

SOMMAIRE PROVISOIRE

- Introduction
- Déroulement
- Résultats spéléologiques Thaïlande
- Résultats spéléologiques Indonésie
- Hydrochimie
- Biologie

INTRODUCTION

MEMBRES DE L'EXPEDITION.

	SPECIALITÉ	LIEU DE SEJOUR.
BEDOS ANNE	BIOLOGIE (A.P.S.)	THAÏLANDE - SULAWESI
BOUQUENEU VERONIQUE	BIOLOGIE "	THAÏLANDE
BROUQUISSE FRANCOIS	HYDROGEOLOGIE "	SULAWESI - HALHADERA
" MICHÈLE	SPELEOLOGIE "	" "
" PATRICK	" "	" "
" RENAUD	" "	THAÏLANDE SULAWESI
DALGER DANIEL	HYDROCHIMIE "	THAÏLANDE
DEBRAVENE LOUIS	BIOLOGIE "	THAÏLANDE SULAWESI
	LUCIENNE	SULAWESI
LECLERC PHILIPPE	BIOLOGIE "	THAÏLANDE - SULAWESI
MARY J PIERRE	HYDROGEOLOGIE "	SULAWESI
RIGAL DIDIER	HYDROGEOLOGIE . "	SULAWESI
Mr BAHRAUDDIN	PARKS NATIONAUX INDONESIE (P.P.A)	SULAWESI
Mr PAITON LESAWASDI	BIOLOGIE (THAÏLANDE)	THAÏLANDE
STONE FRED	BIOSPELEOLOGIE (HAWAII)	THAÏLANDE

RÉSULTATS SPELEOLOGIQUES INDONÉSIE 86 (1 juillet - 30 août)

RÉGION	CAVITÉS	TOPOGRAPHIE (Grade 3, 4)
SULAWESI	GUA SALUKKAN KALLANG	3747 M (Total 85+86 : 12263 M)
	SECTEUR DE MAROS (15 CAVITÉS)	2316 M
HALHADERA	BATH LUBANG	3461 M

TOTAL 9524 M.

RÉSULTATS SPELEOLOGIQUES THAÏLANDE 86 (4 juin - 30 juin)

RÉGION	CAVITÉS	TOPOGRAPHIE (Gr 3 + 4)
MAE HONG SON	2	1696 M
MAE SAI	2	1230 M
KANCHANABURI	3	4660 M

TOTAL 4586 M.

"ou l'on s'aperçoit qu'au sud de la ligne magique,
l'imagination dérape ^{raffoie} vers le délire....."

Batimurung, Lundi matin, 7 heures.

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 Tarete", c'est ainsi que l'appellent les membres de la tribu buggi de Kappang. On raconte même qu'un terrain de football y logerait à l'aise et personne n'a jamais enterré le fond de ce lieu 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, le flaquet brouse. Heureusement le soleil reste absent, masqué par un univers tressé 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 sangues et quelquefois au prochain arbre dans lequel nous percerons 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, aguerries 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, déshiquetés et acérés

comme des rasoirs.

Vers trois heures de l'après midi, le guide s'écrie: "Tidak jau!", 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 choisie, là, sous ce gigantesque tronc, le rocher semble plus sain. Le plus téméraire d'entre nous se charge de l'équiper. Deux cent mètres de cordes sont lancés dans le puits, cent mètres restent en réserve dans le hit-bag. Voilà, c'est parti pour la grande descente. A moins deux cent c'est le nœud, toujours la pénombre à peine forcée 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'axion, 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 insupportable..... il me semble entendre un gémissement? En fait c'est plutôt quelqu'un qui fredonne une chansonnette. Et cet air, et air me dit quelque chose. Soudain, voilà l'homme: ~~un petit homme~~

sombre, plutôt maigre, un pinceau et un tube de plastique rempli de liquide dans une main, dans l'autre une torche jaune. Ça que l'alcool, que c'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 dérange ! 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*. Je m'écarte vivement, mais le maître a déjà choisi sa proie. Le docteur dément brandit son pinceau comme une arme divine, il a ouvert son tube. La lutte est inégale, rapidement, dans un bruit d'exercice 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. Des trois cent mètres de puits sont creusés en quelques minutes, je suis galvanisé par la disparition de mon adversaire de toujours. Après un bon riz-couff-oignons bien fumant nous rentrons rapidement pour ne pas rater le film du Dimanche soir."

* Un probable ^{double} troglodytisme, rage de colère, à chromosomes hypogamètes

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 ~~partelle~~
à défaut d'un maître antédiluvien!

DEROULEMENT

DEROULEMENT THAILANDE

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 ses 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 ~~va~~ apprécie pas d'être abandonné en cours de route et les pourvoit 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.

(2)

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

Grâce à Nat, 5 nouvelles grottes sont découvertes dont deux grosses résurgences: Tham Phet et Tham Nam Tok. Dans cette dernière, Daniel, nageur expérimenté, se propose pour aller en reconnaissance; mais que se passe-t-il, il n'arrive 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 carte prometteuse.

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

③

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 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 lendemain - 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 piélever 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 Kawa, grotte fossile de grandes dimensions, très 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...

(4)

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

Là-bas, Louis Gabande 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 traine, nous perd de vue et continue son chemin imperturbablement, sans se rendre compte que nous avons obliqué en contre-bas p 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 7 Km qui ressortirait de l'autre côté de la frontière birmane; mais nous ne trouvons que deux grottes qui ne dépassent guère le kilomètre; peut-être avons-nous manqué le fameux passage - à revoir...

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

⑤ Le lendemain, c'est le gaz carbonique que nous devons subir 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'aperçoit que dans le fond de la doline le CO₂ est presque aussi abondant que dans la grotte. Il n'y a malheureusement pas d'eau à l'intérieur et les poisons cavernicoles aperçus l'année précédente sont donc absents.

Tout près du village, une petite exurgence, Tham Nam Hu, est exploitée sur 150m jusqu'à un siphon.

De retour à Sop Pong, nous sommes hébergés par les bouzges. 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 Non, 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...

⑥

Le lendemain, nous retournons en bus à Nae Hong Son. Après une visite aux poissons de Tham Pla, on explore Tham Nam ~~Peu~~ Hua Kua, belle grotte de plus d'1 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 part 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 somme modique grâce à l'intervention de Paitoon comme interprète.

Le 2 juillet, nous voilà à Bangkok, après une nuit dans un bus plus délabré qu'à l'habitude...

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

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

7

DEROULEMENT INDONESIE

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 chance.

Il faut dire que nous arrivons toujours sans autorisation du LIP1, ou du moins sans savoir que nous les avons reçues - à rebondissement!

Une journée passée chez Claude Touret n'est pas trop longue pour récupérer et pour chercher des billets d'avion pour Ujung Pandang. Le soir François arrive de France avec des 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 prêts 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 charterisé pour aller échantillonner le Mont Lombo Babang, 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 ultérieurs

⑧

Devant cette première semaine,
Louis et Ann prospectent ^{intensivement} dans les environs de
Bantimurung sans trouver de cavités dignes d'intérêts
spéléologiques; 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 éclairées à Ujung Pandang.

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

François et Renand vont bivouaquer deux fois
de suite dans Gua Saltukkan 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 1100 mètres
de topo.

Le 12 au soir: arrivée de Lucienne, Didier, Jean-Paul,
Michèle, Patrick - on sera 10 ^{pendant} quelques jours.

non terminé

RESULTATS SPELEO THAILANDE

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

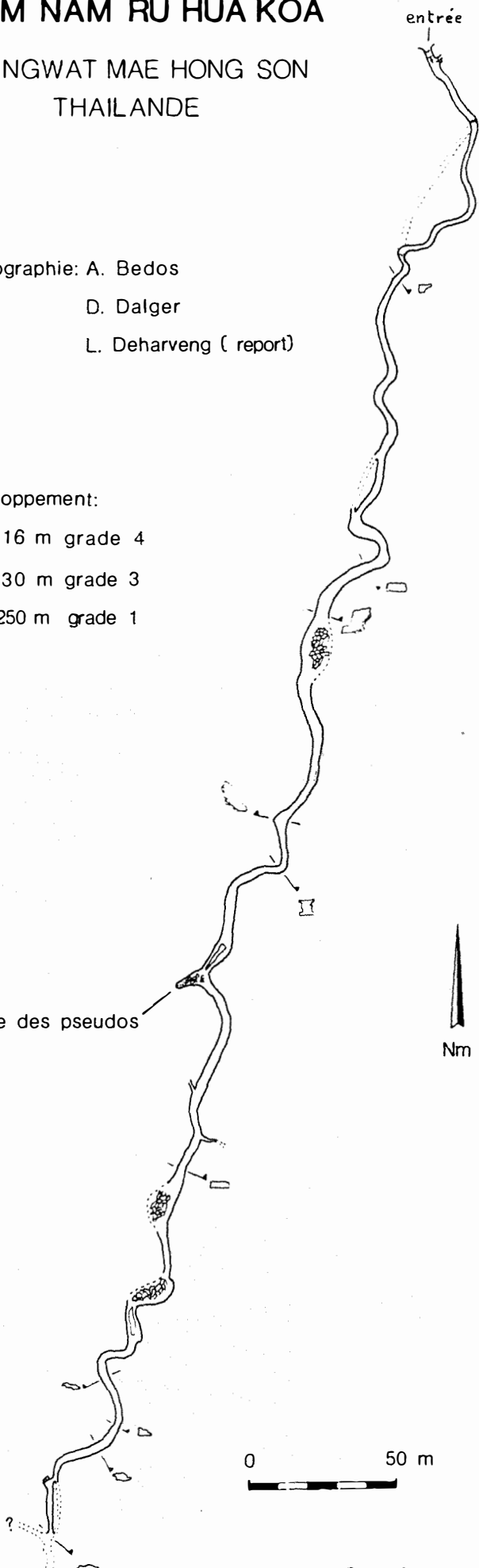
Salle des pseudos

entrée

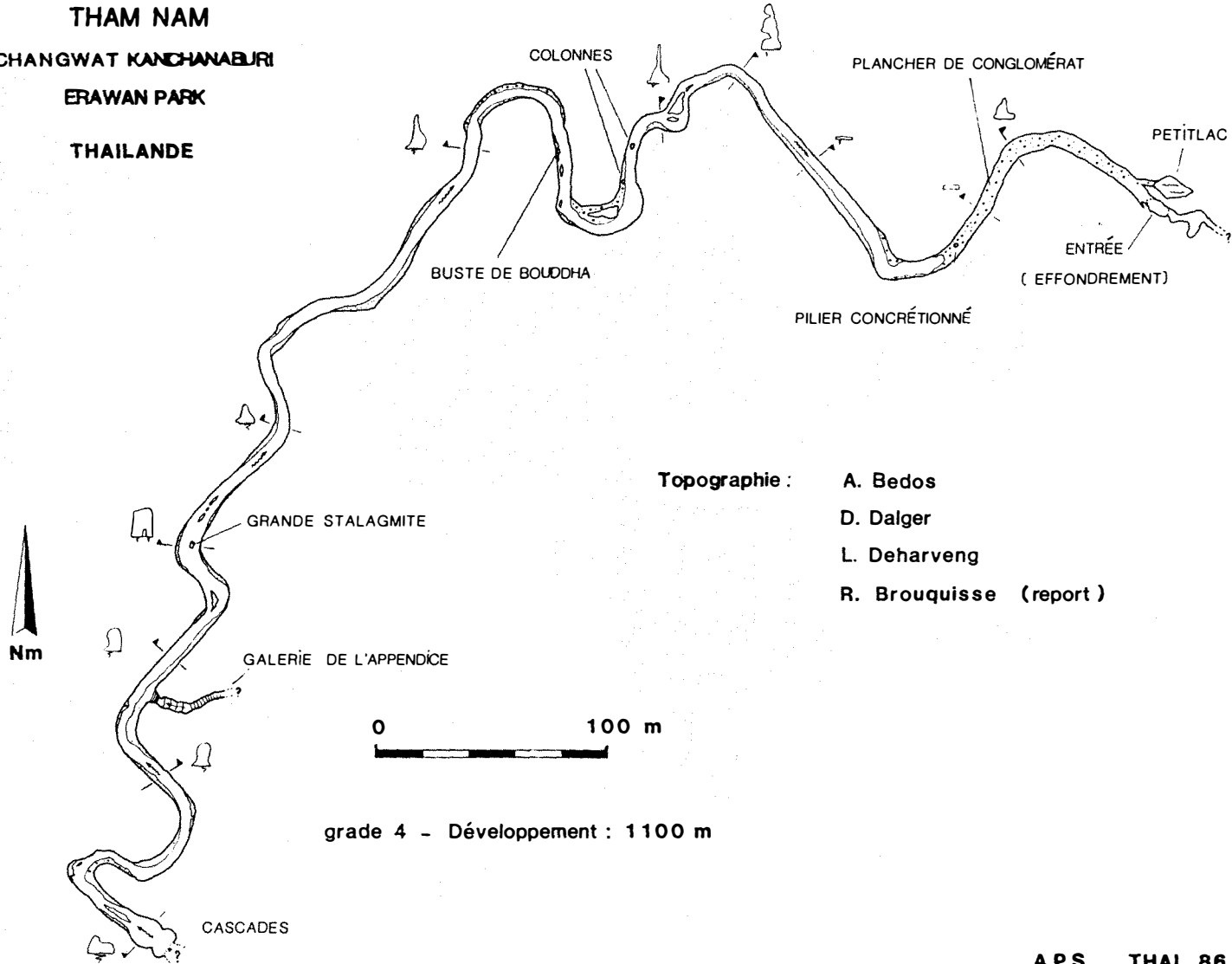
Nm

0 50 m

A.P.S. THAI 86



THAM NAM
CHANGWAT KANCHANABURI
ERAWAN PARK
THAÏLANDE



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

grade 4 - Développement : 1100 m

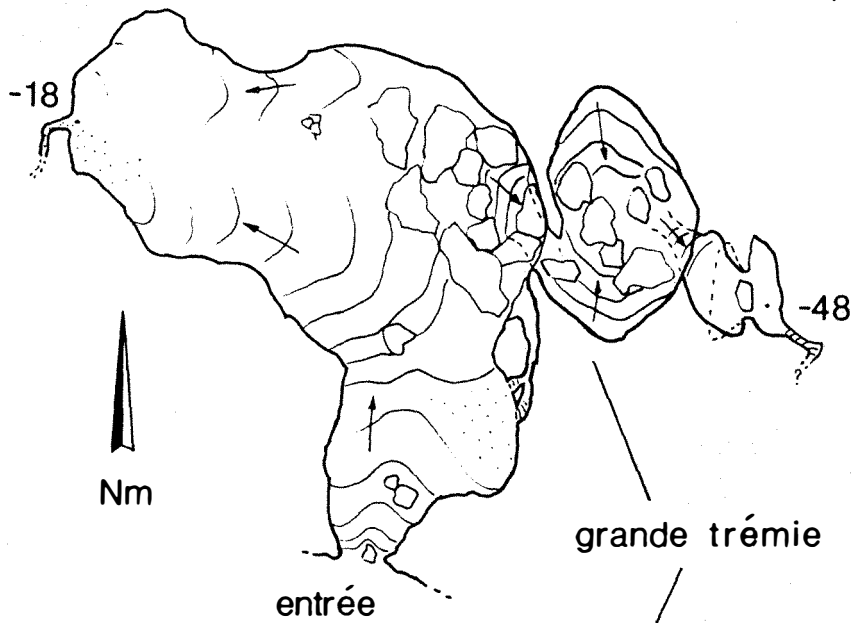
THAM BOL THASAO

CHANGWAT KANCHANABURI

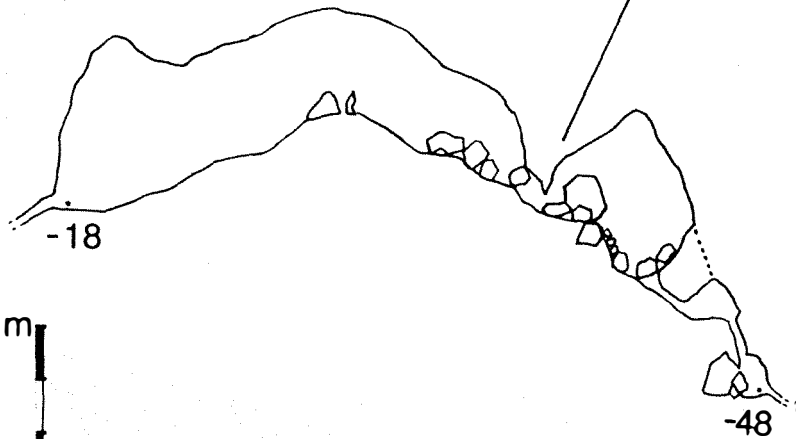
NAM TOK - THAILANDE

Topographie : D. Dalger

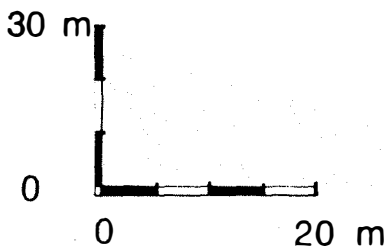
R. Brouquisse (report)



PLAN



COUPE



Grade 2 - Développement : 100 m

A.P.S. - THAI 86

THAM RAWA

CHANGWAT KANCHANABURI

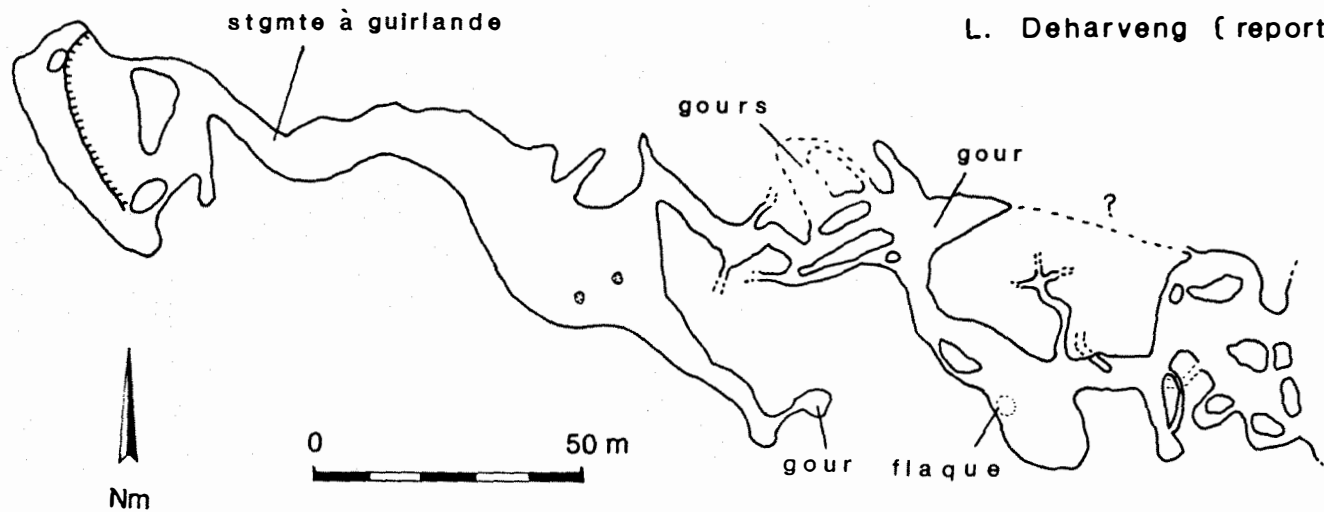
NAM TOK - THAILANDE

Topographie : A. Bedos

D. Dalger

R. Brouquisse

L. Deharveng (report)



Grade 3.4 - Développement : 458 m

APS - THAI 86

THAM BIG CAVE

CHANGWAT MAE SAI . THAILANDE

APS - THAI 86

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



plafond tacheté

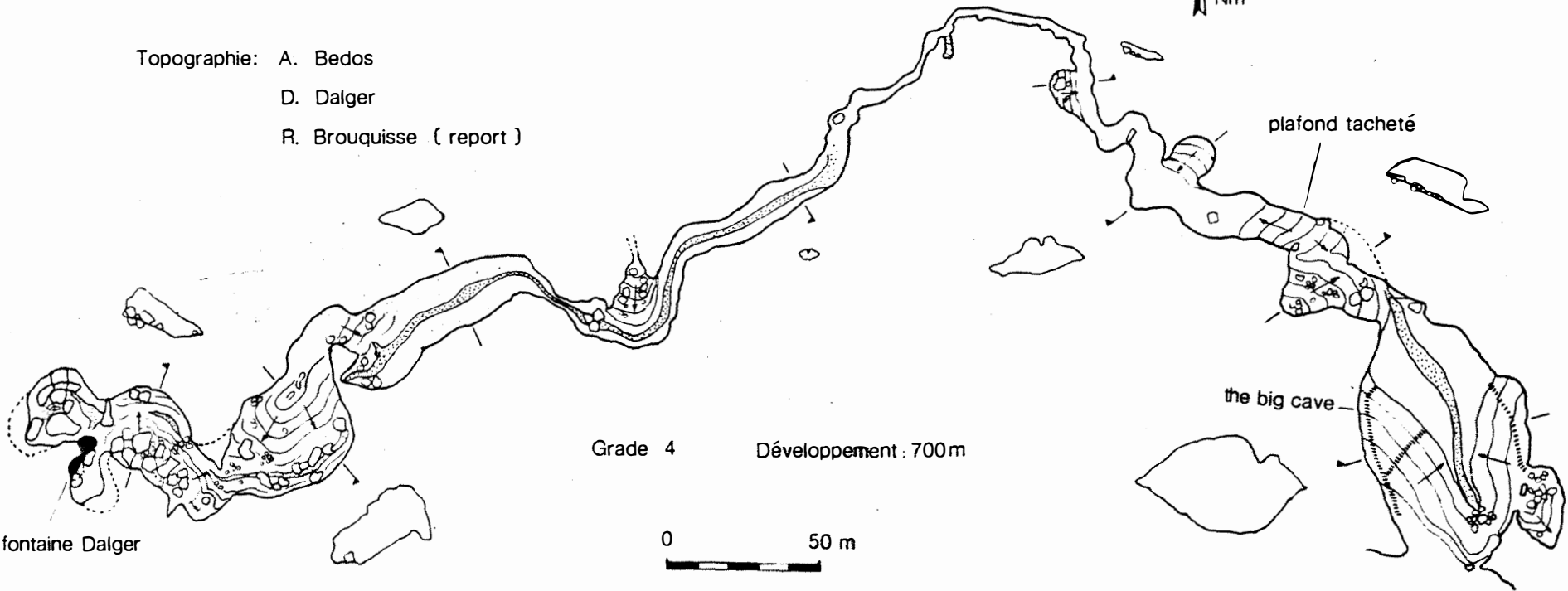
the big cave

Grade 4

Développement : 700 m

0 50 m

fontaine Dalger



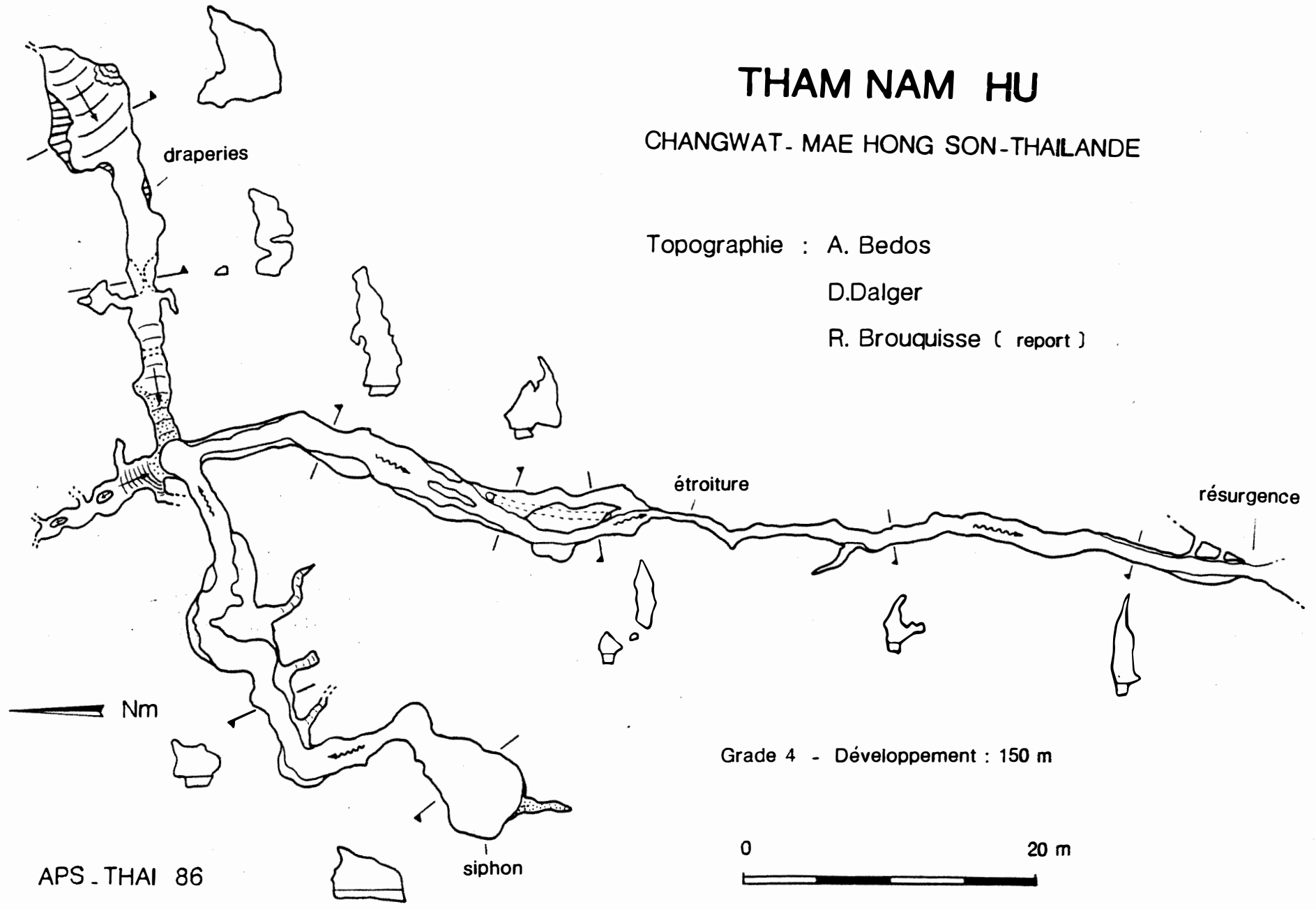
THAM NAM HU

CHANGWAT - MAE HONG SON - THAILANDE

Topographie : A. Bedos

D. Dalger

R. Brouquisse (report)



APS - THAI 86

Grade 4 - Développement : 150 m



RESULTATS SPELEO INDONESIA

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
IDE	SYMB	TOFONYMIE	Lieu. dit	Km	Dir	±	longit.	latitude	ALT	±	DEV TOT.	DEV TOPO	DENIV.	precis. topo	photos	prél. aquat	prél. terres.	prél. GUANO	osse.	geol.	Pchin eau	Pchin air	Bio extér.	Pchin extér
KARST DE HAROS .																								
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°51'30	5°00'75	50	30			10	-9	2									
K1	○	GUA SALUKAN KALLANG	Kappang	0.8	S	0'05	12°56'30	5°01'20	260	10	712463	12263	121	-184	4	+	+	+		+	+	+	+	+
K9	○	"	"	1.7	WSW	0'1	12°55'4	5°01'80	180	20	150	150	-		4		+						+	
K10	○	"	"	2.1	WSW	0'1	12°55'1	5°01'75	180	20	>80	80			1									
K11	●	"source du chemin"	"	1.0	WSW	0'05	12°55'8	5°01'60	240	20							+							
K12	V	"	"	2.5	W	0'15	12°54'30	5°01'60	100	40			20	-10	1									
K13	○	"Érotte Broudfüss"	"	3	W	0'15	12°54'60	5°01'60	100	40	90	84	-11		4									
K14	○	Perte 1 S. Gallang	"	3.7	E	0'05	12°52'00	5°02'27	420	10						+								
K15	▽	Perte 2 "	"	3.7	E	0'05	12°52'03	5°02'35	420	10						+								
K16	○	Perte 3 "	"	3.3	ESE	0'1	12°57'25	5°01'35	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		4									
K22	○	"GUA ASTAGA"	"	1.9	W	0'1	12°55'20	5°01'70	180	20	300	289	{+12		4									
K23	V	"	"	1.2	SW	0'03	12°55'73	5°01'86	290	10			{-19											
K24	V	"	"	1.5	WSW	0'1	12°55'45	5°01'70	170	20			18	-18	2									
K1		GUA APPA	Lealleang	1	SSW	0'05	12°51'43	4°59'60	20	5	>460	442	+28		4	+		+						
K2		"GUA PANANPU"	"								>100	100			4	+								
K7	○	"GUA Babi"	Samanggi	1.8	SSW	0'05	12°52'55	5°03'30	25	5			154	+17	4									
K8	○	"Gua Leangporia"	"	1.5	SSW	0'05	12°52'50	5°03'05	60	10			275	-21	4									
K9	→	Gua Nuna Majai	"	2.1	S	0'1	12°52'75	5°03'50	60	25			90	-7	4									
K30	■	"	"	0.5	NNW	0'1	12°52'60	5'02	100	25	285	285	+2		4									
K31	●	"	"	0.5	NNW	0'1	12°52'60	5'02	100	25														
KARST DU PAYS TORAJA .																								
e1	●	Source de Kelanga	Makale	9	NNE	0'25	11°53'5	3°03'0	350	50					+						+			
KARST D'HALMAHERA .																								
L1		Batu dubang	SAGEA	3.5	N	0'05	21°17'55	0°29'40	10	1	>3500	3461	+50		4	+		+	+		+	+	+	+

6-1. Introduction:

Les résultats obtenus en sont 85 dans la prospection du karst de Meros et la découverte de plus de 8 km dans Gusa Sulukken Kallang, traçait 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} 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 Réseau de Gusa Sulukken Kallang (cf. Françoise)

6-2.1 - Introduction:

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

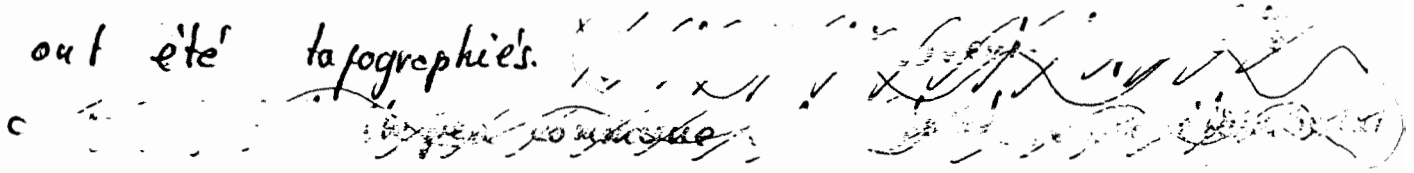
6-2.1.1: Résultats spéléologiques:

1* Dès le début nous avons effectué la jonction du K3era GSK et, repéré et équipé le puits des Salangues, 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 encaout.

* 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 supertrappe Bebek et à un niveau inférieur rejoint 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^{er} 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 "Thai-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

Au delà des rapides, on suit la rivière au fond de
 grandes salles-méandres, encombrées de blocs de basalte
 effondrés là en éboulis. Au delà du lac-siphon ter-
 minal qui marque la fin de l'actif accessible de la rivière
 du Tseouït, un boyau donne accès à de nouvelles gale-

ries fossiles puis à ce qui a dû antérieurement constituer un
 ancien amont de la rivière, à structure identique: cette galerie,
 siège d'un écoulement plus ou moins intermittent sans rap-
 port avec le débit actuel de la rivière du Tseouït, 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.

effondré, sous-jacent au chaînon volcanique à l'est (3)
de la faille de Kappang (Fig. 6-1)

On a là en effet un système de plusieurs pertes impressionnantes au niveau d'une zone à bancs calcaires peu épais et très brisés avec du volcanique.

6-2-3. Description:

6-2-3-1: Jonction K3 - GSK: c

cette jonction s'est effectuée par une galerie basse dont au luminaires très bas de 90m, avec fort courant d'air, limoneux et très humide, probablement voyé en saison des pluies.

6-2-3-2: L'about 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 x 10 m, à parois plongeant verticalement dans l'eau, parfois avec des banquettes inaccessibles, et très peu de points d'accostage entre l'embarcadere et la zone des rapides que l'on entend 400 m avant d'y arriver. (Ph. 6-1 et 6-2)

quelques très belles méduses blanches jalonnent le parcours, ainsi que 2 élargissements en rive gauche d'où sortent de petits affluents: l'un d'entre eux provient d'un P2 remontant concrétionné non escaboté. 250 m avant les rapides, et en rive droite, l'affluent du Ptérodactyle présente un fort remplissage limono-argileux sur 150 m avant desiphonon

6.2.3.3: des nouveaux affluents du réseau Mandala.

(4)

Un premier affluent débouche en rive gauche de l'actif principal du réseau, quelques dizaines de mètres avant le confluent avec la rivière des prismes. C'est un boyau d'une centaine de mètres qui remonte sous la salle Baharuddin. (arrêt sur étroiture). Un autre affluent, enterré en 1985, est accessible par une branche fossile du réseau Mandala. Après franchissement d'une étroiture, ~~quelques~~ mètres de galerie assez étroite sont pourvus jusqu'au siphon axial. En amont un autre siphon sur barre la route. Enfin, une courte escalade après la salle du P20 à lire 350m de découvertes dans un autre affluent. La galerie est quelquefois bien concrétionnée spacieuse (5x5). Nous butons en amont sur des passages trop étroits.

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

6.2.3.4 Branche du foulaitler : la salle Bebed.

Après ~~équipement~~ d'une grande couleée, nous découvrons le grand vide enterré en 1985 : c'est une salle magnifique, tapissée de gours secs. (100x35m). 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 6m, non descendu. Le report topo indique que nous sommes, à cet endroit, au dessus du réseau Mandala.

6-2-4. Équipement:

Localisation	Obstacle	Corde	Amarrage	Observations
K4 (puits des sabuganes)	P10 R10	20	1spit + A.N 1 A.N (-10)	R10 descendable
Réseau du Roubiller accès à la salle Bebek	P9 P18	45	1 A.N + 1spit 1 A.N (-10)	P18 à équiper.

Tab 6-1. Fiche d'équipement.

L'utilisation de caouts est indispensable pour l'amont de la rivière du 15 août. (caout monoplace type SEVILOR avec muslines et colle !!, les rochers à fleur d'eau ou les bords étant parfois très corrodés)

6-2-5. Topographie

Effectués cette année lors de 6 sorties par FB, RB, PB, MB, DR, Le Det JPH, les relevés portent sur 3747m, Avec les 440 m du K3, les nouvelles données spéléométriques s'établissent comme suit (Fig 6-2)

- Développement total: 12263 m
- Dénivelé: -184 m; +21 m
- Extension plane: Grand axe / Petit axe: 2950 / 1600 m
- Grade 4

Localisation des points caractéristiques	Par rapport à l'entrée K1	
	Cote (m)	Distance (m)
Siphon terminal amont - rivière du 15 août	-141	4050
Entrée amont siphon	-126	4700

K ₃ : bas du P 25	- 142	-
K ₃ : lac-siphon aval	- 148	-
affluent Bagus: point bas	- 47	2000
affluent Herdeka	- 113	1650
réseau Bebek: P6 terminal	- 63	900

Tab. 6-2 Repérage Topographique.

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 sur plusieurs mètres des joints noirs marneux en feuillets interstratifiés mis en relief par la rivière, de quelques centimètres d'épaisseur. Plus en amont, au voisinage du point topo. K on les retrouve en un banc épais d'1 mètre présentant des cupules décimétriques.

* des remplissages importants limono-sableux et limonoargi-^{se} leur 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 I.]
- basaltes à olivine riches en ferromagnésiens représentant le pôle le moins différencié
 - basalte alcalin plus différencié, riche en feldspath, éphénocristaux 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. Pélissier - 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 coupe géologique au 1/250000 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 soit une faille majeure, à N-140, 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 notre ami, M^r Bakaruddin, la pluviométrie mensuelle de janvier 1984 à juin 1986, sur deux stations de Batubassi (Banlimurung) et Camba. Ces deux sites encadrent 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 raison des pluies.

Pluviométrie mensuelle / nombre de jours de pluie

	JV	FV	Ma	Av	Mai	Ju	Jlt	At	Sp	Oct	Nov	Déc	Tot
Camba 84	166	236	193	144	105	143	94	20	203	-	165	368	183
	17	17	14	14	19	15	11	4	9	-	14	21	15
	282	1029	308	152	217	80	192	10	5	74	367	150	223
85	17	14	19	11	15	9	14	3	1	5	16	11	13
	741	231	325	232	150	142							182
	25	22	15	13	7	12							9

	JV	FV	Ma	Av	Mai	Juin	Jlt	At	Sp	Oct	Nov	Déc	Tot
Batubassi 84	531	617	500	455	315	68	28	2	336	168	317	643	342
	22	24	18	21	18	5	4	1	10	6	13	23	165
	418	317	585	235	405	51	88	18	2	117	453	365	305
85	20	18	17	16	18	7	7	3	1	6	18	16	14
	1067	467	626	248	22	177							260
	24	19	20	10	3	9							85

Tab. 6-3 Données climatologiques : 1984 - 1986.

* éléments d'enquête:

- En amont de la grande cascade de Batuimurung, les traces de crue dans le troussou des gorges dépassent les 3m. Concernent plus particulièrement l'hiver 86, des inondations catastrophiques se sont produites sur la région de Meras, emportant de nombreux ponts coupant les communications entre Meras et Ujung Pandang. La route de Batuimurung ^{à 60'} 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 $20m \times 4m$, soit $80m^2$: à noter qu'en été, c'est à sec, tout le débit était capté pour l'irrigation.

- Enfin, cet hiver, l'entrée principale de GSK, K1, disparaissait sous 7 à 10 m d'eau, le poroko entièrement noyé par la rivière Djannadjannae. L'entrée eu a d'ailleurs été complètement modifiée: là où l'été dernier il fallait se mettre à plat ventre et passer la chaudière sablonneuse encombrée de branchages, puis progresser courbé sur 100m sur 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 100m de remplissage sablonneux 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 de projet d'aménagement hydraulique.

Des témoins de crue ont été d'ailleurs placés au point topo terminal 85 dans l'amont de la rivière du 15 août.

etages tous les mètres de 0 (niveau 'aef') à + 6 m.

Localisation	Caractéristiques	Côte par rapport au sol
Terminus topo 1985 amont rivière du 15 août. banquettes limono sableuses R.G.	- traces de pas effacées - liserés de crues blanchâtres sur paroi en R.G.	+ 3 m
Rivière du 15 août Embouchure amont de la galerie Garuda	- débris de crue en route dans des roudjotes	+ 3 à 4 m.
Siphon des dykes 1 ^{er} aval: rivière du 15 août	- débris plaqués en profondeur	+ 3 m.
Rivière du 15 août: grande salle méandre en aval du débouche aval de la galerie Garuda	- fil topo: brindilles accrochées.	+ 5 à 6 m
Rivière du 15 août, méandre fossile ble tal entre la vasque du dyke et le siphon terminal. R.G.	- 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 goutlets	- débris plaqués en route	+ 3 m.
Rivière des prismes Zone des goutlets	- débris de la crue de crue en passage fossile supérieur	+ 6 à 8 m.

Tab. 6-4 - Niveau de crue.

(11)
Il faut noter que la galerie Baruda ... est jamais noyée,
même s'il y a trace, en de nombreux endroits, d'écoulements lo-
caux liés aux infiltrations.

La présence de trous 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 autre-
ment les traces observées à 5 ou 6 m de haut ~~est~~ en aval
du \longrightarrow débouché de la galerie Baruda.

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

- + l'entrée K-1
- + 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 avec celle du 15 août

Dans la rivière du 15 août, le niveau général semble
pouvoir remonter de 3 à 4 m sur toute la portion entre
les rapides et le 1^{er} siphon aval.

Dans la portion aval, une remouée au moins égale leube doit se produire, et au delà du K2, il y a ennoyage du siphon terminal et remouée du plan d'eau au moins jusqu'au seuil de la vasque du dyke.

En tout état de cause, il serait instructif de descendre en saison des pluies au niveau de l'écif 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 de l'aval du siphon que vient l'alimentation, liée sans doute pour partie aux pertes de la rivière Gallang (50 l/s estimés à l'étiage). Le gradient moyen entre cette zone et l'amont connu du réseau est de l'ordre de 8% (différence 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 et une alimentation ^{probablement} provenant du sous-étoulement ex térieur de la rivière Djsuu djsuu

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'au passé (Ph. 6-4)

La comparaison avec les 2 autres jaugeages réalisés à l'aval de l'actuel sur la rivière de Bentimurung, 700 m en aval de Towakka la k. Meer, conduit à penser que les apports latéraux sont négligeables entre le siphon terminal aval de GSK et la resurgence.

Lieu	Date	débit (l/s)	Méthode
Rivière des Prises - A	22-7-86	2	4 moulinet } ouseau }
Rivière du 15 Août - B 1 ^{er} aval.	22-7-86	590	moulinet
Rivière du 15 Août - C 2 ^{ème} aval	23-7-86	625	moulinet
Rivière de Bentimurung - D	13-7-86	670	moulinet
"	24-7-86	535	moulinet
Source du Réservoir - E	25-7-86	1360	moulinet
Gua Baharuddin - F Griffon principal	8-7-86	190	moulinet
"	25-7-86	135	moulinet

Tab. 6-5 Résultats des jaugeages : secteur de Bentimurung -

à 16 h 30

- Une coloration a été réalisée le 23-7-86 par l'injection de 4,5 kg de fluorescéine dans le siphon terminal. Le front du nuage est arrivé à la grande cascade de Bentimurung le 27-7-86 vers 9^h. Compte tenu du temps nécessaire à parcourir les 700 m séparant la resurgence de Towakka la k. Meer de la cascade, on peut estimer la vitesse de passage

moyenne comprise entre 50 et 60 mètre l'heure; pour une distance à vol d'oiseau de 4,5 km et un dénivelé de 40 m, soit une pente moyenne de 9‰. (Ph. 6-5)

(74)

Des fluocapteurs avaient été placés sur 3 exutoires : Towaklak-Heer, source du réservoir et Gwa Bahraddin. La coloration est sortie, massivement visible, coulant plus d'une journée à Towaklak-Heer. Par contre rien n'est apparu sur deux autres sources, les fluocapteurs de Gwa Bahraddin sont avérés négatifs. Par enquête, il ne semble pas qu'aucune autre source du secteur n'ait présenté de coloration visible, ce qui semblerait prouver qu'il n'y a pas de diffuence ou de soutirages sur l'axe du drain principal, non plus que sur le trajet extérieur.

Les résultats de ce sondage sont extrêmement intéressants, liés aux éléments tirés de l'hydrogéochimie, ils permettent de considérer l'indépendance des 3 systèmes contigus de GSK, de la source du réservoir et de Gwa Bahraddin.

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 Gallug à l'Est du secteur. Plusieurs petits systèmes indépendants semblent également exister dans les secteurs de Samaggi et Puges.

985	99	25.0	25.2	26.7	95	4.4	985
GSK - S4		25.0	25.2	26.7	95	4.4	985
GSK - S5		-	-	-	-	-	-
GSK		114	114	110	-	-	-
GSK		22-7-86	niveles p-tras	p.t. X	-	-	-
GSK		"	niveles	p.t. R	-	-	-
GSK		23-7-86	niveles	15 not	-	-	-
GSK		"	niveles	p.t. AS	-	-	-
Towakak Meer		36	25.0	26.6	-	-	-
Reviere de Baukewuring		10	25.2	25.2	-	-	-
Gua Bahuddin		13	26.0	25.2	-	-	-
Gua Bahuddin		10	26.0	25.6	-	-	-
"		1	26.0	26.0	-	-	-
"		1	26.0	26.0	-	-	-
"		1	26.0	26.1	-	-	-
"		1	25.9	27.0	-	-	-
"		1	25.6	22.3	-	-	-
Source du Reservoir		13	25.4	-	-	-	-
"		"	25.3	24.2	-	-	-
"		"	17.5	-	-	-	-
Lombajang		1500	17.5	-	-	-	-
Source de Kelang		950	21.0	-	-	-	-
Batu Lintang		5	24.2	-	-	-	-
Batu Lintang		30	23.3	24.1	-	-	-



cf. texte joint. à intégrer ici

6-2-8 - Perspectives:

- On peut considérer sur le plus probable que les sites les plus évidentes du G-S-K ont été faites; il reste cependant à terminer
 - les réseaux fossiles de l'entrée principale K1.
 - les galeries fossiles de l'extrême amont: une affluente et une voirie mouillable.
 - la faille du puits des Sabuganos.

Mais surtout il faut reprendre la prospection en surface dans les deux zones précitées l'un d'elles: d'une part à l'extrême amont et dans le secteur des pertes de S. Gallego, d'autre part en aval entre le K2 et Wattanaug-Meer.

Existent également de nombreuses cavités (grottes ou puits) qui nous ont été signalées par le P.P.A. (*).

On peut logiquement espérer doubler le kilométrage exploré au titre du système G-S-K.

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

(*) P.P.A.: c'est l'équivalent de l'OMF en France.

Vingt sept prélèvements ont été réalisés dans Gua Salukkan Kallang -
 Quinze d'entre eux concernent la faune terrestre et 12 la faune aquatique.
~~Leur analyse, actuellement en cours, permet~~ L'identification des
 nombreuses espèces recueillies est actuellement en cours.

La faune terrestre est abondante et diversifiée sur les rives de la
 rivière principale, du fait des ~~abondances~~ ^{les très} ~~des~~ ^{grands} débris organiques.
 Cette faune comprend une proportion assez importante d'éléments
 épigés (en particulier de nombreux collemboles et des coléoptères), entom
 nés maissemblablement lors des orues de début d'année. Les "cave
 nicoles" dont l'infestation au milieu souterrain est cependant loin
 d'être établie par le karst de Maros - étaient ~~cependant~~ domi
 nants à l'époque de nos récoltes (juillet-août): amblypyges,
 schizomides, araignées, blattes (Nocticolidae), diplopodes, isopode
 collemboles et orthoptères. Dès qu'on s'élève dans les galeries fossiles
 ou sur les banquettes perchées au dessus de la rivière, la faune
~~devient très rare~~ ^{s'apprauvit} en l'absence de sources de nourriture; nous
 n'avons pas trouvé en particulier de zones à guano et de popula
 tions importantes de chauve-souris ou salanganes, sauf en quel
 ques points ~~des~~ 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 repré
 sentées notamment par ~~de~~ d'assez nombreux anguilles et
 poisson-chats bien pigmentés et oculés. Les crabes, assez fréquents

14-3

~~une forme de~~
~~notamment souterraine~~ L'espèce la plus intéressante est une
 (en cours d'étude) de la galerie Garuda et
 crevette aveugle localisée dans quelques gours ~~du réseau fossile~~
 certains affluents ~~et les~~ petits affluents
 (présente également dans ~~quelques~~ autres niveaux souterrains de
 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 de karst de Maros.

à contrôler
x

6.3 Les autres cavités du secteur de Karos.

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

Une étude cartographique nous a conduit vers cette rivière qui se perd à 420m d'altitude dans une zone proche de la bordure du Karst proprement dit, en amont du réseau de gua Salukhan Kallang.

Une première perte (K14) où transite un débit estimé vraisemblablement 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 naomais). Dans le cours d'eau, à sec en aval lors de notre visite, nous explorons la K15 (fig 6...), petite perte rapidement imperméable. Le lit de la rivière, toujours assez large (5m), butte enfin sur un amas impressionnant de troncs et branchages. 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 Gua Salukhan Kallang reste à prouver par une coloration. Le débit encore important en amont de la rivière des 15 août (situé d'après nos reports près de la bordure du Karst) laisse en effet supposer l'existence d'une alimentation abochène.

perspectives : un nettoyage de la perte permettrait peut-être d'obtenir un passage pénétrable, mais quel travail de .. romain!

6.3.2 Zone d'alimentation de gua Salukhan Kallang.

K9 (fig 6...)

Grotte fossile, s'ouvre sur le flanc sud du relief menant au K9. Le conduit est subhorizontal. Le concrétionnement bouche entièrement la perte au bout de 150m

K10 (fig...)

(17.5)

Grotte fossile située juste au dessus du K2. Une traversée de 50m mène dans un petit cirque extérieur. Au dessus on pénètre dans une première salle de 15m de diamètre. Un passage étroit forcé par un fort courant d'air mène dans la deuxième salle, plus grande où un puits reste à descendre. Une cavité à recevoir de l'eau. Dev estimé: > 80 croquis d'exploration: L. Pekarev

K11

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

K12.

2 Puits (-10m) bouchés situés au fond d'une dépression, 400m à l'ouest du K2.

K13. (grotte Broukiss, fig 6...)

grande salle, fossile, située environ 1 km à l'ouest du K2 en bordure d'une profonde dépression. La descente de leur petit ressaut (5m) est nécessaire pour atteindre la porte d'entrée.

spéléométrie: développement 84m.

K20 (fig...).

Gouffre K20

Localisation: Située à 160m au sud-est (110°) du point kilométrique 57 sur la route de Maros à Camba, au accès au K20 en remontant un corridor (Ph. —)

Description: le K20 se développe suivant l'axe du corridor sus-jacent. Un puits de 26m donne sur une salle déclinée avec quelques blocs d'éboulis. Dans le haut de celle-ci, un grand puits (10x15) non descendu, supérieur à 60m. En contrebas un autre puits (2x3) descendu jusqu'à -35m, profondeur supérieure à 60m. À signaler dans un renfoncement de la salle des stalactites musicales et 2 cierges cassés puis ressoudés en oblique, preuve d'une néotectonique active.

(Ph. —)

Topographie: F et P. BROUQUISSE. Dvpt Total: > 160m
Dvpt Top.: 60m.
Dénivelle: > 75m.

Perspectives: Peut constituer un regard très prometteur sur G.S. K.: descendre les deux Puits.

K21. (fig 6)

(17.7)

Cavité située une centaine de mètres en contrebas de la route de Samanggi vers Kappang (Km 56,5). Une partie fonctionne comme puits, en témoignent les nombreuses traces d'écoulement récent rencontrées. La galerie, de belles dimensions (10x10 souvent) mène jusqu'à un boyau colmaté par la boue à la cote -35. Un départ reste à atteindre par la traversée d'une coupée. L'autre réseau n'a été que faiblement reconnu : trois puits vont pas être descendus. L'équipement d'un d'eux est nécessaire pour poursuivre dans la gale rencontrée (à noter à cet endroit, des sensations de chaleur, une flamme jaune, pouvant être rapprochés pour la première fois à Mauv, avec la formule de CO_2 ?)

Spéométrie : développement 244m Niveau -35, +12m.

K22 Cua Astaga! (fig 6)

Le grand porche d'entrée domine une dépression proche de celle du K1 sur le flanc sud du ravin. Cette belle grotte fossile débute par une grande galerie au sol recouvert d'une épaisse couche de limon argileux, parsemé de profondes rigoles. A l'extrémité de la branche ouest une meandrite étroite sert à recevoir

Spéométrie : développement 289m Niveau : -20 +25.

K23

Puits soudé à 10 m environ situé en bordure au début du corridor qui mène au K20 - à explorer.

K24

Puits de 18m, bouche située au fond du ravin des K2. Environ 500m avant celui-ci.

6.3.3 Secteur Samanggi - Sambukeaja

(17.8)

S28 Gua Leang Parea (fig 6...)

Soufre en hauteur à flanc de falaise, accessible depuis la route avant Samanggi en cheminant dans les rizières. Une galerie fossile traverse jusqu'à un toboggan descendant sur l'extérieur. Une grande diadème parallèle soufre aussi aux deux extrémités sur l'extérieur.

Spéléométrie : développement 275 m dénivellé' - 22 m.

S27 (fig 6...)

Grotte située au pied de la falaise, au sud de S28, après une rampe dans le karst. La galerie fossile, bien calcifiée est obstruée par une couche de calcite - sous l'entrée un petit boyau étroit a été parcouru sur quelques mètres.

spéléométrie : développement 154 m dénivellé' + 17 m

S29 (fig 6....) Gua Nuna Majai

Un petit sentier débute au pied de la falaise, au sud de S28. Après un quart d'heure environ de montée raide on redescend dans une dépression cultivée. Le fait d'entrée s'ouvre en bordure. Un petit ruisseau nous mène dans un ruisseau. Des siphons barrent la progression en amont et en aval. galerie souvent étroite ou basse.

spéléométrie : développement 30 m.

On accède à une dépression par un court sentier dans la falaise au nord de la route avant Samanggi. Un cours d'eau la traverse (débit estimé à 30 l/s visuellement lors de notre visite). La forte, S31, est impénétrable. D'urgence, 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'urgence. Une petite ouverture en falaise est au dessus de la forte.

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

6.3.4 Secteur de Lealleang.

- L1 Gua Appa.

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 méridien existe peut-être sur la dernière partie. (départ en traverses)
Après 300 m de parcours la grotte débouche sur l'extérieur. A noter la présence de poteries dans une petite terreuse de la deuxième salle.

speleométrie : développement 442 m.

6.3.4' Secteur de Bantimurung
Source du réservoir. B14 :

(17.10)

La construction d'un bassin a relevé le niveau de l'eau dans cette source et seul le haut d'un boyau la tête à la falaise, est accessible sur une quinzaine de mètres. L'exutoire, constitué de plusieurs griffons s'amorcent en fonction du niveau dans le bassin, débitent environ 1300 l/s (jaugeage effectué le 25-7-86 sur les deux griffons actifs ce jour-là). (Fig 6-3, Ph. 6-6)

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.

L'émergence de Gua Beharuddin. B15 :

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 canote, 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 jaugages, 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 Samaggi.

Il faut noter que ce sont les eaux les plus chaudes rencontrées (26°) et qu'une baisse de 4 MO est apparue en un mois; par ailleurs la limpidité de l'écoulement à la mi-août par rapport au mois précédent, conjointement à une baisse de débit sensible pourrait être interprétée, de même que le baisserement de la température, comme l'épuisement de réserves ~~stockées~~ ~~au~~ l'étiage de base, d'eaux emmagasinées. déjà depuis plusieurs mois. (Fig 6-4 Tab 6-5 et 6-6)

6-4. Les Secteurs de Malawa et Bono = (cf. Louisot Anne) (20)

-----/-----

6-5. Pays Torodjia

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

6-6. Bibliographie et Documents:

- [1] Expédition Thai-Meros 85. Rapport spéléologique et scientifique. Mai 1986. Association Pyrénéenne de Spéléologie.

* Topographie, Photos, Film S-8 (extérieur), Prélèvements: Biologie, Mesures (Hydrologie, Physico-chimie), Échantillons-géologie - AP:

- Fig. 6-1 : Schéma Géologique.
 6-2 : Topographie GSK.
 6-3 : Schéma de la source du réservoir.
 6-4 : Hauteurs d'eau à Gus Bakstrudliu (griffon G-1)
 6-5 : Stations et Points d'Observations - GSK.

- Tab. 6-1 : Fiches d'Équipement.
 6-2 : Repérage Topographique
 6-3 : Données climatologiques
 6-4 : Niveaux de crue
 6-5 : Résultats de jaugeages: secteur de Baükimurung.
 6-6 : Mesures physiques

- Ph. 6-1 : Rivière du tsouët - Les rapides
 6-2 : Rivière du tsouët - Mecluse.
 6-3 : Affluent Bagus - Perles ?
 6-4 : Jaugeage dans G-S-K.
 6-5 : Siphon terminal de GSK à -184m.
 6-6 : Source du réservoir.

Fig. 6.5

Stations, points de prélèvements et d'observations 1986.
G.S.K.

S1 (Indo 139)	: B, P, Co	SA	: P, C, Hj
S2	: P, Co	SB	: P, C, Hj
S3	: P, Co	SC	: P, C, Hj
S4	: P, Co, C, Gtc	SD	: Ht
S5 (Indo 142)	: P, Co, Gtc	SE	: Gtc
S6 (Indo 135)	: B	SF	: Gtc
S7 (Indo 137)	: B	SG	: Gtc
S8 (Indo 138)	: B	SH	: Gtc
S9 (Indo 140 Indo 144)	: B	SI	: Gtc
S10 (Indo 140 Indo 143)	: B	SJ	: Gtc
S11 (Indo 146)	: B	SK	: Gtc
S12 (Indo 145)	: B	SL	: Gtc
S13 (Indo 134)	: B	SM	: P, C
S14 (Indo 136)	: B	SN	: G
S15 (Indo 130)	: B	SO	: G

B: Biologie
P: Mesures Physiques
Co: CO₂
C: Hydrochimie
Hj: Saugeage
Ht: Tracage (Injection)
Gtc: Traces de vue
Gte: Témoins de vue
G: Géologie

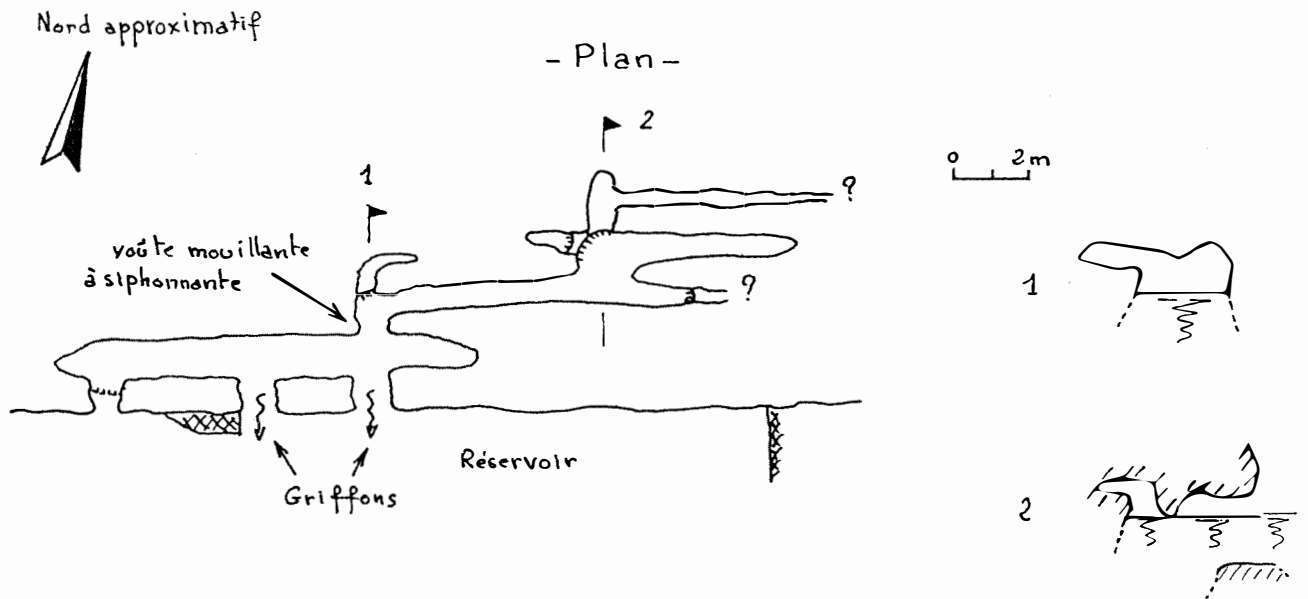
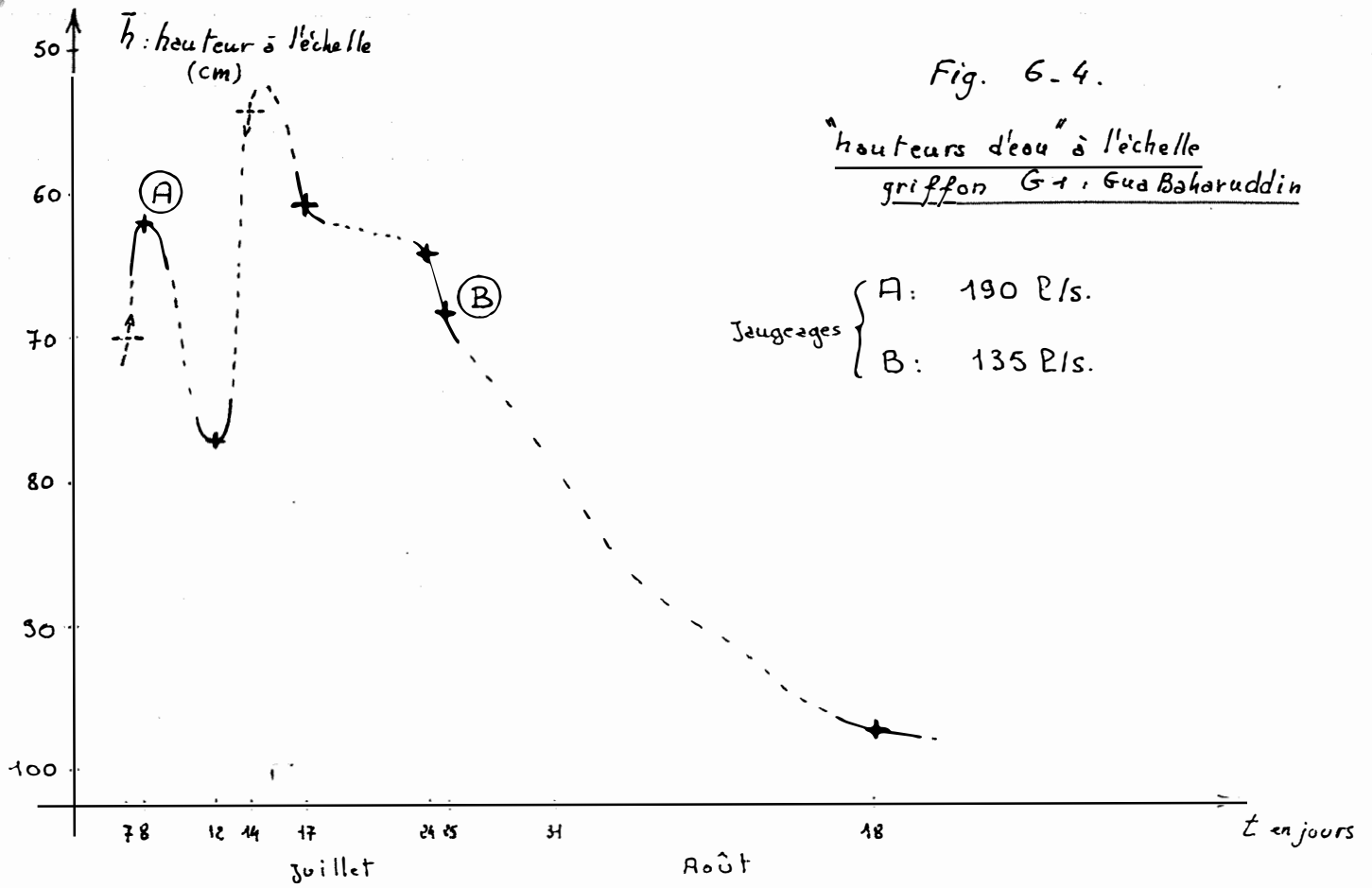
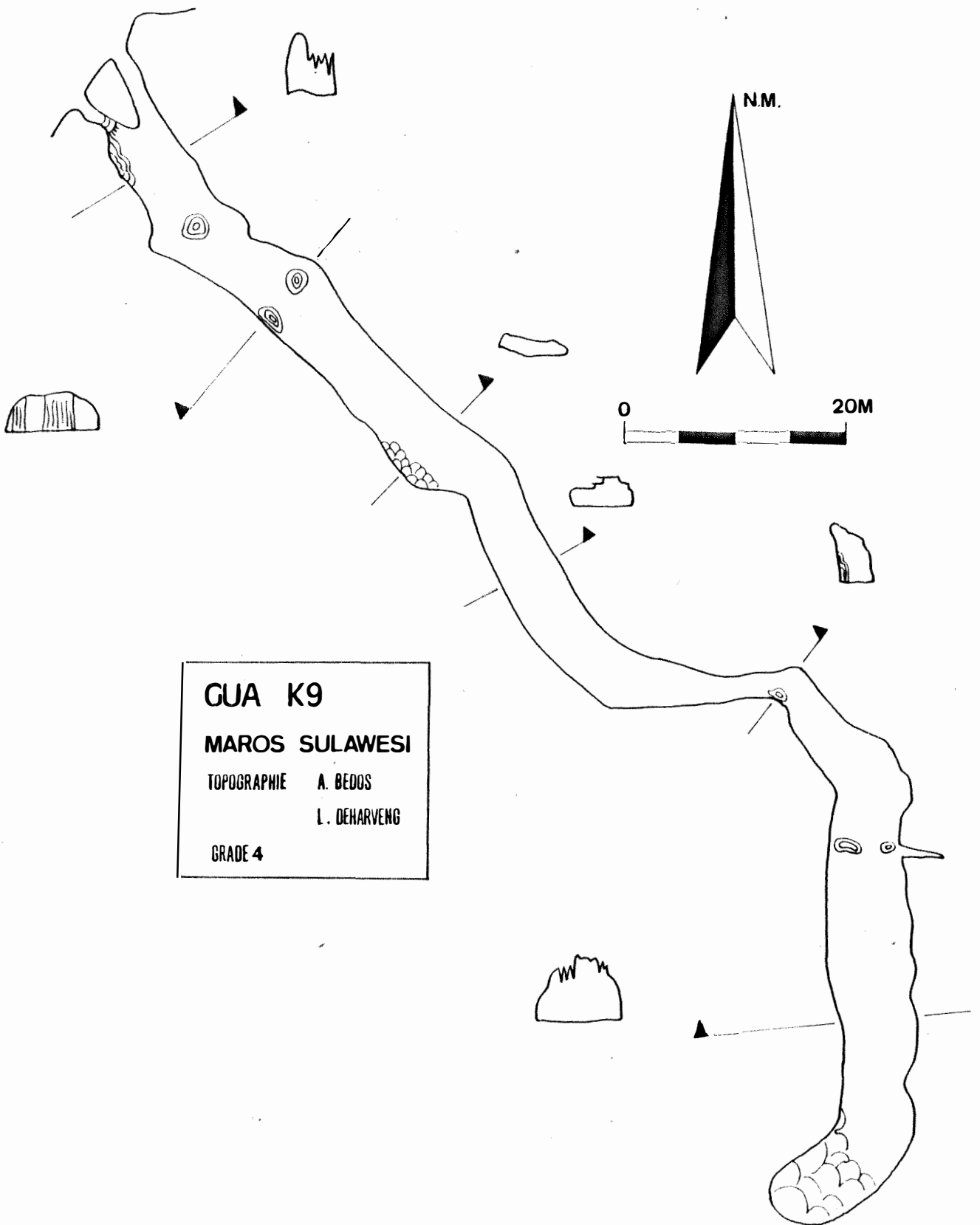
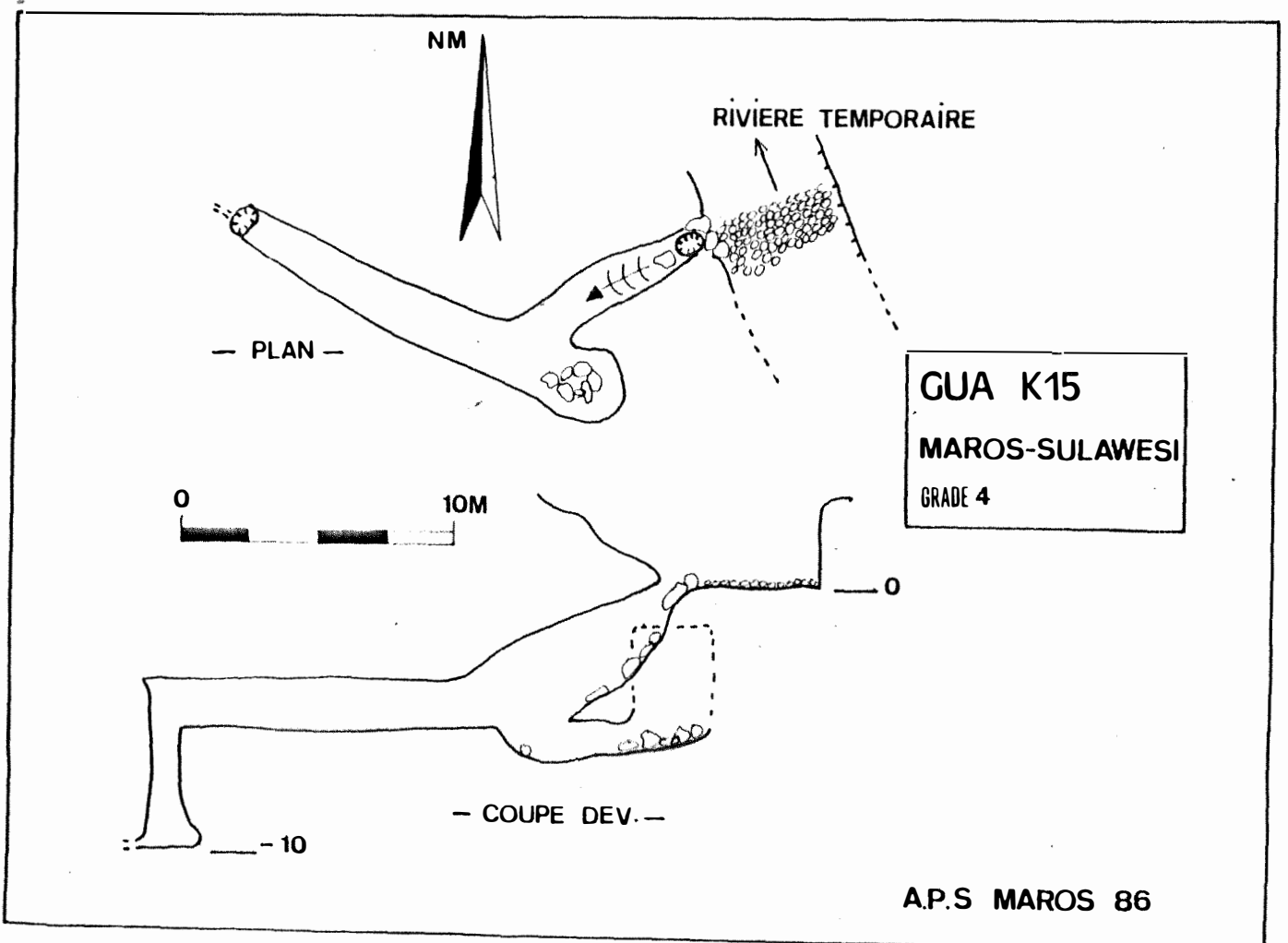
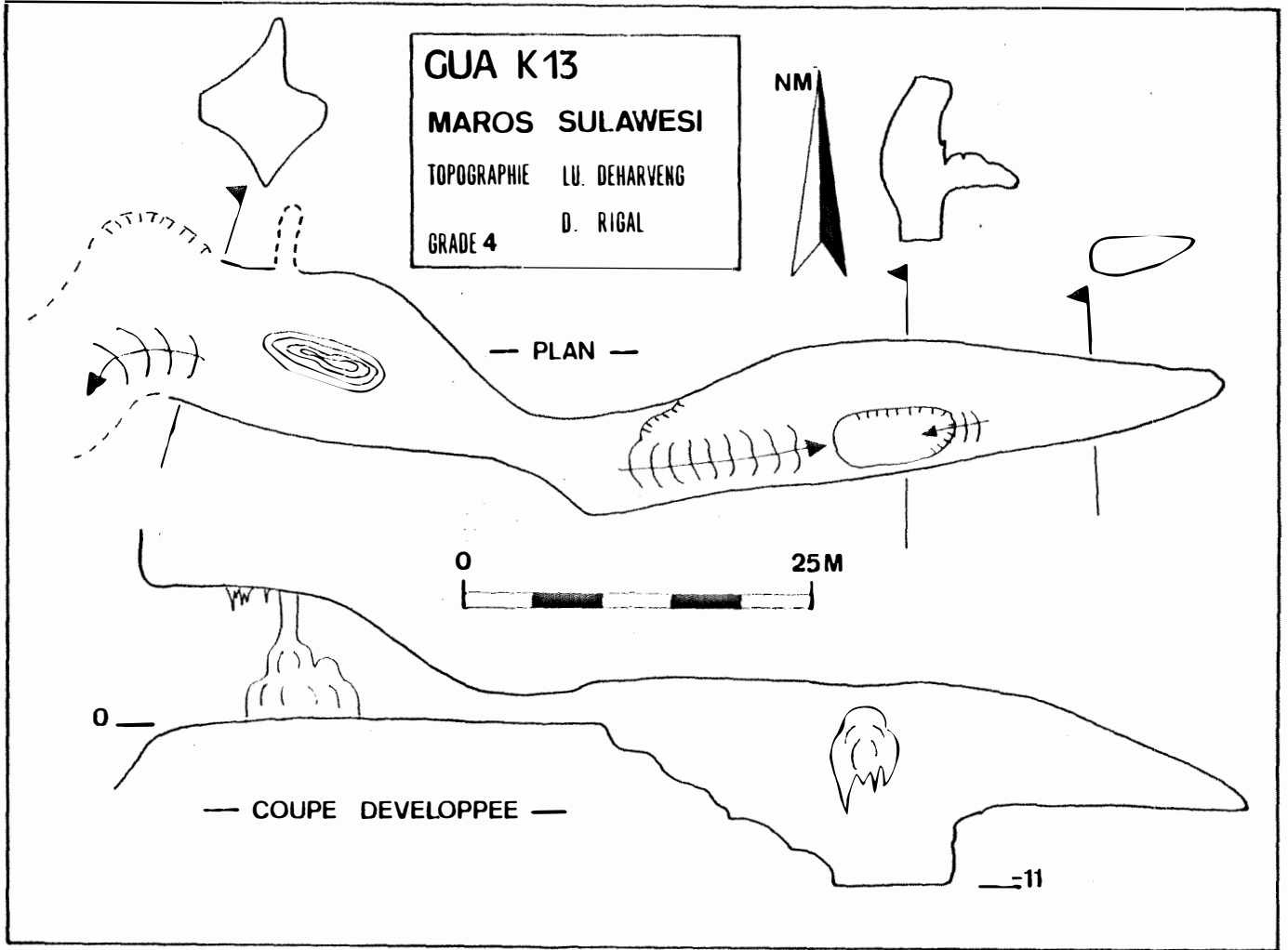


Fig. 6.3 - Source du Réservoir - B14 -

Croquis d'expl. F. Brouquise - Grade 2
Dév: 35 m



GUA K9
MAROS SULAWESI
 TOPOGRAPHIE A. BEDOS
 L. DEHARVENG
 GRADE 4

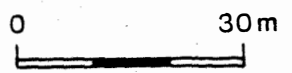


Camba

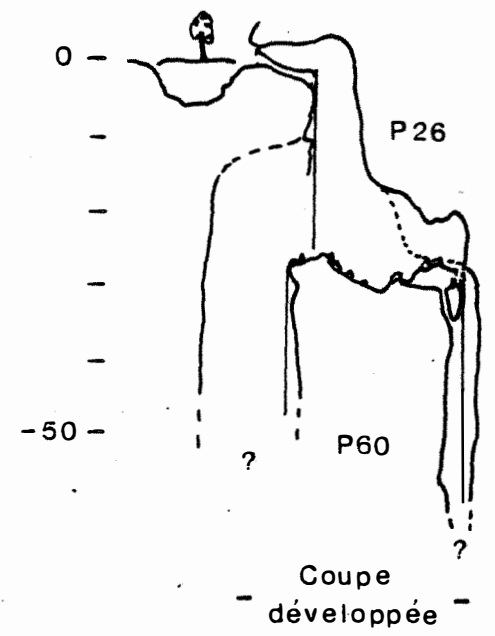


Maros

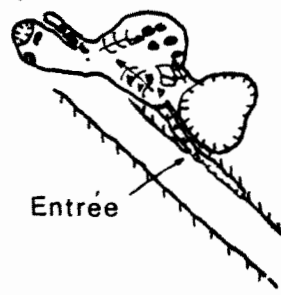
Nm 88



Corridor karstique



- Plan -



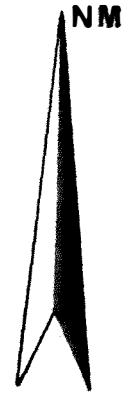
K20
 Maros
 Sulawesi
 INDONESIA
 - APS -
 Top. F. Brouquisse
 P. Brouquisse
 Grade 4

GUA K 21

MAROS-SULAWESI

TOPOGRAPHIE M. BROUQUISSE
LU. DEHARVENG
J.P. MARY
D. RIGAL

GRADE 4



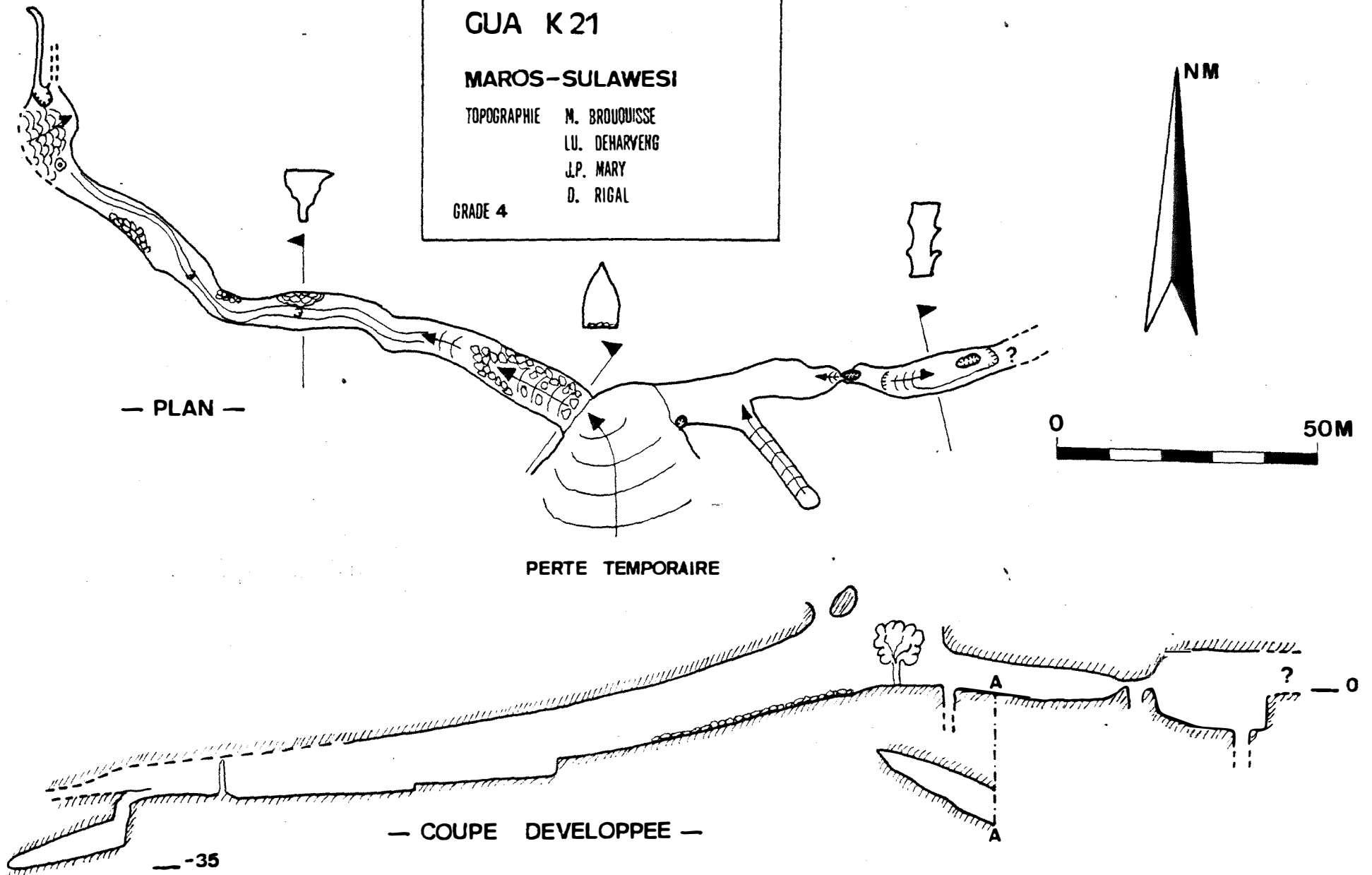
— PLAN —

PERTE TEMPORAIRE

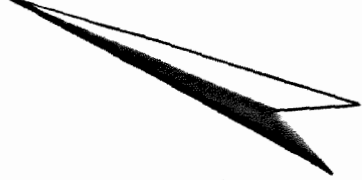
— COUPE DEVELOPEE —

-35

A.P.S. MAROS 86



NM

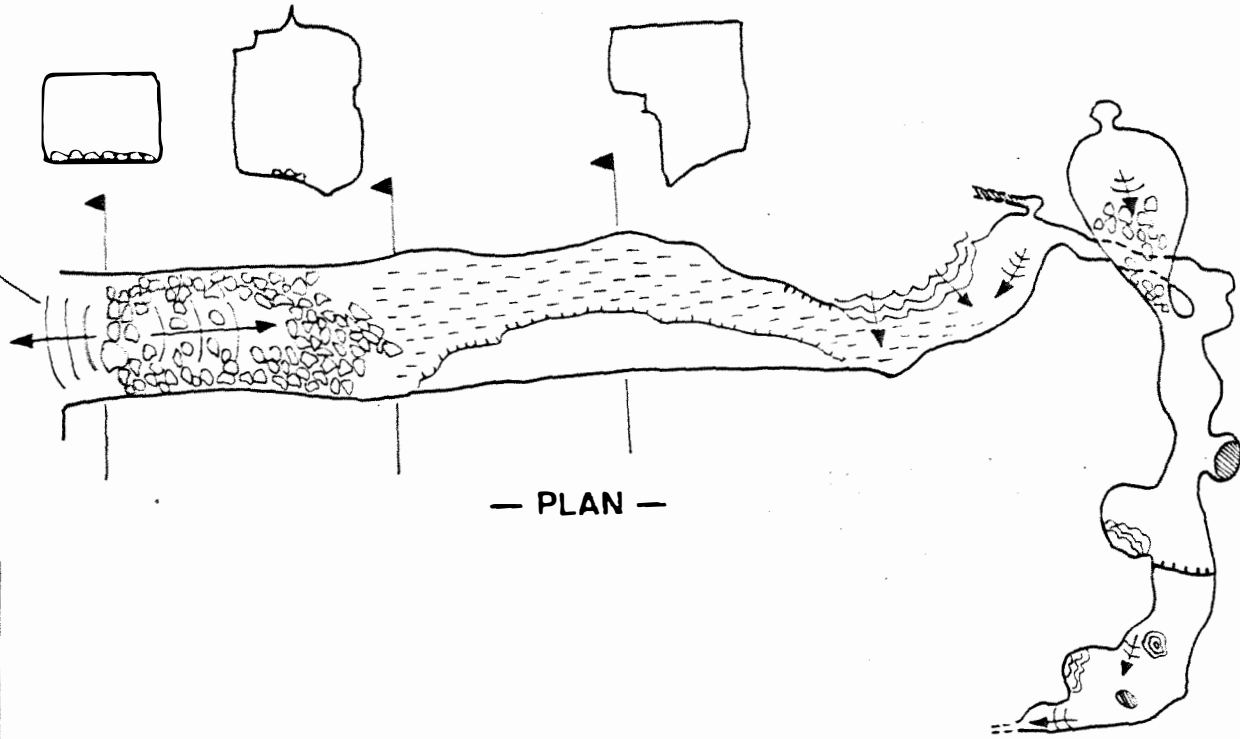


0

50 M



ENTREE



— PLAN —

GUA ASTAGA! (K22)

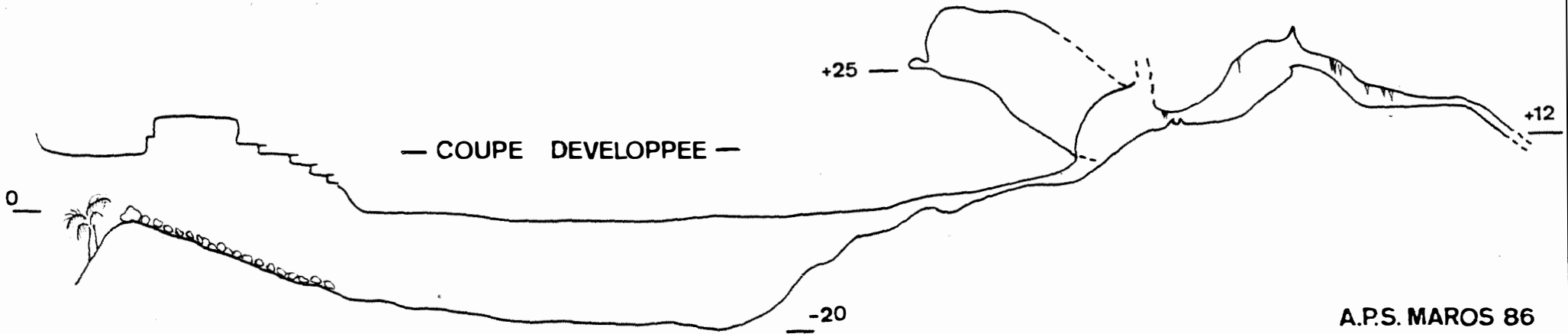
MAROS - SULAWESI

TOPOGRAPHIE LU. DEHARVENG

JP. MARY

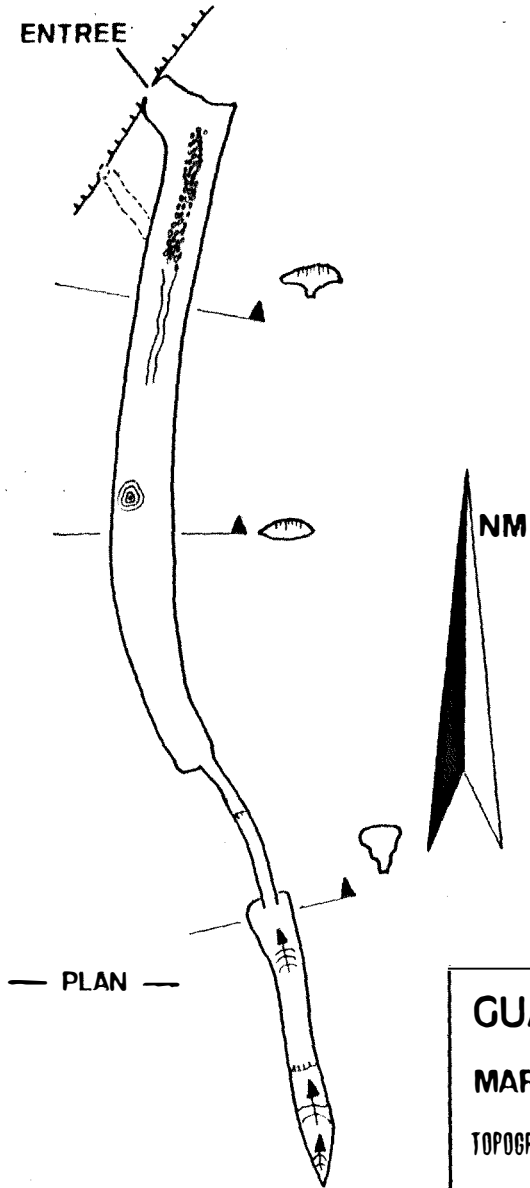
GRADE 4

— COUPE DEVELOPPEE —



A.P.S. MAROS 86

ENTREE



— PLAN —

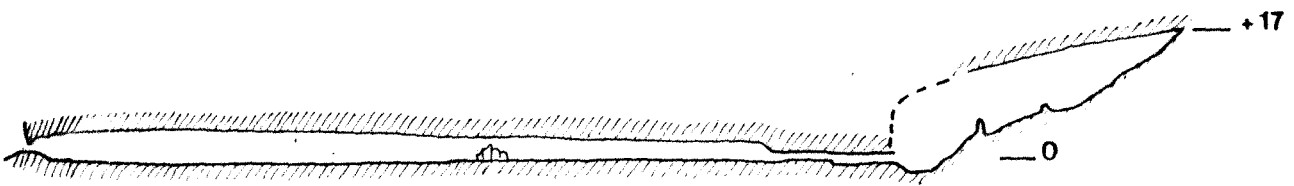
GUA S 27

MAROS SULAWESI

TOPOGRAPHIE LU. DEHARVENG

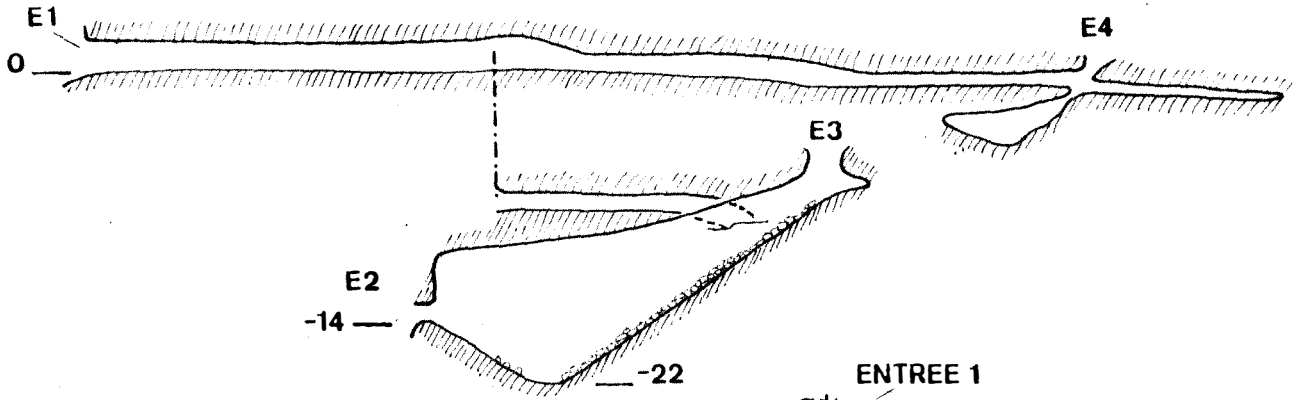
D. RIGAL

GRADE 4



— COUPE DEVELOPEE —

— COUPE DEVELOPEE —



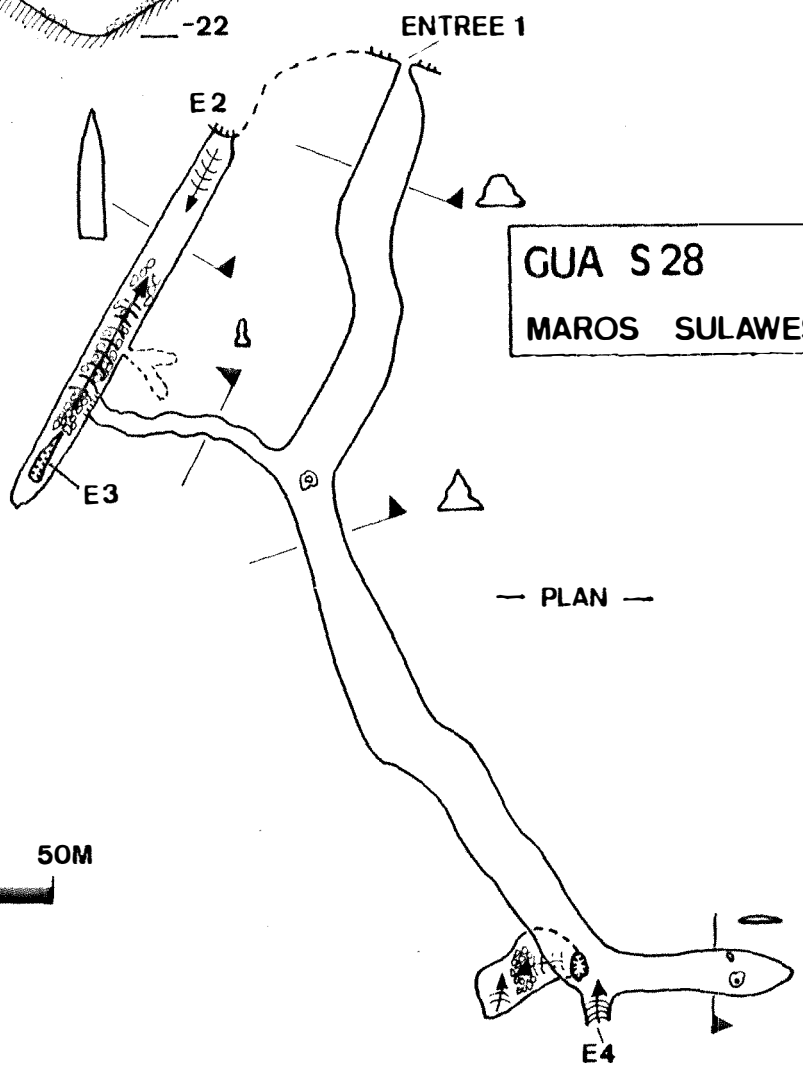
GUA S 28
MAROS SULAWESI

N.M.

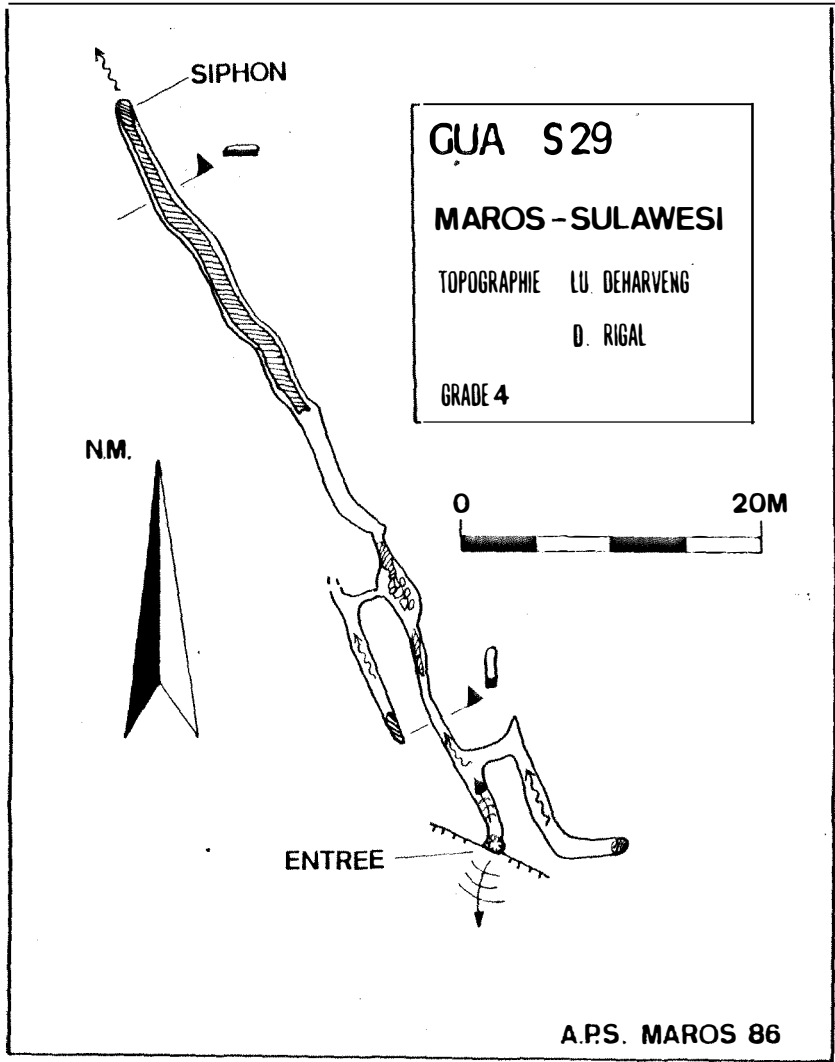


TOPOGRAPHIE LU. DEHARVENG
D. RIGAL
GRADE 4

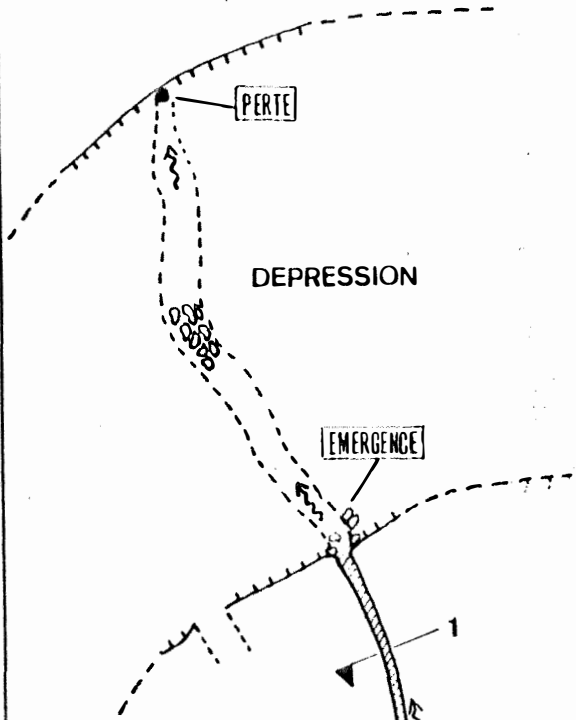
— PLAN —



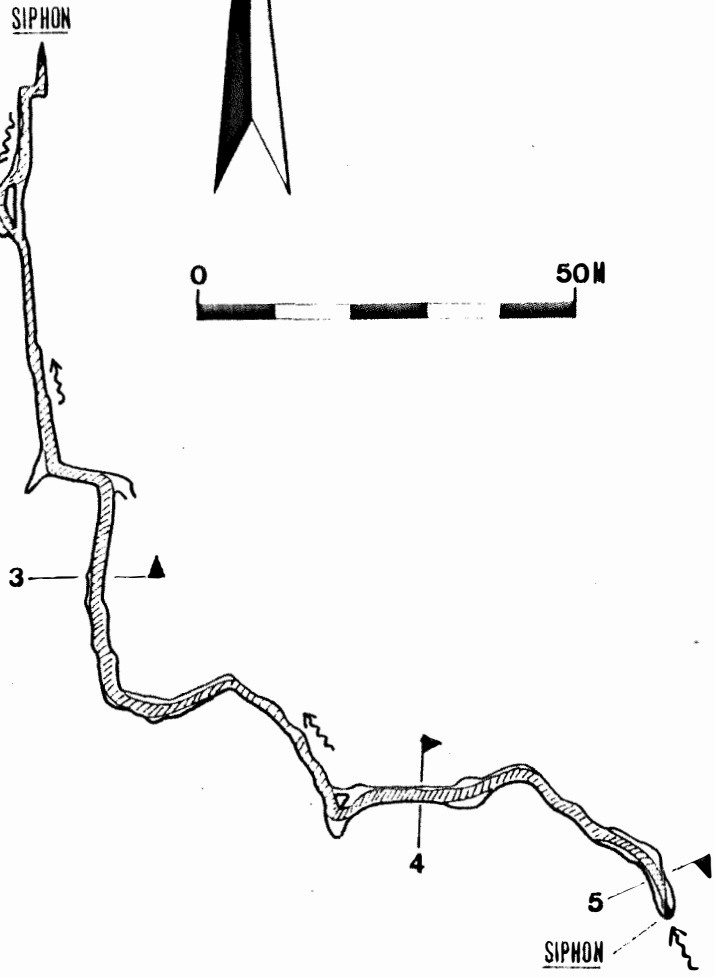
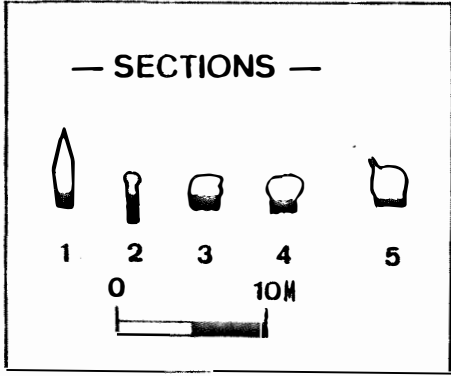
A.P.S. MAROS 86



GUA S 30
MAROS – SULAWESI
 TOPOGRAPHIE LU. DEHARVENG
 D. RIGAL
 GRADE 4



— PLAN —





GUA APPA

Lealleang - SULAWESI

TOPOGRAPHIE D. RIGAL
LU. DEHARVENG
GRADE U.I.S. 4



— PLAN —

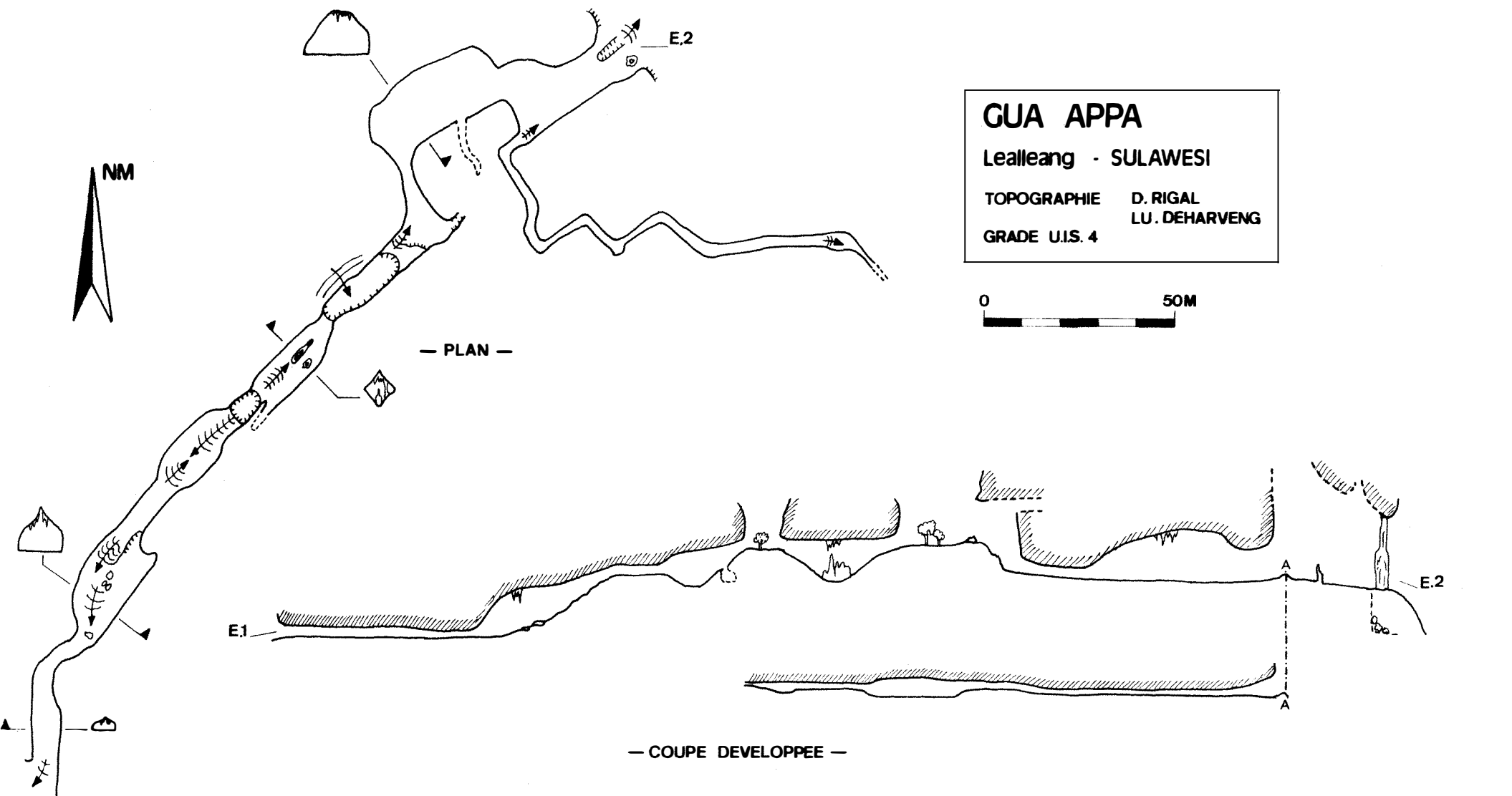
E.1

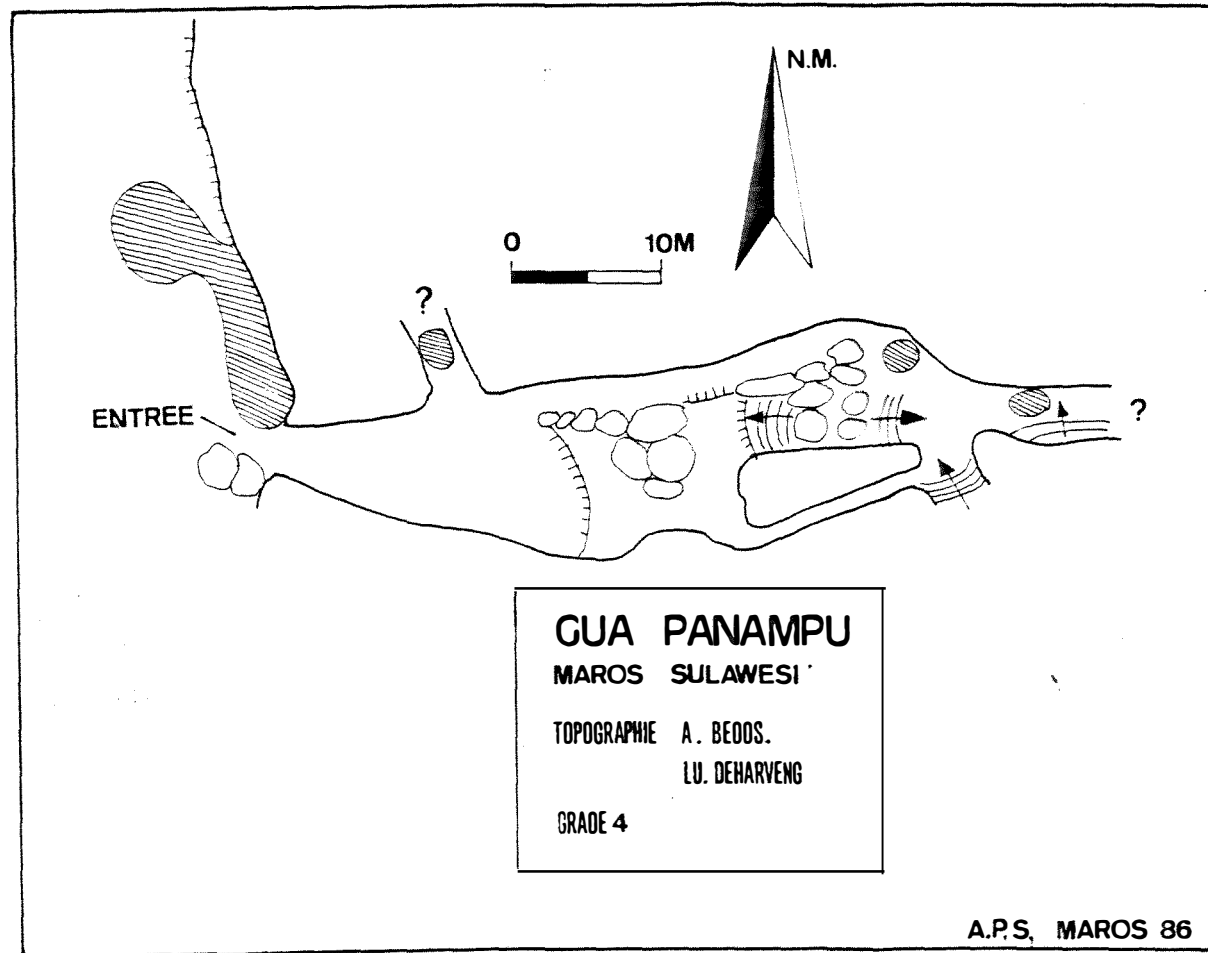
E.2

— COUPE DEVELOPEE —

ENTREE 1

A.P.S. MAROS 86





7

RESEAU DE BATU LUBANG SAGEA (HALMAHERA)

F. BROUQUISSE
P. BROUQUISSE
H. BROUQUISSE

7-1. INTRODUCTION

La reconnaissance des zones karstiques d'Halmahera figurait dans notre projet initial de 1983. Nous avions notamment repéré 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.

C'est à 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 est très découpée et s'étend sur 450 km du nord au sud et un peu plus de 200 km 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 autochtones d'Halmahera sont restées très isolées et sont rattachées aux ethnies papoues de Nouvelle-Guinée [1]. Le reste de la population qui se trouve sur les côtes est en majorité 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 : avec une pluviométrie annuelle comprise entre 2000 et 2500 mm et une température moyenne du mois le plus chaud supérieure

à 20°C, pour la région centrale d'Halmahera. 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 Terros.

7-3. LE CONTEXTE GÉOLOGIQUE. [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 qui ont été fortement plissées et faillées.

- La province orientale, constituée en grande partie de roches ultrabasiques d'âge pré-Crétacé, présente un relief accidenté de zones montagneuses profondément incisées par ses 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 où sont présents les calcaires Néogènes.

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

7-3-2: Le Secteur de Soya:

Près de Soya se situe un compartiment de calcaires Paléocène-Eocènes (Tpel) limité par des failles. Au nord il est bordé

(3)
par des terrains de roches ultrabasiques (UB) partiellement
charriés vers le sud-est. Au sud, il est au contact des cal-
caires, 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.
Cela s'explique . . . fortement karstifié, est le siège d'une
percée hydrogéologique de 7 à 8 km : la rivière de Sagea dont
le bassin d'alimentation se trouve sur les terrains ultrabasiques,
se perd au contact des calcaires et réémerge au pied des collines
avant de rejoindre lamer, 5 km plus loin.

7-4 - LOCALISATION :

On accède à "Batulubang", nom donné localement à la cavité
d'où réémerge la rivière de Sagea, en remontant celle-ci en pi-
rogue. Un court tronçon de gorges impressionnantes précède
l'entrée de la cavité dont la voûte se perd 70 à 80 m 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 2 sommets, respectivement
à 950 m et 850 m (Bk. Legalol) d'altitude.

7-5 - DÉROULEMENT

7.5. Déroulement -

Le 26 juillet après 3 semaines passées vous ensembles sur le Karst de Meros nous partons à 3 (F. Mel?) pour rejoindre le nord des Moluques = Trois jours de voyage à bord d'un piquebot de 1500 personnes où nous aurons beaucoup de contacts avec les indonésiens qui nous accompagnent - Brève escale de 3 jours à Ternate où une correspondance manquée nous permet de gravir le volcan Gamalama. Nous embarquons ensuite dans une barcasse où s'entassent pile mêlé 50 personnes, matériel, sac de grains etc... pour rejoindre l'île d'Halmahera au village de Payake. Une traversée à pied de 27 km de piste en pleine jungle nous permet de rejoindre de l'autre côté de l'île le village de Weda où nous embarquons dans une pirogue charbonnière pour la circonstance afin de rejoindre le village de Bagé à travers la grande baie de Weda. Dernier lieu habité où nous passons une nuit fort agréable et où nous ferons ~~notre~~ le dernier ravitaillement (pour nous et 4 guides que les autorités locales nous ont empruntés pour notre "sécurité"). Nous retrouvons enfin la grande rivière de Batu Lembang en pirogue à balancier sur environ 5 km à travers la jungle épaisse et les cocotiers, accompagnés par le guide local...

2 de nos plus jeunes guides -

Nous établissons notre camp de base à 500 m de l'entrée de la grotte de Batu Lubang sur une terrasse, dans une clairière que nos guides nous dégagent en quelques coups de machette. Là nous construisons à l'imitation de nos guides une cabane en bambou sous laquelle nous essuierons quelques orages bien sentis.

De là pendant 4 jours nous allons explorer le réseau de Batu Lubang qui semble extraordinaire de ses premiers pas - Nous remontons la rivière qui se resserre en canyon puis pénétrons dans la cavité qui débute par une immense porche dont la voûte se perd à 80 m de haut, et remontons jusqu'à l'embarcadere - 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 sérieuse 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 qu'à cause de cela les relations diplomatiques entre la France et l'Indonésie risquent d'en être affectées. Le tout en indonésien bien sûr, mais cet argument massif fit apparemment grosse impression et inquiets et nerveux nos guides acceptent de nous laisser partir explorer la cavité.

Ce premier jour nous topographions, à trois, quelques centaines de mètres dans le grand réseau fossile. Grande galerie immense dans laquelle la progression est rapide. Les premières centaines de mètres revelent une fréquentation humaine assez importante, au vu de nombreuses inscriptions au vu de fumée sur les parois. Beaucoup de squelets et d'ossements énormes ainsi que de 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 topo de la rivière souterraine qui après un parcours d'environ 600 m sous terre se termine par 1 lac siphon - les canots sont indispensables ainsi qu'un foulard sur la bouche et le nez à cause des nuages de mouches qui nous enveloppent - Nouvelle topo d'une petite galerie fossile, à droite de la rivière, qui se termine sur un remplissage au bout de 300 m. (la galerie Nyamuk). 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 faisons une visée de 260 m (record battu, après épouillement nous nous sommes abstenus

qu'elle pouvait en faire 500! Nous pourrions
cette galerie sur près de 1700 m jusqu'à une immense
salle de 120m de long 50m de large sur 40 de haut
au fond de laquelle nous batons sur un lac siphon.
Quelques collectes de cilioboles et autres bestioles
rampeantes et gallopatentes, quelques verses de chaux
de beau et nous rebrousse chemin. Nous avons
fini par le plus beau! Faute de temps nous
avons laissé derrière nous au moins deux-trois
grosses galeries inexplorées et un potentiel énorme.
Dès le lendemain matin après quelques photos et
prises de vues nous plions bagages et redescendons
en pirogue cette magnifique rivière de Batu Lembang.
En quelques jours de voyage nous rejoignons les
Cébes puis nous où nous récupérons chez
R. Balandin notre matériel et après 2 jours de
tousure dans le pays Toradja (quel contraste
avec les rochers!) nous mettons sur Jakarta.

7-6 - DÉSCRIPTION

(4)

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

On peut schématiquement y distinguer deux parties :

- brivière avec un appendice fossile en rive gauche
- un ensemble de très grandes galeries 20 à 30 m plus haut.

7-6-1 : Réseau fossile :

Du débarcadère l'on aborde en rive droite une salle taillée à gros blocs et couvrée intérieurement stalagmitique recouverts d'un enduit noirâtre de guano. 30 mètres plus haut on atteint l'entrée d'une galerie de très beau profil en plein cintre (15 x 20 m) au sol limoneux-argileux. Elle est barrée 250 m plus loin par un éboulement 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 800 m avant de s'arrêter sur un rétrécissement et une voûte mouillonnée. Un affluent latéral conduit à une zone plus labyrinthique non explorée.

7-6-2 : 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.

7-7. EQUIPEMENT :

La progression était essentiellement horizontale, du moins dans la partie que nous avons reconnue, le matériel est réduit à sa plus simple expression. Un P10 n'a pas été descendu dans l'eau. Les canots sont bien entendu indispensables.

7-8. TOPOGRAPHIE :

Elle a été réalisée, avec topofil, compas et clinomètre Suunto, depuis le camp de base, par P.B (sylvère), MB et FB. (Fig. 7-3)

- Développement total : 3467 m
- Dénivelle' : + 50 m
- Extension plus : 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.

"Ajouter pour la petite histoire, une visée de 260 m dans la Mégagalerie."

7-9. KARSTOLOGIE :

Peu d'éléments ont pu être ramenus de cette courte reconnaissance.

7-9-1. Structure :

- La notice géologique caractérise les calcaires de ce secteur comme des roches blanches 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. À 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 Nord 160°-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 bouelettes. Ceux-ci ont été entaillés par les chenaux d'écoulement méandri-formes, lieux d'écoulement temporaires liés pour l'essentiel aux infiltrations locales, mais ^{parfois} non négligeables comme l'a Herle ^{peut} la présence d'un épais enduit de crue et de galets d'argile ~~parfois~~.

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

- Les sections de galeries en général plein centre ou leur tubères traduisent bien l'équilibre mécanique

et la vibration apparente des contraintes.

- Le réseau traverso le chaînon sus-jacent, et l'extrémité nord (salle terminale estiphon) se trouve à l'éplomb de la fermeture de la vallée sèche mentionnée plus haut, dans un secteur où le versant est particulièrement abrupt. (Fig. 7-4)

7-9-2. Écoulements:

Dans les gorges les traces de crue, en amont du camp de base, s'élèvent à +4 m par rapport au niveau actuel. Le débit de la rivière à cet endroit peut être estimé de l'ordre de 1 à 2 m³/s.

À l'intérieur de la cavité et dans le niveau supérieur, les écoulements semblent exister pratiquement partout, mais la présence de trous 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 peu probable, 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.

7-9-3. Physico-chimie:

Seuls deux prélèvements ont été effectués en hydrochimie. (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 celle de la mer sur le littoral.

7-10 - BIOLOGIE (L. Deharveng)

(2)

La Faune comprend de nombreux représentants de grande taille, notamment des sauterelles (7 à 8 cm), des araignées (20 cm) et des scolopendres (20 à 25 cm); Il faut également noter la présence de grosses chauve-souris à yeux rouges dans la cavité, et de nombreux oiseaux dans les gorges et la voûte d'entrée. Par ailleurs, des nuages de mouches ont été rencontrés dans la rivière vers lesiphou et dans le début de la galerie Nyamu ka.

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 Nocticolidae (blattes) et ~~du~~ Entomobryidae (collembole); un 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. Batu Lubang semble au total héberger une faune diversifiée et évoluée, dont il serait de grand intérêt de préciser les affinités, étant donné l'isolement de l'île d'Halmahera.

7-11 - OCCUPATION HUMAINE - ARCHEOLOGIE.

Cette cavité est bien connue des locaux qui semble 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 au noir de fumée.

Il y avait de nombreuses traces de pas dans plusieurs secteurs que nous avons topographiés.

7-12. 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 Sagez. 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 ^{par la} résurgence, (de l'exploration) 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 des serfsco-...

7-13- BIBLIOGRAPHIE ET DOCUMENTS

- [1] Indonesian Handbook - Bill DALTON - 2^d édition - 1980 -
- Moon Publication -
- [2] Bioclimats du Monde Indonésien. Institut Français de Pondichéry
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 CAPS

126°

128°

130°

Fig. 7-1

Situation générale - Ile d'Halmahera -

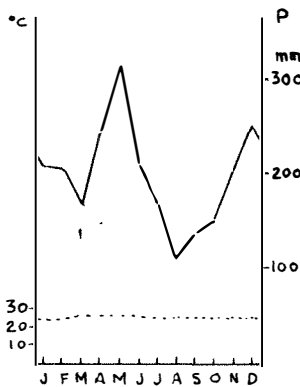
d'après [2]

Ternate: P. annuelle = 2367 mm

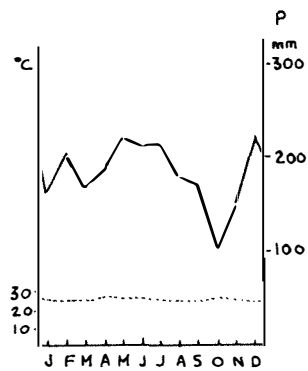
Morotai: " = 2219 mm

3°

-TERNATE-

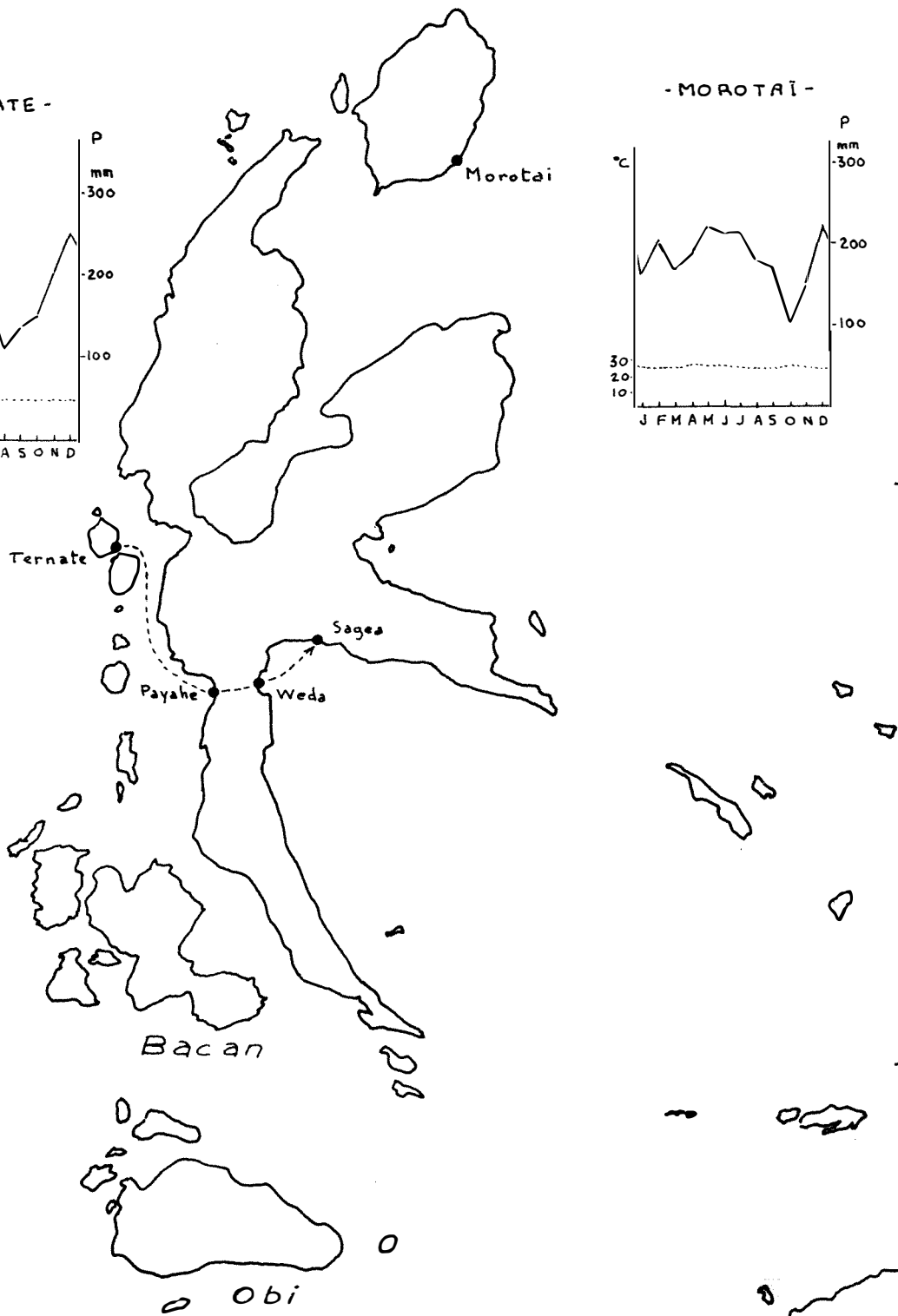


-MOROTAI-



1°

1°



HYDROCHIMIE

8. HYDROGÉOCHIMIE

Un programme d'échantillonnage de sites a été réalisé conformément aux orientations définies 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)

8.1.1.1. - La région de Phangnga

Les prélèvements ont été réalisés au niveau de deux systèmes pertes - résurgences (22-27), caractéristique de ce karst à tourelles très mouvelé.

8.1.1.2. - Le secteur de Kanchanaburi

Il s'agit 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 (29) près de Nam Tok et l'autre (30) dans le parc national d'Erawan.

8.1.1.3. - Nord-ouest

• Chiang Mai

A proximité de cette ville, 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;

• Mae Hong Son

Dans cette zone, un seul échantillon (37) a été prélevé à la grosse source de Tham Plaa;

• région de la Nam Lang

Situé à 40 km au nord-est de Mae Hong Son, ce plateau karstique est drainé en majeure partie par la rivière de la Nam Lang. 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)

8.1.2.1 - Le secteur de Bantimurung (Fig. 8.3)

C'est dans cette zone déjà reconnue l'an passé qu'a été prélevé l'essentiel des échantillons:

- 7 concernent le réseau de Gua Salukhan Kallang (G.S.K: 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 "Gua Bakaruddin" (2-4-6-9-15-19).

Le réseau de G.S.K. [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).

8.1.2.2. - Les autres sites

Trois autres secteurs karstiques ont été échantillonnés:

- Batulubang (16-17) à Halmahera, perçee 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 Toradja est une très belle vasque vauclusienne 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

8.2.1. - Travail de terrain

In situ, pour chaque prélèvement ont été effectuées les mesures du pH et de la température, et les analyses d'alcalinité (TAC) et de dureté totale (TH) avec le matériel suivant:

- flacons en polyéthylène de 125 cc;
- pH : en Thaïlande pHmètre KNICK;
en Indonésie pHmètre BIOBLOCK Scientific 93302;
- température : en Thaïlande thermomètre digital QUICK-NOVODIRECT;
en Indonésie thermomètre à mercure au 1/5°C;
- TAC et TH : coffrets et procédure MERCK avec prise d'essai doublée (10 ml au lieu de 5 ml).

	Ecoulement de surface en terrains non karstiques		Emergence		Perte		Circulation souterraine		Flaque, Gour		Circulation karstique en oval de l'émergence		Total
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

Tab. 8.1. - Répartition des sites échantillonnés

1^{ère} colonne : nombre de sites

2^{ème} colonne : numéros des échantillons

8.2.2. - Phase de laboratoire

8.2.2.1. - Analyse

La conductivité à 20°C a été mesurée avec un conductivimètre PHILIPS PW 9509.

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;

• les anions Cl, SO₄, NO₃ et SiO₂ avec un spectrocolorimètre PHILIPS PYE UNICAM 1800 : analyses en cours.

8.2.2.2. - Traitement des données 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 ($\pm 0,1^\circ\text{C}$);
- pH en unités pH (de $\pm 0,01$ à $\pm 0,05$);
- TAC et TH en degré allemand ($\pm 0,2^\circ\text{d}$);
- χ : conductivité en $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (de $\pm 0,2 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ à $\pm 1 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$);
- Na, K, Mg en mg/l (de $\pm 0,02 \text{ mg/l}$ à $\pm 0,2 \text{ mg/l}$); Ca en mg/l ($\pm 1,5 \text{ mg/l}$);
- HCO₃ en mg/l ($\pm 4 \text{ mg/l}$).

8.3.2. - Comportement des variables

- t° : la moyenne avoisine 24°C;

. en Indonésie, à l'exception du Lombok 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 Phongnga, 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 Bêlobes et d'Halmakera (entre 205 et 314 $\mu\text{S. cm}^{-1}$) à l'exception de l'eau très peu minéralisée du Lombok (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: teneurs comprises entre 0,25 et 8,50 mg/l.

Elles sont regroupées entre 1,10 et 4,30 mg/l pour l'Indonésie et les trois plus faibles caractérisent Batulubang et Tilanga;

• K: valeurs comprises entre 0,15 et 3,40 mg/l

Les teneurs sont homogènes pour le secteur de Maros; les valeurs plus faibles trouvées pour Batulubang 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 Batulubang, ces valeurs élevées (3,9-6,8 et 19,3) correspondent à une baisse

N°	Date	Lieu	t °C	pH	TAC °d	TH °d	X µS.cm ⁻¹	Na	K	Mg	Ca	HCO ₃	Na K	Ca Mg
								mg/l						
1	06-07	Lompobatang - 1500 m	17,5	7,42	1,0	3,4	41,0	1,75	2,70	0,15	21,3	21,8	0,65	162,0
2	07-07	Gua Bakaruddin G1	26,0	7,18	8,7	8,9	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	8,9	275	3,85	2,65	4,00	56,8	180,8	1,45	14,2
4	08-07	Gua Bakaruddin G1	26,0	7,25	8,3	9,2	249	2,45	1,55	3,20	60,2	180,8	1,58	18,8
5	09-07	K3	24,6	6,93	10,0	10,6	314	2,30	2,25	3,50	69,7	217,2	1,02	19,9
6	12-07	Gua Bakaruddin G1	26,0	7,22	8,4	8,9	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	8,9	265	3,75	2,60	4,00	56,8	185,1	1,44	14,2
8	14-07	G.S.K. station S ₄	25,0	7,02	8,6	9,0	270	4,30	2,75	4,10	57,3	187,3	1,56	14,0
9	17-07	Gua Bakaruddin G1	26,0	7,30	8,1	8,9	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	9,3	273	3,90	2,40	2,70	61,8	187,3	1,63	22,9
11	22-07	G.S.K. station A	23,9	7,14	7,7	8,1	233	1,50	2,10	1,80	54,7	167,7	0,71	30,4
12	22-07	G.S.K. station B	25,0	6,96	8,6	9,1	265	4,15	2,70	4,00	58,2	187,3	1,54	14,6
13	23-07	G.S.K. station C	24,9	7,45	8,6	9,2	270	3,95	2,65	4,00	58,9	187,3	1,49	14,7

Tab. 8.2. - Campagne de mesures hydrochimiques "THAI - MAROS 86"

résultats analytiques provisoires

N°	Date	Lieu	t °C	pH	TAC °d	TH °d	X µS. cm ⁻¹	Na	K	Mg	Ca	HCO ₃	Na K	Ca Mg
								mg/l						
14	25-07	Source du Réservoir	25,3	7,08	8,8	9,4	276	3,85	2,40	2,65	62,6	194,7	1,60	23,6
15	25-07	Gua Bakaruddin G-1	25,9	7,24	7,8	8,4	228	2,30	1,70	3,00	54,9	169,9	1,35	18,3
16	04-08	Batulubang rivière	24,2	7,30	7,3	8,2	225	1,40	0,25	8,50	44,4	159,0	5,60	5,2
17	05-08	Batulubang	23,3	7,30	7,0	7,8	205	1,10	0,30	1,45	53,2	152,5	3,67	36,7
18	16-08	résurgence de Tilanga	21,0	6,96 ⁽¹⁾	7,4	8,3	240	1,45	0,55	1,75	56,6	161,2	2,09	32,3
19	18-08	Gua Bakaruddin G-1	25,6	6,88 ⁽¹⁾	8,7	9,1	265	2,50	1,60	3,40	59,2	189,5	1,56	17,4
20	10-06	Nam Tok	—	7,41 ⁽¹⁾	8,3 ⁽¹⁾	8,7 ⁽¹⁾	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	13,0	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	5,2	155	2,75	2,00	9,50	24,4	113,3	1,98	2,3
23	11-06	Tham Phet résurgence	26,0	7,75	3,6	3,6	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	14,6	295	1,95	0,50	19,5	71,9	287,5	3,90	3,7
25	12-06	Tham Poung Chang aff. 1	25,8	7,87	8,7	10,2	266	3,00	1,15	16,0	46,7	190,6	2,61	2,9
26	12-06	Tham Poung Chang aff. 2	25,7	7,80	8,5	10,6	288	2,90	0,15	16,5	48,7	185,1	19,33	3,0

Tab. 8.2. - Campagne de mesures hydrochimiques "THAI-MAROS 86"
résultats analytiques provisoires (suite)

N°	Date	Lieu	t °C	pH	TAC °d	TH °d	X µS. cm ⁻¹	Na	K	Mg			Ca	HCO ₃	Na K	Ca Mg
										mg/l						
27	12-06	Tham Pong Phong perte	26,6	7,75	4,2	4,6	100	4,25	2,15	4,00	26,2	91,5	1,98	6,6		
28	17-06	Sai Yok Noi source	24,5	6,35	20,6	22,3	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	22,6	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	20,8	492	2,60	0,90	30,0	98,8	413,8	2,89	3,3		
31	22-06	Doi Rui cascade	21,6	4,60	0,6	0,2	24,5	4,00	2,00	0,05	1,6	14,2	2,0	32,0		
32	23-06	Doi Inthanon tourbière	12,4	3,20	0,3	0,4	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	1,2	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	2,5	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	6,4	195	8,50	3,40	10,5	28,3	125,2	2,50	2,7		
36	28-06	Tham Nam He source	23,2	6,60	17,0	17,7	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	10,4	214	2,45	1,70	8,50	60,1	223,2	1,44	7,1		
38	29-06	Tham Pha Non source	—	7,80 ⁽¹⁾	7,7 ⁽²⁾	8,7 ⁽²⁾	252	2,80	2,20	15,5	36,5	167,2	1,27	2,4		

Tab. 8.2. - Campagne de mesures hydrochimiques "THAI - MAROS 86"

résultats analytiques provisoires (fin)

(1) mesure en laboratoire à la température du terrain

(2) mesure en laboratoire à 18,7°C

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 Rui et Doi Imthanon sont inférieures à 1 mg/l . Si en Indonésie, l'homogénéité n'est troublée que par l'échantillon 16 (rivière de Batulubang), 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 $57,5 \text{ mg/l}$ 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 $8,9^\circ \text{d}$ pour l'Indonésie (échantillon 1 exclu) et $0,6 - 4,0 - 10,9$ et $20,9^\circ \text{d}$ respectivement pour les catégories mentionnées en Thaïlande.

- TAC, HCO_3 : les moyennes respectives sont de $8,3 - 0,8 - 3,9 - 9,1$ et $19,5^\circ \text{d}$ soient $181 - 17 - 85 - 198$ et 425 mg/l de bicarbonates, les pH étant inférieurs à $8,2$.

8.4. - INTERPRETATION

8.4.1. - Indonésie

8.4.1.1. - Système de G.S.K.

Les prélèvements 3, 7, 8, 12 et 13 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 jaugages 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 d'origine allochtone, ce que confirme d'ailleurs l'exploration spéléologique.

8.4.1.2. - Gua Baharuddin : guiffon principal G1

Voisines des caractéristiques de la "rivière du 15 août", celles des prélèvements 2, 4, 6, 9, 15 et 19 présentent des variations trop faibles pour être interprétées.

8.4.1.3. - Source du Réservoir

Les échantillons 10 et 14 révèlent une eau légèrement plus chargée en bicarbonates que les deux sites précédents.

8.4.1.4. - Batulubang (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.

8.4.1.5. - Remarques

Ces résultats analytiques recourent bien les valeurs données par BALÁZS [2] pour la région de Maros et Pangkajene. Pour "Towakkalak Meer", les teneurs en calcium et magnésium sont équivalentes mais la valeur du TAC donnée par cet auteur est légèrement supérieure : 9,2 au lieu de 8,3.

Dans l'ensemble les résultats se situent plutôt dans le bas de la fourchette indiquée par BALÁZS pour l'Indonésie et un peu au dessous des valeurs moyennes [3] (Ca: 62 mg/l; Mg: 7 mg/l; TAC: 10,3°d).

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

8.4.2.1. - Région de Phangnga

Les échantillons 22, 23 et 27 représentent les cours principaux des grottes-tunnels de Tham Lot, Tham Phet et de Tham Pong Chang. Les 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.

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 végétal 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.

8.4.2.2. - Karst à l'ouest de Kanchanaburi

C'est ici que l'on trouve les stations 28, 29 et 30 les plus fortement chargées en bicarbonates. Leur dureté supérieure à $20^\circ d$ et leurs pH inférieurs à 6,55 sont à rapprocher des fortes teneurs en CO_2 (5%) mesurées au Draeger dans l'atmosphère environnante. Leurs teneurs élevées en magnésium et leurs rapports Ca/Mg plutôt faibles dénotent des calcaires en partie dolomitique.

8.4.2.3. - Les eaux de surface du Doi Pui et du Doi Inthanon

Les échantillons d'eaux non karstiques 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 (2500m) du Doi Inthanon, l'échantillon 32 possède à la fois la conductivité la plus faible ($< 10 \mu S \cdot cm^{-1}$) et le pH le plus acide (3,2).

8.4.2.4. - La zone de Mae Hong Son et de la Nam Long

De caractéristiques variées, ces eaux vont d'un pôle faiblement carbonaté (34), perte de Tham Lot - la rivière circule en amont sur des alluvions non carbonatées résultant de l'érosion des grès, cherts et schistes de la série carbonifère sus-jacente aux calcaires perméens de Pattani [1] -, à un pôle fortement minéralisé (36), résurgence de Tham Nam Hu qui ressemble aux eaux du secteur de Kanchanaburi.

8.4.2.5. - 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 (24-25-26-35-37)

et infiltration (jour : 24);

. deux sources (28-36) et deux rivières (29-30) fortement chargées au voisinage desquelles la pCO_2 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 et potassium mesurées dans la grotte de Tham Khang 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 pCO_2 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 pCO_2 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 "Hydro-géochimie" du rapport "Thai-Maros 85"

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

[2] Untersuchung der Karstquellen in der Indonesischen Inselwelt - Dénes BALÁZS, in 5^e Congrès International de Spéléologie - 1969.

[3] Karst Regions in Indonesia - Dr. D. BALÁZS, in Karst - és Barlangkutató - 1968

*

Nous remercions :

- Madame F. DEOTTO et les établissements MERCK pour l'aide matérielle qu'ils nous ont apportée;

- Michel BAKALOWICZ et le laboratoire souterrain du C.N.R.S. de Moulis pour leur aide, le traitement et l'analyse des données.

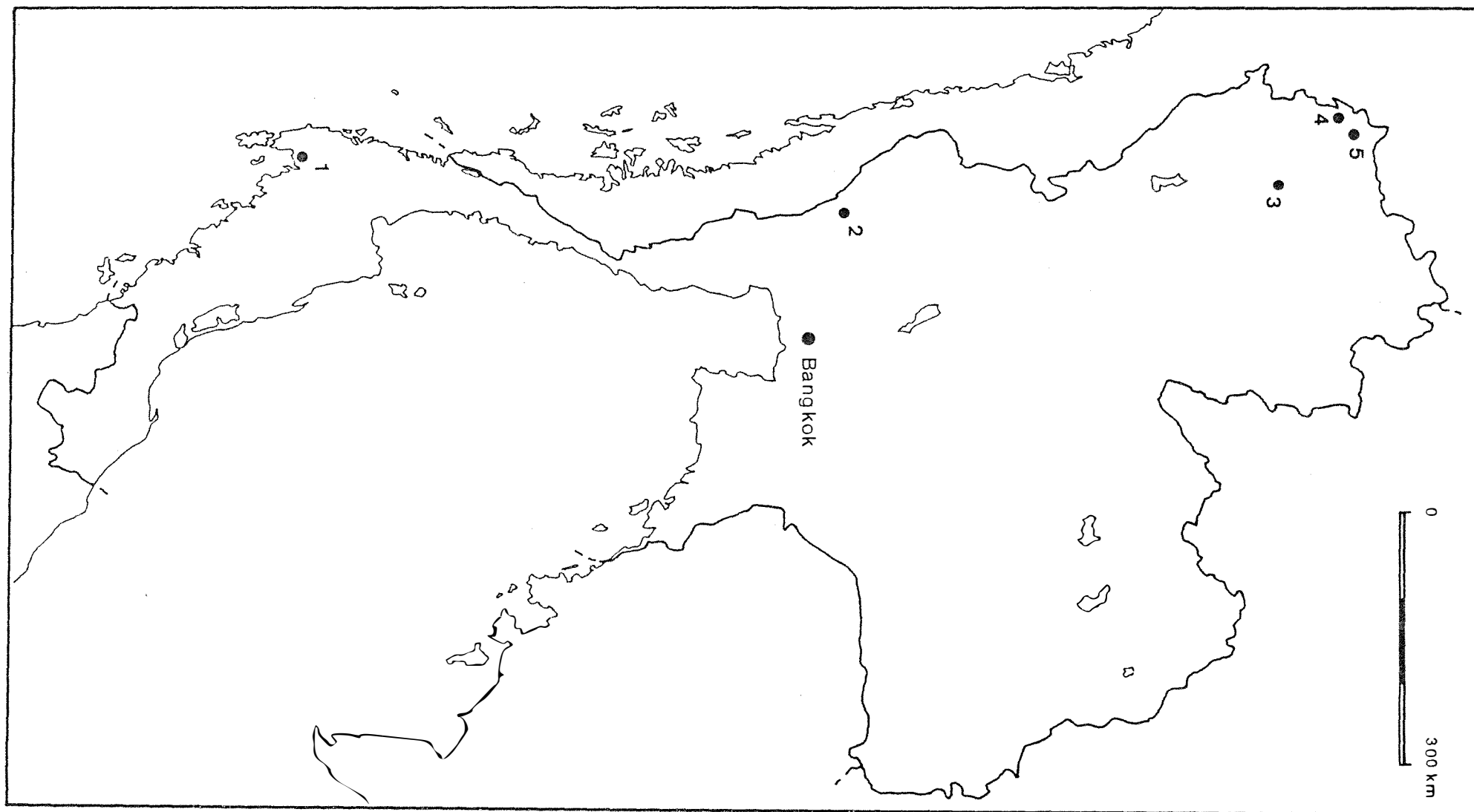


Fig 8-1 Localisation des sites de prélèvement: Thaïlande
1: Phangnga- 2: Kanchanaburi- 3: Chiang Mai
4: Mae Hong Son- 5: Nam Lang

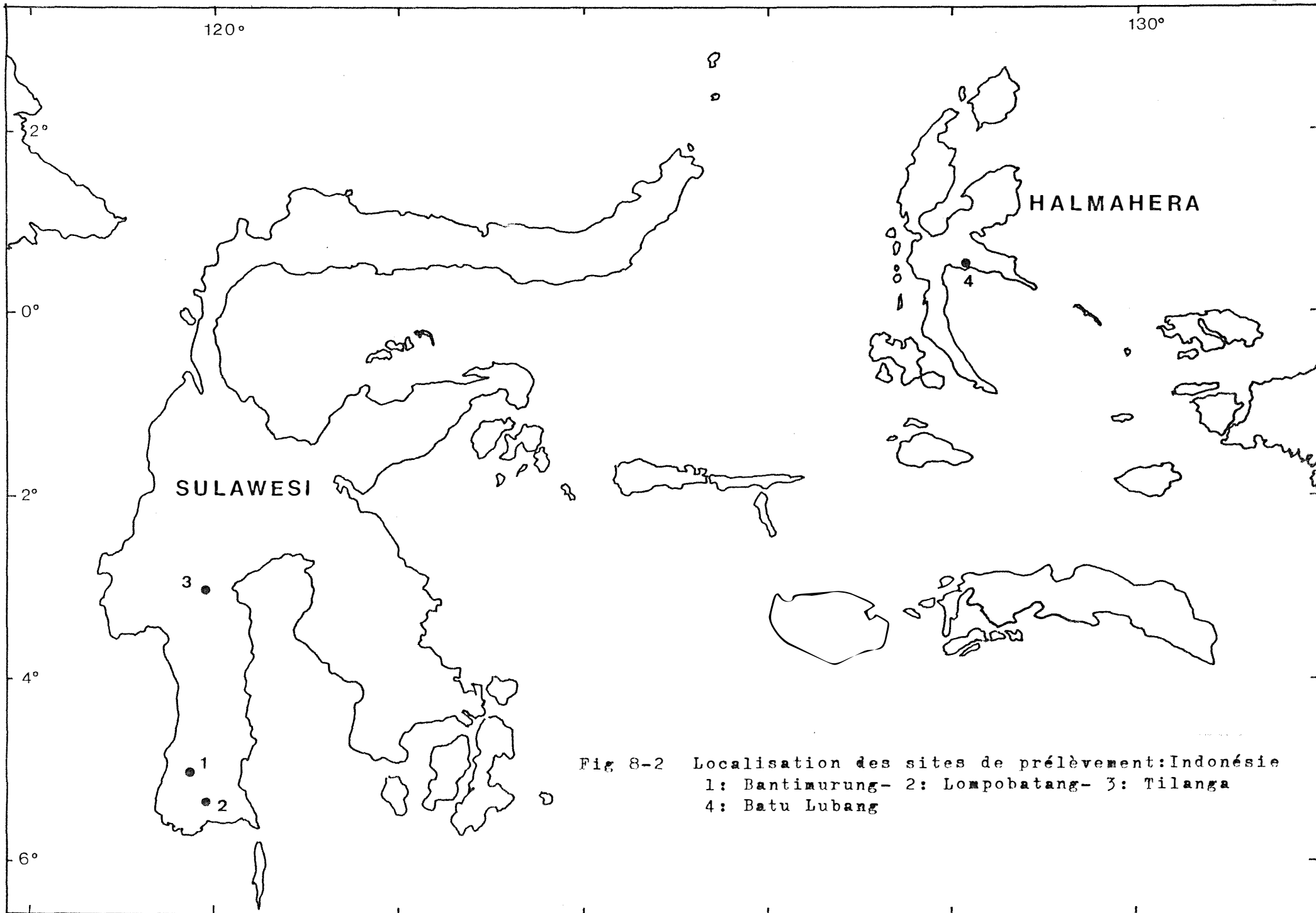


Fig 8-2 Localisation des sites de prélèvement: Indonésie
1: Bantimurung- 2: Lompobatang- 3: Tilanga
4: Batu Lubang

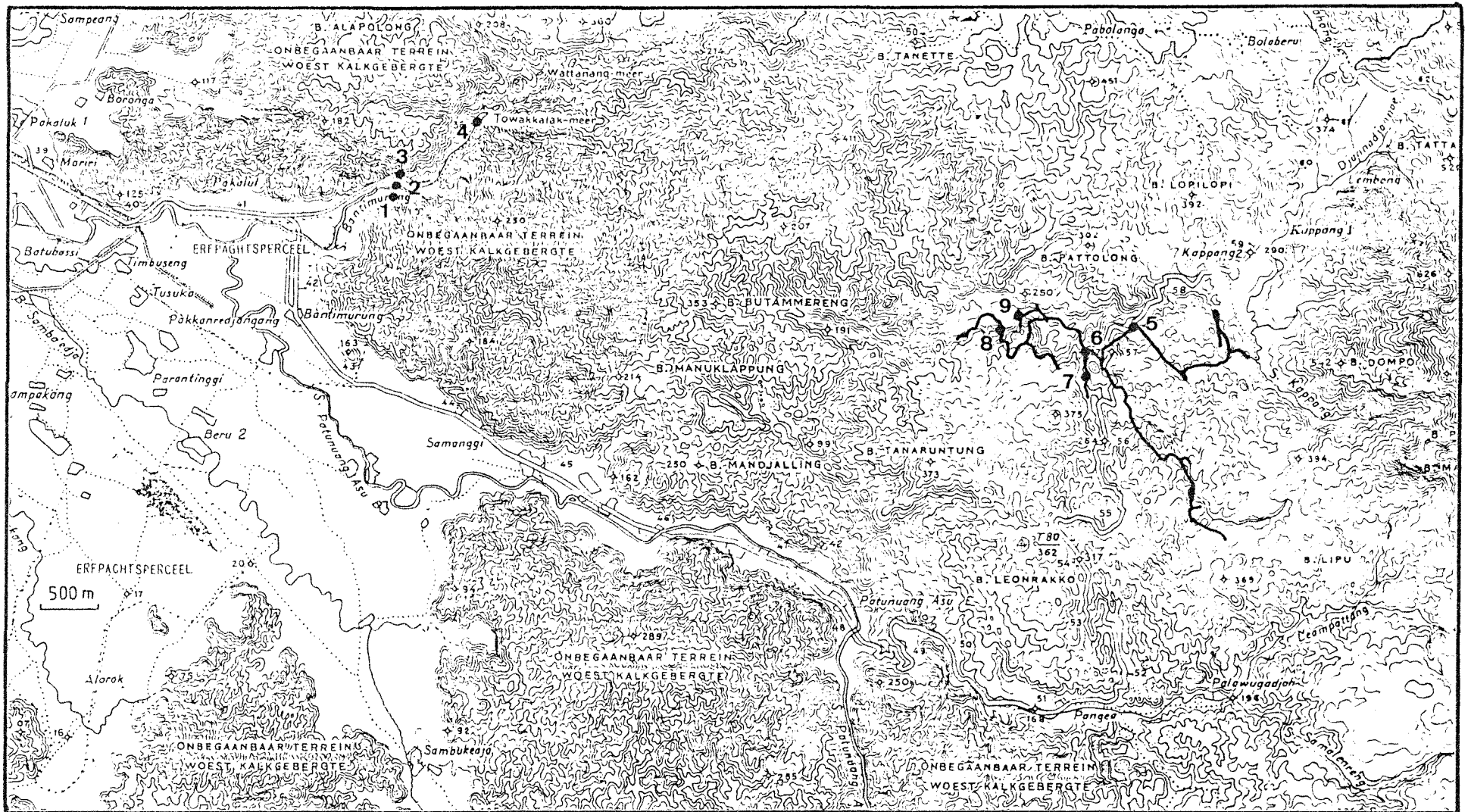


Fig 8-3 Localisation des sites de prélèvement: Bantimurung
 1: Gua Baharuddin- 2: Rivière de Bantimurung
 3: Source du Réservoir- 4: Towakkalak-Meer
 5: GSK.StA- 6: GSK.St4- 7: GSK.StB- 8: GSK.StC
 9: GSK.K3



Ph 8-1 Analyses dans la rivière du K3-Bantimurung-
 (Ph. R.Brouquisse)



Ph 8-2 Mesure du pH à la source de Saï Yok Noi
 (Ph. R.Brouquisse)

1. Techniques.

Les techniques employées ont été décrites dans un article précédent (1). Les mesures sont effectuées à l'aide d'une pompe Draeger, couplée à un dispositif de tubes pour les sols.

2. Cavités et karsts à CO₂ : facteurs régionaux de répartition du CO₂ dans les cavités.

L'éventail des pCO₂ dans les 8 cavités où elles ont été mesurées s'étend de 0,4 % à 5,0 %. Nous avons donc 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 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 saison sèche de 3 à 6 mois (2); 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... (sauf à Tham Pha Thai où il s'agit de ...) (3)

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 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 (photo), liées probablement à des particularités structurales locales. Ce relief se traduit par 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, (...) 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 (4).

Ces deux secteurs ont encore en commun un climat type équatorial, très humide, à amplitudes thermiques faibles et courte saison sèche (1 à 3 mois) (2,5).

En définitive, on peut résumer par un tableau les différences majeures entre les deux types de régions karstiques reconnues :

	Type 1 : Thaïlande N et W	Type 2 : Thaïlande S et Sulawesi (Maros)
Climat	tropical à saison sèche assez longue précipitations ...	équatorial à saison sèche courte, précipitations...
Végétation	forêt claire à diptérocarpa cées de type climacique	végétation très claire, limitée par la lithologie et le relief.
Soils	très épais	généralement peu épais à squelettiques.
pCO2 maximum dans les cavités	5 %	1,1 % (GSK)

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 est 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 ; que son entraînement en profondeur sous forme dissoute, liée au régime et à l'importance des précipitations ainsi qu'à la structure des sols, est réalisé suivant des modalités distinctes entre le type 1 et le type 2.

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 précises, de lier le phénomène au seul facteur "structure pédologique". Les rares mesures de pCO2 effectuées dans les sols, (... et tableau ...) 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.

3 - La rivière souterraine de Sai Yok Noi (Kanchanaburi)

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 opérations. Nous sommes retournés à cette grotte en 1986 et y avons réalisé quelques mesures physicochimiques (pCO2 de l'atmosphère de la cavité et des sols forestiers voisins, analyses hydrochimiques) ainsi que des récoltes biospéologiques.

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 environ 200 m (arrêt sur maux de tête). L'exurgence impenétrable est située quelques 500 m en aval. Le débit atteint quelques ... l./s. ; l'origine des eaux est inconnue mais leurs caractères hydrochimiques (cf.

2

chap.) tendent à indiquer qu'elles ont circulé longtemps 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 gradient abrupt 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'exurgence - donc en extérieur - donnent des valeurs 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 pCO₂ 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 (6, 7) se heurte à des objections théoriques formulées par Bakalowicz (8) ; en outre, elle permet difficilement de se rendre compte de l'homogénéité des teneurs en CO₂ dans chacune des deux masses d'air pour l'exemple qui nous occupe.

Soit un dégagement gazeux à partir de la rivière souterraine, dont les eaux présentent une pCO₂ remarquablement élevée ; 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. Aucun dépôt de calcite notable ne semble cependant accompagner cet éventuel dégagement, et les teneurs à proximité immédiate de l'eau ne sont pas plus importantes qu'à 1 m plus haut.

Quant à la source première du gaz carbonique, les quelques mesures ponctuelles effectuées dans les sols n'apportent aucun argument à l'hypothèse d'une origine pédologique.

4 La doline et la grotte de Tham Hud.

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 n'avons pu parcourir que 10 à 200 m. 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, 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 grotte, alors qu'il coulait en

3

1985. Nous avons effectué nos mesures en différents points de la cavité, ainsi qu'à l'air libre et dans les sols au fond de la doline (tableau ...)

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%) à l'entrée du 2ème laminoir (il pouvait tenir à la position topographique de la station). Un 3ème maximum très peu marqué a été mesuré dans un tas de feuilles pourries (débris de crues); l'activité biologique des micro-organismes pouvaient 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 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. On notera *que les plus fortes valeurs ne sont pas obtenues près du ruisseau au niveau de la "nappe", mais plus haut sur les pentes * que 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 de l'eau, qui apparaît ainsi comme la source probable de gaz carbonique dans ce cas précis. (Le gradient plus rapide mesuré obliquement sur le sentier semble tenir à l'absence de végétation déterminant une meilleure circulation de l'air.)

5 Gua Salukkan Kailang (Maros, Sulawesi) (tableau ...)

La description de cette immense cavité est parue dans le rapport de 1985 (1); 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 la branche 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 (...). La branche aval de la rivière du 15 août se présente comme une magnifique galerie butant sur un siphon. Les voûtes en plein centre ne recèlent aucun départ et aucun mouvement d'air ne peut 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 légère sensation d'étouffement.

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. La teneur la plus forte (station T1: 1,4%) concerne le sol le plus ...

Gua Salukkan Kallang apparaît donc comme une grotte à atmosphère "normale" même dans les galeries closes à eau circulante. Les analyses hydrochimiques indiquent par ailleurs des pCO₂ peu élevées pour les eaux.

4

L'absence de tout problème respiratoire lors de l'exploration de GSK - comme d'ailleurs de toutes les nombreuses grottes explorées dans la région de Maros - montre à l'évidence que ce karst n'est pas favorable à l'accumulation souterraine de gaz carbonique.

6-Autres cavités à CO₂.

Quatre autres cavités de Thaïlande ont fourni des teneurs en CO₂ appréciables: tham Rawa, tham Nam, tham Nam Hu et tham Nam Ru Hoa Koa. Tham Rawa (prov. Kanchanaburi) est une cavité 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 siphonnant en aval (tout près de son exurgence) et remontée en amont sur près de 1 km. La teneur en gaz carbonique est partout assez importante avec deux maxima; l'un dans une galerie fossile de l'extrême aval séparée sans doute de l'actif par quelques décimètres de plancher stalagmitique; l'autre dans l'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. Le maximum amont peut être attribué au dégazage provoqué par la chute d'eau; le maximum aval ne nous paraît pas interprétable; enfin, les hautes teneurs, générales dans la cavité, sont habituelles de ce type de karst (type 1, cf ante).

Tham Nam Hu (prov. Mae Hong Son) est une grotte-exsurgence étroite arrêtée sur siphon. La cavité n'étant pas close vers l'aval, les fortes teneurs en CO₂ (maximum: ...) peuvent être mises sur le compte d'un dégazage du ruisseau souterrain (qui ne semble lié encore à aucun dépôt de calcite);

Enfin, tham Nam Ru Hoa Koa (prov. Mae Hong Son) se présente comme une longue galerie sinueuse (plus de 1 km) dans laquelle avait dû couler récemment un ruisseau. Les teneurs en CO₂ étaient partout assez fortes* (...), avec un brusque maximum* (...) au niveau du passage bas qui arrête notre progression: le réseau actif coule dans un étage inférieur bas et large; bien

qu'aucune mesure n'y ait été effectuée, l'atmosphère ne présente pas de teneur en CO_2 gênante, c'est-à-dire vraisemblablement pas plus de 2-2,5%. Nous retrouvons donc une cavité à pCO_2 importante associée à un karst de type ... L'origine du gaz est cependant difficile à préciser, le dégazage du cours d'eau actif ne semblant pas être en cause dans ce cas.

(document provisoire)

BIOLOGIE

Présentation générale

Sur la base des résultats obtenus lors de l'expédition Thai-Maros 85 (1), 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, 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 (tableau 1).

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 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 de l'archipel indonésien.

Résultats faunistiques

A - 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. Certains groupes ont déjà été mentionnés dans les notes préliminaires dans ce rapport (Enchytraéides, chap. ; Copépodes, chap.). Une analyse sommaire groupe par groupe est présentée ci-dessous.

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, peut-être un peu 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 évolué rencontrée en Asie tropicale, probablement un *Noteridae* ou un *Dytiscidae* (Spangler, in litt.).

7. Poissons. D'assez nombreux poissons ont été récoltés dans différentes cavités de Thaïlande et de Sulawesi. Les plus intéressants sont le Siluridé et le Cobitidae (Géry det. in litt.), aveugles et dépigmentés, qui cohabitent dans le ruisseau souterrain de Tham Sai Yok Noi, en Thaïlande (prov. de Kanchanaburi) ; ils ont été capturés respectivement en 2 et 11 exemplaires lors de notre expédition, sur les informations fournies par leur découvreur, le GSS Dordogne, qui en avait récolté un exemplaire de chaque espèce début 1986. Un Cobitidae microphthalmes (déterminé alors par erreur comme Cyprinidae) avait été récolté en 1985 dans le ruisseau souterrain de Tham Hud (prov. Mae Hong Son) et rapporté vivant en France ; nous y sommes retournés en 1986, mais le cours d'eau était à sec. Ces Cobitidae semblent avoir largement colonisé les systèmes d'eaux souterraines dans ces chaînes de la Thaïlande de l'ouest, puisque l'équipe australienne de J. Dunkley signale également 2 espèces aveugles de ce groupe dans cette région de Mae Hong Son. Il est à signaler les caractères très particuliers de ces cavités où nous avons observé ces poissons cavernicoles : atmosphère et eau à très fortes pCO₂, eaux acides (pH = 6,25 - 6,35), à très forte charge en bicarbonates (4,14 à 4,63

B - Faune terrestre.

Plusieurs groupes seront traités dans ces chapitres particuliers : thécamébiens, isopodes oniscoïdes, collembolés et coléoptères. Pour certains autres, nous disposons de résultats partiels que l'on peut résumer ainsi :

1) Arachnides : araignées. Quelques déterminations d'espèces édaphiques de Thaïlande ont été réalisées par le Dr Christa Deeleman. La plupart d'espèces sont probablement nouvelles. Les formes souterraines sont en cours d'étude.

2) Crustacés. En dehors des isopodes Oniscoïdes, 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) Insectes : lépidoptères. Les Tineidae constituent un groupe dominant dans les guanos des cavités tropicales. Une partie de notre matériel de Thaïlande a été déterminé par le Dr G.S. Robinson ; il renferme au moins 5 espèces distinctes : *Crypsithyris* (?) *spelaea* Meyrick, *Wegneria cerodelta* Meyrick, *linea antricola* Meyrick, ? *Praeacedes* sp. et *Wegneria* sp. Les trois premières semblent particulièrement répandues ; elles se trouvent en particulier toutes les trois dans la grotte de Chiang Dao.

4) Insectes : coléoptères. Parmi les nombreux psélaphides récoltés, on notera une troisième espèce thaïlandaise du nouveau genre cavernicole de *Batrisini* signalé dans le rapport de 1985 (Besuchet in litt.). Cette nouvelle forme a été récoltée dans la grotte de Nam Cham près de Mae Sai, dans l'extrême nord du pays.

5) Insectes : diptères. Signalons la fréquence des *Psychodidae* de la tribu des *Psychodini* (Vaillant, in litt.). L'étude d'une fraction du matériel est actuellement en cours.

Publications sur le matériel récolté lors de Thai-Maros 85 et Thai-Maros 86.

Différentes publications sont actuellement sous presse dans des revues spécialisées ; elles concernent :

- Les thécamébiens des sols de Thaïlande (L. Bonnet) ;
- Les isopodes de Tham Nam Ru Hoa Koa près de Mae Hong Son en Thaïlande (H. Dalens) ;
- Deux genres et 14 espèces nouvelles de collembolés Neanurinae des sols de Thaïlande (L. Deharveng) ;
- Un coléoptère carabique cavernicole de Tham Pha Mon (T. Deuve).

De nombreux autres travaux sont en cours de rédaction et seront signalés dans les rapports ultérieurs.

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

3

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. 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.