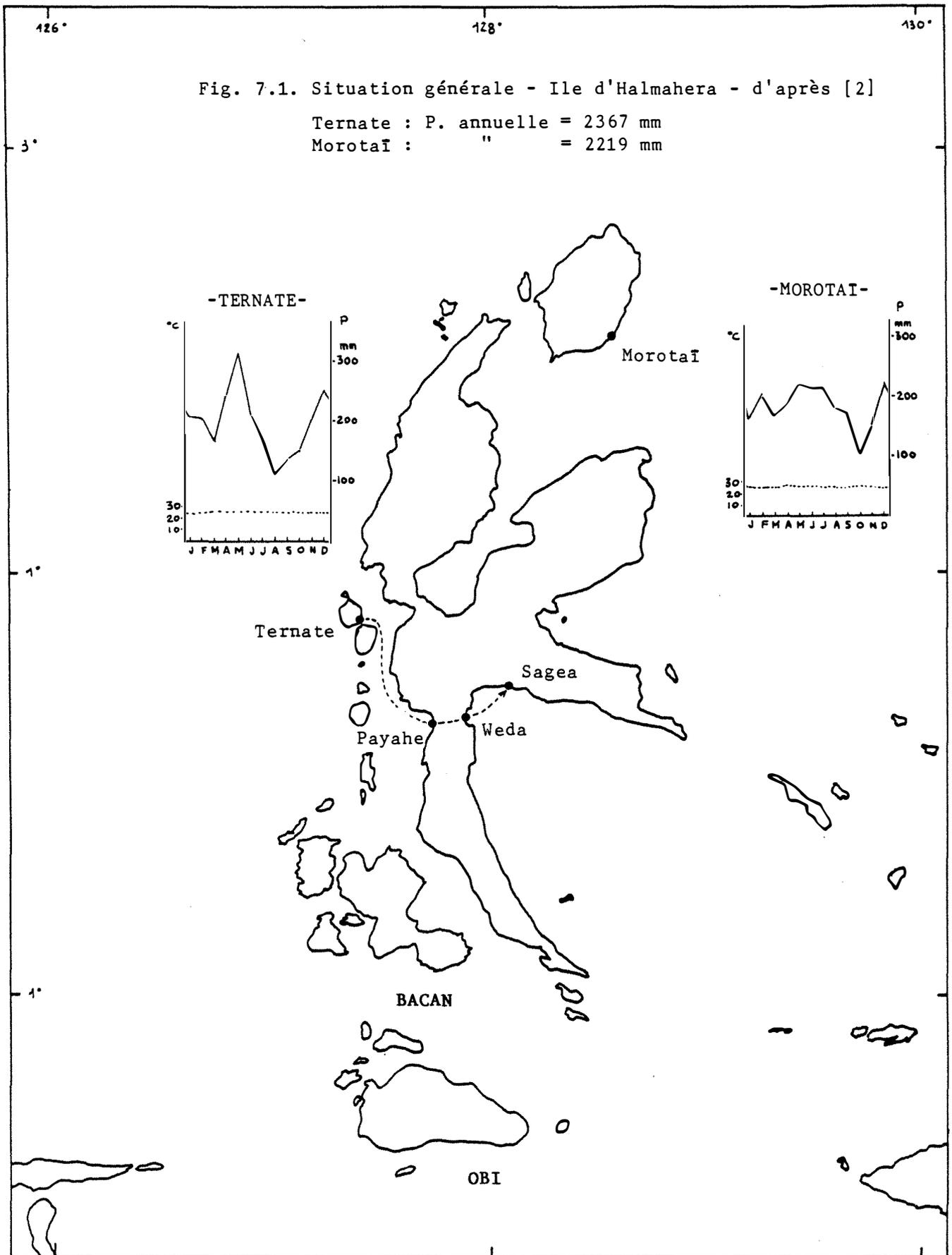
7.2. -SITUATION GENERALE (fig.7.1.)

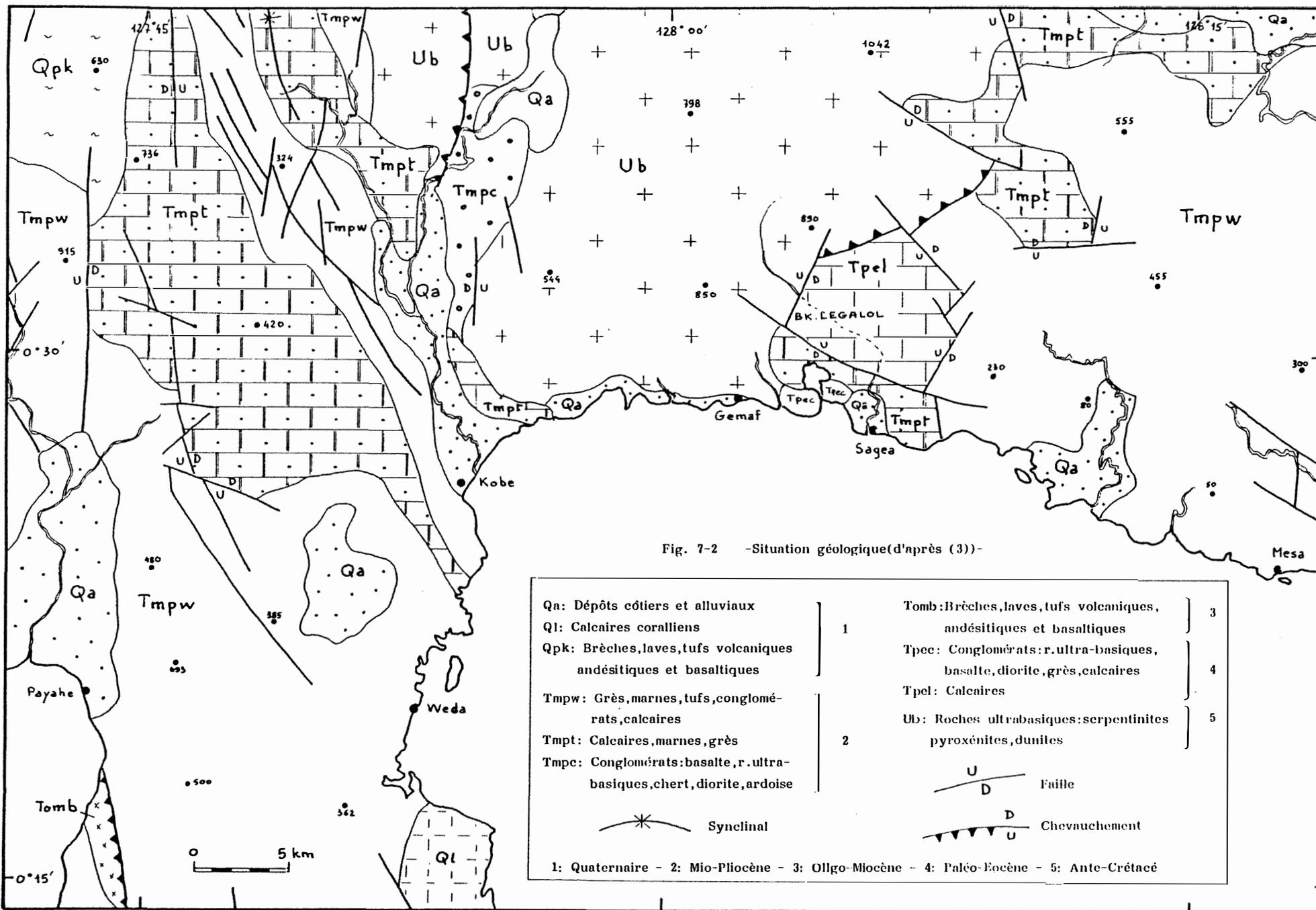
Située sur l'équateur, l'île d'Halmahera fait partie des Moluques du Nord, entre l'Irian Jaya et Sulawesi. Elle très découpée elle s'étend sur 450km du nord au sud et un peu plus de 200km d'est en ouest.

C'est une région très montagneuse (hauteurs de 900 à 1500 m), couverte d'une forêt primaire magnifique, sauvage et peu peuplée. La trentaine de tribus aborigènes d'Halmahera est restée très isolée et se rattache aux ethnies papoues de Nouvelle Guinée [1]. Le reste de la population qui se trouve sur les côtes est en majorité de religion musulmane et vit de l'agriculture, de la pêche et de l'exploitation du bois.

Le climat est chaud, très humide et sans saison sèche ; la région centrale d'Halmahera a une pluviométrie comprise entre 2000 et 2500mm par an et une température moyenne du mois le plus chaud supérieure à 20°C. Le diagramme ombrothermique de Ternate fait apparaître un minimum pluviométrique au mois d'août [2].

Les moyens de communication sont réduits: navigation côtière et marche à pied ou circulation en pirogue à l'intérieur des terres.





7.3. -LE CONTEXTE GEOLOGIQUE [3]

7.3.1. -Halmahera centre (fig.7.2.)

Halmahera est constituée de deux provinces géologiques, orientale et occidentale. Leur jonction est formée dans la partie centrale de l'île par une zone tectoniquement très active de roches sédimentaires néogènes fortement plissées et faillées.

La province orientale, constituée en grande partie de roches ultrabasiques d'âge pré-crétacé, présente un relief accidenté de zones de montagnes profondément incisées par les rivières ; elle est recouverte en partie, à l'est, de formations mio-pliocènes présentant une morphologie karstique de collines basses à versants peu accentués.

La province occidentale, dans les secteurs où dominent les formations volcaniques oligo-miocènes, présente une morphologie vigoureuse. Ailleurs, c'est un relief de collines, avec des karsts là où sont présents les calcaires néogènes.

Il faut noter enfin l'arc volcanique quaternaire à l'ouest de l'île, avec les volcans actifs de Ternate, Tidore et Makian.

7.3.2. -Le secteur de Sagea

Près de Sagea se situe un compartiment de calcaires paléocènes-éocènes (Tpel) limité par des failles. Au nord il est bordé par des terrains de roches ultra-basiques (Ub) partiellement charriés vers le sud-est. Au sud, il est au contact des calcaires, marnes et grès de la formation de Tingteng (Tmpt), et à l'est une série de failles en épi le sépare des grès, marnes, tufs, conglomérats et calcaires de la formation de Weda (Tmptw). Ces deux dernières formations sont d'âge mio-pliocène. Cet affleurement fortement karstifié, est le siège d'une percée hydrogéologique de 7 à 8km : la rivière de Sagea dont le bassin d'alimentation se trouve sur les terrains ultra-basiques, se perd au contact des calcaires et réurge au pied des collines avant de rejoindre la mer, 5km plus loin.

7.4. -LOCALISATION (Ph. 7.1.)

On accède à "Batulubang", nom donné localement à la cavité d'où réurge la rivière de Sagea, en remontant celle-ci en pirogue. Un court tronçon de gorges impressionnantes précède l'entrée de la cavité dont la voûte se perd 70 à 80m plus haut. Dans le massif sus-jacent, la vallée sèche à l'aplomb de laquelle s'est développé le cours souterrain de la rivière est dominée au nord et au sud par deux sommets, respectivement à 950 et 850m (Bk. Legalol) d'altitude.

7.5. -DESCRIPTION (Ph. 7.2 , 7.4)

Depuis le camp de base on remonte en pirogue (ou en canot Sevylor..) sur environ 550m jusqu'au débarcadère: 200m avant celui-ci on passe à l'aplomb de la voûte 70 à 80 m plus haut, qui marque l'entrée de la cavité.

On peut schématiquement y distinguer deux parties :

-la rivière avec un appendice fossile en rive gauche

-un ensemble de très grandes galeries 20 à 30 m plus haut



Ph. 7.1. - Batulubang. Porche d'entrée.



Ph. 7.2. - Navigation souterraine. Rivière de Batulubang.



Ph. 7.3. - Important remplissage de galets. Siphon terminal de Batulubang.



Ph. 7.4. - Camp de base près de Batulubang.

7.5.1. -Réseau fossile

Du débarcadère l'on aborde en rive droite une salle raide à gros blocs et concrétionnement stalagmitique recouverts d'un enduit noirâtre de guano. 30 m plus haut on atteint l'entrée d'une galerie de très beau profil en plein cintre (15 par 20 m) au sol limono-argileux. Elle est barrée 250 m plus loin par un éboulis énorme au-delà duquel nous n'avons pas eu le temps d'aller ; à gauche, une galerie de taille plus réduite mène à un embranchement puis débouche en hauteur dans la paroi d'un gigantesque tunnel rectiligne sur 500 m et dont le tronçon principal présente sur 300 m une section régulière de 20 à 25 m de haut par 35 m de large. Son sol est recouvert d'un remplissage limoneux en V très ouvert au milieu duquel serpente un ruisseau temporaire.

Vers le nord on aboutit à une grande salle déclinée au fond de laquelle se trouve un siphon, avec un important remplissage. Au sud, le réseau se développe sensiblement dans le même axe sur un peu plus de 300 m avant de s'arrêter sur un rétrécissement et une voûte mouillante. Un affluent latéral conduit à une zone plus labyrinthique non explorée.

7.5.2. -Rivière

Au delà du débarcadère, la rivière se poursuit rectiligne entre deux parois verticales jusqu'à un siphon 350 m plus loin, tandis qu'en rive droite la galerie Nyamuk d'assez belle taille se termine prématurément sur colmatage au bout de 250 m.

7.6. -EQUIPEMENT

La progression étant essentiellement horizontale dans la partie reconnue, le matériel est réduit à sa plus simple expression. Un P10 n'a pas été descendu dans l'aval. Les canots sont bien entendu indispensables.

7.7. -TOPOGRAPHIE (fig.7.3 en hors-texte à la fin de l'ouvrage)

Elle a été réalisée avec topofil, compas et clinomètre Suunto, depuis le camp de base par P.B.(synthèse), M.B. et F.B.(fig. 7.3.)

*Développement total : 3461 m

*Dénivellé : +50 m

*Extension plane : grand axe/petit axe : 1460 m/740 m

*Grade 4

Entre le camp de base et l'entrée de la cavité : cheminement extérieur 356 m. A noter pour la petite histoire, une visée de 260 m dans la galerie du Becak.

7.8. -KARSTOLOGIE

Peu d'éléments ont pu être ramenés de cette courte reconnaissance

7.8.1. -Structure

*La notice géologique caractérise les calcaires de ce secteur comme des roches blanc sale à gris, généralement massives, et localement bien jointées.

*La stratigraphie est peu ou pas apparente dans les endroits du réseau non recouverts par le concrétionnement. A l'extérieur, au milieu des gorges, apparaissent des discontinuités en rive droite (30 à 45°) sans que l'on puisse dire s'il s'agit de la fracturation ou du pendage.

Sous terre, les calcaires sont clairs, là où apparaît bien la roche en place, modelée souvent en grandes vagues métriques comme sur les parois de la galerie de départ.

*Concernant la fracturation et l'orientation du réseau il apparaît une direction privilégiée à N160-170, suivant laquelle se développe près de la moitié du réseau. Toute l'entrée même de la cavité se situe sur un miroir de faille bien visible en rive gauche sur 200 m (rivière).

*Les remplissages sont pour l'essentiel constitués de dépôts fins, souvent importants, en banquettes. Ceux-ci ont été entaillés par les chenaux d'écoulement méandriformes, lieux de circulations temporaires liées pour l'essentiel aux infiltrations locales, mais parfois non négligeables comme l'atteste par endroit la présence d'un épais enduit de crue et de galets d'argile.

En dehors de ces sédiments limono-argileux on rencontre, très localisés, des éboulis. Les concrétionnements sont de type classique : localement, au sol des galeries, les planchers stalagmitiques de ruissellement ont été repris par la corrosion et présentent des canolles rugueuses et déchiquetées. Les fistuleuses sont fréquentes mais de taille réduite (10 à 20 cm)

Il faut enfin noter la présence, non loin du siphon terminal et en rive droite, d'un remplissage impressionnant de très gros galets de roches "vertes", approchant le mètre pour certains d'entre eux (Ph. 7.3.). Il n'a pas été possible de déterminer s'il s'agissait là d'un placage latéral résiduel ou du colmatage d'une galerie affluente.

*Les sections de galeries en général plein cintre ou lenticulaires traduisent bien l'équilibre mécanique et la relaxation apparente des contraintes.

*Le réseau traverse le chaînon sus-jacent, et l'extrémité nord (salle terminale et siphon) se trouve à l'aplomb de la fermeture de la vallée sèche mentionnée plus haut, dans un secteur où le versant est particulièrement abrupt (fig. 7.4)

7.8.2. -Ecoulements

Dans les gorges, les traces de crues, en amont du camp de base, s'élèvent à +6 m par rapport au niveau observé lors de notre séjour. Le débit de la rivière à cet endroit peut être estimé de l'ordre de 1 à 2 m³/s.

A l'intérieur de la cavité et dans le niveau supérieur, les écoulements semblent exister pratiquement partout, mais la présence de troncs d'arbre dans la partie terminale du réseau ne peut être attribuée à des circulations résultant d'infiltrations locales. En dehors du fait qu'ils aient pu être transportés là par l'homme, ce qui paraît tout de même très improbable, on ne peut guère expliquer leur présence que par une arrivée de la voûte de la grande salle terminale (?) ou par le siphon, lors d'une crue suivie d'une mise en charge de cette salle suffisante pour envoyer ensuite partiellement la galerie.

- 1: Perte de la rivière de Sagea
 2: Résurgence:réseau de Batu Lubang

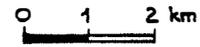
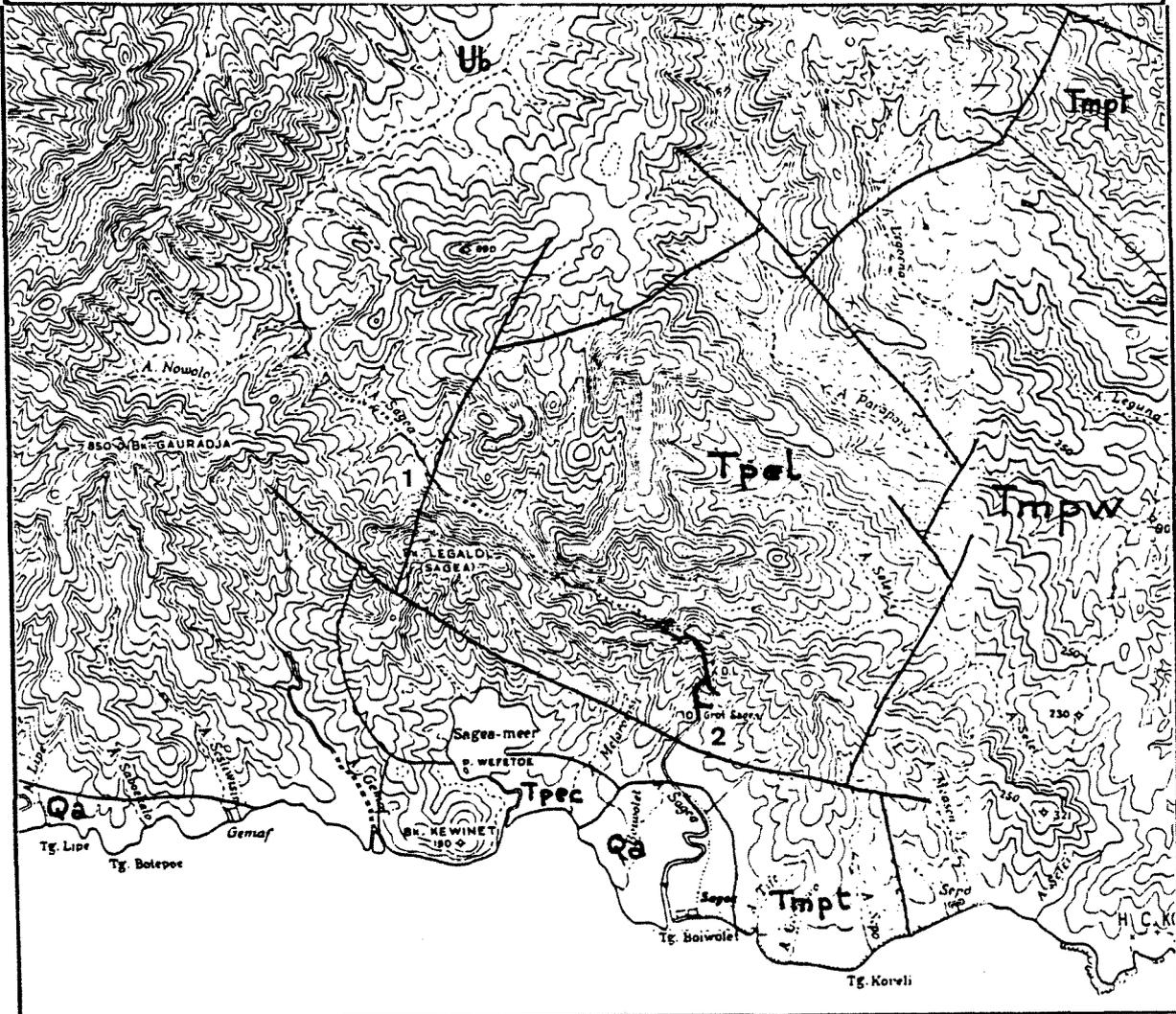


Fig. 7-4 -Secteur de Sagea-



7.8.3. -Physico-chimie

Seuls deux prélèvements ont été effectués en hydro-chimie (cf. chapitre 8).La température de l'air avoisine sous terre les 24°C ; celle de la rivière est du même ordre, beaucoup plus fraîche que la mer sur le littoral.

7.9. BIOLOGIE (L. Deharveng)

De nombreux arthropodes de grande taille ont été observés dans la cavité : orthoptères, araignées et scolopendres ; il faut noter également la présence de grosses chauves souris à yeux rouges et de nombreux oiseaux dans les gorges et la voûte d'entrée .Par ailleurs des nuages de moucheron ont été rencontrés dans la rivière vers le siphon et dans le début de la galerie Nyamuk.

Quatre prélèvements de faune terrestre ont été réalisés dans Batu Lubang, ils nous apportent les premières données sur la faune souterraine des Moluques du nord. De même, les 6 prélèvements de sols forestiers effectués à Ternate et Halmahera permettent de se faire une première idée sur le peuplement édaphique de ces régions inexplorées jusqu'à ce jour

Parmi les espèces récoltées dans la cavité, la plupart sont anophthalmes et dépigmentées : 1 araignée, 2 espèces d'isopodes, 1 Nocticoliidae (blattes) et 1 Entomobryidae (collembole) ; 1 opilion microphthalme a également été recueilli. Aucune de ces formes n'était présente dans les prélèvements de litière à l'extérieur, mais il serait prématuré d'en tirer des conclusions. Batulubang semble au total héberger une faune diversifiée et évoluée, dont il sera de grand intérêt de préciser les affinités, étant donné l'isolement de l'île d'Halmahera.

7.10. -OCCUPATION HUMAINE-ARCHEOLOGIE

Cette cavité est bien connue des locaux qui semblent avoir, d'après leurs dires, exploré 8 km mais ne sont pas allés plus loin. En 1943, deux soldats japonais sont rentrés et ...ne sont jamais reparus.

Les parois de la galerie supérieure d'entrée sont couvertes d'inscriptions et de noms tracés au noir de fumée. Il y avait de nombreuses traces de pas dans plusieurs secteurs que nous avons topographiés.

7.11. -PERSPECTIVES

Ce réseau de très grande taille, impressionnant, n'est sans doute connu que sur une toute petite partie. En outre le massif lui-même possède d'autres grottes, d'après les habitants de Sagea. La progression difficile en dehors des cours d'eau nécessitera du temps pour atteindre la zone de perte en amont, mais deux objectifs sont d'ores et déjà prioritaires :

- la poursuite de l'exploration par la résurgence : 3 arrêts importants sur "rien", faute de temps.
- la prospection de la vallée sèche.

En outre la configuration de ce compartiment de 40 km² confirme l'existence d'un potentiel spéléologique important ; les difficultés viendront de la progression de surface....

7.12. -BIBLIOGRAPHIE ET DOCUMENTS

- [1] Indonesian handbook-Bill DALTON-2d edition-1980-Moon publication.
- [2] Bioclimats du monde indonésien-Institut français de Pondichery-Travaux de la section scientifique et technique-Tome XVI-Textes et cartes 1978-J.FONTANEL et A. CHANTEFORT.
- [3] Carte et notice géologique : Ternate (Maluku Utara) : 1:250 000
T. APANDI et D. SUDANA-1980.
- [4] Cartes topographiques : 1:100 000
-Kobe-Lembar 100/XVII (46)
-Gotowasi-Lembar 101/XVII
- [*] Topographie, photos, film S-8(extérieur);prélèvements biologie-A.P.S.

8. HYDROGÉOCHIMIE

François BROUQUISSE
Direction Départementale
de l'Équipement
3, rue Lordat
65013 TARBES Cedex

Daniel DALGER
Laboratoire d'Hydrobiologie
Université Paul Sabatier
118, route de Narbonne
31062 TOULOUSE Cedex

Summary: Referring to 38 water samples collected in some areas of south-east Asia, partial analysis let identify various water types in karst environment. The influence of pedological layers is noticed.

Un programme d'échantillonnage de sites a été réalisé conformément aux orientations définies avec M. Bakalowicz en 1985, et suivant lesquelles s'était déroulée la campagne Thaï-Maros 85 [1]. Le bilan provisoire présenté ici ne tient compte que des données de terrain et des premiers résultats analytiques portant sur les cations.

La première série d'échantillons concerne la Thaïlande et complète le travail de l'an passé. Par contre l'ensemble des prélèvements effectués en Indonésie représente un premier essai de caractérisation des écoulements karstiques, principalement dans la région de Maros.

8-1 - ENVIRONNEMENT ET SITES D'ÉCHANTILLONNAGE

Au total 32 sites ont été échantillonnés, 19 en Thaïlande et 13 en Indonésie.

8-1-1 - Thaïlande (tab.8.1, fig.8.1)

Dans la région de Phangnga, les prélèvements ont été réalisés au niveau de quatre systèmes pertes-résurgences (20 à 27) caractéristiques de ce karst à tourelles très morcelé.

Le secteur de Kanchanaburi est constitué d'un karst de plateaux à relief empâté, situé à l'ouest de Bangkok. L'échantillonnage a porté sur les eaux de deux grottes-résurgences, l'une (28-29) près de Nam Tok et l'autre (30) dans le parc national d'Erawan.

Le Nord-Ouest est la troisième région étudiée:
- à proximité de Chiang Mai, les terrains métamorphiques et granitiques du Doi Pui et du Doi Inthanon (2590 m, plus haut sommet de Thaïlande) ont fourni les eaux de surface 31, 32 et 33;

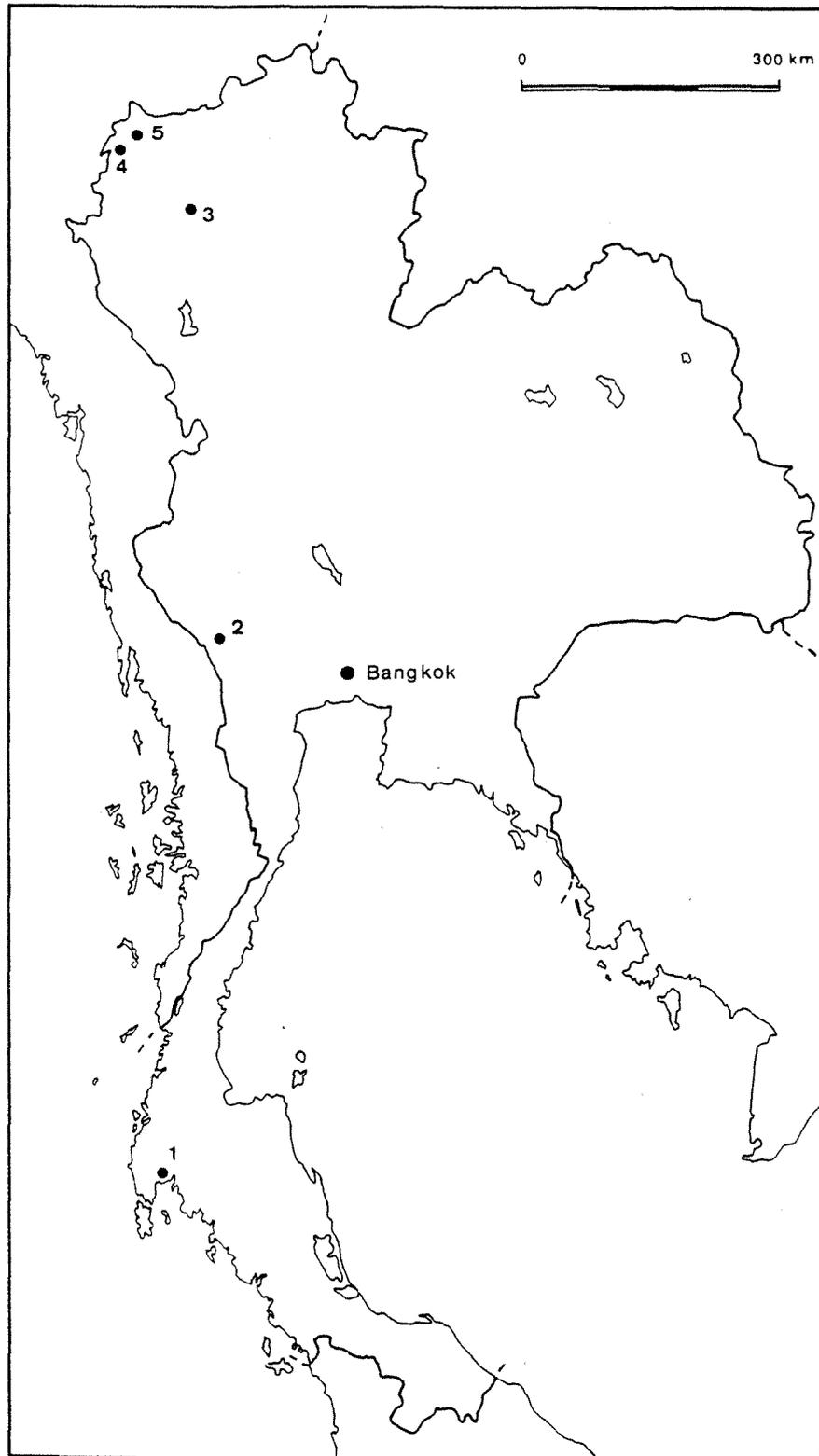


Fig. 8-1 -Localisation des sites de prélèvement: Thaïlande-
1: Phangnga- 2: Kanchanaburi- 3: Chiang Mai-
4: Mae Hong Son- 5: Nam Lang

- dans la zone de Mae Hong Son, un seul échantillon (37) a été prélevé à la grosse source de tham Plaa;
- situé à 40 km au nord-est de Mae Hong Son, le plateau karstique de la Nam Lang est drainé en majeure partie par la rivière du même nom. Couvert de forêts denses, il comporte de nombreuses dolines et de profondes dépressions. Les prélèvements 34, 35 et 36 ont été effectués aux environs du village de Sop Pong. L'échantillon 38 provient d'une source en amont de tham Pha Mon.

8-1-2 - Indonésie (tab.8.1, fig.8.2)

C'est dans le secteur de Bantimurung (fig.8.3) déjà reconnu l'an passé qu'a été prélevé l'essentiel des échantillons:

- 7 concernent le réseau de Gua Salukkan Kallang (GSK: 3-5-7-8-11-12-13);
- 2 représentent l'exutoire supposé du système du Tanette, "source du réservoir" (10-14);
- 6 sont le résultat du suivi de l'exutoire principal du petit système indépendant de "Gua Baharuddin" (2-4-6-9-15-19).

Le réseau de GSK [1] est un vaste système d'axe est-sud-est/ouest-nord-ouest, dont une partie des eaux est d'origine allochtone, ayant coulé sur des terrains volcaniques. Alimentée par une perte, la "rivière des prismes" se jette dans celle du "15 août" dont le débit principal viendrait en partie d'une zone de contact, à la périphérie du massif, le reste résultant de l'infiltration diffuse sur le plateau sus-jacent très disséqué et dont le couvert pédologique reste peu épais (forêt claire ou savane).

Trois autres secteurs karstiques ont été échantillonnés:

- Batu Lubang (16-17) à Halmahera, percée hydrogéologique de quelques kilomètres. La rivière est la résurgence d'une circulation aérienne sur des roches ultrabasiques, qui se perd sur faille au contact d'un compartiment calcaire effondré;
- la source de Tilanga (18) près du village de Lemo en pays Toraja est une très belle vasque vaclusienne qui draine un bassin versant constitué d'un chaînon calcaire, d'extension est-ouest de 2 à 3 kilomètres mais d'extension nord-sud inconnue. Le karst semble impénétrable;
- un ruisseau de surface (1) non loin du village de Lembanna dans le secteur de Malino (mont Lompobatang) en terrain volcanique.

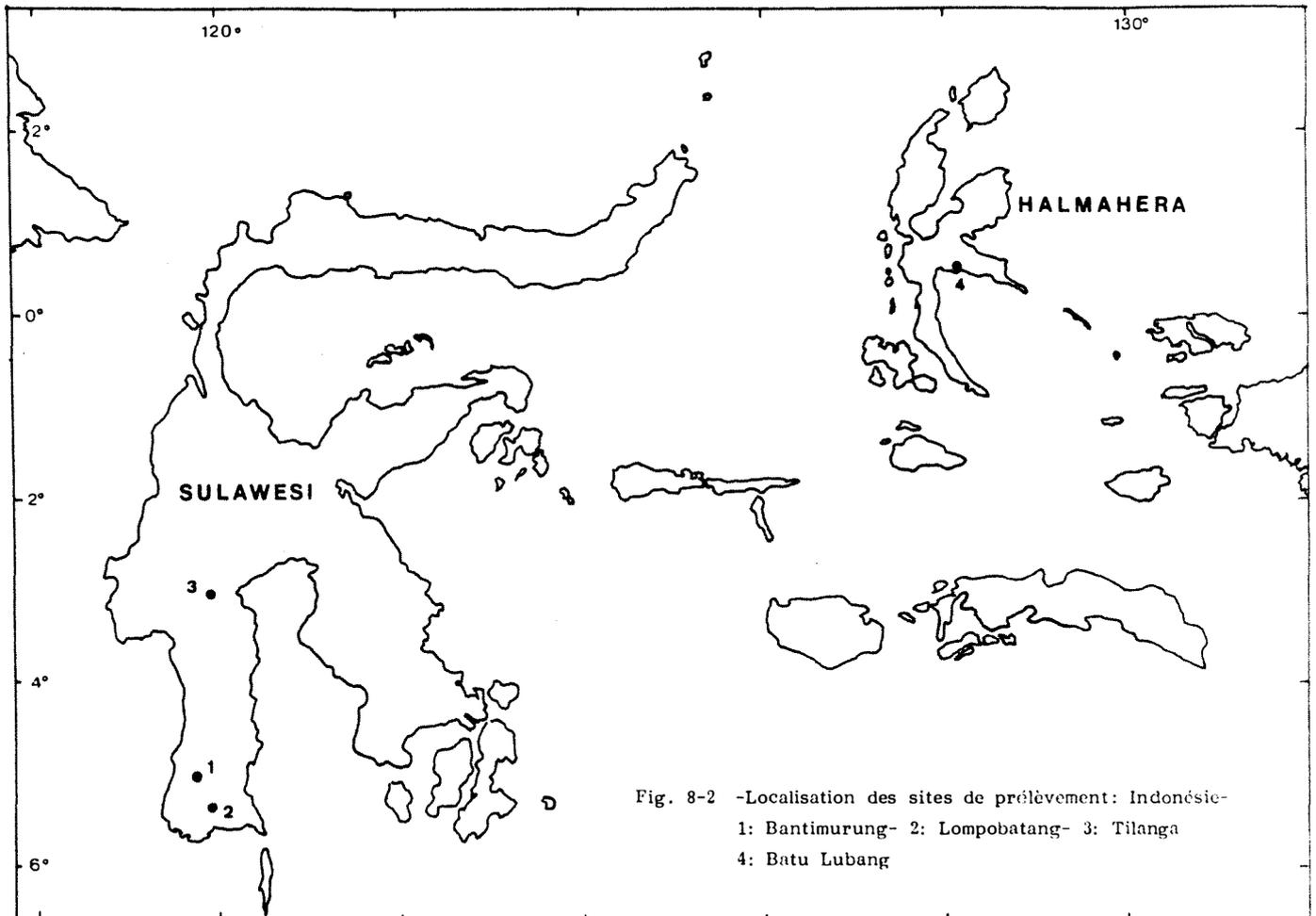
8-2 - MESURES DE TERRAIN ET ANALYSES EN LABORATOIRE

In situ, pour chaque prélèvement (flacon en polyéthylène de 125 cc) ont été effectuées les mesures du pH et de la température, et les analyses d'alcalinité (TAC) et de dureté totale (TH) avec:

- pHmètre KNICK (Thaïlande) et pHmètre BIOBLOCK Scientific 93302 (Indonésie);
- thermomètre digital QUICK-NOVODIRECT (Thaïlande) et thermomètre à mercure au 1/5 °C (Indonésie);
- coffrets et procédure MERCK avec prise d'essai doublée (10 ml au lieu de 5 ml).

En laboratoire, la conductivité à 20 °C a été mesurée avec un conductivimètre PHILIPS FW 9509, et sur l'ensemble des échantillons ont été dosés:

- les cations Na, K et Mg avec un spectrophotomètre d'absorption atomique PHILIPS PYE UNICAM SP9. Le calcium a été calculé par différence entre le TH et le magnésium;



	Ecoulement de surface en terrains non karstiques		Emergence		Perte		Circulation souterraine		Flaque Gour		Aval d'émergence karstique		Total A
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
Indonésie	1	1	4	2-4-6-7 9-10-14 15-18-19	-	-	5	5-8-11 12-13	1	17	2	3-16	13
Thaïlande	3	31-32-33	7	20-22-23 28-36-37 38	3	27-34 35	5	21-25-26 29-30	1	24	-	-	19
Total	4		11		3		10		2		2		32

Colonne A: nombre de sites
 Colonne B: numero des échantillons

Tab.8-1 - Répartition des sites échantillonnés

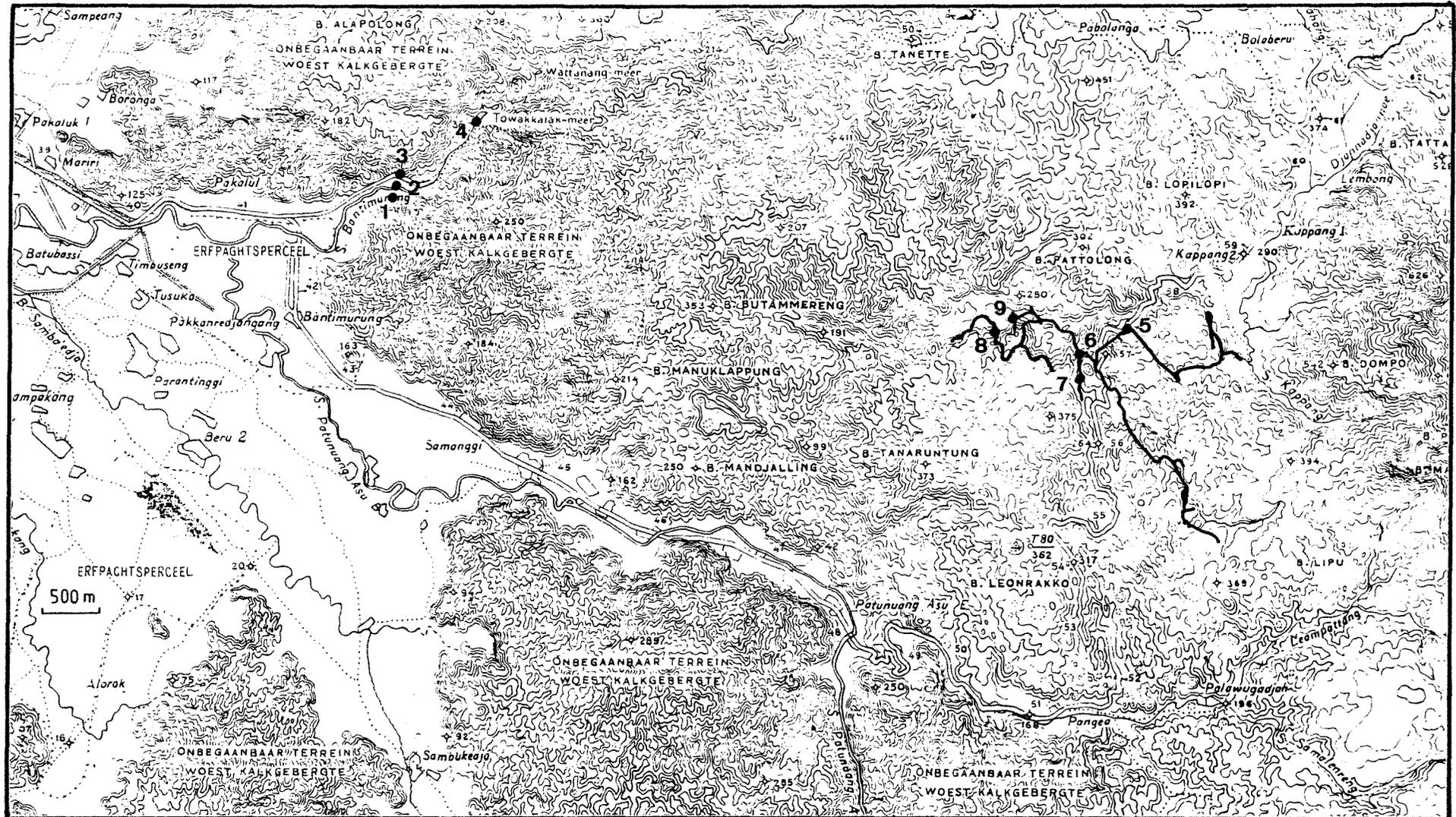


Fig. 8-3 -Localisation des sites de prélèvement: Bantimurung-
 1: Gua Baharuddin- 2: Rivière de Bantimurung
 3: Source du réservoir- 4: Towakkalak-Meer- 5: GSK,SA-
 6: GSK,S4- 7: GSK,SB- 8: GSK,SC- 9: GSK,SM

N°	Date	Lieu	t °C	pH	TAC		TH		X µScm-1	Na	K	Mg mg/l	Ca	HCO3	Na/K	Ca/Mg
					*d	*f	*d	*f								
1	06-07	Lompobatang-1500m	17,5	7,42	1,0	1,8	3,4	6,1	41,0	1,75	2,70	0,15	24,3	21,8	0,65	162,0
2	07-07	Gua Baharuddin-G1	26,0	7,18	8,7	15,5	8,9	15,9	268	2,45	1,60	3,30	57,9	189,5	1,53	17,5
3	07-07	Bantimurung (rivière)	25,2	8,14	8,3	14,8	8,9	15,9	275	3,85	2,65	4,00	56,8	180,8	1,45	14,2
4	08-07	Gua Baharuddin-G1	26,0	7,25	8,3	14,8	9,2	16,4	249	2,45	1,55	3,20	60,2	180,8	1,58	18,8
5	09-07	GSK (K3) Station SM	24,6	6,93	10,0	17,9	10,6	18,9	314	2,30	2,25	3,50	69,7	217,2	1,02	19,9
6	12-07	Gua Baharuddin-G1	26,0	7,22	8,4	15,0	8,9	15,9	261	2,40	1,50	3,10	58,3	183,0	1,60	18,8
7	13-07	Towakkalak Meer	25,0	8,10	8,5	15,2	8,9	15,9	265	3,75	2,60	4,00	56,8	185,1	1,44	14,2
8	14-07	GSK Station S4	25,0	7,02	8,6	15,4	9,0	16,1	270	4,30	2,75	4,10	57,3	187,3	1,56	14,0
9	17-07	Gua Baharuddin-G1	26,0	7,30	8,1	14,5	8,9	15,9	252	2,80	1,65	3,10	58,3	176,4	1,70	18,8
10	18-07	Source du réservoir	25,4	7,09	8,6	15,4	9,3	16,6	273	3,90	2,40	2,70	61,8	187,3	1,63	22,9
11	22-07	GSK Station SA	23,9	7,14	7,7	13,7	8,1	14,5	233	1,50	2,10	1,80	54,7	167,7	0,71	30,4
12	22-07	GSK Station SB	25,0	6,96	8,6	15,4	9,1	16,2	265	4,15	2,70	4,00	58,2	187,3	1,54	14,6
13	23-07	GSK Station SC	24,9	7,45	8,6	15,4	9,2	16,4	270	3,95	2,65	4,00	58,9	187,3	1,49	14,7
14	25-07	Source du réservoir	25,3	7,08	8,8	15,7	9,4	16,8	276	3,85	2,40	2,65	62,6	191,7	1,60	23,6
15	25-07	Gua Baharuddin-G1	25,9	7,24	7,8	13,9	8,4	15,0	228	2,30	1,70	3,00	54,9	169,9	1,35	18,3
16	04-08	Batu Lubang (Rivière)	24,2	7,30	7,3	13,0	8,2	14,6	225	1,40	0,25	8,50	44,4	159,0	5,60	5,2
17	05-08	Batu Lubang (Flaque)	23,3	7,30	7,0	12,5	7,8	13,9	205	1,10	0,30	1,45	53,2	152,5	3,67	36,7
18	16-08	Emergence de Tilanga	21,0	6,96a	7,4	13,2	8,3	14,8	240	1,15	0,55	1,75	56,6	161,2	2,09	32,3
19	18-08	Gua Baharuddin-G1	25,6	6,88a	8,7	15,5	9,1	16,2	265	2,50	1,60	3,40	59,2	189,5	1,56	17,4
20	10-06	Nam Tok	-	7,41b	8,3b	14,8b	8,7b	15,5b	244	2,90	1,40	19,5	29,9	180,2	2,07	1,5
21	11-06	Tham Lot (Affluent)	23,9	7,82	8,4	15,0	13,0	23,2	245	1,70	0,25	17,5	63,8	183,0	6,80	3,7
22	11-06	Tham Lot (Résurgence)	25,1	8,04	5,2	9,3	5,2	9,3	155	2,75	2,00	9,50	21,4	113,3	1,38	2,3
23	11-06	Tham Phet (Résurgence)	26,0	7,75	3,6	6,4	3,6	6,4	101	3,25	1,85	4,50	18,2	78,4	1,76	4,0
24	11-06	Tham Phet (Gours)	24,9	8,13	13,2	23,6	14,6	26,1	295	1,95	0,50	19,5	71,9	287,5	3,90	3,7
25	12-06	Tham Poug Chang (Af.1)	25,8	7,87	8,7	15,5	10,2	18,2	266	3,00	1,15	16,0	46,7	190,6	2,61	2,9
26	12-06	Tham Poug Chang (Af.2)	25,7	7,80	8,5	15,2	10,6	18,9	288	2,90	0,15	16,5	48,7	185,1	19,33	3,0
27	12-06	Tham Poug Chang (Perte)	26,6	7,75	4,2	7,5	4,6	8,2	100	4,25	2,15	4,00	26,2	91,5	1,98	6,6
28	17-06	Sai Yok Noi (Emergence)	24,5	6,35	20,6	36,8	22,3	39,8	472	2,95	1,40	46,5	82,3	448,7	2,11	1,8
29	18-06	Sai Yok Noi (Grotte)	24,5	6,25	21,2	37,9	22,6	40,4	481	2,95	1,40	42,5	91,0	462,8	2,11	2,1
30	19-06	Tham Nam (Erawan)	21,3	6,53	19,0	33,9	20,8	37,1	492	2,60	0,90	30,0	98,8	413,8	2,89	3,3
31	22-06	Doi Pui (Cascade)	21,6	4,60	0,6	1,1	0,2	0,4	24,5	4,00	2,00	0,05	1,6	14,2	2,00	32,0
32	23-06	Doi Inthanon (Tourbière)	12,4	3,20	0,3	0,5	0,4	0,7	5,5	0,25	0,65	0,30	2,1	7,6	0,38	7,0
33	23-06	Doi Inthanon Varichata	16,0	6,70	1,5	2,7	1,2	2,1	43,0	2,60	1,65	0,55	7,5	31,6	1,58	13,6
34	26-06	Tham Lot (Perte)	25,8	6,65	2,7	4,8	2,5	4,5	95,5	4,10	2,20	3,30	12,4	59,9	1,86	3,8
35	27-06	Tham Hud (Perte)	23,7	6,70	5,7	10,2	6,4	11,4	195	8,50	3,40	10,5	28,3	125,2	2,50	2,7
36	28-06	Tham Nam Hu (Source)	23,2	6,60	17,0	30,4	17,7	31,6	502	4,20	1,75	30,5	75,9	370,3	2,40	2,5
37	30-06	Tham Plaa (Source)	23,2	6,60	10,2	18,2	10,4	18,6	214	2,45	1,70	8,50	60,1	223,2	1,44	7,1
38	29-06	Tham Pha Mon (Double S.)	-	7,80b	7,7b	13,7b	8,7b	15,5b	252	2,80	2,20	15,5	36,5	167,2	1,27	2,4
-	11-06	Tham Lot (Perte)	27,3	6,75	2,9	5,2	2,9	5,2	-	-	-	-	-	63,0	-	-
-	12-06	Tham Poug Chang (Rés.)	25,5	8,02	5,6	10,0	6,0	10,7	-	-	-	-	-	121,6	-	-

a: Mesures en laboratoire à la température du terrain

b: Mesures en laboratoire à 18,7°C

Tab.8-2 - Campagne de mesures hydrochimiques "Thai-Maros B6": résultats analytiques provisoires -

- les anions Cl, SO₄, NO₃ et SiO₂ avec un spectrophotomètre PHILIPS FYE UNICAM 1800: analyses en cours.

Le traitement des données est en cours.

8-3 - RESULTATS ANALYTIQUES

L'ensemble des résultats provisoires est consigné dans le tableau 8.2.

8-3-1 - Présentation

- t°: température en °C ($\pm 0,1$ °C);
- pH en unités pH (de $\pm 0,01$ à $\pm 0,05$);
- TAC et TH en degré allemand ($\pm 0,2$ °d) et degré français ($\pm 0,4$ °f);
- X: conductivité en $\mu\text{S.cm}^{-1}$ (de $\pm 0,2$ $\mu\text{S.cm}^{-1}$ à ± 1 $\mu\text{S.cm}^{-1}$);
- Na, K, Mg en mg/l (de $\pm 0,02$ mg/l à $\pm 0,2$ mg/l); Ca en mg/l ($\pm 1,5$ mg/l);
- HCO₃ en mg/l (± 4 mg/l).

8-3-2 - Comportement des variables

- t°: la moyenne avoisine 24 °C;
- en Indonésie, à l'exception du Lompobatang où le prélèvement a été effectué en altitude (1500 m) et de la résurgence de Tilanga (1000 m), elles sont comprises entre 23,3 °C et 26 °C;
- en Thaïlande, l'étalement reflète la diversité des zones de prélèvement. Pouvant dépasser 26 °C dans la région de Phangnga, un peu moins élevées dans les secteurs de Kanchanaburi et de la Nam Lang, elles tombent à 16 °C et 12,4 °C au Doi Inthanon.

- X:
- une relative homogénéité des valeurs caractérise les échantillons en provenance des Célèbes et d'Halmahera (entre 205 et 314 $\mu\text{S.cm}^{-1}$) à l'exception de l'eau très peu minéralisée du Lompobatang (41,0 $\mu\text{S.cm}^{-1}$). La conductivité moyenne de ces eaux est d'environ 260 $\mu\text{S.cm}^{-1}$;
 - en Thaïlande, on distingue également deux catégories d'eaux:
 - * celles à très faible conductivité (31-32-33) du Doi Pui et du Doi Inthanon: 5,5 à 43,0 $\mu\text{S.cm}^{-1}$;
 - * celles des zones karstiques pour lesquelles la fourchette étendue met en évidence les différentes familles d'eaux:
 - a) circulations en grotte-tunnel (pertes-résurgences 22-23-27-34): 95,5 à 155 $\mu\text{S.cm}^{-1}$;
 - b) eaux moyennement minéralisées (20-21-24-25-26-35-37-38): 194 à 295 $\mu\text{S.cm}^{-1}$;
 - c) échantillons à forte conductivité (28-29-30-36): 472 à 502 $\mu\text{S.cm}^{-1}$.

- pH: la gamme des valeurs s'étend de 6,25 à 8,14 pour les eaux karstiques. Notons les pH de 4,6 au Doi Pui (31) et de 3,2 pour les tourbières sommitales du Doi Inthanon (32).

- cations:
- Na: les concentrations sont comprises entre 0,25 et 8,50 mg/l. Elles sont regroupées entre 1,10 et 4,30 mg/l pour l'Indonésie où les trois plus faibles caractérisent Batu Lubang et Tilanga;
 - K: les valeurs sont comprises entre 0,15 et 3,40 mg/l. Les teneurs sont homogènes pour le secteur de Maros; celles moins fortes trouvées pour Batu Lubang et Tilanga peuvent traduire des différences pétrographiques ou pédologiques.

La variabilité des teneurs dans les échantillons de Thaïlande ne permet pas actuellement la mise en évidence de corrélations; tout au plus peut-on constater que sur le secteur de Phangnga, trois des quatre échantillons les plus chargés en bicarbonates présentent une très faible teneur en potassium. Notons que l'échantillon 35 possède les teneurs maximales en sodium et potassium (8,50 mg/l et 3,40 mg/l).

Quant au rapport Na/K, les fortes valeurs d'Halmahera (3,67 et 5,60) se démarquent de celles de Maros (de 1,35 à 1,70). Pour trois sites de Phangnga comme pour Batu Lubang, ces valeurs élevées (3,9-6,8 et 19,3) correspondent à une baisse des concentrations en potassium et non à une augmentation des teneurs en sodium qui restent plus homogènes sur l'ensemble des sites.

- Mg: les teneurs du Lompobatang, Doi Pui et Doi Inthanon sont inférieures à 1 mg/l. Si en Indonésie, l'homogénéité n'est troublée que par l'échantillon 16 (rivière de Batu Lubang), la variabilité est importante en Thaïlande, avec des valeurs atteignant près de 50 mg/l.

- Ca: les remarques sont les mêmes que celles faites pour la conductivité. Les teneurs moyennes sont de 57,5 mg/l pour l'Indonésie (échantillon 1 exclu) et de 3,7-19,6-53,5 et 87 mg/l pour les quatre catégories d'eaux mentionnées en Thaïlande.

- TH: les valeurs moyennes sont de 8,9 °d (15,9 %f) pour l'Indonésie (échantillon 1 exclu) et 0,6-4,0-10,9 et 20,9 °d (1,1-7,1-19,6 et 37,3 %f) respectivement pour les catégories précitées en Thaïlande.

- TAC, HCO₃: les moyennes respectives sont de 8,3-0,8-3,9-9,1 et 19,5 °d (14,8-1,4-7,0-16,3 et 34,8 %f) soit 181-17-85-198 et 425 mg/l de bicarbonates, les pH étant inférieurs à 8,2.

8-4 - INTERPRETATION

8-4-1 - Indonésie

8-4-1-1 - Sulawesi

Les prélèvements 3, 7, 8, 12 et 13 de GSK possèdent les mêmes caractéristiques. Le traçage à la fluorescéine montre qu'il s'agit de la même eau, avec vraisemblablement peu d'apports latéraux comme tendent à le prouver les jaugeages effectués dans les rivières du "15 août" et de Bantimurung.

Le ruisseau du K3 fournit l'échantillon 5 le plus minéralisé avec le pH le plus faible. Alors que son rapport Ca/Mg est le même que celui de ces cinq stations, la valeur Na/K pourrait suggérer une différenciation pédologique ou de couvert végétal de sa zone d'alimentation.

Prélevé dans la "rivière des prismes", l'échantillon 11 présente deux fois moins de sodium et de magnésium que ceux de la "rivière du 15 août" ainsi qu'un TAC et un TH significativement plus faibles. Ses rapports Na/K et Ca/Mg, très différents de ceux de la circulation principale, tendent à prouver qu'il s'agit d'eaux en partie allochtone, ce que confirme d'ailleurs l'exploration spéléologique.

Voisines des caractéristiques de la "rivière du 15 août", celles des prélèvements 2, 4, 6, 9, 15 et 19 de Gua Baharuddin (griffon principal G1) présentent des variations trop faibles pour être interprétées.

Les échantillons 10 et 14 de la "source du Réservoir" révèlent une eau légèrement plus chargée en bicarbonates que les deux sites précédents.



Ph. 8.1. - Mesure du pH à la source de Sai Yok Noi.



Ph. 8.2. - Analyses dans la rivière du K3. Réseau de G.SK. Bantimurung.

8-4-1-2 - Batu Lubang (Halmahera)

L'échantillon 16 provient de la rivière, le 17 d'une flaque d'une galerie fossile. Moins chargées que celles du secteur de Bantimurung, ces eaux ont en particulier des teneurs plus faibles en sodium et potassium. La valeur plus élevée en magnésium du prélèvement 16 est vraisemblablement liée à la richesse en ferromagnésiens des roches ultrabasiques qui constituent le bassin versant du cours supérieur de la rivière.

8-4-1-3 - Remarques

Dans l'ensemble, les résultats analytiques se situent plutôt dans le bas de la fourchette indiquée par Balazs pour l'Indonésie et un peu en dessous des valeurs moyennes [3] (Ca: 62mg/l; Mg: 7mg/l; TAC: 10,3°d). Pour la région de Maros et Pangkajene, ils recourent bien les valeurs données par cet auteur [2]. Pour Towakkalak Meer, les teneurs en calcium et magnésium sont équivalentes mais la valeur du TAC qu'il donne est légèrement supérieure: 9,2 au lieu de 8,3. Notons qu'il ne semble pas différencier TAC et TH dans ses calculs puisque ses valeurs de TAC ("Karbonat-Härte") sont la somme des teneurs en calcium et magnésium.

8-4-2 - Thaïlande

Les échantillons 22, 23 et 27 de la région de Phangnga représentent les cours principaux des grottes-tunnels de tham Lot, tham Phet et de tham Pong Chang. Ces eaux qui coulent à l'extérieur sur des alluvions non calcaires ont une faible charge bicarbonatée. Leurs teneurs en magnésium sont 2 à 4 fois plus faibles que celles des eaux autochtones issues de la percolation à travers les îlots karstiques. En effet les calcaires de cette région sont souvent à tendance dolomitique.

Dans le même secteur, les prélèvements 21, 24 et 26 qui caractérisent des eaux autochtones plus chargées ont un rapport Na/K relativement élevé, comparé à celui des autres sites de la région mais aussi des autres secteurs échantillonnés en Thaïlande. Le couvert pédologique joue le rôle de filtre sélectif vis-à-vis de ces ions, avec une absorption privilégiée du potassium par l'appareil racinaire, et diminue sa concentration dans les eaux de percolation: une étude plus globale et plus précise de la couverture pédologique et végétale s'avère donc nécessaire pour une meilleure interprétation des données.

C'est à l'ouest de Kanchanaburi que l'on trouve les stations les plus fortement chargées en bicarbonates (28, 29 et 30). Leur dureté supérieure à 20 °d (35,7 °f) et leurs pH inférieurs à 6,55 sont à rapprocher des fortes teneurs en CO₂ (5%) mesurées au Draeger dans l'atmosphère souterraine environnante. Leurs teneurs élevées en magnésium et leurs rapports Ca/Mg plutôt faibles dénotent des calcaires en partie dolomitique.

Les eaux de surface non karstiques du Doi Pui et du Doi Inthanon (31, 32 et 33) présentent des teneurs très faibles en bicarbonates; le TAC de 31 et 33 supérieur au TH signifie que les carbonates sont liés à d'autres éléments que le calcium et le magnésium, notamment le sodium et le potassium. Issu des tourbières sommitales (2500 m) du Doi Inthanon, l'échantillon 32 possède à la fois la conductivité la plus faible (<10 µS.cm⁻¹) et le pH le plus acide (3,2).

De caractéristiques variées, les eaux de la zone de Mae Hong Son et de la Nam Lang vont d'un pôle faiblement carbonaté (34: perte de tham Lot, où la rivière circule en amont sur des alluvions non carbonatées résultant de

l'érosion des grès, silex et schistes de la série carbonifère sus-jacente aux calcaires permien de Ratburi [1]) à un pôle fortement minéralisé (36: émergence de tham Nam Hu) qui ressemble aux eaux de Kanchanaburi.

8-4-3 - Discussion

Ces premiers résultats permettent de regrouper les eaux en quatre catégories d'après leur chimisme:

- .les eaux de surface acides et faiblement minéralisées, liées à des terrains granitiques et métamorphiques (31- 32- 33);
- .les écoulements issus d'alluvions et de terrains allochtones non ou très peu carbonatés et peu influencés par le milieu karstique qu'ils traversent (22- 23- 27- 34): leur charge minérale reste assez faible;
- .les eaux à moyenne minéralisation: circulations pérennes (21- 25- 26- 35- 37) et infiltration (gour: 24);
- .deux sources (28-36) et deux rivières (29-30) fortement chargées au voisinage desquelles la pCO₂ ambiante est importante.

La comparaison de ces résultats provisoires avec les données collectées durant l'été 85 suscite quatre remarques:

- .les très faibles teneurs en sodium (entre 0.15 et 0.40 mg/l) et potassium (entre 0.20 et 0.30 mg/l) mesurées dans la grotte de tham Chiang Dao semblent être un cas particulier. Ailleurs elles sont généralement comprises entre 1,70 mg/l et 8,5 mg/l pour le sodium et 1,15 mg/l et 3,40 mg/l pour le potassium et semblent traduire l'influence de la couverture pédologique que confirment les échantillonnages opérés à Kanchanaburi et sur la Nam Lang;
- .les nouvelles données sur Phangnga et la Nam Lang vont aussi dans le sens des observations antérieures et conduisent à bien différencier les eaux à chimisme acquis au sein même du karst de celles d'origine allochtone (cas des grottes-tunnels);
- .les fortes minéralisations sont à rapprocher des pCO₂ élevées enregistrées dans l'atmosphère sus-jacente;
- .les proportions non négligeables de magnésium sont liées aux variations lithologiques et à une dolomitisation partielle des calcaires.

8-5 - CONCLUSION

Bien que provisoires, ces résultats permettent de confirmer ou de nuancer certaines conclusions dégagées à la suite de la campagne de l'été 85. Deux étapes restent à accomplir:

- achever les analyses de laboratoire sans lesquelles les variations de pH et de pCO₂ ne peuvent être interprétées;
- effectuer un traitement d'analyse en composantes principales sur l'ensemble des données de 1985 et 1986.

8-6 - BIBLIOGRAPHIE

Le lecteur se reportera au chapitre 16 "Hydrogéochimie" du rapport "Thaï-Maros 85".

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

[2] Untersuchung der Karstsquellen in der Indonesischen Inselwelt- D. BALAZS, in 5^e Congrès International de Spéléologie- 1969.

[3] Karst Regions in Indonésia- D. BALAZS, in Karst-és Barlangkutatas-1968.

Nous remercions:

- Michel BAKALOWICZ et le laboratoire souterrain du C.N.R.S de Moulis pour leur aide, le traitement et l'analyse des données.
- Madame F.DEOTTO et les établissements MERCK pour l'aide matérielle qu'ils nous ont apportée.

9. NOUVELLES DONNÉES SUR LE GAZ CARBONIQUE DES SOLS ET DES CAVITÉS DE THAÏLANDE ET DE SULAWESI

Louis DEHARVENG
Laboratoire d'Ecobiologie des Arthropodes édaphiques
UA 333 du C.N.R.S. Université Paul Sabatier
118, route de Narbonne 31062 TOULOUSE Cedex

Summary: high levels of carbon dioxide (up to 5%) have been measured in several caves of Northern Thailand (Kanchanaburi and Mae Hong Son provinces). These caves are restricted to karstic areas characterized by a tropical climate with fairly long dry season and moderate rainfalls, by rather dense dipterocarps forest and by thick soils. On the opposite, the atmosphere of the caves developed in rugged karst, under equatorial climate with short dry season, high rainfall, shrubby vegetation and thin soils had low levels of carbon dioxide (Phangnga karst in Southern Thailand and Maros karst in Sulawesi). In some cases, underground streams could provide the main supply of carbon dioxide in the cave atmosphere, but it is more generally impossible to advance any valuable explanation of the phenomena by lack of information about the major environmental factors (climate, soil and vegetation).

La découverte en 1985 de plusieurs cavités thaïlandaises dont l'atmosphère présentait une teneur très élevée en gaz carbonique nous a incité à poursuivre nos recherches en ce domaine en 1986. D'autres régions de Thaïlande et de Sulawesi ont été visitées dans le cadre de l'expédition Thaï-Maros 86 (fig.9.5). Nous présentons ici les résultats obtenus en les commentant très brièvement à la lumière des différentes théories proposées jusqu'ici pour expliquer le phénomène.

9-1 - TECHNIQUES (ph.9.1)

Les techniques employées ont été décrites dans un article précédent (Deharveng et Bedos, 1985). Les mesures sont effectuées à l'aide d'une pompe Draeger, couplée à un dispositif de tubes pour les sols.

9-2 - LA RIVIERE SOUTERRAINE DE SAI YOK NOI (KANCHANABURI) (tab.9.1, fig.9.1)

Les immenses plateaux karstiques situés à l'ouest de Kanchanaburi

renferment quelques cavités visitées en 1985 par l'équipe française de J.M. Osterman. Ces spéléologues nous avaient signalé en particulier une cavité d'intérêt biospéologique où les teneurs élevées en gaz carbonique constituaient un obstacle à la poursuite des explorations. Nous y avons réalisé en 1986 quelques mesures physicochimiques (pCO₂ de l'atmosphère de la cavité et des sols forestiers voisins, analyses hydrochimiques) ainsi que des récoltes faunistiques.

Tham Sai Yok Noi s'ouvre par un petit porche en pied de falaise. Une descente entre des blocs permet d'arriver rapidement (à environ - 30 m) à la rivière souterraine que l'on peut suivre horizontalement en amont et en aval sur près de 200 m (arrêt sur maux de tête). L'émergence impénétrable est située environ 500 m en aval. Le débit atteint quelques dizaines de litres par seconde. L'origine des eaux est inconnue mais leurs caractères chimiques (cf. chap.8) tendent à indiquer qu'elles ont circulé essentiellement au contact des calcaires. Nous avons réalisé une série de mesures de pCO₂ de l'entrée jusqu'au niveau de la rivière. Les teneurs sont "normales" (0,4 à 1 %) depuis le porche jusqu'à environ 2,5 m au-dessus du niveau de l'eau.

A ce niveau (entre 1,5 m et 2,5 m), on observe un accroissement brutal avec passage de 0,9 - 1% à 4%. De 1,5 m jusqu'au niveau de l'eau, les teneurs se stabilisent à nouveau aux environs de 5%. Cette stratification a pu être mesurée en 2 points, mais sur la base des sensations éprouvées par les explorateurs, il est vraisemblable qu'elle se retrouve tout au long du cours d'eau souterrain.

Les mesures effectuées au point d'émergence donnent des teneurs beaucoup plus faibles, mais nous sommes ici en prise directe sur l'atmosphère extérieure. Dans un recoin abrité de rochers, juste au-dessus de l'eau, la valeur de 0,75% apparaît donc comme relativement élevée.

Enfin, dans les sols non loin de l'entrée de la cavité, les pCO₂ mesurées peuvent être considérées comme faibles, puisqu'elles dépassent à peine celles obtenues à l'air libre 1 m au-dessus du point de mesure.

On est donc amené à avancer deux hypothèses :

- Soit une accumulation du CO₂ en nappe au-dessus du cours d'eau souterrain, le poids volumique de ce gaz étant plus grand que celui de l'air (sans hypothèse particulière sur son origine), et la cavité étant close à son extrémité inférieure ; ce type d'interprétation avancé par différents auteurs se heurte à des objections théoriques formulées par Bakalowicz (1979).

- Soit un dégagement gazeux à partir de la rivière souterraine ; le haut de la "nappe" de CO₂ correspondrait alors à la zone au niveau de laquelle le gaz diffuserait de façon plus efficace par le jeu des mouvements d'air dans la cavité. Les teneurs à proximité immédiate de l'eau ne sont cependant pas plus importantes qu'à 1,5 m plus haut.

Les quelques mesures effectuées dans les sols qui ont donné des valeurs relativement faibles ne permettent pas de se prononcer sur l'hypothèse d'une origine pédologique du gaz rencontré dans la cavité. Bien entendu, la station échantillonnée ne saurait être considérée comme représentative de l'ensemble du bassin d'alimentation de la rivière souterraine, dont nous ne connaissons ni l'extension, même approximative, ni les caractères bioclimatiques, pédologiques et hydrologiques.

9-3 - LA DOLINE ET LA GROTTA DE THAM HUD (tab.9.2, fig.9.2)

Tham Hud correspond à la cavité que nous avons baptisée tham Plaa en 1985 et topographiée alors sur près de 700 m dans une atmosphère difficilement respirable. En 1986, le ruisseau présent en amont de la perte, ne coulait plus à l'intérieur de la grotte dans laquelle nous

A		17-VI-86 16h35	18-VI-86 10h30 16h00		
-30cm, st.1			0,7	1,0	
-15cm, st.2			0,8	0,8	sol
-10cm, st.1	(24°8)				
-2cm, st.1	(25°2)				
+100cm, st.1	(28°9)		0,6	0,8	atmosphère

B	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
+10cm		5,0										0,25	0,75
+20cm								5,0					
+50cm			5,0						5,0				
+100cm	0,4												
+200cm				4,0						1,0			
+250cm											0,9		
+300cm					1,0								
+400cm						0,5							
+500cm							0,5						

Tableau 9.1 - Tham Sai Yok Noi. pCO₂ en % et températures - A: à l'extérieur près de l'entrée de la cavité. Les stations 1 et 2 sont distantes d'environ 1 mètre. Sol horizontal épais. Couvert forestier dense - B: dans la cavité.

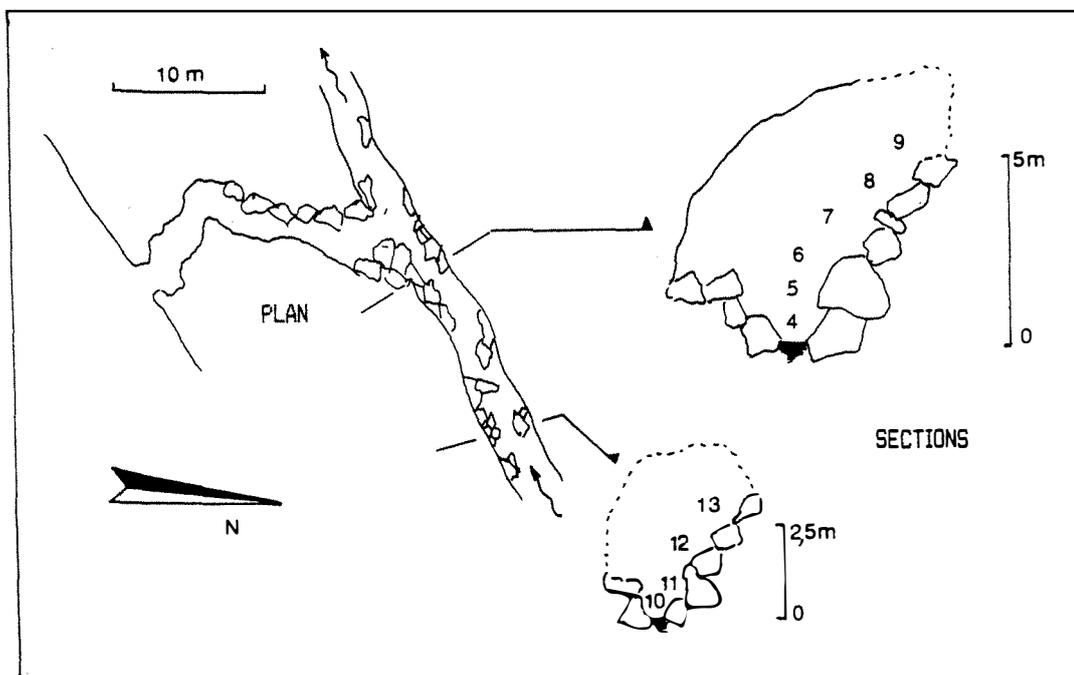


Figure 9.1 - Tham Sai Yok Noi. Stations de mesures. Zone de la rivière souterraine (une topographie détaillée a été levée par le G3S, Ostermann comm. pers.). Emergence à environ 500m (st.14 et 15)

A	1	2	3	4	5A	5B	5C	5D	7
-30cm		2,7	2,8						
-15cm	2,25	2,8	1,8						
+ 5cm				3,2					
+10cm	2,75								
+20cm		2,0	0,1						4
+50cm					0,1	0,25	0,3	2,8	3,5
+75cm									2,5
+100cm									2,5
+150cm									2,0
+200cm				1,8					1,6

B	8	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Feuilles pourries							4,3			
+20cm				5				4	4	4,1
+30cm	4				4					
+40cm		4	4						4,7	
+200cm						4				
(30cm du plafond)										

Tableau 9.2.- Tham Hud. pCO₂ en % dans la doline (A) et dans la cavité (B). 1 à 15 : stations (cf.fig.9.2)

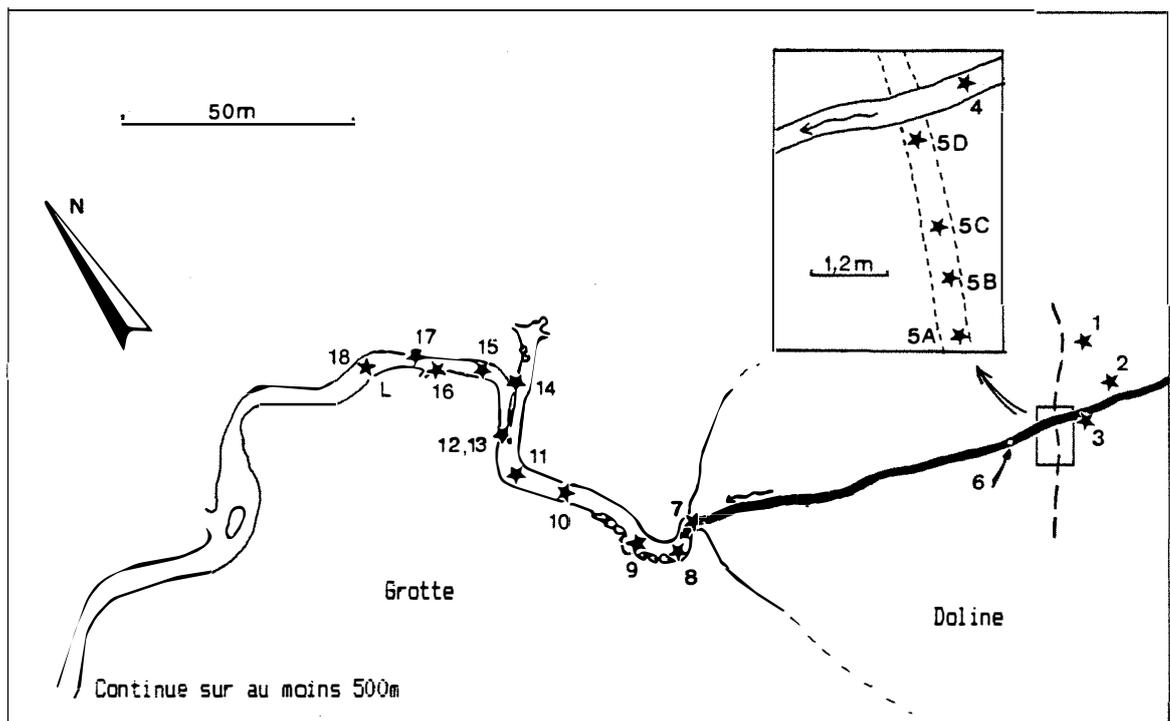


Figure 9.2 - Tham Hud. Stations de mesures. Topographie et localisation de la cavité dans Maffre et Rigal 1986.

n'avons pu parcourir qu'une centaine de mètres. Cette cavité mérite parfaitement son nom local qui signifie "la grotte où l'on ne peut pas respirer".

Tham Hud s'ouvre au fond d'une large doline à pentes terreuses, couvertes de broussailles, de graminées et de cultures. Vers le fond, le lit du ruisseau (qui naît sur les pentes nord et est de cette doline) est bordé d'une végétation secondaire exubérante jusqu'à sa perte. La grotte consiste en une galerie unique à sol de galets, de pente très faible, assez basse sur toute la première partie où nous avons travaillé en 1986 (la section devient plus importante par la suite). Le ruisseau se perd dès l'entrée de la cavité, alors qu'il coulait sur presque toute la partie explorée en 1985. Nous avons effectué nos mesures en différents points de la grotte, ainsi qu'à l'air libre et dans les sols au fond de la doline.

Dans la cavité, les teneurs sont partout comprises entre 4 et 5%. Le maximum (5%) est mesuré dans le 1er laminoir, le second maximum (4,7%) un peu avant l'entrée du second laminoir. Une 3ème mesure un peu supérieure à la moyenne a été obtenue dans un tas de feuilles pourries (débris de crues); l'activité biologique des micro-organismes pourrait rendre compte de cette augmentation ponctuelle. Enfin, aucune stratification verticale n'a pu être mise en évidence, les valeurs étant similaires de + 0,2 à + 2 m (hauteur du plafond dans les parties les plus élevées) au-dessus du plancher de la galerie.

Bien que supportables, ces pCO₂ ont tout de même mis à mal deux des explorateurs, sans doute à cause des efforts nécessaires pour passer les laminoirs.

Nous avons ensuite réalisé une série de mesures dans la doline en bordure du ruisseau (débit : quelques l/s).

Dans les sols, les valeurs vont de 1,8 à 2,8% : elles sont donc assez élevées quoique plus faibles que celles de l'atmosphère du fond de la doline. On notera que:

- * les plus fortes valeurs ne sont pas obtenues près du ruisseau au niveau du sous-écoulement, mais plus haut sur les pentes

- * les valeurs mesurées à l'air libre 20 cm au-dessus de la station de mesure décroissent lorsqu'on s'éloigne du ruisseau et des zones à végétation dense.

Cette dernière observation a été confirmée par les autres mesures effectuées à l'air libre autour du cours d'eau. Les valeurs obtenues varient de 0,1% à 4%, avec un gradient décroissant rapidement lorsqu'on s'éloigne du ruisseau. La station 4 (avec 3,2%) se trouve juste au-dessus d'une petite cascabelle. L'eau apparaît ainsi comme une source possible de gaz carbonique dans ce cas précis (le gradient plus fort mesuré obliquement sur le sentier semble tenir à l'absence de végétation déterminant une meilleure circulation de l'air). On peut également penser que la nappe de CO₂ emplit la cavité et "dégorge" dans le fond de la doline.

S1		14-VII-86			22-VII-86		
		T1	T2	T3	T1	T2	T3
sol	-25cm		1,0			0,9	
	-15cm	1,4		0,9	1,4 (23°1)		1,0
	Litière		0,6			0,7	
atmosphère	+50cm		0,6(25°)				
	+150cm					0,7	
	+200cm	0,7					
S2		S2'	S3		S4	S5	
pCO2	0,6	0,6	0,8-0,9		0,85	1,1	
température	26°6	?	25°6		26°0	26°7	

Tableau 9.3 - Gua Salukkan Kallang - pCO2 en % et températures - S1: sol humifère subhorizontal entre rochers calcaires, dépression humide en forêt à l'entrée du K4, avec trois tubes T1, T2, T3 - S2 à S5: dans la cavité.

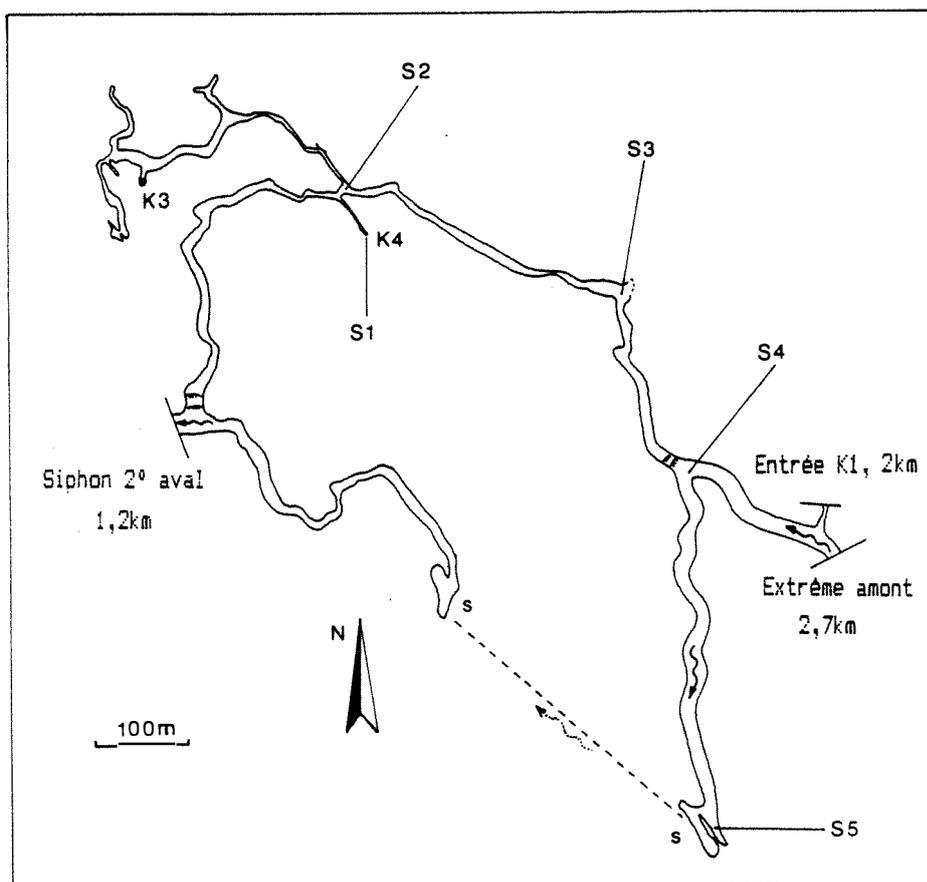


Figure 9.3 - Gua Salukkan Kallang. Stations de mesures (S1 à S5). S2' se trouve près de S2, dans un court boyau clos. s: siphon. K1, K3, K4: entrées du réseau. Topographie et localisation de la cavité: cf chap. 6 de ce même rapport

9-4 - GUA SALUKKAN KALLANG (MAROS, SULAWESI) (tab.9.3, fig.9.3)

La description de cette immense cavité a été publiée dans notre précédent rapport (Brouquisse, 1986); elle est complétée dans le présent rapport par les nouvelles découvertes de 1986. Il s'agit d'un réseau souterrain à galeries de très grandes dimensions, parcouru par une grosse rivière à faible pente; la progression dans ce collecteur principal s'arrête sur siphons en amont et en aval. Nous avons effectué des mesures dans le premier aval de la rivière du "15 août" et dans la galerie Garuda, ainsi que dans des sols humides situés près de l'entrée du puits des Salanganes (accès à la galerie Garuda).

La galerie Garuda est parcourue par un courant d'air sensible, et les pCO₂ y sont faibles, même dans de courts diverticules abrités (0,6-0,9%). Le premier aval de la rivière du 15 août se présente comme une vaste galerie se terminant sur un siphon. Les voûtes en plein cintre ne recèlent aucun départ et aucun mouvement d'air n'a pu être décelé. Des débris végétaux s'accumulent sur les berges, notamment près du siphon. Les pCO₂ prennent une valeur maximale (1,1%) près de ce dernier où l'on ressent effectivement une très légère sensation d'étouffement. Gua Salukkan Kallang apparaît donc comme une grotte à atmosphère "normale" même dans les galeries actives à proximité des siphons.

Dans les sols à l'extérieur, les pCO₂, mesurées à 2 reprises à une semaine d'intervalle, sont restées stables pour une station donnée; elles sont toujours nettement supérieures aux pCO₂ de l'atmosphère sus-jacente ou de la litière, mais restent assez peu élevées. Les fortes différences observées entre stations très voisines (0,9 à 1,4 % à quelques mètres de distance dans des sols de structure comparable couverts d'une même végétation herbacée) traduisent l'hétérogénéité du milieu qui devra être évaluée avant toute tentative de généralisation. L'absence de problème respiratoire lors de l'exploration de GSK - comme d'ailleurs des nombreuses grottes explorées dans la région de Maros - montre du moins que ce karst n'est pas soumis à un flux "anormal" de gaz carbonique.

9-5 - AUTRES CAVITES A GAZ CARBONIQUE (tab.9.4, fig.9.4)

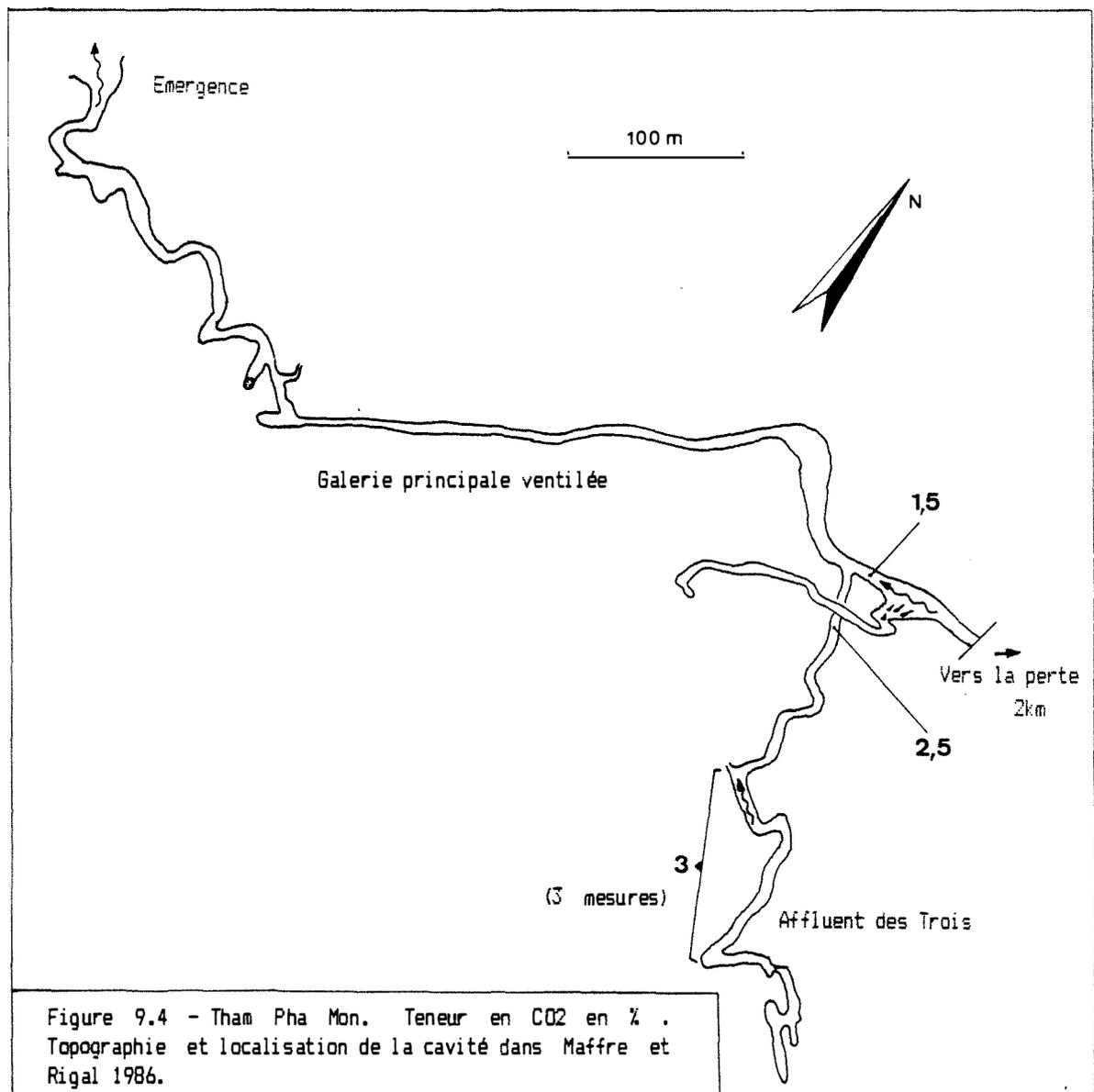
Cinq autres cavités de Thaïlande ont fourni des teneurs en CO₂ importantes: tham Rawa, tham Nam, tham Nam Hu, tham Nam Ru Hoa Koa et tham Pha Mon.

Tham Rawa (prov. Kanchanaburi) est une grande cavité légèrement ascendante, entièrement fossile où l'atmosphère est généralement "normale" en ce qui concerne les pCO₂, à l'exception de deux points bas (petits effondrements) dans lesquelles des teneurs de l'ordre de 4% ont été estimées.

Tham Nam (prov. Kanchanaburi) est une rivière souterraine subhorizontale siphonnant en aval (tout près de son émergence) et remontée en amont sur près de 1 km. La présence de gaz carbonique est partout sensible avec deux maxima. L'un (4,8%) a été mesuré dans une galerie fossile de l'extrême aval séparée sans doute de l'actif par quelques décimètres de plancher stalagmitique. L'autre, non mesuré mais suffisamment marqué pour avoir provoqué des malaises chez notre guide thaï, se trouve en amont, au pied d'une petite cascade qui a arrêté notre progression. Aucune "stratification" du CO₂ n'a été ressentie par les explorateurs au-dessus du cours d'eau, mais une double mesure effectuée à 50m de l'entrée indiquait 2,1% à 5cm au-dessus de l'eau et 1,9% à 1,8m plus haut. Le maximum amont peut être attribué au dégazage provoqué par la

	pCO ₂	Température de l'air	Altitude des entrées
Kanchanaburi (Thaïlande)			
Tham Rawa	0,5-0,8 (4)	29°5-30°2 (2)	120
Tham Sai Yok Noi	0,4-5,0 (11)	25°0-25°4 (2)	300
Tham Nam	1,9-4,8 (3)	?	350
Mae Hong Son (Thaïlande)			
Tham Nam Hu	1,8-3,0 (4)	24°3 (1)	640
Tham Hud	4,3-5,0 (11)	20°9-23°0 (2)	725
Tham Nam Ru Hoa Koa	2,2-2,3 (3)	25°8 (1)	300
Tham Pha Mon	1,5-3,0 (5)	23°4-23°5 (3)	620-710
Maros (Sulawesi)			
Gua Salukkan Kallang	0,6-1,1 (6)	25°2-26°7 (5)	140-260

Tableau 9.4 - Teneurs en gaz carbonique en % et températures mesurées dans différentes cavités de Thaïlande et d'Indonésie lors de l'expédition Thai-Maros 86. Entre parenthèses: nombre de mesures effectuées.



chute d'eau ; nous avons été incapables d'interpréter le maximum de l'aval.

Tham Nam Hu (prov. Mae Hong Son) est une petite grotte-émergence étroite, subhorizontale, qui se termine sur siphon. La cavité n'étant pas close vers l'aval, les fortes teneurs en CO₂ (maximum 3%) ne peuvent qu'être mises sur le compte d'un dégazage du ruisseau souterrain.

Tham Nam Ru Hoa Koa (prov. Mae Hong Son) se présente comme une longue galerie sinueuse remontée sur plus de 1 km, à faible dénivelé, dans laquelle avait dû couler récemment un ruisseau. Les teneurs en CO₂ étaient partout assez fortes (2,1-2,2%), avec un léger maximum (2,3%) au niveau du passage bas qui arrête notre progression. Un réseau actif coule dans un étage inférieur bas et large sans communication apparente avec le réseau supérieur; bien qu'aucune mesure n'y ait été effectuée, l'atmosphère ne présente pas de teneur en CO₂ gênante, c'est-à-dire vraisemblablement pas plus de 2%.

Enfin, le système perte-résurgence de tham Pha Mon ne présente pas de concentration de CO₂ notable le long des trois kilomètres du cours d'eau souterrain, car la galerie est fortement ventilée. Par contre, des valeurs atteignant 3% ont été mesurées dans l'affluent "des trois" (fig.9.4), dans lequel nous avons estimé la teneur à 2-2,5% en 1985. Parallèlement, les analyses hydrochimiques avaient alors donné des pCO₂ de 2,23 à 2,52%, beaucoup plus élevées que celles observées dans la galerie principale (Brouquisse et Bakalowicz, 1986).

9-6 - FACTEURS REGIONAUX DE REPARTITION DU GAZ CARBONIQUE DANS LES CAVITES (tab.9.5, fig. 9.5, ph. 9.2,9.3 et 9.4)

L'éventail des pCO₂ dans les 8 cavités où elles ont été mesurées s'étend de 0,4 % à 5,0 %. Nous avons retrouvé comme en 1985 des "grottes à CO₂" et des grottes à atmosphère "normale", dont la répartition respective semble bien, comme nous l'avions suggéré alors, être liée aux caractéristiques régionales où elles se développent.

- Toutes les cavités dans lesquelles ont été mesurées en 1986 des pCO₂ dépassant 2 % (au moins localement), sont situées dans les provinces Thai de Kanchanaburi et de Mae Hong Son, c'est-à-dire dans les chaînons de l'ouest et du nord du pays. En 1985, de fortes pCO₂ avaient été également relevées à tham Chiang Dao et surtout à tham Pha Thai, deux autres grottes du nord. Nous sommes dans tous les cas en climat tropical subhumide à humide, à amplitudes thermiques moyennes à fortes et longue saison sèche (Gausson et al., 1967); la végétation dominante est la forêt claire à diptérocarpacées, parfois à tecks, passant à des formations montagnardes plus fermées au Doi Chiang Dao (2200 m). La grande épaisseur de la couverture pédologique tend à empâter le relief qui se présente sous forme de vastes plateaux à dolines et quelques tourelles. Ce karst est développé à partir des calcaires permien de la formation de Ratburi (sauf à tham Pha Thai où il s'agit de la formation triasique de Lampang).

- Les cavités à pCO₂ "normales" (inférieures à 2 %, généralement de l'ordre de 0,5 à 1 %) se trouvent dans toutes les régions ; dans les "karsts à CO₂", il s'agit soit de cavités ventilées, soit de cavités cutanées sèches. Par contre, le karst de Phangnga dans le sud de la Thaïlande, comme celui de Maros à Sulawesi, ont été prospectés de façon approfondie : ils n'ont livré aucune cavité à CO₂ même dans les conditions

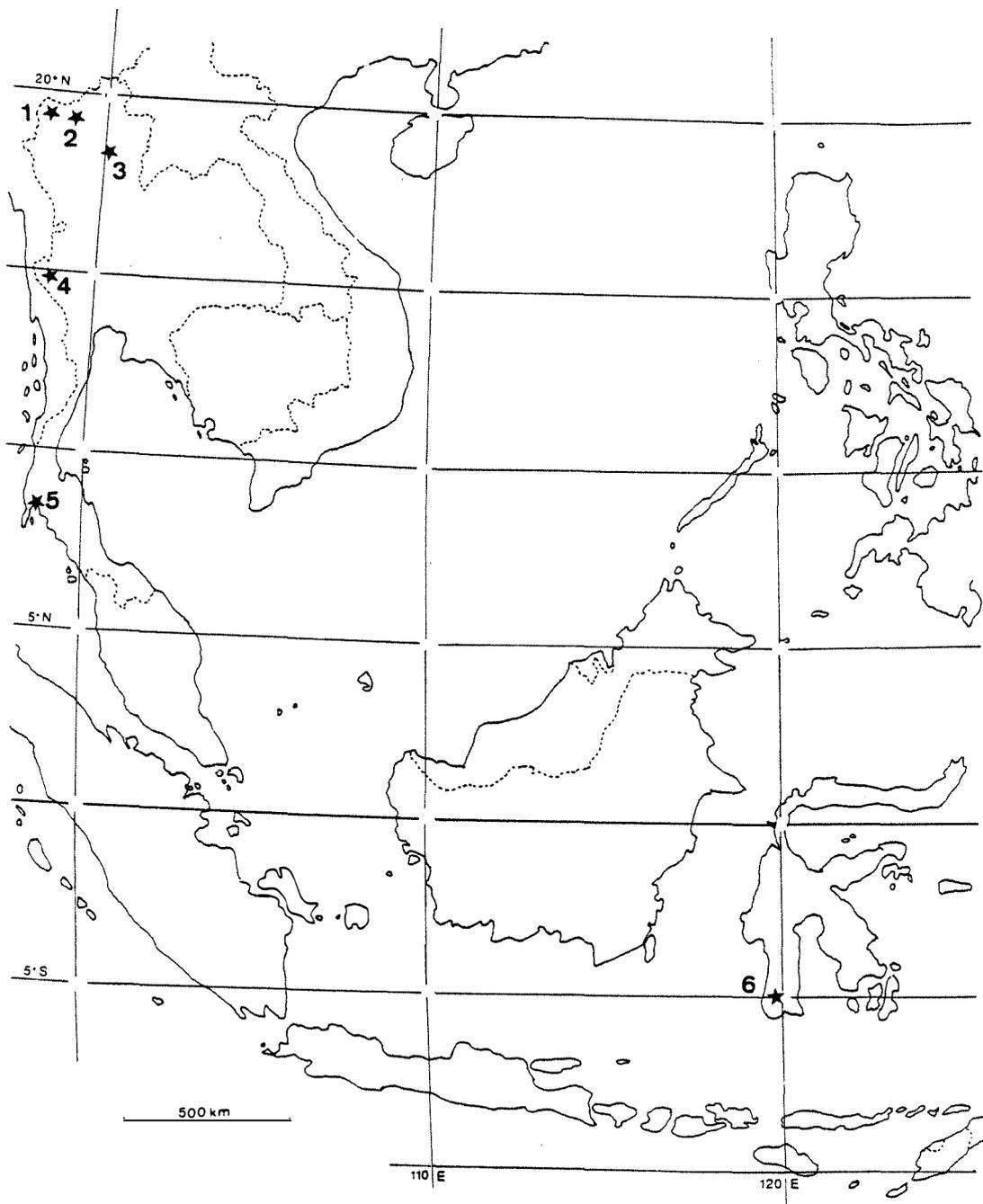


Figure 9.5 - Secteurs dans lesquels ont été mesurées des pCO₂ au cours des expéditions Thai-Maros 85 et 86.

Thaïlande: 1-Mae Hong Son; 2-Chiang Dao; 3-Tham Pha Thai; 4-Kanchanaburi; 5-Phangnga.
Indonésie: 6-Maros (Sulawesi).



Ph. 9.1. - Mesures de la pCO₂ dans un sol. Sai Yok Noi.



Ph. 9.2. - Doline cultivée en maïs près de tham Hud (karst de la Nam Lang).



Ph. 9.3. - Karst de la Nam Lang, vue d'avion.



Ph. 9.4. - Karst de Phangnga, vue d'avion.

les plus favorables (pas de ventilation, présence d'eau courante ou dormante). Le karst de Phangnga est développé dans les mêmes calcaires permien que ceux de l'ouest et du nord de la Thaïlande. Cependant, il présente une morphologie beaucoup plus vigoureuse en tourelles et chaînons isolés à pentes abruptes, liée probablement à des particularités structurales locales. Ce relief favorise une végétation clairsemée et basse, à l'exception des plateaux sommitaux toujours très réduits où peuvent subsister des lambeaux de forêt primaire ; la couverture pédologique est peu épaisse, laissant souvent apparaître le calcaire sous-jacent. Le karst de Maros à Sulawesi, développé dans des calcaires beaucoup plus récents, (formation de Tonasa, éocène-miocène) montre un relief à tourelles vigoureux, manifestement développé à partir d'une structure tabulaire; il est couvert d'une forêt claire, un peu plus dense dans les bas-fonds : là aussi, les sols sont maigres et le calcaire sous-jacent apparaît partout.

Ces deux secteurs ont encore en commun un climat de type équatorial, très humide, à amplitudes thermiques faibles et courte saison sèche (Gausson et al., 1967; Fontanel et Chantefort, 1978).

En définitive, on peut résumer par un tableau les différences majeures entre les deux types de régions karstiques reconnues (tab.9.5).

	Type 1 : Thaïlande N et W	Type 2 : Thaïlande S Sulawesi (Maros)
Climat	Saison sèche assez longue (5-6 mois) Précipitations annuelles de l'ordre de 1500mm	Saison sèche courte (< 4 mois) Précipitations annuelles de 2000 à 3000mm
Végétation	Forêt claire à diptéro-carpacées	Végétation très claire, limitée par la lithologie et le relief.
Sols	Très épais	Peu épais à squelettiques.
pCO ₂ maximum dans les cavités	5 %	1,1 % (GSK)

Tableau 9.5 - Caractères généraux des deux grands types de karsts étudiés.

Si l'on adhère à l'hypothèse d'une origine pédologique du CO₂, on conçoit d'après les caractéristiques exposées ci-dessus que la production du CO₂ soit certainement bien différente dans les types 1 et 2 du fait du type de végétation et de la longueur de la saison sèche ; sa diffusion vers l'atmosphère, réglée par la pédologie, est probablement beaucoup plus rapide dans le type 2 ; son entraînement en profondeur sous forme dissoute ou diphasique, lié au régime et à la quantité des précipitations ainsi qu'à la structure des sols, n'a ni la même importance, ni la même vitesse dans le type 1 et dans le type 2.

En outre, une production massive de CO₂ liée à l'activité des microorganismes dans les débris organiques abandonnés par les crues est une hypothèse à prendre en considération à la suite des travaux de James (1977); nous manquons malheureusement d'éléments pour tester sa valeur dans les cas que nous avons développés.

L'origine des atmosphères souterraines à forte pCO₂ apparaît donc particulièrement complexe, des facteurs antagonistes semblant susceptibles d'intervenir à différents niveaux. Cette analyse montre du moins que l'on ne peut se contenter, en l'absence de données plus précises, de lier le phénomène au seul facteur "structure pédologique". Certes, les fortes pCO₂ mesurées en grottes semblent toujours associées à des karsts à épaisse couverture pédologique, mais une corrélation du même ordre se retrouve avec le climat régional ou la végétation; les rares mesures de pCO₂ que nous avons pu effectuer dans les sols, intégrant à la fois les phénomènes liés à la production et ceux liés à la diffusion, ne nous sont à cet égard d'aucun secours pour l'interprétation. A notre niveau d'intervention (expéditions légères et temps limité sur le terrain), il semble donc nécessaire de multiplier les observations sur des karsts développés dans des environnements différents avant de pouvoir proposer une hypothèse pleinement satisfaisante.

BIBLIOGRAPHIE

- Bakalowicz M. 1979 - L'anhydride carbonique dans la karstogénèse - Actes Symp. Int. Erosion karstique:41-48
- Brouquisse F. 1986 - Résultats spéléologiques Sulawesi -9- Le secteur de Kappang et le réseau de Gua Salukkan Kallang *in* Expédition Thaï-Maros 85:68-80, éd.APS Toulouse
- Brouquisse F. et Bakalowicz M. 1986 - Karstologie -16- Hydrogéochimie *in* Expédition Thaï-Maros 85:136-143, éd.APS Toulouse
- Deharveng L. et Bedos A. 1986 - Karstologie -17- Gaz carbonique *in* Expédition Thaï-Maros 85:144-152, éd.APS Toulouse
- Fontanel J. et Chantefort A. 1978 - Bioclimats du monde indonésien - Institut français de Pondichéry, Travaux de la Section Scientifique et Technique, 16:1-104 + cartes
- Gausson H., Legris P. et Blasco F. 1967 - Bioclimats du Sud-Est Asiatique - Institut français de Pondichéry, Travaux de la Section Scientifique et Technique, 3(4):1-114 + carte
- Gun J. et Trudgill S.T. 1982 - Carbon dioxide production and concentrations in the soil atmosphere: a case study from New Zealand volcanic ash soils - Catena, 9:81-94
- James J.M. 1977 - Carbon Dioxide in the Cave Atmosphere - Trans. British Cave Research Assoc., 4(4):417-429
- Maffre L. et Rigal D. 1986 - Spéléologie-6-Le karst de la Nam Lang *in* Expédition Thaï-Maros 85:38-50, éd.APS Toulouse
- Renault P. 1982 - Le CO₂ dans l'atmosphère de quelques cavernes du Quercy (département du Lot - France) - Bull.S.C. Périgueux, 74:1-116

10. PROGRAMME ZOOLOGIQUE : BILAN GÉNÉRAL ET PRINCIPAUX RÉSULTATS

Louis DEHARVENG
Laboratoire d'Ecobiologie des Arthropodes édaphiques
UA 333 du C.N.R.S. Université Paul Sabatier
118, route de Narbonne 31062 TOULOUSE Cedex

Summary: we give in this paper a general view of the most interesting zoological results of the expedition Thai-Maros 85 in Thailand, Sulawesi and Molucca. A rich troglobiont fauna have been discovered in the caves of these countries, with some troglomorphic species of aquatic (Atyidae, Coleoptera and fish) and terrestrial (Araneae, Oniscoïdea, Nocticolidae, Coleoptera and Collembola) groups. A true endogenous fauna is also present in Sulawesi and Thailand.

10-1 - BILAN GENERAL (tab.10.1, fig.10.1)

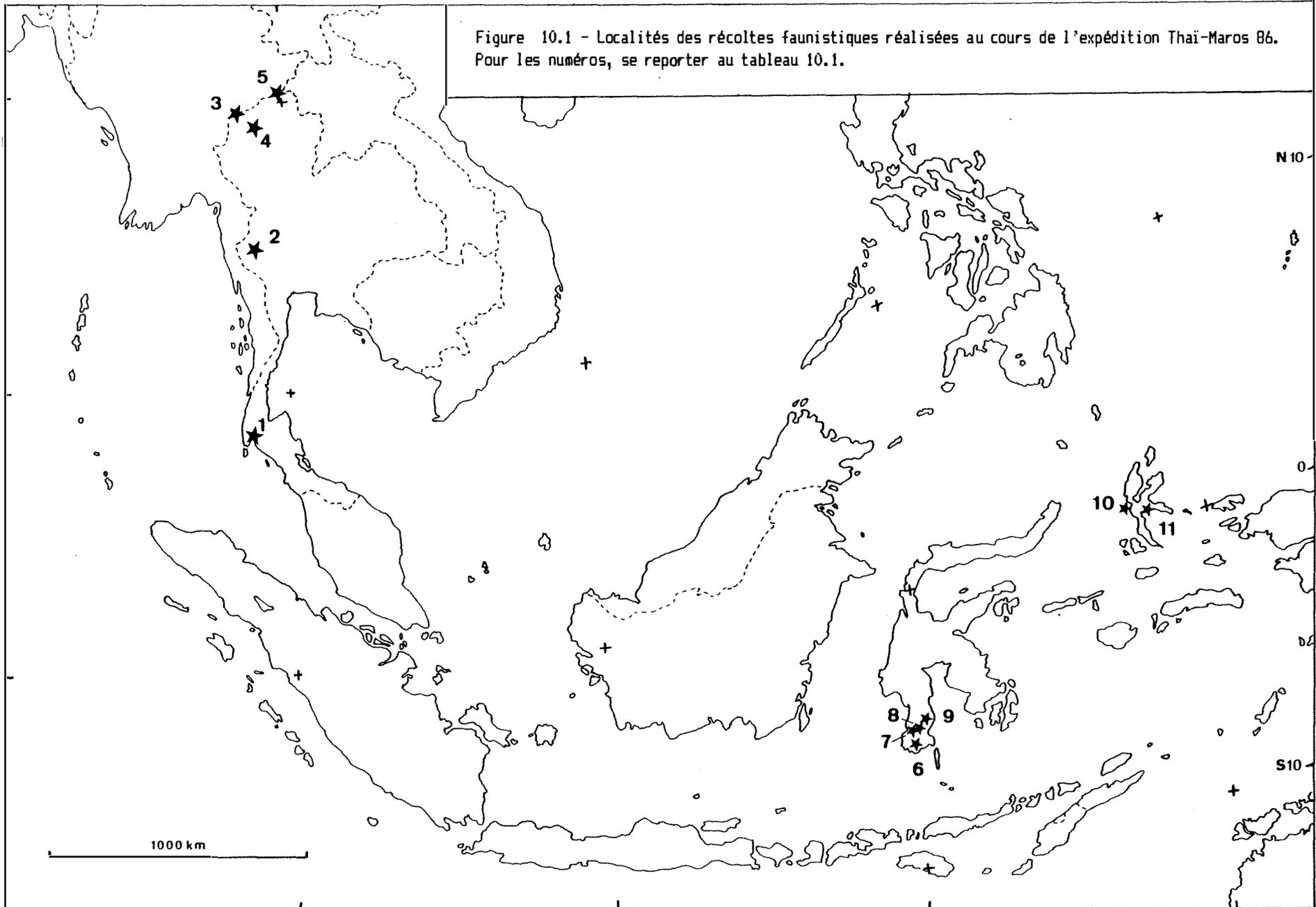
Sur la base des résultats obtenus lors de l'expédition Thai-Maros 85 (Deharveng et al., 1986), nous nous étions fixé les objectifs suivants pour 1986 :

- * Réaliser sur Sulawesi (Indonésie) un travail de récoltes systématique comparable à celui mené en Thaïlande en 1985, afin de disposer de données faunistiques importantes sur les deux zones clés du Sud-Est asiatique du point de vue biogéographique.
- * Approfondir la prospection des massifs du nord-ouest de la Thaïlande, notamment en altitude et dans le domaine souterrain, afin d'aborder de façon plus précise les problèmes d'endémisme et de spéciation.
- * Mener des recherches "faunistiques prioritaires" sur la faune endogée de Thaïlande et "envisager un effort particulier dans le domaine de l'hydrobiologie".
- * Etudier plus en détail les changements faunistiques au niveau de l'isthme de Kra (Thaïlande).

Ces objectifs initiaux ont été atteints et même dépassés.

Sur la Thaïlande, la conjoncture administrative favorable nous a permis d'obtenir rapidement une autorisation du National Research Council pour différentes provinces ; dans le nord du pays, nous avons travaillé en collaboration avec le Dr Paitoon Leksawasdi de l'Université de Chiang Mai, ainsi qu'avec le Dr Fred Stone de l'Université de Hilo (Hawaï). Ainsi,

Figure 10.1 - Localités des récoltes faunistiques réalisées au cours de l'expédition Thai-Maros 86.
Pour les numéros, se reporter au tableau 10.1.



malgré un séjour plus limité qu'en 1985, le moindre nombre de participants et l'absence de laboratoire de terrain, les résultats obtenus ont été particulièrement significatifs.

Pour Sulawesi (Indonésie), le permis du LIPI nous avait été accordé, mais il est arrivé en France après notre départ. Nous avons donc recherché directement sur le terrain les collaborations avec d'une part l'Université

	Cavernicoles		Epigés		Totaux
	Ter.	Aqu.	Ter.	Aqu.	

THAÏLANDE					
1-Prov. Phangnga-Pukhet	6	4	16	6	32
2-Prov. Kanchanaburi	10	8	18	11	47
3-Prov. Mae Hong Son	12	10	10	7	39
4-Prov. Chiang Mai	0	0	34	11	45
5-Prov. Chiang Rai	4	4	0	0	8
	--	--	--	--	--
	32	26	78	35	171
INDONESIE : SULAWESI					
6-Mt Lompobatang	0	0	19	0	19
7-Bantimurung/Maros	30	5	31	0	66
8-Malawa	6	0	0	0	6
9-Bone/Watampone	7	0	7	0	14
	--	--	--	--	--
	43	5	57	0	105
INDONESIE : MOLUQUES					
10-Ternate	0	0	3	0	3
11-Halmahera	4	0	3	0	7
	--	--	--	--	--
	4	0	6	0	10

Tableau 10-1 - Prélèvements faunistiques réalisés lors de l'expédition Thaï-Maros 86. Ter.: terrestres; Aqu.: aquatiques.

Hasanudin d'Ujung Pandang, d'autre part le personnel des Parcs Nationaux (PPA). L'aide de Greg Henderson, un des rédacteurs du futur ouvrage "Ecology of Sulawesi" nous a été d'un grand secours. Des problèmes de santé ont troublé le déroulement du programme biologique, mais le bilan reste largement satisfaisant. Outre le karst de Maros - pour lequel nous possédons maintenant une bonne couverture en ce qui concerne la faune du sol et la faune souterraine - des reconnaissances fructueuses ont pu être effectuées sur le volcan de Lompobatang, le karst de Malawa et la région de Bone-Watampone. A ces abondantes récoltes s'ajoute un petit matériel de 1983 provenant du pays Toraja. Enfin, notre collègue P. Greenslade (CSIRO, Canberra, Australie) a réuni également une importante collection d'arthropodes édaphiques dans la branche nord de Sulawesi : l'année 1986 apparaît ainsi comme la première étape sérieuse de l'étude des faunes édaphique et souterraine de cette île.

Signalons enfin que les spéléologues de l'APS ont rapporté quelques prélèvements de faune de leur courte incursion sur les îles de Ternate et Halmahera (Moluques du nord). Inutile de souligner l'intérêt exceptionnel de ce matériel, provenant de régions aussi reculées d'Indonésie.

10-2 - RESULTATS FAUNISTIQUES

Bien que la plus grande partie du matériel reste encore à étudier, les quelques résultats disponibles sont d'un grand intérêt des points de vue zoogéographique et évolutif. En ce qui concerne le milieu souterrain, nous avons ainsi établi l'existence d'une riche faune troglobie à Sulawesi et à Halmahera, apparemment restreinte au seul domaine endokarstique, et dont les représentants revêtent souvent une morphologie troglomorpe caractéristique: crevettes Atyidae et coléoptères stygobies pour la faune aquatique de Sulawesi; araignées, isopodes, Nocticolidae (blattes) et collemboles pour la faune terrestre des deux îles.

La faune souterraine thaïlandaise s'enrichit quant à elle de nombreuses espèces, notamment de remarquables carabiques et poissons.

Dans les sols, une faune endogée morphologiquement bien caractérisée, a été mise en évidence à Sulawesi, avec sensiblement les mêmes grands groupes que nous avons signalés en Thaïlande, à l'exception des coléoptères.

10-2-1 - Faune aquatique

De nombreux prélèvements de benthos ont été effectués en 1986, tant en milieu épigé que dans le domaine souterrain; ils complètent les récoltes de 1985, qui avaient été axées principalement sur la faune interstitielle et souterraine. La plus grosse partie du matériel est en cours de tri. Un travail écologique sur la grotte de Chiang Dao est présentée par ailleurs (chap.11), ainsi qu'une étude sur les poissons cavernicoles de Thaïlande (chap.14).

1. Gastéropodes. Ils sont particulièrement abondants et diversifiés dans les eaux de surface échantillonnées en Thaïlande.

2. Crustacés amphipodes. Ils sont exceptionnels dans nos récoltes; la seule espèce rencontrée est une *Bogidiella* probablement nouvelle de la grotte de Tham Pong Chang (Botosaneanu, in litt.).

3. Crustacés isopodes. Absents de nos récoltes.

4. Crustacés décapodes. Crabes et crevettes se rencontrent fréquemment dans les cours d'eau épigés. Quelques formes sont des hôtes réguliers des ruisseaux souterrains de Thaïlande, mais ne semblent présenter aucune adaptation à la vie cavernicole. Des crabes légèrement dépigmentés se rencontrent également dans tous les cours d'eau souterrains du karst de Maros. Beaucoup plus intéressantes sont les petites crevettes Atyidae du même massif; elles constituent certainement le premier stygobie évolué de cette famille signalé en Indonésie (Holthuis, in litt.).

5. Insectes divers. Les larves de diptères, éphéméroptères, odonates... etc... sont assez fréquentes dans les cours d'eau épigés et se retrouvent sous terre où elles pénètrent à la faveur de pertes.

6. Insectes coléoptères. En dehors des Coléoptères aquatiques épigés sporadiquement présents dans nos relevés, nous avons découvert dans une grotte du karst de Malawa à Sulawesi une très curieuse espèce dépigmentée et aveugle déambulant au fond d'un gour. Il s'agit de la première forme stygobie évoluée rencontrée en Asie tropicale, probablement un *Noteridae* ou un *Dytiscidae* (Spangler, in litt.).

10-2-2 - Faune terrestre

Deux groupes seront traités dans des chapitres particuliers: les isopodes Oniscoïdea (chap.12) et les collembolés (chap.13). Pour quelques autres, nous disposons de résultats partiels que l'on peut résumer ainsi :

1. Arachnides : araignées (Christa Deeleman in litt.). Quelques espèces édaphiques de Thaïlande ont été déterminées; la plupart semblent nouvelles pour la science. Les formes souterraines sont particulièrement intéressantes. La grotte de Batu Lubang (Halmahera) nous a fourni un gnaphoside complètement aveugle qui est sans doute la première espèce de ce groupe à présenter ce caractère. Un pholcide (cf Spermophora) récolté dans Gua Salukkan Kallang (Sulawesi) est probablement la seconde forme anophtalme du groupe pour l'Ancien Monde.

2. Crustacés. En dehors des isopodes Oniscoidea, on relèvera la fréquence des copépodes dans les sols et les litières tant en Thaïlande qu'à Sulawesi. Dans cette dernière région, on rencontre également en abondance des ostracodes (sols du karst de Maros) et des amphipodes Talitridae (sols du Lompobatang) alors que ces deux groupes ne sont pas représentés dans nos relevés édaphiques de Thaïlande.

3. Diplopodes. Les espèces cavernicoles les plus fréquentes dans nos récoltes sont d'une part des Glyphiulus (fam. Glyphiulidae, super-fam. Cambaloïdea), d'autre part des Doratodesmidae (super-fam. Polydesmoïdea) (Mauriès, in litt.).

Les diplopodes édaphiques n'ont pas encore été analysés, à l'exception des Iulidae qui sont représentés par le genre Nepalmatoiulus (Enghoff dét.) en Thaïlande. Des espèces géantes de la famille des Harpagophoridae ne sont pas rares dans ce dernier pays.

4. Insectes: blattes. Les Nocticolidae, très fréquents dans les milieux souterrains de Thaïlande, sont également présents dans les grottes et les sols de Sulawesi, où nous avons récolté 3 espèces probablement inédites (Stone in litt.).

5. Insectes : lépidoptères. Les Tineidae constituent un groupe dominant dans les guanos des cavités tropicales. Une partie de notre matériel de Thaïlande a été déterminée par le Dr Robinson; il renferme au moins 5 espèces distinctes : Crypsithyris (?) spelaea Meyrick, Wegneria cerodelta Meyrick, Tinea antricola Meyrick, ? Praeacedes sp. et Wegneria sp. Les trois premières, qui semblent particulièrement répandues, se trouvent ensembles dans la grotte de Chiang Dao.

6. Insectes: coléoptères.

* Parmi les nombreux Psélaphidae récoltés, la découverte la plus intéressante est la troisième espèce thaïlandaise du nouveau genre cavernicole de Batrisini signalé dans notre rapport de 1985 (Besuchet et Löbl in litt.). Cette nouvelle forme a été récoltée dans la grotte de Nam Cham près de Mae Sai, dans l'extrême nord du pays.

* Paussidae: notre matériel thaïlandais renfermait un nouveau genre d'Ozaeninae, Ozaenaphaenops Deuve 1986, représenté par deux espèces nouvelles: O. leclerci Deuve 1986 de Tham Ku Kan et O. deharvengi Deuve 1986 de Tham Pha Mon (Deuve, 1986). Ces espèces troglomorques sont les premiers représentants cavernicoles de la sous-famille et les coléoptères cavernicoles les plus évolués de Thaïlande.

* Staphylinidae (Orousset in litt.): les espèces sont très abondantes dans les sols, mais aucune forme véritablement cavernicole n'a été

rencontrée. Un nouveau Leptotyphlinae aveugle et endogé a été récolté au Doi Chiang Dao; il constitue la première citation de cette sous-famille pour la région Orientale. Les Euaesthetinae sont représentés par différentes espèces inédites de Stenaesthetus et Edaphus en Thaïlande.

7. Insectes: diptères. Signalons la fréquence dans les sols de Thaïlande et d'Indonésie des Psychodidae de la tribu des Psychodini (Vaillant in litt.). L'étude du matériel est actuellement en cours.

8. Insectes: hétéroptères. Une petite partie des collections, examinée par le Dr Howarth, a donné quelques formes intéressantes, notamment des Reduviidae microphtalmes à tham Pha Mon.

10-3 - PERSPECTIVES

Les expéditions à venir, étant donné le gros travail de terrain déjà effectué, pourront dorénavant cibler avec précision leurs objectifs. En Thaïlande, un complément de récolte s'avère nécessaire dans la région de l'isthme de Kra, notamment en altitude; dans le nord du pays, l'analyse de l'endémisme sera poursuivie dans les zones montagneuses et les massifs karstiques, pour différents groupes zoologiques, en collaboration avec l'Université de Chiang Mai (Dr Paitoon Leksawasdi) et l'Université de Hawaï à Hilo (Dr Fred Stone); un axe plus écologique sera maintenu, avec l'étude des rapports pCO₂/faune souterraine et édaphique. Sur Sulawesi, le travail prioritaire sera concentré sur la faune édaphique de haute altitude, si possible en collaboration avec les chercheurs locaux. Bien entendu, une telle palette d'objectifs ne peut être envisagée que dans le cadre d'une coopération soutenue entre les différents spécialistes intéressés; dans cette optique, les résultats obtenus jusqu'à présent sont largement positifs.

REMERCIEMENTS: nous remercions ici les chercheurs qui ont pris en charge l'identification du matériel et nous ont transmis les déterminations préliminaires en 1986: Mm Besuchet (Genève), Botosaneanu (Amsterdam), Christa Deeleman (Pays-Bas), Deuve (Paris), Enghoff (Copenhague), Géry (Dordogne), Holthuis (Leiden), Howarth (Honolulu), Löbl (Genève), Mauriès (Paris), Orousset (Paris), Robinson (Londres), Spangler (Washington), Stone (Hawaï), Vaillant (Grenoble).

BIBLIOGRAPHIE

- Deharveng L., Leclerc P., Lebreton B., Besson J.P. et Gibert J. 1986 - Biologie -19- Considérations générales et catalogue in Expédition Thaï-Maros 85:164-173, éd.APS Toulouse
- Deuve T. 1986 - Ozaeninae cavernicoles de Thaïlande: diagnoses préliminaires (Coleoptera Paussidae) - Rev. fr. Ent, 8(4): 161

11. LE SYSTÈME KARSTIQUE DU DOI CHIANG DAO (THAÏLANDE). PEUPELEMENTS AQUATIQUES SOUTERRAINS, RÉPARTITION, RELATIONS ENTRE LE MILIEU KARSTIQUE ET LE SOUS-ÉCOULEMENT DE L'EXUTOIRE

Janine GIBERT
Laboratoire d'Hydrobiologie et d'Ecologie Souterraines
Université Claude Bernard, Lyon I
43, boulevard du 11 Novembre 1918
69622 VILLEURBANNE Cedex

Summary

After a short review of the hydrogeological, hydrochemical and climatic studies on the karstic system of the Doi Chiang Dao (Thailand) a more detailed description of the aquatic communities is given. The different techniques used to collect fauna were : filtering, shrimp net, artificial substrats and pumping. Sampling at particular sites in and out karst offered organisms from different origins and from different environments. A previous list of the stygofauna follows. The relationships between mesological factors and aquatic communities have been demonstrated as well as those between the karstic environment and the underflow of the main outlet.

INTRODUCTION

Les expéditions françaises pluridisciplinaires effectuées en 1981-1985-1986 par les membres de l'Association Pyrénéenne de Spéléologie ont permis de recueillir d'importantes informations sur l'hydrogéomorphologie des karsts tropicaux, comme sur les caractéristiques de leurs peuplements souterrains et édaphiques (DEHARVENG et GOUZE, 1983; *auct. var.* , 1986). L'étude plus approfondie de l'une des grottes du Nord de la THAÏLANDE la grotte de Chiang Dao, d'un point de vue hydrologique, hydrochimique, climatologique, sédimentaire et faunistique constitue un apport scientifique de premier ordre à la connaissance des karsts des régions tropicales asiatiques.

Le présent travail expose les résultats d'une première recherche sur la structure biocénotique aquatique. Par différentes techniques d'échantillonnage, la faune aquatique a été caractérisée, tant en milieu karstique (à l'intérieur de la grotte) qu'en milieu interstitiel (sous-écoulement de l'émergence de Tham Chiang Dao).

Les études effectuées au cours de ces dernières années en hydrobiologie ont bien souligné le fait qu'il fallait envisager les peuplements en fonction de l'aquifère et non pas à partir des seules collections d'eau des grottes. Sur le plan écologique, toute l'approche consiste à replacer les observations effectuées dans ces types de milieu par rapport à ce schéma fonctionnel (GIBERT, 1986; ROUCH, 1986). C'est pourquoi dans un premier temps, il est nécessaire de replacer les peuplements dans leur cadre hydrogéologique. Il sera donc résumé ici, les différents éléments du milieu étudiés *in auct. var.* (1986).

I- LE CADRE DU KARST DE CHIANG DAO



Fig.1 : Situation de la grotte de Chiang Dao en Thaïlande

Tham Chiang Dao est située dans la partie Nord de la THAÏLANDE (fig. 1), dans une des régions calcaires parmi les plus étendues du monde. Cette aire couvre la plus grande partie du S/O de la Chine, une partie du Nord du Vietnam et s'étend à travers le "Triangle d'Or" formé par la partie Nord du Laos, de la Thaïlande et de la Birmanie. THAM CHIANG DAO est une grotte sanctuaire très connue de Thaïlande, visitée chaque jour par de nombreux pèlerins. Au cours de ces dernières années, elle a fait l'objet de plusieurs explorations spéléologiques et scientifiques notamment par une équipe espagnole (MONTERRAT UBACH i TARRES, 1980), une équipe australienne (DUNKLEY, 1983 ; DUNKLEY et GREENFIELD, 1983), une équipe autrichienne (KUSCH, 1982), une équipe américaine (RIGG, 1984), une équipe anglaise (LIZ PRICE, 1986) et une équipe française (DEHARVENG et GOUZE, 1981, *auct. var.* , 1986)

1) Le contexte géomorphologique

Le Nord et l'Est de la Thaïlande est une région montagneuse constituée de chaînons N/S délimitant des bassins tertiaires à dépôts continentaux, bassins fermés ou non, drainés par des cours d'eau. Cette région appartient au type de karst tropical humide à longue évolution antéquatenaire, où la morphologie est celle d'un karst à "inselberg" donc à reliefs résiduels (pitons et tourelles isolés au milieu de plaine karstique remblayée d'argile et d'alluvions).

Aucune perte d'écoulement de surface n'alimente apparemment le drainage souterrain. L'alimentation en eau, exclusivement météorique, se fait donc de manière dispersée. Il s'agit alors d'un type de karst à exurgences.

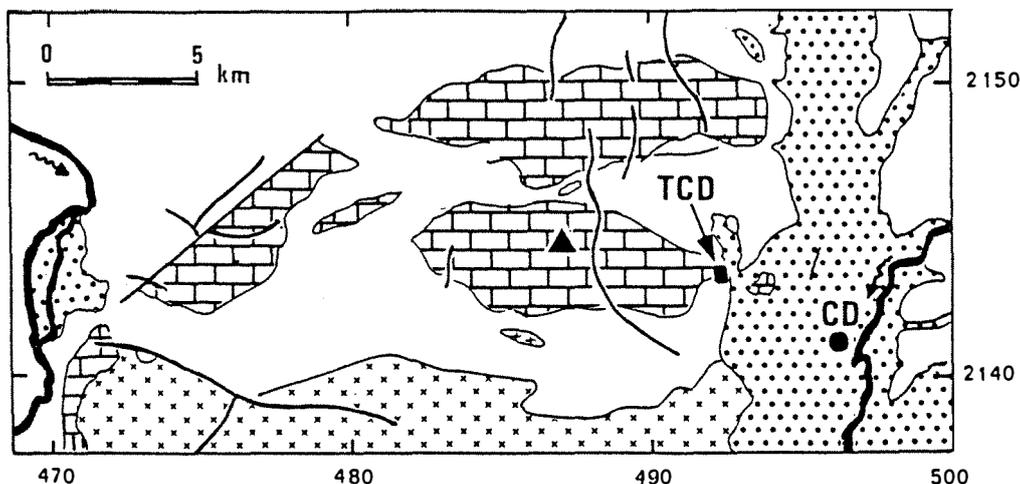
2) Le contexte structural (BROUQUISSE in *auct. var.* , 1986)

Ce karst se développe dans les calcaires primaires permien de la formation du Ratburi exondés depuis le secondaire. Le Doï s'étend sur 30 km² (10 km est-ouest et 3 km nord-sud) et culmine à 2175 m. Limité au nord et au sud par d'impressionnants abrupts, il possède au sommet une grande combe ouverte vers l'ouest et jalonnée de dolines et de dépressions. Il présente deux fractures majeures avec des couches légèrement plissées.

La grotte de Chiang Dao s'ouvre au niveau de la plaine alluviale, par une exurgence sur les terrains carbonifères : cherts, grès, schistes, conglomérats (fig. 2).

3) Le contexte bioclimatique et la végétation (BROUQUISSE in *auct. var.* , 1986)

Le climat est influencé par les moussons saisonnières et la position de la zone de convergence intertropicale. On peut y distinguer trois saisons : une saison des pluies (d'avril à octobre),



▲ : Doi Chiang Dao (2175 m) - CD : Chiang Dao - TCD : Tham Chiang Dao



Fig. 2 : Secteur géologique du Doi Chiang Dao d'après BROUQUISSE *in auct. var.* (1986).
 1 : Quaternaire et Néogène : graviers, sables, grès, schistes, conglomérats ; 2 : Permien : calcaires ; 3 : Carbonifère : grès, cherts, schistes, greywackes, conglomérats ; 4 : Carbonifère : granit.

une saison sèche (de novembre à février) et une saison chaude et sèche (de mars à avril). Les précipitations annuelles sont estimées à 2000 mm pour le bassin de Chiang Dao et 90% tombent pendant la saison des pluies. La carte des précipitations n'est absolument pas semblable à celles des altitudes, alors que dans nos régions tempérées cette coïncidence est de règle. C'est là un facteur fondamental en morphologie et qui différencie profondément les montagnes intertropicales des montagnes des autres régions (CORBEL et MUXART, 1970).

Une forêt dense sempervirente recouvre les buttes calcaires. L'important couvert forestier favorise une forte évapotranspiration qui est de l'ordre de 1300 à 1700 mm par an (CORBEL et MUXART, 1970). Il se forme alors une couverture nuageuse dense qui en s'accumulant provoque de violents orages.

Les différents éléments : couverture végétale forestière, abondantes précipitations et sols richement pourvus en acides organiques, jouent un rôle primordial dans la karstogenèse.

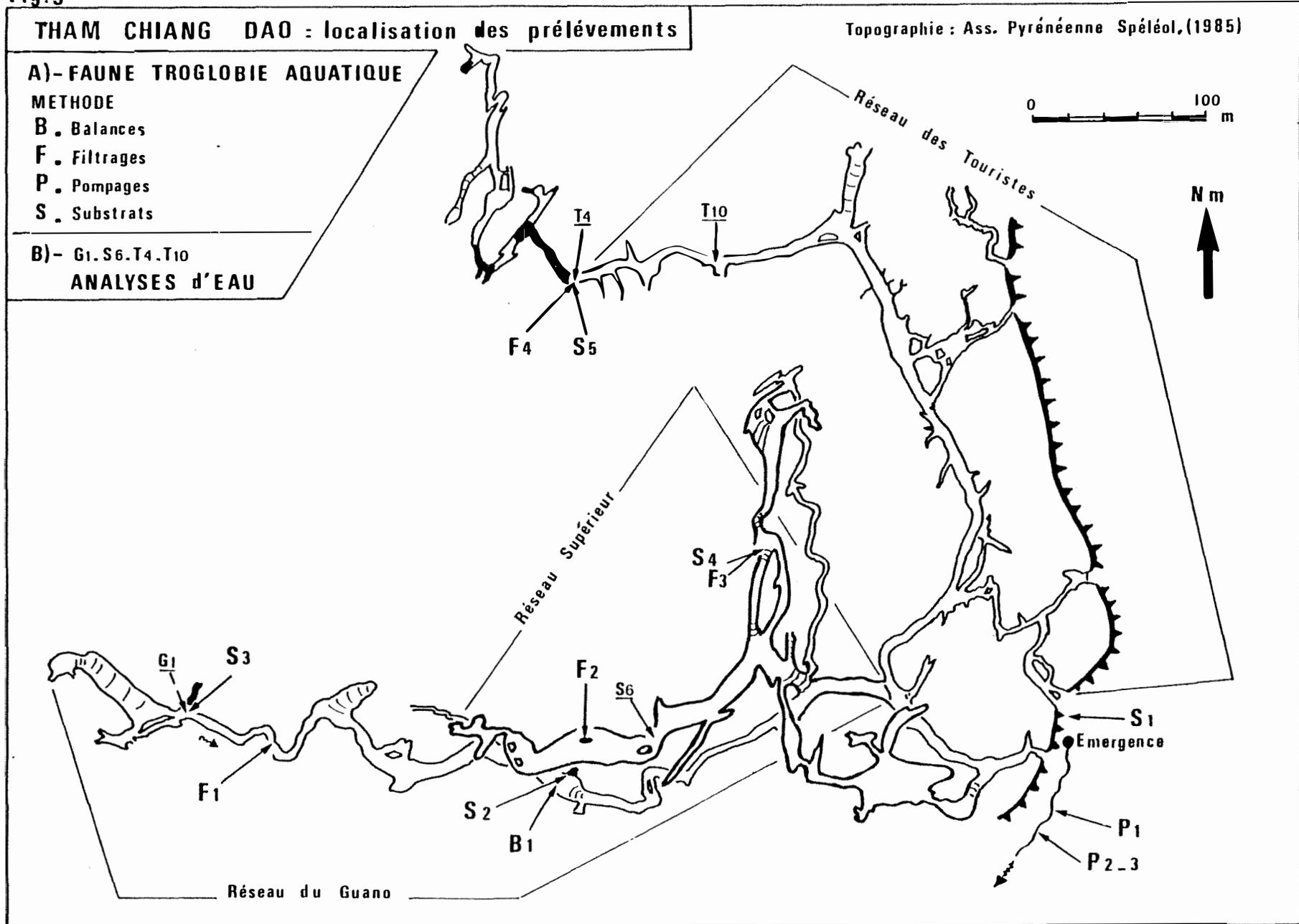
II ORGANISATION DU RESEAU SOUTERRAIN (DEHARVENG et BROUQUISSE; DEHARVENG *in auct. var.* , 1986)

Spéléométrie : développement : 5170m,
 dénivelé -15 m, +55 m,
 extension plane : grand axe 616 m, petit axe 458 m,
 exsurgence à 440 m,
 entrée de la grotte à 455m.

Les galeries se développent horizontalement sur deux niveaux principaux et suivent deux directions privilégiées : S/N et E/O. Schématiquement, on peut diviser la grotte en trois parties principales (fig.3) :

- **le réseau Touristes** : c'est une grande galerie (section 3 - 6 X 3 -10 m) abondamment concrétionnée. Plusieurs diverticules latéraux débouchent rapidement sur des siphons étroits.

Fig.3



		Paramètres mesurés											
N	LIEUX DE PRELEVEMENT	pH	TC	TACmeq/l	TH° F	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Clmg/l	SO4mg/SiO2mg/NO3 mg/l		
14	EXSURGENCE	7,22	21,02	3,53	19,43	72,92	2,90	0,24	0,24	1,22	1,33	2,19	0,45
2	SIPHON rés. TOURISTES	6,97	21,60	3,71	21,25	77,50	3,00	0,28	0,39	1,15	0,50	2,80	1,33
2	RUISSELLEMENT rés. TOURIS.	7,00	22,20	6,38	33,65	130,40	2,58	0,25	0,26	1,08	0,30	3,50	0,10
2	SIPHON rés. GUANO	7,19	21,55	3,72	18,60	89,40	3,00	0,21	0,21	1,13	0,75	2,23	0,48
1	RUISSELLEMENT rés. GUANO	7,31	23,40	5,57	31,60	106,60	12,00	10,00	12,50	16,70	2,00	3,90	6,80

		Paramètres calculés					
N	LIEUX DE PRELEVEMENT	pH	pCO2%	ISDol	B.I.%	IEC	Mmg/l
14	EXSURGENCE	-0,08	1,26	-1,30	4,15	0,49	297
2	SIPHON rés. TOURISTES	-0,26	2,27	-1,69	6,56	0,33	315
2	RUISSELLEMENT rés. TOURIS.	0,18	3,66	-1,09	2,65	0,43	528
2	SIPHON rés. GUANO	-0,10	1,39	-1,31	-0,50	0,54	304
1	RUISSELLEMENT rés. GUANO	0,36	1,55	0,05	7,71	-0,60	504

		Paramètres mesurés												
N	Date	pH	TC	TACmeq/l	TH° F	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Clmg/l	SO4mg/SiO2mg/INO3 mg/l			
DECRUE														
1	Exsurgence	06-07-85	7,23	21,2	3,46	23	86	2,7	0,15	0,2	1,05	1,5	2,1	0,4
1	Siph. rés. Touris.	06-07-85	7,01	21,6	3,71	22	80	2,95	0,25	0,45	1,2	0,5	2,7	1,4
DEBUT DECRUE														
	Exsurgence	21-07-85	7,05	21,2	3,64	18	68	3,1	0,4	0,32	1,1	1,5	2,4	1,8
1	Siph. rés. Touris.	21-07-85	6,93	21,6	3,71	21	75	3,05	0,3	0,32	1,1	0,5	2,9	1,25

		Paramètres calculés					
N	Date	pH	pCO2%	ISDol	IEC	Mmg/l	
DECRUE							
1	Exsurgence	06-07-85	-0,01	1,15	-1,3	0,6	305
1	Siph. rés. Touris.	06-07-85	-0,21	2,06	-1,6	0,3	316
DEBUT DECRUE							
	Exsurgence	21-07-85	-0,25	1,84	-1,6	0,2	300
1	Siph. rés. Touris.	21-07-85	-0,3	2,48	-1,8	0,3	313

Tab 1 : Résultats physico-chimiques des différents prélèvements d'eau effectués dans le karst du Doï Chiang Dao (BROUQUISSE *in auct. var.*, 1986). N : nombre de prélèvements.

Au fond de cette galerie, le franchissement d'une première nappe d'eau (Lac des Touristes) donne accès à une série de conduits plus étroits et érodés. Le cours actif du ruisseau a un débit bien inférieur à celui de l'exsurgence. Des dépôts sableux à granules de quartzites millimétriques sont trouvés à la confluence du réseau guano.

- **le réseau Guano** : correspond à une vaste galerie qui se poursuit sur 500m (5 à 20 m de haut corn-
me de large). Les concrétions sont rares. Des dépôts abondants et variés (parfois plusieurs mètres) se
sont accumulés de part et d'autre du lit (à sec) d'un petit ruisseau souterrain. Ce sont des dépôts indurés
de sable et de galets, sables fins et argiles en fines lamelles. Plusieurs regards débouchent sur la zone
noyée que l'on retrouve au fond du réseau au niveau d'un siphon.

Réseaux Touristes et Guano se sont développés à la même altitude que l'émergence.

- **Le réseau Supérieur** est fossile, c'est un ensemble de galeries qui se développent 10 à 30 m plus
haut que les autres réseaux de la cavité, tout en suivant les deux directions majeures (N/S et E/O). On y
observe une succession de grandes salles richement concrétionnées avec des accès sur le réseau
Guano.

Les deux zones actives se trouvent à l'extrémité des réseaux "Touristes" et "Guano".

III ELEMENTS DE LA DYNAMIQUE HYDROLOGIQUE ET PHYSICO-CHEMIE ACTUELLE (BROUQUISSE, RIGAL, BAKALOWICZ, *in auct. var.* , 1986)

Des mesures ponctuelles de débit ont été effectuées à l'émergence principale de Tham Chiang Dao. Elles ont varié entre 0,75 et 1,7 m³/s du 1/7 au 5/8/1985. Deux crues successives ont pu être mises en évidence ; elles ont permis de dégager les points suivants : le temps d'amorçage de la crue est de l'ordre de 24 h , mais le transfert de l'onde de crue est lent, le maximum des débits se produit entre 7 et 10 jours après l'impulsion donnée par la pluie (fig. 4)

L'échantillonnage des eaux pour les analyses chimiques, effectué pendant le mois de juillet 1985, a porté sur des eaux provenant de l'émergence, du karst noyé (siphons réseau Touristes -T4 et réseau Guano - G1, fig.3) et du ruissellement de voûte et de paroi (réseaux Touristes-T10 et Guano -S6, fig.3). La minéralisation se situe vers 300 mg/l et s'élève jusqu'à 500 mg/l pour le ruissellement par augmentation du calcium et des bicarbonates. Les teneurs en Mg, Na, K sont plutôt faibles de même

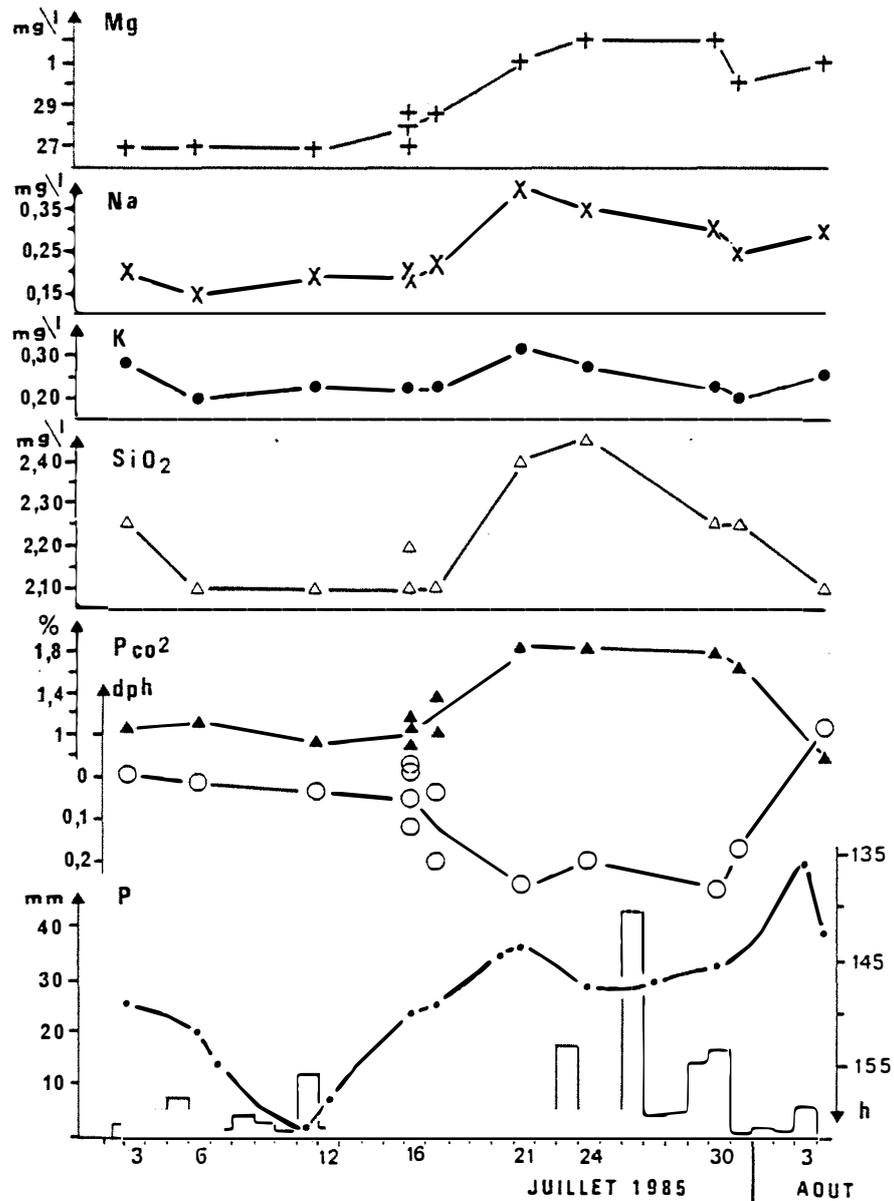


Fig.4 : Précipitations, hauteurs d'eau et chimisme à l'exurgence de Tham Chiang Dao, au cours des mois de juillet et août 1985.

que celles en Cl, SO₄, NO₃ et silice. Les eaux qui coulent à l'exsurgence principale ont une composition chimique proche de celles des siphons, ce qui démontre une relation évidente entre ces trois points et caractérise ainsi les eaux de la zone noyée (Tab. 1).

Au cours de la période de crues étudiée à l'émergence, la nature chimique des eaux évolue vers une augmentation de la turbidité, de la pCO₂, du Mg, K et Na traduisant la sous-saturation d'eaux plus récemment infiltrées et le lessivage de la couverture pédologique (fig.4).

Ces différentes observations hydrologiques et chimiques permettent de penser que l'on a à faire à un **karst relativement colmaté** entraînant des réponses étalées dans le temps aux courtes impulsions créées par les précipitations.

IV ECHANTILLONNAGE DE LA FAUNE AQUATIQUE

1-Techniques

Différentes techniques ont été utilisées afin de réaliser un inventaire faunistique aussi complet que possible. Ce sont :

- les substrats artificiels de type **VERVIER** et al (1986);
- les filtrages avec filets de 150 µ;
- les pompages de type **BOU-ROUCH** (1967).
- les balances appâtées;

2-Lieux de prélèvements

Les différents lieux de prélèvements sont répertoriés sur la figure 3. Il faut souligner le fait que la grotte de Chiang Dao ne fait plus véritablement partie de la structure fonctionnelle actuelle de l'aquifère tout au plus nous permet-elle d'avoir des regards sur le karst noyé, sans avoir la possibilité d'analyser de véritables axes de drainage. Les biotopes étudiés sont donc essentiellement :

- les gours situés dans le réseau supérieur (filtrages **F.2-F.3**, substrats artificiels **S.4**).
- les siphons situés : à l'extrémité du réseau Touristes (substrat artificiel **S.5**, filtrage **F.4**) ; à l'extrémité du réseau Guano (substrat artificiel **S.3** ; filtrage **F.1** du cours d'eau obtenu par débordement du siphon lors d'une crue - durée du filtrage : 1 heure).
- des regards sur la zone noyée dans le réseau Guano (substrat artificiel **S.2**, balance **B.1**)
- l'exsurgence (substrat artificiel **S.1**)
- le sous-écoulement du cours d'eau superficiel (à 200m de l'exsurgence)(pompage de 20 l d'eau à - 20 cm **P.1**, **P.2**; pompage de 20 l d'eau à - 40 cm **P.3**)

3-Dates de prélèvements

Au total 13 prélèvements ont été effectués : les 5 substrats ont été posés le **21-07-85** et relevés le **2-08-85** (soit 12 jours de colonisation) ; les 5 filtrages ont été effectués les **21-07-85** (**F.2**), **24-07-85** (**F.4**) et **2-08-85** (**F.2**, **F.1**) ; les 3 pompages ont eu lieu les **24-07-85** (**P.1**) et **2-08-85** (**P.2**,**P.3**).

V-IMPORTANCE QUALITATIVE ET QUANTITATIVE DES UNITES SYSTEMATIQUES RECOLTEES

Quelque soit le mode de prélèvement, l'échantillon est toujours constitué d'une proportion importante de faune aquatique, mais aussi de nombreux éléments de la faune terrestre.

FAUNE AQUATIQUE

Les groupes faunistiques rencontrés sont les **NEMATODES**, les **OLIGOCHETES**, les **GASTEROPODES**, les **CRUSTACES**, les **HYDRACARIENS**, les larves d'**INSECTES** mais le groupe le

	Substrats artificiels					Filtrages				Balance	Pompages		
	S.1	S2	S3	S4	S5	F1	F2	F3	F4	B.1	P1	P2	P3
FAUNE AQUATIQUE													
CRUSTACÉS													
Nauplius	3				2	1		6		16	1	1	5
CYCLOPOIDES	11				7								
HARPACTICOIDES (dét. R. ROUCH)													
Elaphoidella sp.		1	1		1	1	1						
OSTRACODES				4			58				2	2	
SYNCARIDES (dét. SCHMINKE)													
Parabathynellidae (g.sp.)	1			213	1		5	300					3
DECAPODES										1			
NEMATODES (dét. J.JUGET)													
TRIPYLIDAE													
Tobrilus sp.					6						1		
APORCELAIMIDAE													
Aporcelaimellus sp.										1			
DORYLAIMIDAE (g.sp.)	1				4								
LONGIDORIDAE													
Longidorus sp.										1	1		
MERMITHIDAE (g.sp.)													
OLIGOCHETES (dét. J.JUGET)													
ENCHYTRÉDÉES													
Marionina sp.					1	13							1
Fridericia sp.						3							
Enchytreidae (g.sp.)						15					1		
HAPLOTAXIDAE													
Haplotaxis glandularis													2
HYDRACARIENS			2			11	1		1				2
GASTÉROPODES épipés				3				2					
Larves d'INSECTES													
DIPTÈRES	20					4		1			2	3	
ÉPHÉMÉROPTÈRES										1			
TRICHOPTÈRES (dét. C. ROUX)												1	
Psychomyiidae													
TARDIGRADES	1												
FAUNE TERRESTRE													
INSECTES													
COLLEMBOLÉS (L. DE HARVENG)													
Isotomiella sp.						2						1	
Arrhopalites sp.						3	1						
COLEOPTÈRES	1									1		1	
DIPTÈRES	3	1							2				
HYMÉNOPTÈRES			1							2			
ARACHNIDES													
ARANEIDES						1			1				
TOTAL	41	2	4	220	22	54	66	309	4	17	10	11	16
EAUX COURANTES	0								0				
EAUX STAGNANTES		0	0	0	0	0	0	0		0			
EAUX INTERSTITIELLES											0	0	0
DEBRIS VÉGÉTAUX IMPORTANTS	***		***		***	*	*	*					
SEDIMENT CALCAIRE		***		***		*	*	*					
MICA et GRANIT									***				
% Matière organique/Matière minérale						15					13	17	5

Tab. 2 : Liste et effectifs des unités systématiques récoltées dans les eaux du système karstique du Doï Chiang Dao, à l'aide de différentes techniques. Les divers lieux de prélèvements sont répertoriés sur la figure 3. Indications sur les écoulements des eaux et sur l'importance de la matière organique et minérale (+++ très bien représenté, ++ assez bien représenté, + relativement peu représenté).

plus représenté qualitativement et quantitativement est celui des Crustacés et en particulier des Microcrustacés.

Les NEMATODES sont constitués de formes épigées. Zooparasites, phytophages ou bactériophages, ils sont récoltés en milieu karstique comme dans le sous-écoulement de l'émergence.

Les OLIGOCHETES sont des formes épigées d'Enchytreidae et d'Haplotaxidae. Une espèce d'Enchytreidae avec soies ventrales paraît intéressante mais n'a pas encore été déterminée (JUGET, communication personnelle). *Haplotaxis glandularis* correspond à la variété d'Asie. Le nombre et la diversité la plus grande a été obtenue par filtrage lors d'un début de crue, ce qui laisse penser que ce groupe doit être bien relativement important au niveau de la zone noyée.

Les HYDRACARIENS sont également récoltés en plus grand nombre lors de la montée de crue.

Trouvés en faible quantité, les GASTEROPODES sont de petites formes épigées qui n'appartiennent pas aux Hydrobiidés, groupe le plus répandu dans les karsts français (BERNASCONI, communication personnelle).

Les CRUSTACES sont représentés par les Copépodes, les espèces stygobies telles que *Tropocyclops prasinus cf guwana* KIEFER, 1931 et *Elaphoidella cf. grandidieri* ont été déterminées par B. LEBRETON (*auct. var.* , 1986) ; il est probable que la diversité soit beaucoup plus importante après complète analyse du matériel. Les Syncarides de la famille des Parabathynellidae (nouveau genre, nouvelle espèce, SCHMINKE, communication personnelle) récoltés en grande abondance dans des gours du réseau supérieur colonisent certainement tout le réseau. En effet elles ont été retrouvées dans le siphon du réseau Touristes, à l'exurgence et également à - 40 cm dans le sous-écoulement du cours d'eau souterrain devenu superficiel. Il en est de même des Ostracodes qui pour la plupart sont des formes épigées (P. MARMONIER, communication personnelle). L'absence des Amphipodes et Isopodes pose quelques problèmes quant à leur répartition dans le sud-est asiatique. On connaît l'espèce *Stenasellus brignolii* Pesce au sud de la Thaïlande dans l'île de Phuket (B. LEBRETON et B. DUSSARD in *auct. var.* , 1986). Les Décapodes sont représentés par un seul individu, d'autres exemplaires ont été récoltés lors de précédentes expéditions, ils sont en cours de détermination par HOLTHUIS.

Les larves d'INSECTES sont constituées essentiellement de Diptères. Seuls EPHEMEROPTERES et TRICHOPTERES sont trouvés dans le sous-écoulement du ruisseau superficiel, à l'état de larvules.

FAUNE TERRESTRE

La faune terrestre est actuellement mieux connue que la faune aquatique car d'accès plus facile. Elle est très diversifiée, abondante et présente une grande originalité dans l'organisation biocénotique (DEHARVENG et LECLERC, *auct. var.* , 1986).

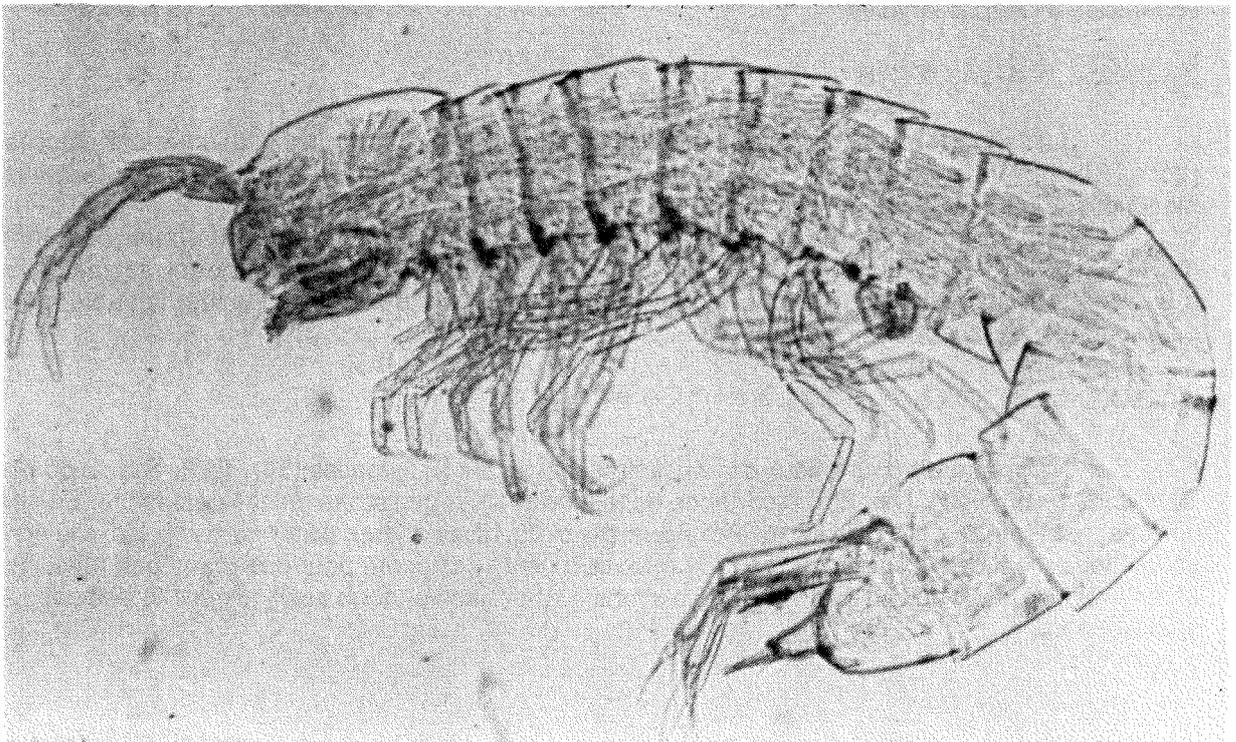
Les organismes trouvés dans les prélèvements sont essentiellement des Insectes (COLLEMBOLLES, COLEOPTERES, HYMENOPTERES, DIPTERES) qui tombent accidentellement dans l'eau et constituent un apport énergétique qui n'est peut-être pas négligeable pour les peuplements aquatiques.

CONSIDERATIONS ECOLOGIQUES

Mis à part les gours, lieux de concentration pour les Bathynelles (S4, fig.3, Tab. 2) ou pour les Ostracodes (F2, fig.3, Tab. 2), l'importance quantitative des organismes récoltés est faible. En effet, on compte seulement entre **10 et 16 individus pour 20 litres d'eau pompée** dans les alluvions du sous-écoulement de l'exurgence (Tab. 2), mais cela tient sans doute pour une grande part au colmatage important et à la difficulté d'accès aux circulations souterraines et donc aux lieux de vie des populations souterraines.



Ph.11.1 - Tham Chiang Dao. Accès à la grotte (escaliers couverts) et émergence (sur la droite).



Ph.11.2 - Parabathynellidae (n.g., n.sp.) de tham Chiang Dao.

Les substrats sur lesquels ont été récoltés les organismes sont constitués d'accumulation de matière organique en quantité parfois importante (S1, S5, S4, fig.3) ou de sédiment calcaire et débris de mica et sables (S2, F4, fig.3). Dans le cas du milieu interstitiel, la granulométrie du sédiment agit sur la structure biocénotique des peuplements en déterminant le volume des espaces habitables mais aussi elle intervient par le biais des ressources alimentaires que le support offre à la faune. En effet, la présence de matières organiques exogènes dans la fraction granulométrique fine et l'existence d'une microflore bactérienne et cryptogamique apportent au sédiment une valeur énergétique importante qui permet son exploitation par les animaux. On sait que d'une manière générale, l'ensemble des biocénoses souterraines présentent des régimes alimentaires à dominante microphage et détritivore.

Dans le cas du sous - écoulement de l'émergence, la fraction organique par rapport à la fraction minérale est de l'ordre de 15% pour des zones proches du milieu superficiel (-20 cm) et de 5% pour des couches plus profondes (- 40 cm) (cf. Tab. 2).

CONCLUSION

La plus grande partie de la grotte de Chiang Dao, actuellement connue, est maintenant fossile, elle correspond donc à une structure héritée, qui ne fait presque plus partie de l'organisation fonctionnelle actuelle. Ceci permet d'expliquer la grande hétérogénéité des lieux de prélèvements auxquels correspond une grande hétérogénéité des peuplements. Sur les 13 échantillons effectués, 2 seulement l'ont été en milieu courant donc en dérive (Tab. 2). On sait que la dérive est un moyen d'avoir **une vue globale des peuplements** qui habitent les parties inaccessibles du karst.

Les grands traits qui se dégagent de la structure biocénotique de ce système karstique tropical, sont les suivants :

- la densité de peuplement apparaît inférieure à celle observée en région tempérée;
- le spectre faunistique est hétérogène, peu large et lié aux lieux de prélèvement;
- les groupes représentés ne sont pas différents de ceux des milieux tempérés;
- il serait bien sûr nécessaire d'aller plus loin dans les déterminations spécifiques pour pouvoir tirer de meilleures conclusions, mais il semble bien y avoir un assez grand nombre d'espèces épigées dans ce karst qui doit, actuellement, fonctionner d'un point de vue biologique de manière autarctique, c'est-à-dire sans possibilité de colonisation à l'amont.
- la continuité dans la colonisation des peuplements semble établie entre le milieu karstique et le sous-écoulement de l'émergence.

L'étude du fonctionnement hydrobiologique du karst tropical du Doï Chiang Dao permet de souligner ici **la concordance entre les facteurs mésologiques** (colmatage important et alimentation en eau diffuse : donc karst à exurgence, isolement des unités karstiques) et **les facteurs biotiques**: faible abondance en nombre, faible importance de la biomasse aquatique tant dans les milieux karstique (grotte) qu' interstitiel de la plaine alluviale (sous- écoulement du cours d'eau superficiel), grande importance des formes de petite taille (microcrustacés, nématodes, ostracodes, syncarides...), apport plus important d'Oligochètes - organismes qui vivent normalement dans les sédiments - lors d'une montée de crue.

Remerciements : Je remercie bien vivement D. MARTIN pour l'aide qu'elle m'a apportée lors du tri du matériel, R. LAURENT pour la réalisation des différentes figures et tous les Biologistes spécialistes de certains groupes zoologiques qui ont bien voulu examiner le matériel suivant : Oligochètes et Nématodes (J. JUGET), Gastéropodes (R. BERNASCONI), Harpacticoïdes (R. ROUCH), Ostracodes (P. MARMONNIER), Bathynelles (R. SCHMINKE), Trichoptères (C. ROUX) et Collembolles (L. DEHARVENG).

Bibliographie

- auct. var.* , 1986 - Expédition Thaï-Maros 85. Ed. *Association pyrénéenne de Spéléologie*, 215p.
- BOU, C. et R. ROUCH - 1967- Un nouveau champ de recherches sur la faune aquatique souterraine. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 265, p. 369-370.
- CORBEL, J. et MUXART R.- 1970- Karsts des zones tropicales humides. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 14, 4, p.411-474.
- DOLE, M.J. - 1983 - Le domaine aquatique souterrain de la plaine alluviale du Rhône à l'est de Lyon ; écologie des niveaux supérieurs de la nappe. Thèse 3ème cycle LYON, 168p.
- DEHARVENG, L. et GOUZE, A. - 1983 - Expédition en Thaïlande - *Rapport spéléologique* , 15p.
- DUNKLEY, J. - 1983- Chiang Dao cave, Northern Thailand. *ASF Newsletter*, 99, p.9-10.
- DUNKLEY, J. et P. GREENFIELD - 1983- Under the golden Triangle-Explorations in the North of Thailand. *ASF Newsletter*, n° 102, p.5-6.
- GIBERT, J. -1986. - Ecologie d'un système karstique jurassien. Hydrogéologie. Dérive animale, Transits de matières, Dynamique de la population de *Niphargus* (Crustacé, Amphipode). *Mémoires de Biospéologie*, t. XIII, 40, 379 p.
- KUSCH, von H.-1982-Ergebnisse speläologischer Forschungen in Thailand (Stand 1978). *Die Höhle*, 2, 33, p.59-69.
- LIZ PRICE, -1986- Liz's asian adventures, Thailand. *Cerberus Spelaeological society*, 16, 5, p. 115-118.
- MONTSERRAT UBACHI i TARRES - 1980-Recopilacio de les investigacions espeleologiques a Tailandia. *Vertex*, 75, 91-99.
- RIGG, R - 1984- Thailand karst hydrologic survey. *The NSS Bulletin*, 46, 1.
- ROUCH, R. 1986. Sur l'écologie des eaux souterraines dans le karst. *Stygologia*, 2, 4 : 353-398.
- VERVIER, P., J. GIBERT, R. LAURENT et A. COUTURAND - 1986 - Plongée souterraine et hydrobiologie dans la Source Bleue, Montperreux, Doubs. Utilisation de substrats artificiels pour étudier la faune des réseaux noyés. *Spelunca*, n°22, 37-42.

12. DONNÉES PRÉLIMINAIRES SUR LES ISOPODES TERRESTRES RÉCOLTÉS DANS LES GROTTES DE SULAWESI ET DES MOLUQUES

Henri DALENS

Laboratoire d'Ecobiologie des Arthropodes édaphiques
UA 333 du C.N.R.S. Université Paul Sabatier
118, route de Narbonne 31062 TOULOUSE Cedex

Summary : terrestrial Oniscoidea are common in the caves of Sulawesi and Molucca. Several species have been collected, some of which could be true troglobionts. Three families (Styloniscidae, Philosciidae and Armadillidae) and four genera (cf Papuaphiloscia, cf Sphaerillo, cf Venezillo, and cf Reductoniscus) have been identified.

Si un certain nombre de publications ont traité d'Oniscoïdes provenant d'îles de l'archipel indonésien (Dollfus, 1889, 1898; Budde-Lund, 1912 Collinge, 1914; Richardson, 1922; Arcangeli, 1927; Herold, 1931; Schultz, 1982, 1985) répertoriant une centaine d'espèces, nos connaissances sur les formes des grottes de ces régions sont par contre très rares et fragmentaires (Dollfus, 1898; Schultz, 1982, 1985). Une dizaine d'espèces tout au plus ont été signalées de grottes ou de cavités dont la majorité pigmentées et oculées ne peuvent être considérées comme de véritables cavernicoles.

Les recherches effectuées par les expéditions Thaï-Maros 85 et 86 dans l'île de Sulawesi et dans celle plus petite d'Halmahera (fig.12.1) ont permis la récolte d'un certain nombre d'échantillons qui se répartissent dans les trois familles des Styloniscidae, des Philosciidae et des Armadillidae.

Les Styloniscidae sont en fait très peu nombreux: une femelle et une larve pigmentées toutes deux, et oculées. Vraisemblablement récoltées près de l'entrée, ces formes ne sont manifestement pas des cavernicoles.

Les Philosciidae sont représentés par deux genres. L'un oculé et pigmenté est figuré par une femelle trouvée dans la grotte de Kete (Sulawesi); il ne peut s'agir d'une forme cavernicole. L'autre est aveugle et dépigmenté et pourrait comprendre deux espèces, l'une à Halmahera (grotte de Batu Lubang), l'autre à Sulawesi, sous réserve qu'une étude précise du matériel récolté ne donne pas de formes intermédiaires entre ces deux espèces qui, la taille mise à part, paraissent très proches et sembleraient appartenir au genre Papuaphiloscia Vandel, 1970. Ce genre est

	Philosciidae				Armadillidae		
	Styloniscidae	g.sp.	cf Papuaphiloscia sp.1	sp.2	cf. Reductoniscus	cf. Sphaerillo	cf. Venezillo
pigment	++	++	-	-	(+)	++	(+)
yeux	++	++	-	-	-	++	(+)
Maros							
B2							+
B3				+			+
B15(G.Baharuddin)				+			+
K1 (G.S.K.)				+			
K9							+
M2(G.Atas)							+
N1(G.du Restaurant)				+			+
N5(G. Patunuang 1)	+						
S.22							+
S.25							+
G.Majai							
Wataepone							
G. Lampo				+			
G. Mampu				+	+		
[Mampu]					+		
Torajas							
G. Londa				+			
G. Kete		+		+		+	
Halmahera							
Batulubang				+			
Ternate							
[Gamalama]					+		

Tableau 12.1 - Isopodes souterrains recueillis à Sulawesi lors des expéditions Thai Maros 85 et 86. Entre crochets, stations édaphiques. G = gua = grotte en indonésien. Pour la description et localisation des cavités, on se reportera au présent rapport et au rapport Thai-Maros 85.

essentiellement mélanésien (Nouvelle-Guinée, archipel Bismarck, archipel des Salomons) et correspond à des formes humicoles ou endogées qui à l'exception d'une seule espèce sont aveugles et dépigmentées. Deux seulement des sept espèces connues ont été récoltées en grottes et en grottes seulement. L'espèce de Sulawesi pourrait ne pas être strictement cavernicole, car une femelle ayant les mêmes caractères a été trouvée dans l'humus de la forêt de Mampu.

En ce qui concerne les Armadillidae, les échantillons appartiennent à trois genres et trois espèces différentes. La première espèce proche du genre *Sphaerillo* Verhoeff, 1926 est pigmentée et oculée; trouvée dans la grotte de Kete (Sulawesi) elle ne représente pas une forme cavernicole.

La deuxième espèce, à appareil oculaire réduit (5-6 ommatidies) partiellement dépigmentée, et dont le corps est dépourvu de pigment, semblerait rentrer dans le genre *Venezillo* Verhoeff, 1928. Antennes et périopodes sont relativement frêles et allongés. Présente dans les grottes du karst de Maros (gua K9 à Kappang, gua Baharuddin à Bantimurung

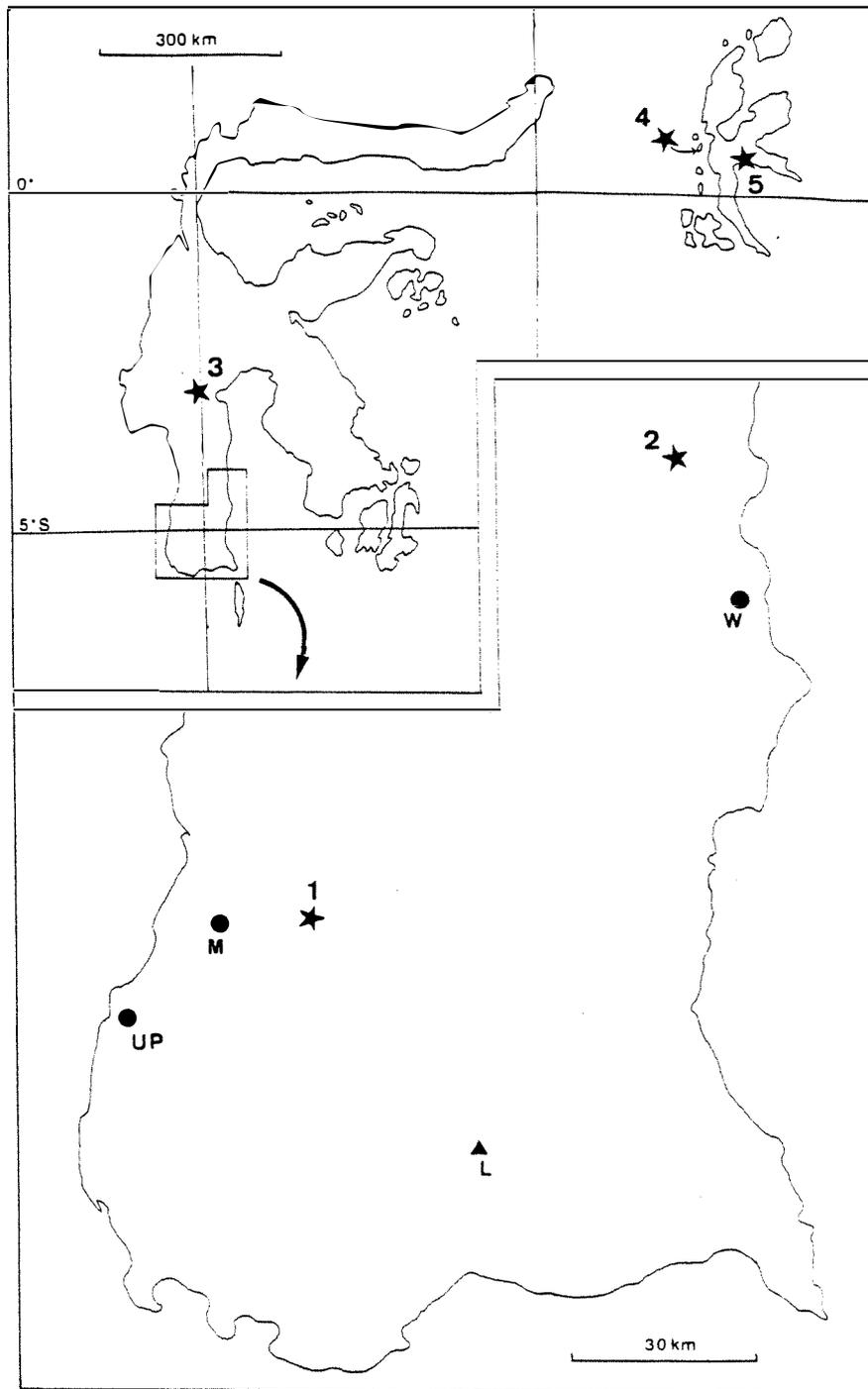


Figure 12.1 - Localités de récolte des Isopodes Oniscoidea étudiés: 1-Karst de Maros (Sulawesi): gua Salukkan Kallang, Patunuang, Kappang, Bantimurung ; 2-Karst de Bone-Watampone (Sulawesi): Mampu ; 3-Karst du pays Toraja (Sulawesi): grotte de Kete ; 4-Ile de Ternate ; 5-Ile d'Halmahera: grotte de Batu Lubang.
M: Maros ; UP: Ujung Pandang ; W: Watampone ; L: mont Lompobatang.

et grotte du Restaurant à Patunuang), elle se retrouve également en forêt dans la région de Kappang. Cette espèce n'a pas été récoltée à Halmahera.

La troisième espèce à appareil oculaire également réduit et uniquement représenté par une toute petite tâche sous tégumentaire est de très petite taille et totalement dépigmentée. Elle semble appartenir au genre Reductoniscus Kesselyak, 1930 et se retrouve apparemment identique aussi bien en forêt (île de Ternate tout près d'Halmahera; forêt de Mampu à Sulawesi) qu'en grotte (gua Mampu).

Il convient de noter au sujet de ces deux derniers genres que Venezillo a une répartition essentiellement sud-américaine et que le genre Reductoniscus est surtout abondant en Afrique du Sud. Il est toutefois également connu de l'île de Ste Hélène, de Madagascar, de l'île Maurice et aussi de l'Archipel des Kermadec où il semble assez abondant et est représenté par l'espèce R. watti Vandel, 1977.

Il serait prématuré de vouloir tirer des conclusions ayant valeur générale, de cette approche tout à fait préliminaire; tout au plus pouvons nous remarquer que, par rapport aux formes trouvées en grottes dans le pays thaï (Dalens, 1986), si les familles sont les mêmes (Philosciidae et Armadillidae), les genres représentés sont différents.

Références citées:

- Arcangeli, A. 1927 Paraperiscyphis calegari Arc. nuova specie di isopodo terrestre di Sumatra. Boll. Lab. Zool. gen. agr. Portici, 20:79-82.
- Auct. var. 1986 Expédition Thai-Maros 85. Rapport spéléologique et scientifique - Association Pyrénéenne de Spéléologie - Mai 1986 - Toulouse 215p.
- Budde-Lund, G. 1912 Description of a new species of terrestrial isopoda from Java. Notes Leyden Mus., 34:169-170, pl. 8 h.t.
- Collinge, W.E. 1914 Description of a new species of terrestrial isopoda from Borneo. Rec. Ind. Mus., 10 :261-262, pl. 35 h.t.
- Dalens, H. 1986 - Biologie-24-Isopodes. in Expédition Thai-Maros 85:186-187, éd.APS Toulouse.
- Dollfus, A. 1889 Sur quelques Isopodes du Musée de Leyde. Notes Leyden, 11 :91-94, pl. 5 h.t.
- Dollfus, A. 1898 Isopodes terrestres des Iles néerlandaises. in Weber M. Zool. Ergeb. Reise meder. -ost-indien, 4 (2) :357-381, pls 13-14-15 h.t.
- Herold W. 1931 Land Isopoden von den Sunda-Inseln. Archiv. f. Hydrobiol., 9 suppl. :306-393.
- Richardson Searle H. 1922 Terrestrial Isopoda collected in Java by Dr E. Jacobson with descriptions of five new species. Proc. United States nat. Mus., 60 (24) :1-7, pls 1-2 h.t.
- Schultz G.A. 1982 Terrestrial isopod crustaceans (Oniscoidea) from Mulu Caves, Sarawak, Borneo. J. nat. Hist., 16 :101-117.
- Schultz G.A. 1985 Three terrestrial isopod crustaceans from Java, Indonesia (Oniscoidea: Philosciidae). J. nat. Hist., 19:215-223.

13. COLLEMBOLS CAVERNICOLES ET ÉDAPHIQUES DE SULAWESI ET DES MOLUQUES

Louis DEHARVENG
Laboratoire d'Ecobiologie des Arthropodes édaphiques
UA 333 du C.N.R.S. Université Paul Sabatier
118, route de Narbonne 31062 TOULOUSE Cedex

Summary : fifty-nine species and forty-four genera of Collembola have been collected in South Sulawesi and are listed in this paper. Most of them have not yet been identified at the species level, because they are new to science. The structure of the Collembola communities in forest soils and in caves are briefly described. Soil communities are similar to those of Thailand, but fairly impoverished. A troglomorphic species of Pseudosinella seems to be the only true cave Collembola in the area. Most taxa are related to South-East Asia lines as far as they can be phylogenetically analysed.

Le matériel récolté lors des expéditions Thaï-Maros 85 et Thaï-Maros 86 dans le sud de Sulawesi représente 174 prélèvements de sols et de grottes. Nous disposons également de quelques relevés effectués en 1983 en pays Toraja, et intégrons dans le présent travail une petite collection de collemboles réunie par Brouquisse sur les îles de Ternate et d'Halmahera (Moluques du nord) au cours de l'expédition Thaï-Maros 86 (fig.13.1). La faune collembologique de ces régions, sur laquelle on ne disposait jusqu'alors que d'informations très limitées (deux espèces seulement avaient été signalées: Salina celebensis (Schaeffer 1898) de Sulawesi et Bromacanthus halmaherae Yoshii 1983 d'Halmahera) deviendra sans doute la mieux connue de l'archipel indonésien lorsque tout ce matériel aura été étudié.

Ce regain d'intérêt pour Sulawesi s'inscrit dans le cadre de découvertes et théories récentes, qui considèrent cette île comme la seule terre émergée au contact des plaques australienne et asiatique. La célèbre "ligne Wallace" passe d'ailleurs juste à l'ouest de Sulawesi. On trouvera dans l'ouvrage collectif de Whitmore (1981) de nombreuses précisions sur ces problèmes paléogéographiques et biogéographiques, que nous ne pouvons développer ici.

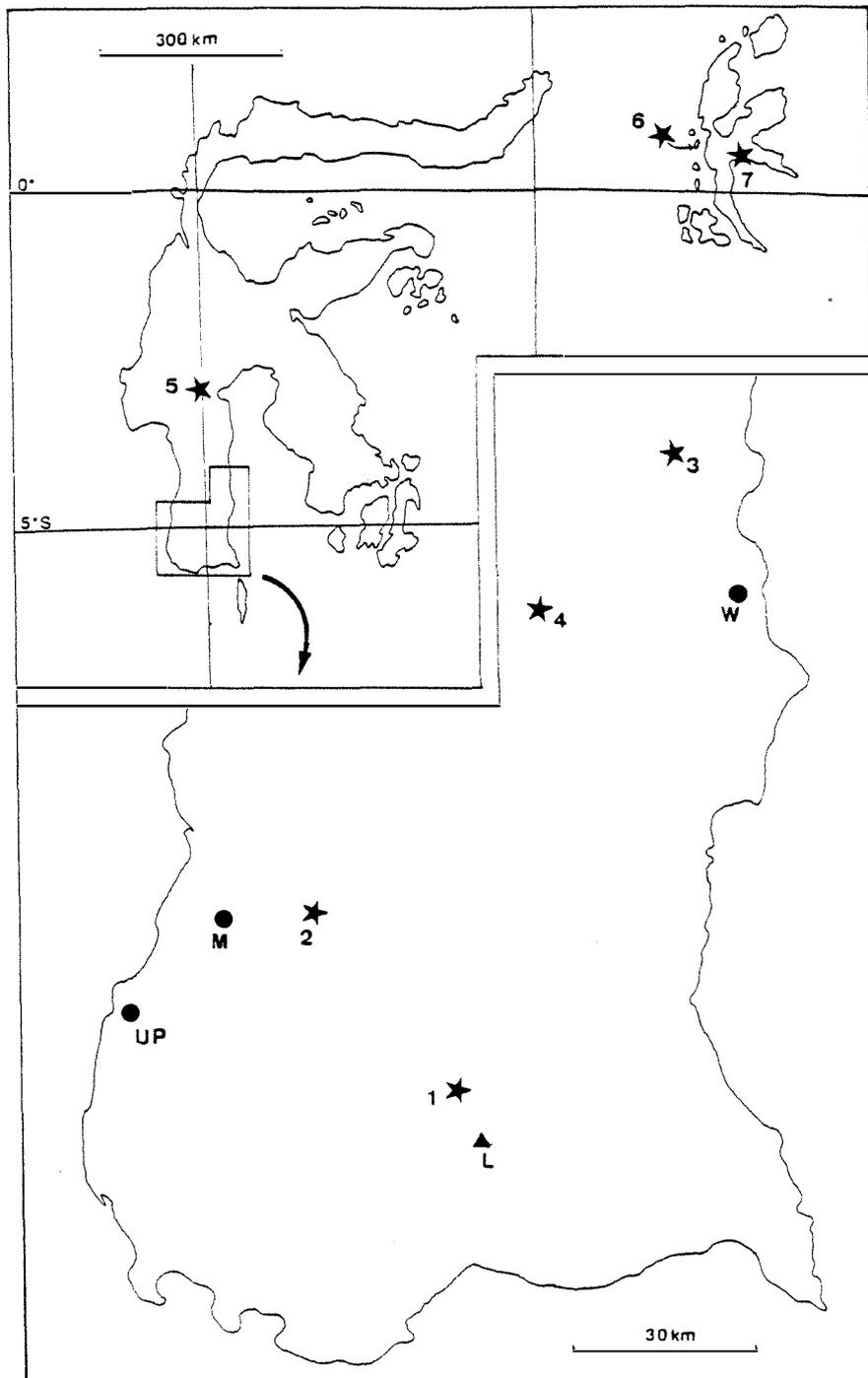


Figure 13.1 - Localités de récoltes (cf texte) des collemboles étudiés.
 M: Maros ; UP: Ujung Pandang ; W: Watampone ; L: mont Lompobatang.

13-1 - MATERIEL ET METHODES

La faune édaphique a été extraite sur appareils de Berlese installés près des lieux de prélèvements; quelques récoltes ont aussi été effectuées à vue. La faune cavernicole provient de récoltes à vue complétées par quelques extractions de débris de crues sur Berlese. Seule une partie des échantillons a été analysée en ce qui concerne les collemboles.

L'identification des taxons ne dépasse généralement pas le niveau générique, parce que la plupart d'entre eux correspondent à des espèces nouvelles pour la science.

Les échantillons étudiés proviennent des stations suivantes (fig.13.1):

Sulawesi

1 - Volcan Lompobatang, au-dessus de Malino, 1450-1500m d'altitude: 7 prélèvements de sols et de litières dans des vestiges forestiers humides.

2 - Environs de Bantimurung sur le karst de Maros, 0 à 300 m d'altitude: 10 prélèvements de sols et litières en forêt primaire assez claire, dans des dépressions ou corridors karstiques ou en pied de falaise, sur substratum calcaire; 14 prélèvements dans diverses cavités.

3 - Karst de Bone-Watampone près de Mampu vers 100 m d'altitude: 3 prélèvements de sols et litières dans un lambeau de forêt secondaire sur calcaire; 3 prélèvements dans la grotte de Mampu.

4 - Karst de Bone-Watampone vers 300m d'altitude: 2 prélèvements de litière en forêt secondaire dégradée sur calcaire.

5 - Karst du pays Toraja près de Rantepao vers 700 m d'altitude: 6 prélèvements de sols et litières en forêt dégradée sur calcaire; 1 prélèvement en grottes.

Moluques

6 - Volcan Gamalama à Ternate de 750 à 1500m d'altitude: 3 prélèvements de litières en forêt et sous de hautes graminées d'altitude.

7 - Karst de Sagea à Halmahera vers 10 m d'altitude: 2 prélèvements de litières forestières et 2 prélèvements dans la grotte de Batu Lubang.

13-2 - CATALOGUE DES ESPECES (tab.13.1)

Nous avons reconnu plus de 59 espèces réparties en 44 genres. L'analyse taxonomique plus détaillée de certains genres (Pseudachorutes, Odontella, Isotomiella, Lepidocyrtus s.l., Pseudosinella) et des groupes Entomobryoidea et Symphypleona permettra vraisemblablement d'augmenter ce chiffre, qui reste néanmoins faible par rapport à celui que nous avons trouvé pour la Thaïlande (plus de 126 espèces et 53 genres au total, Deharveng et al., 1986). Cette différence tient à un nombre de prélèvements analysés plus réduit à Sulawesi et à un moindre éventail altitudinal des stations prospectées. Mais il semble bien que la faune collembologique de cette île soit de toutes façons moins riche que celle de Thaïlande; la diversité spécifique y est en particulier régulièrement plus faible pour des biotopes comparables.

13-3 - LES PEUPELEMENTS EDAPHIQUES FORESTIERS

Ils sont caractérisés en premier lieu par la faible représentation des Collemboles, tant en nombre d'espèces qu'en nombre d'individus, par

rapport aux biotopes comparables des régions tempérées, mais également de Thaïlande. Cette pauvreté s'accroît encore avec la profondeur de la strate édaphique échantillonnée. La rareté des collembolés par rapport aux autres arthropodes édaphiques est particulièrement marquée dans les relevés du Lompobatang vers 1500 m d'altitude.

Dans ces peuplements édaphiques, le spectre des formes biologiques sensu Gisin, 1943 est semblable à celui décrit pour la Thaïlande (Deharveng 1986) (tab.13.1). Les euédaphiques (pigment et yeux absents) sont dominants dans le sol profond, et très bien représentés dans les litières où ils sont accompagnés de formes hémiedaphiques à tendances euédaphiques (à pigment réduit et microphthalmes). Toutes ces espèces sont de petite taille à l'exception des Alloscopus et du "n.g. lobellien". Les espèces bien pigmentées et oculées sont presque toutes des épigéomorphes à longs appendices, très abondants à la surface de la litière. Les peuplements édaphiques de Thaïlande et de Sulawesi possèdent en outre un fond d'espèces en commun: Folsomides exiguus, Folsomina onychiurina, Isotomodes cf trisetosus, Harlomillisia cf oculata, Megalothorax cf minimus.

Si nos données sont insuffisantes pour déceler les variations faunistiques liées à l'altitude, il n'en est pas de même pour celles liées à la profondeur. Plusieurs espèces sont en effet confinées aux strates édaphiques profondes: Mesaphorura sp., cf. Stenaphorura, Isotomodes trisetosus, cf. Denisia. Il existe comme en Thaïlande une véritable faune endogée.

En définitive, la physionomie générale des peuplements édaphiques forestiers présente de nombreuses similitudes en Thaïlande et à Sulawesi. Les analyses quantitatives actuellement en cours permettront d'apporter bientôt quelques précisions à ce sujet.

13-4 - LE PEUPEMENT SOUTERRAIN

Si on excepte les espèces récoltées dans les débris végétaux amenés par les crues, et qui sont pour la plupart des épigées, le seul véritable Collembolite cavernicole semble être une Pseudosinella, fréquente dans les grottes du karst de Maros. Une espèce voisine a été trouvée à Batu Lubang (Halmahera). Ces Pseudosinella, aveugles et dépigmentées, diffèrent des formes de surface par l'étirement de leur griffe, l'allongement de leurs appendices et leur plus grande taille, tous caractères troglomorphes typiques (fig.13.2). La faune guanobie - que nous n'avons pas étudiée en détail - ne nous a fourni que des Lepidocyrtus s.l. Une espèce de Willemia a été récoltée dans des débris de crue à gua Salukkan Kallang, mais pourrait être un guanobie, comme c'est le cas pour une espèce du sud de la Thaïlande (tham Pong Chang, obs. inédite). Dans le nord-ouest de la Thaïlande, outre les genres Pseudosinella et Acherontiella, on trouve également de nombreux Troglopedetes, Sinella et Acrhopalites: la faune souterraine de Sulawesi apparaît donc particulièrement pauvre.

13-5 - COMPOSITION ET AFFINITES DE LA FAUNE DE SULAWESI

Les Collembolites d'Asie du Sud-Est restent encore très mal connus. Yosii (1959 à 1986) a décrit de nombreuses espèces qui ne représentent cependant qu'une infime proportion de la faune existante. La première description à peu près globale d'une faune régionale - en l'occurrence celle des sols et grottes du nord-ouest de la Thaïlande - a été publiée récemment (Deharveng 1986), mais les identifications ne dépassent généralement pas le niveau générique. Des résultats du même ordre, encore

	1	2	3	4	5	7	Forme biologique
HYPOGASTRURIDAE							
Acherontiella sp.		x					eu
Willemia sp.		x					tr
Xenylla sp.		x	x	x		x	xe
BRACHYSTOMELLIDAE							
Brachystomella sp.	x	x					hé
NEANURIDAE							
PSEUDACHORUTINAE							
Ceratrimeria sp.	x	x					hé
Micranurida sp.	x					x	eu-hé
Pseudachorudina sp.					x		hé
Pseudachorutes (>3sp)	x	x	x		x	x	hé
Pseudanurida sawayana		x					(halophile)
FRIESEINAE							
Friesea (3sp)	x	x	x				eu, hé, eu-hé
NEANURINAE							
n.g. (lobellien) sp.	x						eu-hé
Blasconura sp.			x		x		eu-hé
cf Coecoloba sp.		x					eu
L. (Lobella) (2sp)			x		x	x	eu-hé
Paleonura (2sp)	x	x			x	x	eu, eu-hé
Paranura (2sp)	x	x					eu-hé
Pronura sp.					x		eu-hé
ODONTELLIDAE							
O. (Superodontella) (>2sp)	x	x	x			x	hé
ONYCHIURIDAE							
Mesaphorura sp.	x	x	x				eu
Onychiurus sp.					x		eu
Protaphorura (2sp)	x	x			x	x	eu
cf Stenaphorura sp.		x					eu
ISOTOMIDAE							
cf Denisia sp.		x					eu
Folsomia candida	x						eu-tr
Folsomides exiguus		x	x	x		x	eu-hé
" sp.	x	x	x	x			hé
Folsomina onychiurina	x		x				eu
Isotoma (Parisotoma) sp.	x						hé
Isotomiella sp.	x	x	x				eu
Isotomodes cf trisetosus		x					eu
Proisotoma sp.		x					hé
ONCOPODURIDAE							
Harlomillsia cf oculata	x		x	x	x	x	(eu)-hé
ENTOMOBRYIDAE							
Alloscopus sp.	x	x				?	eu-hé-tr
Ascocyrtus sp.	x	x					hé
?Dicranocentrus sp.				x			at
Lepidocyrtus s.l. (>2sp)	x	x	x	x	x	x	hé, at
Pseudosinella (>2sp)		x				x	eu, tr
cf Pseudosinella sp.	x	x	x			x	eu-hé
Sinella sp.			x				eu
PARONELLIDAE							
genres indéterminés (>3sp)		x				x	at
cf Paronella sp.	x	x					hé
SYMPHYPLEONA							
Arrhopalites sp.			x				eu-hé
Dicyrtomidae sp.	x						at
Sminthurides sp.			x	x			hé
Sphaeridia sp.		x		x			hé
NEELIPLEONA							
Megalothorax cf minimus	x	x	x	x		x	eu
Neelus sp.		x			x		eu

Tableau 13.1 - Liste des collemboles récoltés - Stations : 1-Lompobatang; 2-Bantimurung; 3-Mampu; 4-Bone; 5-Torajas; 6-Ternate; 7-Sagea. Formes biologiques : atmobios:at; euédaphique:eu; hémiédaphique:hé; troglomorpe:tr; xérophile:xe; formes intermédiaires:eu-hé, eu-tr, eu-hé-tr.

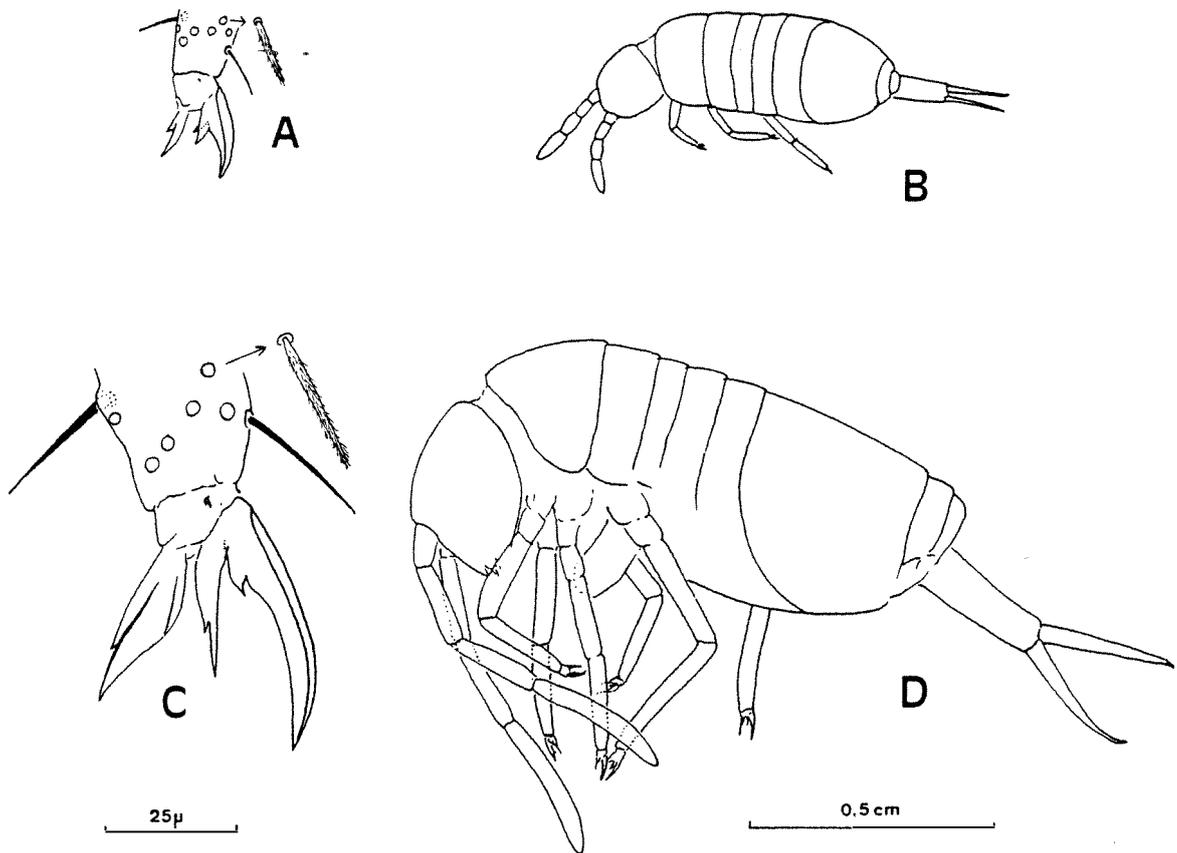


Figure 13.2 - Prétarse (A,C) et habitus (B,D) de deux espèces de Pseudosinella récoltées dans un sol forestier au Lompobatang (A,B) et dans la grotte de qua Salukkan Kallang du karst de Maros (C,D).

inédits, sont disponibles pour Java, les Philippines et la Nouvelle-Guinée. Cet ensemble de données, pour incomplet qu'il soit, permet cependant de dégager quelques observations originales sur la faune collembologique de Sulawesi.

* 13-5-1 - Espèces à vaste répartition

La majorité des formes rencontrées dans notre matériel sont probablement des endémiques, nouvelles pour la science; six d'entre-elles ont cependant pu être identifiées au niveau spécifique, et s'avèrent correspondre à des espèces à vaste répartition, débordant largement le Sud-Est asiatique. Il s'agit d'un fond commun d'espèces tropicales que nous avons déjà rencontrées en Thaïlande (à l'exception de Folsomia candida). Il est à noter que 4 de ces espèces sont des Isotomidae de la sous-famille des Anurophorinae, et que la même proportion correspond à des formes biologiques de type euédaphiques, sans qu'il soit possible pour le moment d'interpréter ces observations en termes évolutifs.

- Folsomia candida est une espèce parthénogénétique rencontrée dans les sols à Sulawesi, aux Philippines et en Nouvelle-Guinée (observations

inédites), mais absente de notre matériel thaïlandais. Elle est fréquente en régions tempérées, où elle préfère les biotopes souterrains.

- Folsomides exiguus est une des espèces édaphiques la plus largement répandue en Asie du Sud-Est. En Amérique tropicale, elle est remplacée par Folsomides americanus, forme extrêmement voisine. Cette vaste distribution pourrait être liée à l'aptitude à l'anhydrobiose, observée chez d'autres espèces du genre.

- Folsomina onychiurina est une forme typiquement pantropicale, présente dans les sols et parfois en grottes.

- Isotomodes cf. trisetosus. Cette espèce, que nous avons trouvée en abondance dans le sol profond en Thaïlande, est plus rare à Sulawesi. Elle est encore signalée d'Amérique du Sud et de Mélanésie. Il semble bien qu'il s'agisse d'une forme très proche, mais différente, de l'I. trisetosus véritable qui est une espèce européenne.

- Harlomillsia cf. oculata. Nous avons retrouvé cette espèce à Sulawesi où elle est extrêmement fréquente, après l'avoir rencontrée en Thaïlande et aux Philippines. La question de savoir s'il s'agit de la même forme que H. oculata du Mexique reste en suspens.

- Megalothorax cf. minimus. Cette espèce cosmopolite est toujours fréquente dans nos relevés édaphiques, que ce soit en Thaïlande ou à Sulawesi. L'existence d'un complexe spécifique regroupé sous ce nom n'est cependant pas à écarter.

* 13-5-2 - Lignées cosmopolites et subcosmopolites

Outre les espèces mentionnées plus haut, on rencontre à Sulawesi de nombreuses formes appartenant à des lignées à vaste répartition mondiale: Acherontiella, Xenylla, Brachystomella, Micranurida...etc

La méconnaissance de la structure phylogénétique de ces genres ou parfois (Xenylla) l'identification encore incomplète des espèces ne nous a pas permis de préciser les affinités des formes de Sulawesi, si bien que ces taxons ne nous apportent aucune information biogéographique intéressante.

* 13-5-3 - Lignées d'Asie tropicale

Un certain nombre de lignées présentes à Sulawesi ont une répartition centrée sur tout ou partie de l'Asie tropicale. L'ensemble de cette région correspond sensiblement au domaine oriental des biogéographes; sa partie orientale (péninsule malaise + archipels de la Sonde et des Philippines) et la région mélanésienne constituent la Malésie (Whitmore, 1981). Les lignées suivantes peuvent être placées dans cette rubrique:

° Le genre Ceratrimeria (1 espèce à Sulawesi). Il présente une distribution malésienne expansive vers la Thaïlande d'une part, vers l'Australie et la Nouvelle-Zélande d'autre part.

° Les Paranura à 2+2 cornéules pigmentées (2 espèces à Sulawesi). Cet immense genre est représenté par de nombreuses espèces en Asie tropicale; quelques formes se trouvent en Asie orientale et dans la zone arctique (notamment les formes primitives pigmentées et à 3+3 cornéules). Vers le sud, la Mélanésie et la zone australe n'ont jusqu'à ce jour fourni aucun Paranura.

° La lignée blasconurienne (2 genres, Blasconura et Paleonura, et 3 espèces à Sulawesi). Dans la conception actuelle, elle présente deux grandes zones de diversification: l'Asie tropicale d'une part, les régions australes d'autre part. En Asie tropicale, cette lignée est toutefois

moins variée dans la région malésienne que dans la région indo-himalayenne. Les genres représentés à Sulawesi se retrouvent dans tout le domaine oriental, et même bien au delà pour Paleonura qui peut être considéré comme subcosmopolite.

° La lignée lobellienne (3 genres, n.g. lobellien, cf. Coecoloba et L. (Lobella), et 4 espèces à Sulawesi). Son centre de diversification est incontestablement la Malésie, mais elle s'étend sur toute la façade pacifique de l'Asie jusqu'en Australie et possède même une espèce en Amérique centrale.

° Un groupe d'espèces que nous rattachons provisoirement au genre Pseudosinella, avec 1 représentant à Sulawesi et plusieurs en Thaïlande (données inédites). Ces petites formes, fréquentes dans les sols, seront probablement retrouvées dans d'autres régions du Sud-Est asiatique.....

* 13-5-4 - Lignées australes

Elles ne sont pas significativement représentées à Sulawesi. En effet, ni les Brachystomellidae (à l'exception du genre cosmopolite Brachystomella), ni les Odontella s.str., ni le genre Australonura (qui arrive jusqu'en Nouvelle-Guinée) n'ont par exemple été rencontrés dans notre matériel. Le genre peut-être nouveau de Tullbergiinae cité dans la liste des espèces présente - à première vue - des affinités avec les Stenaphorura de l'hémisphère nord plutôt qu'avec les autres Tullbergiinae, bien diversifiés en régions australes; mais une étude plus approfondie sera nécessaire avant de se prononcer. On notera que nous avons récolté une espèce voisine en Papouasie Nouvelle-Guinée (Mt Kaindi, obs. inédite).

* 13-5-5 - Autres éléments faunistiques

Sulawesi possède une espèce d'Onychiurus et deux de Protaphorura, ces dernières voisines de celles que nous avons signalées de Thaïlande. Ces deux genres sont typiquement paléarctiques, mais les espèces rencontrées en Asie pourraient former des lignées particulières propres aux régions tropicales (étude en cours).

Le genre Pronura (Neanurinae) présente enfin une espèce à Sulawesi. Ce genre, essentiellement diversifié dans la région éthiopienne, se retrouve dans la région indo-himalayenne jusqu'en Thaïlande. Quelques espèces semblent exister en Australie, mais elles n'ont pas encore été étudiées en détail. Il est impossible à l'heure actuelle de préciser les affinités de la forme de Sulawesi.

* 13-5-6 - Lacunes faunistiques majeures

Nous avons évoqué plus haut l'absence des grandes lignées australes à Sulawesi. Mais cette île présente d'autres lacunes importantes. Les unes concernent des lignées orientales qui n'ont pas atteint l'île; les autres, plus difficiles à expliquer, concernent des groupes absents de Sulawesi, mais présents à la fois plus au nord et plus au sud.

° Lignées orientales.

La lignée des "Troglopedetinae" (genre Troglopedetes et genres voisins), qui constitue un élément fondamental des faunes souterraines et édaphiques en Amérique tropicale, en Afrique et en Asie tropicale, possède de nombreuses espèces, souvent abondantes, en Thaïlande. Elle atteint la péninsule malaise, mais n'est pas encore connue des îles de la Sonde.

A Sulawesi, nous n'avons trouvé aucune forme de cette lignée, qui ne

semble pas non plus exister en Nouvelle-Guinée et en régions australes. Il serait bien entendu intéressant de préciser la limite exacte de distribution des Troglapedetinae dans l'archipel indonésien.

D'autres exemples de ce type apparaîtront peut-être lorsque les Pseudachorutinae auront été mieux étudiés. Nous avons en effet rencontré en Thaïlande 8 genres dans cette sous-famille contre 5 à Sulawesi. Malheureusement, tout reste à préciser en ce qui concerne la biogéographie de ce groupe en Asie tropicale et en régions australes.

° Lacunes inexplorées

+ La sous-famille des Uchidanurinae comprend des Collemboles de grande taille à faciès très particulier dû au développement de digitations tégumentaires sur la face dorsale (Cassagnau, 1980). Cette lignée très caractéristique comprend deux grands pôles de diversification: l'Asie tropicale (Assam, Thaïlande, Vietnam, Malaisie et Bornéo) et la région australe orientale (Australie, Nouvelle-Zélande, Nouvelle-Calédonie). Entre les deux, nous n'avons trouvé aucune espèce, ni à Sulawesi, ni en Nouvelle-Guinée.

+ Les Singella sont représentées par de nombreuses espèces dans le monde; elles constituent notamment un élément très important des biocénoses édaphiques et souterraines en Thaïlande, aux Philippines et en Nouvelle-Guinée. Dans notre matériel de Sulawesi, elles n'ont été trouvées que dans un seul prélèvement.

* 13-5-7 - Endémisme

Dans la plupart des groupes, à l'exception de certains Isotomidae et Oncopoduridae, l'identification du matériel n'a pu être menée au niveau spécifique; la majorité des espèces sont probablement nouvelles pour la science, et sans doute également endémiques, ce qui sera beaucoup plus difficile à établir avec certitude.

Par contre, l'endémisme supraspécifique est étonnamment peu marqué: 1 genre seulement (n.g. lobellien) dont le statut d'endémique est d'ailleurs provisoire tant que la faune des îles voisines ne sera pas mieux connue. A titre de comparaison, la Thaïlande nous avait fourni 10 genres (chiffre provisoire) endémiques. Cette différence est en fait liée à l'explosion évolutive des Neanurinae dans cette région (9 genres "endémiques"), qui ne se retrouve pas avec la même intensité à Sulawesi (1 seul genre endémique).

* 13-5-8 - Conclusions

En définitive, dans la limite des données utilisables, la faune collembologique de Sulawesi place incontestablement cette île dans le domaine oriental; mais de par sa position géographique éloignée, elle n'a pas été colonisée par toutes les grandes lignées de cette région. Les influences australes restent très mineures, à supposer qu'elles existent. Enfin, la faune ne présente pas d'originalité bien marquée par rapport aux régions voisines. Un gros travail d'analyse taxonomique et phylogénétique reste cependant à accomplir avant de pouvoir asseoir solidement nos interprétations biogéographiques.

BIBLIOGRAPHIE

Cassagnau P. 1980 - Sur le genre Assamanura du Nord-Est de l'Inde et sur la lignée uchidanurienne (collemboles) - Trav. lab. écob. arthr. édaph.,

- Toulouse, 3(3):1-11
- Cassagnau P. 1986 - Sur l'évolution des Neanurinae paucituberculés à pièces buccales réduites (collemboles) - 2nd international seminar on Apterygota, Siena 1986:313-317
- Deharveng L. 1986 - Biologie-26-Collemboles in Expédition Thaï-Maros 85:191-198, éd. APS Toulouse.
- Deharveng L., Leclerc P., Lebreton B., Besson J.P. et Gibert J. 1986 - Biologie-19-Considérations générales et catalogue in Expédition Thaï-Maros 85:164-173, éd. APS Toulouse.
- Gisin H. 1943 - Ökologie und Lebensgemeinschaften der Schweizerischen Excursiongebiete - Rev. Suisse Zool., 50(4):131-224
- Whitmore T.C. 1981 - Wallace's line and plate tectonics - Clarendon Press, Oxford:91pp
- Yosii R. 1966 - Check list of collembolan species reported from Indonesia - Treubia, 27(1):45-52
- Yoshii R. 1983 - Studies on paronellid Collembola of East Asia - Entom. Report Sabah Forest Res. Centre, 7:1-28

14. NOTE SUR LA FAUNE PISCIAIRE SOUTERRAINE DES CÉLÈBES ET DE THAÏLANDE

Jacques GERY
Argentonne
24220 SAINT-CYPRIEN

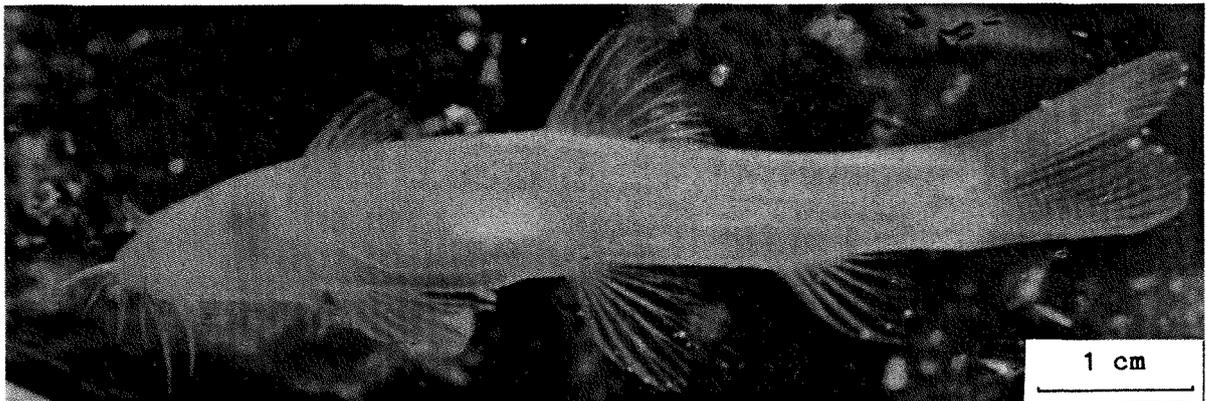
Summary : ten different species of fish have been collected in the caves of Thailand and Sulawesi by the expedition Thai-Maros 86. Two of them (a Silurichthys and a Noemacheilus species) from the cave of Sai Yok Noi (Thailand), are blind and completely depigmented.

Les Poissons récoltés par l'expédition Thai-Maros 1986 et aimablement confiés pour étude, constituent une nouveauté scientifique, aucune récolte n'ayant été faite dans les grottes des Célèbes et de Thaïlande avant 1985 (fig.14.1).

Cette faune pisciaire peut se ranger en deux catégories suivant son isolement. S'il est total et ancien, les espèces ont atteint le niveau d'adaptation cavernicole bien connu, avec disparition des yeux au profit d'un autre système tel que barbillons ou système latéro-sensoriel qui s'hypertrophie, dépigmentation et, dans certains cas, modification de la forme et nanisme : c'est le cas pour deux espèces de Thaïlande. Si au contraire les espèces souterraines ont gardé une possibilité de contact avec le milieu extérieur, l'adaptation est le plus souvent incomplète. On ne note généralement qu'une atténuation de la pigmentation et parfois une diminution du diamètre oculaire relatif.

La faune de la grotte de Patunuang aux Célèbes semble appartenir à cette catégorie. La vie souterraine peut y être d'origine récente puisque sur les cinq espèces récoltées (appartenant à 4 groupes différents), une seulement montre un commencement d'adaptation cavernicole. Ces espèces sont :

- un Silure non modifié appartenant à une espèce commune et ubiquiste, Clarias batrachus,
- un Cyprinodonte ("killy") endémique des Célèbes, également non modifié, Oryzias celebensis (Weber 1894),
- deux espèces de Gobies d'eau douce (cf Glossogobius giuris et sp., sans adaptation cavernicole notable,
- et enfin un Hemirhamphide (poisson "à bec") probablement voisin de



Ph. 14.1. - *Noemacheilus* sp. de tham Hud (Mae Hong son), près de la Birmanie

Normorhamphus celebensis, aux yeux normaux, mais en partie dépigmenté et surtout avec un développement remarquable des pit-lines du système latéral, ressemblant aux organes lumineux de certains poissons des profondeurs tel *Myctophum*. Un seul spécimen a pu être récolté, ce qui ne permet aucun commentaire sur le développement de cette adaptation, d'autant qu'il n'a pu être jusqu'à présent confronté à l'espèce épigée.

En Thaïlande, deux parmi les grottes visitées semblent appartenir aussi à ce type. Dans la grotte de Pha Mon, de petits Cyprinidae voisins de *Danio peninsulae*, peut-être nouveaux pour la science, ont été récoltés. Par comparaison avec d'autres espèces est-asiatiques de ce genre bien connu des aquariophiles, ils n'ont ni diminution du diamètre oculaire, ni altération de la coloration. Le cas de la grotte de Nam paraît moins net : à 1 km à l'intérieur ont été pêchés deux exemplaires très pâles, de taille moyenne, d'un Barbeau voisin de *Punctius binotatus* (espèce commune récoltée à la surface, en exemplaires de très petite taille, dans un petit ruisseau extérieur au retour de la grotte de Rawa, en association avec *Danio regina*). Vue la fixation au picro-formol, il est difficile d'affirmer que la coloration est atténuée ; l'oeil paraît normal ; ce Barbeau pourrait être apparenté à *P. vernayi* et *P. beasleyi*, espèces très mal connues.

C'est la grotte de Sai Yok Noi, probablement isolée de la surface depuis longtemps, qui a livré les deux espèces dont l'adaptation cavernicole est tout à fait remarquable : yeux absents ou non fonctionnels, dépigmentation totale et développement des barbillons*.

Il s'agit d'un Poisson-Chat (fam. Siluridae) du genre *Silurichthys* ou voisin, représenté par 3 spécimens adultes (?) dont l'un est mal formé (les malformations sont plus fréquentes dans les populations de faible effectif en isolement total), et un Cobitidae du genre *Noemacheilus* représenté par une douzaine de spécimens adultes (ph.14.1 et 14.2).

L'étude de ces deux espèces est en cours, et amènera vraisemblablement une innovation spécifique, car les régressions semblent irréversibles et l'hybridisation avec une espèce épigée peu probable (à noter toutefois que

oooooooooooo

* Note - Un exemplaire de chacune de ces deux espèces avait été récolté lors de l'expédition du G3S Dordogne début 1986 ; c'est sur les indications de leur découvreur que l'expédition Thai-Maros 86 a pu retrouver ces intéressants poissons.

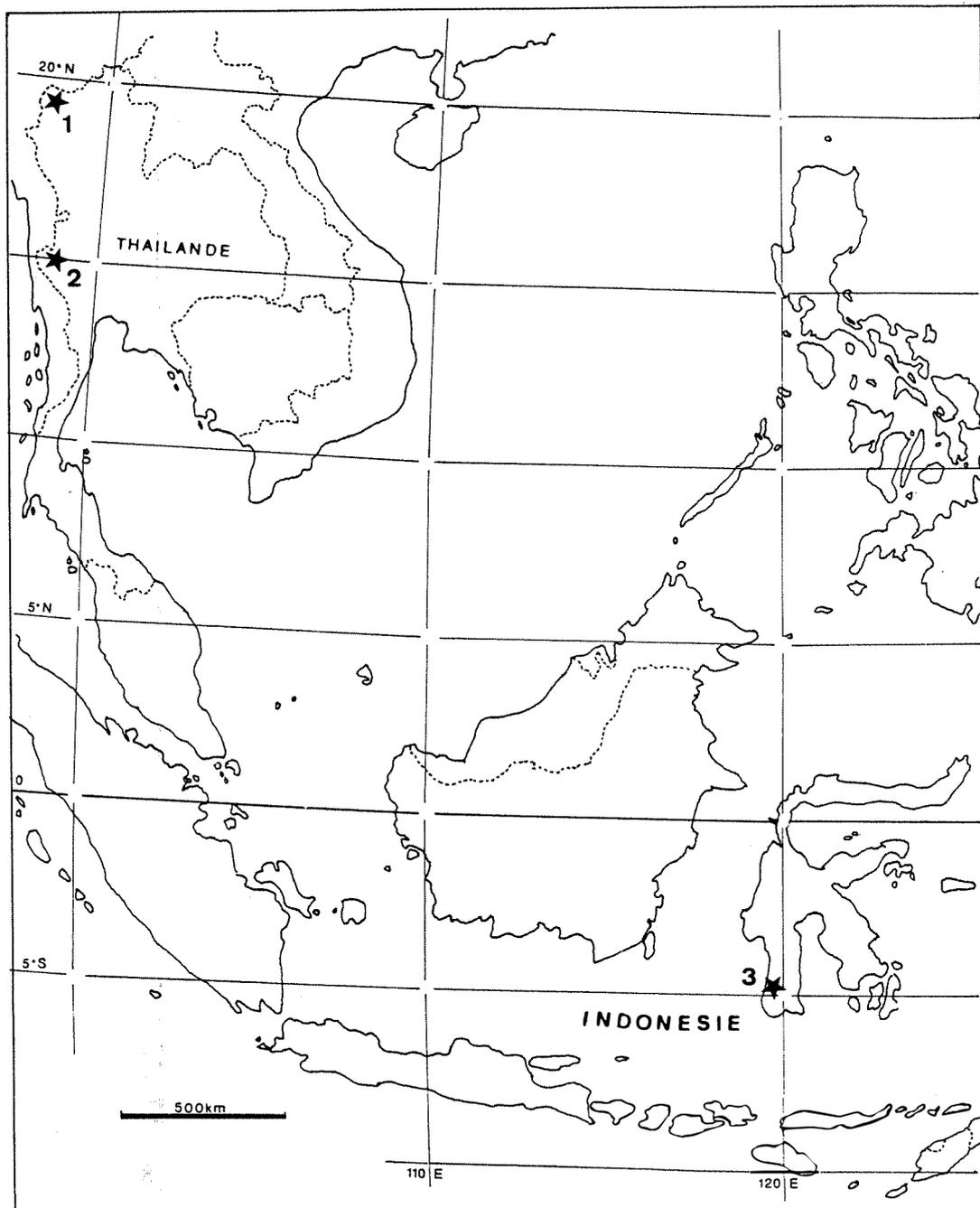


Figure 14.1 - Localités de récolte des poissons étudiés: 1-Région de Mae Hong Son: tham Pha Mon ; 2-Région de Kanchanaburi: tham Nam, tham Sai Yok Noi, tham Rawa ; 3-Région de Maros (Sulawesi): grotte de Patunuang. Pour la description et la localisation des cavités, voir le présent rapport et le rapport Thai-Maros 85.

les fameux Characins aveugles des grottes du Mexique sont maintenant considérés comme une simple variété de Astyanax fasciatus, l'exploration de nombreuses grottes ayant montré la présence d'individus intermédiaires).

Si l'on ajoute le Noemacheilus (?) microphthalme capturé en 1985 dans la province de Mae Hong Son (déterminé comme Cyprinidae dans Deharveng et al, 1985), et deux espèces de la même région (un Noemacheilus - peut-être le même - et un Homaloptera) capturées par une expédition australienne et confiées à l'ichthyologiste suisse Maurice Kottelat, ce sont au moins 10 espèces cavernicoles (5 aux Célèbes et 5 ou 6 en Thaïlande) qui sont maintenant connues, dont la moitié montrent des adaptations à la vie souterraine; ce chiffre, encore que provisoire, est déjà considérable.

BIBLIOGRAPHIE

G.F. Mees, 1962. - The subterranean freshwater fauna of Yardie Creek Station, North West Cape, Western Australia. - J. Roy. Soc. W. Austr., 45 : 24-32.

Deharveng L., Leclerc P., Lebreton B., Besson J.P. et Gibert J. 1986 - Biologie-19-Considérations générales et catalogue in Expédition Thai-Maros 85:164-173, éd.APS Toulouse.



Ph. 14.2. - Poissons cavernicoles de tham Sai Yok Noi : Noemacheilus sp. (petite taille) et Silurichthys sp. (grande taille).

15. OBSERVATIONS ARCHÉOLOGIQUES DANS QUELQUES CAVITÉS DES KARSTS DE MAROS ET DE MALAWA (SULAWESI)

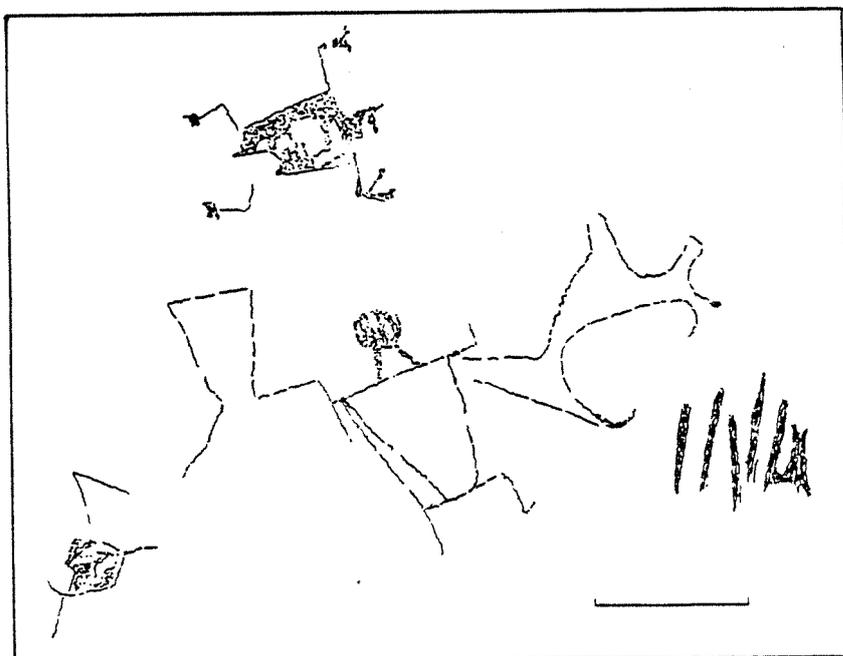
Philippe LECLERC
11, rue de Lourmel
75015 PARIS

En préambule, il est important de préciser que l'A.P.S. n'a aucun objectif de recherche en Archéologie et les lignes qui vont suivre ne sont donc qu'un exposé exhaustif des quelques découvertes fortuites qui ont été faites lors des explorations spéléologiques. Malgré une incompétence certaine, il est nécessaire de présenter nos observations aussi précisément que possible afin qu'elles puissent être convenablement exploitées par les archéologues.

Cette année, les explorations des grottes thaïlandaises n'ont donné lieu, à aucune remarque d'ordre archéologique et les trouvailles qui vont être relatées concernent toutes Sulawesi.

Une première découverte a été faite par Lucienne D., Didier R., et Philippe L. lors d'une prospection dans le secteur de Lealeang. Guidés par des enfants, à l'entrée de la grotte de Gua Sampeang 1, nous avons constaté que les parois du porche (et de quelques abris sous roche voisins) sont couvertes de dessins et graffiti divers. Certaines de ces figures tracées en noir (charbon de bois ?) paraissent être anciennes. Elles sont souvent très effacées et localisées dans les parties hautes des parois ou au plafond, en des points souvent difficiles d'accès. Elles représentent principalement des anthropomorphes et des zoomorphes plus ou moins schématiques (fig. 1). Aucune main négative n'a été observée.

Figure 1.- Quelques unes des figures pariétales du porche d'entrée de gua Sampeang 1 (d'après une photographie).
Echelle approximative : 25 cm.



Malheureusement, sachant, sans plus de précision, que dans ce secteur plusieurs grottes ornées étaient déjà connues et bien étudiées, nous n'avons pas cru utile de réaliser un relevé qui aurait nécessité beaucoup de temps et qui risquait de reprendre un travail déjà effectué. Or, l'étude de la littérature a montré a posteriori que Gua Sampeang 1 n'était pas connue. Il est stupéfiant de constater que le porche de cette grotte situé très exactement à mi-chemin entre les cavités d'Ulu Leang et celles de Leang Burung (fig. 2) n'a pas été vu par les

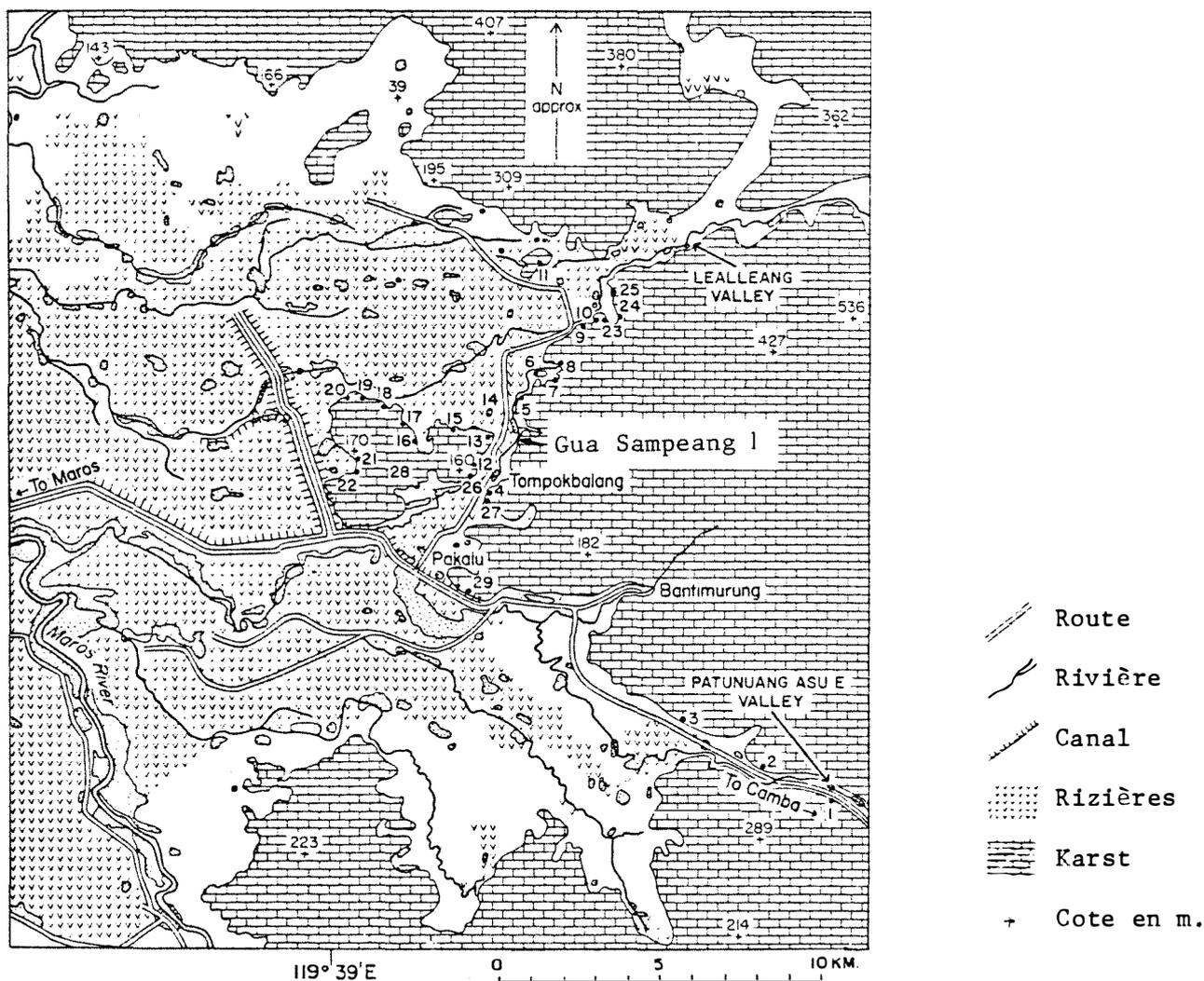


Figure 2.- Carte de répartition des sites archéologiques reconnus dans la région de Maros, et localisation de gua Sampeang 1 (d'après Glover, 1981).

- | | | |
|---------------------|----------------------|---------------------------|
| 1 Leang Kerassa | 11 Lambatorang | 21 Leang Boddong |
| 2 Leang Saripa | 12 Leang Timpusang | 22 Leang Puang Changoreng |
| 3 Leang Djarie | 13 Leang Garopa | 23 Leang Tinggi Adat |
| 4 Leang Burung 1 | 14 Bulak Sunkut | 24 Leang Alebbireng |
| 5 Ulu Leang | 15 Balik Mukan | 25 Leang Wanua |
| 6 Leang Paja | 16 Leang Cabuk | 26 Leang Bembe |
| 7 Leang Ellepusae | 17 Leang Tandri | 27 Leang Burung 2 |
| 8 Ulu Wae | 18 Leang Balang | 28 Batu Leattjabuk |
| 9 Leang Pattae | 19 Leang Pacce | 29 Leang Lampo |
| 10 Leang Petta Kere | 20 Leang Bulak Batua | |

différentes équipes d'archéologues ayant étudié ces deux sites qui sont aujourd'hui les mieux connus de Sulawesi. La galerie de Gua Sampeang 1 débouche en falaise de l'autre côté de la colline, après un parcours souterrain d'environ 350 m, entrecoupé par deux vastes avens d'effondrement (cf. topographie dans le chapitre 6). Or, en deux endroits, nous avons découvert à même le sol, des fragments de poterie qui n'auraient pas échappés à des archéologues s'ils avaient visité cette grotte. Ces éléments recueillis ont permis de restaurer partiellement deux vases (1). L'un est une poterie noire, fine et tournée dont la facture ne semble pas ancienne du tout. Par contre l'autre aux parois épaisses et non tournées, présente un aspect beaucoup plus archaïque (2). Il s'agit d'une large jatte d'environ 25 cm de diamètre et 9,5 cm de haut, de forme irrégulière, à fond aplati, avec un rebord légèrement élargi, plat et souligné par un sillon grossier sur la face externe (fig. 3). En outre, dans les deux porches et en différents points de la galerie, se trouvent des remplissages qui mériteraient d'être sondés et plus particulièrement dans la vaste salle de l'entrée nord, au sol parfaitement plan qui paraît très propice à l'établissement d'habitat (2). On y observe d'ailleurs des restes de murettes en pierre sèche. Aucune fouille clandestine n'a été observée et gua Sampeang 1 pourrait donc présenter un grand intérêt pour l'Archéologie indonésienne.



Figure 3.- Fragment d'une jatte recueillie dans la galerie de gua Sampeang 1 ; diamètre d'environ 25 cm - Photo P.L.

Le même jour, la prospection poursuivie dans la petite vallée au flanc de laquelle débouche la galerie de Gua Sampeang 1, nous a permis de faire quelques observations de moindre importance se rapportant plus au domaine ethnographique qu'à l'archéologie mais qui nous semblent intéressantes à signaler.

Tout d'abord dans un petit abri sous roche, nous avons remarqué, gravées sur le sol, deux ou trois marelles en forme d'"Union Jack". Cependant, ces lieux étant momentanément occupés par une famille venue s'abriter pour la sieste, l'examen complet du site n'a pas pu être réalisé et encore moins un relevé. Rappelons que ce type de figure constitue un thème fréquent dans l'art schématique rupestre européen et il est amusant de constater cette convergence.

Enfin, à quelques centaines de mètres de là, dans des petits abris sous roche situés à la base du flanc sud de la vallée, nous avons découvert une curieuse série de modelages en argile crue. Etaient ainsi figurés en miniature : des personnages et du mobilier, et surtout de nombreuses rondelles présentant des décors pointillés (fig. 4), qui bien que beaucoup plus frustrés, rappellent les pièces découvertes dans le site de plein air de Kalumpang (centre-ouest de Sulawesi) (Heekeren, 1972). On peut également rapprocher les figurines d'une petite tête modelée en argile crue trouvée à Ulu Leang 2 (Glover, 1976).

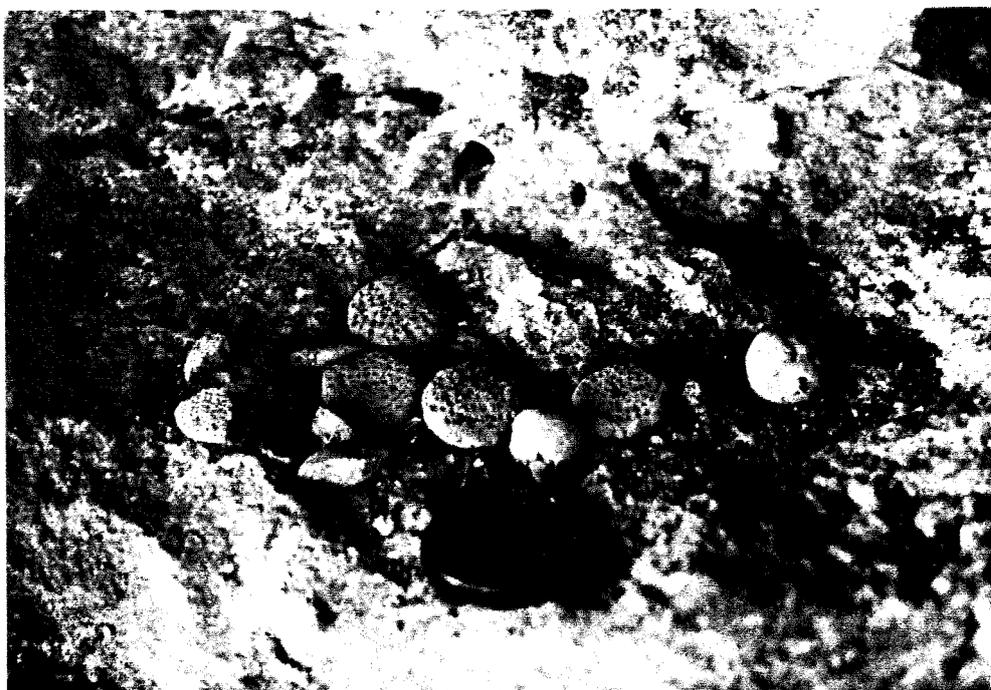
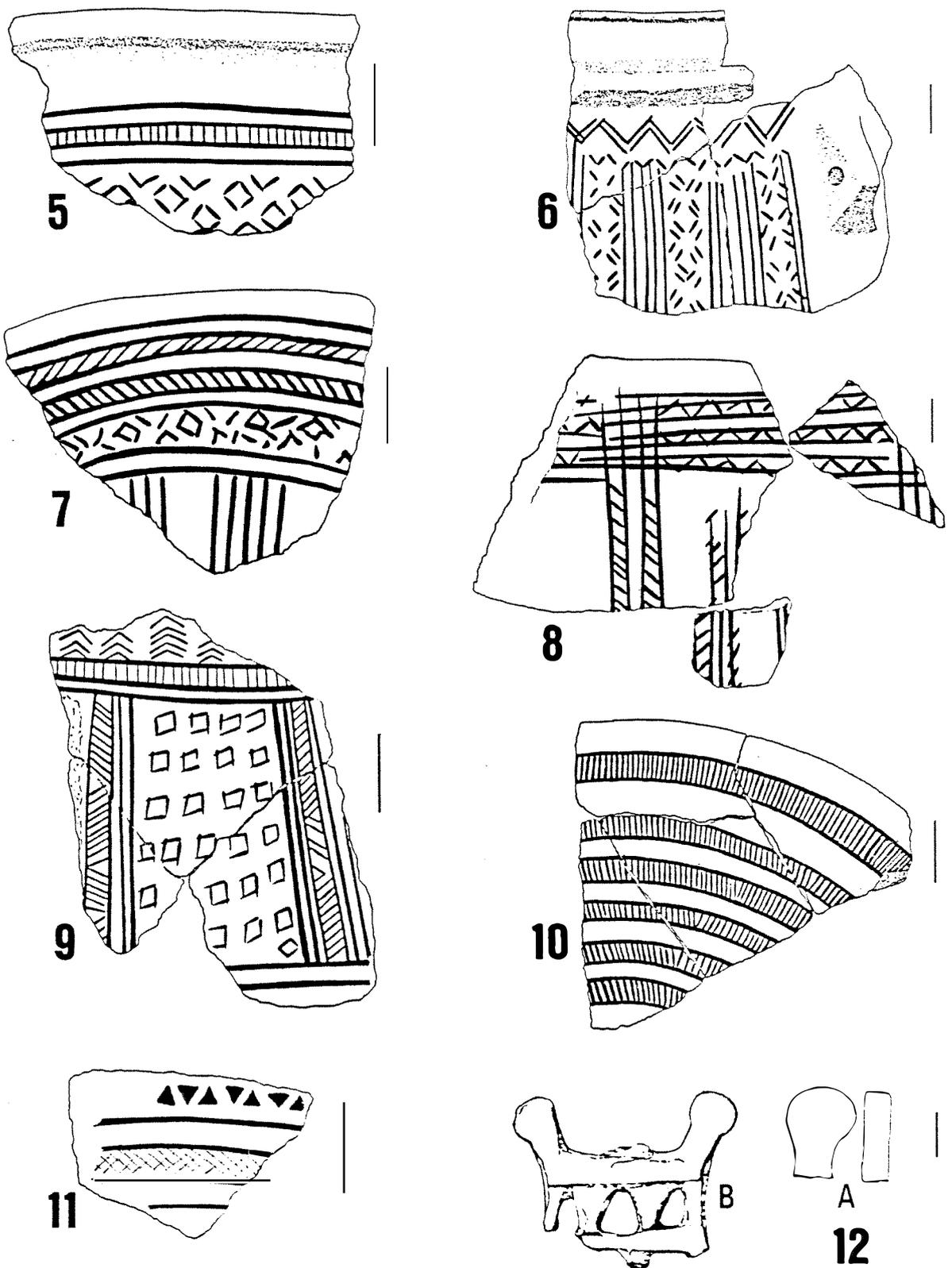


Figure 4.- Rondelles en argile crue avec impressions de pointillés découvertes dans un abri sous roche près de gua Sampeang 1 (le cache-objectif donne l'échelle) - Photo D.R.

La seconde découverte a été faite par Anne B., Louis D. et Philippe L. lors de prospections réalisées dans la région de Malawa au nord-nord-est de Camba. Nous avons été conduits par un villageois jusqu'à un ensemble de petits porches s'ouvrant dans une modeste falaise, sur la rive droite de la rivière Salo Batupute à environ 1 km en amont de Malawa : les grottes de Mangana (boyaux d'environ 100 m de développement total). Or, en explorant une première galerie étroite et basse, nous avons découvert à même le sol, plusieurs tessons de poterie dont de nombreux étaient décorés. Nous avons remarqué que ces vestiges provenaient d'un petit boyau remontant, et en suivant celui-ci nous avons pu accéder au fond du vestibule d'un second porche s'ouvrant dans la falaise. Le boyau que nous avons suivi constitue, en fait, le conduit d'une sorte d'entonnoir de sous-tirage ayant entraîné une partie des dépôts de l'étage supérieur. Les couches archéologiques ainsi révélées montrent que le remplissage est peu important en volume, mais par contre, il semble être d'une très grande richesse en céramique. Des vestiges osseux ont également pu être observés ainsi que des couches cendreuses (?). Excepté dans la zone de l'entonnoir, les dépôts sont scellés en surface par des croûtes stalagmitiques. Il est difficile de préciser s'il s'agit là d'un habitat ou d'un site d'inhumation (2). Lors de cette brève visite, aucune peinture pariétale n'a été remarquée.



Figures 5 à 12A.- Quelques-uns des tessons de poteries décorés recueillis dans gua Mangana (dessinés d'après photographies) (les traits d'échelle représentent 2cm) - Figure 12B.- pièce en terre cuite recueillie à Ulu Leang 2 (d'après Glover, 1976).

Un échantillon de poteries décorées a été réuni à partir des tessons tombés dans la galerie inférieure et dans le boyau (fig. 5 à 13)(1). On y trouve des décors imprimés, incisés et excisés sur pâte molle, et, beaucoup plus rarement, gravés sur pâte dure ou cuite. Ces derniers (fig. 11) montrent parfois des traces d'un enduit blanchâtre demeuré dans les creux. Les rebords peuvent être à bords droits, ou à lèvre ourlée externe (fig. 5). Le seul moyen de préhension collecté est constitué d'un téton vertical de forme triangulaire perforé, horizontalement (fig. 6). Ce même tesson porte en outre un cordon de section trapezoïdale.

En première analyse, la poterie de gua Mangana présente une majorité de décors imprimés formant des bandeaux hachurés, des chevrons, des carrés et souvent des carrés encadrés de chevrons (fig. 5 à 9). Un tel style ne semble pas encore avoir été signalé à Sulawesi. Par contre quelques autres éléments se rapprochent très nettement de certaines des poteries découvertes à Ulu Leang 2 (Mulvaney & Soejono, 1970 ; Glover, 1976). Cette analogie est essentiellement marquée par un fragment de vase à carène vive ornée d'un feston crénelé et décoré de bandes d'impressions parallèles de test d'Arca (fig. 13 a et b). Un autre élément de comparaison est fourni par un fragment en terre cuite (fig. 12A) qui pourrait faire partie d'une pièce plus complexe semblable à celle découverte à Ulu Leang 2 (fig. 12B). Enfin, les tétons triangulaires à perforation horizontale se retrouvent également dans les deux sites.

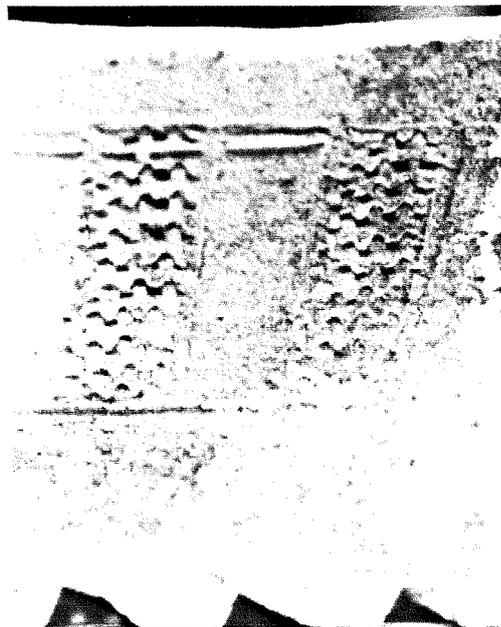
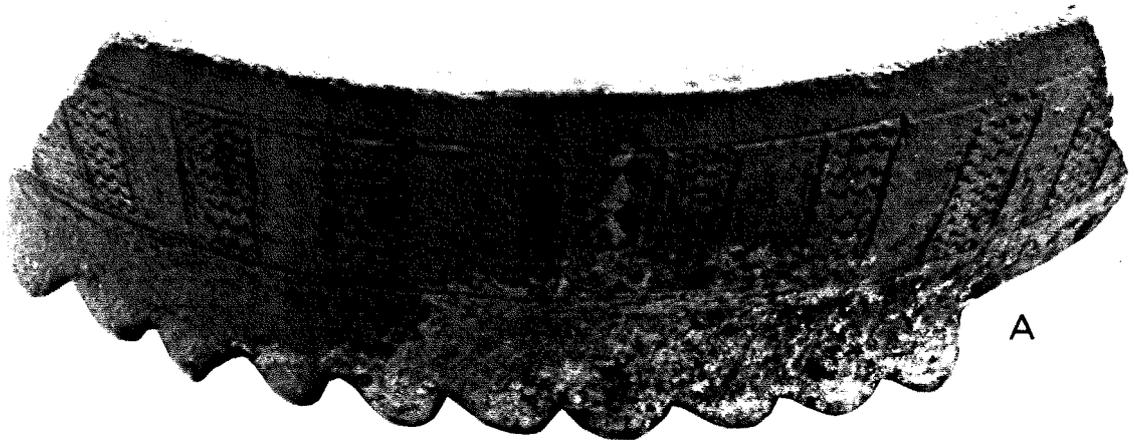


Figure 13.- A: Fragment de poterie à carène ornée d'un feston crénelé, et décoré d'impressions de test d'Arca (échelle : 5cm) - B: Détail du décor - Photo P.L.

Sans autres informations que les quelques données typologiques dont nous venons de faire état, il est hors de question d'envisager la datation des poteries de gua Mangana. Tout au plus l'aspect général du gisement et l'absence de céramique d'origine chinoise (qui reste à confirmer) peuvent laisser supposer une relative ancienneté des dépôts (2). Signalons, pour mémoire, que dans Ulu Leang 1, les datations C14 ont montré que la poterie apparaît aux environs de 3800 B.C. (ANU-394 5740 \pm 230 B.P.) (Ellen & Glover, 1974) mais sans plus de précisions.

Il est intéressant de rappeler que c'est au sud de Camba, près de Lamontjong, que les frères Sarasin découvrirent au cours de leur expédition de 1902-1903 les tribus Toala, dont plusieurs groupes vivaient encore à cette époque dans des entrées de grotte ou des abris sous roche (Sarasin & Sarasin, 1905). Les fouilles qu'ils réalisèrent dans certains de ces sites mirent en évidence des couches d'occupations préhistoriques riches en éléments lithiques originaux permettant de définir un faciès culturel Toalien. Plusieurs phases ont pu être caractérisées : depuis un Toalien ancien daté d'environ 6000 B.C. (Bellwood, 1986), jusqu'à un Toalien récent. Cette dernière phase marquée par l'apparition de la céramique est beaucoup plus mal positionnée dans le temps d'autant que cette tradition culturelle semble avoir perduré jusqu'à une époque assez proche notamment chez les tribus Toala. Malheureusement on ne sait que très peu de choses sur les collections de poteries recueillies par les frères Sarasin ou leurs successeurs. Il est raisonnable d'espérer que la fouille du gisement de gua Mangana pourrait apporter d'intéressantes informations sur les niveaux céramiques de cette culture.

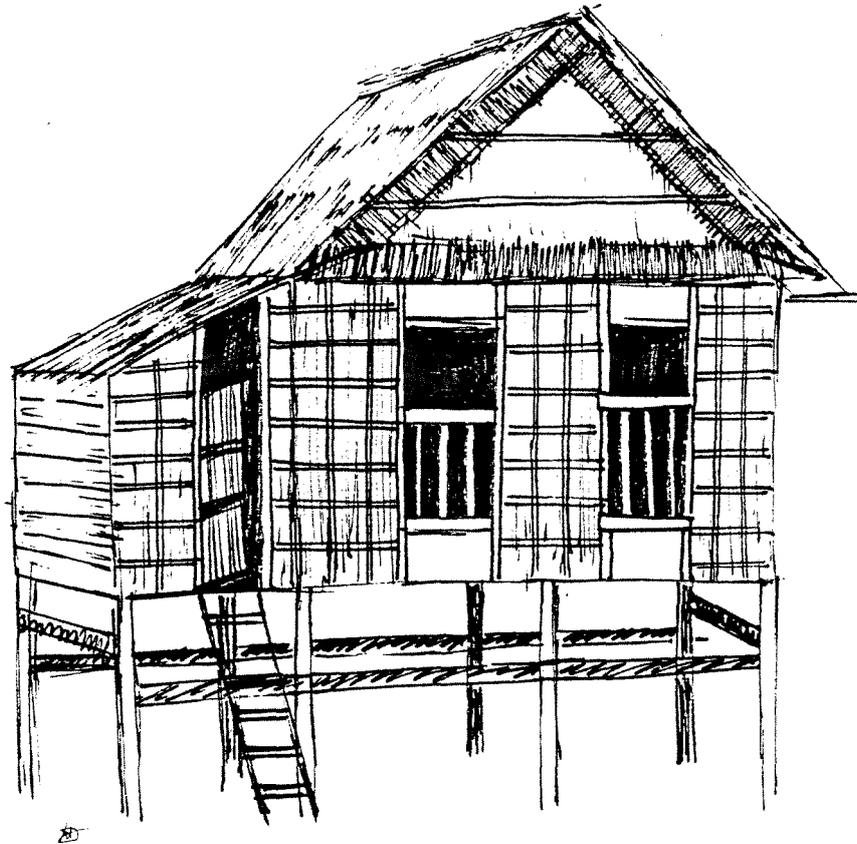
(1) L'ensemble des poteries recueillies à Gua Sampeang 1 et Gua Mangana a été déposé à Ujung Pandang où David BULBECK du Département de Préhistoire et d'Anthropologie de l'Université de Canberra en Australie, a entrepris leur étude.

(2) D'après D. BULBECK (communication personnelle) :

- a) Les poteries de gua Sampeang 1 sont récentes et la grotte ne présenterait pas d'intérêt archéologique particulier (ce qui semble étonnant si on considère la densité des sites dans ce secteur - cf. fig. 2 - P.L.)
- b) Les poteries de gua Mangana appartiendraient d'après leur style au premier âge des métaux indonésien (début de l'ère chrétienne) et il s'agirait d'une grotte sépulcrale.

BIBLIOGRAPHIE :

- Bellwood, P., 1986.- Prehistory of the Indo-Malaysian Archipelago - Academic Press, Sydney.
- Ellen, R.F., Glover, I.C., 1974.- Pottery manufacture and trade in the central Moluccas, Indonesia : the modern situation and the historical implications - Man (N.S.), 9 : 353-379.
- Glover, I.C., 1976.- Ulu Leang cave, Maros : a preliminary sequence of post-pleistocene cultural development in South Sulawesi - Archipel, 11 : 113-154.
- Glover, I.C., 1981.- Leang Burung 2 : an upper paleolithic rock shelter in South Sulawesi, Indonesia - Mod. Quat. Res. S.E. Asia, 6 : 1-38.
- Heekeren, H.R. van, 1972.- The stone age of Indonesia - M. Nijhoff, The Hague (2nd ed.).
- Mulvaney, D.J., Soejono, R.P., 1970.- The Australian-Indonesian archeological expedition to Sulawesi - Asian Perspectives, 13 : 163-178.
- Sarasin, P., Sarasin, F., 1905.- Reisen in Celebes ausgeführt in den Jahren 1893-96 und 1902-03 - C.W. Kreidel Verlag, Wiesbaden.



Maison Bugis à Lealleang (Sulawesi)

16. RAPPORT MÉDICAL

Anne BEDOS
20, rue de l'Allier
31200 TOULOUSE

Summary : few medical problems disturbed our expedition, except in Indonesia where two persons were out of work during about two weeks : one with a severe leptospirosis and an other with an unidentified tropical illness. Three persons had to require local doctors but all the others could treat their little ailments with the few ordinary medicines that we brought with us. Nevertheless it seems to be quite useful to make systematic analyses after tropical travel, therefore any concealed disease can be detected as ankylostoma this time.

L'expédition Thaï-Maros 86 s'est déroulée sur trois mois, juin en Thaïlande en saison des pluies, juillet-août en Indonésie en saison sèche. De petites équipes se sont succédées (au total 13 personnes), ne nécessitant donc pas une organisation médicale collective. Aussi chacun s'est occupé de sa propre protection, avec pour modèle l'expérience de Thaï-Maros 85.

*Assurances et vaccinations

Outre une assurance d'assistance internationale nous avons jugé indispensable d'être pourvus de la vaccination anti-tétanos-polio; de plus étaient recommandés les vaccins contre l'hépatite B, les méningites à méningocoques de sérotypes A et C, et éventuellement le choléra; certains ont préféré une injection d'immuno-globulines.

*Prévention contre le paludisme

La prévention contre le paludisme voyant son protocole sans cesse modifié en raison des problèmes de résistance, chaque médecin a préconisé une prophylaxie particulière. Tous sont néanmoins d'accord pour utiliser de façon systématique la Nivaquine en association avec un autre produit:

-la Paludrine, soi-disant disponible sur place, mais en pratique parfois introuvable;

-le Fansidar : bien que déconseillé il a été utilisé faute de mieux;

-la Méfloquine, qui semble être la plus efficace actuellement, n'était pas commercialisée lors des premiers départs; plus tard on apprendra que son utilisation doit être réservée à des fins curatives ...

Aussi avons-nous généralement adopté les schémas prophylactiques suivants (cf. Tab.16.1.):

- Nivaquine + Fansidar dans le sud de la Thaïlande et à Halmaera;
- Nivaquine + Paludrine dans le nord de la Thaïlande (zone à haut risque);
- Nivaquine + Lariam (=Méfloquine) à Sulawesi pour ceux qui avaient séjourné en Thaïlande;
- Nivaquine seule pour ceux qui sont venus directement à Sulawesi où le risque est moindre.

Et cela à compter du jour du départ et durant un à deux mois après le retour.

	Thaïlande sud	Thaïlande nord	Sulawesi après Thaïlande	Sulawesi seulement	Halmahera
Nivaquine	1cp/jour	1cp/jour	1cp/jour	1cp/jour	1cp/jour
Fansidar	1cp/semaine				1cp/semaine
Paludrine		2cp/jour			
Lariam			1cp/semaine		
	début juin	fin juin	juillet	juillet -août	août

Tab.16.1. Différents protocoles antipaludéens adoptés.

Cette protection s'est révélée efficace puisque nous n'avons eu à déplorer aucun cas de paludisme.

*Pharmacie

Chacun a donc emporté sa pharmacie personnelle. Outre des médicaments homéopathiques variés, la liste standard suivante a été adoptée:

- antipaludéens: Nivaquine, Fansidar ou Lariam
- antalgiques: Aspirine (Aspégic), Paracétamol (Doliprane)
- antidiarrhéiques: Ercéfuryl, Imodium, Flagyl, Intérix
- antibiotiques à large spectre: Agram, Bristopen ou Erythrocline
- pommades: Cétavlon, Phénergan, Nifluril, Daktarin, Auréomycine
- divers: Hydroclonazone, Collyres, Vitamines, Somnifères légers
- matériel à pansements: antiseptique local, biogaze, pansements individuels, compresses stériles, coton, sparadrap, bandes, ciseaux.



Une pharmacie complémentaire a été tout de même prévue par "l'infirmière de service" en cas de problèmes importants:

- antipaludéens:Quinimax,Vibramycine
- antalgiques forts:Propofan,Baralgine et Viscéralgine injectables
- antihistaminique:Polaramine
- antiinflammatoire:Surgam
- antiémétique:Primpéran
- corticoïdes injectables:Soludécadron
- anticoagulant injectable:Calciparine
- seringues et aiguilles
- Aspivenins et garrots
- thermomètres
- pinces,lames de bistouri
- Stéristrip,Elastoplast,Méfix

De ce complément,nous n'avons utilisé que du Primpéran,une injection de Soludécadron,Aspivenins et thermomètres.Nous avons manqué de stimulants intestinaux et de poudres antiparasites.



*Précautions

Sur place nous avons pris un maximum de précautions visant à limiter les risques propres à la vie en milieu tropical.

-Boisson:eau hydroclonazonnée ou bouillie,bouteilles capsulées,pas de glace,apports liquidiens en quantité suffisante,éventuellement adjonction de Nergisport.

-Alimentation: plats bien cuits,pas de légumes crus,fruits pelés,conserves avec dates de péremption non dépassées !

-Hygiène : désinfection systématique des moindres petites plaies.

-Vêtements: fibres synthétiques évitées,chapeau,manches longues (contre moustiques et plantes),chaussures fermées,guêtres.

-Exploration: pas de risques inutiles dans la progression en cavités(le S.S.F. n'est pas encore développé en Asie du sud-est !!).Attention toute particulière au gaz carbonique (Thaïlande),aux serpents,aux chauves-souris (rage?),au guano(histoplasmosé?).

*Pathologies

Malgré tout cela, plusieurs membres de l'expédition ont eu leurs activités perturbées par des problèmes de santé plus ou moins sérieux (cf.Tab.16.2.)

Problèmes	Nombre de cas		Traitements
	Thaïlande (1 mois) 7 personnes	Indonésie (2 mois) 10 personnes	
Leptospirose	-	1	Chloroquine!
Affection tropicale non déterminée	-	1	non communiqué
Angines	-	2	Antibiotiques
Bronchite	-	1	Antibiotiques
Intoxications au CO2	7	-	-
Dengue (?)	1	-	Aspégic
Diarrhées	2 ou 3	1	Ercéfuryl, Inté trix
Constipation	-	2 ou 3	-
Ankylostomoses	-	2	Fluvermal
Piqûres d'insectes	nombreuses	nombreuses	Aspivenin, Phénergan, corticoïdes
Desquamation des pieds	1	1	Cétavlon
Blessures	1		Bétadine

Tab.16.2. Problèmes ayant affecté la santé des membres de l'expédition.

1. Cas de leptospirose à Sulawesi

L.D. fut brutalement pris d'une forte fièvre (40°C) avec céphalées, myalgies, toux, nausées et vomissements. Cela dura 5 jours avec alternance de périodes de rémission et de périodes de rechutes fébriles avec hallucinations. Toutes sortes de médicaments furent essayés en vain (homéopathiques, antibiotiques, vermifuge violent) jusqu'à ce qu'un médecin anglais tentât tout simplement l'administration de chloroquine à forte dose qui fit tomber la fièvre très rapidement; ce tableau clinique nous fit croire à une attaque de palu, non envisagée jusque là du fait de la complexité des symptômes. Il s'en suivit une nette amélioration, grâce aussi à l'hospitalité de Greg Henderson (cf photo). Toutefois il persistait une asthénie extrême tant physique que morale (tendance dépressive), une anorexie (7 kg perdus et il n'était déjà pas bien gros!) et enfin des vertiges. Tout ceci contraignit le convalescent à précipiter son retour.

Par la suite, les analyses révélèrent l'existence d'une leptospirose.

2. Cas un peu analogue à Sulawesi (pas de diagnostic faute d'analyses)

Quelques jours après, J.P.M. fut à son tour dans l'incapacité de bouger de son lit avec de la fièvre et des nausées surtout : il s'alimentait seulement avec des jus de fruits. Au bout d'une semaine un médecin d'Ujung Pandang le remit sur pied (aux dires du patient, du rouge dans une fesse, du vert dans l'autre ...) J.P.M. était bien amaigri et affaibli mais trois jours plus tard il gambadait sur les volcans de Java!

3. Angines et bronchite

A son arrivée chez Claude Mouret à Jakarta, Lu.D. dut faire appel à un médecin indonésien pour traiter une mauvaise angine par antibiotiques. A Halmahera, M.B. traita aussi une angine à l'Agram et P.B. une bronchite au Bristopen.

4. Intoxications au gaz carbonique

Dans plusieurs grottes de Thaïlande (Tham Sai Yok Noi, T.Rawa, T.Nam, T.Hud, T.Nam Ru Hoa Koa...), nous fûmes tous plus ou moins intoxiqués par le gaz carbonique, avec des réactions variables suivant sa concentration, la durée d'exposition et la physiologie de chacun. Le questionnaire utilisé en 1985 (Deharveng et Bedos 1986) a fourni en 1986 des données supplémentaires grâce aux réponses des quatre nouveaux participants.

Tous ont ressenti des maux de tête légers qui ont persisté généralement dans la demi-heure suivant l'exploration et qui se sont atténués pour disparaître au bout de 1 à 3 heures. L'un d'eux a noté une "sensation d'oppression au niveau des tempes et de la cage thoracique". Tous ont eu des difficultés à respirer avec hyperventilation, aggravée lors d'efforts plus intenses, tels que le passage d'un laminoir. A Tham Hud où la pCO₂ atteignait 5% (cf. chap.9), deux d'entre nous durent sortir rapidement. Le CO₂ n'eut pas pour seul effet de rendre F.S. "dreamy", il provoqua aussi chez lui nausées et vomissements.

5. Cas présumé de dengue dans le nord de la Thaïlande (Sop Pong)

A la suite de cette intoxication au gaz carbonique, F.S. dut prendre un repos de 3-4 jours, en raison de fièvre, céphalées, myalgies, diarrhées... En une semaine, son état s'est amélioré avec Aspégic et... potages-minutes. Cela nous fit évoquer la dengue qui avait affecté trois participants de Thaï 85 dans la même région. Mais a posteriori, il ne faut pas exclure l'éventualité d'une intoxication prolongée due au CO₂, d'autant plus que la même mésaventure lui arriva après exploration de Tham Sai Yok Noi (pCO₂ 5%).

6. Troubles digestifs

La cuisine locale déclencha occasionnellement de brefs épisodes diarrhéiques sans gravité, cédant à l'Ercéfuryl ou à l'Intétrix. Seul R.B., à la fragilité intestinale connue, fut plus gêné.

Par contre le régime monotone de Bantimurung provoqua chez certains une constipation pour laquelle nous n'avions prévu aucun traitement. Achat de Dulcolax à Ternate.

Des analyses de selles effectuées au retour mirent en évidence la présence d'oeufs d'ankylostomes chez A.B. et L.D.; en effet ce dernier avait présenté, en même temps que sa leptospirose, une toux sèche quinteuse qui nous avait alors alarmés. Ces oeufs furent éliminés au Fluvermal.

7. Piqûres d'insectes et autres vermines

A défaut de morsures de serpents, l'aspivenin fut utilisé à deux reprises pour des piqûres d'hyménoptères en forêt de Bantimurung (P.L. et F.B.); F.B. jugea même préférable de pratiquer une injection de corticoïdes. Autre problème de la prospection: les morsures de fourmis arboricoles. Les piqûres de moustiques provoquèrent de petites réactions allergiques chez V.B. qui se défendit tant bien que mal à coups de "repellent". Dans Tham Lot, de petites punaises dissimulées dans nos vêtements

nous piquèrent jusqu'à ce que nous ayons pu nous en débarrasser, après plusieurs heures de chasse. Enfin sur la literie du fameux hôtel de Bantimurung, nous fûmes pris de démangeaisons laissant suspecter la présence d'acariens pourtant invisibles; seul moyen de lutte : le Phénergan.

8. Problèmes de locomotion

On peut aussi signaler, à l'arrivée en Thaïlande, l'apparition d'œdèmes des extrémités, bien connus de ceux qui sont sujets à des troubles circulatoires (A.B., D.D.); ils se résorbèrent en 2-3 jours. Peu après, D.D. s'étonna de voir ses pieds se desquamier entièrement, comme suite à des phlyctènes géantes mais heureusement non douloureuses; traitement par bain d'eau de mer à Phuket. A Halmahera, F.B. fut bien davantage handicapé dans sa progression souvent aquatique par un problème du même ordre (desquamation des pieds), qui fut amélioré par du Cétavlon et une journée de séchage à l'air libre.

9. Plaies

En région tropicale, les plaies ont généralement tendance à s'infecter. Cependant, en ce qui nous concerne, elles ont toujours bien cicatrisé après application d'antiseptique, même chez D.D., sujet à des chutes particulièrement fréquentes et spectaculaires!

*Conclusion

Finalement, les problèmes d'ordre sanitaire rencontrés lors de Thaï-Maros 85 furent tout à fait bénéfiques pour l'expédition suivante. Nous connaissions exactement les précautions à prendre et de ce fait nous avons pu limiter les pharmacies au strict nécessaire. Les médicaments usuels se sont avérés suffisants puisque pour les cas sérieux il était prévu de mettre à contribution les médecins locaux avec leurs moyens.

En cas de problème plus grave, la question d'une assistance internationale reste posée. Le rapatriement sanitaire est évidemment plus difficile si l'on se trouve loin d'une grande ville.

Enfin nous ne saurions trop recommander l'utilité de faire pratiquer des analyses systématiques au retour du voyage afin de déceler une pathologie souvent masquée (mais aussi pour la rédaction du rapport médical....)

Il faut surtout préciser aux futurs explorateurs que les vingt-cinq participants aux deux expéditions sont à ce jour en grande forme (à part L.D. atteint de grippe....asiatique??) et prêts pour un prochain voyage!

Bibliographie

- BUCHAN J., 1982-Medical report-In Mulu'80 Expedition. Cave Science 9(2): 72-75.
- DEHARVENG L. et BEDOS A., 1986-17. Gaz carbonique-In Expédition Thaï-Maros 85 : 144-152, éd. A.P.S. Toulouse.
- HAMILTON K. et VRANA A., 1986-Medical Report-In caves of north-west Thailand-Report of the Australian Speleological Expeditions, 1983-1986 : 50-51, ed. J. Dunkley et J. Brush, Sydney.
- VIDAL D., 1986-A6. Rapport médical-In Expédition Thaï-Maros 85: 208-211, éd. A.P.S. Toulouse.

17. SULAWESI ET HALMAHERA : RENSEIGNEMENTS PRATIQUES

Patrick et Michèle BROUQUISSE
7, rue François Coppée
38000 GRENOBLE

Summary : useful information for travelling in Sulawesi and Halmahera.

Nous nous limiterons à donner les éléments concernant les Moluques et quelques compléments d'information pour Sulawesi (cf rapport Thaï-Maros 85).

AUTORISATIONS

Pas d'autorisation officielle à réclamer pour aller dans les Moluques, si ce n'est que les déplacements ,départ-arrivée dans chaque ville et village, doivent être signalés aux autorités locales, police, service d'immigration ou équivalent (il faut savoir que nous avons failli ne pas pouvoir rentrer de Ternate au retour à cause d'un malentendu entre les autorités et le manager de notre hôtel!)

Ternate : signaler son passage au poste de police et au service d'immigration, formalité contraignante, mais qui se passe souvent dans une ambiance bon enfant et se termine par une photo de famille.

Halmahera : Etant donnée la fréquentation touristique quasi inexistante, (à Weda et Sagea, nous étions les premiers français depuis 40 ans, départ des hollandais ; les gens du village avaient vu 2 américains et un espagnol!!!) la personnalité à voir est le chef du village ou d'arrondissement "Kepala desa" ou "Kepala daera".

Il faut savoir que les autorités nous ont imposé 4 guides pour notre "sécurité" pendant notre périple sur Batulubang. Nous voir venir de l'autre côté de la terre pour aller s'enfermer dans des grottes, peut leur poser quelques problèmes métaphysiques d'où leurs hésitations à nous laisser partir seuls.

BANQUES

* BANK DUTA à Ujung Pandang (taux de change août 86 : 1FF = 155 Rp)
accepte : voyageurs chèques en FF, en \$ et carte VISA (telex + délai
d'attente environ 1h30) Lundi à vendredi : 8h30-15h, Samedi : 8h30-12h

* THE BANK OF TOKYO Ltd ,Jakarta Office (taux de change août 86 : 1FF =
159 Rp).Accepte voyageurs chèques en FF, en \$

TRANSPORTS

*Bateau UJUNG PANDANG-TERNATE via BITUNG (MANADO)

Cie PELNI LINE JLN E. MARTADINATA

Prendre son billet directement à la PELNI LINE nécessite une patience et un courage hors du commun : immense salle sombre, grouillante, où des centaines de personnes font la queue des heures pour avoir leur billet (avec un service d'ordre musclé). Pour quelques roupies de plus, on peut passer par une agence (ex : agence Ardath Jln Nusantara à Ujung Pandang).

Départ 26 juillet à 22h , arrivée 29 juillet à 10h, soit 2 jours et 3 nuits, dont 1 jour d'escale à BITUNG.

Paquebot UMSINI, un départ par semaine le samedi.

Tarifs: 47500 Rp en classe 4, 56700 en c.3, 70400 Rp en c.2.

En classe 4, cabine de 8 personnes confortable, hommes et femmes séparés. Rajouter une commission d'agence, 12900 Rp pour la classe 4.

Le bateau doit mettre environ 9 jours pour aller de JAKARTA à JAYAPURA via SURABAYA, UJUNG PANDANG, BITUNG, TERNATE, SORONG. Il existe 3 autres bateaux : le KAMBUNA fait aussi JAKARTA-JAYAPURA via KALIMANTAN.

*TERNATE-WEDA Bateau : ENGGAN, double le sud de l'île et remonte sur WEDA, continue et dessert GOTOWASI.

*TERNATE-PAYAHE Départ du BASTIONG (de Ternate). 3 fois par semaine à 6h du matin, durée du trajet 6h , escales à TIDORE et PULAU WODA. Arrivée à PAHAYE vers 11h 30. Prix : 5000 Rp aller-retour. Renseignements au "Bastiong" à 5 mn en Petepete du centre ville (200 Rp).

*PAYAHE-WEDA : 25 km à pied sur une piste, 5 à 7h.

*WEDA-SAGEA : charteriser une pirogue à moteur, prix 70000 Rp aller-retour pour 3 personnes, on doit pouvoir y prendre place à 5 avec armes et bagages.

*TERNATE-UJUNG PANDANG : par avion, petit bi-moteur de 40 places, Cie BOURAQ, escales à MANADO, GORONTALO , PALU , UJUNG PANDANG, 6h de voyage; prix : 125400 Rp dont 1700 Rp de taxe d'aéroport pour l'aller simple.

*MAROS- RANTEPAO : bus "LIMAN EXPRESS" , de jour MAROS départ 8h, RANTEPAO à 17h, si tout se passe bien ! Retour possible de nuit, RANTEPAO départ 19h, MAROS 4h du matin. Prix 3500 Rp aller simple.

*JAKARTA-UJUNG PANDANG : par avion, Cie GARUDA, vols tous les jours; en été s'y prendre à l'avance, sinon tenter le stand by! Sur MANDALA et MERPATI tout était déjà retenu pour 15 jours début juillet. Vol direct, 2h 30, prix 138600 Rp dont 2300 de taxe d'aéroport pour l'aller simple.

Au retour nous avons pris un vol de la Cie MANDALA ,escale à SURABAYA 3h 30 à 4h de vol + escale ,prix 102600 Rp avec taxe.

*BRUXELLES-JAKARTA : Cie GARUDA, prix aller-retour 5180 FF dont 140 F d'assurance annulation, non obligatoire. Pour le retour, prévoir 6000 Rp de taxe d'aéroport. Navette aéroport Bruxelles-gare Bruxelles Nord 70 FB.A JAKARTA prévoir 2000 Rp pour se rendre à l'aéroport depuis la station de bus de Gambir, après 6h taxi plus cher!

BAGAGES

Pour JAKARTA-UJUNG PANDANG par la GARUDA le surplus a été taxé, 35 kg de surcharge à cinq : 1700 Rp par kg d'excédent. Par contre pour le retour JAKARTA-BRUXELLES, à trois, 73 kg acceptés en soute, plus nombreux bagages à main, GARUDA toujours.

Consigne au terminal A ,lignes internationales, de l'aéroport de JAKARTA : 1000 Rp par valise et par jour.

HEBERGEMENT

*WISMA BANTIMURUNG : 6000 Rp la chambre pour 2 personnes,possibilité d'y dormir à 3, moyennant un supplément.Rapport service/prix très moyen mais situé face au karst, alors....

*WISMA TANA BUA à RANTEPAO : 5000 Rp/jour + 10% de service avec café compris.

*HOTEL SAMUDERA à TERNATE : 5000 Rp par personne pour une chambre à 3 lits, + 10% de service, petit déjeuner compris.

ALIMENTATION

- WARUNG "CHEZ BIBI" * * * Dans un cadre très typique, le chef vous proposera une cuisine javanaise très fine. Nous vous recommandons particulièrement le "nasi goreng façon grand-mère".Pour le canard, grande spécialité de l'endroit,prévoir longtemps à l'avance votre commande.Très abordable, le premier menu est à 850 Rp.

-Ailleurs à Bantimurung, quelques restaurants * sans grand intérêt 1000 à 1250 Rp selon les menus.

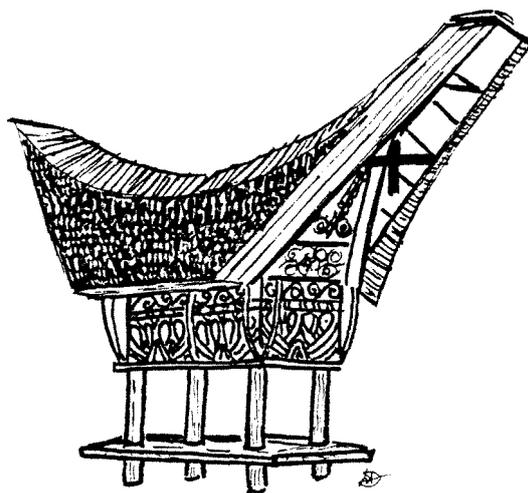
- "CHEZ DODENG" à Rantepao * * Restaurant correct, un peu "touristique" Menus 1000-1250 Rp

- "SAMUDERA" à Ternate, menu à 1000 Rp

Boutiques de SAGEA et WEDA : vous y trouverez nourriture, parfum Yves St Laurent, machette, sagu ,huile minérale ,etc..... A PAYAHE idem en mieux.

DIVERS

Cartouche de gaz à Ujung Pandang : camping gaz type bleuet, 190 gr 2500 Rp, pas de globe-trotters. Cahaya Abadi Jl Sulawesi 160, Sub Agen Pertamina Elpiji.



Grenier à riz Toraja à Lemo
(Sulawesi)

18. ESSAI PROVISOIRE DE BIBLIOGRAPHIE SPÉLÉOLOGIQUE SUR LES CÉLÈBES

Jean-Pierre BESSON
Parc National des Pyrénées Occidentales
Route de Pau, B.P. 300
65013 TARBES

Summary : provisional bibliographical essay on the caves and karsts of Sulawesi (Indonesia)

Sont présentées ci-dessous des références de publications sur

- les cavernes, leurs habitants ou utilisateurs passés ou récents,
- les karsts, descriptions géographiques intégrant géologie, hydrologie, climat, morphologie.

En résumé le sujet de cette bibliographie est : grotte ou karst des Célèbes.

Dans un premier essai, nous avons exclu les références d'ouvrages ne parlant pas explicitement de cavités du pays. Bien que très utiles et/ou intéressants et rassemblés par thèmes ou pays par l'APS, on ne trouvera pas les titres apportant des notions, définitions locales, bases approfondies, mises à jour, éléments de comparaison et d'explication du karst tropical et de ses phénomènes physiques ou biologiques :

- géologie (localisation, âge et stratigraphie des calcaires, tectonique)
- climatologie, hydrologie, végétation
- biogéographie, catalogues faunistiques
- chronologie quaternaire.

Il est possible qu'ultérieurement le domaine saisi soit néanmoins élargi à quelques références bien choisies et aussi par exemple à la faune du sol et des milieux interstitiels, la végétation du karst, l'utilisation moderne de celui-ci (irrigation, barrages...).

Beaucoup de références résultent du dépouillement des documents eux-mêmes ou de la copie selon la même présentation dans l'état où nous avons pu trouver :

- . des analyses plus ou moins détaillées de bibliographies spécialisées (ex. Bull. biblio. spéléo., Current titles in speleo, Bull. signalétique CNRS,...).
- . ou des données de la littérature (ex. Annandale et al., Kusch dont l'article de 1981 apporte plus de la moitié des références).

Dans ces deux cas, des défauts peuvent se présenter :

- L'article n'est pas uniquement spéléo (fouilles préhistoriques, sépultures, chauves-souris, invertébrés) et les références citées ne sont pas non plus forcément toutes spéléo, ni concernant les Célèbes. Le tri subjectif qui a été effectué, bien qu'avec un maximum de recoupements, sera à améliorer.

- Pour un gros ouvrage ou gros article, les pages concernant le sujet (grotte ou karst des Célèbes) ne sont pas indiquées ; elles seront à rechercher.

- Jusque vers 1930, il était courant de n'indiquer en bibliographie qu'un nom d'auteur ou de revue, avec parfois une date ou des pages ; il faudra donc compléter ou même rectifier ces références.

- Il n'y a pas de références en indonésien (encore peu lu par les spéléo occidentaux), il y en aura probablement à ajouter.

La majorité des références est archéologique et karstologique (région de Maros), ethnologique (région Toraja), très peu biologique.

Compte tenu de ce qui a été dit plus haut, nous faisons appel aux collègues, auteurs et bibliographes, pour qu'ils nous envoient de nouvelles références sur le modèle présenté, mais aussi les indications pour mieux préciser, compléter ou même supprimer certaines de nos références, et mieux encore une copie des articles ou passages concernés. Cela permettrait d'assurer une homogénéité de présentation des références pour une réédition de ce travail, et d'établir une banque de données à la disposition de tous ici à Toulouse (APS, 103 rue de la Providence, 31500 Toulouse) et aussi à Directorate General of Forest Protection and Nature Conservation (PPA), Jl Juanda 9 Bogor (Indonesie) où nous déposerons des doubles mis à jour régulièrement.

Dans un deuxième temps, cette méthode permettrait de dresser un inventaire des cavités avec leur description, topographie et centres d'intérêts pour éviter les doubles emplois déjà commencés.

La présentation des références est la suivante :

1er alinéa (1 ligne)

A gauche, 3 parties séparées par des barres résumé

- le thème d'étude

A archéologie assez ancienne, plutôt préhistorique - fouilles, gravures, peintures

B biologie.

E ethnologie - grottes lieux de cultes, d'habitat ou de sépulture, légendes... gravures, peintures plus récentes que le néolithique.

K karstologie recouvre la géomorphologie du karst, l'hydro-géochimie. k : simple description de phénomènes du karst ou localisation de cavités.

S spéléologie. s : mention de cavités telles qu'on en trouve dans les guides

- la localisation aux Célèbes (Sulawesi : Sul) avec mention des régions

- la localisation à d'autres pays en utilisant les symboles de la fédération internationale automobile

BUR Birmanie	PNG Papouasie Nouvelle-Guinée
BD Bangladesh	RC Taïwan
CL Sri Lanka (Ceylan)	RI Indonésie
HK Hong Kong	RP Philippines
IND Inde	SGP Singapour
K Kampuchea	T Thaïlande
LAO Laos	VN Vietnam
MAL Malaisie	

A droite, numéro de référence dans cette biblio permettant une citation rapide en ne faisant référence qu'au numéro et au titre de cette biblio ; le numéro dans un cercle indique un document (au moins pour les pages concernées) en possession de l'APS.

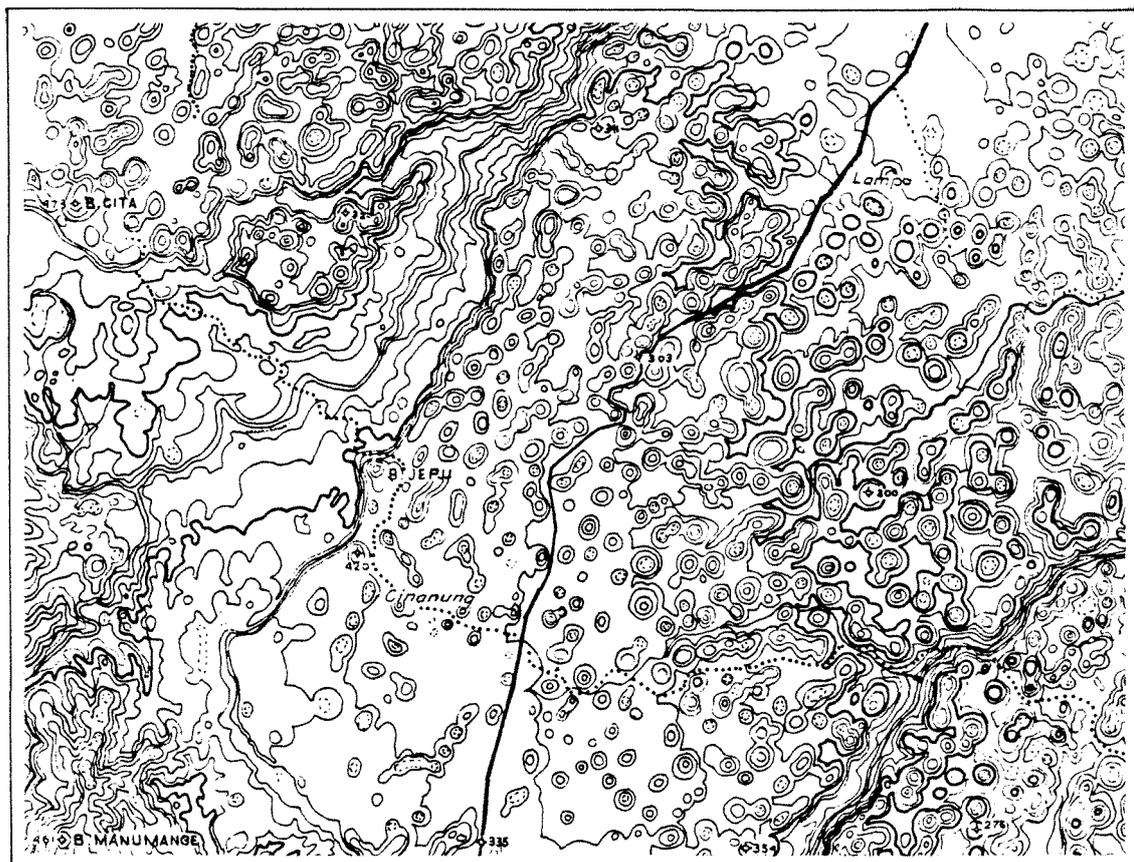
2ème alinéa

Référence biblio classique avec éventuellement celle des pages concernées par le sujet.

3e alinéa

Sources de la référence, selon les cas pouvant être cumulatives :

- auteur, date sous lesquels on retrouvera dans cette biblio, la publication dont a été extraite la référence, avec mention des pages où on la cite.
- numéros des analyses BBS et CTS, et autres bulletins biblio éventuellement, précédés du numéro d'année utile pour demande de photocopies. (BBS) indique qu'il n'y a pas d'analyse mais simple citation comme dans le CTS.



Karst de Bone-Watampone - 1/50000

- S.A./Sul (Toraja, Tomini)/- 1
ADRIANI (N.), KRUIJT (A.C.), 1898. Van Posso naar Parigi, Sigi en Lindoe ; Mededeelingen van wege het Nederlandsche Zendelinggenootschap, 42.
Kusch 1981 : 96, 100
- S.A./Sul (Toraja, Tomini)/- 2
ADRIANI (N.), KRUIJT (A.C.), 1899. Van Posso naar Todjo ; Mededeelingen van wege het Nederlandsche Zendelinggenootschap, 43.
Kusch 1981 : 96, 100
- S.A./Sul (Toraja, Tomini)/- 3
ADRIANI (N.), KRUIJT (A.C.), 1900. Van Posso naar Mori ; Mededeelingen van wege het Nederlandsche Zendelinggenootschap, 44.
Kusch 1981 : 96, 100.
- S.K.B./Sul (Maros, Toraja)/T 4
Assoc. Pyrén. de Spéléologie - 1986. Expédition Thaï-Maros 85. Toulouse, A.P.S., 215 p.
Spelunca 22 : 36.
- S.K./Sul/T 5
BAKALOWICZ (M.), 1986. Préface in Assoc. Pyrén. de Spéléologie : expédition Thaï-Maros 85 : 5.
- K/Sul./RI 6
BALAZS (D.), 1968. Karst regions in Indonesia. -Karst- ès Barlangkutatas, Budapest, 5, 1963-1967 : 3-61 (res. angl. esperanto).
- K/Sul ?/RI 7
BALAZS (D.), 1970. Über die untersuchung tropischer karstwässer in der indonesirschen inselwelt. Bucarest, livre centenaire E. Racovitza, 1968, 545-576.
- K/Sul ?/RI, Hongrie 8
BALAZS (D.), 1971. Intensity of the tropical Karst development based on cases of Indonesia. Karszt-ès Barlangkutatàs (Budapest) 6 (1968-1971) : 33-61. (Hung. ; germ., russ., esper. summ.)
BBS 1565
- K/Sul/RI 9
BALAZS (D.), 1972. Untersuchung der Karstquellen in der Indonesischen Inselwelt. Abh. 5. int. Kongr. Speläol. (Stuttgart - 1969), 5 : Hy 1/1 - 5,2 tabl. (res. angl. franç.)
BBS 1566
- K/Sul ?/RI, Am centr, VN, Chine, Cuba, Mexique, ? 10
BALAZS (D.) 1973. Relief Types of Tropical Karst Areas. Papers Symposium on Karst-morphogenesis I.G.U., Hungary 1973 (Szeged) : 16-32.
BBS 2301.
- K/Sul (Maros)/HU 11
BALAZS (D.), 1973. Comparative Morphogenetical Study of Karst Regions in Tropical and Temperate Areas with Examples from Celebes and Hungary. - Trans. Cave Research Group of Great Britain 15 (1), (Karst denudation symposium, Oxford march 1972) : 1-7, 10 fig., biblio.
BBS 1565 et 2302
- K/Sul/- 12
BEDOS (A.), 1986. Déroulement Sulawesi in APS : Expédition Thaï-Maros 85 : 15-16, 3 photos.
- SA/Sul/? 13
BELLWOOD (P.), 1986. Prehistory of the indomalaysian archipelago. Sydney Academic Press.
Leclerc 1987.
- K.S. ?/Sul ?/RI 14
BEMMELEN (R.W. van), 1949 et 1970. The Geology of Indonesia, vol. I-A : General Geology of Indonesia and adjacent Archipelagoes. - Den Haag Martinus Nijhoff. I : 1-732, II/ 1-265.
Kusch 1981 : 100.
- S/Sul/- 15
BESSON (J.P.), 1986. 8. Catalogue Indonésie in Assoc. Pyrén. de Spéléologie, expédition Thaï-Maros 85 : 63-67.
- S/Sul/- 16
BESSON (J.P.), 1986. 12. Pays Toradja : Loko Malilin in Assoc. Pyrén. de Spéléologie, expédition Thaï-Maros 85 : 98-100.
- SA/Sul (Sud)/+ 17
BEYER (H.O.), 1952. Notes on the archaeological work of H.R. van Heekeren in Celebes and elsewhere (1937-1950) ; Journal of East Asiatic Studies, 3 : 1-17.
Kusch 1981 : 92, 97, 98, 100-101.
- S/Sul/T, ... 18
BOURKE (R.M.), 1973. Notes on some caving areas in South-East Asia. Newsl. Austral. Speleol. Fed (Broodway), 59 : 3-5 (cf. 3, 5).
- B/Sul 19
BRIGNOLI
P. Strinati in litt 1986 = y est allé récemment.
- S.K.B./Sul/T 20
BROUQUISSE (F.), DEHARVENG (L.), 1986. I. Introduction in A.P.S. : Expédition Thaï-Maros 85 : 6-11, 1 carte, 3 tabl.

- S.K./Sul/- 21
BROUQUISSE (F.), 1986. 9. Le secteur de Kappang et le réseau de Gua Salukkan Kallang in Assoc. Pyrén. de Spéléologie, expédition Thaï-Maros 85 : 68-80.
- S/Sul/T 22
BROUQUISSE (F.), 1986. Annexes A3. Equipement et Progression in Assoc. Pyrén. de Spéléologie, expédition Thaï-Maros 85 : 204-206.
- K/Sul/T. 23
BROUQUISSE (F.), 1986. 13. Cadre géologique, in Assoc. Pyrén. de Spéléologie, expédition Thaï-Maros 85 : 101-118.
- S.E.K./Sul/RI, T 24
BROUQUISSE (F.), 1986. Annexes A8. Document cartographiques et bibliographie générale in Assoc. Pyrén. de Spéléologie, expédition Thaï-Maros 85 : 212-214.
- S.K.B./Sul 25
BROUQUISSE (F.), 1987. Indonésie Expédition Thaï-Maros 86. Assoc. Pyrén. de Spéléologie in écho des profondeurs. Spelunca, 23, juil.-sept. 1986 : 24-25, 2 photos.
- S.E./Sul/- 26
? Célèbes = le pays Toraja. Partir 29.
- A/Sul/- 27
CLASON (A.T.), 1976. A preliminary note about the animal remains from the Ulu Leang I Cave, South Sulawesi (Celebes, Indonesia). Modern Quaternary Research in SE Asia (Rotterdam) 2 : 53-67, 2ht, 9 ill., biblio. (1 p.) (BBS, 78).
- ?/Sul/RI, PNG 28
DALTON (B.), 1976, Indonesia & Papua New Guinea - Traveler's notes : Victoria Australia ; Moon Publications, 6 th Edition.
Kusch 1981 : 100.
- s.E./Sul Selatan (Maros, Toraja)/RI 29
DALTON (B.), 1983. Indonesia handbook Chico (California), Moon publ. 490 p. Cartes ht. réimp. 2e ed. 1980 (3e. ed. 1985), biblio. (cf. 376, 385, 390).
- S/Sul/- 30
DEHARVENG (L.), BEDOS (A.), 1986. 10. Les cavités des environs de Bantimurung in Assoc. Pyrén. de Spéléologie, expédition Thaï-Maros: 81-95.
- B/Sul/T 31
DEHARVENG (L.), LECLERC (P.), 1986. 20. Considérations sur le peuplement des milieux terrestres in Assoc. Pyrén. de Spéléologie, expédition Thaï-Maros 85 : 96-97.
- S.A./Sul/? 32
ELLEN (R.F.), GLOVER (I.C.), 1974. Pottery manufacture and trade in the central Moluccas, Indonesia : the modern situation and the historical implications. Man n.s. 9 : 353-379.
Leclerc in litt.
- S.E./Sul (Bira)/? 33
ENGELHARD (H.E.D.), 1884. Mededeeling en over het eiland Saleijer ; Bijdragen tot de Taal-, Land- en Volkenkunde van Nederlandsch Indie (4), 8.
Kusch 1981 : 95, 100.
- S.A./Sul./- 34
FRANK (R.), 1981. Sediments from Leang Burung 2 ; Modern quaternary research in SE Asia (Rotterdam) 6, : 39-44, bibl. (7 réf.).
- S.A./Sul./- 35
FRANSSSEN (C.J.H.), 1949. Bijdrage tot de kennis van het Toaliaan op Zuid-Celebes ; Tijdschr. Bat. Genootsch., 83, 331-339.
Kusch 1981 : 98, 100
- k/Sul (Maros)/- 36
GERSEN (G.J.), 1867. Topographische schets van de Berg-Regentschappen der Noorder-Distrikten van Celebes ; Tijdschrift voor Indische Taal-, Land- en Volkenkunde, 16, order (5), 2.
Kusch, 1981 : 95, 100.
- S.A./Sul (Maros)/- 37
GLOVER (I.C.), 1976. Ulu Leang Cave, Maros. A preliminary sequence of Post-Pleistocene cultural development in South Sulawesi. Archipel (Paris) : 11:113-154, 2 pl., bibliog. (BBS 12870).
- S.A./Sul./RI ? 38
GLOVER (I.C.) 1979. The effect of sink action on archeological deposits in caves : an Indonesian example. World Archeology, 10 (3) : 302-317. fig.
CTS 80.1387.
- S.A./Sul/- 39
GLOVER (I.C.), 1981. Leang Burung 2 : an upper palaeolithic rock shelter in south. Sulawesi, Indonesia. Modern quaternary research in SE Asia (Rotterdam) 6 : 1-38, 8 pl ht, 5 tabl., ill. biblio (1 p.).

- B./Sul./MAL, RI, ... 40
GRAFF (L.), 1899. Monographie der Turbellarien. Leipzig II. (cf. 257 ver : Dolichoplana har-rueri = Barabatuwahöhlen).
Wolf : 514, 519.
- S.E./Sul. Selatan (Toraja)/- 41
1984-5. Guide pays toraja ed. en plusieurs langues écrit par habitant.
- s/Sul./? 42
Guide hollandais 1940. en anglais très complet. P. Strinati in litt.
- k/Sul/RI, ... ? 43
WARREN HAMILTON. Tectonics of the Indonesian Region. Geol. Survey Prof. Paper (Washington), 1078, 345 pp. nombreuses figures et cartes, photos.
- B/Sul/- 44
HANITSCH (R.), 1932. On some cave dwelling Blattids from Celebes. Tijdschr. Ent., 75 suppl.: (Cf. 26 ?, 264, 265 : *Pycnoselus surinamensis*, *Symphoce breviramis*, *Symphoce circa*, gr. Mampae-grotten).
Wolf 514.
- S.A./Sul (Maros)/- 45
HEEKEREN (H.R. van), 1937. Ara, een nieuwe prehistorische vindplaats in Zuid-Celebes ; Tijdschr. Aardr. Gen., 54 (1) : 30-33.
Kusch 1981 : 92, 97-98, 100-101.
- S.A./Sul (Maros)/- 46
HEEKEREN (H.R. van), 1938. Aanteekeningen over een ingraving in de Liang Karassa nabij Maros ; Tropisch Nederland, 10, 1937/38 : 262-267, 281-285.
Kusch 1981 : 92, 97-98, 100-101.
- S.A./Sul (Maros)/- 47
HEEKEREN (H.R. van), 1939. De Liang Saripa, een neolithisch station nabij Maros (Zuid-Celebes) ; Tijdschr. Bat. Genootsch., 79 : 112-118.
Kusch 1981 : 92, 97-98, 100-101.
- S.A./Sul (Maros)/- 48
HEEKEREN (H.R. van), 1941. Over Toala's en de Toala-cultuur (Zuid-Celebes) ; Natuurw. Tijdsch. voor Ned. Indie, 101, (8) : 229-238.
Kusch 1981 : 92, 97-98, 100-101.
- S.A./Sul (Maros)/- 49
HEEKEREN (H.R. van), 1949. Early man and fossil vertebrates on the island of Celebes ; Nature, 163, 4143, 492.
Kusch 1981 : 92, 97-98, 100-101.
- S.A./Sul (Maros)/- 50
HEEKEREN (H.R. van), 1949. Preliminary note on palaeolithic finds on the island Celebes ; Chronica Naturae, 105 (5) : 145-148.
Kusch 1981 : 92, 97-98, 100-101.
- S.A./Sul (Maros)/- 51
HEEKEREN (H.R. van), 1949. Voorlopige mededeeling over palaeolithische vondsten in Zuid-Celebes ; Oudheidk. Verslag, D. (1941-47) : 109-110.
Kusch 1981 : 92, 97-98, 100-101.
- S.A./Sul/- 52
HEEKEREN (H.R. van), 1950. Rock-paintings and other prehistoric discoveries near Maros (South-West Celebes) ; Laporan Tahunan Dinas Purbakala :22-35.
Kusch 1981 : 92, 97-98, 100-101.
- S.A./Sul/- 53
HEEKEREN (H.R. van), 1953. Palaeolithic flake tools and fossil vertebrates from Celebes ; Abstracts 8th Pacific Science Congr., (Manila), 50-51.
Kusch 1981 : 92, 97-98, 100-101.
- S.A./Sul/RI 54
HEEKEREN (H.R. van), 1955. Prehistoric Life in Indonesia ; Djakarta.
Kusch 1981 : 92, 97-98, 100-101.
- S.A./Sul/RI 55
HEEKEREN (H.R. van), 1957. The Stone Age of Indonesia ; 's-Gravenhage Martinus Nijhoff, 1. Aufl.
Kusch 1981 : 92, 97-98, 100-101.
- S.A./Sul/RI 56
HEEKEREN (H.R. van), 1958. Prehistoric research in Indonesia, 1948-1953 ; Annual Bibliogr. of Indian (?) Archaeology, 16, for the years 1948-1953, Leyden, Kern Institute, LXXV-LXXXVI.
Kusch 1981 : 92, 97-98, 100-101.
- SA/Sul/- 57
HEEKEREN (H.R. van), 1958. The Tjabengè flake industry from South Celebes ; Asian Perspectives, II (2), 77-81.
Kusch 1981 : 92, 97-98, 100-101.
- S.A./Sul/RI 58
HEEKEREN (H.R. van), 1958. The bronze-iron age of Indonesia ; Den Haag, 's-Gravenhage.
Kusch 1981 : 92, 97-98, 100-101.

- S.A./Sul/RI 59
HEEKEREN (H.R. van), 1972. The stone age of Indonesia. 2. Aufl. Verhandelingen van het Koninklijk Instituut voor Taal -, Land-, en Volkenkunde (Den Haag, Martinus Nijhoff), 61.
Kusch 1981 : 92, 97-98, 100-101.
Semah et al. : 516.
- S.A./Sul/? 60
HEINE-GELDERN (R.v.), 1928. Ein Beitrag zur Chronologie des Neolithiums in Südostasien ; Festschrift für P. W. Schmidt, Wien.
Kusch 1981 : 101.
- S.A./Sul/? 61
HEINE-GELDERN (R.v.), 1936. Prehistoric research in Indonesia ; Annual Bibliogr. of Indian Archaeology, IX : 26-38.
Kusch 1981 : 101.
- S.A./Sul/? 62
HEINE-GELDERN (R.v.), 1945. Prehistoric Research in the Netherlands Indies . in : Science and Scientists in the Netherlands Indies, New York, pp. 129-167.
Kusch 1981 : 101.
- S.A./Sul/? 63
HEINE-GELDERN (R.v.), 1957. Die Steinzeit Südostasiens ; Mitt. d. Anthropolog. Ges. (Wien), Bd. 57.
Kusch 1981 : 101.
- K/Sul Selatan/- 64
HEINING (N.), 1946. Verslag der excursie naar de G. Karango nabij Mandai en het Kalkgebergte van Maros in de Umgeving van Bantimurung. Man. non publié.
Sunartadirdja & Lehmann : 53.
- ?/Sul/- 65
HEINRICH (G.), 1943. Celebes. Seltsame Jagd durch seltsames Land. Berlin.
P. Strinati in litt.
- ?/Sul/RI 66
HELFRITZ (H.), 1977. Indonesien. Köln, Dumont Buchverlag (Dumont Kunst Reiseführer).
Kusch 1981 : 101.
- S.A./Sul (Maros)/- 67
HEYNING (N.) 1949. Bijdrage tot de kennis van het Toaliaan op Zuid-Celebes ; Tijdschr. Bat. Gen., 83 : 331-339.
Kusch 1981 : 101.
- S.A./Sul (Maros)/- 68
HEYNING (N.) 1950. Praehistorische vindplaatsen bij Maros in Zuid-Celebes ; Tijdschr. Aardr. Gen., 68, (1) : 21-30.
Kusch 1981 : 101.
- S.A./Sul (Maros)/- 69
HOUIJER (D.A.), 1950. Man and other mammals from Toalian sites in South-West Celebes ; Verh. Kon. Ned. Akad. van Wetensch., 46 (2) : 7-160.
Kusch 1981 : 98, 101.
- S.A./Sul (Centre)/- 70
KAUDERN (W.), 1938. Megalithic Finds in Central-Celebes. - Ethnographical Studies in Celebes; Göteborg.
Kusch 1981 : 101.
- S.E./Sul ? (Toraja ?, Maros ?)/RI 71
KORNER (T.), 1936. Totenkult und Lebengsglaube bei den Völkern Ostindonesiens, Leipzig, Jordan & Gramberg Verlag, Bd. 10.
Kusch 1981 : 101.
- K/Sul (Sud)/- 72
KOVARIK (J.). 1973. Conical forms of karst in Southern Sulawesi (Celebes) in Indonesia. Abs. Proc. Int. Spel. Cong., 6 : 78-79.
- S.A./Sul (Toraja)/- 73
KRUIJT (A.C.), 1898. De Geologie van het Posso-meer naar R. Fennema ; Tijdschrift van het K. Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap., (2), 15.
Kusch 1981 : 96, 100 (Adriani) 101.
- S.A./Sul (Toraja)/- 74
KRUYT (A.C.), 1938. De Est Toradjas op Midden Celebes ; 5 Vol., Amsterdam.
Kusch 1981 : 96, 100 (Adriani) 101.
- S.A/Sul (Toraja)/? 75
KUSCH (H.), 1977. Unbekannte Höhlenwelt Südostasiens ; Süd-Ost Tagespost (Graz) Jg 32, Nr. 244 : 17
Kusch 1981 : 98-9, 101.
- S.A./Sul (Toraja)/? 76
KUSCH (H.), 1980. Die Schiffsdarstellung als Symbol im Totenkult europäischer und südostasiatischer Völker ; Jahrbuch der Ges. F. Felsbildforschung, (Graz), 1979/80. : 83-91.
Kusch 1981 : 98-9, 101.
- S.A.E./Sul/- 77
KUSCH (H.), 1981. Speläologische Forschung auf der Insel Sulawesi (Celebes Indonesien) zwischen 1857 und 1977. Höhlengebiete Südostasiens VIII. Die Höhle 32 (3) : 91-102. 1 carte, 3 photos, Biblio (2, 3/4 p.)
CTS 82.885. BBS 82.1391.

- S.E./Sul (Toraja)/- 78
 KUSCH (H.), 1982. Die Bestattungshöhlen der Südtorajas im zentralen Hochland der Insel Sulawesi (Indonesien) Höhlengebiete Südostasiens IX, Die Höhle 33 (3) : 91-100, 2 cartes, 3 photos, biblio. (pp. 97-8 liste 7 cav.) CTS 83.1205.
- S/Sul (Toraja)/T, PNG, MAL,... 79
 KUSCH (H.), 1982. Die längsten und tiefsten Höhlen südostasiens (stand 1981). Die Höhle 33(4) : 142-148. (cf. p. 145, n° 62, Leang Gua Londa 900 m). BBS 83.0273/CTS 83.1108.
- S/Sul ?/T ?.. 80
 KUSCH (H.), 1983 ou 1984. Unbekannte Höhlenwelt Südostasiens. Akten des 7. Nationalen Kongresses für Höhlenforschung, Schweizerische Gesellschaft für Höhlenforschung? (Schwyz, 24-26, Sept. 1982), 337-343, 4 fig. Kusch, 1985 : 92. BBS 84.1535.
- S.E./Sul ?/T ?,... 81
 KUSCH (H.), 1984. Höhlen als Wohn - und Kultstätten in der Vergangenheit und Gegenwart des südostasiatischen Raumes. Akten des Internationalen Symposiums zur Geschichte der Höhlenforschung in Österreich, Wien 1984, Wissenschaftliches Beiheft zur Zeitschrift, "Die Höhle", 31 : 38-42. Kusch 1985 : 92. BBS 84.2075.
- S.E./Sul (Maros)/T, ... 82
 KUSCH (H.), 1985. Höhlenmalereien und Felsbildplätze im südostasiatischen Raum. Höhlengebiete südostasiens XII. Die Höhle 36 (3) : 73-92, 10 dessins, 6 photos, 1 plan., 1 topo, biblio (cf. p. 78-79 6 cavités).
- B.S./Sul/T 83
 LECLERC (P.), 1986. Expédition Thaï-Maros 85. Bull. liaison Soc. biospéologie, 8 : 13-16, 2 photos.
- S.B/Sul (Sud)/T 84
 LECLERC (P.), 1986. 23. Arachnides in Assoc. Pyrén. de Spéléologie. Expédition Thaï-Maros 85 : 181-185, 3 photos, 1 dess., biblio. (cf. p. 185 : scorpion Chaerilus aveugle, dépigmenté).
- S/Sul (Sud)/- 85
 LEEFMANS (S.), 1930. Een Bezoek aan de Mampoe-grotten by Pompanoea (Zuid Selebes). De Tropische Natur, 19 : 33-40. Wolf : 514.
- S.B/Sul (Sud)/- 86
 LEEFMANS (S.), 1932. Biologische gegevens van een in grotten levenden Trox nit Zuid. Selebes (Trox costatus Wild), (Lamell., Scarab., Trog.) Tydschr. Ent., 55, suppl. : 36-43, 7 fig. (Coléoptère : sur guano de chauve-souris : gr. de Mampu). Paulian 240, note 1. Wolf : 514.
- K/Sul ?/RI 87
 LEHMANN (H.), 1936. Morphologische Studien auf Java. Géogr. Abhandl 3,9 (Stuttgart). Balazs, 1968 : 39-45. Kusch 1981 : 101.
- K/Sul ?/RI 88
 LEHMANN (H.), 1937. Über eiszeitliche Krustenbewegungen im Sunda Archipel. Frakfurten geographische Hefte, II Jg : 75-80. Balazs, 1968 : 39-45. Kusch 1981 : 101.
- K/Sul (Sud)/- 89
 Mc DONALD (R.C.), 1976. Limestone morphology in South Sulawesi, Indonesia. Z. Geomorphol. N.F. (Berlin, Stuttgart) Suppl. Bd. 26, nov. : 79-91. 5 fig. 1 photo, 2 tabl. (BBS 78.9841)/Geo 2.
- K/Sul/- 90
 Mc DONALD (R.C.), 1979. The initiation of tropical karst relief in Sulawesi, Indonesia. Proc. Assoc. Amer. Geogr. (Philadelphia). abs. in : Geo 2, 7 (1) : 4. BBS 13590. CTS 80.1390.
- S/Sul (Tjintjip, mgne Torambuni)/RI 91
 MARTIN (K.), 1883-1887. Palaeontologische Ergebnisse von Tiefbohrungen auf Java, nebst allgemeiner Studien über das Tertiär von Java, Timor und einiger anderer Inseln ; in : Sammlungen des Geologischen Reichsmuseums in Leiden, herausgegeben von K. Martin und A. Wichmann, I. Serie, Beiträge zur Geologie Ost-Asiens und Australiens, 3. Kusch 1981 : 95, 101.
- S/Sul (Tjintjip, mgne Torambuni)/- 92
 MARTIN (K.), 1891. Zur Geologie von Celebes, nach Anlass des Wichmann'schen Reiseberichtes ; Tijdschrift van het K. Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap (2), 8. Kusch 1981 : 95, 101.
- S?A/Sul/- 93
 MEYER (A.B.), RICHTER (O.), 1903. Steinzeit in Celebes ; Abh. und Ber. Berl. Königl. Zool. und Anthr. Ethn. Mus. zu Dresden, 6, 1902/03 : 92-102. Kusch 1981 : 102.

- K/Sul Selatan/? 94
MOHR (H.), 1935. De boden in de tropen in het algemeen en die van Ned. Indie in het bijzonder II. meded. v.d. Kon. Ver. Kol. Inst. (Amsterdam) 31.
Sunartadirdja & Lehman : 59.
- S.A./Sul /? 95
MULVANEY (D.J.), SOEJONO (R.P.), 1970. The australian indonesian archeological expedition to Sulawesi. Asian perspectives 13 : 163-178.
Leclerc in litt.
- S?A./Sul/- 96
MULVANEY (D.J.), SOEJONO (R.P.), 1970. Archaeology in Sulawesi, Indonesia : Antiquity, 45 : 26-33.
Kusch 1981 : 102.
- S?A/Sul/- 97
MULVANEY (D.J.), 1971. Archaeology in Sulawesi, Indonesia ; Antiquity, 45 : 144.
Kusch 1981 : 102.
- B.S./Sul/etc 98
PAULIAN (R.), 1943. Les coléoptères : formes, moeurs, rôles. Paris, Payot (cf. P. 239, Leefmans).
- K/Sul ??/ 99
PFEFFER (K.H.), 1959. Charakter der Verwitterungsresiduen im tropischen Kegelkarst und ihre Beziehung zum Formenschatz ; Geol. Rundschau (Stuttgart), 58 (2) : 408-426.
Kusch, 1981 : 102.
- K/Sul ??/ 100
PFEFFER (K.H.), 1978. Karstmorphologie ; Darmstad, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Erträge der Forschung, Bd. 79.
Kusch, 1981 : 102.
- K/Sul ??/ 101
PFEIFFER (D.), 1970. Probleme hochtropischen Karstes daargestellt an Beispielen aus Indonesien. Bucarest, livre centenaire E. Racovitza : 535-544.
- k/Sul (Maros)/? 102
RICHTHOFEN (F. von), 1886. Führer für Forschungsreisende, Anleitung zu Beobachtungen über Gegenstände der physischen Geographie und Geologie ; Hannover.
Kusch 1981 : 95, 102 (visite 1861).
- S/Sul (Bone)/- 103
RIEDEL (J.G.F.), 1870. De landschappen Holontalo, Limoeto, Bone, Boalemo en Kattinggola, of Andagile ; geographische, statistische, historische en ethnographische aantekeningen ; Tijdschrift voor Indische Taal -, Land- en Volkenkunde, 19, oder (6)? I.
Kusch 1981 : 95, 102.
- S/Sul/- 104
RIGAL (D.), BEDOS (A.), 1986. 11. Le karst de Matampa in Assoc. Pyrén. de Spéléologie, expédition Thaï-Maros 85 : 96-97.
- S.A./Sul/- 105
SARASIN (F.), SARASIN (P.), 1901. Materialien zur Naturgeschichte der Insel Celebes, Wiesbaden, C.W. Kreidel's Verlag, Band, IV.
Uhlig 1980 : 78. Kusch 1981 : 92, 96-97, 98, 102.
- S.A./Sul/- 106
SARASIN (F.), SARASIN (P.), 1901. Entwurf einer geographisch-geologischen Beschreibung der Insel Celebes ; Wiesbaden, C.W. Kreidel's Verlag.
Sunartadirdja & Lehman : 52,56 (citation).
Uhlig 1980:78. Kusch 1981 : 92, 96-97, 98, 102.
- S.A./Sul/- 107
SARASIN (F.), SARASIN (P.), 1905. Versuch einer Anthropologie der Insel Celebes : Die Toala Höhlen von Lamontjong ; Wiesbaden.
Uhlig 1980:78. Kusch 1981 : 92, 96-97, 98, 102.
- S.A./Sul/- 108
SARASIN (F.), 1908. Über die Toala von Süd-Celebes ; Globus, 83, (18) : 277-281.
Uhlig 1980:78. Kusch 1981 : 92, 96-97, 98, 102.
- S.A./Sul/- 109
SARASIN (F.), 1935. Über die Toala-Frage ; Zeitschrift für Rassenkunde, 1, (2) : 127-135.
Uhlig 1980:78. Kusch 1981 : 92, 96-97, 98, 102.
- S.A./Sul/- 110
SARASIN (P.), SARASIN (F.), 1905. Reisen in Celebes ausgeführt in den Jahren 1893-96 und 1902-03. Wiesbaden, C.W. Kreidel Verlag.
Leclerc in litt. (P. Strinati).
- S.A./Sul/- 111
STEIN CALLENFELS (P.V. van), 1938. Het Proto-Toaliaan ; Tijdschr. Bat. Genootsch. : 579-584.
Kusch 1981 : 97, 102 (visite 1933, 1937).
- S.A./Sul/- 112
STEIN CALLENFELS (P.V. van), 1938. Archaeologisch onderzoek in Celebes ; Tijdschr. Aardr. Gen., 55 : 136-144.
Kusch 1981 : 97, 102 (visite 1933, 1937).

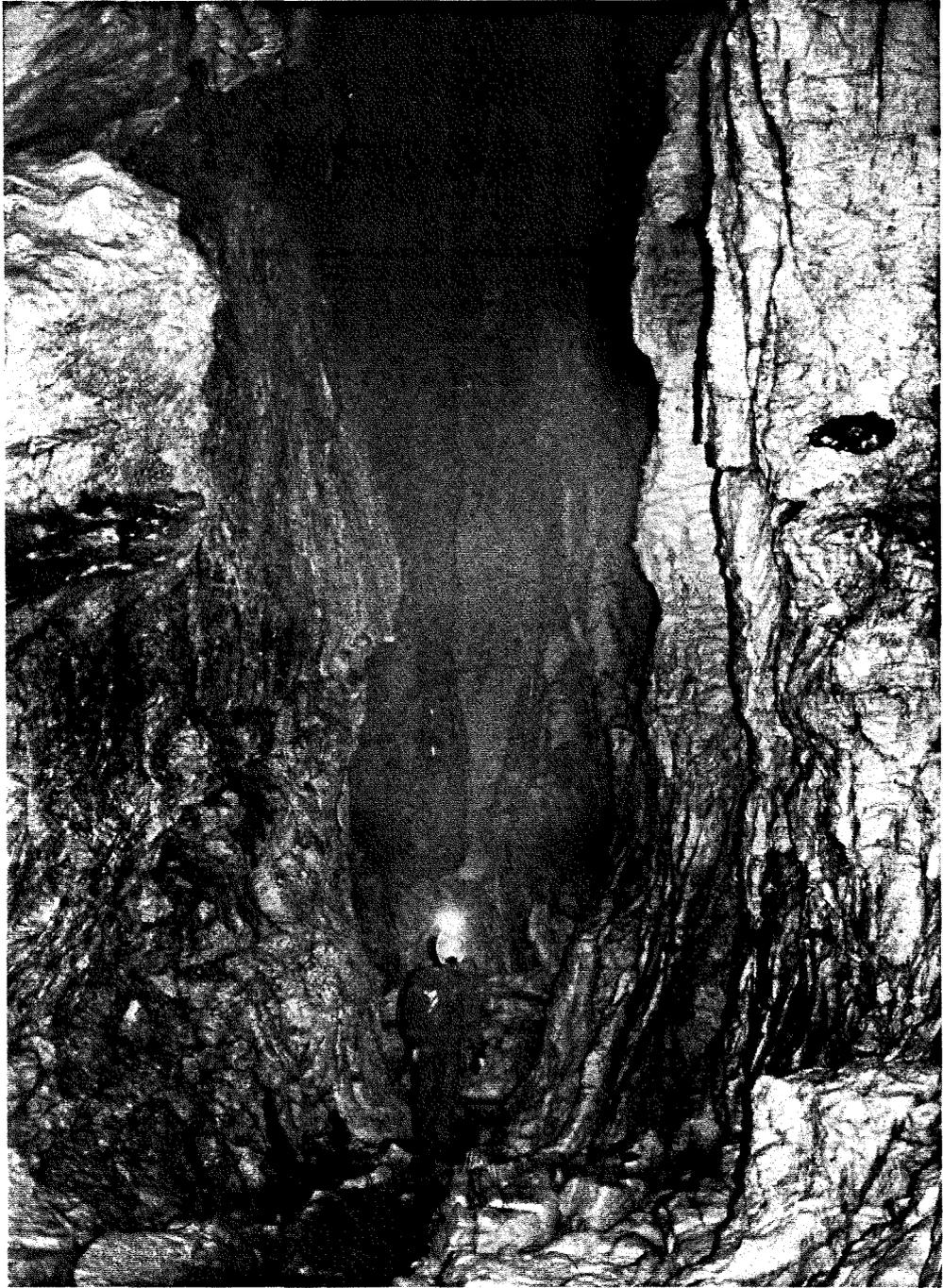
- S.E./Sul/RI, RP 113
STOHR (W.), 1965. Die Religionen der Altvölker Indonesiens und der Philippinen ; in : Die Religionen der Menschheit, Stuttgart-Berlin-Köln-Mainz, W. Kohlhammer Verlag. Bd. 5, 1. Kusch 1981 : 102.
- K/Sul (SW)/- 114
SUNARTADIRDJA (M.A.), 1959. Beiträge zur Geomorphologie von Südwest Sulawesi. Frankfurt am Main, Diss. 87 p. Uhlig 1980 : 78. Kusch 1981 : 99, 102.
- K/Sul/- 115
SUNARTADIRDJA (M.A.), et LEHMANN (H.), 1960. Der tropische karst von Maros und Nord Bone in S.W. Celebes (Sulawesi). Zeits. Geomorph. Suppl. Bd. 2 Internat. Beiträge z. Karstmorphologie, Berlin-Nikolasee, Göttingen : 49-65, 4 cartes, 4 photos, 2 bloc. diagr. 1 fig. bibli. Kusch 1981 : 92, 98, 101.
- k/Sul (Maros)/- 116
TEYSMANN (J.E.), 1879. Bekort verslag eener botanische dienstreis naar het gouvernement van Celebes en Onderhoorigheden, van 12 Juni tm. 29 december, 1877 ; Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch Indie, 38, oder (7), 8. Kusch 1981 : 95, 102.
- S?E/Sul ??/? 117
TICHY (H.), 1973. Tau-tau, Bei Göttern und Nomaden der Sulu-See ; Wien-Zürich-München, Verlag Fritz Molden. Kusch 1981 : 102.
- ?/Sul ??/? 118
TRIMMEL (H.), 1968. Höhlenkunde, Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn GmbH. Kusch 1981 : 102.
- ?/Sul/? 119
UHLIG (H.), 1975. Südostasien - Australiens, Frankfurt am Main, Fischer Taschenbuchverlag GesmbH., (Fischer Länderkunde Bd. 3). Kusch 1981 : 102.
- K/Sul/RI (Java) 120
UHLIG (H.), 1976. Die Agrarlandschaft im Tropenkarst. Beispiele ihrer geoökologischen Differenzierung aus Java und Sulawesi. Geografski glasnik (Zagreb).
- s/Sul ?/RI 121
UHLIG (H.), IMBER (W.), < 1977. Indonésie. Elsevier (Merveilles de notre monde). 266 pp. 96 photos.
- K(a.e)/Sul (Bone, Maros, Toraja)/T, RI, ... 122
UHLIG (H.), 1980. Man and tropical karst in Southeast Asia : geo-ecological differentiation, land use and rural development potentials in Indonesia and other regions - Geo-Journal, 4 (1) : 31-44 ; 17 fig. CTS 81.1121/BBS 81.2217.
- K/Sul (Maros)?/PNG 123
VERSTAPPEN (H.T.), 1964. Karst morphology of the Star Mountains (Central New Guinea) and its relation to lithology and climate. Zeitsch. für geomorph., N° 8 : 40-49. Bourke 1973:3
- K/Sul ?/RI 124
VERSTAPPEN (H.T.), 1969. The state of karst research in Indonesia. Studia geogr. (Brno) 5 : 139148.
- k/Sul (Maros)?/ 125
WALLACE (A.R.). 1869. Der malayische Archipel ; 2 Bd., Braunschweig. Sunartadirdja & Lehman : 52.
WALLACE (A.R.), 1869. The Malay Archipelago : the land of the orang utan and the bird of Paradise. New York, Dover (repr. 1962). 7e éd. London. 1880. Sunartadirdja & Lehman : 52.
- S/Sul (Maros, Toraja)/- 126
WELLENS (D.), 1985. Reconnaissance spéléo près de Bantimurung en 1984. Rapport manuscrit. cartes, croquis. Deharveng in litt.
- S.E./Sul (Maros, Bira)/RI 127
WICHMANN (A.), 1890. Bericht über eine im Jahre 1888/89 im Auftrage der Niederländischen Geographischen Gesellschaft ausgeführte Reise nach dem Indischen Archipel, erster Theil ; Tijdschrift van het K. Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap (2), 7. Kusch 1981 : 95-6, 102.
- K/Sul ??/? 128
WILHELMY (H.), 1975. Geomorphologie in Stichworten I-III, Beiträge zur Allgemeinen Geographie ; Coburg, Verlag Ferdinand Hirt, (2 Auflage). Kusch 1981 : 102.
- S/Sul (Toraja)/- 129
WINKLER (G.), 1981. Die Höhle von Londa auf Sulawesi (Indonesien). Höhlenkundl. Mittlg. (Wien), 37 (3) : 62-63. CTS 81.1119 (BBS 81.1486).

SB/Sul/Monde 130
WOLF (B.), 1935. Animalium cavernarum catalogus. Vol. II. Cavernarum catalogus.. s'gravenhague, Junk (Gesellschaft für Höhlenforschung und Höhlenkunde, Berlin) : 616 p. index. (cf. pp. 514, 519 ? Barabatuwahöhlen, Mampoe-grotten).

SE/Sul (Toraja)- 131
WYLICK (C. van), 1941. Bestattungsbrauch und Jenseitsvorstellung auf Celebes ; 's-Gravenhage.
Kusch 1981 : 97, 102



En pays toraja



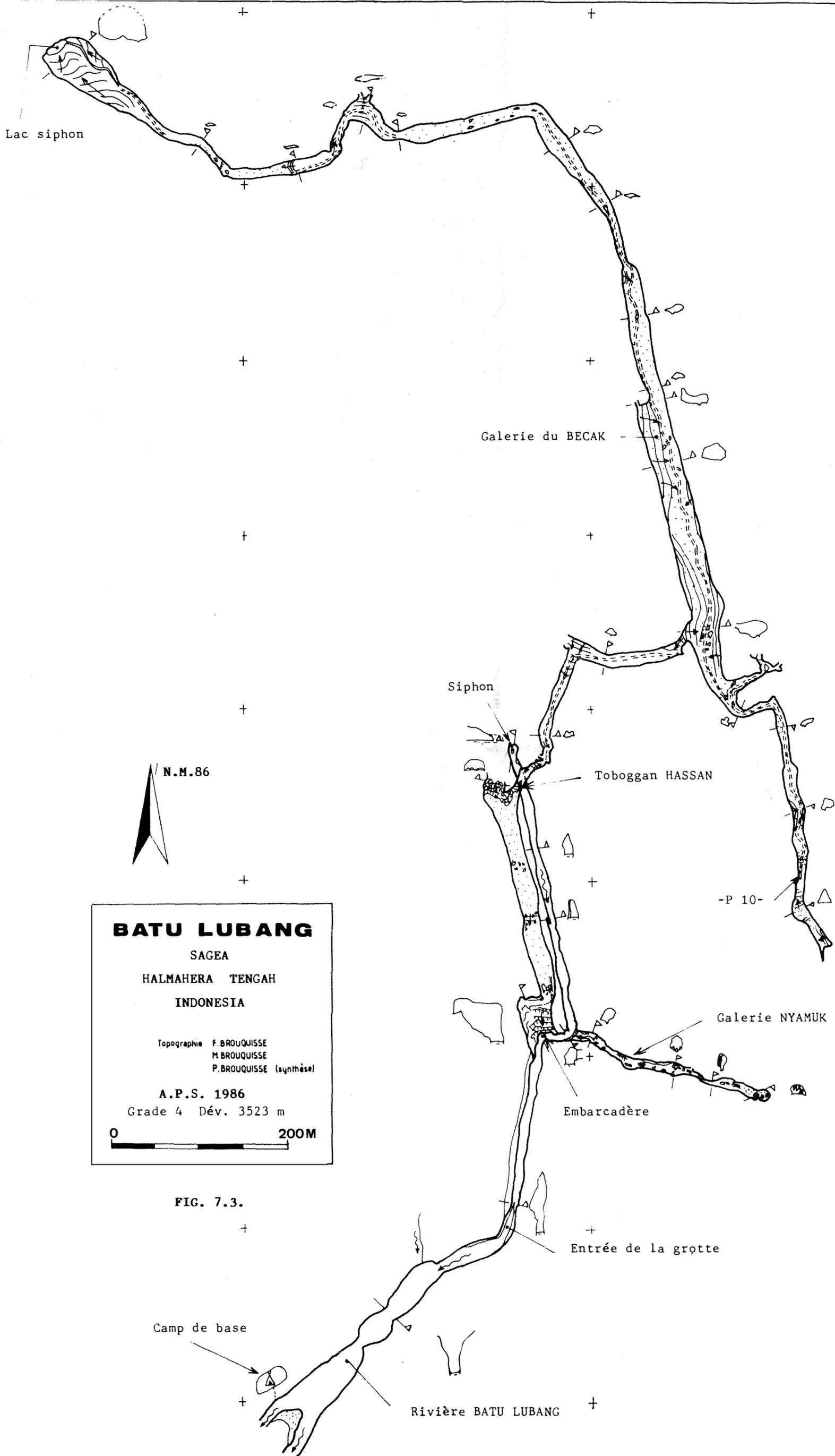
Gua Salukkan Kallang

REMERCIEMENTS

L'expédition "THAI-MAROS 86" est la dernière phase d'un projet mis sur pied sous l'égide de l'Association Pyrénéenne de Spéléologie, association loi 1901 à but non lucratif. N'ayant donc aucun caractère commercial, cette expédition a été réalisée principalement sur la base de l'autofinancement par ses participants. Elle a bénéficié néanmoins d'aides financières et matérielles diverses émanant d'organismes ou de particuliers que nous tenons ici à remercier tout particulièrement:

Le Conseil Régional Midi-Pyrénées
La Fédération Française de Spéléologie
M.Bakalowicz du Laboratoire souterrain du CNRS (Moullis)
Le Laboratoire d'Ecobiologie des Arthropodes Edaphiques (UPS-Toulouse)
Le Laboratoire d'Hydrobiologie (UPS-Toulouse)
Mr.Sevrez des Ets.Neyrtec (Grenoble)
Mme.Deotto des Ets.Merck (Paris)
La Sté.Draeger (Strasbourg)
Les Laboratoires Roche et Specia
Les Pharmacies: Adira, du Lion, Rostaing (Grenoble)

Mr.Baharuddin, J.Bès, Dr.Bolze, Dr.L.Botosaneanu, J.Boulbet, M.Brouquisse, Dr.A.Couté, D.Dreuil, A.et G.Ducros, L.Gabaude, C. et L.Gratté, G.Henderson, Dr. Jambon, Mr.Mat, MM Médous, C.Mouret, J.M.Ostermann, J.F.Séché, Dr.F.Stone, ainsi que tous nos amis de Thaïlande, Bantimurung, Payahe, Weda et Sagea.



BATU LUBANG
 SAGEA
 HALMAHERA TENGAH
 INDONESIA

Topographie F. BROUQUISSE
 M. BROUQUISSE
 P. BROUQUISSE (synthèse)

A.P.S. 1986
 Grade 4 Dév. 3523 m

0 200M

FIG. 7.3.

