



Article scientifique

Article

1994

Published version

Open Access

This is the published version of the publication, made available in accordance with the publisher's policy.

Une plate-forme carbonatée d'âge rhétien au centre-est de Sulawesi
(région de Kolonodale, Célèbes, Indonésie)

Cornée, Jean-Jacques; Martini, Rossana; Zaninetti, Louisette

How to cite

CORNÉE, Jean-Jacques, MARTINI, Rossana, ZANINETTI, Louisette. Une plate-forme carbonatée d'âge rhétien au centre-est de Sulawesi (région de Kolonodale, Célèbes, Indonésie). In: Comptes rendus de l'Académie des sciences. Série 2. Sciences de la terre et des planètes, 1994, vol. 318, p. 809–8014.

This publication URL: <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:4767>

Une plate-forme carbonatée d'âge rhétien au centre-est de Sulawesi (région de Kolonodale, Célèbes, Indonésie)

Jean-Jacques Cornée, Michel Villeneuve, Rossana Martini, Louissette Zaninetti,
Daniel Vachard, Bruno Vrielynck, Wahyu Gunawan, Hanang Samodra et Lili Sarmili

C.R. Acad. Sci. Paris,
t. 318, série II,
p. 809 à 814,
1994

Résumé Les plus anciens terrains du domaine oriental de Sulawesi dans la région de Kolonodale sont représentés par des carbonates dont la partie supérieure correspond à une plate-forme récifale que nous avons datée du Trias supérieur (Rhétien) grâce aux foraminifères benthiques et à des conodontes d'âge Sevatien-Rhétien supérieur dans la formation sous-jacente. Les faciès récifaux du Trias supérieur se retrouvent dans divers fragments continentaux situés autour de la mer de Banda-Nord, suggérant le morcellement d'un bloc continental lors de son ouverture récente.

Mots-clés : Sulawesi, plate-forme carbonatée, Rhétien.

J.-J. C.: CNRS, URA 1208,
« Dynamique des plates-formes
carbonatées »,
Université de Provence, 13331
Marseille Cedex 03, France;

M. V.: CNRS, Institut de
Géodynamique, URA 1279,
avenue Albert-Einstein, Sophia
Antipolis-I,
06560 Valbonne, France;

R. M. et L. Z. : Université de Genève,
Département de Géologie et de
Paléontologie
et Département de Zoologie,
13, rue des Maraichers, CH-1211
Genève 4, Suisse;

Abstract **A Rhaetian carbonate platform in central Sulawesi
(Kolonodale area, Celebes, Indonesia)**

The oldest rocks of East Sulawesi in the Kolonodale area are carbonates. The uppermost deposits are from a coral-reef carbonate platform which we dated as Rhaetian on the basis of benthic foraminifera and also on the presence of Uppermost Sevatian-Rhaetian conodonts in the underlying sedimentary unit. Such Upper Triassic reefal rocks are known from some of the microcontinents around the North Banda Sea, suggesting the break-up of an Upper Triassic continental block during a late opening.

Keywords : Sulawesi, carbonate platform, Rhaetian.

D. V. : CNRS, URA 1365, Paléontologie
et Paléogéographie du Paléozoïque,
Sciences de la Terre, Université de
Lille,
59655 Villeneuve-d'Ascq Cedex,
France;

B. V. : CNRS URA 1315, Laboratoire de
Stratigraphie,
UPMC, 4, place Jussieu, 75252 Paris
Cedex 05;

W. G. et H. S. : GRDC, Jalan
Diponegoro,
57, Bandung, 40122, Indonésie;

L.S. : MGI, Jalan Dr Junjuran 236,
Bandung, 40174, Indonésie.

**Abridged
English
Version**

THE convergence between the Pacific, Eurasian and Indo-Australian plates is responsible for the Miocene collision complex of Sulawesi (figure 1) (Sukanto, 1975; Katili, 1978; Daly *et al.*, 1991; Smith and Silver, 1991; Rangin *et al.*, 1991). Central and Eastern Sulawesi are composed of two main blocks (figure 2) : -an ophiolitic Eastern domain, with Meso-Cainozoic sediments overlain by a disrupted ophiolitic complex; -a continental block in the Banggai-Sula spur which is thought to be drifted from the Australian plate. Triassic rocks of the Eastern domain were very poorly known (von Loczy and Schaad, 1928; von Loczy, 1934; Kundig, 1956); new investigations in the Kolonodale area (figure 3) led to identification of wide outcrops of a Rhaetian reefal carbonate platform which should be a guide for geodynamical reconstructions around the Banda Sea.

The synthesis of the cross-sections from outcrops dismembered by Neogene tectonics allows the distinction of two Upper Triassic carbonate sequences (figure 4) :

- the lowermost sequence is composed of well-bedded micritic limestones with conodonts and filaments (pelagic molluscs) presumably from an outer platform to basin environment. The age of these limestones is Upper Triassic, Uppermost Sevatian to Upper Rhaetian, as we discovered the youngest Triassic conodont *Misikella posthernsteini* (Kozur and Mock, 1974; Krystyn, 1980);

- the uppermost sequence is mainly composed of bioclastic limestones ranging from boundstone to grainstone. Non-skeletal grains are mainly peloids, with some ooids and intraclasts. Skeletal grains are abundant and originated from molluscs, green algae (including dasycladaceans), echinoderms and benthic

Note

présentée par
Jean Dercourt.

remise le 6 septembre 1993,
acceptée après révision
le 26 janvier 1994.

foraminifera. West of Bunta, the macrofauna includes brachiopods and Megalodontids; rare coral-clusters develop as isolated patches or binding colonies. The corals are more abundant northeast of Beteleme. The top of the sequence exhibits some siliciclastic input with quartz coated grains (ooids).

Two foraminiferal associations are present in the upper sequence. West of Beteleme, the bioclastic limestones contain a rich microfauna mainly composed of Aulotortidae (*Aulotortus* sp., *Auloconus* sp. and *Triasina hantkeni*); East of Beteleme the microfaunal assemblage is characterized by the presence of Galeanellidae, which do not occur in the studied area West of Beteleme. Rare Aulotortidae are also present (*Aulotortus* sp., *Auloconus* sp.), in association with the Galeanellidae, but *Triasina hantkeni* has not been observed there.

The grainstone facies bearing abundant Aulotortidae (and Megalodontids) indicates a shelf lagoon/back-reef lagoon environment; the grainstone to boundstone facies with *Galeanella* characterized the patch reef to reef zone of the reefal platform. At the present time the reefal outer zone is developed northeastward with respect to the lagoonal inner zone which is situated westward.

The bioclastic massive limestones are most

probably Rhaetian in age (Upper part of the *Triasina hantkeni* biozone, see Marcoux et al., 1993, Tab. 1), as they overlie the conodont-bearing well-bedded lower sequence of Uppermost Sevatian-Upper Rhaetian age.

Conclusively, the evidence of a Rhaetian shallow-water carbonate platform with corals, benthic foraminifera and Megalodontids is clearly established in the Eastern domain of Sulawesi. From mapping information (Sukamto, 1975 and 1990), the platform probably outcrops widely in the other areas of the domain and it may be correlated with the Tokala limestones from an upper slope environment (Simandjutak, 1986, Tokala mountains, figure 2). Other reefal Upper Triassic carbonate platform facies were identified in some of the continental blocks around North Banda Sea, Buru, Seram and Misool (Al-Shaibani et al., 1983; Pigram and Panggabean, 1984) and were recently dredged in the Sinta Ridge (Villeneuve et al., 1993) (figure 1). As the North Banda Sea would have opened since Miocene times (Rehault et al., 1993), all these fragments of Upper Triassic platforms probably deposited on the same continental block yet partly isolated from the Australian shelf and later were dismembered during Upper Neogene times.

I. INTRODUCTION

L'île de Sulawesi, en Indonésie orientale (figure 1) a été structurée lors de la convergence relative de trois plaques lithosphériques majeures au Méso-Cénozoïque : plaque Pacifique, plaque Eurasiatique et plaque Indo-Australienne (Sukamto, 1975; Katili, 1978; Daly et al., 1991; Smith et Silver, 1991; Rangin et al., 1991). Sulawesi représente actuellement une partie d'un complexe de collision miocène avec, d'Ouest en Est (Sukamto, 1975 et 1990; Simandjutak, 1986; Smith et Silver, 1991) (figure 1) : - un arc paléogène installé sur un complexe métamorphique crétacé inférieur du domaine eurasiatique ; - la ceinture métamorphique polyphasée (Crétacé inférieur 110 Ma et Oligocène 32 Ma) de Sulawesi central qui correspond à une suture majeure avec schistes bleus (Par-

kinson, 1991), passant vers l'Est à un domaine sédimentaire méso-cénozoïque obducté par un complexe ophiolitique ; - des éléments continentaux de marge passive supposés d'origine australienne (bloc de Banggai-Sula). Nos travaux dans le domaine oriental de l'île (figure 2), entre Ensa et Kolonodale (figure 3), montrent l'existence d'une plate-forme carbonatée de grande étendue datée du Trias supérieur, dans un secteur où les faciès étaient cartographiés en marbres d'âge jurassique à crétacé selon les auteurs. Il s'agit là d'un élément d'importance pour les reconstitutions géodynamiques de ces régions.

II. TRAVAUX ANTÉRIEURS

Des « marbres » du Trias supérieur ont été signalés dès 1928 dans les montagnes Tokala du bras nord-oriental de l'île (figure 2) grâce

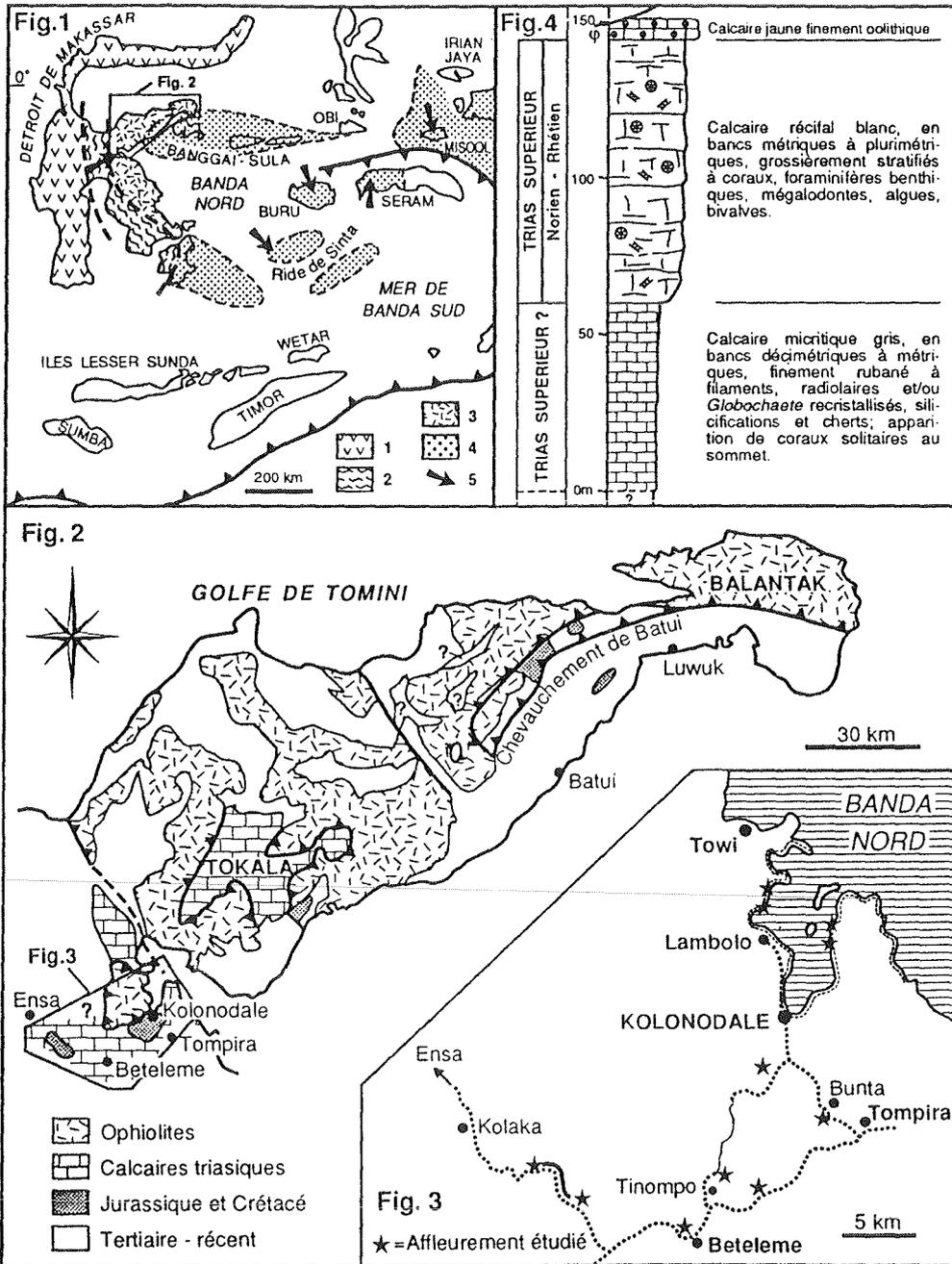


Figure 1 Les zones structurales de Sulawesi; 1 : arc occidental ; 2 : ceinture centrale métamorphique ; 3 : domaine oriental ophiolitique ; 4 : blocs continentaux ; 5 : plates-formes du Trias supérieur. Encadré : figure 2.

Structural sketch map of Sulawesi; 1: western volcanic arc; 2: central metamorphic belt; 3: eastern ophiolitic domain; 4: continental blocks; 5: Upper Triassic platforms. Window: figure 2.

Figure 2 Carte simplifiée du bras oriental de Sulawesi, d'après Simandjatak (1986) modifié. Encadré : figure 3.

Sketch map of the eastern arm of Sulawesi, from Simandjatak (1986) modified. Window: figure 3.

Figure 3 Localisation des coupes partielles du Trias supérieur.

Location of the Upper Triassic partial cross-sections.

Figure 4 Log synthétique du Trias supérieur entre Ensa et Kolonodale, reconstitué à partir d'affleurements dispersés.

Upper Triassic succession between Ensa and Kolonodale, reconstructed from several outcrops.

à la présence de *Monotis* et de brachiopodes (von Locszy et Schaad, 1928). Puis von Locszy (1934) et Kundig (1956) ont proposé une succession du Norien, avec deux faciès carbonatés à rhynchonelles et *Misolia* principalement reconnus dans les Tokala : des calcaires argileux (200 m) et des calcaires à coraux (300 m). Ces carbonates surmonteraient des

faciès bitumineux et conglomératiques d'âge incertain (Permo-Trias?). Des formations rapportées au Trias ont ensuite été cartographiées en divers points de la partie est de Sulawesi lors des levés réguliers au 1/250 000 du service géologique d'Indonésie, mais les « marbres » entre Ensa et Kolonodale sont attribués au Jurassico-Crétacé (ensemble Kt,

feuille Malilli 1/250 000). Les montagnes Tokala sont en fait le seul point de référence clairement daté du Trias dans tout le bras nord-oriental de l'île. On note toutefois que Surono (1989) signale la présence de calcaires triasiques en rive est du golfe de Kolonodale (figure 3).

III. LA PLATE-FORME TRIASIQUE

Entre Ensa et le golfe de Kolonodale (figure 3) affleurent des blocs disloqués de calcaires bioclastiques blancs en bancs décimétriques à métriques, entre des bandes de calcaires pélagiques avec des niveaux radiolariques du Jurassique et du Crétacé. Cette dislocation résulte d'événements tectoniques tardifs, du Néogène essentiellement. Si dans la partie la plus occidentale les affleurements présentent des faciès très recristallisés, ceux-ci sont mieux préservés vers l'Est entre Kolaka et Kolonodale. Une étude préliminaire permet de proposer une succession de deux termes (figure 4) :

- à la base, des calcaires gris en bancs décimétriques avec des silicifications secondaires, sur au moins une centaine de mètres d'épaisseur et qui n'affleurent bien qu'à 1 km à l'Ouest de Beteleme. Il s'agit de calcaires micritiques (« mudstones »/« wackestones ») à conodontes, fragments de bivalves à tests fins (« filaments », type *Halobia?*), avec quelques bioclastes de spongiaires et d'échinodermes. Les derniers mètres de ce terme renferment en outre des coraux solitaires, des brachiopodes et des serpulidés. Ces sédiments sont interprétés comme des dépôts de plate-forme externe ou de transition au bassin. L'âge de cette formation a pu être établi par l'étude des conodontes qui indiquent un âge norien supérieur (Sevatien terminal) à rhétien supérieur (cf. IV) ;

- au-dessus se placent 100 à 150 m de calcaires blancs massifs. Les faciès sont essentiellement bioclastiques avec des niveaux à bioconstructions. Les faciès bioclastiques sont le plus souvent des calcaires « packstones » à peuloïdes et intraclastes, parfois oolithisés, renfermant des brachiopodes, des foraminifères benthiques (voir IV), des algues vertes dont des dasycladacées, des ostracodes, des débris

d'échinodermes, de bivalves à tests épais, de gastéropodes et de spongiaires. Entre Bunta et Kolaka (figure 3) on note en outre la présence d'encroûtements, d'amas ou encore de débris micritiques sombres évoquant une origine cyanobactérienne, ainsi que des bancs riches en Mégalodontidés en place. Des bivalves à tests fins et des radiolaires recristallisés et/ou *Globochaete* (?) apparaissent localement vers le NE à partir de Beteleme. Les bioconstructions coralliennes, par contre, se retrouvent à travers tout le secteur parcouru, souvent associées à des algues vertes. Ces bioconstructions ne correspondent pas à de véritables récifs coralliens mais à des colonies recouvrantes ou en « patch-reef » dispersées dans le sédiment bioclastique ; les coraux sont nettement plus fréquents au NE de Beteleme, alors que les Mégalodontidés n'ont été observés qu'à l'Ouest de Bunta. Enfin, la partie supérieure des calcaires blancs s'enrichit légèrement en éléments détritiques (quartz, parfois plagioclases et micas) qui, au sommet de la série, peuvent constituer le nucleus des ooïdes (Ouest de Beteleme). Le passage aux faciès calcaires hémipélagiques du Jurassique n'a pas été directement observé. L'étude de ces calcaires a montré seulement la présence d'ichtyolites (dents et/ou écailles de poisson). Dans leur ensemble, les calcaires blancs correspondent donc à un dépôt de plate-forme carbonatée peu profonde, récifale, avec une polarité apparente : faciès internes vers l'Ouest ou le SW et faciès un peu plus externes vers l'Est ou le NE pour le secteur parcouru. Ces calcaires dont datés du Trias supérieur par foraminifères et conodontes (cf. IV).

IV. MICROFAUNES

Calcaires gris

Les prélèvements de calcaires gris ont livré le conodonte *Misikella posthernsteini* (Kozur et Mock). Il s'agit de la plus jeune espèce de conodontes du Trias. Dans les Alpes, elle est connue en Autriche et en Slovaquie. Selon Kozur et Mock (1974) elle est présente au Sevatien terminal, au Rhétien inférieur et, sans certitude, dans le Rhétien supérieur. Krystyn (1980) indique qu'elle s'éteint dans

le Rhétien supérieur (Zone à *Marshi*, Subzone à *Marshi*) mais avant la limite Rhétien/Jurassique. Ces données permettent donc d'établir que les calcaires gris se sont déposés dans un intervalle compris entre le Sevatién terminal et le Rhétien supérieur.

Calcaires blancs

Les différents faciès de la plate-forme récifale sont caractérisés par deux associations de foraminifères benthiques, l'une remarquable par l'abondance des Aulotortidae (secteur à l'Ouest de Beteleme), l'autre par la présence Galeanellidae (secteur à l'Est de Beteleme).

Dans l'association du secteur à l'Ouest de Beteleme, on remarque en particulier la présence *Triasina hantkeni* Majzon. On y observe également *Aulotortus* aff. *tenuis* (Kristan), *Aulotortus communis* (Kristan), *Aulotortus tumidus* (Kristan-Tollmann), *Aulotortus friedli* (Kristan-Tollmann), *Aulotortus sinuosus pragsoides* (Oberhauser), *Auloconus* sp. et la glomospirille *Gandinella falsofriedli* (Salaj, Samuel et Borza). Les foraminifères endothyroïdes (nouvelles familles Endotebidae et Endotriadidae, voir Vachard *et al.*, sous presse) sont rares, de même que les Duostominidae. Les microfaunes sont généralement très recristallisées, au point que souvent les Aulotortidae ne se reconnaissent qu'à un fin liseré micritique délimitant les tests et les derniers tours du deutérolocolus. La micritisation a également préservé de la recristallisation, d'une part les restes de perforation chez les *Aulotortus* et, d'autre part, les espaces oculaires entre les piliers de *Triasina hantkeni*. Cette association à foraminifères (Aulotortidae, Auloconinae et surtout Triasininae), caractéristique des faciès récifaux internes (« shelf lagoon », « back-reef lagoon zone »), est indicative d'un âge norien supérieur à rhétien et est incluse, selon les données récentes de Marcoux *et al.* (1993, Tab. 1), dans la partie supérieure de la biozone à *Triasina hantkeni*.

Dans le secteur à l'Est de Beteleme, l'association à foraminifères est très différente de la précédente. Les Aulotortidae sont rares et *Triasina hantkeni* n'a pas été observée. Par contre, on remarque la présence de Galca-

nellidae qui dominent avec *Galeanella? minuta* Zaninetti, Altiner, Dager et Ducret et *Galeanella variabilis* Zaninetti, Altiner, Dager et Ducret. *Endotriada tyrrhenica* Vachard, Martini, Rettori et Zaninetti, *Endoteba* ex gr. *obturata* (Brönnimann et Zaninetti), *Paraophthalmidium* sp., *Ophthalmidium* sp.; des « Textulariidae » et de gros Duostominidae complètent l'association. Cette association à Galeanelles, caractéristique d'une construction récifale proprement dite (« patch reef-reef zone ») est d'âge triasique supérieur.

L'âge des calcaires massifs blancs, situés au-dessus des calcaires gris datés par conodontes du Sevatién terminal-Rhétien supérieur, peut donc être précisé: il s'agit vraisemblablement de Rhétien.

V. CONCLUSIONS

Les calcaires blancs de la région de Kolonodale correspondent à des dépôts carbonatés de plate-forme récifale (« shelf lagoon »/« back-reef lagoon »/« reef zone ») à foraminifères benthiques (Aulotortidae, Galeanellidae, Ophthalmidiidae) du Trias supérieur, Norien-Rhétien. La présence de conodontes d'âge sevatién terminal-rhétien supérieur dans les calcaires gris sous-jacents conduit à préciser que les calcaires blancs sus-jacents pourraient effectivement appartenir au Rhétien. Nous avons identifié cette plate-forme sur 40 km en direction NE-SW mais des calcaires semblables ont été cartographiés ailleurs dans le bras SE de Sulawesi (Sukanto, 1990), suggérant qu'elle était installée sur de vastes surfaces du domaine oriental.

Les calcaires rhétiens de Kolonodale peuvent sans doute être corrélés avec les calcaires du Trias supérieur des montagnes Tokala au NE (figure 2) qui correspondraient à des dépôts de plate-forme externe ou de la partie supérieure du talus continental (Simandjatak, 1986), suggérant une polarité sédimentaire actuelle (apparente) plate-forme carbonatée au SW – zones de bassin vers le NE dans le bras est de Sulawesi. Des faciès carbonatés récifaux du Trias supérieur (Norien-Rhétien) sont aussi connus dans des fragments continentaux situés autour de la mer de Banda Nord, Buru, Scram et Misool (Al-Shaibani *et*

al., 1983; Pigram et Panggabean, 1984) et ont récemment été découverts par dragage sur la ride de Sinta (Villeneuve *et al.*, 1993) (figure 1). Par contre, les sédiments du Trias supérieur sont soit continentaux et détritiques dans le bloc de Banggai-Sula et en Irian Jaya, soit marins de milieu profond à Buton et Timor (au Trias ces îles étaient plus éloignées de Sulawesi) sur l'ancienne marge australienne (Marcoux *et al.*, 1992). Ceci suggère

que les fragments continentaux qui contiennent des éléments de plate-forme carbonatée autour de la Mer de Banda-Nord faisaient partie au Trias supérieur d'un même bloc (« bloc de Banda ») appartenant à la partie la plus septentrionale de la plaque australienne; ce « bloc de Banda » aurait été tardivement disloqué lors de l'ouverture récente de cette mer au Miocène (Rehault *et al.*, 1993).

Remerciements : Ce travail a été réalisé dans le cadre des programmes Tethys (J.-J.C. et M.V.), PICS Indonésie (M.V.) et du Projet de Recherches Biostratigraphiques et Sédimentologiques sur le Permien et le Trias Téthysiens, subventionné par le Fond National Suisse de la Recherche Scientifique (L. Z., projet n° 20-32368.91). J.-P. Masse (Marseille) est remercié pour son aide au début du travail.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AL-SHAIBANI, S., CARTER, D.J. et ZANINETTI, L., 1983. Geological and micropaleontological investigations in Upper Triassic (Anisepe Limestones) of Seram, Outer Banda Arc, Indonesia, *Arch. Sc. Genève*, 36, p. 297-313.
- DALY, M.C., COOPER, M.A., WILSON, I., SMITH, D.G. et HOOPER, B.G.D., 1991. Cenozoic plate tectonics and basin evolution in Indonesia, *Marine and Petroleum Geology*, 8, p. 2-21.
- KATILI, J.A., 1978. Past and present geotectonic position of Sulawesi, Indonesia, *Tectonophysics*, 45, p. 289-322.
- KOZUR, H. et MOCK, R., 1974. *Misikella posthersteini* n. sp., die jüngste Conodontenart der Tethyalen Trias, *Cas. Mineral. Geol.*, p. 245-250.
- KRYSTYN, L., 1980. Stratigraphy of the Hallstatt region, in SCHONLAUB, H.P., éd., *Second European Conodont Symposium, ECOS II, Abh. Geol. B.-A.*, 35, p. 61-98.
- KUNDIG, E., 1956. Geology and ophiolite problems of East Celebes, *Verh. Koninkl. Nederlandsch Geol., Mijnbouwk. Genoots.*, Geol., 16, p. 210-235.
- Von LOCZY, L., 1933/1934. Geologie van noord Boengkoe en het Bongkagebied tusschen de Golf van Tomini en de Golf von Tolo in oost Celebes, *Verh. Koninkl. Nederlandsch Geol., Mijnbouwk. Genoots.*, Geol., 10, p. 219-276.
- Von LOCZY, L. et SCHAAD, W.H., 1928. Geologie der Verg in Nord Boengkoe door, rapport de mission, Makassar, 20/bv, 17 p, inédit.
- MARCOUX, J., BAUD, A., RICOU, L.E., GAETANI, M., KRYSTYN, L., BELLION, Y., GUIRAUD, R. et MOREAU, C., 1993. Late Norian, in : DERCOURT, J., RICOU, L.E. et VRIELYNCK, B., éd., *Atlas Tethys, 1:20 000 000 paleoenvironmental map*, BEICIP-FRANLAB, Paris.
- PARKINSON, C., 1991. Tectonic implication of subophiolite metamorphism in Central Sulawesi, in : *Orogenesis in Action*, London, p. 42.
- PIGRAM, C.J. et PANGGABEAN, H., 1984. Rifting of the northern margin of the Australian continent and the origin of some micro-continent in Eastern Indonesia, *Tectonophysics*, 107, p. 331-353.
- RANGIN, C., JOLIVET, L., PUBELLIER, M. et the Tethys Pacific working group, 1991. A simple model for the tectonic evolution of Southeast Asia and Indonesia region for the past 43 m. y., *Bull. géol. France*, VI, p. 889-905.
- REHAULT, J.-P., MAURY, R., BELLON, H., SARMILI, L., MALOD, J. et BURHANUDDIN, M. et S., 1993 (sous presse). Discovery of a young oceanic crust within the Banda Sea (East Indonesia) : a recent back-arc basin?, *Proc. 10th anniv. Indonesian-French coop. Oceanol. Mar. Tech.*, Jakarta.
- SIMANDJUTAK, M., 1986. Sedimentology and the tectonics of the collision complex of the east arm of Sulawesi, Indonesia, *Ph. D. Thesis*, Univ. London, 345 p.
- SMITH, R.B. et SILVER, E.A., 1991. Geology of a Miocene collision complex Buton, Eastern Indonesia, *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 103, p. 660-678.
- SUKAMTO, R., 1990. The structure of Sulawesi in the light of plate tectonics, *Proc. Reg. Conf. Geol. Min. Res. SE Asia, Jakarta, Indon. Assoc. Geol.*, 25, p. 120-141, et Explanatory note and geological map of South Sulawesi, 1 : 1 000, Bandung (Indon.).
- SURONO, 1989. Stratigraphic relationship between the Banggai-Sula Islands and Sulawesi's East Arm, *Bull. Geol. Res. Dev. Centre, Bandung (Indon.)*, 13, p. 46-60.
- VILLENEUVE, M., CORNEE, J.-J., MARTINI, R., ZANINETTI, L., REHAULT, J.-P., BURHANUDIN, S. et MALOD, J., 1993 (sous presse). Upper Triassic limestones in the Sinta Ridge (Banda Sea, Indonesia), *Proc. 10th anniv. Indonesian-French coop. Oceanol. Mar. Tech.*, Jakarta.