



Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®

C. R. Geoscience 336 (2004) 1511–1520



<http://france.elsevier.com/direct/CRAS2A/>

Géodynamique

Nouvelle hypothèse sur l'origine des formations géologiques de l'île de Timor (Sud-Est asiatique)

Michel Villeneuve^{a,*}, Jean-Jacques Cornée^b, Rossana Martini^c, Louissette Zaninetti^c

^a UMR CNRS 6019, Centre de sédimentologie et paléontologie, université de Provence, Aix-Marseille-1, case 67, 13331 Marseille cedex 03, France

^b UMR 5125, PEPS, université Claude-Bernard, 11-43, bd du 11-Novembre-1918, bât. Géode, 69622 Villeurbanne cedex, France

^c Département de géologie & paléontologie, université de Genève, 13, rue des Maraîchers, 1211 Genève 4, Suisse

Reçu le 12 novembre 2003 ; accepté après révision 20 septembre 2004

Disponible sur Internet le 5 novembre 2004

Présenté par Jean Aubouin

Résumé

Les îles de Sulawesi et de Timor montrent de grandes similitudes lithostratigraphiques et en termes d'évolution tectonique. Ces deux îles appartenaient initialement au même bloc, avant que Timor ne migre vers le sud, à partir du Miocène supérieur, lors de l'ouverture du bassin de Banda sud. À partir de ce moment, Timor devient une partie de l'arc volcanique de Banda, lequel entra en collision avec la marge australienne à la fin du Pliocène inférieur. **Pour citer cet article : M. Villeneuve et al., C. R. Geoscience 336 (2004).**

© 2004 Académie des sciences. Publié par Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Abstract

New hypothesis on the origin of the Timor Island formations (South East Asia). Similar lithological and tectonic features indicate that Timor and Sulawesi islands were part of the same continental block. Timor was in the southern part of Sulawesi, then separated during Late Miocene time during the opening of the South Banda Sea basin. At this time Timor evolved as a part of an Upper Miocene volcanic arc that collided the Australian plate at the end of the Lower Pliocene (3.5 Ma). **To cite this article: M. Villeneuve et al., C. R. Geoscience 336 (2004).**

© 2004 Académie des sciences. Publié par Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : Timor ; Indonésie ; Sulawesi ; Sumba ; collisions oligocène et pliocène ; reconstitutions cinématiques au Néogène

Keywords: Indonesia; Timor; Sulawesi; Sumba; Oligocene and mid-Pliocene collisions; Neogene palaeogeographic reconstructions

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : mville@up.univ-mrs.fr (M. Villeneuve).

Abridged English version

1. Introduction

Timor Island is generally considered as an example of active arc–continent collision. According to Charlton and Wall [6], the collision occurred during the Neogene period between the Australian passive margin and an island arc located in the vicinity of the present Banda arc. During this collision, most of the terranes have been imbricated by thrusting, stacked below and in front of the pre-collisional fore-arc complex.

New investigations either in land or offshore allow us to improve the structure and geological evolution of this island. At least two main tectonic events have been distinguished from the Late Cretaceous to the Middle Pliocene. Comparisons based on stratigraphic similarities, age of the tectonic events or palaeogeographic positions with other islands (especially Sulawesi) evidence a northern origin (close to the South of Sulawesi) for the main part of Timor Island. Until now, only the allochthonous units are supposed from West-Sulawesi origin [10,15], but no satisfactory geodynamical explanation for the migration of Timor, from the Sulawesi area to the Australian plate margin, supported this hypothesis. New geodynamic reconstructions supported both by land and marine studies may support the hypothesis developed below.

2. The geology of Timor

According to Gageonnet and Lemoine [9], Harsolumakso, [11], and Villeneuve et al. [24], Timor Island has been affected by two main tectonic events: (1) thrusting by the end of Eocene/Oligocene time of an ophiolitic, metamorphic and sedimentary allochthonous unit; (2) collision between the Australian continental margin and the Banda island arc during the Uppermost Early Pliocene. Previous studies [2–4,19] provide evidence for three main lithostructural units: the allochthonous unit, the para-autochthonous unit, the autochthonous unit (Fig. 1b). We propose to distinguish two new units: the Kolbano unit, which was previously included in the para-autochthonous and sub-autochthonous units, which correspond to the formations deposited between the first and the second tectonic events.

2.1. The allochthonous unit

Two different successions can be distinguished: the Miomaffo and the Manamas series. *The Miomaffo series* (Fig. 2B), including the Mutis complex (basalts, peridotites, and metamorphic rocks displaying an Upper Cretaceous radiometric age [8]) and three volcanosedimentary formations, ranging from the Cretaceous to the Eocene thrust over the para-autochthon unit during Oligocene times. According to Ducrocq [7], the terrestrial mammal skull of anthracothere of Asiatic affinity found in Timor comes from the Eocene limestones. *The Manamas series* (Fig. 2A) are mainly represented by the Upper Miocene basaltic complex of Manamas. These calc-alkaline basalts were thrust over Timor Island by the end of the Lower Pliocene time.

2.2. The para-autochthonous unit

It includes two different successions: the *Kekneno-Tumu formation* (Fig. 2D) of central Timor and the *Maubisse formation* (Fig. 2C) outcropping mainly to the north. Contact between them is tectonic. The Maubisse succession is thrust over the Kekneno-Tumu one. For the Kekneno-Tumu succession, we used the lithostratigraphic succession proposed by Bird and Cook [5] and by Harsolumakso et al. [12]. Permian and Triassic deposits are black or grey shales with halobias. Upper Triassic to Lower Cretaceous ones are pink or white calcilutites with radiolarians, whereas those from Palaeocene and Eocene are shales or orange calcilutites with foraminifera. For the *Maubisse formation*, the succession is not so complete. The Permian is a pile of crinoidal limestones, clastic limestones, brown sandstones and large volcanic intrusions with pillow lavas. The Triassic exposures are thin beds of limestones and cherts exhibiting *Halobias*. Jurassic is mainly made by basaltic lava-flow, and pink and red argillites are ascribed to be Cretaceous to Eocene in age.

2.3. The Kolbano unit (Fig. 2E)

The succession is: red sandstones and pelites with Permian fusulinoids (not in place), glauconitic sandstones and siltstones, with Jurassic belemnites and ammonites, pink shales and chalky limestones with thin beds of Upper Cretaceous limestones, Eocene chalky limestones, Miocene pelagic limestones, and Lower Pliocene sandy limestones.

2.4. The sub-autochthonous unit (Fig. 2, SbA)

Represented by the Noiltoko formation, it includes the Lower Miocene Cablac limestones and the Miocene to Lower Pliocene volcano-sedimentary rocks outcropping along the Noiltoko River.

2.5. The autochthonous unit (Fig. 2, Au)

It includes undeformed or very poorly deformed rocks. These sequences that occur mainly in the central basin have been dated from the Upper Pliocene to the Pleistocene and contain various rocks, as calcilutites, marls, sandstones, coral reefs, and conglomerates.

A transect from Wini to Kolbano [23] illustrates the structure of Timor (Fig. 1c). The main tectonic characteristics are: a strong folding and thrusting (imbricated structures).

3. The Sulawesi, Sumba and Timor gap geology

3.1. The Sulawesi island

The Sulawesi island shows several different geological units. *The western magmatic arc* has been divided into a substratum metamorphosed around the Middle Cretaceous and a volcano-sedimentary cover operating from the Late Cretaceous to the Present time [22]. *The central unit* shows a large ophiolitic nappe built during Eocene times [16] and an important metamorphic belt is thrust over a sedimentary pile during the Late Oligocene or the Early Miocene [17,26]. This sedimentary succession begins by black pelitic and argillites of Permian and Triassic age and ended by the white calcilutites of Eocene and Oligocene times. This beds are intensively folded and faulted. They are covered by Upper Miocene and Pliocene pelagic shales and limestones.

3.2. The Sumba island

It is presently located west of Timor and displays successive sedimentary formations together with volcano or volcano-sedimentary occurrences [1]. This succession begins with Upper Cretaceous dark shales intruded by granitic and basaltic dykes capped by Palaeocene to Eocene shales and tholeiitic basalts, covered by a thick pile of Eocene to Lower Miocene carbonate platform. The Upper Miocene and Lower Pliocene series are made with chalk, reef limestones and pelagic limestones. The Upper Pliocene and Quaternary series consist of reef limestones.

3.3. The Timor gap

The Australian shelf (Sahul shelf), in front of Timor Island, is composed of Permian to Middle Triassic siltstones and shales capped by Upper Triassic to Lower Jurassic continental red beds and Middle Jurassic shallow marine clastics and carbonates. Cretaceous sediments consist of marine shales and sandstones. Palaeocene and Eocene formations consist of radiolarian chalk and chalky limestones, while the Oligocene, Miocene, and Pliocene deposits consist of pelagic chalk. No tectonic event affecting this platform has been recorded.

4. Discussion

Correlations between Timor, Sulawesi, and Sumba Islands are supported by strong similarities in the stratigraphic successions, age and style of tectonic events and by the palaeogeographic positions of continental blocks deduced from marine investigations (seismic lines and radiometric dating). Comparisons between the Timor successions and those of neighbour islands pointed out some similarities. At first, the allochthonous terranes of Timor look like the succession of Sumba and of the magmatic arc of Sulawesi, as already pointed out by Wensink [27], Abdullah [1] and Milsom [15]. But, until now, no credible geotectonic explanation have been proposed to support the possibility of a Sulawesi origin for the allochthonous unit of Timor. Our observations enhance this hypothesis. Basaltic rocks of Jurassic age, either in Sulawesi or in Timor, are capped by a conglomeratic level (unpublished). Some blocks of cherts in this conglomerate contain Upper Berriasian radiolarites and basal Upper Berriasian calpionels. Palaeogene greywakes and shales with Lutetian large nummulites and alveolines of the allochthonous unit of Timor outcrop in many Eocene basins of the magmatic arc of Sulawesi and agglomerates and tuffs of the Metan formation in Timor are very frequent in the magmatic arc in western Sulawesi.

The sedimentary formations of the para-autochthons of Timor are similar to the sedimentary sequence overlain by the Eocene ophiolite nappe in central Sulawesi. In addition, the main deformation of Timor (responsible for the thrusting of the Mutis complex over the para-autochthon) occurred contemporaneously with the collision of the magmatic arc of

Sulawesi with the Kolonodale block [25]. The Kolbano unit, which presents very strong lithological affinities with the Australian margin, is not deformed until the Middle Pliocene times. We consider that it is a remnant of the Neogene Australian accretionary prism, because of its strong similarity with the Timor gap.

Recent geodynamic reconstructions [13,14,18,24] supported by the Geobanda research group pointed out that the southern Banda Sea has been created by the splitting of an Upper Miocene volcanic arc during the Lower Pliocene. Remnants of this volcanic arc are present in the Manamas volcanics and in the dioritic intrusions of northern Timor (Fig. 3).

1. Introduction

L'île de Timor est classiquement considérée comme un exemple de collision entre un arc volcanique et un continent. D'après Charlton et Wall [6], cette collision s'est produite au Néogène entre un arc volcanique localisé dans les environs de l'arc de Banda et le continent australien. Les formations sédimentaires de Timor sont considérées comme faisant partie du prisme d'accrétion lié à la subduction de la marge australienne sous l'arc de Banda. Nos recherches stratigraphiques et tectoniques sur la partie occidentale de cette île, dans le cadre du programme de coopération franco-indonésien (1991–1999), démontrent que l'histoire géologique est plus complexe, avec deux événements tectoniques majeurs : intra-Oligocène et intra-Pliocène. Seul le dernier événement tectonique correspond à la collision entre l'île de Timor et le continent australien. Certains auteurs [8,10] avaient noté des ressemblances entre les formations allochtones de Timor et les formations du bras ouest de Sulawesi, sans pouvoir en expliquer la raison. Les nouveaux travaux menés dans le cadre du programme Geobanda nous permettent de mieux comprendre ces affinités géologiques. C'est l'objectif principal de cette note.

2. Géologie de Timor

De nombreuses études géologiques ont été réalisées sur Timor [2–5,9,11,19]. La plupart de ces

travaux s'accordent pour distinguer trois grands ensembles litho-structuraux, que nous regrouperons ici sous le terme d'unités : l'unité allochtone, l'unité para-autochtone et l'unité autochtone (Figs. 1b–c et 2).

Deux événements tectoniques majeurs ont fortement influencé la structure de l'île : (1) un événement oligocène (32–37 Ma [21]), qui correspond au chevauchement de l'unité allochtone sur l'unité para-autochtone, (2) un événement à la fin du Pliocène inférieur, qui correspond à la collision de Timor avec le continent australien [24].

La prise en compte de ces deux événements nous conduit à distinguer deux nouvelles unités. Ce sont : (1) l'unité sub-autochtone (Fig. 2A), qui correspond en fait à la partie de l'ancienne unité autochtone déposée entre le premier événement tectonique et le second, (2) l'unité de Kolbano (Fig. 2E), qui est ainsi séparée de l'unité para-autochtone et qui, contrairement aux unités allochtone et para-autochtone, n'a été affectée que par l'événement pliocène (Fig. 2).

2.1. L'unité allochtone (Fig. 2B)

Tappenbeck [23] et Harsolumakso [11] distinguent deux ensembles :

- les séries de *Miomaffo*, qui comprennent le complexe de Mutis et le groupe de Palelo. Le complexe de Mutis est constitué de basaltes, de péridotites et de massifs métamorphiques datés du Crétacé moyen [8]. Le groupe de Palelo est constitué de cherts, de calcaires, de grès, de tufs, de basaltes et de calcaires à nummulites, allant du Crétacé supérieur à l'Éocène. On notera qu'un crâne de mammifère terrestre du type anthracothère, présentant des affinités avec ceux d'Asie, a été trouvé dans les calcaires à nummulites de l'Éocène [7] ;
- le complexe de *Manamas* (Fig. 2A), qui consiste principalement en basaltes et en grès calcaires du Miocène supérieur (10 Ma), mis en place par chevauchement vers le sud sur les formations antérieures de Timor, au Pliocène inférieur.

2.2. L'unité para-autochtone

Elle comprend la formation de Kekneno-Tumu (Fig. 2D) et la formation de Maubisse (Fig. 2C), la

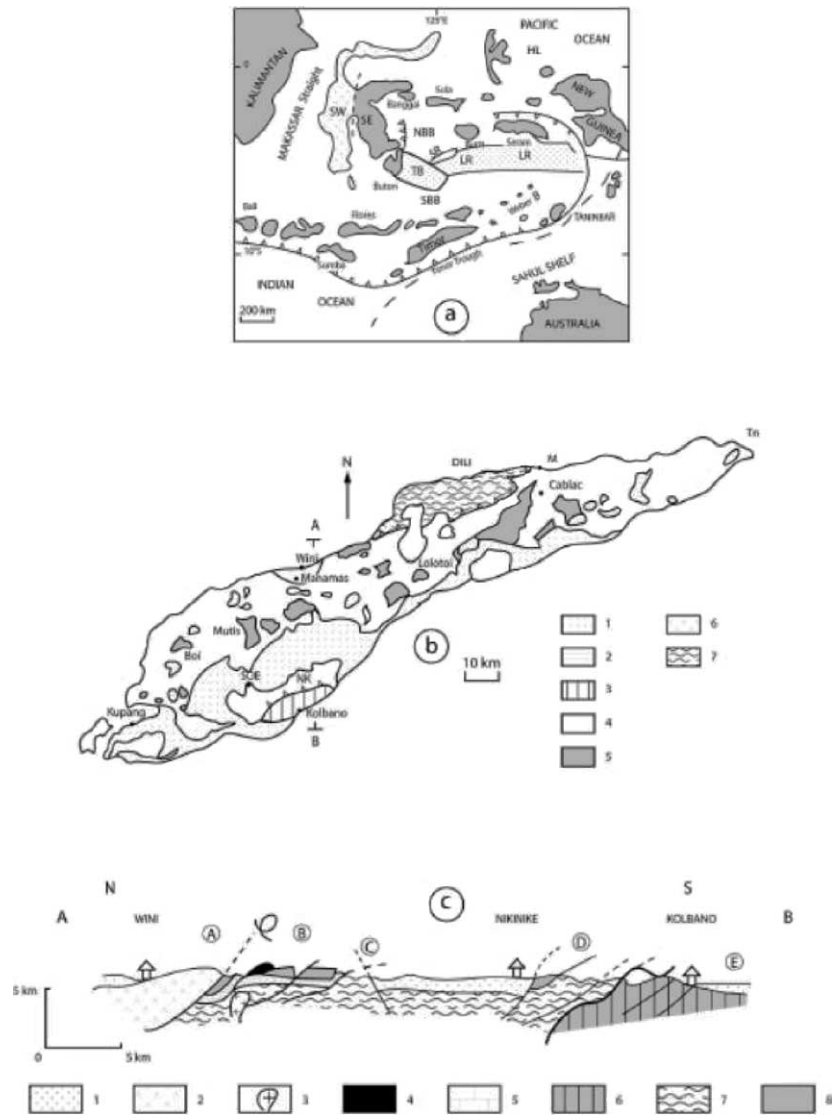


Fig. 1. Géologie de Timor. (a) Timor dans le contexte de l'Indonésie orientale : SW, arc volcanique de Sulawesi ouest ; SE, Sulawesi central et oriental ; NBB, bassin de Banda nord ; SBB, bassin de Banda sud ; TB, plate-forme de Tukang Besi ; LR, *Lucipara* ridges ; BA, arc de Banda. (b) Schéma géologique de l'île de Timor : 1, unité autochtone ; 2, unité sub-autochtone ; 3, unité de Kolbano ; 4, unité para-autochtone ; 5, unité allochtone ; 6, formations volcaniques de Manamas ; 7, complexe métamorphique de Dili. (c) Coupe géologique schématique selon un transect nord-sud, entre Wini et Kolbano (localisation sur la (b)) : 1, unité autochtone ; 2, complexe de Manamas (10 Ma) ; 3, intrusions dioritiques (10 Ma) ; 4, formation para-autochtone de Maubisse ; 5, unité para-autochtone ; 6, unité de Kolbano ; 7, formation para-autochtone de Kapan-Tumu ; 8, unité allochtone. A, B, C, D, E : Voir les correspondances sur la Fig. 2. Les échelles verticales et horizontales sont approximatives.

Fig. 1. Geology of Timor. (a) Eastern Indonesia: SW, western Sulawesi volcanic arc ; SE, central and eastern Sulawesi ; NBB, North Banda basin ; SBB, South Banda basin ; TB, Tukang Besi platform ; LR, *Lucipara* ridges. (b) Geological scheme of Timor : 1, autochthonous unit ; 2, sub-autochthonous unit ; 3, Kolbano unit ; 4, para-autochthonous unit ; 5, allochthonous unit ; 6, Manamas volcanic complex ; 7, Dili metamorphic complex. (c) North-south geological cross-section, from Wini to Kolbano (see location in (b)) : 1, autochthonous unit ; 2, Manamas volcanic complex (10 Ma) ; 3, dioritic intrusions (10 Ma) ; 4, Maubisse para-autochthonous formation ; 5, autochthonous unit ; 6, Kolbano unit ; 7, Kapan-Tumu para-autochthonous formation ; 8, allochthonous unit. A, B, C, D, E: See legend in Fig. 2. Vertical and horizontal scales are very approximate values.

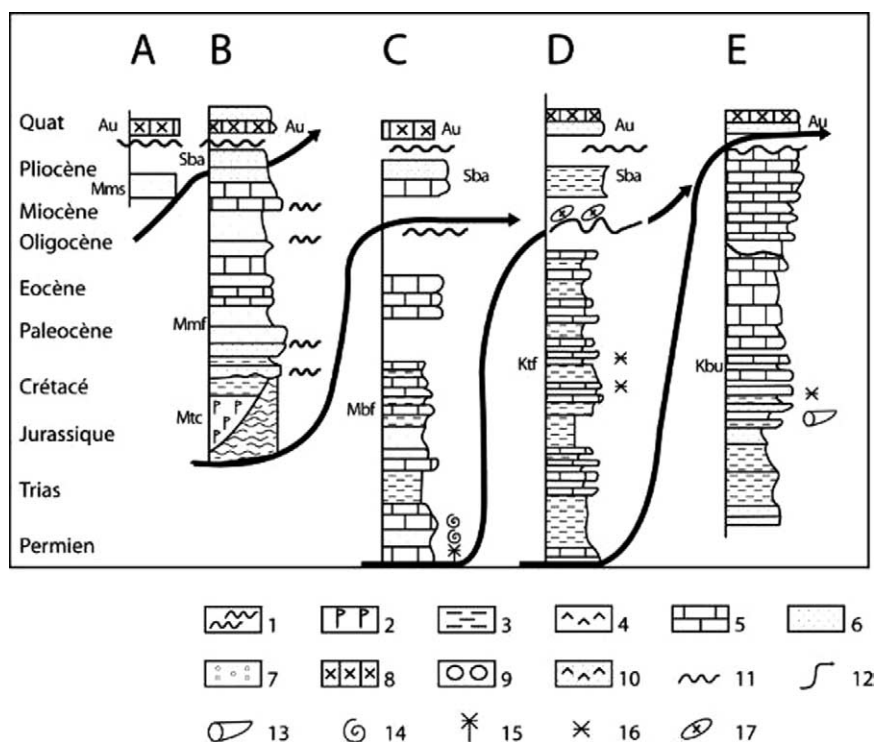


Fig. 2. Succession lithostratigraphique des principales unités de Timor. (A) Complexe de Manamas ; (B) unités allochtone, sub-autochtone et autochtone ; (C) formation para-autochtone de Maubisse et unités sub-autochtone et autochtone ; (D) formation para-autochtone de Kapan-Tumu et unités sub-autochtone et autochtone ; (E) unité de Kolbano et unité autochtone. 1, Métamorphisme (gneiss et micaschistes) ; 2, ophiolites ; 3, shales et pélites ; 4, volcanisme (basaltes et andésites) ; 5, calcaires ; 6, grès ; 7, conglomérats ; 8, calcaires récifaux ; 9, mélanges tectoniques ; 10, volcano-sédimentaire ; 11, discordance ; 12, chevauchement principal ; 13, bélemnites ; 14, ammonites ; 15, crinoïdes et encrines ; 16, radiolaires ; 17, foraminifères. Au, unité autochtone ; Sba, unité sub-autochtone ; Mns, complexe de Manamas ; Mmf, formation de Miomaffo ; Mtc, complexe de Mutis ; Mbf, formation de Maubisse ; Ktf, formation de Kekneno-Tumu ; Kbu, unité de Kolbano.

Fig. 2. Lithostratigraphic succession of the main Timor units. (A) Manamas volcanic complex; (B) allochthonous unit, sub-autochthonous and autochthonous units; (C) Maubisse para-autochthonous formation and the sub-autochthonous and autochthonous units; (D) Kapan-Tumu para-autochthonous formation and the sub-autochthonous and autochthonous units; (E) Kolbano and the autochthonous units. 1, Metamorphism (gneiss, micaschists); 2, ophiolites; 3, shales and pelites; 4, volcanic rocks (basalts and andesites); 5, limestones; 6, sandstones; 7, conglomerates; 8, reef limestones; 9, tectonic mixtures; 10, volcano-sedimentary rocks; 11, unconformity; 12, main thrust; 13, belemnites; 14, ammonites; 15, crinoids; 16, radiolites; 17, foraminifers. Au, autochthonous unit; Sba, sub-autochthonous unit; Mns, Manamas complex; Mmf, Miomaffo formation; Mtc, Mutis complex; Mbf, Maubisse formation; Ktf, Kekneno-Tumu formation; Kbu, Kolbano unit.

formation de Maubisse chevauchant celle de Kekneno-Tumu.

2.2.1. La formation de Kekneno-Tumu

Les successions les plus complètes stratigraphiquement sont celles de Bird et al. [5] et d'Harsolumakso et al. [12]. Le Permien et le Trias sont représentés par des argiles grises et des horizons de calcaires fins à halobies. Le Trias supérieur et le Jurassique sont constitués de calcilutites et de radiolarites. Le Jurassique supérieur et le Crétacé sont représentés par des radiola-

rites. Enfin viennent les calcilutites rouges et oranges à *slumps*, contenant des fossiles de l'Éocène moyen.

2.2.2. La formation de Maubisse

Elle n'est pas aussi complète que celle de Kapan-Tumu. Elle débute par des grès et des calcaires à encrines du Permien, surmontés de calcaires du Trias. Ces derniers renferment des intercalations de grès calcaires bruns à brachiopodes et ammonites et des basaltes (souvent en *pillow-lavas*). Au-dessus se développent des calcaires et des cherts à halobies du Trias

supérieur, des argilites rouges d'âge Sénonien et des calcilutites de l'Éocène moyen.

2.3. L'unité de Kolbano (Fig. 2E)

Cette unité est constituée de pélites à fusulines du Permien, de grès glauconieux à débris de plantes, bélemnites et ammonites du Jurassique, des shales et des calcaires du Crétacé supérieur, des calcaires blancs de l'Éocène et des calcilutites du Miocène et du Pliocène inférieur.

2.4. L'unité sub-autochtone (Fig. 2A–D)

Elle comprend les calcaires du Miocène inférieur de Noiltoko, les calcaires massifs oolithiques de Cablac et les formations volcano-sédimentaires de Noiltoko (Miocène supérieur à Pliocène inférieur).

2.5. L'unité autochtone (Fig. 2)

Il s'agit de shales, grès, conglomérats et calcaires coralliens peu déformés, essentiellement présents dans le bassin central et dans les bassins côtiers (séries de Viquèque et de Noele, du Timor oriental). Leur âge est Pliocène supérieur à Actuel.

Divers modèles ont été élaborés pour expliquer la structure de Timor, mais en fait peu de coupes géologiques ont été présentées. La coupe schématique de la Fig. 1c s'appuie sur un transect géologique orienté nord-sud, à Timor ouest [25]. Ce schéma montre des structures fortement imbriquées avec une vergence globalement vers le sud (les vergences vers le nord sont liées à des rétro-charriages). L'unité allochtone est pelliculaire, avec de nombreuses klippe, comme certains affleurements de calcaire Cablac. Les « mélanges tectoniques » sont très réduits (limités aux plan de base des nappes, aux glissements de terrain ou aux volcans de boue), ce qui n'accrédite pas la thèse selon laquelle Timor serait un vaste mélange tectonique [19]. Enfin, les failles normales qui sont à l'origine du bassin central (plio-pléistocène) témoignent d'une phase d'extension consécutive à la collision du Pliocène moyen que Barber et al. [4] attribuent au « détachement » du « slab australien » après la collision Australie–Timor.

3. Comparaison entre Timor, Sulawesi, Sumba et la plate-forme australienne

L'île de Sulawesi, qui résulte de la collision, à la fin de l'Oligocène, d'un bloc issu du Gondwana avec la marge orientale de la plaque eurasiatique [27], est divisée en plusieurs ensembles. Le bras ouest correspond à l'arc volcanique de la marge active asiatique. Cet arc comprend un substratum constitué par des formations métamorphiques, sédimentaires et ophiolitiques, antérieures au Crétacé moyen. Les métamorphites indiquent un âge Crétacé moyen tout comme celles du massif de Boi (complexe Mutis) dans le Timor occidental. Ce substratum, étudié notamment par Sukanto [22], est recouvert par des alternances de produits volcaniques et de dépôts sédimentaires allant du Crétacé supérieur au Tertiaire (calcaires à nummulites).

La partie centrale et les bras sud-est et nord-est, sont constitués de formations sédimentaires allant du Permien à l'Oligocène inférieur (bloc de Kolonodale de Villeneuve et al. [26]), recouverts tectoniquement par une nappe ophiolitique d'âge Éocène [16]. L'obduction de cette nappe a eu lieu à l'Oligocène inférieur [17,27], précédant ainsi la collision du bloc de Kolonodale avec l'arc volcanique du bras ouest. Suite à cette collision, des dépôts du Miocène inférieur ont pu se mettre en place. Ces parties de Sulawesi ont été remobilisées à la fin du Miocène moyen et au Pliocène inférieur.

L'île de Sumba, à l'ouest de Timor, est constituée par une succession de formations volcano-sédimentaires du Crétacé supérieur à la fin du Paléogène (basaltes, dacites et granodiorites), puis par des plate-formes carbonatées jusqu'au début du Miocène et, enfin, par des formations volcaniques et récifales du Miocène inférieur à l'Actuel [1].

La plate-forme australienne qui fait face à Timor, est constituée de dépôts sédimentaires de marge passive allant du Permien à l'Actuel. Cette succession sédimentaire comprend des *siltstones* et *shales* du Permien et du Trias, des couches rouges du Jurassique inférieur, des dépôts marins peu profonds du Jurassique supérieur et des *shales* et grès du Crétacé. Le Paléocène et l'Éocène sont constitués de craies à radiolaires et de calcaires crayeux tandis que l'Oligocène, le Miocène et le Pliocène sont constitués de calcilutites pélagiques. Ces dépôts sont peu déformés à cet endroit.

4. Discussion et interprétation

L'hypothèse que nous formulons ci-après est basée sur les similitudes entre les successions lithostratigraphiques et sur les correspondances en temps et en style des événements tectoniques présents sur ces îles. Les reconstitutions paléogéographiques les plus récentes qui s'appuient sur les profils sismiques levés en mer et sur les résultats des datations radiométriques effectuées sur les planchers océaniques des bassins de Banda, ont également servi de support à notre interprétation.

Quelques auteurs avaient déjà remarqué des similitudes entre Sumba et le bras ouest de Sulawesi [20,27]. D'autres auteurs avaient signalé certaines similitudes entre l'unité allochtone de Timor et les formations sédimentaires du Crétacé inférieur du bras ouest de Sulawesi [10,15]. Nos travaux à Timor et Sulawesi confirment et renforcent l'existence de ces similitudes :

- nous avons retrouvé, sur le bras ouest de Sulawesi, un conglomérat contenant des éléments de cherts à radiolaires et à calpionelles, datés du Berriasien supérieur (inédit). Un conglomérat identique a été trouvé à Timor, au-dessus des basaltes jurassiques du complexe de Mutis (inédit). Les formations volcano-détritiques, du Crétacé supérieur à l'Oligocène, de l'unité allochtone de Timor montrent aussi des similitudes avec celles du bras ouest de Sulawesi. Notons que les restes d'un l'antracothère d'affinité asiatique découvert à Timor, se trouvait dans des calcaires à Nummulites, identiques à ceux du bras ouest de Sulawesi ;
- les dépôts du Miocène inférieur recouvrent, à Sulawesi et à Timor, les formations plissées pendant l'Oligocène ;
- la succession lithostratigraphique du bloc de Kolonodale est comparable à celle de l'unité para-autochtone de Timor ;

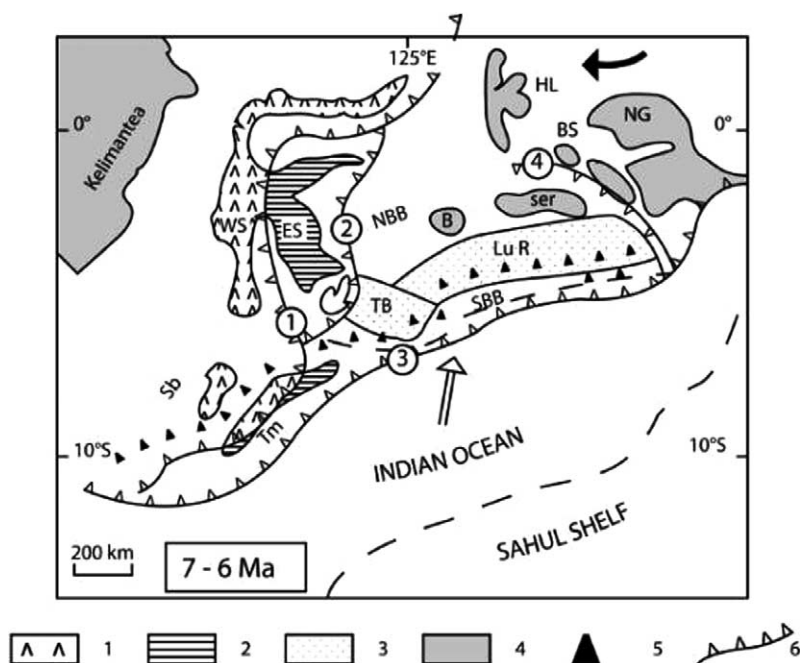


Fig. 3. Position de Timor et de Sumba avant l'ouverture de la mer de Banda sud (7 à 6 Ma). WS, Sulawesi ouest ; ES, Sulawesi est ; TB, plate-forme de Tukang-Besi ; Lu, Lucipara ridges ; B, Buru ; Ser, Seram ; BS, Banggai-Sula ; HL, Halmahera. 1, Arc volcanique ; 2, para-autochtone ; 3, Lucipara block ; 4, îles ; 5, arc volcanique Miocène supérieur ; 6, plans de subduction (1, de l'Éocène–Oligocène ; 2, du Miocène inférieur ; 3, du Miocène supérieur au Pliocène inférieur ; 4, du Pliocène inférieur).

Fig. 3. Timor and Sumba location before the south Banda basin opening (7 to 6 Ma). WS, West Sulawesi ; ES, East Sulawesi ; TB, Tukang-Besi platform ; Lu, Lucipara ridges ; B, Buru ; Ser, Seram ; BS, Banggai-Sula ; HL, Halmahera. 1, Volcanic arc ; 2, para-autochthonous unit ; 3, Lucipara block ; 4, islands ; 5, Upper Miocene volcanic arc ; 6, subduction zone (1, during the Eocene and the Oligocene ; 2, during the Lower Miocene ; 3, during the Upper Miocene and the Lower Pliocene ; 4, during the Lower Pliocene).

- la succession de l'unité de Kolbano, au sud de Timor, est comparable à la succession lithostratigraphique du plateau australien qui lui fait face ;
- enfin, les reconstructions cinématiques récentes, basées principalement sur les datations des planchers océaniques des bassins de Banda et des arcs volcaniques (données du groupe Géobanda), nous permettent aujourd'hui de proposer un scénario pour la migration de Timor, depuis la marge asiatique, à l'Oligocène (Fig. 3), jusqu'à la marge australienne, au Pliocène moyen (Fig. 1a). Selon notre hypothèse, Timor, Sulawesi et Sumba se seraient séparés, à la faveur de l'ouverture du bassin de Banda sud, à la fin du Miocène supérieur ou au Pliocène inférieur. Timor a alors migré vers le sud, pour entrer en collision avec le continent australien, à la fin du Pliocène inférieur.

5. Conclusions

Quelques travaux anciens avaient montré des parentés lithologiques et stratigraphiques entre l'unité allochtone de Timor, l'île de Sumba et l'arc volcanique du bras ouest de Sulawesi. Nos travaux montrent qu'il y a également des parentés entre l'unité para-autochtone de Timor et les formations sédimentaires des parties centrales et orientales de Sulawesi. L'évènement tectonique responsable de l'accrétion des parties ouest et est de Sulawesi est le même que celui qui est responsable de la mise en place des unités allochtone et para-autochtone de Timor. Nous émettons donc l'hypothèse que Timor a migré, au Néogène, de la marge active asiatique jusqu'à sa position actuelle, près de l'Australie. L'ouverture du bassin de Banda, au Pliocène inférieur, est probablement le moteur de cette migration. À la fin du Pliocène inférieur, le continent australien, qui dérivait vers le nord depuis le Jurassique, est entré en collision avec la marge sud du bassin de Banda, sur laquelle se trouvait l'île de Timor. Dans cette hypothèse, l'unité allochtone de Timor serait une partie du bras ouest de Sulawesi, l'unité para-autochtone ferait partie d'un bloc qui est entré en collision avec ce bras ouest de Sulawesi à l'Oligocène supérieur, l'unité sub-autochtone correspondrait à des roches mises en place lors de l'ouverture du bassin de Banda sud, tandis que l'unité de Kolbano correspondrait aux dépôts sédimentaires de la marge nord

australienne, incorporés à Timor lors de sa collision avec le continent australien, à la fin du Pliocène inférieur.

Références

- [1] C.I. Abdullah, J.-P. Rampoux, H. Bellon, R.C. Maury, R. Soeria-Atmadja, The evolution of Sumba Island (Indonesia) revisited in the light of new data on the geochronology and geochemistry of the magmatic rocks, *J. Asian Earth Sci.* 18 (2000) 533–546.
- [2] M.G. Audley-Charles, The Geology of Portuguese Timor, *Mem. Geol. Soc. Lond.* 4 (1968) 1–76.
- [3] S. Bachri, R.L. Situmorang, Geological map of the Dili sheet, East Timor, 1:250 000, GRDC, Bandung, Indonesia, 1994.
- [4] A.J. Barber, M.G. Audley-Charles, D.J. Carter, Thrust Tectonics in Timor, *J. Geol. Soc. Austr.* 24 (1977) 51–62.
- [5] P.R. Bird, S.E. Cook, Permo-Triassic successions of the Kekeno area, West Timor: implications for palaeogeography and basin evolution, *J. S.E. Asian Earth Sci.* 6 (1991) 359–372.
- [6] T.R. Charlton, G.W. Wall, New biostratigraphic results from the Kolbano area, southern West Timor: implications for the Mesozoic–Tertiary stratigraphy of Timor, *J. S.E. Asian Earth Sci.* 9 (1994) 113–122.
- [7] S. Ducrocq, The Eocene terrestrial mammal from Timor, Indonesia, *Geol. Mag.* 133 (6) 763–766.
- [8] M.M. Earle, The metamorphic rocks of Boi, Timor, Eastern Indonesia, in: A.J. Barber, S. Wiryosujono (Eds.), The geology and tectonics of Eastern Indonesia, *Geol. Res. Dev. Centre, Bandung, Spec. Publ.* 2 (1981) 239–251.
- [9] R. Gageonnet, M. Lemoine, Contribution à la connaissance de la géologie de la province portugaise de Timor, *Estudos Ensaíos Docum. Junta Invest. Ultramar, Lisboa* 48 (1958) 1–136.
- [10] N. Haile, A.J. Barber, D.J. Carter, Mesozoic cherts on crystalline schists in Sulawesi and Timor, *J. Geol. Soc. Lond.* 36 (1979) 65–70.
- [11] A.H. Harsolumakso, Étude lithostratigraphique et structurale le long du transect Wini-Kolbano à Timor Ouest (Indonésie), thèse, université de Nice–Sophia-Antipolis, Valbonne, France, 1993, 256 p.
- [12] A. Harsolumakso, M. Villeneuve, J.-J. Cornée, P. De Wever, G. Tronchetti, J. Butterlin, G. Glaçon, P. Saint-Marc, Stratigraphie des séries para-autochtones du Sud du Timor occidental (Indonésie), *C. R. Acad. Sci., Paris, Ser. IIA* 320 (1995) 881–888.
- [13] F. Hirschberger, Géodynamique de l'Est indonésien dans son cadre cinématique, thèse, université de Bretagne occidentale, 2000, Brest, 324 p.
- [14] C. Honthaas, J.-P. Réhault, R.C. Maury, H. Bellon, C. Hemond, J.A. Malod, J.-J. Cornée, M. Villeneuve, J. Cotten, S. Burhanuddin, H. Guillou, N. Arnaud, A Neogene back-arc origin for the Banda Sea basins: geochemical and geochronological constraints from the Banda ridges, *Tectonophysics* 298 (1998) 297–317.
- [15] J. Milsom, Stratigraphic constraints on suture models for eastern Indonesia, *J. Asian Earth Sci.* 18 (2000) 761–779.

- [16] C. Monnier, J. Girardeau, R.C. Maury, J. Cotten, Back-arc origin for the East Sulawesi ophiolite (Eastern Sulawesi), *Geology* 23 (1995) 851–854.
- [17] C.D. Parkinson, The Petrology, structure and geological history of the metamorphic rocks of central Sulawesi, Indonesia, thèse, université de Londres, 1991, 337 p.
- [18] J.-P. Réhault, M. Villeneuve, C. Honthaas, H. Bellon, J.-A. Malod, J.-J. Cornée, J. Butterlin, L. Sarmili, S. Burhanuddin, New geological sampling along a transect across the South East Banda Basin (Indonesia), in: *Tectonic evolution of South East Asia Symposium*, vol. 49, Geological Society of London, Londres, 1994.
- [19] H.M.D. Rosidi, K. Suwitordjo, S. Tjokosopoetro, Geological map of Kupang-Atambua quadrangle, Timor, 1:250 000, *Geol. Res. Dev. Centre*, Bandung, Indonesia, 1979.
- [20] R. Soeria-Atmadja, S. Suparka, C. Abdullah, D. Noeradi, S. Sutanto, Magmatism in western Indonesia, the trapping of the Sumba block and the gateways to the east of Sundaland, *J. Asian Earth Sci.* 16 (1998) 1–12.
- [21] J. Sopaheluwakan, Ophiolite obduction in the Mutis complex, Timor, Eastern Indonesia, thèse, université libre d'Amsterdam, 1990, V.U. University Press, 226 p.
- [22] R. Sukanto, The structure of Sulawesi in the light of plate tectonics, *Proc. Reg. Conf. Geol. Min. Res. S.E. Asia*, Jakarta, Indon. Ass. Geol. 25 (1975) 120–141.
- [23] M. Villeneuve, J.-P. Réhault, J.-J. Cornée, C. Honthaas, W. Gunawan, et le groupe Geobanda, *Évolution géodynamique de l'Indonésie orientale, de l'Éocène au Pliocène*, C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. Ila 327 (1998) 291–302.
- [24] M. Villeneuve, A. Harsolumakso, J.-J. Cornée, H. Bellon, Structure of West Timor (Eastern Indonesia) along a north-south cross-section, *Geol. Med.* XXVI (2000) 127–142.
- [25] M. Villeneuve, J.-J. Cornée, W. Gunawan, R. Martini, G. Tronchetti, M.-C. Janin, P. Saint-Marc, L. Zaninetti, La succession lithostratigraphique du bloc de Banda dans la région de Kolonodale (Sulawesi central, Indonésie), *Bull. Soc. géol. France* 172 (2001) 59–68.
- [26] M. Villeneuve, W. Gunawan, J.-J. Cornée, O. Vidal, Geology of the central Sulawesi belt (Eastern Indonesia): Constraints for geodynamic models, *Int. J. Earth Sci.* 91 (2002) 524–537.
- [27] H. Wensink, Paleomagnetism of rocks from Sumba: tectonic implications since the late Cretaceous, *J. S.E. Asian Earth Sci.* 9 (1994) 51–65.