

Sédimentation et structure du bassin de Tipuani-Mapiri : un témoin de l'évolution du front amazonien des Andes du nord de la Bolivie

Michel FORNARI, Gérard HÉRAIL, Giovanni VISCARA, Gérard LAUBACHER
et Jaime ARGOLLO

Résumé — Dans le bassin de Tipuani-Mapiri la Formation Cangalli (Miocène moyen à supérieur) fossilise partiellement une paléotopographie de dissection fluviale inscrite sur le versant amazonien de la Cordillère Orientale. Les sédiments se sont accumulés consécutivement au soulèvement de la Serranía de Carura (relief le plus oriental de la cordillère) en relation avec le fonctionnement du chevauchement séparant cette cordillère du domaine subandin. Les reliefs formant la Cordillère Orientale sont donc apparus successivement depuis l'ouest vers l'est.

Sedimentation and structure of the Tipuani-Mapiri basin: a testimony to the Amazonian Front evolution in the Andes of Bolivia

Abstract — In the Tipuani-Mapiri basin the Cangalli Formation (middle to upper Miocene) partially fossilizes a fluvial erosion paleotopography located in the Amazonian slope of the Cordillera Oriental. The sediments were deposited following the uplift of the Serranía de Carura. This morpho-tectonic evolution is related to the thrusting activity between the Andean Cordillera and the Sub-Andean belt. Thus, the Cordillera Oriental reliefs appear successively from W to E.

Abridged English version — In Northern Bolivia, the NE margin of the Cordillera Oriental (Fig. 1) overrides the sub-Andean zone ([1], [2]). Field studies in the Tipuani-Mapiri basin provide data on the structural evolution of this part of the Central Andes during the Neogene times.

I. THE TIPUANI-MAPIRI BASIN AND THE CANGALLI FORMATION. — The Tipuani-Mapiri basin ([4], [5]) is more than 100 km long from NW to SE (Fig. 1). It extends northwestward into the

the drainage axes. The lateral deposition of these palustrine materials results from dam effects produced by the rapid accumulation of fluvial conglomerates in the central part of the valleys.

Farther downstream, where paleovalleys become wider, facies change to clays and silts of flood plain and to gravels and sand deposited by local tributaries draining rather small areas (a few km²).

The old rivers heading in the southeastern reliefs (Mariapo, Tipuani, Challana) connected with a main eastward flowing drainage axis which was parallel to the current Mapiri river (Fig. 2). In this zone, near the reliefs limiting the basin in the NE, no lacustrine facies are found anywhere downstream from the fluvial facies, which indicates that this basin was never endoreic.

II. STRUCTURE AND DEFORMATION OF THE CANGALLI FORMATION. — Field observations made in the surface and in the underground workings of the gold mines [5] show that the gradient of the ancient talwegs is steeper than that of the present ones. Upstream from Unutuluni (Fig. 2 and 4), the level of the Tipuani river is situated about 300 m lower than that of the paleo-Tipuani where the Cangalli Fm. deposited. Farther downstream, near the Tipuani village, the paleo-Tipuani is 170 m below the level of the present river. The gradient of the Tipuani river amounts to about 0.3% in this part of the valley, whereas that of the paleo-Tipuani amounts currently to about 4%. Similar differences in the gradients occur along the Challana river. Uplifts are revealed by the difference between the slope of the paleotalwegs and that of the present talwegs.

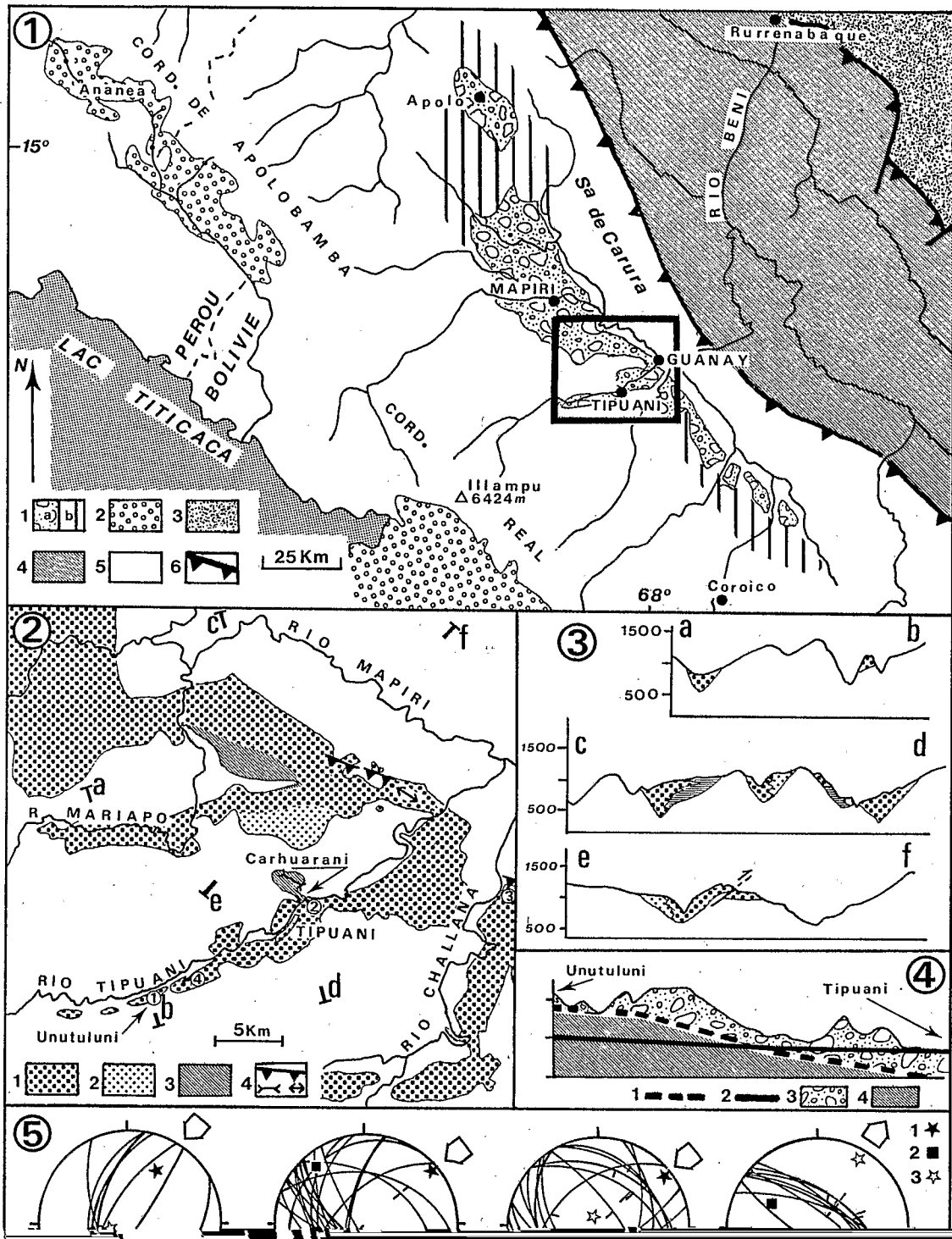
In the Tipuani-Mapiri basin, compressional deformation affects the Cangalli Fm ([5], [8], [10]). Folds trending at about N120°E are locally observed and beds are tilted; dip is generally to the SW and seldom exceeds 30°. Reverse faults cut the Cangalli Fm and its bedrock on the NE side of the basin (Figs. 2 and 3). Striated faults measured in some places (located in Figure 2) indicate a roughly NE-SW trending compression (Fig. 5, diagram a). The

I. LE BASSIN DE TIPUANI-MAPIRI ET LA FORMATION CANGALLI. — Le bassin de Tipuani-Mapiri ([4], [5]) s'étend sur plus de 100 km de long depuis le NW vers le SE (*fig. 1*). Au nord-ouest il se prolonge par la cuvette d'Apolo; au sud-est il se poursuit jusque dans la région de Coroico. Au total ce bassin se développe sur plus de 200 km de long alors que sa largeur varie de 30 à 10 km seulement. Au nord-est il est limité par la Serrania de Carura alors qu'au sud-ouest les séries sédimentaires contenues dans le bassin se raccordent aux reliefs majeurs de la Cordillère Orientale et pénètrent dans les vallées andines (rio Challana, Tipuani, Mapiri).

Le remplissage du bassin (*fig. 2*) est constitué par la Formation Cangalli ([4] à [8]), localement recouverte par les alluvions des terrasses quaternaires. Elle est discordante sur un substratum de schistes ordoviciens et fossilise partiellement une paléotopographie très différenciée ce qui rend compte d'importantes variations d'épaisseur (*fig. 3*). La puissance du remplissage n'excède pas 500 m. La Formation Cangalli a été attribuée soit au Pliocène soit au Pléistocène ([4], [7]); cependant, la découverte dans le remplissage détritique d'un niveau de cinérite pour lequel les données géochronologiques sont en cours d'acquisition (âge K/Ar sur biotite de 9 Ma) nous permet de proposer un âge

que celui du paléo Tipuani dans lequel se déposa la Formation Cangalli. Plus en aval, près du village de Tipuani, le paléocours est situé 170 m en dessous du lit actuel de la rivière. Ainsi pour ce tronçon de la vallée la pente du lit du rio Tipuani est de 0,3% environ alors que celle du Paléotipuani est, dans sa position actuelle d'environ 4%. Le long du Challana (*fig. 2*) il y a des différences de pente analogues. La différence entre la pente des paléotalwegs et celle des talwegs actuels atteste l'existence de mouvements orogéniques.

Dans le bassin de Tipuani-Mapiri, la Formation Cangalli est déformée en compression ([5], [8], [10]). Localement on observe des plis ouverts orientés aux environs de N120-N130°E ainsi qu'un basculement des couches, généralement vers le SW; les pendages ne dépassent qu'exceptionnellement une trentaine de degrés. Sur la frange NE du bassin on observe des failles inverses affectant la Formation Cangalli et son substratum (*fig. 2 et 3*). Associés à ces structures, des couloirs à déformation importante des galets (stries sur les faces, notamment microfracturation) affectent les conglomérats de la Formation



hautes terrasses quaternaires ne semblent pas déformées; une seule station présente des failles correspondant une distension orientée NE-SW (fig. 5). Bien que pour cette station on puisse écarter un effet de glissement local par gravité, cette tectonique en distension constitue actuellement une observation trop ponctuelle pour être interprétée dans le cadre régional.

III. CONCLUSION ET INTERPRÉTATION. — L'accumulation de la Formation Cangalli dans le bassin de Tipuani est postérieure à une phase de dissection importante, et donc de soulèvement, de la partie ouest de la Cordillère Orientale. La formation du bassin et le piégeage des sédiments sont dus à l'apparition postérieure des reliefs de la Serrania de Carura. Ceci montre que le soulèvement de la Cordillère Orientale n'est pas homogène; il s'est fait successivement depuis l'ouest vers l'est au cours du Miocène, la Serrania de Carura étant le dernier compartiment soulevé. Sa mise en place, qui provoque la rupture de la continuité relief montagneux-plaine amazonienne et l'isolement du bassin Tipuani-Mapiri, doit être associée au fonctionnement (Miocène moyen à supérieur) du chevauchement qui amène le domaine andin sur le subandin. Dans ce contexte le bassin de Tipuani-Mapiri est assimilable à un « piggy back basin » isolé à l'arrière d'une lame chevauchante.

Note reçue le 25 mai 1987, acceptée le 23 septembre 1987.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] F. AHLFELD, *Rev. Mus. La Plata*, 3, n° 19, 1946, p. 5-370.
- [2] Y.P.F.B., et Geobol, Mapa geológico de Bolivia, éch. 1/1 000 000, 1978, La Paz.
- [3] C. MARTINEZ, *Trav. et Doc. O.R.S.T.O.M.*, 109, 1980, 352 p.
- [4] H. G. FREYDANK, *The gold placer deposits at the foot of the Eastern Cordillera of Bolivia*, ined, 1965, 52 p.
- [5] G. HERAIL, J. ARGOLLO, M. FORNARI, G. LAUBACHER et G. VISCARRA, *Kryos*, 1, n° 2, 1986, p. 9-15.
- [6] M. FROCHOT, *An. des Mines*, série 9, XIX, 1901, p. 149-185.
- [7] Mission Alemana, *Rev. Min. Bamin*, 93, 1977, p. 1-64.
- [8] G. VISCARRA, *Thèse*, U.M.S.A., La Paz, 1986, 68 p. + 5 cartes hors-texte.
- [9] W. C. STOLL, *Economic Geology*, 56, 1961, p. 1258-1264.
- [10] A. LAVENU, *Thèse*, Paris-Sud, 1986, 434 p.
- [11] G. HERAIL, M. FORNARI, G. VISCARRA, G. LAUBACHER et J. ARGOLLO, *X^e Congr. Geol. Argentine, Actas II*, 1987, p. 93-96.

G. H. : O.R.S.T.O.M., C.P. 8714, La Paz, Bolivie;

M. F. et G. L. : O.R.S.T.O.M., 213, rue La Fayette, 75010 Paris;

J. A. et G. V. : Instituto de Geodynamica, C.P. 12198, La Paz, Bolivie;

J. A., M. F., G. H., G. L. et G. V. : Convention O.R.S.T.O.M.-U.M.S.A.